نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی
سال هشتم / شماره دوم / تابستان ۱۳۹۷

تأثیر سالیسیلیک اسید و متیل جاسمونات بر شاخصه‌های رشد و عملکرد سوخ پیاز خوراکی، تحت شرایط تنش خشکی در مزرعه

محمد حسن شیرزادی [۱*] و ابومسلم بیدشکی [۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۵/۲۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۹/۱۹)

چکیده

تنش خشکی مهم‌ترین عاملی است که در بیشتر مراحل رشد گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک باعث محدودیت در رشد و دستیابی به عملکرد بالا می‌شود. در یک آزمایش مزرعه‌ای تأثیر تنظیم کننده‌های رشد سالیسیلیک اسید (SA) در سه سطح (۰ ، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و متیل جاسمونات (MJ) در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ میکرومولار) بر شاخصه‌های رشد و عملکرد سوخ پیاز خوراکی رقم هیبرید پریماورا در منطقه جیرفت در سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ تحت شرایط تنش خشکی (آبیاری معمول و کاهش ۳۰ درصد آب آبیاری)، بررسی شد. نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش ولی SA و MJ باعث افزایش کلیه صفات مورد بررسی (به‌جز میزان نشت یونی) شد. اثر متقابل تنش خشکی و MJ و اثر متقابل تنش خشکی و SA بر صفات وزن تر اندام هوایی، میزان کلروفیل a، b، کلروفیل کل، میزان کارتنوئید، طول و قطر سوخ، محتوای نسبی آب برگ و ارتفاع بوته معنی‌دار شد. اثر متقابل سه فاکتور تنش خشکی، MJ و SA نیز بر صفات تعداد برگ، وزن خشک اندام هوایی بوته، نشت یونی و میزان عملکرد نهایی معنی‌دار شد و بیشترین عملکرد نهایی سوخ، برتری ۱۸ درصدی نسبت به شاهد در شرایط عدم تنش از ترکیب تیماری ۰/۵ میلی‌مولار SA و ۱۰ میکرومولار MJ به‌دست آمد. در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین عملکرد نهایی سوخ و افزایش ۳۳ درصدی نسبت به شاهد، از ترکیب تیماری ۰/۵ میلی‌مولار SA و ۱۰ میکرومولار MJ به‌دست آمد.

واژه‌های کلیدی: سالیسیلیک اسید، پیاز، تنش خشکی، عملکرد، متیل جاسمونات

۱. استادیار، گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد اسلامی، جهرم، ایران
۲. دانشجوی دکتری، گروه باغبانی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات ، تهران، ایران
*. مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mohammadhasanshirzadi@gmail.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

مقدمه

دشت جیرفت در جنوب استان کرمان و نزدیک به آب‌های گرم خلیج فارس، به‌دلیل شرایط نیمه‌گرمسیری توان تولید خارج از فصل به‌ویژه در شش ماهه دوم سال که در بیشتر نقاط ایران سرما حاکم است، را دارد. در این زمان از سال به‌دلیل کاهش تولید سبزیجات در بیشتر نقاط کشور، بیشتر کشاورزان منطقه دست به تولید مستمر پیاز خوراکی با توجه به شرایط بازار می‌زنند. پیاز یکی از محصولاتی است که در کشاورزی منطقه جیرفت از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. سطح زیر کشت پیاز خوراکی در منطقه جنوب کرمان ۵۳۱۸ هکتار و با میانگین عملکرد ۵۱ تن در هکتار می‌باشد (۱۵). پیاز از جمله سبزی‌هایی است که در جیرفت از شهریور تا بهمن به‌صورت مستمر قابل کشت است. پیاز با نام علمی *Allium cepa L.* متعلق به خانواده *Alliaceae* بوده و بومی نواحی آسیای جنوب غربی است (۱۵). کم‌آبی از جمله مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است (۲۳). کشور ایران با میانگین نزولات جوی ۲۴۰ میلی‌متر در سال در زمره این مناطق طبقه‌بندی می‌شود. محدودیت شرایط جغرافیایی و منابع آبی و خاکی و ازدیاد معیت همواره دانشمندان را به این فکر مشغول کرده است تا راه‌حلی برای این معضل جهانی به بشریت عرضه کنند. از جمله آن باحث استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی است که اخیراً در شورهای در حال توسعه مورد توجه، مطالعه، پژوهش و کاربرد قرار گرفته است. استفاده از تنظیم کننده‌های رشد گیاهی از زمان ساخته شدن مصنوعی آنها (۱۹۲۶) تاکنون، روند فزاینده‌ای داشته به‌طوری‌که هم اکنون در بیش از یک میلیون هکتار از اراضی کشاورزی هر ساله این مواد مورد استفاده قرار می‌گیرد، بیشتر این کاربردها در مورد محصولات باغبانی است که ارزش تجاری و اقتصادی بیشتری دارند (۱۰). در مقایسه با روش‌های اصلاحی که اغلب بلند مدت و هزینه‌بردار هستند، استفاده از برخی از تنظیم کننده‌های رشد نظیر جاسمونیک اسید، آسان‌تر و رزان‌تر است (۱۰). جاسمونیک اسید و متیل استرهای آن، که در حالت کلی به جاسمونات‌ها معروف هستند گروه جدیدی از هورمون‌ها هستند که از ترکیب‌های ویژه حلقوی سیکلوپنتان و از مشتقات لینولئیک اسید هستند و با دخالت در بیان ژن‌های مختلف، گیاهان را در مقابل تنش‌های مختلف محیطی محافظت می‌کنند (۱۰). این مواد فرآورده نهایی اکسیداسیون اسیدهای چرب غیراشباع همانند لینولئیک اسید است که به‌صورت مولکول‌های پیام‌رسان، سیستم‌های دفاعی گیاهان را در مقابل عوامل تنش‌زای محیطی فعال می‌کند و هم‌زمان باعث افزایش تقسیم یاخته‌ای و طویل شدن یاخته‌ای می‌شوند (۲۷). متیل جاسمونات (MJ) به‌صورت گسترده در نهاندانگان، بازدانگان و جلبک‌ها به‌صورت یک تنظیم کننده رشد گیاهی، بسیاری از واکنش‌ها را در گیاه باعث می‌شود و نقش مهمی در تنظیم فرایند رشد، نمو، ریخت‌زایی و فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان دارند (۲۹). همچنین اثر MJ در مواجهه با تنش‌های محیطی از جمله تنش‌های خشکی، سرما و شوری و فعال شدن مکانیزم‌های دفاعی در مقابل حشره‌ها، پاتوژن‌ها و گیاه‌خواران مشخص شده است (۲۵). متیل جاسمونات با وجه به غلظت استفاده شده، گونه گیاهی و مرحله رشد، تأثیرهای متفاوتی بر رشد و نمو گیاهان دارد. این ماده به‌طور معمول در غلظت‌های بسیار پایین اثر مثبت دارد و در غلظت‌های بالا تنش‌زا است (۲۵). اگرچه در رابطه با اثر این تنظیم کننده رشد بر افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های محیطی گزارش‌های متعددی موجود است ولی گزارش‌های بسیار کمی در مورد اثر این ماده بر افزایش محصول وجود دارد. سالیسیلیک اسید (SA) یک تنظیم کننده شبه‌هورمونی است که در تنظیم مراحل مختلف رشد و تکامل گیاه، جذب یون، فتوسنتز و به‌طورکلی در متعادل کردن پاسخ گیاهان به چندین استرس غیر زنده نقش مهمی را ایفا می‌کند (۳۲). مطالعات متعددی نقش SA را به‌عنوان یک مولکول پیام‌رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های متعدد زیستی و غیرزیستی تأیید کرده است (۳ و ۱۱). بر طبق گزارشات ارائه شده توسط محققین مختلف، SA با اثر برروی H_2O_2، توان آنتی‌اکسیدانی را افزایش داده و از گیاه در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

برابر تنش‌های اکسیداتیو حفاظت می‌کند (۱۰). سالیسیلیک اسید یک ترکیب ضروری برای مقاومت گیاه به پاتوژن‌ها است و در پاسخ گیاهان به شرایط نامطلوب محیطی نقش دارد (۶). برخی محققان گزارش کردند که SA سبب افزایش مقاومت ذرت (۲۰) و گوجه‌فرنگی (۳۸) به تنش شوری، افزایش مقاومت گیاه خردل به تنش گرما و شوری (۹) و مانع کاهش رشد ناشی از فلزات سنگین در برنج (۲۸) گیاهچه نخود (۳۱) و ذرت (۴۰) می‌شود. سالیسیلیک اسید با غلظت ۰/۱ تا ۰/۵ میلی‌مولار از طریق تیمار بذری سبب افزایش مقاومت به تنش خشکی در گیاه لوبیا و گوجه‌فرنگی می‌شود (۳۲). همچنین تحقیقات نشان داده است که کاربرد SA تحت شرایط تنش خشکی سبب افزایش عملکرد لوبیا قرمز (۳۳) و گندم می‌شود (۱۲). تیمار گندم با SA سبب حفاظت دستگاه فتوسنتزی در شرایط تنش خشکی شد (۴،۱۴ و ۳۵). گزارش شده است که SA سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه سیر هم در شرایط عادی و هم در شرایط تنش خشکی شده است (۲). از این‌رو با با هدف افزایش عملکرد پیاز در واحد سطح و همچنین کاهش مصرف آب با توجه به کمبود آب در جنوب کشور، این آزمایش در جیرفت در شرایط تنش خشکی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در شهرستان جیرفت، درمکانی با طول جغرافیای ۵۷ درجه و ۹۵ دقیقه شرقی وعرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی با ۶۳۸ متر ارتفاع از سطح دریا در زمینی به مساحت ۱۰۰۰ مترمربع در سال زراعی ۱۳۹۳ به مرحله اجرا درآمد. جیرفت درجنوب شرقی کشور و در استان کرمان قرار دارد و دارای آب و هوای نیمه‌گرمسیری است، متوسط بارندگی سالانه طبق آمار سازمان هواشناسی کشور در این منطقه ۱۴۰ میلی‌متر و بیشینه دما ۴۹ و کمینه آن یک درجه سانتی‌گراد است که در بعضی ازسال‌ها به یک تا سه درجه سانتی‌گراد زیر صفر هم می‌رسد و دارای رطوبت نسبی ۵۵ تا ۶۵ درصد است. براساس نتایج تجزیه خاک، بافت خاک محل آزمایش سبک و لومی شنی بود و از لحاظ املاح و شوری هیچ گونه محدودیتی ندارد (EC خاک معادل ۲/۴۱ میلی‌موس و pH خاک محل آزمایش برابر ۷/۸ است). میزان پتاسیم و فسفر قابل جذب خاک به‌ترتیب ۱۶۵ و ۹ پی‌پی‌ام و میزان نیتروژن خاک ۰/۰۳ درصد بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تنش خشکی به‌عنوان فاکتور اول در دو سطح (آبیاری معمول (نیاز آبی حاصل از روش پنمن مانتیس فائو که معادل ۴/۳ مترمکعب است) و آبیاری ۳۰ درصد کمتر از حد نرمال (۵۵ درصد ظرفیت زراعی))، SA به‌عنوان فاکتور دوم در سه سطح (صفر، ۰/۵ و ۱ میلی‌مولار) و متیل جاسمونات به‌عنوان فاکتور سوم در سه سطح (صفر، ۵ و ۱۰ میکرومول) مورد بررسی قرار گرفت. زمین انتخابی در سال زراعی قبل آیش بود. به منظور آماده‌سازی زمین، ابتدا زمین به‌خوبی شخم زده شد و سپس جهت تقویت زمین ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره همراه با ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، براساس آزمون خاک به زمین اضافه شد. پس از آن با کمک فارور، جوی و پشته‌هایی به فاصله ۳۵ سانتی‌متر زده شد. آبیاری مزرعه با استفاده ازنوار تیپ انجام شد، به‌طوری‌که، روی هر پشته یک نوار تیپ قرار داده شد. با کمک کنتور و شیرهای مدرج و قابل تنظیم میزان آب ورودی (جهت اعمال تنش خشکی) به هر کرت محاسبه شد. در اوایل دی‌ماه، نشاهای پیاز رقم پریماورا به‌صورت مکانیکی (دستی) روی پشته با فاصله هشت سانتی‌متراز یکدیگر کاشته شدند. میزان آب آبیاری برای کلیه تیمارها تا زمان اعمال تنش خشکی یکسان بود. تیمار با تنظیم کننده‌های رشد سالیسیلیک اسید ۳۰ روز پس از کاشت و با MJ، ۳۵ روز پس از کاشت به‌صورت محلول‌پاشی انجام گرفت و برای اطمینان از اثر بخشی تیمارها، هر مرحله محلول‌پاشی دو بار به‌صورت متوالی انجام گرفت. تیمار تنش خشکی ۴۵ روز پس از کاشت نشا در زمین اصلی، با کمک شیرهای قابل تنظیم و کنتور اعمال شد. درهنگام اعمال تیمار SA و MJ بوته‌ها در مرحله چهار تا پنج برگی و در هنگام

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

اعمال تنش خشکی گیاهان در ابتدای مرحله شش برگی بودند (۵). عمل وجین علف‌های هرز با دست و در طی چند مرحله (چهار مرحله) انجام شد. کود ازته (در مجموع به‌میزان ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار) در طی سه مرحله قبل از کاشت (خاکی)، مرحله پنج برگی (محلول‌پاشی همراه با میکروالمنت‌ها) و مرحله تشکیل پیاز (خاکی) به مزرعه اضافه شد. در مرحله هفت - هشت برگی سم‌پاشی (با قارچ‌کش ریدومیل و سم ضد تریپس مونتو) برای مبارزه علیه بیماری‌ها و آفات صورت گرفت. در طی فصل رشد صفات ارتفاع بوته، میزان محتوای نسبی آب برگ (RWC)، میزان نشت یونی، میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل، میزان کارتنوئیدها و تعداد برگ و در زمان برداشت نهایی (چهار ماه پس از انتقال نشا به زمین اصلی) صفات قطر و طول سوخ، وزن تر و خشک اندام هوایی و عملکرد نهایی بوته مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای نمونه برداری از هر کرت، ضمن در نظرگرفتن حاشیه ها ۱۲ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و برای اندازه‌گیری به آزمایشگاه انتقال داده شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک بوته وعملکرد سوخ از ترازوی دیجیتالی دقیق استفاده شد. جهت اندازه‌گیری وزن خشک، اندام‌های تازه را به‌مدت ۱۵ روز در سایه خشک کرده و سپس وزن آنها اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری طول و قطر پیاز از کولیس با دقت بالا استفاده شد. نشت یونی برگ‌ها براساس روش سولیوان و رووس (۳۹) اندازه‌گیری شد، بدین‌صورت که نمونه‌ها ابتدا با آب مقطر شستشو داده و در لوله‌های درب‌دار قرار داده شدند و ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آنها اضافه شد و در شرایط دمایی ^{0}C ۲۵ به‌مدت ۲۴ ساعت برروی شیکر دورانی قرار گرفتند. هدایت الکتریکی محلول (C_1) اندازه‌گیری و نمونه‌ها به‌مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو در دمای ^{0}C ۱۲۰ قرار گرفتند و مجدداً هدایت الکتریکی آنها (C_2) اندازه‌گیری شد. نشت یونی EL(٪) براساس فرمول (۱) محاسبه شد:

$$EL(\%) = (C_1/C_2) \times 100 \quad (1)$$

که C_1 هدایت الکتریکی محلول ۲۴ ساعت بعد از قرار گرفتن نمونه‌ها در آب مقطر و C_2 دومین قرائت یعنی ۲۰ دقیقه بعد از قرار گرفتن در اتوکلاو است. برای سنجش میزان کلروفیل و کارتنوئید، ابتدا ۰/۱ گرم از بافت تازه برگ توزین شد، سپس در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد ساییده و پس از صاف کردن به لوله آزمایش منتقل و با استفاده از اسپکتروفتومتری UV-VIS مدل 7220G، جذب محلول در طول موج‌های ۴۷۰، ۶۴۷ و۶۶۳ نانومتر قرائت شد (استون ۸۰درصد نیز به‌عنوان محلول شاهد برای تنظیم صفر جذب نوری اسپکتروفتومتر استفاده شد). میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر به‌ترتیب از روابط (۲، ۳ و۴) محاسبه شدند (۲۴):

$$C_a = ۱۲/۲۵A_{۶۶۳} - ۲/۷۹A_{۶۴۷} \quad (۲)$$

$$C_b = ۲۱/۵۰A_{۶۴۷} - ۵/۱۰A_{۶۶۳} \quad (۳)$$

$$C_{(x-c)} = (۱۰۰۰A_{۴۷۰} - ۱/۸۲C_a - ۸۵/۰۲C_b)/۱۹۸ \quad (۴)$$

که Ca کلروفیل a، Cb کلروفیل b، C(x-c) میزان کارتنوئیدها و A میزان جذب در طول موج‌های مختلف است. در پایان به‌منظور آنالیز آماری از نرم‌افزار SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد و با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C انجام گرفت.

نتایج

نتایج نشان داد که تنش خشکی باعث کاهش کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده در پیاز شد (جدول ۱). به‌طور کلی در مقایسه با شاهد تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع بوته (۱۳ درصد)، تعداد برگ در بوته (۲۰ درصد)، وزن تر بوته (۱۹ درصد)، وزن خشک بوته (۴۶ درصد)، کلروفیل a (۱۹ درصد)، کلروفیل b (۲۵ درصد)، کلروفیل کل (۲۱ درصد)، میزان کارتنوئیدها (۱۴ درصد)، محتوای نسبی آب برگ (۲۲ درصد)، توان غشای سلولی (۳۸ درصد)، قطر سوخ (۲۵ درصد)، طول سوخ (۲۳ درصد) و عملکرد نهایی سوخ (۲۸ درصد) شد (جدول ۱). نتایج حاصل تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد که اثر متقابل تنش

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

جدول ۱. اثر تنش خشکی بر پارامترهای اندازه‌گیری شده در پیاز

صفت	عدم تنش خشکی	تنش خشکی	درصد کاهش (اعداد گرد شده‌اند)
ارتفاع بوته (cm)	۶۹/۵۶	۶۱/۳۸	۱۳**
تعداد برگ در بوته	۱۰/۳۹	۸/۶۹	۲۰**
وزن تر بوته (g)	۱۵۴/۱۵	۱۲۹/۱۲	۱۹**
وزن خشک بوته (g)	۱۹/۳۷	۱۳/۲۵	۴۶**
کلروفیل a (mg/gfw)	۰/۷۴	۰/۶۲	۱۹**
کلروفیل b (mg/gfw)	۰/۲۵	۰/۲۰	۲۵**
کلروفیل کل (mg/gfw)	۰/۹۹	۰/۸۲	۲۱**
کارتنوئیدها (mg/gfw)	۰/۲۵	۰/۲۲	۱۴*
محتوای نسبی آب برگ (%)	۶۷/۴۲	۵۵/۱۶	۲۲*
توان غشای سلولی (نشت یونی) (%)	۴۷/۶۹ (۵۲/۳۱)	۳۴/۶۲ (۶۵/۳۸)	۳۸**
قطر سوخ (cm)	۸/۱۴	۶/۵۰	۲۵**
طول سوخ (cm)	۸/۴۴	۶/۸۷	۲۳**
عملکرد نهایی (kg/h)	۶۰۹۶۰	۴۷۶۰۰	۲۸**

* و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد است.

خشکی و SA و اثر متقابل تنش خشکی و MJ بر صفات ارتفاع بوته، وزن تر بوته، محتوای نسبی آب برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، کارتنوئیدها، قطر سوخ و طول سوخ معنی‌دار است (جدول ۲). سالیسیلیک اسید باعث افزایش کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده در شرایط عدم تنش و همچنین در شرایط تنش خشکی شد (جدول ۳)، که این افزایش در شرایط تنش خشکی به مراتب بیشتر بود. در شرایط عدم تنش خشکی غلظت ۰/۵ میلی‌مولار SA مؤثرتر بود و باعث افزایش ارتفاع بوته (۵ درصد)، وزن تر بوته (۱۳ درصد)، کلروفیل a (۱۰ درصد)، کلروفیل *b* (۱۲ درصد)، کلروفیل کل (۱۰ درصد)، میزان کارتنوئیدها (۸ درصد)، محتوای نسبی آب برگ (۱۳ درصد)، قطر سوخ (۱۴ درصد) و طول سوخ (۱۱ درصد) نسبت به شاهد شد، اما در شرایط تنش خشکی غلظت یک میلی‌مولار سالیسیلک اسید، مؤثرتر بود و باعث افزایش ارتفاع بوته (۲۰ درصد)، وزن تر بوته (۱۹ درصد)، کلروفیل a (۲۹ درصد)، کلروفیل b (۳۹ درصد)، کلروفیل کل (۳۲ درصد)، میزان کارتنوئیدها (۳۳ درصد)، محتوای نسبی آب برگ (۱۷ درصد)، قطر سوخ (۱۶ درصد) و طول سوخ (۱۲ درصد) نسبت به شاهد شد (جدول ۳). متیل جاسمونات نیز باعث افزایش صفات اندازه‌گیری شده، شد (جدول ۴). غلظت ۱۰ میکرومولار MJ هم در شرایط تنش خشکی و هم در شرایط عدم تنش خشکی نسبت به غلظت پنج میکرومولار آن برتری داشت. تیمار ۱۰ میکرومولار MJ باعث افزایش ارتفاع بوته به میزان ۷ درصد و ۶ درصد، وزن تر بوته به میزان ۱۰ درصد و ۱۹ درصد، محتوای نسبی آب برگ (RWC) به میزان ۹ درصد و ۲۹ درصد کلروفیل a به میزان ۷ درصد و ۲۴ درصد، کلروفیل b به میزان ۱۹ درصد و ۳۸ درصد، کلروفیل کل به میزان ۱۰ درصد و ۲۷ درصد، میزان کارتنوئیدها به میزان ۱۶ درصد و ۲۰ درصد، قطر سوخ به میزان ۱۰ درصد و ۲۶ درصد و طول سوخ به میزان ۱۸ درصد و ۲۴ درصد به‌ترتیب در شرایط عدم تنش خشکی و تنش خشکی نسبت به شاهد خود شد (جدول ۴). اثر متقابل سه فاکتوره تنش خشکی، سالیسیلیک اسید و MJ بر صفات تعداد برگ در بوته، وزن خشک اندام هوایی، میزان نشت یونی و عملکرد نهایی سوخ معنی‌دار شد (جدول ۲). در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47] [DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در پیاز رقم پریماورا در جیرفت

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد برگ	ارتفاع بوته	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	نشت یونی	قطر سوخ	طول سوخ	عملکرد نهایی	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کارتنوئیدها
تکرار	۲	۰/۰۴^{ns}	۱۰/۵۹^{ns}	۱۸/۷۸^{ns}	۱۶/۹۱^{ns}	۵/۲۳^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۰۲۵^{ns}	۱/۱۳^{ns}	۰/۰۰۰۸^{ns}	۰/۰۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱۹^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}
خشکی (D)	۱	۳۸/۸۳**	۳۰۲/۸۴**	۸۴۵۸/۷۶**	۵۰۵/۰۸**	۲۳۰۷/۹۶**	۳۵/۳۵**	۳۳/۱۵**	۲۴۰۸/۲۷**	۰/۱۷**	۰/۰۰۸۱**	۰/۲۵**	۰/۰۱۴**
سالیسیلیک اسید (SA)	۲	۸/۴۷**	۱۰/۹۲^{ns}	۸۹۶/۳۵**	۶۱/۲۵**	۱۸۷/۰۹**	۴/۹۶**	۴/۵۹**	۱۵۲/۲۶**	۰/۰۳**	۰/۰۰۵۲**	۰/۰۱۷۳**	۰/۰۰۵**
D×SA	۲	۰/۵۱*	۲۶/۹۹*	۱۶۷/۰۶**	۲۷/۰۶**	۱۵/۴۸**	۰/۲۰*	۳/۲۹**	۸/۶۰**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۰۴**	۰/۰۰۱**
متیل جاسمونات (MJ)	۲	۵/۸۲**	۲۰/۷۲*	۶۸۱/۶۷**	۶۰/۴۹**	۷۸/۱۸**	۳/۹۳**	۷/۷۴**	۱۷۲/۸۳**	۰/۰۳**	۰/۰۰۳۶**	۰/۰۶**	۰/۰۰۷**
D×MJ	۲	۰/۳۴^{ns}	۲۲/۵۰*	۷۶/۲۸*	۲۲/۷۵**	۵۱/۴۸**	۰/۰۷*	۲/۰۳**	۷/۷۸**	۰/۰۱*	۰/۰۰۱*	۰/۰۱۸**	۰/۰۰۳**
SA×MJ	۴	۰/۳۸^{ns}	۰/۹۵^{ns}	۶۹/۲۴^{ns}	۹/۵۷^{ns}	۳۷/۶۷*	۰/۱۷^{ns}	۰/۲۰^{ns}	۵/۹۴*	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۵۸^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۴^{ns}
D×SA×MJ	۴	۱/۰۰**	۳/۸۷^{ns}	۹۹/۳۰^{ns}	۷/۶۷**	۳۵/۵۳**	۰/۴۶^{ns}	۱/۳۷^{ns}	۶/۶۱**	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۰۰۷^{ns}
خطا	۳۴	۰/۱۷	۵/۶۷	۲۶/۶۹	۱/۴۴	۱/۸۷	۰/۲۳	۰/۳۷	۰/۹۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۵/۳۷	۷/۵۴	۸/۴۳	۷/۳۷	۹/۳۲	۶/۵۵	۷/۹۷	۸/۸۷	۵/۹۵	۵/۵۳	۵/۸	۴/۰۸

علامت‌های**، * و ns به‌ترتیب معرف معنی‌دار در سطح ۱ درصد، ۵ درصد و غیر معنی‌دار است.

[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47] [DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

جدول ۳. اثر متقابل تنش خشکی و سالیسیلیک اسید بر صفات اندازه‌گیری شده در پیاز رقم پریماورا

خشکی	سالیسیلیک اسید (mM)	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	محتوای نسبی آب برگ (٪)	کلروفیل a (mg/gfw)	کلروفیل b (mg/gfw)	کلروفیل کل (mg/gfw)	کارتنوئید (mg/gfw)	قطر سوخ (cm)	طول سوخ (cm)
عدم تنش	۰	۷۰/۱۸^{ab}	۱۴۴/۴۲^{c}	۶۴/۳۶^{b}	۰/۷۳^{b}	۰/۲۶^{b}	۰/۹۹^{ab}	۰/۲۶^{ab}	۷/۵۹^{b}	۷/۷۱^{ab}
		(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪ ۱۰۰)	(٪ ۱۰۰)	(٪ ۱۰۰)	(٪ ۱۰۰)	(٪۱۰۰)
	۰/۵	۷۳/۴۰^{a}	۱۶۳/۸۰^{a}	۶۹/۰۴^{a}	۰/۸۰^{a}	۰/۲۹^{a}	۱/۰۹^{a}	۰/۲۸^{a}	۸/۶۴^{a}	۸/۵۸^{a}
		(٪۱۰۵)	(٪۱۱۳)	(٪۱۰۷)	(٪۱۱۰)	(٪۱۱۲)	(٪۱۱۰)	(٪۱۰۸)	(٪۱۱۴)	(٪۱۱۱)
	۱	۶۸/۲۰^{bc}	۱۵۴/۲۴^{b}	۶۸/۸۵^{a}	۰/۷۷^{ab}	۰/۳۱^{a}	۱/۰۸^{a}	۰/۲۷^{a}	۸/۶۸^{a}	۸/۵۱^{a}
		(٪۹۷)	(٪۱۰۷)	(٪۱۰۷)	(٪۱۰۵)	(٪۱۱۹)	(٪۱۰۹)	(٪۱۰۴)	(٪۱۱۴)	(٪۱۱۰)
اعمال ۳۰ درصد تنش خشکی	۰	۵۴/۹۵^{d}	۱۱۴/۵۵^{e}	۵۴/۲۱^{c}	۰/۵۱^{e}	۰/۱۸^{d}	۰/۶۹^{b}	۰/۱۸^{c}	۵/۹۰^{d}	۶/۳۸^{c}
		(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)
	۰/۵	۶۵/۷۷^{c}	۱۳۰/۳۲^{d}	۵۵/۸۳^{c}	۰/۶۰^{d}	۰/۲۳^{c}	۰/۸۳^{ab}	۰/۲۴^{b}	۶/۷۳^{c}	۷/۰۹^{bc}
		(٪۱۲۰)	(٪۱۱۴)	(٪۱۰۳)	(٪۱۱۸)	(٪۱۲۷)	(٪۱۲۰)	(٪۱۳۳)	(٪۱۱۴)	(٪۱۱۱)
	۱	۶۵/۸۶^{c}	۱۳۶/۴۹^{cd}	۶۳/۲۷^{b}	۰/۶۶^{c}	۰/۲۵^{bc}	۰/۹۱^{ab}	۰/۲۴^{b}	۶/۸۶^{bc}	۷/۱۴^{bc}
		(٪۱۲۰)	(٪۱۱۹)	(٪۱۱۷)	(٪۱۲۹)	(٪۱۳۹)	(٪۱۳۲)	(٪۱۳۳)	(٪۱۱۶)	(٪۱۱۲)

در هر ستون حروف مشترک نشان دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن است و اعداد داخل پرانتز نشان دهنده درصد تغییرات نسبت به شاهد خود است.

[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47] [DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8] [Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]

جدول ۴. اثر متقابل تنش خشکی و متیل جاسمونات بر صفات اندازه‌گیری شده در پیاز رقم پریماورا

تنش خشکی	متیل جاسمونات (µM)	ارتفاع بوته (cm)	وزن تر بوته (g)	محتوای نسبی آب برگ (%)	کلروفیل a (mg/gfw)	کلروفیل b (mg/gfw)	کلروفیل کل (mg/gfw)	کارتنوئید (mg/gfw)	قطر سوخ (cm)	طول سوخ (cm)
عدم تنش	۰	۶۹/۸۷^{b}	۱۴۴/۷۹^{b}	۶۳/۱۹^{b}	۰/۷۰^{ab}	۰/۲۱^{c}	۰/۹۱^{ab}	۰/۲۵^{b}	۷/۵۵^{ab}	۷/۶۷^{bc}
		(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)
	۵	۶۸/۷۴^{bc}	۱۵۷/۷۴^{a}	۷۰/۰۰^{a}	۰/۷۵^{a}	۰/۲۴^{ab}	۰/۹۹^{a}	۰/۲۹^{a}	۸/۲۹^{a}	۸/۶۱^{ab}
		(٪۹۸)	(٪۱۰۹)	(٪۱۱۱)	(٪۱۰۷)	(٪۱۱۴)	(٪۱۰۹)	(٪۱۱۶)	(٪۱۱۰)	(٪۱۱۲)
	۱۰	۷۴/۷۳^{a}	۱۵۹/۹۲^{a}	۶۹/۰۷^{a}	۰/۷۵^{a}	۰/۲۵^{a}	۱/۰۰^{a}	۰/۲۹^{a}	۸/۳۳^{a}	۹/۰۳^{a}
		(٪۱۰۷)	(٪۱۱۰)	(٪۱۰۹)	(٪۱۰۷)	(٪۱۱۹)	(٪۱۱۰)	(٪۱۱۶)	(٪۱۱۰)	(٪۱۱۸)
اعمال ۳۰ درصد تنش خشکی	۰	۶۱/۵۸^{d}	۱۱۴/۵۲^{d}	۴۴/۰۱^{d}	۰/۵۴^{c}	۰/۱۶^{d}	۰/۷۰^{b}	۰/۲۰^{c}	۵/۵۵^{d}	۶/۱۹^{d}
		(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)	(٪۱۰۰)
	۵	۶۵/۴۷^{cd}	۱۳۰/۲۲^{c}	۵۵/۸۰^{c}	۰/۵۸^{c}	۰/۱۸^{d}	۰/۷۶^{b}	۰/۲۱^{c}	۶/۶۱^{c}	۷/۰۴^{cd}
		(٪۱۰۶)	(٪۱۱۴)	(٪۱۲۷)	(٪۱۰۷)	(٪۱۱۳)	(٪)	(٪۱۰۵)	(٪۱۱۹)	(٪۱۱۴)
	۱۰	۶۵/۵۴^{cd}	۱۳۶/۶۳^{bc}	۵۶/۶۷^{c}	۰/۶۷^{b}	۰/۲۲^{bc}	۰/۸۹^{b}	۰/۲۴^{b}	۷/۰۲^{bc}	۷/۶۶^{bc}
		(٪۱۰۶)	(٪۱۹)	(٪۱۲۹)	(٪۱۲۴)	(٪۱۳۸)	(٪۱۲۷)	(٪۱۲۰)	(٪۱۲۶)	(٪۱۲۴)

در هر ستون حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن است و اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده درصد تغییرات نسبت به شاهد خود است.

جدول ۵. اثر متقابل تنش خشکی، سالیسیلیک اسید و متیل جاسمونات بر صفات اندازه‌گیری شده در پیاز رقم پریماورا

تنش خشکی	سالیسیلیک اسید	متیل جاسمونات	تعداد برگ	نشت یونی (٪)	وزن خشک اندام هوایی (g)	عملکرد نهایی سوخ (ton/h)
عدم تنش	۰	۰	۹/۲۲^{defgh}	۵۶/۰۰^{f}	۱۶/۲۴^{cde}	۵۵/۱۸^{e}
		۵	۹/۴۴^{def}	۵۴/۰۱^{fg}	۱۶/۲۹^{cde}	۵۸/۳۹^{d}
		۱۰	۹/۷۶^{de}	۵۵/۱۵^{f}	۱۷/۵۸^{c}	۶۱/۰۴^{c}
	۰/۵	۰	۹/۵۹^{def}	۵۲/۱۶^{gh}	۱۶/۱۸^{cde}	۵۷/۴۲^{d}
		۵	۱۰/۶۸^{bc}	۵۵/۰۳^{f}	۱۹/۶۳^{b}	۶۳/۱۵^{b}
		۱۰	۱۱/۷۶^{a}	۴۷/۱۶^{j}	۲۱/۲۱^{ab}	۶۵/۵۹^{a}
	۱	۰	۱۰/۰۰^{cd}	۵۰/۱۵^{hi}	۱۷/۰۳^{cd}	۶۰/۱۱^{c}
		۵	۱۱/۷۱^{a}	۴۹/۱۰^{ij}	۲۲/۱۶^{a}	۶۴/۵۷^{ab}
		۱۰	۱۱/۳۳^{ab}	۵۲/۰۳^{gh}	۲۲/۰۰^{a}	۶۳/۲۲^{b}
اعمال ۳۰ درصد تنش خشکی	۰	۰	۷/۰۲i	۷۹/۳۸^{a}	۱۲/۱۱^{g}	۳۹/۵۹^{j}
		۵	۸/۴۸h	۶۶/۴۶^{b}	۱۲/۲۹^{g}	۴۴/۲۶^{i}
		۱۰	۸/۵۸^{gh}	۶۴/۴۰^{bcd}	۱۳/۰۸^{fg}	۴۷/۳۲^{h}
	۰/۵	۰	۸/۹۲f^{gh}	۶۵/۶۳^{bc}	۱۲/۹۶^{fg}	۴۴/۹۶^{i}
		۵	۹/۰۳^{efgh}	۶۰/۷۰^{e}	۱۳/۵۱f^{g}	۴۹/۲۴^{g}
		۱۰	۹/۱۹^{efgh}	۶۲/۰۷^{de}	۱۴/۴۰^{efg}	۵۲/۳۲^{f}
	۱	۰	۸/۶۳^{gh}	۶۴/۰۳^{bcd}	۱۲/۶۶f^{g}	۴۸/۳۲^{gh}
		۵	۹/۱۸e^{fgh}	۶۲/۵۵^{cd}	۱۳/۴۹^{fg}	۴۹/۶۷^{g}
		۱۰	۹/۲۹^{defg}	۶۲/۵۹^{cd}	۱۴/۷۶^{def}	۵۲/۷۶^{f}

در هر ستون حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد براساس آزمون دانکن است و اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده درصد تغییرات نسبت به شاهد خود است.

شرایط عدم تنش خشکی، بیشترین تعداد برگ از ترکیب تیماری ۰/۵ میلی‌مولار SA و ۱۰ میکرومولار MJ به‌دست آمد که نسبت به شاهد ۲۷ درصد افزایش نشان داد و در شرایط اعمال تنش خشکی بیشترین تعداد برگ از ترکیب تیماری یک میلی‌مولار SA و ۱۰ میکرومولار MJ به‌دست آمد که نسبت به شاهد خود ۳۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). همچنین بیشترین وزن خشک بوته نیز در شرایط عدم تنش خشکی از ترکیب تیماری یک میلی‌مولار SA و پنج میکرومولار MJ و در شرایط تنش خشکی از ترکیب تیماری یک میلی‌مولار SA و ۱۰ میکرومولار MJ به‌دست آمد که به‌ترتیب افزایش ۳۶ و ۲۱ درصدی را نسبت به شاهد خود نشان داد (جدول ۵). نشت یونی که نشان‌دهنده میزان آسیب بافت گیاه در شرایط تنش است در پی اعمال تنش خشکی افزایش نشان داد و ترکیب تیماری ۰/۵ میلی‌مولار SA و ۱۰ میکرومولار MJ به‌طورکلی باعث کاهش ۲۲ درصدی نشت یونی در شرایط تنش خشکی نسبت به شاهد خود شد (جدول ۵). در نهایت بیشترین عملکرد نهایی سوخ در شرایط عدم تنش از ترکیب تیماری ۰/۵ میلی‌مولار SA و ۱۰ میکرومولار MJ به‌دست آمد که نشان‌دهنده برتری ۱۸ درصدی نسبت به شاهد است (جدول ۵). در شرایط تنش خشکی نیز بیشترین عملکرد نهایی سوخ، از

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

ترکیب تیماری ۰/۵ میلی‌مولار SA و ۱۰ میکرومولار MJ به‌دست آمد که نشان‌دهنده افزایش ۳۳ درصدی نسبت به شاهد تحت تنش است (جدول ۵).

بحث

تنش خشکی باعث کاهش میزان محتوای نسبی آب در برگ‌های پیاز در آزمایش حاضر شد. کاهش محتوی نسبی آب برگ در اثر تنش خشکی از یک طرف به‌دلیل کاهش جذب آب توسط ریشه‌ها و از طرف دیگر افزایش تعرق آب از طریق برگ‌ها است که در نهایت منجر به بسته شدن روزنه‌های برگ می‌شود (۶). گزارش‌ها نشان می‌دهد که خشکی سبب کاهش محتوی نسبی آب در گیاهان چند ساله می‌شود (۱ و ۶). در آزمایش حاضر در پی اعمال تنش خشکی میزان نشت یونی سلول به شدت افزایش پیدا کرد و یا به‌عبارتی میزان مقاومت غشای سلولی کاهش یافت. تغییراتی که در ساختار غشای سلول در اثر تغییر چربی‌ها و تغییرات دیگر ایجاد می‌شود، سبب افزایش نفوذپذیری غشا نسبت به یون‌ها و ماکرومول‌ها می‌شود. در شرایط تنش، محتویات بیشتری از سلول‌ها در اثر تخریب غشا به بیرون تراوش می‌کنند. افزایش در نشت یونی در گیاه نخود تحت تنش کادمیوم (۳۱)، گیاه سیر (۲) و ذرت (۲۶) تحت تنش خشکی و گیاه جو تحت تنش شوری (۳۰) گزارش شده است که همگی با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. کاربرد MJ و سالیسیلیک اسید باعث کاهش میزان نشت یونی در پیاز در آزمایش حاضر شد. در شرایط تنش خشکی، کاربرد MJ و SA، که به‌عنوان راهی برای افزایش مقاومت به خشکی در گیاهان شناخته شده است، باعث کاهش خسارت غشا می‌شود. این عمل ممکن است با تولید آنتی‌اکسیدان‌ها در ارتباط باشد، زیرا تولید آنتی‌اکسیدان، پاسخی از گیاه برای کاهش خسارت اکسید شدن است. از سوی دیگر، عنوان شده است که MJ ممکن است توانایی انگیزش یک سری پروتئین‌های خاص را داشته باشد و غشا را در مقابل تنش‌ها محافظت کند و از طریق بالا نگهداشتن مقدار اسیدهای چرب غیراشباع، بر فیزیولوژی کل گیاه اثر گذاشته و گیاه را در مقابل آسیب‌های وارده به لایه لیپیدی غشا مقاوم سازد (۲۲). میزان کلروفیل a، b و کلروفیل کل و کارتنوئیدها نیز در گیاه پیاز تحت شرایط تنش خشکی به‌ترتیب ۱۹، ۲۵، ۲۱ و ۱۴ درصد کاهش یافتند. تنش خشکی به‌عنوان یک عامل ایجاد کننده اختلال در فیزیولوژی گیاه بر روی پارامترهای رشد گیاه نیز اثر می‌گذارد. از علائم تنش‌های محیطی در گیاهان، کاهش میزان کلروفیل است که این کاهش به ژنوتیپ گیاه بستگی دارد (۷). در شرایط تنش خشکی، دستگاه فتوسنتزی تحت تأثیر قرار گرفته و فعالیت فتوسیستم II در گیاه کاهش می‌یابد (۱۷). همچنین جاپلاپ در سال ۲۰۰۲ گزارش کرد که اگرچه خشکی بر مقدار کلروفیل پیاز کوهی تأثیری نداشت، ولی مقدار کلروفیل را در گیاه گندم و ذرت کاهش داد (۱۹). بنابراین کاهش مقدار کلروفیل مشاهده شده در این تحقیق، احتمالاً می‌تواند به‌دلیل تأثیر تنش بر پیش‌سازهای سنتز کلروفیل یا تخریب کلروفیل موجود باشد. در این آزمایش MJ هم در شرایط تنش و هم در شرایط عدم تنش، خشکی، باعث افزایش میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در پیاز شد. متیل جاسمونات با فعال کردن آنزیم روبیسکو کربوکسیلاز باعث افزایش میزان فتوسنتز می‌شود (۳۰). افزایش میزان کاروتنوئیدها در پی کاربرد MJ در گیاهچه‌های ذرت، تحت تنش کم‌آبی (۲۳)، رنگدانه‌های فتوسنتزی گیاه جو تحت شرایط کاربرد MJ گزارش شده است (۸). در پژوهش حاضر نیز کاربرد MJ در هر دو شرایط تنش و عدم تنش، باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه پیاز شد. سالیسیلک اسید نیز باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در آزماش حاضر شد. سینها و همکاران (۳۷) نیز گزارش دادند که سالیسیلیک اسید باعث افزایش محتوی کلروفیل و کاروتنوئید در گیاه ذرت شد. همچنین غلظت‌های پایین سالیسیلیک اسید سبب افزایش معنی‌دار پیگمان‌های فتوسنتزی در سویا (۲۱) و گندم (۱۸) نیز شده است. در شرایط تنش خشکی نیز SA باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاه ذرت (۲۶) و سیر (۵) شده است که با نتایج

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

پژوهش حاضر مطابقت دارد. تنش خشکی باعث کاهش برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه پیاز از جمله ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته، تعداد برگ، طول سوخ، قطر سوخ و عملکرد نهایی سوخ شد (جدول ۱). سایر محققان نیز کاهش سطح برگ، ارتفاع گیاه و وزن تر بوته را در شرایط تنش خشکی گزارش کردند (۵ و ۲۶). به‌نظر می‌رسد کاهش ویژگی‌های رشدی در مواجه با خشکی ناشی از کاهش فتوسنتز و ماده‌سازی، تخریب کلروفیل و کاهش توسعه و تقسیم یاخته‌ای است. تنش خشکی از طریق کاهش رشد سلول (کاهش تقسیم سلول و کاهش اندازه سلول) در مرحله رشد رویشی باعث کاهش رشد گیاه از جمله ارتفاع گیاه می‌شود. گزارش شده است که سالیسیلیک اسید، تقسیم سلولی را درون مریستم گیاهچه گندم افزایش داد و رشد گیاه را بهبود بخشید (۳۴). همچنین SA سبب افزایش ارتفاع گیاه سویا در شرایط گلخانه و مزرعه شد (۱۳). سالیسلیک اسید در شرایط تنش خشکی، باعث افزایش کلیه پارامترهای اندازه‌گیری شده در لوبیا قرمز شد (۳۳) که با نتایج این پژوهش کاملاً مطابقت دارد. افزایش در گیرنده‌های فتوسنتزی به‌ویژه در شرایط تنش، به‌همراه افزایش محتوای قند در گیاهان تیمار شده با SA، توجیهی برای این مسئله است. متیل جاسمونات نیز از طریق افزایش پیگمان‌های فتوسنتزی باعث افزایش پارامترهای رشدی در گیاهان می‌شود، به‌طوری‌که گزارش شده است MJ باعث افزایش ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته در گیاه سیر در شرایط تنش خشکی شده است (۲). خشکی به‌طور معنی‌داری عملکرد سوخ را تحت تأثیر قرار داد (جدول ۲) و باعث کاهش ۲۸ درصدی عملکرد شد. تنش خشکی از طریق اختلال در روند جذب و انتقال عناصر غذایی، عرضه مواد پرورده را کاهش داده و موجب تغییر در اجزای عملکرد و کاهش عملکرد گیاهان می‌شود. نتایج نشان داد که کاربرد SA و MJ باعث افزایش عملکرد پیاز در شرایط عدم تنش و تنش خشکی شد. اثر تحریک کننده و مثبت SA بر عملکرد گیاهان توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (۲، ۱۱ و ۳۶). همچنین گزارش شده است که SA تعادل هورمونی را در گیاه تغییر داده و بیشتر باعث افزایش اکسین و سیتوکنین در شرایط غیر تنش می‌شود. این ماده تحت شرایط تنش، باعث افزایش اکسین و مانع از کاهش سایتوکینین می‌شود (۳۴) و از این طریق به افزایش ماده‌سازی و عملکرد نهایی سوخ کمک می‌کند. گزارش شده است که کاربرد SA باعث افزایش عملکرد در برخی سبزیجات می‌شود (۱۶). در آزمایش حاضر متیل جاسمونات از طریق افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی، باعث افزایش عملکرد نهایی سوخ پیاز شده است (۸).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش مشخص شد که تنش خشکی به‌طور مؤثری باعث کاهش صفات رویشی و عملکرد نهایی سوخ در پیاز می‌شود، همچنین مشخص شد استفاده از تنظیم کننده‌های رشد اسید سالیسیلیک و متیل جاسمونات هم در شرایط عدم تنش خشکی و هم در شرایط تنش خشکی، باعث افزایش صفات رویشی اندازه گیری شده و عملکرد نهایی سوخ، به‌میزان قابل توجهی می‌شود و میزان این اثرگذاری در شرایط تنش خشکی به مراتب بیشتر از شرایط عدم تنش بود. به‌طوری‌که کاربرد تیمار ۰/۵ میلی‌مولار اسید سالیسیلیک و ۱۰ میکرومولار متیل جاسمونات در شرایط عدم تنش خشکی باعث افزایش ۱۸ درصدی و در شرایط تنش خشکی باعث افزایش ۳۲ درصدی عملکرد نهایی سوخ شد.

سپاسگزاری

در پایان از دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم برای تأمین بخشی از هزینه‌های پروژه، تشکر می‌شود.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

منابع مورد استفاده

1. Abreu, M. E. and S. Munne-Bosch. 2008. Salicylic acid may be involved in the regulation of drought-induced leaf senescence in perennials: A case study in field grown *Salvia officinalis* L. *Plants. Environmental and Experimental Botany* 18(62): 1-8.
2. Arvin, M. J., A. Bideshki, K. Maghsodi and B. Keramat. 2011. Interactive effects of methyl jasmonate and drought on growth and biochemical parameters, bulb yield and allicin content of garlic (*Allium sativum* L.). *Iranian Horticulture Science* 12(4): 431-442. (In Farsi).
3. Baghizadeh, A., G. Mahleghah, M. Haj Mohammad Rezaei and H. Mozafari. 2009. Evaluation of interaction effect of drought stress with ascorbate and salicylic acid on some of physiological and biochemical parameters in okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Biotechnology Science* 4(4): 380-387.
4. Bezrukova, M. V., A. R. Sakhabutdinova, R. A. Fatkhutdinova, I. Kildrirova and R. M. Shakirova. 2001. Effect of salicylic acid on root hormone content and the growth of wheat sprouts under water deficit. *Agrochemya* 2(1): 51-54.
5. Bideshki, A. and M. J. Arvin. 2010. Effect of salicylic acid (SA) and drought stress on growth, bulb yield and allicin content of garlic (*Allium sativum*) in field. *Plant EcoPhysiology* 2 (3): 73-79.
6. Bosch, S. M., J. Penuelas and J. Llusis. 2007. A deficiency in salicylic acid alters isopernoid accumulation in water stressed NaHg transgenic Arabidopsis. *Plant Science* 4: 756-762.
7. Colom, M. R. and C. Vazzana. 2001. Drought stress effect on three cultivars of *Eragrostis curvula*: Photosynthesis and water relation. *Plant Growth Regulation* 34: 195-202.
8. Creelman, R. A. and J. E. Mullet. 1997. Biosynthesis and action of jasmonates in plants. *Annual Review of Plant Physiology* 48: 355-381.
9. Dat, J. F., H. Lopez-Delgado, C. H. Foyer and I. M. Scott. 2000. Effect of salicylic acid on oxidative stress and thermotolerance in tobacco. *Plant Physiology* 156: 659–65.
10. Davis, P. J. 2005. Plant Hormones Biosynthesis, Signal Transduction, Action. Springer.
11. El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regulation* 45: 215-225.
12. Gomes, L., L. Blanca and C. S. Antonio. 1993. Evidence of the beneficent action of acetyl salicylic on wheat genotypes yield under restricted irrigation. *In:* Proceeding of the Science Meeting on Forestry, Livestock and Agriculture Mexico. PP: 112.
13. Gutierrez-Coronado, M. A., C. Trejo-Lopez and A. Larque-Saavedra. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiology and Biochemistry* 36(8): 563-565.
14. Hamad, A. M. 2000. Amelioration of drought stress by ascorbic acid, thiamin and aspirin in wheat plants. *Indian Journal Plant Physiology* 5: 358-364.
15. Hassandokht, M. R. 2011. Technology of Vegetable Production. Selsele Publications, Iran. (In Farsi).
16. Hayat, S. and A. Ahmad. 2007. Salicylic Acid a Plant Hormone. Springer Publications. United States.
17. Hydo, H. and S. H. Yang. 1971. Ethylen enhanced synthesis of phenylalanine ammonia-lyase in pea seedling. *Plant Physiology* 47: 765-770.
18. Iqbal, M. and M. Ashraf. 2006. Wheat seed priming in relation to salt tolerance, growth, yield and level of free salicylic acid and polyamines. *Annals of Botany* 43(4): 250-259.
19. Japlap, V., S. Bharava, S. Streb and J. Feierabend. 1998. Comparative effect of water, heat and light stresses on photosynthetic reaction in Moench (*Sorghum bicolor* L.). *Explant Botany* 49(327): 1715-1721.
20. Khodray, S. E. A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. *International Journal of Agriculture and Biology* 1560 (8530): 5–8.
21. Kim, M. J., G. H. Lim, E. S. Kim, C. B. Ko, K. Y. Yang, J. A. Jeong, M. C. Lee and C. S. Kim. 2007. Abiotic and biotic stresses tolerance in Arabidopsis overexpressing the multiprotein bridging factor la (MBFla) transcriptional coactivator gene. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 354: 440-446.
22. Keramat, B., K. H. Manouchehri Kalantari and M. J. Arvin. 2009. Effects of methyl jasmonate in regulating cadmium induced oxidative stress in soybean plant (*Glycine max* L.). *African Journal of Microbiology Research* 3: 240-244.
23. Li, L., V. Staden and A. K. Jager. 1998. Effect of plant growth regulators on the antioxidant system in seedling of two maize cultivars subjected to water stress. *Plant Growth Regulation* 25: 81-87.
24. Lichtenthder, H. K. 1987. Cholorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Enzymology* 148: 350- 382.
25. Lorenzo, O. 2003. Ethylene response factor 1 integrates signals from ethylene and jasmonate pathways in plant defense. *Plant Cell* 15: 165-178.
26. Mehrabiyan Moghaddam, N., M. J. Arvin, GH. Khajoei Nejad and K. Maghsodi. 2011. Effect of Salicylic Acid on

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

Growth and Forage and Grain Yield of Maize under Drought Stress in Field Conditions. *Seed and Plant Production* 1(2): 42-55.
27. Meyer, A., O. Miersch, C. Buttner, W. Dathe and G. Sembdner. 1984. Occurrence ofregulator jasmonic acid in plant. *Plant Growth Regulation* 3:1-8.
28. Mishra, A. and M. A. Choudhuri. 1999. Effects of salicylic acid on heavy metal induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. *Plant Biotechnology Journal* 42: 409-415.
29. Parthier, B. 1990. Jasmonates: hormonal regulators of stress factors in leaf senescence. *Plant Growth Regulation* 9: 57-63.
30. Popova, L., V. Ananieva, V. Hristova, K. Christova, K. Georgiva, V. Alexiva and ZH. Stoinova. 2003. Salicylic acid and methyl jasmonate-induced protevtion on photosynthesis to paraquat oxidative stress. *Plant Physiology, Special Issue* 13: 152-153.
31. Popova, L. P., L. T. Maslenkova, R. Y. Yordanova, A. P. Ivanova, A. P. Krantev, G. Szalai and T. Janda. 2009. Exogenous treatment with salicylic acid attenuates cadmium toxicity in pea seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry* 47: 224-231.
32. Senaranta, T., D. Teuchela, E. Bumm and K. Dixon. 2002. Acetyle salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Regulation* 30: 157-161
33. Sepehri, A., R. Abbasi and A. Karami .2015. Effect of drought stress and salicylic acid on yield and grain yield components on Phaseolus vulgaris L. *Agriculture Crop Management* 17(2): 503-516.
34. Shakirova, M. F., A. R. Sakhabutdinova, M. V.Bezrukova, R. A. Fatkhutdinova and D. R. Fatkhutdinova. 2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science* 164(3): 317-322.
35. Singh. G. and M. Kaur. 1980. Effect of growth regulators on padding and yield of mung bean (*Vigna radiate* L.)Wilczek. *Indiana Journal Plant Physiology* 23: 366-370.
36. Singh, B. and K. Usha. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. *Plant Growth Regulation* 39: 137-141.
37. Sinha, S. K., H. S. Srivastava and R. D. Tripathi. 1993. Influence of some growth regulators and cations on inhibition of chlorophyll biosynthesis by lead in maize. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology* 51: 241-246.
38. Stevens, J. and T. Senaranta. 2006. Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relation and membrane stabilization. *Plant Growth Regulation* 49: 77-83.
39. Sullivan, C. Y. and W. M. Ross. 1979. Selecting for drought and heat resistance in grain sorghum. PP. 263-281. *In:* H. Mussell and R. C. Staples (Eds.), Stress Physiology in Crop Plants, John Wiley and Sons, New York.
40. Wang, H. 2009. Up-regulation of chloroplastic antioxidant capacity in inved in alleviation of nickel toxicity of Zea mays L. by exogenous salicylic acid. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72(5): 1354-1362

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 8, No.2, Summer 2018, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

The Effect of Salicylic Acid and Methyl Jasmonate on Growth Parameters and Bulb Yield of Field – grown Onion under Drought Stress Conditions

M. H. Shirzadi[1*] and A. Bideshki[2]

(Received: August 17-2016; Accepted: December 10-2017)

Abstract

Drought stress is the most important factor which negatively effects the plant growth and crop productivity in arid and semi-arid areas. Therefore, in a field experiment, the effect of Salicylic acid (0, 0.5 and 1mM) and Methyl jasmonate (0, 5 and 10µM) was studied on growth parameters and bulb yield of a Primavera cultivar onion under water stress conditions in 2015. The results showed that drought stress significantly reduced and SA and MJ increased all measured traits. Interactive effects of MJ × drought stress and SA × drought stress was significant on plant fresh weight, chlorophyll a, b and total, and carotenoids concentrations, relative water content, bulb length and diameter and plant height. Interaction of drought stress × methyl jasmonate × salicylic acid on the leaf number, plant dry weight, ionic leakage and the final bulb yield was significant and the highest bulb yield was obtained in non-stress condition treatment and combined 0.5 mM salicylic acid and 10µM methyl jasmonate. The highest bulb yield in drought stress conditions was obtained when plants were exposed to 1mM salicylic acid and 10µM methyl jasmonate treatment.

Keywords: Salicylic acid, Onion, Drought stress, Bulb yield, Methyl jasmonate

1. Assistant Professor, Horticulture Science Department of Agriculture Management, College of Agriculture, Islamic Azad University, Jahrom Branch, Jahrom, Iran.
2. PhD. Student, Horticulture Science, Department of Agriculture Management, College of Agriculture, Tehran Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
*. Corresponding Author, Email: mohammadhasanshirzadi@gmail.com

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2025-02-09]
[DOR: 20.1001.1.22518517.1397.8.2.4.8]
[DOI: 10.29252/jcpp.8.2.47]