دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و سوم، ۱۳۹۹

تأثیر خاکپوش‌های نایلونی و برخی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر روند تغییرات برخی عناصر برگی، آنزیمها و میزان تجمع نیترات در پیاز خوراکی *(Allium cepa)* در شرایط تنش کم آبی

محمدحسن شیرزادی[۱]، محمد جواد آروین[۲]، عبدالحسین ابوطالبی[۳]، محمدرضا حسندخت[٤]

دریافت: ۹۸/۷/۱ پذیرش: ۹۸/۸/۸

چکیده

تجمع نیترات یکی از مشکلات برخی محصولات گیاهی برای مصرف کنندگان است. بدین منظور اثر تنظیم‌کننده‌های رشد و خاکپوش‌های نایلونی بر عناصر برگی، آنزیم‌ها و تجمع نیترات در پیاز خوراکی تحت تنش کم‌آبی به‌صورت اسپیلیت‌فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی بررسی شد. عامل اصلی تنش کم‌آبی در سه‌سطح (۱۰۰، ۸۰ و ٦۰ درصد نیاز آبی) و عامل فرعی به صورت فاکتوریل شامل خاکپوش در دوسطح (کاربرد و عدم کاربرد) و اسیدسالیسیلیک (صفر و ۰/۵ میلی‌مولار)، متیل جاسمونات (۵ و ۷/۵ میکرومولار) و ٢٤- اپی براسینولاید (۰/۵ و ۱ میکرومولار). برهمکنش معنی‌داری بین تنش کم‌آبی و تنظیم‌کننده‌های رشد در میزان نیتروژن، آنزیم‌های کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز و مالون‌دی‌آلدئید، اسیدهای آمینه متیونین، ایزولوسین و پرولین، نشت یونی، میزان کلروفیل و کاروتنوئید مشاهده شد و تنظیم‌کننده‌ها در شرایط تنش شدید کم‌آبی براین فاکتورها موثر بودند. برهمکنش کم‌آبی و خاکپوش علاوه‌بر صفات مذکور برمیزان اسیدآمینه والین و تیروزین و فسفر و پتاسیم برگ و اثر تنظیم‌کننده‌های رشد بر میزان اسیدآمینه والین و تیروزین و فسفر و پتاسیم برگ معنی‌دار بود و این اثر تحت شرایط تنش شدید کم‌آبی بسیار بیشتر بود. تیمار براسینولاید بیشترین اثر را بر کاهش نیترات نشان داد بطوریکه تحت شرایط تنش ملایم و شدید، غلظت۱ میکرومولار آن به ترتیب باعث کاهش ٢٦ و ۲۳ و ۳۱ درصدی نیترات شد. تحت شرایط تنش شدید کم‌آبی، خاکپوش نیترات سوخ را به میزان ۱۳ درصد در مقایسه با شاهد کاهش داد. براساس نتایج می‌توان خاکپوش و براسینولاید ۱ میکرومولار را برای کاهش تجمع نیترات در پیاز خوراکی توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: کاتالاز، عناصر پرمصرف، اسید آمینه، پرولین

شیرزادی، م.ح.، م.ج. آروین، ع. ابوطالبی و م.ر. حسندخت. ۱۳۹۹. تأثیر خاکپوش‌های نایلونی و برخی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی بر روند تغییرات برخی عناصر برگی، آنزیمها و میزان تجمع نیترات در پیاز خوراکی (Allium cepa) در شرایط تنش کم آبی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۳: ۱۳۵-۱۲۳.

۱- دانشجوی دکتری گروه زراعی باغی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- استاد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران- مسئول مکاتبات.arvinsmj56@gmail.com
۳- دانشیار گروه باغبانی، واحد جهرم، دانشگاه آزاد سلامی، جهرم، ایران
٤- دانشیار گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران، ایران

مقدمه

برای دستیابی به عملکرد بهینه در مناطق خشک و نیمه-خشک، یکی از گزینه‌های نو، شناخت و به‌کارگیری روش‌های جدید آبیاری است، زیرا کاربرد فناوری‌های نو موجب افزایش مؤثر بازده مصرف آب و پیشگیری از انباشت املاح در ناحیه رشد ریشه می‌شود و عملکرد بیشتری را به ارمغان خواهد آورد. متخصصان کشاورزی باید فناوری‌های جدیدی را برای رویارویی با کاهش کمّی‌وکیفی منابع آب و خاک به‌کار گیرند. دراین‌زمینه، راهکارهایی برای دستیابی به این مهم وجود دارد. از جمله این راهکارها می‌توان به استفاده از خاکپوش اشاره نمود. استفاده از انواع خاکپوش‌ها در زراعت، باغبانی، حفاظت خاک و تثبیت ماسه‌های روان و توسعه فضای سبز در سالهای اخیر گسترش یافته است. معمولاً کاربرد خاکپوش پلاستیکی برای بدست آوردن عملکرد بیشتر و زودرسی گیاهان و افزایش کارایی مصرف آب درحال افزایش است (فرهادی و همکاران، ۱۳۸۵). دربررسی اثر سه‌نوع خاکپوش پلاستیکی آبی، سیاه و شفاف بر گیاه فلفل دلمه‌ای، بیشترین جمعیت علف هرز در خاکپوش شفاف و کمترین آن مربوط به خاکپوش سیاه گزارش شده است. (اشرف الزمان، ۲۰۱۱). صفاری و همکاران (۱۳۷۸) درارزیابی اثر خاکپوش پلاستیکی سیاه درگوجه‌فرنگی دریافتند که استفاده از خاکپوش پلاستیکی تیره اثر معنی‌داری در کنترل علف‌های هرز داشت و وزن خشک علف‌های هرز در تیمار خاکپوش سیاه نسبت به بدون خاکپوش به شدت کاهش یافت. در خصوص استفاده از مزایای خاکپوش‌ها پژوهش‌های بسیاری انجام شده که از آن جمله می‌توان به یافته‌های فرهادی و همکاران (۱۳۸۵) در کشت خیار رقم هیبرید سوپر دامینوس در مزرعه؛ رشیدی و همکاران (۲۰۰۹) در گوجه‌فرنگی و سلطانی تمجید و همکاران (۱۳۹٤) بر سیب‌زمینی اشاره نمود. همچنین گزارش-شده است که استفاده از خاکپوش پلاستیکی در نگهداری رطوبت خاک، در افزایش میزان رشد و عملکرد موثر است (بانا و همکاران، ۲۰۱۱) و باعث افزایش کارایی مصرف آب می‌شود(استینمتز و همکاران، ۲۰۱٦). اسیدسالیسیلیک یک ترکیب فنلی است که به‌طور طبیعی در گیاهان تولید می‌شود (راسکین، ۱۹۹۲). مطالعات متعددی نقش اسیدسالیسیلیک را به عنوان یک مولکول پیام رسان مهم در پاسخ‌های گیاه به تنش‌های متعدد زیستی و غیر زیستی تائید کرده اند(ال تایب، ۲۰۰۵؛ مالامی و همکاران، ۱۹۹۰). ایجاد تحمل به انواع تنش در گیاهان از راه تیمار با اسیدسالیسیلیک و مشتقات آن در کشاورزی، باغبانی و جنگلداری امکان‌پذیر است (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲). گزارش‌های بسیاری مبنی بر اثرات مثبت اسیدسالیسیلیک در افزایش تحمل گیاهان در برابر تنشهای زنده و غیرزنده وجود دارد که از آن جمله می توان به افزایش شاخصه‌های رشدی مثل وزن تر و خشک ریشه و اندامهای هوایی، سطح برگ وغیره در گیاه ذرت (خادرای، ۲۰۰٤)، آرابیدوپسیس (بورسانیو و همکاران، ۲۰۰۱) و گوجه‌فرنگی (استیونز و همکاران، ۲۰۰٦) تحت تنش شوری افزایش مقاومت به تنش‌هایی نظیر گرما، سرما و خشکی در گیاه لوبیا و گوجه‌فرنگی (سنارانتا و همکاران، ۲۰۰۲) و افزایش عملکرد سیر تحت شرایط تنش کم آبی (بیدشکی و همکاران، ۱۳۸۹) اشاره نمود. جاسمونیک‌اسید، متیل جاسمونات و سایر جاسمونات‌ها باعث فعال شدن فعالیت‌های فیزیولوژیک زیادی در گیاهان می‌شوند (خادا، ۱۹۹۲). جاسمونات‌ها از جمله ترکیباتی هستند که‌در زمان تنش درگیاه، فعال می‌شوند و همچنین از مهم‌ترین تنظیم کننده‌های رشد و توسعه گیاهی به-حساب می‌آیند و هم‌زمان باعث افزایش تقسیم سلولی وطویل شدن سلولی می‌شوند (تاکاهاشی و همکاران، ۱۹۹۵). متیل جاسمونات نقش مهمی درتنظیمات سلولی در فرایند نمو، از قبیل جوانه‌زنی بذور، رشد ریشه‌ها، فرایند باروری، رسیدگی و پیری دارد (کرلمن و مالت، ۱۹۹۷؛ وسترناک و هائوس، ۲۰۰۲). بررسی سطح متیل جاسمونات در ریشه گوجه‌فرنگی درشرایط تنش شوری نشان‌داده است با افزایش جاسمونات درونی، ژنهایی بیان می‌شود که باعث مقاومت در برابر تنش می‌گردند (آبدالا و همکاران، ۲۰۰۳). در یک آزمایش اسید-سالیسیلیک و متیل جاسمونات باعث افزایش معنی‌دار میزان رشد و ماده موثره "کپسیکوم"در محیط کشت تعلیق شده سلولی فلفل شدند (سودها و راویشانکار، ۲۰۰۳). از دیگر نقش‌های جاسمونات ها می‌توان به تسریع رسیدن میوه‌ها، تولید گرده سالم، رشد ریشه‌ها، افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌ها و حمله حشرات و پاتوژن‌ها اشاره کرد (کرلمن و مالت، ۱۹۹۷). در آزمایشی دیگر، استفاده از متیل جاسمونات تحت شرایط تنش آبی در توت فرنگی، باعث کاهش میزان تبخیر وتعرق، کاهش ازدست دادن آب وکاهش مالون‌دی‌آلدهید در برگ‌ها و همچنین کمترکردن سرعت ازدست رفتن لیپیدهای غشاء، گلیکولیپیدها و فسفولیپیدها وچربی‌های اشباع‌نشده گردید(وانگ، ۲۰۰۹). براسینواستروئیدها هورمون‌های استروئیدی هستند که رشدونمو گیاه را تنظیم می‌کنند و نیز باعث افزایش سازگاری گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی می‌شوند (اشرف و همکاران، ۲۰۱۰). پژوهش‌ها نشان می‌دهد که

براسینواستروئیدها می‌توانند موجب طیف گسترده‌ای از پاسخ-های سلولی مثل طویل شدن ساقه، رشد لوله دانه گرده، تشکیل ریشه، القاء بیوسنتز اتیلن، فعال کردن پمپ پروتون و تنظیم بیان ژن شود (کاگالا و همکاران، ۲۰۰۷). کاربرد نوعی براسینواستروئید موجب افزایش محتوای نسبی آب، فعالیت نیترات ردوکتاز، محتوای کلروفیل و میزان فتوسنتز شد. در این پژوهش در گیاهان تیمار شده با براسینواستروئید اثرات مفید در قالب ویژگی‌هایی نظیر سطح برگ بیشتر، تولید زیست‌توده زیادتر، عملکرد دانه و اجزای عملکرد قابل مشاهده بود (سایرام، ۱۹۹٤). صفاری و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که کاربرد براسینواستروئید در گیاه کلزا از راه افزایش بیان ژن-های مربوط به آنزیم کاتالاز و کلروفیل موجب افزایش تحمل گیاه کلزا به خشکی شده است. از این رو این آزمایش با هدف تعیین تاثیر خاکپوش‌های نایلونی و برخی تنظیم کننده-های رشد بر تغییرات برخی عناصر برگی، معدنی، آنزیم ها و میزان تجمع نیترات در بهبود صفات کیفی پیاز در شرایط تنش خشکی در جیرفت اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در حومه شهرستان جیرفت (روستای جهادآباد)، در مکانی با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و۹۵ دقیقه شرقی وعرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی با ٦۲۵ متر ارتفاع ازسطح دریا در فاصله ۳۵ کیلومتری از مرکز شهر در قطعه زمینی به مساحت ۲۵۰۰ مترمربع در سال زراعی ۹۵-۱۳۹٤به مرحله اجرا درآمد. نتایج تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک و آب مورد استفاده در جدول یک ارائه شده است.

جدول ۱- ویژگی خاک و آب مورد استفاده

خاک								
عمق خاک (cm)	pH	EC (میلی موس بر سانتیمتر)	بافت خاک	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفرقابل جذب (ppm)	درصد نیتروژن کل		
۳۰-۰	۷/۵	۲/۱٤	لوم شنی	۱٦۵	۹	۰/۰۳		
آب								
pH	EC (µs/m)	$Co3^{2-}$	$HCO3^{-}$	CL^{-}	$SO4^{2-}$	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}
۷/۳	۱٦۱۳	۰	۲/۳٤	۹/٤	۳/۸	٤/۵٦	۲/٤۵	۱۰/۲

این آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل اصلی به تنش کم آبی در سه سطح (۱۰۰ ، ۸۰ و ٦۰ درصد نیاز آبی) و عامل فرعی، به صورت فاکتوریل خاکپوش در دو سطح (کاربرد و عدم کاربرد خاکپوش نایلونی تیره) و فاکتور تنظیم کننده‌های رشد در شش سطح [صفر، اسید سالیسیلیک (۰/۵ میلی مولار)، متیل جاسمونات (۵ و ۷/۵ میکرو مولار) و براسینو استروئید (از نوع ۲٤- اپی‌براسینولید) (۰/۵ و ۱ میکرو مولار)] اختصاص یافت. کشت نشاهای شش هفته‌ای رقم پریماورا در مزرعه پس از نمونه برداری خاک و عملیات دیسک و ماله کشی به صورت چهار ردیف بر روی یک پشته انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل سه خط کاشت ۸ متری بود. در ابتدای کاشت با توجه به نتیجه آزمون خاک کودهای شیمیایی به خاک اضافه و سایر نیازهای تغذیه ای گیاه در طی فصل رشد بصورت محلولپاشی و یا از طریق سیستم آبیاری تامین شد. آبیاری مزرعه به صورت قطره‌ای و نوار تیپ انجام گرفت. تیمار خاکپوش قبل از کاشت اعمال شد. پس از استقرار کامل نشاها ابتدا تیمار تنظیم کننده‌های رشد به‌صورت محلول‌پاشی در یک‌ماه پس‌ازکاشت در مرحله ٤ تا ۵ برگی (و تکرار آن سه هفته بعد) و تیمار تنش آبیاری در ٤۵ روز پس-ازکاشت نشا (۵ تا ٦ برگی) اعمال شد. میزان مصرف آب از طریق مخزن‌های با حجم مشخص و از طریق شیرهای قابل تنظیم و کنتورهای تعبیه شده در خروجی هر مخزن و در ابتدای هر کرت کنترل شد. در طی آزمایش میزان نشت یونی یک ماه قبل از برداشت از نمونه‌های برگی و با استفاده از روش کایا و همکاران (۲۰۰۲)؛ اسیدهای آمینه پرولین، والین، متیونین، تیروزین و ایزولوسین از روش precolumn derivatization (واکنش جسم مورد تجزیه با یک واکنشگر به منظور افزایش کارایی کروماتوگرافی مایع (بیدلینگمیر و همکاران، ۱۹۸٤)، میزان کاروتنوئید و کلروفیل به روش لیچتندر(۱۹۸۷) با استفاده از اسپکتروفتومتر؛ میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و سوپر اکسید دیسموتاز با استفاده از

عصاره‌گیری گیاهی و به ترتیب به روش دهیندسا و ماتوف (۱۹۸۱) و آئب (۱۹۸٤) اندازه‌گیری شد. آنزیم مالون دی-آلدهید با روش هلف و پارکر (۱۹٦۸)؛ میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب با استفاده از دستگاه کجلدال، اسپکتروفوتومتر و فلیم‌فوتومتر براساس پروتکل ولان (۱۹۸۰) و میزان نیترات در سوخ با روش کالریمتری فنول‌دی-سولفنیک‌ولان (۱۹۸۰) مورد بررسی قرار گرفت. در پایان به منظور تجزیه آماری از نرم افزار SAS 9.1 استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، در همه صفات مورد بررسی اثرمتقابل معنی‌داری بین تنش خشکی و خاکپوش و همچنین تنش خشکی و تنظیم‌کننده‌های رشد (به جز پتاسیم و فسفر و اسیدآمینه والین و تیروزین) مشاهده شد. با این حال اثر متقابل معنی‌داری بین سه عامل مورد بررسی مشاهده نشد (جدول ۲). برهمکنش تنش کم‌آبی با تنظیم‌کننده‌های رشد بر میزان کلروفیل، میزان کاروتنوئید، نشت یونی، میزان تجمع نیترات سوخ، اسیدهای آمینه پرولین، متیونین و ایزولوسین، عنصر برگی نیتروژن، میزان مالون دی‌آلدئید و آنزیمهای کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز معنی‌دار شد، به‌طوری‌که تحت شرایط غیر تنش و تنش ملایم (۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی)، تنظیم‌کننده‌ها اثر قابل توجه چندانی بر تغییر صفات فوق نداشتند اما تحت شریط تنش شدید کم آبی (٦۰ درصد نیاز آبی)، تنظیم‌کننده‌ها اثر موثری بر میزان صفات فوق داشتند و همواره بیشترین تأثیر مثبت را براسینواستروئید ۱ میکرو مولار داشت و در مقایسه با شاهد میزان کلروفیل (۱۷٪)، کاروتنوئید (۸٪)، اسیدهای آمینه پرولین (۱٤٪)، متیونین (۸٪) و ایزولوسین (٦٪)، عنصر برگی نیتروژن (۱۱٪) و آنزیمهای کاتالاز (۱۳٪) و سوپراکسیددیسموتاز (٤٪) را افزایش داد و در عین حال میزان نشت یونی را به ترتیب ۱۲ و ۳۱ درصد کاهش داد. همچنین در مورد تأثیر تنظیم‌کننده‌های رشد بر میزان (تجمع) نیترات سوخ نشان داده شد که تحت شرایط غیر تنش و تنش ملایم (۱۰۰ و ۸۰ درصد نیاز آبی)، براسینواستروئید ۱ میکرومولار به ترتیب باعث کاهش ۲٦ و ۲۳ درصد میزان نیترات شدند و تحت شریط تنش شدید کم آبی (٦۰ درصد نیاز آبی)، تنظیم‌کننده‌ها اثر بیشتری بر کاهش تجمع نیترات سوخ داشتند و در مقایسه با شاهد، تنظیم‌کننده‌ها بین ۷ تا ۳۱ درصد تجمع نیترات سوخ را کاهش دادند (جدول ۲). همچنین خاکپوش پلاستیکی تحت شرایط عدم تنش آبی، تأثیری برکاهش تجمع نیترات سوخ نداشته ولی تحت شرایط تنش شدید کم‌آبی (٦۰ درصد نیاز آبی)، استفاده از خاکپوش پلاستیکی، میزان ۱۳ درصد تجمع نیترات سوخ را در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۳).

برهمکنش تنش خشکی و خاکپوش

بر همکنش تنش آبی با خاکپوش نایلونی بر میزان کلروفیل ، میزان کاروتنوئید، نشت یونی، میزان تجمع نیترات سوخ، میزان اسیدهای آمینه پرولین، متیونین ایزولوسین، والین و تیروزین، عنصر برگی نیتروژن، پتاسیم و فسفر، میزان مالون‌دی‌آلدئید و آنزیمهای کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز معنی‌دار شد، بطوریکه تحت شرایط غیر تنش و تنش ملایم (صد و هشتاد درصد نیاز آبی)، خاکپوش نایلونی دارای اثرگذاری کمتر اما تحت شریط تنش شدید کم‌آبی (٦۰ درصد نیاز آبی)، خاکپوش نایلونی اثر بسیار قابل توجهی بر میزان صفات فوق داشتند و در مقایسه با شاهد میزان کلروفیل (۱۷٪)، کاروتنوئید (۲۱٪)، اسیدهای آمینه پرولین (۱٤٪)، متیونین (۲۰٪) و ایزولوسین (۱۰٪)، تیروزین (۳۷٪) و والین (۲٪) و عناصر برگی نیتروژن (۲۱٪)، فسفر (۳۱٪) و پتاسیم (۱٤٪)، و آنزیمهای کاتالاز (۱٤٪) و سوپراکسیددیسموتاز (۸٪) را افزایش داد و در عین حال میزان مالون د آلدئید و میزان نشت یونی را به ترتیب ۱۷ و ۱۸ درصد کاهش داد (جدول ۲). همچنین خاکپوش پلاستیکی تحت شرایط عدم تنش آبی، تأثیری بر کاهش تجمع نیترات سوخ نداشت ولی تحت شرایط تنش شدید کم‌آبی (٦۰ درصد نیاز آبی)، استفاده از خاکپوش پلاستیکی، میزان ۱۳ درصد تجمع نیترات سوخ را در مقایسه با شاهد کاهش داد (جدول ۳).

جدول ۲-نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در پیاز تحت تأثیر تنش کم آبی، خاکپوش و تنظیم کننده های رشد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (M.S)							
S.V	D.F	کلروفیل	کاروتنوئید	نشت یونی	نیترات	MDA	نیتروژن	پتاسیم	فسفر
بلوک	۲	۱۲/۰۶ ns	۱۰/۱۰ ns	۱۷/۳۳ ns	۳۰/۱۱ ns	۷/٤۰ ns	۷/۷۰ ns	٦/۲٦ ns	۸/۸۹٥ ns
خشکی (D)	۲	۱۲٥/۳۸ **	٥/۳۲ **	٤٤۸۲/٤٥ **	۱۷۳۲/۸۳ **	۸/٤٤ **	۹/۷۹ **	۱/٦۲ **	۰/۰۷۸ **
خطای a	٤	۰/٥٦	۰/۱۰	۸/۳۳	۱۱/۱۱	۰/٤٤	۰/۷۰	۰/۲٦	۰/۰۰٥
خاکپوش (M)	۱	۲۲/۹٥ **	۰/۹٤ **	۱۷۲۰/٥۷ **	۱۱۷۲/۷٦ **	۳/۲۲ **	۱/۳٤ **	۰/۱۱ **	۰/۰۱۲ **
D*M	۲	۱/۷۸ **	۰/۰٤ **	۱۹۲/٥٦ **	۱٤۷/۱٦ **	۰/۷۹ **	۰/٤۳ **	۰/۰٥ *	۰/۰۱۸ **
تنظیم کننده (R)	٥	۱/٦۹ **	۰/۰٥ *	۹٦/۹٤ **	٥۹٦/۱۹ **	۰/۱٦ **	۰/۱۲ **	۰/۰٦ **	۰/۰۱۸ **
D*R	۱۰	۰/٤٥ **	۰/۰٦ **	۷٤/۱۲ **	۱۱۲/۲۷ **	۰/۰۱٤ **	۰/۰٦ *	۰/۰۱ ns	۰/۰۱۰ns
M*R	٥	۰/۱۸ ns	۰/۰۱ ns	۲٦/۷۷ ns	٤۱/۸۳ ns	۰/۰٤ ns	۰/۰٥۳ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰۰٦ ns
D*M*R	۱۰	۰/۱٥ ns	۰/۰۱ ns	۱٥/٤۷ ns	٤٤/٤۲ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰٦ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۱۲ ns
خطای آزمایش	٦٦	۰/٥٦	۰/۰۳	۸/۳۳	۱۱/۱۱	۰/٤٤	۰/۳۷	۰/۱۲	۰/۰۰۲
CV%		٦/٤	۱۳/٥	۷/۹	۱۳/٦	۲۰/۳	۲۳/۹	۱۸/۹	۱۹/۱

ns و ** به ترتیب عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح ۵ و ۱ درصد*

ادامه جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده در پیاز تحت تأثیر تنش کم آبی، خاکپوش و تنظیم کننده های رشد

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (M.S)						
S.V	D.F	پرولین	والین	متیونین	تیروزین	ایزولوسین	SOD	کاتالاز
بلوک	۲	۷/٤٤ ns	٤۹/۰۰ ns	۱٤/۷۸ ns	۸۱/۷۳ ns	۳۰/۱۱ ns	۱۳/۸٦ ns	۱۰/۷۵ ns
خشکی (D)	۲	٥٦/٦٤ **	۳/۰۰ **	۲۱/۱۳ **	٦۲۹۷۲/۲۹ **	۲۷۲/۲٥ **	٥٤/٤٥ **	٥۸/۲۱ **
خطای a	٤	۰/٤٤	۲٥/۰۰	۱/۷۸	٥۰/۲۳	۱۱/۱۱	۱/۳٦	۰/۲٥
خاکپوش (M)	۱	۱۱/۱۲ **	٤/۰۸ *	۸/۸۲ *	۷٥۱٥٥/٥٦ **	۱۳۳/۳۳ **	۱۱/٤۳ **	۱٦/٥۷ **
D*M	۲	۲/۲۸ **	۲۰/۳۳ **	۱/۳۱ **	۷٦۳٥۷/۹۰ **	۱۸/۰۸ **	۰/۱۹ **	۱/۸٥ **
تنظیم کننده (R)	٥	۱/۸۸ **	۲٦/۹٥ **	۱/۲۷ *	۸۳۱۸٥/۷۹ ns	۲۳/۰۰ *	۰/۸٥ **	۰/٥۳ **
D*R	۱۰	۱/۹٥ **	٥/٥۰ ns	۱/۱٤ **	۸۳۱۲۲/۹٥ ns	۱۰/٥٥ *	۰/۷٤ **	۰/٥۱ **
M*R	٥	۰/٥۷ ns	۱۱/۸۸ ns	۰/۳۹ ns	۱۲٦۳۱/٥٦ ns	٤/۱۳ ns	۰/۲٦ ns	۰/۱۹ ns
D*M*R	۱۰	۰/۲۳ ns	۹/۲۳ ns	۰/۲۳ ns	۱۱۷۸۹/۱۰ ns	۳/٥۸ ns	۰/۲۸ ns	۰/۱۲ ns
خطای آزمایش	٦٦	۰/٤٤	۲٥/۰۰	۰/٥۱	٥۰/۲۳	۱۱/۱۱	۰/٦۳	۰/۲٥
CV%		۱٦/۹	۸/۰	۱۲/٥	۳/۸	٤/۹	۷/۳	٦/۱

ns، * و ** به ترتیب عدم تفاوت معنی دار، تفاوت معنی دار در سطح ٥ و ۱ درصد

جدول ۳- مقایسه برهمکنش تنش کم آبی و تنظیم کننده های رشد بر صفات مورد بررسی پیاز خوراکی

صفات	WR% × PGR	کلروفیل کل (mg/g)	کاروتنوئید (mg/g)	نشت یونی (%)	نیترات (mg/kg)	مالون دی آلدئید (Nmol/cm)	نیتروژن (%)	پرولین(mg/g)	ایزولوسین (mg/g)	متیونین (mg/g)	سوپراکسید دیسموتاز (Nmol/cm)	کاتالاز (Nmol/cm)
60	Control	۹/٦٥g	۰/۷۹e	٥۳/۳۲a	۹۷/٦۷b	٤/۱٦a	۱/۹۱c	۲/۹٤cd	٦۲/٥۰c	٤/٦۰d	۹/۳٤de	٦/٤٤d
	SA ۰/٥ mM	۱۰/۳۹efg	۰/۸۹cde	٤٤/٤٤b	۸۰/۱۱ef	۳/٦۷ab	۲/۱۲abc	۳/۰٤c	٦۲/٥۲c	٤/۷۰d	۱۰/۰٦cd	۷/۲۸d
	MJ ٥/۰ µM	۱۱/۰۰defg	۰/۸۰e	٤٦/٥۰b	۹۱/۲۳cd	۳/٦٤ab	۱/۹٦bc	۳/۱۲bcd	٦٥/۰۰bc	٤/۸٥cd	۹/٦۲d	٦/٤٤d
	MJ ۷/٥ µM	۱۱/۳٤de	۰/۸۰de	٤۷/۲۳b	۸٥/۰۰de	۳/۹۲ab	۲/۰۰abc	۲/۹٥c	٦۷/۰۰b	٤/۹٦cd	۹/۷٤d	۷/۲۸d
	BE ۰/٥ µM	۹/۹۲fg	۰/۸٥de	٤۷/۳۸b	۷٦/۰٦f	۳/۸٤ab	۲/۰۷ abc	۳/۱٤bc	٦٦/٥۱b	٥/۱۰bcd	۹/۷۲d	٦/٤٤d
	BE ۱/۰ µM	۱۱/۲۹def	۰/۸٥de	٤۸/۸٤b	٦۷/۱۲g	۳/٦۹ab	۲/۱۰ abc	۳/۳٤b	٦٦/۰۱b	٤/۹٥cd	۹/٦۷d	۷/۲۸d
80	Control	۱۰/۹۹defg	۱/۱۳bcd	٤۳/۳۸b	۱۰۰/۰۰b	۳/۲۱ab	۲/۲۲ abc	۳/٤٦b	٦٦/٥۱b	٥/٦۰abcd	۱۰/٤۷cd	۸/۱۷c
	SA ۰/٥ mM	۱۲/۱۷cd	۱/۱۷abc	۳٥/۲۳c	۹۰/۰۲cd	۳/۱۱ab	۲/۳۸ abc	۳/۳٤b	٦۷/٥٤b	٦/۱۲abc	۱۰/٦۷cd	۸/٥۱bc
	MJ ٥/۰ µM	۱۱/۹٥d	۱/۱۷abc	۳٤/۷۸c	۹۱/٥۱cd	۳/۱۰ab	۲/٥۱ abc	۳/٥۱b	٦۸/٤۸b	٥/۷۳abcd	۱۰/۸٤c	۸/۲۸c
	MJ ۷/٥ µM	۱۱/۸٤d	۱/۲۳ab	۳٥/۰۰c	۸۰/۲۰ef	۳/۰٥ab	۲/٥٦ abc	۳/۱۰b	٦۷/٥۰b	٥/۷۳abcd	۱۱/۱۷c	۸/٤٥bc
	BE ۰/٥ µM	۱۲/۲۹bcd	۱/۳۸ab	۳۳/۳۸c	۸٥/۳۸de	۳/۱٦ab	۲/۷۲ abc	۳/۷۳b	٦۸/٥۱b	٥/٦۲abcd	۱۱/۳۸bc	۸/۳٤c
	BE ۱/۰ µM	۱۲/۲۸bcd	۱/۳٥ab	۳٥/٦۲c	۷٦/٤۹f	۳/۱۳ab	۲/٦۲ abc	۳/۹۳b	٦٦/٥۰b	٥/۸٤abcd	۱۱/۲٥bc	۸/۲۳c
100	Control	۱۳/٤۹abc	۱/٤۰ab	۲٦/۳۸d	۱۰٦/٤۸a	۲/۹۹b	۳/۰۰ abc	٤/۰۳ab	٦۹/۰۰b	٦/۱۷abc	۱۱/۸۹b	۹/۰۷abc
	SA ۰/٥ mM	۱٤/۰٦a	۱/٤٥ab	۲٤/۰۰d	۹٥/۲۳bc	۲/۸۷b	۳/۰٥ abc	٤/۲۸ab	٦۹/۳۹b	٦/٥۱a	۱۲/۰۰b	۹/٤٥a
	MJ ٥/۰ µM	۱۳/۳٤abc	۱/٤٦ab	۲۷/۰۰d	۱۱۱/۰۰a	۳/۰۰ab	۳/۰۷ abc	٤/۳۹ab	۷۲/٤٦a	٦/۲۳abc	۱۲/۰٥ab	۹/٥۰a
	MJ ۷/٥ µM	۱۳/٦۸ab	۱/٤٤ab	۲۷/٥۱d	۹٦/٤۹bc	۲/۸۹b	۳/۱۲ ab	٤/٥۰ab	٦۸/۰۰b	٦/٥۰a	۱۲/۳٤ab	۹/٥۱a
	BE ۰/٥ µM	۱۳/٥۰abc	۱/٤٦ab	۲۳/۹٥d	۹۱/٥۰cd	۲/۸۳b	۳/۱۷a	٤/۸۰ab	۷۱/٤۷ab	٦/۳۹ab	۱۲/۰۰ab	۹/۲۷ab
	BE ۱/۰ µM	۱۳/۸۹a	۱/٤۷a	۲٥/۰۱d	۸۰/٥۱ef	۲/۷٦b	۳/۱٥ab	٥/۱۷a	۷۱/۰۰ab	٦/٥۰a	۱۲/٦۲a	۹/٥٦a

(در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، درسطح ۵ درصد ازمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند).

تنظیم‌کننده‌های رشد

اثر تیمار تنظیم‌کننده رشد بر صفات عناصر برگی فسفر و پتاسیم و اسیدآمینه والین معنی‌دار بود. بیشترین تأثیر مثبت از براسینواستروئید ۱ میکرومولار به دست آمد و در مقایسه با شاهد میزان فسفر، پتاسیم و والین را به ترتیب ۲۲، ۵۸ و ١٤ درصد افزایش داد. درآزمایش حاضر مشخص شد که کاربرد خاکپوش و تنظیم‌کننده‌های رشد باعث افزایش و تیمار تنش کم آبی باعث کاهش میزان کلروفیل و کاروتنوئید در پیاز شد. گزارش‌های مشابهی مبنی بر کاهش مقدار کلروفیل در گندم، نخود و توت سفید در شرایط خشکی وجود دارد، بطوریکه در شرایط تنش خشکی دستگاه فتوسنتزی تحت تأثیر قرار گرفته و فعالیت فتوسیستم *II* در این گیاهان کاهش می یابد (هیدو و یانگ، ۱۹۷۱). همچنین بیدشکی و همکاران (۱۳۹۱) کاهش میزان کلروفیل و کاروتنوئید گیاه سیر را در اثر تنش کم‌آبی گزارش کردند. به نظر می‌رسد کاهش میزان کلروفیل تحت تنش خشکی به علت افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن باشد که این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون و در نتیجه تجزیه این رنگریزه می‌می شود (شریفا و ماریفاح، ۲۰۱۵). در مورد تأثیر اسیدسالیسیلیک بر رنگیزه های فتوسنتزی گزارش‌های مختلفی وجود دارد. در تنش اکسیداتیوی دانه‌های جو، اسیدسالیسیلیک باعث کاهش سطح کلروفیل شد (آنانیوا و همکاران، ۲۰۰۲). درحالیکه در گیاه نونون اسیدسالیسیلیک باعث افزایش سطح کلروفیل وکاروتنوئیدها شد (حبیبی و همکاران، ١٣٩٤). همچنین گزارش شده‌است که اسیدسالیسیلیک باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در گیاهان تحت تیمار شوری می‌شود (ال تایب، ۲۰۰۵). در این آزمایش نیز تیمار با اسیدسالیسیلیک باعث افزایش سطح کلروفیل هم در شرایط تنش کم‌آبی و هم در شرایط غیر تنش در گیاه پیاز شد.

جدول ٤- مقایسه برهمکنش تنش کم آبی و خاکپوش بر صفات مورد بررسی پیاز خوراک.

تنش آبی × پوشش	60		80		100	
صفت	بدون مالچ	مالچ نابلونی	بدون مالچ	مالچ نابلونی	بدون مالچ	مالچ نابلونی
کلروفیل کل(mg/g)	۹/٤۰c	۱۱/۰۰b	۱۱/۲٤b	۱۲/٦۰ab	۱۳/٤۳ab	۱۳/۸۹a
کارتنویید (mg/g)	۰/۷٥c	۰/۹۱bc	۱/۱۷b	۱/۱۰b	۱/۲۳ab	۱/٤۸a
نشت یون (%)	٥۲/٥٥a	٤۳/۳٤b	٤۲/۱۷b	۳۰/۲۹bc	۲۷/۰۷c	۲٤/۲۱d
نیترات (mg/kg)	۹۲/٥۱bc	۸۰/۸۹d	۹۱/۱۸bc	۸۹/۲٤c	۱۰٤/۳۲a	۹٥/۰۹b
مالون د آلدئید (Nmol/cm)	٤/۱٦a	۳/٤۸ab	۳/۲۱ab	۳/۰٥b	۲/۹۹b	۲/۷٦b
نیتروژن (%)	۱/۸۳bc	۲/۲۲b	۲/۳۲b	۲/٦۸b	۳/۱۱a	۳/۰۸ab
پتاسیم (%)	۰/۷۹c	۰/۹۰b	۰/۹٥b	۱/۰۹b	۱/۲۹a	۱/۳۳a
فسفر (%)	۰/۱٦b	۰/۲۱b	۰/۲۳b	۱/۲٥a	۱/۲٥a	۱/۲۷a
پرولین (mg/g)	۲/۹۰c	۳/۰٤b	۳/۱۸b	۳/۸٤b	٤/۲۹ab	٤/۷۷a
والین (mg/g)	٦۱/۰۰b	٦۲/۱۰b	٦۳/۱۷b	٦۱/۳۳b	٦۱/٦۷b	٦۹/۸۳a
متیونین (mg/g)	٤/٤۷c	٥/۳٥b	٥/۷۷b	٦/۰۰ab	٦/۳۲ab	٦/٤٥a
تیروزین (mg/g)	۱۱۲/۱۷c	۱٥۳/۳۳b	۱٥۹/۹٥b	۱٦۰/۰۹ab	۱٦۱/٥۰a	۱٦۰/۸۳ab
ایزولوسین (mg/g)	٦۲/۸۳b	٦۸/٦۷ab	٦٦/٦۷ab	٦۸/۳۳ab	٦۹/٦۷ab	۷۰/۸۳a
سوپراکسیددسموتاز (Nmol/cm)	۹/۳۲bc	۱۰/۰٦b	۱۰/٦۰b	۱۱/۳۳ab	۱۱/۹۱ab	۱۲/۳۹a
کاتالاز (Nmol/cm)	٦/٤٤c	۷/۲۸bc	۷/۷۲bc	۸/۹۳b	۹/۲٤ab	۹/٥٥a

(در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، درسطح ٥ درصد ازمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند)

جدول ٤- اثر تنظیم کننده های رشد بر پتاسیم، فسفر و اسید آمینه والین برگ پیاز خوراکی

تنظیم کننده رشد	صفت		
	پتاسیم برگ (٪)	فسفر برگ (٪)	اسید آمینه والین (mg/g)
عدم استفاده از تنظیم کننده رشد	۱/۰۱b	۰/۲۳b	٦۰/۱۷bc
اسیدسالیسیلیک ۰/۵ میلی مولار	۱/۱۲a	۰/۲۵ab	٦۱/۸۳b
متیل جاسمونات ۵ میکرومولار	۱/۰٤ab	۰/۲۳b	٦۲/٦۷b
متیل جاسمونات ۷/۵ میکرومولار	۱/۰٤ab	۰/۲٤ab	٦۱/۳۳b
براسینواستروئید ۰/۵ میکرومولار	۱/۰۵ab	۰/۲۵ab	٦۳/۵۰ab
براسینواستروئید ۱ میکرومولار	۱/٦ab	۰/۲۸a	٦۷/۳۳a

(در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، درسطح ۵ درصد ازمون دانکن اختلاف معنی‌دار ندارند)

در پژوهش حاضر براسینواستروئیدها بیشترین تأثیر را در افزایش میزان کلروفیل در برگ‌های پیاز داشتند. براسینواستروئیدها بر فرآیندهای مختلف فیزیولوژیکی بعلت تحریک گیاهان اثر گذاشته، سبب افزایش رشد (بعلت تحریک، نقسیم و رشد سلولها) و خصوصیات الکتریکی، نفوذپذیری، ساختمان، پایداری و فعالیت آنزیم‌های غشاء نیز اثر می گذارد. براسینواستروئید در بیان ژن‌های ویژه سنتز آنزیم‌های مؤثر بر تولید کلروفیل می‌تواند نقش داشته باشد (حیات و همکاران، ۲۰۱۲). متیل جاسمونات نیز در آزمایش حاضر باعث کاهش آثار تنش کم آبی در پیاز شد. متیل جاسمونات و اسیدجاسمونیک دارای اثرات بازدارنده و یا تسریع‌کننده در فیزیولوژی و مرفولوژی گیاهان هستند. همچنین اثر آنها بخوبی در مواجهه با تنشهای محیطی از قبیل تنش کم‌آبی، تنش سرما و تنش شوری و فعال شدن مکانیزم‌های دفاعی درمقابل حشرات، پاتوژن‌ها وگیاهخواران مشخص شده است (کرلمن، ۱۹۹۷؛ ریموند و همکاران، ۲۰۰۰؛ لورنزو و همکاران، ۲۰۰۳). در آزمایش حاضر تنش کم‌آبی باعث افزایش و تنظیم‌کننده‌های رشد و خاکپوش باعث افزایش میزان نشت یونی و میزان مالون‌دی‌آلدئید و کاهش پرولین در پیاز شد. بطوریکه در شرایط تنش کم‌آبی (٦۰٪ نیاز آبی) میزان نشت یونی بیش از ٤۵٪ افزایش یافت، در حالیکه کاربرد خاکپوش حدود ۲۰٪ نشت یونی را کاهش داد. کاربرد خاکپوش باعث تغییراتی که در ساختار غشای سلول در اثر تغییر چربی‌ها وتغییرات دیگر ایجاد می‌شود، سبب افزایش نفوذپذیری غشاء نسبت به یون‌ها وماکروملکول‌ها می‌گردد. در شرایط تنش، محتویات بیشتری از سلول‌ها دراثر تخریب غشاء به بیرون تراوش می‌کنند. در آزمایشی مشابه نیز نشان داده شد که تیمار تنش کم‌آبی باعث کاهش معنی‌دار مقدار پرولین در پیاز می‌شود (آروین و کاظمی پور، ۱۳۸۰) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. افزایش در نشت یونی و میزان مالون‌دی‌آلدئید درگیاه نخود تحت تنش کادمیوم (پوپووا و همکاران، ۲۰۰۹)، گیاه ذرت تحت تنش کم‌آبی (مهرابیان مقدم وهمکاران، ۱۳۸۸) گزارش شده‌است. دراین پژوهش نیز تنش کم‌آبی به میزان زیادی میزان نشت یونی را افزایش داد. در مورد نقش تنظیم‌کننده‌های رشد بر نشت یونی و میزان مالون‌دی‌آلدئید گزارشهای متعددی وجود دارد از جمله اینکه اسیدسالیسیلیک در غلظت ۱ میلی-مولار باعث کاهش نشت یونی و میزان مالون‌دی‌آلدئید در گیاهچه‌های خیار تحت تنش گرما (ماندهینا و همکاران، ۲۰۰٦) و در غلظت ۰/۱ میلی‌مولار سبب کاهش نشت یونی در گوجه-فرنگی (استیون، ۲۰۰٦) نسبت به شاهد شد. همچنین تیمار ۰/۵میلی‌مولار اسیدسالیسیلیک سبب کاهش خسارت ناشی از فلزات سنگین در گیاه نخود شد (پوپووا و همکاران، ۲۰۰۹). تیمار با اسیدسالیسیلیک باعث کاهش نشت یونی و افزایش میزان پرولین در برگ‌های ذرت تحت تنش کم‌آبی شد (مهرابیان مقدم وهمکاران، ۱۳۸۸). در این پژوهش نیز کاربرد کلیه تنظیم-کننده‌های رشد هم در شرایط تنش و هم در شرایط عادی باعث کاهش نشت یونی و مالون‌دی‌آلدئید شد، اما میزان کاهش صفات فوق در شرایط تنش به مراتب بیشتر از شرایط عادی بود. در مورد نقش متیل‌جاسمونات در گیاهان در شرایط غیر تنش منابع چندانی در دست نیست، اما نشان داده شده است که متیل جاسمونات در غلظت‌های پایین باعث افزایش پارامترهای رشدی در گیاهان می‌شود. بطور مثال کاربرد ۵ میکرو مولار متیل جاسمونات باعث افزایش تمامی پارامترهای رشدی از جمله میزان رنگیزه های فتوسنتزی در گیاه سیر شد (آروین و بیدشکی ، ۱۳۹۰). کاهش خسارت غشاء دراثرکاربرد اسیدسالیسیلیک که به عنوان راهی برای افزایش مقاومت به خشکی درگیاهان شناخته شده است، ممکن است با تولید آنتی‌اکسیدان‌ها درارتباط باشد، که تولید آنتی‌اکسیدان پاسخی از گیاه برای کاهش خسارت اکسیدشدن است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که

اسیدسالیسیلیک ممکن است توانایی القاء یکسری پرتئین‌های خاص را داشته باشد و غشاء رادر مقابل تنش‌ها محافظت کند و از طریق بالا نگه‌داشتن مقدار اسیدهای چرب‌غیراشباع برفیزیولوژی کل گیاه اثر گذاشته وگیاه را درمقابل آسیب های وارده به لایه لیپیدی غشاء مقاوم سازد. در آزمایشی دیگر، استفاده از متیل جاسمونات تحت شرایط تنش آبی درتوت فرنگی، باعث کاهش مالون دی آلدئید دربرگها شد (وانگ، ۲۰۰۹)، که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. در آزمایش حاضر اگرچه تنش کم آبی باعث کاهش فعالیت آنزیمهای کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز در بوته پیاز شد، اما کاربرد تنظیم کننده های رشد و خاکپوش باعث افزایش فعالیت این آنزیم ها شد. کاهش میزان فعالیت آنزیم های فوق در سایر پژوهش‌ها نیز گزارش شده است (سماواتی، ۱۳۹۳). در رابطه با تأثیر تنظیم-کننده‌های رشد برمیزان آنزیم‌های مختلف گزارش شده است کاربرد براسینواستروئید خارجی می‌تواند فعالیت آنزیم‌های مقابله‌کننده با تنش اکسیداتیو مثل آسکوربیک‌اسید، پراکسیداز و کاتالاز را افزایش دهد. دراین رابطه در آزمایشی استفاده از براسینواستروئید در مرحله جوانه‌زنی ذرت توانست آنزیم‌های سوپراکسیددیسموتاز، کاتالاز و آسکوربیک‌پراکسیداز را فعال کند (لی و همکاران، ۱۹۹۸)، که با نتیجه پژوهش حاضر نیز مطابقت می‌کند. در آزمایشی دیگر در سورگوم استفاده از براسینواستروئید تحت تنش اسمزی توانست فعالیت کاتالاز را افزایش دهد (صفاری و همکاران، ۱۳۹۳). گزاراش‌های متعددی عنوان می‌کند که براسینواستروئیدها بیان ژن‌های مختلفی را در گیاهان تنظیم می‌کنند، بنابراین تیمار اپی‌براسینولید می‌تواند بیان ژن‌های تنظیم کننده فعالیت آنتی‌اکسیدان را افزایش دهد. براسینواستروئیدها پتانسیل قابل توجهی برای تنظیم فعالیت‌های آنتی‌اکسیدان در شرایط تنش دارد (لی و همکاران، ۱۹۹۸؛ واردهینی و همکاران، ۲۰۱۵). در این آزمایش اسیدهای‌آمینه تیروزین، متیونین، والین، ایزولوسین و پرولین مورد ارزیابی قرار گرفتند. همواره تنش کم-آبی باعث کاهش اسیدهای آمینه و تنظیم‌کننده‌های رشد و خاکپوش باعث افزایش میزان اسیدهای آمینه در پیاز شدند. بیشترین افزایش را در بین تنظیم‌کننده‌های رشد، براسینواسترویید برای اکثر اسیدهای‌آمینه درپی داشت. افزایش میزان پروتئین‌های محلول و اسیدهای‌آمینه به دلیل کاربرد براسینواستروئید ممکن است به علت افزایش فعالیت آنزیم‌های دخیل در سوخت و ساز نیتروژن باشد (کاگالا و همکاران، ۲۰۰۷). همچنین کاربرد براسینواستروئیدها علاوه بر اثر بر فعالیت‌های متابولیکی مختلف، جذب آب و عناصر غذایی به ویژه نیتروژن را افزایش داده که-این‌امر منجر به افزایش ساخت پروتئین، رشد و در نهایت عملکرد می‌شود. از سوی دیگر برخی محققان گزارش کردند که تیمار گیاهان با براسینولید موجب افزایش محتوی دیگر پروتئین‌ها و اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری و بخصوص پرولین شد که‌این‌امر به منظور محافظت گیاه از خسارت خشکی رخ داد. دراین آزمایش نیز نشان داده شد که با افزایش میزن براسینواستروئید میزان اسیدهای آمینه را در شرایط آبیاری نرمال و هم در شرایط تنش افزایش می‌یابد. در آزمایشی دیگر افزایش میزان پروتئین‌های محلول در اثر تیمار با براسینولید در ماش نیز گزارش شده است (آشا و لینگاکومار، ۲۰۱۵).

نتیجه گیری

به طور کلی در پایان آزمایش مشخص شد که خاکپوش نایلونی باعث کاهش میزان تجمع نیترات در پیاز می شود. همچنین مشخص شد که تنظیم‌کننده‌های رشد ضمن کاهش اثرات تنش خشکی باعث کاهش تجمع نیترات در پیاز می‌گردند. در بین تنظیم‌کننده‌های رشد نیز براسینواستروئید یک میکرومولار بیشترین تأثیر مثبت را در کاهش تجمع نیترات در پیاز نشان داد. در مزارع پیاز استفاده‌ی زارعین از تنظیم‌کننده‌های رشد باعث کاهش تجمع نیترات در پیاز و استفاده‌ی بهینه از آب می‌شود.

منابع

آروین، م. ج. و ا. بیدشکی. ۱۳۹۰. اثر برهمکنش متیل جاسمونات و خشکی بر شاخصه های رشد و بیوشیمیایی، عملکرد سوخ و میزان ماده موثره آلیسین در گیاه داروئی سیر. مجله علوم و فنون باغبانی ایران. ۱۲(٤): ٤٣١-٤٤٤.

آروین، م.ج. و ن. کاظمی پور. ۱۳۸۰. آثار تنش‌های شوری و خشکی بر رشد و ترکیب شیمیایی و بیوشیمیایی چهار رقم پیاز خوراکی *(Allium cepa)*. مجله علوم آب و خاک- علوم‌وفنون کشاورزی و منابع طبیعی ۵(٤): ٤١-٥٣.

بیدشکی، ا.، م.ج. آروین. و ه. فرهمند. ۱۳۸۹. اثر تنظیم‌کننده‌های رشد اسید سالیسیلیک و ایندول ۳- بوتریک اسید بر پارامترهای رشدی و میزان ماده موثره آلیسین در گیاه سیر در شرایط تنش کم آبی در جیرفت. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت. ۱۲۰ص.

بیدشکی، ا.، م. ج. آروین و ک. مقصودی. ۱۳۹۱. تأثیر ایندول بوتیریک اسید (IBA) بر رشد، عملکرد و میزان ماده مؤثره آلیسین در پیاز گیاه سیر *(Allium sativum L.)* در شرایط تنش کم آبی در مزرعه. فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. ۲۸(۳): ۵۷۷-۵۶۷.

جعفری، پ . ۱۳۸۳. مطالعه نقش استفاده از خاکپوش پلاستیکی به منظور افزایش کارایی مصرف آب در طالبی نشریه بژوهش درعلوم کشاورزی شماره ۲ جلد۲

حبیبی، غ.، ز. صادقی پور و ر. حاجی بلند. ۱۳۹٤. اثر اسید سالیسیلیک بر روی تنباکو *(Nicotiana rustica)* در شرایط خشکسالی. مجله گیاهان دارویی ایران ۲۵: ۱۷-۲۸.

سعادت مصطفوی، ر.، م. جلینی. و ع. سبحانی. ۱۳۸۷. بررسی اثر خاکپوش پلاستیک سیاه،روش آبیاری و مقدار آب مصرفی روی خصوصیات کیفی گوجه فرنگی،، مجله آبیاری و زهکشی ایران سال چهارم. شماره ۲صفحه۲٤٥- ۲٤۹.

سلطانی تمجید، ا.، پ. فتحی و ف. حسین پناهی. ۱۳۹٤. اثر مقدار آب آبیاری و خاکپوش پلاستیک و کاه و کلش گندم بر عملکرد و کارایی مصرف آب سیب زمینی تحت آبیاری قطره ای -نواری در دشت دهگلان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. ۲۹(۳): ۱۱ صفحه.

سماواتی، ح.ا. ۱۳۹۳. اثر تنش خشکی بر برخی شاخص های فیزیولوژیک در سه گونه پیاز *(Allium cepa)*. اولین کنفرانس ملی توسعه پایدار کشاورزی با استفاده از الگوی محصول. همدان، ایران.

صفاری، م.، ج. احمد، ن.ا. خوش‌خلق سیما و ز. شوبار. ۱۳۹۳. تأثیر اسپری هورمونهای براسینستروئیدی و سیتوکینین بر فعالیت و بیان ژن کاتالاز و پرولین در دو رقم کلزا تحت تنش خشکی. مجله ژنتیک مدرن ۹ (۳): ۳۲۹-۳٤۲.

فرهادی، ع.، ا. سلیمانی پور.، ع. نیکویی. و ا. باقری. ۱۳۸۵. اثرات روشهای آبیاری و خاکپوش های پلی اتیلن بر کیفیت گرمگ، مجله علوم و فنون باغبانی ایران ۲ (۳و٤) : ۱۷۰-۱٦۱.

مهرابیان مقدم، ن.، م. ج. آروین و غ. ر. خواجویی نژاد. ۱۳۸۸. مطالعه اثراسید سالیسیلیک وعلفکش آترازین بررش ونمو، عملکرد واجزای عملکرد ذرت دابل کراس ۳۷۰ تحت شرایط تنش کم آبی در مزرعه. مجله بهنژادی نهال وبذر.

Abdala ,G., O. Miersch, R. Kramell, A.Vigliocco, E.Agostinni, G. Forchetti and S. Alemano. 2003. Jasmonate and octadecanoid occurrence in tomatohairy roots. endogenoous level changes in response to NaCl. Plant Growth Regul. 40:21-27.

Ananieva, E. A., V. S. Alexieva and L. P. Popova. 2002. Treatment with salicylic acid decreased the effect of paraquat on photosynthesis. J. Plant Physiol. 159: 685-693.

Asha, A and K. Lingakumar. 2015. Effect of 24 -epibrassinollide on the morphological and biochemical constitutions Vigna unguiculata (L.) seedlings. Indian J. of Sci Res and Tech. 3 (1): 35 -39.

Ashraf, M., N. Akram, R. Arteca and M. Foolad. 2010. The physiological, biochemical and molecular roles of brassinosteroids and salicylic acid in plant processes and salt tolerance. Critical Reviews in Plant Sci. 29 (3): 162-190.

Ashrafuzzaman. M .2011. Effect of plastic mulch on growth and yield of chilli (Capsicum annuum L.) , Biol and Applied Sci. 54: 2-3.

Biddlingmeyer B.A., S.A. Cohen and T.L. Tarvin .1984. Rapid analysis of amino acids using pre-column derivatization. J Chromatogr. 336: 93-104.

Borsanio, V and M. A. Botella. 2001. Evidence for a role of salicylic acid in the oxidative damage generated by NaCl and osmotic stress in seedling. J. Plant Physiol. 126: 1024-1030.

Bunna S., P. Sinath, O. Makara, J. Mitchell and S. Fukai .2011. Effects of straw mulch on mungbean yield in rice fields with strongly compacted soils. Field Crops Res. 124: 295-301.

Creelman, R. A. and J. E. Mullet. 1997. Bioseynthesi and action of jasmonates in plants. Annual Review of Plant Physiol and Plant Mol Bio. 48: 355-381.

El-Tayeb, M. A. 2005. Response of barley grain to the interactive effect of salinity and salicylic acid. Plant Growth Regul. 45: 215-225.

Hayat, S., P. Maheshwari, A. S. Wani, M. Irfan, M. N. Alyemeni and A. Ahmad. 2012. Comparative effect of 28 homobrassinolide and salicylic acid in the amelioration of NaCl stress in Brassica juncea L. Plant Physiol and Biochem. 53: 61-68.

Heath R. L and L. Packer. 1968. Photoperoxidation in isolated chloroplasts. I. Kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives in Biochemistry and Biophysics. 125:189–198.

Hydo, H and S.H. Yang. 1971. Ethylene enhanced synthesis of phenylalanine ammonia-lyase in pea seedling. J of Plant Physiol. 47: 765-770.

Kagale, S., U. K. Divi, J. E. Krochko, W. A. Keller and P. Krishna. 2007. Brassinosteroid confers tolerance in Arabidopsis thaliana and Brassica napus to a range of abiotic stresses. Planta 225(2): 353-364.

Khodray, S. E. A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. J. Agric and Biol. 1560 (8530) : 5–8.

Koda, Y. 1992. The role of jasmonic acid and related compounds in the regulation of plant development. Int. Rev. Cytol. 133:133-199.

Li L, Van Staden J, Jager AK. 1998. Effects of plant growth regulators on the anti-oxidant system in seedlings of two maize cultivars subjected to water stress. Plant Growth Regul. 25: 81-87.

Lichtenthaler H.K and R.A. Wellburn .1987. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. Biochem Soc Trans. 11(5): 591-592.

Lorenzo, O. 2003. Ethylene response factor1 integrates signals from ethylene and jasmonate pathways in plant defense. Plant Cell. 15:165–178.

Malamy, J., J. P. Carr, D. F. Klessig and I. Raskin. 1990. salicylic acid: Likely endogenous signal in the resistance response of tobacco to viral infection. Sci. 250: 1002-1004.

Mandhanis, S., S. Madan and V. Whney. 2006. Antioxidant defence mechanism under salt stress in wheat seedling. J. Biol. Plantarum. 50 (2): 227-231.

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. J. Plant Physiol and Biochem. 47: 224-231.

Rashidi, M. , S. Abbassi and M.Gholami. 2009. Interactive effects of plastic mulch and tillage method on yield and yield components of tomato (Lycopersicon scolentom) , American Agric and Environ Sci. 5(3) :420 427.

Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Annul. Rev. Plant Physiol. J. Plant Mol Biol. 43: 439-463.

Reymond, P. 2000. Differential gene expression in response to mechanical wounding and insect feeding in Arabidopsis. J. Plant Cell. 12: 707–719.

Sairam R. 1994. Effects of homobrassinolide application on plant metabolism and grain yield under irrigated and moisture-stress conditions of two wheat varieties. Plant Growth Regu 14: 173-181.

Senaranta, T. , Teuchela, D, E. Bumm, and K. Dixon. 2002. Acetyle salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Regul. 30: 157-161.

Sharifa, S. and A. Muriefah. 2015. Effects of paclobutrazol on growth and physiological attributes of Soybean (Glycine max) plants grown under water stress conditions. J. Adv Res in Biol Sci.2: 81-93.

Steinmetz Z., C. Wollmann, M. Schaefer, C. Buchmann, J. David, J. Troger, K. Munoz, O. Fror and G.L. Schaumann. 2016. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long term soil degradation. Sci of the Total Environ. 550: 690–705.

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 Regul. 49: 77-83.

Sudha. G and G. A. Ravishankar. 2003. Influence of methyl jasmonate and salicylic acid in the enhancement of capsaicin production in cell suspension cultures of Capsicum frutescens Mill. J. Current Sci. 85: NO. 8.

Takahashi, K. , K. Fnjino and Y. Kikuta. 1995. Invement of the accumulation of sucrose and the synthesis of cell wall polysaccharides in the FAO. 2001. Food and agriculture of garlic, USDA Agric Res Unit, USA: 98-108.

Vardhini B.V and N.A. Anjum. 2015.Brassinosteroids make plant life easier under abiotic stresses mainly by modulating major components of antioxidant defense system. Environmental science. 2(67): 1-16.

Wang, S. Y. 2009. Effect of methyl jasmonate on water stress in strawberry. ISHS Acta Hort. 516: XXV.

Wasternack, C. and B. Hause. 2002. Jasmonates and octadecanoids:signals in plant stress responses and development. Prog. Nucleic Acid Res. Mol. Biol. 72, 165–221.

Whelan, M. 1980. A colorimetric method for the quantitative determination of nitrates and nitrites in biologic fluids biologic fluids. J. Biol. Chem. 1980, 86:189-197.

Evaluating the effect of plastic mulch and some plant growth regulators on changes in some leaf elements, enzymes and nitrate accumulation in onion (Allium cepa) at water deficit conditions

M.H. Shirzadi[1], M.J. Arvin[2], A. Aboutalebi[3], M.R. Hassandokht[4]

Received: 2019-9-23 Accepted: 2019-10-30

Abstract

Nitrate accumulation in plants is one of the problems for consumers,so The effect of plant growth regulators (PGRs) and plastic mulch on the amount of some leaf elements, enzymes and nitrate accumulation in onions under water deficit stress was investigated. The main plots consisted of water deficit stress treatment at three levels (100% water requirement, 80% and 60% water requirement), and subplots including mulch (in two levels of application and no application of dark plastic) and PGRs factor in Six levels (zero, salicylic acid (0.5 mM), methyl jasmonate (5 and 7.5 µM), 24-Epibrassinolide (0.5 and 1 µM). Significant interaction was observed between low water stress and PGRs in the amount of nitrogen, catalase, superoxide dismutase and malondialdehyde enzymes, methionine, isoleucine and proline amino acids, ion leakage, chlorophyll and carotenoids pigmentation. The effect of the PGRs was mainly effective in water deficit conditions. Also, the interaction of water deficit and plastic mulch in addition to these traits was significant on the amino acid valine and tyrosine traits and phosphorus and potassium of leaf and this effect was significant under water deficit condition. Brassinolide growth regulator treatment had the most effect on reducing nitrate in onion bulb. Under non stress, mild stress and severe stress condition, 1 micromolar brassinosteroid reduced 26, 23 and 31 percent of onion nitrate, respectively. Also, plastic mulch under non stress conditions have no effect on reducing the accumulation of nitrate, but under severe stress conditions (60% water requirement), use of plastic mulch detergent reduced the 13% accumulation of nitrate compared with the control. According to the results, it is recommended to use plastic mulch and 24-Epibrassinolide(1µM) to decrease nitrate accumulation in onion.

Key word: catalase, leaf elements, amino acid, proline

1- Department of Agricultural Management, College of Agriculture and food industry, Agronomy and Horticulture Science, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Department of Horticulture, College of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman, Iran
3- Department of Horticulture, College of Agriculture, , Islamic Azad University Jahrom branch, Jahrom, Iran
4- Department of Horticulture , College of Agriculture and Natural Resource, University of Tehran, Karaj, Iran