تأثیر سالسیلیک اسید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه گشنیز (*Coriandurum sativum* L.)

صالحه نادری[1*] حمیده خواجه[2]و حسن احمدی[3]

۱- دانشجوی دکتری اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

۲- عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، گروه تربیت بدنی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد زابل، ایران

۳- کارشناس پژوهشکده زیست فناوری، دانشگاه زابل، ایران

*نویسنده مسئول: Email: Salehe.naderi@gmail.com

شماره تماس: ۰۹۱۵۱۹٦۳۸۲۹

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف سالسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان پراکسیداز (POD) و گایاکول پراکسیداز (GPX) و پلی فنل اکسیداز (PPO)، کلروفیل a ،b و کارتنوئید گیاه دارویی گشنیز، در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در پژوهشکده زیست فناوری دانشگاه زابل در سال ۱۳۹۲ انجام شد. تیمار اسید سالسیلیک اسید در چهار سطح ۰، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی‌مولار بود. نتایج نشان داد در سطح ۲ میلی‌مولار فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان پراکسیداز (POD) و گایاکول پراکسیداز (GPX) و پلی فنل اکسیداز (PPO)، کلروفیل a ،b و کارتنوئید نسبت به شاهد به ترتیب ۷۲/۹٦، ۹۰/۲۲، ۹۱/۷۰، ۷۵/۳٤، ۸۵/۳٤ و ۸۱/۱۲ درصد افزایش معنی داری نشان داد. به نظر می‌رسد سالسیلیک اسید با تولید آنتی اکسیدان‌ها و افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی در غلظت‌های بالاتر از ۱ میلی‌مولار تا حدودی باعث بهبود رشد در گیاه گشنیز در شرایط آزمایش گردد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی اکسیدان، گشنیز ، رنگیزه‌های فتوسنتزی و سالسیلیک اسید

مقدمه

گشنیز (*Coriandurum sativum* L.)گیاهی است یک‌ساله به ارتفاع ٦٠ تا ١٠٠ سانتیمتر و با طول دوره رشد ١٠٠ تا ١٢٠ روز و گرما دوست است که در انواع خاک‌ها می‌روید. از این گیاه به عنوان هضم کننده غذا، ضد نفخ، اشتهاآور، برطرف کننده دردهای عضلانی و آرامش بخش نیز استفاده می شود. سالسیلیک اسید یا اورتو هیدروکسی بنزوئیک اسید (SA) بوسیله سلول‌های ریشه تولید می‌گردد و نقش محوری در تنظیم فرآیندهای فیزیولوژیکی مختلف از جمله رشد، نمو گیاه، جذب یون، فتوسنتز و جوانه، زنی ایفا می‌کند (Noreen *et al.*, ٢٠١٠). سالسیلیک اسید به عنوان یک جزء پیام رسان کلیدی در فعال‌سازی پاسخ‌های اختصاصی دفاعی گیاه شناخته می‌شود (Yu *et al.*, ٢٠٠١). این ماده دارای اثرات متنوع فیزیولوژیکی در رشد و نمو گیاهان نیز می‌باشد (Malamy and Klessig, ١٩٩٢). بر طبق نظرات راسکین (Raskin, ١٩٩٢) سالسیلیک اسید باید در زمره تنظیم کننده‌های رشد گیاهی دسته‌بندی شود (Raskin, ١٩٩٢). ساسیلیک اسید همچنین باعث فعال شدن سیستم مقاومت اکتسابی سیستمیک، سنتز متابولیت‌ها و آنزیم‌های آنتی اکسیدان می‌شود (Eraslan *et al.*, ٢٠٠٨). کنترل سطح آنتی اکسیدان‌ها توسط سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی حاصل می-شود که شامل متابولیت‌هایی چون گلوتاتیون، آسکوربات، آلفاتوکوفرول، هیدروکوئینون‌ها، بتا کاروتن، فلاونوئیدها و آنزیم‌های روبندگی اکسیژن واکنشگر مانند پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز می‌باشد (Vangronsveld and Clijsters, ١٩٩٤). این آنزیم‌ها نقش بسیار مهمی در غیر فعال کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن در سلول گیاهان دارند، بسته به گونه گیاهی و شدت تنش میزان فعالیت آنها در گیاهان تغییر می‌کند (Alscher

et al., ۲۰۰۲). در صورتیکه سمیت‌زدایی از اکسیژن واکنشگر صورت نپذیرد آسیب جدی به کلروفیل‌ها، پروتئین‌ها، لیپیدهای غشایی و اسیدهای هسته‌ای وارد می‌شود (Alscher *et al.*, ۲۰۰۲). کلروپلاست و میتوکندری سلول‌های گیاهی از مهمترین تولیدکنندگان گونه‌های فعال اکسیژن هستند. الکترون‌های نشت کرده از زنجیره انتقال الکترون می-توانند با اکسیژن مولکولی حاصل از متابولسیم طبیعی گیاه، ترکیب شده و تولید گونه‌های فعال اکسیژن مثل سوپر اکسید، پراکسید هیدروژن و رادیکال هیدروکسیل کند. این گونه‌های اکسیژن سمی و بسیار واکنش‌پذیرند و در غیاب مکانیسم-های حفاظتی می‌توانند متابولیسم طبیعی سلول را به میزان زیادی مختل کنند (Foyer and Halliwell, ۱۹۷٦; Smirnoff, ۱۹۹۳). با توجه به اهمیت دارویی و غذایی گیاه گشنیز، بررسی واکنش این گیاه به سطوح مختلف سالسیلیک اسید دارای اهمیت است. بنابراین، جهت درک بهتر تأثیر سالسیلیک اسید به عنوان ترکیبی که موجب بهبود فعالیت‌های متابولیکی گیاه می‌شود، مکانیسم‌های دفاعی و برخی صفات فیزیولوژیک دیگر گیاه گشنیز مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش بذرهای گشنیز در سال ۱۳۹۲ از مرکز تحقیقات کشاورزی زابل تهیه و در گلدان‌ها در خاک تقریباً سبک از مخلوط مساوی ماسه الک شده، رس، گیاخاک و کود حیوانی کشت شد. پس از کشت، گلدان ها به گلخانه منتقل شدند و در شرایط یکسان در دمای روزانه ۲۵ تا ۳۰ و شبانه ۱۸ تا ۲۰ درجه سلسیوس تا انتهای مرحله

گلدهی رشد کردند. گلدانها روزانه آبیاری شدند و هفته ای ۲ بار به آنها مقدار ۵۰ میلی لیتر محلول غذایی هوگلند داده شد.

برای تهیه محلول سالسیلیک اسید، پودر سالسیلیک اسید در ml ۵۰۰ آب دو بار تقطیر با غلظت ده برابر نسبت به بیشترین غلظت مورد نظر با آب مقطر رقیق سازی شد. اعمال محلول سالسیلیک اسید در مرحله پیش گلدهی با غلظت-های۰، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار به صورت محلول‌پاشی روی سطح برگ و در طی سه مرحله انجام شد. سپس اندام‌های هوایی گیاه در پس از تیمار سالسیلیک اسید به منظور مطالعات بعدی، برداشت شدند. به این منظور بخش هوایی گیاهان از خاک جدا گردید و برای بررسی فعالیت آنزیم‌ها و دیگر شاخص‌های فیزیولوژیک در دمای ۸۰- درجه سلسیوس نگهداری شدند.

برای اندازه‌گیری آنزیم‌ها، ۰/۲ گرم از بافت سبز برگ برداشت و با ٤ سی سی بافرپتاسیم فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار (PH=۷) و محلول ۰/۱mM EDTA در هاون سرد کاملاً ساییده، به صورت همگن در آورده شدند. مخلوط همگن از کاغذ صافی عبور و به مدت ۱۵ دقیقه با دور ١٦٠٠٠ سانتریفیوژ شدند. سپس فاز بالایی به عنوان عصاره پروتئینی برای سنجش فعالیت آنزیمی استفاده شد. همه این عملیات‌ها در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد انجام گرفت. در نهایت برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD) با استفاده از روش Fielding و Hall (۱۹۷۸) صورت گرفت، آنزیم پلی فنل اکسیداز (PPO) بر اساس روش Rymond و همکاران (۱۹۹۳) انجام شد و آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX) از روش Urbanek و همکاران (۱۹۹۱) استفاده شد.

برای اندازه‌گیری رنگیزه‌های کلروفیلa و b و کارتنوئیدها از روش Lichtenthaler استفاده شد. بدین ترتیب که ۰/۰۳ گرم برگ تر گیاه وزن و سپس به تدریج با استون ۸۰ درصد سائیده شد. عمل استخراج تا حصول یک محلول بی‌رنگ ادامه یافت. سپس حجم محلول با استون به ml ۲۵ رسید. پس از سانتریفیوژ در ٤۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه، جذب نوری در طول موج های ٦٤٥، ٦٦٣ نانومتر بوسیله اسپکتروفتومتر اندازه گیری (Lichtenthaler *et al.*, ۱۹۸۷).

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم افزار آماری SAS استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت و برای رسم نمودارها از نرم افزار Excel استفاده شد.

نتایج

تأثیر سالسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان اندام هوایی

بررسی نتایج حاصل از آنالیز واریانس فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD) اندام هوایی تحت تأثیر سالسیلیک اسید نشان داد که با افزایش غلظت سالسیلیک اسید از صفر (نمونه شاهد) تا ۲ میلی مولار میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD) از یک روند افزایشی پیروی می‌کند. به طوری که غلظت‌های مختلف (۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار) سالسیلیک اسید نسبت به شاهد در سطح احتمال پنج درصد باعث افزایش معنی‌داری میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD) شد (شکل ۱a).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مشاهدات مربوط به میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX) نشان داد، سالسیلیک اسید باعث افزایش معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد شده‌است (جدول ۱). بررسی میزان فعالیت آنزیم گایاکول

پراکسیداز (GPX) اندام هوایی تحت تأثیر سالسیلیک اسید نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX) در غلظت ۲ میلی مولار سالسیلیک اسید بوده که نسبت به غلظت صفر (شاهد) باعث افزایش معنی‌داری میزان فعالیت این آنزیم گردیده‌است (شکل 1b).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که سالسیلیک اسید تاثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (PPO) اندام هوایی داشت (جدول۱). نتایج حاصل از میزان فعالیت پلی فنل اکسیداز (PPO) اندام هوایی تحت تأثیر سالسیلیک اسید نشان داد سالسیلیک اسید نسبت به شاهد باعث افزایش معنی‌داری میزان فعالیت پلی فنل اکسیداز (PPO) در سطح احتمال پنج درصد گردید به طوری که غلظت‌های مختلف (۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار) سالسیلیک اسید نسبت به باعث افزایش میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (PPO) شد (شکل 1c).

در شرایط عادی رشد، بسیاری از فرآیندهای متابولیکی در گیاهان باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند اما گیاهان مکانیسم‌های آنتی اکسیدانی کارآمدی برای از بین بردن گونه‌های فعال اکسیژن دارند (Iturbe-ormaetxe *et al.*, ۱۹۹۸). تحت شرایط تنش این تعادل به هم خورده و مقدار گونه‌های فعال اکسیژن افزایش می‌یابند. حضور این گونه‌های فعال برای گیاه مضر بوده و موجب آسیب به ساختارهای سلولی مثل غشاء، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک می‌شوند (Laspina *et al.*, ۲۰۰۵). بر اساس نظر مکرسی و لیشم (Mckersie and Leshem, ۱۹۹٤) آنزیم‌های آنتی اکسیدان در پراکسیزوم، سیتوزول و میتوکندری وجود دارند و سبب تبدیل

H_2O_2به H_2O و O_2 می‌شود. گیاهان می‌توانند از طریق القاء آنزیم‌های دفاعی آنتی‌اکسیدان (که حفاظت علیه آسیب‌ها را فراهم می‌کنند)، به طیف وسیعی از تنش‌ها (مانند دما، خشکی، شوری، ازن، ماوراء بنفش و حمله پاتوژن‌ها) پاسخ دهند (Shabani and Ehsanpour, ۲۰۰۹). از طرفی استفاده از سالسیلیک اسید باعث گسترش سیستم ریشه‌ای و حفظ سلامت آن و جذب بیشتر آب و مواد غذایی شده که در نهایت منجر به تولید بیشتر برگ و سطح آن می‌شود. نتایج تحقیقی نشان داد که سالسیلیک اسید با افزایش فعالیت آنزیم رابیسکو سبب بهبود فتوسنتز و افزایش سطح برگ می‌گردد (Gutierrez-Coronado *et al.*, ۱۹۹۸). در تحقیقی گزارش شد که پاشش برگی سالسیلیک اسید سبب افزایش قابل توجهی در قند، پروتئین و روغن در دانه‌های ذرت شد (Abdel-Wahed *et al.*, ۲۰۰٦). قسمت اعظم شواهد علمی پیشنهاد می‌کند که این ماده نقش کلیدی در ایجاد مقاومت و سازگاری و دفاعی دارد (Yalpani and Raskin, ۱۹۹۳) و قادر است توان آنتی اکسیدانی گیاه را افزایش دهد (Szepesi *et al.*, ۲۰۰۵). تحقیق حاضر نشان داد در گیاه گشنیز تحت تیمار با سالسیلیک اسید میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان پراکسیداز(POD) و گایاکول پراکسیداز (GPX) و پلی فنل اکسیداز (PPO) افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. در واقع تصور می‌شود همکاری آنزیم های حفاظتی مانند پراکسیداز (POD) و گایاکول پراکسیداز (GPX) و پلی فنل اکسیداز(PPO) توانست اکسیژن واکنشگر را حذف کند و باعث بالانس هموستاتیک بین تولید و حذف اکسیژن واکنشگر (ROS) گردد و مقدار رادیکال های آزاد را کاهش دهد، در واقع هر سه آنزیم آنتی اکسیدان با هم فعال شده و سبب کاهش اثرات سوء تنش اکسیداتیو می شوند. در پژوهشی بر روی دو گیاه لوبیا و گوجه‌فرنگی مشاهده شد که کاربرد خارجی

سالسیلیک اسید فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان از جمله سوپر اکسید دیسموتاز و پراکسیداز را افزایش داد (Senaratna *et al.*, ۲۰۰۰). در تحقیق مشابه افزایش فعالیت این دو آنزیم تحت تنش سرما در گیاه ذرت گزارش شده‌است (Janda *et al.*, ۱۹۹۹). در یک مطالعه روی گیاه نخود، کاربرد خارجی سالسیلیک اسید موجب افزایش فعالیت پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز شد (Chakraborty and Tongdem, ۲۰۰۵). گزارش‌ها مؤید آن است که اسید سالسیلیک از طریق تجمع موقتی ABA، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان را کنترل می‌کند (Hayat and Ahmad, ۲۰۰۷).

تأثیر سالسیلیک اسید بر میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید

نتایج حاصل از آنالیز واریانس کلروفیل a، b و کارتنوئید تحت تاثیر اسید سالسیلیک نشان داد، که اسید سالسیلیک اثر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد داشت (جدول ۱). نتایج حاصل از مقایسه میانگین میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید اندام هوایی تحت تأثیر اسید سالسیلیک نشان داد میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئید در غلظت‌های مختلف (۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار) اسید سالسیلیک نسبت به شاهد باعث افزایش در میزان کلروفیل a، b و کارونوئید شدند (شکل ۲a، ۲b و ۲c).

محتوی کلروفیل در گیاهان زنده یکی از فاکتورهای مهم حفظ ظرفیت فتوسنتزی است (Jiang and Huang, ۲۰۰۱). مقاله در این بررسی میزان رنگیزه‌های کلروفیلی و کارتنوئید تحت تأثیر سالسیلیک اسید نسبت به شاهد افزایش معنی داری یافت. گزارش شده‌است کاربرد سالیسیلیک اسید به قسمت‌های برگی گیاه کلزا (***Brassica napus***) میزان

کلروفیل را افزایش داد (Ghani *et al.*, ۲۰۰۲). همچنین گزارش شد که تیمار بذور لوبیا چشم بلبلی با ساسیلیک اسید موجب افزایش محتوای کلروفیل می‌شود (Pak Mehr, ۲۰۰۹). کاربرد سالسیلیک اسید به قسمت‌های برگی گیاه کلزا میزان کلروفیل را افزایش داد (Ghani *et al.*, ۲۰۰۲). نتایج نشان داد، سالسیلیک اسید باعث تاخیر در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود. بنابراین به علت تعدیل در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و احتمالا حفظ ساختار و فعالیت روبیسکو باعث افزایش مقدار قندها می‌شود (Khodary, ۲۰۰۰).

نتیجه‌گیری کلی

سالیسیلیک اسید یک هورمون گیاهی است که در غلظت‌های مختلف اثرات متفاوتی را نشان می‌دهد. به طور کلی نتایج این آزمایش تاثیر سالیسیلیک اسید بر برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه گشنیز را مورد بررسی قرار داد. نتایج حاکی از معنی‌دار شدن گیاه گشنیز در اثر غلظت‌های مختلف سالیسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان، کلروفیل a، bو کارتنوئید بود. بر اساس نتایج حاصل به نظر می‌رسد که استفاده از سالیسیلیک اسید با غلظت-های مناسب (۱/۵ تا ۲ میلی‌مولار) از طریق افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدان و با افزایش برخی ترکیبات شیمیایی می-تواند به عنوان ترکیبی کارآمد از طریق القای سیستم دفاعی باعث بهبود بخشیدن بیوسنتز متابولیت‌های ثانویه و بهبود روند رشد در بسیاری از گیاهان دارویی استفاده کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از زحمات و همکاری صمیمانه آقای محسن نادری و پژوهشکده زیست فناوری کشاورزی دانشگاه زابل تقدیر و تشکر می‌گردد.

منابع

امیدبیگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. طراحان نشر. جلد اول.۲۸۳ ص.

امیدبیگی، ر. ١٣٧٤. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارت فکر روز. جلد اول.۱۸۳ ص.

زرگری، ع. ١٣٦٩. گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات دانشگاه تهران.۹۲۳ ص.

عزتی، پ. ۱۳۸۱. بررسی تاثیر تراکم بر عملکرد و ماده موثره بادرنجبویه. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد واحد ورامین، ۱۲۰ ص.

Abdel-Wahed, M.S.A. Amin, A.A. Rashed, M. ٢٠٠٦. Physiological effect of some chemical constituents of yellow maize plants. World Journal of Agriculture Science. ٢: ١٤٩-١٥٥.

Agata, I. Kusakabe, H. Hatano, T. and Nishi be, O.T. ١٩٩٣. Melitric acids A and B, new trimeri c caffei c acid derivatives from *Melissa officinalis*. Chemical and Pharmaceutical Bulletin. ٤١: ١٦٠٨-١٦١١.

Alscher, R. G. Erturk, N. and Heath, L. S. ٢٠٠٢. Role of superoxide dismutase (SOD) in controlling oxidative stress in plants. Journal of Experimental Botany. ٥٣: ١٣٣١-١٣٤١.

Bennett, C. ۲۰۰۳. Plant extract improves cognitive function in Alzheimer' s disease. Health-News. Co. UK. ۱۷۲.PP.

Chakraborty, U. Tongden, C. ۲۰۰۵. Evaluation of heat acclimation and salicylic acid treatments as potent inducers of thermotolerance in *Cicerarietinum* L. Current Science. ۸۹: ۳۸٤-۳۸۹.

Eraslan, F. Inal, A. David, J. and Gunes, A. ۲۰۰۸. Interactive effects of salicylic acid and silicon on oxidative damage and antioxidant activity in spinach (Spinaciaoleracea L.cv . Matado) grown under boron toxicity and salinity. Plant Growth Regulation. ۵۵: ۲۰۷-۲۱۹.

Fielding, J. L. Hall, J. ۱۹۷۸. A biochemical and cytochemical study of peroxidase activity in root of pisum sativam. Journal of Experimental Botany. ۲۹:۹۸۱-۹۸۹.

Foyer, C.H. and Halliwell, B. ۱۹۷٦. The presence of glutathione and glutathione reductasein chloroplast: a proposed role in ascorbic acid metabolism. Planta. ۱۳۳: ۲۱-۲۵.

Ghani, N. Setia, R. C. Setia, N. ۲۰۰۲. Effects of paclobutrazol and salicylic acid on chlorophyll content, hill activity and yield components in *Brassica napus* L. (cv. GSL ۱). Phytomorphology. ۵۲, ۸۳-۸۷.

Guo, Z.Y. Xing, R. E. Liu,S. Yu, H.H. Wang, P. B. Li, C. P. and Li, P.C. ٢٠٠٥. The synthesis and antioxidant activity of the Schiff bases of chitosan and carboxy methyl chitosan.Bioorg. Med. Chemictry. ١٥:٤،٦٠٠-٤،٦٠٣.

Gutierrez-Coronado, M. Trejo, C.L. Larque-Saavedra, A. ١٩٩٨. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol٠gy Biochemistry. ٣٦: ٥٦٣-٥٦٥.

Hayat, S. Ahmad, A. ٢٠٠٧. Salicylic Acid: A Plant Hormone. Springer. ٩٧-٩٩.

Iturbe-ormaetxe, I. Escuredo, P.R. Arrese-Igor, C. and Becana, M. ١٩٩٨. Oxidative damage in pea plant exposed to water deficit or paraquat. Journal of Plant Physiology. ١١٦: ١٧٣-١٨١.

Janda, T. Szalai, G. Tari, I. Paldi, E. ١٩٩٩. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effect of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. Planta. ٢٠٨: ١٧٥-١٨٠

Jiang, Y. and Huang, N. ٢٠٠١. Drought and heat stress injury to two cool -season turfgrasses in relati on to antioxidant metabolism and lipid peroxidati on. Crop science. ٤١: ٤٣٦-٤٤٢.

Khodary, S. E. A. ٢٠٠٤. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed Maizeplant. International Journal of Biology. ٦: ٥-٨.

Laspina, N.V. Groppa, M.D. Tomaro, M.L. and Benavides, M.P. ٢٠٠٥. Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress. Plant Science. ١٦٩: ٣٢٣-٣٣٠.

Malamy. J. Klessig, D.F. ١٩٩٢. Salicylic acid and plant disease resistance. J of Plant. ٢. ٦٤٥-٦٥٤.

Mckersie, D.B. and Leshem, Y. ١٩٩٤. Stress and Coping in Cultivated Plants. Kluwer Acad. Pub, London.

Mikolajewicz, M. and Filoda, G. ١٩٩٨. Septoria Melissa Desm Control on common bahu (*Melissa officinalis* L.) Herba, Poloinca. ٤٤: ١٧٢-١٧٤

Munn,S. Alegre, L. ٢٠٠٠. The significance of beta carotene, alpha, tocopherol and the xanthophyll cycle in droughted *Melissa officinalis* plant. Journal of plant physiology. ٢٧:١٣٩-١٤٦.

Noreen, Z. Ashraf, M.Akram, N. A. ٢٠١٠. Salt-induced regulation of some key antioxidant enzymes and physiobiochemical phenomena in five diveres cultivars of turnip (*Brassica rapa* L.). Journal of Agronomy and Crop Science. ١٩٦: ٢٧٣-٢٨٥.

Pak Mehr, A. ٢٠٠٩. Priming effect of salicylic acid on some morphological and physiological properties of cowpea under water stress. MSc thesis, Faculty of Agriculture, Zanjan University. [In Persian with English Summery].

Raskin, I. ١٩٩٢. Role of salicylic acid in plants.Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molcular Biology. ٤٣: ٤٣٩-٤٦٣.

Raymond, M. Poulin, E. Boirox, V. Dupont, E. and Pasteur, N. ١٩٩٣. Stability of insecticide resistance due to amplification of esterase genes in Cluexpipiens. Heredity. ٧٠: ٣٠١-٣٠٧.

Schulz, H. Jobert, M. Hubner, W. ١٩٩٨. The quantitative EEG as a screening instrument to identify sedative effects of singl e doses of Plant extracts in comparison with diazepam. Phytomedicine. ٥: ٤٤٩-٤٥٨.

Senaratna, T. Touchell, D. Bunn, E. Dixon, K. ٢٠٠٠. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. Plant Growth Reg. ٣٠: ١٥٧-١٦١.

Shabani, L. Ehsanpour, A.A. ۲۰۰۹. Induction of antioxidant enzymes, phenolic and flavonoid compounds in in vitro culture of licorice (*Glycyrrhizaglabra* L.) using methyl jasmonate and salicylic acid. Iranian Journal of Biology. ۲۲: ٦٩١-٧٠٣. [In Persian with English Summery].

Smirnoff, N. ١٩٩٣. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. New Phytology. ١٢٥: ٢٧-٥٨.

Szepesi, A. Csiszar, I. Bajkan, S. Gemes, K. Horvath, F. Laszlo, E. Deer, A.K. Simon, M.L. Tari, I. ٢٠٠٥. Role of salicylic acid pretreatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress. Acta Biol. Szegediensis. ٤٩: ١٢٣-١٢٥.

Urbanek, H. Kuzniak-Gebarowska, E. and Herka, K. ١٩٩١. Elicition of defense responses in bean leaves by Botrytis cinerea poly glacturonase. Journal of Physiology Plant. ١٣: ٤٣-٥٠.

Vangronsveld, J. and Clijsters, H. ١٩٩٤. Toxic effects of metals. In: Plants and the Chemical Elements: Biochemistry, Uptake, Tolerance and Toxicity. Edited by M.E. Farago, Wienheim.

Wake, G. Court, J. Pickering, A. Lewis, R. Wilkins, R. and Perry, E. ٢٠٠٠. CNS acetylcholine receptor activity in European medicinal Plant straditionally used to improve failing memory. Journal of Ethno pharmacology. ٦٩: ١٠٥-١١٤.

Weizman, Z. Alkrisnawi , S. and Golldfarb, D. Bitran, C. ١٩٩٣. Efficiency of herbal tea preparation in infantile colic. Journal of Pediatrics. ١٢٢: ٦٥٠-٦٥٢.

Werker, E.Putievsky, E. Ravid, U. Dudai, N. and Katzir, I. ١٩٩٣. Glandular h and essential oil in developing leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). Journal of Annual Botany. ٧١: ٤٣–٥٠.

Yalpani, N. Raskin, I. ١٩٩٣. Salicylic acid: A systemic signal in plant disease resistance. Trend Microbiol. ١, ٨٨-٩٢.

Yanishlieva, N. and Marinova, E. ١٩٩٨. Activity and mechanism of action of antioxidants in lipids. Recent Research Developments in oil. Chemistry. ٢: ١-١٤.

Yu, L.J. Lan, W.Z. Qin, W.M. Xu, H.B. ٢٠٠١. Effects of salicylic acid on fungal elicitor induced membrane-lipid peroxidation and taxol production in cell suspension cultures of Taxuschinensis. Process. Biochem. ٣٧: ٤٧٧-٨٢.

Salehe Naderi[1*], Hamideh Khajeh[2] and Hassan Ahmadi[3]

١. Ph. D student, Department of Plant Breeding, University of Zabol, Iran

٢. The member of young researchers club, sport department, Islamic Azad University of Zabol, Iran

٣. master of Biocentre, University of Zabol, Iran

*Corresponding author, Email: Salehe.naderi@ gmail.com

Tel:٠٩١٥١٩٦٣٨٢٩

Abstract

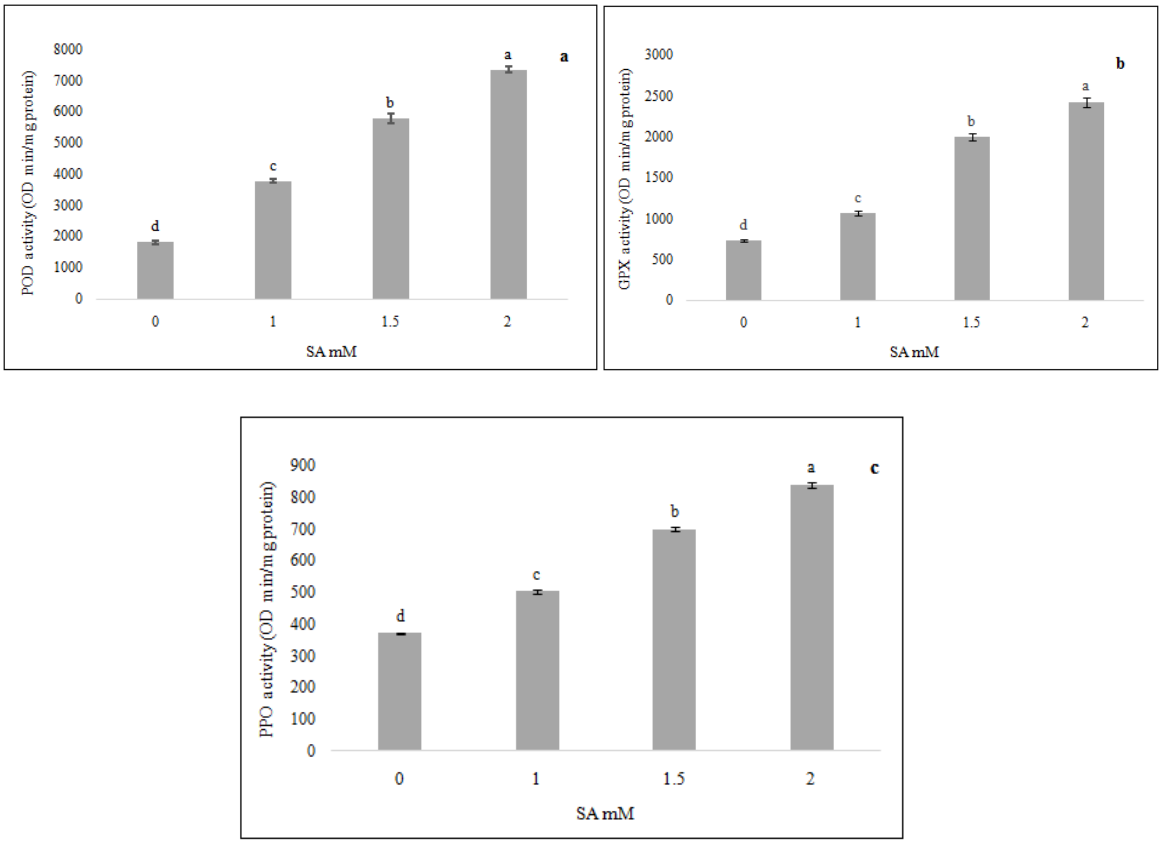
In order to study the effect of salicylic acid on antioxidant enzymes activity such as peroxidase (POD), gayacol peroxidase (GPX) and poly phenol oxidase (PPO), chlorophyll a, b and carotenoid in Coriander, this study was done as completely randomized whit three replication in Biocenter of Zabol University, ٢٠١٤. salicylic acid was in four level (٠, ١, ١,٥ and ٢ mM). In comparison with control, the result showed antioxidant enzymes activity such as peroxidase (POD), gayacol peroxidase (GPX) and poly phenol oxidase (PPO), chlorophyll a, b and carotenoid increased ٧٢,٩٦, ٩٠,٢٢, ٩١,٧٠, ٧٥,٣٤, ٨٥,٣٤ and ٨١,١٢ percent with control in ٢ mM. It seems that in concentration higher than ١ mM salicylic acid, with producing antioxidants and increasing photosynthesis pigments, improved partially growth in Coriander at experimental condition.

Keyword: antioxidant enzymes, photosynthesis pigments and salicylic acid

جدول ١: تجزیه واریانس تاثیرسالسیلیک اسید بر صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه گشنیز.

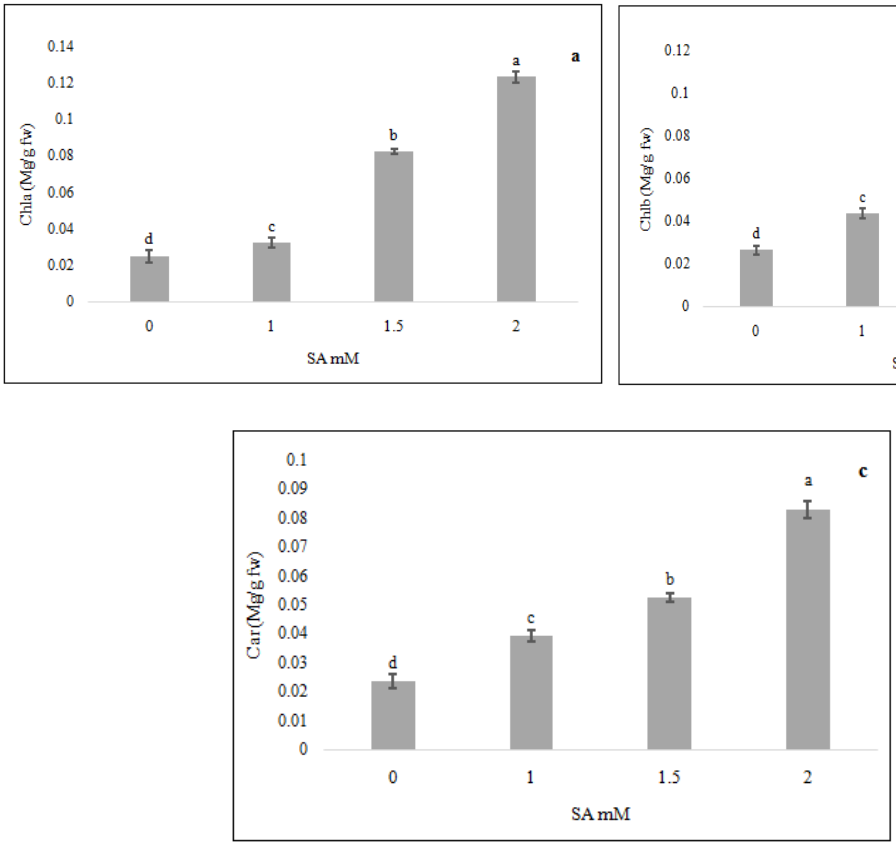
منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		پراکسیداز	گایاکول پراکسیداز	پلی فنل اکسیداز	کلروفیل a	کلروفیل b	کاروتنوئید
تیمار	٣	١٧٣/٦٦**	١٨٦/٧٥٨**	١٢٩٣/٠٥ **	٠/٠٠٦**	٠/٠٠٣**	٠/٠٠١٩**
خطا	٨	٤٦٧٦/٧٠	٦٧٥/٠٠٦	٢/٦١	٠/٠٠٠٦	٠/٠٠٠٨	٠/٠٠١
ضریب تغییرات		٥/٠٣	٤/٨٤	٥/١٨	٥/٤٣	٤/٥٣	٤/٩٣

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ٥ و ١ درصد و ns، غیر معنی



شکل ١- میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان پ اندام هوایی تحت تیمار سالسیلیک اسید. حروف یکسان بیانگر عدم

معنی‌داری می‌باشد.



شکل ۲- میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید اندام هوایی تحت تیمار سالسیلیک اسید. حروف یکسان بیانگر عدم معنی-

داری می‌باشد.