

تأثیر سالیسیلیک اسید بر برخی خصوصیات فیزیولوژیکی گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum L.*)

صالحه نادری^{۱*} حمیده خواجه^۲ و حسن احمدی^۳

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

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف سالیسیلیک 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 سالیسیلیک 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 ۷۲/۹۶، ۹۰/۲۲، ۹۱/۷۰، ۷۵/۳۴، ۸۵/۳۴ و ۸۱/۱۲ درصد افزایش معنی داری نشان داد. به نظر می‌رسد سالیسیلیک 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 سالیسیلیک اسید

مقدمه

گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) گیاهی است یک‌ساله به ارتفاع ۶۰ تا ۱۰۰ سانتیمتر و با طول دوره رشد ۱۰۰ تا ۱۲۰ روز و گرما دوست است که در انواع خاک‌ها می‌روید. از این گیاه به عنوان هضم کننده غذا، ضد نفخ، اشتها آور، برطرف کننده دردهای عضلانی و آرامش بخش نیز استفاده می‌شود. سالیسیلیک 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.*, ۲۰۱۰). سالیسیلیک اسید به عنوان یک جزء پیام رسان کلیدی در فعال‌سازی پاسخ‌های اختصاصی دفاعی گیاه شناخته می‌شود (Yu *et al.*, ۲۰۰۱). این ماده دارای اثرات متنوع فیزیولوژیکی در رشد و نمو گیاهان نیز می‌باشد (Malamy and Klessig, ۱۹۹۲). بر طبق نظرات راسکین (Raskin, ۱۹۹۲) سالیسیلیک اسید باید در زمره تنظیم کننده‌های رشد گیاهی دسته‌بندی شود (Raskin, ۱۹۹۲). سالیسیلیک اسید همچنین باعث فعال شدن سیستم مقاومت اکتسابی سیستمیک، سنتز متابولیت‌ها و آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان می‌شود (Eraslan *et al.*, ۲۰۰۸). کنترل سطح آنتی‌اکسیدان‌ها توسط سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی حاصل می‌شود که شامل متابولیت‌هایی چون گلوکوتایون، آسکوربات، آلفاتوکوفرول، هیدروکوئینون‌ها، بتا کاروتن، فلاونوئیدها و آنزیم‌های روبندگی اکسیژن واکنشگر مانند پراکسیداز، گایاکول پراکسیداز و پلی فنل اکسیداز می‌باشد (Vangronsveld and Clijsters, ۱۹۹۴). 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 متابولیسم 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, ۱۹۷۶;)

(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 بذره‌های 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، گلدان‌ها 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 هوگلدن داده

شد.

برای تهیه محلول سالیسیلیک اسید، پودر سالیسیلیک اسید در ۵۰۰ ml آب دو بار تقطیر با غلظت ده برابر نسبت به بیشترین غلظت مورد نظر با آب مقطر رقیق سازی شد. اعمال محلول سالیسیلیک اسید در مرحله پیش گلدهی با غلظت-های ۰، ۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار به صورت محلول پاشی روی سطح برگ و در طی سه مرحله انجام شد. سپس اندام‌های هوایی گیاه در پس از تیمار سالیسیلیک 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 ۴ سی سی بافر پتاسیم فسفات ۱۰۰ میلی مولار (PH=۷) و محلول EDTA ۰/۱mM در هاون سرد کاملاً ساییده، به صورت همگن در آورده شدند. مخلوط همگن از کاغذ صافی عبور و به مدت ۱۵ دقیقه با دور ۱۶۰۰۰ سانتریفیوژ شدند. سپس فاز بالایی به عنوان عصاره پروتئینی برای سنجش فعالیت آنزیمی استفاده شد. همه این عملیات‌ها در دمای ۴ 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 کلروفیل a 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 ۲۵ ml رسید. پس از سانتریفیوژ در ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ده دقیقه،

جذب نوری در طول موج های ۶۴۵، ۶۶۳ 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 سالیسیلیک اسید بر میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان اندام هوایی

بررسی نتایج حاصل از آنالیز واریانس فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD) اندام هوایی تحت تأثیر سالیسیلیک اسید نشان داد که با افزایش غلظت سالیسیلیک 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) سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد در سطح احتمال پنج درصد باعث افزایش معنی داری میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD) شد (شکل ۱a).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس مشاهدات مربوط به میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX) نشان داد، سالیسیلیک اسید باعث افزایش معنی داری در سطح احتمال پنج درصد شده است (جدول ۱). بررسی میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX) اندام هوایی تحت تأثیر سالیسیلیک اسید نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز (GPX) در غلظت ۲ میلی مولار سالیسیلیک اسید بوده که نسبت به غلظت صفر (شاهد) باعث افزایش معنی داری میزان فعالیت این آنزیم گردیده است (شکل ۱b).

نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان داد که سالیسیلیک اسید تاثیر معنی داری بر میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز

(PPO) اندام هوایی داشت (جدول ۱). نتایج حاصل از میزان فعالیت پلی فنل اکسیداز (PPO) اندام هوایی تحت

تأثیر سالیسیلیک اسید نشان داد سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد باعث افزایش معنی داری میزان فعالیت پلی فنل

اکسیداز (PPO) در سطح احتمال پنج درصد گردید به طوری که غلظت‌های مختلف (۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار)

سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد افزایش میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (PPO) شد (شکل ۱c).

در شرایط عادی رشد، بسیاری از فرآیندهای متابولیسمی در گیاهان باعث تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شوند

اما گیاهان مکانیسم‌های آنتی اکسیدانی کارآمدی برای از بین بردن گونه‌های فعال اکسیژن دارند (Iturbe-

ormatxe 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, ۱۹۹۴) آنزیم‌های آنتی اکسیدان در پراکسیزوم، سیتوزول و میتوکندری وجود دارند و سبب تبدیل

H_2O_2 به H_2O و O_2 می‌شود. گیاهان می‌توانند از طریق القاء آنزیم‌های دفاعی آنتی اکسیدان (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 سالیسیلیک 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 سالیسیلیک 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 برگ‌گی سالیسیلیک اسید سبب افزایش قابل توجهی در قند، پروتئین و روغن در دانه‌های ذرت شد (Abdel-Wahed *et al.*, ۲۰۰۶). 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 آنتی‌اکسیدانی گیاه را افزایش دهد (Szepesi *et al.*, ۲۰۰۵). تحقیق حاضر نشان داد در گیاه گشنیز تحت تیمار با سالیسیلیک اسید میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پراکسیداز (POD) و گایاکول پراکسیداز (GPX) و پلی‌فنل اکسیداز (PPO) افزایش معنی‌داری نسبت به شاهد داشت. در واقع تصور می‌شود همکاری آنزیم‌های حفاظتی مانند پراکسیداز (POD) و گایاکول پراکسیداز (GPX) و پلی‌فنل اکسیداز (PPO) توانست اکسیژن واکنشگر را حذف کند و باعث بالانس هموستاتیک بین تولید و حذف اکسیژن واکنشگر (ROS) گردد و مقدار رادیکال‌های آزاد را کاهش دهد، در واقع هر سه آنزیم آنتی‌اکسیدان با هم فعال شده و سبب کاهش اثرات سوء تنش اکسیداتیو می‌شوند. در پژوهشی بر روی دو گیاه لوبیا و گوجه‌فرنگی مشاهده شد که کاربرد خارجی سالیسیلیک اسید فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان 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 سالیسیلیک اسید موجب افزایش فعالیت پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز شد (Chakraborty and Tongdem, ۲۰۰۵). گزارش‌ها مؤید آن است

که اسید سالیسیلیک از طریق تجمع موقتی ABA، فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان را کنترل می‌کند (Hayat and Ahmad, ۲۰۰۷).

تأثیر سالیسیلیک اسید بر میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید

نتایج حاصل از آنالیز واریانس کلروفیل a، b و کارتنوئید تحت تاثیر اسید سالیسیلیک نشان داد، که اسید سالیسیلیک 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 سالیسیلیک نشان داد میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید در غلظت‌های مختلف (۱، ۱/۵ و ۲ میلی مولار) اسید سالیسیلیک نسبت به شاهد باعث افزایش در میزان کلروفیل a، b و کارتنوئید 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 سالیسیلیک اسید نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری یافت. گزارش شده‌است کاربرد سالیسیلیک اسید به قسمت‌های برگ گیاه کلزا (*Brassica napus*) میزان کلروفیل را افزایش داد (Ghani *et al.*, ۲۰۰۲). همچنین گزارش شد که تیمار بذور لوبیا چشم بلبلی با سالیسیلیک اسید موجب افزایش محتوای کلروفیل می‌شود (Pak Mehr, ۲۰۰۹). کاربرد سالیسیلیک اسید به قسمت‌های برگ گیاه کلزا میزان کلروفیل را افزایش داد (Ghani *et al.*, ۲۰۰۲). نتایج نشان داد، سالیسیلیک اسید باعث تاخیر در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود. بنابراین به علت تعدیل در کاهش مقدار رنگیزه‌های فتوسنتزی و احتمالاً حفظ ساختار و فعالیت روبیسکو باعث افزایش مقدار قندها می‌شود (Khodary, ۲۰۰۰).

نتیجه گیری 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، b و کارتنوئید بود. بر اساس نتایج حاصل به نظر می‌رسد که استفاده از سالیسیلیک اسید با غلظت‌های مناسب (۱/۵ تا ۲ میلی‌مولار) از طریق افزایش آنزیم‌های آنتی اکسیدان و با افزایش برخی ترکیبات شیمیایی می‌تواند به عنوان ترکیبی کارآمد از طریق القای سیستم دفاعی باعث بهبود بخشیدن بیوستز 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

- امیدبگی، ر. ۱۳۷۹. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. طراحان نشر. جلد اول. ۲۸۳ ص.
- امیدبگی، ر. ۱۳۷۴. رهیافت‌های تولید و فرآوری گیاهان دارویی. انتشارت فکر روز. جلد اول. ۱۸۳ ص.
- زرگری، ع. ۱۳۶۹. 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. ۲۰۰۶. Physiological effect of some chemical constituents of yellow maize plants. *World Journal of Agriculture Science*. ۲: ۱۴۹-۱۵۵.
- Agata, I. Kusakabe, H. Hatano, T. and Nishi be, O.T. ۱۹۹۳. Melitric acids A and B, new trimeric caffeic acid derivatives from *Melissa officinalis*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. ۴۱: ۱۶۰۸-۱۶۱۱.
- Alscher, R. G. Erturk, N. and Heath, L. S. ۲۰۰۲. Role of superoxide dismutase (SOD) in controlling oxidative stress in plants. *Journal of Experimental Botany*. ۵۳: ۱۳۳۱-۱۳۴۱.
- 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: ۳۸۴-۳۸۹.

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. ۱۹۷۶. 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. ۲۰۰۵. The synthesis and antioxidant activity of the Schiff bases of chitosan and carboxy methyl chitosan.Bioorg. Med. Chemictry. ۱۵:۴۶۰۰-۴۶۰۳.

Gutierrez-Coronado, M. Trejo, C.L. Larque-Saavedra, A. ۱۹۹۸. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiology Biochemistry*. ۳۶: ۵۶۳-۵۶۵.

Hayat, S. Ahmad, A. ۲۰۰۷. *Salicylic Acid: A Plant Hormone*. Springer. ۹۷-۹۹.

Iturbe-ormatxe, I. Escuredo, P.R. Arrese-Igor, C. and Becana, M. ۱۹۹۸. Oxidative damage in pea plant exposed to water deficit or paraquat. *Journal of Plant Physiology*. ۱۱۶: ۱۷۳-۱۸۱.

Janda, T. Szalai, G. Tari, I. Paldi, E. ۱۹۹۹. Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effect of chilling injury in maize (*Zea mays* L.) plants. *Planta*. ۲۰۸: ۱۷۵-۱۸۰.

Jiang, Y. and Huang, N. ۲۰۰۱. Drought and heat stress injury to two cool -season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation. *Crop science*. ۴۱: ۴۳۶-۴۴۲.

Khodary, S. E. A. ۲۰۰۴. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed Maizeplant. *International Journal of Biology*. ۶: ۵-۸.

Laspina, N.V. Groppa, M.D. Tomaro, M.L. and Benavides, M.P. ۲۰۰۵. Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress. *Plant Science*. ۱۶۹: ۳۲۳-۳۳۰.

Malamy, J. Klessig, D.F. ۱۹۹۲. Salicylic acid and plant disease resistance. J of Plant. ۲.

۶۴۵-۶۵۴.

Mckersie, D.B. and Leshem, Y. ۱۹۹۴. Stress and Coping in Cultivated Plants. Kluwer Acad. Pub, London.

Mikolajewicz, M. and Filoda, G. ۱۹۹۸. Septoria Melissa Desm Control on common bahu (*Melissa officinalis* L.) Herba, Poloinca. ۴۴: ۱۷۲-۱۷۴

Munn,S. Alegre, L. ۲۰۰۰. The significance of beta carotene, alpha, tocopherol and the xanthophyll cycle in droughted *Melissa officinalis* plant. Journal of plant physiology. ۲۷:۱۳۹-۱۴۶.

Noreen, Z. Ashraf, M.Akram, N. A. ۲۰۱۰. 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. ۱۹۶: ۲۷۳-۲۸۵.

Pak Mehr, A. ۲۰۰۹. Priming effect of salicylic acid on some morphological and physiological properties of cowpea under water stress. MSc thesis, Faculty of Agriculture, Zanzan University. [In Persian with English Summery].

Raskin, I. ۱۹۹۲. Role of salicylic acid in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Molcular Biology. ۴۳: ۴۳۹-۴۶۳.

Raymond, M. Poulin, E. Boirox, V. Dupont, E. and Pasteur, N. ۱۹۹۳. Stability of insecticide resistance due to amplification of esterase genes in *Cluexpiciens*. *Heredity*. ۷۰:

۳۰۱-۳۰۷.

Schulz, H. Jobert, M. Hubner, W. ۱۹۹۸. The quantitative EEG as a screening instrument to identify sedative effects of single doses of Plant extracts in comparison with diazepam. *Phytomedicine*. ۵: ۴۴۹-۴۵۸.

Senaratna, T. Touchell, D. Bunn, E. Dixon, K. ۲۰۰۰. Acetyl salicylic acid (Aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. *Plant Growth Reg.* ۳۰: ۱۵۷-۱۶۱.

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: ۶۹۱-۷۰۳. [In Persian with English Summery].

Smirnoff, N. ۱۹۹۳. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytology*. ۱۲۵: ۲۷-۵۸.

Szepesi, A. Csiszar, I. Bajkan, S. Gemes, K. Horvath, F. Laszlo, E. Deer, A.K. Simon, M.L. Tari, I. ۲۰۰۵. Role of salicylic acid pretreatment on the acclimation of tomato plants to salt- and osmotic stress. *Acta Biol. Szegediensis*. ۴۹: ۱۲۳-۱۲۵.

Urbanek, H. Kuzniak-Gebarowska, E. and Herka, K. ۱۹۹۱. Elicitation of defense responses in bean leaves by *Botrytis cinerea* poly galacturonase. *Journal of Physiology Plant*. ۱۳: ۴۳-۵۰.

Vangronsveld, J. and Clijsters, H. ۱۹۹۴. 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. ۲۰۰۰. CNS acetylcholine receptor activity in European medicinal Plant traditionally used to improve failing memory. *Journal of Ethno pharmacology*. ۶۹: ۱۰۵-۱۱۴.

Weizman, Z. Alkrisnawi , S. and Golldfarb, D. Bitran, C. ۱۹۹۳. Efficiency of herbal tea preparation in infantile colic. *Journal of Pediatrics*. ۱۲۲: ۶۵۰-۶۵۲.

Werker, E. Putievsky, E. Ravid, U. Dudai, N. and Katzir, I. ۱۹۹۳. Glandular h and essential oil in developing leaves of *Ocimum basilicum* L. (Lamiaceae). *Journal of Annual Botany*. ۷۱: ۴۳-۵۰.

Yalpani, N. Raskin, I. ۱۹۹۳. Salicylic acid: A systemic signal in plant disease resistance.

Trend Microbiol. ۱, ۸۸-۹۲.

Yanishlieva, N. and Marinova, E. ۱۹۹۸. Activity and mechanism of action of antioxidants

in lipids. Recent Research Developments in oil. Chemistry. ۲: ۱-۱۴.

Yu, L.J. Lan, W.Z. Qin, W.M. Xu, H.B. ۲۰۰۱. Effects of salicylic acid on fungal elicitor

induced membrane-lipid peroxidation and taxol production in cell suspension cultures of

Taxus chinensis. Process. Biochem. ۳۷: ۴۷۷-۸۲.

The effect of salicylic acid on some physiological traits of (*Coriandrum sativum* L.)

Salehe Naderi^{*}, Hamideh Khajeh[†] and Hassan Ahmadi[‡]

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

۲. The member of young researchers club, sport department, Islamic Azad

University of Zabol, Iran

۳. master of Biocentre, University of Zabol, Iran

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

Abstract

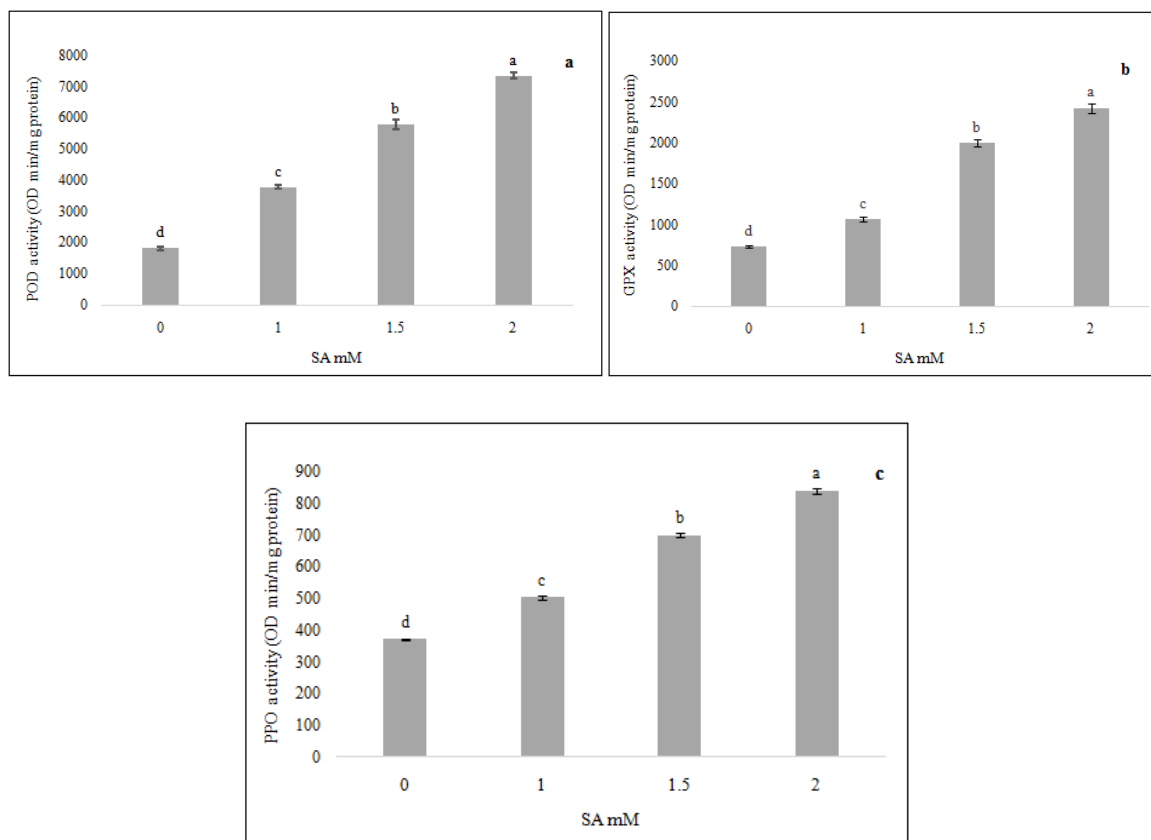
In order to study the effect of salicylic acid on antioxidant enzymes activity such as peroxidase (POD), gayacol peroxidase (GPX) and poly phenol oxidase (PPO), chlorophyll a, b and carotenoid in Coriander, this study was done as completely randomized whit three replication in Biocenter of Zabol University, ۲۰۱۴. salicylic acid was in four level (۰, ۱, ۱,۵ and ۲ 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 ۷۲,۹۶, ۹۰,۲۲, ۹۱,۷۰, ۷۵,۳۴, ۸۵,۳۴ and ۸۱,۱۲ percent with control in ۲ mM. It seems that in concentration higher than ۱ 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 ۱: تجزیه واریانس تاثیر سالیسیلیک اسید بر صفات فیزیولوژیک و بیوشیمیایی گیاه گشنیز.

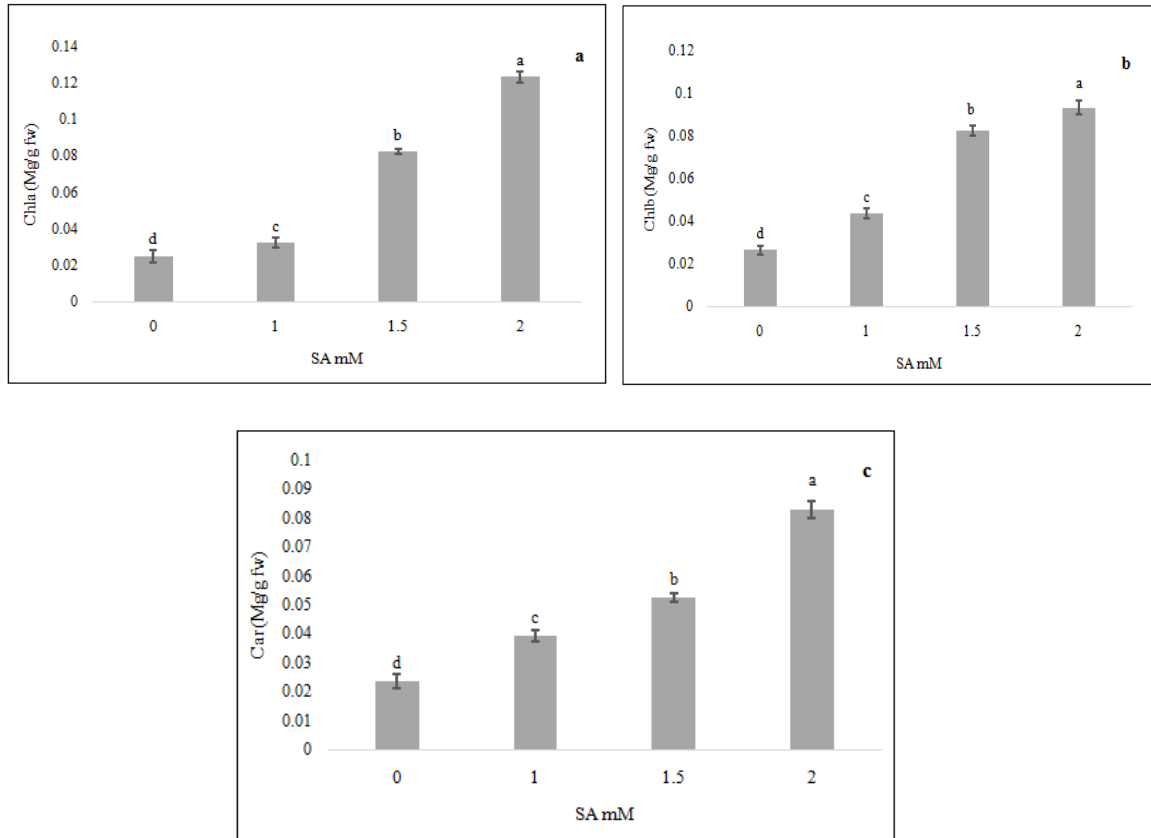
میانگین مربعات							منابع تغییر
کاروتنوئید	کلروفیل b	کلروفیل a	پلی فنل اکسیداز	گیاکول پراکسیداز	پراکسیداز	درجه آزادی	
۰/۰۰۱۹**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۶**	۱۲۹۳/۰۵**	۱۸۶/۷۵۸**	۱۷۳/۶۶**	۳	تیمار
۰/۰۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۶	۲/۶۱	۶۷۵/۰۰۶	۴۶۷۶/۷۰	۸	خطا
۴/۹۳	۴/۵۳	۵/۴۳	۵/۱۸	۴/۸۴	۵/۰۳		ضریب تغییرات

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns غیر معنی



شکل ۱- میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان پ اندام هوایی تحت تیمار سالیسیلیک اسید. حروف یکسان بیانگر عدم

معنی داری می باشد.



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

داری می باشد.