Archive of SID

اثر جاسمونیک‌اسید بر کاهش القاء تنش اکسیداتیو در گیاه تره تیزک (*Lepidium sativum*) تحت تنش مس

الهام اسدی کرم*، زهرا اسرار و بتول کرامت

کرمان، دانشگاه باهنر کرمان، دانشکده علوم، ، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۲/۷/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۴/۱۹

چکیده

متیل‌جاسمونات یک هورمون گیاهی است که به طور وسیع در گیاهان انتشار یافته و نقش مهمی در فعالیت فیزیولوژیکی در گیاهان ایفا می‌کند. مس عنصری ضروری برای گیاه می‌باشد. مقدار زیاد آن باعث ایجاد سمیت در گیاه از طریق ایجاد گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود. در این تحقیق اثر احتمالی تیمارهای مختلف متیل‌جاسمونات بر کاهش تنش اکسیداتیو در گیاه شاهی (*Lepidium sativum*)، تحت سطوح مختلف تنش مس(۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار $CuSo_4$) مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور، پراکسیداسیون لیپیدها، میزان پروتئین و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تنش مس به تنهایی باعث افزایش میزان مالون دآلدئید، پراکسیدهیدروژن و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز (CAT)، آسکوربات-پراکسیداز (APX) و گایاکول‌پراکسیداز (GPX) شد. اما تیمارهای ۵ و ۱۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات سبب بهبود پارامترهای مذکور تحت تنش مس گردید، که نشان‌دهنده کاهش خسارت اکسیداتیو و تأثیر متیل‌جاسمونات در افزایش تحمل گیاه شاهی در شرایط تنش مس می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، گیاه شاهی، متیل‌جاسمونات، مس.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۳۹۲۴۲۲۳۶۴۰ ، پست الکترونیکی: asadikaram_e2007@yahoo.com

مقدمه

مس عنصری کم مصرف اما ضروری برای رشد و نمو همه گیاهان می‌باشد (۳۳)؛ با وجود این، مس می‌تواند در غلظت‌های بالا برای گیاهان و جانوران باعث سمیت شود (۱۶). مس یک فلز واسطه رودکس ضروری است و به علت داشتن حالت‌های مختلف اکسیداسیونی در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیکی شرکت می‌کند. ویژگی‌های ردوکس Cu^{2+} با سمیت ذاتی آن مرتبط می‌باشد. چرخه ردوکس بین Cu^{2+} و Cu^{+} می‌تواند تولید رادیکال‌های هیدروکسیل بسیار سمی را از طریق واکنش فنتون کاتالیز کند. این رادیکال‌ها DNA ، لیپیدها، پروتئین‌ها و سایر مولکول‌های زیستی را تخریب می‌کنند (۴۷). در شرایط نرمال در سلول‌ها، سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدان کارا و کافی در برابر گونه‌های فعال اکسیژن وجود دارد. آنزیم‌های آنتی اکسیدان نقش مهمی را در سازگاری و بقای گیاهان در طی دوره تنش ایفا می‌کنند (۱۴). در شرایط تنش، تشکیل ROS بیشتر از توانایی گیاه برای بر طرف کردن آن است و در نتیجه منجر به صدمات اکسیداتیو در گیاهان می‌شود (۲۴). مدارک زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد مقادیر مس اضافی باعث ایجاد تنش اکسیداتیو در گیاهان می‌شود، به طور مثال در گیاهان ذرت (۵) و برنج (۹) مس باعث ایجاد تنش اکسیداتیو شده است. جاسمونات‌ها یک گروه از تنظیم‌کننده‌های گیاهی هستند که سبب ایجاد پاسخ‌های متفاوتی در گیاهان می‌شوند و در تنش‌های زیستی و غیرزیستی به صورت سریع و گذرا تجمع می‌یابند.

www.SID.ir

Archive of SID

جاسمونیک‌اسید در گیاه باعث افزایش واکنش به تحریکات خارجی مانند زخم، نیروی مکانیکی، حمله پاتوژن و تنش اسمزی می‌شود (۳۴). خانواده شب بو خانواده ای شامل ۳۰۰ جنس و ۱۵۰۰ گونه است. *Lepidium* یکی از جنس-های خانواده شب بو است که شامل چندین گونه است و در آب و هوای گرم رشد می‌کند (۳۹). این خانواده شامل گیاهان دارویی و گیاهانی که به عنوان غذا مصرف می شوند، است. جنس *Lepidium* کاربرد دارویی مهمی در بهبود بیماری‌های آسم، تب، خونریزی، اسهال خونی، ناتوانی جنسی، ذات الریه، دل پیچه، سردرد، گلودرد، نامنظمی قاعدگی، روماتیسم، تومور رحم و سرطان سینه دارد (۲). جاسمونات‌ها (جاسمونیک اسید و متیل استر آن، متیل‌جاسمونات) گروه جدیدی از تنظیم کننده‌های رشد گیاه محسوب می‌شوند که در بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک گیاه شرکت و نقش تدافعی در گیاه ایفا می‌کنند (۱۸). جاسمونات‌ها به طور معمول در برگ‌های جوان، گل ها و میوه‌ها به فراوانی یافت می‌شوند و در پاسخ گیاه به استرس‌های محیطی نقش مهمی ایفا کرده و موجب کاهش خسارتهای ناشی از تنش‌های محیطی در گیاه می‌شوند (۱۱). به طور معمول جاسمونیک‌اسید و متیل‌جاسمونات در مطالعات زیست شناسی مورد استفاده قرار می‌گیرند (۲۰). گزارش شده که کاربرد جاسمونات در غلظت ۰/۱ میکرومولار باعث کاهش صدمات ناشی از سمیت سرب در نوعی عدسک آبی شده است (۳۵). گزارشهای دیگر ازجمله تأثیر متیل‌جاسمونات بر کاهش خسارتهای ناشی از تنش کم آبی در ذرت (۲۵) و همچنین اثر بر سازگاری گیاه جو به تنش شوری (۴۴) بیانگر کارآیی ترکیب فوق در زمینه کاهش خسارتهای ناشی از تنش‌های محیطی در گیاهان می‌باشد. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر احتمالی متیل‌جاسمونات در کاهش تنش اکسیداتیو ایجاد شده توسط فلز سنگین مس در گیاه شاهی(*Lepidium sativum*) انجام شده است.

مواد و روشها

بذرها از مرکز تحقیقات کشاورزی کرج تهیه شد. بذرهای یکسان با سدیم هیپوکلریت ۰/۵ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی شده و سپس دو بار با آب مقطرشستشه شدند. برای کشت گیاه، از گلدان‌های پلاستیکی با قطر ۱۲ سانتیمتر حاوی پرلیت استفاده شد. سپس بذرهای خیس خورده به گلدانها منتقل شدند. برای هر تیمار ۳ گلدان به عنوان ۳ تکرار در نظر گرفته شد. در هر گلدان دو بذر به عنوان دو نمونه کاشته شد. گلدانها پس از کشت در گلخانه، در شرایط نوری (۱۶ : ۸) (نور/ تاریکی) با شدت نور ۱۴ کیلولوکس، رطوبت ۷۵ درصد و دمای (۱۶) درجه سانتیگراد (تاریکی/ نور) قرار گرفتند و به منظور تأمین املاح مورد نیاز گیاه، گلدان‌ها هفته‌ای ۳ مرتبه با محلول غذایی هوگلند ۱/۲ با pH تقریبی۱± ۵/۷ بمدت ۳ هفته آبیاری شدند. پس از اینکه گیاهان به رشد کافی رسیدند (مرحله سه جفت برگی)، به مدت دو هفته به صورت یک روز در میان، تیمارهای مس و جاسمونات به طور همزمان اعمال گردید. به منظور تهیه محلولهایی با غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار مس، مقدار مناسبی از سولفات مس به محلول هوگلند اضافه گردیده و pH محلول‌ها با استفاده از اسیدکلریدریک و سود یک میلی-مولار تنظیم شد. محلول‌ها به صورت یک روز در میان به حجم ۵۰ میلی لیتر به گلدانها اضافه و در فواصل بین تیمارها به منظور مرطوب نگه داشتن خاک و ممانعت از تجمع بیش از حد نمک در گلدان‌ها از آب مقطر استفاده می‌شد. محلول‌پاشی گیاهان توسط متیل‌جاسمونات نیز با غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰ و۲۰ میکرومولار همزمان با تیمار محلول‌های مس شروع و به مدت دو هفته ادامه داشت. پس از گذشت دو هفته نمونه‌ها برداشت شدند و بعد پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری مالون دآلدئید (MDA) به روش Packer و Heath (۱۹) انجام شد. غلظت سایر آلدئیدها (پروپانال، بوتانال، هگزانال،

www.SID.ir

Archive of SID

هپتانال و پروپانال دی متیل استال) با روش Meirs و همکاران(۲۸) انجام شد. سنجش پراکسیدهیدروژن با استفاده از روش Velikova و همکاران (۴۳) انجام شد. برای سنجش مقدار پروتئین از روش Bradford (۷) استفاده شد. برای سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT)(EC 1.11.1.6) از روش Dhindsa و همکاران(۱۳) استفاده شد. سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز (POD)(EC 1.11.1.7) با استفاده از روش Plewa و همکاران (۳۶) انجام شد. سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX)(EC1.11.1.1) با روشNakano و Asada (۳۰) انجام گردید.

آنالیز آماری: این تحقیق در قالب یک طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی انجام شد. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری پارامترها، با استفاده از نرم افزار SPSS تحت آنالیز واریانس یک طرفه قرار گرفتند و میانگین داده‌ها با آزمون دانکن مقایسه شدند. P <۰/۰۵ به عنوان اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد.

نتایج

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها، نشان داد که غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار مس به تنهایی، باعث افزایش معنی‌دار میزان مالون دآلدئید و سایر آلدئیدها و پراکسیدهیدروژن در مقایسه با گیاه شاهد شد. تیمار متیل‌جاسمونات به تنهایی، در غلظت ۱۰ و ۲۰ میکرومولار نیز افزایش معنی‌دار میزان مالوندآلدئید برگ را نسبت به گیاه شاهد نشان داد. تیمار ۱۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات و ۱۰۰ میکرومولار مس، باعث کاهش معنی‌دار میزان آن نسبت به گیاهان در شرایط تنش بدون تیمار جاسمونات شد. در بررسی تیمار توام، تیمارهای۵ و ۱۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات با ۱۰۰ میکرومولار مس باعث کاهش معنی‌دار مقدار سایر آلدئیدها در اندام هوایی نسبت به گیاهان شاهد گردید. البته تنها تیمار ۵ میکرومولار متیل-جاسمونات در غلظت ۱۰۰ میکرومولار مس باعث کاهش معنی‌دار پراکسیدهیدروژن نسبت به شاهد شده است. تیمار مس و متیل‌جاسمونات هریک به تنهایی تأثیر معنی‌داری بر میزان پروتئین‌های برگ نداشت. تیمار توام ۱۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات با غلظت های ۱۰۰ و۲۰۰ میکرومولار مس، باعث افزایش معنی‌دار میزان پروتئین نسبت به گیاهان شاهد گردید. کمترین میزان پروتئین در تیمار توام ۵۰ میکرومولار مس و ۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات مشاهده شد (جدول۱).

تیمار مس باعث افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز، گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز در برگ گیاه نسبت به گیاهان شاهد شد. تیمار گیاهان با متیل‌جاسمونات ۵ میکرومولار باعث افزایش معنی‌دار فعالیت کاتالاز در شرایط کنترل شد. در تیمار توام ۱۰ و ۲۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات در غلظت‌های ۵۰ و ۱۰۰ میکرومولار تغییر معنی‌داری در فعالیت کاتالاز نسبت به شرایط کنترل مشاهده نشده است. در حالی که نسبت به شرایط تنش بدون تیمار جاسمونات کاهش معنی‌داری داشته است. استفاده از تیمار متیل‌جاسمونات در برگ، باعث تغییر معنی‌داری در فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در شرایط کنترل نشد. تیمار گیاهان با متیل‌جاسمونات ۵، ۱۰ و ۲۰ میکرومولار باعث کاهش فعالیت آسکوربات پراکسیداز نسبت به شرایط تنش بدون تیمار جاسمونات گردید. تیمار متیل‌جاسمونات به تنهایی نیز باعث کاهش معنی‌داری گایاکول پراکسیداز در گیاهان شاهد شد. کاربرد متیل‌جاسمونات ۱۰ میکرومولار در همه تیمارهای مس در مقایسه با گیاهان تیمار نشده با متیل‌جاسمونات و شاهد معنی‌دار بود و باعث کاهش فعالیت آنزیم گردید.

بحث

فلزات سنگین از طریق افزایش تجمع ROS و در اثر تنش اکسیداتیو حاصل از آن، منجر به تخریب ساختار غشا می شود. گونه‌های فعال اکسیژن منجر به پراکسیداسیون لیپیدهای غشا و تغییر در نفوذپذیری غشا (نشت یونی) و

www.SID.ir

Archive of SID

خسارت به سلول می‌گردند. از این‌رو غشاهای زیستی آسیب دیده و قابلیت نفوذپذیری آنها مختل می‌شود.

جدول ۱- اثر متیل‌جاسمونات بر برخی از پارامترهای رشد در گیاه شاهی تحت تنش مس. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین-ها با آزمون دانکن انجام شد، $p > ۰/۰۵$ به عنوان اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد. حروف متفاوت نشانه معنی‌دار بودن است و میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند.

پروتئین(میکرو گرم بر گرم وزن تر)	هیدروژن‌پراکسید (میکرومول بر گرم وزن تر)	سایر آلدئیدها (نانومول بر گرم وزن تر)	مالون دآلدئید (نانومول بر گرم وزن تر)	مس (میکرومولار)	متیل جاسمونات (میکرومولار)
۱۹۷/۸۷^{cdef}	۱۲/۸۷^{efg}	۰/۰۰۰۵^{f}	۰/۱۲۲^{g}	۰	۰
۱۹۱/۷۲^{ef}	۲۰/۰۵^{cd}	۰/۰۰۳۱^{cde}	۰/۱۶۷^{ef}	۵۰	۰
۲۲۲/۴۸^{def}	۲۳/۶۴^{c}	۰/۰۰۴۳^{abc}	۰/۲۰۴^{abc}	۱۰۰	۰
۱۹۷/۱۴^{bcdef}	۳۰/۰۳^{b}	۰/۰۰۵۶^{ab}	۰/۲۴۳^{a}	۲۰۰	۰
۱۶۳/۳۵^{g}	۱۴/۴۱^{def}	۰/۰۰۲۵^{de}	۰/۱۳۷^{fg}	۰	۵
۱۶۰/۰۱^{g}	۷/۴۸^{gh}	۰/۰۰۳۱^{cde}	۰/۱۸۲^{cde}	۵۰	۵
۲۰۳/۸۳^{abcde}	۴/۹۲^{h}	۰/۰۰۲۵^{de}	۰/۱۸۹^{bcde}	۱۰۰	۵
۲۱۳/۵۶^{abc}	۱۲/۳۵^{efg}	۰/۰۰۵۷^{a}	۰/۲۱۵^{abc}	۲۰۰	۵
۱۷۷/۰۶^{fg}	۱۴/۶۶^{def}	۰/۰۰۳۹^{abc}	۰/۲۰۶^{abcd}	۰	۱۰
۱۸۲/۶۴^{cdef}	۱۲/۰۱^{efg}	۰/۰۰۴۳^{cde}	۰/۱۹۷^{cde}	۵۰	۱۰
۲۱۹/۰۸^{a}	۱۳/۱۲^{efg}	۰/۰۰۲۵^{de}	۰/۱۷۴^{def}	۱۰۰	۱۰
۲۱۷/۳۵^{ab}	۸/۷۸^{fgh}	۰/۰۰۲۷^{cde}	۰/۲۰۲^{abcde}	۲۰۰	۱۰
۱۹۹/۵۳^{abcde}	۲۲/۳۵^{c}	۰/۰۰۳۹^{bcd}	۰/۲۰۹^{bcde}	۰	۲۰
۱۹۵/۸۷^{cdef}	۱۸/۷۸^{cde}	۰/۰۰۲۲^{e}	۰/۲۲۴^{ab}	۵۰	۲۰
۲۰۲/۲۳^{bcdef}	۳۰/۰۵^{b}	۰/۰۰۲۸^{cde}	۰/۲۰۴^{abcde}	۱۰۰	۲۰
۲۱۴/۰۷^{abcd}	۳۹/۰۲^{a}	۰/۰۰۲۸^{cde}	۰/۲۱۹^{abc}	۲۰۰	۲۰

رادیکال‌های آزاد اکسیژن با پراکسیداسیون اسیدهای چرب غیر اشباع، آلدئیدهایی مثل مالون‌دآلدئید را تولید می‌کنند که این محصولات آلدئیدی معمولا به عنوان شاخص تنش اکسیداتیو اندازه‌گیری می‌شوند (۴۰). با افزایش غلظت فلز سنگین مس، مقدار مالون‌دآلدئید و محتوای سایر آلدئید در گیاهان شاهی افزایش یافته است و این نشان می‌دهد که تنش مس در شرایط آزمایش منجر به خسارت به غشا گردیده و پراکسیداسیون لیپیدها را افزایش داده است (جدول۱). گزارش شده که افزایش مقدار مالون‌دآلدئید در برگ‌های گوجه فرنگی تحت تنش مس می‌تواند به دلیل آسیب دستگاه فتوسنتزی، کاهش قدرت احیاکنندگی آنتی اکسیدان‌ها و کاهش انرژی متابولیکی سلول برای برآورده کردن نیازهای مربوطه باشد(۸).

در این پژوهش مشاهده شد که کاربرد غلظت‌های ۵ و۱۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات در گیاهان تحت تیمار با مس، باعث کاهش محصولات پراکسیداسیون لیپیدها و در نتیجه تخفیف اثرات ناشی از تنش مس در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار در گیاهان شاهی شد. گزارش شده که استرس کم آبی در گیاه توت فرنگی باعث افزایش محتوای

www.SID.ir

Archive of SID

مالون‌دآلدئید گردیده است، درحالی که تیمار این گیاهان با متیل‌جاسمونات به طور مؤثر از پراکسیداسیون لیپیدها و تولید MDA کاسته است. گفته شده که متیل‌جاسمونات با بالا نگه داشتن سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیداتیو مانند کاتالاز و سوپراکسیددیسموتاز مانع اثر رادیکال‌های آزاد حاصل از تنش بر غشاء گردیده است (۴۶).

تیمار ۱۰ و ۲۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات باعث افزایش محتوای مالون‌دآلدئید و سایر آلدئیدها شده است. در گیاهچه‌های بادام زمینی مشاهده شده است که متیل-جاسمونات در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۵۰ میکرومولار باعث افزایش معنی‌دار محتوای مالون‌دآلدئید در برگ‌ها و ریشه-های گیاهان تیمار شده گردیده است (۲۳). با توجه به گزارش فوق و نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان اظهار داشت که متیل‌جاسمونات در غلظت پایین با اثر بر سیستم دفاع آنتی اکسیدانی، باعث ممانعت از آسیب وارده به غشا در شرایط تنش مس شده است.

یکی از اثرات تنش‌های محیطی افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن و القای تنش اکسیداتیو می‌باشد(۴۱). آنزیم SOD اولین خط دفاعی در برابر ROS است و باعث حذف رادیکال‌های O_2^- و تولید H_2O_2 می‌گردد. پراکسیدهیدروژن یکی از گونه‌های اکسیژن فعال محسوب می‌شود که به سرعت در عرض غشاء منتشر می‌شود و باعث اختلال در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه می‌گردد (۲۷). احیای آنیون سوپراکسید یا فعالیت برخی اکسیدازها مانند گلوکزاکسیداز و گلیکولات اکسیداز منابع اصلی تولید H_2O_2 در گیاهان به‌شمار می‌رود(۴). پراکسیدهیدروژن باعث اکسیداسیون گروه‌های SH و بازدارنده قوی چرخه کلوین است و در حضور کاتالیزورهای فلزی خاص یا کلاته‌های فلزی و از طریق واکنش‌های Haber- Weiss تولید رادیکال بسیار فعال OH^- می‌نماید و سمیت خود را افزایش می‌دهد (۴۱). مقدار H_2O_2 تولید شده در سلول نیز نشان دهنده تعادل بین تولید و تجزیه گونه‌های فعال اکسیژن در سلول می‌باشد.

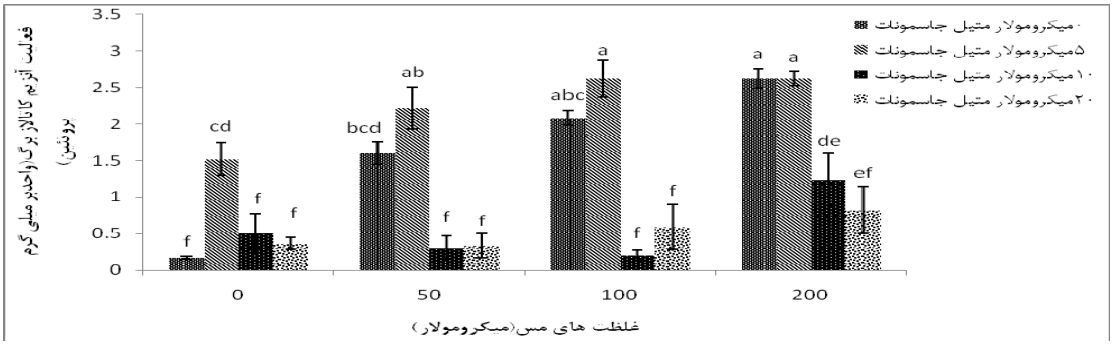
غلظت‌های بالای H_2O_2 به عنوان عامل ایجاد کننده تنش اکسیداتیو به حساب می‌آیند (۳۱). گزارش شده که مقادیر اضافی مس در گیاهچه‌های ذرت باعث افزایش معنی‌دار در محتوای H_2O_2 شده است (۵). محققان دیگری اظهار داشته اند که کاربرد متیل‌جاسمونات در ریشه آفتابگردان، باعث افزایش محتوای H_2O_2 شده است. این افزایش، ۵ دقیقه پس از تیماردهی به حداکثر مقدار خود رسیده است اما با اثر متیل‌جاسمونات بر فعالیت آنزیم‌هایی مانند آسکوربات-پراکسیداز و کاتالاز، مقدار H_2O_2 تعدیل شد (۳۲). در حالی که در گیاه شیرین بیان، تیمار متیل جاسمونات محتوای H_2O_2 را افزایش داده است، بنابراین می تواند به عنوان فاکتور تنش یا مولکول انتقال دهنده پیام‌رسان همانند سایر تنش ها عمل کند(۳). نتایج ارائه شده در این تحقیق نشان داد که در برگ گیاهانی که تحت تیمار مس بوده‌اند محتوای پراکسیدهیدروژن افزایش چشم‌گیر نشان داد که در این شرایط، تیمارهای ۵ و ۱۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات باعث کاهش معنی‌دار محتوای پراکسیدهیدروژن شد (جدول۱)، دلیل این امر می‌تواند اثر متیل‌جاسمونات بر فعالیت آنزیم SOD و آنزیمهای آنتی اکسیداتیو مهمی مانند کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز (به عنوان ربایندهٔ H_2O_2) باشد، در نتیجه کاهش محتوای H_2O_2 در برگ گیاه شاهی را سبب گردید. در این پژوهش محتوای پروتئین در گیاهان تحت تیمار مس نسبت به گیاهان شاهد تغییری نداشت. کاربرد متیل‌جاسمونات ۱۰ میکرومولار در غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار مس افزایش معنی‌داری در میزان پروتئین برگ ایجاد کرده است (جدول۱). گزارش شده است که در گیاهچه‌های *Musa acuminata* رشد یافته تحت تیمار مس، با افزایش غلظت مس مقدار پروتئین افزایش می‌یابد که این افزایش محتوای پروتئین ممکن است به علت افزایش در پروتئین باندشونده به فلز باشد(۱۲). در مطالعه-ای روی گیاه *Atriplex halimus* تحت تیمار مس گزارش شده است که در طی ۶ ساعت بعد از شروع تیمار مس، در میزان پروتئین کاهشی مشاهده شده است که احتمال

www.SID.ir

Archive of SID

می رود در نتیجه تولید رادیکال‌های آزاد توسط مقادیر اضافی مس است که منجر به آسیب سلولی در سطح DNA و اندامک‌ها ازجمله میتوکندری‌ها یا لیزوزوم‌ها می‌شود، در حالی که ۲۴ و ۴۸ ساعت بعد از شروع تیمار مس، افزایش در میزان پروتئین مشاهده شده است که احتمالا به علت تجمع اسیدهای آمینه آزاد مانند هیستیدین، پرولین و سیستئین در بافتهای در معرض تنش فلز سنگین مانند کادمیوم می‌باشد (۲۶). البته در موارد دیگر فلزات سنگین مثل مس، موجب کاهش محتوای پروتئین برگ جو شده است(۱۷). با افزایش غلظت مس تا ۴۰۰ میکرومولار محتوای پروتئین ریشه و برگ در گیاه *Jatropha curcas* افزایش پیدا کرد اما در غلظت ۸۰۰ میکرومولار مس محتوای پروتئین کاهش پیدا کرد (۱۷). در سطح سلولی، سمیت مس احتمالا ناشی از باند شدن به گروه‌های سولفیدریل پروتئین ها و در نتیجه مهار فعالیت آنزیمی یا عملکرد پروتئین و تخریب اکسیداتیو می‌باشد(۴۷). مکانیسمی که مس به وسیله آن محتوای پروتئین را تحت تأثیر قرار می‌دهد پیچیده بوده و احتیاج به بررسی بیشتر دارد (۱۷). Hou و همکاران (۲۰۰۷) نیز نتایج مشابهی را در بررسی اثر کادمیوم و مس بر عدسک آبی گزارش کرده‌اند. این محققان نشان داده‌اند که ۴ روز پس از تیمار گیاهان با مس و کادمیوم، کاهش محتوای پروتئین در گیاهان مورد آزمایش مشاهده گردید که البته اثر کادمیوم بسیار شدیدتر بوده است(۲۱). علت این امر ایجاد تنش اکسیداتیو شدید توسط کادمیوم و صدمه به DNA ذکر شده است. گزارش شده است که کاربرد جاسمونیک اسید در گیاهچه بادام‌زمینی باعث تغییر در الگوی پروتئینی گردیده، به طوری که پروتئین‌های ۱۸، ۲۱، ۳۰، ۴۵، ۴۷ و ۹۷ کیلو دالتون افزایش و پروتئین‌های ۲۲ و ۳۶ کیلو دالتونی کاهش یافته‌اند(۲۳). از طرفی Ding و همکاران (۲۰۰۱) اظهار داشته‌اند که متیل‌جاسمونات باعث القاء بیان ژن یک سری از پروتئین‌های شوک گرمایی شده و از این طریق باعث افزایش مقاومت در مقابل صدمات ناشی از سرما در میوه گوجه فرنگی شده است(۱۵). با توجه به نتایج حاصل از اثر متیل‌جاسمونات بر محتوای پروتئین برگ در گیاهان تحت تیمار مس احتمال داده می‌شود که متیل‌جاسمونات، از این طریق بر افزایش مقاومت گیاه در برابر خسارتهای ناشی از مس اثر بگذارد.

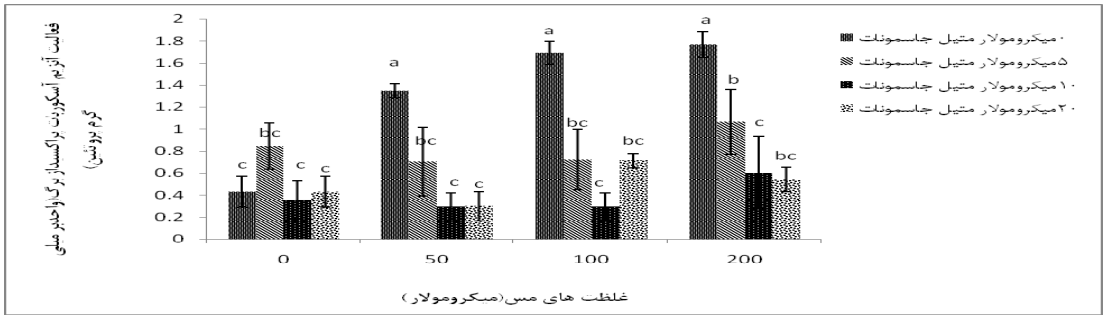
برای بررسی نقش آنزیم های اکسیداتیو در برابر تنش در پژوهش حاضر فعالیت آنزیم‌های CAT و GPX و APX اندازه‌گیری شد. در این مطالعه مشاهده شد که تیمار مس باعث افزایش فعالیت این آنزیم‌ها می‌گردد. همان طور که در نمودارهای ۱، ۲ و ۳ مشاهده می‌شود فعالیت آنزیم کاتالاز، گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز در گیاهانی که با متیل‌جاسمونات تیمار شده بودند، کاهش یافت.



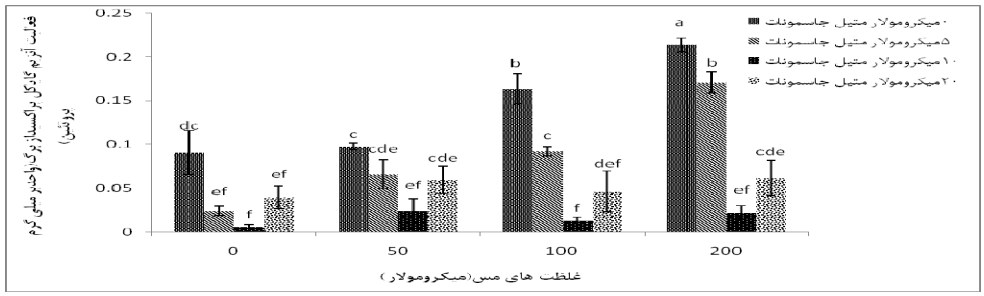
نمودار ۱- اثر تیمار متیل‌جاسمونات و مس بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز برگ گیاه شاهی. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد، $p < ۰/۰۵$ به عنوان اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد. حروف متفاوت نشانه معنی‌دار بودن است و میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار ۲- اثر تیمار متیل‌جاسمونات و مس بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز برگ گیاه شاهی. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد، $p > ۰/۰۵$ به عنوان اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد. حروف متفاوت نشانه معنی‌دار بودن است و میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند.



نمودار ۳- اثر تیمار متیل‌جاسمونات و مس بر میزان فعالیت آنزیم گایاکل پراکسیداز برگ گیاه شاهی. برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن انجام شد، $p > ۰/۰۵$ به عنوان اختلاف معنی‌دار در نظر گرفته شد. حروف متفاوت نشانه معنی‌دار بودن است و میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند.

آنزیم کاتالاز در پراکسی‌زوم واقع شده و به نور حساس است، بنابراین دامنه فعالیت آن برای سم‌زدایی پراکسید-هیدروژن محدود است و آنزیم‌های دیگری باید در سم-زدایی سهیم باشند (۶). گایاکول پراکسیداز نیز از دیگر آنزیم‌هایی است که تحت شرایط تنش در پاکسازی سلول از پراکسیدهیدروژن شرکت می‌کند. پراکسیدازها به عنوان آنزیم های تنش در گیاهان شناخته شده و فعالیت پراکسیداز می‌تواند به عنوان شاخص سمیت فلز در گونه-های گیاهی تحت تیمار به کار رود (۳۸). در این مطالعه، تیمار با مس در برگ گیاهان شاهی باعث افزایش فعالیت کاتالاز گردید که می‌تواند در ایجاد هومئوستازی H_2O_2 مؤثر باشد (نمودار۱). گزارش شده که تیمار مس در گیاه ذرت باعث افزایش فعالیت کاتالاز شده است(۴۲)، همچنین در دانه‌رست‌های سیر(*Allium sativum*) رشد یافته در محیط حاوی $۱۰^{-۴}$ و $۱۰^{-۵}$ مولار مس، مشاهده شده که فعالیت کاتالاز افزایش می‌یابد، در حالی که سطح سمیت بالاتر Cu ($۱۰^{-۳}$ مولار) فعالیت کاتالاز را مهار می کند (۲۹). در گیاهان لوبیا تحت تیمار مقادیر اضافی مس، افزایش چشمگیری در فعالیت کاتالاز و پراکسیداز در بافت ریشه نسبت به گیاهان شاهد مشاهده شده است. افزایش فعالیت این آنزیم‌ها در بافت‌های ساقه و برگ معنی دار نبود (۴۸). بررسی نتایج حاصل از تیمار متیل جاسمونات نشان داد که در شرایط تنش و غیرتنش، افزایش فعالیت کاتالاز تنها در غلظت ۵ میکرومولار متیل جاسمونات در برگ‌های گیاهان مشاهده شده است (نمودار ۱). در *Wolffia arrhiza* مشاهده شده که جاسمونات (μM ۰/۱) با افزایش فعالیت کاتالاز و کاهش پراکسیداسیون لیپیدها باعث افزایش مقاومت این گیاه در مقابله با تنش ناشی از فلز سنگین سرب گردیده است (۳۵). گزارش شده که در گیاه آرابیدوپسیس، ۷ روز پس از تیمار با متیل-

www.SID.ir

Archive of SID

جاسمونات (μM ۱۰۰) فعالیت کاتالاز حدود ۵۸ درصد افزایش یافته است (۲۲). همچنین Kumari و همکاران (۲۰۰۶) افزایش فعالیت کاتالاز در برگ‌های بادام‌زمینی تیمار شده با جاسمونیک اسید را گزارش کرده‌اند (۲۳). در مطالعه حاضر تیمار با مس در برگ گیاه شاهی باعث افزایش فعالیت گایاکول پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز شد (نمودارهای ۲و۳). مشاهده شده که در گیاه *Brassica juncea* ، فعالیت آسکوربات پراکسیداز به طور چشمگیری در معرض مس افزایش می‌یابد (۴۵)، همچنین مشاهده شده که تحت تیمار مقادیر بالای مس، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز در ریشه‌ها و برگ‌های آفتابگردان افزایش یافت (۱). در برگ‌های دانه‌رست‌های ذرت تیمار شده با سولفات‌مس، افزایش در فعالیت GPX و APX گزارش شده است که این افزایش فعالیت آنزیم به عنوان یک ابزار دفاعی در مقاومت به آسیب اکسیداتیو ایجاد شده توسط Cu مطرح می‌شود (۳۷). در بررسی اثر متیل-جاسمونات بر فعالیت پراکسیدازها گزارشهایی وجود دارد. به عنوان مثال، Parra-Lobat و همکاران (۲۰۰۹) نشان داده اند که متیل‌جاسمونات ۵۰ میکرومولار باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند گایاکول پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز در آپوپلاست و سیم‌پلاست ریشه‌های آفتاب‌گردان شده است(۳۲). Jung (۲۰۰۴) نیز گزارش کرده که کاربرد متیل‌جاسمونات با غلظت ۱۰۰ میکرومولار در گیاه آرابیدوپسیس به مدت ۷ روز باعث افزایش شدید فعالیت پراکسیداز شده است (۲۲). همچنین افزایش فعالیت آسکوربات پراکسیداز در ریشه و ساقه گیاه کلزا تیمار شده با متیل‌جاسمونات گزارش شده است (۱۰).

در همین زمینه نشان داده شده که در شرایط تنش کم آبی، جاسمونات باعث افزایش فعالیت آسکوربات پراکسیداز در گیاهان ذرت مقاوم به استرس شده است (۲۵). در اکثر موارد با به کار بردن تیمار متیل‌جاسمونات فعالیت آنزیم های آنتی‌اکسیدان در گیاهان تحت تنش و شاهد کاهش یافت. کاهش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان همراه با کاهش مقدار پراکسیدهیدروژن مشاهده می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد متیل‌جاسمونات در جمع کردن گونه‌های فعال اکسیژن ازجمله H_2O_2 نقش داشته، بنابراین با کاهش مقدار گونه‌های فعال اکسیژن فعالیت آنزیم‌ها در این تیمارها کاهش می‌یابد. براساس نتایج گزارشهای فوق و با توجه به نتایج حاصل از تحقیق انجام شده، به نظر می‌رسد که متیل‌جاسمونات با تأثیر بر فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیدازها نقش مؤثری در مقابله با تنش اکسیداتیو ناشی از کاربرد مقادیر اضافی مس ایفا می‌کند. به طور کلی، تیمارهای مس با تأثیر بر افزایش محصولات پراکسیداسیون لیپید و پراکسیدهیدروژن باعث ایجاد خسارت در گیاهان تیمار شده گردیده است. تیمارهای ۵ و ۱۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات با اثر افزایش فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی اکسیداتیو مانند کاتالاز، آسکوربات‌پراکسیداز و گایاکول پراکسیداز باعث کاهش محتوای پراکسیدهیدروژن و کاهش محتوای آلدئیدها در گیاهان تحت تیمار با مس گردید. بنابراین، با وجود اینکه در مواردی غلظت ۱۰ میکرومولار متیل‌جاسمونات اثر مطلوبی بر کاهش تنش ناشی از فلز مس داشت، اما به نظر می‌رسد که غلظت ۵ میکرومولار متیل‌جاسمونات، بهترین غلظت جاسمونات در تخفیف اثرات مخرب ناشی از تنش مس در گیاه شاهی باشد.

منابع

۱. روشنی م، لاری یزدی ح (۱۳۸۹). اثرات برهم کنش مس، آسکوربات و جیبرلین بر پرولین و فعالیت آنزیمهای پراکسیداز و کاتالاز در دو رقم گیاه کلزا. همایش ملی ایده های نو در کشاورزی.

۲. زرگری ع (۱۳۷۶). گیاهان دارویی.انتشارات دانشگاه تهران.تهران. صفحات۱۸۷تا۱۹۰.

۳. شبانی ل. و ع.ا. احسان پور (۱۳۸۸). القاء آنزیم های آنتی اکسیدانی،ترکیبات فنولیک و فلاونوئید در کشت در شیشه شیرین

www.SID.ir

Archive of SID

بیان (*Glycyrrhiza glabra* L.).مجله زیست شناسی ایران.۲۲، صفحات ۶۹۱ تا۷۰۳.

4. Bartosz, G., 1997. Oxidative stress in plants. Acta Biol Physiol Plant 19(1): 47-64.
5. Bouazizi, H., Jouili, H., Geitmann, A. and Ferjani, E., 2007. Effect of copper excess on H_2O_2 accumulation and peroxidase activities in bean roots. Acta Biol. Hungarica, 59: 233-245.
6. Bowler, C., Van Camp, W., Van Montagu, M. and Inze, D., 1994. Super oxide dismutase in plants. Crit Rev Plant Sci 13: 199-218.
7. Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantites of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem 72: 248-254.
8. Chamseddine, M., Wided, B.A., Guy, H., Marie-Edith, C. and Fatma, J., 2009. Cadmium and copper induction of oxidative stress and antioxidative response in tomato (*Solanum lycopersicon*) leaves. Plant Growth Regul 57:89–99.
9. Chen, L.M., Lin, C.C. and Kao, CH., 2000. Copper toxicity in rice seedlings: changes in antioxidative enzyme activities, H_2O_2 levels, cellwall peroxidase activity in roots. Bot Bull Acad Sinica 41: 99–103.
10. Comparot, S.M., Graham, C.M. and Reid, D.M., 2002. Methyl jasmonate elicits a differential antioxidant response in light and dark grown canola (*Brassica napus*) roots and shoots. Plant Growth Regul 38: 21-30.
11. Creelman, R.A. and Mullet, J.E., 1997. Biosynthesis and Action of Jasmonates in plants. plant physiol 48:355-381.
12. Deo, B. and Nayak, P.K., 2011. Study of copper phytotoxicity on *in vitro* culture of *Musa acuminata* cv. 'Bantala'. J .Agri. Biotech Sustainable Development 3(8): 138-140.
13. Dhindsa, R.S., Plumb–Dhindsa, P. and Thrope, T.A., 1981. Leaf Senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid per oxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. J Exp Bot 32: 43-101.
14. Dinakar, N., Nagajyothi, P.C., Suresh, S., Udaykiran, Y. and Damodharam, T., 2008. Phytotoxicity of cadmium on protein, proline and antioxidant enzyme activities in growing *Arachis hypogaea* seedlings. J Environ Sci 20: 199-206.
15. Ding, C.K., Wang, C.Y., Gross, K.C. and Smith, D.L., 2001. Reduction of chilling injury and transcript accumulation of heat shock proteins in tomato fruit by methyl jasmonate and methyl salicylate. Plant Sci 161: 1153-1159.
16. Gaetke, L. M. and Chow, C. K., 2003. Copper toxicity, oxidative stress, and antioxidant nutrients. Toxicology 189: 147-163.
17. Gao, x., Ohlander, M., Jeppsson, N., Bjork, L. and Trajkovski, V., 2008. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruit of sea buckthourn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. J Agri Food Chem 48: 1458-1490.
18. Gao, X., Zeng, X., Xia, K., Yoshihara, T. and Zhou, X., 2004. Interactive effects of methyl jasmonate and salicylic acid on floret opening in spikelets of sorghum. Plant Growth Regul 43:269-273.
19. Heath, R.L. and packer, L., 1969. Photoperoxidation in isolated chloroplast. I. kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Arch Biochem Biophys 125: 189-198.
20. Holbrook, L., Tung, P., Ward, K., Reid, D.M., Abrams, s., Lamb, N., Quail, W. and Moloney, M.M., 1997. Importance of the chiral centers of jasmonic acid in the responces of plants. Plant Physiol 114: 419-428.
21. Hou, W., Chen, X., Guanling, S., Wang, Q. and Chang, C.C. 2007. Effects of copper and cadmium on heavy metal Polluted waterbody restoration by duckweed (*Lemna minor*). Plant Physiol Biochem 45: 62-69.
22. Jung, S,. 2004. Effect of chlorophyll reduction in *Arabidopsis thaliana* by methyl jasmonate or norflurazon on antioxidant systems. J Plant Physiol Biochem 42: 231-255.
23. Kumari, G.J., Reddy, A.M., Naik, S.T., Kumar, S.G., Prasanthi, J., Sriranganayakulu, G., Reddy, P.C. and Sudhakar, C., 2006. Jasmonic acid induced changes in protein pattern, antioxidative enzyme activities and peroxidase isozymes in peanut seedlings. Biol Plant 50(2): 219-226.
24. Laspina, N.V., Groppa, M.D., Tomaro, M.L. and Benavides, M.P., 2005. Nitric oxide protects sunflower leaves against Cd-induced oxidative stress. Plant Sci 169: 323-330.

www.SID.ir

Archive of SID

25. Li, L., Staden, J.V. and Jager, A.K., 1998. Effect of plant growth regulators on the antioxidant system in seedlings of two maize cultivars subjectd to water stress. J Plant Growth Regul 25: 81-87.

26. Lotmani, B. and Mesnoua, M., 2011. Effects of copper stress on antioxidative enzymes, chlorophyll and protein content in *Atriplex halimus.* African J Biotechnol 10(50): 10143-10148.

27. Maksymiec, W., 2007. Signaling responses in plants to heavy metal stress. Acta Physiol Plant 29: 177-187.

28. Meirs, S., Philosophhadas, S. and Aharoni, N., 1992. Ethylene increased accumulation of fluorescent lipid peroxidation products detected during senescence of parsley by a newly developed method. J Amer Soc Hort Sci 117:128-132.

29. Meng, Q.M., Zou, J., Zou, J.H., Jiang, W.S. and Liu, D.H, 2007. Effect of Cu^{2+} concentration on growth, antioxidant enzyme activity and malondialdehyde content in Garlic (*Allium sativum* L.). Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica 49: 95-101.

30. Nakano, Y. and Asado, K., 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiol 22(5): 867-880.

31. Parida, A.K. and Das, A.B., 2005. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. Ecotox Environ Safe 60: 324-349.

32. Parra-Lobato, M.C., Fernandez-Garcia, N., Olmos, E., Alvares-Tinaut, M.C. and Gomez-Jimenez ., 2009. Methyl jasmonate-induced antioxidant defence in root apoplast from sunflower seedlings. Environ Exp Bot 66: 9-17.

33. Patsikka, E., Kairavuo, M., Sersen , F., Aro, E. M. and Tyystijarvi, E. 2002. Excess Copper Predisposes Photosystem 2 to Photoinhibition in vivo by Outcompeting Iron and Causing Decrease in Leaf Chlorophyll. Plant Physiol 129: 1359-1367.

34. Pedranzani, H., Racagni, G., Alemamo, S., Miersch, O., Ramirez, I., Pena-Cortes, H., Taleisnik, E., Machado-Domenech, E. and Abdola, G., 2003. Salt tolerant tomato plants show increased levels of jasmonic acid .Plant Growth Regul 41: 149-158.

35. Piotrowska, A., Bajguz, A., Godlewska-Zylkiewicz, B. and Czerpak, R., 2009. Jasmonic acid modulator of lead toxicity in aquatic plant *Wolffia arrhiza* (Lemnaceae). Environ Exp Bot 66:507-513.

36. Plewa, M.J., Smith, S.R. and Wanger, E.D., 1991. Diethyldithiocarbamate suppresses the plant activation of aromatic amines into mutagens by inhibiting tobacco cell peroxidase. Mutat Res 247: 57-64.

37. Pourakbar, L., Khayami, M., Khara, J. and Farbodnia, T., 2007. Copper-induce change in antioxidative system in maize (*Zea mays* L.). Pak J Biol Sci 10: 3662-3667.

38. Radotic k, Ducic T, Mutavdzic D (2000). Changes in peroxidase activity and isoenzymes in spruce needles after exposure to different concentrations of cadmium. Environ Expt Bot 44: 105-113.

39. Radwan, H.M., EL-Missiry, M.M. and et al., 2007. Investigation of the glacosinolates of *Lepidium sativum* growing in Egypt and their biological activity. Journal of medicine and medical sciences 2(2):127-132.

40. Shulaev, V. and Oliver, D.J., 2006. Metabolic and proteomic markers for oxidative stress.new tools for reactive oxygen species research. Plant Physiol 141: 367-372.

41. Sudhakar, C., Lakshmi, A. and Giridarakumar, S., 2001. Changes in the antioxidant enzyme efficacy in two high yielding genotypes of mulberry (*Morus alba L.*) under NaCl salinity. Plant Sci 141: 613-619.

42. Tie, S.G., Tang, Z.J., Zhao, Y.M. and Li, W., 2012. Oxidative damage and antioxidant response caused by excess copper in leaves of maize. African J Biotech 11(19): 4378-4384.

43. Velikova, V., Yordanov, I. and Edreva, A., 2000. Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. Plant Sci 151: 59-66.

44. Walia, H., Wilson, C., Condamine, P., Liu, X., Ismoil, A.M. and Close, T.J., 2007. Large–scale expression profiling and physiological characterization of jasmonic acid– mediated adaptation of barley to salinity stress. Plant Cell Environ 30: 410-421.

45. Wang, M. and Zhou, Q., 2004. Single and joint toxicity of chlorimuron ethyl, cadmium and copper on wheat *Triticum aestivum*. Ecotoxicol Environ Saf 60: 169-175.

www.SID.ir

Archive of SID

46. Wang, S.Y., 1999. Methyl Jasmonate reduces water stress in strawberry. J Plant Growth Regul 18: 127-134.

47. Yruela, I., 2005. Copper in plants. Braz J Plant Physiol 17(1):145-156.

48. Yurekli, F. and Porgali, Z.B., 2006. The effects of excessive exposuore to copper in Been plants. Acta Biologica Series Botanica 2: 7–13.

Impact of methyl jasmonate on reducing of oxidative stress in Garden cress (*Lepidium sativum* L.) under copper stress

Asadi karam E., Asrar Z. and Keramat B.

Biology Dept., Shahid Bahonar University, Kerman, I.R. of Iran

Abstract

Methyl jasmonate is a phytohormone widely distributed and plays an important role in some physiology activities in plant. Copper is an essential element for plants. On the other hand, excess copper is present in certain regions and environments, and can be potentially toxic to plants causing phytotoxicity by the formation of reactive oxygen species that damage cells. In this study, we examined impact of various concentrations of methyl jasmonate (0, 5, 10, and 20 µM) on reducing of oxidative stress in Garden cress (*Lepidium sativum* L.) under different levels of Cu (50, 100, and 200 µM $CuSO_4$) copper stress.The results showed that copper stress treatment alone increased MDA, H_2O_2 and antioxidative enzyme activity like catalase (CAT), guaiacol peroxidase (GPX), ascorbate peroxidase (APX) and plant survival under copper stress. It is indicating that methyl jasmonate treatment caused decrease in oxidative damge and increase copper tolerance of plants significantly.

Key words: antioxidative enzymes, Cu stress, *Lepidium sativum*, methyl jasmonate .

www.SID.ir