زیست‌شناسی گیاهی، سال دوم، شماره پنجم، پاییز ۱۳۸۹، صفحه ۱ - ۱۲
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۹/۰۱/۲۶
تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۸۹/۰۳/۱۹
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۸۹/۱۰/۲۱

اثر منگنز بر رشد و برخی از شاخص‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی در شاهی (*Lepidium sativum* L.)

شهلا هاشمی، زهرا اسرار*[1] و شهرام پورسیدی[2]
[1]* گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر، کرمان
[2] گروه اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

چکیده
منگنز یکی از عناصر ضروری کم‌مصرف برای همه گیاهان است، اما سمّیت آن نشانه‌های نامطلوبی در گیاه ایجاد می‌کند. در خاک‌های اسیدی سمّیت منگنز عمومی‌تر از کمبود منگنز است. در این مطالعه، به علت اهمیت شاهی در بسیاری از موارد مانند استفاده گیاه در دارو، غذا و اقتصاد، اثر سمّیت منگنز با غلظت‌های ۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار روی بعضی از فاکتورهای رشد و ویژگی‌های بیوشیمیایی بررسی گردید. نتایج، کاهش طول ساقه، ریشه، جذب عنصر روی و فعالیت کاتالاز و افزایش محتوای مالون‌دی‌آلدئید در غلظت‌های ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار منگنز را نشان داد. علاوه بر این، محتوای کاروتنوئید در گیاهانی که با غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار منگنز تیمار شدند، تغییر معنی‌داری نشان نداد، در حالی‌که محتوای آنتوسیانین افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، شاهی، کاروتنوئید، مالون‌دی‌آلدئید، منگنز

مقدمه

شاهی گیاهی یکساله به ارتفاع حدود ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر است. منشأ آن به منطقه وسیعی از مصر تا تبت نسبت داده شده است. برگ و ساقه آن رنگ سبز روشنی دارد و گل‌هایش صورتی روشن یا سفید است. شاهی اثر ضدآسکوربوت قوی داشته، همچنین اشتهاآور، مدر و تصفیه‌کننده خون است. مصرف دانه آن به عنوان داروی خلط‌آور مصرف می‌شود (زرگری، ۱۳۷۶). تنش‌های مختلف همواره محدودکننده رشد و عملکرد گیاه بوده است. یکی از این تنش‌ها سمّیت منگنز است. شایان ذکر است که منگنز عنصر ضروری کم‌مصرفی است که از نظر وظایف بیوشیمیایی در گیاه شبیه منیزیم عمل می‌کند. هر دو یون، ATP را با کمپلکس آنزیمی (فسفوکینازها و فسفوترانسفرازها) پیوند می‌دهند، در حالی‌که پیوندی که توسط منگنز تشکیل می‌شود، با پیوندی که توسط منیزیم تشکیل می‌شود، کمی متفاوت است. دکربوکسیلازها و

*نویسنده مسؤول: نشانی پست الکترونیک: zasrar@mail.uk.ac.ir، شماره تماس: ۰۳۴۱۳۲۰۲۰۶۳

دهیدروژنازهای چرخه کربس نیز توسط منگنز فعال می‌شوند (منگل و کرکبی، ۱۳۷۶)، منگنز با فعال ساختن ایندول‌استیک اسید اکسیدازها سبب اکسایش ایندول‌استیک اسید می‌شود. وجود منگنز در فتوسیستم II که در واکنش های تجزیه آب شرکت می کند نیز ضروری به شمار می‌رود (منگل و کرکبی، ۱۳۷۶) با این حال، غلظت‌های بالای منگنز برای گیاه سمّی بوده، در برخی از خاک‌ها، از جمله خاک‌های اسیدی و آتشفشانی، احیای بیش از حد این عنصر به سمّیت منگنز در بسیاری از خاک‌های مرتعی و کشاورزی (Rezai and Farbodnia, 2008) منجر می‌شود. بدین ترتیب، با کاربرد کودهای اسیدزا مانند سولفات‌آمونیوم، احتمال ظهور سمّیت منگنز افزایش می‌یابد و نیز کاهش پتانسیل اکسایش خاک در خاک‌هایی که به حالت غرقابی درآمده‌اند، سبب افزایش احیای منگنز و تبدیل اشکال مختلف این عنصر می‌شود (منگل و کرکبی، ۱۳۷۶). عوامل مختلفی بر روی تحمل گیاه به منگنز موثر هستند. سن برگ، دما، تعادل تغذیه‌ای خاک، pH ، ژنوتیپ و خصوصاً شدت نور از عوامل مهم تعیین‌کننده شدت حساسیت گونه‌ها به سمّیت منگنز است (حاجی‌بلند و خسروپناه، ۱۳۸۴).

آثار سمّی عناصر فلزی سنگین، اعم از عناصر ضروری و غیرضروری از طریق تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن اعمال می‌شود (Gille and Singler, 1995). هر چند توانایی این فلزات در انتقال الکترون طی واکنش‌های ردوکس، می‌تواند امکان شرکت آنها را به‌عنوان عناصر ضروری در واکنش‌های متابولیسمی مختلف فراهم نماید، ولی در عین حال، عامل تولید گونه‌های فعال اکسیژن در غلظت مازاد این عناصر در بافت‌هاست. رادیکال‌های اکسیژن عامل پراکسیداسیون لیپیدهای غشایی و آسیب‌رسانی به غشاء هستند یکی از مهمترین علایم این آسیب از بین رفتن سلامت غشاء است (حاجی‌بلند و خسروپناه، ۱۳۸۴).

گیاهان مکانیسم‌های دفاعی متعددی برای کنترل و خنثی کردن رادیکال‌های آزاد ناشی از اکسیژن به کار می‌گیرند. از جمله این مکانیسم‌ها، وجود یک سیستم دفاعی آنتی‌اکسیدانی با ساز و کار آنزیمی (کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و ...) است که می‌تواند رادیکال‌های آزاد اکسیژن را از بین برده، خسارات ناشی از تنش اکسیداتیو را تخفیف دهد (Qinghua and Zhujun, 2008). سمّیت منگنز باعث ظهور علایم کمبود روی می‌شود. دانشمندان دیگری نیز گزارش کردند که سمّیت منگنز باعث کاهش جذب روی در گیاه چای شده است (Venkatesan *et al*., 2007). گیاهان دارویی نظیر شاهی از ارزش و اهمیت خاصی در تأمین بهداشت و سلامتی جوامع هم به لحاظ درمان و هم پیشگیری از بیماری‌ها برخوردار بوده‌اند. از سوی دیگر، ورود عناصر سنگین، مثل منگنز به چرخه زندگی انسان باعث عوارضی مانند پارکینسون (Parkinson) و اختلالات ذهنی در کودکان می‌شود (Yang and Deng, 2008).

در کشور ما، بخصوص استان آذربایجان شرقی، خاک‌های غنی از منگنز و معادن فعال این عنصر وجود دارد که محدوده وسیعی از خاک‌های مرتعی و زمین‌های زراعی مجاور این معادن تحت تأثیر غلظت‌های مسموم‌کننده این عنصر قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر، تأثیر فلز منگنز بر روی واکنش‌های فیزیولوژیک شاهی و جذب عناصر بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق از گیاه شاهی استفاده شد. به‌منظور بررسی اثر سمّیت منگنز بر روی برخی از شاخص‌های رشد، فعالیت آنزیم کاتالاز، محتوای مالون‌دی‌آلدئید، میزان روی و منگنز در بافت گیاه آزمایشی، به‌صورت طرح کامل تصادفی در ۴ تیمار و ۳ تکرار انجام گرفت. بذرهای شاهی پس از ضدعفونی شدن با هیپوکلریت‌سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۶ دقیقه با آب مقطر شسته و در گلدان‌های پلاستیکی حاوی پرلیت کاشته شدند. گیاهان در شرایط اتاق رشد با دمای روز/ شب ۲۸/ ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰-۶۰ درصد و با دوره تناوب نوری ۱۶/ ۸ ساعت (روشنایی/ تاریکی) در شدت نور ۵ کیلولوکس کشت داده شدند. در طول هفته اول پس از کاشت، گلدان‌ها با محلول Long- Ashton (Rezai and Farbodnia, 2008) تغذیه شدند و پس از رشد مناسب گیاهان، تیمارهای ۰، ۲۵۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار منگنز (نمک سولفات منگنز) روی آنها اعمال گردید و بعد از سه هفته تیمار، گیاهان برای آنالیز برداشت شدند.

اندازه‌گیری طول اندام هوایی و ریشه

طول ساقه و ریشه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد. طول ساقه از یقه تا قسمت انتهای ساقه و طول ریشه از یقه تا انتهای ریشه در نظر گرفته شد. برای هر گروه تیماری ۳ تکرار، و مقادیر بر اساس سانتی‌متر گزارش شد.

سنجش میزان کاروتنوئید (Lichtenthaler, 1987)

برای سنجش میزان کلروفیل و کاروتنوئید، ۰/۲ گرم از برگ‌های تازه گیاه در هاون چینی که حاوی ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد بود، ساییده شد و پس از صاف کردن با کاغذ صافی جذب آن با دستگاه اسپکتروفتومتر UV-Visible مدل cary50 ساخت آلمان در طول موج‌های، ۶۴۶/۸، ۶۶۳/۲۰، ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. برای صفر نمودن دستگاه، از استون ۸۰ درصد استفاده شد. غلظت رنگیزه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

$$Chla = 12.25\ A_{663.2} - 2.79\ A_{646.8}$$

$$Chlb = 21.21\ A_{646.8} - 5.1\ A_{663.2}$$

$$Total\ Chl = Chla + Chlb$$

$$Car = (1000A_{470} - 1.8\ Chla - 85.02\ Chlb)/198$$

در این فرمول Chla، Chlb، Total Chl و Car به ترتیب غلظت کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل و کاروتنوئیدها (شامل کاروتن‌ها و گزانتوفیل‌ها) هستند. غلظت بر حسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر عصاره گیاهی تعیین و سپس نتایج بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر بافت محاسبه و ارائه گردید.

سنجش میزان آنتوسیانین (Wanger, 1979)

برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌های برگ، ۰/۱ گرم از بافت برگی را در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و کلریدریک اسید خالص به نسبت حجمی ۱:۹۹) کاملاً ساییده و عصاره در لوله‌های آزمایش سر پیچ‌دار ریخته شد و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ و جذب محلول بالایی در طول موج ۵۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. برای محاسبه غلظت، ضریب خاموشی ۳۳۰۰۰ $M^{-1}cm^{-1}(\varepsilon)$ در نظر گرفته شد و از فرمول‌های زیر برای

تعیین میزان آنتوسیانین بر حسب میلی‌مولار بر گرم وزن تر بافت استفاده گردید.

$A=\varepsilon bc$

A=جذب؛ b= عرض کووت؛ c= غلظت محلول مورد نظر

اندازه‌گیری غلظت مالون‌دی‌آلدئید (MDA) (Heath and Packer, 1969)

طبق این روش ۰/۲ گرم از بافت تازه برگی توزین و در هاون چینی حاوی ۵ میلی‌لیتر تری کلرواستیک اسید (TCA) ۰/۱ درصد ساییده شد. عصاره حاصل با استفاده از دستگاه سانتریفیوژ به مدت ۵ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ شد. سپس به ۱ میلی‌لیتر از محلول رویی، ۴ میلی‌لیتر محلول تری‌کلرواستیک اسید (TCA) ۴۰ درصد که حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیتوریک اسید (TBA) بود، اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد حمام آبگرم حرارت داده شد. سپس بلافاصله در یخ سرد شد و دوباره مخلوط به مدت ۱۰ دقیقه در ۱۰۰۰۰g سانتریفیوژ گردید. شدت جذب این محلول با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۳۲ نانومتر خوانده شد. ماده مورد نظر برای جذب در این طول موج کمپلکس قرمز (MDA-TBA) است. جذب بقیه رنگیزه‌های غیراختصاصی در ۶۰۰ نانومتر تعیین و از این مقدار کسر گردید. برای محاسبه غلظت مالون‌دی‌آلدئید (MDA) از ضریب خاموشی معادل $1/56 \times 10^5\ M^{-1}cm^{-1}$ استفاده شد و نتایج حاصل از اندازه‌گیری بر حسب وزن تر بافت محاسبه و ارائه گردید.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز (Dhindsa and Motowe, 1981)

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز با استفاده از محاسبه کاهش مقدار پراکسید هیدروژن در ۲۴۰ نانومتر انجام شد. مخلوط واکنش شامل بافر فسفات پتاسیم ۵۰ میلی‌مولار با pH معادل ۷ و پراکسیدهیدروژن ۱۵ میلی‌مولار است. با اضافه کردن ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی به مخلوط ذکرشده، واکنش شروع می‌شود. شاهد برای صفر کردن دستگاه اسپکتروفتومتر شامل مخلوط واکنش بدون عصاره آنزیمی بود. تغییرات جذب (تفاضل جذب در زمان شروع واکنش از جذب در زمان یک دقیقه)، پس از شروع واکنش محاسبه گردید. میزان H_2O_2 موجود در مخلوط واکنش با استفاده از ضریب خاموشی (ε =۰/۲۸ $mMol^{-1}cm^{-1}$) محاسبه شد.

تعیین میزان یون‌های روی و منگنز در ریشه به روش جذب اتمی

به منظور اندازه‌گیری یون‌های روی و منگنز از روش جذب اتمی (Lozak and Soltyk, 2002) استفاده شد. اندازه‌گیری یون‌ها در بافت ریشه انجام شد. برای این منظور ۰/۵ گرم از بافت گیاهی خشک را در ۱۰ میلی‌لیتر نیتریک اسید ۸۰ درصد به مدت ۲۴ ساعت در شرایط آزمایشگاه قرار داده شد تا نمونه گیاهی به خوبی در اسید هضم شود. پس از این مدت محلول حاصل به منظور خارج شدن بخارات اسیدی از محلول، گرم شوند. سپس حجم محلول را با آب مقطر به ۵۰ میلی‌لیتر رسانده و از کاغذ صافی عبور داده شد. از محلول به دست آمده برای اندازه‌گیری عناصر مورد نظر، از دستگاه طیف نگار جذب اتمی Atomic Absorption Spectrometer مدل Spectra AA 220 ساخت کشور آمریکا استفاده شد.

عملیات آماری

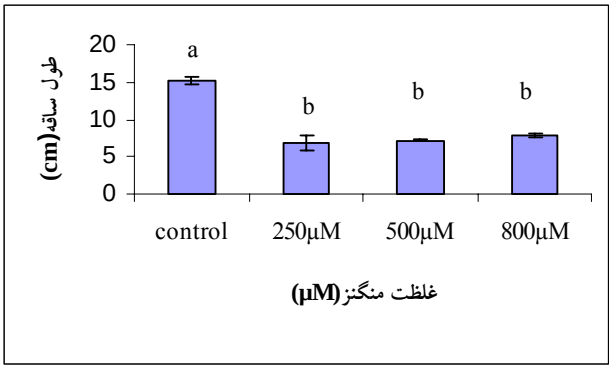
آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد. آنالیز

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS، آزمون ANOVA صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و برای رسم شکل از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

اثر منگنز روی طول ساقه

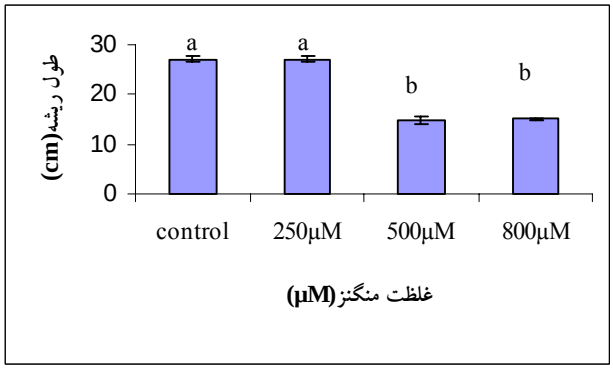
همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، تیمار غلظت بالای منگنز باعث کاهش طول ساقه شده است، اما تیمار ۲۵۰، ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار منگنز نسبت به یکدیگر اثر معنی‌داری ندارند.



شکل ۱- اثر منگنز روی طول ساقه، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

اثر منگنز بر روی طول ریشه

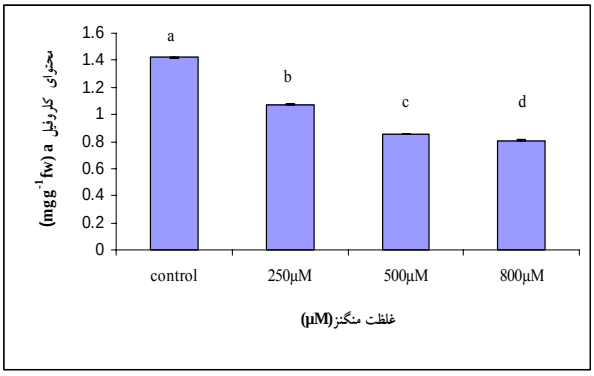
بر اساس شکل ۲ تیمارهای ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار منگنز باعث کاهش طول ریشه شدند، اما طول ریشه در غلظت ۲۵۰ میکرومولار منگنز نسبت به شاهد، تغییر معنی‌داری نشان نداد.



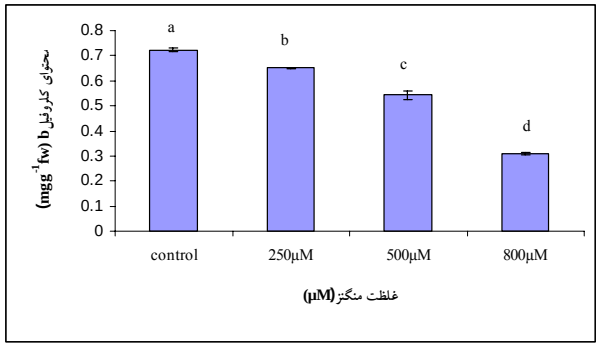
شکل ۲- اثر منگنز روی طول ریشه، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

اثر منگنز بر روی محتوای کلروفیل ها

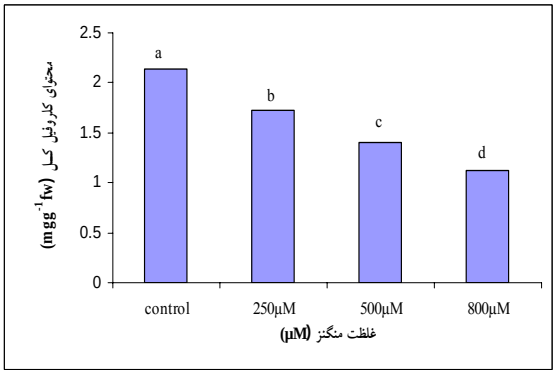
با افزایش غلظت، محتوای کلروفیلی کاهش یافت. کاهش محتوای کلروفیل a (شکل ۳)، b (شکل ۴) و کلروفیل کل (شکل ۵) نسبت به شاهد در تیمار ۸۰۰ میکرومولار منگنز قابل توجه است.



شکل ۳- اثر منگنز روی محتوای کلروفیل a، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.



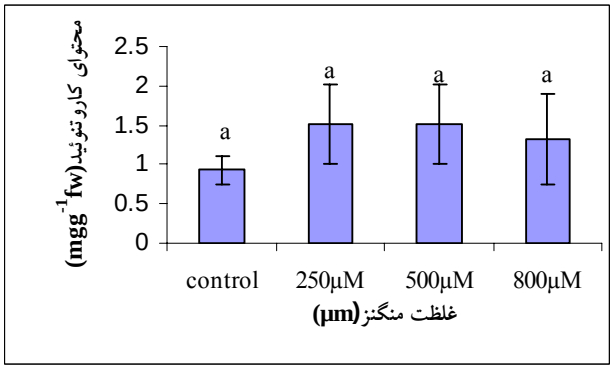
شکل ۴- اثر منگنز روی محتوای کلروفیل b، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.



شکل ۵- اثر منگنز روی محتوای کلروفیل کل، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

اثر منگنز بر روی غلظت کاروتنوئید

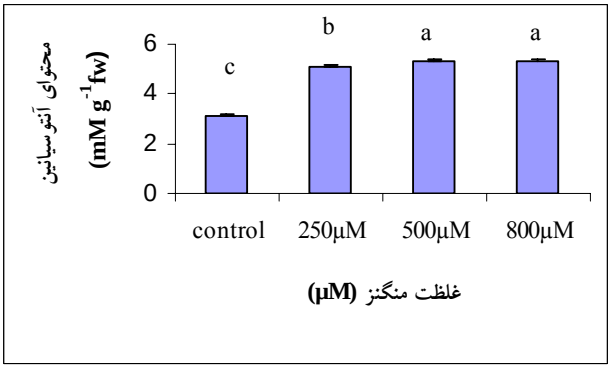
همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، با افزایش تیمار منگنز در محلول غذایی تغییر معنی‌داری در محتوای کاروتنوئید دیده نشد.



شکل ۶- اثر منگنز روی محتوای کاروتنوئید، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

اثر منگنز بر روی غلظت آنتوسیانین

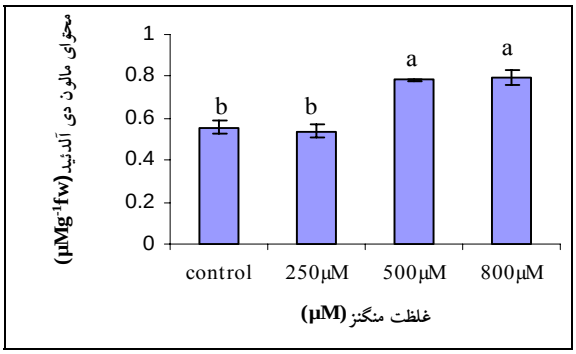
با افزایش غلظت‌های منگنز محتوای آنتوسیانین نیز افزایش یافت. بالاترین محتوای آنتوسیانین در تیمار ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار و پایین‌ترین محتوا در شاهد مشاهده شد (شکل ۷).



شکل ۷- اثر منگنز روی محتوای آنتوسیانین، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

اثر منگنز بر روی غلظت مالون‌دی‌آلدئید

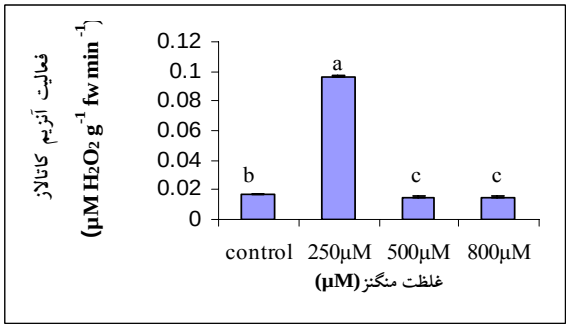
همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، با افزایش غلظت منگنز، محتوای مالون‌دی‌آلدئید افزایش می‌یابد. کمترین مقدار به تیمارهای شاهد و ۲۵۰ میکرومولار منگنز و بالاترین محتوا در تیمارهای ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار منگنز مشاهده می‌شود.



شکل ۸- اثر منگنز روی محتوای مالون‌دی‌آلدئید، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

اثر منگنز بر روی فعالیت آنزیم کاتالاز

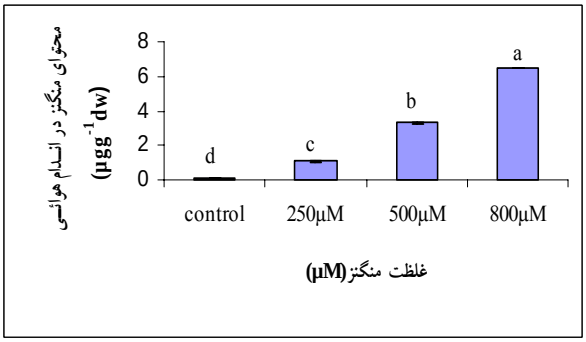
همان‌طور که در شکل ۹ مشاهده می‌شود، تیمار ۲۵۰ میکرومولار منگنز اثر افزایشی و تیمارهای ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار منگنز اثر کاهشی روی فعالیت آنزیم کاتالاز داشته است.



شکل ۹- اثر منگنز روی فعالیت آنزیم کاتالاز، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

غلظت یون منگنز در اندام هوایی

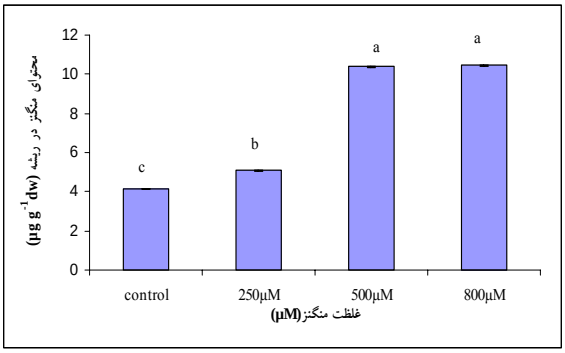
با افزایش غلظت تیمار منگنز، محتوای منگنز اندام هوایی افزایش یافت (شکل ۱۰). بیشترین محتوا مربوط به تیمار ۸۰۰ میکرومولار و کمترین محتوا مربوط به تیمار شاهد است.



شکل ۱۰- محتوای منگنز اندام هوایی در تیمارهای مختلف منگنز، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

غلظت یون منگنز در ریشه

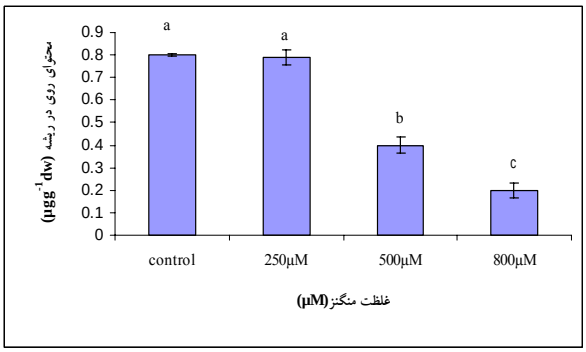
همان‌طور که در شکل ۱۱ مشاهده می‌شود، بالاترین محتوای منگنز در غلظت‌های ۸۰۰ و ۵۰۰ میکرومولار و پایین‌ترین مقدار مربوط به تیمار شاهد است.



شکل ۱۱- محتوای منگنز ریشه در تیمارهای مختلف منگنز، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

اثر منگنز بر روی غلظت یون روی در ریشه

افزایش محتوای منگنز باعث کاهش محتوای روی شد. بیشترین محتوای روی در شاهد و تیمار ۲۵۰ میکرومولار منگنز و پایین‌ترین محتوا مربوط به تیمار ۸۰۰ میکرومولار است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- محتوای روی ریشه در تیمارهای مختلف منگنز، مقادیر میانگین ± انحراف معیار بوده و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد انجام شده است. حروف غیر مشترک معرف تفاوت معنی‌دار است.

بحث

منگنز عنصر ضروری کم مصرف است، اما با این حال غلظت‌های بالای منگنز برای گیاه سمّی است (Rezai and Fardodnia, 2008). در پژوهش حاضر، تیمار غلظت‌های بالای منگنز باعث کاهش طول ساقه و ریشه شد. چنین نتایجی با گزارش‌های حاجی‌بلند و خسروپناه (۱۳۸۴) مبنی بر کاهش رشد ریشه آفتابگردان تحت تیمار سمّیت منگنز مطابقت دارد. مهار در رشد ریشه توسط منگنز به دلیل ایجاد اختلال در رابطه اسموتیکی گیاه بوده است (Qinghua and Zhujun, 2008). کاهش رشد ساقه بر اثر افزایش سمّیت منگنز، احتمالا به دلیل افزایش فعالیت ایندول استیک اسید اکسیداز است. به نظر می‌رسد که کاهش رشد بر اثر سمّیت منگنز مربوط به کمبود اکسین بوده است؛ گرچه مکانیسم دقیقی که بوسیله آن منگنز، اکسیدازها را فعال می‌سازد، شناسایی نشده است، اگرچه احتمال دارد که تغییر ظرفیت Mn^{3+} به Mn^{2+} در فرآیندهای اکسایش دخالت داشته باشد (Qinghua and Zhujun, 2008). دلیل دیگری را که می‌توان به کاهش ساقه نسبت داد، کاهش جذب روی است (Venkatesan *et al.*, 2007). عنصر روی به عنوان کوفاکتور بسیاری از آنزیم‌های درگیر در بیوسنتز آمینواسید تریپتوفان که به عنوان پیش ماده سنتز اکسین عمل می‌کند، حایز اهمیت است (منگل و کرکبی، ۱۳۷۶). برخی از محققان نیز معتقدند که این عنصر در مسیر تبدیل تریپتوفان به ایندول استیک اسید در مرحله نهایی سنتز اکسین عمل می‌کند (منگل و کرکبی، ۱۳۷۶). دانشمندانی در سال ۲۰۰۷ گزارش کردند که سمّیت منگنز باعث کاهش جذب روی در گیاه چای شده است (Venkatesan *et al.*, 2007).

همچنین Rezai و Farbodnia در سال ۲۰۰۸ کاهش جذب روی در نخودفرنگی را بر اثر تیمار غلظت‌های بالای منگنز گزارش نمودند. افزایش منگنز باعث کاهش کلروفیل در چای (Venkatesan *et al.*, 2007)، نخود فرنگی (Rezai and Farbodnia, 2008) و آناناس (Sideris and Young, 1998) شده است. دانشمندانی در سال ۱۹۹۹ گزارش کردند که مهار سنتز کلروفیل به‌وسیله منگنز اضافی به علت کمبود آهن است که با تجمع پروتوپورفیرین منیزیم و مونو متیل استر آن همراه است (Cstorday *et al.*, 1999). شایان ذکر است که سنتز کلروفیل در مرحله بعدی جایگزینی منیزیم در حلقه تتراپیرول به آهن نیاز دارد (Cstorday *et al.*, 1999).

تیمارهـای ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومـولار منگنـز روی محتـوای کاروتنوئیـد تـأثیر معنـی‌داری نداشـتند، امـا باعـث افـزایش محتـوای آنتوسـیانین (آنتـی اکسـیدان و از بـین برنـده رادیکـال‌هـای آزاد شـده توسـط منگنـز اضـافی) شـد، در حالی‌که در سال ۲۰۰۷ گـزارش کردنـد کـه سـمّیت منگنـز باعـث افـزایش محتـوای آن هـا در چـای شـده اسـت (Venkatesan *et al*., 2007). یکی از مکانیسـم‌هـای بـروز سمّیت در بافت‌های گیاهی در حضور فلزات سـنگین ماننـد منگنز، تولیـد رادیکـال‌هـای آزاد و ایجـاد تـنش اکسـیداتیو است(Bidwell *et al*., 2002). رادیکال‌های آزاد بـا اثـر بـر پیوندهای دوگانه اسیدهـای چـرب غیراشـباع واکـنش‌هـای زنجیره‌ای پراکسیداسیون را تحریـک کـرده، و بـه تخریـب اسیدهای چرب و تولیـد مـالون‌دی‌آلدئیـد منجـر مـی‌شـوند (حاجی‌بلند و خسروپناه، ۱۳۸۴).

Qinghua و Zhujun در سال ۲۰۰۸ گزارش کردند که غلظت بالای منگنز باعث افزایش محتوای مـالون‌دی‌آلدئیـد در گیاه چای شـد. گیاهـان مکانیسـم‌هـای دفـاعی متعـددی بـرای کنتـرل و خنثـی کـردن رادیکـال‌هـای آزاد ناشـی از اکسیژن به کار می‌گیرند. از جملـه ایـن مکانیسـم‌هـا وجـود یک سیستم دفاعی آنتـی‌اکسـیدانی بـا سـاز و کـار آنزیمـی (کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و ...) اسـت کـه مـی‌توانـد رادیکال‌های آزاد اکسیژن را از بین بـرده و خسـارات ناشـی از تـنش اکسـیداتیو را تخفیـف دهـد. فعالیـت کاتـالاز در تیمارهـای ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومـولار منگنـز کـاهش یافـت. همچنین در سال ۲۰۰۷ گزارش کردند کـه فعالیـت کاتـالاز در غلظت‌های بالای منگنز باعث کاهش فعالیت شده اسـت (Venkatesan *et al*., 2007) البتـه، علـت کـاهش فعالیـت آنـزیم کـاملاً مشـخص نیسـت، بـا ایـن حـال، احتمـال داده می‌شود به خاطر رادیکال‌های آزاد منگنز اضافی باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشـان داد کـه طـول ریشـه و سـاقه بـه عنـوان فـاکتور رشـد در غلظـت‌هـای ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومـولار کمتـرین مقـدار را داشـته اسـت. منگنـز در غلظت‌های بالا باعث کـاهش غلظـت روی، فعالیـت آنـزیم کاتالاز و افـزایش محتـوای مـالون‌دی‌آلدئیـد و آنتوسـیانین شده است. بنابراین، می‌توانیم نتیجه بگیریم که غلظـت‌هـای ۵۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار منگنز برای گیاه شاهی سمّی بودند و عامل تولید رادیکال‌های آزاد و در نتیجـه پراکسیداسـیون لیپیدها شدند و همچنین گیاه شاهی با افزایش آنتوسیانین بـه عنـوان آنتـی‌اکسـیدان نتوانسـت تولیـد مـالون‌دی‌آلدئیـد را کاهش دهد.

تشکر و قدردانی

خالصانه‌ترین مراتب قـدردانی و تشـکر خـود را محضـر استادان گرانقدر و بزرگـوار، جنـاب آقـای دکتـر آرویـن و جناب آقای دکتر منوچهر کلانتری تقدیم می‌دارم؛ استادانی که دلسوزانه و با صبر و حوصله کم نظیر، همواره راهنمـایم بوده‌اند.

منابع

حاجی‌بلند، ر. و خسروپناه، م. (۱۳۸۴) تحمل مسمومیّت منگنز در گیاهان آفتابگردان، برنج و ذرت در شرایط آب‌کشتی. مجله علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۴: ۹۱-۱۰۸.

زرگری، ع. (۱۳۷۶) گیاهان دارویی. جلد سوم. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

منگل، ک. و کرکبی، آ. (۱۳۷۶). اصول تغذیه گیاه. ترجمه سالاردینی، ع. ا. و مجتهدی، م. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی تهران، تهران.

Bidwell, S. D., Woodrow, I. E. and Sommer-Knudsen, J. (2002) Hyperaccumulation of manganese in *Austromyrtus bidwilli*. Plant Biology 29:899-905.

Cstorday, K., Gombos, Z. and Zalontal, B. (1999) Manganese and cobalt toxicity in chlorophyll biosynthesis. Journal of Agricultural Science 3:248-251.

Dhindsa, R. S. and Motowe, W. (1981) Drought tolerance in two mosses: correlation with enzymatic defense against lipid peroxidation. Journal of Experimental Botany 32: 79-91.

Gille, G. and Singler, K. (1995) Oxidative stresses in living cells. Folia Microbiology 2:131-152.

Heath, R. L. and Packer, L. (1969) Photoperoxidation in isolated chloroplast, kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. Archives of Biochemistry 125: 189-198.

Lichtenthaler, H. K. (1987) Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Methods in Enzymolology 148:350-382.

Lozak, A. and Soltyk, K. (2002) Determination of selected trace elements in herbs and their influence. Science Environment 289:33-40.

Qinghua, S. H. and Zhujun, Z. (2008) Effect of exogenous salicylic acid on manganese toxicity, element contents and antioxidative system in cucumber. Environmental and Experimental Botany 63:317-326.

Rezai, K. and Farbodnia, T. (2008) The response of pea plant to manganese toxicity in solution culture. Journal of Agricultural Science 3:248-251.

Sideris, C. P. and Young, H. Y. (1999) Growth and chemical composition of *Ananas comosus* L. in solution cultures with iron manganese ratios. Plant Physiology 24:416-421.

Venkatesan, S., Hemalatha, K. V. and Jayaganesh, S. (2007) Characterization of manganese toxicity and its influence on nutrient uptake, antioxidant enzymes and biochemical parameters in tea. Journal of Phytochemistry 2: 52-60.

Wanger, G. J. (1979) Content and vacuole/ extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanins in protoplast. Plant Physiology 64: 88-93.

Yang, S. X. and Deng, H. (2008) Manganese uptake and accumulation in a woody hyperaccumulator, *Schima superba*. Plant Soil Environment 10:441-446.

The effect of manganese on growth and some physiological and biochemical parameters of *Lepidium sativum* L.

Shahla Hashemi, Zahra Asrar[*1] and Shahram Pourseyedi [2]

[1] Department of Biology, Faculty of Science, Shahid Bahonar University, Kerman
[2] Department of Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University, Kerman

Abstract

Manganese (Mn) is one of the essential micronutrients for all plants but its toxicity induced unfavourable symptoms in plants. In acid soils, manganese toxicity is often more common than its deficiency. In this study, because of the importance of *Lepidium Sativum* in many cases such as medicinal, nutriental and economic aspects, the effect of different concentrations of Mn (0, 250, 500 and 800 µM) on some of the growth factors and biochemical characteristics were studied. The results showed that the concentrations of 500 and 800 µM of Mn reduced length of shoot, root, absorption of Zn and catalytic activity but increased Malondialdehyde content in comparison with the control . In addition, the plants that treated with 250, 500 and 800 µM of Mn had no significant effect on carotenoid content while at the same time, increased antocyanin content.

Key words: Antocyanin, *Lepidium sativum*, Carotenoid, Malondialdehyde, Manganese

* Correspong Author: zasrar@mail.uk.ac.ir