مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲

مجله پژوهش‌های به زراعی

اثر سطوح مختلف سدیم نیتروپروساید و آرسنیک بر خصوصیات کمی گیاه دارویی کارلا

(*Momordica charantia* L.)

پرویز یداللهی[۱]، محمد رضا اصغری پور[۲*]، اکبر باقری[۱]، بهنام جباری[۱]، سجاد شیخ پور[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه زابل، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، زابل، ایران

۲- دانشیار دانشگاه زابل، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت، زابل، ایران

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد باغبانی، دانشگاه زابل، دانشکده کشاورزی، گروه باغبانی، زابل، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۶ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۱۲

چکیده

آرسنیک یکی از فلزات سنگین سمی در محیط‌های زراعی آلوده می‌باشد که می‌تواند از طریق ایجاد گونه‌های فعال اکسیژن برای گیاهان ایجاد سمیت نماید. سدیم نیتروپروساید از طریق ممانعت از تولید رادیکالهای فعال اکسیژن می‌تواند سلول‌ها را در مقابل آسیب اکسیداتیو ناشی از تولید رادیکال‌های اکسیژن حفاظت کند. جهت بررسی این موضوع در گیاه دارویی کارلا آزمایشی در سال ۹۱-۱۳۹۰ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۳ سطح سدیم نیترو پروساید (۰، ۵۰ و ۱۰۰ میکرو مولار) و چهار سطح آرسنیک صفر(شاهد)، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک بود. در این آزمایش تنش عنصر سنگین موجب کاهش تعداد میوه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، قطر و وزن میوه، کلروفیل و فلورسانس گردید. نتایج نشان داد، استفاده از ۱۰۰ میکرو مولار سدیم نیتروپروساید بیشترین تعداد میوه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، قطر و وزن میوه، شاخص کلروفیل و فلورسانس را به خود اختصاص داد. نتایج بدست آمده نشان داد، محلول پاشی سدیم نیتروپروساید در کاهش سمیت آرسنیک بر عملکرد میوه، وزن هزار دانه، وزن تر میوه و فلورسانس مؤثر می‌باشد.

واژه های کلیدی: کارلا، اجزای عملکرد، نیترو پروساید، آرسنیک

* نگارنده مسئول (moas@uoz.ac.ir)

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

کارلا با نام علمی *Momordica charantia* L. از خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae) گیاهی گرمسیری است که در سرتاسر جهان پراکنده شده است، اما کشت آن عمدتا در شرق آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی رایج است (Mobasri & Moghadam, 2012). گرچه این گیاه در دامنه‌ی گسترده‌ای از اقلیم‌ها رشد می‌کند، اما بهترین سازگاری را با اقلیم‌های گرم داراست (Binder *et al.*, 1989). کارلا گیاهی یکساله، خزنده، بالا رونده و پر شاخ و برگ است. میوه و دانه و برگ‌های گیاه به دلیل وجود کوئینین تلخ مزه می‌باشند. بخش‌های مختلف این گیاه به خصوص میوه آن از گذشته برای درمان در طب سنتی مورد استفاده قرار می‌گرفته است (Yen & Hwang, 1985 ;Crisan *et al.*, 2008). به طور کلی کارلا به صورت غذا و دارو مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عنوان غذا: میوه‌های نارس، برگ‌ها و ساقه‌های جوان مستقیما به عنوان سبزی یا سالاد مصرف می‌شود. به عنوان دارو این گیاه حاوی گورمارین و پلی پپتیدهایی مشابه انسولین گاوی است که مطالعات و آزمایشات، تأثیر مثبت آن در تنظیم گلوکز را نشان می‌دهند (Joseph & Jini, 2013). این گیاه مقاومت بدن در برابر عفونت‌ها را نیز افزایش می‌دهد. کارلا از خون به نحو مؤثری سم زدایی می‌نماید ومزیت‌های زیادی در درمان و کنترل اختلالات خون از قبیل دمل‌های خونی، خارش، پسوریازیس، بیماری‌ها و عفونت‌های قارچی پوست دارد (Blum *et al.*, 2012).

در چند دهه اخیر آلودگی محیط زیست با انواع ترکیبات شیمیایی آلی و معدنی در نتیجه توسعه سریع صنایع شیمیایی و ورود انواع ترکیبات سمی و خطرناک به محیط به یک تهدید جدی تبدیل شده است. آرسنیک شبه فلزی است که در همه جای پوسته زمین به دو صورت معدنی و آلی یافت می‌شود (ملکی و اسلامی ،۱۳۸۹). مواجهه انسان‌ها با آرسنیک غیرآلی عمدتا از طریق آب‌های آلوده به این عنصر است (Boddu *et al.*, 2008). این عنصر سنگین در گیاهان با حمله به غشاهای سلولی و جلوگیری از انجام وظایف سلول‌ها سبب مرگ آنها می‌شود (Ozturk *et al.*, 2010). سطح مجاز آرسنیک در خاک ۱۴ میلی‌گرم در کیلوگرم و در گیاه ۵ تا ۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن خشک است (طباطبایی، ۱۳۸۸). مطالعات مختلف نشان می‌دهد که واکنش رشدی گیاهان به غلظت-های مختلف آرسنیک متفاوت است. به عنوان مثال در تحقیقی که روی لوبیا انجام شد کاهش وزن اندام‌های هوایی از غلظت ۲/۵ میکرومولار آرسنیک آغاز شد (لکزیان و همکاران، ۱۳۸۷).

محققین دیگری کاهش رشد لوبیا را در غلظت ۶۷ میکرومولار آرسنیک گزارش کردند (Stoeva *et al.*, 2005).

سدیم نیتروپروساید (SNP) یک ترکیب رها کننده نیتریک اکسید است که در حالت محلول به شدت به نور حساس می‌باشد (Wieczorek *et al* ,2006) و به عنوان یک سیگنال مهم در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه از جمله مراحل مربوط به رشد و نمو، شروع جوانه‌زنی، گلدهی، رسیدگی میوه‌ها و پیری اندام‌ها نقش دارد (Arasimowics & Wieczoorek, 2007). Hsu & Kao (2004) تأثیر مثبت سدیم نیتروپروساید را در شرایط تنش فلزات سنگین گزارش کردند. Kumari *et al* (2010) با تحقیق روی گیاه نخود گزارش کردند که استفاده از سدیم نیتروپروساید به عنوان دهنده نیتریک اکسید موجب توسعه رشد گیاه در شرایط تنش کادمیوم و کاهش میزان کادمیوم موجود در قسمت‌های مختلف گیاه شد.

هدف از این مطالعه بررسی تأثیر محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید به عنوان یک ماده تخفیف دهنده تنش فلزات سنگین بر رشد، خصوصیات

Archive of SID

www.SID.ir

مورفولوژیک و عملکرد کمی کارلا در خاک آلوده با مقادیر مختلف فلز سنگین آرسنیک بود.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار به صورت گلدانی در دانشگاه زابل اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ۳ سطح سدیم نیترو پروساید به میزان: صفر، ۵۰ و ۱۰۰ میکرو مولار و چهار سطح آرسنیک به مقدار: صفر (شاهد)، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک بود.

بذور به طور مستقیم و به صورت کپه‌ای در تاریخ ۷ فروردین ۹۱ در گلدان‌ها کشت شدند. بذر مورد استفاده از مرکز تحقیقات کشاورزی زهک تهیه شد. در این آزمایش مقادیر مختلف آرسینک براساس تیمارهای مورد آزمایش محاسبه و قبل از کاشت با خاک گلدان ها مخلوط شده سپس بذرها در عمق ۵ سانتی‌متری سطح خاک قرار داده شد.

محلول‌پاشی بوته‌ها با سدیم نیتروپروساید پس از استقرار کامل بوته‌ها اعمال شد، به طوری که برگ‌های گیاه کاملاً خیس شدند. به منظور بهبود جذب برگی سدیم نیتروپروساید، از تریتون X100 با غلظت ۰/۰۱ درصد به عنوان روکنشگر استفاده شد. عملیات داشت شامل آبیاری گلدان‌ها، واکاری و تنک کردن در طول دوره رشد به موقع انجام شد.

در این پژوهش، ویژگی‌های کمّی شامل تعداد میوه در بوته، طول میوه، قطر میوه، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، عملکرد میوه در گلدان، وزن هزار دانه، غلظت کلروفیل (SPAD) (کلروفیل متر Minolta SPAD-502 ساخت ژاپن)، فلورسانس کلروفیل، شاخص کلروفیل و خاکستر (کوره الکتریکی مدل GPC 1200 ساخت انگلیس) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده با استفاده از بسته‌های نرم افزاری Mstat-C و SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

نتایج و بحث

وزن تر میوه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد تأثیر آرسنیک و سدیم نیترو پروساید ($P <$ ۰/۰۱) و اثر متقابل آنها ($P <$ ۰/۰۵) بر وزن تر معنی‌دار شد (جدول ۱). کاربرد سدیم نیتروپروساید در حالت تنش سبب کاهش اثرات منفی تنش و افزایش وزن تر میوه شد (شکل ۲). تیمار ۱۰۰ میکرومولار این ماده همراه با تنش سطح سوم آرسنیک (۶۰mg/kg) با میانگین ۱۰۰/۵۳ گرم سبب افزایش ۵۲/۱۲ درصدی نسبت به تنش سطح چهارم (۹۰ mg/kg) و عدم کاربرد سدیم نیتروپروساید گردید (شکل ۱). در سایر تیمارهای ترکیبی مشابه در سطوح ۳۰mg/kg و ۶۰mg/kg روند افزایشی مشاهده گردید (شکل ۱).

در شرایط تنش، تولید فزاینده نیتریک اکسید در اندام‌های گوناگون گیاه دیده شده است. اثر حفاظتی یا سمی نیتریک اکسید در متابولیسم گیاه مربوط به غلظت مولکول، سنتز، انتقال و کارایی برداشت آن است. این ترکیب در تحریک جوانه‌زنی دانه، تقسیم سلول، افزایش میزان کلروفیل و بسیاری از اعمال دیگر سلول دخالت دارد و از طریق واکنش با گونه‌های اکسیژن فعال، آسیب ناشی از آن‌ها را کاهش می‌دهد (Beligni & Lamattina, 2000).

طول و قطر میوه

اثر سطوح مختلف آرسنیک و سدیم نیتروپروساید بر طول و قطر میوه کارلا در سطح احتمال ۱درصد معنی دار بود (جدول ۱). از نظر آرسنیک بالاترین میزان طول میوه کارلا برابر با ۱۷/۷۴ سانتیمتر بدست آمد (جدول ۲). اختلاف این سطح با سایر سطوح تیمارها معنی دار بود. همچنین کمترین

Archive of SID

www.SID.ir

صفت مذکور ۷/۵۸ سانتی متر بود (جدول ۲). قطر میوه کارلا تحت تأثیر آرسنیک بسیار معنی‌دار شد و کاهش یافت (جدول ۱). قطر میوه در تیمارهای شاهد، سطح اول، سطح دوم و سطح سوم غلظت آرسنیک به ترتیب برابر ۶/۹۶، ۶/۱۴، ۴/۱۳ و ۲/۹۵ بود (جدول ۲). محققان طی بررسی جذب آرسنیک در گوجه فرنگی متوجه شدند با افزایش میزان جذب این عنصر در گیاه، بروز آسیب‌های ناشی از تجمع زیاد آرسنیک، توانایی گیاه را در جذب کاهش می‌دهد. دلیل این کاهش وارد آمدن آسیب به ریشه بود که جذب عنصر و انتقال آن به بخش هوایی را کاهش می‌دهد (Carbonell *et al*., 1995).

به نظر می‌رسد کاهش تولید و ارسال مواد فتوسنتزی در مرحله ظهور و پر شدن میوه که موجب کاهش تعداد دانه در میوه می‌شود، باعث کاهش طول و قطر میوه شده باشد. سدیم نیتروپروساید موجب افزایش صفات مذکور گردید (جدول ۲). بیشترین افزایش طول میوه در غلظت ۱۰۰ میلی مولار سدیم نیتروپروساید با افزایش ۲۲/۱۴ درصدی ملاحظه گردید (جدول ۲). همچنین بیشترین و کمترین میزان قطر میوه در محلول پاشی به ترتیب مربوط به تیمار شاهد به میزان ۳/۷۱ و سطح سوم (۱۰۰میکرومولار) به میزان ۶/۳۶ می‌باشد (جدول ۲).

Farooq *et al* (2009) گزارش کردند که کاربرد خارجی نیتریک اکسید موجب جارو کردن ROS، توسعه توانایی غشای سلولی، بهبود فتوسنتز و وضعیت آب برگ می‌شود. احتمالا افزایش کارایی فتوسنتزی توسط سدیم نیترو پروساید می تواند سبب افزایش طول میوه شده باشد. همچنین Kolbert *et al* (2005) گزارش کردند که محل سنتز نیتریک اکسید در مناطق مریستمی و طویل شدن ریشه قرار دارد و نشان دهنده نقش احتمالی نیتریک اکسید در افزایش قطر میوه کارلا می باشد. محققان دیگر نقش سدیم نیتروپروساید در طویل شدن دیواره سلولی را گزارش کرده‌اند (Ferrer & Ros Barcelo, 1999).

تعداد میوه در بوته

نتایج تجزیه واریانس در جدول۱ نشان می‌دهد که تیمار آرسنیک و سدیم نیتروپروساید تأثیر معنی داری ($P < ۰/۰۱$) بر میزان تعداد میوه در بوته داشت، ولی اثر متقابل آنها تأثیر معنی داری روی این صفت نداشت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در تنش عنصر سنگین بیشترین میزان تعداد میوه در بوته با میانگین ۱۷/۲۲ مربوط به تیمار شاهد و کمترین آن بامیانگین ۵/۲۲ مربوط به تیمار آرسنیک سطح ۴ (۹۰mg/kg) می‌باشد (جدول ۲). در بررسی که روی گیاه گلسنگ (*Lichen xanthoria* parietina) انجام شد، تیمار با غلظت ppm ۰/۱ ، ۱ و ۱۰ از محلول آرسنیک مقدار پروتئین محلول کاهش یافت و میزانH_2O_2 افزایش پیدا کرد. کارایی فتوسنتزی در بالاترین غلظت آرسنیک (۱۰ppm) کاهش معنی‌داری یافت. نتایج آزمایش در این گیاه نشان داد که اجزای تشکیل دهنده غشاهای سلولی به شدت به وسیله تیمار آرسنیک تحت تاثیر قرار می‌گیرند (Pisani *et al*., 2010). احتمالا کاهش فتوسنتز در تیمارهای اعمال آرسنیک می تواند باعث کاهش در تعداد میوه و در نتیجه عملکرد گیاه شده باشد. کاربرد ۱۰۰ میکرو مولار سدیم نیتروپروساید موجب افزایش معنی‌دار این صفت به میزان ۴۱/۹۷ نسبت به شاهد گردید (جدول ۲). البته محلول‌پاشی با غلظت ۵۰ میکرو مولار نیز بهبود این صفت را نسبت به شاهد به دنبال داشت (جدول۲).

نیتریک اکسید به عنوان یک سیگنال مهم در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد. در مراحل مربوط به رشد و نمو، شروع جوانه‌زنی، گلدهی، رسیدگی میوه‌ها و پیری اندام‌ها نقش دارد

Archive of SID

www.SID.ir

(Arasimowics & Wieczoorek, 2007). این ترکیب در تحریک تقسیم سلول، افزایش میزان کلروفیل و بسیاری از اعمال دیگر سلول دخالت دارد (Beligni & Lamattina, 2000) و احتمالا از این طریق باعث افزایش فتوسنتز و تعداد میوه در بوته می‌شود.

عملکرد میوه

نتایج نشان داد که عملکرد میوه تحت تأثیر تیمارهای آرسنیک و سدیم نیتروپروساید و اثرات متقابل آنها با تفاوت معنی داری (P <۰/۰۱) قرار گرفت (جدول۱). بطوریکه در تیمار ترکیبی سطح ۳ سدیم نیترو پروساید (۱۰۰mm) در سطح ۴ آرسنیک (۹۰mg/kg) با میانگین ۲۰۴۶/۴ کیلوگرم در هکتار نسبت به عدم کاربرد محلول‌پاشی در آرسنیک بالاترین غلظت (۹۰mg/kg) ۴۶ درصد افزایش عملکرد را نشان داد (شکل ۲). محققان تأثیر مثبت سدیم نیتروپروساید را در شرایط تنش فلزات سنگین گزارش کردند(Hsu & Kao, 2004). Kumari *et al* (2010) با تحقیق روی گیاه نخود گزارش کردند که استفاده از سدیم نیتروپروساید به عنوان دهنده نیتریک اکسید موجب توسعه رشد گیاه در شرایط تنش کادمیوم شد و همچنین موجب کاهش میزان کادمیوم موجود در قسمت‌های مختلف گیاه شد.

وزن هزار دانه

اثر آرسنیک و محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید (P<۰/۰۱) بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد (جدول ۳). در مورد تنش آرسنیک مشاهده شد که کاربرد ۹۰ میلی‌گرم در کیلوگرم این ماده موجب کاهش معنی‌دار ۳۴/۶۸ درصدی وزن هزار دانه نسبت به شاهد و کاهش ۲۴/۶۸ درصدی نسبت به سطح دوم این ماده گردید (جدول ۴). مطالعات مختلف نشان می‌دهد که واکنش رشدی گیاهان به غلظت‌های مختلف آرسنیک متفاوت است به عنوان مثال در تحقیقی که روی لوبیا انجام شد و کاهش وزن اندام‌های هوایی از غلظت ۲/۵ میکرومولار آرسنیک آغاز شد (لکزیان و همکاران، ۱۳۸۷). Neill *et al* (2008) گزارش کردند که کاربرد خارجی سدیم نیتروپروساید، بسته شدن روزنه را تحریک و سلول‌ها را در برابر تنش اکسیداتیو محافظت می‌کند. به هر حال کاربرد خارجی سدیم نیتروپروساید، اثرات تنش خشکی را از طریق کاهش نفوذپذیری غشاء و نشت الکترولیت‌ها و هم-چنین میزان H_2O_2 موجود در برگ کاهش می‌دهد.

تعداد شاخه فرعی

این صفت از نظر تشکیل تعداد میوه در بوته و تعداد دانه در میوه نقش مهمی دارد. تنش آرسنیک و سدیم نیتروپروساید تأثیر معنی‌داری (P <۰/۰۱) بر تعداد شاخه فرعی داشت (جدول ۳). این صفت در شرایط عدم تنش ۱۳/۵۵ بود که با افزایش آرسنیک به سطح ۴ (۹۰mg/kg) و بروز تنش در گیاه به حدود ۴ رسید به این وسیله تنش آرسنیک موجب کاهش ۷۰/۴۷ درصدی تعداد شاخه فرعی شد (جدول ۴). آرسنیک در گیاهان با حمله به غشاهای سلولی و جلوگیری از انجام وظایف سلول‌ها، سبب مرگ آنها می‌شود Ozturk *et al* (2010) در مطالعه‌ای که بهمنظور بررسی اثر آرسنیک بر تاج خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) انجام شد، افزایش تدریجی غلظت (۶۰-۵۵-۵۰-۴۵-۴۰-۳۵-۳۰-۲۵-۲۰-۱۵-۱۰-۵-۰)، باعث کاهش محصول و ترکیبات آن شد، بیشترین تعداد برگ، طول ساقه، قطر ساقه و وزن اندام‌های هوایی در تیمار شاهد و کمترین در ۵۰ میلی‌گرم در لیتر آرسنیک مشاهده شد (Choudhury *et al*., 2008).

سدیم نیتروپروساید موجب افزایش صفت مذکور گردید (جدول ۴). بیشترین افزایش در غلظت ۱۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

میکرو مولار سدیم نیتروپروساید با افزایش ۲۲/۱۴ درصدی ملاحظه گردید (جدول ۴).

نیتریک اکسید به عنوان یک سیگنال مهم در فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه نقش دارد. در مراحل مربوط به رشد و نمو، شروع جوانه‌زنی، گلدهی، رسیدگی میوه‌ها و پیری اندام‌ها نقش دارد (Arasimowics & Wieczoorek, 2007). به نظر می‌رسد، افزایش بدست آمد به دلیل نقش محلول پاشی سدیم نیترو پروساید در افزایش رشد رویشی گیاه و توسعه اندام هوایی گیاه می‌باشد.

خاکستر

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، خاکستر تحت تأثیر تنش آرسنیک و سدیم نیتروپروساید در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۳). در مطالعه حاضر این صفت بر اثر تنش سطح ۴ (۹۰mg/kg) با میانگین ۰/۱۲ درصد، سبب کاهش ۲۵ درصدی نسبت به شاهد گردید (جدول ۴). خاکستر در تیمارهای سطح اول (شاهد)، سطح دوم و سطح سوم محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید به ترتیب برابر ۰/۱۲، ۰/۱۴ و ۰/۱۶ بود (جدول ۴). محققان طی بررسی جذب آرسنیک در گوجه فرنگی متوجه شدند با افزایش میزان جذب این عنصر در گیاه، بروز آسیب‌های ناشی از تجمع زیاد آرسنیک، توانایی گیاه را در جذب کاهش داد. دلیل این کاهش وارد آمدن آسیب به ریشه بود که جذب عنصر و انتقال آن به بخش هوایی را کاهش داد (Carbonell *et al*., 1995).

فلورسانس و کلروفیل (Spad)

فلورسانس تحت تأثیر اثرات متقابل، اثر تنش آرسنیک و سدیم نیتروپروساید ($P<0/01$)، قرار گرفت (جدول ۱). بررسی شکل ۱ نشان می‌دهد در تیمار ترکیبی سطح ۳ سدیم نیترو پروساید (۱۰۰mm) در سطح ۴ آرسنیک (۹۰mg/kg) با میانگین ۰/۴۸ نسبت به عدم کاربرد محلول‌پاشی (شاهد) در آرسنیک بالاترین غلظت (۹۰mg/kg)، ۴۶ درصد افزایش را نشان داد (شکل۳). قابل ذکر است برهمکنش سطح ۲ آرسنیک (۳۰mg/kg) و سطوح ۵۰ و ۱۰۰ میکرو مولار اختلاف معنی‌داری نسبت به شاهد ملاحظه نشد (شکل ۳).

نسبت Fv/Fm حداکثر عملکرد کوانتومی فتوشیمیایی فتوسیستم II را نشان می‌دهد و یک پارامتر مناسب و مهم برای تعیین وضعیت دستگاه فتوسنتزی می‌باشد. تنش‌های محیطی که کارایی فتوسیستم II را تحت تأثیر قرار می‌دهند، باعث کاهش نسبت Fv/Fm می‌شوند (مجدی و همکاران، ۱۳۸۶).

در برخی بررسی‌ها گزارش شده است که در حضور نیتریک اکسید دسترسی گیاه به آهن بیشتر است و این نیز می‌تواند یکی از نقش‌های نیتریک اکسید در حفظ محتوای کلروفیل گیاه باشد (Neill *et al*., 2003).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد، غلظت کلروفیل تحت تأثیر تنش آرسنیک و سدیم نیتروپروساید در سطح ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۳). در مطالعه حاضر این صفت در اثر تنش سطح ۴ (۹۰mg/kg) با میانگین ۳۶/۴۱ درصد سبب کاهش ۱۷ درصدی نسبت به شاهد پیدا کرد (جدول ۴). صفت مورد مطالعه در تیمارهای سطح اول (شاهد)، سطح دوم و سطح سوم محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید به ترتیب برابر ۳۸/۳۰، ۴۰/۹۴ و ۴۵/۱۲ بود (جدول ۴).

عناصر سنگین موجب کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی می‌شود (Sharma *et al*.,2006). کاهش رنگیزه‌ها به واسطهٔ افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن است، که این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون و در نتیجهٔ تجزیهٔ کلروفیل‌ها می‌گردند (Schutz & Fangmier, 2001).

Hsu & Kao (2004) گزارش کردند که غلظت‌های بالای کادمیوم نیز موجب کاهش محتوای کلروفیل در برگ‌های برنج شده است و وقتی که برگ‌ها با ترکیب رها کننده نیتریک

Archive of SID

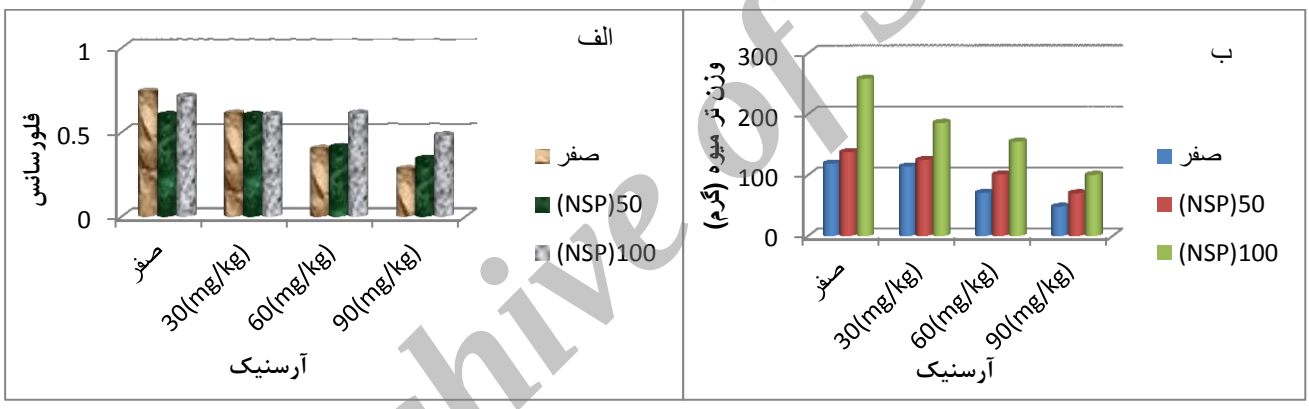
www.SID.ir

اکسید، پیش تیمار شدند این اثر بر طرف شد. در این مورد به نظر می‌رسد که اثر نیتریک اکسید به واکنش آن با گونه‌های اکسیژن فعال بر می‌گردد، زیرا رادیکال‌های آزاد اکسیژن اصلی‌ترین عاملی هستند که در شرایط تنش موجب خسارت و شکستن رنگیزه‌های فتوسنتزی و پروتئین‌های ساختاری دستگاه فتوسنتزی می‌شوند.

همچنین پروتئین‌هایی که در متابولیسم کلروفیل شرکت می‌کنند نیز هدف گونه‌های اکسیژن فعال قرار گرفته، تخریب شوند (Beligni & Lamattina, 1999).

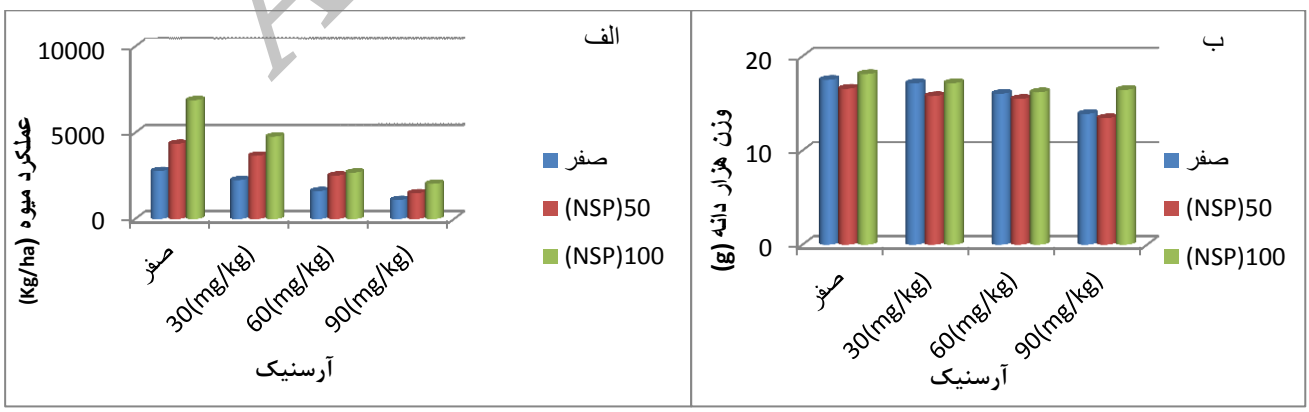
نتیجه گیری

نتایج این آزمایش به طور خلاصه نشان داد که اعمال سطوح آرسنیک به طور معنی‌داری تعداد میوه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، قطر میوه، وزن میوه، شاخص کلروفیل و فلورسانس را کاهش داد. سدیم نیترپروساید نقش مخالف آرسنیک را داشته و موجب افزایش پارامترهای ذکر شده و تعدیل و کاهش اثر منفی آرسنیک را ایفا می‌کند. بنابراین استفاده از سدیم نیتروپروساید تأثیری مثبت بر اثرات کاهنده ویژگی‌های کمی کارلا داشت.



شکل ۱- میانگین ترکیبات تیماری حاصل از سطوح مختلف تنش آرسنیک و غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید بر فلورسانس و وزن میوه

(الف) فلورسانس (ب) وزن تر میوه (گرم)



شکل ۲- میانگین برهمکنش سطوح مختلف تنش آرسنیک و غلظت‌های مختلف سدیم نیتروپروساید بر عملکرد میوه و وزن هزار دانه

(الف) عملکرد میوه (کیلوگرم در هکتار) (ب) وزن هزار دانه (گرم)

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- تجزیه واریانس برخی از ویژگی‌های کمی کارلا تحت تأثیر آرسنیک و محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن تر میوه	طول میوه	قطر میوه	تعداد میوه در بوته	عملکردمیوه
بلوک	۲	۵۴۱/۴۴ ns	۳۰/۴۴ ns	۰/۳۱ ns	۲۰/۵۸	۵۸۹۷۲۹ ns
آرسنیک	۳	۱۶۲۱۵/۵۹ **	۱۸۱/۳۱ **	۳۰/۲۹ **	۲۴۷/۲۵**	۱۷۳۳۰۱۷۲/۷ **
سدیم نیترو پروساید(NSP)	۲	۲۴۷۶۸/۲۸ **	۱۰۴/۲۵ **	۲۱/۰۷ **	۱۵۷/۷۵**	۱۴۰۵۷۴۸۷/۳ **
NSP× آرسنیک	۶	۱۴۵۸/۵*	۱/۲۵ ns	۰/۴۶ ns	۶/۸۹ ns	۱۷۸۳۵۱۹/۹**
E	۲۲	۴۲۸/۴۷	۲/۳۲	۰/۳۲	۳/۹۱	۴۲۴۲۲۸/۳
ضریب تغییرات (درصد)	-	۱۶/۷۲	۱۱/۲۴	۱۱/۳۳	۱۶/۴۹	۲۱/۵۶

*و** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند.

جدول ۲- مقایه میانگین برخی از ویژگی‌های کمی کارلاتحت تأثیر آرسنیک و محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید

تیمار	وزن تر میوه (گرم)	طول میوه (سانتی‌متر)	قطر میوه	تعداد میوه در بوته	عملکرد میوه (کیلو گرم در هکتار)
		آرسنیک			
A1: شاهد	۱۷۱/۹۷ a	۱۷/۷۴ a	۶/۹۶ a	۱۷/۲۲a	۴۶۸۲/۴ a
۳۰mg/kg:A2	۱۴۱/۵۸ b	۱۶/۱۴ b	۶/۱۴ b	۱۴/۷۷b	۳۵۷۰b
۶۰mg/kg:A3	۱۰۸/۹۳ c	۱۲/۷۸ c	۴/۱۳ c	۱۰/۷۷c	۲۲۸۱/۱ c
۹۰mg/kg:A4	۷۲/۹۷ d	۷/۵۸ d	۲/۹۵ d	۵/۲۲d	۱۵۴۸/۷ d
		سدیم نیتروپروساید			
N1: شاهد	۸۷/۹۷ c	۱۰/۸۰ c	۳/۷۱ c	۹/۳۳b	۱۹۴۲/۱ c
۵۰mm:N2	۱۰۸/۴۶ b	۱۳/۲۳ b	۵/۰۶ b	۱۰/۵۸b	۳۰۱۲/۸b
۱۰۰mm:N3	۱۷۴/۸۸ a	۱۶/۶۶ a	۶/۳۶ a	۱۶/۰۸a	۴۱۰۶/۷ a

اختلاف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۳- تجزیه واریانس برخی از ویژگی‌های کمی کارلاتحت تأثیر آرسنیک و محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید

منبع تغییرات	درجه آزادی	وزن هزار دانه	تعداد شاخه فرعی	خاکستر	فسفرسانس	غلظت کلروفیل (spad)
بلوک	۲	۱۲/۷۴ ns	۰/۷۷ ns	۰/۰۰۰۵ ns	۰/۰۲۱ns	۲۷/۶۱ ns
آرسنیک	۳	۵۱۵/۷۲ **	۱۵۹/۲۱ **	۰/۰۰۳ **	۰/۵۳**	۱۰۷/۳۱ **
سدیم نیترو پروساید(NSP)	۲	۶۹/۶۵ **	۱۶/۰۲ **	۰/۰۰۳ **	۰/۰۴۴**	۱۴۱/۸۶ **
NSP × آرسنیک	۶	۶/۲۶ns	۱/۲۱ ns	۰/۰۰۰۳ ns	۰/۰۱۵**	۱۴/۰۳ns
E	۲۲	۳/۷۷	۲/۴۱	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۲۰	۱۴/۱۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۸/۵۶	۱۶/۸۹	۱۴/۰۳	۸/۳۸	۹/۰۷

*و** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصدو عدم معنی‌داری می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- مقایه میانگین برخی از ویژگی‌های کمی کارلاتحت تأثیر آرسنیک و محلول‌پاشی با سدیم نیتروپروساید

تیمار	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد شاخه فرعی	خاکستر	فلورسانس	غلظت کلروفیل (Spad)
		آرسنیک			
A1: شاهد	۳۱/۹۵ a	۱۳/۵۵ a	۰/۱۶ a	۰/۶۸a	۴۳/۸۷ a
A2:۳۰mg/kg	۲۵/۵۷ b	۱۱/۴۴ b	۰/۱۵ a	۰/۶۰b	۴۳/۴۹a
A3:۶۰mg/kg	۱۸/۱۵ c	۷/۷۷ c	۰/۱۲ b	۰/۴۷c	۴۲/۰۵ a
A4:۹۰mg/kg	۱۵/۱۳ d	۴ d	۰/۱۲ b	۰/۳۷d	۳۶/۴۱ b
		سدیم نیتروپروساید			
N1: شاهد	۲۰/۵۱ c	۷/۹۱ b	۰/۱۲ c	۰/۵۱b	۳۸/۳۰ b
N2:۵۰mm	۲۲/۳۰ b	۹/۵۰ a	۰/۱۴ b	۰/۴۹b	۴۰/۹۴b
N3:۱۰۰mm	۲۵/۲۸ a	۱۰/۱۶ a	۰/۱۶ a	۰/۶۰a	۴۵/۱۲ a

اختلاف میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، معنی‌دار نمی‌باشد.

منابع

طباطبایی، س. ج. ۱۳۸۸. اصول تغذیه معدنی گیاهان. انتشارات مولف، ۳۸۸ ص.

لکزیان، ا.، حلاج نیا، ا.، نصیری محلاتی، م. و نیک بین، ف. ۱۳۸۷. تأثیر باکتری ریزوبیوم لگومینوزاروم بیوار فازئولی بر جذب و افزایش تحمل به آرسنیک در لوبیا. نشریه آب و خاک و علوم کشاورزی، ۲۳(۳): ۳۶-۴۴.

مجدی، م.، ق. کریم زاده. و س. محفوظی. ۱۳۸۶. اثر دمای پائین و کلسیم خارجی بر روی راندمان کوانتومی فتوسیستم II و میزان کلروفیل در ارقام گندم حساس و متحمل به سرما. *مجله* پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۸(۷۷): ۱۷۵-۱۸۱.

ملکی، ا. و ا. اسلامی. ۱۳۸۹. مطالعه سینتیک و ایزوترم جذب آرسنیک پنج ظرفیتی از محلول آبی توسط کاه گندم اصلاح شده. مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، ۳(۴): ۴۳۹-۴۵۰.

Abbas-Ali, M., M. Abu Saeed, M. Sultanur Reza, M. SarminaYeasmin, and Mohal Khan, A. 2009. Characteristics of Seed Oils and Nutritional Compositions of Seeds from Different Varieties of *Momordica charantia* L.Cultivated in Bangladesh. Journal Food Sciences. 26(4): 275–283.

Arasimowics, M. and J. F. Wieczoorek. 2007**.** Nitric oxide as a bioactive signaling molecule in plant stress responses. Plant Sci. 172: 876- 887.

Beligni, M. V. and L. Lamattina. 1999**.** Nitric oxide counteracts cytotoxic processes mediated by reactive oxygen species in plant tissues. Planta. 208: 337-344.

Beligni, M. V. and L. Lamattina. 2000. Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation, and inhibits hypocotyls elongation, three light inducible responses in plants. Planta. 210: 215-221.

Blum, A., Ch. Loerz, H. J. Martin, C. A. Staab-Weijnitz, and E. Maser. 2012. *Momordica charantia* extract, a herbal remedy for type 2 diabetes, contains a specific 11β-hydroxysteroid dehydrogenase type 1 inhibitor. The Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology.128: 51-55.

Archive of SID

www.SID.ir

Joseph, B. and D. Jini. 2013. Antidiabetic effects of Momordica charantia (Bitter melon) and its medicinal potency. Asian Pacific Journal of Tropical Disease. 3: 93-102.

Kolbert, Z., B. Bartha, and L. Erdel. 2005**.** Generation of nitric oxide in roots of Pisumsativum, Triticumaestivum and Petroseleniumcrispum plants under osmotic and drought stress. Acta. Biol. Szegediensis. 46: 13-16.

Kumari, A., S. Sheokand, and S. Kumari. 2010**.** Nitric oxide induced alleviation of toxic effects of short term and long term Cd stress on growth, oxidative metabolism and Cd accumulation in Chickpea. Brazilian society of plant Physiol. 22(4): 271-284.

Neill, S., R. Barros, J. Bright, R. Desikan, J. Hancock, J. Harrisan, P. Morris, D. Ribeiro, and I. Wilson. 2008**.** Nitric oxide, stomatal closure, and abiotic stress. J. Exp. Bot. 59: 165-176.

Neill, S. J., R. Desikan, and J. T. Hancock. 2003**.** Nitric oxide signaling in plants.NewPhytol. 159: 11-35

Ozturk, F., F. Duman, Z. Leblebici, and R. Temizgul. 2010. Arsenic accumulation and biological responses of Watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) exposed to arsenite. Environmental Experience Botany. 69:167-174.

Pisani, T., S. Munzi, A. Paoli, M. Bockor, and S. Loppi. 2010. Physiological effects of arsenic in the (*Lichen xanthoria* Parietina L.). Chemosphere. 40: 440-454.

Schutz, H. and E. Fangmier. 2001. Growth and yield responses of spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) to elevated Co2 and water limitation. Environmental Pollution, 114: 187-194.

Sharma, R. K. and M. Agrawel. 2006. Single and combined effects of cadmium and zinc on carrots: uptake and bioaccumulation. Journal of Plant Nutrition. 31: 19-34.

Boddu, V. M., K. Abburi, J. L. Talbott, E. D. Smith, and R. Haasch. 2008. Removal of arsenic (III) and arsenic (V) from aqueous medium using chitosancoatedbio-sorbent.*Water Research.*42: 633-642.

Carbonell-Barrachina, A. A., M. A. Aarabi, R. D. Delaune, W. H.Gambrell, and J. Patrick. 1995. Arsenic in wetland vegetation: availability, phytotoxicity, uptake and effects on plant growth and nutrition. Sciense Total Envir. 217: 189-199.

Choudhury, M. R. Q., S. T. Islam, R. Alam, I. Ahmad, W. Zamam, R. Sen, and M. N. Alam, 2008. Effects of Arsenic on Red Amaranth (*Amaranthus retroflexus* L.). American-Eurasian Journal of Scientific Research. 3(1): 48-53.

Crisan, S., G. Campeanu, and L. Halmagean. 2008. Study of *Momordicacharantia L.* species grown on the specific conditions of Romania's western part. Journal of Vegetable Growing. 425-428.

Farooq. M., S. M. A. Basra, A. Wahid, and H. Rehman. 2009. Exogenously Applied Nitric Oxide Enhances the Drought Tolerance in Fine Grain Aromatic Rice (*Oryza sativa* L.). J. Agron and Crop Sci. 195: 254-261.

Ferrer, M. A. and A. Ros Barcelo.1999**.** Differential effect of nitric oxide on peroxidase and H2O2 production by the xylem of *Zinniaelegans*. Plant Cell Environ. 22: 891-897.

Heidari, M. and M. Mobasri Moghadam. 2012. Effect of rate and time of nitrogen application on fruit yield and accumulation of nutrient elements in *Momordica charantia*. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 11: 129–133.

Hsu, Y. T. and C. H. Kao. 2004**.** Cadmium toxicity is reduced by nitric oxide in rice leaves. Plant growth regulat. 42: 227-238.

Archive of SID

www.SID.ir

Soltani, A. 2004. Chlorophyll fluorescence and its application.Internalpress. University of Agricsci and Natural Resovrce, Gorgan Iran. 19p.

Stoeva, N., M. Berova, and Z. Zlatev. 2005. Effect of arsenic on some physiological parameters in bean plants. Biologiaplanta-rum. 49: 293-296.

Wieczorek, J. F., G. Milczarek, M. Arasimovicz, and A. Ciszewski. 2006**.** Do nitric oxide donors mimic endogenous No related response in plants. Plabta. 224: 1363-1372.

Archive of SID

www.SID.ir