مجله پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیستم، شماره اول، ۱۳۹۲
http://jopp.gau.ac.ir

اثر غلظت‌های مختلف سرب بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی گیاه کنگرفرنگی

*ناصر کریمی[۱]، معصومه خان احمدی[۲] و بهاره مرادی[۳]

[۱]استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، [۲]عضو هیأت‌علمی جهاددانشگاهی واحد کرمانشاه، [۳]مربی گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد بروجرد

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۱۱

چکیده

سرب به‌عنوان یک فلز سنگین و آلاینده شیمیایی پایدار از طریق منابع مختلف مصنوعی و طبیعی سلامت محیط زیست موجودات زنده را تهدید می‌کند. امروزه تکنیک گیاه پالایی به‌عنوان یک روش مقرون به صرفه و مناسب از نظر محیط زیست، کاربرد بسیارمهمی در پالایش خاک‌های آلوده به سرب دارد. از آن‌جایی که مقاومت گیاه *Cynara scolymus* L. (کنگرفرنگی) به ترکیبات نفتی ثابت شده است، در این پژوهش اثر غلظت‌های مختلف سرب (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰ ، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار) بر برخی پارامترهای فیزیولوژیکی این گیاه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج این آزمایش با افزایش غلظت سرب در محلول غذایی، زیتوده ریشه و ساقه، محتوای کلروفیل a، b و کلروفیل کل و سطح برگ‌های گیاه کاهش معنی‌داری نشان داد که بیشترین کاهش مربوط به تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار بود. با افزایش غلظت سرب در محیط، میزان انباشت سرب در ریشه و ساقه گیاه کنگرفرنگی افزایش معنی‌داری یافت به‌طوری‌که در تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار میزان انباشت در ریشه‌ها ۴۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در ساقه ۲۱۷/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. میزان انباشت سرب در ریشه‌ها بیشتر از ساقه‌ها بود. به‌طورکلی نتایج نشان داد که گیاه کنگرفرنگی توانایی نسبتاً زیادی در تحمل غلظت‌های بالای سرب و انباشت آن در ریشه، ساقه و همچنین انتقال بیشتر سرب به بخش هوایی دارد. بنابراین گیاه کنگرفرنگی جهت کشت در مناطق آلوده به سرب و کاهش آلودگی آن در خاک توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: کنگر فرنگی، سرب، فلزات سنگین

*مسئول مکاتبه: nkarimi@razi.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در قرن گذشته آلودگی با فلزات سنگین به‌علت کاربرد کودهای شیمیایی، افزایش فعالیت‌های صنعتی، شهرنشینی و بهره‌برداری زیاد از معادن باعث تخریب رویشگاه‌های گیاهی شده و مشکلات زیست محیطی مهمی را به‌وجود آورده است (بروک و همکاران، ۱۹۹۸). فلزات سنگین اثرات سمی و عوارض زیادی برای جانوران و در نهایت، در راس هرم چرخه مواد غذایی برای انسان در پی دارند. به‌منظور پالایش خاک‌های آلوده به فلزات سنگین از گونه‌های گیاهی که دارای قدرت انباشت‌کنندگی زیاد و رشد عادی در این شرایط استرس باشند استفاده می‌کنند (مک‌گراس و زائو، ۲۰۰۳).

سرب یکی از فلزات سنگین و آلاینده‌های مهم اکوسیستم‌های خشکی است. علاوه بر فرایندهای طبیعی از طریق منابع مصنوعی (دودهای خروجی از اتومبیل‌ها، کارخانه‌ها، مخزن باطری‌ها، آفت کش‌ها و غیره) نیز تولید می‌شود. سرب به‌دلیل انباشت زیاد در بخش‌های سطحی خاک به راحتی در دسترس گیاهان قرار می‌گیرد و با جذب از طریق ریشه‌ها موجب تغییر در برخی فرایندهای متابولیکی گیاه و اختلال در رشد و نمو آن‌ها می‌شود (پارسادوست و همکاران، ۲۰۰۷).

از نظر ساز و کارهای تحمل غلظت‌های بالای عناصر فلزی سنگین در خاک گونه‌های گیاهی متفاوت هستند در تعدادی از گونه‌ها از جذب فلزات سنگین ممانعت می‌شود که آن‌ها را اجتناب‌گر می‌نامند. دومین گروه از گیاهان شامل بیش انباشت‌گرها هستند که در غلظت‌های بالایی فلزات را جذب می‌کنند و سازوکارهایی برای از بین بردن سمیت آن‌ها به‌کار می‌برند. این سازوکارهای زیستی جذب مقادیر بالای فلزات سنگین را ممکن می‌سازد. سومین گروه گونه‌های معرف می‌باشند که ممانعت اندکی بر جذب فلز و فرایندهای انتقال دارند. در این گیاهان میزان فلز انباشته شده در گیاه، غلظت آن را در خاک اطراف ریشه نشان می‌دهد که برای شناسایی محل معادن فلزی مورد استفاده قرار می‌گیرند (حاجی بلند، ۲۰۰۷).

گیاهان توانایی زیادی در جذب سرب از طریق ریشه‌ها دارند درحالی‌که انتقال سرب به بخش‌های هوایی گیاهان بسیار محدود انجام می‌شود (لان و مارتین، ۱۹۹۷). از جمله اثرات منفی سرب بر رشد گیاهان می‌توان به اثر آن در کاهش زیتوده بخش‌های ریشه‌ای، هوایی و کاهش عملکرد اشاره کرد. اثرات سمی سرب بر فتوسنتز گیاهان از روش‌های مختلفی اعمال می‌شود که از آن جمله می‌توان به کاهش بیوسنتز کلروفیل از طریق کاهش غلظت عناصر ضروری منیزیوم و آهن در برگ‌ها، ایجاد کمپلکس با پروتئین‌های فتوسنتزی و افزایش فعالیت کلروفیلاز جهت تجزیه کلروفیل اشاره کرد.

Archive of SID

www.SID.ir

سرب از طریق اختلال در فعالیت طبیعی ناقل‌های غشاء سلول‌های ریشه باعث کاهش جذب عناصر ضروری مانند کلسیم، منیزیوم و آهن می‌شود و در نتیجه گیاهان تیمار شده با سرب علایم کمبود این عناصر ضروری را نشان می دهند (شارما و دوبی، ۲۰۰۵).

تکنولوژی‌های رایج در حذف فلزات سنگین هزینه‌بر بوده و اثرات منفی زیادی بر اکوسیستم‌ها دارند. در مقابل، گیاه‌پالایی روشی مقرون به صرفه و محیط دوستانه است که در آن از گیاهان مقاوم جهت اصلاح و پالایش خاک‌های آلوده به فلزات استفاده می‌شود و شناخت گیاهان با توان مقاومت یا تجمع بالای فلزات می‌تواند در این فرایند مؤثر واقع شود. با توجه به این‌که گیاه *Cynara scolymus* L. یکی از گیاهان مهم دارویی است که دارای زیتوده مناسبی است و تاکنون در برخی مطالعات توانایی مقاومت آن به ترکیبات نفتی به اثبات رسیده است (شریفی و همکاران، ۲۰۰۷)، این پژوهش جهت بررسی اثر آلایندهٔ سرب بر برخی از پارامترهای فیزیولوژیکی آن مانند زیتوده ریشه و ساقه، سطح برگ، محتوای کلروفیل a، b، کل و همچنین میزان انباشت سرب در ریشه و بخش هوایی آن انجام شد.

مواد و روش‌ها

کشت گیاهان در گل‌خانه: بذر گیاه کنگر فرنگی از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذرها ابتدا به‌مدت ۱۰ دقیقه در محلول هیپوکلرید سدیم ۱۰ درصد ضد عفونی گردید و پس از شستشو با آب مقطر در گلدان‌های پلاستیکی دارای ماسه شسته شده کشت شدند. تعداد شش بذر در هر گلدان کاشته شد و در نهایت چهار گیاه پایدار شد. پس از رشد گیاهان و رسیدن به مرحله چهاربرگی غلظت‌های مختلف نیترات سرب (۰، ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار) همراه با محلول غذایی هوگلند بر آن‌ها اثر داده شد. آزمایش در یک طرح بلوک کامل تصادفی فاکتوریل در طی تابستان ۱۳۹۰ در یک محیط نیمه کنترل شده گلخانه با نور طبیعی که با نور مصنوعی لامپ‌های فلورسانت تکمیل می‌شد، انجام گرفت. طول دوره روشنایی ۱۶ ساعت با شدت نور حدود ۱۶۰ میکرومول فوتون بر مترمربع بر ثانیه در نظر گرفته شد. متوسط دمای روز- شب به‌ترتیب ۱۹ و ۲۶ درجه سانتی‌گراد بود. هر یک از تیمارها در ۳ تکرار انجام شد. میانگین مورد استفاده برای هر تیمار شامل میانگین ۳ تکرار بود.

Archive of SID

www.SID.ir

اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژیکی ریشه و ساقه گیاه کنگر فرنگی: گیاهان پس از ۵ هفته رشد در محیط‌های دارای غلظت‌های مختلف سرب برداشت شدند. سطح برگ آن‌ها با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ محاسبه شد (در این بخش شش برگ از قسمت‌های انتهایی، میانی و انتهایی گیاه استفاده شد). بخش هوایی و ریشه‌ای آن‌ها از هم جدا شد و با آب مقطر شستشو شد و در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت خشک شدند سپس وزن خشک آن‌ها به‌عنوان یکی از پارامترهای رشد اندازه‌گیری شد.

استخراج کلروفیل از برگ با کمک استون ۸۰ درصد انجام شد (آرنون، ۱۹۴۹). ساییدن برگ با استون تا به‌دست‌آوردن یک محلول بی‌رنگ ادامه یافت. سپس حجم محلول با استون ۸۰ درصد به ۲۵ میلی‌لیتر رسید. محلول حاصل به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور سانتریفیوژ شد و جذب نوری محلول رویی در طول موج‌های ۶۴۵ و ۶۶۳ نانومتر به‌وسیله اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. میزان کلروفیل a، b و کل هر یک از نمونه‌ها با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه شد.

[chl a] = 0.0127 *A663– 0.00269 * A645 * v/w V = حجم محلول کلروفیلی (میلی‌لیتر)

[chl total] = 0.02021 * A645 + 0.00802 * A663 * v/w A = جذب نوری عصاره

[chl b] = 0.0229 * A645 – 0.00468 * A663 * v/w W = وزن برگ (گرم)

[chl total] = 0.02021 * A645 + 0.00802 * A663 * v/w V = حجم استون مورد استفاده

اندازه‌گیری غلظت سرب موجود در نمونه‌های گیاهی: برای اندازه‌گیری غلظت سرب کل در نمونه‌های گیاهی مقدار ۰/۲ گرم از نمونه‌های برگ به داخل لوله آزمایش منتقل و با ۲ میلی‌لیتر از اسیدنیتریک غلیظ مخلوط گردید. پس از ۲۴ ساعت به‌منظور تکمیل هضم بافتی به هر یک از نمونه‌ها ۲ میلی‌لیتر پراکسید هیدروژن اضافه شده و در بن ماری ۷۰ درجه به‌مدت ۲۰ دقیقه حرارت داده شد تا در نهایت شفاف و بی‌رنگ شود. در مرحله آخر محلول‌ها با کاغذ صافی صاف شده و با آب مقطر به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد. اندازه‌گیری غلظت سرب نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی (Shimadzu, 6200) انجام شد.

آنالیز آماری داده‌ها: آنالیز آماری تمامی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS.16 (تهیه شده توسط شرکت آمار پژوهان پارسیان، استان اصفهان) انجام شد. آنالیز واریانس یک راهه بر روی داده‌های

Archive of SID

www.SID.ir

حاصل از اثر غلظت‌های مختلف تیمار سرب بر زیتوده بخش هوایی و ریشه‌ای، شاخص سطح برگ، میزان انواع کلروفیل‌ها و غلظت کل سرب ریشه و ساقه هر کدام از گونه‌ها انجام شد. همچنین به‌منظور پی بردن به معنی‌دار بودن یا نبودن تفاوت میانگین‌ها در تیمارهای مختلف ازآزمون توکی در سطح ۱ و ۵ درصد استفاده شد. تمامی نمودارها با استفاده از نرم‌افزار اکسل رسم شدند.

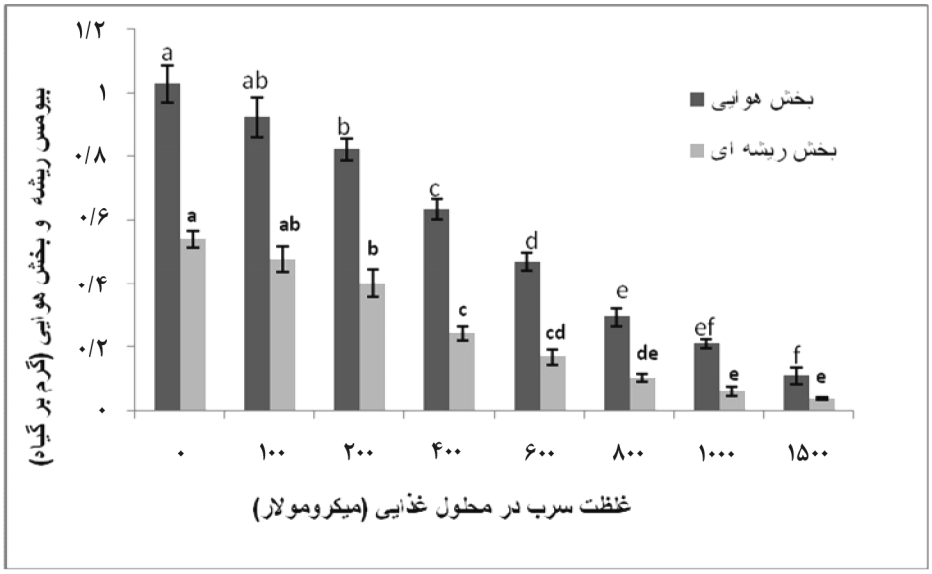
نتایج

اثر غلظت‌های مختلف سرب بر زیتوده ریشه و بخش هوایی: شکل (۱) اثر سرب بر زیتوده ریشه و بخش هوایی گیاه کنگر فرنگی تحت تیمارهای مختلف را نشان می‌دهد. با افزایش غلظت سرب در محیط رشد گیاه، زیتوده ریشه و بخش هوایی کاهش می‌یابد که میزان این کاهش در ریشه بیشتر از بخش هوایی است. زیتوده ساقه در گیاهان تیمار شده با ۱۰۰ میکرومولار سرب اختلاف معنی‌داری با گیاهان شاهد نشان ندادند، همچنین از تیمار ۲۰۰ تا ۸۰۰ میکرومولار اختلاف گروه‌های تیماری با یکدیگر و با تیمار شاهد معنی‌دار است. با مقایسه تیمارها نسبت به شاهد مشاهده می‌شود تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار سرب به‌ترتیب موجب ۱۰، ۲۰، ۳۸، ۵۴، ۷۲، ۸۰ و ۸۲ درصد کاهش در میزان زیتوده بخش هوایی شدند.

نتایج مشابه موارد فوق در مورد اثر سرب بر زیتوده ریشه به‌دست آمد (شکل ۱). با این تفاوت که تیمار ۱۰۰ میکرومولار سرب اثر کاهشی معنی‌داری نسبت به حالت کنترل بر زیتوده ریشه داشت. کاهش زیاد زیتوده ریشه نسبت به ساقه در تیمارهای ۲۰۰ تا ۴۰۰ میکرومولار مشاهده شد. تیمارهای ۲۰۰ و ۴۰۰ میکرومولار دارای اختلاف معنی‌دار بودند. همچنین تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار نیز از نظر زیتوده ریشه در پاسخ به سرب اختلاف معنی‌داری نداشتند. میزان زیتوده ریشه در تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار سرب ۳/۱۴ درصد حالت کنترل بود.

Archive of SID

www.SID.ir

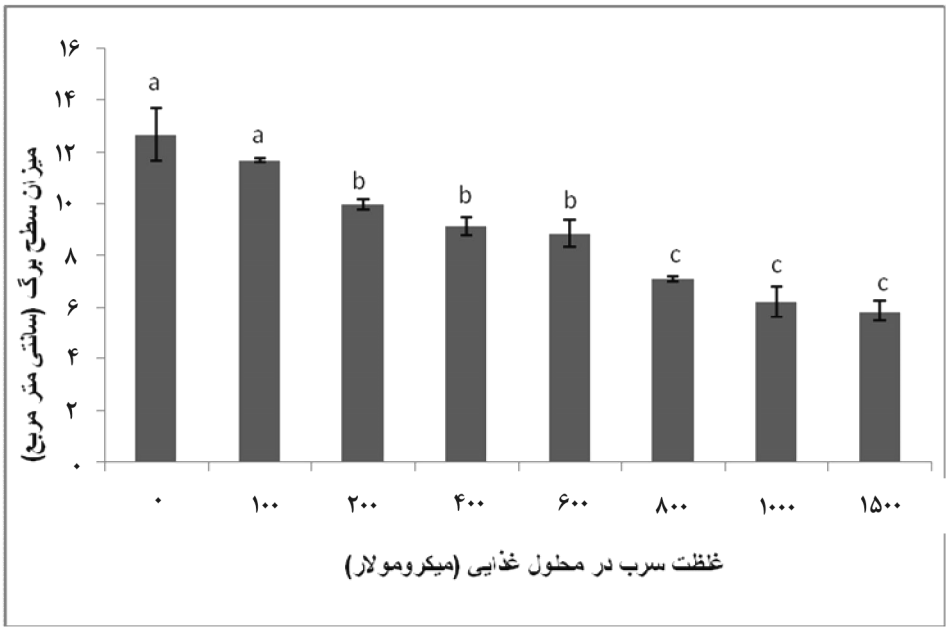


شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف سرب (۰ تا ۱۵۰۰ میکرومولار) بر زیتوده ریشه و بخش هوایی گیاه کنگر فرنگی. مقادیر میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. حروف متفاوت در هر سری بیانگر معنی‌دار بودن اثر تیمار بر میانگین وزن خشک با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

اثر غلظت‌های مختلف سرب بر میزان سطح برگ گیاهان تحت تیمار: سطح برگ گیاهان به‌عنوان یک عامل اساسی در فرآیندهای مهم رشد و نمو گیاه به استرس‌های محیطی پاسخ می‌دهد. مقایسهٔ سطح برگ گیاه کنگرفرنگی تحت تیمارهای مختلف سرب با گیاهان شاهد (شکل ۲) نشان داد که با افزایش غلظت سرب در محیط رشد گیاه، سطح برگ آن کاهش معنی‌داری می‌یابد. نتایج به‌دست آمده از مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان داد که تیمارهای شاهد و ۱۰۰ میکرومولار اختلاف معنی‌داری ندارند، به‌عبارتی تیمارهای ۰ تا ۱۰۰ میکرومولار سرب اثری بر سطح برگ گیاه کنگرفرنگی ندارد. همچنین در تیمارهای ۲۰۰ تا ۶۰۰ میکرومولار نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد درحالی‌که تیمارهای ۶۰۰ و ۸۰۰ میکرومولار اختلاف معنی‌دار با یکدیگر داشتند. تیمارهای ۸۰۰ تا ۱۵۰۰ میکرومولار نیز باعث ایجاد روند یکسانی در سطح برگ می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir



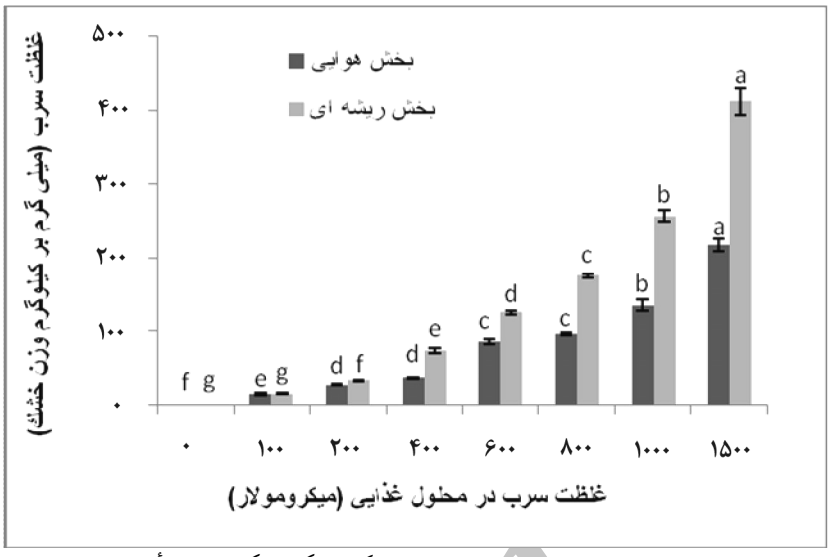
شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف سرب (۰ تا ۱۵۰۰ میکرومولار) بر میانگین سطح برگ کل گیاه کنگرفرنگی. مقادیر میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. حروف متفاوت بیانگر معنی‌دار بودن اثر تیمار بر میانگین سطح برگ با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

اثر غلظت‌های مختلف سرب بر میزان انباشت سرب در ریشه و بخش هوایی گیاهان: افزایش سطوح تیمار سرب، باعث افزایش میزان انباشت آن در ریشه گیاه کنگر فرنگی می‌شود. بیشترین میزان انباشت سرب در ریشه گیاهان تحت تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار سرب به‌دست آمده که حدود ۴۱۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک بود. مقایسه میزان انباشت سرب بخش هوایی و ریشه‌ای گیاه کنگرفرنگی در تیمارهای مشابه نشان از توانایی قابل توجه بخش ریشه‌ای در ذخیره و انباشت بیشتر سرب است.

بررسی میزان انباشت سرب در بخش هوایی گیاه کنگرفرنگی هم در پاسخ به سطوح تیمارهای آن روند افزایش را نشان داد (شکل ۳)، به‌طوری‌که ساقه گیاهان تحت تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار سرب بیشترین میزان انباشت سرب را (۲۱۷/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن خشک) در بخش هوایی خود داشتند.

Archive of SID

www.SID.ir

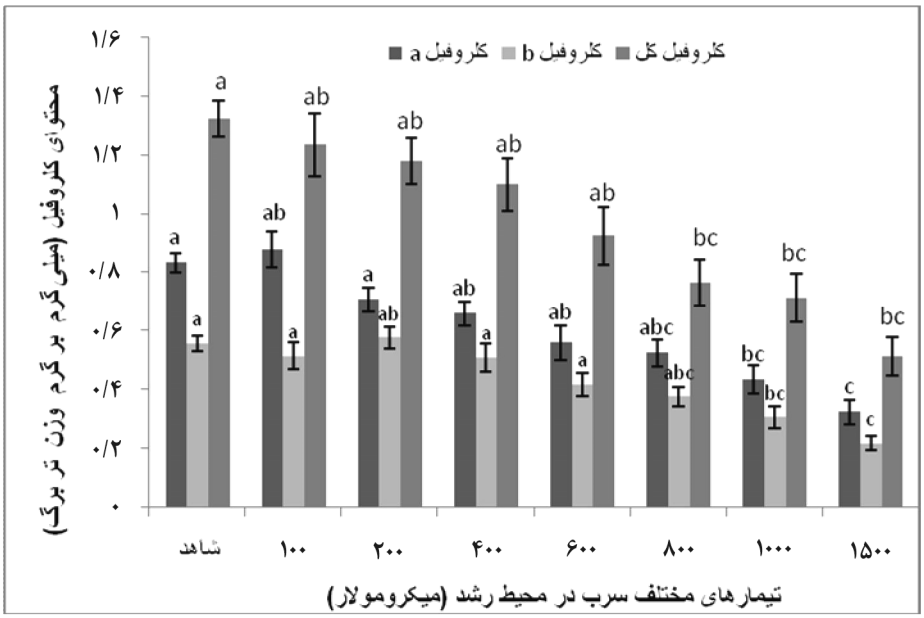


شکل ۳- میزان انباشت سرب در بخش‌های ریشه‌ای و هوایی گیاه کنگر فرنگی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف سرب (۰ تا ۱۵۰۰ میکرومولار). مقادیر میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. حروف متفاوت در هر سری بیانگر معنی‌دار بودن اثر تیمار بر میانگین غلظت سرب با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

اثر غلظت‌های مختلف سرب بر محتوای کلروفیل گیاه کنگرفرنگی: در این مطالعه میزان کلروفیل a در تیمار ۱۰۰ میکرومولار سرب، ۵ درصد نسبت به کنترل افزایش اما میزان کلروفیل‌های b و کل نسبت به شاهد کاهش نشان داد که تغییرات میزان کلروفیل‌ها در مقایسهٔ با گیاه شاهد معنی‌دار نبود (شکل ۴). تیمارهای ۲۰۰ تا ۸۰۰ میکرولار سرب هم باعث ایجاد یک روند کاهشی تدریجی در مقادیر انواع کلروفیل می‌شود به‌طوری‌که بیشترین کاهش میزان کلروفیل در گیاهان تحت تیمار ۱۵۰۰ میکرومولار اتفاق افتاد. تیمارهای ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ میکرومولار سرب به‌ترتیب موجب ۱۳، ۳۰، ۳۹، ۴۲، ۵۴، ۶۴ و ۷۰ درصد کاهش در میزان کلروفیل a+b شدند (شکل ۴).

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- اثر غلظت‌های مختلف سرب (۰ تا ۱۵۰۰ میکرومولار) بر محتوای انواع کلروفیل در گیاه کنگرفرنگی. مقادیر میانگین سه تکرار ± انحراف معیار است. حروف متفاوت در هر سری بیانگر معنی‌دار بودن اثر تیمار بر محتوای انواع کلروفیل با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

بحث

ریشه‌ها به‌عنوان سطوح جذب کنندهٔ آب و مواد غذایی تأثیر بسیار زیادی در جذب آب و املاح گوناگون دارند و عوامل مختلف محیطی از طریق تأثیر بر ریشه بر رشد گیاه اثر می‌گذارند. تنش فلزات سنگین از جمله عوامل محدود کنندهٔ رشد ریشه است و کاهش رشد ریشه فعالیت‌های رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. عدم توسعه و گسترش مناسب سیستم ریشه‌ای باعث کاهش سطوح جذب کنندهٔ مواد غذایی، تغییر در ساختار غشا سلولی و کاهش جذب و محتوی آب می‌شود که این امر بر فرآیندهای فیزیولوژیکی مانند تعرق، تنفس و فتوسنتز اثر گذاشته و در نهایت موجب کاهش رشد در سایر قسمت‌های گیاه و از جمله کاهش زیتوده و سطح برگ می‌شود (شارما و دوبی، ۲۰۰۵). از طرفی نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان داد که مسمومیت با سرب در درجه اول بازدارنده رشد ریشه است و کاهش توسعه سیستم ریشه‌ای به محدود شدن رشد بخش هوایی هم منتهی می‌شود. کاهش رشد ریشه و بخش هوایی تحت تنش سرب می‌تواند به‌دلیل تجمع زیاد سرب در ریشه، لیگنینی شدن

Archive of SID

www.SID.ir

دیواره تحت تأثیر فلز سنگین (آلمدیا و همکاران، ۲۰۰۷)، تاثیر مستقیم فلز سنگین بر هسته سلولی (داود و همکاران، ۲۰۰۹) و برهم‌کنش فلزات سنگین با گروه‌های سولفیدریل غشا سلول‌ها و غیرفعال کردن آن‌ها (خودسر و همکاران، ۲۰۰۰) باشد.

یکی از علل کاهش مقدار کلروفیل، مهار بیوسنتز آن به‌وسیله فلزات سنگین به‌خصوص سرب است. فلزات سنگین به‌وسیله مهار آنزیم‌های گاما– آمینو لوالونیک اسید دهیدوژناز و پروتوکلروفیلد ردوکتاز سبب مهار بیوسنتز کلروفیل می‌شوند. این فزات ستنز گاما– آمینو لوالونیک اسید و تشکیل کمپلکس آنزیم پروتوکلروفیلد ردوکتاز با سوسبترا را مهار می‌کنند. بر هم‌کنش متقابل فلز سنگین با گروه سولفیدریل آنزیم‌ها مهم‌ترین مکانسیم این مهارها عنوان شده است (کاتبی و همکاران، ۲۰۰۸؛ سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). علاوه‌بر مهار بیوسنتز کلروفیل به‌وسیلهٔ فلزات سنگین، این فلزات باعث تجزیه زیستی کلروفیل نیز می‌شوند. از اثرات دیگر فلزات سنگین بر بیوسنتز کلروفیل می‌توان به جانشین شدن آن‌ها به‌جای منیزیوم مرکزی کلروفیل اشاره کرد که این جانشینی سبب کاهش دریافت نور به‌وسیلهٔ کلروفیل و منجر به کاهش فتوسنتز می‌شود (شارما و دوبی، ۲۰۰۵).

به‌طور کلی نتایج مطالعات مختلف نشان داد که تمامی فلزات سنگین به دلایل ذکر شده می‌توانند باعث کاهش میزان کلروفیل شوند. چنان‌که بررسی اثر نیکل بر گیاه جعفری (کاتبی و همکاران، ۲۰۰۸) و کادمیوم بر گیاه کلزا (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶) باعث کاهش معنی‌دار میزان کلروفیل‌ها در این گیاهان می‌شود. در این پژوهش نیز اثر سرب بر گیاه کنگر فرنگی باعث کاهش معنی‌دار در مقادیر کلروفیل‌های a، b و کل نسبت به گیاهان شاهد شد که با یافته‌های دیگر همسو می‌باشد.

طبق اظهارات فوی و همکاران (۱۹۷۸) قسمت بیشتر سرب جذب شده در دیوارهٔ سلول‌های ریشه رسوب می‌کند و موجب ایجاد شکاف‌هایی در دیواره‌ها می‌شود و در نتیجه از رشد طولی ریشه ممانعت به‌عمل می‌آورد. اثر کاهش زیتوده ریشه و رشد آن در اثر مسمومیت با سرب در گیاهان دیگر نیز گزارش شده است. به‌عنوان مثال مطالعات انجام شده توسط ملکا و همکاران (۲۰۰۱) نشان داد که گیاه نخود تحت تیمار سرب مقادیر زیاد آن را در ریشه‌ها انباشت می‌کند. بورزینسکی (۱۹۹۷) بیان کرد که گیاه نخود تا ۷۵ میلی‌گرم سرب را در ریشه‌ها انباشت می‌کند و بردباری بالایی نسبت به سرب دارد. همچنین گیاه براسیکا حدود ۱۰۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک سرب را در اندام هوایی انباشته می‌کند و میزان انباشت سرب در ریشه‌ها حدود ۱۰ برابر بخش هوایی آن می‌باشد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶). در این پژوهش نیز مقدار انباشت سرب در ریشه در بالاترین سطح تیمار (۱۵۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

میکرومولار) تقریباً دو برابر میزان سرب انباشت شده در اندام هوایی بود که در تأیید یافته‌های قبلی است. تفاوت مشاهده شده در انباشت سرب در ریشه و بخش هوایی می‌تواند به‌این دلیل باشد که سمیت‌زدایی سرب ابتدا از بخش ریشه‌ای شروع شده و در پی آن میزان سرب انتقال یافته به بخش هوایی به حداقل برسد یا سمیت زدایی بخش هوایی گیاه کنگرفرنگی بیشتر از بخش ریشه‌ای آن باشد.

اندازه ذرات خاک، ظرفیت تبادل کاتیونی خاک، همچنین عوامل گیاهی مانند مساحت سطحی ریشه، تراوشات ریشه و میزان تبخیر آب، دسترسی به سرب و جذب آن را در گیاهان تحت تأثیر قرار می‌دهد. در سطح ریشه سرب به گروه‌های کربوکسیل اسیدهای اورونیک موجود در موسیلاژها متصل می‌شود که به کاهش جذب فلز در ریشه منتهی می‌شود و به‌این‌وسیله از سیستم ریشه‌ای محافظت می‌کند. همچنین مشخص شده که اکتومیکوریزا می‌تواند جذب، انتقال و مسمومیت سرب در گیاهان صنوبر نروژی را تحت تأثیر قرار دهد (مارچنر و همکاران، ۱۹۹۶). سرب در ریشه‌ها بر اساس اتصال به محل‌های تغییرپذیر یون، روی دیواره سلول‌ها و رسوب فوق سلولی و اساساً به شکل کربنات سرب ذخیره شده در دیواره سلول‌ها می‌باشد. افزودن کلات‌های ترکیبی مانند EDTA به طرز مؤثری از حبس سرب دیواره سلولی جلوگیری کرده و آن را برای نقل مکان به اندام فوقانی در دسترس قرار می‌دهد (سلطانی و همکاران، ۲۰۰۶).

با توجه به این‌که گیاه بیش انباشت‌گر سرب گیاهی است که توانایی انباشت بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سرب را در بخش هوایی داشته باشد بدون آن‌که تأثیری بر رشد و نمو آن داشته باشد (بیکر و بروک، ۱۹۸۹)، و با توجه به مقادیر جذب شده سرب در اندام هوایی گیاه کنگرفرنگی، نمی‌توان این گونه را گیاه بیش‌انباشت‌گر سرب معرفی کرد. البته با در نظر گرفتن جذب قابل توجه سرب در ریشه، انتقال نسبتاً مناسب آن به بخش هوایی و توانایی مقاومت به تنش سرب تا غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار بدون نشان دادن علایم پژمردگی و زرد شدن برگ‌ها می‌توان پاسخ گیاه کنگرفرنگی به تنش سرب را شبیه رفتار گیاهان مقاوم به سرب اعلام کرد. از طرفی دیگر، با توجه به این‌که بخش هوایی این گیاه به‌عنوان یک گونه دارویی مورد استفادهٔ انسان است، با رعایت بررسی‌های لازم برای کشت این گونه، استفاده از کنگرفرنگی برای جذب و تجمع سرب توصیه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که سطوح مختلف غلظت سرب تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات فیزیولوژیکی ریشه و اندام هوایی شامل وزن خشک، سطح برگ، میزان کلروفیل‌های a، b و کل دارد. در این آزمایش با افزایش غلظت سرب، مقادیر کمّی تمامی صفات فوق به‌طور معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. علایم مورفولوژی سمیت سرب به‌صورت کاهش سطح برگ، کاهش رشد و همچنین تغییر رنگ ریشه‌ها به رنگ قهوه‌ای بود. میزان انباشت سرب در ریشه و اندام هوایی گیاه کنگرفرنگی و توانایی مقاومت به تنش سرب تا غلظت ۱۰۰۰ میکرومولار بدون نشان دادن علایم پژمردگی و زرد شدن برگ‌ها نشان از کارایی مناسب این گیاه برای گیاه‌پالایی در مناطق آلوده به سرب می‌باشد.

منابع

1. Arnon, D.T. 1949. Copper enzymes in isolated Chloroplast polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24:1-15.
2. Almeida, A.F., Valle, A.A., Mielke, M.S., Gomes, F.P., and Braz, J. 2007. Tolerance and prospection of phytoremediator woody species of Cd, Pb, Cu and Cr. Plant Physiol. 19:83-98.
3. Brooks, R.R., Chiarucci, A., and Jaffre, T. 1998. Revegetation and stabilization of mine dumps and other degraded Terrain. Pl–14, In: Brooks, R.R. (ed.), Plants that hyperaccumulate heavy metals, CAB Lnternational , U.S.A.
4. Baker, A., and Brooks, R. 1989. Terrestrial higher plants which hyperaccumulate metallic elements. A review of their distribution, ecology and phytochemistery. Biorecov. 1:81-126.
5. Burzynski, M. 1997. The uptake and transpiration of water and the accumulation of lead by plants growing on lead chlirida solutions. Aoc. Bot. Pol. 56: 271–280.
6. Dauda, M.K., Variatha, M.K., Shafaqat, A., Najeeba, U., Jamilb, M., Hayat, Y., Dawooda, M., Khand, M.I., Zaffar, M., Cheemad, S.A., Tonga, X.H., and Zhua, S. 2009. Cadmium-induced ultramorphological and physiological changes in leaves of two transgenic cotton cultivars and their wild relative. J. Hazard. Mater. 168: 614-625.
7. Foy, C.D., Chaney, R.L., and White, M.C. 1978. The physiology of metal toxicity. Annu. Rev. Plant Physiol. 29: 511-566.
8. Hajiboland, R. 2007. Utake, transport and tolerance to Mn and Cu in some species from flora of Iran. Iran. J. Biol. 2: 174-190.

Archive of SID

www.SID.ir

9.Khudsar, T., Uzzafar, M., Soh, W.Y., and Iqbal, M. 2000. Morphological and anatomical variations of *Cajanus cajan* (Linn. Huth) raised in cadmium-rich soil. J. Plant Biol. 43: 149-157.
10.Khatibi, M., Rashed, M.H., Ganjeali, A., and Lahooti, M. 2008. The effects of different nickel concentration on some morpho-physiological characteristics of parsely. Iran. J. Field Crops Res. 2: 295-302.
11.Lane, S.D., and Martin, E.S. 1977. A histochemical investigation of lead uptake in *Raphanus sativus*. New Phytol. 79: 281-286.
12.Malecka, A., Jarmuszkiewicz, W., and Tomaszewska, B. 2001. Antioxdative defense to lead stress in subcellular compartments of pea root cells. Acta Biochim. Polonica. 48: 687-698.
13.Marschner, P., Godbold, D.L., Justchhe, G. 1996. Dynamics of lead accumulation in mycorrhizal and non-mycorrhizal Norway spruce (*Picea abiescl* Kars). Plant soil. 178: 239-245.
14.Mc Grath, S.P., and Zhao, F.J. 2003. Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils. Curr. Opin. Biotech. 14: 277-282.
15.Parsadoost, F., Bahreininejad, B., Safarisanjani, A., and Kaboli, M. 2007. Phytoremediation of lead with native rangeland plants in Irankooh polluted soils. Pajuhesh. Sazandegi, 75: 54-63.
16.Sharifi, M., Sadeghi, Y., and Akbarpur, M. 2007. Germination and growth of six plant species on contamination soil with spent oil. Int. J. Environ. Sci. Technol. 14 (4): 463-470
17.Sharma, P., and Dubey, R.S.H. 2005. Lead toxicity in Plants. Plant Physiol. 17: 35–52.
18.Soltani, F., Ghorbanli, M., and Manouchehri-kalantari, K.H. 2006. Effect of cadmium on photosynthetic pigments, sugars and malondealdehyde content in *Brassica napus* L. Iran. J. Biol. 2: 136-145.

Archive of SID

www.SID.ir

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Plant Production, Vol. 20 (1), 2013
http://jopp.gau.ac.ir

The effects of lead on some physiological parameters of Artichoke

[*]N. Karimi[1], M. Khanahmadi[2] and B. Moradi[3]
[1]Assistant Prof., Dept. of Biology, Razi University, Kermanshah, [2]Iranian Academic Center for Education Culture and Research (iacecr)-Kermanshah, [3]M.Sc. Dept. of Biology, Azad University of Borujerd

Abstract

Lead as a heavy metal and chemical pollutant contaminates environment through naturally occurrence and anthropogenic activities. Nowadays, phytoremediation as a low cost and friendly environmental technique employs the use of plants to remediate contaminated soil. Since the resistance of Artichoke (*Cynara scolymus* L.) has approved to oil components, the effects of different lead concentrations (0, 100, 200, 400, 600, 800, 1000 and 1500 micro molar) on some physiological parameters of this species in hydroponic conditions, were investigated. Results showed that the root and shoot biomass, the chlorophyll content (chlorophyll a, b and total) and leaf area index of Artichoke decreased significantly with increasing the concentrations of lead to 1500 µM. Lead uptake and accumulation was increased with increasing its concentration in the medium. Plants treated with 1500 µM of lead, accumulate 411 and 217.32 mg/kg of metal in its roots and shoots, respectively. According to our results, Artichoke is tolerance to lead, and has a good lead accumulation and root to shoot translocation properties than normal plants studied before. Therefore it could be used in the rehabilitation of moderately lead contaminated sites.

Keywords: Artichoke; Lead; Heavy metals

[*] Corresponding Author: Email: nkarimi@razi.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir