

بررسی جذب فلز کادمیوم در نهال‌های یک ساله گونه درختی افراپلت (*Acer velutinum*) در محیط زیست

سید آرمین هاشمی^{۱*}، مهناز ضرغام اینانلو^۲

۱- گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، لاهیجان، ایران
۲- دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، لاهیجان، ایران

چکیده

زمینه و اهداف: فلزات سنگین، عناصری با وزن اتمی زیاد هستند و مقادیر زیاد این فلزات ممکن است برای موجودات زنده مضر باشد. کادمیوم یکی از این فلزات است و ممکن است مشکلات مختلفی را برای سلامت انسان ایجاد کند. هدف از اجرای این پژوهش بررسی توان زیست پالایی کادمیوم توسط گونه افراپلت است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش با اجازه اداره منابع طبیعی نهال‌های یک ساله گونه درختی افراپلت از نهالستان منابع طبیعی تهیه شد و محلول کلرید کادمیوم با غلظت‌های ۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر تهیه شد. سپس محلول به خاک اضافه گردید و نهال‌ها در گلدان قرار گرفته پس از طی دوره زمانی سه ماهه از رشد نهال‌ها، اندام هوایی (ساقه و برگ) و ریشه نهال‌ها جدا گردید. نتایج با استفاده از آزمون آنالیز واریانس ودانکن مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: بیشترین میزان انباشت فلز کادمیوم در اندام هوایی، ریشه و خاک به ترتیب ۶۱/۶۷، ۶۰/۰۹ و ۱۲/۴۴ میلی گرم بر کیلوگرم و کمترین میزان انباشت فلز کادمیوم در اندام هوایی، ریشه و خاک به ترتیب ۳/۰۵، ۲/۶ و ۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم می‌باشد. در وزن خشک اندام هوایی و ریشه کمترین مقدار به ترتیب ۴/۴۵ و ۱/۲۵ گرم در غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر و بیشترین مقدار به ترتیب ۹/۰۲ و ۳/۹۵ گرم در غلظت شاهد یا صفر میلی گرم در لیتر می‌باشد.

نتیجه‌گیری: گونه افراپلت جهت پالایش خاکهای آلوده به فلز کادمیوم مناسب است.

واژه‌های کلیدی: کادمیوم، جذب، فلزات سنگین، گیاه پالایی، گونه افراپلت

* نویسنده مسئول:

ایران، لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی لاهیجان، دانشکده منابع طبیعی

مقدمه

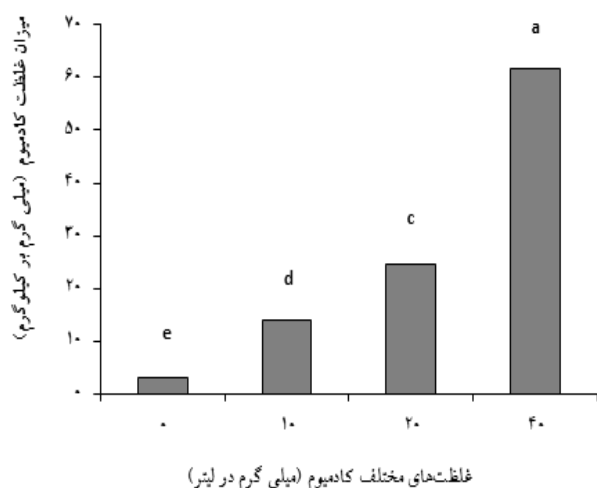
در حال حاضر یکی از چالش های اساسی در زمینه محیط زیست، افزایش تدریجی غلظت فلزات سنگین در خاک به سبب عدم تجزیه آنها توسط میکروارگانیسم ها می باشد. این گونه فلزات با توجه به داشتن خواص و اثرات بالقوه سیتوتوکسیک، کارسینوژنیک و موتاژنیک، مخاطرات جدی را بر سلامت انسان و سایر موجودات زنده وارد می نمایند [۱]. کادمیوم از فلزات سنگین است که به طور طبیعی در خاک وجود دارد. این فلز غیر ضروری و برای بیشتر موجودات زنده خیلی سمی است. سمیت آن ۲ تا ۲۰ برابر بالاتر از بسیاری دیگر از فلزات سنگین است [۲]. متوسط نیمه عمر بیولوژیکی کادمیوم ۱۸ سال است [۳]. کادمیوم استفاده های زیادی دارد که یکی از آنها آب کاری در قسمتهایی از موتور خودرو، هواپیما، رادیو و تلویزیون است. سایر مصارف آن در باتریهای کادمیوم و نیکل، در عکاسی و در ترکیب مواد رنگی است. مسمومیت با کادمیوم ممکن است از طریق رنگ و لعاب ظروف سفالی یا از طریق مواد گیاهی که به کادمیوم آلوده شده اند، بروز کند. همچنین سوختن و ذوب شدن تولیدات و فرآورده هایی که در ساختن آنها کادمیوم به کار رفته، نظیر فولاد، رادیاتور اتومبیل، بطریهای پلاستیکی، مبلمان، کفپوش و لاستیک ممکن است منجر به مسمومیت شود [۴].

گیاه پالایی یکی از روش های زیست پالایی خاک ها است که در دهه های اخیر به آن توجه زیادی شده است در این روش از گیاهان مقاوم جهت پالایش خاک های آلوده به ترکیبات آلی و معدنی استفاده می گردد. مزیت هایی که این روش نسبت به سایر روش ها دارد، سادگی، ارزان بودن و امکان بهره گیری در سطح وسیع می باشد. در این روش انتخاب گیاه از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. انتخاب گیاه وابسته به شرایط اقلیمی و همچنین میزان آلودگی می باشد [۵]. افرا پلت گونه ای سریع الرشد، جزء درختان متوسط تا بزرگ، مقاوم به انواع خاک ها و محل های آفتابگیر تا سایه را می پسندد. در برابر اوضاع نامساعد محیط مقاوم است. فراوانترین و بزرگترین گونه از افراهای ایران است. تورس و همکارانش در تحقیقات خود بیان کردند که کادمیوم میل ترکیبی شدیدی با گروه های سولفیدریل، هیدروکسیل و لیگاندهای حاوی نیتروژن دارد. در نتیجه این عنصر بسیاری از آنزیم های مهم را غیر فعال کرده که منجر به اختلال در فتوسنتز، تنفس و سایر فرآیندهای متابولیک در گیاه می گردد [۷]. در مطالعه خادمی و کرد به این نتیجه رسیدند که گونه های درختی چنار و زبان گنجشک با جذب سرب توسط ریشه در کاهش آلودگی ناشی از سرب تاثیر دارند [۸]. در پژوهشی کراتاچو و همکارانش با بررسی جذب و ذخیره سرب در گیاهان اطراف معدن دریافتند که میزان جذب سرب در این گیاهان بالاتر از مناطق غیر معدنی است [۹]. کولیا و همکارانش در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند

که کادمیوم اگرچه یک عنصر غذایی نیست اما به سهولت از طریق ریشه های گیاه جذب و با غلظت هایی که برای زنجیره غذایی خطرناک است در گیاه اندوخته می شود [۱۰]. تجمع کادمیوم در بافتهای گیاهی در سطح سلولی نیز می تواند سمی باشد و موجب کاهش رشد گردد. هدف از این مطالعه، بررسی مقدار جذب فلز کادمیوم توسط گونه درختی افرا پلت در محیط زیست می باشد.

مواد و روش ها

برای اجرای این تحقیق، از میان گونه های درختی جنگلی، گونه افرا پلت انتخاب شد. سپس با اجازه اداره منابع طبیعی نهال های یک ساله افراپلت از نهالستان منابع طبیعی تهیه و به گلخانه منتقل و به مدت بیست روز برای سازگاری با شرایط جدید، در آنجا نگهداری شدند. خاک غیر آلوده (خاک طبیعی مورد استفاده در این آزمایش) از عمق ۳۰-۰ سانتیمتری یکی از نهالستان ها تهیه شد، سپس آنها را خشک کرده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. برخی خصوصیات فیزیکی از جمله بافت و ساختمان خاک و خصوصیات شیمیایی شامل pH خاک طبق روش های متداول در موسسه تحقیقات خاک و آب کشور اندازه گیری شد [۱۱]. بافت خاک، لومی رسی و دارای ساختمان اسفنجی با دانه های ریز تا متوسط و pH خشتی ۶/۸ الی ۷ بود. برای تهیه خاک آلوده به فلز کادمیوم، پس از تهیه خاک، باید نمک مناسب عنصر کادمیوم تهیه می شد. بنابراین برای تهیه عنصر کادمیوم، از نمک های کلرید کادمیوم ساخت کارخانه مرک آلمان استفاده شد. در این مطالعه از محلول پاشی بر روی خاک با غلظت های صفر، ده، بیست و چهل میلی گرم عنصر کادمیوم در لیتر استفاده شد و مقدار محلول مورد نیاز به تدریج روی خاک اسپری شد و با خاک به صورت کاملاً یکنواخت، آلوده گردید و سپس گلدان ها با آنها پر شدند. نهال های هم سن و هم اندازه به تعداد ۲۰ اصله انتخاب شد و در داخل گلدان کاشته شد، گلدان ها در گلخانه نگهداری شده و رطوبت خاک به روش وزنی در حد ظرفیت نگهداری شد، در صورت نیاز، آبیاری با آب مقطر انجام شد و پس از طی یک دوره زمانی سه ماهه از رشد نهال ها اندام هوایی و ریشه برداشت و با آب شسته شدند، سپس در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شدند [۱۲، ۱۳]. مقدار کادمیوم در نمونه های گیاهی پس از هضم نمونه ها به روش هضم خشک اندازه گیری شد. در روش هضم خشک، مواد گیاهی تحت تاثیر حرارت بالا سوزانده می شود و بدلیل بالا بودن درجه حرارت کلیه ترکیبات حاوی ازت بصورت گاز خارج می شود. در این روش، ۲ گرم از نمونه گیاه را در کروژه چینی ریخته، داخل کوره گذاشته و بتدریج دما را تا ۵۵۰ درجه سانتیگراد رسانده،



شکل ۱- میانگین مقدار انباشت فلز کادمیوم در اندام هوایی نهال‌های افراپلت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اثر کادمیوم بر روی ریشه در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در مشخصه ریشه مقدار سطح معنی داری کوچکتر از ۵ درصد است. بنابراین نتیجه می‌گیریم که به احتمال ۹۵ درصد بین میانگین ریشه از نظر مقدار غلظت فلز کادمیوم تفاوت معنی داری وجود دارد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر کادمیوم بر ریشه نهال‌های افراپلت

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
تیمار	۵۲۰۲/۵۲	۳	۱۷۳۴/۱۷	۵۳۱/۸۴	۰/۰۰*
خطا	۵۲/۱۷	۱۶	۳/۲۶		
کل	۵۲۵۴/۶۹	۱۹			

* معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

مقایسه میانگین فلز کادمیوم در بین غلظت‌های مورد بررسی، با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بین غلظت‌های صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر، در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی داری وجود دارد. به طوری که بیشترین مقدار انباشت کادمیوم ۶۰/۰۹ میلی گرم بر کیلوگرم در غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار انباشت کادمیوم ۲/۶ میلی گرم بر کیلوگرم در غلظت شاهد یا صفر میلی گرم در لیتر می‌باشد (شکل ۲).

بعد کروزه را خارج کرده و مقداری آب مقطر اضافه می‌کنیم. سپس محتویات کروزه را از صافی رد می‌کنیم و درعصاره صاف شده، عناصر غیر ازت قابل اندازه گیری هستند. اندازه گیری فلز کادمیم با دستگاه جذب اتمی مدل AA220FS Varian-Spectra انجام شد. داده‌های بدست آمده از آزمایشات گیاه در نرم افزار SPSS سازماندهی شدند. در تجزیه و تحلیل داده‌ها، ابتدا برای آنالیز داده‌ها از نظر تعیین میزان تجمع فلز در اندام هوایی و ریشه گیاه از آزمون آنالیز واریانس و به منظور مقایسه اثر غلظت کادمیوم بر اندام هوایی و ریشه از آزمون دانکن استفاده شد.

یافته‌ها

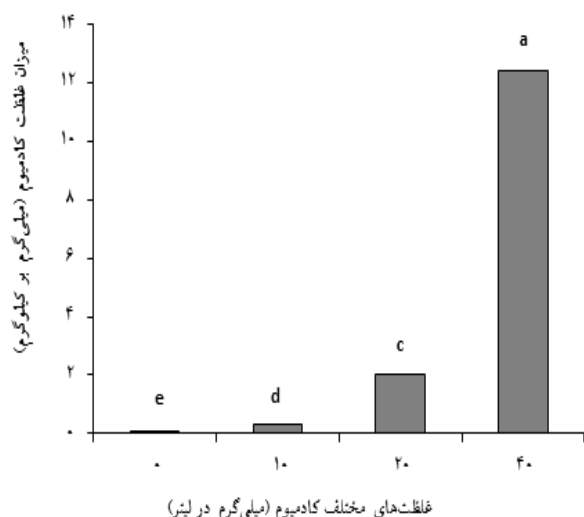
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های حاصل از اثر کادمیوم بر روی اندام هوایی نهال‌ها (جدول ۱) نشان می‌دهد که در مشخصه اندام هوایی مقدار سطح معنی داری کوچکتر از ۵ درصد است. بنابراین نتیجه می‌گیریم که به احتمال ۹۵ درصد بین میانگین اندام هوایی از نظر مقدار غلظت فلز کادمیوم تفاوت معنی داری وجود دارد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر کادمیوم بر اندام هوایی نهال‌های افراپلت

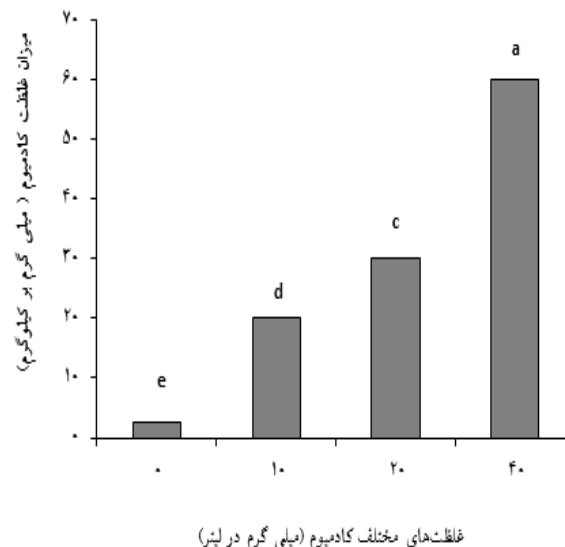
منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
تیمار	۸۰۸۹/۳۷	۳	۲۶۹۶/۴۵	۹۸۲/۱۵	۰/۰۰*
خطا	۴۳/۹۲	۱۶	۲/۷۴		
کل	۸۱۳۳/۳۰	۱۹			

* معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

مقایسه میانگین فلز کادمیوم در بین غلظت‌های مورد بررسی، با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بین غلظت‌های صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر، در سطح احتمال ۹۵ درصد، تفاوت معنی داری وجود دارد. به طوری که بیشترین مقدار انباشت کادمیوم ۶۱/۶۷ میلی گرم بر کیلوگرم در غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار انباشت کادمیوم ۳/۰۵ میلی گرم بر کیلوگرم در غلظت شاهد یا صفر میلی گرم در لیتر می‌باشد (شکل ۱).



شکل ۳- میانگین مقدار انباشت فلز کادمیوم در خاک نهال های افرایلت



شکل ۲- میانگین مقدار انباشت فلز کادمیوم در ریشه نهال های افرایلت

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های حاصل از اثر کادمیوم بر روی وزن خشک اندام هوایی نهال ها در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که در مشخصه وزن خشک مقدار سطح معنی داری کوچکتر از ۵ درصد است، بنابراین می توان نتیجه گرفت که به احتمال ۹۵ درصد بین میانگین وزن خشک نهال ها از نظر مقدار غلظت فلز کادمیوم تفاوت معنی داری وجود دارد.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های حاصل از اثر کادمیوم بر روی خاک نهال ها در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد مشخصه خاک مقدار سطح معنی داری کوچکتر از ۵ درصد است، بنابراین می توان نتیجه گرفت که به احتمال ۹۵ درصد بین میانگین خاک نهال ها از نظر مقدار غلظت فلز کادمیوم تفاوت معنی داری وجود دارد.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر کادمیوم بر وزن خشک اندام هوایی نهال های افرایلت

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
تیمار	۳۹/۰۲	۳	۱۳/۰۰	۷۱/۹۳	۰/۰۰*
خطا	۲/۸۹	۱۶	۰/۱۸		
کل	۴۱/۹۱	۱۹			

* معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

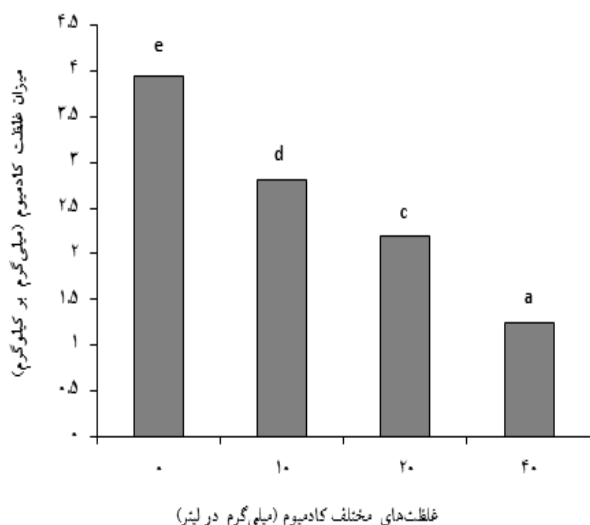
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر کادمیوم بر خاک نهال های افرایلت

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
تیمار	۵۰۳/۴۵	۳	۱۶۷/۸۱	۵۱۷/۳۱	۰/۰۰*
خطا	۵/۱۹	۱۶	۰/۳۲		
کل	۵۰۸/۶۴	۱۹			

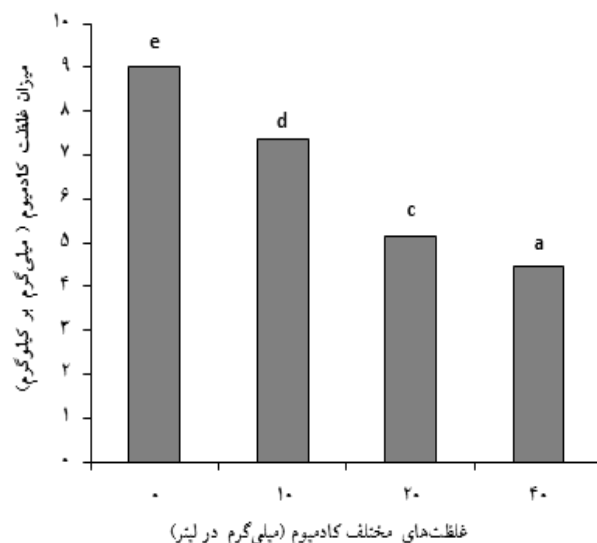
* معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

مقایسه میانگین فلز کادمیوم در بین غلظت های مورد بررسی، با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بین غلظت های صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر، در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی داری وجود دارد. به طوری که کمترین مقدار وزن خشک در اندام هوایی ۴/۴۵ گرم در غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر می باشد و بیشترین مقدار وزن خشک اندام هوایی (شامل برگ و ساقه) ۹/۰۲ گرم برای نمونه نهال شاهد که با غلظت صفر میلی گرم در لیتر آبیاری شده است (شکل ۴).

مقایسه میانگین فلز کادمیوم در بین غلظت های مورد بررسی، با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بین غلظت های صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر، در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی داری وجود دارد. به طوری که بیشترین مقدار انباشت کادمیوم ۱۲/۴۴ میلی گرم بر کیلوگرم در غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر و کمترین مقدار انباشت کادمیوم ۰/۱ میلی گرم بر کیلوگرم در غلظت شاهد یا صفر میلی گرم در لیتر می باشد (شکل ۳).



شکل ۵- میانگین مقدار انباشت فلز کادمیوم در وزن خشک ریشه نهال های افراپلت



شکل ۴- میانگین مقدار انباشت فلز کادمیوم در وزن خشک اندام هوایی نهال های افراپلت

بحث

نتایج حاصل از این پژوهش بیان گر آن است که اندام هوایی نهال های افراپلت نسبت به انباشت فلز کادمیوم در طی غلظت های مختلف تفاوت معنی داری نشان داده است (جدول ۱) و با افزایش غلظت کادمیوم خاک مقدار انباشت فلز کادمیوم در اندام هوایی نهال های افراپلت افزایش حاصل نموده است (شکل ۱). شریعت و همکاران در تحقیق خود تحت عنوان اثر کادمیوم بر برخی پارامترهای فیزیولوژی در اکالپتوس و همچنین مقایسه تجمع و انتقال کادمیوم نشان دادند که جذب این فلز در ریشه بیشتر از مقدار آنها در ساقه و برگ است [۱۴]. خادمی و کرد در پژوهش خود نتیجه گرفتند که مقدار جذب سرب گونه های درختی چنار و زبان گنجشک در ریشه آنها از برگ وساقه بیشتر می باشد [۸]. در مورد ریشه نهال های افراپلت نسبت به انباشت فلز کادمیوم نتایج نشان می دهد که غلظت های مختلف آلودگی تاثیر گذار بوده و با افزایش غلظت، میزان انباشت فلز کادمیوم در ریشه افزایش می یابد (جدول ۲ و شکل ۲). کولیا و همکارانش در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که کادمیوم اگرچه یک عنصر غذایی نیست، اما به سهولت از طریق ریشه های گیاه جذب و با غلظت هایی که برای زنجیره غذایی خطرناک است، در گیاه اندوخته می شود [۱۰]. کراتاچو و همکارانش با بررسی مقدار جذب فلز سرب در گیاهان اطراف معدن سرب نتیجه گرفتند، در مناطقی که مقدار سرب بیشتر است، مقدار سرب در ریشه گیاهان این مناطق بیشتر است [۹]. تجمع کادمیوم در بافت های گیاهی در سطح سلولی نیز می تواند سمی باشد و موجب کاهش رشد گردد. بنابراین جلوگیری از جذب کادمیوم توسط ریشه های گیاه می تواند یک استراتژی مهم در به حداقل رساندن اثرات سوء بیولوژیکی این

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های حاصل از اثر کادمیوم بر روی وزن خشک ریشه نهال ها در جدول ۵ ارائه شده است. نتایج نشان می دهد که مشخصه وزن خشک مقدار سطح معنی داری کوچکتر از ۵ درصد است. بنابراین می توان نتیجه گرفت که به احتمال ۹۵ درصد بین میانگین وزن خشک نهال ها از نظر مقدار غلظت فلز کادمیوم، تفاوت معنی داری وجود دارد.

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس اثر کادمیوم بر وزن خشک ریشه نهال های افراپلت

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی داری
تیمار	۱۵/۷۹	۳	۵/۲۶	۸۷/۱۹	۰/۰۰*
خطا	۰/۹۶	۱۶	۰/۰۶		
کل	۱۶/۷۶	۱۹			

* معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد

مقایسه میانگین فلز کادمیوم در بین غلظت های مورد بررسی، با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که بین غلظت های صفر، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی گرم در لیتر، در سطح احتمال ۹۵ درصد تفاوت معنی داری وجود دارد. به طوری که کمترین مقدار وزن خشک در ریشه ۱/۲۵ گرم در غلظت ۴۰ میلی گرم در لیتر و بیشترین مقدار وزن خشک در ریشه ۳/۹۵ گرم در غلظت شاهد یا صفر میلی گرم در لیتر می باشد (شکل ۵).

تشکر و قدردانی

این پروژه از طریق پژوهانه دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان به شماره قرار داد ۱۷/۲۰/۵/۳۵۰۸ تامین اعتبار شده است. بدینوسیله از مسئولین مربوطه تشکر می نماید.

عمیق فلز کادمیوم در اندامهای هوایی و ریشه خود غلظت فلزات را در خاک پایین نگه می دارند و از پخش شدن فلزات در محیط زیست حتی المقدور جلوگیری می نماید.

REFERENCES

1. Amouei AI, Mahvi AH, Naddafi K. Effect on heavy metals Pb, Cd and Zn availability in soils by amendments. Journal of Babol University of Medical Sciences 2006; 7:26-31 (In Persian).
2. Ghosh M, Singh S. A comparative study of cadmium phytoextraction by accumulator and weed species. Environmental Pollution 2005; 133(2):365-71.
3. Gisbert C, Ros R, De Haro A, Walker DJ, Bernal MP, Serrano R, et al. A plant genetically modified that accumulates Pb is especially promising for phytoremediation. Biochemical and Biophysical Research Communications 2003; 303(2):440-45.
4. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soil and Plant. 4th ed. Boca Rotan: CRC Press; 2011.
5. Mattina MI, Lannucci-Berger W, Musante C, White JC. Concurrent plant uptake of heavy metals and persistent organic pollutants from soil. Environmental Pollution 2003; 124(3):375-78.
6. Klute A. Method of soil analysis, Part 1: Physical methods. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc. 1986; P: 432-449.
7. Torres E, Cid A, Herrero C, Abalde J. Effect of cadmium on growth, ATP content, carbon fixation and ultrastructure in the marine diatom *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin. Water, Air, and Soil Pollution 2000; 117(1-4):1-14.
8. Khademi A, Kord B. Role of broad leaf trees (sycamore, ash) in reducing pollution from Lead. Journal of Natural Resources Science and Technology 2010;5(1):1-12 (In Persian).
9. Rotkittikhun P, Kruatrachue M, Chaiyarat R, Ngernsarsaruay C, Pokethitiyook P, Paijitprapaporn A, et al. Uptake and accumulation of lead by plants from the Bo Ngam lead mine area in Thailand. Environmental Pollution 2006; 144(2):681-88.
10. Köleli N, Eker S, Cakmak I. Effect of zinc fertilization on cadmium toxicity in durum and bread wheat grown in zinc-deficient soil. Environmental Pollution 2004; 131(3):453-59.
11. Asylan KS, Babaiean A. Methods of Physicals and Chemical analysis of Soil. Tehran: Publishers Zeytoon Sabz; 2010 (In Persian).
12. Wu F, Yang W, Zhang J, Zhou L. Cadmium accumulation and growth responses of a poplar (*Populus deltoids* × *Populus nigra*) in cadmium contaminated purple soil and alluvial soil. Journal of Hazardous Materials 2010; 177(1):268-73.
13. Westerman RL. Soil testing and plant analysis. Soil Science 1991; 152(2):137.
14. Shariat A, Assareh MH, Ghamari-Zare A. Effects of cadmium some physiological parameters in *Eucalyptus occidentalis*. Journal of Agricultural Science And Technology of Agriculture and Natural Resource 2010 ;53:145-53 (In Persian).

Biosorption characteristics of Cadmium from environment by one-year old seedlings of *Acer velutinum*

Seyed Armin Hashemi^{*1}, Mahnaz Zargham Inanlou²

1-Department of Forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

2-Ph.D student, Department of Forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

ABSTRACT

Background and Aims: Heavy metals are elements with high atomic weight and could be harmful for living organisms at higher concentrations. Cadmium is among these metals and may result in various health problems for human. The ability of *Acer Velutinum* in bioremediation of cadmium was considered in the present study.

Materials and Methods: One-year old seedlings of *Acer Velutinum* were provided from Department of Natural Resources making arrangements well in advance. Cadmium chloride solutions were prepared with different concentrations of 0, 10, 20 and 40 mg/L and consequently were added into the soil. The seedlings were planted in pots and their aerial organs (stems and leaves) as well as their roots were separated three month after. The results were then analyzed using Danken and ANOVA tests.

Results: The maximum amount of cadmium accumulation in aerial organs, root and soil was 9.67, 60.61 and 12.44 mg/kg, respectively. Similarly, the respective lowest level of cadmium accumulation in aerial organs, root and soil was 6.05, 2.3 and 0.1mg/kg. The least amount of aerial organs (4.45 g) and root (1.25 g) dry weights were occurred at 40 mg Ca/L, and the most values of respectively 9.02 and 3.95 g was observed at pristine control pot.

Conclusion: *Acer Velutinum* species is considered as appropriate for bioremediation of soils contaminated by cadmium.

Keywords: Cadmium, Adsorption, Heavy metals, Phytoremediation, *Acer Velutinum*

***Corresponding Author:** Department of Forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad University, Lahijan, Iran

Email: hashemi@liau.ac.ir

Received: 10 Jan 2016

Accepted: 16 May 2016