# مقایسه جذب سرب، کادمیوم و نیکل در اندام‌های مختلف سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای شهرک صنعتی البرز، استان قزوین

**سیده طیبه مظفری[1*]، اسداله متاجی[1]، ساسان بابایی کفاکی[1] و انوشیروان شیروانی[2]**

۱) گروه جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی،واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: tanin.mehr1359@gmail.com
۲) گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۲/۱۸

## چکیده

تکنیک گیاه‌پالایی عبارت از استفاده از گیاهان در رفع آلودگی‌ها از محیط و انتقال بی‌ضرر آنها است که با استفاده از تجمع فلزات سنگین در بافت‌ها و اندام‌های مختلف گیاه امکان‌پذیر می‌باشد. دو گونه سرو خمره‌ای (*Thujaorientalis*) و سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) در این بررسی از بین گونه‌های درختی کاشته شده در سطح شهرک صنعتی البرز به صورت تصادفی انتخاب و قدرت جذب سرب و کادمیوم آنها بررسی گردید. تمام نمونه-های جمع‌آوری (برگ، ساقه، ریشه) به تعداد ۳۰ عدد برای تجزیه شیمیایی با استفاده از دستگاه Digesdhal عصاره‌گیری و میزان فلزات سنگین هر یک به وسیله دستگاه ICP اندازه‌گیری شد. نتایج حاکی از آن بود که برگ گونه سرو خمره‌ای نسبت به ساقه و ریشه آن دارای کادمیوم و نیکل بیشتری بوده، ولی در گونه سرو نقره‌ای از نظر میزان جذب کادمیوم و نیکل بین اندام‌ها تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه اندام‌های مشابه نشان داد که میزان کادمیوم در ساقه و ریشه سرو خمره‌ای نسبت به سرو نقره‌ای بیشتری است. این در حالی است که نیکل بیشتری در ریشه سرو خمره‌ای نسبت به برگ و ساقه سرونقره‌ای وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد که سرب بیشتری از نظر میزان جذب در برگ هر دو گونه نسبت به ساقه و ریشه وجود دارد، اما در مقایسه اندام مشابه دوگونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید.

**واژه‌های کلیدی:** گیاه‌پالایی، جذب، سرب، کادمیوم، نیکل، قزوین.

## مقدمه

گیاهان برای تداوم حیات علاوه بر آب به عناصر معدنی متنوعی نیازمند هستند که به کمک آنها قادر خواهند بود که مواد آلی مورد نیاز خود را سنتز کنند. اگرچه بسیاری از فلزات جزء عناصر ضروری هستند، همه آنها در غلظت‌های بالا سمی هستند، زیرا به واسطه ایجاد رادیکال‌های آزاد فشار اکسایشی ایجاد می‌کنند. آنها می‌توانند جایگزین فلزات ضروری در رنگدانه شده یا مختل‌کننده فعالیت آنزیم‌ها باشند. بنابراین فلزات محیط را برای رشد گیاه نامناسب کرده و تنوع زیستی را به خطر می‌اندازند. بر این اساس خاک‌ها و نهرهای آلوده به فلزات سنگین مشکل عمده‌ای برای سلامتی انسان و محیط به وجود می‌آورند که نیازمند یک راه حل موثر می‌باشد. قابلیت فراوان برخی گونه‌ها در جذب انتخابی عناصر و

Archive of SID

www.SID.ir

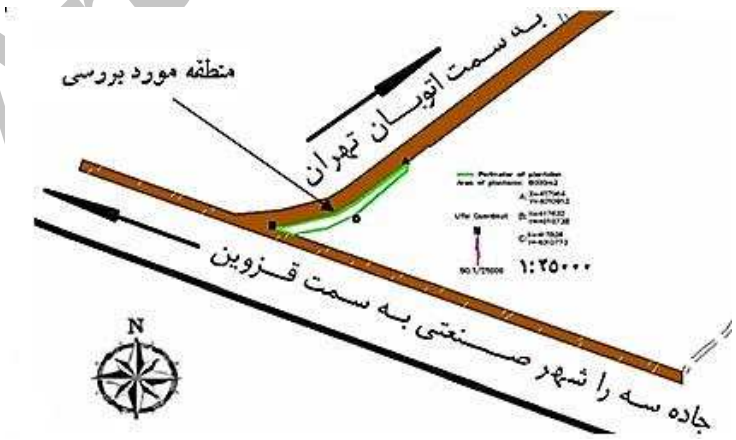
ترکیبات آلوده‌کننده، امکان استفاده از گیاهان در پاکسازی محیط‌های آلوده یا گیاه‌پالایی را فراهم کرده است. فرآیندهای مختلفی در اصلاح زیستی محیط‌های آلوده شناخته شده‌اند. به عنوان نمونه نشان داده شده که گیاهان می‌تواند از طریق جذب، تثبیت و انتقال مواد، از آلودگی‌های محیط زیست بکاهند (Ghosh & Singh, 2005). فلزات سنگین آلاینده‌های محیطی مهمی هستند که در خاک وجود دارند، به طوری که ممکن است مقادیر این فلزات به واسطه فعالیت‌های بشری در نواحی طبیعی و کشاورزی به حد سمی برسد. این عناصر در ایجاد تنش در گیاهان مشارکت دارند (Grappa *et al.*, 2007). تلاش‌های زیادی در سال‌های اخیر در راستای یافتن روشی برای حذف فلزات سنگین از خاک صورت گرفته که گیاه‌پالایی یکی از آنها است (Igwe & Abia 2006؛ Chehregani *et al.*, 2009).

گیاه‌پالایی یک روش زیستی اصلاح خاک‌های آلوده به فلزات سنگین است که در آن از گیاهان برای کاهش، حذف، تجزیه و ساکن‌سازی آلاینده‌ها به ویژه از نوع انسان‌ساخت آن استفاده می‌شود. این روش در سال‌های اخیر به دلیل داشتن هزینه کمتر، سازگاری با محیط زیست، حفظ حاصلخیزی خاک، استفاده در مقیاس وسیع و حفظ زیبایی منطقه توجه زیادی را به خود جلب کرده است (Wang *et al.*, 2011). بررسی‌های گیاه پالایی طی سالیان گذشته بر گیاهان بیش اندوز متمرکز شده که توانایی انباشت مقدار زیادی از فلزات را دارند (Doumett *et al.*, 2008).

این مطالعه با توجه به توسعه شهرک‌های صنعتی در استان البرز و ضرورت توجه به ایجاد پوشش سبز به منظور کاهش اثرات آلاینده فلزات سنگین در نظر دارد که میزان توانایی جذب عنصر کادمیوم، سرب و نیکل به عنوان فلزات سنگین را توسط اندام‌های گونه سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای در شهرک صنعتی البرز مورد بررسی قرار دهد.

## مواد و روش‌ها

در این مطالعه، منطقه جنگل‌کاری در شهرک صنعتی البرز در محدوده اتوبان قزوین به تهران به عنوان ایستگاه نمونه‌برداری در نظر گرفته شد (شکل ۱).




**شکل ۱.** موقعیت منطقه نمونه‌برداری (شهرک صنعتی البرز )



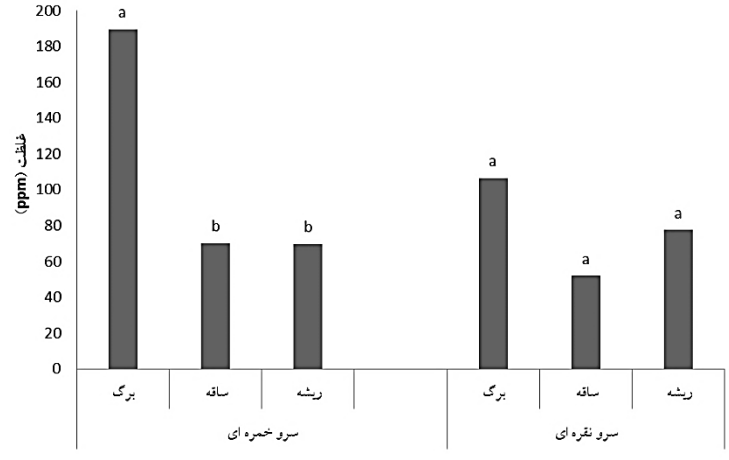
Archive of SID
www.SID.ir

پایه‌های ۵ ساله سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای در این منطقه جنگل‌کاری شده به صورت تصادفی انتخاب گردید. سپس یک نمونه میانگین از هر اندام در هر پایه و در کل برای هر گونه و هر آلاینده ۵ نمونه (تکرار) برداشت شد. شاخه‌ها و ریشه‌های یک ساله همراه با برگ‌های هر یک از گونه‌ها پس از نمونه‌برداری ابتدا با آب مقطر دو بار تقطیر (برای زدودن آلاینده‌های سطحی) شستشو و سپس با قرار دادن در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤٨ ساعت کاملاً خشک شدند. برای هضم آسان نمونه‌ها در مراحل بعدی آزمایش (عصاره گیری)، با آسیاب به صورت پودر درآورده شدند (منفرد، ۱۳۹۰). به منظور تعیین میزان جذب آلاینده‌ها، میزان عناصر کلیه نمونه‌های جمع‌آوری شده با استفاده دستگاه ICP تعیین گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزارSAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در ابتدا نرمال بودن و همگنی واریانس‌ها بررسی و سپس میزان تجمع هر یک از فلزات سنگین در اندام‌های مختلف سرو نقره‌ای و سرو خمره‌ای مورد مقایسه قرار گرفت.

## نتایج

در ابتدا برگ و ساقه و ریشه گونه سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای از نظر میزان جذب کادمیوم مورد مقایسه قرار گرفتند که نتایج نشان داد که کادمیوم بیشتری در برگ سرو خمره‌ای نسبت به ساقه و ریشه به طور معنی‌داری وجود دارد. این در حالی است که در اندام‌های گونه سرو نقره‌ای در میزان جذب کادمیوم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲).

مقایسه میزان جذب کادمیوم در اندام‌های مشابه دو گونه نشان داد که بین برگ گونه سرو نقره‌ای و خمره‌ای از نظر میزان جذب کادمیوم تفاوت معنی‌داری وجود ندارد ($p>0.05$)، لیکن ریشه و ساقه گونه سروخمره‌ای نسبت به سرو نقره‌ای به طور معنی‌داری کادمیوم بیشتری دارند (شکل ۳). همچنین مقایسه میزان جذب سرب در اندام‌های مختلف دو گونه سرو خمره‌ای و سرونقره‌ای نشان داد که سرب به طور معنی‌داری در برگ گونه سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای نسبت به ساقه و ریشه بیشتر می‌باشد (شکل٤).

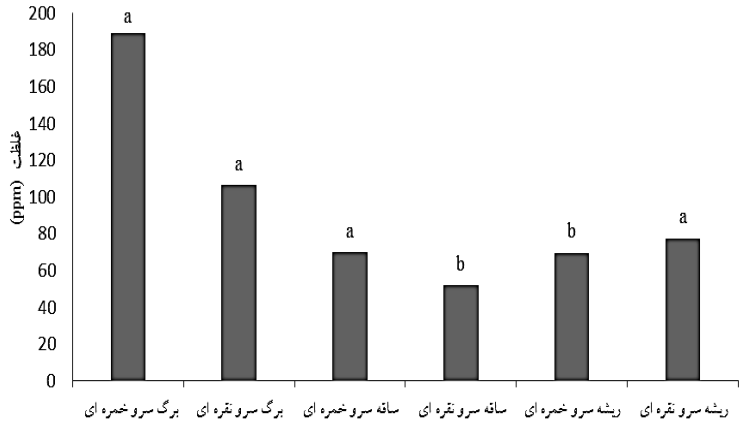



**شکل ۲.** مقایسه میزان جذب کادمیوم دراندام‌های مختلف گونه‌های سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای شهرک صنعتی البرز

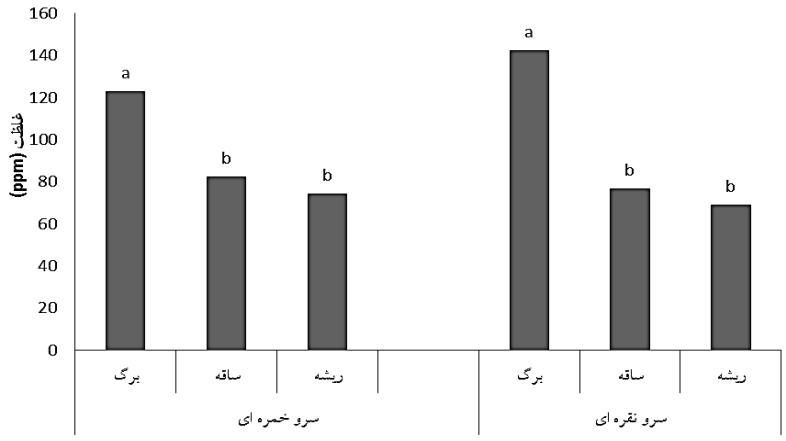


Archive of SID

www.SID.ir




**شکل ۳**. مقایسه میزان جذب کادمیوم توسط اندام‌های مختلف دو گونه سرو خمره‌ای و سرونقره‌ای شهرک صنعتی البرز




**شکل ۴.** مقایسه میزان جذب سرب توسط اندام‌های مختلف در گونه‌های سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای شهرک صنعتی البرز

با بررسی میزان جذب سرب در اندام‌های مشابه دو گونه مشخص گردید که تفاوت معنی‌داری در میزان جذب سرب در اندام‌های مختلف گونه‌های سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای وجود ندارد (شکل ۵). همچنین نتایج حاکی از آن بود که در ریشه سرو خمره‌ای نسبت به برگ و ساقه به طور معنی‌داری نیکل بیشتری وجود دارد، در حالی‌که در اندام‌های سرو نقره‌ای به لحاظ میزان جذب نیکل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (شکل ٦).

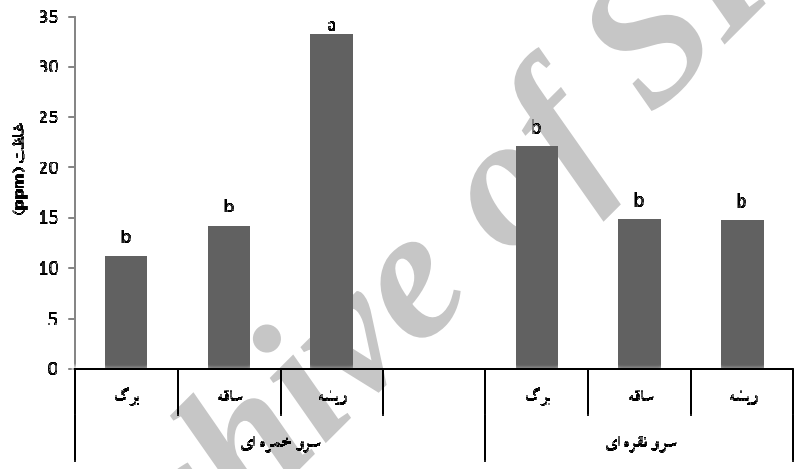
مقایسه میزان جذب نیکل در اندام‌های مشابه دو گونه نشان داد که در برگ و ساقه گونه‌های سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای در میزان جذب نیکل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد، اما در ریشه سرو خمره‌ای به طور معنی‌داری نیکل بیشتری وجود دارد (شکل۷).

بررسی میزان جذب عناصر کادمیوم، سرب و نیکل توسط گونه‌های سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای نشان داد که میزان جذب آلاینده کادمیوم نسبت به سرب در برگ و ساقه گونه سرو خمره‌ای بیشتر است، اما میزان جذب سرب در ساقه گونه سرو نقره‌ای بیشتر بود. تفاوت معنی‌داری در ریشه هر دو گونه از نظر میزان جذب کادمیوم و سرب وجود ندارد. همچنین تفاوت معنی‌داری در میزان جذب نیکل در برگ و ساقه دو گونه سرو نقره‌ای و سروخمره‌ای مشاهده نگردید، در حالی که در ریشه سرو خمره‌ای نسبت به سرو نقره‌ای نیکل بیشتری وجود داشت (شکل۸).

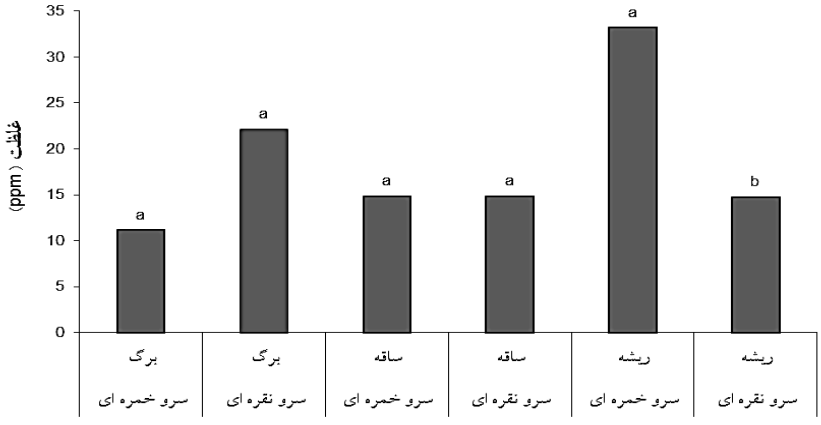


www.SID.ir

**شکل ۵.** مقایسه میزان جذب سرب در اندام‌های مختلف گونه سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای شهرک صنعتی البرز



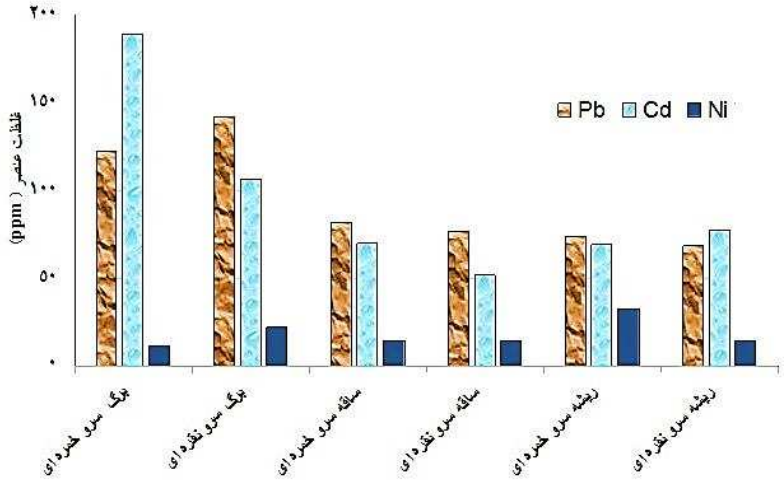

**شکل ۶.** مقایسه میزان جذب نیکل توسط اندام‌های مختلف در گونه‌های سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای شهرک صنعتی البرز




**شکل ۷.** مقایسه میزان جذب نیکل در اندام‌های مختلف سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای در شهرک صنعتی البرز



Archive of SID
www.SID.ir




**شکل ۸.** مقایسه میزان جذب عناصر سرب، کادمیوم و نیکل توسط اندام‌های مختلف در گونه سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای در شهرک صنعتی البرز

## بحث و نتیجه‌گیری

کلیه فلزات سنگین در غلظت‌های بالا، آثار سمی زیادی بر گیاه داشته و در زمره آلاینده‌های محیط زیست طبقه‌بندی می‌شوند (Chehregani *et al.*, 2009). این فلزات تجزیه پذیر نبوده و بازیابی خاک-های آلوده در مقیاس وسیع به راحتی امکان‌پذیر نیست (Sebastiani *et al.*, 2004). برخلاف حالت معمول که میزان جذب کادمیوم در اندام‌های زیرزمینی گیاهان بیشتر از اندام‌های هوایی گزارش شده است (آفتاب طلب، ۱۳۸۷)، نتایج این تحقیق نشان داد که در برگ گونه سرو خمره‌ای نسبت به ساقه و ریشه به طور معنی‌داری کادمیوم بیشتری وجود دارد هر چند که برگ دو گونه در میزان جذب کادمیوم در مقایسه اندام‌های مشابه تفاوت معنی‌داری نداشتند. لیکن ریشه و ساقه گونه سرو خمره‌ای نسبت به سرو نقره‌ای دارای بیشترین میزان جذب کادمیوم بود. بر این اساس می‌توان اذعان داشت که گونه سرو خمره‌ای دارای پتانسیل جذب بیشتری از کادمیوم در اندام‌های هوایی نسبت به سرو نقره‌ای می‌باشد. نتایج مقایسه میزان جذب سرب در اندام‌های مشابه گونه سرو خمره‌ای و نقره‌ای نشان داد که برگ، ساقه و ریشه دو گونه تفاوت معنی‌داری ندارند، البته برگ‌های هر دو گونه نسبت به ساقه و ریشه دارای آلاینده سرب بیشتری بودند. این مشاهده با یافته‌های بسیاری از محققها هم‌خوانی دارد (Stanislaw *et al.*, 2003؛ Liu *et al.*, 2003).

همچنین نتایج حاصله از میزان انباشت عنصر نیکل جذب شده در اندام‌های دو گونه نشان داد که در ریشه سرو خمره‌ای نسبت به برگ و ساقه به طور معنی‌داری نیکل بیشتری وجود دارد، در حالی که بین اندام‌های سرو نقره‌ای به لحاظ میزان جذب نیکل تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. ضمن اینکه در مقایسه اندام‌های مشابه دو گونه در برگ و ساقه گونه‌های سرو خمره‌ای و سرو نقره‌ای در میزان جذب نیکل تفاوت معنی‌داری مشاهده نگردید، اما در ریشه سرو خمره‌ای به طور معنی‌داری نیکل بیشتری وجود داشت. با توجه به مقادیر این سه عنصر در خاک می‌توان اظهار داشت که تفاوت بنیادی در جذب آنها وجود ندارد و حضور این عناصر در خاک یا از طریق



Archive of SID
www.SID.ir

هوا صورت گرفته و یا اینکه پتانسیل جذب در گیاه بیشتر می‌باشد. نیکل از عناصر کمیاب و حیاتی مورد نیاز گیاهان در خاک است که به عنوان نوعی فلز سنگین در سوخت و ساز نیتروژن و رشد گیاهان نقش دارد. این عنصر در غلظت‌های کم اثر سمی بر گیاه ندارد، ولی در غلظت‌های زیاد برای گیاهان سمی است (Baycu *et al.*, 2006).

از طرفی آنچه که در گیاه‌پالایی مهم می‌باشد، ضریب و فاکتور انتقال است که در گونه سروخمره‌ای بیشترین مقدار فاکتور انتقال مربوط به آلاینده کادمیوم و کمترین مقدار مربوط به آلاینده سرب و نیکل است. بر این اساس افزایش غلظت کادمیوم در اندام هوایی گونه سرو خمره‌ای را می‌توان به بالا بودن غلظت در خاک و توانایی جذب و انتقال آن از ریشه به برگ ارتباط داد. ضریب انتقال فلزات از اندام زیرزمینی به اندام هوایی از مهمترین عوامل افزایش آن در اندام هوایی گیاهان به شمار می‌رود (Lasat, 2000). نسبت انتقال عناصر از اندام زیرزمینی به اندام هوایی در گیاه‌پالایی فلزات سنگین بسیار مهم و ضروری است و فلز کادمیوم نیز در مقایسه با سرب از اهمیت بیشتری برخوردار بوده، چرا که وجود بیش از حد این فلز منجر به کاهش فتوسنتز و تعرق شده و غلظت آن مخاطراتی را برای گیاهان از جمله کوتاهی محور شاخه‌ها و تشدید زرد شدن برگ‌های پیر را ایجاد می‌نماید. قشمی و میرسنجری (۱۳۹۰) عنوان نمود که جذب کادمیوم فقط از طریق ریشه صورت نمی‌گیرد و شاخه‌ها و برگ‌ها نیز قادرند کادمیوم را جذب نمایند و طولانی شدن مدت خزان گیاهان خطر مهم دیگری است که در نتیجه آلودگی به کادمیوم ایجاد می‌شود. سوزنی برگ بودن یا پهن برگ بودن درختان و درختچه‌ها از دیگر دلایلی است که می‌توان به عنوان موفقیت یک گونه درختی در جذب آلاینده معرفی نمود، چرا که سوزنی برگان به دلیل مقاوم بودن، تکثیر آسان، سیستم ریشه‌ای، سرعت رشد و زی‌توده گیاهی بر پهن‌برگان در فرآیند گیاه‌پالایی ارجحیت دارند.

## سپاسگزاری و قدردانی

این پژوهش با همکاری بی‌دریغ آقای دکتر شهرام مرادی، عضو هیئت علمی واحد تهران شمال انجام پذیرفت که بدین وسیله از زحمات ایشان قدردانی می‌گردد.

## منابع

آفتاب طلب، ن. (۱۳۸۷). بررسی توان پالایش دو عنصر سمی کادمیوم و سرب به وسیله نهال‌های دوسالهٔ دو گونه چنار (*Platanus orientalis*) و سرو سیمین (*Cupressus arizonica*). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۳۷ صفحه.

قشمی، س. و میرسنجری، م. (۱۳۹۰). بررسی مدیریت محیط زیستی آلودگی کادمیوم با کاربرد روش گیاه‌پالایی. مجله مرجع دانش، مجموعه مقالات پنجمین همایش تخصصی محیط زیست. http://www.civilica.com/Paper-CEE05-CEE05_160.html.

منفرد، س.، شیروانی، ا.، متینی‌زاده، م و زاهدی، ق (۱۳۹۰).زیست پالایی گونه درختی اقاقیا( *Robinia pseudoacacia*)( مطالعه موردی: پارک ۲۲ بهمن شهر کرج). مجله مرجع دانش، مجموعه مقالات اولین همایش فناوریهای پالایش در محیط زیست. تهران. دانشگاه شریف، دانشکده مهندسی شیمی و نفت. http://www.civilica.com/Paper-ERTC01-ERTC01_017.html.

Assareh, M.H., Shariat, A. and Ghamari-Zare, A. (2008) Seedling response of three Eucalyptus species to copper and zinc toxic concentrations. Caspian Journal of Environmental Science, 6(2): 97-103.



Archive of SID

www.SID.ir

prospect for phytoremediation. Environmental Geochemistry and Heath, 23:307-311.

Sebastiani, L., Scebba, F., and Tognetti, R. (2004) Heavy metal accumulation and growth responses in poplar clones Eridano (*Populus deltoides* × *maximowiczii*) and I-214 (*P.* × *euramericana*) exposed to industrial waste. Environmental and Experimental Botany 52(1): 79–88

Stanislaw, W.G., Marzena, R. and Aleksandra T. (2003) Ornamental trees and shrubs as phytoremediants: In Proceeding of COST Action 837 Workshop on "Phytoremediation of toxic metals" Stockholm, Sweden, 18-20.

Wang, Y., Yan, A., Dai, J., Wanng, N. and Wu, D. (2011) Accumulation and tolerance characteristics of cadmium in *Chlorophytum Comosum*: a popular ornamental plant and potential Cd hyperaccumulator. Environmental Monitoring and Assessment, 184(2): 929-937.

Baycu, G., Doganay, T., Hakan,O. and Sureyya, G. (2006) Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. Environmental pollution, 143:545-554.

Bodar, C.W., Pronk, M.E. and Sijm, D.T. (2006) The European Union risk assessment on zinc and zinc compounds: the process and the facts. Integrated Environmental Assessment and Management, 1: 301-319.

Chehregani, A., Noori, M. and Lari Yazdi, H. (2009) Phytoremediation of heavy-metal-polluted soils: Screening for new accumulator plants in Angouran mine (Iran) and evaluation of removal ability. Ecotoxicology and Environmental Safety, 72: 1349-1353.

Doumett, S., Lamperi, L., Checchini, L., Azzarello, E., Mugnai, S., Mancuso, S., Petruzzelli, G. and M. Del Bubba (2008) Heavy metal distribution between contaminated soil and *Paulowina tomentosa*, in a pilt-scale assisted Phytoremediation study: Influence of different complexing agents. Chemospher, 72: 1481-1490.

Fotakis, G. and Timbrell, J.A. (2006) Role of trace elements in cadmium chloride uptake in hepatoma cell lines. Toxicology Letters, 164: 97-103.

Ghosh, M. and S.P. Singh. (2005) A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its by-products. Applied Ecology and Environmental Research, 3(1): 1-18.

Groppa, M.D., Tomaro, M.L. and Benarides, M.P. (2007) Polyamines and Heavy metal stress: the antioxidant behavior of spermine in cadmium and copper-treated wheat Leaves. Biometals, 20:185-195.

Igwe, J.C. and Abia, A.A. (2006) A bioseparation process for removing heavy metals from waste water using biosorbents. African Journal of Biotechnology, 5:1167-1179.

Lasat, M.M. (2000) Phytoextraction of metals from contaminated soil: a review of plant/soil/metal interaction and assessment of pertinent agronomic issues", Journal of Hazardous Substance Research, 2: 1-5.

Liu, D., Jiang, W. and X.GAO. (2003). Effects of cadmium on root growth, cell division and nucleoli in root tip cells of garlic. Plant Biology, 47: 79-83.

Pulford, I.D., Watson, C., Mcgregor, S.D. (2001) Uptake of Chromium by Trees:



Archive of SID

www.SID.ir

# Comparison of Lead, Cadmium, and Nickel uptake by different organs of *Thuja orientalis* and *Cupressus arizonica* from Alborz Industrial Area, ghazvin province

**Seyedeh Tayebeh Mozafari[1*], Asadolah Mataji[1], Sasan Babaei Kafaki[1] and Anoshiravan Shirvani[2]**

1) Department of Forestry, Faculty of Agricultural and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Corresponding Author Email Address: tanin.mehr1359@gmail.com

2) Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran, Iran.

Date of Submission: 2013/05/19 Date of Acceptance: 2014/05/08

## Abstract

Phytoremediation is the use of plants to remove contaminants from the environment and their safe transfer utilizing the accumulation of heavy metals in plant organs. In this study, in order to compare the ability of plants to absorb cadmium and lead, two tree species of *Thuja orientalis* and *Cupressus arizonica* in Alborz industrial town were randomly selected. Thirty trees of each species were selected and different parts of each tree including leaf, stem and root were sampled. Extraction and chemical analysis of all samples were done by Digesdhal device, and then the heavy metals (Lead, Cadmium and Nickel) rate was measured by ICP. The results show that *Thoja orientalis* can absorb more cadmium and nickel than *Cupressus arizonica*. Cadmium and nickel rate in the leaves of both species is higher than roots and stems. The comparison of lead absorption rate in organs of two species shows that there was no significant difference between two species, but leaves of two species in comparison with their roots and stems had more lead in their organs. It was concluded that to remove environment contaminant the species selection has to be highly considered.

**Keywords:** phytoremediation, absorption, lead, cadmium, nickel, Qazvin.

Archive of SID



www.SID.ir