

گیاه پالایی در دو گونه چنار و زبان گنجشک پارک ۲۲ بهمن شهر کرج

سجاد حسین زاده منفرد^{۱*}، انوشیروان شیروانی^۲، محمد متینی زاده^۳، قوام الدین زاهدی^۴، رضا موسوی فرد^۴ و فریبا رستمی^۲

(۱) گروه جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. * رایانامه نویسنده مسئول: s.monfared@ut.ac.ir

(۲) گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

(۳) موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران، ایران.

(۴) سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهر کرج، کرج، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۸/۰۴

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۹/۱۹

چکیده

هدف از انجام این پژوهش تعیین توانایی دو گونه درختی چنار (*Platanus orientalis*) و زبان گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) برای جذب دو عنصر سرب و کادمیوم توسط برگ، ساقه و همچنین خاک در پارک ۲۲ بهمن شهر کرج است. در ابتدا ۲۰ نمونه از هر یک از اندامهای برگ و شاخه‌های یکساله هر دو گونه و همچنین ۲۰ نمونه خاک از منطقه مورد مطالعه (در مجموع ۱۰۰ نمونه) برداشت گردید. سپس با استفاده از دستگاه Digesdhal عصاره گیری شدند و به وسیله دستگاه ICP میزان فلزات سنگین هر یک از نمونه‌ها اندازه‌گیری شد. در پایان میزان تجمع هر یک از فلزات سنگین کادمیوم و سرب در هر اندام با اندام مشابه توسط SPSS و آزمون آماری Games-Howell مقایسه شد. نتایج حاکی از آن بود که میزان جذب هر کدام از عناصر آلاینده بین دو گونه در منطقه مورد مطالعه در جذب برگی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی در جذب ساقه‌ای بین گونه چنار و زبان گنجشک تفاوت معنی‌دار بود ($p < 0.05$). میزان تجمع سرب نیز به طور معنی‌داری بیش از کادمیوم در اندام‌های برگ و ساقه و در خاک بود ($p < 0.05$). میزان سرب در خاک منطقه مطالعاتی نیز به شکل معنی‌داری بیش از کادمیوم بود.

واژه‌های کلیدی: چنار، زبان گنجشک، گیاه پالایی، فلزات سنگین.

مقدمه

تنها بعضی از عناصر موجود در زیست‌کره و بافت گیاه برای رشد و نمو گیاه ضروری هستند. به طور کلی عناصری را ضروری معرفی می‌کنند که اولاً تکمیل چرخه حیات گیاه بدون آنها میسر نبوده و ثانیاً آن عناصر بخشی از ترکیب پیچیده‌تری باشند که وجود آن برای حیات گیاه ضرورت داشته باشد (Taiz & Zeiger, 2003). گیاهان قادر هستند که آلاینده‌ها را به طرق مختلف از محیط زیست دور نمایند. قابلیت فراوان برخی از گونه‌ها در جذب انتخابی عناصر و ترکیبات آلوده کننده امکان استفاده از گیاهان در پاک‌سازی محیط‌های آلوده یا گیاه پالایی را فراهم کرده است (آفتاب طلب، ۱۳۸۶). فرآیندهای مختلفی در اصلاح زیستی محیط‌های آلوده شناخته شده‌اند. به عنوان نمونه ثابت شده که گیاهان می‌توانند از طریق

جذب، تثبیت و انتقال مواد از آلودگی‌های محیط زیست بکاهند (Ghosh & Singh, 2005).

کاستن از میزان آلاینده‌ها مستلزم صرف وقت و هزینه بالایی است. تلاش‌های بسیاری برای شناخت مناسب‌ترین شیوه با بالاترین پاک‌سازی صورت گرفته که شامل روش‌هایی بر مبنای اصول فیزیکی و شیمیایی است که اثرات منفی علاوه بر هزینه‌های هنگفت بر طبیعت می‌گذارد (آفتاب طلب، ۱۳۸۶).

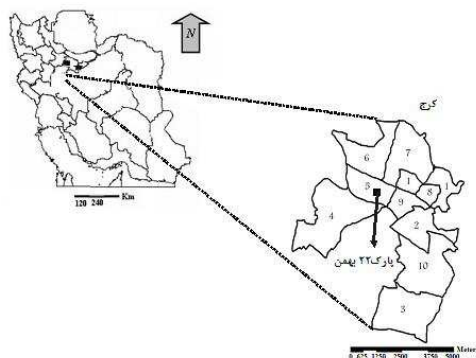
تکنیک گیاه پالایی عبارت از استفاده از گیاهان در رفع آلودگی‌های محیط زیست و انتقال بی‌ضرر آنها است که با استفاده از تجمع فلزات سنگین در بافت‌ها و اندام‌های مختلف گیاه امکان پذیر می‌گردد. این روش موجب رفع آلودگی، حفظ فعالیت زیستی و ساختار فیزیکی خاک شده و از نظر اقتصادی به صرفه است (Pulford et al., 2001). روش گیاه پالایی طی دهه‌های اخیر به دلیل هزینه پایین و سازگاری با محیط زیست مورد توجه بسیاری از محققان قرار گرفته است (آفتاب طلب، ۱۳۸۶).

برخی از عناصر سنگین مانند سرب و کادمیوم می‌توانند از طریق اندام‌های هوایی گیاه جذب شوند. بعلاوه تمرکز انباشت برخی از این عناصر در برگ و در برخی دیگر در شاخه‌های یک تا چند ساله است که اطلاع از این امر کمک شایانی به مدیریت طرح‌های زیست پالایی در مناطق آلوده می‌نماید (آفتاب طلب، ۱۳۸۶؛ خداکرمی، ۱۳۸۶).

تعیین پتانسیل جذب آلاینده‌ها به وسیله گیاهان مختلف یکی از مهم‌ترین پرسش‌های مدیران اجرایی در بحث جذب آلاینده‌ها است. برای پاسخ به این پرسش باید اندام‌های مختلف گیاهان را در شرایط تقریباً یکسان مورد تجزیه قرار داده تا پتانسیل هر یک برای جذب فلزات سنگین مشخص گردد. هدف از انجام این پژوهش تعیین توانایی جذب دو عنصر سرب و کادمیوم به عنوان فلزات سنگین توسط گونه‌های چنار (*Platanus orientalis*) و زبان گنجشک (*Fraxinus rotundifolia*) در فضای سبز شهر کرج است.

مواد و روش‌ها

پارک ۲۲ بهمن واقع در منطقه ۵ شهر کرج با مساحت ۴۴۲۲ متر مربع به عنوان ایستگاه نمونه- برداری مشخص گردید (شکل ۱). گونه‌های درختی و درختچه‌ای از قبیل چنار، زبان گنجشک، افاقیا، برگ نو، پیراکانتا، طاووسی و ژونبیرهای تزئینی در منطقه مورد مطالعه کاشته شده‌اند که اغلب آنها دارای سن تقریباً یکسان می‌باشند. این پارک در سال ۱۳۸۰ احداث شده و اغلب گونه‌های آن در همان سال کاشته شده‌اند. به دلیل موقعیت پارک، بیشتر مورد استفاده تفریحی قرار می‌گیرد. علت انتخاب این پارک قرار گرفتن در یکی از نواحی در حال توسعه شهر کرج بوده که دارای بار ترافیکی قابل توجهی است.



شکل ۱. منطقه مورد مطالعه (پارک ۲۲ بهمن واقع در منطقه ۵ شهر کرج)

ریشه‌های سطحی برداشت شد. نمونه‌های خاک برداشت شده از منطقه مورد مطالعه از نظر بافت خاک، pH و EC مورد آزمایش قرار گرفتند که نتایج تجزیه آن در جدول (۱) آمده است.

برگ و شاخه‌های یک ساله هر یک از گونه‌ها پس از نمونه‌برداری با استفاده از فرچه و آب مقطر دوبار تقطیر برای زدودن آلاینده‌های سطحی شسته شد و نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت کاملاً خشک شده و برای هضم آسان با آسیاب به پودر تبدیل گردیدند. مجموع نمونه‌های مورد استفاده در این بررسی به تعداد ۱۰۰ عدد رسید. نمونه‌ها در مرحله بعد برای تجزیه شیمیایی با استفاده از دستگاه Digesdhal عصاره‌گیری و میزان فلزات سنگین هر یک از نمونه‌ها به وسیله دستگاه ICP اندازه‌گیری گردید. در پایان با استفاده از نرم افزار SPSS ابتدا نرمال بودن و همگنی واریانس‌ها بررسی شد. سپس میزان تجمع هر یک از فلزات سنگین در هر اندام با اندام مشابه در گونه دیگر با استفاده از آزمون آماری Games-Howell مقایسه و گونه بهینه در جذب آلاینده شناسایی شد.

گونه‌های چنار و زبان گنجشک به منظور اجرای این تحقیق از میان گونه‌های درختی کاشته شده در سطح شهر کرج، انتخاب شدند. همچنین فلزات سنگین سرب و کادمیوم از جمله آلاینده‌های مهم زیست‌محیطی با سمیت بالایی و توانایی انباشت در گیاهان به عنوان عناصر مطالعات در نظر گرفته شدند (Dong et al., 2005). سپس تعداد ۲۰ اصله درخت تقریباً همسن با قطر تقریبی ۱۲ سانتی‌متر و ارتفاع حدود ۵-۶ متر از هر یک از گونه‌ها انتخاب شدند. نمونه‌های برگ و شاخه از چهار جهت مختلف و از ارتفاع پایین تاج (هم ارتفاع با درختان گونه‌های دیگر) هر یک از درختان در پایان فصل رویش و پیش از خزان (اوایل مهر) انتخاب گردید. در نهایت یک نمونه میانگین برای هر یک از درختان انتخابی از هر اندام (در مجموع برای هر گونه و هر آلاینده ۲۰ تکرار نمونه‌برداری) انتخاب شد. علاوه بر این به منظور مطالعه تغییرات این عناصر در خاک منطقه مطالعاتی در مجموع ۲۰ نمونه خاک نیز برداشت گردید. لازم به ذکر است که نمونه‌های خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری و در محل پراکنش

جدول ۱. برخی از ویژگی‌های خاک منطقه مورد مطالعه (پارک ۲۲ بهمن)

منطقه نمونه برداری	بافت خاک	pH	EC
پارک ۲۲ بهمن	رسی لومی	۸/۱	۱/۵۵

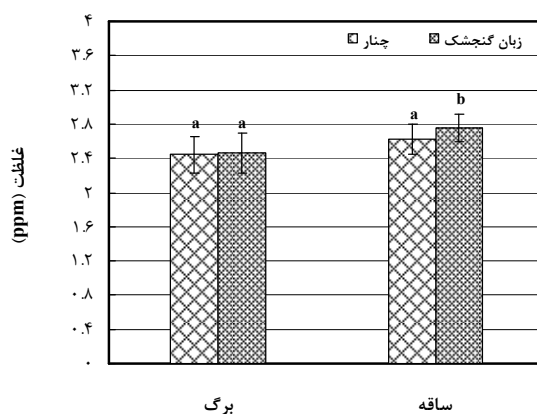
نتایج

میزان جذب عنصر کادمیوم دو گونه چنار و زبان گنجشک در شکل ۲ با هم مقایسه گردیدند. یافته‌ها بیانگر عدم تفاوت معنی‌داری در میزان جذب کادمیوم توسط برگ در دو گونه مطالعاتی بود، در حالی که جذب کادمیوم توسط ساقه گونه زبان گنجشک بیشتر از چنار بود ($p < 0.05$). همچنین مقایسه میزان جذب سرب توسط گونه‌های مورد بررسی نشان داد که اختلاف

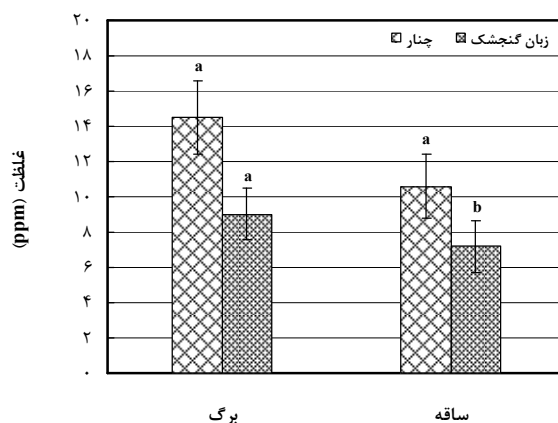
معنی‌داری از نظر جذب سرب توسط برگ چنار و زبان گنجشک وجود ندارد، در صورتی که میزان جذب سرب توسط ساقه چنار بیشتر از گونه زبان گنجشک بود ($p < 0.05$). بررسی میزان عناصر کادمیوم و سرب در برگ هر دو گونه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین جذب عناصر کادمیوم و سرب توسط برگ و ساقه گونه‌های چنار و زبان گنجشک در منطقه مورد مطالعه وجود دارد (شکل ۴).

مطالعه نیز نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین اندام‌ها از نظر جذب سرب وجود ندارد (شکل ۷). در نهایت مقایسه این عناصر در خاک منطقه مورد مطالعه صورت گرفت که نتایج آن در شکل ۸ آورده شده است. نتایج حاکی از آن است که بین میزان غلظت عناصر کادمیوم و سرب موجود در خاک منطقه مورد مطالعه تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد، به طوری که میزان سرب به شکل معنی‌داری بیشتر از کادمیوم در نمونه خاک می‌باشد.

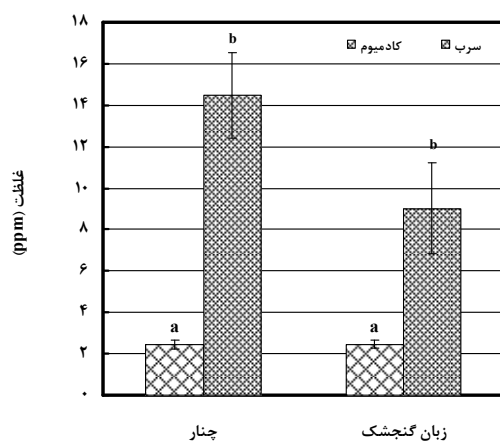
مطالعه غلظت عناصر کادمیوم و سرب در ساقه گونه‌های مورد بررسی در شکل ۵ آورده شده است. در این حالت نیز مشخص گردید که تفاوت معنی‌داری بین جذب عناصر کادمیوم و سرب توسط ساقه گونه‌های چنار و زبان گنجشک در منطقه مورد مطالعه وجود دارد ($p < 0.05$). همچنین مقایسه جذب کادمیوم در ساقه و برگ دو گونه مورد مطالعه بیانگر آن است که تفاوت معنی‌داری بین اندام‌های برگ و ساقه در گونه‌های مورد مطالعه وجود ندارد (شکل ۶). مقایسه ساقه و برگ در جذب سرب در دو گونه مورد



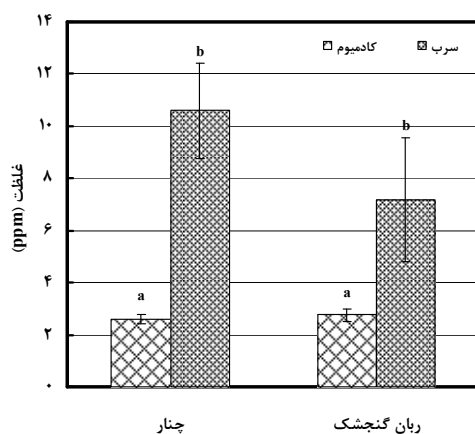
شکل ۲. مقایسه میزان جذب کادمیوم توسط برگ و ساقه در دو گونه مورد مطالعه در پارک ۲۲ بهمن شهر کرج



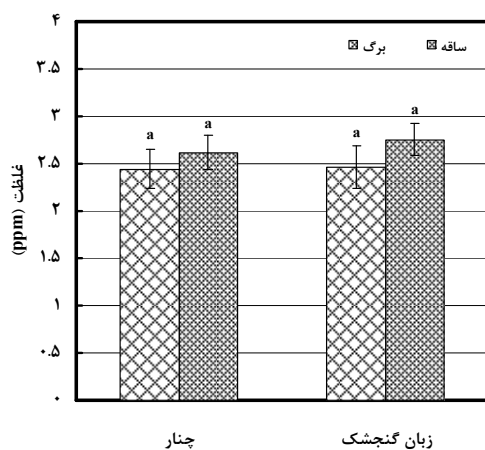
شکل ۳. مقایسه میزان جذب سرب توسط برگ و ساقه در دو گونه مورد مطالعه در پارک ۲۲ بهمن شهر کرج



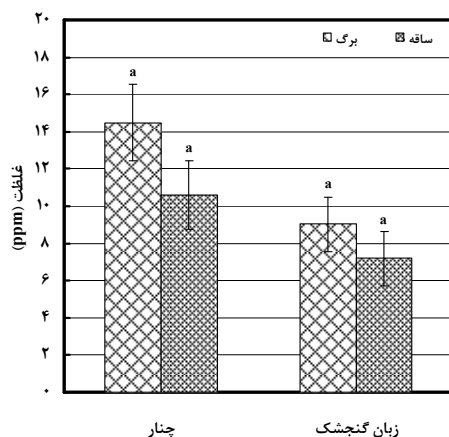
شکل ۴. مقایسه میزان جذب عناصر کادمیوم و سرب توسط برگ دو گونه مورد مطالعه در پارک ۲۲ بهمن شهر کرج



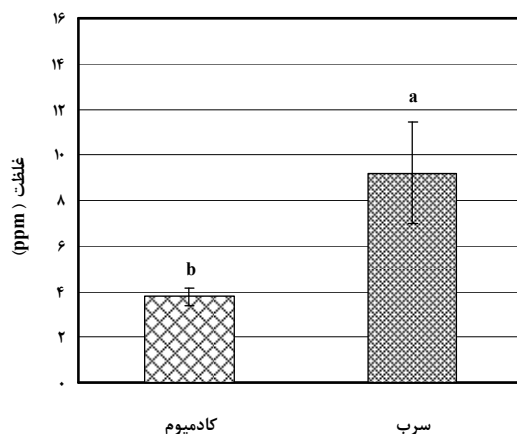
شکل ۵. مقایسه میزان جذب عناصر کادمیوم و سرب توسط ساقه دو گونه مورد مطالعه در پارک ۲۲ بهمن شهر کرج



شکل ۶. مقایسه ساقه و برگ در جذب کادمیوم در دو گونه مورد مطالعه در پارک ۲۲ بهمن شهر کرج



شکل ۷. مقایسه ساقه و برگ در جذب سرب در دو گونه مورد مطالعه در پارک ۲۲ بهمن شهر کرج



شکل ۸. مقایسه عناصر کادمیوم و سرب در خاک پارک ۲۲ بهمن شهر کرج

بحث و نتیجه گیری

میانگین جذب آلاینده کادمیوم در ساقه زبان گنجشک بیشتر از چنار بود، ولی میانگین جذب آلاینده سرب در ساقه چنار بیشتر از زبان گنجشک مشاهده شد. به نظر می رسد که توان این گونه های درختی برای جذب عناصر سنگین هوا مانند کادمیوم و سرب متفاوت است.

در شرایط کنونی و با میزان آلودگی موجود در این منطقه از شهر کرج تفاوتی بین جذب برگ این گونه ها مشاهده نشده است. این نتایج مغایر با نتایج

این تحقیق در شرایط طبیعی به منظور بررسی توان گونه های درختی چنار و زبان گنجشک در جذب عناصر آلاینده کادمیوم و سرب انجام گرفت. نتایج حاکی از آن بود که تفاوت معنی داری در میزان جذب برگ هر کدام از عناصر آلاینده کادمیوم و سرب بین دو گونه در منطقه مورد مطالعه وجود ندارد. این در حالی بود که تفاوت معنی داری در جذب ساقه ای بین گونه چنار و زبان گنجشک به دست آمد به نحوی که

که بین این دو گونه در جذب سرب اختلاف معنی دار بوده و بیشترین مقدار سرب در برگ‌های عرعر تجمع یافته است ولی از نظر جذب کادمیوم دو گونه زبان گنجشک و عرعر شرایط یکسانی دارند.

Sangi و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه دیگری در شهر اراک روی میزان جذب عناصر کادمیوم، سرب و مس توسط برگ‌های درخت زبان گنجشک (*F. excelsior*) در محیط هیدروپونیک در تایید نتایج تحقیق حاضر مشخص نمودند که ظرفیت جذب زیستی برگ‌های این درخت برای سرب بیشتر و برای مس کمتر از همه بوده است.

غلظت عناصر کادمیوم و سرب در خاک منطقه مورد مطالعه دارای تفاوت معنی داری بود، به طوری که مقدار سرب در خاک منطقه به طور معنی داری بیش از کادمیوم بود. به طور کلی غلظت ۵۰۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم سرب در خاک برای اغلب گیاهان سمی گزارش شده است (خداکرمی، ۱۳۸۶)، در حالی که میزان سمیت در مورد کادمیوم در حدود صد برابر سرب است (Kabata-Pendias, 2004). بنابراین غلظت ۵-۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم کادمیوم در محیط خاک می‌تواند برای گیاهان سمی تلقی شود (Kabata-Pendias, 2004).

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که میزان آلودگی پارک ۲۲ بهمن شهر کرج در شرایط کنونی هنوز به آستانه‌ای نرسیده که موجب بروز تفاوت در گونه‌های چنار و زبان گنجشک گردد. این در حالی است که پتانسیل این گونه‌ها بر اساس مطالعات انجام شده در جذب آلاینده‌های مورد مطالعه در غلظت‌های بیشتر متفاوت است (آفتاب طلب، ۱۳۸۶). همچنین عنصر سرب پتانسیل جذب بیشتری نسبت به کادمیوم در تمامی اندام‌های گونه‌ها و در خاک دارد (خداکرمی، ۱۳۸۶).

آفتاب طلب (۱۳۸۶) بود که در بررسی خود توانایی دو گونه درختی چنار (*Platanus orientalis*) و سرو سیمین (*Cupressus arizonica*) را با استفاده از شیوه گیاه‌بالایی برای جذب دو عنصر سمی کادمیوم و سرب از طریق برگ را مورد بررسی قرار داد و نشان داد که برگ گونه چنار در غلظت‌های بالای آلاینده، توانایی بیشتری در جذب سرب و کادمیوم داشته است، در حالی که مقدار تجمع هر دو عنصر در ساقه سرو بیش از چنار می‌باشد. همچنین Liu و همکاران (۲۰۰۳) جذب سرب و کادمیوم را در شرایط مشابه و طبیعی در چندین گونه پهن برگ خیابانی چین مطالعه کرده و با معرفی شاخص تجمع فلزی در شاخه و برگ (MAI) مشاهده کردند که *Catalpa speciosa* بیشترین ارزش MAI را در بین سایر گونه‌های مورد بررسی دارد.

دلیل پایین بودن میزان تجمع آلاینده در دو گونه مورد بررسی را شاید بتوان به کم بودن میزان آلودگی شهر کرج و به حد آستانه نرسیدن آن در شرایط کنونی دانست. در این بررسی مشخص گردید که بین میزان جذب دو عنصر کادمیوم و سرب در اندام‌های ساقه و برگ در هر یک از گونه‌های چنار و زبان گنجشک تفاوت معنی داری وجود دارد. میزان سرب جذب شده در اندام ساقه بیشتر از مقدار کادمیوم است که شاید دلیل آن را بتوان به سمیت عنصر کادمیوم و مضر بودن آن برای ادامه حیات گیاه دانست. خداکرمی (۱۳۸۶) نیز در تحقیقی روی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و بنه (*Pistacia atlantica*) به نتیجه مشابهی دست یافته و میزان تجمع سرب را در اندام‌های ساقه و برگ بیش از کادمیوم اعلام نمود.

Baycu و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی برگ‌های برخی درختان خزان کننده از جمله زبان گنجشک (*Fraxinus angustifolia*) و عرعر (*Ailanthus altissima*) برای جذب عناصر سنگین اظهار داشتند

منابع

آفتاب طلب، ن. (۱۳۸۶). بررسی توان پالایش دو عنصر سمی کادمیوم و سرب بوسیله نهالهای دوساله دو گونه چنار (*Platanus orientalis*) و سرو سیمین (*Cupressus arizonica*). پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۳۰ صفحه.

خداکرمی، ی. (۱۳۸۶). ارزیابی توان زیست پالایی خاک در دو گونه بلوط ایرانی و بنه (*Quercus brantii* & *Pistacia atlantica*). پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۴۶ صفحه.

Baycu, G., Tolunay, D., Ozden, H. and Gunbakan, S. (2006) Ecophysiological & seasonal variation in Cd, Pb, Zn & Ni concentration in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul. *Environmental Pollution*, 143: 545-554.

Dong, J., Wu, F. and Zhang, G. (2005) Effect of cadmium on growth and photosynthesis of tomato seedlings. *Journal of Zhejiang University Science*, 6: 974-980.

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

Kabata-Pendias, A. (2004) Soil-plant transfer of trace elements-an environmental issue. *Journal of Geoderma*, 122: 143-149.

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

Pulford, I.D., Watson, C. and McGregor, S.D. (2001) Uptake of Chromium by Trees: Prospect for phytoremediation. *Environmental Geochemistry and Health*, 23: 307-311.

Sangi, M.R., Shahmoradi, A., Zolgharnein, J. and Azimi, G. (2008) Removal and recovery of heavy metals from aqueous solution using *Ulmus carpinifolia* & *Fraxinus excelsior* tree leaves. *Journal of Hazardous Materials*, 155: 513-522.

Taiz, L. and Zeiger, E. (2002) *Plant physiology*, 3rd Edition. Sinauer Associates. Massachusetts, 690 p.

Phytoremediation Potential in *Platanus orientalis*, and *Fraxinus rotundifolia* (Case study: 22 Bahman Park, Karaj)

Sajad Hosseinzadeh Monfared^{1*}, Anoshirvan Shirvany², Mohammad Matinizadeh³,
Ghavam-al-din Zahedi Amiri², Reza Mousavi Fard⁴ and Fariba Rostami²

- 1) Forestry Department, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran. *Corresponding Author Email Address: s.monfared@ut.ac.ir
- 2) Forestry and Forest Economics Department, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
- 3) Research Institute of Forests and Rangelands of Iran. Tehran, Iran.
- 4) Parks and Green Space Organization, Karaj Municipality, Karaj, Iran.

Abstract

This study was conducted to determine the absorbance ability of Cadmium (Cd) and lead (Pb) by the leaves and shoots of *Platanus orientalis* and *Fraxinus rotundifolia* in Karaj, Iran. In the selected site, 20 samples from one-year-old leaves and shoots as well as 20 soil samples were gathered and analyzed by ICP. The results indicated that no significant difference in absorbed contents of Cd and Pb in the leaves among the trees. However, accumulation of Cd in shoots of *Fraxinus rotundifolia* was significantly higher than *Platanus orientalis*. Also accumulation of Pb in shoots of *Platanus orientalis* was significantly higher than *Fraxinus rotundifolia* ($p < 0.05$). The amount of Pb in the soil of the study area was significantly higher than Cd.

Keywords: *Platanus orientalis*, *Fraxinus rotundifolia*, phytoremediation, heavy metals.

