Archive of SID

فصلنامهٔ علمی پژوهش و توسعه جنگل
جلد ۵، شماره ۱، صفحه ۷۱-۵۵، (۱۳۹۸)

# امکان‌سنجی پایش زیستی فلزات سنگین توسط گونه‌های چوبی مناطق شهری

**ثمر مرتضوی*[۱]، فرهاد قاسمی آقباش[۲] و رضا نادری مطیع[۳]**

۱- استادیار، گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
(mortazavi.s@gmail.com)
۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
(ghasemifarhad@yahoo.com)
۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
(naderi.reza20@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۰۲ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۲/۰۲

## چکیده

این پژوهش به بررسی توان زیست‌پالایی گونه‌های درختی چنار، زبان‌گنجشک و کاج در خصوص فلزات کادمیوم، نیکل، سرب در پارک‌های شهر همدان می‌پردازد. پس از نمونه‌برداری مرکب از برگ شسته‌نشده گونه‌های مورد بررسی و خاک در ۱۱ پارک و بوستان مورد پژوهش، نمونه‌ها ابتدا خشک و سپس هضم اسیدی شده و در آخر غلظت فلزات توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج غلظت فلزات سرب و نیکل بیش از مقادیر موجود در پوسته زمین و غلظت فلزات کادمیوم و نیکل بیشتر از میانگین جهانی غلظت فلزات در خاک شهرها به‌دست آمد. از سوی دیگر بیشترین مقدار غلظت فلزات کادمیوم، سرب و روی به‌ترتیب در برگ چنار و عنصر نیکل در برگ زبان‌گنجشک بود. در حالت کلی غلظت فلزات در برگ‌های نشسته بیشتر از برگ‌های شسته‌شده ارزیابی شد. در این راستا همبستگی مثبت و معنی‌داری بین مقدار فلزات در خاک محل رویش درختان با غلظت آن‌ها در برگ وجود داشت. با توجه به نتایج فاکتور تغلیظ زیستی می‌توان گفت گونه چنار شاخص زیستی مناسب‌تری برای زیست‌ردیابی آلودگی فلزات سنگین به‌خصوص کادمیوم است. در نهایت با توجه به نتایج حاصل لزوم توجه به استقرار گونه‌های انباشت‌گر در بوستان‌های شهری مطرح شد.

**واژه‌های کلیدی:** پایشگری، چنار، زبان‌گنجشک، فلزات سنگین، کاج.

* نویسنده مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۶۶۶۵۲۰۰۸



www.SID.ir

Archive of SID



**مقدمه**

افزایش جمعیت، شهرنشینی و صنعتی شدن در دهه-های اخیر منجر به حضور آلاینده‌های انسان‌ساز در محیط شده (Papazoglou and Fernando, 2017) که این امر ورود مواد شیمیایی و فلزات سمی به محیط-زیست را اجتناب‌ناپذیر ساخته است (Sarwar *et al.,* 2017). فلزات سنگین از آلاینده‌های مهم بوده که به-دلیل پایداری در محیط باقی‌مانده و با تغییر فرم شیمیایی و حلالیت، می‌تواند در دسترس گیاهان قرار گیرد (Abdus Salam *et al.,* 2016). از طرفی توانایی برخی گونه‌ها در جذب انتخابی عناصر و ترکیبات آلوده‌کننده، امکان استفاده از گیاهان در پاک‌سازی محیط‌های آلوده را فراهم کرده است (Gosh and Singh, 2005). به‌طورکلی یکی از کاربردی‌ترین و ارزان‌ترین روش‌های کاهش آلودگی محیط‌زیست استفاده از فرآیند گیاه‌پالایی (Phytoremediation) است (Majidi *et al*., 2016 ،Burken *et al.,* 2011).

ازآنجاکه فلزات در خاک نسبت به هر جز دیگر بیوسفر پایداری طولانی‌تری دارند، این رویکرد روشی مؤثر در پالایش آلودگی‌های خاک نسبت به هوا یا آب است (Sarwar *et al.,* 2017). در میان بوم‌سازگان‌های جنگلی، پارک‌های شهری از محیط‌هایی هستند که به-دلیل تنوع گونه‌های درختی با قابلیت‌های متفاوت، نقش مهمی در پالایش آلودگی‌های محیطی ایفا می-کنند (Elik, 2003). شهر همدان به‌عنوان یکی از مراکز و شهرهای مهم کشور، به‌دلیل رشد سریع جمعیت و توسعه صنایع مختلف، به‌ویژه صنعت حمل‌ونقل و کارخانه‌های صنعتی در معرض صدمات و خطرات محیط‌زیستی قرار دارد. این شهر با ترافیک به‌نسبت سنگین شهری، به‌دلیل طراحی بر اساس سبک باروک (شهر دایره‌ای شکل با دایره‌های متحدالمرکز) در معرض خطرات آلودگی هوا به‌ویژه از نظر محتوای فلزات سنگین و به‌تبع آن آلودگی آب وخاک است.

در این راستا پژوهش‌های زیادی برای بررسی توانایی گونه‌های گیاهی در پالایش آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین انجام شده است که از آن‌ها می‌توان به پژوهش Askari و همکاران (2012) بر روی گیاه اقاقیا در شهر سنجان استان مرکزی اشاره کرد که نشان داد درخت اقاقیا را می‌توان به‌عنوان یک انباشتگر در آلودگی نفتی استفاده کرد و در بررسی‌های بعدی آن را برای گیاه‌پالایی خاک‌های آلوده به سرب انتخاب کرد. Shabanian and Cheraghi (2013) با پژوهش بر روی گونه‌های گیاهی چنار شرقی، نارون، زبان-گنجشک، سرو خمره‌ای و کاج سیاه شهر سنندج در مناطق آلوده تا غیرآلوده، نشان دادند که انباشت سرب، روی و کادمیوم در برگ بیشتر گونه‌ها در منطقهٔ آلوده با اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد بیشتر از منطقهٔ شاهد بود. در منطقهٔ آلوده بیشترین مقدار انباشت سرب و کادمیوم در سرو خمره‌ای، روی در زبان‌گنجشک و منگنز در نارون مشاهده شد. در این راستا Hashemi و همکاران (2016) محلول کلرید روی با غلظت‌های ۰، ۱۰، ۲۰، ٤٠ میلی‌گرم در لیتر را بر روی نهال‌های دو سالهٔ گونه صنوبر (*Populus deltoids*) بررسی کردند. نتایج نشان داد بیشترین مقدار غلظت فلز روی در اندام هوایی، ریشه و خاک گونه صنوبر به‌ترتیب ١٤٢/٨٦، ٨٥/٩٤ و ١٢/٠٠٢ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین مقدار غلظت فلز روی در اندام هوایی، ریشه و خاک گونه صنوبر به‌ترتیب ٤٤/٦١، ٢١/٢٠ و ٠/١٢٤ میلی‌گرم بر کیلوگرم است. در خارج از کشور، پژوهش Tomasevic و همکاران (2008) بر روی شاه‌بلوط هندی (*Aesculus hippocastanum*) و درخت فندق ترکیه (*Corylus colurna* L.) در مناطق شهری بلگراد نشان داد،



www.SID.ir

Archive of SID



افزایش آلودگی اتمسفری ناشی از فلزات، سبب افزایش غلظت فلزات کمیاب در برگ‌های شاه‌بلوط هندی می‌شود اما غلظت‌های فلزی در گونه فندق ترکیه (*C. colurna* L.) تغییری نکرده بود. همچنین پژوهش Wuytack و همکاران (2010) در خاک و گیاهان منطقه پیدومونت شمال ایتالیا حاکی از آن بود که خاک‌ها شاخص خوبی برای کیفیت محیط‌زیست هستند. همچنین نمونه‌های گیاهی، فلزات سنگین خاک سطحی را دریافت می‌کنند درحالی‌که گونه‌های سوزنی‌برگ نمایانگر سطوح ناخالصی اتمسفری هستند. در این راستا بررسی Ghori و همکاران (2016) بر روی گیاهان زینتی در خارج از ایران نشان داد گیاهان زینتی علاوه بر اینکه به پالایش خاک‌های آلوده به فلزات سنگین کمک نموده و موجب پاک‌سازی محیط‌زیست می‌شوند و یک بعد جدید در زمینهٔ گیاه‌پالایی برای محیط‌های آبی و زمینی هستند.

تعیین میزان و نوع فلزات سنگین موجود در خاک و گیاهان فراانباشتگر (گونه‌هایی که قابلیت بالایی از تجمع‌دهندگی فلزات سنگین بدون آسیب در خود را دارند) می‌تواند ارائه‌دهندهٔ راه‌حل‌های کاربردی برای سالم‌سازی و مدیریت جامع محیط‌زیست شهری باشد. برخی گونه‌های درختی حاشیه خیابان‌ها و بوستان‌ها علاوه بر ایجاد زیبایی، مانند پالایه زیستی در تصفیه آلاینده‌ها از فلزات سنگین بوده و به‌دلیل تولید اکسیژن و دریافت گازکربنیک در تثبیت کربن نیز حائز اهمیت هستند. بدین ترتیب درختان در کاهش آلاینده-های محیط‌زیست به‌ویژه فلزات سنگین در مناطق شهری و صنعتی همچون شهر همدان نقش به‌سزایی دارند. در این راستا این پژوهش به امکان‌سنجی استفاده از گونه‌های درختی چنار، زبان‌گنجشک و کاج در ارزیابی زیست‌پالایی فلزات سنگین (سرب، روی، نیکل، کادمیوم) مناطق شهری همدان، می‌پردازد.

## مواد و روش‌ها

### منطقهٔ مورد بررسی

منطقهٔ مورد بررسی مطابق شکل ۱ در شهر همدان حدفاصل ´۲۷ °۴۸ تا ´۳۵ °۴۸ طول شرقی و ´۴۵ °۳۴ تا ´۵۳ °۳۴ عرض شمالی این استان واقع شده است.

با توجه به پژوهش‌های میدانی و در دست داشتن اطلاعات تعداد و وسعت پارک‌ها و بوستان‌ها در مناطق پرترافیک، در چهار منطقه شهری همدان ۱۱ پارک در سطح شهر و سه گونهٔ گیاهی غالب چنار (*Pinus eldarica*)، زبان‌گنجشک مجنون (*Fraxinus excelsiore*) و کاج تهران (*Platanus orienrtalis*) انتخاب شد. برای نمونه‌برداری از برگ درختان در هر پارک برای هر گونهٔ درخت حداقل از سه الی چهار پایه و از ارتفاع دو الی سه متری درختان و در جهت رو به خیابان در حاشیه پارک‌ها نمونه‌برداری مرکب شد. در خصوص خاک نیز، از زیر پایه‌های درختی هر گونه نمونه‌برداری مرکب صورت گرفت.

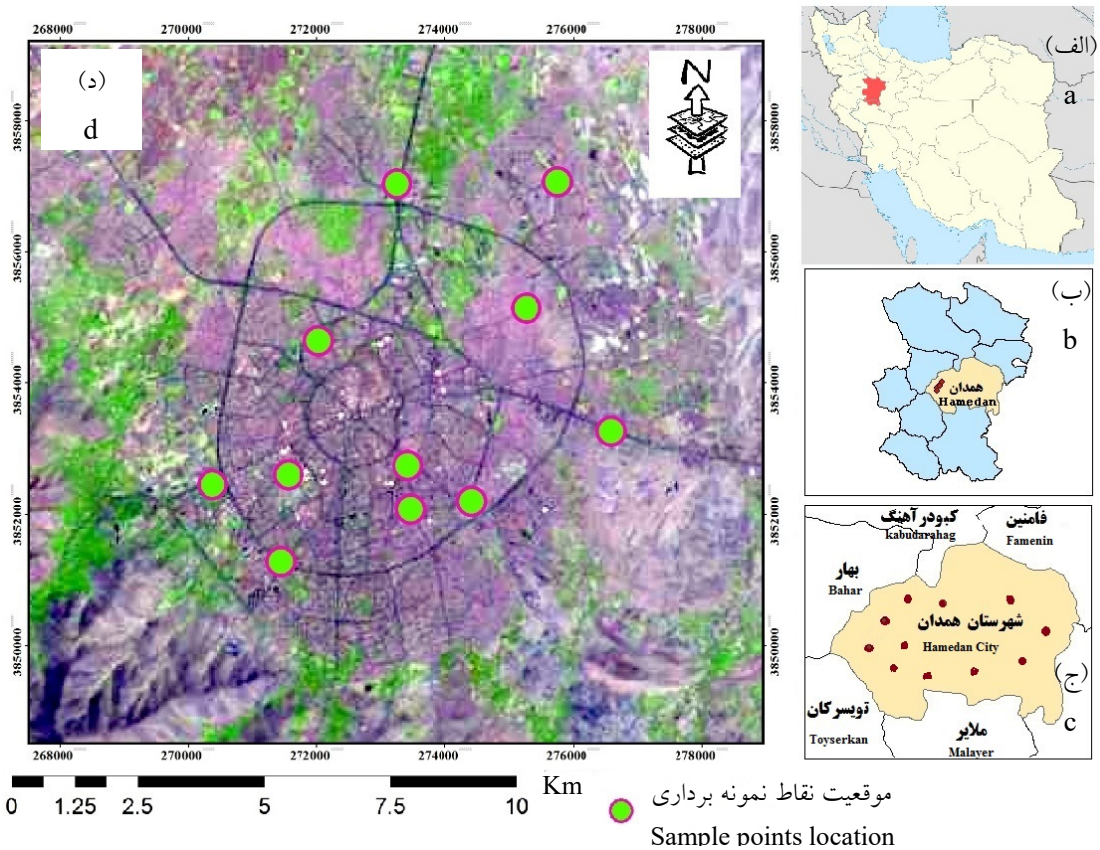
از هر ایستگاه نمونه‌های برگ و نمونه‌های خاک سطحی پای هرگونه (عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر) در یک سطح دو در دو مترمربعی برداشته شد. ازآنجاکه نمونه‌برداری مرکب است در هر ایستگاه حداقل سه پایهٔ درختی انتخاب و در کیسه‌های پلاستیکی برای انتقال به آزمایشگاه نگهداری شد.



www.SID.ir

Archive of SID






شکل ۱- موقعیت منطقهٔ مورد بررسی در ایران (الف)، استان همدان (ب)، موقعیت شهر همدان در استان همدان (ج)، موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شهر همدان (د)

Figure 1. Study area position in Iran (a), Hamedan province (b), location of Hamedan city in Hamedan province (c), Location of sampling stations in Hamedan (d)

جدول ۱- موقعیت مناطق نمونه‌برداری در سطح شهر همدان

Table 1- Location of sampling areas in the city of Hamedan

| نام محل نمونه‌برداری<br>Name of sampling site | طول جغرافیایی<br>Longitude | عرض جغرافیایی<br>Latitude | جهت<br>Aspect |
|---|---|---|---|
| تپه حاج عنایت<br>Haj Enayat Hill | 274404 | 3852204 | شمالی<br>North |
| گورستان مرکزی شهر<br>Central City Cemetery | 276581 | 3853278 | شمالی<br>North |
| پارک ارم<br>Eram Park | 270369 | 3852084 | شمالی<br>North |
| پارک شیر سنگی<br>Shir Sangi Park | 273462 | 3852084 | شمالی<br>North |
| پارک شکریه<br>Shakarye Park | 271557 | 3852612 | شرقی<br>East |
| پارک سعیدیه<br>Saidiah Park | 271437 | 3852612 | شمالی<br>North |
| آرامگاه باباطاهر<br>Tomb of Baba Taher | 272019 | 3854642 | شمال غربی<br>North West |



www.SID.ir

Archive of SID



ادامهٔ جدول ۱.

Continued table 1.

| نام محل نمونه‌برداری<br>Name of sampling site | طول جغرافیایی<br>Longitude | عرض جغرافیایی<br>Latitude | جهت<br>Aspect |
|---|---|---|---|
| پارک شهید مدنی<br>Shahid Mahani Park | 275742 | 3857072 | غربی<br>Wes |
| پارک شهید خضریان<br>Shahid khzrian Park | 275261 | 3855141 | شمال غربی<br>North West |
| پارک کودک<br>Koodak Park | 273414 | 3852755 | شرقی<br>East |
| پارک فرهنگیان<br>Farhagin Park | 273247 | 3857041 | شمال غربی<br>North West |

**نمونه‌برداری، آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌های برگ و خاک**

در آزمایشگاه بخشی از نمونه‌های برگ با آب مقطر برای زدودن خاک سطحی و غبار شسته و قسمت دیگر شسته نشد. در مرحله بعد نمونه‌ها در دمای اتاق، خشک شد. نمونه‌های خاک ابتدا با الک دو میلی‌متری و سپس با الک ۰/۱۴۹ میلی‌متری الک شد. نمونه‌های برگ نیز پس از خشک شدن با آسیاب برقی به‌صورت پودر درآمد. به‌منظور اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خاک، پنج‌دهم گرم از هر نمونه با ترکیب اسیدی به‌نسبت ۱:۳:۱ $HCL:HNO_3:HCLO_4$ مخلوط و در دمای ۱۶۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت شش ساعت در دستگاه هضم‌کننده قرار داده شد (Fang *et al.,* 2011، Solgi and Keramaty, 2016). حدود پنج‌دهم گرم از نمونه‌های برگ‌های شسته‌نشده درختان با مخلوطی از اسیدهای $HNO_3$ و $HCLO_4$ به نسبت چهار به سه در دمای ۱۱۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت چهار ساعت هضم شد (Yap *et al.,* 2002، Fang *et al.,* 2011). در پایان نمونه‌ها پس از صاف شدن با کاغذ واتمن ۴۲ میکرون به حجم ۲۵ میلی‌لیتر رسانده و در قوطی‌های پلی‌اتیلنی در دمای چهار درجه سانتی‌گراد برای خوانش توسط دستگاه جذب اتمی ذخیره شد. سنجش بافت خاک بر اساس روش Gee and Bauder (1986)، pH و Ec خاک بر اساس روش FAO در سال ۱۹۹۹ و مقدار مواد آلی بر اساس روش احتراق خشک یا سوزاندن در کوره (Heiri *et al.,* 2001، Hashemi Bani *et al.,* 2010) اندازه‌گیری شد.

غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های برگ و خاک با استفاده از دستگاه جذب اتمی مدل Analiticaljena contra 700 تعیین شد. همچنین به‌منظور کاهش خطای ناشی از مراحل آماده‌سازی و سنجش غلظت فلزات در هر سری هضم نمونه‌ها نمونه بلانک (شاهد) به‌کار برده شد.

شاخص تغلیظ زیستی (BCF) مطابق رابطه ۱ قابلیت گیاه در جذب فلزات سنگین از خاک و تجمع آن‌ها در اندام‌های گیاهی را نشان می‌دهد:

$$BCF = \frac{C_{plant\ tissue}}{C_{soil}}$$ رابطهٔ (۱)

$C_{plant\ tissue}$؛ غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در اندام گیاهی؛ $C_{soil}$، غلظت همان فلزات سنگین در خاک

**تجزیه‌وتحلیل آماری**

آنالیز آماری داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS و Excel انجام شد. ابتدا نرمال‌بودن داده‌ها با کمک آزمون شاپیرو- ویلک در سطح معنی‌داری ۹۵ درصد بررسی



www.SID.ir

Archive of SID



شد. به‌منظور بررسی همبستگی غلظت فلزات سنگین در خاک و برگ درختان از آزمون همبستگی اسپیرمن و پیرسون به‌ترتیب برای داده‌های غیرنرمال و نرمال به‌کار گرفته شد. به‌منظور مقایسه غلظت فلزات سنگین در مناطق مختلف برای داده‌های نرمال و غیرنرمال به‌ترتیب از آزمون ANOVA (آنالیز واریانس یک‌طرفه) و کروسکال والیس استفاده شد. مقایسه دوبه‌دوی غلظت فلزات در برگ‌های شسته‌شده و شسته‌نشده درختان با آزمون t جفتی صورت پذیرفت. همچنین برای مقایسه غلظت فلزات سنگین با حدود استاندارد EPA، از طریق آزمون t- تک نمونه‌ای انجام شد.

## نتایج

غلظت فلزات سنگین در خاک و برخی ویژگی‌های فیزیکی-شیمیایی آن در جدول ۲ نشان داده شده است. همچنین مقدار انحراف استاندارد نسبی (RSD) برای مس، روی و سرب به‌ترتیب ۲/۴۲، ۲/۴۲ و ٤/٤٤ به‌دست آمد. بر اساس یافته‌های به‌دست‌آمده خاک منطقه کمی اسیدی تا قلیایی بوده و همچنین بافت خاک منطقه اغلب لومی‌شنی و لومی است.

جدول ۲- آمارهای توصیفی میانگین فلزات سنگین و ویژگی‌های خاک در ۱۱ منطقه مورد بررسی

Table 2. Descriptive statistics of heavy metals and soil characteristics in studied regions

| انحراف معیار Standard deviation | میانه Middle | میانگین Average | بیشینه Maximum | کمینه Minimum | |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.31 | 6.57 | 6.67 | 7.8 | 6.21 | اسیدیته pH |
| 0.49 | 0.47 | 0.6 | 2.65 | 0.23 | هدایت الکتریکی Electrical conductivity |
| 0.12 | 0.28 | 0.31 | 0.81 | 0.12 | مواد آلی Organic materials |
| 1.59 | 3.83 | 5.54 | 18 | 0.30 | کادمیوم Cadmium |
| 3.29 | 53.62 | 46.93 | 115.05 | 1.38 | نیکل Nickel |
| 8.67 | 17.57 | 18.38 | 41.68 | 5.59 | سرب Lead |
| 10.32 | 59.75 | 70.75 | 161.63 | 1.25 | روی Zinc |

شکل ۲ نمودار مقایسه غلظت فلزات سنگین در خاک، برگ‌های شسته شده و نشسته گونه‌های گیاهی را نشان می‌دهد. بر این اساس غلظت عناصر نیکل، سرب و روی در خاک پای گونه درختی چنار، مقدار غلظت نیکل و روی در خاک پای گونه زبان‌گنجشک و همچنین غلظت کادمیوم، نیکل و روی در خاک پای گونه کاج از توزیع نرمال در سطح ۹۵ درصد برخوردار بود (P>۰/۰۵). غلظت فلزات سنگین نیکل و روی در نمونه برگ شسته‌نشده گونه کاج و مقدار عناصر نیکل، روی و کادمیوم در برگ‌های شسته‌شده کاج و نیز غلظت فلزات سنگین مورد بررسی در گونه‌های درختی چنار و زبان‌گنجشک از توزیع نرمال



www.SID.ir

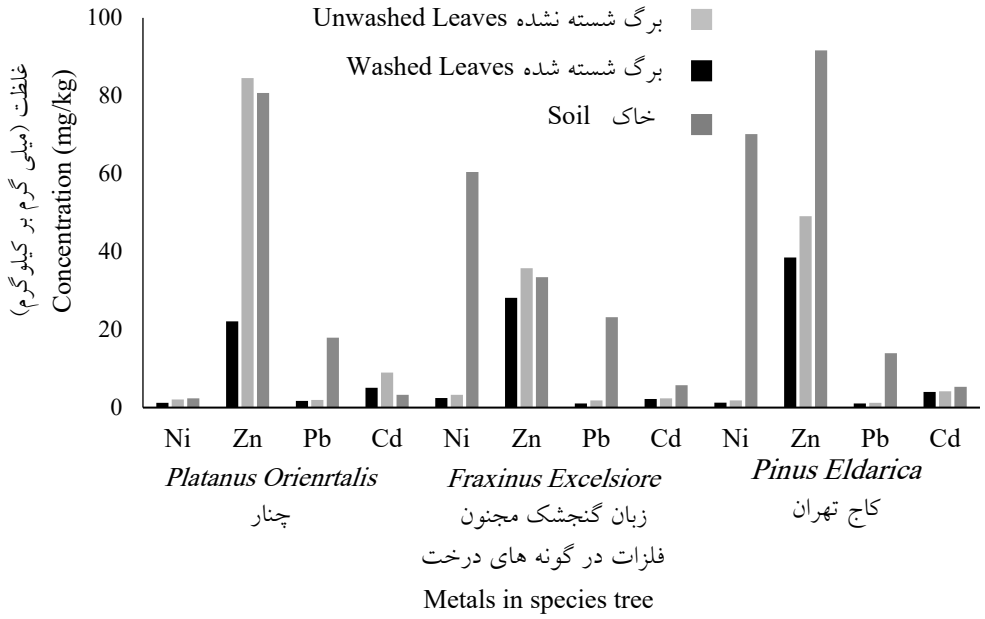
Archive of SID



برخوردار هستند (P>۰/۰۵). در مورد دیگر پارامترها نرمال‌بودن داده‌ها تأیید نشد (P<۰/۰۵).

جدول ۳ همبستگی بین پارامترهای فیزیکوشیمیایی خاک و غلظت میانگین فلزات سنگین را نشان می‌دهد.

مطابق جدول ٤ همبستگی بین فلزات مورد بررسی در خاک و برگ شسته‌شده و نشسته گونه‌های درختی مورد پژوهش نشان داده شده است.




شکل ۲- غلظت فلزات سنگین در خاک و برگ گیاهان مورد بررسی

Figure 2. Concentration of heavy metals in the soil and leaves of the studied plants

جدول ۳- آزمون همبستگی اسپیرمن بین میانگین غلظت فلزات سنگین در خاک و ویژگی‌های آن

Table 3. Spearman correlation test between mean concentration of heavy metals in soil and its characteristics

| روی Zinc | سرب Lead | نیکل Nickel | کادمیوم Cadmium | مواد آلی Organic materials | بافت soil texture | هدایت الکتریکی Electrical conductivity | pH | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 1 | R | pH |
| | | | | | | | 0.0 | Sig | |
| | | | | | | 1 | -0.168 | R | هدایت الکتریکی |
| | | | | | | | 0.359 | Sig | Electrical conductivity |
| | | | | | 1 | 0.456 | 0.14 | R | بافت خاک |
| | | | | | | 0.009* | 0.466 | Sig | Soil texture |
| | | | | 1 | 0.206 | 0.528 | 0.182 | R | مواد آلی |
| | | | | | 0.25 | 0.002* | 0.328 | Sig | Organic materials |



www.SID.ir

Archive of SID



ادامهٔ جدول ۳.

Continued table 3.

| روی Zinc | سرب Lead | نیکل Nickel | کادمیوم Cadmium | مواد آلی Organic materials | بافت soil texture | هدایت الکتریکی Electrical conductivity | pH | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 1 | -0.281<br>0.0131* | 0.069<br>0.017 | 0.314<br>0.04* | 0.224<br>0.24 | R<br>Sig | کادمیوم<br>Cadmium |
| | | 1 | 0.028<br>0.04* | 0.205<br>0.026* | 0.483<br>0.005 | 0.437<br>0.014* | 0.117<br>0.53 | R<br>Sig | نیکل<br>Nickel |
| | 1 | 0.018<br>0.02* | 0.204<br>0.027* | 0.136<br>0.45 | 0.1<br>0.003 | 0.205<br>0.026* | 0.037<br>0.84 | R<br>Sig | سرب<br>Lead |
| 1 | 0.303<br>0.015* | 0.192<br>0.36 | 0.005<br>0.008* | 0.13<br>0.044* | -0.095<br>0.65 | 0.2<br>0.007* | 0.045<br>0.84 | R<br>Sig | روی<br>Zinc |

جدول ٤- همبستگی بین فلزات مورد بررسی در خاک و برگ شسته شده و نشسته چنار، زبان‌گنجشک و کاج

Table 4- Correlation between studied metals in soil, washed and unwashed leaves of Plane, ash and pine

| کاج تهران *Pinus eldarica* | | زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior* | | چنار *Platanus orientlis* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| برگ شسته Unwashed leaves | برگ نشسته Washed leaves | برگ نشسته Unwashed leaves | برگ شسته Washed leaves | برگ نشسته Unwashed leaves | برگ شسته Washed leaves | | |
| 1 | 0.36* | 1 | 0.45* | 1 | 0.45* | برگ نشسته Unwashed leaves | کادمیوم Cadmium |
| 0.19* | 0.067* | 0.11 | 0.03* | 0.647* | 0.818* | خاک Soil | |
| 1 | 0.311 | 1 | 0.23 | 1 | 0.67* | برگ نشسته Unwashed leaves | نیکل Nickel |
| -0.34 | 0.24* | 0.23 | 0.09* | 0.53* | 0.77* | خاک Soil | |
| 1 | 0.71* | 1 | 0.34* | 1 | 0.467* | برگ نشسته Unwashed leaves | روی Zinc |
| 0.14 | 0.22* | 0.34 | 0.68* | 0.52* | 0.628* | خاک Soil | |
| 1 | 0.23 | 1 | 0.332 | 1 | 0.76* | برگ نشسته Unwashed leaves | سرب Lead |
| 0.29 | 0.067* | 0.02 | 0.03* | 0.17 | 0.82* | خاک Soil | |

نتایج مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در خاک محل رویش گونه‌های درختی با حدود استاندارد حداکثر غلظت مجاز در جدول ۵ نشان داده شده است.



www.SID.ir

Archive of SID



جدول ۵- حداکثر غلظت مجاز عناصر سنگین در خاک‌های غیر کشاورزی (mg/kg) همچون خاک پارک‌های شهری (Dimitrijević *et al.,* 2016)

Table 5. Maximum allowable concentration of heavy elements in non-agricultural soils (mg / kg), such as urban parks (Dimitrijević *et al.,* 2016)

| عناصر Elements | گونه درخت Trees species | استاندارد خاک Soil standards | سطح معنی‌داری Significance level |
|---|---|---|---|
| کادمیوم Cadmium | چنار *Platanus orientlis* | 0.8 | 0.009 |
| | زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior* | 0.8 | 0.028 |
| | کاج تهران *Pinus eldarica* | 0.8 | 0.00 |
| نیکل Nickel | چنار *Platanus orientlis* | 35 | 0.00 |
| | زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior* | 35 | 0.00 |
| | کاج تهران *Pinus eldarica* | 35 | 0.00 |
| سرب Lead | چنار *Platanus orientlis* | 85 | 0.00 |
| | زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior* | 85 | 0.00 |
| | کاج تهران *Pinus eldarica* | 85 | 0.00 |
| روی Zinc | چنار *Platanus orientlis* | 140 | 0.00 |
| | زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior* | 140 | 0.00 |
| | کاج تهران *Pinus eldarica* | 140 | 0.00 |

نتایج مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین با مقادیر استانداردهای جهانی Kabata and Pendias (1992) مطابق جدول ٦ نشان داد، به‌جز غلظت فلز کادمیوم در هر سه گونه دیگر عناصر در محدودهٔ مجاز استاندارد قرار داشتند.

مقادیر فاکتور تلغیظ زیستی (BCF) فلزات سنگین در جدول ۷ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده مقدار فاکتور تلغیظ زیستی از خاک به برگ برای کادمیوم و سرب به‌صورت روند کاهشی چنار، کاج و زبان‌گنجشک و برای نیکل و روی به‌ترتیب به‌صورت روند کاهشی کاج، چنار و زبان‌گنجشک را نشان می‌دهد.



www.SID.ir

Archive of SID



جدول ٦- مقایسه غلظت فلزات (mg/kg) در برگ گونه‌های مورد بررسی با محدودهٔ استاندارد ارائه شده توسط Kabata و Pendias (1992)

Table 6 - Comparison of the concentration of metals (mg / kg) in the leaves of the specimens studied by the standard range provided by Kabata and Pendias (1992)

| محدوده بحرانی Critical range | محدود مجاز Allowed limit | کاج تهران *Pinus eldarica* | زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior* | چنار *Platanus orientlis* | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.30 | 0.1-1 | 4 | 2.2 | 5.07 | کادمیوم Cadmium |
| 10-100 | 0.1-5 | 1.28 | 2.47 | 1.22 | نیکل Nickel |
| 30-300 | 0.2-20 | 1.05 | 1.05 | 1.73 | سرب Lead |
| 30-300 | 1-400 | 38.5 | 28.5 | 22.13 | روی Zinc |

جدول ۷- نتایج مقایسه مقادیر فاکتور تلغیظ زیستی (BCF) فلزات سنگین از خاک به برگ‌ها در گونه‌های گیاهی

Table 7- Comparison of Bio Concentration Factors (BCF) of Heavy Metals from Soil to Leaves in Plant Species

| برگ نشسته Unwashed leaves | | | | برگ شسته Washed leaves | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| روی Zinc | سرب Lead | نیکل Nickel | کادمیوم Cadmium | روی Zinc | سرب Lead | نیکل Nickel | کادمیوم Cadmium | |
| 0.88 | 0.1 | 0.86 | 2.73 | 0.42 | 0.16 | 0.51 | 1.54 | چنار *Platanus orientalis* |
| 1.06 | 0.08 | 0.05 | 0.39 | 0.84 | 0.41 | 0.1 | 0.38 | زبان‌گنجشک *Fraxinus excelsior* |
| 0.42 | 0.088 | 0.026 | 0.78 | 0.41 | 0.075 | 0.018 | 0.75 | کاج *Pine eldarica* |

جدول ۸- مقایسه فلزات سنگین (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در خاک شهری مناطق مختلف جهان با بررسی حاضر

Table 8. Comparison of Heavy Metals (mg / kg) in soils of different regions of the world with the present study

| منبع Reference | روی Zinc | سرب Lead | نیکل Nickel | کادمیوم Cadmium | شهر و کشور City and Country |
|---|---|---|---|---|---|
| (Amini and Forghani 2015) | - | 86.62 | - | 0.6 | رشت، ایران Iran, Rasht |
| (Chen *et al.,* 2005) | 87.6 | 66.2 | 22.2 | - | بیجینگ، چین Beijing،China |
| (Ejidike and Onianwa, 2015) | 30.96 | 3.67 | 9.12 | 0.1 | ایبادان، نیجریه Ibadan،Nigeria |
| (Chen *et al.,* 1991) | 74.2 | 26 | 26.9 | 0.097 | چین China |
| (Malkoc *et al.,* 2010) | 147.8 | 9.27 | - | 2.32 | اسکیشر، ترکیه Turkey, Eskisher |



www.SID.ir

Archive of SID



ادامهٔ جدول ۸

Continued table 8.

| منبع Reference | روی Zinc | سرب Lead | نیکل Nickel | کادمیوم Cadmium | شهر و کشور City and Country |
|---|---|---|---|---|---|
| (Darivasi *et al.,* 2015) | - | 84.56 | 58.34 | 0.36 | نکا، ایران Iran, Neka |
| (Pournia *et al.,* 2016) | 77.54 | 36.82 | 127.98 | - | اهواز، ایران Iran, Ahvaz |
| (Mason, 1999) | 75 | 14 | 80 | | خاک‌های جهانی World soils |
| (Bowen, 1979) | 127 | 16 | 49 | | میانگین پوسته زمین Average Earth Crust |

**بحث**

به‌طورکلی یافته‌های حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در خاک به‌ترتیب روند کاهشی روی، نیکل، سرب و کادمیوم را نشان داد. مطابق جدول ۸ مقایسه مقادیر غلظت فلزات با دیگر پژوهش‌ها نشان داد، نتایج این بررسی برای فلز روی کمتر و برای فلز سرب بیشتر از پژوهش‌های دیگر نقاط جهان است که از مهم‌ترین دلایل آن می‌توان به صنعتی بودن منطقه مورد تحقیق اشاره کرد. همچنین مقایسه غلظت فلزات سنگین در خاک‌های شهر همدان با مقادیر موجود در پوسته زمین نشان می‌دهد، برای فلزات روی و کادمیوم مقدار غلظت به‌دست‌آمده کمتر و غلظت فلزات سرب و نیکل به‌مراتب بیشتر از مقدار موجود در پوسته زمین است. در این راستا نتایج پژوهش Pournia و همکاران (2016) در رابطه با فلزات نیکل، سرب و روی اطراف شهرک صنعتی اهواز در مقایسه با این پژوهش از غلظت بیشتری برخوردار هستند که از دلایل احتمالی بالاتر بودن غلظت فلزات در بررسی آن‌ها می‌توان به عوامل محیطی و منابع مختلف آلایندگی آن‌ها اشاره کرد. همچنین مقایسه غلظت فلزات سنگین کادمیوم، نیکل، سرب و روی با میانگین جهانی غلظت فلزات سنگین خاک شهرها نشان داد که غلظت به‌دست‌آمده برای فلزات کادمیوم و نیکل بیشتر و برای سرب و مس کمتر از میانگین جهانی بوده است (میانگین جهانی غلظت فلزات سنگین در خاک شهرها، به‌ترتیب برای کادمیوم، نیکل، سرب و روی برابر ۲، ۲۰، ۵۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم است ( Radojevic and Bashkin, 1999)). نتایج حاصل با پژوهش‌های Amini and Forghani (2015) در خاک‌های سطح شهر رشت و یافته‌های Chen و همکاران (2005) در خاک پارک‌های شهری، شهر Beijing چین، مطابقت دارد. آن‌ها بالا بودن غلظت فلزات سنگین در خاک پارک‌های شهری را ناشی از منابع انسانی همچون مصرف سوخت‌های فسیلی به‌ویژه در خودروها و ته‌نشست آلاینده‌های مختلف هوا عنوان کردند.

در زیست‌ردیابی آلاینده‌ها توسط درختان، به‌علت عمر طولانی آن‌ها پایش بهتری از آلودگی هوا و خاک را نشان می‌دهد. مطابق نتایج ارائه‌شده مقادیر غلظت فلزات در برگ گونه‌های مختلف متفاوت است، به‌طوری‌که برای کادمیوم، سرب و روی بیشترین مقدار در برگ چنار، اما فلز نیکل بیشترین تجمع را در برگ زبان‌گنجشک داشت که این نتایج با یافته‌ها Khademi and Kurd (2010) مطابقت دارد. عوامل مختلفی در تجمع فلزات در بافت‌های مختلف گیاهان و درختان



www.SID.ir

Archive of SID



نقش دارند که از آن‌ها می‌توان به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محیط شامل پایین بودن pH خاک و غلظت فسفر، نوع بافت خاک، درصد مواد آلی، وضعیت توپوگرافی منطقه، فعالیت‌های انسانی، تجمع آلاینده‌ها و ترسیب اتمسفری در اطراف گونه‌های درختی، شرایط اقلیمی و ... اشاره کرد. از سوی دیگر مقایسه میانگین غلظت عناصر در برگ‌های شسته‌شده و شسته نشده چنار، زبان‌گنجشک و کاج در شهر همدان نشان داد که مقادیر غلظت فلزات سنگین در برگ‌های شسته نشده گونه‌های درختی مورد بررسی نسبت به برگ‌های شسته‌شده بیشتر است، اما میان غلظت فلزات مختلف در برگ‌های شسته‌شده و نشسته برای فلز سرب در هر سه گونه، غلظت روی در زبان‌گنجشک و غلظت کادمیوم در کاج اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود دارد که این امر با یافته‌های Haj Rasooli و همکاران (2007) مطابقت دارد.

نتایج بررسی روابط همبستگی نشان داد بین غلظت فلزات در خاک رویش درختان با غلظت آن‌ها در برگ همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد. این امر می‌تواند حاکی از توانایی جذب فلزات از خاک و انتقال آن‌ها به اندام‌های فوقانی باشد که با پژوهش‌های Mingorance and Oliva (2006)، Piczak و همکاران (2003)، Celik و همکاران (2005)، Mirghfari (2005)، Haj Rasooli و همکاران (2006)، Panendy and Tripathi (2011) و Merry و همکاران (1986) مطابقت دارد.

یافته‌های حاصل از بررسی روابط بین ویژگی‌های خاک و غلظت فلزات سنگین نشان داد، بین غلظت فلزات مورد بررسی در تمامی موارد به‌جز روی و نیکل همبستگی مثبت و معناداری وجود دارد. همچنین بین مقدار مواد آلی و غلظت فلزات (به‌جز عنصر سرب) نیز همبستگی معناداری دیده شد. همه عناصر مذکور با هدایت الکتریکی دارای همبستگی مثبت و معناداری هستند. عوامل مختلفی در قابلیت دسترسی زیستی آن‌ها نقش دارند که از آن‌ها می‌توان به اسیدیته، بافت خاک، مقدار مواد آلی خاک اشاره کرد. اصولاً منشأ اصلی عناصر در خاک و محیط‌های شهری ناشی از وسایل نقلیه موتوری، صنایع شهری و همچنین استفاده از فاضلاب‌های شهری در خاک‌های کشاورزی برای آبیاری، سوزاندن زباله‌ها، فعالیت شهری و خدماتی افراد و ... است. نتایج این پژوهش با یافته‌های Haj Rasooli و همکاران (2007)، Taghipoor و همکاران (2010)، Darivasi و همکاران (2016)، Antoniadis and Alloway (2001)، Afanasieva و همکاران (2007) مطابقت دارد.

به‌طورکلی مقایسهٔ غلظت فلزات در خاک‌های محل رویش درختان نشان داد که بین غلظت آن‌ها با حداکثر غلظت مجاز این فلزات در خاک‌های غیر کشاورزی (خاک شهری) اختلاف معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود دارد. همچنین یافته‌ها نشان داد که غلظت دو فلز کادمیوم و نیکل از حداکثر غلظت مجاز تعیین شده بیشتر است. خاک مهم‌ترین منبع پایدار فلزات سنگین در بوم‌سازگان‌های شهری به‌شمار می‌رود که برخی از این فلزات مانند سرب و کادمیوم ممکن است نیمه‌عمر طولانی داشته باشند؛ بنابراین خاک‌های شهری شاخص مهمی از در معرض قرارگیری انسان با فلزات سنگین به‌حساب می‌آیند که این نتایج با یافته‌های Mason و همکاران (1999) مطابقت دارد.

میانگین غلظت کادمیوم در منطقه مورد پژوهش در هر سه گونهٔ درختی چنار، زبان‌گنجشک و کاج، از حد مجاز ارائه شده توسط کاباتا و پندیاس (Kabata and Pendias, 1992). بیشتر بوده است که Celik و



www.SID.ir

Archive of SID



همکاران (2004) نیز در پژوهشی مقدار کادمیوم را بیشتر از حد مجاز گزارش کردند.

مطابق طبقه‌بندی پیشنهادی Ma و همکاران (2001)، چنانچه مقادیر شاخص تجمع زیستی بیشتر از مقدار عددی یک باشد گیاه بیش‌انباشتگر، کمتر از یک به‌عنوان تجمع دهنده و اگر تقریباً مساوی با صفر باشد به‌عنوان دافع فلزات عمل می‌کند. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در هر دو حالت برگ‌های شسته و نشسته گونه چنار برای فلز کادمیوم و در رابطه با برگ‌های نشسته زبان‌گنجشک برای فلز روی به‌عنوان یک گیاه بیش‌انباشتگر و دیگر موارد گیاه به‌عنوان تجمع‌دهنده عمل می‌کند. اصولاً شواهد نشان می‌دهد، در بین فلزات سنگین، به کادمیوم توجه ویـژه‌ای شـده است، زیرا به‌راحتی به‌وسیله ریشه گیاه جذب می‌شود و سمیت آن تا ۲۰ برابر بیشتر از دیگر فلزات سنگین است (Davy *et al.,* 2002). به‌طورکلی قابلیت جذب کادمیوم تحت تأثیر مقدار و منشـأ کادمیوم، pH، مقدار ماده آلی، مقدار و نوع رس، ظرفیـت تبـادل کاتیونی و رقابت دیگر عناصر به‌ویـژه فلز روی در خاک است (Antoniadis and Alloway, 2001).

بر اساس یافته‌های موجود در بین درختان مورد بررسی، گونه چنار به‌عنوان شاخص زیستی مناسب‌تری برای زیست‌ردیابی آلودگی فلزات سنگین به‌خصوص کادمیوم انتخاب می‌شود و در مرتبه بعد گونه زبان‌گنجشک به‌عنوان شاخصی مناسب مطرح می‌شود. به‌طورکلی علاوه بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی محیط و نوع فلزات، عوامل مختلفی در قدرت جذب عناصر توسط درختان نقش دارند که از آن‌ها می‌توان به خصوصیات فیزیولوژیکی درختان اشاره کرد، به‌طوری‌که برخی از گونه‌های گیاهی به‌عنوان گیاهان بیش انباشتگر تا حد زیادی می‌توانند فلزات سنگین را از محیط جذب کنند بدون اینکه خودشان دچار آسیب جدی شوند، درحالی‌که بعضی از گونه‌های گیاهی توانایی جذب پایین‌تری داشته و ممکن است در محیط‌های آلوده به فلزات سنگین در اثر مسمومیت آسیب‌دیده و از بین بروند (Baycu *et al.,* 2006) که با نتایج Shabanian and Cheraghi (2013) مطابقت دارد، به‌طورکلی این نتیجه‌ها ضمن به اثبات رساندن وجود مقدار بیشتر فلزات سنگین در مراکز شهر نسبت به منطقهٔ حاشیه شهری، نشان می‌دهد که اولاً گونه‌های گیاهی در محیط‌های آلوده به فلزات سنگین می‌توانند بخشی از این فلزات را جذب کنند و به این طریق تا حدی از آلودگی محیط بکاهند و دیگر اینکه قابلیت و توانایی انباشت فلزات سنگین در گونه‌های گیاهی مختلف می‌تواند متفاوت باشد (Burken *et al.,* 2011). همچنین قابل ذکر است که یافته‌های این پژوهش با نتایج Khademi and Kurd (2010) و Ali و همکاران (2013) تا حدودی مطابقت دارند.

در جمع‌بندی نتایج می‌توان گفت گونه‌های درختی چنار در رابطه با فلز کادمیوم و گونه زبان‌گنجشک در مورد فلز روی به‌عنوان یک گیاه بیش انباشتگر عمل می‌کند. نتایج این پژوهش حاکی از وجود مقدار قابل‌توجه فلزات سنگین در محیط‌های پرجمعیت و پر رفت‌وآمد در مرکز شهر در مقایسه با اطراف آن و استانداردهای مختلف به‌ویژه در مورد فلز کادمیوم است؛ بنابراین با توجه به‌احتمال توسعهٔ بیشتر شهر و به‌تبع آن ترافیک بیشتر، باید در جنگلداری شهری با توجه به نوع آلودگی آن از گونه‌های مناسب استفاده شود. در این راستا می‌توان استفاده از مخلوط پهن‌برگان و سوزنی‌برگان به‌منظور کاهش آلودگی فلزات سنگین، جنگلکاری اطراف خیابان‌های پرترافیک و مراکز صنعتی بزرگ و کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی و گسترش فنّاوری‌های سبز در مناطق شهری را پیشنهاد کرد.



www.SID.ir

Archive of SID



## References


- Abdu Salam, M, E. Kaipiainen, M. Mohsin, A. Villa, S. Kuittinen, P. Pulkkinen, P. Pelkonen, L. Mehtätalo & A. Pappinen, 2016. Effects of contaminated soil on the growth performance of young Salix (*Salix schwerinii E. L. Wolf*) and the potential for phytoremediation of heavy metals, *Journal of Environmental Management*, 183: 467-477.
- Afanasieva, L. V., V. K. Kashin, T. A. Mikhailova & N. S. Berezhnaya, 2007. Effect of the industry-related air pollution on the accumulation of heavy metals in the pine needles in the Basin of the Selenga, River, *Chemistry for Sustainable Development,* 15: 25-31.
- Ali. H., E. Khan & M. A. Sajad, 2013. Phytoremediation of heavy metals concepts and applications, *Chemosphere*, 91(7): 869-881.
- Amini, M. & A. Forghani, 2015. Soil Surface and leave Plantain (*Platanus Orientalis*) contamination to Pb and Cd mapping in Rasht City, *Journal of Water and Soil Science,* 19(71): 119-128. (In Persian)
- Antoniadis, V. & B. J. Alloway, 2001. Availability of Cd, Ni and Zn to rye grass in sewage sludge treated soils at different temperatures, *Water, Air and Soil Pollution,* 132(3-4): 201-214.
- Askari, M., M. Noori, F. Beigi & F. Amini, 2012. Evaluation of the phytoremediation of *Robinia pseudoacacia* L. in petroleum-contaminated soils with emphasis on the some heavy metals, *Journal of Tissue and Cell,* 2(4): 442-437. (In Persian)
- Baycu, G., D. Tolunay, H. Ozden & S. Gunebakan, 2006. Ecophysiological and seasonal variations in Cd, Pb, Zn, and Ni concentrations in the leaves of urban deciduous trees in Istanbul, *Environmental Pollution,* 143(3): 545-554.
- Bowen, H. J. M., 1979. Environmental chemistry of the elements. Academic Press, London, England, 333 p.
- Burken, J. G., D. A. Vroblesky & J. C. Balouet, 2011. Phytoforensics, dendrochemistry and phytoscreening: new green tools for delineating contaminants from past and present, *Environmental Science & Technology,* 45(15): 6218-6226.
- Celik, A., A. A. Aslihan, A. Akdoğan & Y. Kaska. 2005. Determining the heavy metal pollution in Denizli (Turkey) by using Robinia pseudo acacia L, Environm*ental Science & Technology,* 31(1): 105-112.
- Chen, J., F. Wei, C. Zheng, Y. Wu & D. C. Adriano, 1991. Background concentrations of elements in soils of China, *Water, Air, and Soil Pollution*, 57(1): 699-712.
- Chen, T. B., Y. M. Zheng, M. Lei, Z. C. Huang, H. T. Wu, H. Chen, K. K. Fan, K. Yu, X. Wu & Q. Z. Tian, 2005. Assessment of heavy metal pollution in surface soils of urban parks in Beijing, China, *Chemosphere*, 60(4): 542-551.
- Darivasi, S., K. Saeb & M. Mollashahi, 2016. Effects of Distance from Pollutant Sources on Heavy Metal Concentrations around Neka cement Factory Soil, *Journal Environmental Science. Technology*, 17(4): 33-44. (In Persian)
- Davy, A., M. Opium & H. Shariatmadari, 2002. Cumulative and residual effects of compost manure on the chemical forms of heavy metals in a calcareous soil, *Summary of Articles of the Eighth Iranian Soil Science Congress, Rasht*, pp. 595-593. (In Persian)
- Dimitrijević, M. D., M. M. Nujkić, S. Č. Alagić, S. M. Milić & S. B. Tošić, 2016. Heavy metal contamination of topsoil and parts of peach-tree growing at different distances from a smelting complex, *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13(2): 615-630.
- Ejidike, I. P. & P. C. Onianwa, 2015. Assessment of Trace Metals Concentration in Tree Barks as Indicator of Atmospheric Pollution within Ibadan City, South-West, Nigeria, *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2015(2015): 1-8.
- Elik, A., 2003. Heavy metal accumulation in street dust samples in Sivas, *Communications in Soil Science and Plant Analysis,* 34(1-2): 145-156.
- Fang, S. B., H. Hu, W. C. Sun & J. J. Pan, 2011. Spatial variations of heavy metals in the soils of vegetable-growing land along urban-rural gradient of Nanjing, China, *International Journal Environment Research Public Health*, 8(6): 1805-1816.
- Gee, G. W. & J. W. Bauder, 1986. Particle-size analysis. In: Klute, A., (Eds.), Methods of soil analysis. Part 1. CRC, Madison, pp. 383-411
- Ghori, Z., H. Iftikhar, M. F. Bhatti, M. Nasar, I. Sharma, A. G. Kazi & P. Ahmad, 2016. Phytoextraction: the use of plants to remove




www.SID.ir

Archive of SID



heavy metals from soil, In: Plant Metal Interaction, Elsevier Press, pp. 385-409.
- Gosh, M. & S. P. Singh, 2005. A review on phytoremediation of heavy metals and utilization of its hypoducts, *Applied ecology and environmental research*, 6(4): 1-18.
- Haj Rasooli, A., H. Amini, H. Hoodaji & P. Najafi, 2007. Biomonitoring of air and soil pollution in Isfahan region, *Journal of Research in Agricultural Science*, 2(2): 39-47. (In Persian)
- Hashemi Beni, O., M. H. Salehi & H. Beigi Harchegani, 2010. Estimation of soil organic matter by loss-on-ignition procedure in four major pcains of Chaharmahal-va-Bakhtiari province, *Journal of Water and Soil Science*, 13(50): 77-89. (In Persian)
- Hashemi, S. A., M. Zargham & A. H. Firouzan, 2016. Absorption in two- year old Poplar seedlings (*Populus deltoids*) in the environment, *Journal of Health in the Field*, 4(1): 25-31. (In Persian)
- Heiri, O., A. F. Lotter & G. Lemcke, 2001. Loss -on - ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results, *Journal of Paleolimnology,* 25(1): 101-110.
- Kabata-Pendias, A. & H. Pendias, 1992. Trace elements in soils and plants. 2nd edition. CRC Press, Florida Boca Raton, 403 p.
- Khademi, A. & B. Kurd, 2010. The role of broad-leaved tree species (Sycamore and Asparagus) in reducing lead-contamination, *Journal of Natural Resources Sciences and Technology*, 5(1): 1-12. (In Persian)
- Ma, L.Q., K. M. Kumar, C. Tu, W. Zhang, Y. Cai & E. D. Kennelley, 2001. A fern that hyper accumulates arsenic, Nature, 409(6820): 579.
- Majidi, T., M. Taheri, F. Aqajanlou, A. Mousavi, M. Shojaei, M. Tokasi, P. Moradi & F. Heidari, 2016. A study on the adsorption of zinc, copper, cadmium and lead elements in leaves of some woody species, *Journal of Forest Research and Development,* 4(4): 271-284. (In Persian)
- Malkoc. S., B. Yazıcı & A. S. Koparal, 2010. Assessment of the levels of heavy metal pollution in roadside soils of Eskisehir, Turkey, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 29(12): 2720-2725.
- Mason, Y., A. A. Ammann, A. Ulrich & L. Sigg, 1999. Behavior of heavy metals, nutrients, and major components during roof runoff infiltration, *Environmental Science and Technology,* 33(10): 1588-1597.
- Merry, R. H., K. G. Tiller & A. M. Alston, 1986. The effects of contamination of soil with copper, lead and arsenic on the growth and composition of plants, *Plant and Soil*, 91(1): 115-128.
- Mingorance, M. D. & S. R. Oliva, 2006. Heavy Metals Content in N. oleander eaves as Urban Pollution Assessment, *Environmental Monitoring and Assessment*, 119(1-3): 57-68.
- Mirghfari, N., 2005. Investigation of lead concentration in some natural plant species around the lead and zinc mine of Isfahan, Iran, *Iranian Journal of Natural Resources,* 58(3): 635-644. (In Persian)
- Panndey, P. & A. K. Tripathi, 2011, Effect of heavy metals on morphological and biochemical characteristics of *Albizia procera* (Roxb.) benth seedlings, *International Journal of Environmental Sciences,* 1(5): 1009-1118.
- Papazoglou, E. G. & A. L. Fernando, 2017. Preliminary studies on the growth, tolerance and phytoremediation ability of sugarbeet (*Beta vulgaris L.*) grown on heavy metal contaminated soil, *Industrial Crops & Products*, 107: 463-471.
- Piczak, K., A. Lesniewic & W. Zyrnicki, 2003. Metal concentration in deciduous tree leaves from urban Arasin Poland, *Environmental Monitoring and Assessment*, 86(3): 273-287.
- Pournia, M., M. H. Moosavi & Z. Jassemi, 2016. Survey of heavy metals pollution in surface soils around the industrial town of Ahvaz 2, *Journal of Environmental Science and Technology*, 17(4): 23-32. (In Persian)
- Radojevic, M. V. & N. Bashkin, 1999. Practical environmental analysis, Royal Society of Chemistry Press, 520 p.
- Sarwar, N., M. Imran, M. R. Shaheen, W. Ishaque, M. A. Kamran, A. Matloob, A. Rehim & S. Hussain, 2017. Phytoremediation strategies for soils contaminated with heavy metals: Modifications and future perspectives, *Chemosphere*, 171: 710-721.
- Shabanian, N. & C. Cheraghi, 2013. Comparison of phytoremediation of heavy metals by woody species used in urban forestry of Sanandaj city, *Journal of Iranian Forest and Poplar Research,* 21(1): 165-154. (In Persian)



www.SID.ir

Archive of SID



- Solgi, E. & M. Keramaty, 2016. Assessment of health risks of urban soils contaminated by heavy metals (Bojnourd City), *Journal of North Khorasan University of Medical Sciences*, 7(4): 813-827. (In Persian)
- Taghipour, M., H. Khademi & Sh. A. Ayoubi, 2010. Spatial variability of Pb and Zn concentration and its relationship with land use and parent materials in selected surface soils of Hamadan province, *Journal of Water and Soil,* 24(1): 132-144. (In Persian)
- Tomasevic, M., Z. Vukmirovic, S. Rajsic, M. Tasic & B. Stevanovic, 2008. Contribution to biomonitoring of some traces metals by deciduous tree leaves in urban areas. *Environmental Monitoring Assessment*, 137(1-3): 393-401.
- Wuytack, T., K. Verhyen, K. Wuyts, F. Kardel, S. Adriaenssens & R. Samson, 2010. The potential of biomonitoring of air quality using leaf characteristics of white willow (Salix Alba L.), *Environmental monitoring and assessment*, 171(1-4): 197-204.
- Yap, C. K., A. Ismail, S. G. Tan & H. Omar, 2002. Correlations between speciation of Cd, Cu, Pb and Zn in sediment and their concentrations in total soft tissue of green-lipped mussel *Perna viridis* from the west coast of Peninsular Malaysia, *Environment International*, 28(1-2): 117-126.



www.SID.ir

Archive of SID


# The feasibility of biomonitoring of heavy metals by wooden species of urban areas

**S. Mortazavi[*1], F. Ghasemi Aghbash[2] and R. Naderi Motiy[3]**

1- Assistant Professor, Environmental Science Department, Faculty of Natural Resources and Environmental Science, Malayer University, Malayer, I. R. Iran. (mortazavi.s@gmail.com)
2- Assistant Professor, Rangeland and Watershed Department, Faculty of Natural Resources and Environmental Science, Malayer University, Malayer, I. R. Iran. (ghasemifarhad@yahoo.com)
3- M.Sc. of Forestry, Rangeland and Watershed Department, Malayer University, Malayer, I. R. Iran. (naderi.reza20@yahoo.com)

Received: 21.01.2018 Accepted: 22.04.2018

**Abstract**

The present study aims to investigate the potential of biodegradation of cadmium, nickel, lead and zinc metals by Plane, Ash and Pine wood species in Hamedan parks. After composed sampling of the unwashed leaves and soil in the 11 parks, the samples were dried, acidified, and finally, the concentration of metals were measured by atomic absorption spectrometry. The results of concentration of lead and nickel metals were higher than those in the earth's crust and the concentration of cadmium and nickel metals more than the global mean concentration of metals in urban soils. On the other hand, the highest concentrations of cadmium, lead and zinc were found in Plane leaf and nickel element in Ash leaf. In general, the concentration of metals from unwashed leaves were more than washed ones. In this regard, there was a positive and significant correlation between the amounts of metals in the soil at the site of tree growth with their concentration in leaves. According to the results of bioconcentration factors, it can be said that the Plane species is more suitable for biodegradation of heavy metal contamination, especially cadmium. Finally, due to the results, it is necessary to pay attention to the establishment of cumulative species in urban gardens.

***Keywords***: Ash, Heavy Metals, Monitoring, Pine, Plane.

[*] Corresponding author Tel: +989166652008



www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir