فصنامه انسان و محیط زیست، شماره ۵۱، زمستان ۹۸

بررسی میزان جذب فلز سنگین سرب در گونه درختی چنار در مناطق ترافیکی (منطقه مطالعاتی: شهر رشت)

سحر طبیبیان[۱]

tsahart@yahoo.com

سیروس بیدریغ[۲]

سید یوسف ترابیان[۳]

تاریخ دریافت:۹۶/۰۶/۰۸ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۲**

چکیده

فلزات سنگین مهم چون سرب ، بخشی از آلاینده هایی هستند که توسط خودرو ها تولید شده و جریان ترافیکی باعث انتشار آنها در محیط شهری می شود. به منظور مطالعه میزان آلودگی درختان حاشیه خیابان ها و تعیین پارامتر ترافیکی مؤثر بر مقدار سرب در برگ درخت چنار شهر رشت برای مطالعهٔ موردی انتخاب شده در این شهر از چهار ایستگاه در حاشیهٔ خیابان های شهر از نظر پرترافیک و کم ترافیک انتخاب شدند.عوامل ترافیکی شامل سه ایستگاه پرترافیک با توجه به حجم ترافیک در روز و در ماه و یک ایستگاه کم ترافیک انتخاب شدند.روش کار به این صورت بود که ۶۰ پایه از گونه چنار در فواصل ۳۰ متری به طور تصادفی و از کل محدوده تاج درخت برای تعیین میزان جذب فلز سنگین سرب انتخاب شد و از هر نمونه، ۱۰ گرم جهت بررسی میزان سرب جذب شده مورد آزمایش قرار گرفت.

نتایج این تحقیق نشان داد که جذب سرب توسط گونهٔ درختی چنار در سه ایستگاه پرترافیک و ایستگاه شاهد، ایستگاه خیابان تختی از نظر میزان جذب سرب بیشترین میزان (۲۹/۵۳ppm) را نسبت به سه ایستگاه دیگر داشت. بنابراین گونه چنار، گونهٔ مناسبی برای حاشیهٔ خیابانها در محدودهٔ شهری می تواند باشد. نتایج این تحقیق می تواند در مدیریت حمل و نقل و کنترل ترافیک شهری و معماری و طراحی شهری و کاشت گونهٔ چنار مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی : آلودگی هوا، محیط زیست شهری، فلزات سنگین، آلودگی ترافیکی، شهر رشت، چنار.

۱-استادیار، گروه کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران (مسوول مکاتبات)
۲-گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران
۳ گروه جنگل داری ، واحد لاهیجان ، دانشگاه آزاد اسلامی ، لاهیجان ، ایران

Human and Environment, No. 50, Winter 2019

Investigation on the adsorption of heavy metal in lead in a plane species in traffic areas in Rasht

Sahar Tabibian [1*]
tsahart@yahoo.com
Siroos Bidarigh [2]
Seyed Yousef Torabian[3]

Abstract

Important heavy metals such as lead are part of the pollutants produced by vehicles and the traffic flow causes them to be released into the urban environment. In order to study the pollution rate of street margin trees and determining the traffic parameter affecting the amount of lead in plane tree of Rasht city, a case study was selected in this city from four stations on the outskirts of the city for traffic and low traffic. Traffic factors including three superficial stations based on traffic volume per day and per month and a low traffic station. The method was used to determine that 60 species of plane tree at 30 meters intervals were randomly selected from the total tree crown area to determine the amount of adsorption of heavy lead metal which was selected from each sample with amount of 10 grams to test the absorbed lead content.

The results of this study showed that lead absorption by plane tree species in three stations and control station, Takhti St. Station had the highest amount of lead (29.53 ppm) than the other three stations. Therefore, the plane tree species can be a suitable type for the margin of streets in the urban area. The results of this research can be used in transportation management and urban traffic control and urban design and urban design and planting.

Key words: Air Pollution, Urban Environment, Heavy Metals, Traffic Pollution, Rasht, Plane tree

1- Department of Agriculture and Natural Resources, Payame Noor University , PO BOX 19395-3697 Tehran, IRAN

2- Department of Aronomy and Plant Breeding , Lahijan Branch, , Islamic Azad university , Lahijan ,Iran

3- Department of forestry, Lahijan Branch, Islamic Azad university , Lahijan ,Iran

مقدمه

با افزایش صنعتی شدن شهرها و آلودگی هوا با انواع فلزات سنگین و آلاینده‌های دیگر گیاهان نیز هم چون موجودات دیگر تحت تأثیر این آلودگی قرار می‌گیرند. درختان فضای سبز شهر و مناطق صنعتی که توسط این آلاینده ها به طرق مختلف تحت تأثیر قرار می‌گیرند. و مکانیسم های پاسخ متفاوتی را در برابر تنش ناشی از فلزات سنگین خاک آب و هوای اطراف دارند (۱).

انتخاب گونه های درختی مقاوم به آلاینده های هوا می‌تواند تأثیر بسزایی در بالا بردن کیفیت هوا در شهرک های صنعتی گردد(۱۴،۲). به طور کلی همه گیاهان قادر به جذب فلزات سنگین می باشند و اما درختان نقش موثرتری در جذب فلزات موجود در محیط های شهری داشته و می توانند مناطق مسکونی و مراکز تجمع انسانی را در مقابل اثرات نامطلوب آن‌ها محافظت نمایند.(۱۳).

با افزایش نیاز جوامع به جابجایی و ارتباطات، استفاده از وسایل نقلیه به ویژه خودروهای شخصی رو به افزایش یافته است به طوری که براساس پیش بینی انجام شده در سال ۲۰۲۰ میلادی حدود ۹۵۰ میلیون وسیله نقلیه در جهان وجود خواهد داشت. خودروها عموماً منابع اصلی تولید آلاینده های فلزات سنگین در شهرها هستند که این آلاینده ها به صورت ذرات از اگزوز یا دیگر اجزاء خودرو وارد محیط می شوند(۱۲). آلاینده های خودرویی توسط جریان ترافیکی در اطراف راه ها توزیع شده و باعث آلودگی خاک و گیاه آن نواحی می شوند. سرب و کادمیوم از دست آلاینده های خودرویی هستند که به دلیل سمیت زیاد برای طبیعت و انسان مورد توجه محققین بسیاری قرار گرفته اند سرب عموماً در نتیجه استفاده از سوختهای بنزینی سرب دار وارد محیط شهری می شوند. در سال های اخیر به دلیل حذف سرب از بنزین و ورود آن به محیط شهری کاهش چشمگیری داشته است اما همچنان انباشت پیشین آن در محیط باقی مانده است.کادمیوم نیز در تایر خودروها وجود دارد و از طریق استهلاک خودروها و انتشار ترافیکی به محیط شهری وارد می-شود.

پارامترهای مختلفی برای انتشار آلاینده های خودرویی در محیط اثر دارند که در مقیاس بزرگ در بر گیرنده پارامترهای مربوط به شرایط خیابانی، ترافیکی و محیطی هستند(۵). پارامترهای خیابانی که مربوط به شرایط فیزیکی و معماری راه هاست شامل طول، شیب ، عرض تنگه و عمر خیابان ، ارتفاع متوسط و عمر ساختمانهای اطراف ، عرض پیاده رو ، تعداد خطوط حرکت ، نوع پوشش سبزه و ارتفاع گیاهان اطراف هر خیابان ، سایبان خیابان و نسبت دیدگاهی هستند (۳).

جرایان ترافیکی، هوای اطراف راه‌ها را که حاوی ذرات آلاینده های فلزات سنگین است به جریان می اندازد (۱۴). از آنجا که این جریان عمدتاً عمود بر محور خیابان است در برخورد با هر یک از عوامل فیزیکی یاد شده می تواند حالت های مختلفی به خود بگیرد و نهایتاً روند توزیع آلاینده ها در حاشیه راهها را متأثر کند. (۴،۱۴،۱۵).

هدف از این بررسی اندازه گیری میزان آلودگی برگ گونه درختی چنار به فلز سنگین سرب و همچنین بررسی میزان اثر عوامل مختلف ترافیکی بر مقدار این آلودگی و تعیین مقدار کلروفیل برگ درختان چنار در مناطق شهری تحت اثر فلز سنگین سرب می باشد.

مواد و روش ها

در این تحقیق ابتدا۶۰ پایه از گونه چنار با توجه به نقشه شهر به عنوان سه ایستگاه آلوده و یک ایستگاه به عنوان ایستگاه شاهد از نظر حجم ترافیکی انتخاب شدند معیار انتخاب این ایستگاه ها با توجه به فاصله این ایستگاه‌ها از یکدیگر و نیز با توجه به میزان ترافیک در طول روز و ماه و فاصله خودرو ها تا پیاده رو در حاشیه خیابان انتخاب شدند و با توجه به گزارشات شهرداری خیابان تختی، شریعتی و معلم از نظر حجم ترافیکی به عنوان ایستگاه‌های آلوده و بلوار گیلان به عنوان ایستگاه شاهد در نظر گرفته شد.در هر ایستگاه ۲۰ عدد درخت چنار انتخاب گردید درختان هر ایستگاه با میانگین سن ۴۵ سال و ارتفاع متوسط

۲۱/۵ متر و میانگین تاج پوشش ۵۰ درصد انتخاب شد فاصله درختان با جاده به طور متوسط ۲ متر می باشد.

با توجه به اینکه وضعیت آلودگی ناشی از فلزات سنگین به دلیل تردد وسائط نقلیه در تمام نقاط شهر یکسان نمی‌باشد لذا نمونه-برداری می‌بایست شاخصی از وضعیت شهر باشد به نحوی که مقادیر مختلف آلودگی (حداقل، حداکثر و متوسط) را مدنظر قرار دهد. جهت دستیابی به هدف فوق ایستگاههایی از مناطق مختلف شهر (با توجه به وضعیت ترافیک)تهیه شده است ، همچنین منطقه‌ای که میزان آلودگی آن دارای کاهش محسوسی است به عنوان رویشگاه شاهد در نظر گرفته شده تا مبنای مقایسه با سایر مناطق قرار گیرد(۶، ۷).

سپس با استفاده از گزارشات سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری و نیز انجام عملیات خیابان گردشی گونه درختی چنار در هر ایستگاه شناسایی شده وانتخاب گردیدتا بتوان مقایسه-های لازم را در بین آنها انجام داد ، دامنه نمونه‌برداری نیز به نحوی تنظیم می‌شود که درفصل تابستان باشد بدین ترتیب نمونه‌برداری در پایان هر ماه از برگ و ساقه و ریشه سطحی به علت مجاورت مستقیم با محیط اطراف و با فاصله زمانی هر ۳۰ روز یکبار صورت می‌پذیرد. لازم به ذکر است که جهت کاهش خطای نمونه‌برداری، هر نوع آزمایش با ۳ تکرار انجام می‌پذیرد .

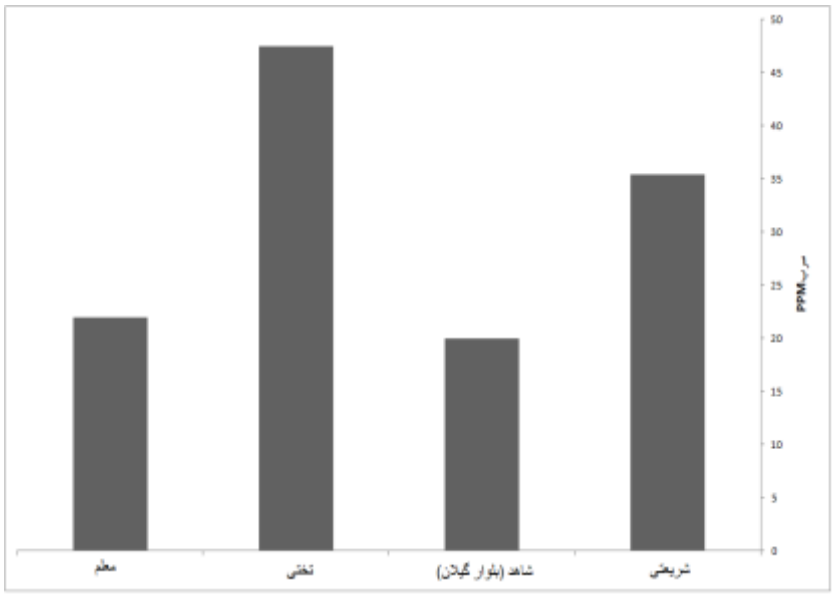
در هر رویشگاه با توجه به جهت باد غالب، یک ترانسکت ا با طول ۳۵ متر انتخاب شده و نمونه‌برداری از برگ‌ها، ساقه ها و ریشه‌های سطحی گونه‌ها به صورت کاملاً تصادفی انجام می-پذیرد. بر این اساس در هر رویشگاه و در هر فصل، برای هر یک از گونه‌های مورد مطالعه، نمونه‌های برگ، شاخه و ریشه‌های سطحی تهیه و پس از کد گذاری، درون پاکتهای کاغذی قرار داده شده و به آزمایشگاه انتقال یافت(۲).

در هر یک از گونه‌ها، نمونه‌های برگ به دقت از محل دمبرگ جدا گردید. همچنین با توجه به وضعیت و طرز قرار گرفتن برگها، ترتیبی اتخاذ شد تا برگهای انتخابی از کل محدوده گیاه باشند. در خصوص نمونه‌برداری از شاخه‌ها نیز به نحوی عمل گردیدکه در هر یک از گونه‌ها، تعدادی شاخه به دقت از محل اتصال به تنه برداشت شوند. به منظور نمونه‌برداری از ریشه‌های سطحی نیز در هر یک از گونه‌های مورد مطالعه، تعدادی ریشه سطحی از اطراف گیاه برداشت می‌گردد (۲)

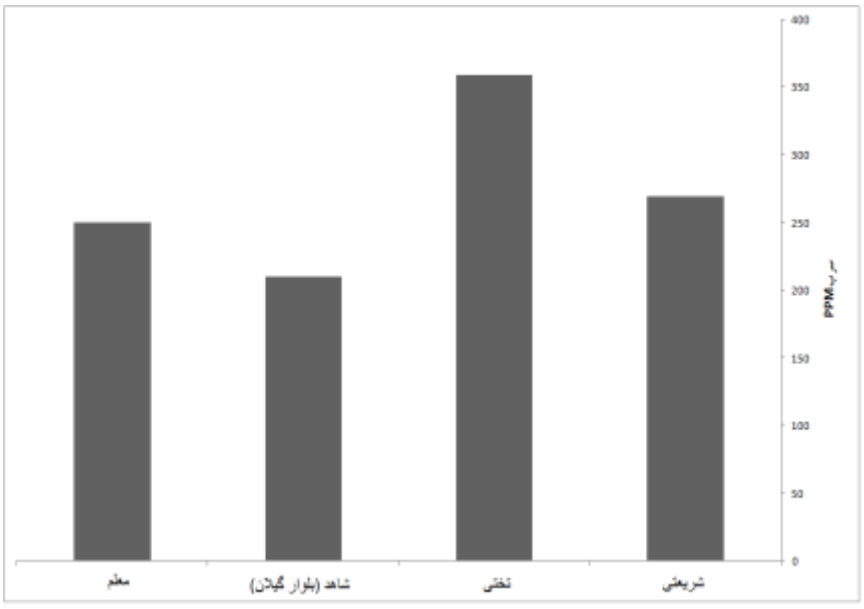
برگ و ساقه و ریشه های سطحیدرختان پس از برداشت با آب شسته شد، سپس در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد خشک شدند (۹). مقدار سرب در نمونه های گیاهی پس از هضم نمونه ها به روش هضم خشک با دستگاه جذب اتمی تهیه شد.داده های بدست آمده از آزمایشات گیاه در نرم افزار SPSS سازماندهی شدند. جهت تجزیه وتحلیل داده ها ابتدا برای آنالیز داده‌ها جهت تعیین میزان تجمع فلز در اندام هوایی و ریشه گیاه از آزمون آنالیز واریانس دو طرفه و ابتدا داده ها مورد آزمون کلموگروف اسمیرنوف قرار گرفت تا مشخص گردد داده ها از توزیع نرمال پیروی میکنند و به منظور مقایسه اثر غلظت سرب بر اندام برگ و ساقه و ریشه سطحی از آزمون دانت استفاده شد.

نتایج

نتایج آنالیز داده در آزمون کلموگروف اسمیرنوف نشان داد که داده ها از توزیع نرمال پیروی میکنند (سطح معنی داری ۵ درصد). نتایج میزان غلظت سرب در نمونه های ساقه و برگ درختان چنار گرفته شده در شکل شماره ۱ درج شده است. بر اساس این شکل ایستگاه تختی به عنوان ایستگاه آلوده، بیشترین میزان آلودگی را دارا می باشد مقدار میانگین جذب سرب در ایستگاه تختی برابرppm ۴۷/۶ می‌باشد. در شکل شماره ۱، حداقل میزان جذب سرب در چهار ایستگاه، ایستگاه شماره دو (شاهد) با میزان حداقل سرب ppm۲۰نسبت به سه ایستگاه دیگر، دارای کمترین میزان آلودگی می باشد.



شکل۱- مقایسه نمودارمیانگین در چهار ایستگاه مختلف (بر حسب ppm) در اندام برگ درختان چنار



شکل ۲- مقدار کل سرب در چهار ایستگاه مختلف در درختان چنار (ساقه و برگ و ریشه سطحی) (بر حسب ppm)

جدول ۱- آزمون دانت بین شاهد و بقیه ایستگاه ها آزمون دانت در سطح ۵ درصد

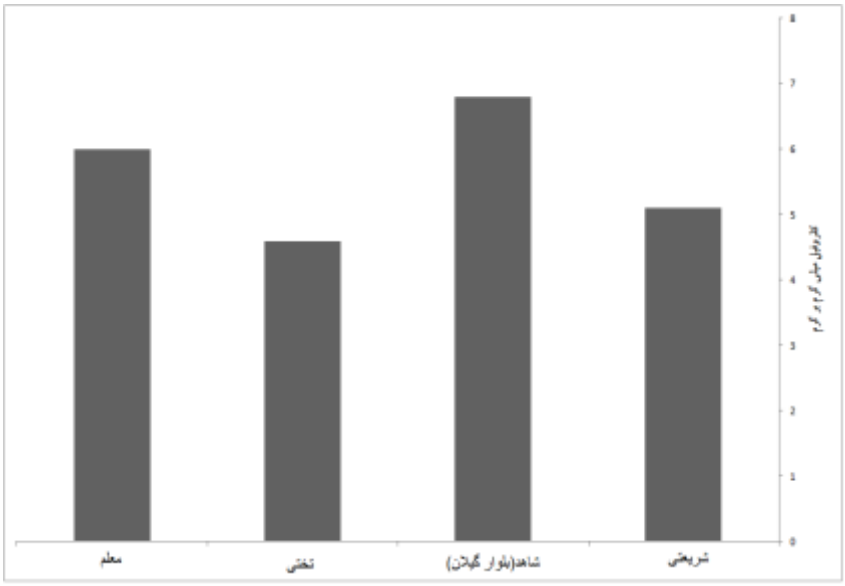
t (2-sided)[a] دانت	اختلاف میانگین	اشتباه از انحراف معیار	معنی داری
۱ ۲	۳/۸۲۱	۳/۲۲۱	۰/۰۴۱
۳ ۲	۸/۶۸۲	۳/۲۲۳	۰/۰۰۴*
۴ ۲	۰/۵۵۷	۰/۳۰۸	۰/۰۰۱*

حدود اعتماد دانت در سطح ۵ درصد (ایستگاه شریعتی ۱، ایستگاه بلوار گیلان ۲، ایستگاه تختی ۳ ، ایستگاه معلم ۴)

شکل شماره ۲ نشان دهنده این است که ایستگاه تختی با مقدارppm ۳۵۷/۵۵ دارای بیشترین مقدار کل جذب سرب در نمونه های گرفته شده است در حالیکه ایستگاه شاهد دارای کمترین مقدار کل جذب سرب می باشند.بنابراین نتیجه می گیریم، ایستگاه معلم دارای ترافیک کمتری نسبت به دو ایستگاه شریعتی و تختی است و آلودگی سرب کمتری دارد .

درنتیجه در ایستگاه تختی جذب سرب توسط برگهای درختان بصورتی است که نشان دهنده آلودگی سرب بیشتر در بعضی از بخش های آن ایستگاه نسبت به بخش های دیگر است اما در ایستگاه شماره ۲(شاهد) به علت انحراف معیار پایین، می توان نتیجه گرفت آلودگی سرب و درنتیجه جذب آن در همه جای این ایستگاه تقریبا یکسان است.

در جدول شماره ۱ ، آزمون دانت، یک گروه را به عنوان شاهد انتخاب می کند و بقیه گروه ها را با آن مقایسه می کند که ایستگاه شماره ۲ (شاهد)، با بقیه ایستگاه ها مقایسه شده است، نتایج بدست آمده حاکی از این است که ایستگاه شاهد با ایستگاه شریعتی از نظر آماری تفاوت معنی داری دارد (سطح معنی داری ۵ درصد) ، همچنین ایستگاه شاهد با ایستگاه تختی و ایستگاه معلم از نظر آماری تفاوت معنی داری دارد(حدود اعتماد ۵ درصد).



شکل ۳-مقدار کلروفیل کل در برگ درختان چناردر ایستگاه های مختلف

مقدار انباشت سرب در کلروفیل کلدر درختان چنار اثر گذار است با افزایش مقدار سرب در برگ درختان میزان کلروفیل کل آن کاهش می یابد مقدار کلروفیل کل در ایستگاه تختی که بیشترین مفدار جذب سرب را دارد به مقدار ۴/۸ میلی گرم به گرم می رسد (شکل ۳).

بحث

در این تحقیق ملاحضه گردید که میزان غلظت سرب بر برگ گونه مورد مطالعه در رویشگاه های آلوده بیشتر از رویشگاه شاهد بوده و به ترتیب در خیابان تختی-شریعتی-معلم و بلوار گیلان کاهش می یابد. از آنجایی که محیط نقش مهمی در جذب سرب توسط گونه های گیاهی دارد. به نظر می رسد با توجه به بالاتر بودن غلظت سرب موجود در هوا در رویشگاه تختی در مقایسه با سایر رویشگاه ها، میزان جذب سرب در برگ گونه مورد مطالعه در این ایستگاه بیشتر بوده است در تحقیقات بیان شده است که میزان جذب سرب توسط گیاهان متناسب با غلظت آن در محیط افزایش می یابد(۶) غلظت فلزات سنگین

سرب و کادمیوم در خاک سطحی خیابان‌ها مورد بررسی قرار گرفت و در ۱۷ سایت اندازه‌گیری شد نتایج نشان می داد کاهش تدریجی غلظت فلزات سنگین در خاک با افزایش فاصله از خیابان بود و مقدار سرب موجود در خاک کاملا با ترافیک در ارتباط می باشد(۱۶،۱۷)

درختان چنار در مناطق شهری از عناصر زنده به حساب می آیند و به عنوان شاخص زنده به وضوح در برابر تغییرات زیست محیطی حساسیت نشان داده اند و ممکن است در برابر الودگی بیش از حد رویش آنها به تدریج کاهش یافته و این کاهش رویش در سال‌های متوالی باعث می شود که جذب آلودگی در آنها نسبت به گونه های دیگر کمتر شود.. (۷).

مطالعات نقش فصول و ماه های مختلف را در میزان جذب سرب در درختان.*Fraxinus excelsior* Mill و *Pinus eldarica* L در شهر تهران نشان میدهد که بیشتر، میزان جذب سرب در فصل تابستان صورت می پذیرد(۸ و ۱۱).

کتابچهٔ سازمان پارک ها و فضای سبز شهرداری تهران نیز بیشترین میزان جذب سرب را در فصل تابستان و در شهریور گزارش دادند.نتایج حاکی از این است میزان سرب موجود در برگ درختان چنار در مناطق پرترافیک (۶۱/۹ ppm) به مراتب بیشتر از مناطق کم ترافیک (۵/۶۳ ppm) است.(۹).

تیمار سرب برمیزان کلروفیل در برگ گیاه *Phaseolus vulgaris* تاثیر گذاشته و مقدار آن کاهش می یابد که با نتایج تحقیق حاضرشباهت دارد(۱۰).موضوع آلودگی و ارائه راهکارهای مناسب به منظور کاهش آلودگی هم چون کاشت گونه مناسب برای جذب سرب و نیز ایجاد فضا سبز بیشتر از اهداف عمده می توان به شمار آورد. تولید اکسیزن و جذب فلزات سنگین با استفاده از گیاهان به خصوص درختان می تواند بر کیفیت هوا تأثیر بسزایی داشته باشد(۱۲).

از نتایج این تحقیق می تواند پیشنهاد داد در انتخاب گونه باید دقت شود و نیز گونه چنار می تواند گونه مناسبی باشد هم چنین در مراکز حساس مثل بیمارستان ها و کودکستان ها در کاشت گونه برای جذب آلودگی باید دقت کرد.

اکثر فلزات سنگین نقش مهمّی در واکنش‌های فیزیولوژیک گیاهان ندارند اما به علت شباهت شیمیایی آنها با عناصر ضروری، امکان جذب آنها توسط گیاهان وجود دارد. به طور کلی همه گیاهان قادر به جذب فلزات سنگین می‌باشند ولیکن درختان نقش مؤثرتری در جذب فلزات موجود در محیطهای شهری داشته و می‌توانند مناطق مسکونی و مراکز تجمع انسانی را در مقابل اثرات نامطلوب آنها محافظت نمایند. از این رو کاهش این نوع آلودگی از طریق توسعه و گسترش پوشش گیاهی از جمله روشهایی است که می‌تواند سهم بسزایی در کاهش آلاینده‌ها و اثرات سوء ناشی از آنها داشته باشد

منابع

۱- بیات، ف.، ۱۳۷۰. تعیین مقدار سرب در هوا، آب، گیاه و خاک اطراف مجتمع ذوب فلزات. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی بهداشت، دانشگاه تهران، ۱۲۸ صفحه.

2- Adachi, M., Okiayu, A. and Nishikawa, T., 1998. Meta levels in rain water from city in japan. Journal of Science of Environment, 60: 892-897.

3- Al Khashman, O. and Al Khlaifat, A.L., 2007. Atmospheric heavy metal pollution in Aqaba City, Jordan, using *Phoenix dactylifera*L. leaves. Journal of Atmospheric Environment, 41: 8891-8897.

۴- طالبی ، ا.، سامانی‌مجد، س. و ابطحی، س.م.، ۱۳۸۶. ارتباط عوامل ترافیکی با غلظت سرب و کادمیوم در خاک حاشیه خیابان‌های شهری. پژوهشنامه حمل و نقل، ۴(۳): ۲۰۵-۱۹۵.

5- Glowacki, P.W., Chudzinska, E., Poltorak, A.W., Kozacki, L. and Fagiewicz, K., 2006. Effect of heavy metal pollution on genetic variation and cytological disturbances in the *Pinussylvestris*L. population. Journal of Appl Genet, 47(2): 99-108.

6- Yoon, J., Cao, X., Zhou, Q., Ma, L.Q.,2006. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. Sci. Total Environ., 368 :456–464.

۷- وهابی، ع و قدوسی، ج. ۱۳۶۴. پراکنش سرب در گیاه و خاک باغستانهای مختلف چای لاهیجان نسبت به جاده، انتشارات جهاد دانشگاهی، ۱۲۷صفحه.

۸- صفدری، س. ۱۳۸۳. مطالعه گاه‌شناسی درختی (Dendrochronology) به منظور بررسی اثرات آلودگی و تغییرات آب و هوا بر روی رویش شعاعی دو گونه (*Fraxinus excelsior* Mill. &*Pinuseldarica*L.) منطقه تهران. رساله دکتری رشته علوم و صنایع چوب و کاغذ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۱۴۱ صفحه.

۹- سازمان پارکها و فضای سبز شهرداری تهران.، ۱۳۷۳. بررسی میزان جذب سرب در برخی از گونه‌های زینتی تهران. انتشارات سازمان پارکها و فضای سبز شهرداری تهران، ۵۲ صفحه.

10- Monni, S., Uhlig, C., Junttila, O., Hansen, E. and Hynynen, J. 2001. Chemical composition and ecophysiological responses of Empetrumnigrum to above ground element application. Environmental Pollution 112: 417–426.

۱۱- خادم حقیقت، م.۱۳۷۰. توزیع سرب در برگهای چنار نسبت به مرکز تردد خودروها در مناطق مختلف شهر تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی.

۱۲- دبیری، م.، ۱۳۷۹. آلودگی محیط زیست (هوا- آب- خاک- صوت). انتشارات نشر اتحاد، تهران، ۳۹۹ صفحه.

13- Hashemi,S.A.2012. Phytoremediation of lead in urban polluted soils in the north of Iran, Toxicology and Industrial Health 28 (5) : 470 – 473.

14- Hashemi ,S. A.2014. Investigation of cadmium pollution in contaminated industrial area in Guilan province industrial estates. Toxicology and Industrial Health 30(8) 690-692.

15- .Coelho, M. C., Farias, T. L. and Rouphail,N. M. 2005.Impact of speed control traffic signals on pollutant emissions.Transportation Research Part D, 10: 323–340.

16- Ward, N., Brooks, R. and Roberts, E. 1977.Heavy metal pollution automotive emissions and its effect on roadside soils and pasture species in New Zealand. Environmental Science and Technology,11(9) :917-920.

17- Carlosena, A., Andrade, A.M. and Prada, D. 1998.Searching for heavy metals grouping roadside soils as a function of motorized traffic influence. Talanta, 47: 753-767.