نقش گونه‌های درختی پهن‌برگ (چنار و زبان‌گنجشک) در کاهش آلودگی ناشی از سرب*

امین خادمی[1]، **بهروز کرد**[2]

چکیده

فلزات سنگین از آلاینده‌های مهم زیست محیطی هستند که از طریق ورود به زنجیره غذایی موجب بروز خطراتی برای انسان، گیاهان و میکرو ارگانیسم‌ها می‌شوند. این تحقیق با هدف بررسی میزان جذب سرب در اجزای درختان چنار و زبان گنجشک در سطح شهرستان ملایر صورت پذیرفت. برای این منظور در رویشگاه‌های آلوده (میدان امام و خیابان ولیعصر) و رویشگاه شاهد (پارک سیفیه) در مقاطع زمانی متفاوت، تعداد ۱۰۸ نمونه از برگ‌ها، شاخه‌ها و ریشه‌های سطحی درختان تهیه گردید و میزان غلظت سرب موجود در هر یک از آنها با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میزان جذب سرب در اندام‌های گونه چنار بیشتر از گونه زبان‌گنجشک بوده و در هر دو گونه ریشه درختان بیشتر از اندام‌های هوایی سرب جذب می‌کنند. جذب سرب در اندام‌های درختان، در رویشگاه میدان امام بیشتر از سایر رویشگاه‌ها بوده و بالاترین میزان جذب سرب در شهریور ماه و کمترین مقدار آن در تیر ماه مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، سرب، چنار، زبان‌گنجشک، شهرستان ملایر

---

* این طرح با استفاده از اعتبارات پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر انجام شده است.

1- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، نویسنده مسوول E-mail:khademi_54a@ yahoo.com

2- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر

مقدمه

با افزایش جمعیت و پدیده صنعتی شدن جوامع، استفاده هر چه بیشتر از سوخت‌های فسیلی خصوصاً فرآورده‌های نفتی، بروز مسایل و مشکلات زیست محیطی را به‌دلیل تولید هیدروکربن‌ها، گازهای آلوده و فلزات سنگین موجب گردیده‌است. فلزات سنگین به‌دلیل غیر قابل تجزیه بودن و اثرات فیزیولوژیک آنها بر روی موجودات زنده، حتی در غلظت‌های بسیار کم نیز حایز اهمیت بوده و از عوامل مختل کننده اکوسیستم‌ها به‌شمار می‌آیند (آدریانا[1]، 1386). از جمله فلزات سنگین می‌توان به سرب اشاره نمود که با ایجاد اثرات سمی شدید در موجودات زنده نقش مهمی در آلودگی محیط زیست دارد. این فلز نقش موثری در واکنش‌های فیزیولوژیک گیاهان ندارد اما به علت شباهت شیمیایی آن با عناصر ضروری، امکان جذب آن توسط گیاهان وجود دارد. به طور کلی همه گیاهان قادر به جذب سرب می‌باشند اما درختان نقش مؤثرتری در جذب سرب موجود در محیط‌های شهری داشته و می‌توانند مناطق مسکونی و مراکز تجمع انسانی را در مقابل اثرات نامطلوب آن محافظت نمایند. از این رو کاهش این نوع آلودگی از طریق توسعه و گسترش پوشش‌های گیاهی از جمله روش‌هایی است که می‌تواند سهم بسزایی در کاهش این آلاینده و اثرات ناشی از آن داشته باشد (عباسپور، 1383).

میزان جذب سرب با غلظت آن در محیط ارتباط داشته و با افزایش فاصله از جاده میزان سرب در گونه‌های گیاهی کاهش و با بالا رفتن میزان تردد خودروها این میزان افزایش می‌یابد (فاضلی و همکاران، 1379). میزان سرب موجود در برگ درختان چنار در مناطق پر ترافیک (61/95 ppm) به مراتب بیشتر از مناطق کم ترافیک (5/63 ppm) است (خادم حقیقت، 1370). سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری تهران در بررسی میزان جذب سرب در برخی از گونه‌های زینتی پارک‌های شهر تهران، به این نتیجه رسید که میزان جذب سرب در گونه‌های مورد مطالعه در فصل تابستان به‌ترتیب کاج < پاپیتال < ترون < ماگنولیا < برگ بو < چنار بوده و بیشترین غلظت سرب در این گیاهان در اواخر شهریور ماه مشاهد شده‌است (بی‌نام، 1373).

میزان جذب فلزات سنگین در گیاهان همبستگی زیادی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک دارد همچنین بین فلزات سنگین از جمله سرب به‌عنوان آلاینده خاک، با مشخصات رویشی درختان (چنار، توسکای ییلاقی، افرا پلت و کاج تدا) رابطه معکوس وجود دارد به نحوی که با افزایش این عنصر میزان مواد مغذی به‌ویژه پتاسیم کاهش یافته و در نتیجه رشد گیاه متوقف می‌گردد (کشاورز شکری، 1383). غلظت سرب در اندام هوایی گیاهان با PH خاک رابطه معکوس و با غلظت کل و قابل جذب خاک رابطه مستقیم دارد (میرغفاری، 1384). برخی از عوامل خاکی نظیر PH پایین و غلظت کم فسفر خاک به‌عنوان عوامل افزایش دهنده جذب سرب توسط گیاهان و انتقال آن از ریشه به اندام هوایی محسوب می‌شوند (کاباتا[2]، 2001). تجمع سرب در فاصله 5 سانتی‌متری عمق خاک دارای بیشترین مقدار بوده و با افزایش

[1] **Adriana**
[2] **Kabata**

عمق خاک میزان غلظت سرب به سرعت کاهش می‌یابد، همچنین بالاترین میزان تجمع سرب در خاک، در مناطقی دیده می‌شود که دارای پوشش گیاهی بوده و کمترین میزان تجمع آن در خاک، در مناطق عاری از پوشش گیاهی اتفاق می‌افتد (کراتراچو و همکاران[1]، 2006). بیشترین میزان تجمع سرب در لایه‌های بالایی خاک اتفاق می‌افتد و میزان تجمع سرب در ریشه‌های درختان با میزان آن در خاک دارای رابطه مستقیم می‌باشد. همچنین سطوح برگ درختان بعد از ریشه‌ها بیشترین منطقه‌ای است که انباشت ذرات فلزات سنگین را در خود جای می‌دهد (مجدی و پیرسون[2]، 1989). کلیه فعالیت‌های میکروارگانیسم‌های خاک تحت تأثیر میزان فلزات سنگین قرار دارد به‌نحوی که با افزایش غلظت این فلزات، قابلیت رشد میکروارگانیسم‌ها تا حدود 75 درصد کاهش می‌یابد، همچنین برخی از خصوصیات میکروارگانیسم‌های خاک به عنوان نشانگرهای افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک عمل می‌نمایند(میکانوا[3]، 2006).

با توجه به آلودگی سرب، ناشی از بهره‌برداری معدن سرب آهنگران در نزدیکی شهر ملایر و هدایت آلودگی به سمت شهر توسط باد غالب منطقه، این تحقیق به‌منظور بررسی میزان غلظت سرب در گونه‌های درختی پهن‌برگ، زبان‌گنجشک (Fraxinus excelsior L.) و چنار (Platanus orientalis L.) در سطح شهر ملایر انجام شد تا بر این اساس گونه‌ای که دارای بیشترین میزان جذب سرب بوده و مقاومت بیشتری در برابر این فلز سمی از خود نشان می‌دهد، شناسایی شده و در مناطق آلوده مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش

ویژگی‌های منطقه مورد مطالعه

شهرستان ملایر با وسعتی معادل 3210 کیلومتر مربع در جنوب شرقی استان همدان قرار دارد. این شهرستان در موقعیت جغرافیایی ´30 °48 تا ´00 °49 طول شرقی و ´00 °34 تا ´30 °34 عرض شمالی واقع شده است (Department of Geology, 2007).

بر اساس آمارهای هواشناسی ایستگاه ملایر (86- 1371) میزان بارندگی سالیانه در منطقه 300/5 میلی‌متر، متوسط درجه حرارت سالیانه 13/2 درجه سانتی‌گراد و میزان کل تبخیر سالیانه 1900/1 میلی‌متر می‌باشد (Department of Meteorology, 2007). همچنین با توجه به ضریب Q_2=43/4 اقلیم منطقه براساس تقسیم‌بندی آمبرژه نیمه‌خشک سرد بوده و تعداد ماه‌های فصل خشک در آن 5 ماه می‌باشد که از اویل خرداد شروع و تا اوایل آبان ادامه دارد.

روش تحقیق

با توجه به گزارشات شهرداری شهرستان ملایر، میدان امام و خیابان ولیعصر به‌عنوان رویشگاه‌های تحقیقاتی آلوده و پارک سیفیه که میزان آلودگی آن بسیار کمتر بود به‌عنوان رویشگاه شاهد در نظر گرفته شد

[1] Kruatrachue et al.
[2] Majdi & Persson
[3] Mikanova

تا مبنای مقایسه با رویشگاه‌های آلوده قرار گیرد. سپس مقدار سرب موجود در هوای رویشگاه‌های تحقیقاتی آلوده و شاهد مشخص گردید. سپس گونه‌های درختی چنار و زبان‌گنجشک که به‌صورت غالب و مشترک در همه رویشگاه‌ها وجود داشتند به عنوان گونه‌های مورد مطالعه انتخاب گردیدند. با توجه به انتخاب گونه‌های درختی خزان کننده، عملیات نمونه‌برداری به گونه‌ای تنظیم شد که معرف کل فصل تابستان باشد. بدین ترتیب با توجه به وضعیت آب و هوایی منطقه خصوصاً سرعت و جهت باد، عملیات نمونه‌برداری در پایان تیر ماه و شهریور ماه انجام شد. در هر رویشگاه با توجه به جهت باد غالب، یک ترانسکت انتخاب شد و نمونه‌برداری از برگ‌ها، شاخه‌ها و ریشه‌های سطحی به صورت کاملاً تصادفی در 3 تکرار صورت پذیرفت. با در نظر گرفتن تیمارهای مورد مطالعه، تعداد 108 نمونه تهیه شد که پس از کدگذاری به آزمایشگاه انتقال داده شد. سپس نمونه‌ها با آب شسته شده و در آون تهویه‌دار به مدت 48 ساعت و درجه حرارت 75 درجه سانتی‌گراد خشک گردیدند. نمونه‌های خشک شده به‌وسیله آسیاب برقی پودر شده و برای عصاره‌گیری از روش هضم با اسید نیتریک 4 نرمال در حرارت 95 درجه سانتی‌گراد استفاده شد. پس از صاف کردن عصاره‌ها، میزان غلظت سرب در هر یک از نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه جذب اتمی مدل واریان 220 اندازه‌گیری شد (بی‌نام، 1373 و مجدی و پیرسون، 1989). از طرفی با توجه به این‌که حرکت و جابجایی سرب و ترکیبات آن در خاک بسیار محدود بوده و بیشترین جابجایی آن در سطح خاک اتفاق می‌افتد، لذا به منظور تعیین میزان سربی که از طریق هوا و بارندگی به سطح خاک می‌رسد، نمونه‌هایی از عمق صفر تا 10 سانتی‌متری خاک رویشگاه‌های مورد مطالعه تهیه گردید (کشاورز، 1383).

در این تحقیق تاثیر عوامل متغیر شامل گونه‌های درختی، ایستگاه‌های تحقیقاتی و مقاطع زمانی نمونه‌برداری بر میزان غلظت سرب موجود در برگ، شاخه، ریشه و خاک زیر پوشش درختان مورد مطالعه قرار گرفت. نمونه‌برداری در قالب طرح آماری بلوک کامل تصادفی در 3 تکرار انجام و داده‌ها به کمک آزمون تجزیه واریانس دو طرفه و با استفاده از نرم افزار آماری Spss مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. همچنین از آزمون دانکن برای مقایسه میانگین مولفه‌ها در سطح اطمینان 95% استفاده گردید. رسم نمودارها نیز به وسیله نرم افزار Excel صورت پذیرفت.

نتایج

۱. بررسی میزان غلظت سرب در هوا (ppb)

نتایج تجزیه هوا نشان داد که میزان غلظت سرب در هوا در طی زمان‌های مورد مطالعه، بسیار پایین بوده‌است به‌نحوی که بیشترین غلظت در رویشگاه میدان امام 3/17 ppb در شهریور ماه و حداقل میزان غلظت سرب در هوا در خیابان پارک سیفیه به‌عنوان رویشگاه شاهد با 1/07 ppb در تیر ماه می‌باشد (جدول1).

جدول1. میزان غلظت سرب موجود در اتمسفر

رویشگاه	غلظت سرب (ppb)		
	تیر	مرداد	شهریور
میدان امام	2/84	2/98	3/17
خیابان ولیعصر	2/21	2/35	2/43
خیابان پارک سیفیه	1/07	1/13	1/3

۲. بررسی میزان غلظت سرب در خاک (ppm)

تجزیه مکانیکی خاک نشان داد که بافت خاک در رویشگاه‌ها، لومی، لومی سیلتی و لومی رسی- سیلتی بوده و درصد رس در رویشگاه میدان امام بیشتر از سایر رویشگاه‌ها می‌باشد. همچنین بیشترین میزان غلظت سرب در رویشگاه میدان امام در شهریور ماه با 0/87 ppm و کمترین میزان آن در رویشگاه پارک سیفیه در تیر ماه با 0/52 ppm اندازه‌گیری شد (جدول 2).

جدول 2. بافت خاک و میزان غلظت سرب در افق سطحی خاک

رویشگاه	درصد ذرات تشکیل دهنده خاک			بافت خاک	غلظت سرب (ppm)	
	رس	سیلت	ماسه		تیر ماه	شهریور ماه
میدان امام	27	18	55	Si C L	0/778	0/867
خیابان ولیعصر	20	40	40	L	0/684	0/772
خیابان پارک سیفیه	15	20	65	Si L	0/523	0/640

۳. بررسی میزان غلظت سرب در گونه زبان‌گنجشک

3-1. تأثیر رویشگاه بر میزان غلظت سرب در اجزای مختلف درختان

نتایج آزمون دانکن نشان داد که تأثیر رویشگاه بر میزان غلظت سرب در ریشه در هر سه رویشگاه در سطح اطمینان 95 درصد معنی‌دار است اما در مورد برگ و شاخه گونه زبان‌گنجشک در رویشگاه ولیعصر و پارک اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (جدول 3).

جدول 3. مقایسه و گروه‌بندی میانگین غلظت سرب در اندام‌های مختلف (ppm)

تیمار (رویشگاه‌ها)	برگ	شاخه	ریشه
میدان امام	1/373A	1/177A	2/968A
خیابان ولیعصر	1/072B	0/918B	2/522B
خیابان پارک سیفیه	0/98 B	0/832 B	1/928C

2-3. تأثیر زمان بر میزان غلظت سرب در اجزای مختلف درختان

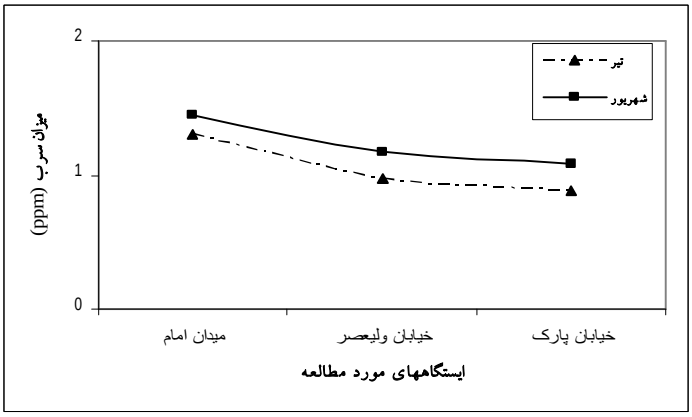
نتایج آزمون دانکن نشان داد که تأثیر زمان‌های مورد مطالعه بر میزان غلظت سرب در برگ و شاخه درختان گونه زبان‌گنجشک در سطح اطمینان 95 درصد معنی‌دار نبوده است، اما نتایج مقایسه میانگین غلظت سرب در ریشه نشان داد که میانگین‌ها در ماه‌های تیر و شهریور از اختلاف معنی‌داری برخوردار هستند (جدول 4).

جدول 4. مقایسه و گروه‌بندی میانگین غلظت سرب در اندام‌های مختلف (ppm)

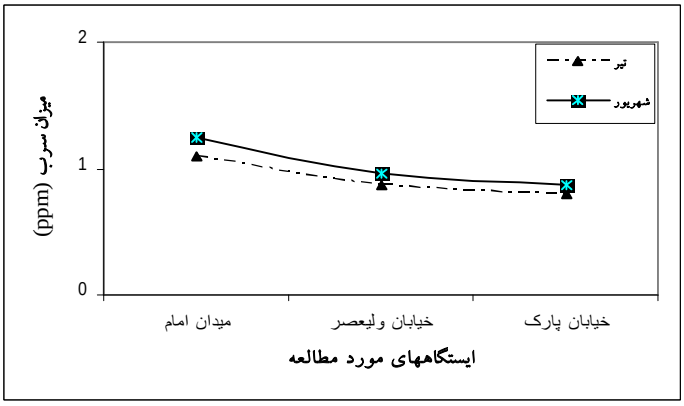
تیمار (زمان)	برگ	شاخه	ریشه
شهریور	1/149A	0/98A	2/960A
تیر	1/134A	0/97A	1/986B

3-3. تأثیر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در اجزای مختلف درختان

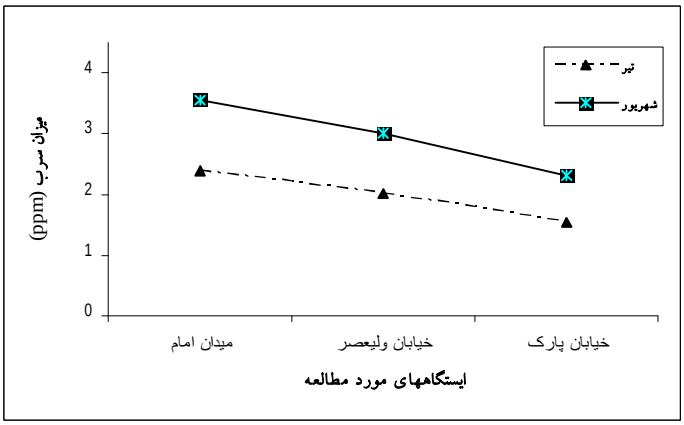
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در برگ، شاخه و ریشه زبان‌گنجشک در سطح اطمینان 95 درصد معنی‌دار می‌باشد. همان‌طور که در شکل‌های 1، 2 و 3 مشاهده می‌شود بالاترین مقدار غلظت سرب در برگ، شاخه و ریشه مربوط به رویشگاه میدان امام در شهریور ماه به‌ترتیب با 1/39، 1/22 و 3/55 ppm و کمترین مقدار آن مربوط به رویشگاه خیابان پارک سیفیه در تیر ماه به‌ترتیب با 0/88، 0/83 و 1/55 ppm می‌باشد.



شکل1. اثر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در برگ درختان زبان‌گنجشک



شکل2. اثر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در شاخه درختان زبان‌گنجشک



شکل3. اثر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در ریشه درختان زبان‌گنجشک

٤. بررسی میزان غلظت سرب در گونه چنار

4-1. تأثیر رویشگاه بر میزان غلظت سرب در اجزای مختلف درختان

نتایج آزمون دانکن نشان داد که تأثیر رویشگاه بر میزان غلظت سرب در برگ، شاخه و ریشه درختان گونه چنار در سطح اطمینان 95 درصد معنی‌دار بوده است. همچنین این آزمون نشان داد که میانگین میزان-های غلظت سرب پارامترهای مورد مطالعه و در هر سه رویشگاه از اختلاف معنی‌داری برخوردار هستند (جدول 5).

جدول 5. مقایسه و گروه‌بندی میانگین غلظت سرب در اندام‌های مختلف (ppm)

تیمار (رویشگاه‌ها)	برگ	شاخه	ریشه
میدان امام	2/017A	1/836A	4/136A
خیابان ولیعصر	1/839 B	1/580 B	3/700 B
خیابان پارک سیفیه	1/406 C	1/200 C	2/640 C

4-2. تأثیر زمان بر میزان غلظت سرب در اجزای مختلف درختان

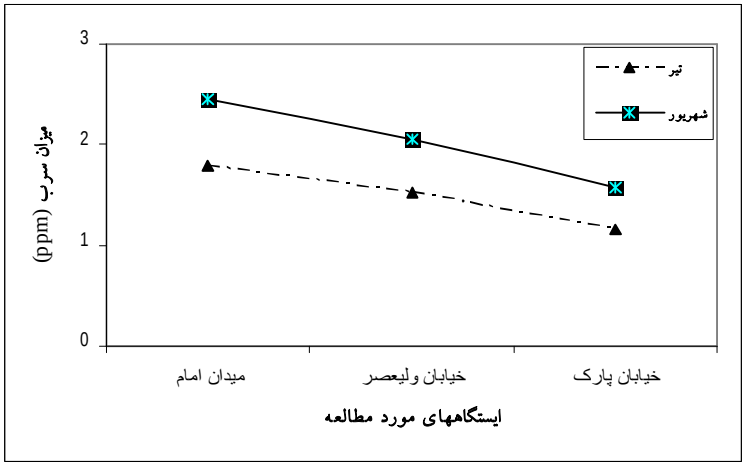
نتایج آزمون دانکن نشان داد که تأثیر زمان‌های مورد مطالعه بر میزان غلظت سرب در برگ درختان گونه چنار در سطح اطمینان 95 درصد معنی‌دار نبوده است اما میانگین‌های میزان غلظت سرب در اندام‌های شاخه و ریشه در زمان‌های مورد مطالعه از اختلاف معنی‌داری برخوردار است (جدول 5).

جدول 6. مقایسه و گروه‌بندی میانگین غلظت سرب در اندام‌های مختلف درختان (ppm)

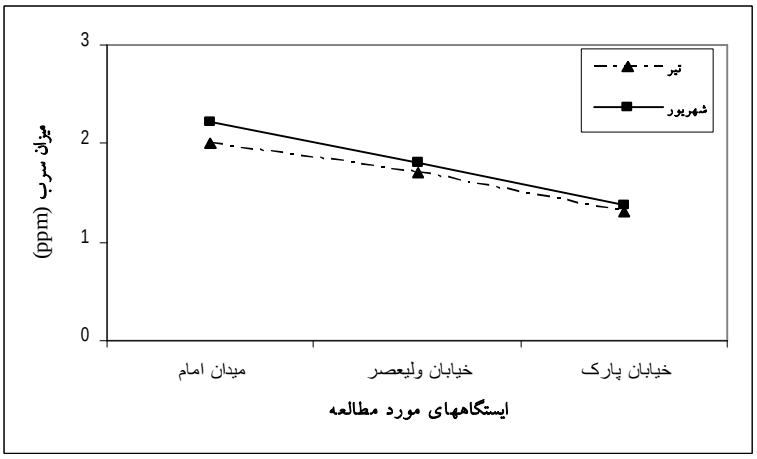
تیمار (زمان)	برگ	شاخه	ریشه
شهریور	1/86A	1/70 A	4/01 A
تیر	1/74A	1/487B	3/260B

4-3. تأثیر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در اجزای مختلف درختان

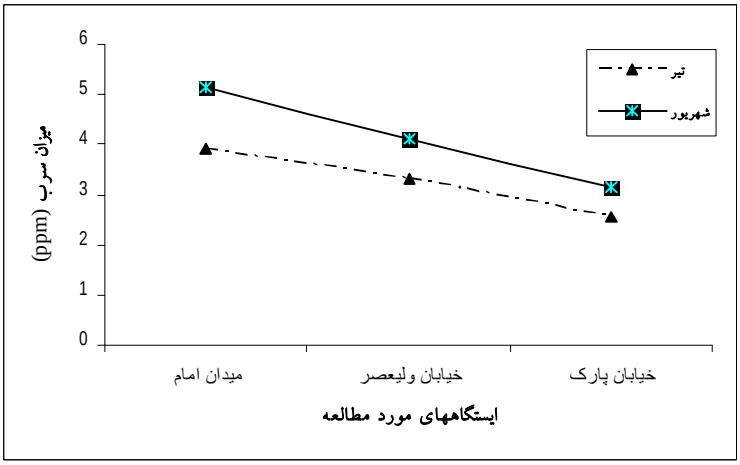
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در برگ، شاخه و ریشه گونه چنار در سطح اطمینان 95 درصد معنی‌دار می‌باشد. همانطور که در نمودارهای 4، 5 و 6 مشاهده می‌شود بالاترین مقدار غلظت سرب در برگ، شاخه و ریشه مربوط به رویشگاه میدان امام در شهریور ماه به ترتیب با 2/46، 2/22 و 4/93 ppm و کمترین مقدار آن مربوط به رویشگاه خیابان پارک سیفیه در تیر ماه به ترتیب با 1/31، 1/16 و 2/54 ppm می‌باشد.



شکل4. اثر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در برگ درختان چنار



شکل 5. اثر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در شاخه درختان چنار



شکل 6. اثر متقابل رویشگاه و زمان بر میزان غلظت سرب در ریشه درختان چنار

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق ملاحظه گردید که میزان غلظت سرب در برگ، شاخه و ریشه درختان مورد مطالعه در رویشگاه‌های آلوده بیشتر از رویشگاه شاهد بوده و به ترتیب خیابان پارک سیفیه، خیابان ولیعصر و میدان امام افزایش می‌یابد. از آنجایی‌که محیط نقش مهمی در جذب سرب توسط گونه‌های گیاهی دارد به نظر می‌رسد با توجه به بالاتر بودن غلظت سرب موجود در هوا در رویشگاه میدان امام در مقایسه با سایر رویشگاه‌ها، میزان جذب سرب در برگ، شاخه و ریشه درختان گونه‌های مورد مطالعه در این ایستگاه بیشتر بوده است. رحمانی و همکاران (1379) و لستر و همکاران[1]،(2006) در تحقیقات خود بیان نمودند که میزان جذب سرب توسط گیاهان متناسب با غلظت آن در محیط افزایش می‌یابد.

[1] Laster et al

نتایج تحقیق نشان داد که میزان سرب در برگ، شاخه و ریشه گونه‌های درختی مورد مطالعه در طی زمان‌های مورد مطالعه دارای نوسان بوده و روند آن به‌ترتیب تیر و شهریور افزایش نشان می‌دهد. با توجه به این‌که جذب عناصر در گیاهان یک پدیده فعال فیزیولوژیک می‌باشد لذا در ماه‌های گرم سال با افزایش دما و تنفس، میزان جذب افزایش می‌یابد. پورفرهادی (1373) و شاه منصوری (1374) در مطالعات خود نقش فصول و ماه‌های مختلف را در میزان جذب سرب در گیاهان مورد بررسی قرار دادند و اظهار داشتند که بیشترین میزان جذب سرب در فصل تابستان و شهریور ماه صورت می‌پذیرد. سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرداری تهران نیز بیشترین میزان سرب در گیاهان را در اواخر شهریور ماه گزارش نمود (بی‌نام، 1373). سایر نتایج حاکی از این است که غلظت سرب در اندام‌های مختلف گونه چنار بیشتر از گونه زبان‌گنجشک می‌باشد. این تفاوت می‌تواند ناشی از مسن بودن پایه‌های گونه چنار نسبت به گونه زبان‌گنجشک باشد که وهابی و قدسی (1364) در تحقیقات خود این مطلب را تایید کرده و اعلام نمودند که میزان سرب موجود در اندام‌های پایه‌های مسن نسبت به پایه‌های جوانتر به مراتب بیشتر می‌باشد.

میزان غلظت سرب در ریشه بیشتر از اندام‌های هوایی بوده و به‌ترتیب شاخه، برگ و ریشه افزایش پیدا می‌کند. جذب سرب عمدتاً توسط ریشه و از انتهایی‌ترین بخش آن صورت می‌گیرد و به همین دلیل بیشترین میزان تجمع سرب را در ریشه گونه‌های گیاهی اتفاق می‌افتد، همچنین میزان غلظت فلزات سنگین در ریشه گیاهان تقریباً از میزان آن در خاک پیروی می‌کند (پاکاچی[1]، 2000). سرعت رشد گونه‌ها و ضریب انتقال سرب از اندام زیر زمینی به اندام هوایی از مهمترین عوامل افزایش آن در اندام هوایی (برگ و شاخه) گیاهان محسوب می‌گردد (گریتسیوک و همکاران[2]، 2006).

در رویشگاه‌های مورد مطالعه، میزان سرب موجود در خاک به ترتیب میدان امام، خیابان ولیعصر و خیابان پارک سیفیه و در زمانهای مورد مطالعه به ترتیب تیر و شهریور افزایش یافته است. با توجه به اینکه میزان غلظت سرب موجود در هوا در شهریور ماه در مقایسه با تیر ماه بیشتر بوده است، لذا افزایش میزان غلظت سرب خاک نیز ناشی از این امر می‌باشد که نتایج بررسی رحمانی و همکاران (1379) صحت این مطلب را تایید می‌کند. شاه‌منصوری (1374) در مطالعات خود بیان نمود که در فصل تابستان غلظت سرب موجود در نمونه‌های خاک افزایش محسوسی نسبت به سایر فصول داشته‌است.

مطالعات سامانی‌مجد و همکاران (1386) نشان داد که کلوئیدهای رسی موجود در سطح خاک با جذب سرب مانع از آبشویی و انتقال آن به لایه‌های پایین خاک می‌گردند و به همین دلیل بیشترین میزان غلظت سرب در افق‌های سطحی خاک (0 تا 5 سانتی‌متر) قابل مشاهده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میزان غلظت سرب به‌دلیل شرایط خاص رویشگاه میدان امام از جمله درصد رس بالا و PH پایین، بیشتر از سایر رویشگاه‌ها است و این نکته نتایج مطالعات مشابه را تایید می‌کند. کاباتا، (2001) در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که برخی از فاکتورهای خاک نظیر pH پایین و غلظت کم فسفر از عوامل افزایش دهنده جذب سرب توسط گیاهان محسوب می‌شوند.

[1] **Pukacki**
[2] **Grytsyuk et al**

منابع

1- بی‌نام، 1373. بررسی میزان جذب سرب در برخی از گونه های زینتی تهران. انتشارات سازمان پارکها و فضای سبز شهرداری تهران، 72 صفحه.

2- پور فرهادی، ک. 1373. بررسی میزان جذب سرب هوای تهران توسط گیاهان همیشه سبز و تعیین گونه‌های مقاوم تر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته محیط زیست دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، 108 صفحه.

3- خادم حقیقت، م.1370. توزیع سرب در برگهای چنار نسبت به مرکز تـردد خودروهـا در منـاطق مختلف شهر تهران، انتشارات جهاد دانشگاهی، 63 صفحه.

4- رحمانی، ح.، کرباسی، م. و حاج‌رسولی، ش. 1379. آلودگی گیاه بوسیله سرب حاصل از وسائط نقلیه در محدوده برخی از بزرگراههای ایران. مجله محیط شناسی، 77:26-83.

5- سامانی مجد، س.، تائبی، ا. و افیونی، م. 1386. آلودگی خاک حاشیه خیابان‌های شهری به سرب و کادمیوم. مجله محیط‌شناسی، 43: 10- 1.

6- شاه منصوری، م. 1374. بررسی اکولوژیک آلودگی ناشی از سرب در رودخانه زاینده‌رود، مجله آب و فاضلاب، شماره 16: 3-11.

7- عباسپور، م. 1383. مهندسی محیط زیست (2 جلدی). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، 1107صفحه.

8- فاضلی، م.، ریاحی بختیاری، ع. و حبیبی، م. 1379. اندازه‌گیری میزان سرب اراضی تحت کشت کاهو در حاشیه جاده سراسری مازندران. دو ماهنامه علمی و پژوهشی دانشور دانشگاه شاهد، 31: 88 -83.

9- کشاورز شکری، ع. 1383. بررسی تأثیر اسیدیته خاک بر روی قابلیت دسترسی مواد مغذی N.P.K و فلزات سنگین در روند رشد توده‌های دست کاشت توسکای ییلاقی، افرا پلت و کاج تدا در جنگل سیاهکل شمال ایران. رساله دکتری رشته علوم محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، 128 صفحه.

10- میرغفاری، ن. 1384. بررسی غلظت سرب در تعدادی از گونه‌های گیاهی طبیعی اطراف معـدن سرب و روی ایرانکوه اصفهان. مجله منابع طبیعی ایران، 3: 644-635.

11- وهابی، ع. و قدوسی، ج. 1364. پراکنش سرب در گیاه و خاک باغستانهای مختلف چای لاهیجان نسبت به جاده. انتشارات جهاد دانشگاهی، 127صفحه.

12-Adriana, D. C. 1986. Trace element in the terrestrial environment. Journal of Springer-verlag, 19:470-477.

13-Grytsyuk, N., Arapis, G., Perepelyatnikova, L., Ivanova, T., and Vynogradska, V. 2006. Heavy metal effects on forage crop yields and estimation of elements accumulation in plants as affected by soil. Journal of Science of the Total Environment, 354: 224-231.

14- Department of Geology., (2007). Internal Report, Tehran , Iran.

15- Department of Meteorology., (2007). Internal Report, "Data and Files of the Department of Meteorology" Tehran , Iran.

16-Kabata, P. A. 2001. Trace elements in soils and plants. CRC press, 36: 4-33.

17-Kruatrachue, M., Rotkittikhun, P., Chaiyarat, R., Paijitprapaporn, A., and Baker, A. J. M. 2006. Uptake and accumulation of lead by plants from the Bo Ngam lead mine area in Thailand. Journal of Environmental Pollution, 144: 681-688.

18-Lester, J. N., Muchuweti, M., Birkett, J. W., Chinyanga, E., Zvauya, R., and Scrimshaw, M. D. 2006. Heavy metal content of vegetables irrigated with mixtures of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe. Journal of Agriculture, Ecosystems & Environment, 112:41-48.

19-Majdi, H. and Persson, H. 1989. Effects of road traffic pollutants (lead and cadmium) on tree fine root along a motor road. Journal of Plant and Soil, 119(1): 1-5.

20-Mikanova, O. 2006. Effect of heavy metals on some soil biological parameters. Journal of Geochemical Exploration, 88: 220-223.

21-Pukacki, P. M. 2000. Effects of sulphur, fluoride and heavy metal pollution on the chlorophyll fluorescence of Scot pine (Pinus sylvestris L.) needles. Journal of Dendrobiology, 45: 83-88.