

اثرهای فاصله از جاده بر تجمع فلزات سنگین در خاک و برگ بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در بزرگراه الشتر - خرم‌آباد

هوا حسنونند^۱، فرهاد قاسمی آقباش^{۲*}، عیسی سلگی^۳ و ایمان پژوهان^۴

- ۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
- ۲- استادیار، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
- ۳- استادیار، گروه علوم محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران.
- ۴- دانش‌آموخته دکتری مهندسی جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۴/۱۷

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۹/۲۷

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی مقدار جذب فلزات سنگین در خاک و برگ بلوط ایرانی در بزرگراه الشتر - خرم‌آباد انجام گرفت. به همین منظور در روی پنج ترانسکت در فاصله‌های صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متری دو طرف جاده قطعات نمونه ۱۰×۱۰ متر پیاده شدند. در داخل قطعات نمونه ۳۰ نمونه خاک به صورت ترکیبی و همچنین به طور تصادفی از درختان در تمامی جهت‌های تاج ۳۰ نمونه برگ جمع‌آوری شد. بعد از آماده‌سازی نمونه‌ها مقدار غلظت فلزات سنگین سرب، مس و روی خاک و برگ با استفاده از دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که غلظت فلزات سنگین در خاک با افزایش فاصله از جاده کاهش یافته بود. مقادیر میانگین غلظت عناصر در خاک در فاصله‌های صفر، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متر به ترتیب برابر با ۴/۶، ۲/۶۵ و ۳ برای سرب، ۵۶/۱۳، ۵۵/۳۸ و ۵۵/۳۲ برای روی و ۴۴/۸۱، ۴۵/۳۴ و ۳۸/۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای مس به دست آمد. همچنین مقادیر غلظت این عناصر در برگ به ترتیب ۰/۵، ۰/۴ و ۰/۲ برای سرب، ۳۴/۶، ۵۷/۳ و ۳۸/۰۰ برای روی و ۸/۵، ۷/۳ و ۸/۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای مس حاصل شد. همچنین نتایج نشان داد که بین مواد آلی و مس خاک در سطح پنج درصد همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد. مقادیر غلظت فلزات سنگین در برگ درختان بلوط ایرانی از مقادیر استاندارد جهانی کمتر بوده و این گونه درختی می‌تواند فلزات سنگین را در خود تجمع دهد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی هوا، بلوط ایرانی، برگ، خاک، فلزات سنگین.

مقدمه

خصوص ممنوعیت استفاده از سوخت‌های غیراستاندارد اعمال‌شده ولی به دلیل افزایش بار ترافیکی غلظت عناصر سنگین حاشیه جاده‌ها و بزرگراه‌ها در حال افزایش است (Monks et al., 2009).

پژوهش‌های زیادی توسط محققان در گیاهان و خاک‌های کنار جاده انجام شده است. گزارش‌ها حاکی از آن است که غلظت فلزات سنگین در گیاهان و خاک‌های کنار جاده نسبت به فاصله‌های دورتر از جاده بیشتر بوده و عمدتاً دلایل آن گازهای گلخانه‌ای و ساییدگی در قطعات خودرو (Dolan et al., 2006). Wang and Qin, 2007)، بار ترافیکی بالا (Masoudi et al., 2012, Werkenthin et al., 2014, Ogundele et al., 2015, Akbar et al., 2006) و افزایش اسیدهای محلول ناشی از دود آگزوز وسایط نقلیه گذری (Botsou et al., 2016) است. تحقیقات انجام شده نشان داده است که غلظت عناصر کروم، مس، نیکل، سرب و روی در خاک سطحی و در پنج متر اول حاشیه جاده بیشتر است (Werkenthin et al., 2014). ترکیبات برگ‌ها نظیر هیدرات‌های کربن و پرولین نیز تحت تأثیر آلودگی هوا قرار گرفته به طوری که Omidi و همکاران (2015) وجود همبستگی مثبت بین آنها را در سطح معنی‌داری یک درصد را گزارش کرده‌اند. به‌طورکلی درختان می‌توانند مقادیر زیادی از آلودگی‌های موجود به‌ویژه فلزهای سمی و سنگین را بدون این‌که آسیبی به آنها وارد شود را جذب کرده و از محیط خارج نمایند و میزان سازگاری، بومی بودن و رشد گونه از جمله مؤلفه‌هایی است که قابلیت درختان را در کاهش آلاینده‌های محیط‌زیستی تعیین می‌کنند.

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرهای ترافیک بر غلظت فلزات سنگین سرب، روی و مس بر خاک و

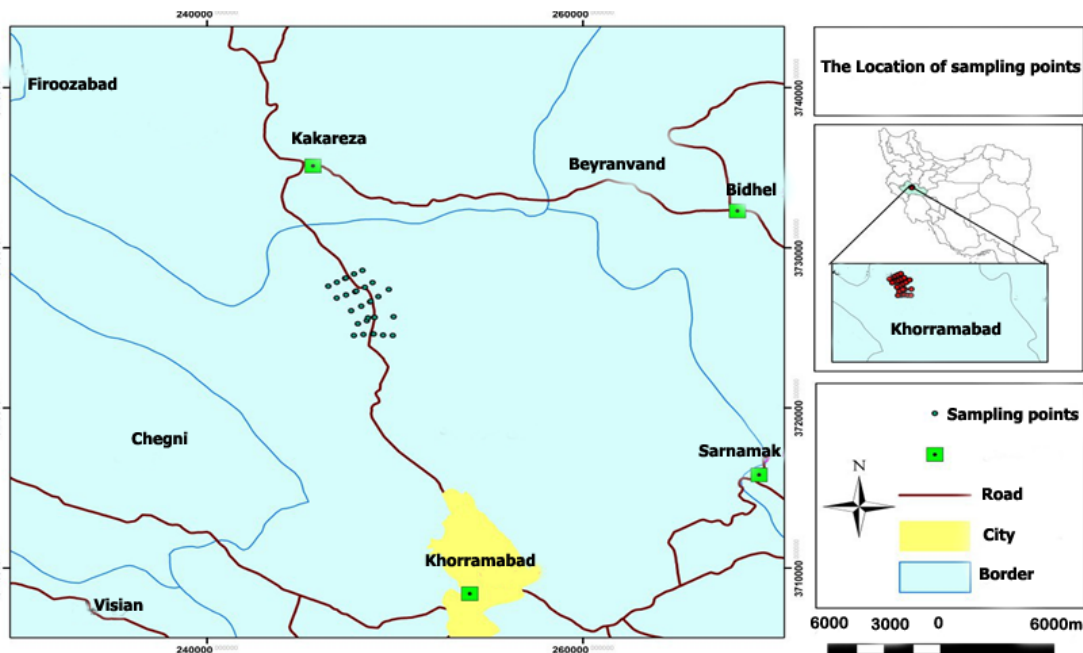
گونه‌های گیاهی به‌ویژه درختان و درختچه‌ها نقش مهمی در جذب بسیاری از گازها، آلاینده‌های هوا و ذرات گردوغبار موجود در هوا را دارند بنابراین کیفیت زندگی شهری را بهبود می‌بخشند (Rai and Mishra, 2013). هر چند درختان و گیاهان از عوامل اصلی مقابله با آلودگی هوا محسوب می‌شوند، ولی چنانچه مقادیر این آلودگی در هوا افزایش یابد گیاهان به‌عنوان موجودات زنده از آسیب مصون نمی‌مانند. در این میان برگ‌ها به‌عنوان یک نشانگر خوب در برابر آلاینده‌های هوا هستند (Leghar and Zaidi, 2013). فلزات سنگین به دلیل غیرقابل تجزیه بودن و اثرهای فیزیولوژیک آنها بر موجودات زنده، حتی در غلظت‌های بسیار کم نیز حائز اهمیت بوده و از عوامل مختل‌کننده زیست‌بوم‌ها به شمار می‌آیند. آلودگی گیاهان و خاک حاشیه جاده به فلزات سنگین به دلیل احتمال ورود این آلاینده‌ها به زنجیره‌های غذایی، خطری جدی برای سلامتی بشر و حیوانات به‌شمار می‌رود. با گسترش شهرنشینی و توسعه صنایع، آلودگی خاک‌های حاشیه جاده‌ها به فلزات سنگین که به‌طور عمده منشأ آنها وسایط نقلیه است، به یک معضل زیست‌محیطی جهانی تبدیل شده است (Aslam et al., 2013). کادمیوم، سرب، روی و مس از جمله فلزات سنگین آلاینده خاک و گیاهان حاشیه جاده‌ها محسوب می‌شوند که به‌طور عمده از سوخت‌های فسیلی، ساییدگی لاستیک اتومبیل‌ها، نشت روغن، خوردگی تدریجی باتری ماشین‌ها و قسمت‌های فلزی آنها مانند رادیاتورها حاصل می‌شوند (Aslam et al., 2013; Akbar et al., 2006). به‌منظور حفاظت زیست‌بوم‌ها از آلودگی فلزات سمی، بررسی آلودگی خاک‌ها و گیاهان حاشیه جاده‌ها به این فلزات بسیار ضروری است. اگرچه قوانین و مقرراتی در

منطقه مورد بررسی با مختصات جغرافیایی $33^{\circ}42'36''$ تا $33^{\circ}45'33''$ عرض شمالی در 20 کیلومتری شمال غربی خرم‌آباد قرار گرفته است. ارتفاع از سطح دریای منطقه در حدود 1600 متر است. موقعیت منطقه مورد بررسی در کشور و استان لرستان در شکل ۱ آورده شده است.

درختان بلوط ایرانی حاشیه بزرگراه الشتر - خرم‌آباد انجام شد تا مشخص شود که دامنه تأثیر ترافیک بر فلزات سنگین خاک و گیاهان تا چه مسافتی از بزرگراه است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد بررسی



شکل ۱- موقعیت بزرگراه الشتر - خرم‌آباد و توزیع نقاط نمونه‌برداری

Figure 1. The location of Aleshtar-Khorramabad highway and distribution of sampling points

کیسه‌های پلاستیکی زیپ کپ جهت انتقال به آزمایشگاه ذخیره شدند. نمونه‌های خاک خشک شده در دو مرحله، یک بار با الک دو میلی‌متری و بار دیگر با الک $0/149$ میلی‌متری الک شدند. برخی ویژگی‌های خاک نظیر هدایت الکتریکی، اسیدیته، بافت و مواد آلی خاک با روش‌های استاندارد سنجیده شدند. فلزات سنگین سرب، روی و مس در نمونه‌های خاک با استفاده از روش هضم اسیدی و دستگاه جذب اتمی مورد سنجش قرار گرفتند (Kakulu and Jacob, 2006).

نمونه‌برداری، آماده‌سازی و تجزیه نمونه‌های خاک به‌منظور نمونه‌برداری از خاک مسافتی به طول چهار کیلومتر از بزرگراه در نظر گرفته شد. در این مسافت پنج ترانسکت با فاصله یک کیلومتر از همدیگر عمود بر محور بزرگراه پیاده شدند. در روی هر ترانسکت در فاصله‌های صفر (حاشیه بزرگراه)، 500 و 1000 متری از هر دو طرف بزرگراه قطعات نمونه 10×10 متری مستقر و نمونه‌های خاک به‌صورت ترکیبی و در کل قطعات نمونه به تعداد 30 نمونه و از عمق 20 - 0 سانتی‌متری برداشت شدند. نمونه‌ها پس از برداشت در

نمونه برداری، آماده سازی و تجزیه نمونه های برگ

نمونه های برگ درخت بلوط ایرانی از تمامی قسمت های تاج و در قطعات نمونه پیاده شده برداشت شدند. نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزمایشگاه قرار داده شده و پس از خشک شدن در آن ۶۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت با آسیاب برقی به صورت پودر درآمدند. سپس یک گرم از نمونه های خشک شده با ترکیب اسیدی (HNO_3 و H_2O_2) در دمای ۱۲۰- ۱۱۵ درجه سانتی گراد به مدت چهار ساعت در دستگاه هضم کننده قرار داده شد. برای سنجش فلزات سنگین سرب، روی و مس از دستگاه جذب اتمی مدل Analiticaljena contra 700 استفاده شد (Wang and Qin, 2007). شاخص تجمع زیستی (BCF) جهت مشخص کردن توانایی درختان بلوط ایرانی برای تحمل و تجمع فلزات سنگین در اندام های خود از رابطه ۱ به دست آمد.

رابطه (۱) مقدار فلزات در خاک/مقدار فلزات در برگ = شاخص تجمع زیستی
اگر BCF بزرگ تر از یک باشد عناصر بیش انباشتگر هستند، اگر کوچک تر از یک باشد عناصر تجمع دهنده به حساب می آیند و اگر تقریباً مساوی صفر باشد عناصر دافع حساب می شوند (Zacchini et al., 2008).

تجزیه و تحلیل آماری

داده های حاصله با استفاده از نرم افزار Excel دسته بندی شدند. سپس آماره های میانگین، کمترین و بیشترین، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی متغیرهای مورد استفاده توسط نرم افزار SPSS تعیین شدند. توزیع نرمال داده ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk

بررسی شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها برای مقایسه غلظت فلزات سنگین در برگ و خاک در بین قطعات نمونه مختلف از آنالیز واریانس یک طرفه و در صورت غیر نرمال بودن، به منظور جدا کردن گروه های مختلف از آزمون کروسکال والیس و من ویتنی یو استفاده شد. برای بررسی همبستگی بین مقادیر غلظت فلزات سنگین در خاک و ویژگی های خاک نیز از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

آماره های توصیفی غلظت فلزات سنگین سرب، مس و روی در خاک و برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. بر این اساس کمترین، بیشترین و میانگین به ترتیب ۰/۳۸، ۷/۳۴ و ۳/۴ میلی گرم بر کیلوگرم برای فلز سرب، ۲۱/۲۵ و ۷۳/۹۸ و ۴۳/۷۴ میلی گرم بر کیلوگرم برای فلز مس و ۳۶/۹۲، ۸۶/۹۲ و ۵۶/۳۱ میلی گرم بر کیلوگرم برای فلز روی بود. همچنین بر اساس نتایج مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک کمترین، بیشترین و میانگین اسیدیته ۶/۴۳، ۷/۷۸ و ۶/۷، هدایت الکتریکی ۰/۵۰، ۰/۷۰ و ۰/۱۳ دسی زیمنس بر متر و مواد آلی ۰/۶۱، ۱/۶۸ و ۰/۹۶ درصد بود. بافت خاک نیز در منطقه مورد بررسی بیشتر لومی شنی بود.

بر اساس نتایج کمترین، بیشترین و میانگین غلظت فلزات سنگین برگ درختان به ترتیب ۰/۳۳، ۵/۷۱ و ۰/۶۵ میلی گرم بر کیلوگرم برای فلز سرب، ۶/۱۴، ۱۱/۴۷ و ۸/۲۶ میلی گرم بر کیلوگرم برای فلز مس ۱۸/۳۳، ۶۸/۳۲ و ۳۰/۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم برای فلز روی بود.

Table 1. Descriptive statistics of soil heavy metal concentrations and some soil characteristics in the highway

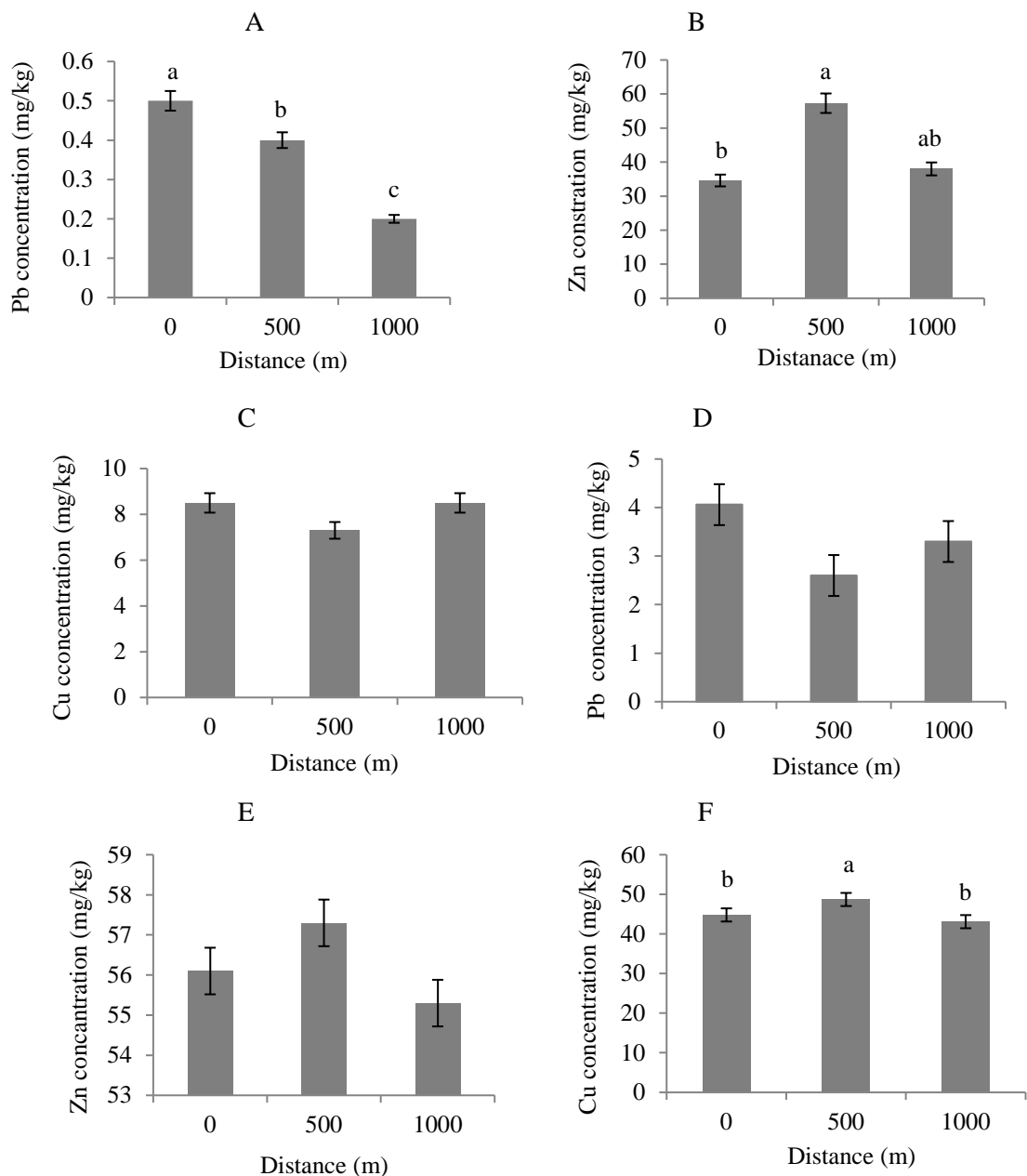
کشیدگی Kutosis	چولگی Skewness	انحراف معیار Std.Devition	میانگین Mean	بیشترین Maximun	کمترین Minimum	تعداد Number	
0.1	0.1	1.54	3.42	7.34	0.38	30	سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Pb (mg/kg)
0.4	0.1	14.89	43.74	73.98	21.25	30	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Cu (mg/kg)
0.9	1.56	11.39	31.56	86.92	36.92	30	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn (mg/kg)
4.50	22.67	0.11	0.13	0.7	0.5	30	هدایت الکتریکی Ec (ds/m)
1.6	2.79	2.51	6.76	7.78	6.43	30	اسیدیته pH
0.9	32.3	0.22	0.96	1.68	0.61	30	ماده آلی Organic mater (%)
-0.92	-0.04	8.87	14.28	34.6	3.50	30	درصد رس Clay (%)
-0.42	1.27	13.61	50.63	8.46	19.35	30	درصد شن Sand (%)
54	29.73	10.84	35.09	60.80	4.00	30	درصد سیلت Silt (%)

Table 2. Descriptive statistics of heavy metal concentrations of leaves in the highway

کشیدگی Kutosis	چولگی Skewness	انحراف معیار Std.Devition	میانگین Mean	بیشترین Maximun	کمترین Minimum	تعداد Number	
3.5	29.2	0.96	0.65	5.71	0.33	30	سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Pb (mg/kg)
0.66	0.51	1.30	8.26	11.47	6.14	30	مس (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Cu (mg/kg)
1.62	3.57	11.39	30.50	68.32	18.33	30	روی (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Zn (mg/kg)

غلظت مس برگ‌ها در فواصل مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. همچنین نتایج مربوط به غلظت عناصر سنگین خاک نشان داد که فقط غلظت مس در فاصله‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌دار بوده و دو فلز روی و سرب هیچ اختلاف معنی‌داری را در فاصله‌های مختلف نشان ندادند (شکل ۲).

نتایج حاصل از مقایسه‌های میانگین غلظت فلزات سنگین برگ‌ها و خاک در فاصله‌های مختلف از بزرگراه نشان داد که غلظت سرب برگ‌ها در حاشیه بزرگراه نسبت به فاصله‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ متری بیشتر بوده و اختلاف معنی‌داری را در سطح پنج درصد نشان داد. در خصوص غلظت روی برگ‌ها نیز بیشترین غلظت در فاصله ۵۰۰ متری مشاهده شد؛ اما



شکل ۲- مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در خاک و برگ بلوط ایرانی در فواصل مختلف از بزرگراه. A- غلظت فلز سرب در برگ، B- غلظت فلز روی در برگ، C- غلظت فلز مس در برگ، D- غلظت فلز سرب در خاک، E- غلظت فلز روی در خاک، F- غلظت فلز مس در خاک.

Figure 2. Comparison of the average of heavy metal concentrations in soil and leaves of Persian oak at different distances from highway. A- Pb concentration in Leaf, B- Zn concentration in leaf, C- Cu concentration in leaf, D- Pb concentration in soil, E- Zn concentration in soil, F- Cu concentration in soil

سنگین سرب، روی و مس در برگ درختان کمتر از حد مجاز در گیاهان است. همچنین غلظت فلز مس در حد مجاز است (جدول ۳).

مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در برگ درختان بلوط ایرانی با محدوده‌های استاندارد Kabata-Pendias (1992) برای گیاهان برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم نشان داد که غلظت فلزات

جدول ۳- مقایسه غلظت فلزات سنگین در برگ درختان بلوط ایرانی با محدوده‌های استاندارد گزارش شده توسط Kabata-Pendias and Pendias (1992) برای گیاهان (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Table 3. Comparison of heavy metals concentrations in leaves of Persian oak with a range of standard study reported by Kabata-Pendias and Pendias, 1992 for plants (mg/ kg)

محدوده بحرانی در گیاهان Critical area in plant	محدوده مجاز در گیاهان Authorized limit plant	میانگین غلظت در برگ در پژوهش حاضر The average concentration in the leaves of this study	فلزات سنگین Heavy metals
30-300	0.2-20	0.6	سرب Pb
100-400	1-400	30.50	روی Zn
25-90	7.53-8.44	8.26	مس Cu

مقایسه مقادیر استاندارد حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین با محدوده‌های استاندارد گزارش شده توسط USEPA (1983) و میانگین جهانی (Pope et al., 2005) در خاک نشان داد که غلظت فلزات سنگین سرب، روی و مس در خاک مورد بررسی از مقادیر گزارش شده توسط USEPA (1983) بیشتر بود. همچنین غلظت‌های سرب و مس نیز از میانگین جهانی (Pope et al., 2005) بیشتر بود (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه مقادیر استاندارد حداکثر غلظت مجاز فلزات سنگین با محدوده‌های استاندارد گزارش شده توسط USEPA (1983) و میانگین جهانی (Pope et al., 2005) در خاک (برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم)

Table 4. Comparison of the amounts of standard values for the maximum allowable concentration of heavy metals with standard ranges reported by the USEPA, 1983 and global mean (Pope et al., 2005) in soil (mg/kg)

میانگین جهانی The global average	USEPA	میانگین غلظت در خاک پژوهش حاضر The average concentration in the soil of this study	فلزات سنگین Heavy metals
29.2	10	35.42	سرب Pb
59.8	5	56.31	روی Zn
25.8	30	43.74	مس Cu

نتایج حاصل از تجزیه همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین و ویژگی‌های خاک نشان داد که غلظت‌های مس و روی با ماده آلی خاک به ترتیب همبستگی منفی و مثبت معنی‌داری در سطح پنج درصد دارند. همچنین درصد سیلت با غلظت روی و ماده آلی خاک به ترتیب همبستگی مثبت و منفی معنی‌داری در سطح پنج درصد دارند. درصد با ماده آلی خاک نشان داد (جدول ۵).

جدول ۵- آزمون همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین و ویژگی های خاک

Table 5. Spearman correlation coefficient between heavy metals and soil characteristics

درصد شن Sand (%)	درصد سیلت Silt (%)	درصد رس Clay (%)	مواد آلی Organic mater	هدایت الکتریکی EC	اسیدیته pH	روی Zn	مس Cu	سرب Pb	
								1	سرب Pb
							1	-0.28	مس Cu
						1	0.09	-0.02	روی Zn
					1	0.32	-0.02	0.26	اسیدیته pH
				1	-0.16	0.13	0.04	0.13	هدایت الکتریکی EC
			1	-0.13	0.17	0.39*	0.46*	0.17	مواد آلی Organic mater
		1	0.06	0.16	0.33	0.02	-0.06	-0.03	درصد رس Clay (%)
	1	0.04	-0.01*	-0.13	0.16	0.46*	-0.21	0.09	درصد سیلت Silt (%)
1	0.08	-0.34	-0.44*	0.21	-0.24	0.06	0.31	-0.15	درصد شن Sand (%)

* Showes significant correlation at 0.05 level.

* نشان دهنده همبستگی در سطح ۰/۰۵ است.

به ترتیب ۰/۲، ۰/۲ و ۰/۵ میلی گرم بر کیلوگرم است. طبق طبقه بندی پیشنهادی Ma و همکاران (2001) برای گیاهان $BCF < 1$ گونه بلوط ایرانی به عنوان گونه تجمع دهنده فلزات سنگین است.

مقادیر متوسط شاخص تجمع زیستی فلزات سنگین از خاک به برگ در گونه بلوط ایرانی در جدول ۶ آورده شده است. بر این اساس مقدار شاخص تجمع زیستی برای عناصر سرب، مس و روی

جدول ۶- مقادیر شاخص تجمع زیستی (BCF) فلزات سنگین از خاک به برگ

Table 6. Amounts of heavy metals biological concentration factor (BCF) from soil to leaf

روی Zn	مس Cu	سرب Pb	شاخص زیستی BC
0.5	0.2	0.2	

زیست بوم های جنگلی دارای اهمیت است. نتایج غلظت فلزات سنگین خاک در فاصله های مختلف از بزرگراه نشان داد که میانگین غلظت فلزات سرب و روی با افزایش فاصله از جاده هرچند دارای روند تقریباً نزولی بودند ولی از نظر آماری اختلاف معنی داری را نشان ندادند اما غلظت مس خاک در فاصله ۵۰۰ متری افزایش معنی داری نسبت به حاشیه بزرگراه داشته است. از جمله دلایل این افزایش می توان به

بحث

فلزات سنگین از طریق منابع بی شماری مانند سوخت های فسیلی، صنایع ذوب آهن، صنایع شیشه سازی، آبکاری فلزات و حجم ترافیک وارد محیط زیست می شوند (Mansour et al., 2014). برخی از آنها مانند سرب و کادمیوم در غلظت های پایین برای فیزیولوژی و بیوشیمی موجودات زنده مضر هستند. کسب آگاهی و دانش در خصوص وضعیت این عناصر در خاک در

داشته باشد. برگ درختان شاخص زیستی مناسبی برای بررسی آلودگی‌های اتمسفری است. فلزات سنگین به واسطه گردوغبار و باران روی برگ‌ها رسوب می‌کنند. مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین در برگ درختان با محدوده‌های استاندارد می‌تواند وضعیت آلودگی جوی منطقه را نمایان سازد. بر همین اساس مقایسه غلظت‌های سرب، روی و مس با محدوده‌های استاندارد (Kabata-Pendias and Pendias (1992) برای گیاهان نشان داد که غلظت فلزات سرب و روی کمتر از حد مجاز و غلظت فلز مس نیز در حد مجاز برای گیاهان است. مس از جمله عناصر مؤثر در ساختار آنزیم‌های کاتالیزوری بوده و منبع آن در گیاهان بیشتر عوامل سنگ‌بستر، زائدات کشاورزی، ترافیک جاده‌ای و خاکستر است (Aksoy et al., 2010; Wu and Zhang, 2005). به‌هرحال بالا بودن مقدار آن از حد استاندارد می‌تواند در رشد ریشه گیاهان بازدارندگی‌هایی ایجاد نموده و مسمومیت گیاهی را به‌دنبال داشته باشد (Tisdal et al., 1993). برخلاف برگ درختان، نتایج تحقیق نشان داد که در خاک حاشیه بزرگراه غلظت فلزات سنگین از حد مجاز استاندارد بیشتر بوده و عامل تأثیرگذار در این زمینه، به‌خصوص غلظت سرب، عامل ترافیک است (Mansour et al., 2014). بر اساس نتایج تحقیق مشخص شد که بین غلظت مس و ماده آلی خاک همبستگی منفی معنی‌داری وجود دارد. تحقیقات گذشته نیز نشان داده‌اند که مس در اثر شلاته شدن با مواد آلی به‌صورت غیرقابل استفاده درآمده و یک ارتباط منفی بین قابلیت در دسترس بودن آن با ماده آلی خاک وجود دارد (Inaba and Takenaka, 2005)؛ اما بر اساس گزارش (Wu and Zhang (2010) فقط مقدار کمی از مس توسط ماده آلی شلاته شده و مقدار مس خاک با وجود ماده آلی خاک افزایش می‌یابد.

وجود اراضی کشاورزی در این فاصله اشاره نمود. منابع ورودی عنصر مس به خاک زباله‌های شهری، صنعتی، کشاورزی، کودها و مواد شیمیایی هستند که از طریق کودهای حیوانی مایع و جامد و یا کودهای معدنی آن را به خاک اضافه می‌کنند (Wu and Zhang, 2010). این یافته‌ها با نتایج برخی از پژوهشگران (Grigalaviciene et al., 2005; Botsou et al., 2016) همخوانی دارد. بر اساس یافته‌های تحقیق بیشترین غلظت سرب برگ‌ها و خاک در حاشیه بزرگراه مشاهده شد. Werkenthin و همکاران (2014) نیز گزارش دادند که سرب تنها فلزی است که با شدت ترافیک همبستگی مثبتی را نشان می‌دهد. باوجود به‌کارگیری قوانین و مقرراتی به‌منظور محدود کردن انتشار سرب، در بسیاری از کشورهای جهان سرب به‌عنوان شاخص‌ترین فلز حاشیه جاده‌ها شناخته شده است (Pleniscar and Zupancic, 2005). پژوهش‌های دیگری نیز ارتباط مستقیم مقادیر آلودگی خاک و گیاه کنار جاده به عناصر سنگین با حجم ترافیک را تأیید کرده‌اند (Aslam et al., 2013; Botsou et al., 2010; Chen et al., 2010; Wen et al., 2017; Werkenthin et al., 2014). استفاده از بنزین‌های سرب‌دار و همچنین سایش تایرهای وسایط نقلیه عبوری عاملی مهم در افزایش غلظت روی و سرب برگ درختان حاشیه جاده عنوان شده است (Mansour et al., 2014). همچنین بالا بودن وزن مخصوص سرب و در نتیجه رسوب سریع آن روی برگ‌ها و خاک حاشیه جاده توسط Rahmani and Haj Kalbasi (1995) گزارش شده است. و همکاران (2012) نیز اظهار داشتند که افزایش میزان سرب در خاک حاشیه جاده‌ها با افزایش میزان ترافیک ارتباط داشته و به نظر می‌رسد انتشار سرب در غبار جاده‌ها می‌بایست منابعی غیر از احتراق بنزین نیز باید

نداشت؛ بنابراین می‌توان چنین استنباط کرد که سرب توسط ریشه‌های گیاهان جذب می‌شود به عبارتی بین غلظت سرب در گیاهان حاشیه جاده با فاصله از جاده ارتباط معکوسی وجود دارد. البته به این مسئله نیز باید توجه کرد که مقدار و سرعت باد و همچنین پوشش گیاهی منطقه می‌توانند سطوح اندازه‌گیری فلزات را تغییر دهند.

مقادیر متوسط شاخص تجمع زیستی فلزات سنگین از خاک به برگ در گونه بلوط ایرانی نشان داد که این گونه فلزات سنگین را در خود تجمع می‌دهد. موافق با نتایج این تحقیق، در بررسی Khodakarami و همکاران (2009) نیز بلوط ایرانی در ارتباط با انباشت آلاینده سرب در رده گیاهان ابر جاذب قرار گرفت که از نظر جذب ریشه‌ای توان بالایی دارد.

در کل نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت‌های سرب، روی و مس در خاک و برگ درختان با افزایش فاصله از جاده روند کاهشی داشته و غلظت مس در فاصله ۵۰۰ متری افزایش معنی‌داری را نسبت به حاشیه بزرگراه نشان داد. غلظت‌های مس و روی به- ترتیب همبستگی منفی و مثبت معنی‌دار با ماده آلی خاک نشان دادند. بررسی شاخص تجمع زیستی نیز نشان داد که بلوط ایرانی به‌عنوان گونه تجمع دهنده فلزات سنگین عمل می‌کند.

Chen و همکاران (2010) نیز به همبستگی مستقیم غلظت‌های مس، سرب و روی با ماده آلی کل خاک اشاره داشته‌اند. در پژوهش حاضر غلظت‌های سرب و روی با ماده آلی خاک ارتباط مستقیم داشتند که فقط در مورد روی این همبستگی معنی‌دار بود. وجود ارتباط قوی و مثبت بین سرب و مس در بسیاری از تحقیقات گزارش شده است (Werkenthin *et al.*, 2014)؛ اما در تحقیق حاضر مطابق با نتایج Kluge and Wessolek (2012) ارتباط معنی‌داری بین این دو عنصر مشاهده نشد. انتشار مس و روی با کاهش فعالیت‌ها ارتباط دارد (Hjorenkrans *et al.*, 2006)؛ بنابراین این همبستگی می‌تواند دلیلی بر وجود ارتباط مثبت بین این دو عنصر باشد. در تحقیق حاضر نیز همبستگی مثبتی بین این دو عنصر مشاهده شد. مطابق با نتایج Kluge and Wessolek (2012) در تحقیق حاضر بین اسیدیته خاک و غلظت‌های سرب، روی و مس ارتباط معنی‌داری مشاهده نشد. درحالی‌که Werkenthin و همکاران (2014) با بازنگری ۲۷ بررسی در ۶۴ سایت پژوهشی اروپا گزارش دادند که بین اسیدیته خاک با غلظت‌های سرب، روی و مس همبستگی مثبت وجود دارد و در مورد فلز سرب این همبستگی معنی‌دار است. مطابق با نتایج Yousefi و همکاران (2013)، در تحقیق حاضر نیز بین غلظت سرب و درصد رس همبستگی معنی‌داری وجود

References

- Addo, M. A., E.O. Darko., C. Gordon., B.J.B. Nyarko & J.K. Gbadago, 2012. Heavy Metal Concentrations in Road Deposited Dust at Ketu-South District, Ghana, *International Journal of Science and Technology*, 2(1): 28-39.
- Akbar, K.F., W.H.G. Hale., A. D. Headley & M. Athar, 2006. Heavy Metal Contamination of Roadside Soils of Northern England, *Soil and Water Research*, 4: 458-163.
- Aksoy, A., F. Demirezen & A. Duman, 2005. Bioaccumulation, detection and analyses of heavy metal pollution in Sultan Marsh and its environment, *Water Air Soil Pollution*, 164 (14): 241-255.
- Anonymos, 1983. Office of solid waste and emergency response, hazardous waste land treatment (USEPA), sw 874, 273 p.
- Aslam, J., S. Ahmad Khan & S. Haque Khan, 2013. Heavy metals contamination in roadside soil near different traffic signals in

- Dubai, United Arab Emirates, *Journal of Saudi Chemical Society*, 17: 315-319.
- Botsou, F., A. Sungur., E. Kelepertzis & M. Soylak, 2016. Insights into the chemical partitioning of trace metals in roadside and off-road agricultural soils along two major highways in Attica's region, Greece, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 132: 101-110.
 - Chen, X., X. Xia, Y. Zhao & P. Zhang, 2010. Heavy metal concentrations in roadside soil and correlation with urban traffic in Beijing, *China*, 188: 640-646.
 - Cicchella, D., B. De Vivo., A. Lima., S. Albanese & L. Fedele, 2008. Urban geochemical mapping in Campania region, Italy, *Geochemical Exploration Environmental Anales*, 8(1): 19-29.
 - Dolan, M.S., C.E. Clapp., R.R. Allmaras., J.M. Baker & J.A.E. Molina, 2006. Soil organic carbon and nitrogen in a Minnesota soil as related to tillage, residue and nitrogen management, *Soil Tillage Research*, 89: 221-231.
 - Grigalaviciene, I., V. Rutkoviene & V. Marozas, 2005. The accumulation of heavy metals Pb, Cu and Cd at roadside forest soil, *Polish Journal of Environmental Studies*, 14(1): 109-115.
 - Hjortenkrans, D.S.T., B.G. Bergbäck & A.V. Häggerud, 2006. New metal emission patterns in road traffic environments, *Environmental Monitoring Assessment*, 117: 85-98.
 - Inaba, S & C. Takenaka, 2005. Changes in chemical species of copper to brown forest soil in Japan, *Water, Air and Soil Pollution*, 162: 285-293.
 - Kabata-pendis, A & H. Pendis, 1992. Trace Element in soils and Plants, CRC Press, London.
 - Khodakarami, Y., A. Shirvani., K. Amiri., M. Matinizadeh & H. Safari, 2009. Comparison of lead absorption in organisms (root, stem and leaf) of Oak (*Quercus brantii*) and Pistachio (*Pistacia atlantica*) seedlings by spraying, *Iranian Journal of Forest*, 1(4): 313-320. (In Persian).
 - Kakulu, S.E & J. Jacob, 2006. Comparison of digestion methods for trace metal determination in moss samples. Proceeding of the National Conference the Faculty Science, university of Abujapp, 38: 78-81.
 - Kluge, B & G. Wessolek, 2012. Heavy metal pattern and solute concentration in soils along the oldest high way of the world - the AVUS Autobahn, *Environmental Monitoring Assessment*, 184: 6469-6481.
 - Leghari, S & M. Asrar zaidi, 2013. Effect of air pollution on the morphology of common plant species of Quetta city, *Pakistan Journal of Botany*, 45: 447-454.
 - Ma, L.Q., K.M. Komar., C. Tu., W. Zhang., Y. Cai & E.D. Kennelley, 2001. A fern that hyperaccumulates arsenic, *Nature*, 409(6820): 579.
 - Mansour, R, 2014. The pollution of tree leaves with heavy metal in Syria, *International Journal of ChemTech Research*, 6(4): 2283-2290.
 - Masoudi, S.N., M. Ghajar Sepanlo & M.A. Bahmanyar, 2012. Distribution of lead, cadmium, copper and zinc in roadside soil of Sari - Ghaemshahr, road, Iran, *Agricultural Research*, 7: 198-204.
 - Monks, P.S., C. Granier., S. Fuzzi., A. Stohl., M.L. Williams., H. Akimoto. M. Amann., A. Baklanov & R. Vonglasow, 2009. Atmospheric composition change global and regional air quality, *Atmospheric Environment*, 43: 5268-5350.
 - Ogundele, D.T., A.A. Adio & O.E. Oludele, 2015. Heavy Metal Concentrations in Plants and Soil along Heavy Traffic Roads in North Central Nigeria, *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 5: 334.
 - Omidi, N., N. Seyedi., A. Banj Shafiei & N. Abbaspour, 2015. Content of carbohydrates and proline of Oriental plane (*Platanus orientalis* L.) leaf in air pollution stress, case study: Urmia city, *Forest Research and Development*, 1(2):109-122.
 - Pleniscar, A & N. Zupancic, 2005. Heavy metal contamination of roadside soil along Ljubljana-Obrezhe highway, *RM Z-Materials Geo Environment*, 52: 403-418.
 - Pope, J.M., M.E. Farago, I. Thornton & E. Cordos, 2005. Metal enrichment in zlatna, a Romanian copper smelting town, *Water, Air and soil pollution*, 162: 1-18.
 - Rahmani, H & M. Haj Kalbasi, 1995. Lead contamination of the vehicles in the range of highway, Iran, *Journal of Environmental Studies*, 26: 78 -83.
 - Rai, P & R.M. Mishra, 2013. Effect of urban air pollution on epidermal traits of road side tree species, *Pongamia pinnata* (L) Merr, *Journal of Environmental Scil Toxicology Food Technology*, 2: 2319-2402.

- Solgi, e., N. Roohi & M. Kouroshi-Gholampour, 2016. A comparative study of metals in roadside soils and urban parks from Hamedan metropolis, Iran, *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 6: 169-175.
- Tisdal, L.S., W.L. Nelson., J.D. Beaton & J.L. Havlin, 1993. *Soil Fertility and Fertilizers*, 5th edn, Macmillan, New York, NY.
- Yousefi, M., M. Ehteshami & S. Sadrnejad, 2013. Lead Contamination and Pollution Indexes in Roadside Soil in Tehran, Iran, 7th National Conference on Civil Engineering, 9 p. (In Persian)
- Wang, x.s & Y. Qin, 2007. Relationships between heavy metals and iron oxides, fulvic acids t particle size fractions in urban roadside soils, *Environmental Geology*, 88: 52-63.
- Wen, X., Q. Wang., G. Zhang., J. Bai., W. Wang & SH. Zhang, 2-17. Assessment of heavy metals contamination in soil profiles of roadside Suaedasalsa wetland sina Chinese delta, *Physics and Chemistry of the Earth*, 97: 71-76
- Werkenthin, M., B. Kluge & G. Wessolek, 2014. Metals in European roadside soils and soil solution- A review, *Environmental Pollution*, 189: 98-110.
- Wu, C & L. Zhang, 2010. Heavy metal concentrations and their possible source in paddy soils of a modern agricultural zone, southeastern China, *Journal of Environ Earth Science*, 60(1): 45-56.
- Zacchini, M., F. Pietrini., G. Mugnozza & V. Lori, 2008. Metal tolerance, accumulation and translocation in poplar and willow clones treated with cadmium in hydroponics, *Water Air Soil Pollution*, 197: 23-34.

The distance from road effects on heavy metals accumulation in soil and leaves of Persian oak trees (*Quercus brantii*) in Aleshtar– Khorramabad highway

H. Hasnvand¹, F. Ghasemi Aghbash^{*2}, E. Soilgi³ and I. Pazhohan⁴

1- M.Sc. of Forestry, Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer University, Malayer, I.R. Iran.

2- Assistant Professor, Department of Rangeland and Watershed Management, Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer University, Malayer, I.R. Iran.

3- Assistant Professor, Department of Environment Science, Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer University, Malayer, I.R. Iran.

4- Ph.D. of Forest Engineering, Faculty of Natural Resource, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran.

Received: 08.07.2017

Accepted: 18.12.2017

Abstract

Heavy metals are important environmental pollutants which cause risks for humans, plants and microorganisms by entering to the food chains. This study was done to determine the adsorption of heavy metals in soil and leaves of Persian oak trees in Aleshtar - Khorramabad highway. For this purpose, on the five transects at intervals of 0, 500 and 1000 meters on each side of the road, plots with 10 × 10 meters were selected. In each plot, 30 soil samples and 30 leaf samples from all directions of crown were collected. After preparation of samples, concentration of heavy metals of lead, copper and zinc on soil and leaves were measured using atomic absorption device. The results showed that the concentration of soil heavy metals decreased with increasing distance from the road. The amount of heavy metal concentration in soil was obtained respectively in distances 0, 500 and 1000 meters 4.6, 2.65 and 3 for lead, 56.13, 55.38 and 55.32 for zinc and 44.81, 45.34 and 38.00 mg/kg for copper. Also the amount of heavy metal concentration in leaves was obtained respectively in distances 0, 500 and 1000 meters 0.5, 0.4 and 0.2 for lead, 34.6, 57.3 and 38.00 for zinc and 8.5, 7.3 and 8.6 mg/kg for copper. The results also showed that there is a significant negative correlation between organic matter and soil copper at the 5% level. The concentrations of heavy metals in Persian Oak leaves are lower than the standard values of the world and so this tree species can accumulate heavy metals.

Keywords: Heavy metals, Leaf, Soil, Persian oak, Weather pollution.

* Corresponding author:

Email: ghasemifarhad@yahoo.com

