مجله دانشکده بهداشت وانستیتوتحقیقات بهداشتی
تابستان ۱۳۹٤، دوره ۱۳، شماره دوم، صفحه ۹٤- ۷۹

ارزیابی خطرآفرینی اکولوژیک کادمیوم و سرب در خاک بوستان‌های شهری و جنگلی شهر اسدآباد

عیسی سلگی: استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران- نویسنده رابط: e.solgi@malayeru.ac.ir
فائزه یاراحمدی: کارشناس، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۱۱ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۳/۳۱**

چکیده

زمینه و هدف: غنی‌شدگی فلزات سنگین در خاک سطحی اکوسیستم شهری می‌تواند سبب ایجاد خطر اکولوژیک شود. در این پژوهش، بررسی مقدماتی به منظور ارزیابی پتانسیل خطر اکولوژیک آلودگی سرب و کادمیوم در خاک بوستان‌های شهری اسدآباد انجام شده است.
روش کار: نمونه‌های خاک از بوستان‌های شهری اسدآباد برداشت شد و غلظت فلزات سنگین با استفاده از روش جذب اتمی تعیین شد. همچنین بر اساس غلظت کادمیوم و سرب، فاکتور آلودگی(CF)، درجه آلودگی(C_{deg}) و وضعیت پتانسیل خطر اکولوژیک (RI) خاک بوستان‌های شهری محاسبه شد.
نتایج: یافته‌های اولیه نشان دادند که بوستان های شهری شهر اسدآباد دارای درجه آلودگی کم هستند. همچنین ارزیابی پتانسیل خطر اکولوژیک بالقوه (RI) نشان داد که میزان تجمعی فلزات سنگین خاک خطر اکولوژیک قابل توجهی ندارد. همچنین کادمیوم نسبت به سرب خطر اکولوژیک بیشتری را ایجاد می‌کند.
نتیجه گیری: این یافته‌ها نشان می‌دهد که با آن که خاک بوستان‌های شهری ممکن است به سبب غنی‌شدگی برخی فلزات سنگین آلوده باشند لیکن به طور کلی در حال حاضر خطر اکولوژیک آنها کم و ناچیز است. نتایج حاضر برای برنامه ریزی، ارزیابی خطر و تصمیم گیری توسط مدیران محیط زیستی این منطقه بسیار مناسب است.
واژگان کلیدی: فلزات سنگین، خاک سطحی، بوستان شهری، خطر اکولوژیک، اسدآباد

مقدمه

آلودگی فلزات سنگین به دلیل پایداری‌شان در محیط و سمیت‌شان برای موجودات زنده، به موضوعی نگران کننده در سراسر جهان تبدیل شده است (Chakraborty et al. 2009). به سبب رشد سریع شهرنشینی و صنعتی شدن در بسیاری از نقاط جهان، فلزات به طور مداوم به محیط زیست منتشر شده و تهدید بزرگی برای سلامت انسان هستند. کیفیت محیط زیست شهری از اهمیت حیاتی برخوردار است چرا که در حال حاضر بیشتر مردم در شهرها زندگی می کنند. شهرنشینی منجر به جایگزینی اکوسیستم های طبیعی با مصنوعی می شود که اثرات شیمیایی، فیزیکی و روانی در انسان دارند (Al Obaidy and Al Mashhadi 2013). خاک شهری نه تنها بخش مهمی از اکوسیستم شهری است (Li et al. 2001)، بلکه به عنوان مخزن و منبع آلاینده، توانایی انتقال مواد آلاینده به آب‌های زیرزمینی، زنجیره غذایی و بدن انسان را دارد (Wong et al. 2006). در نتیجه، خاک شهری شاخصی مناسب برای

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

بررسی کیفیت محیط شهری است (Christoforidis and Stamatis 2009) افزون بر این، کیفیت زندگی و سلامت افراد را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Van Kamp et al. 2003). آلودگی خاک شهری به فلزات سنگین از جمله مسائل مهم محیط زیستی است که مطابق نتایج به دست آمده، از شایع‌ترین آلاینده‌ها در خاک شهری هستند (Banerjee et al. 2003; Chen et al. 2005) نتایج پژوهش های گوناگون صورت گرفته در این زمینه، لزوم شناخت بهتر از میزان آلودگی خاک‌های شهری را نشان می‌دهند (Li et al. 2011; Xia Rizo et al. 2011; Chen et al. 2010; Al Obaidy and Al Mashhadi 2013). بیشتر این پژوهش‌ها در مورد آلودگی خاک به فلزات سنگین بوده است. در دو دهه گذشته پژوهش های بسیاری در زمینه ویژگی خاک‌های شهری انجام شده است و نتایج این پژوهش‌ها در بسیاری از شهرهای سراسر جهان نشان از افزایش غلظت فلزات سنگین در خاک دارند (Figueiredo et al. 2011; Yang et al. 2011; Camargo et al. 2007; Manta et al. 2002; Marjanović et al. 2009; Yesilonis et al. 2008). فلزات سنگین در خاک‌های شهری از طریق فعالیت‌های مختلف انسانی، از قبیل صنعتی و تولید انرژی، ساخت و ساز، اگزوز خودرو، دفع زباله و همچنین احتراق سوخت و ذغال سنگ وارد خاک شده و سبب آلودگی این خاک‌ها می‌شوند (Li et al. 2011; Figueiredo et al. 2007; Biasioli et al. 2006). فعالیت‌های مذکور سبب ورود فلزات سنگین به هوا شده و در نهایت از طریق ذرات حاوی فلز وارد خاک شهری می‌شوند. رابطه نزدیک بین غلظت فلزات سنگین در خاک و گرد و غبار هوا وجود دارد. همچنین فلزات سنگین در خاک از طریق ذرات معلق و گرد و غبار تولید شده وارد هوا شده و بر کیفیت هوای محیط شهری تاثیر می‌گذارند (Cyrys et al. 2003; Gray et al. 2003). بر خلاف خاک‌های کشاورزی، خاک‌های شهری به ویژه در بوستان‌ها و مناطق مسکونی برای تولید محصول و مواد غذایی استفاده نمی‌شوند ولی تاثیر مستقیم بر سلامت عمومی دارند. بلع گرد و غبار و خاک یکی از مسیرهای اصلی تماس کودکان با فلزات سنگین و شبه فلزات از طریق رنگ، بنزین سرب‌دار، وسایل نقلیه و صنایع است (Madrid et al. 2002). سرب جایگزین کلسیم استخوان شده، در تولید آنزیم هم اختلال ایجاد می کند. همچنین باعث اختلال در تولید آنزیم های کلیوی شده، مشکلات استخوانی، خونی و کلیوی را به همراه خواهد داشت. سرب باعث عقب ماندگی ذهنی نوزادان می گردد. کادمیوم، پس از ورود به بدن جایگزین روی شده، باعث اختلال در کار بعضی آنزیم ها از جمله آدنوذین تری فسفاتاز می گردد. عوارض سوء ناشی از کادمیوم شامل افزایش فشار خون، تخریب کلیه ها، تخریب بافت های بیضه و تخریب گلبول‌های قرمز، برونشیت و آمفیزم مزمن و غیره می‌باشد (Kamarehei et al. 2010).

بنابراین با توجه به اهمیت بوستان‌ها و فضای سبز، مطالعه آلودگی خاک به فلزات سنگین در بوستان‌های شهری توجه ویژه‌ای شده و در این راستا پژوهش‌هایی نیز انجام شده است (Madrid et al. 2002; Li et al. 2011; Chen et al. 2005; Marjanovic et al. 2009). Madrid و همکاران به بررسی توزیع فلزات سنگین در خاک بوستان های شهری سویل اسپانیا پرداخته و شاخص بار آلودگی (PLI) فلزات را نیز محاسبه نمودند (Madrid et al. 2002). Chen و همکاران آلودگی فلزات سنگین را در بوستان های شهری Beijing چین مطالعه نمودند (Chen et al. 2005). Marjanović و همکاران آلودگی فلزات را در بوستان ها و فضای سبز بلگراد مورد بررسی قرار دادند (Marjanovic et al. 2009). Doležalová Weissmannová و همکاران به مطالعه آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های شهری استراوا، جمهوری چک، با استفاده از تحلیل مولفه های اصلی پرداختند (Dolezalova Weissmannová et al. 2015).

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

نتایج ارزیابی غلظت و توزیع فلزات در خاک‌های شهری، در برنامه‌ریزی و مدیریت شهری برای نیل به کیفیت محیط زیست شهری و کنترل خطر در ارتباط با افزایش گسترده فلزات سنگین در محیط زیست به کار گرفته می شود. علاوه بر این، نتایج به دست آمده برای اهدافی چون ارزیابی سلامت انسان، اثرات اکولوژیک طولانی مدت، تنظیم حد مجاز فلزات سنگین و شناسایی مکان های آلوده با اولویت پالایش کاربرد دارد (Linde et al. 2005). با این حال، اطلاعات موجود در زمینه فلزات سنگین در اکثر خاک-های شهری کشور وجود ندارد. کادمیوم و سرب از دسته آلاینده‌های خودرویی هستند که به دلیل سمیت زیاد برای طبیعت و انسان ایجاد عوارض متعددی هم چون بیماری های خونی، عصبی و استخوانی مورد توجه محققان بسیاری قرار گرفته‌اند. سرب در نتیجه استفاده از سوخت‌های بنزینی حاوی سرب وارد محیط شهری می‌شود و کادمیوم هم در تایر خودروها وجود دارد و هم از طریق استهلاک خودروها و انتشار ترافیکی به محیط شهری وارد می‌شود (Taebi et al. 2007). بنابراین، مطالعه حاضر با هدف مطالعه و ارزیابی پتانسیل خطر اکولوژیک و انسانی کادمیوم، و سرب در خاک بوستان‌های شهری شهر اسدآباد و تعیین غلظت این دو فلز در قسمت‌های مختلف شهر طراحی شد.

روش کار

در پژوهش حاضر منطقه شهری اسدآباد برای انجام نمونه‌برداری در نظر گرفته شد. ابتدا بازدیدهای مقدماتی از شهر، فضاهای سبز و بوستان‌های عمومی صورت گرفت. مساحت فضای سبز این شهر حدود ٤٠ هکتار است. ارتفاع متوسط از سطح دریا ١٦٠٧ متر است. در مجموع ده بوستان شهری و یک بوستان جنگلی برای مطالعه فلزات سنگین در خاک جهت برداشت نمونه‌های خاک در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری به صورت تصادفی از ١٠ بوستان شهری و ١ بوستان جنگلی ا نجام گرفت موقعیت کلیه نقاط توسط GPS ثبت شد. نمونه‌برداری خاک شهری از عمق ٢٠-٠ سانتی‌متر خاک انجام شد. در مجموع تعداد ١٨ نمونه مرکب خاک برداشت شد (شکل ١) که هر نمونه مرکب شامل ٥ زیر نمونه بود که زیر نمونه‌ها از نقاط مختلف بوستان جمع‌آوری و پس از مخلوط شدن تشکیل یک نمونه مرکب را می‌دادند. وزن نمونه‌های برداشت شده حدود یک کیلوگرم بود که در کیسه-های پلی اتیلنی زیپ کیپ برای آنالیزهای بعدی ذخیره شدند. تا حد امکان از برداشت موادی مانند برگ، شاخه و غیره همراه خاک پرهیز شد. ابتدا خاک‌های نمونه برداری شده هوا خشک، کوبیده و به ترتیب از الک‌های ٢ و ٠/١٥ میلی‌متر عبور داده شدند. در این مرحله نمو نه‌ها در پلاستیک‌های پلی اتیلن به منظور آنالیز نگهداری شدند (Solgi et al. 2014).

آنالیز شیمیایی نمونه ها: یک گرم از نمونه‌های آماده‌سازی شده خاک به دقت توسط ترازوی دیجیتال وزن شده و در لوله‌های هضم کننده قرار داده شد. برای هضم نمونه‌ها از اسید کلریدریک و اسید نیتریک به نسبت ٣ به ١ استفاده شد (Marjanovic et al. 2009). سپس نمونه‌ها در دستگاه هضم کننده (هیتینگ بلاک) قرار گرفتند. به نمونه‌ها تا دمای ١١٠ درجه سانتی گراد به مدت ٤ ساعت گرما داده شد تا رنگ نمونه ها شفاف شود. سپس نمونه‌ها توسط کاغذ صافی واتمن ٤٢ میکرون صاف شدند و در مرحله بعدی نمونه‌ها با استفاه از آب دوبار تقطیر به حجم ٢٥ میلی لیتر رسیده و برای آنالیز توسط دستگاه جذب اتمی آماده شدند. نمونه‌های هضم شده با روش مذکور توسط دستگاه جذب اتمی مدل AAS 8020 اندازه‌گیری شدند. غلظت عنصر سرب توسط دستگاه جذب اتمی به روش شعله و غلظت کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی به روش کوره اندازه‌گیری شد. حد تشخیص دستگاه برای عنصر کادمیوم ppb ٠/٣ و برای عنصر سرب ppm ٠/٠٣بود. برای سنجش EC و pH نمونه‌های خاک از نسبت ٥: ١ خاک به آب مقطر استفاده شد. پارامترهای مذکور توسط دستگاه EC و pH متر اندازه‌گیری

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

شد. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نـرم افزارهـای SPSS و Excel اسـتفاده شـد. پارامترهـای مختلـف آمـاری از قبیـل میانگین، کمتـرین، بیـشترین، انحـراف از اسـتاندارد و اشـتباه (خطای) معیار برای هر یک از فلزات و ویژگی‌های خاک بـه دست آمد. قبل از هر گونه آزمونی ابتدا نرمـال بـودن داده‌هـا توسط آزمون شاپیرویلک بررسی شد. بسته به تبعیـت داده‌هـا از توزیع نرمال از آزمون‌های پارامتری و در غیر این صـورت از آزمون‌های ناپارامتری استفاده شد همچنین همبـستگی بـین فلزات و ویژگی‌های خاک توسط آزمون همبـستگی پیرسـون بررسی شد.

تعیین درجه آلودگی خاک بوستان‌هـای شـهری: بـرای تعیـین بیشتر وضعیت آلـودگی خـاک بوسـتان‌هـای شـهری، فـاکتور آلودگی (CF_X) در کل بوستان‌ها توسـط فرمـول زیـر تعیـین شد. تقسم بندی فاکتور آلودگی در جدول ۱ نشان داده شـده است (Hakanson 1980).

$CF_x = C_x/C_B$

که در آن Cx غلظت فلز در نمونه است و C_B غلظت زمینه فلز است.

همچنین درجه آلودگی خاک (Cdeg) در هر بوستان از طریق جمع مقادیر فاکتور آلودگی (CF_X) فلزات به دست آمد که رابطه آن در زیر آمده است (Abrahim et al. 2007). طبقه بندی درجه آلودگی نیز در جدول ۱ ارائه شده است.

$$C_{deg} = \sum_{i=1}^{m} \frac{CF_x^i}{N}$$

شاخص پتانسیل خطر اکولوژیک (PERI): شاخص خطر یا RI برای ارزیابی درجه خطر اکولوژیک فلزات سنگین در خاک و یا رسوبات معرفی شده است که در اصل توسط Hakanson پیشنهاد شده و به طور گسترده‌ای از آن استفاده می‌شود (Zhi-fang et al. 2009; Fernandes 1997). مقدار RI را می توان با فرمول‌های زیر محاسبه نمود (Hakanson 1980)

$$C_f^i = \frac{C_D^i}{C_R^i}$$

$$E_r^i = T_r^i \times C_f^i$$

$$RI = \sum_{i=1}^{m} E_r^i$$

RI، شاخص پتانسیل خطر اکولوژیک یا مجموع پتانسیل خطر فلزات

E_r^i، فاکتور خطر اکولوژیک هر فلز سنگین

T_r^i فاکتور پاسخ سمیت برای هر فلز سنگین

C_f^i ، فاکتور آلودگی یا ضریب آلودگی

C_D^i غلظت حال حاضر فلزات سنگین در خاک

C_R^i ، میزان غلظت زمینه فلز سنگین i در خاک قبل از صنعتی شدن (مقدار مرجع)

بر اساس رویکرد Hakanson، فاکتور پاسخ سمیت به سرب و کادمیوم، ۵ و ۳۰ است. در این مطالعه غلظت قبل از صنعتی شدن (غلظت زمینه) برای کادمیوم و سرب بر اساس مقادیر پوسته زمین در نظر گرفته شد. Hakanson برای E_r^i پنج طبقه و برای RI چهار طبقه در نظر گرفت که در جدول ۲ نشان داده شده است.

نتایج

پارامترهای آماری کادمیوم و سرب در خاک بوستان‌های مختلف در شهر اسدآباد در جداول ۳ و ٤ ارائه شده است. آنالیز تمامی نمونه‌های خاک نشان داد که همگی این بوستان-ها به فلزات سنگین آلوده شده‌اند. مطابق نتایج این جدول کمترین و بیشترین میزان سرب به ترتیب ۷/۵۰ و ۲۷/۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و کمترین و بیشترین میزان کادمیوم به ترتیب ۰/۱۵ و ۰/۲۲ میلی گرم بر کیلوگرم است.

داده های به دست آمـده مربـوط بـه فـاکتور آلـودگی (CF) کادمیوم و سـرب و درجـه آلـودگی (Cdeg) بوسـتان هـای شهری در جدول ۵ نشان داده شده است. همان گونه که دیده

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

می شود بوستان ۱۰ دارای بیشترین فـاکتور آلـودگی و درجـه آلودگی است.

شاخص پتانسیل خطر اکولوژیک کادمیوم و سرب در خاک هر یک از بوستان‌های شهری در جدول ٦ نشان داده شده است. مقادیر این شاخص در خاک بوستان‌های شهری برای کادمیوم نسبت به سرب بیشتر است. با توجه به نتایج مندرج در این جدول شاخص E_r^i و RI هر دو خطر پایینی را در منطقه نشان می‌دهند.

در تحقیق حاضر به منظور ارزیابی اثر ویژگی‌های خاک بر مقدار فلزات سنگین و همچنین بررسی ارتباط بین این ویژگی‌ها با فلزات سرب و کادمیوم، EC و pH نیز اندازه-گیری شدند که نتایج آن در جدول ۷ مشاهده می‌شود. محدوده pH به ترتیب از ۷/٦۳ تا ۸/٥٤ و میانگین کل pH در بوستان‌ها ۸/۱۷ است. EC هم از شاخص‌های مهم سلامت خاک است که در این مطالعه محدوده EC از ۰/۱۷تا ۱/٦۹و میانگین EC برابر با ۰/٤٥دسی زیمنس بر متر بود.

برای تعیین ارتباط بین فلزات و ویژگی‌های خاک در این تحقیق از همبستگی پیرسون استفاده شد (جدول ۸). نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که بین هیچ کدام از پارامترهای مختلف همبستگی معنی داری وجود ندارد بجز EC و pH که همبستگی معنی دار منفی (معکوس) در سطح ۰/۰۱ وجود داشت.

بحث

حد بحرانی سرب در خاک ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و حد بحرانی عنصر کادمیوم در خاک ۱/۵ تا ۲/۵ میلی گرم بر کیلوگرم است (Dayani et al. 2010). نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که غلظت سرب و کادمیوم در خاک بوستان‌های شهری از حد بحرانی کمتر است و به نظر می‌رسد آلودگی در خاک شهری این شهر هنوز به حد بحرانی نرسیده است لیکن با توجه به افزایش روز افزون این آلاینده‌ها تجاوز از این حدود در آینده نزدیک دور از ذهن نیست. در این مطالعه مقایسه میانگین غلظت این فلزات با مقادیر آنها در برخی از شهرهای مختلف دنیا هم انجام شد که در جدول ۹ ارائه شده است.

همچنان که ذکر شد مقایسه مقادیر آلودگی فلزات در این شهر در مقایسه با سایر شهرهای دنیا (جدول ۹) نشان می‌دهد که مقادیر سرب و کادمیوم در خاک بوستان‌های شهری نسبت به بیشتر شهرهای دیگر دنیا دارای مقادیر کمتری هستند که ممکن است به دلایلی از قبیل حجم ترافیک، حمل و نقل، جمعیت و وسعت کم در این شهر مرتبط باشد. با توجه به این که مقادیر پایه برای خاک منطقه مورد مطالعه در دسترس نیست مقایسه با پوسته زمین نیز در این تحقیق صورت گرفت. مقادیر سرب و کادمیوم در حالت طبیعی در پوسته زمین به ترتیب برابر با ۱۲/۵ و ۰/۲ میلی گرم بر کیلوگرم است (Taylor 1964) که مقدار این فلزات در خاک‌های شهری شهر اسدآباد در مقایسه با مقادیر پوسته زمین مقادیر بالاتری دارند. همچنین در مطالعه‌ای که توسط Madrid و همکاران در شهر سوئل انجام شد نتایج حاکی از آن بود که آلودگی خاک به فلزات سنگین در بوستان‌های شهری به طور عمده می‌تواند در اثر حمل و نقل، ترافیک و فعالیت‌های انسانی باشد (Madrid et al. 2002).

فاکتورهای مختلف فیزکوشیمیایی و زیستی تحرک فلزات را در خاک کنترل می‌کنند. pH خاک از ویژگی‌های مهم شیمیایی است که ظرفیت تبادلی خاک، فعالیت میکروبی خاک، ساختار فیزیکی خاک و دسترسی مواد مغذی را تحت تاثیر قرار می‌دهد و تغییر در pH باعث انتقال فلز از یک فاز به فاز دیگری می‌شود و به این طریق بر تحرک فلز تاثیر می-گذارد (Al Obaidy and Al Mashhadi 2013). pH قلیایی در منطقه باعث کاهش حلالیت فلزات سنگین و کاهش دستیابی زیستی این فلزات می‌شود. مقایسه میانگین pH در دو پارک ۱ و پارک جنگلی ۲ اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ را نشان داد. بیشترین مقدار EC در بوستان ۱ و کمترین مقدار آن در بوستان ۲ که یک بوستان جنگلی

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

می‌باشد مشاهده شد. هدایت الکتریکی خاک توسط فعالیت‌های آبیاری، استفاده از زمین، استفاده از کود و کود کمپوست تحت تأثیر قرار می‌گیرد در بوستان‌های شهری بالا بودن مقادیر EC در خاک‌ها ممکن است به دلیل استفاده از کودهای آلی به ویژه کودهای حیوانی باشد. طی مطالعاتی که Rahmani و همکاران در بزرگراه‌های ایران انجام دادند نتایج بیانگر آن بود که محدوده pH دردامنه ٦/٩ تا ٧/٨ و EC در دامنه ٠/٥ تا ١/٧ دسی زیمنس بر متر است که دلیل آن شست و شو و بارندگی و همچنین بافت سبک تا متوسط خاک عنوان شده است (Rahmani et al. 2001). همچنین Mousavi و همکاران در مطالعه خود در خاک‌های استان همدان به این نتیجه رسیدند که میانگین pH برابر ٧/٧٣ و محدوده pH برابر با ٦/٧٠ تا ٨/٣٧ و میانگین EC برابر ١/٦٩ و محدوده EC برابر با ٠/٣١ تا ٣٨/٨٠ است (Mousavi et al. 2012).) که در این تحقیق EC با تغییرات زیاد و مقدار pH با تغییرات کم بود که تا حدودی همسو با نتایج تحقیق حاضر است. در مجموع از مقایسه این مناطق با منطقه مورد مطالعه دیده می شود که شهر اسدآباد pH بیشتری نسبت به این دو منطقه دارد که نشان دهنده بازی بودن خاک بوستان‌ها است و از لحاظ EC نسبت به این دو منطقه کمتر است. به طور کلی خاک‌های شهری بیشتر شرایط خنثی تا تحت قلیایی دارند که مرتبط با مقادیر بالای کربنات و خاکستر است که منشاء آنها تا حدودی با مواد غیر اصلی مانند آجر و نخاله‌های ساخت و ساز موجود در خاک است که pH را افزایش می‌دهند. از طرف دیگر وضعیت خنثی تا تحت قلیایی خاک شهری ممکن است مربوط به اجزای قلیایی در اتمسفر باشد که در نهایت روی زمین رسوب کرده و pH خاک را تحت تأثیر قرار می دهند (Al Obaidy and Al Mashhadi 2013). برای تعیین ارتباط بین فلزات و ویژگی‌های خاک در این تحقیق از همبستگی پیرسون استفاده شد (جدول ٨). نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که بین هیچ کدام از پارامترهای مختلف همبستگی معنی داری وجود ندارد بجز EC و pH که همبستگی معنی دار منفی (معکوس) در سطح ٠/٠١ وجود داشت. Cui و همکاران در تحقیقی که در شهر Zhangzhou چین انجام دادند همبستگی معنی دار در سطح ٠/٠١ بین دو عنصر سرب و کادمیوم را پیدا کردند (Cui et al. 2011) در حالی که در مطالعه حاضر هیچ گونه همبستگی بین این دو عنصر یافت نشد که به نظر می رسد طبق نتایج به دست آمده منابع متفاوتی از آلودگی داشته باشند.

به خوبی مشخص شده که وجود فلزات سنگین بسیار سمی در خاک می‌تواند سبب انواع گوناگونی از مشکلات بهداشتی شود (Dong et al. 2010). تحقیقات موجود نشان می‌دهند که فلزات سنگین در خاک شهری ممکن است از طریق جذب پوستی و استنشاق گرد و غبار وارد به بدن انسان شوند و در نتیجه به طور مستقیم به ویژه به سلامت کودکان آسیب وارد کنند. آنها همچنین کیفیت محیط زیست شهری را تحت تاثیر قرار می‌دهند و به سلامت انسان به طور غیر مستقیم از طریق آلودگی مواد غذایی، آب و اتمسفر آسیب وارد می سازند (Su et al. 2014). در یک مطالعه روی محتوای سرب در خون کودکان، Yabe و همکاران دریافتند که گرد و غبار ناشی از خاک آلوده در شهر یکی از عوامل مهم بر سلامت انسان است (Yabe et al. 2010). بر اساس این بررسی، حدود ٣٠ درصد از خون کودکان چینی محتوای سرب بیش از استاندارد (١٠٠ گرم/لیتر) داشتند. با توجه به مطالعه Robert و Jones، محتوای سرب در خون کودکان و در خاک شهری رابطه نمایی معنی داری را نشان می دهد (Robert and Jones 2009).

برای بررسی میزان ریسک اکولوژیکی فلزات سرب و کادمیوم در خاک بوستان‌های شهری با استفاده از روابط مذکور RI و Er در این مطالعه محاسبه شد. متوسط مقدار E^i_r برای کادمیوم و سرب پایین تر از ٤٠ است که نشان دهنده خطر کم این فلزات است. مقدار E^i_r برای

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

کادمیوم در محدوده ۳۳-۲۵ و میانگین ۲۸/٦ و برای سرب در دامنه ۱۰/۸-۷ با میانگین ۸/۳٦ است. مقدار RI برای دو فلز مطالعه شده از ۳۲/٦٦ تا ٤۳/۸ با میانگین ۳۷ است که باز هم نشان دهنده خطر کم این دو فلز در مطقه است. کادمیوم بیشترین سهم را در RI دارد و با ۷۷/۳۸٪ عامل اصلی و سرب با ۲۲/٦٪ کمترین نقش را در RI دارد. بنابراین خطر اکولوژیک ایجاد شده ناشی از کادمیوم باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. براساس نتایج به دست آمده همه بوستان‌های نمونه برداری شده ریسک اکولوژیکی کمی را نشان می‌دهند، بالاترین ریسک مربوط به بوستان ۱۰ است. مطابق نتایج به دست آمده از غلظت فلزات سنگین، بیشترین غلظت کادمیوم و سرب در بوستان شهری ۱۰ به وقوع پیوسته است. پایین ترین ریسک نیز متعلق به بوستان جنگلی ۲ است که با توجه به تردد کمتر خودروها در این نقطه و نیز به دلیل دور بودن این بوستان از ناحیه شهری و فعالیت‌های انسانی دانست که نتیجه به دست آمده تا حدی معقول به نظر می‌رسد. همچنین بعد از بوستان جنگلی ۲ کمترین خطر در بوستان شهری ۱۰ مشاهد شد که شاید به سبب دور بودن از ترافیک و سرب ناشی از سوخت بنزین باشد. در واقع این می‌تواند بیانگر موقعیت و محل بوستان در جذب فلزات سنگین باشد. مطالعه Chen و همکاران در پکن چین نشان داد که محل بوستان از عوامل مهم در جذب فلزات سنگین می‌باشد (Chen et al. 2005)، همچنین Taebi و همکاران در تحقیقات خود مشاهده کردند که با فاصله گرفتن از لبه خیابان غلظت سرب و کادمیوم به مراتب کاهش می‌یابد که علت آن حمل و نقل و ترافیک می‌باشد (Taebi et al. 2007).

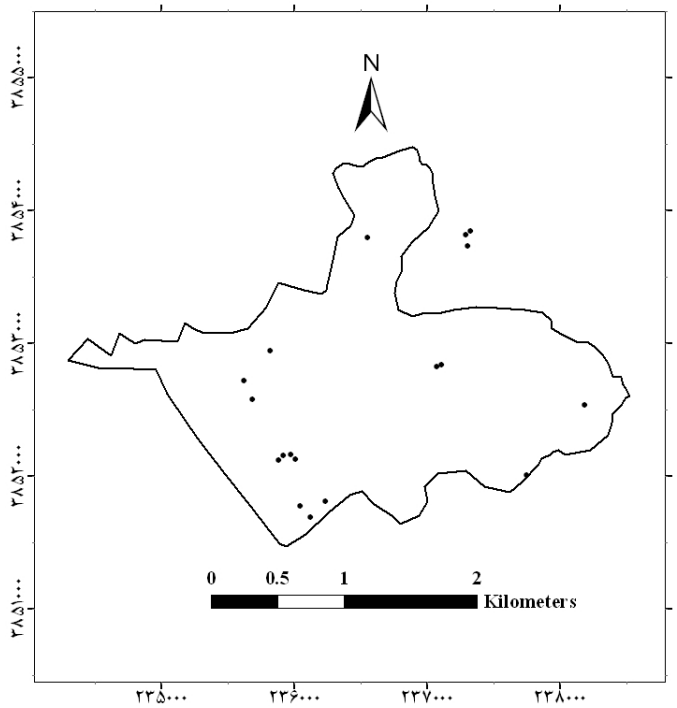
همان طور که دیده می‌شود بیشترین سطح خطر و غلظت کادمیوم و سرب در بوستان شهری ۱۰ به وقوع پیوسته است. مقادیر بالای این دو فلز در این بوستان شهری، با توجه به دور بودن بوستان از مرکز شهر و از طرفی درگیر نبودن با ترافیک و حمل و نقل وسایل نقلیه شهری مثل سایر نقاط شهر، به نظر می‌رسد به دلیل فعالیت‌های انسانی رخ داده باشد. در این ناحیه منازل مسکونی بسیار زیادی وجود دارند که به نظر می‌رسد تولید زباله‌های مسکونی (به عنوان یکی از منابع فلزات سنگین در خاک) بر انباشت فلزات سنگین در خاک تاثیرگذار باشد. مقدار فلزات سنگین موجود در خاک بوستان‌های شهری در شهر کرمان و همچنین شهر بلگراد نشان داد که فلزات سنگین در اثر فعالیت‌های انسانی، زباله، نخاله ساختمانی، ترافیک و فاضلاب وارد خاک می‌شوند (Hamzeh et al. 2009; Marjanovic et al. 2009). از دیگر منابع شهری آلاینده محیط‌زیست می‌توان به دفن زباله‌های شهری، سوزاندن زباله و ژنراتورهای تولید انرژی اشاره کرد (Xiong 1998).

نتیجه‌گیری

با استفاده از روش شاخص پتانسیل خطر اکولوژیک Hakanson، خطر اکولوژیک آلودگی فلزات سنگین در خاک مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که سطوح پتانسیل خطر اکولوژیک دو فلز سنگین در منطقه شهری اسدآباد سطح خطر پایینی دارد. کادمیوم در مقایسه با سرب نقش بیشتری در ایجاد خطر اکولوژیک دارد. بنابراین خطر اکولوژیک ایجاد شده ناشی از کادمیوم باید بیشتر مورد توجه قرار گیرد. شاخص پتانسیل خطر اکولوژیک تجمعی فلزات سنگین معادل ۳۷ محاسبه شد که متعلق به طبقه با خطر کم است. برای جلوگیری از ورود بیشتر منابع آلودگی در اثر فعالیت‌های انسانی بایستی نظارت و مدیریت تقویت شود تا از آلودگی بیشتر فلزات سنگین در خاک های شهری جلوگیری شود. افزون بر این ارزیابی محیط زیستی دقیق‌تر شامل دیگر فلزات سنگین و نیز دیگر اعماق خاک منطقه به منظور توسعه یک دید جامع از میزان آلودگی صورت گیرد. در این تحقیق مشکلات و کاستی هایی نیز وجود داشت که عبارتند از: ۱-فقدان داده های پایه در منطقه مورد مطالعه به دلیل این که این پژوهش اولین مطالعه در زمینه فلزات سنگین

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

در شهر اسدآباد بود. ۲-فقدان مقادیر زمینه این دو عنصر در منطقه مورد مطالعه که سبب شد از مقادیر پوسته زمین برای برآورد درجه آلودگی استفاده شود ۳- همچنین در این تحقیق اگر نمونه برداری در دو عمق سطحی و زیر سطحی و در سایر کاربری های شهری مانند خیابان، مناطق مسکونی و غیره صورت می گرفت نتایج بهتری حاصل می شد



شکل ۱-نقشه شهر اسدآباد و موقعیت بوستان‌های شهری نمونه برداری شده

جدول ۱- کلاس های فاکتور آلودگی (CFx) و درجه آلودگی Cdeg (Luo et al. 2007;Hakanson 1980)

CFx	درجه آلودگی محیط	Cdeg	درجه آلودگی محیط
CFx<۱	آلودگی کم	Cdeg<۵	آلودگی کم
۱<CFx<۳	آلودگی متوسط	۵<Cdeg <۱۰	آلودگی متوسط
۳<CFx<٦	آلودگی قابل توجه	۱۰<Cdeg<۲۰	آلودگی قابل توجه
CFx>٦	آلودگی خیلی زیاد	Cdeg>۲۰	آلودگی خیلی زیاد

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

جدول۲- شاخص‌ها و درجه‌های پتانسیل اکولوژیک آلودگی فلزات (Yao-guo et al. 2010)

E^i_r	درجه خطر اکولوژیک هر فلز	مقادیر RI	درجه پتاانسیل خطر اکولوژیک برای محیط زیست
E^i_r<٤٠	اکولوژیک کم	RI< ١٥٠	کم
٤٠<E^i_r<٨٠	اکولوژیک متوسط	١٥٠≤RI<٣٠٠	متوسط
٨٠<E^i_r<١٦٠	اکولوژیک قابل توجه	≤٣٠٠RI<٦٠٠	قابل توجه
١٦٠<E^i_r<٣٢٠	اکولوژیک بالا	RI<٦٠٠	خیلی بالا
E^i_r ≥٣٢٠	اکولوژیک خیلی بالا		

جدول ۳- پارامترهای آماری کادمیوم (میلی گرم بر کیلوگرم) در خاک بوستان‌های شهری شهر اسدآباد

بوستان	تعداد	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار	خطای معیار
١	٣	٠/١٨	٠/١٩	٠/١٨٢	٠/٠٠٦	٠/٠٠٣
٢	٣	٠/١٥	٠/١٨	٠/١٦٥	٠/٠١٦	٠/٠٠٩
٣	١	٠/١٩	٠/١٩	٠/١٩	–	–
٤	٢	٠/١٨	٠/٢٠	٠/١٨٨	٠/٠١٢	٠/٠٠٨
٥	٢	٠/١٨	٠/١٩	٠/١٨	٠/٠٠٨	٠/٠٠٦
٦	١	٠/٢٠	٠/٢٠	٠/٢٠	–	–
٧	١	٠/١٩	٠/١٩	٠/١٨	–	–
٨	١	٠/١٨	٠/١٨	٠/١٧	–	–
٩	٢	٠/١٨	٠/١٩	٠/١٨	٠/٠٠٣	٠/٠٠٢
١٠	١	٠/٢٢	٠/٢٢	٠/٢٢	–	–
١١	١	٠/٢١	٠/٢١	٠/٢٠	–	–
کل	١٨	٠/١٥	٠/٢٢	٠/١٨	٠/٠١	٠/٠٠٣

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

جدول ٤- پارامترهای آماری سرب (میلی گرم بر کیلوگرم) در خاک بوستان های شهری شهر اسدآباد

بوستان	تعداد	کمترین	بیشترین	میانگین	انحراف معیار	خطای معیار
۱	۳	۷/۵۰	۲۷/۵۰	۱۸/۳۳	۱۰/۱۰	۵/۸۳
۲	۳	۱۷/۵۰	۲۲/۵۰	۱۹/۱٦	۲/۸۸	۱/٦٦
۳	۱	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	–	–
٤	۲	۱۵/۰۰	۲۰/۰۰	۱۷/۵۰	۳/۵۳	۲/۵۰
۵	۲	۲۰/۰۰	۲۷/۵۰	۲۳/۷۵	۵/۳۰	۳/۷۵
٦	۱	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	۲۰/۰۰	–	–
۷	۱	۱۲/۵۰	۱۲/۵۰	۱۲/۵۰	–	–
۸	۱	۲۲/۵۰	۲۲/۵۰	۲۲/۵۰	–	–
۹	۲	۲٦/۰۰	۲۷/۵۰	۲٦/۷۵	۱/۰٦	۰/۷۵
۱۰	۱	۲۷/۰۰	۲۷/۰۰	۲۷/۰۰	–	–
۱۱	۱	۲۲/۵۰	۲۲/۵۰	۲۲/۵۰	–	–
کل	۱۸	۷/۵۰	۲۷/۵۰	۲۰/۷۲	۵/٤۹	۱/۲۹

جدول ۵-فاکتور آلودگی (CF) و درجه آلودگی (Cdeg) فلزات سنگین در خاک بوستان های شهری

بوستان	Pb	Cd	Cdeg
۱	۱/٤٦	۰/۹۲	۱/۱۹
۲	۱/۵۳	۰/۸۳	۱/۱۸
۳	۱/٦	۰/۹۵	۱/۲۷
٤	۱/٤	۰/۹۵	۱/۱۷
۵	۱/۹	۰/۹۲	۱/٤۱
٦	۱/٦	۱	۱/۳
۷	۱	۰/۹۵	۰/۹۷
۸	۱/۸	۰/۹	۱/۳۵
۹	۲/۱٤	۰/۹۳	۱/۵۳
۱۰	۲/۱٦	۱/۱	۱/٦۳
۱۱	۱/۸	۱/۰۵	۱/٤۲
کل	۱/٦۷	۰/۹۵	۱/۳۱

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

جدول٦- نتایج پتانسیل خطر اکولوژیک فلزات سنگین در خاک بوستان های شهری با سطح خطر پایین

بوستان	فاکتور خطر اکولوژیک(E^i_r)		وضعیت خطر اکولوژیک
	Pb	Cd	RI
١	٧/٣	٢٧/٥	٣٤/٨٣
٢	٧/٦	٢٥	٣٢/٦٦
٣	٨	٢٨/٥	٣٦/٥
٤	٧	٢٨/٥	٣٥/٥
٥	٩/٥	٢٧/٧٥	٣٧/٢٥
٦	٨	٣٠	٣٨
٧	٥	٢٨/٥	٣٣/٥
٨	٩	٢٧	٣٦
٩	١٠/٧	٢٧/٧٥	٣٨/٤٥
١٠	١٠/٨	٣٣	٤٣/٨
١١	٩	٣١/٥	٤٠/٥
كل	٨/٣٦	٢٨/٦	٣٧

جدول ٧- ویژگی‌های آماری pH و EC (دسی زیمنس/ متر) در خاک بوستان های شهری شهر اسدآباد

بوستان	تعداد	کمترین pH	کمترین EC	بیشترین pH	بیشترین EC	میانگین pH	میانگین EC
١	٣	٧/٦٣	٠/٣٤	٨/١٠	١/٦٩	٧/٨٥	١/٠٩
٢	٣	٨/٢١	٠/١٧	٨/٥٤	٠/٤٥	٨/٣٣	٠/٣٢
٣	١	٧/٩٧	٠/٥٣	٧/٩٧	٠/٥٣	٧/٩٧	٠/٥٢
٤	٢	٨/٣١	٠/٣٠	٨/٣٥	٠/٣٢	٨/٣٣	٠/٣١
٥	٢	٨/١٢	٠/٢٤	٨/٤٠	٠/٣٥	٨/٢٦	٠/٢٩
٦	١	٨/٣٦	٠/٢٥	٨/٣٦	٠/٢٥	٨/٣٦	٠/٢٥
٧	١	٧/٨٣	٠/٢٧	٧/٨٣	٠/٢٧	٧/٨٣	٠/٢٧
٨	١	٨/١٠	٠/١٩	٨/١٠	٠/١٩	٨/١٠	٠/١٩
٩	٢	٨/٤٠	٠/٢٠	٨/٤٠	٠/٢٤	٨/٤٠	٠/٢٢
١٠	١	٨/١٨	٠/٤٠	٨/١٨	٠/٤٠	٨/١٨	٠/٣٩
١١	١	٨/١٨	٠/٥٤	٨/١٨	٠/٥٤	٨/١٨	٠/٥٤
كل	١٨	٧/٦٣	٠/١٧	٨/٥٤	١/٦٩	٨/١٧	٠/٤٥

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

جدول ۸- نتایج همبستگی پیرسون بین فلزات سنگین و ویژگی‌های خاک در بوستان‌های شهری اسدآباد

	سرب	کادمیوم	pH	EC
سرب	۱	۰/۱۵	۰/۰۹	۰/۱۳
کادمیوم	۰/۱۵	۱	-۰/۰۲	۰/۰۰۹
pH	۰/۰۹	-۰/۰۲	۱	-۰/۷۱**
EC	۰/۱۳	۰/۰۰۹	-۰/۷۱**	۱

**معنی داری در سطح ۰/۰۱

جدول ۹- مقایسه غلظت سرب و کادمیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) در شهرهای مختلف دنیا

شهر، کشور	سرب	کادمیوم	منبع
اسلام شهر، ایران	۲۹	-	Yazdi et al. 2009
China, Beijing	۳۹/۵۰	۰/۱۹	Xia et al. 2011
Turkey, Antalya	۳٦/۵۰	۱/۳۳	Guvenc et al. 2003
China, Beijing	۲۵/۱	-	Chen et al. 2005
Iraq, Fallujah	۳/۸۲	۰/٦٤	Salah et al. 2013
Austria, Wien	٥٤	۰/۳	Simon et al. 2013
Pakistan, Islamabad	۲۱۲/۳٤	۳/٥٤	Ali and Malik 2011
Cuba, Havana	۱۰۱	NA	Rizo et al. 2011
Brazil, Teresina	۷/۷	NA	Moura et al. 2010
Poland, Poznan	۳۰/٥۹	۰/۷٥	Diatta et al. 2003
اسدآباد، ایران	۲۰/۷۲	۰/۱۸	پژوهش حاضر

References

Abrahim, G.M.S., Parker, R.J. and Nichol, S. L., 2007. Distribution and assessment of sediment toxicity in Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand. *Environmental Geology*. **52**(7), pp. 1315–1323.

Al Obaidy, A.H.M.J. and Al Mashhadi, A.A.M., 2013. Heavy metal contaminations in urban soil within Baghdad City, Iraq. *Journal of Environmental Protection*. **4**(1), pp. 72-82.

Al Obaidy, A.H.M.J. and Al Mashhadi, A.A.M., 2013. Heavy Metal Contaminations in Urban Soil within Baghdad City, Iraq, *Journal of Environmental Protection*, 2013, **4**(1), pp. 72-82.

Ali, S.M. and Malik, R.N., 2011. Spatial distribution of metals in top soils of Islamabad city, Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*. 172, pp. 1-16.

Banerjee, A.D.K., 2003 .Heavy Metal Levels and Solid Phase Speciation in Street Dusts of Delhi, India. *Environmental Pollution*. **123**(1), pp. 95-105.

Biasioli, M., Barberis, R. and Ajmone-Marsan, F., 2006. The Influence of a Large

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

City on Some Soil Properties and Metals Content. *The Science of the Total Environment*. **356**(1-3), pp. 154-164.

Bilos, C., Colombo, J.C., Skorupka, C.N. and Presa, M.J.P., 2001. Source, distribution and variability airborne trace metals in La Plata City area, Argentina. *Environmental Pollution*.111, pp. 149–158.

Chakraborty, R., Zaman, S., Mukhopadhyay, N., Banerjee, K. and Mitra, A., 2009. Seasonal Variation of Zn, Cu and Pb in the Estuarine Stretch of West Bengal, *Indian Journal of Marine Science*, **38**(1), pp. 104-109.

Chen, T.B., Zheng, Y.M., Lei, M., Huang, Z.C., Wu, H.T., Chen, H., Fan, K.K, Yu. K., Wu, X. and Tian, Q.Z., 2005 .Assessment of Heavy metals pollution in surface soils of urban parks in Beijing China. *Chemosphere*. 60, pp. 542-551.

Chen, Xi., Xi, X., Zhao, Y. and Zhang, P., 2010. Heavy metal concentrations in roadside soils and correlation with urban traffic in Beijing, China. *Journal of Hazardous Materials*. 181, pp. 640–646.

Christoforidis, A. and Stamatis, N. 2009. Heavy Metal Conta- mination in Street Dust and Roadside Soil along the Major National Road in Kavala's Region. *Greece, Geoderma*, **151**(3-4), pp. 257-263.

Cui, Z. Qiao, S., Bao, Z. and Wu, N., 2011. Contamination and distribution of Heavy metals in urban and suburban soils in Zhangzhou city, Fujian, china. *Environ Earth sci*. **64**(6), pp. 1607-1615.

Cyrys, J., Stolzel, M., Heinrich, J., Kreyling, W.G., Menzel, N., Wittmaack, K., Tuch, T. and Wichmann, H.E., 2003. Elemental composition and sources of fine and ultrafine ambient particles in Erfurt, Germany. *The Science of the Total Environment*. 305, pp. 143–156.

Dayani, M., Naderi, M. and Mohammadi, J., 2010. Mapping concentrations of Pb, Zn and Cd in soils using landsat ETM+ Data in Southern Isfahan. *Journal of Water and Soil*. **24**(2), pp. 286-296 [In Persian].

Diatta, J.B., Grzebisz, W. and Apolinarska, K., 2003. A study of soil pollution by heavy metals in the city of Poznań (Poland) using dandelion (Taraxacum officinale web) as a bioindicator. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities. Series Environmental Development*. **6**(2), pp. 49-66.

Doležalová Weissmannová, H., Pavlovský, J. and Chovanec, P., 2015. Heavymetal Contaminations of Urban soils in Ostrava, Czech Republic: Assessment of Metal Pollution and using Principal Component Analysis. *Int. J. Environ. Res.*, **9**(2), pp. 683-696.

Dong, X.Q., Li, C.L., Li, J., Wang, J.X., Liu, S.T. and Ye, B., 2010. A novel approach for soil contamination assessment from heavy metal pollution: A linkage between discharge and adsorption. *J. Hazard. Mater*. 175, pp. 1022–1030.

Fernandes, H.M., 1997. Heavy metal distribution in sediments and ecological risk assessment: The role of diagenetic processes in reducing metal toxicity in bottom sediments. *Environmental Pollution*. **97**(3), pp. 317−325.

Figueiredo, A.M.G., Camargo, SP., Pavese, A.C., Gumiero, F.C., Enzweiler, J. and Sígolo, J.B. 2007. Metal assessment in urban park soils in são paulo. 1. Ibirapuera Park. 2007. International Nuclear Atlantic Conference- INAC 2007 Santos, SP, Brazil.

Figueiredo, A.M.G., Tocchini, M. and dos Santos, T. F. S., 2011. Metals in playground soils of Sao Paulo city, Brazil. *Procedia Environmental Sciences*. 4, pp. 303–309.

Gray, C.W., McLaren, R.G. and Roberts, A.H.C., 2003. Atmospheric accessions of heavymetals to someNew Zealand pastoral soils.*The Science of the Total Environment*. 305, pp. 105–115.

Guvenc, N., Alagha, O. and Tuncel, G., 2003.Investigation of soil multi-element composition in Antalya, Turkey. *Environment International*. **29**(5), pp. 631–640.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

Hakanson, L., 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control, a sedimentological approach. *Water Research*. 14, pp. 975−1001.

Hamzeh, M.E. and Hasazadeh, R., 2009. Study of Soil Pollution in the Kerman Urban Areas with Trace Toxic using GIS - based approach. *Journal of Environmental Studied*. **35**(49), pp. 41-52 [In Persian].

Kamarehei, B., Mirhosseini, S., jafari, A., Asgari, G., Bierjandi, M. and Rostami, Z., 2010. Study of heavy metal concentration (As, Ba, Cd, Hg, Pb, Cr) in water resources and river of Borujerd city 2008-2009. *Yafteh*, **11**(4), pp. 45-51.

Li, H., Yu, S., Li, G.l., Deng, H. and Luo, X., 2011. Contamination and source differentiation of Pb in park soils along an urbanerural gradient in Shanghai. *Environmental Pollution*. 159, pp. 3536-3544.

Li, X. and Huang C., 2007. Environment Impact of Heavy Metals on Urban Soil in the Vicinity of Industrial Area of Baoji City P.R. China. *Environmental Geology*. **52**(8), pp. 1631-1637.

Li, X.D., Poon, C.S. and Pui, S.L., 2001. Heavy metal contamination of urban soils and street dusts in Hong Kong. *Applied Geochemistry*. 16, pp. 1361-1368.

Linde, M., 2005. Trace Metals in Urban Soils-Stockholm as a Case Study, Dissertation, Swedish University of Agricultural Science. P. 50.

Luo, W., Lu, Y., Gisey, J.P., Wang, T., Shi, Y. and Wang, G., 2007. Effects of land use on concentrations of metals in surface soils and ecological risk around Guanting Reservoir, China. *Environ Geochem Health*. 29, pp. 459–471.

Madrid, L., Barrientos, E. and Madrid, F., 2002. Distribution of heavy metal contents of urban Soils in parks. *Chemosphere*. 49, pp. 1301- 1308.

Manta, D.S., Angelone, M., Bellancaa, A., Neria, R. and Sprovieria, M., 2002. Heavy metals in urban soils: a case study from the city of Palermo (Sicily), Italy. *The Science of the Total Environment*. 300, pp. 229–243.

Marjanivic, M., Vukcevic, M., Suzanai, A., Dordem, D. and Risitc, M., 2009. Heavy metals conccntration in soils from parks and green areas in Belgrade. *Journal of the Serbian chemical society*. 74, pp. 697-706.

Moura, M.C.S., Moita, G.C. and Neto, J.M.M., 2010. Analysis and assessment of heavy metals in urban surface soils of Teresina, Piauí State, Brazil: a study based on multivariate analysis. *Comunicata Scientiae*. **1**(2), pp. 120-127.

Mousavi, E., Soffianian, A., Mirghafari, N. and Khodakarami, L., 2012. Investigation of spatial distribution of heavy metal in surface soil of Hamadan province. *Irainanian Journal of soil research*. **25**(4), pp. 323-336 [In Persian].

Nriagu, J.O., 1989. A global assessment of natural sources of atmospheric trace metals. *Nature* 338, pp. 47–49.

Rahmani, H., Kalbasi, M., Hajrasuliha, S., 2001. Lead-Polluted Soil along Some Iranian Highways. *JWSS-Isfahan University of Technology*. **4**(4), pp. 31-42 [In Persian].

Rizo, O.D, Coto Herna´ndez, I., Arado Lo´pez, J.O., Dı´az Arado, O. and Lo´pez Pino, N.K., 2011. Chromium, Cobalt and Nickel Co.ntents in Urban Soils of Moa, Northeastern Cuba. *Bull Environ Contam Toxicol*. 86, pp.189–193.

Rizo, O.D., Coto Herna´ndez, I., Arado Lo´pez, J.O., Dı´az Arado, O. and Lo´pez Pino N.K., 2011.Chromium, Cobalt and Nickel Contents in Urban Soils of Moa, Northeastern Cuba. *Bull Environ Contam Toxicol*. 86, pp. 189–193.

Robert, L. and Jones P.D., 2009. Blood lead levels and blood lead the change tendency of the test in the United States from 1998 to 2004. *Pediatrics*. **4**(8), pp. 502-514.

Salah, E., Turki, A. and Noori, S., 2013. Heavy Metals Concentration in Urban Soils of Fallujah City, Iraq. *Journal of*

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

Environment and Earth Science. **3**(11), pp. 100-112

Simon, E., Vidic, A., Braun, M., Fábián, I. and Tóthmérész, B., 2013. Trace element concentrations in soils along urbanization gradients in the city of Wien, Austria. *Environmental Science and Pollution Research*. 20, pp. 917-924.

Solgi, E., Esmaili-Sari, A. and Riyahi-Bakhtiari, A., 2014. Spatial Distribution of Mercury in the Surface Soils of the Urban Areas, Arak, Iran. *Bull Environ Contam Toxicol*, 93, pp. 710–715.

Su, C., Jiang, L.Q. and Zhang, W.J., 2014. A review on heavy metal contamination in the soil worldwide: Situation, impact and remediation techniques. *Environmental Skeptics and Critics*. **3**(2), pp. 24-38.

Taebi, A., Samani, S. and Abtahi, MI., 2007. The Relationship Between Traffic Parameters and Lead and Cadmium Concentrations in Urban Roadside Soil. *Transportation Research Journal*; **4**(3).

Taylor, S.R., 1964.Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochimicu and Cosmochimicn Acta*. 28, pp. 1273-1285.

Van Kamp, I., Leidelmeijer, K., Marsmana, G. and de Hollander, A., 2003. Urban Environmental Quality and Human Well-Being: Towards a Conceptual Framework and De- marcation of Concepts; a Literature Study. *Landscape and Urban Planning*. **65**(1-2), pp. 5-18.

Wong, C.S.C., Liand, X. and Thornton, I., 2006. Urban Environ- mental Geochemistry of Trace Metals, *Environmental Pollution*. **142**(1), pp. 1-16.

Xia, X., Chen, X., Liu, R. and Liu, H., 2011. Heavy metals in urban soils with various types of land use in Beijing, China. *Journal of Hazardous Materials*. 186, pp. 2043–2050.

Xiong, Z., 1998. Heavy metal contamination of urban soils and plants in relation to traffic in Wuhan city, China. *Toxiol.Envirn. Chen*. 16, pp. 1361-1368.

Yabe, J., Ishizuka, M. and Umemura T., 2010. Current Levels of Heavy metal contamination in Africa. *Journal of Veterinary Medical Science*. **72**(10), pp. 1257-1263.

Yang, Z., Lu, W., Long, Y., Bao, X. and Yang, Q., 2011. Assessment of Heavy metals contamination in urban top soil from changchun city, china. *Journal of Geochmical Exploration*. 108, pp. 27-38.

Yao-guo, W., You-ning, X., Jiang-hua, Z. and Si-hai, H., 2010. Evaluation of ecological risk and primary empirical research on heavy metals in polluted soil over Xiaoqinling gold mining region, Shaanxi, China. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. 20, pp. 688−694.

Yazdi, M. and Behzad, N., 2009. Heavy metal contamination and distribution in the parks city of Islamshshr, SW, Tehran, Iran. *The open Environmentan Pollutin and Toxicology Journal*, 1, pp. 49- 53.

Yesilonis, I.D., Pouyat R.V. and Neerchal, N.K., 2008. Spatial distribution of metals in soils in Baltimore, Maryland: Role of native parent material, proximity to major roads, housing age and screening guidelines. *Environmental Pollution* 156, pp.723–731.

Zhi-fang, Y., Ying, W., Zhen-yao, S., Jun-feng, N. and Zhen-wu, T., 2009. Distribution and speciation of heavy metals in sediments from the mainstream, tributaries, and lakes of the Yangtze River catchment of Wuhan, China. *Journal of Hazardous Materials*. **166**(2−3), pp. 1186−1194.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]

Ecological risk assessment of cadmium and lead in urban and forest park soils in Asadabad City, Iran

Solgi, E., Ph.D. **Assistant Professor, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran- Corresponding author: e.solgi@yahoo.com**
Yarahmadi, F., BS.c. **Department of Environmental pollution, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran**

Received: Nov 2, 2014 **Accepted: Jun 21, 2015**

ABSTRACT

Background and Aim: Contamination of the surface soils of the urban ecosystem with heavy metals poses potential ecological risks. In this research, a preliminary investigation was carried out to evaluate the potential ecological risk of cadmium and lead contamination in urban park soils in Assadabed City, Iran.

Materials and Methods: Soil samples were taken from the urban parks of Asadabad city and analyzed for heavy metals using atomic absorption spectrometry. Based on the concentrations of Cd and Pb in the soils, contamination factor (CF), contamination degree (Cdeg) and potential ecological risks status (RI) of the soils were calculated.

Results: Preliminary results showed a low degree of contamination of urban parks of of Asadabad City. Assessment of the potential ecological risk index (RI) indicated that the cumulative heavy metal contents of the soil do not pose any significant ecological risks. In any case, further analysis of the data showed that the potential ecological risk posed by cadmium was higher than that by lead.

Conclusion: The findings indicate that although urban park soils may be polluted due to presence of certain heavy metals, on the whole their ecological risk is insignificant. These findings can help greatly environmental managers in planning, risk assessment and decision-making in the area.

Keywords: Heavy metals, Surface soil, Urban park, Ecological risk**,** Asadabad City

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2026-06-15]