مجله سلامت و محیط زیست، فصلنامه‌ی علمی پژوهشی
انجمن علمی بهداشت محیط ایران
دوره سیزدهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۹، صفحات ۴۰۹ تا ۴۲۰

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir
مقاله پژوهشی

ارزیابی آلودگی خاک‌های کنار جاده‌ای به فلزات سنگین (سرب، نیکل، مس، روی) در جاده قدیم رشت-قزوین در استان گیلان

محسن محمدی گلنگش[1*]، رضوان قاسمی ذوالپیرانی[1]، محمد نعیمی جوبنی[2]
۱- گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران
۲- مرکز تحقیقات بهداشت و محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

اطلاعات مقاله:

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۶/۲۵
تاریخ ویرایش: ۹۹/۰۹/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۹/۲۴
تاریخ انتشار: ۹۹/۰۹/۳۰

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، آلودگی خاک، حمل و نقل جاده‌ای، استان گیلان

پست الکترونیکی نویسنده مسئول:
mohammadi2g@gmail.com

چکیده

زمینه و هدف: آلودگی خاک‌های کنار جاده‌ای به فلزات سنگین یک تهدید جدی برای اکوسیستم خاک و سلامتی انسان‌ها محسوب می‌شود. از این‌رو، هدف از این مطالعه تعیین غلظت و ارزیابی آلایندگی فلزات سنگین در خاک‌های کنار جاده‌ای در مسیر جاده قدیم رشت ـ قزوین است.

روش بررسی: پس از بازدیدهای میدانی و حذف جاده‌های درون شهری، تعداد ۱۰ ایستگاه خارج از شهر انتخاب گردید و نمونه برداری با سه تکرار از خاک‌های سطحی کنار جاده‌ای در اطراف جاده قدیم رشت ـ قزوین انجام شد. نمونه‌ها پس از آماده سازی اولیه و عملیات هضم اسیدی، بوسیله دستگاه ICP-OES اندازه‌گیری شد. جایگاه کیفیت خاک منطقه با استفاده از شاخص زمین انباشتگی (I_{geo}) و شاخص پتانسیل خطر اکولوژیکی (PERI) تعیین گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که میانگین غلظت Zn، Cu، Ni و Pb در خاک‌های کنار جاده‌ای به‌ترتیب ۵۸/۰۷، ۱۹/۹۶، ۲۰/۲۶ و ۲۳/۲۱ mg/kg است. غلظت فلزات Zn و Ni بیشتر از غلظت زمینه به‌دست آمد و مقدار Zn فراتر از استاندارد آلودگی WHO بود. پتانسیل خطر اکولوژیکی منطقه با میانگین ۸۶/۲۴، بیانگر خطر کم برای همه فلزات مورد مطالعه بود. براساس نتایج شاخص زمین انباشتگی منطقه مورد مطالعه برای فلز Ni در سطح آلودگی متوسط طبقه بندی شد.

نتیجه‌گیری: جاده‌های قدیمی به‌عنوان یکی از کانون‌های آلودگی برای اراضی پیرامونی شناخته شده‌اند. اگرچه انتظار می‌رود همواره غلظت آلاینده‌ها در اطراف جاده بسیار بالا باشد اما بررسی و بازدیدهای میدانی نشان می‌دهد که ترمیم و تعریض جاده، عملیات کشاورزی در اراضی حاشیه‌ای و وزش باد در مناطق کوهستانی عاری از پوشش گیاهی مانع از تجمع بار آلودگی ناشی از حمل و نقل در خاک‌های سطحی در منطقه شده است.

Please cite this article as: Mohammadi Galangash M, Ghasemi Zolpirani R, Naimi Joubani M. Evaluation of roadside soils pollution with heavy metals (Pb, Ni, Cu, Zn) in the Rasht-Qazvin old road (Guilan province). Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):409-20.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

مقدمه

توسعه راه‌های ارتباطی همگام با رشد جمعیت، گسترش صنایع و تکامل وسایل نقلیه از اهمیت زیادی در پیشرفت اجتماعی و اقتصادی کشورها برخوردار است اما در کنار این اهمیت، ساخت جاده‌ها بطور مستقیم و غیرمستقیم اثرات منفی زیادی بر محیط زیست برجای می‌گذارند که می‌توان به مشکلات ناشی از آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های اطراف جاده‌ها اشاره نمود، البته از دیرباز خاک‌های کنار جاده‌ای حاوی مقادیر بالای فلزات سنگین شناخته شده بودند (۱). در سال‌های اخیر، تحقیقات زیادی بر روی فلزات سنگین موجود در خاک‌های کنار جاده‌ای و گرد و غبار خیابانی در ایران و سایر کشورها انجام گرفته که اکثرا غلظت‌های بالا به تردد وسایل نقلیه مرتبط دانسته شده است. رایج‌ترین فلزات سمی منتشره از خودروها سرب، کادمیوم، کروم، نیکل، روی و مس هستند (۲). Yan و همکاران (۳) در پژوهش خود بیان کردند این فلزات از اجزای مختلف خودرو (اگزوز، تایر، لنت ترمز) به خاک حاشیه جاده‌ها و گرد و غبار خیابانی انتقال می‌یابند. همچنین در تحقیقات Kluge و همکار (۲) نیز این نتیجه مشاهده شد. البته Moradi و همکار (۴) در پژوهش خود علاوه بر وسایل نقلیه، فعالیت‌های صنعتی و مواد ساختمانی را از دیگر عوامل موثر در انتقال فلزات سنگین به گرد و غبار خیابانی شهر کاشان عنوان کردند. فلزات سنگین به دلیل دارا بودن خاصیت سمی و تجمع زیستی، اثرات منفی زیادی بر سلامت انسان دارند که عمدتا از طریق هضم، تنفس و جذب پوستی صورت می‌گیرند (۵). آژانس ثبت مواد سمی و بیماری‌ها (Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR))، سرب را به‌دلیل پراکندگی زیاد و سمیت شدید آن برای انسان به‌عنوان دومین فلز سنگین سمی بعد از آرسنیک طبقه‌بندی کرده است (۶). همچنین سرب در گروه B2 ترکیبات سرطانزای موسسه بین‌المللی تحقیقات سرطان (International Agency for Research on Cancer (IARC)) طبقه بندی شده است و آثار سمی آن بستگی به ویژگی‌های متابولیکی و رژیم غذایی دارد. این آثار را در بدن بخصوص در چهار بخش دستگاه گوارش، دستگاه عصبی مرکزی، اعصاب محیطی و سیستم خون‌ساز می‌توان یافت (۷). نیکل موجب اختلال در فعالیت بیولوژیکی سلول‌ها شده و اثرات تراتوژنیک دارد (۸). جذب بالای Zn به میزان ۱ g در انسان با دردهای شکم و اسپاسم گوارش همراه است بطوری‌که افزایش Zn در محدوده ۱۰۰-۳۰۰ mg/day با کم خونی سلولی همراه است (۴). Cu در مقادیر زیاد سمی است و سبب بروز مسمومیت مزمن، اختلالات عصبی، آسیب دیدگی کبد و کلیه و بیماری‌های ویلسون و بدلینگتون می‌شود (۹). بنابراین تعیین منابع انتشار فلزات سنگین در خاک‌های کنار جاده‌ای به دلیل تمایل آنها به تجمع بیولوژیکی در اندام‌های بدن بسیار حائز اهمیت است. براساس نتایج به‌دست آمده در مطالعات گذشته، فلزاتی که در ساختار نفت و فرآورده‌های نفتی وجود دارد مانند Ni و Pb، همچنین فلزاتی که در بخش اجزاء خودروها وجود دارند و در اثر خرد شدن یا فرسایش به محیط آزاد می‌گردند مانند Cu در لنت ترمز و Zn در ولکانیزاسیون لاستیک خودروها، این فلزات می‌توانند با مقادیر مناسب قابل آنالیز باشند. در این راستا، چهار فلز Ni، Pb، Cu و Zn جهت بررسی در این مطالعه انتخاب شد. با توجه به اینکه این تحقیق برای اولین بار پس از احداث این جاده انجام گرفته، بدین ترتیب هدف از پژوهش حاضر؛ ۱) تعیین غلظت فلزات سنگین (Pb، Ni، Cu و Zn) در خاک‌های کنار جاده‌ای جاده قدیم رشت ـ قزوین در محدوده امامزاده هاشم تا رودبار و ۲) ارزیابی آلایندگی این فلزات با استفاده از شاخص زمین انباشت مولر (I_{geo}) (Geoaccumulation Index) و شاخص پتانسیل خطر اکولوژیکی (Potential Ecological Risk Index (PERI)) است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

جاده قدیم رشت ـ قزوین بخشی از جاده معروف به ۴۹ است که محدوده امامزاده هاشم تا رودبار از این جاده به طول حدود ۳۰ km به‌عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب شد. در این منطقه میانگین بارش ۱۱۹۹/۳ mm، دمای سالیانه ۱۷/۳ °C و جهت وزش باد غالب، شمال غربی ـ جنوب شرقی است (۱۰). منطقه امامزاده هاشم دارای اقلیم مرطوب با شرایط آب و هوایی معتدل همراه با پوشش گیاهی انبوه و جنگلی اما رودبار در منطقه‌ای کوهستانی با اقلیم خشک و شرایط آب و هوایی مدیترانه‌ای است (۱۱).

- روش نمونه برداری و آنالیز شیمیایی

در این تحقیق پس از بررسی‌های میدانی و ارزیابی کل طول مسیر (۳۰ km)، ابتدا طول مسیرهایی که در محدوده شهرهای گنجه و رستم آباد بود به علت ایجاد اختلاف ناشی از فعالیت‌های شهری از مسیر مورد مطالعه حذف گردید و در مسیر باقیمانده (حدودا ۲۰ km) تعداد ۱۰ ایستگاه در فواصل ۲-۳ km با در نظر گرفتن ۱ ایستگاه مرجع براساس توان دسترسی به ایستگاه به علت وجود صخره و مزارع محصور انتخاب گردید (شکل ۱). در هر ایستگاه تعداد ۳ نمونه ترکیبی به وزن ۱ kg تا فاصله ۳۰ m از کناره جاده در فصل تابستان به تعداد ۹۳ نمونه جمع آوری شد. نمونه برداری براساس روش‌های استاندارد از لایه سطحی با استفاده از بیلچه پلاستیکی انجام و در کیسه‌های پلی اتیلنی ذخیره گردید. یک نمونه شاهد با فاصله از جاده در خلاف جهت وزش باد غالب نیز تهیه گردید (۱۱). کلیه نمونه‌ها پس از جمع آوری در یخدان یونولیتی قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌ها پس از انتقال در آزمایشگاه ابتدا به مدت ۷۲ h هوا خشک شده و سپس به مدت ۲۴ h و در دمای ۱۰۰ °C درون آون (Oven) قرار داده شدند تا کاملا خشک شوند. در ادامه هر یک از نمونه‌ها طی دو مرحله از الک ۲ mm و مش ۱۰۰ عبور داده شدند. عملیات هضم اسیدی برای ۱ g از هر نمونه با HCL و HNO_3 به نسبت ۱:۳ انجام شد. عملیات هضم به مدت ۱ h و در دمای ۸۵ °C در حمام آبی و بعد از آن به مدت ۲ h و در دمای ۱۲۰ °C درون راکتور هضم ادامه یافت و پس از سرد شدن، عصاره‌ها از کاغذ صافی واتمن شماره ۴۲ با آب مقطر به حجم ۵۰ mL رسانده شدند (۱۲). در پایان، نمونه‌ها توسط دستگاه ICP-OES مدل Spectro Arcos در دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی گیلان و با سه تکرار اندازه‌گیری شدند.

- شاخص‌های زیست محیطی و تحلیل آماری

به منظور ارزیابی میزان آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های کنار جاده‌ای از شاخص I_{geo} مطابق معادله ۱، استفاده شد.

$$I_{geo} = Log_2\left(C_n / 1.5B_n\right) \quad (۱)$$

که در آن؛ C_n غلظت فلز در نمونه، B_n غلظت زمینه منطقه و ضریب ۱/۵ نیز برای کاهش تغییرات احتمالی در غلظت‌های زمینه ناشی از فعالیت‌های زمین‌شناسی بوده که در هفت گروه غیرآلوده ($I_{geo}\leq 0$)، غیرآلوده تا آلودگی متوسط ($0<I_{geo}\leq 1$)، آلودگی متوسط ($1<I_{geo}\leq 2$)، آلودگی متوسط تا شدیدا آلوده ($2<I_{geo}\leq 3$)، شدیدا آلوده ($3<I_{geo}\leq 4$)، شدیدا تا بینهایت آلوده ($4<I_{geo}\leq 5$) و بینهایت آلوده ($I_{geo}>5$)، دسته‌بندی می‌شود (۴). از شاخص PERI برای ارزیابی خطرات زیستی هر یک از فلزات در خاک‌های کنار جاده‌ای استفاده شد. این شاخص براساس معادله ۲ و ۳، محاسبه می‌شود:

$$E_r = \frac{C_n}{C_0} \times T_r \quad (۲)$$

$$RI = \sum_{i=1}^{n} E_r \quad (۳)$$

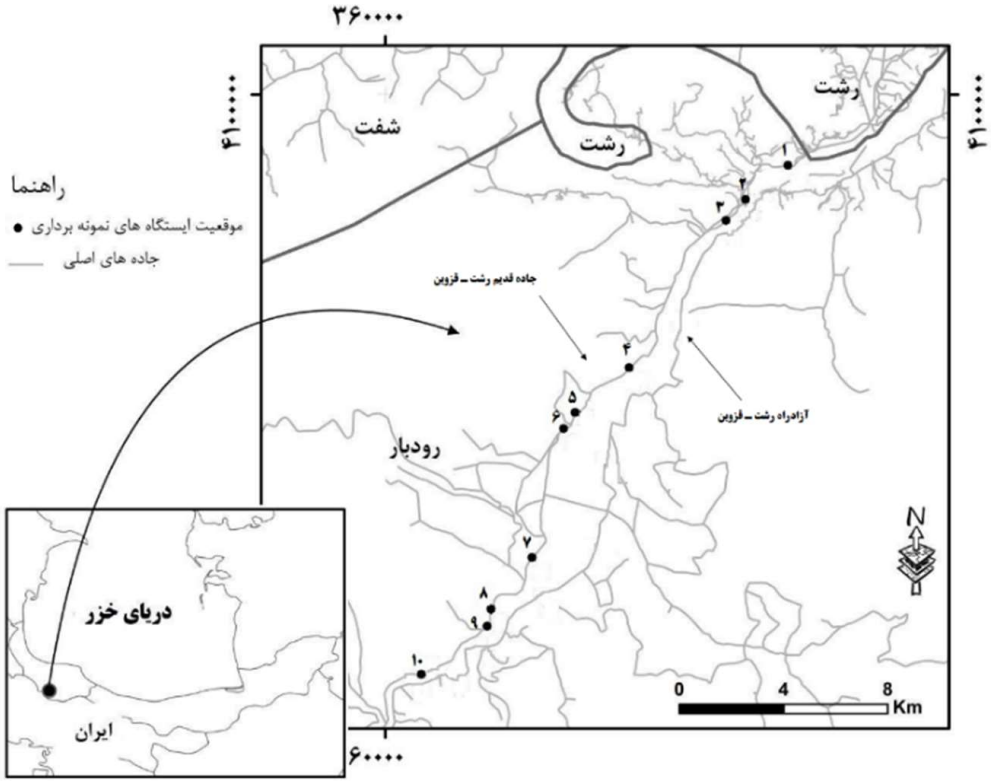
[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

که در آن؛ E_r ضریب پتانسیل خطر زیستی، C_n غلظت فلز در نمونه، C_0 مقدار زمینه فلز در منطقه مورد مطالعه، T_r ضریب واکنش سمیت فلز (که برای فلزات Pb، Ni، Cu و Zn به ترتیب ۵، ۵، ۵ و ۱ است) و RI پتانسیل کل خطر اکولوژیکی است. برای خطر زیستی پنج طبقه کم ($E_r<۴۰$)، متوسط ($۴۰\leq E_r<۸۰$)، قابل توجه ($۸۰\leq E_r<۱۶۰$)، بالا ($۱۶۰\leq E_r<۳۲۰$)، خیلی بالا ($E_r\geq۳۲۰$) و برای خطر اکولوژیکی چهار طبقه کم ($RI<۱۵۰$)، متوسط ($۱۵۰\leq RI<۳۰۰$)، قابل توجه ($۳۰۰\leq RI<۶۰۰$)، بالا ($RI\geq۶۰۰$)، تعریف شده است (۱۳). تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS25 انجام گرفت. برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک (Shapiro-Wilk test) و برای مقایسه میانگین غلظت فلزات سنگین خاک‌های کنار جاده‌ای در ایستگاه‌های مختلف از آزمون تحلیل واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) و برای تعیین روابط بین فلزات سنگین از آزمون ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlation Coefficient) استفاده شد. همچنین، رسم نمودارها و محاسبات مربوط به شاخص‌های زیست محیطی با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

یافته‌ها

نتایج آمار توصیفی غلظت فلزات سنگین در نمونه‌های خاک کنار جاده‌ای جاده قدیم رشت ـ قزوین به همراه غلظت زمینه منطقه و استاندارد آلودگی سازمان بهداشت جهانی در جدول ۱، آمده است.

نتایج آزمون ANOVA نشان داد که بین تمامی ایستگاه‌های نمونه‌برداری از نظر میانگین غلظت فلزات



شکل ۱- موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری شده

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

Cu، Ni، Pb و Zn اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). نتایج آزمون Pearson بیانگر وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین Cu و Pb (r=۰/۴۲۵ ،p<۰/۰۱۹) در سطح ۰/۰۵ و همبستگی مثبت و معنی‌دار بین Pb و Zn (r=۰/۵۴۹ ،p<۰/۰۰۲) در سطح ۰/۰۱ بود (جدول ۲). نتایج شاخص I_{geo} مطابق نمودار ۱، نشان داد که فلزات Cu، Pb و Zn در تمامی ایستگاه‌ها در طبقه غیرآلوده هستند ($I_{geo}\leq$۰). اما، Ni در تمامی ایستگاه‌های مورد مطالعه در محدوده غیرآلوده تا آلودگی متوسط قرار دارد (۱$\geq I_{geo}>$۰). براساس میانگین شاخص I_{geo}، فلزات سنگین دارای روند صعودی به ترتیب Ni>Zn>Pb>Cu هستند.

براساس نتایج شاخص PERI (جدول ۳)، همه ایستگاه‌های نمونه‌برداری از نظر خطر زیستی فلزات سنگین برای دو فلز Ni و Zn در طبقه خطر کم قرار دارند ($E_r<$۴۰). این در شرایطی است که خطر زیستی برای فلز Cu در ایستگاه‌های ۳ و ۸ و برای فلز Pb در تمامی ایستگاه‌ها به جز ایستگاه ۴، خطر متوسط را نشان می‌دهد (۸۰$>E_r\geq$۴۰). در واقع، روند تغییرات هر فلز در منطقه مورد مطالعه بیانگر خطر زیستی بصورت Pb>Cu>Ni>Zn بوده یعنی، بیشترین و کمترین خطر به ترتیب مربوط به فلز Pb و Zn است. خطر اکولوژیکی با میانگین ۸۶/۲۴ بیانگر خطر کم فلزات در جاده قدیم رشت ـ قزوین است (RI<۱۵۰).

جدول ۱- آمار توصیفی غلظت فلزات‌سنگین (mg/kg) در جاده قدیم رشت ـ قزوین

ایستگاه	غلظت فلزات‌سنگین (انحراف معیار ± میانگین)			
	Cu	Ni	Pb	Zn
۱	۱۹/۵۱ ± ۱/۲۲^{a}	۲۰/۷۳ ± ۱/۲۷^{a}	۲۳/۴۹ ± ۰/۶۰^{a}	۵۸/۱۳ ± ۰/۰۵^{a}
۲	۲۰/۲۴ ± ۰/۵۱^{b}	۱۹/۱۹ ± ۰/۱۴^{b}	۲۳/۳۳ ± ۰/۱۲^{a}	۵۸/۳۱ ± ۰/۴۴^{b}
۳	۲۰/۹۴ ± ۰/۱۴^{b}	۱۹/۸۲ ± ۰/۵۴^{c}	۲۳/۴۸ ± ۰/۲۱^{a}	۵۸/۲۰ ± ۰/۱۳^{a}
۴	۱۹/۳۸ ± ۰/۳۲^{a}	۲۰/۴۶ ± ۰/۳۲^{a}	۲۱/۶۲ ± ۰/۴۴^{b}	۵۸/۸۷ ± ۰/۴۸^{b}
۵	۱۹/۶۶ ± ۰/۰۴^{c}	۲۱/۴۸ ± ۰/۲۵^{a}	۲۳/۴۱ ± ۰/۲۷^{a}	۵۷/۳۳ ± ۰/۰۴^{c}
۶	۲۰/۷۸ ± ۰/۰۴^{b}	۲۱/۲۴ ± ۰/۲۱^{a}	۲۲/۳۷ ± ۰/۳۹^{c}	۵۸/۷۴ ± ۰/۲۱^{b}
۷	۱۹/۴۶ ± ۱/۱۴^{a}	۱۹/۶۳ ± ۰/۱۷^{d}	۲۳/۵۶ ± ۰/۶۵^{a}	۵۸/۳۱ ± ۰/۲۶^{b}
۸	۲۱/۱۴ ± ۰/۵۸^{b}	۱۹/۰۳ ± ۰/۷۷^{b}	۲۴/۴۰ ± ۰/۱۶^{d}	۵۷/۶۵ ± ۰/۴۷^{d}
۹	۱۹/۷۳ ± ۰/۴۸^{c}	۲۱/۱۵ ± ۰/۵۹^{a}	۲۳/۷۴ ± ۰/۲۴^{a}	۵۶/۷۱ ± ۰/۲۵^{e}
۱۰	۱۸/۸۱ ± ۰/۶۱^{d}	۱۹/۸۴ ± ۰/۳۱^{c}	۲۲/۷۲ ± ۰/۲۵^{a}	۵۸/۴۹ ± ۰/۴۱^{b}
میانگین ایستگاه‌ها	۱۹/۹۶ ± ۰/۹۱	۲۰/۲۶ ± ۰/۹۶	۲۳/۲۱ ± ۰/۸۱	۵۸/۰۷ ± ۰/۶۹
غلظت زمینه منطقه مورد مطالعه	۲۵/۹۹	۱۳/۲۱	۲۷/۳۸	۴۹/۷۷
WHO	۴۵	۶۸	۲۰	۵۰
%CV	۴/۵۵	۴/۷۳	۳/۴۸	۱/۱۸
شاپیرو- ویلک	۰/۲۰	۰/۱۹	۰/۳۵	۰/۱۳

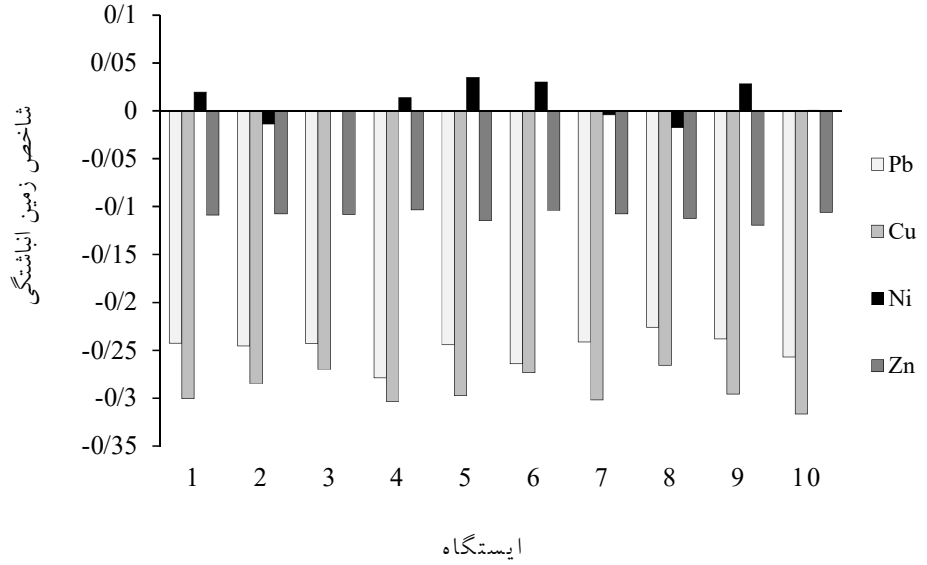
حروف غیرهمسان در هر ستون بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح آماری ۰/۰۵ بین میانگین غلظت فلزات در ایستگاه‌های مختلف نمونه‌برداری براساس نتایج آزمون ANOVA (آزمون چند دامنه‌ای دانکن) است.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

جدول ۲- نتایج آزمون همبستگی پیرسون بین غلظت فلزات‌سنگین در جاده قدیم رشت ـ قزوین

	Cu	Ni	Pb	Zn
Cu	۱			
Ni	-۰/۲۰۴	۱		
Pb	۰/۴۲۵ *	-۰/۲۱۳	۱	
Zn	-۰/۰۲۷	-۰/۲۰۶	۰/۵۴۹**	۱

**همبستگی در سطح معنی‌داری ۰/۰۱، *همبستگی در سطح معنی‌داری ۰/۰۵



نمودار ۱- شاخص I_{geo} برای فلزات سنگین در ایستگاه‌های مورد مطالعه

بحث

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که آسفالت نامناسب، تغییرات سطوح جاده‌ای، فرسودگی جاده‌ها و وسایل نقلیه می‌توانند در آزادسازی بسیاری از فلزات سنگین در محیط پیرامون خود نقش داشته باشند (۱۴). قرار گرفتن فلز در بخش‌های مختلف می‌تواند در مقدار آزادسازی آن نقش داشته باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که فلز Zn بصورت ZnO در فرایند تولید لاستیک خودروها استفاده می‌شود (۱۵). بنابراین، می‌توان انتظار داشت که براساس سطوح ناهموار و نامناسب جاده مورد مطالعه و استفاده از ترمزهای

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

جدول ۳- نتایج شاخص PERI فلزات سنگین در جاده قدیم رشت ـ قزوین

ایستگاه	خطر زیستی (E_r)				خطر اکولوژیکی (RI)
	Cu	Ni	Pb	Zn	
۱	۳۷/۵۰	۷/۸۰	۴۲/۸۵	۱/۱۶	۸۹/۳۱
۲	۳۸/۹۰	۷/۲۵	۴۲/۶۰	۱/۱۷	۸۹/۹۲
۳	۴۰/۲۵	۷/۵۰	۴۲/۸۵	۱/۱۶	۹۱/۷۶
۴	۳۷/۲۵	۷/۷۰	۳۹/۴۵	۱/۱۸	۸۵/۰۵
۵	۳۷/۸۰	۸/۱۰	۴۲/۷۵	۱/۱۵	۸۹/۸۰
۶	۳۹/۹۵	۸	۴۰/۸۵	۱/۱۸	۸۹/۹۸
۷	۳۷/۴۰	۷/۴۰	۴۳	۱/۱۷	۸۸/۹۷
۸	۴۰/۶۵	۷/۲۰	۴۴/۵۵	۱/۱۵	۹۳/۵۵
۹	۳۷/۹۵	۸	۴۳/۳۵	۱/۱۳	۹۰/۴۳
۱۰	۳/۶۰	۷/۵۰	۴۱/۴۵	۱/۱۷	۵۳/۷۲
میانگین	۳۵/۱۲	۷/۶۴	۴۲/۳۷	۱/۱۶	۸۶/۲۴

متعـدد، لاسـتیک خـودرو بیشـترین سـهم آزادسـازی فلـزات موجـود را در محیـط پیرامـون خـود داشـته باشـد. بنابرایـن، غلظـت بـالای فلـز Zn در بیـن فلـزات مـورد مطالعـه می‌تواند بخـش قابل توجهی از آن وابسـته به این منبع باشـد اگرچه این فلـز در بخش‌هـای مختلـف نیز مانند بدنه و سـایر سـاختارهای فلـزی خـودرو و همینطـور در گاردریـل اطـراف جاده‌هـا، علائم راهنمایـی و رانندگـی و در سـاختار رنگ‌هـا مـورد اسـتفاده نیز وجـود داشـته باشـد (۱۶). بنابرایـن، افزایـش غلظـت ایـن فلـز نسـبت به غلظـت زمینه آن بـه خوبی بیانگر منشـاء غیرطبیعی آن در منطقـه اسـت و ایـن موضوع باعث شـده اسـت که غلظت ایـن فلـز از حد مجاز تعیین شـده توسـط WHO فراتر باشـد. بـه منظـور مطالعه اثـرات سـوخت‌های فسـیلی، همـواره برخی از عناصـر ماننـد نیـکل و وانادیـوم بـه عنـوان شـاخص مـورد مطالعـه قـرار می‌گیرنـد (۱۷). آسـفالت نیـز در فراینـد تولیـد از محصـولات هیدروکربنـی ماننـد قیـر در سـاختار آن بـکار رفتـه و همینطـور در تولیـد لاسـتیک نیـز این عناصـر از جمله نیـکل وجـود دارد. مطالعـات نشـان می‌دهـد کـه بخـش قابـل ملاحظه‌ای از فلزات که در سـاختار سـوخت‌های فسـیلی وجود دارنـد از طریـق اگـزوز خودروهـا در محیـط انتشـار می‌یابنـد (۱۸). بـا توجـه بـه غلظـت زمینـه فلـز Ni، نتایـج حاصـل بـه خوبـی نشـان می‌دهـد که منشـاء آلودگی آن وابسـته بـه منابع حمـل و نقـل و تعمیـرات و نگهـداری آسـفالت جاده‌ها اسـت و ایـن موضوع بـا توجه به قابلیت ایجاد مسـمومیت فلـز Ni برای موجـودات زنـده در منطقـه بسـیار قابـل توجـه اسـت. در بیـن فلزات سـنگین، Pb و Cu از عناصری هسـتند که به علت توان ایجـاد مسـمومیت بـرای انسـان و موجـودات زنـده در مطالعات پایشـگری زیسـت محیطی و بهداشـتی مورد توجه هسـتند. در بین این فلزات، Pb در سـوخت‌های فسـیلی و Cu در سـاختار

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

لنت ترمز بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد (۱۹). در این تحقیق، سنجش فلزات Pb و Cu در نمونه‌های مورد مطالعه اگرچه از غلظت بالایی برخوردار نبودند اما عوامل متعددی مانند جذب زیستی توسط محصولات کشاورزی و حذف سالیانه آنها از خاک، جابجایی توسط بادهای سطحی و نیز حذف Pb از سوخت‌های فسیلی می‌توانند نقش موثری در کاهش غلظت این فلز در منطقه مورد مطالعه داشته باشند (۲۰). اگرچه اثرات زیست محیطی آلاینده‌ها با سنجش و مقایسه با حدود مجاز تعیین شده توسط سازمان‌های زیربط و همینطور یک منطقه یا ایستگاه شاهد یا مرجع مورد مقایسه قرار می‌گیرد اما در مطالعات کلی، دو شاخص عمده نیز برای تعیین میزان انباشت آلاینده که فراتر از حد زمین است و برای تک تک فلزات که توان تجمع در زمین و خاک منطقه را دارند تحت عنوان I_{geo} در هفت طبقه برای هر عنصر میزان بار آلودگی که فراتر از میزان زمینه آن است را تحلیل می‌نمایند (۲۱) که در این خصوص میزان بار آلودگی برای فلز نیکل در محدوده آلودگی متوسط طبقه بندی شد. اما در نگاهی دیگر که در اکوسیستم‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد اثر تجمعی فلزات با همدیگر است که در این بخش که از آن تحت عنوان شاخص PERI یا شاخص ریسک اکولوژیکی یاد می‌شود، مقادیر فلزات با ضریب مسمومیت آنها در روابط مربوطه لحاظ شده و میزان آسیب پذیری محیط زیست مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (۲۲). خوشبختانه براساس این شاخص، اثر تجمعی فلزات مورد مطالعه در این منطقه در طبقه خطر کم قرار گرفت. نتایج به‌دست آمده در این تحقیق با مطالعات Mohammadi و همکاران (۱۱) که در محدوده آزادراه رشت ـ قزوین انجام شد، مطابقت دارد. بررسی‌های انجام شده در یکی از بزرگراه‌های اسلام آباد پاکستان نیز نتایج مشابه‌ای را گزارش نموده‌اند (۲۳). اگرچه منابع آلاینده می‌توانند باعث تجمع انواع آلاینده‌ها در محیط‌های پیرامونی شوند اما برخی از فعالیت‌های انسانی مانند بازسازی و مرمت در محیط‌های پذیرنده، توسعه کاربری‌هایی مانند کشاورزی و جنگل‌کاری می‌توانند با فرایند گیاه پالایی باعث جذب زیستی آلاینده از محیط شده و غلظت آنها را در محیط کاهش دهند، در ادامه عوامل طبیعی نیز مانند تداوم وزش باد در مناطق کوهستانی و خشک مانع فرونشست آلاینده‌ها و تجمع آنها می‌شوند و در این بخش شدت شیب منطقه نیز نقش مهمی در این امر دارد (۲۴).

نتیجه‌گیری

جاده قدیم رشت ـ قزوین اولین مسیر حمل و نقل در این منطقه بوده که از سال ۱۳۸۸ به بعد با احداث آزادراه رشت ـ قزوین برای وسایل نقلیه سنگین در نظر گرفته شد. با این سابقه طولانی در حمل و نقل انتظار می‌رفت خاک‌های پیرامونی آن از بار آلودگی بالایی از نظر فلزات سنگین برخوردار باشند اما پس از انجام آنالیز نمونه‌ها اگرچه برخی از فلزات مانند Zn و Ni دارای غلظت نسبتا بالایی بودند اما منطقه براساس شاخص‌های مورد مطالعه از بار آلودگی کمی برخوردار بود. در این بخش می‌توان غلظت بالای فلز Zn را به گستردگی استفاده از این فلز در بخش‌های مختلف خودرو شامل لاستیک، بدنه، رنگ و همچنین گاردریل، علائم راهنمایی و رانندگی بیان نمود. Ni که به عنوان یک فلز شاخص در محصولات هیدروکربنی وجود دارد و ساختار قیر در فرایند تولید آسفالت نیز از غلظت بالایی برخوردار است، توانسته‌اند علیرغم وجود عوامل متعدد طبیعی و مصنوعی موثر در کاهش آلاینده‌ها از غلظت بالایی برخوردار باشند. در همین راستا بررسی‌ها نشان می‌دهد عوامل متعددی مانند بازسازی مستمر جاده در زمان‌های متعدد و جابجایی بار آلودگی تجمع یافته در دوره زمانی کوتاه مدت مانند فصول مختلف عملا فرصت تجمع بار آلودگی در طول مدت بهرداری به جاده را نمی‌دهد، در واقع در چنین مناطقی بار آلودگی نشان دهنده فرونشست آلاینده‌ها در یک دوره قبل از بازسازی و مرمت است که گاهی می‌تواند کمتر از یک سال هم باشد. جذب زیستی

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

توسط محصولات کشاورزی نیز عامل دیگری است که در نتیجه پدیده گیاه پالایی یا جذب زیستی توسط گیاهان زراعی در هر دوره برداشت که گاهی بیشتر از یک بار نیز در سال اتفاق می‌افتد، می‌تواند در کاهش بار آلودگی خاک‌های سطحی اراضی کشاورزی کنار جاده‌ای موثر باشد. همچنین فرایند آبیاری غرقابی در مزارع برنج کنار جاده می‌تواند نقش بسیار مهمی در انتقال و کاهش بار آلودگی داشته باشند. در این میان اثر شرایط اقلیمی و وزش باد در این منطقه کوهستانی، بطور خاص در محدوده رستم آباد تا رودبار که از زمین‌های پرشیب و خاک سطحی ناچیز برخوردارند را نمی‌توان در جابجایی آلاینده‌ها در خاک‌های سطحی منطقه نادیده گرفت. نتایج به‌دست آمده در محدوده بزرگراه رشت ـ قزوین که همزمان با این تحقیق در منطقه انجام شده است می‌تواند تاییدکننده نقش عوامل تاثیرگذار اشاره شده در کاهش بار آلودگی در این منطقه باشد. در یک دیدگاه کلی می‌توان گفت اگرچه از نظر شاخص‌های زیست محیطی منطقه دارای بار آلودگی پایینی است، با در نظر گرفتن عوامل کاهنده مذکور، تداوم منابع آلاینده باعث شده است که هنوز برخی از آلاینده‌ها مانند Zn و Ni فراتر از حدود مجاز و زمینه منطقه قرار داشته باشند. به این منظور ضروری است تغییرات بار آلودگی به‌طور سالیانه در مزارع کنار جاده‌ای مورد مطالعه قرار گیرد.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان کلیه نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان "مطالعه غلظت فلزات سنگین خاک‌های سطحی کنار جاده‌ای در امتداد آزادراه قزوین ـ رشت و جاده ۴۹ (منطقه مورد مطالعه: از محدوده رودبار تا امامزاده هاشم)" در مقطع کارشناسی ارشد در سال ۱۳۹۶ با کد ۱۰۲۰۲ است که با حمایت دانشگاه گیلان اجرا شده است.

References

1. Sun J, Hu G, Yu R, Lin C, Wang X, Huang Y. Human health risk assessment and source analysis of metals in soils along the G324 Roadside, China, by Pb and Sr isotopic tracing. Geoderma. 2017;305:293-304.
2. Kluge B, Wessolek G. Heavy metal pattern and solute concentration in soils along the oldest highway of the world–the AVUS Autobahn. Environmental Monitoring and Assessment. 2012;184(11):6469-81.
3. Yan G, Mao L, Liu S, Mao Y, Ye H, Huang T, et al. Enrichment and sources of trace metals in roadside soils in Shanghai, China: a case study of two urban/rural roads. Science of the Total Environment. 2018;631:942-50.
4. Moradi Q, Mirzaei R. Spatial variability analysis of heavy metals in street dusts of Kashan City. Iranian

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

SD, Mahvi AH. Concentrations of heavy metals in surface soil of Zahedan city. Journal of Health. 2017;8(2):182-90 (in Persian).
15. Mazloomi S, Esmaeili-Sari A, Bahramifar N, Moeinaddini M. Assessment of the metals and metalloids level in street dust of the east and west of Tehran. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(2):281-92 (in Persian).
16. Alsbou EME, Al-Khashman OA. Heavy metal concentrations in roadside soil and street dust from Petra region, Jordan. Environmental Monitoring and Assessment. 2018;190(1):48.
17. Solgi E, Keramaty M. Assessment of health risks of urban soils contaminated by heavy metals (Bojnourd city). Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2016;7(4):813-27 (in Persian).
18. Lu S, Wang H, Guo J. Magnetic enhancement of urban roadside soils as a proxy of degree of pollution by traffic-related activities. Environmental Earth Sciences. 2011;64(2):359-71.
19. Hjortenkrans DS, Bergbäck BG, Häggerud AV. Metal emissions from brake linings and tires: case studies of Stockholm, Sweden 1995/1998 and 2005. Environmental Science & Technology. 2007;41(15):5224-30.
20. Mohammadi galangash M, Hedayat P, Fazlollahi A. Heavy metals pollution in surface soils of Jamalabad District of Lowshan in Guilan Province. Archives of Hygiene Sciences. 2018;7(4):295-302.
21. Botsou F, Sungur A, Kelepertzis E, Soylak M. 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. 2016;132:101-10.
22. Salmanzadeh M, Saeedi M, Nabi Bidhendi G. Heavy metals pollution in street dusts of Tehran and their ecological risk assessment. Journal of Environmental Studies. 2012;38(1):9-18 (in Persian).
23. Faiz Y, Tufail M, Javed MT, Chaudhry M. Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb and Zn along Islamabad Expressway, Pakistan. Microchemical

Journal of Health and Environment. 2017;9(4):443-56.
5. Ghanavati N. Human health risk assessment of heavy metals in street dust in Abadan. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(1):63-74 (in Persian).
6. Ravankhah N, Mirzaei R, Masoum S. Human health risk assessment of heavy metals in surface soil. Journal of Mazandaran University of Medical Sciences. 2016;26(136):109-20 (in Persian).
7. Mohammad Moradi B, Sobhanardakani S, Cheraghi M. Ecological risk of heavy metals in surface soils of urban parks. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;10(4):429-42 (in Persian).
8. Ziarati P, Moslehisahd M. Determination of heavy metals (Cd, Pb, Ni) in Iranian and imported rice consumed in Tehran. Iranian Journal of Nutrition Sciences & Food Technology. 2017;12(2):97-104 (in Persian).
9. Moradi Baseri M, Kamani H, Ashrafi S, Bazrafshan E, Kord Mostafapour F. Non-carcinogenic risk assessment of Hg and Cu in streets dusts of Zahedan city. Iranian Journal of Health and Environment. 2018;11(3):391-402 (in Persian).
10. Modarres R, Sarhadi A. Statistically-based regionalization of rainfall climates of Iran. Global and Planetary Change. 2011;75(1-2):67-75.
11. Mohamadi M, Ghasemi R, Naeimi M. Distribution Pattern of heavy metals in roadside topsoils around the Rasht-Qazvin freeway. Journal of Health. 2018;9(3):249-58 (in Persian).
12. De Silva S, Ball AS, Huynh T, Reichman SM. Metal accumulation in roadside soil in Melbourne, Australia: effect of road age, traffic density and vehicular speed. Environmental Pollution. 2016;208:102-109.
13. Nazarpour A, Ghanavati N, Babaenejad T. Evaluation of the level of pollution and potential ecological risk of some heavy metals in surface soils in the Ahvaz oil-field. Iranian Journal of Health and Environment. 2017;10(3):391-400 (in Persian).
14. Kamani H, Hoseini M, Safari G, Jaafari J, Ashrafi

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

Journal. 2009;92(2):186-92.
24. Rolli N, Karalatti B, Gadi S. Metal accumulation profile in roadside soils, grass and caesalpinia plant leaves: Bioindicators. Journal of Environmental & Analytical Toxicology. 2015;5(6):1.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]

Available online: https://ijhe.tums.ac.ir

Orginal Article

Evaluation of roadside soils pollution with heavy metals (Pb, Ni, Cu, Zn) in the Rasht-Qazvin old road (Guilan province)

Mohsen Mohammadi Galangash[1,*], Rezvan Ghasemi Zolpirani[1], Mohammad Naimi Joubani[2]

1- Department of Environmental Sciences and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowmeh-sara, Iran
2- Research Center of Health and Environment, School of Health, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

ARTICLE INFORMATION:

Received: 15 September 2020
Revised: 9 December 2020
Accepted: 14 December 2020
Published: 20 December 2020

Keywords: Heavy metals, Soil pollution, Road transportation, Guilan province

***Corresponding Author:**
mohammadi2g@gmail.com

ABSTRACT

Background and Objective: Contamination of roadside soils with heavy metals is a serious threat to soil ecosystems and organisms and human health. Therefore, the purpose of this study was to determine the concentration of heavy metals in the roadside soils of the Rasht-Qazvin old road.

Materials and Methods: 10 out-of-town sampling sites were selected via the field observation of the entire area. surface soil sampling with three replicates was performed around the Rasht-Qazvin old road. Heavy metals concentrations were measured using ICP-OES following samples preparation and acid digestion. The pollution level of heavy metals was assessed using geoaccumulation index (I_{geo}) and potential ecological risk index (PERI).

Results: The results showed that the average concentrations of Zn, Cu, Ni and Pb in the roadside soils were 58.07, 19.96, 20.26 and 23.21 mg/kg, respectively. The findings showed that concentration of Zn and Ni were higher than background values and the amount of Zn exceeded WHO standard limit. The potential ecological risk index (PERI) with an average value of 86.24, indicated low level of pollution for all of the studied metals. The results of geoaccumulation index (I_{geo}) revealed moderately contamination level of Ni.

Conclusion: Old roads are generally known as one of the sources of pollution for the surrounding lands. Although the concentration of pollutants around the road is expected to be very high, we did not detect elevated levels of heavy metals. This fact can be explained by the current road repairs and widening, agricultural activities on marginal lands and wind blows in mountainous regions which leads to the dispersion of the soil pollutants

Please cite this article as: Mohammadi Galangash M, Ghasemi Zolpirani R, Naimi Joubani M. Evaluation of roadside soils pollution with heavy metals (Pb, Ni, Cu, Zn) in the Rasht-Qazvin old road (Guilan province). Iranian Journal of Health and Environment. 2020;13(3):409-20.

Copyright © 2020 Iranian Association of Environmental Health, and Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Noncommercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from ijhe.tums.ac.ir on 2025-04-05]