ارزیابی زمین‌آماری آلودگی خاک به وسیله سرب حاصل از وسایل نقلیه در مجاورت بخشی از بزرگراه قزوین-کرج

کبری خزائی پول[1]، اکبر فرقانی[2] و ناصر دواتگر[3]
1و2- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه گیلان
3- عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات برنج کشور
khazaee@hotmail.com

چکیده

حمل و نقل جاده‌ای همواره یک منبع آلودگی سرب در خاک کنار بزرگراه‌ها همراه با اثرات مستقیم و غیر مستقیم روی سلامت انسان‌ها بوده است. زمین‌آمار از جمله روش‌های سریع و کم‌هزینه برای تعیین میزان آلودگی و تهیه نقشه‌های مربوطه است. در تحقیق حاضر، 104 نمونه خاک سطحی (15-0 سانتیمتر) از مجاورت بزرگراه قزوین- کرج جمع‌آوری و غلظت سرب قابل جذب با استفاده از عصاره‌گیر DTPA و غلظت سرب کل با اسید نیتریک چهار مولار اندازه‌گیری شد. . پراکندگی مکانی سرب قابل جذب و سرب کل بررسی و نیم‌تغییر نما محاسبه و مدل مناسب بر آن‌ها برازش شد. درون‌یابی با روش کریجینگ انجام و نقشه‌ها با استفاده از نرم افزار GS+ (Version 5.1) تهیه شدند. نتایج نشان داد که غلظت سرب در خاک حاشیه بزرگراه بالا بوده و با افزایش فاصله کاهش پیدا کرد. میانگین غلظت سرب در منطقه در حدود نیمی از نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز بود.

کلمات کلیدی: آلودگی خاک، بزرگراه، زمین‌آمار، سرب، کریجینگ

مقدمه

آلودگی محیط امروزه به یک نگرانی جهانی تبدیل شده است. با توجه به تمایل تجمع سرب در خاک و همچنین قدرت تخریب ناپذیری آن، سرب خروجی از وسایل نقلیه به مقدار زیاد روی خاک‌های سطحی تجمع پیدا می‌کند (ساترلند و همکاران، 2000). به دلیل اینکه سرب از هر دو راه جذب توسط گیاهان و نیز ریزش مستقیم روی آنها وارد زنجیره غذایی می‌گردد، مشکلات زیست‌محیطی مربوط به بنزین سرب‌دار در مناطقی که بزرگراه‌ها نزدیک به زمین‌های کشاورزی‌اند روز به روز تشدید می‌شود (عنایت ضمیر و همکاران، 2008). تکنیک‌های زمین‌آماری ابزار قدرتمندی برای ارزیابی آلودگی‌های مکانی هستند (گوورت، 1997). این روش‌ها می‌توانند هم برای تخمین غلظت سرب در یک منطقه مشخص و هم برای به دست آوردن احتمال در خصوص میزان آستانه عنصر با استفاده از اندازه‌گیری‌های صورت گرفته در مجاورت نقطه مورد نظر به کار روند. چنین اطلاعاتی به منظور تهیه نقشه خطرات بالقوه برای محیط و سلامت انسان‌ها ضروری هستند (امینی و همکاران، 2005). این تحقیق به منظور استفاده از روش‌های زمین‌آماری برای به کمیت در آوردن اثر ترافیک روی تجمع سرب در مجاورت بخشی از بزرگراه قزوین-کرج صورت گرفت.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه به مساحت تقریبی 120000 متر مربع در ضلع غربی کیلومتر 10 اتوبان قزوین – کرج در محدوده

طول جغرافیایی ″7′21 °50 و ″6′20 °50 شرقی و عرض جغرافیایی ″53′21 °36 و ″13′22 °36 شمالی جهت نمونه‌برداری انتخاب گردید. میانگین حجم ترافیک روزانه بزرگراه 19282(veh/d) می‌باشد [سازمان حمل و نقل جاده‌ای کشور]. جهت نمونه‌برداری ابتدا 13 نقطه با فواصل 100 متری در امتداد بزرگراه مشخص و سپس از هر کدام از این نقاط راستایی به طول 100 متر و عمود بر جاده در نظر گرفته شد. نمونه‌برداری در طول راستا، به فواصل 2، 5، 10، 20، 40، 60، 80 و 100 متری از خاک سطحی (15-0 سانتیمتر) صورت گرفت. تعداد 104 نمونه به آزمایشگاه منتقل، خشک شده و پس از کوبیدن از الک 2 میلی متری رد شد. محتوای سرب نمونه‌ها با استفاده از روش اسید نیتریک چهار مولار عصاره‌گیری و نهایتاً مقادیر کل سرب نمونه‌ها با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد (پیج و همکاران، 1987). میزان سرب قابل جذب گیاه در خاک نیز با روش DTPA تعیین گردید (پیج و همکاران، 1987). برای تشخیص وجود روند در متغیرهای اندازه‌گیری شده نسبت به فاصله از لبه بزرگراه، از روش پیشنهادی عنایت‌ضمیر و همکاران (2008) استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در آمار کلاسیک به‌وسیله‌ی نرم‌افزار SPSS (Version 17) صورت گرفت. سپس تجزیه و تحلیل ساختار مکانی متغیرهای مورد نظر با استفاده از نیم‌تغییرنما انجام شد. در مرحله بعد، اقدام به برازش مدل بر نیم‌تغییرنمای تجربی کردیم. پس از تعیین پارامترهای مدل، عمل تخمین با روش کریجینگ بلوکی صورت گرفت. جهت محاسبه و ترسیم نیم‌تغییرنما و همچنین تهیه نقشه‌های توزیع مکانی متغیرهای مورد مطالعه از نرم‌افزار GS+ (Version 5.2) استفاده شد.

نتیجه‌گیری

جدول توزیع فراوانی سرب نشان می‌دهد که نزدیک به 50 درصد از نقاط مورد مطالعه غلظت بالای 50 میلی‌گرم در کیلوگرم داشته‌اند (جدول 2). همچنین میانگین غلظت سرب عصاره‌گیری شده با DTPA که سرب قابل جذب نامیده می‌شود در گیاه برابر 4/36 میلی‌گرم در کیلوگرم بوده است.

جدول (2): توزیع فراوانی سرب کل

دامنه کلاسها	تعداد	درصد
0-50(mg/kg)	51	49/04
> 50(mg/kg)	53	50/96

همبستگی متغیرهای اندازه‌گیری شده

در جدول 4 همبستگی بین متغیرهای مورد مطالعه آورده شده است. مشاهده شد که بین ماده‌آلی و غلظت سرب قابل جذب و سرب کل خاک رابطه خطی معنی‌داری وجود دارد. وو و ژانگ (2010) به وجود رابطه همبستگی مثبت معنی-دار بین ماده‌آلی و میزان سرب خاک اشاره کرده و دلیل آن را تاثیر جذب قوی عناصر توسط ماده‌آلی عنوان کردند.

جدول 4- جدول همبستگی سرب کل و قابل جذب با صفات مورد مطالعه

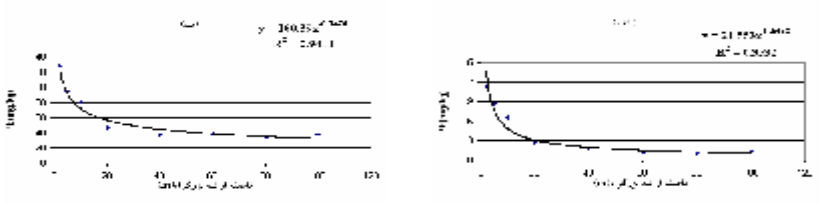
	pH	کربنات کلسیم(%)	رس(%)	شن(%)	سیلت(%)	سرب کل ($mg\ kg^{-1}$)	ماده آلی(%)
سرب قابل جذب($mg\ kg^{-1}$)	-0/340**	-0/010	-0/593**	0/67**	-0/613**	0/846**	0/647**
سرب کل($mg\ kg^{-1}$)	-0/333**	0/009	-0/556**	0/591**	-0/528**	1	0/647**

**: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

سرب قابل جذب و سرب کل خاک دارای همبستگی منفی با میزان pH خاک بوده‌اند. pH خاک نقش تعیین کننده‌ای بر رفتار و دسترسی فلزات سنگین مانند سرب دارد. رودریگز مارتین وهمکاران (2006) عنوان کردند که غلظت عناصر سنگین در مناطق با pH بالا و مواد آلی پایین، کم بوده است. بین غلظت سرب قابل جذب و کربنات کلسیم خاک رابطه منفی وجود دارد. شارما و همکاران (2004) نیز بیان کردندکه شکل قابل عصاره‌گیری عناصر کم‌مصرف با DTPA با افزایش pH وکربنات کلسیم خاک کاهش می‌یابد.

بررسی وجود روند نسبت به فاصله از لبه بزرگراه

نتایج ارزیابی روند متغیرهای مطالعه شده در شکل‌های (3-الف) و (3-ب) نشان داده شده‌اند. برای سرب کل و سرب قابل جذب خاک، میزان تجمع در فواصل نزدیک به بزرگراه بیشترین بوده و تا فاصله حدوداً 20 متری از لبه جاده روند کاهشی نشان می‌دهند و پس از آن به تدریج یکنواخت می‌شود. نمودار برازش داده شده برای هر دو این متغیرها به صورت نمایی با ضریب تبیین بالا کاملاً منعکس‌کننده اثر عوامل ترافیکی بر افزایش تجمع سرب در فواصل نزدیک به بزرگراه می‌باشد که با نتایج تحقیقات عنایت‌ضمیر و همکاران (2008) و ویارد و همکاران (2004) مطابقت دارد.



شکل 3- نمودار و معادلات بررسی روند نسبت به فاصله از لبه بزرگراه: (الف) سرب قابل جذب و (ب) سرب کل

منابع برازش و انتخاب مدل نیم‌تغییرنما

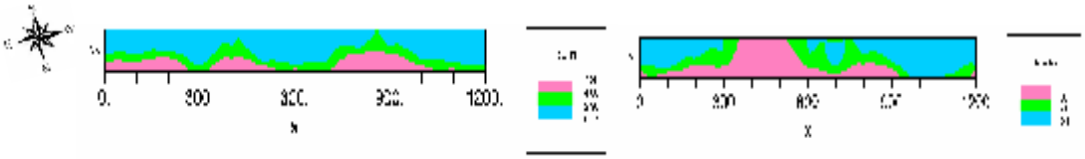
نیم‌تغیرنما به منظور نشان دادن درجه گستردگی مکانی عناصر خاک در میان نقاط نمونه‌برداری و برقراری دامنه وابستگی مکانی عناصر خاک، رسم می‌شود و از طریق اطلاعات حاصل از تغییرنماها، عامل‌های وزن‌دهی برای درون‌یابی مکانی در روش کریجینگ به دست می‌آیند [اسحق و سریواستاوا، 1989]. در جدول (5) پارامترهای مدل‌های برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای صفات مورد مطالعه نشان داده شده است.

جدول 5-پارامترهای مدل‌های برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای صفات مورد مطالعه

صفت مورد مطالعه	مدل	C_0	$C + C_0$	A0(m)	R2	RSS	$\frac{C_0}{C + C_0} \times 100$
سرب قابل جذب (mg kg-1)	کروی	0/35	0/59	110	0/95	$1/948\times10^{-3}$	59/32
سرب کل(mg kg-1)	نمایی	0/21	0/42	101	0/77	$4/439\times10^{-3}$	50

بررسی توزیع صفات مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌های توزیع مکانی

شکل (5-الف)، تخمین میزان متغیر سرب قابل جذب توسط کریجینگ بلوکی در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. بالا بودن غلظت سرب در فواصل نزدیک به کناره بزرگراه تحت تاثیر انتشارهای ناشی از حرکت خودروها بوده است. نقشه پهنه‌بندی سرب‌کل (5-ب)، نشان می‌دهد که توزیع این متغیر در منطقه کاملا تحت تاثیر حمل و نقل خودروها بوده به این صورت که غلظت این عنصر در فواصل ابتدایی جاده بیشترین و با فاصله گرفتن از کناره بزرگراه غلظت آن کاهش می‌یابد که منطبق با نتایج به دست آمده از بررسی روند سرب کل (شکل 3-ب) است.



(ب) (الف)

شکل 5- نقشه توزیع مکانی غلظت سرب قابل جذب (الف) و سرب کل (ب)

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به مقدار غلظت مجاز سرب کل، مقدار این عنصر در حدود نیمی از نمونه‌ها بالاتر از حد مجاز بوده و شاهد آلودگی خاک به سرب بودیم. توزیع سرب قابل جذب و سرب کل، غیر نرمال بود که نشان می‌دهد تغییرات این دو متغیر در منطقه، بیشتر تحت تاثیر دلایل مدیریتی (خصوصا انتشار گازهای حاصل از سوخت خودروها) می‌باشد تجزیه و تحلیل تغییرنماهای تجربی متغیرهای مورد مطالعه نشان داد که تمامی متغیرهای مورد بررسی از ساختار مکانی متوسط برخوردار بودند. سرب کل از نیم‌تغییرنمای مدل نمایی و سرب قابل جذب از نیم‌تغییرنمای مدل کروی پیروی نمودند. برای هر دو متغیر مورد مطالعه، با توجه به ساختار مکانی می‌توان از تخمین‌گر کریجینگ برای درون‌یابی استفاده کرد و نقشه‌های پهنه‌بندی را ایجاد نمود.

منابع:

بی نام. 1388. سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای. سازمان حمل و نقل جاده‌ای کشور، http://www.rmto.ir.

Amini, M., M. Afyuni, H. Khademi, K.C. Abbaspour, and R. Schulin. 2005. Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of central Iran. Science of the Total Environment. 347: 64-77.

Enayatzamir, Kh., M. Amini, Gh. Savaghebi and K.C. Abbaspour. 2008. Quantifying the effect of traffic on lead accumulation in soil: A case study in Iran. Caspian J. Env. Sci. 6:11-17.

FOEFL (Swiss Federal Office of Environment, Forest and Landscape), 1998. Commentary on the ordinance relating to pollutants in soils, (VBBo of July 1), Bern.

Goovaerts, P. 1997. Geostatistics for Natural Resourses Evaluation. New York, Oxford Univ. Press. Pp. 467.

Isaake, E.H. and R.M. Srivastava. 1989. An Introduction to applied Geostatistics. Oxford University Press. pp: 553.

Page, A. L., R. H. Miller and D. R. Keeney. 1987. Method of Soil Analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. ASA & SSSA, Madison, Wisconsim. USA.

Sutherland, R.A., C.A. Tolosa, F.M.G. Tack and M.G. Verloo. 2000. Charactrization of selected element concentrations and enrichment ratios in background and anthropogenically impacted roadside areas. Arch. Environ. Con. Tox. 38: 428-438.

Viard, B., F. Pihan, S. Promeyrat and J.C. Pihan. 2004. Integrated assessment of heavy metal (Pb, Zn, Cd) highway pollution: Bioaccumulation in soil, Graminaceae and land snails. Chemosphere. 55: 1349-1359.

Wu, C. and L. Zhang. 2010. Heavy metal concentrations and their possible source in paddy soils of a modern agricultural zone, southeastern China. Journal of Environ Earth Sience. 60(1):45-56.