نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۳، ص. ۵۸۶-۵۷۵

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 3, Jul.-Agu. 2014, p. 575-586

مقایسه‌ی تغییرات مکانی پذیرفتاری مغناطیسی و برخی از عناصر سنگین در خاک‌های منطقه‌ی لنجانات اصفهان

شهربانو جورکش[۱]- محمدحسن صالحی[۲*]- عیسی اسفندیارپور بروجنی[۳]

تاریخ دریافت:۱۳۹۲/۷/۱۱
تاریخ پذیرش:۱۳۹۳/۳/۷

چکیده

یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های خاک، فلزات سنگین می‌باشند. از طریق آنالیز شیمیایی نمونه‌های خاک می‌توان میزان آلودگی را تعیین‌کرد ولی این تحقیقات، پرهزینه و زمان‌بر است، به همین دلیل، برای ارزیابی سریع منطقه از ویژگی‌های دیگری مانند پذیرفتاری مغناطیسی استفاده می‌گردد. هدف از این تحقیق، بررسی پراکنش مکانی عناصر کادمیم، سرب، نیکل و مس در سه سری خاک اصفهان، خمینی‌شهر و زاینده‌رود در منطقه لنجانات استان اصفهان و نیز امکان تخمین این عناصر با استفاده از تعیین پذیرفتاری مغناطیسی بوده است. غلظت کل عناصر کادمیم، سرب، نیکل و مس در نمونه‌های خاک اندازه‌گیری گردید و مقدار پذیرفتاری مغناطیسی نمونه‌ها نیز تعیین شد. روابط آماری نشان داد تخمین عناصر از طریق پذیرفتاری مغناطیسی در هیچکدام از سری‌های خاک از دقت قابل قبولی برخوردار نیست، در صورتی که تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماری و نقشه‌های پیوسته نشان داد پراکنش مکانی فلزات سنگین و پذیرفتاری مغناطیسی در این خاک‌ها از شباهت بالایی برخوردار هستند. بنابراین، می‌توان گفت پذیرفتاری مغناطیسی تنها می‌تواند شاخص خوبی برای بررسی روند آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های مورد مطالعه باشد.

واژه‌های کلیدی: آلاینده‌های خاک، فلزات سنگین، پذیرفتاری مغناطیسی، پراکنش مکانی

مقدمه

امروزه آلودگی خاک با فلزات سنگین به دلیل دارا بودن پتانسیل تأثیرات مضر اکولوژیکی، تبدیل به یک بحران زیست‌محیطی شده است (۷). منابع آلاینده‌ی خاک به دو دسته‌ی طبیعی و انسانی تقسیم می‌شوند، که منابع انسانی خود به سه دسته‌ی آلودگی ناشی از فعالیت‌های صنعتی و نفتی، آلودگی ناشی از فعالیت‌های شهری و آلودگی ناشی از فعالیت‌های کشاورزی تقسیم می‌گردند (۱).

از طریق آنالیز شیمیایی نمونه‌های خاک می‌توان میزان آلودگی را تعیین‌کرد ولی این تحقیقات پرهزینه و زمان‌بر است، به همین دلیل، برای ارزیابی سریع منطقه به بررسی ویژگی‌های دیگری اقدام می‌گردد که وابسته به مقدار مورد نظر هستند اما آسان‌تر اندازه‌گیری می‌شوند (۲۲). پذیرفتاری مغناطیسی، می‌تواند شاخصی از آلودگی خاک توسط فلزات سنگین باشد (۱۷). هلر و همکاران (۱۷) در لهستان نشان دادند که غبارات خروجی از نیروگاه برق به طور موفقیت‌آمیزی به وسیله‌ی اندازه‌گیری پذیرفتاری مغناطیسی خاک سطحی قادر به نقشه‌برداری است. هانش و همکاران (۱۶) بیان کردند که پذیرفتاری مغناطیسی به طور موفقیت‌آمیزی برای نقشه‌برداری توزیع آلوده‌کننده‌ها مثل فلزات سمی در خاک‌ها (ناشی از فعالیت های صنعتی) و ته‌نشینی گرد و غبار اطراف کارخانه‌ها و همچنین انواع منابع پخش ذرات ریز اتمسفر و رسوبات مورد استفاده قرار گرفته است زیرا آلودگی‌ها و ذرات مغناطیسی از نظر ژنتیکی با هم ارتباط دارند.کریمی و همکاران (۱۸) در مطالعه‌ای که انجام دادند به این نتیجه رسیدند که غلظت فلزات سنگین سرب، مس و روی ارتباط قوی با پذیرفتاری مغناطیسی دارند، در حالی‌که کادمیم، منگنز و کروم ارتباط ضعیفی با پذیرفتاری مغناطیسی دارند. دنکوب (۴) در مطالعه‌ای که بر روی خاک‌های منطقه‌ی شهری اصفهان انجام داد به این نتیجه رسید که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین سرب، منگنز، آهن، روی و مس با پارامترهای مغناطیسی وجود دارد در حالی که همبستگی منفی و معنی‌داری بین نیکل و کروم با پارامترهای مغناطیسی مشاهده شد. نعیمی (۱۰) در مطالعه‌ای که در خاک‌های منطقه‌ی صنعتی ذوب‌آهن اصفهان انجام داد به این نتیجه رسید که

۱ و ۲ – دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: Email: mehsalehi@yahoo.com)
۳- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان

همبستگی بالا و معنی‌داری بین غلظت سرب، روی، آهن و منگنز با پذیرفتاری مغناطیسی در دو فرکانس بالا و پایین وجود دارد و همبستگی بین غلظت مس و نیکل با پذیرفتاری مغناطیسی معنی‌دار نیست. دلیل همبستگی بالا بین پذیرفتاری مغناطیسی و عناصر سنگین را در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری وارد شدن این فلزات به داخل شبکه‌ی ساختمانی کانی‌های فری‌مگنتیک یا جذب این فلزات بر روی سطح کانی‌های فری‌مگنتیک بیان کرد که در طی گذشت زمان وارد خاک شده‌اند.

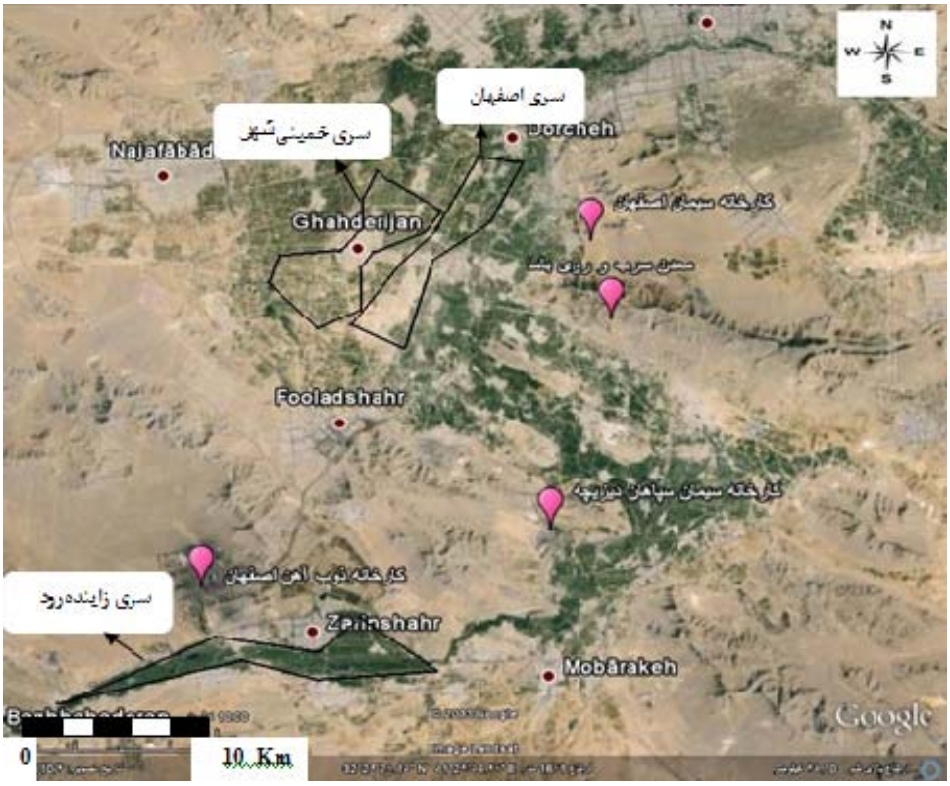
به دلیل عدم امکان نمونه‌برداری از تمامی نقاط برای تعیین مناطق آلوده و مناطق در معرض آلودگی، استفاده از روش‌های زمین آمار بسیار مفیدند. ناظمی و خسروی (۹) در تحقیق مشاهده کردند که با افزایش فاصله محل نمونه‌برداری از بزرگراه، میزان سرب در خاک کاهش یافته است در حالی که در مورد سایر فلزات، چنین نبوده است. رحمانی (۶) گزارش داد که غلظت کادمیم کل در بعضی از خاک‌های اراضی کشاورزی اصفهان در محدوده‌ی بحرانی قرار دارد. وی بیان کرد که افزایش درازمدت و تدریجی غلظت کادمیم در خاک‌های زراعی در اثر استفاده از کودهای فسفاته با غلظت کادمیم فراتر از حد مجاز است. زو و همکاران (۲۵) گزارش کردند که افزایش کادمیم موجود در خاک می‌تواند به دلیل کارخانه‌ی سرامیک و کارخانه‌ی آلیاژ آلومینیم موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی آن‌ها در چین باشد، همچنین بیان کردند که بالاترین میزان سرب در نمونه‌های خاک در حومه‌ی اراضی شهری بوده است. آن‌ها ترافیک سنگین در مناطق شهری، کارخانه‌ها (خصوصا کارخانه‌ی ماشین‌آلات) و برخی از گاراژهای تجاری واقع در نزدیکی مناطق شهری را از منابع سرب در منطقه‌ی مورد مطالعه‌ی خود دانستند. دیانی و همکاران (۵) با بررسی تغییرات مکانی سرب، روی و کادمیم در خاک‌های حومه‌ی سپاهان-شهر واقع در جنوب اصفهان گزارش کردند که این سه عنصر دارای وابستگی مکانی قوی هستند که این امر می‌تواند ناشی از یکسان بودن منشاء این عناصر در منطقه‌ی مورد مطالعه باشد. دنکوب (۴) بیان کرد که با توجه به نقشه پراکنش مکانی فلزات مورد بررسی خود در منطقه‌ای از اصفهان بیشترین غلظت سرب و مس در کاربری شهری و صنعتی وجود دارد که از دلایل افزایش غلظت این فلزات فعالیت‌های صنعتی، دود حاصل از اگزوز وسایل نقلیه و استهلاک وسایل نقلیه است. همچنین بیان کرد بیش‌ترین غلظت نیکل در کاربری کشاورزی مشاهده شد که مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از لجن فاضلاب را می‌توان از علل افزایش این عناصر در نواحی کشاورزی دانست.

خداکرمی و همکاران (۳) بیان کردند که با استفاده از تجزیه و تحلیل نقشه پهنه‌بندی فلزات سنگین به کمک نقشه‌های زمین-شناسی و نقشه کاربری اراضی به نظر می‌رسد مواد مادری عامل اصلی بالا بودن غلظت طبیعی فلزات سنگین خاک است، ولی با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه یک ناحیه کشاورزی است احتمال افزایش غلظت فلزات سنگین خاک به واسطه عملیات کشاورزی در اثر مصرف بالای کودهای شیمیایی در اراضی کشاورزی و به دلیل وجود این عناصر در ساختار کودهای شیمیایی نیز وجود دارد. آتیا و دوبوئیس (۱۲) با مطالعه‌ای که در کشور سوئیس با استفاده از تکنیک زمین آمار جهت تعیین پراکنش مکانی عناصر سنگین انجام دادند به این نتیجه رسیدند که سرب از طریق کودهای شیمیایی و کادمیم از طریق فعالیت‌های صنعتی به خاک افزوده شده‌اند. همچنین منشاء کبالت و نیکل از مواد مادری می‌باشد. کاسکان و همکاران (۱۳) با استفاده از تکنیک زمین آمار نقشه‌های توزیع مکانی فلزات سنگین را تهیه کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که غلظت اغلب تحت‌تاثیر تغییرات لیتولوژیک منطقه می‌باشد و کمتر تحت‌تاثیر فعالیت‌های انسانی موجود در منطقه می‌باشد. ناواس و همکاران (۲۰) توزیع مکانی برخی عناصر سنگین را در اسپانیا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که مهم‌ترین تغییرات عناصر سنگین در خاک منطقه تحت-تأثیر نوع خاک و سنگ بستر است.

در منطقه‌ی لنجانات اصفهان صنایعی چون کارخانه‌ی ذوب‌آهن اصفهان، کارخانه‌ی سیمان سپاهان و مجتمع فولاد مبارکه قرار دارد، همچنین معدن سرب و روی باما در نزدیکی این منطقه قرار دارد. این منطقه یکی از مراکز مهم تولید محصولات کشاورزی استان اصفهان می‌باشد. علیرغم مطالعات قابل توجه زمین‌آماری بر روی عناصر سنگین، تا بحال، چنین مطالعاتی در ارتباط با این عناصر و پذیرفتاری مغناطیسی انجام نشده است. بنابراین، این تحقیق به منظور بررسی پراکنش مکانی عناصر کادمیم، سرب، نیکل و مس در سه سری غالب خاک‌های این منطقه و امکان استفاده از پذیرفتاری مغناطیسی برای شناسایی روند آلودگی و نیز مقدار آلودگی این خاک‌ها توسط این عناصر صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه با مساحت حدود ۳۰۰۰۰ هکتار و حدفاصل عرض‌های جغرافیایی "۱۳/۴۱ '۲۰ °۳۲تا "۵۸/۶۶ '۳۹ °۳۲شمالی و طول‌های جغرافیایی "۲۶/۲۳ '۱۷ °۵۱تا "۳۵/۵۰ '۴۰ °۵۱شرقی در جنوب غربی اصفهان قرار دارد (شکل ۱). از ۳ سری خاک غالب منطقه شامل سری‌های خاک خمینی‌شهر، اصفهان و زاینده‌رود، به صورت تصادفی از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری به ترتیب، ۸۰، ۷۵ و ۵۰ نمونه برداشت شد. نمونه‌ها ابتدا هوا خشک و بعد از آن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. عناصر سنگین نمونه‌ها شامل کادمیم، سرب، نیکل و مس با اسیدنیتریک ۴ مولار، عصاره‌گیری و مقدار آن‌ها توسط دستگاه جذب اتمی قرائت گردید (۲۳).



شکل ۱- موقعیت منطقه‌ی مطالعاتی

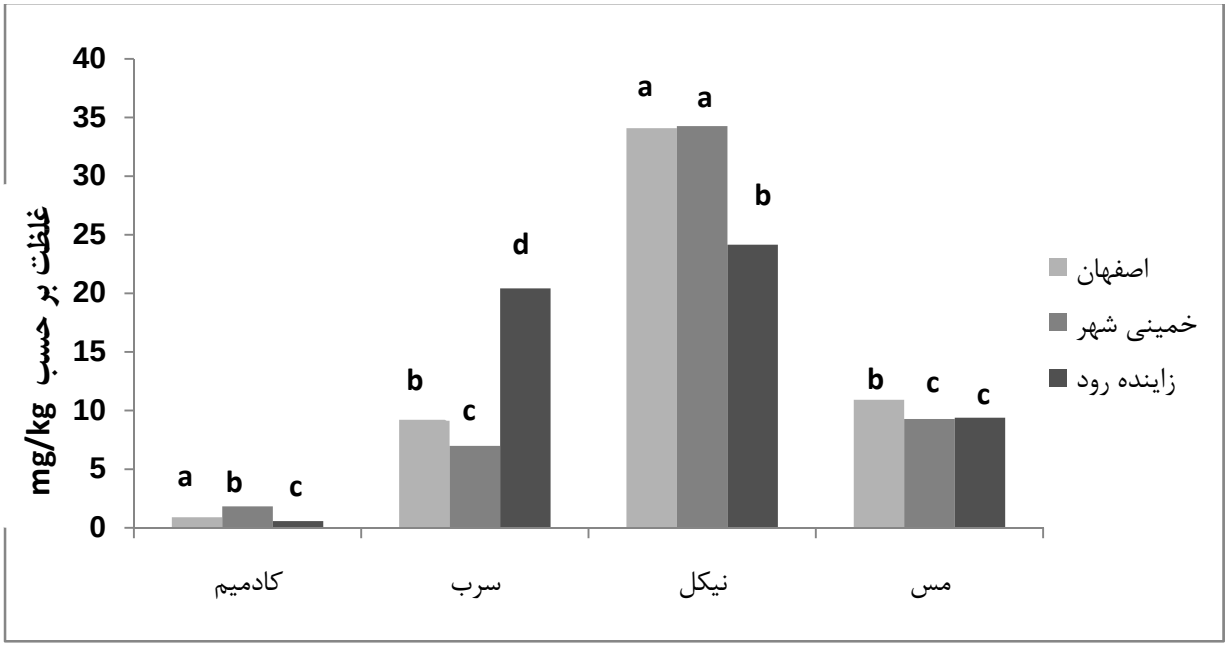
مقدار پذیرفتاری مغناطیسی (χlf)[1] نمونه‌ها در آزمایشگاه با استفاده از دستگاه مدل Bartington MS2 dualfrequency sensor و حسگر MS2B اندازه‌گیری شد. توصیف آماری داده‌ها با استفاده از از نرم‌افزار Statistica صورت گرفت (۲۴). تجزیه و تحلیل ساختار مکانی داده‌ها از طریق محاسبه کردن تغییرنما و توسط نرم-افزار Variowin, 2.2 صورت گرفت (۲۱). نقشه‌های پیوسته توسط نرم‌افزار Surfer, 7.02 تهیه شد (۱۵).

نتایج و بحث

شکل ۲، میانگین غلظت عناصر کادمیم، سرب، نیکل و مس را در افق سطحی سه سری خاک مورد مطالعه نشان می‌دهد. میانگین غلظت نیکل در دو سری اصفهان و خمینی‌شهر تقریبا برابر و به طور بسیار معنی‌داری بیشتر از سری زاینده‌رود است. بین میانگین کادمیم در سری خمینی‌شهر با دو سری دیگر و نیز بین میانگین این عنصر در سری زاینده‌رود و سری اصفهان اختلاف بسیار معنی‌داری وجود دارد. میانگین سرب در هر ۳ سری اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهد. میانگین مس در سری اصفهان با دو سری دیگر نیز اختلاف معنی‌داری دارد. در سری اصفهان ۲۶/۷ درصد، در سری خمینی‌شهر ۹۶/۲۵ درصد و در سری زاینده‌رود تنها ۲ درصد نمونه‌ها غلظت کادمیم بالاتر از حداکثر غلظت قابل قبول مشخص شده در کشور سوئیس (۰/۸mg/kg) بود. با توجه به مطالعه‌ای که جورکش و همکاران (۲) و نمازی و همکاران (۱۱) بر روی غبارات اتمسفری این منطقه انجام دادند مشخص شد که میزان برخی از فلزات سنگین از جمله کادمیم و سرب در نمونه‌های غبار، زیاد است و بسیار بیشتر از مقادیر خاک مطالعه حاضر می‌باشد. بنابراین، ته‌نشست غبارات اتمسفری این منطقه می‌تواند یکی از عوامل افزایش غلظت کادمیم در خاک‌های منطقه باشد. مهاجر و همکاران (۱۹) در مطالعه‌ای که در منطقه‌ی لنجانات اصفهان بر روی خاک و سبزیجات این منطقه انجام دادند بیان کردند که غلظت بالای فلزات سنگین (کادمیم و سرب) در منطقه با طیف گسترده‌ای از منابع در ارتباط است. همچنین بیان کردند یکی از منابع اصلی ورود کادمیم صنایع مختلف مانند فولاد و کارخانه‌ی سیمان و معدن سرب و روی در منطقه است.

همچنین تجمع کادمیم و سرب در مزارع ممکن است به دلیل استفاده از مواد شیمیایی کشاورزی باشد. دو عنصر مس و نیکل در هیچ کدام از خاک‌های ۳ سری، آلودگی نشان ندادند. البته غلظت نیکل با توجه به نتایج (سری اصفهان: ۳۴/۰۹mg/kg، سری خمینی-شهر: ۳۴/۲۶ mg/kg، سری زاینده‌رود: ۲۴/۱۵ mg/kg) بالا و نزدیک به حداکثر قابل قبول مشخص شده در کشور سوئیس (۵۰/۰۰ mg/kg) می‌باشد.

1- Low Frequency Magnetic Susceptibility



شکل ۲- نمودار غلظت کادمیم، سرب، نیکل و مس (mg/kg) در سری‌های خاک اصفهان، خمینی‌شهر و زاینده‌رود (حروف متفاوت، بیانگر تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ درصد برای هر عنصر می‌باشند).

جدول ۱ - وضعیت آماری پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین در سری‌های خاک اصفهان، خمینی‌شهر، زاینده‌رود

متغیر	سری‌های خاک	واحد	میانگین	انحراف معیار	میانه	حداکثر	حداقل	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات (٪)
	اصفهان	$10^{-8}m^3kg^{-1}$	۲۷/۶۴	۴/۶۱	۲۸/۰۰	۳۸/۷۰	۱۷/۵۵	-۰/۰۸	-۰/۲۰	۱۶/۶۷
Xlf	خمینی‌شهر	$10^{-8}m^3kg^{-1}$	۲۸/۰۱	۳/۹۳	۲۷/۵۲	۳۶/۸۰	۲۱/۴۵	۰/۳۵	-۰/۷۳	۱۴/۰۳
	زاینده‌رود	$10^{-8}m^3kg^{-1}$	۳۷/۵۶	۴/۰۸	۳۷/۶۲	۴۷/۱۰	۲۸/۱۵	-۰/۰۷	-۰/۲۰	۱۰/۸۶

دنکوب (۴) گزارش داد در خاک‌های سطحی اطراف اصفهان بیش‌ترین غلظت نیکل در اراضی با کاربری کشاورزی است که احتمالا مصرف کودهای شیمیایی و استفاده از لجن فاضلاب می‌تواند از علل افزایش این عنصر در این اراضی باشد.

جدول۱ وضعیت آماری پذیرفتاری مغناطیسی را در فرکانس پایین و در سه سری منطقه‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد. بیش‌ترین میزان پذیرفتاری مغناطیسی در نمونه‌های سری زاینده‌رود وجود دارد که احتمالا به خاطر کانی‌های مغناطیسی ناشی از رسوب و ته‌نشست گردوغبار حاصل از فعالیت‌های صنعتی (خصوصا کارخانه‌ی ذوب‌آهن) می‌باشد.

روابط رگرسیونی برای هر سری خاک به‌دست آورده شد. نتایج نشان داد به دلیل پایین بودن ضریب تبیین معادلات در سه سری خاک نمی‌توان توصیف دقیقی از تغییرات عناصر در خاک‌های این سری‌ها به دست آورد. لازم به ذکر است اضافه نمودن ویژگی‌های خاکی نیز افزایش قابل توجهی در ضریب تبیین ایجاد نکرد. همچنین، روابط رگرسیون برای هر عنصر بدون تفکیک داده‌ها در مقایسه با روابط مذکور از دقت پایین‌تری برخوردار بود.

نتایج تغییرنماها نشان داد که روند ناهمسانگردی خاصی در متغیرهای هیچ یک از سری‌ها وجود ندارد. بنابراین، این متغیرها در جهات مختلف تغییرپذیری یکسانی دارند. نتایج وابستگی مکانی فلزات سنگین کادمیم، سرب، نیکل و مس و همچنین پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین برای سه سری اصفهان، خمینی‌شهر و زاینده‌رود در جدول ۲ آمده است.

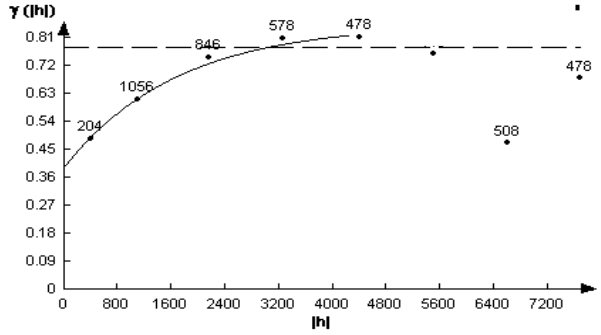
به منظور بررسی اعتبار تغییرنما، انتخاب پارامترهای مدل به گونه‌ای صورت گرفت که مدل نهایی، دارای حداقل میانگین خطای تخمین و مجذور میانگین مربعات خطای تخمین باشد.

جدول۲- پارامترهای تغییرنمای عناصر سنگین مورد مطالعه و پذیرفتاری مغناطیسی در سری‌های اصفهان، خمینی‌شهر و زاینده‌رود

متغیر	سری‌های خاک	مدل	اثر قطعه‌ای	حد آستانه	درصد وابستگی مکانی	کلاس وابستگی مکانی	دامنه (متر)	میانگین خطای تخمین	مجذور میانگین مربعات خطای تخمین
کادمیم	اصفهان	نمایی	۰/۳۹۲	۰/۸۵۶	۳۱/۴۱	قوی	۵۰۰۵	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲
	خمینی‌شهر	نمایی	۰/۰۱۸	۰/۲۷۰	۶/۲۵	قوی	۳۳۵۰	-۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۳
	زاینده‌رود	نمایی	۰/۰۰۷	۰/۰۱۵	۴۶/۷۰	متوسط	۱۷۲۸	-۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۴
سرب	اصفهان	نمایی	۴/۰۳۰	۱۳/۹۱	۲۸/۹۷	متوسط	۳۱۵۷	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۴
	خمینی‌شهر	نمایی	۱/۹۸۰	۱۰/۵۶۰	۱۸/۷۵	قوی	۳۲۱۶	-۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱
	زاینده‌رود	نمایی	۱/۵۹۹	۳/۹۳۹	۴۰/۵۹	متوسط	۳۳۱۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۱
نیکل	اصفهان	نمایی	۴/۵۶۰	۱۶/۷۲۰	۲۷/۲۷	متوسط	۵۳۹۰	۰/۰۰۲	۰/۰۲
	خمینی‌شهر	نمایی	۱/۷۲۲	۹/۲۶۶	۱۸/۵۸	قوی	۵۲۲۶	-۰/۰۱	۰/۰۹
	زاینده‌رود	نمایی	۴/۲۰۰	۹/۲۰۰	۴۵/۶۵	متوسط	۴۱۷۶	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۵
مس	اصفهان	نمایی	۰/۵۴۰	۱/۲۳۶	۴۳/۶۸	متوسط	۴۶۲۰	-۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۲
	خمینی‌شهر	نمایی	۰/۱۴۴	۱/۰۴۴	۱۳/۷۹	قوی	۳۰۸۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱
	زاینده‌رود	نمایی	۰/۸۳۶	۱/۸۶۲	۴۴/۸۹	متوسط	۱۴۴۰	-۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱
χlf	اصفهان	نمایی	۴/۶۲۰	۱۹/۳۶۰	۲۳/۸۶	قوی	۳۹۲۷	۰/۰۰۵	۰/۰۴
	خمینی‌شهر	نمایی	۲/۷۲۰	۱۳/۱۲۰	۲۰/۷۳	قوی	۳۳۵۰	-۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۵
	زاینده‌رود	نمایی	۴/۹۳۰	۱۵/۳۰۰	۳۲/۲۲	متوسط	۲۳۰۴	-۰/۰۶	۰/۴۵

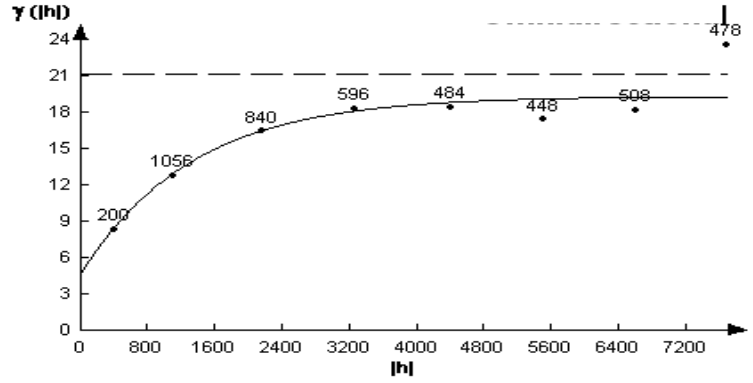
نتایج واریوگرام‌های تجربی و مدل‌های برازش داده شده بر روی داده‌های فلزات سنگین مورد مطالعه و پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین در هر سه سری نشان می‌دهد که مدل نمایی بهترین مدل منطبق شده بر روی این عناصر می‌باشد (شکل ۳، ۴ و ۵). پایین بودن مقادیر میانگین خطای تخمین و مجذور میانگین مربعات خطای تخمین نیز بیانگر دقت قابل قبول تخمین می‌باشد.

نقشه‌ی پراکنش مکانی عناصر مورد مطالعه و پذیرفتاری مغناطیسی در سه سری اصفهان، خمینی‌شهر و زاینده‌رود حاصل از روش کریجینگ در شکل‌های۶، ۷ و ۸ نشان داده شده است. نقشه‌ی پراکنش مکانی فلزات سنگین مورد مطالعه (بدلیل حجم زیاد فقط نقشه‌های کادمیم آورده شده است) و پذیرفتاری مغناطیسی در سری اصفهان (شکل ۶) نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار آن‌ها در قسمت شمالی این بخش وجود دارد، که احتمالا تحت‌تأثیر انتشار گرد و غبار حاصل از فعالیت معدن‌کاوی معدن سرب و روی باما می‌باشد.



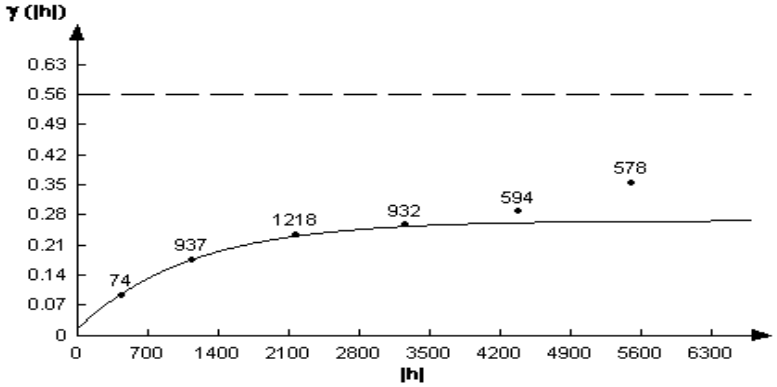
(الف)

شکل ۳- واریوگرام‌های تجربی و مدل‌های برازش داده شده بر داده‌های الف) کادمیم و ب)پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین در سری اصفهان

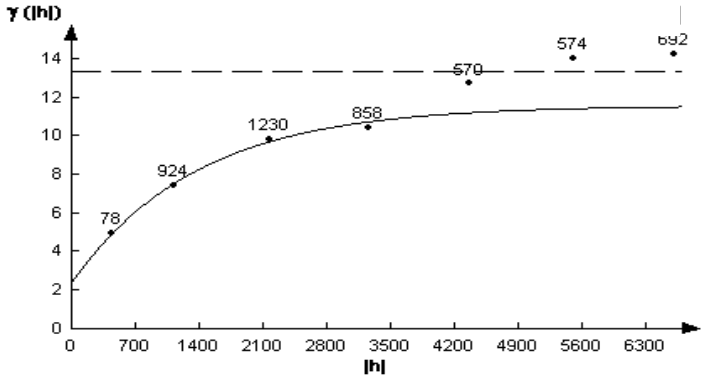


(ب)

ادامه‌ی شکل ۳- واریوگرام‌های تجربی و مدل‌های برازش داده شده بر داده‌های الف) کادمیم و ب) پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین در سری اصفهان

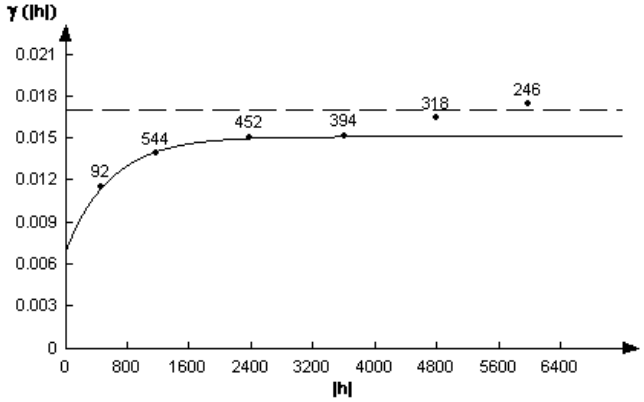


(الف)

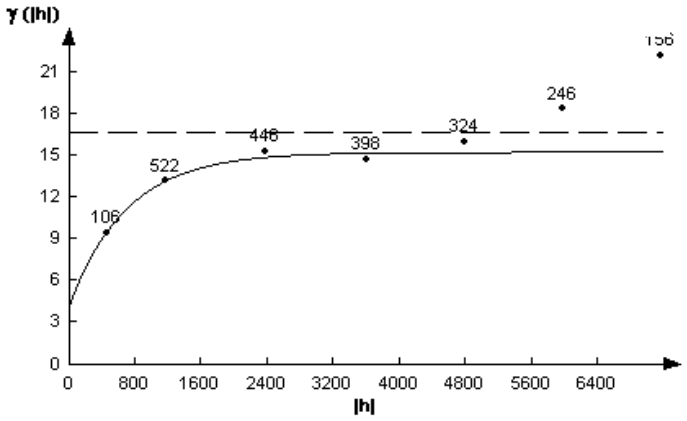


(ب)

شکل ٤- واریوگرام‌های تجربی و مدل‌های برازش داده شده بر داده‌های الف) کادمیم و ب)پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین در سری خمینی‌شهر



(الف)



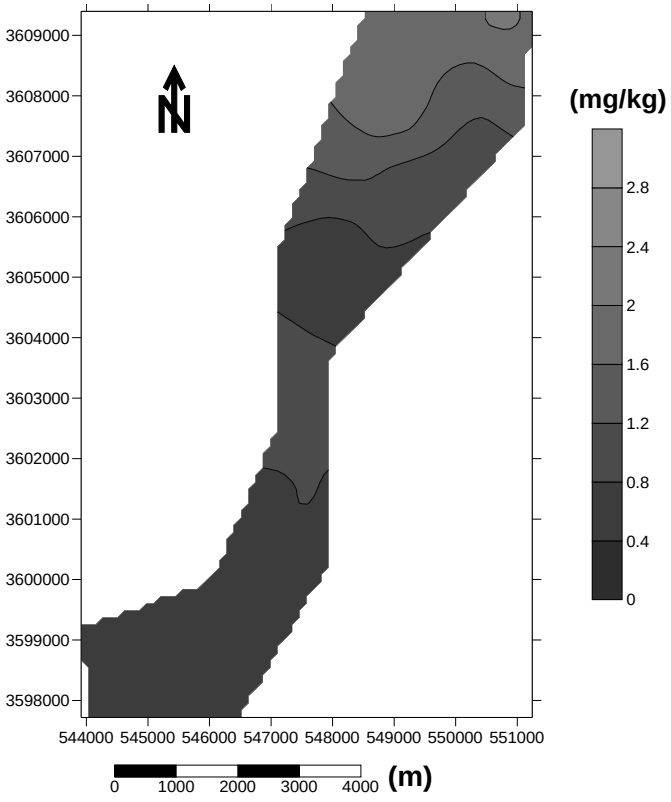
(ب)

شکل ۵- واریوگرام‌های تجربی و مدل‌های برازش داده شده بر داده‌های الف) کادمیم و ب) پذیرفتاری مغناطیسی در فرکانس پایین در سری زاینده‌رود

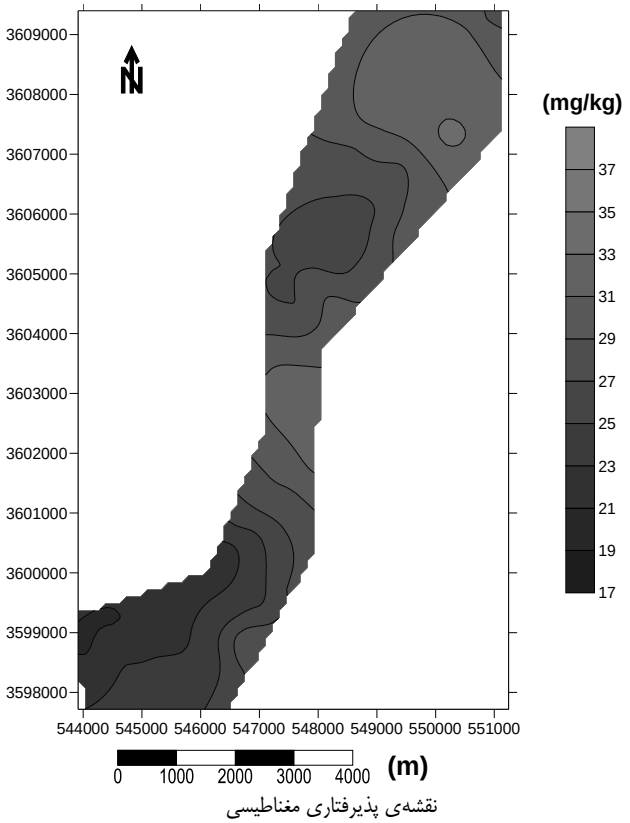
با توجه به مطالعه‌ای که جورکش و همکاران (۲) و نمازی و همکاران (۱۱) بر روی غبارات اتمسفری این منطقه انجام دادند مشخص شد که میزان برخی از فلزات سنگین از جمله کادمیم و سرب در نمونه‌های غبار نزدیک به معدن سرب و روی باما بالاتر از دیگر نقاط بوده است. همچنین مهاجر و همکاران (۸) با توجه به تحقیقی که بر روی برخی از محصولات زراعی استان اصفهان انجام دادند بیان کردند که مقدار سرب و کادمیم این منطقه در اکثر محصولات بیش‌تر از محدوده استاندارد ارائه شده توسط ایران و نیز FAO-WHO است. دنکوب (۴) گزارش داد که بیش‌ترین مقادیر پذیرفتاری مغناطیسی در نواحی شهری و صنعتی متمرکز شده‌اند. همچنین بیان کرد که افزایش مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در اطراف کارخانجات صنعتی به دلیل رسوب و ته‌نشست گرد و غبار حاصل از فعالیت‌های صنعتی و علت افزایش آن در کاربری شهری گرد و غبار اتمسفری و دود حاصل از اگزوز وسایل نقلیه است.

نقشه‌ی پراکنش مکانی فلزات مورد مطالعه و پذیرفتاری مغناطیسی در سری خمینی‌شهر (شکل ۷) نشان داد که بیشترین غلظت کادمیم در این سری در قسمت جنوبی است. با توجه به نقشه‌ی پراکنش پذیرفتاری مغناطیسی مشخص شد که بیشترین مقدار این ویژگی نیز در این سری در قسمت جنوبی این بخش قرار دارد.

نقشه‌ی پراکنش مکانیکادمیم و پذیرفتاری مغناطیسی در سری زاینده‌رود (شکل ۸) نشان می‌دهد که بیشترین غلظت کادمیم و نیز بیشترین مقدار پذیرفتاری مغناطیسی در خاک‌های این سری در قسمت شرقی و مرکزی این بخش قرار دارد. نقشه‌های پراکنش مکانی سایر فلزات سنگین (بدلیل حجم زیاد فقط نقشه‌های کادمیم آورده شده است) و پذیرفتاری مغناطیسی در خاک‌های سه سری نیز از شباهت بالایی برخوردار هستند.

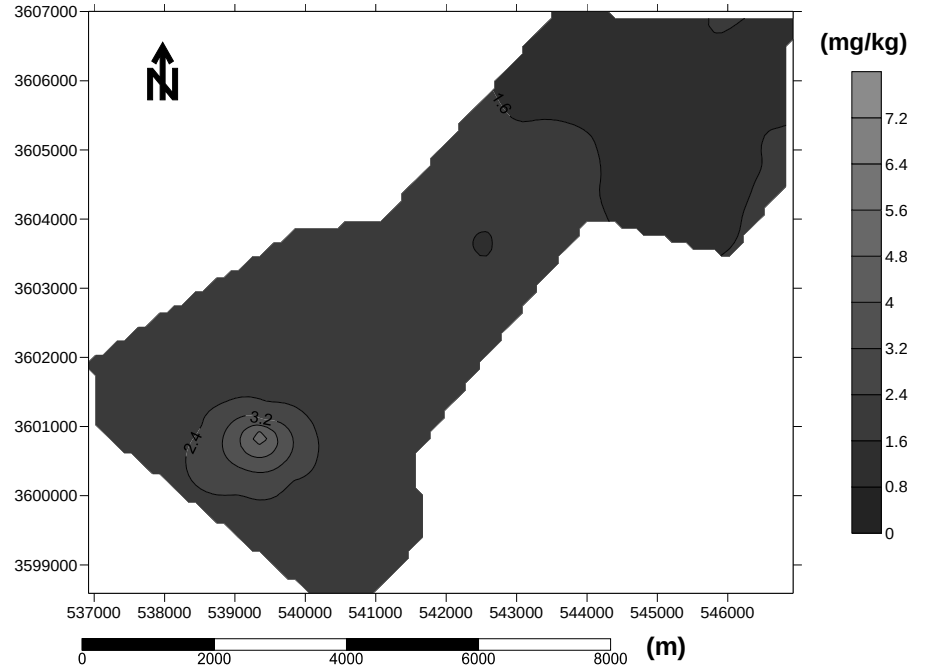


نقشه‌ی کادمیم

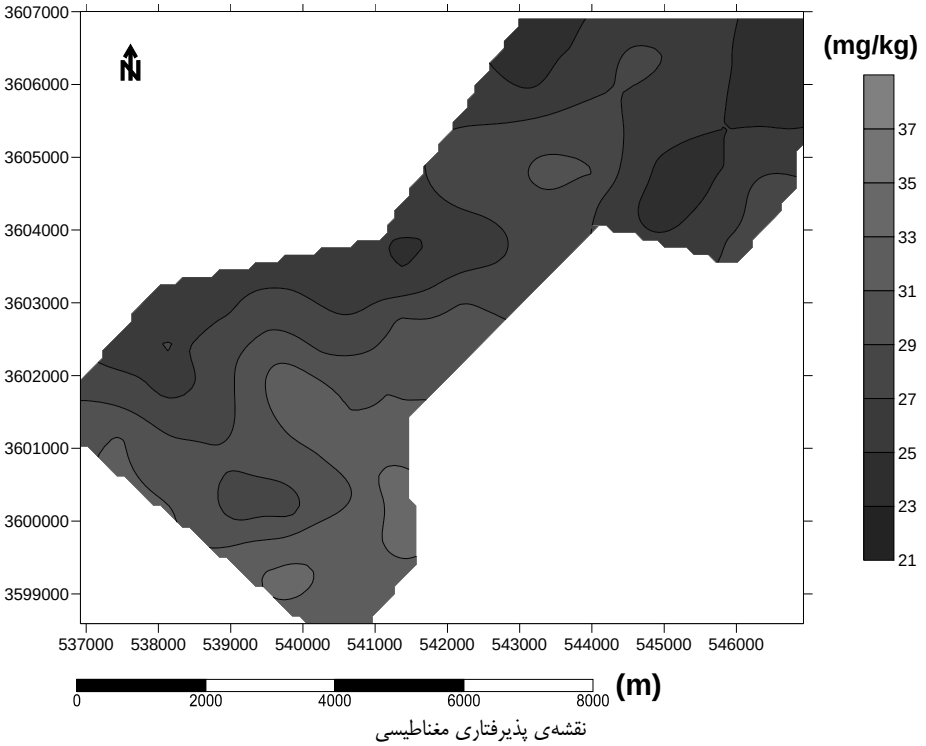


نقشه‌ی پذیرفتاری مغناطیسی

شکل ٦- نقشه‌ی پراکنش مکانی کادمیم و پذیرفتاری مغناطیسی سری اصفهان



نقشه‌ی کادمیم



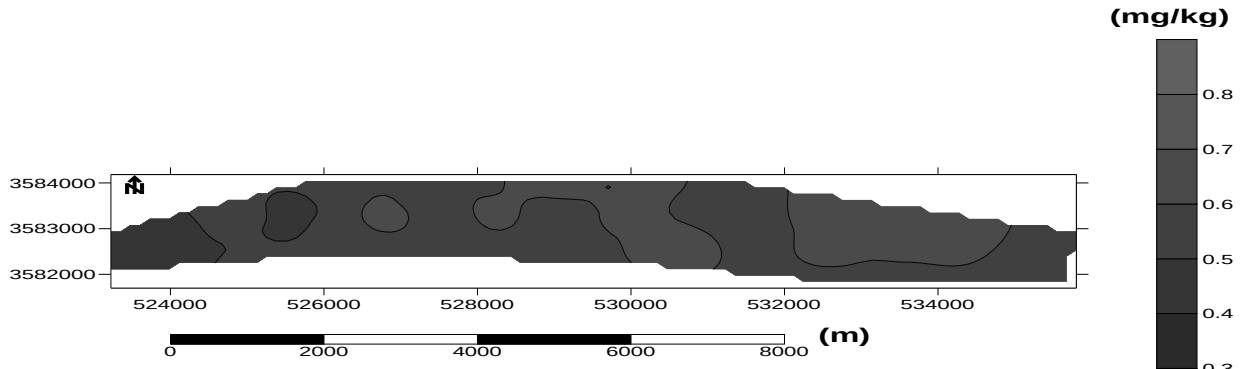
نقشه‌ی پذیرفتاری مغناطیسی

شکل ۷- نقشه‌ی پراکنش مکانی کادمیم و پذیرفتاری مغناطیسی سری خمینی‌شهر

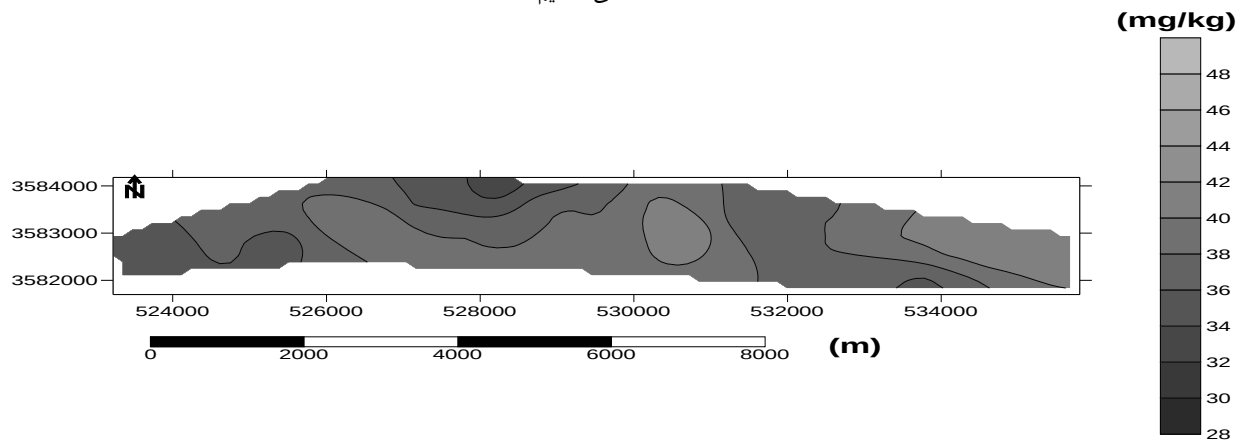
بنابراین، می‌توان گفت اگر چه پذیرفتاری مغناطیسی شاخص خوبی برای بررسی روند آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های این منطقه است ولی در تخمین مقدار آلودگی این عناصر در منطقه مورد مطالعه از دقت بالایی برخوردار نیست که شاید دلیل آن، متفاوت بودن عوامل آلاینده در این منطقه باشد.

نتیجه‌گیری

میانگین غلظت کادمیم در سری‌های خمینی شهر و اصفهان بالاتر از حد مجاز بود. اگر چه پذیرفتاری مغناطیسی شاخص خوبی برای بررسی روند آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های این منطقه بود.



نقشه‌ی کادمیم



نقشه‌ی پذیرفتاری مغناطیسی

شکل ۸-نقشه‌ی پراکنش مکانی کادمیم و پذیرفتاری مغناطیسی سری زاینده‌رود

ولی در تخمین مقدار آلودگی این عناصر در منطقه مورد مطالعه از دقت بالایی برخوردار نبود که شاید دلیل آن، متفاوت بودن عوامل آلاینده در این منطقه باشد.

اندازه‌گیری فلزات سنگین و پذیرفتاری مغناطیسی در غبارهای اتمسفری این منطقه در فصول مختلف سال، پیشنهاد می‌گردد.

منابع

۱- افیونی م.، و عرفان‌منش م.۱۳۸۷. آلودگی محیط زیست(آب،خاک وهوا). انتشارات ارکان دانش.

۲- جورکش ش.، صالحی م.ح.، و اسفندیارپوربروجنی ع. ۱۳۹۱. بررسی غلظت برخی از فلزات سنگین در غبارهای اتمسفری منطقه‌ی لنجانات اصفهان. همایش ملی سنجش و مدلسازی محیط.

۳- خداکرمی ل.، سفیانیان ع.، میرغفاری ن.، افیونی م.، و گلشاهی ا. ۱۳۹۰. پهنه‌بندی غلظت فلزات سنگین کروم، کبالت و نیکل در خاک‌های سه زیر حوزه آبخیز استان همدان با استفاده از فناوری‌هایGIS و زمین آمار. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۵۸: ۲۴۳-۲۵۴.

۴- دنکوب ز. ۱۳۸۹. ارتباط مکانی پذیرفتاری مغناطیسی با غلظت کل برخی فلزات سنگین در خاک‌های سطحی منطقه‌ی اصفهان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵- دیانی م.، محمدی ج.، و نادری م. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل زمین‌آماری غلظت سرب، روی و کادمیم در خاک‌های حومه سپاهان‌شهر واقع در جنوب اصفهان. نشزیه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳: ۷۶-۶۷.

۶- رحمانی ح.ر. ۱۳۷۴. آلودگی خاک توسط عنصر سرب حاصل از وسائط نقلیه در محدوده‌ی برخی از بزرگراه‌های ایران. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۷- صالحی ب. ۱۳۸۹. عوامل آلودگی خاک.www.roostanews.ir

۸- مهاجر ر.، صالحی م.ح.، و محمدی ج. ۱۳۹۲. بررسی غلظت سرب و کادمیوم در محصولات کشاورزی (کاهو، کلم، پیاز و چغندر) استان اصفهان. مجله سلامت و محیط، انجمن علمی یهداشت محیط ایران.در حال چاپ.

۹- ناظمی س.، و خسروی ا. ۱۳۸۹. بررسی وضعیت فلزات سنگین در خاک، آب و گیاه اراضی سبزیکاری. فصلنامه دانش و تندرستی، ۵: ۳۱-۲۷.

۱۰- نعیمی مرندی س. ۱۳۹۱. بررسی تغییرات عمقی و سطحی برخی عناصر سنگین و پذیرفتاری مغناطیسی در خاک‌های منطقه صنعتی ذوب‌آهن اصفهان. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

۱۱-نمازی ن.، و صالحی م.ح. ۱۳۹۱. توزیع برخی از عناصر سنگین موجود در غبارات اتمسفری، منطقه لنجانات اصفهان در دو فصل پاییز و زمستان. سومین کنگره‌ی سراسری عناصر کمیاب ایران، دانشگاه علوم پزشکی کاشان.

12- Atteia O., Dubois J.P. and Wester R. 1994. Geostatistical analysis of soil contamination is Swiss jura. Environmental Pollution, 86:315-327.

13- Coskun M., Steinnes E., Frontasyeva M.V., Sjobakk T.E. and Demkina S. 2006. Heavy metal pollution of surface soil in the Thrace region, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 119: 545-556.

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

15- Golden Software Inc., Surface Mapping System, Surfer 7.02, Colorado,2000. Gonzalez A.,Taboada M.T.,andVieira S.R. 2001. Geostatistical analysis of heavy metals in a one–hectare plotunder natural vegetation ina serpentine area. Soil Science, Vol, 81: 469-479.

16- Hanesch M., and Schuler R. 2002.Monitoring of heavy metal loadings in soils by means of magnetic susceptibility measurements. Environmental Geology, 42:857–870.

17- Heller F., Strzyszcz Z. and Magyar T. 1998. Magnetic records of industrial pollution in forest soils of Upper Silesia. Geophysical Journal international, 103:17767– 17774.

18- Karimi R., Ayoubi S., Jalalian A., Sheikh-Hosseini A.R. and Afyuni M. 2011. Relationships between magnetic susceptibility and heavy metals in urban top soils in the arid region of Isfahan, central Iran. Applied Geophysics, 74:1-7.

19- Mohajer R., Salehi M.H. and Mohammadi J. 2012. Accumulation of cadmium and leadin soils and vegetables of Lenjan at region in Isfahan province, Iran. International Journal of Agronomy and Plant Production, 3:576-578.

20- Navas A., Bermudez F. and Machin J. 1998. Influence of sewage sludge application on physical and chemical properties of Gypsisols. Geoderma, 87: 123-135.

21- Shin N.J., Cailes J. and Peneffen M. 2000.Determination of spatial continuity of soil leadlevelsin an urban residential neighborhood. Environmental Research, 82:46- 52.

22- Smith K.A. 1991. Soil Analysis, (2nded.). Marcel Decker, New York. p. 659.

23- Sposito G., Lund L.J. and Chang A.C. 1982. Trace metal chemistry in arid-zone field soils amended sewage sludge: I. Fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd, Pb in solid phases". Soil Science Society of America Journal. Soc. Am. J, 46:260-264.

24- Xiangdong L., Siu L. and Ewnzhong S. 2004. The study of heavy metal contamination in urban soil of Hong Kong using a GIS–base approach. Environmental Pollution, 129:113-124.

25- Zhao Y.F., Shi X.Z., Huang B., Yu D.S., Wang H.J., Sun W.X., Oboern I. and Blomback K. 2007. Spatial Distribution of Heavy Metals in Agricultural Soils of an Industry-Based Peri-Urban Area in Wuxi, China. Pedosphere, 17:44-51.

Journal of Water and Soil
Vol. 28, No. 3, Jul.-Agu. 2014, p. 575-586

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۸، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۳، ص. ۵۸۶-۵۷۵

Comparison of The Spatial Variability of Magnetic Susceptibility and some of Heavy metals in Soils of Lenjanat Region, Isfahan

Sh. Jorkesh[1]- M.H. Salehi[2*]- I. Esfandiarpour[3]

Received:03-10-2013
Accepted:28-05-2014

Abstract

One of the most important soil contaminants are heavy metals. Chemical analysis of the samples can be used to evaluate the contamination but these methods are expensive and time consuming. Thus, for rapid evaluation, other techniques such as magnetic susceptibility are considered. The aim of this study was to compare the spatial distribution of magnetic susceptibilityand cadmium, lead, nickel and copper in soil series of Isfahan, Khomeinishahr and Zayanderood in Lenjan at region, Isfahan province. Estimation of heavy metals via pedotransfer functions using magnetic susceptibility was also investigated. Total concentration of Cd, Pb, Ni and Cu in soil samples was determines and the magnetic susceptibility of the samples was also measured. Results showed magnetic susceptibility does not have high accuracy for estimation of heavy metals contents in the soils of this region. On the other hand, similar trends of continuous maps for heavy metals and magnetic susceptibility suggest that magnetic susceptibility can be a good indicator for trend of soil contamination in this area.

Keywords: Soil contaminants, Heavy metal, Magnetic susceptibility, Spatial distribution

1,2-Former MS Student and Associate Professor of Soil Science Department, College of Agriculture, Shahrekord University
(*- Corresponding Author Email: hkhademi@cc.iut.ac.ir)
3- Assistant Professor of Soil Science Department, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan