

تجزیه و تحلیل زمین آماری غلظت آهن و روی در اراضی مرتعی و زراعی مطالعه موردی: منطقه آبسرد شهر دماوند

مریم دادگر^{۱*}، مسعود محمد علیها^۲ و احسان زندی اصفهان^۳

* نویسنده مسئول، عضو هیئت علمی، گروه خاک‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، ایران، پست الکترونیک: md.dadgar@yahoo.com

۲- عضو هیئت علمی، بازنشسته، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۳- استادیار، بخش تحقیقات مرتع، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۷/۱۰

چکیده

فلزات سنگین به طور طبیعی و با مقادیر متفاوت در همه خاک‌ها وجود دارند و آگاهی از تغییرات مکانی و زمانی آنها نقش مهمی در مدیریت پایدار اکوسیستم بازی می‌کند. این تحقیق با هدف ارزیابی وضعیت توزیع مقادیر مختلف آهن و روی در خاک‌های منطقه آبسرد دماوند انجام شد. بدین منظور، ۶۰ نمونه خاک به صورت شبکه‌ای از اراضی مرتعی و زراعی به وسعت ۴۰۰۰ هکتار برداشت شد. نمونه‌ها با اسید نیتریک ۴ مولار تیمار شدند و با استفاده از دستگاه جذب اتمی، مقدار کل عناصر روی و آهن به ترتیب ۶۶/۹۶ و ۲۰۷۴۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شد. به منظور پیش‌بینی پراکنش مکانی درصد روی و آهن کل از روش‌های کریجینگ و تابع معکوس فاصله استفاده شد و با بهره‌گیری از روش ارزشیابی متقابل و روش‌های ارزیابی خطا، مناسب‌ترین روش میانبایی مشخص گردید. نتایج نشان داد که برای پهنه‌بندی ویژگی‌های خاک، روش‌های کریجینگ نسبت به روش IDW (وزن‌دهی معکوس فاصله) برتری داشت. در نهایت با در نظر گرفتن بهترین روش میانبایی، نقشه‌های پهنه‌بندی ویژگی‌های خاک در محیط GIS تهیه شد.

واژه‌های کلیدی: زمین آمار، فلزات سنگین، آهن، روی، پهنه‌بندی، مرتع، دماوند.

مقدمه

دامی به کودهای شیمیایی و خلوص بالای کودهای شیمیایی منجر به بروز کمبود عناصر کم مصرف می‌شود. البته کمبود پنهان عناصر کم مصرف، از آنچه که تصور می‌شود شیوع بیشتری دارد. به طوری که مشکل عناصر غذایی کم مصرف که امروزه به صورت عملی مشاهده می‌شود در آینده بسیار جدی‌تر و شایع‌تر خواهد شد. از این رو، این مسائل باید شناخته و مطالعه شوند تا از بروز مشکلات تولید در رابطه با کمیّت و کیفیت غذایی تولیدی جلوگیری شود. به بیان دیگر، دستیابی به تصویر کلی از شرایط عناصر غذایی در خاک‌ها این امکان را فراهم می‌آورد که خاک‌هایی که در آنها وضعیت یک یا چند عنصر دچار

آهن و روی از جمله عناصر ضروری برای رشد گیاهان محسوب می‌شوند. قابلیت دسترسی این عناصر و میزان جذب آنها توسط گیاهان به عوامل مختلف خاکی، محیطی و گیاهی وابسته است (Moraghan & Mascagni, 1991). عناصر غذایی کم مصرف معمولاً برخلاف کودهای رایج به طور مرتب به خاک افزوده نمی‌شوند و کوددهی خاک‌ها تنها با عناصر پر مصرف، منجر به ایجاد عدم توازن غذایی در خاک می‌گردد (سالاردینی، ۱۳۷۴)؛ بعلاوه، روند رو به رشد افزایش عملکرد محصولات، خروج عناصر کم مصرف از خاک از طریق آبشویی، کاهش نسبت مصرف کودهای

حاصل از نقاط اندازه‌گیری شده به سایر نقاط ضروریست. یکی از راهکارها برای تجزیه و تحلیل مکانی داده‌های ژئوشیمیایی محیطی، استفاده از روش‌های میانبایی برای مطالعه الگوی توزیع مکانی این داده‌ها و تهیه نقشه‌های مورد نظر می‌باشد. از اواسط قرن بیستم شاخه‌ای از علم آمار به نام زمین‌آمار یا به عرصه علوم نهاد که امکان پردازش داده‌ها و توصیف مکانی آنها را فراهم آورد. به کمک زمین‌آمار، علاوه بر توصیف و صورت‌بندی الگوی تغییرات مکانی و زمانی داده‌ها می‌توان اقدام به تخمین و تهیه نقشه‌های کمی پراکنش آلودگی با حداقل واریانس کرد. مسئله و موضوعی که زمینه‌ساز انجام این پژوهش شد، این است که اگر غلظت عنصر آهن و روی بالاتر از حد معمول وارد چرخه غذایی انسان شود از لحاظ سلامتی بسیار خطرناک خواهد بود. به طوری که با بالا رفتن غلظت روی و آهن در خون، مسمومیت ایجاد شده و باعث اختلال در دستگاه ایمنی بدن می‌شود.

این تحقیق با هدف پهنه‌بندی این عناصر در خاک و شناسایی مکان‌های آلوده انجام شد، به طوری که کمک بسیار زیادی در انجام مدیریت‌های لازم برای جلوگیری از گسترش آلودگی می‌کند.

این مقاله ضمن بررسی وضعیت عناصر آهن و روی در منطقه، درصد پاسخگویی به این پرسش است که آیا امکان تعمیم نتایج حاصل از نقاط اندازه‌گیری به سایر نقاط وجود دارد یا خیر؟ در این ارتباط پژوهش‌های مختلفی انجام شده که به منظور بررسی پیوند پژوهش حاضر با پژوهش‌های قبلی به موارد زیر اشاره می‌گردد:

XingMe و همکاران (۲۰۰۶) تغییرات مکانی Cd, Cr, Pb, Zn, Cu را در منطقه هانگزونگ چین مورد بررسی قرار داده و از کریجینگ معمولی و کریجینگ لوگ نرمال برای تهیه نقشه آلودگی این عناصر استفاده کردند. نتایج آنان نشان داد که دخالت‌های انسان در طبیعت عامل تعیین‌کننده‌ای در تغییرات مکانی این عناصر در خاک می‌باشد؛ در ضمن از بین پنج عنصر مورد مطالعه Cu, Zn, Cr بیشترین خطر آلودگی را برای سلامتی انسان داشتند.

مشکل است (کمبود یا سمیت) مکان‌یابی شده و بر این اساس اقدامات لازم انجام شود (اسماعیلی، ۱۳۹۰). قابلیت استفاده از آهن و روی به عوامل مختلفی بستگی دارد که از آن جمله می‌توان به pH خاک، ماده آلی خاک و واکنش‌های اکسیداسیون و احیا اشاره کرد. به عنوان مثال در دامنه pH ۴ تا ۹ با افزایش هر واحد pH، غلظت آهن هزار مرتبه کاهش می‌یابد. با وجود فراوانی آهن در خاک، قابلیت استفاده از آن در اغلب خاک‌های آهنی کم است. در شرایط کمبود آهن، گونه‌های گیاهی واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند. کاشت گونه‌های مقاوم به آهن یکی از مهمترین روش‌های کنترل عارضه کلروسیس آهن در خاک‌های با کمبود آهن می‌باشد (Chen & Barak, 1982). قابلیت جذب آهن با افزایش pH خاک‌ها بشدت کاهش می‌یابد؛ از این رو کمبود آن معمولاً در خاک‌های آهنی و قلیایی بروز می‌کند (ملکوتی، ۱۳۸۳).

روی عمدتاً به صورت Zn^{2+} توسط ریشه گیاهان جذب می‌گردد، ولی روی هیدراته و کلات‌های آلی روی نیز می‌توانند جذب شوند. در میان عوامل مؤثر بر روی قابل استفاده خاک، عمدتاً عواملی مانند میزان کل روی خاک، pH، آهن، مواد آلی، فعالیت میکروبی و رژیم رطوبتی خاک نقش مهمی را بازی می‌کنند. سایر عوامل نظیر شرایط اقلیمی و اثرات متقابل روی با دیگر عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، آهن و منگنز نیز مهم می‌باشند. محققان گزارش کرده‌اند که بیشتر روی قابل جذب گیاه در سطح خاک تجمع یافته و با از بین رفتن سطح خاک به‌واسطه فرسایش یا خاک‌برداری، کمبود روی در گیاهان تشدید می‌گردد (کریمیان و همکاران، ۱۳۷۳).

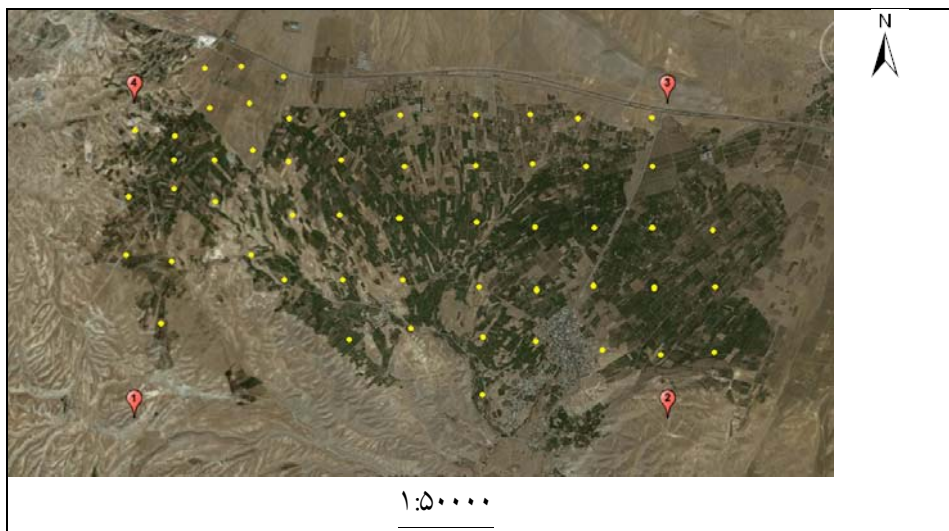
هریک از این عناصر اگر بیش از حد معمول وارد چرخه غذایی انسان شوند از لحاظ سلامتی بسیار خطرناک خواهند بود. بنابراین پهنه‌بندی این عناصر در خاک و شناسایی مکان‌های آلوده کمک بسیار زیادی را در انجام مدیریت‌های لازم برای جلوگیری از گسترش آلودگی می‌کند. یکی از مشکلات اصلی در ارزیابی وضعیت آلودگی منطقه، عدم امکان نمونه‌برداری از تمامی نقاط می‌باشد. بدین منظور، استفاده از راهکار مناسب برای تعمیم نتایج

۴۵ تا ۷۷ کیلومتری در مسیر جاده تهران فیروزکوه واقع شده که ارتفاع آن از سطح دریا حدود ۲۰۰۰-۱۸۰۰ متر و وسعت کل اراضی مطالعه شده ۴۰۰۰ هکتار است. جاده آسفالته دماوند- فیروزکوه در مسیر غربی- شرقی از میان منطقه عبور می‌کند و شمال منطقه را ارتفاعات البرز و جنوب آن را تپه ماهورهای نسبتاً مرتفع محدود می‌کند. شکل ۱ محدوده مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

Yang و همکاران (۲۰۰۹) با استفاده از تکنولوژی GIS نقشه توزیع مکانی هشت عنصر (مس، روی، کروم، کادمیم، نیکل، سرب، جیوه و آرسنیک) را در دشت تایهانگ چین تهیه کردند. نتایج این تحقیق بیانگر افزایش کادمیم نسبت به گذشته در سطح زمین بود و منشأ این آلودگی تأثیرات آنتروپوژنیک گزارش شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در شمال‌شرق تهران به فاصله حدود



شکل ۱- نمایی از محدوده مورد مطالعه منطقه آبسرد

غلظت آهن و روی کل، جمعاً به تعداد ۶۰ نمونه پس از انحلال در اسید نیتریک ۴ مولار به وسیله دستگاه جذب اتمی تعیین شد (علی‌احیایی و بهبهانی زاده، ۱۳۷۲). داده‌های خام با استفاده از نرم‌افزار اکسل و SPSS تجزیه و تحلیل شدند. تجزیه و تحلیل داده‌ها به‌طور جداگانه و تشخیص داده‌های پرت از مزایای ابزار به‌کارگرفته شده در این تحقیق هستند. خاک سطح زمین منطقه در نواحی نمونه‌برداری، جامعه پژوهش (آماري) در این مطالعه را تشکیل داد.

نمونه‌گیری از این جامعه به شیوه شبکه‌بندی منظم انجام شد. تعیین ساختار مکانی مناسب برای داده‌ها و انتخاب

در این مطالعه، با توجه به اهداف پژوهش از روش شبکه‌بندی استفاده شد. معیار انتخاب روش مذکور در این مطالعه فاصله شبکه‌بندی و نوع کاربری بوده است. برای نمونه‌برداری، ابتدا نقشه‌های توپوگرافی و خاکشناسی بررسی گردید. سپس با در نظر گرفتن وسعت هر سری خاک، شبکه‌بندی منطقه مورد مطالعه در فواصل مشخص (۱۰۰۰ متر و در بعضی نقاط ۵۰۰ متر) در محیط GIS انجام شد. پس از تعیین نقاط، گمانه‌زنی و انتقال مختصات جغرافیایی به GPS، نمونه‌برداری سطحی از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر انجام گردید. پس از خشک‌کردن نمونه‌ها در هوا و کوبیدن در هاون چینی، نمونه‌ها از الک دو میلی‌متری عبور داده شد.

شدت و درجه وابستگی مکانی یک متغیر ناحیه‌ای را می‌توان از تقسیم واریانس اثر قطعه‌ای به واریانس کل (حد آستانه) بدست آورد. گاهی اوقات این نسبت در عدد ۱۰۰ ضرب و به صورت درصد بیان می‌شود. اگر نسبت مزبور کمتر از ۲۵ درصد باشد، متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی قوی و اگر نسبت بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد، آنگاه متغیر مورد نظر دارای کلاس وابستگی مکانی متوسط می‌باشد. اگر نسبت بیش از ۷۵ درصد باشد، متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی ضعیفی خواهد بود (Amini et al., 2005).

در این تحقیق، ارزیابی دو روش درون‌یابی در برآورد عنصر روی و آهن مورد بررسی قرار گرفت. روش‌های مورد استفاده شامل روش کریجینگ معمولی (Ordinary Kriging) و وزن‌دهی معکوس فاصله بود. اولین گام در بهره‌گیری از روش کریجینگ، بررسی وجود ساختار مکانی در بین داده‌ها توسط تجزیه تغییرنا می‌باشد؛ بدین منظور اقدام به ترسیم تغییرنا با بهره‌گیری از داده‌های عادی شد. از میزان RMSE کمتر برای گزینش مناسب‌ترین مدل برای برازش بر روی تغییرنا تجربی بهره‌گیری شد.

نتایج

ویژگی‌های آماری داده‌های جمع‌آوری شده در منطقه، در این بخش مورد بررسی قرار گرفت. در این رابطه، مقادیر حداقل، حداکثر، میانگین، واریانس، چولگی، کشیدگی و انحراف معیار برای متغیرهای آهن و روی تعیین شد. جدول ۱ برخی از شاخص‌های آماری درصد کربن آلی خاک را در سطح منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد.

شیوه‌های مناسب زمین‌آماری از دلایل انتخاب این شیوه نمونه‌گیری بودند.

توصیف آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. تجزیه و تحلیل ساختار مکانی داده‌ها از طریق محاسبه تغییر نما و با استفاده از نرم‌افزار GIS انجام شد. برای تعیین میزان ارتباط مکانی یک متغیر تصادفی یعنی اثر متقابل نمونه‌ها بر یکدیگر تا یک شعاع تأثیر معین، از نیم‌تغییرنا استفاده می‌شود، به این معنا که نمونه‌های مجاور تا فاصله معینی به هم وابستگی دارند. این وابستگی بین نمونه‌ها را می‌توان به صورت مدل ریاضی تحت عنوان نیم‌تغییرنا ارائه کرد. نیم‌تغییرنا کمیتی برداری است که میزان ارتباط مکانی بین مقادیر متغیر اندازه‌گیری شده را برحسب مربع تفاضل مقادیر دو نقطه نشان می‌دهد. نیم‌تغییرنا با استفاده از معادله ۱ محاسبه شد:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^n (Z(x_i + h) - Z(x_i))^2 \quad (1)$$

که در آن: $\gamma(h)$: مقدار نیم‌تغییرنا در فاصله (h) ،
 $Z(x_i+h)$: مقدار اندازه‌گیری شده متغیر در موقعیت (x_i+h) ،
 $Z(x_i)$: مقدار اندازه‌گیری شده متغیر در موقعیت (x_i) و
 $N(h)$: جفت داده‌ها است.

یک تغییرنمای ایده‌آل دارای سه پارامتر شامل اثر قطعه‌ای، حد آستانه و دامنه مؤثر می‌باشد. اثر قطعه‌ای بیان‌کننده مؤلفه غیرساختاری (تصادفی) واریانس می‌باشد. حد آستانه تقریبی از واریانس کل را ارائه نموده و مقدار دامنه بیانگر فاصله‌ای است که در ماورای آن نمونه‌ها را می‌توان مستقل از یکدیگر به حساب آورد (محمدی، ۱۳۸۵).

جدول ۱- خلاصه آماری داده‌های مربوط به غلظت روی و آهن کل برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم در منطقه

متغیر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	چولگی	کشیدگی	معیار انحراف
روی	۶۶/۹۶	۶۷/۳	۳۵/۲	۹۵/۴	-۰/۲۸	۱/۳۳	۱۴/۹۹
آهن	۲۰۷۴۳	۲۰۱۶۴	۸۲۷۸	۳۱۰۷۱	-۰/۱۱	۰/۶۶	۵۶۰۲/۸

علت عدم استفاده از انواع کودهای آلی و شیمیایی بوده است. همچنین درصد پوشش گیاهی در حد کم و سطح خاک بیشتر پوشیده از سنگریزه بوده است. به طوری که با بهره گیری از تجزیه همبستگی مکانی می توان گزینش اولیه روش های درون یابی را انجام داد. بنابراین مدل گوسی برای متغیر روی و مدل نمایی برای متغیر آهن مناسب تشخیص داده شد.

با توجه به نتایج آماری جدول ۱، داده های روی و آهن کل انحراف توزیع نرمال از خودشان نشان ندادند، از این رو کلیه پردازش های زمین آماری با استفاده از داده های اصلی انجام شدند. مقادیر هر شاخص آماری با توجه به نوع بهره برداری می تواند متفاوت باشد. به عنوان نمونه، حداقل مقادیر آهن و روی مربوط به یکی از نقاط مراتع بود که در آن نقطه به

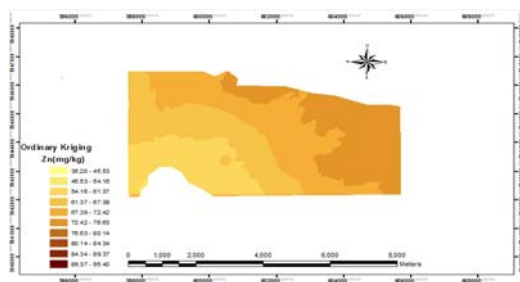
جدول ۲- پارامترهای تغییرنمای عناصر سنگین مورد مطالعه در روش کریجینگ

RMSE	درصد وابستگی مکانی*	اثر قطعه ای	حد آستانه	دامنه تأثیر (متر)	متغیر
۱۴/۳۰	۵۸	۵۶/۵۲	۹۷/۰۴	۸۳۸۹	Zn کریجینگ گوسی
۵۷۴۱	۴۰	۲۶۱۷۳۲۰	۶۳۷۷۴۰۰	۵۰۰۰	Fe نمایی

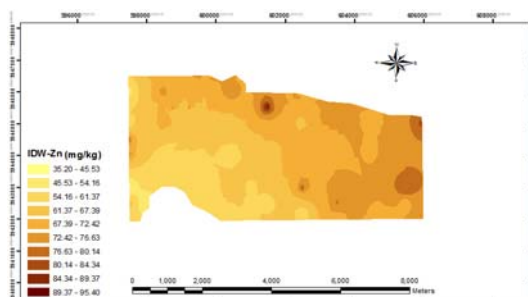
*: نسبت واریانس اثر قطعه ای به واریانس حد آستانه (C₀ / Sill)

مجدور میانگین مربعات خطا برای روی و آهن به ترتیب ۱۴/۸۴ و ۵۸۶۰ بدست آمد. طبق نتایج بدست آمده روش کریجینگ بر روش IDW برتری داشت، چون توزیع داده ها دارای خطای کمتری بودند. پس از گزینش مناسب ترین روش میانبایی برای هر ویژگی خاک اقدام به میانبایی شد و در نهایت با بهره گیری از روش های مورد استفاده نقشه پهنه بندی عناصر مورد مطالعه تهیه شد (شکل ۲ تا ۵).

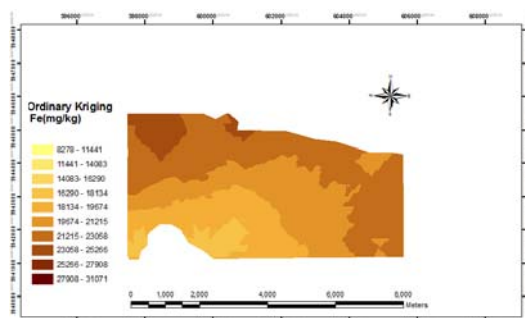
نسبت اثر قطعه ای به آستانه را می توان برای ارزیابی ساختار مکانی داده ها مورد بررسی قرار داد (Jiachun Shi et al., 2006). با توجه به اینکه نسبت اثر قطعه ای بر آستانه برای ویژگی های مورد بررسی ۰/۷۵ - ۰/۲۵ می باشد، این مشخصه ها دارای پیوستگی مکانی متوسط می باشند. در روش وزن دهی معکوس فاصله، برای هر دو متغیر تعداد نقاط همسایگی ۱۵ با توان ۱ تعیین شد که مقدار



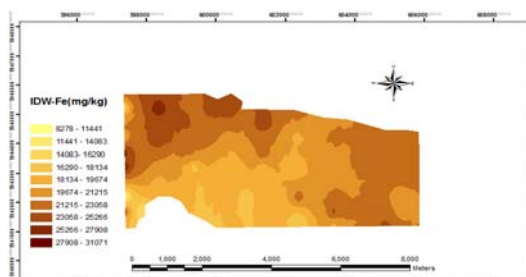
شکل ۳- نقشه توزیع روی به روش کریجینگ معمولی



شکل ۲- نقشه توزیع روی به روش وزن دهی معکوس فاصله



شکل ۵- نقشه توزیع آهن به روش کریجینگ معمولی



شکل ۴- نقشه توزیع آهن به روش وزن‌دهی معکوس فاصله

بحث

بدون نظر کارشناسی منجر به افزایش ذخیره عناصر سنگین در این نواحی شده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود قبل از کشت و زرع در منطقه وضعیت عناصر خاک مشخص شده و در صورتی که با آلودگی عناصر سنگین در منطقه مواجه بودیم این وضعیت از طریق گیاه‌پالایی یا روش‌های دیگر قابل استفاده در منطقه رفع شود.

سپاسگزاری

از مسئولان محترم دانشگاه آزاد اسلامی رودهن بدلیل تأمین هزینه‌های مربوط به طرح پژوهشی کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع مورد استفاده

- اسماعیلی، م.، طاهری، م.، دماوندی، ع. ع.، سهرابی، ا. و قربانلو، ل. ۱۳۹۰. بررسی وضعیت عناصر آهن و روی در اراضی زراعی آبی به منظور ارتقای بهره‌وری خاک در شهرستان خدابنده. دوازدهمین کنگره علوم خاک ایران. ۱۴-۱۲ شهریور، تبریز، ایران، ۹ ص.
- دیانی، م.، محمدی، ج. و نادری، م. ۱۳۸۸. تجزیه و تحلیل زمین آماری غلظت سرب، روی و کادمیم در خاک‌های حومه سپاهان‌شهر واقع در جنوب اصفهان. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳ (۴): ۶۷-۷۶
- سالاردینی، ع.، ۱۳۷۴. حاصلخیزی خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ۴۳۰ ص.
- علی‌احیائی، م. و بهیانی‌زاده، ع. ا.، ۱۳۷۲. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک. موسسه تحقیقات خاک و آب سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، ایران، (۱): ۱۲۸ ص.

همان‌طور که نقشه‌ها نشان می‌دهند، حداکثر مقادیر روی و آهن در اراضی زراعی آبی دیده می‌شود و با افزایش فاصله از این مناطق غلظت آن کاهش می‌یابد؛ به‌طوری‌که کمترین تجمع آهن و روی در مراتع آزاد منطقه مورد مطالعه می‌باشد. پس از بررسی روند نقشه با شرایط واقعی نقاط نمونه‌برداری در منطقه مشخص شد که روش کریجینگ بیشترین انطباق را با شرایط منطقه داشته و توزیع این عناصر را بخوبی نشان می‌دهد که با نتایج Wang و همکاران (۲۰۱۰) همخوانی دارد. در تحقیق Wang و همکاران (۲۰۱۰) نیز کاربری بر توزیع کربن آلی نقش مؤثری داشته است.

نتایج تحقیقات اسماعیلی و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که از بین روش‌های درون‌یابی برای تشخیص وضعیت آهن قابل جذب، روش وزن‌دهی عکس فاصله برتر از دو روش دیگر بوده است، زیرا آماره‌های محاسبه شده در هریک از شاخص‌های مربوط به این روش به صفر نزدیک‌تر بوده است. در حالی‌که در منطقه مورد مطالعه، بدلیل نرمال نمودن داده‌ها و حذف داده‌های پرت روش کریجینگ دارای خطای کمتری بوده است.

پیشنهادها

با توجه به توزیع عناصر سنگین در نواحی کشت زراعی و بررسی مدیریت‌های اعمال شده در منطقه و کاربرد کودهای شیمیایی بخوبی مشخص است که استفاده بی‌رویه و

- Jiachun, S., Hazian W., Jianming, X., Jinjun, W., Xingmei, L., Haiping, Z. and Shunlan, J., 2006. Spatial distribution of heavy metals in soil (Case study of Changing, China). *Environmental Geology*, 10:245-264.
- Moraghan, J. T. and Mascagni, H. J., 1991. Environmental and soil factors affecting micronutrient deficiencies and toxicities, 371-426. In: J. J. Mortvedt *et al* (Eds.) *Micronutrient in Agriculture*. SSSA. WI. USA.
- XingMei, L., Jianjun, W. V. and Jiangming, X. U., 2006. Characterizing the risk assessment of heavy metal and sampling uncertainty analysis in paddy fields by geostatistics and GIS. *Environmental Pollution*, 41: 279-289.
- Yang, P., Mao, R., Shao, H. and Gao, Y., 2009. The spatial variability of heavy metal distribution in the suburban farmland of Taihang Piedmont Plain, China. *Journal of Biology*, 332 :558-566.
- کریمیان، ن. ع.، مفتون، م.، ابطحی، ع. و یشربی، ج.، ۱۳۷۳. اثر باقیمانده سولفات روی بر فرم‌های شیمیایی روی در خاک و رابطه این فرم‌ها با جذب روی توسط گیاه. انتشارات مرکز دانشگاه شیراز، (۸۱): ۹۷ ص.
- محمدی، ج.، ۱۳۸۵. پدومتری ۲ (آمار مکانی). انتشارات پلک، ایران، ۴۵۳ ص.
- ملکوتی، م. ج. و همایی، م.، ۱۳۸۳. حاصلخیزی خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک، ۲۷۶-۲۴۹.
- Amini, M., Afyuni, M., Khademi, H., Abbaspour, K. C. and Schulin, R., 2005. Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of central Iran. *Science of Total Environment*. 347: 64-77.
- Chen, Y., and Barak, P. 1982. Iron nutrition of plants in calcareous soils. *Adv. Agron*. 35:217-240.

Geostatistical analysis of Fe and Zn concentrations in range and farm lands Case study: Absard Region of Damavand

M. Dadgar^{1*}, M. M. Aliha², and E. Zandi Esfahan³

1- Corresponding Author, Assistant Professor, Department of Soil Sciences, Roodehen Branch, Islamic Azad University. Email:md.dadgar@yahoo.com 09126302981

2- Ret. Research Instructor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

3- Assistant Professor, Rangeland Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: 18/10/2013

Accepted: 10/10/2013

Abstract

Heavy metals are found naturally with different amounts in all soils and knowledge on their spatial and temporal variations plays an important role in the sustainable management of ecosystems. This study aimed to assess the distribution of various amounts of iron and zinc in Absard Region of Damavand. For this purpose, 60 soil samples were taken from range and farm lands with an area of 4,000 hectares. The total amount of zinc and iron was measured using atomic absorption as 96/66 and 20743 mg kg, respectively. In order to predict the spatial distribution of total zinc and iron, methods of Kriging and inverse distance function were used and the most appropriate model for interpolation was selected by means of cross validation and error evaluation methods. Results showed that for zoning soil properties, Kriging methods are superior compared to IDW (inverse distance weighting). Finally, with regard to the most appropriate model for interpolation, zoning maps of soil properties were produced in GIS.

Key words: Geostatistics, heavy metals, iron, zinc, zoning, rangeland, Damavand.