بررسی زیست محیطی حد کفایت یا کمبود عناصرغذایی آهن و روی در اراضی کشاورزی جنوب تهران با استفاده از GIS و تکنیک زمین آمار

فاطمه یزدانی نژاد[1]، دکترحسین ترابی گل سفیدی[2]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد

۲- دکتری خاکشناسی، استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد

(fyazdani89@yahoo.com)

چکیده مهم : این تحقیق با هدف دستیابی به تصویر کلی از پراکنش عناصرآهن و روی در خاک‌های حاشیه شهرتهران که زیرکشت محصولات زراعی و باغی است انجام شد. ۱۹۶ نمونه خاک بر روی شبکه منظم با فواصل یک کیلومتربرداشت شد. مقدار قابل جذب عناصرآهن و روی با روش DTPA استخراج و غلظت آنها با دستگاه جذب اتمی اندازه گیری شد. بهترین مدل برازش داده شده برای دو عنصر آهن و روی الگوی نمایی با دامنه تاثیر ۴۱۴۰ متر برای آهن و ۳۲۱۰ متر برای روی می-باشد. نتایج نشان داد همبستگی مکانی این دو عنصر ضعیف وتحت تاثیر عوامل غیر ذاتی و محیطی است.

کلمات کلیدی: آهن، روی، اراضی جنوب تهران،DTPA

۱ مقدمه

خاک از جمله سرمایه‌های ارزشمندی است که درعرصه‌های تولیدمحصولات کشاورزی ، منابع طبیعی و محیط زیست نقش اساسی ایفا می‌نماید. در فرایند تغذیه گیاه باید هر عنصری به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد. از طرفی تعادل و تناسب میان عناصر غذایی کاملا ضروری است. در ایران کمبود عناصرکم مصرف مانند آهن و روی به دلیل شرایط آهکی،کمی مواد آلی، خشکی، حلالیت کم این عناصر درpH آهکی، وجود بی‌کربنات در خاک و آب‌های آبیاری عمومیت دارد. وجود عناصر ریزمغذی بویژه آهن (Fe) و روی (Zn) در محصولات کشاورزی ، مانند نان و برنج که غذای اصلی مردم را تشکیل می دهند باعث افزایش کیفیت محصولات تولیدی و ا رتقاء سلامت در جامعه می‌شود . حال اگر غلظت این عناصر فلزی سنگین ریز مغذی درخاک افزایش یابد (تمرکز فعالیت‌های صنعتی در یک مکان ، حمل و نقل و ترافیک وسائط نقلیه، استفاده از کودها، استفاده از لجن فاضلاب و دیگر فعالیت‌های انسانی) باعث آلودگی خاک‌ها شده و با ورودشان به چرخه غذایی سلامت مصرف کننده را به مخاطره می اندازند. . (Liu,et al .2003) باهدف بررسی میزان تغییر پذیری عناصر میکرو شامل آهن،روی ، مس ومنگنز منطقه ای به مساحت ۵۴۱کیلومترمربع را مورد نمونه برداری قرار داده وبا آنالیز۱۳۴ نمونه خاک از شالیزارهای برنج توانستند رفتار وخصوصیات تغییرپذیری چهار عنصرمذکور را با استفاده از روشهای زمین آماری وGIS تعیین نمایند. (بقایی و همکاران ،۱۳۸۲) جهت پهنه بندی روی دراطراف دو کارخانه صنعتی درمنطقه اصفهان از روش‌های زمین-آمار و با استفاده از تکنیک کریجینگ قطعه‌ای نقشه پراکنش عنصر روی را تهیه کردند . تاریک و همکاران با استفاده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی در پاکستان توانستند توزیع مکانی عناصر کمیاب را در خاک‌های مورد مطالعه بررسی کنند. علاوه بر تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک، برای برخی زارعین و محققین شناخت منبع این تغییرات وچگونگی وابستگی مکانی عناصرغذایی با همدیگر از اهمیت خاصی برخوردار است ، اگر فعالیت بشری منجر به نقصان یاسمیت عنصری در بخشی از مزرعه شده باشد لازم است که زارعین در نحوه مدیریت مزرعه بازنگری و تجدیدنظرکنند. هریک از

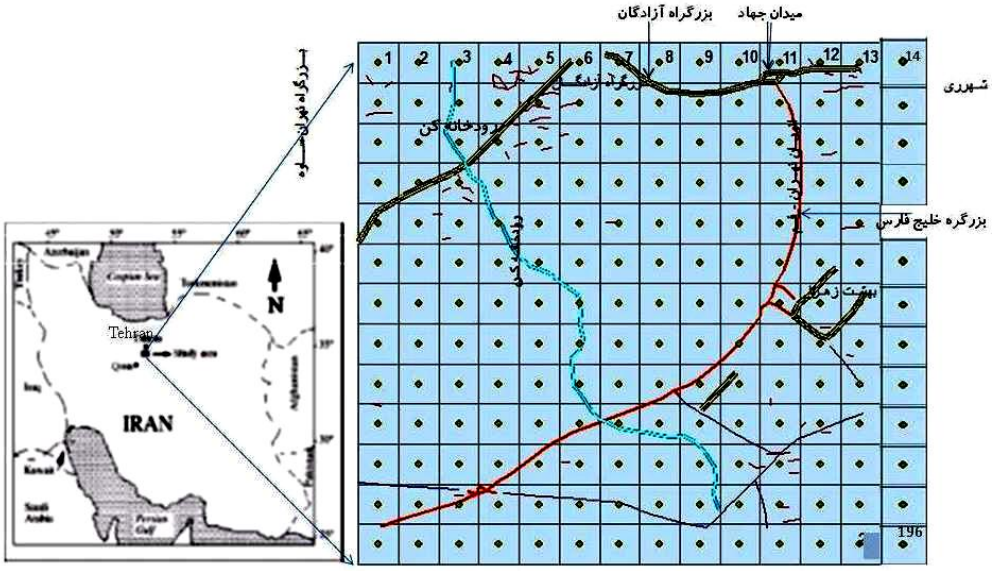
[1] دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی
[2] استادیار گروه خاکشناسی

عناصرغذایی خاک ، الگوی پراکنش مکانی منحصر به فرد و کم وبیش متفاوتی با سایر عناصر دارند، با این همه شناخت الگوی مشترک ومنابع تغییر دهنده ویا کنترل کننده آنها می تواند مارا در مدیریت بهینه مزارع یاری نماید.اعمال نهاده‌ها به سیستم خاک در قالب مدیریتی دقیق و مبتنی بر رفتار پویا وتغییرپذیری مکانی ویژگی‌های مختلف خاک ،نیازمند رعایت اصل ضرورت‌ها ونیازهای هر موقعیت جغرافیایی برای نهاده‌های مورد نظر است. این نوع مدیریت را اصطلاحا مدیریت ویژه مکانی می‌نامند.این مدیریت پایه واساس کشاورزی دقیق است (محمدی، ۱۳۸۵) .(روشنی وهمکاران،۱۳۸۸) با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در راستای بهینه سازی مصرف عناصرغذایی کم نیاز(Fe, Zn , Cu , Mn) اقدام به نمونه برداری اراضی کشاورزی استان گلستان با فواصل یک در یک کیلومتر کردند ووضعیت عناصرغذایی در خاک‌های این استان را مورد بررسی قرار دادند وبیان کردند که از این پس مصرف کلیه کودهای محتوی عناصر غذایی کم نیاز بایستی براساس نقشه‌های پهنه بندی از حیث کمبود ، کفایت یا سمیت صورت گیرد تا مصرف کودها بهینه و آلودگی‌های محیط زیستی کاهش یابند. حدود ۵۰ درصد از خاک‌هایی که برای کشت غلات در جهان استفاده می‌شوند دچار کمبود روی هستند و حدود ۴۰ درصد از جمعیت جهان از فقر روی رنج می‌برندکه دلیل اصلی کمبود روی در انسان مصرف زیاد غلات دارای کمبود روی در جیره غذایی می‌باشد(Graham and Welch ,1996).بخش عمده‌ای از اراضی کشاورزی ایران به دلیل کم بودن درصد ماده آلی،pH قلیایی وکربنات کلسیم زیاد دچار کمبود روی می‌باشند(Karimian et al.1999)

۲– مواد وروشها

۲–۱– معرفی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه به وسعت حدود ۲۰۰۰۰ هکتار از اراضی در جنوب تهران واقع شده است. این منطقه در جنوب تهران و در حد فاصل بزرگراه های آزادگان، ساوه–تهران و تهران–قم قرار گرفته است. در این مطالعه از روش شبکه بندی منظم با فواصل ۱۰۰۰ در ۱۰۰۰ متر تعداد ۱۹۶نمونه خاک از تقاطع بین خطوط و عمق ۳۰–۰ سانتی متری برداشته شد. به منظور افزایش دقت نمونه برداری، نمونه‌ها در ۴ جهت متفاوت از نقطه اصلی و با فاصله حدود ۲۰ متر از مرکز نقطه به صورت مرکب برداشت شدند. پس از عملیات نمونه برداری، نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل و هوا خشک شدند و پس از کوبیدن از الک ۲میلی متری عبور داده شده و اندازه‌گیری عنصر Fe و Zn ، به صورت ، فرم قابل جذب (روش لیندسی ۱۹۷۹) اندازه گیری و باکمک دستگاه جذب اتمی مدل Analytikjena,Aspectcs 1.5.1 انجام گرفت. شکل (۱) موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل۱– موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه

۲-۲- روش آماری

اطلاعات اولیه آماری نمونه‌ها شامل توزیع فراوانی داده‌ها و شاخص‌های آماری مانند میانگین، میانه، واریانس، چولگی و کشیدگی محاسبه گردید(جدول ۱). در شرایطی که داده‌ها دارای توزیع نرمال نبودند با تبدیل‌های مناسب لگاریتمی یا ریشه دوم متغیر به توزیع نرمال تبدیل شدند. آنالیزهای آمار توصیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. الگوهای تغییرنما بوسیله نرم افزار GS^+(Version 5.1) رسم و بهترین الگوی تغییرنما انتخاب گردیده(شکل ۴) و پهنه‌بندی عناصر آهن و روی با کمک نرم افزار ARC GIS 10 انجام گرفت(شکل ۵). قبل از استفاده از روش‌های درون‌یابی آمار مکانی برای هر متغیر آزمون داده‌های پرت، روند و همسانگردی انجام شد. وجود روند، با استفاده از برازش مدل‌های خطی و غیرخطی پلی‌نومیال بر مقادیر متغیر نسبت به فواصل نمونه‌برداری در جهت X (شرق- غرب) و جهت Y (شمال- جنوب) مورد بررسی قرار گرفتند. تغییرنماها، توابعی هستند که تغییرات متغیرهای ناحیه‌ای را کمی می کنند و مؤلفه بسیار مفیدی برای نشان دادن اختلاف بین نمونه‌ها در یک جهت یا در جهات مختلف می‌باشد (Hassanipak, 1998; Webster and Oliver, 2001; Mohammadi, 2006). تغییرنما از رابطه زیر محاسبه گردید:

(۱)
$$\gamma_i(h) = \frac{1}{2N_i(h)} \sum_{j=1}^{N_i(h)} [Z_i(x_j) - Z_i(x_j + h)]^2$$

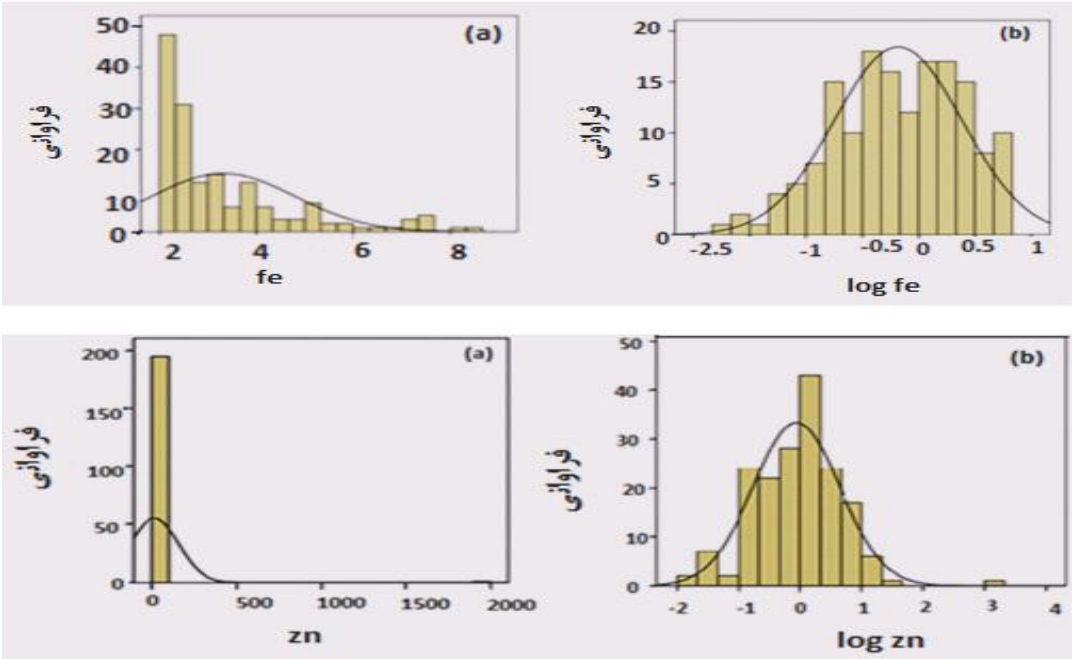
N زوج مشاهدات، $Z_i(x_j)$ و $Z_i(x_j+h)$ مقدار متغیر در دو نقطه که به فاصله h از هم قرار دارند و $\gamma_i(h)$ را نیم‌واریانس می‌نامند. در این تحقیق با استفاده از نرم‌افزار GS^+ (Version 5.1) نیم‌تغییرنما مربوط به همه متغیرهای مورد مطالعه محاسبه و برای ارزیابی بهترین برازش مدل های تئوری (خطی، نمایی و کروی) بر نیم‌تغییرنما تجربی از آماره‌های مجموع مربعات باقیمانده (RSS) و ضریب تبیین (R^2) استفاده شد. برای پی بردن به قدرت ساختار (وابستگی) مکانی متغیر از رابطه‌ی $C_0/(C+C_0)$ استفاده شد که در آن، C_0 واریانس قطعه‌ای و C_0+C آستانه نیم‌تغییرنما می‌باشد. نسبت واریانس قطعه‌ای به آستانه، سهم واریانس قطعه‌ای از کل تغییرات را نشان می‌دهند. با کمک این نسبت می‌توان میزان نسبی اثر واریانس قطعه‌ای را در بین صفات مختلف مقایسه کرد (Trangmar et al. 1985). اگر مقدار این نسبت کمتر از ۲۵ درصد باشد، متغیردارای وابستگی مکانی قوی، اگر بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد، وابستگی مکانی متوسط، و اگر این نسبت بیشتر از ۷۵ درصد باشد، وابستگی مکانی ضعیف می‌باشد (Cambardella et al. 1994). پهنه‌بندی و تخمین در نقاط نمونه‌برداری نشده نیز، با استفاده از روش درون‌یابی کریجینگ انجام شد. به منظور ارزیابی کارایی روش‌ها در پیش‌بینی خواص در نقاط نمونه‌برداری نشده از آماره‌های میانگین خطا و جذرمیانگین مربعات خطای تخمین استفاده شد .

۳- نتایج و بحث

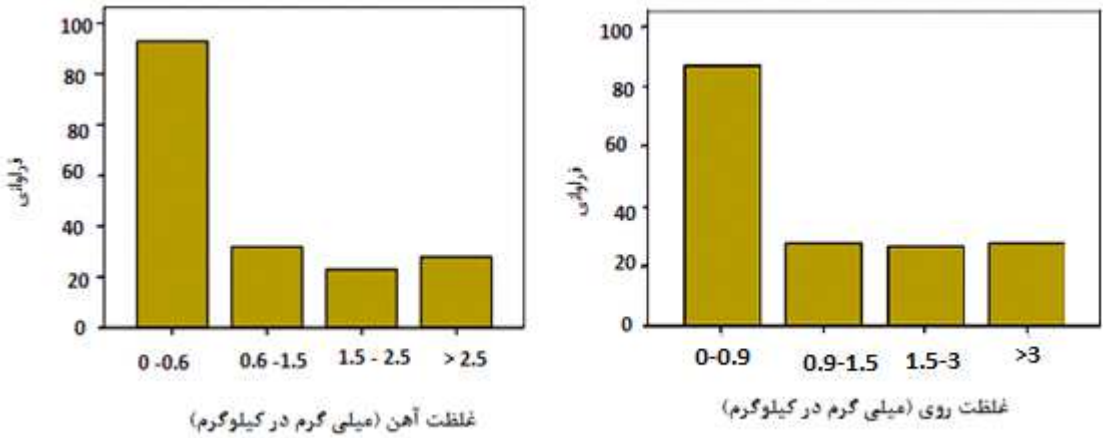
خلاصه آماری داده‌های آهن و روی ، نتایج حاصل از این داده ها درجدول(۱) و نمودار توزیع فراوانی داده‌ها (شکل ۲) بیانگر توزیع داده‌ها با چولگی زیاد در جهت مثبت می باشد. در واقع چولگی دلالت برغیر نرمال بودن توزیع فراوانی داده‌ها دارد و هر اندازه مقدار آن بیشتر باشد بیانگر غیریکنواخت بودن واریانس، وجود جوامع فرعی و یا داده‌های پرت می‌باشد (Shakouri katigari et al.2011) .از آنجایی که زیاد بودن انحراف از توزیع نرمال در تجزیه و تحلیل‌های آماری به ویژه محاسبه واریوگرام تاثیر نامطلوب دارد، لذا لگاریتم داده‌های آهن و روی گرفته شد که خلاصه آماری این داده‌ها در جدول(۱) نشان داده شده است. پس از گرفتن لگاریتم مقدار میانگین و میانه بسیار به هم نزدیک شده است. همچنین مقدار چولگی کاهش یافته (صفر تا یک) که بیان کننده انحراف کم از توزیع نرمال می‌باشد. شکل(۳) هیستوگرام توزیع فراوانی عناصر آهن و روی در خاک بر حسب محدوده‌های مختلف نشان می‌دهد، بر اساس این هیستوگرام اکثر اراضی مورد مطالعه از نظر میزان عناصر فوق فقیر می‌باشند .

جدول۱- خلاصه آماری داده های آهن و روی

پارامترآماری	داده‌های اصلی آهن	لگاریتم آهن	داده‌های اصلی روی	لگاریتم روی
تعداد نمونه ها	۱۹۶	۱۹۶	۱۹۶	۱۹۶
میانگین	۱/۳۲	-۰/۱۸	۲/۰۹	-۰/۰۶
میانه	۰/۶۹	-۰/۱۶	۰/۶۶	۰
واریانس	۲/۱۹۷	۰/۳۲۵	۱۵/۶۵	۰/۴۹۷
حداقل	۰	-۱/۷۰	۰	-۲
حداکثر	۶	۰/۸۱	۳۲	۳
چولگی	۱/۶۲	-۰/۳۴	۴/۲۹	۰/۲۹۹
کشیدگی	۲/۰۷	-۰/۵	۲۳/۶	۲/۱۹۶
ضریب تغییرات(٪)	۱/۱۲	-۳/۱۶	۱/۸۹	-۱۱/۷۴

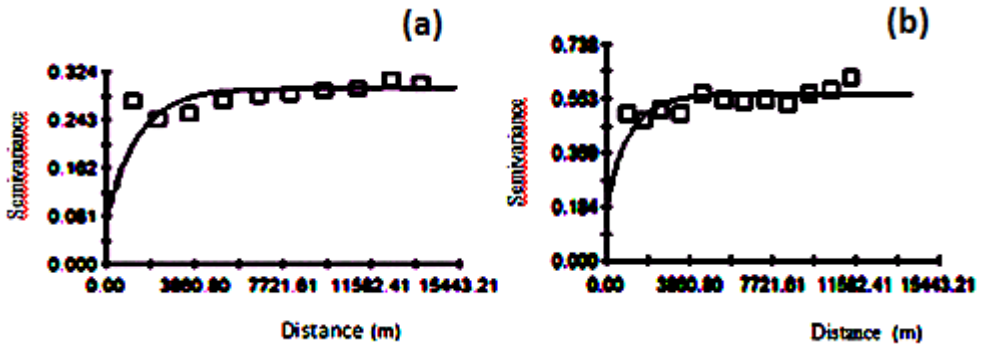


شکل ۲- نمودار توزیع فراوانی آهن وروی ، قبل (a) و بعد از تبدیل لگاریتمی (b)



شکل ۳- هیستوگرام توزیع فراوانی آهن و روی (میلی گرم در کیلوگرم خاک)

جهت بررسی و مطالعه ساختار تغییرات مکانی عنصرآهن و روی ، پس از تبدیل لگاریتمی داده‌ها، با درنظرگرفتن متوسط فاصله h=1000 متر واریوگرام تجربی این دو عنصر رسم گردید. محاسبه و مدل سازی واریوگرام‌ها نشان دادکه بهترین مدل برازش داده شده برای دو عنصر آهن و روی الگوی نمایی با دامنه تاثیر ۴۱۴۰متر برای آهن و دامنه تاثیر ۳۲۱۰متر برای روی می باشد .پارامترهای مربوط به این مدل‌ها در جدول (۲) آورده شده است.جهت بررسی استحکام ساختار فضایی با کمک نسبت C0/(C+C0) مشخص شدکه عنصر آهن دارای ساختار فضایی ضعیف و عنصر روی دارای ساختار فضایی متوسط می‌باشند.وابستگی مکانی قوی بوسیله تغییرات ذاتی ویژگی‌های خاک مانند بافت خاک ،کانی شناسی و وابستگی مکانی ضعیف‌تر توسط تغییرات غیر ذاتی مانند عوامل محیطی و انسانی کنترل می‌گردد.

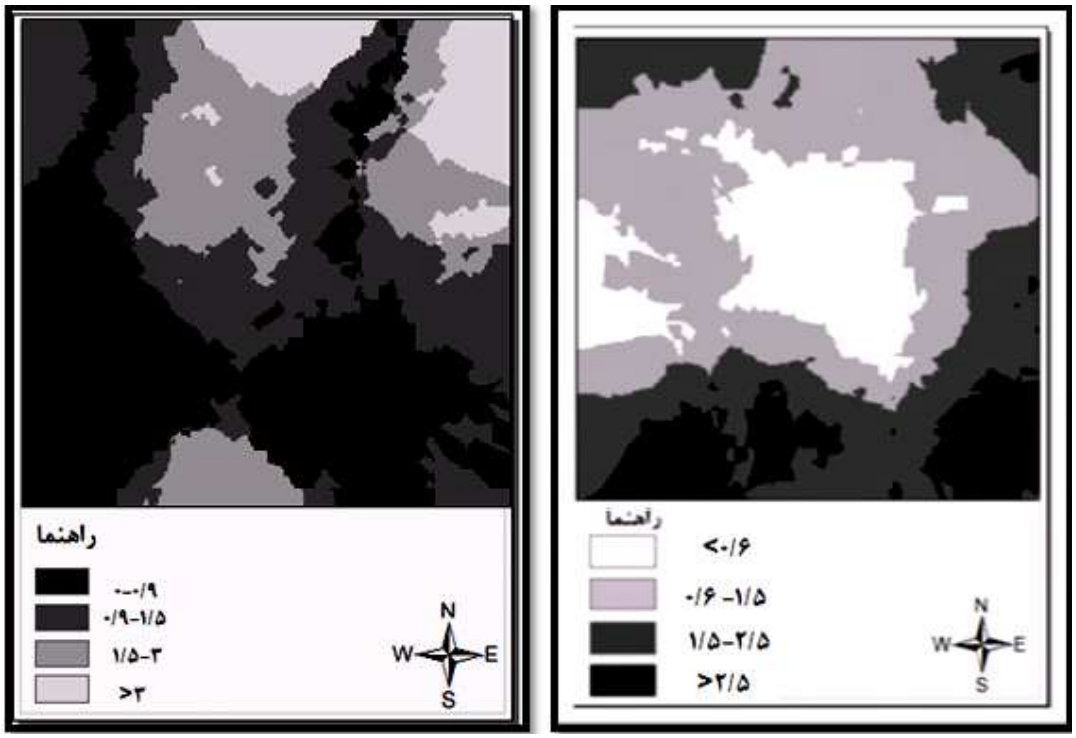


شکل ۳- نیم تغییرنمای آهن(a) و روی (b) به همراه مدل نظری برازش داده شده

متغیر	واحد اندازه گیری متغیر	تعداد نمونه	مدل برازش داده شده	اثرقطعه‌ای (c_0)	حدآستانه (c_0+c)	دامنه تاثیر(متر)	میانگین مطلق خطای تخمین	معیار همبستگی مکانی$C0/(C+C0)$
آهن قابل جذب	mg/kg	۱۹۶	نمایی	۰/۰۷	۰/۲۹	۴۱۴۰	۶/۷	۰/۷۶
روی قابل جذب	mg/kg	۱۹۶	نمایی	۰/۱۸	۰/۵۶	۳۲۱۰	۰/۰۴	۰/۳۲

جدول ۲- پارامترهای تغییرنما، معیارهای انتخاب مدل و مقادیر کنترل اعتبار برای تخمین کریجینگ

نقشه پراکنش وپهنه بندی غلظت عنصرآهن و روی با استفاده از روش کریجینگ معمولی و نرم افزارArcGIS(10) ترسیم گردید (شکل۴). با توجه به نقشه پهنه بندی آهن، در تمام منطقه مورد مطالعه کمبود عنصر آهن مشاهده می‌شود.با توجه به نتایج به دست آمده، میانگین غلظت آهن در نمونه‌های خاک ۱/۳۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بوده است که این مقدار نه تنها آلودگی ایجاد نمی‌کند بلکه کمتر از حد کفایت گیاه (۱۰-۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نیز می‌باشد. نتایج به دست آمده از دسته بندی‌های انجام شده دراراضی مورد مطالعه نشان می‌دهدکه ۱۹/۷درصد(۳۹۴۰هکتار) از اراضی منطقه مورد مطالعه، مقدارآهن قابل جذب کمتر از۰/۶> میلی گرم برکیلوگرم دارند،که این اراضی اکثرا تحت کشت غلات می‌باشند. ۳۹درصد(۷۸۰۰هکتار) از اراضی مقدارآهن قابل جذب ۱/۵–۰/۶ میلی گرم برکیلوگرم دارند .۲۸/۶ درصد (۵۷۲۰ هکتار) از اراضی مقدار آهن قابل جذب ۲/۵ – ۱/۵ میلی گرم برکیلوگرم دارند.۱۲/۷ درصد(۲۵۴۰هکتار) از اراضی مقدارآهن قابل جذب بیش از ۲/۵ میلی گرم برکیلوگرم خاک دارند و به طور کلی اراضی هستند که نزدیک مراکز صنعتی می‌باشند. میانگین غلظت روی نیز ۲/۰۷ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بوده است، براساس مساحت‌های بدست آمده از نقشه‌های کریجینگ ۴۱درصد(۸۲۰۰ هکتار) از اراضی مورد مطالعه،مقدار روی قابل جذب ۰/۹> میلی گرم برکیلوگرم دارند و ۱۰ درصد (۲۰۰۰هکتار) از اراضی مقدار روی بیشتر از ۳ میلی گرم بر کیلوگرم دارند که این اراضی در مناطق صنعتی و مسکونی وتحت تاثیر این کاربری‌ها می باشند.



شکل ٤- نقشه های کریجینگ آهن و روی به ترتیب از راست به چپ

فهرست مراجع

۱ بقایی،امیرحسین.خادمی،حسین و محمدی ،جهانگیر ؛ تجزیه وتحلیل زمین آماری تغییرات مکانی سرب ونیکل قابل جذب در اطراف دو قطب صنعتی منطقه اصفهان ، مجله علوم کشاوزی ومنابع طبیعی،شماره ۲ ،خرداد-تیر۱۳۸۶،صفحات۹-۱

۲ روشنی،قربانعلی.پیل آرام،غلامحسین.آخوندی،علی؛ استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) در راستای بهینه سازی مصرف عناصرغذایی کم نیاز. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران،گرگان ،۱۳۸۸

۳ -محمدی، جهانگیر؛ پدومتری ۲ (آمارمکانی)، انتشارات پلک،۱۳۸۵

5-Cambardella,C.A., Boorman,T.B.,Novak, J.M., Parkin, T.B., Karlen, D.L.,Turco, R.F. and Konopka, A.E. 1994.Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci. Soc. Am.J., 58: 1501-1511.

6-Hasanipak, A. (1998). Geostatistics. Tehran univ. Press, 314 p. (In Farsi).

7-Shakouri,M.Shabanpour,M.Asadi,H.Davatgar,N.and Babazadeh,Sh.2011.Evaluation efficiency spatial interpolation techniques in mapping organic carbon and bulk density paddy soils of Guilan.jornal of water and soil conservation,vol.18(2),pp195-209.

8-Trangmar, B.B., Yost, R.S. and Uehara, G.1985. Application of geostatistics to spatial studies of soil properties. Advanced. Agr.vol. 38. pp 45-94.