



محور مقاله: پدومتری و ارزیابی خاک‌ها

پهنه‌بندی رقومی توزیع آهن معادل کل خاک با استفاده از زمین آمار در کرانه شرقی دریاچه ارومیه

امین موسوی^{۱*}، فرزین شهبازی^۲، شاهین اوستان^۳، علی اصغر جعفرزاده^۴^۱ دانشجوی دکتری گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۲ دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۳ استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز^۴ استاد گروه علوم و مهندسی خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز

چکیده

این مطالعه با هدف پهنه‌بندی و بررسی نحوه توزیع یکی از شکل‌های مختلف آهن خاک شامل آهن معادل کل (Fe_T) در خاک‌های کرانه شرقی دریاچه ارومیه انجام شد. شکل‌های مختلف آهن اطلاعات ارزشمندی در مورد وضعیت آهن در خاک در اختیار قرار می‌دهند که آگاهی از توزیع آن‌ها در پیش‌بینی برخی رفتارهای مهم و مدیریت بهتر خاک حائز اهمیت است. برای این منظور ابتدا مقدار Fe_T ۶۰ نمونه خاک در منطقه‌ای به وسعت ۲۲۳ کیلومترمربع در کرانه شرقی دریاچه ارومیه اندازه‌گیری شد. در ادامه پس از بررسی نرمال بودن داده‌ها اقدام به ترسیم واریوگرام تجربی گردید. برای درون‌یابی تغییرات Fe_T اندازه‌گیری شده از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ استفاده شد. سپس با استفاده از تکنیک ارزشیابی متقابل و استفاده از شاخص‌های آماری مناسب‌ترین روش میان‌یابی انتخاب شد. نتایج بررسی‌های زمین آماری نشان داد که مدل کروی و روش کوکریجینگ بهترین مدل و روش برای نشان دادن تغییرات مکانی Fe_T بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که کاربرد و تلفیق همزمان نقشه‌برداری رقومی با روش‌های زمین آماری، رویکرد امیدوارکننده‌ای را در بررسی و پیش‌بینی تغییرات Fe_T و برطرف نمودن برخی مشکلات رایج در نقشه‌برداری سنتی ارائه می‌کند.

کلمات کلیدی: آهن خاک، درون‌یابی، کریجینگ، کوکریجینگ، نقشه‌برداری رقومی

مقدمه

آهن به شکل‌های مختلفی در خاک مشاهده می‌گردد. در کانی‌های اولیه آهن به صورت Fe^{3+} یا Fe^{2+} است که طی هوازدگی در محیطی با تهویه نامناسب به شکل Fe^{2+} درآمده و آزاد می‌شود. درحالی‌که در خاک‌های با تهویه مناسب به Fe^{3+} تبدیل و به‌صورت اکسید و هیدروکسیدهای Fe^{3+} رسوب می‌کند. همچنین توزیع آهن و شکل‌های آن شاخصی در ارزیابی تکامل خاک می‌باشد. (Stonehouse and Arnaud, 1971). از طرفی دیگر مقایسه مقدار آهن در افق‌های مختلف خاک بیانگر میزان آبشویی این عنصر در خاک می‌باشد که در تشخیص انواع خاک به‌طور اجمالی اهمیت دارد. اکسیدهای آهن باعث پایداری ساختمان خاک می‌شوند، به‌طوری‌که حتی در محیط اسیدی، در صورت مناسب بودن شرایط هوازدگی خاک آهن به صورت سه ظرفیتی باقی خواهد ماند. در طی هوازدگی، بخشی از آهن ساختمانی مواد مادری آزاد شده و در خاک به صورت بی‌شکل، بلوری ضعیف، بلوری و یا هیدروکسی و اکسی هیدروکسی رنگی مجدد رسوب می‌کند. با افزایش سن خاک، میزان این محصولات افزایش می‌یابد (Ogunsola و همکاران ۱۹۸۹). آهن معادل کل خاک شامل آهن بلوری و بی‌شکل با بخش رس خاک پیوند می‌یابد. علاوه بر این به‌نظر می‌رسد اکسیدهای آزاد آهن عامل اتصال ذرات ریز به هم هستند. تبلور خیلی بالا و یا حضور اکسیدهای آزاد آهن در خاک‌ها، ممکن است در نتیجه محیط اسیدی متوسط، تر و خشک شدن پی در پی و سن بالا باشد (Verheye, 1973). ارزیابی توزیع مکانی ویژگی‌های خاک برای اهداف مختلفی همچون کشاورزی، مهندسی و کارهای زیست‌محیطی ضروری است (Goovaerts, 1997). در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های زمین آماری به‌منظور برآورد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها افزایش یافته و در دهه اخیر نیز داده‌های به دست آمده از طریق زمین آمار نقش مهمی در مطالعه توزیع مکانی ویژگی‌های خاک داشته‌اند (Shi و همکاران ۲۰۰۸). در این راستا روش‌های زمین آماری در علوم خاک توسط محققین مختلفی به کار گرفته شده است. از جمله محمدی (۱۳۷۹) با استفاده از تخمین‌گرهای زمین آماری و با استفاده از سنجنده TM به عنوان متغیر ثانویه، برخی از خصوصیات خاک سطحی، شامل شوری، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک را برآورد نمود. نتایج نشان داد که تخمین‌گرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده و روش کریجینگ به عنوان روش برتر نسبت به روش‌های معمولی برآورد داده‌های مکانی خاک معرفی گردید.

* ایمیل نویسنده مسئول: amin_mousavi@alumni.ut.ac.ir



(Meul and Van Meirvenne, 2003) روش‌های زمین آماری کریجینگ معمولی، کریجینگ جامع، کریجینگ ساده و کوکریجینگ را برای برآورد برای برآورد میزان سیلت در در بلژیک استفاده نمودند. همچنین در این تحقیق مدل رقومی ارتفاع (DEM) به عنوان متغیر ثانویه استفاده شد. نتایج نشان داد که روش کریجینگ جامع دارای کمترین خطای برآورد می‌باشد. همچنین Mamat و همکاران (۲۰۱۴) نیز در مطالعه‌ای از روش زمین آماری کریجینگ جهت تهیه نقشه احتمال آلودگی فلزات سنگین استفاده کردند. با توجه به لزوم داشتن یک برنامه‌ریزی صحیح و طولانی مدت در زمینه چگونگی استفاده از اراضی و جلوگیری از گسترش آثار ناشی از بهره‌برداری غلط از اراضی و آثار زیست محیطی نیاز به تهیه اطلاعات پایه و تهیه نقشه خصوصیات مختلف خاک از جمله شکل‌های مختلف آهن بیش از پیش احساس می‌شود. بنابراین هدف از انجام این پژوهش استفاده از روش‌های زمین آماری کریجینگ و کوکریجینگ در تهیه نقشه توزیع Fe_e خاک در کرانه شرقی دریاچه ارومیه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه با وسعت ۲۲۳ کیلومتر مربع در شرق دریاچه ارومیه بین مختصات جغرافیایی $37^{\circ}14'58''$ و $45^{\circ}22'18''$ طول شرقی و عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱). اقلیم منطقه از نوع نیمه‌خشک و خشک سرد و میانگین بارندگی و درجه حرارت سالیانه پنج سال اخیر این منطقه نیز به ترتیب $37/345$ میلی‌متر و $10/83$ °C می‌باشد. برای انجام این پژوهش که طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ اجرا شد. ابتدا بر اساس روش نمونه‌برداری تصادفی مرتب شده، شبکه‌هایی در ابعاد 2000×2000 متر (۴۰۰ هکتار) ترسیم (شکل ۱) و مختصات جغرافیایی محل نمونه‌برداری‌ها یادداشت و وارد دستگاه مکان‌یاب جغرافیایی (GPS) گردید. سپس نمونه‌برداری از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری صورت گرفته و جمعاً تعداد ۶۰ نمونه جمع‌آوری شد. در ادامه نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه هواخشک و خشک شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند سپس آهن معادل کل (Fe_e) توسط هضم نمونه‌های خاک به روش آکوارجیا طبق روش (McGrath and Cunliffe, 1985) تعیین شد. برای تهیه نقشه توزیع Fe_e خاک به روش زمین آماری ابتدا چولگی، کشیدگی و آزمون آماری کولموگروف-اسمیرنوف برای آگاهی از توزیع نرمال و یا غیرنرمال داده‌های Fe_e مورد بررسی قرار گرفت و به علت نرمال نبودن توزیع داده‌ها از تبدیل لگاریتمی برای نرمال نمودن داده‌ها استفاده گردید. در ادامه تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری با انتخاب بهترین مدل واریوگرام بر اساس شاخص‌های آماری مجذور میانگین مربعات خطا (RMSE) (رابطه ۱) و ضریب تعیین (R^2) بر نقاط واریوگرام برازش داده شد و مقادیر کدبندی شده Fe_e با توجه رابطه ۲ برای روش کریجینگ و رابطه ۳ برای روش کوکریجینگ تعیین شدند (Davis, 1987)، که البته برای انجام تخمین به روش کوکریجینگ و برای محاسبه اوزان مربوطه نیاز به محاسبه واریوگرام متقابل به صورت رابطه ۴ می‌باشد (محمدی، ۱۳۸۵). در ادامه پس از محاسبه واریوگرام تجربی مربوطه الگوهای واریوگرام برای ویژگی مورد نظر رسم و اجزای آن توصیف گردید و در نهایت نیز در محیط GIS با استفاده از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ، نقشه Fe_e خاک در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری تهیه شد. محاسبات و تجزیه و تحلیل‌های زمین آماری به وسیله نرم‌افزار GS+ 5.1.1 و ArcGIS 10.3 و تجزیه و تحلیل‌های آماری به وسیله نرم‌افزار SPSS 23 انجام گرفت.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Z(x_i) - Z^*(x_i))^2}$$

رابطه ۱:

که در این رابطه $Z^*(x_i)$ مقدار برآورد شده متغیر مورد نظر، $Z(x_i)$ مقدار اندازه‌گیری شده متغیر مورد نظر (مقدار مشاهده‌ای) و N تعداد مشاهدات می‌باشد.

$$Z^*(x) = \sum_{i=1}^n \lambda_i z(x_i)$$

رابطه ۲:

که در این رابطه $Z^*(x)$ عیار تخمینی، λ_i وزن و یا اهمیت کمیت وابسته به نمونه i ام و $z(x_i)$ هم مقدار اندازه‌گیری شده می‌باشد.

$$Z^*(x_i) = \sum_{e'=1}^n \lambda_{e'} x_i \sum_{k=1}^n \lambda_k y(xk)$$

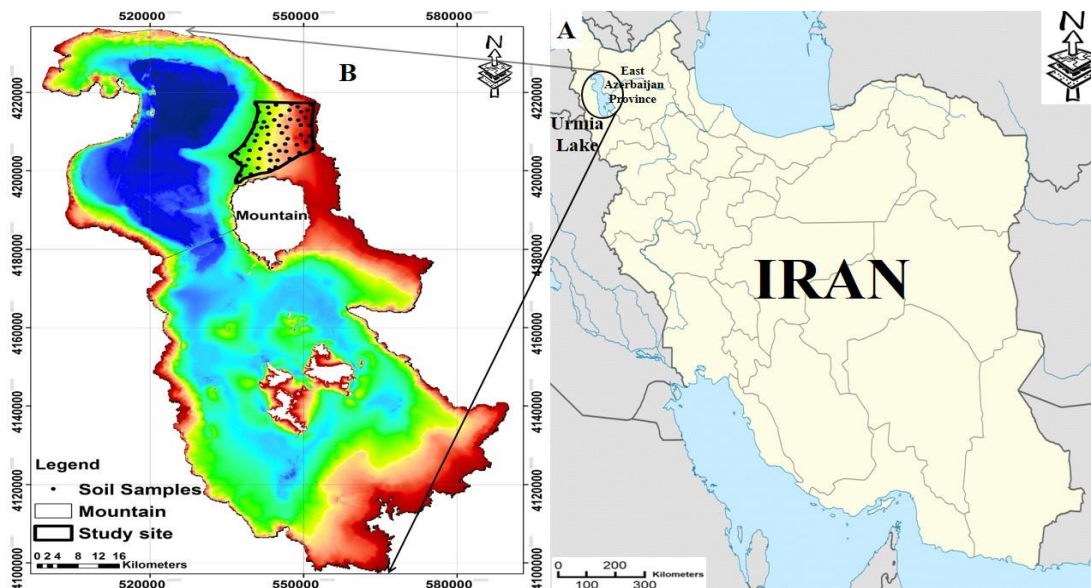
رابطه ۳:

که در این رابطه $Z^*(x_i)$ مقدار تخمین شده برای نقطه x_i ، λ_i وزن مربوط به متغیر Z ، λ_k وزن مربوط به متغیر کمکی y ، $Z(x_i)$ مقدار مشاهده شده متغیر اصلی و $y(x_i)$ مقدار مشاهده شده متغیر کمکی است.

$$\gamma_{zy}(h) = \frac{1}{2} [Z(x_i + h) - Z(x_i)][y(x_k) - y(x_k)]$$

رابطه ۴:

که در این رابطه $\gamma_{zy}(h)$ واریوگرام متقابل بین متغیر y و Z ، $Z(x_i)$ متغیر مشاهده شده و $y(x_k)$ متغیر کمکی می‌باشد.



شکل ۱. A: موقعیت محدوده مطالعاتی در ایران؛ B: محدوده سایت مطالعاتی انتخاب شده در ساحل شرقی دریاچه ارومیه همراه با نقاط نمونه‌برداری

نتایج و بحث

در جدول (۱) خلاصه خصوصیات آماری Fe_t در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر آمده است. نتایج تجزیه‌های مرتبط با ۶۰ نمونه موجود در این تحقیق نشان دهنده عدم تبعیت داده‌های Fe_t از توزیع نرمال بود لذا در ابتدا داده‌های مربوط به این پارامتر به‌منظور انجام تحلیل‌های آماری با استفاده از تبدیل لگاریتمی نرمال شدند. نتایج این جدول نشان داد که Fe_t طبق دسته‌بندی (Fang و همکاران ۲۰۱۲) با داشتن ضریب تغییرات ($CV=73/69\%$) که بین ($0.1 < CV < 0.9$) قرار گرفته است دارای ضریب تغییرات متوسطی بوده است. همچنین توصیف آماری نیز نشان دهنده چولگی به سمت چپ Fe_t در مجموعه داده‌ها بود.

جدول ۱. توصیف آماری ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک برای نمونه‌ها ($n=60$)

Sig. (سطح معنی‌داری)	ضریب تغییرات (در صد)	انحراف معیار	کشیدگی	چولگی	متوسط	حداکثر	حداقل	ویژگی مورد بررسی ($g\ kg^{-1}$) Fe_t
۰/۰۰۱ (غیرنرمال)	۷۳/۶۹	۶/۸۷	۱/۳	۱/۲	۶/۸۳	۹/۳۲	۳۲/۴۲	۰/۶۲

اولین گام در استفاده از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ بررسی وجود ساختار مکانی در بین داده‌ها توسط آنالیز واریوگرام می‌باشد، بدین منظور اقدام به ترسیم واریوگرام‌ها با استفاده از داده‌های نرمال گردید. بعد از آزمون مدل‌های مختلف با استفاده از شاخص $RMSE$ و R^2 و همچنین با در نظر گرفتن ساختار فضایی هر یک از مدل‌های برازش داده شده، مدل مناسب برای برازش بر روی واریوگرام تجربی انتخاب گردید. در جدول (۲) بهترین مدل به همراه پارامترهای واریوگرام مربوطه آورده شده است.



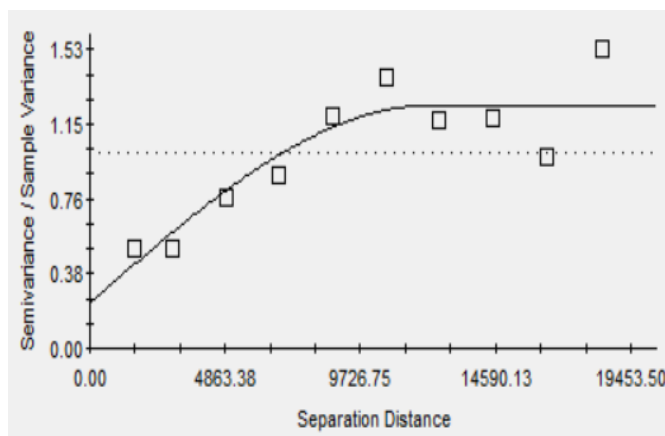
جدول ۲- بهترین مدل آماری برازش داده شده به واریوگرام و پارامترهای مربوط به آن

ویژگی مورد بررسی	مدل	اثر قطعه‌ای (C_0)	آستانه (C_0+C)	شعاع تأثیر (m)	اثر قطعه‌ای بر آستانه (C_0/C_0+C)	RMSE	R^2
Fe_t	کروی	۰/۲۳	۱/۲۴	۱۲۲۳۰	۰/۱۹	۰/۱۵	۰/۸۰

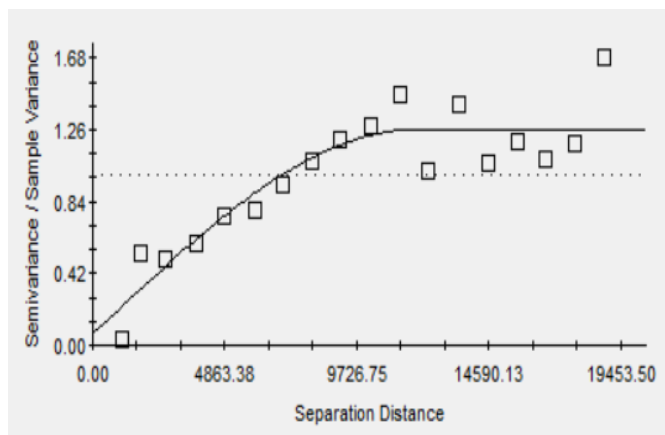
نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه را می‌توان برای ارزیابی ساختار مکانی داده‌ها مورد بررسی قرار داد. وقتی که این نسبت کمتر از ۰/۲۵ باشد متغیر مورد نظر دارای ساختار مکانی قوی می‌باشد، بین ۰/۲۵ تا ۰/۷۵ دارای ساختار مکانی متوسط و هنگامی که بزرگتر از ۰/۷۵ باشد دارای ساختار مکانی ضعیف می‌باشد (Robinson and Metternicht, 2006). با توجه به اینکه نسبت اثر قطعه‌ای بر آستانه (C_0/C_0+C) برای Fe_t کمتر از ۰/۲۵ می‌باشد این پارامتر دارای پیوستگی مکانی قوی می‌باشد. در این مرحله مدلسازی واریوگرام و برازش مدل مناسب صورت پذیرفت که واریوگرام‌های مربوط به هر یک از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ به ترتیب در شکل‌های (۲) و (۳) ارائه شده است. البته در روش کوکریجینگ، پس از تشکیل ماتریس همبستگی برای پیش‌بینی Fe_t از پارامتری به عنوان متغیر کمکی استفاده شد که دارای بیشترین ضریب همبستگی با متغیر مورد نظر باشد (جدول ۳). لذا برای برآورد Fe_t از پارامتر کربنات کلسیم معادل با ضریب همبستگی ۰/۲۰- به عنوان متغیر کمکی استفاده گردید. پس از این مرحله برای پیش‌بینی تغییرات مکانی و میان‌یابی مقایسه Fe_t خاک با استفاده از تکنیک GIS نقشه پهنه‌بندی Fe_t خاک به روش کریجینگ (شکل ۴) و به روش کوکریجینگ (شکل ۵) تهیه گردید. در ادامه نیز برای ارزیابی دو روش کریجینگ و کوکریجینگ از پارامتر RMSE استفاده گردید. مطابق جدول ۴ به منظور تخمین Fe_t خاک روش کوکریجینگ بر کریجینگ ارجحیت دارد. زیرا طبق نتایج این جدول روش کوکریجینگ دارای خطای میان‌یابی (RMSE) کمتری نسبت به کریجینگ می‌باشد و علاوه بر این شرایط استفاده از کوکریجینگ در زمانی است که تعداد نمونه کمی در دست باشد که در این شرایط محله‌هایی که در آن‌ها کمبود نمونه وجود دارد به کمک متغیرهای ثانویه و با استفاده از همبستگی متقابل بین متغیرهای اصلی و ثانوی، تخمین زده می‌شوند و در این هنگام نیز که تعدادی متغیر همبسته با هم تخمین زده می‌شوند، از نظر تئوری روش کوکریجینگ بر کریجینگ معمولی ارجحیت دارد، حتی وقتی از همه متغیرها به اندازه کافی نمونه در دسترس باشد. بر این اساس نتایج این تحقیق در راستای تحقیق امینی و همکاران (۱۳۸۱) است که از میزان شوری خاک به عنوان متغیر کمکی در روش کوکریجینگ استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که استفاده از متغیر کمکی دقت برآوردها را به طور قابل ملاحظه‌ای بالا برده است. علاوه بر این محققین دیگری نیز کارایی روش‌های زمین آماری را تأیید کرده‌اند از جمله Alison و همکاران (۲۰۰۵) برای برآورد برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند ماده آلی، رطوبت، فسفر و پتاسیم قابل استفاده و واکنش خاک مورد مقایسه قرار دادند نتایج نشان داد که روش کوکریجینگ به همراه متغیر کمکی شوری خاک نسبت به روش کریجینگ معمولی در برآورد ویژگی‌های ذکر شده از دقت بالایی برخوردار است.

جدول ۳- ضرایب همبستگی بین ویژگی مورد بررسی (Fe_t) با خصوصیات خاک

ویژگی مورد بررسی	خصوصیات خاک						
	پ.هاش	شوری	کربنات کلسیم معادل	کربن آلی	شن	سیلت	رس
Fe_t	۰/۰۴-	۰/۰۱	۰/۲۰-	۰/۱۱-	۰/۰۳-	۰/۰۱-	۰/۰۶



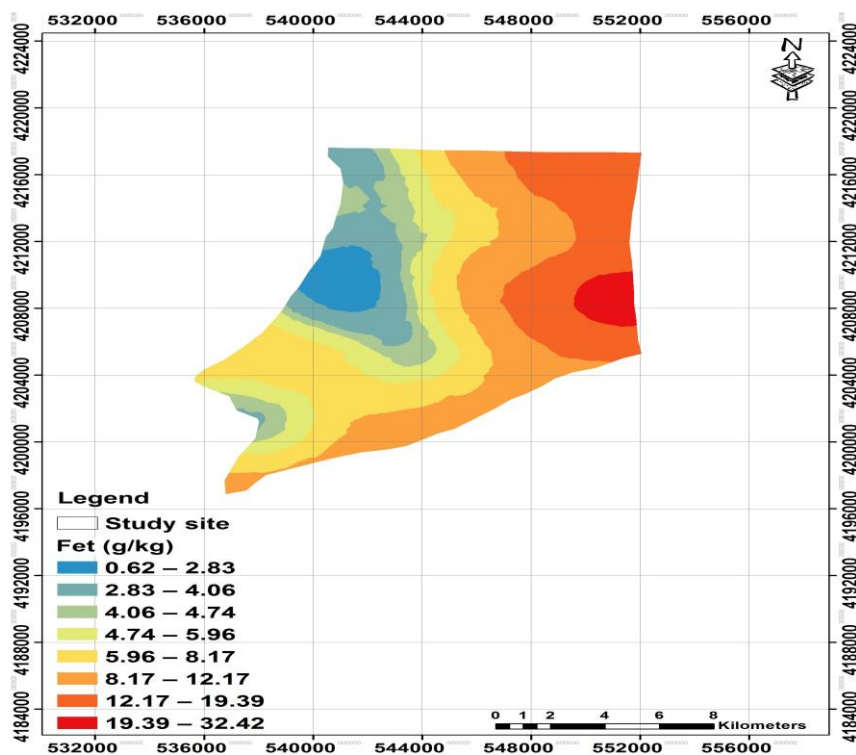
شکل ۲- واریوگرام مربوط به ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک با توجه به روش کریجینگ



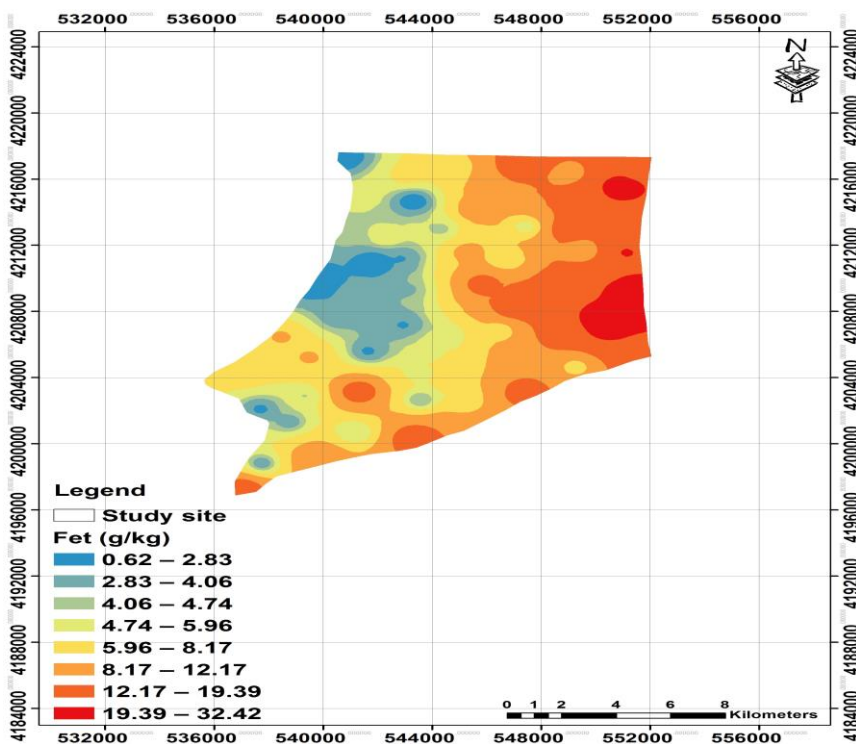
شکل ۳- واریوگرام مربوط به ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک با توجه به روش کوکریجینگ

جدول ۴- نتایج خطای میان‌بابی (RMSE) برای تخمین ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک با استفاده از روش کریجینگ و کوکریجینگ

ویژگی مورد بررسی	کریجینگ	کوکریجینگ
Fe_t	۲/۵۴۶	۲/۳۲۸



شکل ۴- نقشه پهنه‌بندی ویژگی مورد بررسی (Fe_i) خاک با توجه به روش کریجینگ



شکل ۵- نقشه پهنه‌بندی ویژگی مورد بررسی (Fe_i) خاک با توجه به روش کوکریجینگ



نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که بدون شک یکی از پایه‌ای‌ترین و سودمندترین روش‌ها برای دسترسی به اطلاعات منابع اراضی تهیه نقشه رقومی پراکنش و پهنه‌بندی خصوصیات خاک می‌باشد که در این تحقیق با کمک روش‌های نوین از جمله زمین آمار با بهره‌گیری از کمترین داده ممکن اقدام به تهیه نقشه ویژگی مورد بررسی (Fe_t) خاک شد. علاوه بر این برای تهیه نقشه و پهنه‌بندی این خصوصیت خاک در ابتدا باید روش‌های مختلف درون‌یابی را استفاده و آزمون نمود و با انتخاب بهترین روش بر اساس کمترین میزان خطا، آمار و اطلاعات پایه و اولیه را برای ارزیابی منابع اراضی ایجاد کرد. به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که روش‌های زمین آماری روش‌های مناسب و با دقت قابل قبولی برای تخمین خصوصیات مختلف خاک از جمله (Fe_t) می‌باشند. همچنین پیشنهاد می‌گردد که در مطالعات آینده علاوه بر استفاده از سایر روش‌های میان‌یابی از جمله کریجینگ شاخص و میانگین متحرک وزن‌دار (IDW) از داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای نیز به عنوان متغیر کمکی استفاده گردد.

منابع

- امینی، م.، خادمی، ح. و فتحیان‌پور، ن. ۱۳۸۱. مقایسه دو روش کریجینگ و کوکریجینگ در برآورد غلظت کلر موجود در محلول خاک. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۳ (۴)، ۷۴۷-۷۴۱.
- محمدی، ج. ۱۳۷۹. ارزیابی و پهنه‌بندی خطر شوری خاک در منطقه رامهرمز (خوزستان) با استفاده از کریجینگ گسسته. مجله تحقیقات کشاورزی ایران، ۶، ۴۵-۵۷.
- محمدی، ج. ۱۳۸۵. پدومتری آمار مکانی. تهران، انتشارات پلک، ۴۵۳ ص.
- Alison, B. T., Kenneth, J. M., Burras, C. L., Donald, G.B. and Philip, M. D. 2005. Improving map accuracy of soil variables using soil electrical conductivity as a covariate. *Precision Agriculture*, 6, 255-270
- Davis, B.M. 1987. Uses and abuses of cross-validation in geostatistics. *Math. Geol*, 19, 241- 248.
- Fang, X., Xue, Z.J., Li, B.C., An, S.S. 2012. Soil organic carbon distribution in relation to land use and its storage in a small watershed of the Loess Plateau. *China, Catena*, 88, 6-13.
- Goovaerts, P. 1997. *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford University Press, Oxford.
- Mamat, Z., Yimit, H., Ji, R.Z.A. and Eziz, M. 2014. Source identification and hazardous risk delineation of heavy metal contamination in Yanqi basin, northwest China, *Science of the Total Environment*, 493, 1098-1111.
- McGrath, S.P. and Cunliffe, C.H. 1985. A simplified method for the extraction of the metals Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, Cr, Co and Mn from soils and sewage sludges. *J. Sci. Food Agr*, 36, 794-798.
- Meul, M. and Van Meirvenne, M. 2003. Kriging soil texture under different types of nonstationarity. *Geoderma*, 112, 217-233.
- Ogunsola, O.A., Omueti, J.A., Olade, O. and Udo, E.J. 1989. Free oxide status and distribution in soils overlying limestone areas in Nigeria. *Soil Science-Red Soils under Mediterranean Type of Climate: Their Properties Use and Productivity*. *Soil Science Society American Journal*, 147, 245-251.
- Robinson, T.P. and Metternicht, G. 2006. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. *Computer and Electronics in Agriculture*, 50, 97-108.
- Shi, k., Liu, C.Q., Ai, N.S. and Zhang, X.H. 2008. Using three methods to investigate time-scaling properties in air pollution indexes time series. *Nonlinear Analysis: Real. World Application*, 9, 693-707.
- Stonehouse, H. B. and Arnaud, R. J. St. 1971. Distribution of iron, clay and extractable iron and aluminum in some Skatchewan soils. *Canadian of Journal Soil Science*, 51, 283-292.
- Verheye, W. 1973. *Formation, classification and land evaluation of soils in mediterranean areas*. University of Gent, 122pp.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Pedometry and Soil Evaluation

Digital mapping distribution of soil total iron equivalent using geostatistic in the east shore of Urmia Lake

Mousavi^{*1}, A., Shahbazi², F., Jafarzadeh, A.A.³ Oustan, S.³

¹ Ph.D Student, Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

² Associate Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

³ Prof., Soil Science Department, Faculty of Agriculture University of Tabriz, Iran

Abstract

The aim of this study was to determine the distribution one of the different forms of soil iron including total iron equivalent (Fe_t) in the east shore of Urmia Lake. Different forms of soil iron provides valuable information about of condition iron in the soil, which is important for knowledge of their distribution in predicting some important behaviors and better soil management. In order to do this, initially soil total iron equivalent (Fe_t) 60 soil samples were determine in an area of 223 km² in the east shore of Urmia Lake. After examining the normality of the data, the empirical variogram was illustrated. For interpolation of Fe_t changes, Kriging and IDW methods were used. Then, using the interactive evaluation technique and using the statistical indices, the most appropriate interplation method was selected. The results of statistical surveys showed that the spherical model and the cokriging method were the best model and method for show the spatial variation of Fe_t . Overall, the results showed that using and integrating digital soil mapping simultaneously with statistical methods provides promising approach to investigate and predict Fe_t variations and presents to solve some common problems in traditional soil mapping.

Keywords: Soil iron, Interpolation, Kriging, Cokriging, Digital soil mapping

* Corresponding author, Email: amin_mousavi@alumni.ut.ac.ir