ارزیابی کارایی روش‌های درون‌یابی برای تخمین مقدار آهن و pH خاک با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در شرق استان گیلان

صفورا اسدی کپورچال[1*] و معصومه روشنی[2]
۱ و ۲ به ترتیب استادیار و دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم خاک، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت
safooraasadi@guilan.ac.ir

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی ارتباط بین اسیدیته خاک و مقدار آهن در خاک و تهیه نقشه پهنه‌بندی آنها در بخشی از اراضی کشاورزی شرق استان گیلان بود. بدین منظور تعداد ۵۰ نمونه خاک از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری به طور تصادفی و با استفاده از دستگاه GPS از منطقه مورد مطالعه تهیه گردید. نمونه‌های خاک برداشت شده پس از خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده و پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شد. سپس برآورد مقدار متغیرهای مورد اندازه گیری با استفاده از روش‌های درون‌یابی در محیط GIS بررسی شد. برای ارزیابی دقت روش‌های فوق از پارامترهای آماری MS و RMSS استفاده گردید. بر اساس نتایج به‌دست آمده روش کریجینگ معمولی با مدل کروی و روش وزن دهی عکس فاصله به ترتیب بیشترین دقت را برای توزیع مکانی پارامترهای pH و مقدار آهن در منطقه مورد مطالعه نشان دادند. همچنین، خاک های مورد مطالعه کمبود آهن نداشته و مقدار آهن در خاک‌های با pH اسیدی بیشتر بود.

واژه های کلیدی: اسیدیته خاک، پهنه‌بندی، زمین‌آمار، کریجینگ

مقدمه

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند بافت، اسیدیته خاک، ماده آلی، شوری، نوع کانی‌های رسی و وجود برخی ترکیبات شیمیایی غیرآلی مانند کربنات ها و سولفیدها بر وضعیت و تحرک عناصر کم مصرف اثر می‌گذارند (گامبرل، ۱۹۹۴). شناخت تغییرات ویژگی‌های مختلف خاک به ویژه در زمین‌های کشاورزی برای اعمال روش‌های صحیح مدیریتی امری مهم است. pH خاک با ایجاد شرایط اسیدی، خنثی و یا قلیایی امکان جذب یا عدم جذب عناصر غذایی مختلف توسط محصولات کشاورزی مختلف را فراهم می‌کند. امروزه با پیشرفت علم، زمین آمار به عنوان ابزاری مؤثر در بررسی تغییرات مکانی، درون‌یابی و تهیه نقشه عناصر غذایی خاک به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود (مولر و همکاران، ۲۰۰۳ ؛ یثربی و همکاران، ۲۰۰۹). کریجینگ (Kriging) و وزن‌دهی عکس فاصله (Inverse Distance Weighting) از معمول‌ترین روش‌های زمین آماری برای درون‌یابی متغیرها در کشاورزی هستند.

آهن یکی از عناصر کم‌مصرف مهم بوده که کمبود آن در خاک سبب کمبود در گیاهان، حیوانات و انسان‌های تغذیه کننده از آنها می‌گردد و غلظت زیاد آن نیز سبب بروز سمیت در محصولات کشاورزی مختلف می‌شود. لیو و همکاران (۲۰۰۴) در پژوهشی به‌منظور بررسی میزان تغییر پذیری چهار عناصر میکرو (آهن، روی، مس و منگنز) در خاک شالیزارهای برنج، ویژگی‌های تغییر پذیری عناصر فوق را با استفاده از تکنیک‌های زمین آماری و GIS تعیین کردند. دادکرمی (۱۳۹۲) در پژوهشی به منظور پهنه‌بندی pH خاک تخمین‌گر مکانی کریجینگ با مدل کروی را به عنوان بهترین مدل برای pH خاک را در فصل زمستان و بهار و مدل گوسی را برای فصل تابستان به دست آورد. نتایج پژوهش لیو و همکاران (۲۰۱۳) با هدف تهیه نقشه پهنه‌بندی pH خاک در چین نیز نشان داد که روش کریجینگ نسبت به روش‌های IDW و Spline از دقت و کارایی بیشتری برخوردار است.

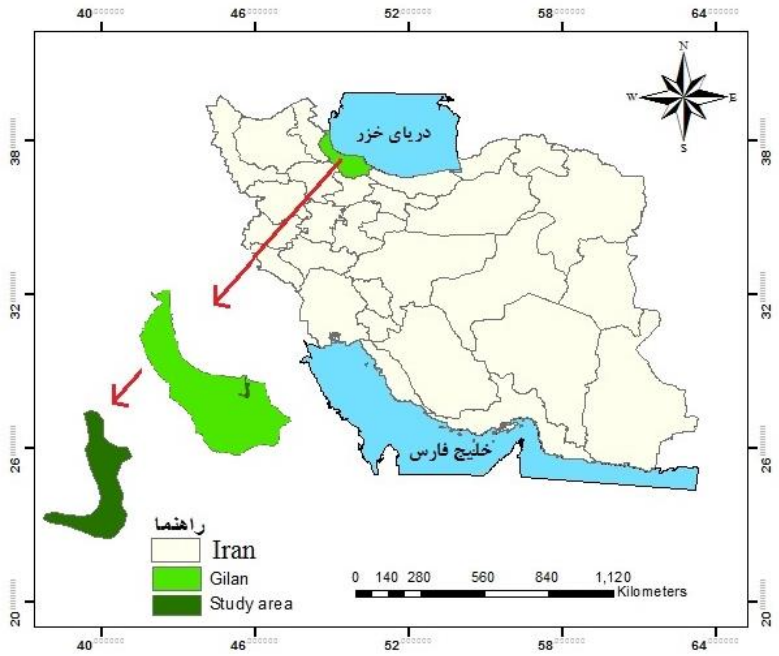
خرمی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای ضمن ارزیابی ساختار و تغییرات مکانی و تعیین مناسب ترین روش درون یابی آهن در شالیزارهای محدوده شهرستان رشت در استان گیلان، روش وزن دهی عکس فاصله را در بازنمایی توزیع مکانی آهن قابل دسترس موفق تر از روش کریجینگ بیان کردند.

در مطالعه دیگری بررسی تغییرات مکانی عناصر کم مصرف در محدوده اراضی کشاورزی استان گلستان بر اساس روش‌های درون‌یابی نشان داد که از بین روش‌های به کار رفته برای تخمین و پهنه بندی عنصر آهن در محدوده اراضی کشاورزی منطقه مورد نظر، به ترتیب روش‌های چندربعی معکوس و کریجینگ بهترین الگو را نشان دادند (صادقی و همکاران، ۱۳۹۳).

با توجه به اینکه حفر پروفیل خاک و نمونه‌برداری‌های پی‌درپی و متعدد سبب آسیب رساندن به خاک می‌شود، لذا استفاده از روش‌هایی با دقت بالا به‌منظور تخمین ویژگی‌های خاک در نقاط فاقد نمونه‌برداری ضمن صرفه‌جویی در وقت و هزینه از آسیب‌دیدگی خاک و کاهش پایداری آن نیز می‌کاهد. هدف از این مطالعه بررسی ارتباط بین اسیدیته خاک و مقدار آهن موجود در خاک بخشی از اراضی کشاورزی واقع در شرق استان گیلان و تهیه نقشه پراکنش آنها در محیط ArcGIS 10.3 است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه بخشی از اراضی کشاورزی واقع در شرق استان گیلان بوده که با استفاده از نقشه منطقه و دستگاه GPS تعداد ۵۰ نمونه خاک به‌طور کاملاً تصادفی از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری زمین‌های مختلف تهیه شد. نمایی از موقعیت منطقه مورد مطالعه در شکل ۱ نشان داده شده است. نمونه‌های خاک پس از برداشت و خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده و برای انجام آزمایش‌های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد. تجزیه‌های آزمایشگاهی شامل pH گل اشباع با استفاده از دستگاه pH متر و مقدار آهن با استفاده از روش طیف‌سنجی جذب اتمی بود.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی

به منظور بررسی نرمال بودن داده‌ها در این پژوهش از آزمون شاپیرو ویلک و کولموگروف-اسمیرنف استفاده شد. اگر سطح معنی‌داری در این آزمون‌ها بیشتر از ۰/۰۵ باشد می‌توان داده‌ها را با اطمینان بالایی نرمال فرض کرد. در نهایت برای بررسی توزیع مکانی و تهیه نقشه پهنه‌بندی ویژگی‌های مورد مطالعه از روش‌های درون‌یابی شامل وزن‌دهی فاصله‌ای معکوس (IDW) و کریجینگ در ArcGIS 10.3 استفاده شد.

روش IDW از جمله روش‌های درون‌یابی است که در آن برآورد بر اساس مقادیر نقاط نزدیک به نقطه برآورد که بنا بر عکس فاصله وزن‌دهی می‌شوند، انجام می‌گیرد. به‌عبارت دیگر، به نقاط نزدیک به نقطه برآورد وزن بیشتری داده می‌شود تا به نقاط

دورتر و فاصله نقش عمده را در این روش دارد (محمدی، ۱۳۸۵). کریجینگ از روش‌های زمین‌آمار بوده و یکی از تکنیک‌های بسیار مناسب و پیشرفته برای تحلیل فضایی و توزیع منطقه‌ای داده‌های مکانی بوده و یک روش برآورد بهینه است که متغیرهای استفاده‌شده در آن تا حدودی تصادفی است و از تابع هندسی مشخصی تبعیت نمی‌کند. کریجینگ یک روش تخمین استوار بر منطق میانگین متحرک وزن‌دار بوده که بهترین تخمین‌گر خطی ناریب با کمترین پراش تخمین بوده و اختلالات ناشی از تمرکز زیاد نقاط اندازه‌گیری را به‌طور خودکار رفع می‌کند. از مهم‌ترین ویژگی‌های این روش آن است که به ازای هر تخمینی خطای مرتبط با آن قابل محاسبه است. بنابراین برای هر مقدار تخمین‌زده‌شده می‌توان دامنه اطمینان آن تخمین را محاسبه کرد درحالی‌که در روش‌های کلاسیک چنین نبوده و روش‌های تخمین کلاسیک قادر به درنظر گرفتن ساختار فضایی نیستند. در روش کریجینگ برای هر تخمینی، پراش تخمین که نشانگر گسترش توزیع خطای تخمین حول میانگین است قابل محاسبه است. در این روش مانند روش وزن‌دهی معکوس فاصله‌ای (IDW) که در آن نزدیکی به نقاط نمونه به‌عنوان وزن محسوب می‌شود، پراش فضایی یا واریانس فضایی تابعی از فاصله شناخته می‌شود و مقادیر مجهول با استفاده از مقادیر معلوم و یک نیم تغییرنما برآورد می‌شود (محمدی، ۱۳۸۵).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه خاک نشان داد که کم‌ترین و بیشترین مقدار pH خاک‌های مورد آزمایش به ترتیب ۳/۴۸ و ۷/۱۹ با متوسط pH ۶/۴۳ و کم‌ترین و بیشترین مقدار آهن بین ۰/۱۴ تا ۱/۱۱ درصد با مقدار متوسط ۰/۴۳ درصد بوده است. توصیف آماری متغیرهای pH و آهن در جدول ۱ نشان داده شده است. با توجه به جدول ۱ و مقادیر سطح معنی‌داری متغیر آهن از توزیع نرمال برخوردار بوده لیکن توزیع متغیر pH از حالت نرمال دور بوده که سطح معنی‌داری کولموگروف-اسمیرنف نیز نتیجه حاصله را تایید می‌کند.

جدول ۱- بررسی توزیع دادها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و کولموگروف-اسمیرنف

پارامتر	کولموگروف-اسمیرنف Kolmogorov-Smirnov			شاپیرو-ویلک Shapiro-Wilk		
	K-Sp	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
pH	۰/۴۰	۵۰	۰/۰۰	۰/۶۴	۵۰	۰/۰۰
Fe (%)	۰/۲۳	۵۰	۰/۱۰	۰/۸۶	۵۰	۰/۰۶

به منظور نرمال کردن داده‌های pH از توابع موجود (باکس-کاکس، لگاریتمی، آرک‌سینوس) در نرم‌افزار SPSS کمک گرفته شد. در این پژوهش تابع لگاریتمی برای نرمال کردن داده‌ها استفاده شد.

روش کریجینگ معمولی با مدل کروی با کمترین مقدار خطا به عنوان مناسب‌ترین روش برای درون‌یابی pH معرفی شده است. هرچه مقدار MS به صفر و مقدار RMSS به یک نزدیک‌تر باشد تخمین از دقت بالاتری برخوردار است (جدول ۲). نتایج حاصله با نتایج ترابی گل‌سفیدی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی pH در زمین‌های کشاورزی جنوب تهران که مدل کروی را به عنوان بهترین مدل برازش داده شده به نیم‌تغییرنمای این پارامتر معرفی کردند همخوانی دارد. همچنین در پژوهشی دیگر دواتگر و همکاران (۱۳۹۴) وضعیت حاصلخیزی خاک‌های شالیزاری استان گیلان را بررسی کرده و مدل کروی را بر پراکنش pH برازش دادند.

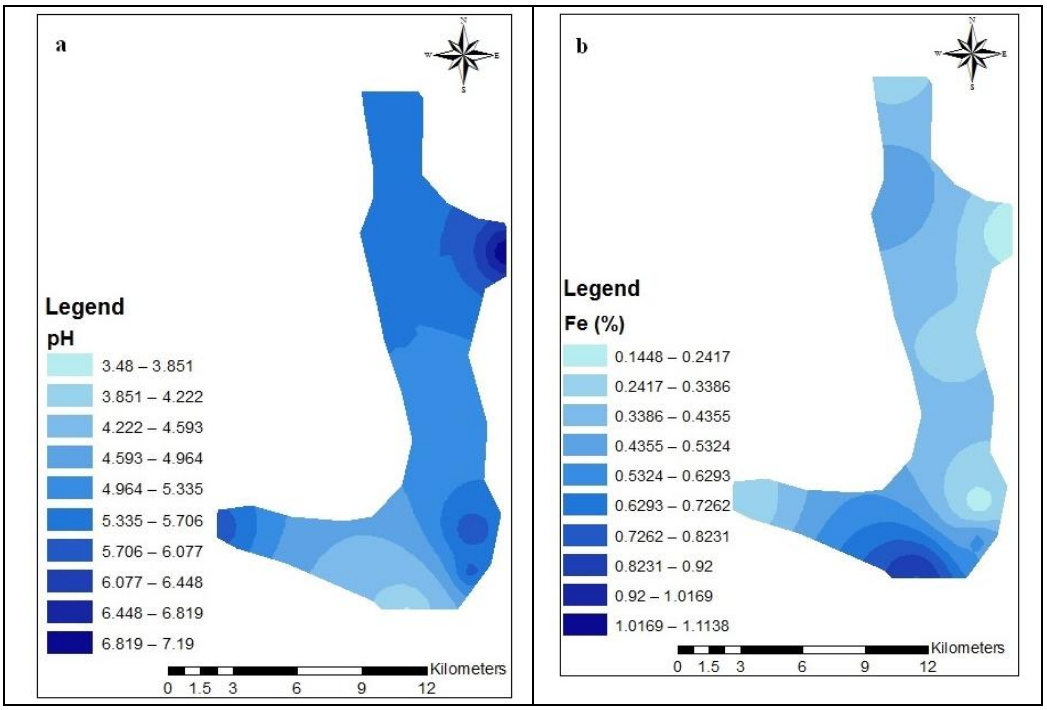
جدول ۲-آماره‌های محاسبه شده برای ارزیابی مناسب‌ترین روش درون‌یابی pH

پارامتر	روش درون‌یابی	RMSS	MS
pH	کریجینگ معمولی	۰/۹۰	-۰/۰۲
	کریجینگ ساده	۰/۷۷	-۰/۰۳
	کریجینگ جهانی	۰/۷۷	-۰/۰۲

برای بررسی روش‌های درون‌یابی و انتخاب بهترین روش برای توزیع مکانی مقدار آهن در خاک در روش IDW، توان بهینه از طریق محاسبه RMS مشخص شد. همانطور که مشاهده می‌شود بهترین توان، کمترین خطا را ایجاد می‌کند (جدول ۳). بر این اساس برای برآورد مقدار آهن در روش IDW، توان یک از دقت بیش‌تر و خطای کم‌تری برخوردار بوده که این با نتایج خرمی‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) در برآورد مقدار آهن قابل استفاده همخوانی داشت. همچنین کراوچنکو و بولاک (۱۹۹۹) نشان دادند که برای داده‌هایی که چولگی کمتر از یک دارند، روش IDW با توان یک بهترین تخمین را ایجاد می‌کند. در نهایت پهنه‌بندی توزیع مکانی pH و درصد آهن به روش کریجینگ معمولی و وزن‌دهی معکوس فاصله‌ای با کمترین مقدار خطا در شکل ۲ نشان داده شده است. با توجه به شکل بیشترین درصد آهن در منطقه مورد مطالعه منطبق با pH اسیدی بوده و در بخش‌های با pH حدود خنثی تا کمی بازی، کمتر بوده است.

جدول ۳- RMS ایجادشده با توان‌های مختلف در روش IDW

توان			
۱	۲	۳	۴
۰/۲۴۳	۰/۲۵۰	۰/۲۵۹	۰/۲۶۸



شکل ۲- نقشه پهنه‌بندی pH (a) و آهن (b) در منطقه مورد مطالعه

منابع

ترابی گل‌سفیدی، ح.، دواتگر، ن. و قاسمی، ش. ۱۳۹۵. بررسی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی و تأثیرپذیری آنها از مدیریت بهره‌برداری در زمین‌های کشاورزی جنوب تهران. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد سی‌ام، شماره‌ی ۲، صفحه‌های ۲۱۵ تا ۲۲۶.

خرمی‌زاده، ف.، دواتگر، ن.، طهرانی، م.م.، قاسمی دهکردی، و.ر. و اسعدی اسکویی، ا. ۱۳۹۳. ارزیابی تغییرات مکانی آهن قابل دسترس و عوامل مؤثر بر آن در خاک های شالیزاری (مورد مطالعه: اراضی شالیزاری مرکزی گیلان). نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد چهارم، شماره‌ی ۴، صفحه‌های ۲۵۵ تا ۲۷۴.

دادکرمی، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی تغییرپذیری مکانی و زمانی شوری خاک در دشت ارسنجان، مؤسسه تحقیقات خاک و آب.

دواتگر، ن.، زارع، ا.، شکوری کتیگری، م.، رضائی، ل.، کاووسی، م.، شیخ‌الاسلام، ه.، شاه‌نظری، م.، کهنه، ا.، شیرین‌فکر، ا.، بنیادی،ا.، ادیبی، ش. و مشیرطالش، ا.، خداشناس، ع.، شکری‌واحد، ح.، دریغ‌گفتار، ف.، رحیمی مقدم، س. ا. و آجیلی لاهیجی، ع. ۱۳۹۴. بررسی وضعیت حاصلخیزی خاک‌های شالیزاری استان گیلان. نشریه مدیریت اراضی، جلد سوم، شماره‌ی ۱، صفحه‌های ۱ تا ۱۳.

صادقی، س.، کاظمی، ح.، طهماسبی سروستانی، ز.، کامکار، ب. و شتایی، ش. ۱۳۹۳. ارزیابی روش های درون یابی جهت تعیین پراکندگی برخی عناصر غذایی کم مصرف در اراضی کشاورزی استان گلستان. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، جلد چهارم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۳۲۳ تا ۳۳۴.

محمدی، ج .۱۳۸۵ . پدومتری، جلد دوم، انتشارات پلک.

Gambrell R.P. 1994. Trace and toxic metals in wetlands- a review. Journal of Environmental Quality, 23: 883-891.

Kravchenko A. and Bullock D.G. 1999. A comparative study of interpolation methods for mapping soil properties. Journal of Agronomy, 91(3): 393-400.

Liu X.M., Xu J.M., Zhang M.K. and Yu X.F. 2004. Application of Geostatistics and GIS technique to characterize spatial variabilities of bioavailable micronutrients in paddy soils. Environmental Geology, 46: 189-194.

Liu Z.P., Shao M.A. and Wang Y.Q. 2013. Large-Scale spatial interpolation of soil pH across the Loess Plateau, China. Environmental Earth Sciences, 69: 2731-2741.

Mueller T.G., Hartsock N.J., Stombaugh T.S., Shearer S.A., Cornelius P.L. and Barnhise R.I. 2003. Soil electrical conductivity map variability in limestone soil overlain by loess. Agronomy, 95: 496-507.

Yasrebi J., Saffari M., Fathi H. and Karimian N. 2009. Evaluation and comparison of ordinary kriging and inverse distance weighting methods for prediction of spatial variability of some soil chemical parameters. Biological Science, 4(1): 93-102.

Evaluating efficiency of interpolation techniques to estimate Fe and pH of soils using GIS in east of Guilan province

S. Asadi Kapourchal[1*] and M. Roshani[2]

1 and 2. Assist. Prof. and M. Sc. Student, respectively, Dept. of Soil Science, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran

safooraasadi@guilan.ac.ir

Abstract

The objective of this study was to investigate the relation between soil pH and Fe and provide a spatial distribution map in East of Guilan province. For this purpose, 50 soil samples were randomly taken from 0-30 cm depths using GPS device from different locations in the study area. The soil samples were then passed through a 2-mm sieve after drying and the required soil characteristics were then measured. The spatial distribution of measured variables was investigated using different geostatistical methods with GIS software. To evaluate the accuracy of these methods two statistics including MS and RMSS were used. The results showed that ordinary Kriging with spherical model and Inverse distance weighting (IDW) are the best performing interpolation methods to estimate pH and Fe, respectively in the study area. Also, the studied soils have no iron deficiency and the iron content was high in soils with a low pH.

Keywords: Kriging, Geostatistics, Mapping, Soil acidity