تغییرات مکانی و پهنه‌بندی برخی ویژگی‌های خاک (مطالعه موردی: شرق استان گیلان)

صفورا اسدی کپورچال[۱*] و معصومه روشنی[۲]
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 و تهیه نقشه تغییرات مکانی برخی ویژگی‌های خاک با استفاده از روش‌های درون‌یابی در 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. برای تجزیه خاک، نمونه‌های خاک برداشت شده پس از خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده و پارامترهای مورد نظر اندازه‌گیری شد. برآورد مقدار متغیرهای مورد اندازه‌گیری با استفاده از روش‌های کریجینگ معمولی، کریجینگ ساده، کریجینگ جهانی و IDW 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 به عنوان مناسب‌ترین روش درون‌یابی برای تخمین متغیرهای مورد بررسی انتخاب گردید. همچنین بهترین مدل واریوگرام برازش داده شده برای ماده آلی، هدایت الکتریکی و شن، مدل کروی و برای رس و سیلت، مدل نمایی بود.

واژه های کلیدی: توزیع مکانی، درون‌یابی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدل کروی

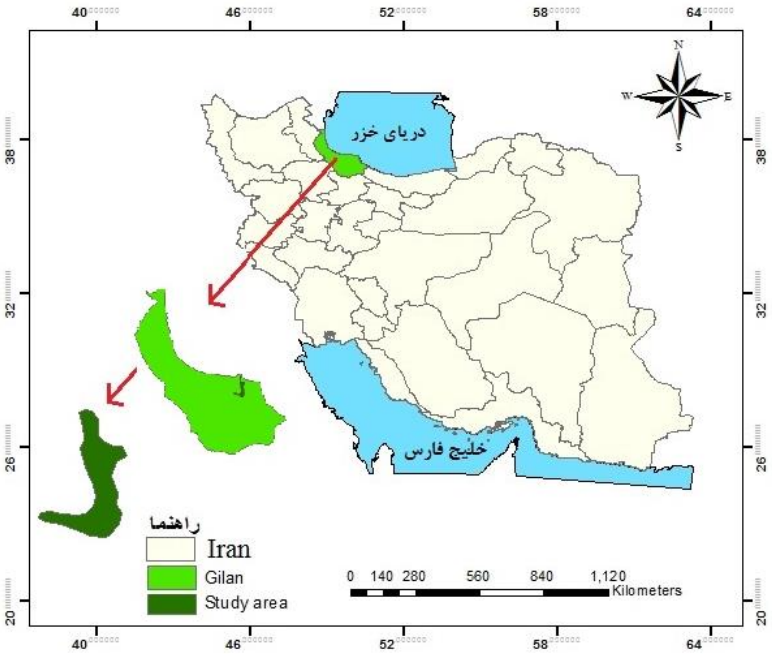
مقدمه

امروزه با رشد روز افزون جمعیت استفاده بهینه از منابع خاک و آب به منظور تولید مواد غذایی بسیار حائز اهمیت است. از جمله ویژگی‌های مهم خاک که در کشت و تولید محصولات مختلف کشاورزی و مدیریت کشاورزی نقشی مهم ایفا می‌کند بافت خاک، شوری و مقدار ماده آلی خاک می‌باشد. محصولات مختلف برای رشد به بافت‌های متفاوت نیازمند هستند. به عنوان مثال برنج در خاک‌های سنگین بافت با قابلیت زهکشی پایین و چای و بادام زمینی به بافت متوسط تا سبک نیاز دارند. شوری خاک ممکن است سبب پخشیده شدن ذرات خاک و تخریب خاکدانه‌ها شود یا با افزایش پتانسیل اسمزی قابلیت جذب آب توسط گیاه را کاهش دهد. نقشه شوری خاک با نمونه‌برداری و اندازه‌گیری هدایت الکتریکی قابل بررسی می‌باشد (Kazemi Poshtmasari *et al*., 2012). وجود ماده آلی در خاک سبب بهبود شرایط تهویه و حاصلخیزی می‌شود. با توجه به هزینه‌بر بودن و مشکل بودن نمونه‌برداری و تهیه داده‌ها، جمع‌آوری داده‌ها برای تهیه نقشه‌های مورد نیاز کشاورزی دقیق مقرون به صرفه نخواهد بود. امروزه روش‌های جدید نظیر درون‌یابی تا حدی سبب حل این مشکل شده و می‌توان با جمع‌آوری داده‌های کمتر نقشه‌هایی با دقت منطقی تهیه کرد. تکنیک‌های درون‌یابی نظیر روش وزن‌دهی عکس فاصله و کریجینگ به‌طور گسترده در تحقیقات خاک استفاده می‌شود. برای به حداقل رساندن خطا در برآورد ویژگی مورد نظر از طریق درون‌یابی، از معیارهای ارزیابی و مقایسه روش‌های درون‌یابی استفاده می‌شود (اسدی کپورچال و همکاران، ۱۳۹۵). تهیه نقشه ویژگی‌های خاک نخستین گام مهم در راستای شناسایی مناطق مستعد کشاورزی محسوب می‌شود (سلیمانی ساردو و همکاران، ۱۳۹۵). کاظمی پشت‌مساری و همکاران (۲۰۱۲) تخمین‌گر کریجینگ با مدل کروی و نمایی را به ترتیب برای ارزیابی pH و EC خاک منطقه مورد مطالعه واقع در گلستان دارای بیشترین دقت معرفی کردند. بوخیر و همکاران (۲۰۱۰) نیز کربن آلی خاک در نواحی جنوبی دانمارک را مورد بررسی قرار دادند و ۱۵۴۱ نمونه از خاک در عمق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری برداشت و آنالیز شد. چون‌فا و همکاران (۲۰۰۹) با توجه به نقش کلیدی مواد آلی در سیستم‌های تولید محصولات کشاورزی مطالعه‌ای را برای برآورد مقدار ماده آلی خاک با استفاده از داده‌های سنجش از دور در چین انجام دادند و پس از تهیه داده ها از طریق تصاویر ماهواره ای عمل درون‌یابی آنها را انجام داده و نقشه مقدار مواد آلی خاک را در منطقه مورد مطالعه شان ارائه دادند. نظر به اینکه مطالعه ویژگی‌های خاک برای اعمال روش‌های صحیح و بهینه مدیریت خاک و اراضی بسیار مهم می‌باشد هدف از مطالعه حاضر بررسی تغییر پذیری مکانی عوامل شوری، درصد ماده آلی و ذرات تشکیل‌دهنده خاک بر اساس روش‌های درون‌یابی مختلف در

محیط نرم‌افزار ArcGIS 10.3 و بررسی کارایی این روش‌ها و در نهایت تهیه نقشه پراکنش آنها در بخشی از اراضی کشاورزی واقع در شرق استان گیلان می‌باشد.

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. شکل ۱ نمایی از موقعیت منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. برای تجزیه خاک، نمونه‌های برداشت‌شده پس از خشک شدن، از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. از هر کدام از خاک‌هایی که به این ترتیب الک شده بودند، یک نمونه تهیه و برای انجام آزمایش‌های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل شد. تجزیه‌های آزمایشگاهی شامل اندازه‌گیری بافت خاک به روش هیدرومتری، هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج و ماده آلی به روش والکی-بلک (Klute, 1986) بود.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد بررسی

بررسی چگونگی توزیع داده‌ها و دستیابی به اطلاعات آماری ویژگی‌های مورد مطالعه شامل میانگین، میانه، حداقل، حداکثر، انحراف معیار، ضریب تغییرات، چولگی و کشیدگی با استفاده از نرم‌افزار SPSS ورژن ۲۲ و Sigmaplot 12.0 انجام شد. نرمال بودن توزیع متغیرها نیز با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک و کولموگروف-اسمیرنف بررسی شد. چنانچه سطح معنی داری در این آزمون‌ها که در جدول با .sig نمایش داده می‌شود بیشتر از ۰/۰۵ باشد می‌توان داده‌ها را با اطمینان بالایی نرمال فرض کرد. با توجه به چولگی داده‌ها نیز می‌توان به این مسأله پی برد. در نهایت برای بررسی توزیع مکانی و پهنه‌بندی ویژگی‌های مورد مطالعه از روش‌های مختلف درون‌یابی شامل روش وزن‌دهی فاصله‌ای معکوس و کریجینگ (ساده، معمولی و جهانی یا عمومی) در محیط 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 تخمین زده شده 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

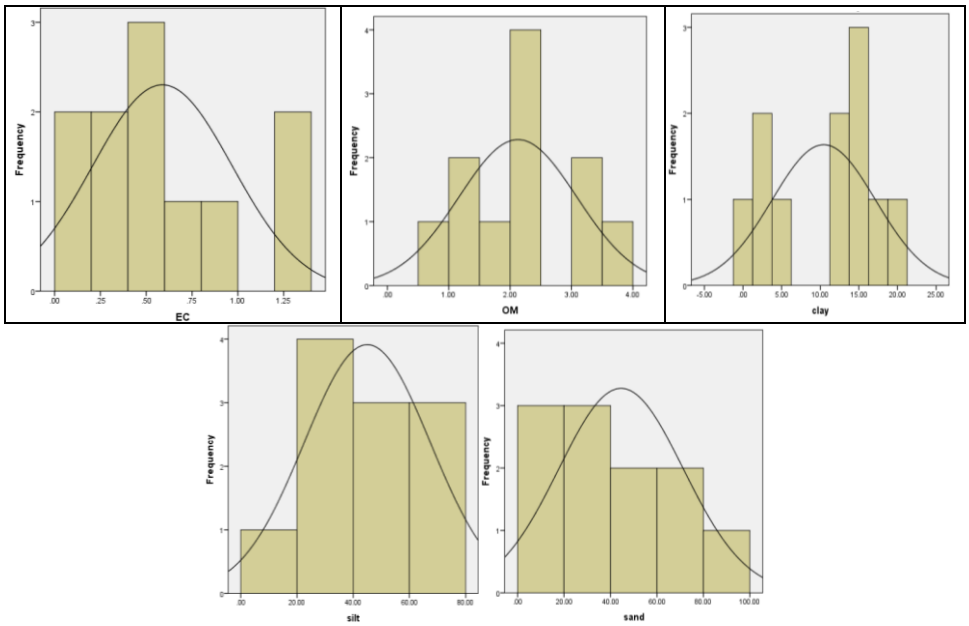
آمار توصیفی ویژگی‌های مورد مطالعه خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از تجزیه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد که کم‌ترین و بیشترین مقدار شوری عصاره اشباع بین ۰/۰۸ تا ۱/۲۵ دسی‌زیمنس بر متر با مقدار متوسط ۰/۵۹ دسی‌زیمنس بر متر بوده است. دامنه تغییرات مقدار ماده آلی خاک نیز به ترتیب با کمینه ۰/۶۷ و بیشینه ۳/۵۳ و متوسط ۲/۱۲ درصد بود. مقدار متوسط رس، سیلت و شن هم به ترتیب ۱۰/۴۵، ۴۵ و ۴۴/۵۴ درصد بود. جدول ۲ بیانگر نتایج حاصل از تست نرمالیته داده‌ها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و کولموگروف- اسمیرنف بوده و همانطور که مشخص است پراکنش داده‌ها دارای توزیع نرمال می باشد. مقادیر چولگی ارائه شده در جدول ۱ برای خصوصیات مختلف هم که بین ۱+ و ۱- قرار گرفته است مؤید همین مطلب است. شکل ۲ هیستوگرام داده‌های نرمال را نشان می‌دهد.

جدول ۱- آمار توصیفی ویژگی‌های خاک در منطقه مورد مطالعه

متغیر	حداقل	حداکثر	میانگین	میانه	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
هدایت الکتریکی (dS/m)	۰/۰۸	۱/۲۵	۰/۵۹	۰/۵۴	۰/۳۸	۰/۶۵	۰/۶۹	-۰/۳۶
ماده آلی (٪)	۰/۶۷	۳/۵۳	۲/۱۲	۱/۰۱	۰/۹۶	۰/۴۵	۰/۲۲	-۰/۹۳
رس (٪)	۰/۰۰	۱۹/۰۰	۱۰/۴۵	۱۲/۵۰	۶/۷۰	۰/۶۴	-۰/۴۳	-۱/۳۵
سیلت (٪)	۴/۰۰	۷۴/۵۰	۴۵/۰۰	۴۳/۰۰	۲۲/۴۲	۰/۵۰	-۰/۳۳	-۰/۷۳
شن (٪)	۱۴/۰۰	۹۳/۵۰	۴۴/۵۴	۳۸/۰۰	۲۶/۷۹	۰/۶۰	۰/۵۸	-۰/۷۶

جدول ۲- بررسی توزیع دادها با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و کولموگروف-اسمیرنف

پارامتر	شاپیرو-ویلک Shapiro-Wilk			کولموگروف-اسمیرنف Kolmogorov-Smirnov		
	Sig.	df	Statistic	Sig.	df	K-Sp
هدایت الکتریکی (dS/m)	۰/۳۳	۵۰	۰/۹۲۱	۰/۲۰	۵۰	۰/۱۸۷
ماده آلی (٪)	۰/۳۵	۵۰	۰/۹۲۳	۰/۲۰	۵۰	۰/۲۰۳
رس (٪)	۰/۲۳	۵۰	۰/۹۰۸	۰/۲۰	۵۰	۰/۱۹۸
سیلت (٪)	۰/۷۵	۵۰	۰/۹۵۹	۰/۲۰	۵۰	۰/۱۴۳
شن (٪)	۰/۴۰	۵۰	۰/۹۳۰	۰/۲۰	۵۰	۰/۱۴۲

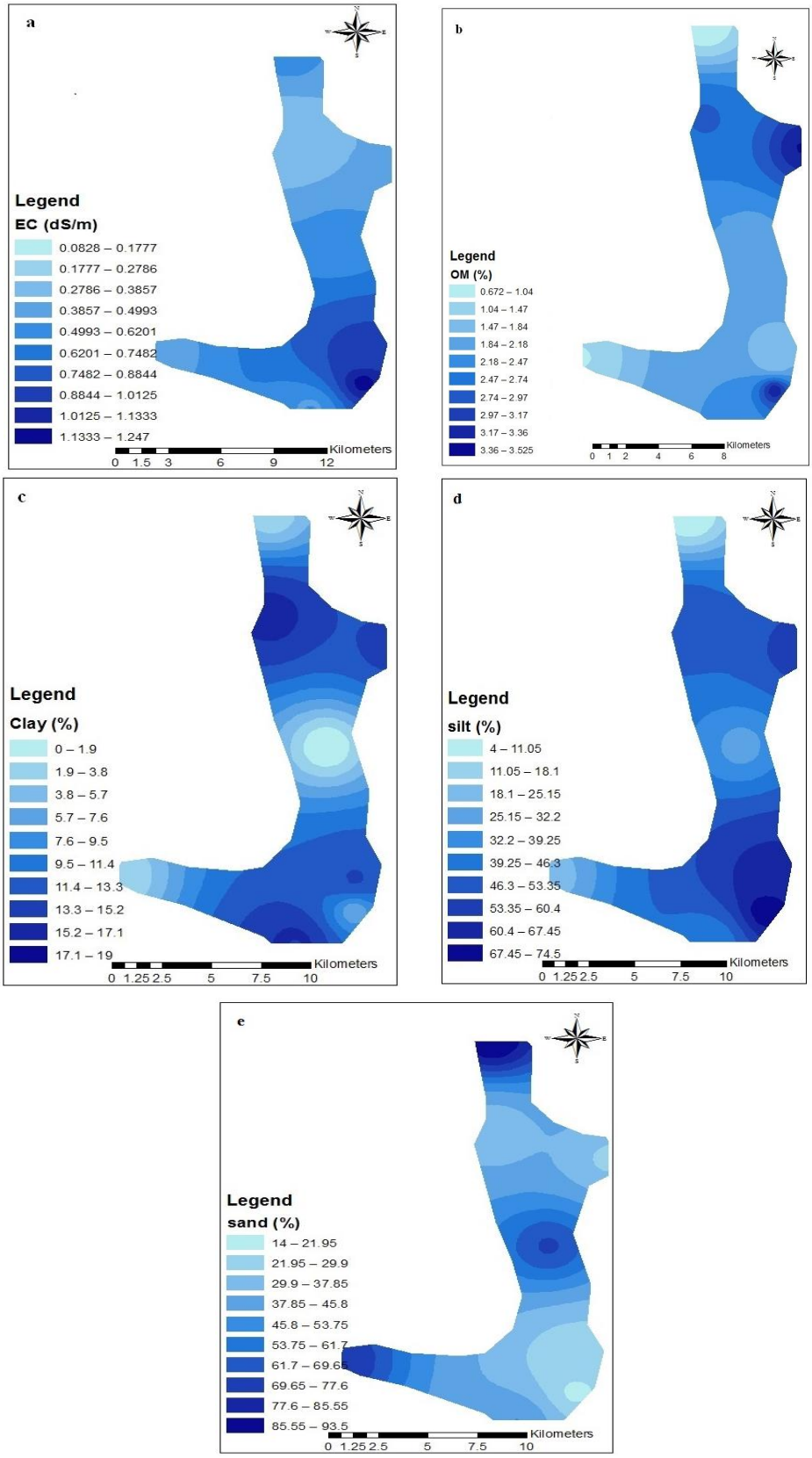


شکل ۲- هیستوگرام داده‌های نرمال خاک

بر اساس نتایج به‌دست آمده روش کریجینگ معمولی به عنوان مناسب‌ترین روش درون‌یابی برای تخمین متغیرهای مورد بررسی انتخاب گردید (جدول ۳). هرچه مقدار MS به صفر و مقدار RMSS به یک نزدیک‌تر باشد تخمین از دقت بالاتری برخوردار است. پهنه‌بندی توزیع مکانی هدایت الکتریکی، ماده آلی، رس، سیلت و شن در شکل ۳ نشان داده شده است. از میان مدل‌های مختلف واریوگرام (گوسی، نمایی، کروی و دایره‌ای) برازش داده شده به نیم‌تغییرنمای ویژگی‌های مورد مطالعه مدل کروی به‌عنوان مناسب‌ترین مدل برای ماده آلی، هدایت الکتریکی و شن و مدل نمایی برای رس و سیلت در نظر گرفته شد که با نتایج ترابی گل‌سفیدی و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی درصد کربن آلی، رس و سیلت در زمین‌های کشاورزی جنوب تهران که مدل کروی را به عنوان بهترین مدل برازش داده شده به نیم‌تغییرنمای کربن آلی و مدل نمایی را برای رس و سیلت معرفی کردند همخوانی دارد. در پژوهشی دیگر دواتگر و همکاران (۱۳۹۴) وضعیت حاصلخیزی خاکهای شالیزاری استان گیلان را بررسی کرده و مدل کروی را بر پراکنش pH، شوری، کربن آلی و رس خاک برازش دادند. در نهایت، از نظر میزان شوری، منطقه مورد مطالعه دارای EC کمتر از ۲ دسی‌زیمنس بر متر بوده و میانگین EC در منطقه ۰/۵۹ بوده و شوری خاصی در اراضی کشاورزی مشاهده نشد و بافت خاک نیز متوسط تا سبک بوده که با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه تحت کشت باغات چای و بادام زمینی بوده مناسب می‌باشد.

جدول ۳-آماره‌های محاسبه شده برای ارزیابی مناسب‌ترین مدل برای پارامترهای مورد مطالعه

پارامتر	روش درون‌یابی	RMSS	MS
هدایت الکتریکی (dS/m)		۱/۰۰۶	۰/۰۰۵
ماده آلی (٪)		۰/۹۸	۰/۰۱
رس (٪)	کریجینگ معمولی	۰/۹۹	۰/۰۴
سیلت (٪)		۱/۰۷	۰/۰۷
شن (٪)		۰/۹۶	۰/۰۱



شکل ۲- نقشه پهنه‌بندی هدایت الکتریکی (a)، ماده آلی (b) و رس (c)، سیلت (d) و شن (e) در منطقه مورد مطالعه

منابع

اسدی کپورچال، ص.، همایی، م. رمضان‌پور، ح. ۱۳۹۵. ارزیابی آلودگی خاک‌های شالیزاری استان گیلان با کادمیم با استفاده از روش‌های زمین‌آمار و GIS. علوم محیطی، جلد چهاردهم، شماره‌ی ۳، صفحه‌های ۱۳۱ تا ۱۴۶.

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.

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.

سلیمانی ساردو، ا.، مقصود، ف. و دماوندی، ع.ا. ۱۳۹۵. ارزیابی کارآیی روش‌های درون‌یابی برای تخمین pH و EC خاک (مطالعه موردی: بخش درودزن در استان فارس). سنجش از دور و GIS ایران، جلد هشتم، شماره‌ی سوم، صفحه‌های ۷۷ تا ۹۰.

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

Bou Kheir R., Greve M.H., Bocher P.K. and Greve M.B. 2010. Use of Digital Terrain Analysis and Classification Trees for Predictive Mapping of Soil Organic Carbon in Southern Denmark. Hydrology and Earth System Sciences, 14: 847-857.

Chunfa W., Jiaping W., Yongming L., Limin Z. and Stephen D. DeGloria. 2009. Spatial Prediction of Soil Organic Matter Content Using Cokriging with Remotely Sensed Data. Soil Science Society of America Journal, 73:1202-1208.

Kazemi Poshtmasari H., Tahmasebi Sarvestani Z., Kamkar B., Shataei Sh. and Sadeghi S. 2012. Comparison of interpolation methods for estimating pH and EC in agricultural fields of Golestan province (North of Iran). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4(4): 157-167.

Klute A., 1986. Methods of Soil Analysis, part I, physical and Mineralogical Methods, Second edition, Soil Science Society of America INC, Wisconsia, USA.

Investigating Spatial variability and Interpolation of some Soil properties (Case Study: East of Guilan)

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 spatial variation of some soil properties using different interpolation methods and to provide a spatial distribution map in East of Guilan province. For this purpose, a number of 50 soil samples were randomly taken from 0-30 cm depths using GPS device from different parts of the study area. The soil samples were then passed through a 2-mm sieve after drying and the designated soil characteristics were measured afterwards. The spatial distribution of measured variables was investigated using different geostatistical methods including IDW, simple Kriging, ordinary Kriging and universal Kriging with GIS software. For evaluating the accuracy of these methods some statistics including MS and RMSS were used. The results showed that ordinary Kriging is the best interpolation method for estimating the studied variables. Also, the best variogram model was fitted with spherical model to organic matter, electrical conductivity and sand percentage. The best fitted model for clay and silt contents was exponential model.

Keywords: GIS, Interpolation, Spatial variation, spherical model