تغییرات مکانی و پهنه‌بندی برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک‌های دشت‌های زراعی استان هرمزگان

*ابوالحسن مقیمی[۱]، علیداد کرمی[۱]
۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات وآموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
Email:*moghimiabolhasan@gmail.com

چکیده

این مطالعه به منظور دسته‌بندی، پهنه‌بندی و بررسی پراکنش و روند تغییرات عناصر غذایی و برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی دیگر در سطح استان هرمزگان انجام شد. توزیع مکانی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک با بهترین مدل و بهترین میان‌یاب از بین روش‌های میان‌یاب کریجینگ و وزن‌دادن عکس فاصله نشان داد که ویژگی‌های خاکی اندازه‌گیری شده در این پژوهش از همبستگی مکانی بالایی برخوردار بودند. برآورد روش وزن دادن عکس فاصله (IDW) برای درصد شن، درصد رس، درصد سیلت، پتاسیم، کربن آلی و فسفر در مقایسه با روش وزن‌دادن عکس فاصله با توجه به آماره‌های مورد بررسی تقریباً بدون اریب بود و از ارجحیت بیشتری برخوردار بود. تنها برای متغیّرهای خاکی EC و pH روش میان‌یابی کریجینگ نقطه‌ای (PK) بر روش وزن دادن عکس فاصله ارجحیت داشت. بنابراین روش وزن‌دادن عکس فاصله در مقایسه با روش کریجینگ تقریباً از مقادیر کمتر آماره‌های MBE، MAE، MSE و RMSE برخوردار بود که نشان دهندهٔ نزدیکی بیشتر برآوردها به مقادیر اندازه‌گیری شده با روش مزبور است.

واژه‌های کلیدی: استان هرمزگان، روش کریجینگ، روش وزن‌دادن عکس فاصله، مدل کروی، مدل گوسی.

مقدمه

خاک محصول فرآیندهایی است که به صورت تدریجی وپیوسته درزمان ومکان تغییر می‌نماید (ترانگمار، 1985). بسیاری از متغیّرها و خصوصیات خاک دارای پیوستگی مکانی می‌باشند، شناخت کمّی این تغییرات برای اعمال مدیریت خاص مکانی ضروری است (وبستر، ۲۰۰۱). خصوصیات خاک همچون سایر خصوصیات آن ماهیت پویا و تغییرات مکانی دارد. بدیهی است برخی خصوصیات خاک که دارای تغییرات مکانی است درقالب یک کمیت عددی همچون میانگین عام برای برنامه‌ریزی دقیق کافی می‌باشد و مدیریت خاص مکانی بر اساس مجموعه‌ای از نقاط نمونه‌برداری، امکان پذیر نمی‌باشد (اقبال وهمکاران، ۲۰۰۵).

امروزه به‌منظور تخمین متغیّرهای مکانی یک منطقه از روش‌های زمین‌آمار استفاده می‌گردد. تفاوت اصلی این روش با آمارکلاسیک این است که در آمار کلاسیک نمونه‌های گرفته شده از یک جامعه آماری، مستقل از یکدیگر بوده و وجود همبستگی مکانی بین مقادیر یک متغیّر در یک ناحیه را بررسی می‌نمایند (حسنی پاک، ۱۳۸۹). روش‌های مختلفی برای برآورد متغیرهایی که تغییرات زمانی ومکانی دارند وجود دارد. تفاوت عمدهٔ این روش‌ها مربوط به نحوهٔ محاسبه است. درزمین-آمار می‌توان بین مقادیر یک کمیت، فاصله وجهت قرارگرفتن نمونه‌ها نسبت به یکدیگر ارتباط برقرار کرد. تخمین زمین‌آمار شامل دومرحله است: مرحله اول شناخت و مدل‌سازی ساختار فضائی متغیّر است که به‌وسیلهٔ تجزیه و تحلیل واریوگرام قابل بررسی است و مرحله دوم تخمین متغیر مورد نظر توسط توابع زمین‌آماری از جمله کریجینگ می‌باشد (دیویس، ۱۹۸۷).

نخستین بار تجربه به‌کارگیری زمین‌آمار در علوم خاک؛ تجزیه وتحلیل‌های مکانی pH ومیزان شن خاک توسط کمپبل(۱۹۷۸) بود. بعد از آن بورگس و وبستر (۱۹۸۰) ازکریجینگ معمولی برای درون‌یابی خصوصیات خاک استفاده کردند. در ایران اولین مرتبه حاج‌رسولی‌ها (۱۹۸۰) به‌منظور تجزیه وتحلیل تغییرات مکانی شوری خاک از این روش استفاده کرد. محمدی(۱۳۸۵) درمطالعه‌ای با استفاده از زمین‌آمار برخی از خصوصیات خاک را برآورد نمود. نتایج مطالعه آن نشان دادکه روش کریجینگ به عنوان روش برتر نسبت به روش‌های معمولی برآورد داده‌های مکانی مطرح می‌باشد. همچنین بیژن‌زاده و

همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای نشان دادند که بهترین مدل برای تهیه نقشه خاک در روش کریجینگ معمولی برای pH، SP، پتاسیم و نیتروژن مدل کروی است و برای درصدهای شن، سیلت، رس، EC و P بهترین مدل نمایی می‌باشد.کرمی (۱۳۹۴) نیز نشان داد که در دشت ارسنجان فارس بهترین مدل برای نیم تغییر نمای منفرد مقادیر شوری خاک، pH و درصد رس مدل نمایی، برای درصد سیلت و شن مدل گوسی و برای کربن آلی خاک مدل کروی بود. در مطالعه دیگری ترابی گل‌سفیدی (۱۳۹۵) نشان داد که بهترین مدل واریوگرام برازش داده شده برای کربن‌آلی، اسیدیته گنجایش تبادل کاتیونی و آهک، مدل کروی، برای رس و سیلت، نمایی و برای شن، گوسی بود. میول(۲۰۰۳) برای برآورد متغیرسیلت خاک در بلژیک روش کریجینگ جامع را از بین سایر روش‌ها انتخاب و به‌عنوان بهترین ودقیقترین روش معرفی کردند. آل عمران (۲۰۰۴) برای تخمین واکنش اسیدیته خاک وهدایت الکتریکی درمنطقه ریاده درعربستان سعودی از روش‌های زمین‌آماری استفاده کرد. نتایج حاصل دراین تحقیق نشان داد که از بین روش‌های مختلف زمین‌آما رروش کریجینگ دارای بیشترین دقت ومناسبترین روش برای ترسیم پراکندگی پارامترهای واکنش خاک می‌باشد و مدل کروی بیشترین برازش را با داده‌ها نشان میدهد. پرزرودریگز و همکاران در سال ۲۰۰۷ تغییرپذیری مکانی برخی پارامترهای فرسایش‌پذیری خاک شامل:شن بسیار ریز، رس، سیلت و ماده آلی را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج نشان داد که روش کریجینگ تغییرپذیری فاکتورهای مورد نظر را با دقت بیشتری برآورد می‌نماید. از روش‌های کریجینگ معمولی، کوکریجینگ و وزن‌دادن عکس فاصله برای درون‌یابی خصوصیاتی از خاک که در میزان محصول تأثیر دارند، برای منطقه‌ای در استرالیا به کار برده شده و نتایج مطلوبی به دست آمده است (رابینسون و مترنیچ، ۲۰۰۶). این مطالعه به منظور دسته‌بندی، پهنه‌بندی و بررسی پراکنش و روند تغییرات عناصر غذایی و برخی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی دیگر در سطح استان هرمزگان انجام شد.

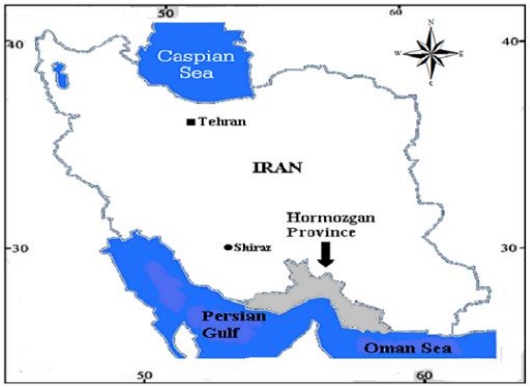
مواد و روش‌ها

- مشخصات منطقه مورد مطالعه

استان هرمزگان باوسعت۷۰۱۳۸ کیلومترمربع درجنوب ایران و در محدوده جغرافیایی ۲۵ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۲۸ درجه و ۵۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه طول شرقی واقع شده است (شکل شماره ۱).

این استان براساس تقسیم‌بندی زمین‌شناسی ساختاری ایران،گستره‌ای است که ازشمال به زون ایران مرکزی، ازغرب به واحد ساختاری زاگرس مرتفع، ازشرق به واحد ساختاری زاگرس چین‌خورده و از جنوب شرق به واحد ساختاری مکران و از جنوب به خلیج فارس محدود می‌گردد.

استان هرمزگان جزء مناطق گرم وخشک ایران محسوب می‌شود که براساس نقشه رژیم رطوبتی وحرارتی خاک‌های ایران، رژیم رطوبتی خاک در اراضی این استان اریدیک و اریدیک یوستیک و رژیم حرارتی خاک‌های آن هایپرترمیک می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت منطقه مطالعه شده (استان هرمزگان) در کشور

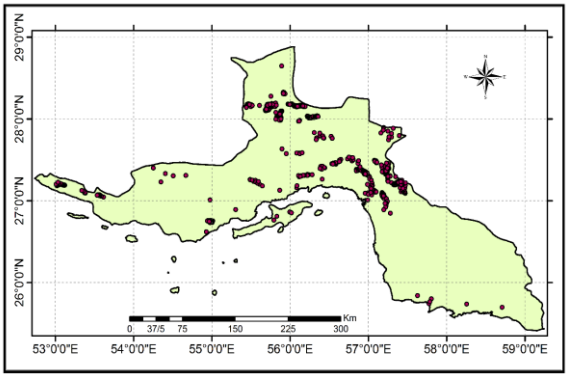
مواد و روش‌ها

در ابتدا همه اطلاعات مربوط به نمونه‌های تجزیه خاک که در سال‌های گذشته (از سال ۱۳۷۶) در دفاتر آزمایشگاه خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان ثبت شده بودند مورد بررسی قرار گرفته و داده‌های مناسب از بین آنها انتخاب شدند. پس از بررسی‌های لازم به تعداد ۱۲۰۰ رکورد اطلاعاتی (۴۹۰۰ تجزیه خاک) در عمق ۳۰-۰

سانتیمتری انتخاب گردید. در مرحله بعد تمام مشخصات نمونه (مانند آدرس محل نمونه‌برداری، صاحب نمونه، نام طرح،.....) و همه داده‌های تجزیه مربوط به نمونه‌ها در برنامه Excel به‌عنوان بانک اطلاعاتی وارد گردید. چون نمونه‌برداری‌ها بدون ثبت طول و عرض جغرافیایی محل برداشت نمونه انجام شده بود، لذا مختصات جغرافیایی داده‌ها از طریق GPS و برنامه گوگل ارث تعیین ودر فایل مشخصات نمونه وارد شدند.

پس از ایجاد بانک اطلاعاتی بررسی وضعیت فاکتورهای مورد نظر به‌صورت زیر انجام گرفت:

- انتقال نقاط نمونه‌برداری به سیستم GIS و پیاده‌سازی بر روی نقشه (شکل ۲).



شکل ۲- محل نقاط بررسی شده در استان هرمزگان

- بررسی زمین‌آماری (Geostatistics) و به‌دست آوردن حداکثر فاصله مجاز (Range) بین نقاط نمونه‌برداری برای پهنه‌بندی اطلاعات نقطه‌ای هر یک از پارامترهای مورد مطالعه و تهیه نقشه‌های پراکنش برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های اراضی مورد مطالعه با استفاده از برنامه GS^{+}.

در بررسی زمین آماری روش‌های معمول برای تخمین متغیّرها در نواحی نمونه‌برداری نشده و پهنه‌بندی شامل کریجینگ و وزن‌دادن عکس فاصله بودند.

نتایج و بحث

در ابتدا اطلاعات توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه با آمار کلاسیک بررسی و در جدول ۱ ارائه شده است. این جدول نشان می‌دهد که دامنهٔ ویژگی‌های مزبور در بیشتر موارد بسیار زیاد است. دلیل این گستردگی و وجود تغییرات زیاد، به دلیل وسعت زیاد منطقهٔ و ناهمگن و ناهمگون بودن آن است.

جدول ۱- آمار توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک

متغیّر	واحد	کمینه	بیشینه	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
شن	٪	۱۰/۰	۹۰/۰	۵۵/۸	۳۰۸/۳	-۰/۳۲	-۰/۳۵
سیلت	٪	۶/۰	۶۰/۰	۳۰/۵	۱۹۲/۹	۰/۳۲	-۰/۸۴
رس	٪	۴/۰	۳۸/۰	۱۳/۳۱	۴۱/۴۷	۱/۶۸	۴/۴۱
پتاسیم	mg/kg	۳۶/۰	۴۴۰/۰	۱۸۰	۷۰۸۵/۴	۰/۶۷	۰/۳۰
فسفر	mg/kg	۰/۶۰	۳۹/۰	۸/۰۹	۵۶/۶۸	۲/۳۱	۵/۴۲
کربن آلی	٪	۰/۱۰	۱/۶۱	۰/۴۲	۰/۰۸	۱/۹۹	۵/۱۵
EC	dS/m	۰/۶۰	۲۹/۱	۷/۰۸	۴۵/۵۹	۱/۵۶	۱/۹۱
pH	-	۷/۱	۸/۸	۷/۹۷	۰/۱۳	۰/۰۲	-۰/۳۲

بعد از بررسی اطلاعات توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون ضرایب همبستگی ساده بین متغیّرهای خاکی تعیین و در جدول ۲ ارائه شده است.

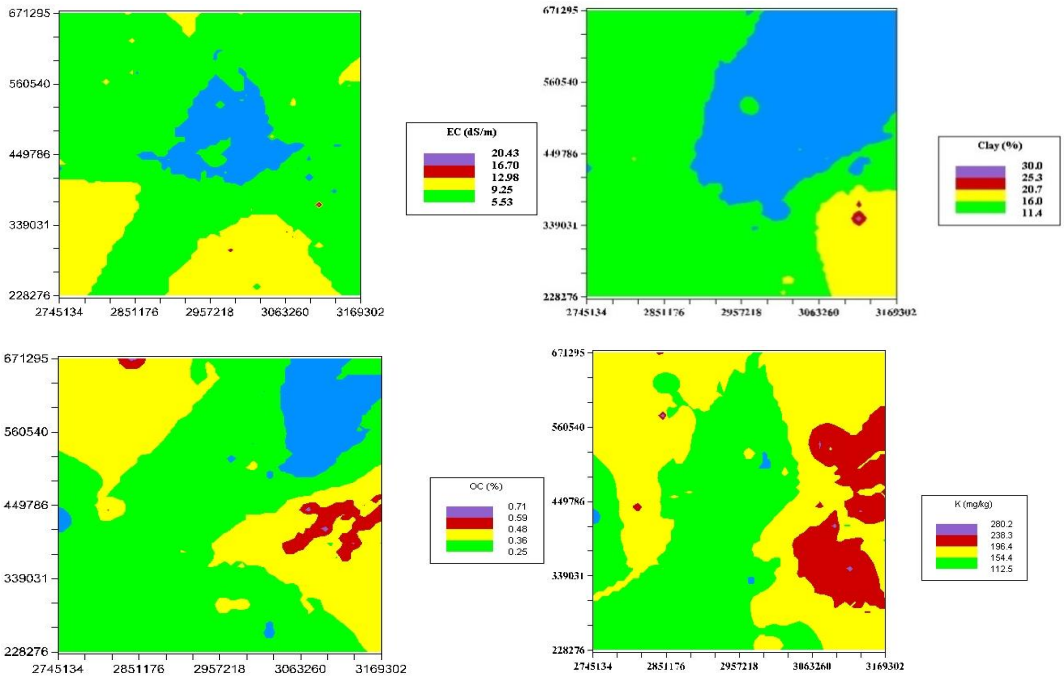
جدول ۲- ضرایب همبستگی ساده بین متغیّرهای اندازه‌گیری شده

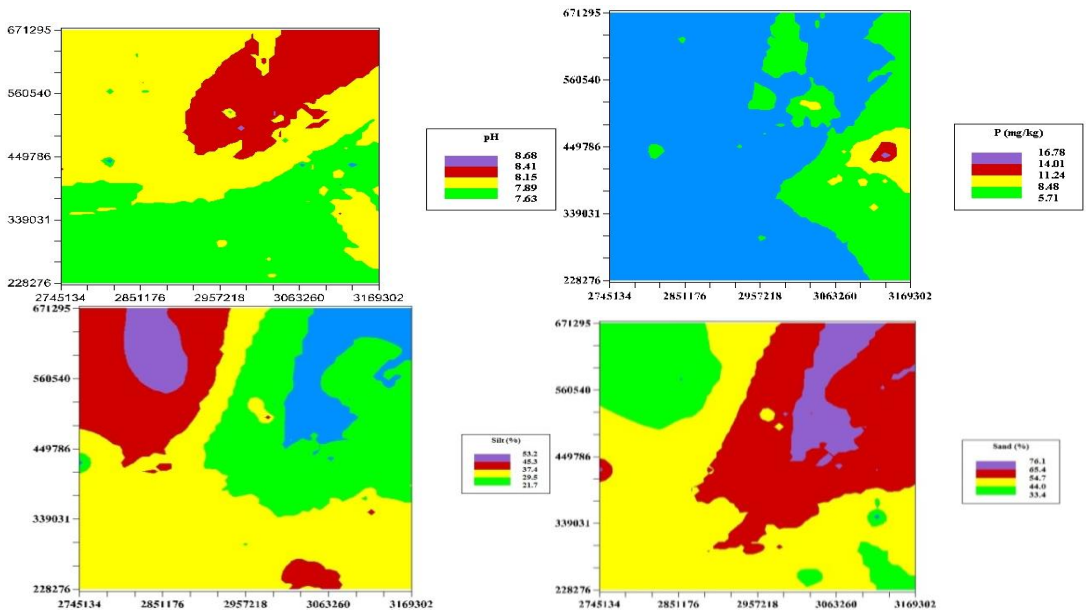
	Sand	Silt	Clay	K	P	OC	EC	pH
Sand	1							
Silt	-.933**	1						
Clay	-.725**	.464**	1					
K	-0.217	0.175	.257*	1				
P	0.176	-0.209	-0.017	0.093	1			
OC	-0.191	0.159	0.209	.277*	.333**	1		
EC	-0.063	0.09	0.019	.355**	0	-0.135	1	
pH	0.069	-0.075	-0.129	-0.213	-0.062	-0.093	-.343**	1

** و *:به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج در صد.

وجود همبستگی بین ویژگی‌های خاک بیانگر ارتباط بین آنهاست. هر چه عدد همبستگی‌ها بیشتر باشد، ارتباط مزبور قوی‌تر است. با توجه به جدول۲، قابلیت هدایت الکتریکی خاک با pH همبستگی منفی و معنی‌داری داشت. فسفر و پتاسیم خاک با OC همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد که منطقی است. این نتایج در مطالعه دیگری نشان داده شده است (مقیمی، ۲۰۱۲).

توزیع مکانی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک با بهترین مدل و بهترین میان‌یاب از بین روش‌های میان‌یاب کریجینگ و روش وزن‌دادن عکس فاصله در شکل۳ ارائه شده است.





شکل ۳ - نقشهٔ پراکنش مکانی درصد رس، سیلت، شن، قابلیت هدایت الکتریکی خاک، درصد کربن آلی، پتاسیم و فسفر قابل استفاده و pH خاک

مقادیر شن، فسفر و pH خاک از غرب به شرق استان روند افزایشی را نشان می‌دهند و برعکس آنها درصد رس، سیلت، مقدار EC، مواد آلی و پتاسیم از غرب به شرق روند کاهشی را نشان می‌دهدو بیشترین مقادیر سیلت و مواد آلی در شمال غربی و جناحین خط میانی منطقهٔ مورد مطالعه دیده شد (شکل ۳).

دلایل تغییرات pH خاک را می‌توان علاوه بر شرایط طبیعی حاکم بر خاک به مدیریت اعمال شده در مزارع نیز ربط داد. بدین صورت که به‌دلیل کمبود آب و سیستم خرده مالکی کشت‌های متعدد و متنوعی در مناطق مورد مطالعه وجود داشت که می‌توانند تاثیر متفاوتی بر pH خاک داشته باشند. با کاربرد کودهای شیمیایی و کودهای دامی و خاک‌ورزی‌های مختلف نیز pH خاک تحت تاثیر قرار گرفته بود. در مکان‌هایی که بافت خاک سنگین‌تر و کیفیت آب آبیاری پایین‌تر بود، pH خاک بیشترین مقدار را داشت. در کل کمترین مقادیر pH در جنوب شرقی و شرق منطقه مطالعاتی وجود داشت.

پراکنش مکانی ماده‌آلی خاک تقریبا مشابه پراکنش درصد رس بود. در جنوب‌شرق استان که بیشترین صیفی‌کاری رایج است و از کودهای حیوانی استفاده می‌کنند ماده‌آلی وضعیت بهتری دارد بر عکس در قسمت شمال غربی منطقه که بافت خاک سبک و مقدار ماده‌آلی کمتر است و مصرف کودهای دامی کمتر بوده کمترین مقدار ماده‌آلی وجود داشت. تغییرات کم کربن‌آلی در کل مناطق مورد مطالعه را می‌توان به کشاورزان ربط داد که کشاورزی مرسومی را داشتند و کاربری اراضی تاثیر معنی‌داری بر آن نداشته است مشابه این نتایج در دیگر نقاط دنیا گزارش شده است(ژوو و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین با شناخت پراکنش پارامترهای خاکی و اطلاع از تغییرات مکانی آنها می‌توان مدیریت بهتری را اعمال نمود.

منابع

ترابی گل‌سفیدی، ح.، دواتگر، ن. و قاسمی، ش.۱۳۹۵. بررسی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی و تاثیرپذیری آنها از مدیریت بهره‌برداری در زمین‌های کشاورزی جنوب تهران. مجله پژوهش‌های خاک. جلد ۳۰ . شماره ۲ . ۲۱۵-۲۲۶.

حسنی‌پاک، علی‌اصغر. ۱۳۸۹ . زمین آمار (ژئواستاتیستیک). چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۴ ص.

کرمی، ع. و بصیرت، س. ۱۳۹۴ . ارزیابی زمین‌آماری تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های خاک سطحی دشت ارسنجان. مجله پژوهش‌های خاک. جلد ۲۹ . شماره ۱ . ۵۹-۶۹.

محمدی، جهانگرد. ۱۳۸۵. پدومتری. جلد دوم (آمارمکانی)، انتشارات پلک.

AL-Omran A.M., Abdel-Naser G., and AL.Otuibi J. 2004. Spatial variability of soil pH and salinity under date palm cultivation, Soil Science Department, college of Agriculture, king Saudi University, pp. 5-30.

Bijanzadeh E.M., Mokarram M. and Naderi R. 2014. Applying spatial geostatistical analysis models for evaluating variability of soil properties in eastern Shiraz, Iran. Iran Agricultural Research, 33(2): 35-46.

Burgess T.M., and Webster R. 1980. Optimal interpolation and isarithm mapping of soil properties; the semi-variogram and punctual kriging. Journal of Soil Science. 31, 315–319.

Campbell J.B. 1978. Spatial variation of sand content and pH within single contiguous delineation of two soil mapping units. Journal of Soil Science. 32: 1028-1032.

Davis B.M. 1987. Uses and abuses of cross-validation in geostatistics, Math Geol, Vol (19), 241-248.

Hajrasuliha S., Baniabassi N., Methey j. and Nielsen D. R. 1980. Spatial variability of soil salinity studies in southwest Iran, Irrig. Science.1: 196- 208.

Iqbal J., Thomasson J.A., Jenkins J.N., Owens P.R., and Whisler F.D. 2005. Spatial variability analysis of soil physical properties of alluvial soils. Soil Science. Am.J.69:1338–1350.

Meul M., and Van Meirvenne M. 2003. Kriging soil, texture under different types of nonstationarity, Geoderma. Vol (112): 217-233.

Moghimi A. 2012. Surface charge characteristics and other soil characteristics in Shamil-Ashkara catchment, Iran. PhD thesis for soil science, Faculty of Agriculture, Universiti Putra Malaysia.

Robinson T.P. and Metternich G.2006. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties. Computer and Electronic in Agriculture, 50: 97-108.

Trangmar B.B. and Uehara G. 1985. Application of geostatistic to spatial studies of soil properties, Advances in Agronomy, Vol, 38, PP. 45-94.

Webster R. and Oliver M.A. 2001. Geostatistics for environmental scientists. John Wiley & Sons, Chichester, England. 271 pp.

Zhou H.H., Chen Y.N., and Li W.H. 2010. Soil properties and their spatial pattern in an oasis on the lower reaches of the Tarim River, northwest China. Agricultural Water Management. 97: 1915–1922.

Spatial variability of some physic-chemical properties of Hormozgan agricultural land

Moghimi Abolhassan[1]* and Karami Alidad[1]
1-Assistant Professor of Soil and Water Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension, Shiraz, Iran
Email:*moghimiabolhasan@gmail.com

Abstract
This project was carried out in order to develop a spatial database of soil fertility data and assess the fertility of the soils in Hormozgan province. Reviews spatial distribution of measured parameters in the soil is examined with the best variogram models and the best interpolator method (point kriging method and inverse distance weighting).The soil characteristics measured in the study are showed a high spatial correlation. The results showed a very high coefficient of determination and proper and very low error sum of squares. The results showed that the best method for interpolating of sand, clay, silt, potassium, organic carbon and phosphorus was inverse distance weighting (IDW). The best interpolation method for EC and pH were kriging (PK), compared with the inverse distance weighting method. Therefore, in the inverse distance weighting method compared with the kriging method, the amount of MBE, MAE, MSE and RMSE are lower that more closely reflects the values measured by the IDW method.

Keywords: Gaussian model, Hormozgan province, Inverse distance weighting, Kriging method, Spherical model.