تغییرپذیری مکانی برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک در مزارع گندم دشت پاسارگاد

علیداد کرمی*[۱]، وحیداله جهاندیده مهجن آبادی[۲] و ابوالحسن مقیمی[۱]
[۱]استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران، [۲]دانشجوی دکتری، بخش خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
*ad.karami@areeo.ac.ir

چکیده

اهداف این پژوهش کمّی‌سازی تغییرپذیری مکانی برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک بود. بنابراین ۶۰ مکان آزمایشی با شبکه‌بندی منظم و به فواصل ۵۰۰*۵۰۰ متر ایجاد گردید. ویژگی‌ها شامل کربن آلی (OC)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD)، بافت خاک و عملکرد گندم اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که درصد سیلت کمترین و MWD بیشترین تغییرات را داشت. همبستگی خطی معنی‌داری بین برخی از ویژگی‌ها وجود داشت. بهترین مدل برای نیم‌تغییرنمای منفرد درصد رس، شن، سیلت و درصد کربن آلی مدل کروی، برای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها مدل نمایی بود. بهترین میان‌یاب برای درصد رس، درصد شن، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و درصد کربن آلی کریجینگ، برای درصد سیلت وزن‌دادن عکس فاصله بود. مقدار رس از غرب به شرق افزوده شد اما مقدار شن و سیلت عکس مقدار رس بود. بیشترین مقدار MWD در غرب دشت پاسارگاد مشاهده شد. مقادیر کربن آلی خاک از شمال به جنوب دشت پاسارگاد کاهش داشت.

واژه‌های کلیدی: تغییرپذیری ویژگی‌های فیزیکی خاک، زمین‌آمار، کیفیت خاک

مقدمه

دشت پاسارگاد یکی از مناطق مهم کشاورزی استان فارس محسوب می‌شود. این دشت در تولید محصولات زراعی و به ویژه گندم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نخستین بار کمپبل (۱۹۷۸) تجزیه و تحلیل‌های مکانی میزان شن خاک را انجام داد. محمدی (۱۳۸۵) نیز با استفاده از زمین‌آمار برخی از خصوصیات خاک را برآورد نمود. نتایج مطالعه آن نشان دادکه روش کریجینگ به‌عنوان روش برتر نسبت به روش‌های معمولی برآورد داده‌های مکانی مطرح می‌باشد. بیژن‌زاده و همکاران (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای نشان دادند که بهترین مدل برای تهیه نقشه درصدهای شن، سیلت و رس، مدل نمایی می‌باشد.کرمی و بصیرت (۱۳۹۴) نیز نشان داد که در دشت ارسنجان فارس بهترین مدل برای نیم‌تغییرنمای منفرد 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 مدل کروی، برای رس و سیلت مدل نمایی و برای شن، مدل گوسی بود. میول (۲۰۰۳) برای برآورد متغیّر سیلت خاک در بلژیک روش کریجینگ جامع را از بین سایر روش‌ها انتخاب و به‌عنوان بهترین و دقیقترین روش معرفی کردند. به‌دلیل این‌که بهره‌برداری‌ها عمدتاً بدون شناخت کافی از محیط خاک و در طول سالیان متمادی انجام گرفته است، باعث کاهش تدریجی کیفیت خاک و به‌دنبال آن اختلال و کاهش توانایی خاک در حمایت از فرآیند تولید غذا شده است (وان لیوون، ۲۰۱۵). در نتیجه این عوامل موجب گشته تا دستیابی همزمان به هدف توسعه پایدار و استفاده بهینه از اراضی کشاورزی کشور دچار چالش‌های مهمی شود.

مسأله تخریب خاک در اراضی کشاورزی یکی از مهمترین مسائل دنیای امروز تلقی می‌شود به گونه‌ای که اکثر متخصصین بر این باورند که تخریب خاک در اثر مدیریت نادرست، عامل اصلی کاهش تولیدات کشاورزی در واحد سطح می باشد (آلمو، ۲۰۱۵). ارزیابی کیفیت فیزیکی خاک نیز برای هر منطقه، به‌منظور دست‌یابی به نوع مدیریت مناسب و پایدار و کمّی کردن مفهوم مدیریت پایدار ضروری می‌باشد (دوران و لیبیگ، ۱۹۹۸). کربن آلی خاک‌های کشاورزی نقش کلیدی را در حاصلخیزی خاک، خاک‌ورزی خاک، تولید زراعی و به طور کلی پایداری خاک ایفا نموده (ویل و مگداف، ۲۰۰۴؛ اسمیت و همکاران، ۲۰۰۰) و به عقیده بسیاری به عنوان شاخص پایداری مدیریت اراضی محسوب می‌گردد (ناندا، ۲۰۰۱). مواد آلی خاک علاوه بر تأمین عناصر غذایی بر بسیاری از ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی خاک تأثیرات شگرفی را دارد.

شالیکار و همکاران (۱۳۸۷)، تأثیر تناوب‌های زراعی را بر روی شاخص‌های مختلف کیفیت خاک از جمله چگالی ظاهری، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در سه قطعه زمین تحت کشت برنج آبی در مدیریت‌های یکسان و در منطقه‌ی دشت‌سر آمل، مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داده که تناوب زراعی طولانی‌مدت برنج با محصولاتی از خانواده‌ی بقولات (شبدر و باقلا)، باعث بهبود کیفیت خاک در مقایسه با تناوب زراعی برنج- آیش می‌شود. خادمی و همکاران (۱۳۸۵) در مقایسه‌ی شاخص‌های کیفیت فیزیکی خاک در انواع مدیریت‌های مرتع قرق، مرتع تحت چرای شدید، دیم رها شده و کشت آبی گیاهان گندم و یونجه از اراضی شهرستان بروجن شاخص‌های مختلفی شامل درصد کربنات کلسیم، ماده‌ی آلی، چگالی ظاهری و هدایت هیدرولیکی نشان دادند که درصد ماده‌ی آلی و هدایت هیدرولیکی در مقایسه با سایر شاخص‌ها، تغییرات کیفیت خاک را بهتر نشان می‌دهند. فلاح‌زاده و حاج‌عباسی (۱۳۹۰) شاخص‌های فیزیکی کیفیت خاک را در سه کاربری زمین‌های شور، زمین‌های زیر کشت گندم و یونجه اندازه‌گیری کردند و نتیجه گرفتند که در بیشتر لایه‌های زمین زیر کشت یونجه، میزان ماده‌ی آلی و پایداری ساختمان خاک، بیشتر از زمین‌های زیر کشت گندم بوده که این نشان‌دهنده‌ی بهتر بودن کیفیت فیزیکی خاک و زیادتر بودن پتانسیل ترسیب کربن در این زمین‌ها می‌باشد.

مارچتی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق خود تغییر مکانی مواد آلی خاک را به وسیله روش‌های زمین‌آماری به‌عنوان شاخصی جهت بیان کاهش پایداری خاک در شرایط اقلیم مدیترانه‌ای واقع در مرکز ایتالیا مطالعه نمودند. نتایج آنها نشان داده که درصد مواد آلی خاک در بیشتر مناطق مورد مطالعه (۸۷٪) حداقل وابستگی را با بافت خاک داشته اما همبستگی مطلوبی با نسبت C/N در ۵۰ درصد منطقه داشته است. با کاربرد روش‌های زمین‌آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کیفیت خاک در روش‌های مختلف مدیریتی برای منطقه‌ای در زاگرس میانی درون‌یابی شده است و نتایج حاکی از دقت قابل قبول روش مزبور در بیان اطلاعات مکانی بوده است (نائل و همکارن، ۲۰۰۴). مزوکو و همکاران (۲۰۰۵) تغییرپذیری معنی‌دار خواص خاک شامل شاخص تراکم خاک، رنگ خاک سطحی، کربن آلی، ساختمان، ضریب جذب آب به خاک و مقدار آب سطحی را در مزارع تولیدی گزارش کردند. با توجه به اهمیت و نقش ویژگی‌های فیزیکی خاک در مطالعه تغییرات کیفیت خاک، این تحقیق در دشت پاسارگاد با اهداف: ارزیابی و تحلیل تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های فیزیکی خاک در اراضی تحت کشت گندم دشت پاسارگاد به عنوان عاملی از جنبه‌های مهم شناخت تخریب و یا بهبود شرایط خاک، مقایسهٔ روش‌های مختلف زمین آماری در برآورد ویژگی‌های فیزیکی خاک، تهیهٔ نقشهٔ پراکنش مکانی ویژگی‌های فیزیکی خاک و بررسی محدودیت‌ها، پتانسیل‌ها و ارائهٔ راه‌کارهای مناسب به‌منظور استفادهٔ پایدار از اراضی مورد مطالعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور تخمین و تعیین پراکندگی مکانی و ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی خاک برای مدیریت و بهره‌برداری بهینه از اراضی کشاورزی گندم در دشت پاسارگاد انجام شد. وسعت منطقه موررد مطالعه در این دشت ۱۲۰۰ هکتار بود. منطقهٔ پاسارگاد از نظر آب هوایی دارای اقلیم نیمه‌خشک است. متوسط بارندگی نوزده سالهٔ منطقه ۳۴۸/۱ میلی‌متر است. میانگین دمای آن ۱۲/۵ درجهٔ، میانگین تبخیر، طی دوره هفده ساله ۱۸۳۰ میلی‌متر است. از روش شبکه‌ای منظم (محمدی، ۱۳۸۵) با ابعاد ۵۰۰ در ۵۰۰ متر در ۶۰ نقطه‌ی مختلف نمونه‌برداری انجام آمد. با استفاده از GPS نقاط مطالعاتی شناسایی و از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونهٔ خاک و از دو متر مربع نمونه گندم تهیه شد. برای اندازه‌گیری توزیع اندازهٔ ذرات خاک از روش هیدرومتری (جی و بادر، ۱۹۸۶) و توزیع اندازهٔ خاکدانه‌ها از سری الک خشک با قطرهای ۰/۴۲، ۰/۸۴، ۲، ۴/۷۵، ۶/۴، ۱۲/۷ و ۳۸ میلی‌متر (دیاز-زوریتا و همکاران، ۲۰۰۲) استفاده شد و سپس داده‌های مزبور به‌منظور تعیین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها استفاده گردیدند (لارنی، ۲۰۰۸)، میزان ماده‌ی آلی به روش اکسیداسیون تر (والکی و بلک، ۱۹۳۴) تعیین گردیدند. پارامترهای آماری (شامل بیشینه، کمینه، میانگین، چولگی، کشیدگی، واریانس و ضریب تغییرات داده‌ها) با استفاده از نرم‌افزار SPSS محاسبه و ارزیابی شدند. هم‌چنین، توزیع داده‌ها به دو روش هیستوگرام و بررسی چولگی و کشیدگی مورد بررسی قرار گرفت و در صورت نرمال نبودن توزیع داده‌ها، از تبدیل لگاریتمی و یا ریشه‌ی دوم استفاده شد. برای تشریح پیوستگی مکانی متغیرها، نیم‌تغییرنمای تجربی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار زمین‌آماری GS+ محاسبه شد. در روش زمین‌آمار، نخست تغییرات مکانی ویژگی مورد مطالعه در قالب یک متغیر ناحیه‌ای بررسی و تغییرات ساختاری و تصادفی داده‌ها ارزیابی شدند. مقدار نیم

تغییرنما با استفاده از داده‌های حاصل محاسبه و پارامترهای اثر قطعه‌ای (C0) آستانه (C+C0) و محدودهٔ وابستگی مکانی (A0) محاسبه شد. از کریجینگ به عنوان بهترین تخمین‌گر خطی ناریب (Best Linear Unbias Estimator)، که بر اساس منطق میانگین متحرک وزن‌دار استوار است، استفاده شد (ایونارت و ماتئوس، ۲۰۰۲). علاوه بر کریجینگ از روش‌های وزن دادن عکس فاصله (IDW)، و کوکرجینگ برای تخمین در نقاط فاقد داده و میان‌یابی استفاده شد. برای انتخاب بهترین مدل زمین‌آماری علاوه بر پارامترهای C0، C+C0، A0 از ضریب تبیین (R^2)، مجموع مربعات باقیمانده‌ها (RSS) نیز استفاده شد. برای انتخاب بهترین میان‌یاب از آماره‌های میانگین مطلق خطاها (MAE)، میانگین اریبی خطاها (MBE)، ریشه دوم میانگین مربعات خطا (RMSE) (واکرناگل، ۲۰۰۲) استفاده شد. با استفاده از بهترین مدل زمین‌آماری و بهترین روش میان‌یابی، پراکنش مکانی ویژگی‌ها تعیین و با سطوح مناسب، نقشهٔ پهنه‌بندی شاخص‌های فیزیکی ترسیم شد.

نتایج و بحث

بر اساس اطلاعات توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده با آمار کلاسیک، دامنهٔ ویژگی‌ها در بیشتر موارد زیاد است. دلیل این گستردگی و وجود تغییرات زیاد، به‌دلیل وسعت زیاد منطقهٔ و ناهمگن و ناهمگون بودن آن است. مقادیر درصد رس و سیلت بالا می‌باشند، در بیشتر قسمت‌های منطقه بافت خاک لوم رسی است. کلاس تغییرپذیری ضریب تغییرات بر اساس معیار ارائه شده به‌وسیله ویلدینگ (۱۹۸۵) بدین صورت بدست آمده است که اگر ضریب تغییرات کمتر از ۱۵ درصد باشد در کلاس تغییرپذیری کم و اگر ضریب تغییرات بین ۱۵ تا ۳۵ درصد باشد در کلاس تغییرپذیری متوسط و اگر ضریب تغییرات بیشتر از ۳۵ درصد باشد در کلاس تغییرپذیری زیاد قرار می‌گیرد. درصد سیلت کم‌ترین ضریب تغییرات (۱۰/۱۹) را داشت و MWD بیشترین ضریب تغییرات را داشت.

به غیر از داده‌های شن که با تبدیل لوگ نرمال، داده‌ها توزیع نرمال پیدا کردند داده‌های سایر ویژگی‌ها توزیع نرمال داشتند. با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی‌های خاکی و عملکردی تعیین شد. نتایج نشان داد که درصد رس خاک همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد با درصد شن و سیلت داشت. ولی بین درصد شن و سیلت همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. بین وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد کل همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. وجود همبستگی بین ویژگی‌ها بیانگر ارتباط بین آنهاست. هر چه عدد همبستگی‌ها بیشتر باشد، ارتباط مزبور قوی‌تر است. بیش‌ترین دامنه، برای درصد شن و برابر ۹۱۱۰ متر و کم‌ترین دامنه برای درصد سیلت ۲۹۷۲ متر محاسبه شد بنابراین انتخاب فواصل ۵۰۰ متر برای پارامترهای خاکی از دقت کافی برخوردار بوده است (جدول ۱).

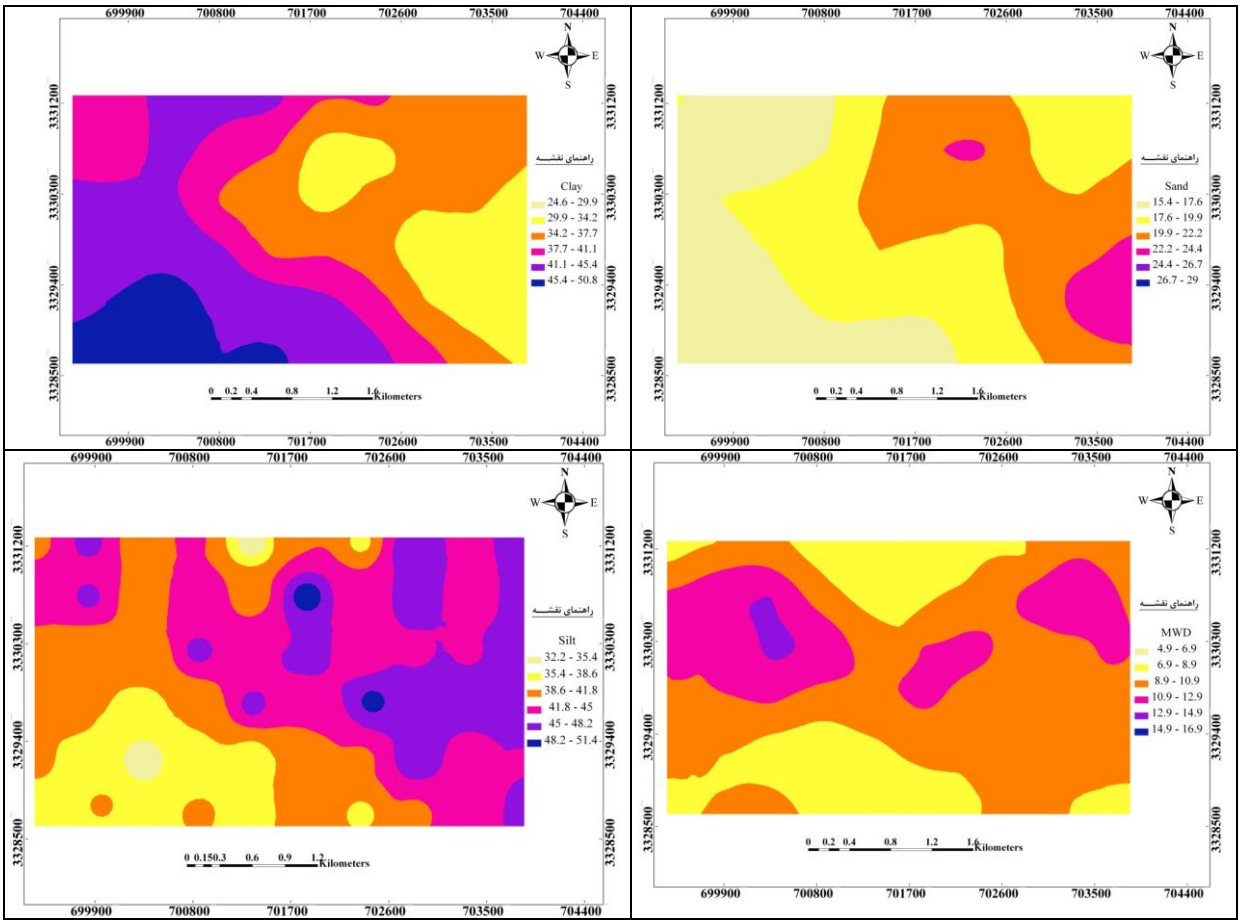
جدول ۱- مدل‌های برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای تجربی و خلاصه‌ای از اطلاعات زمین‌آماری آن‌ها

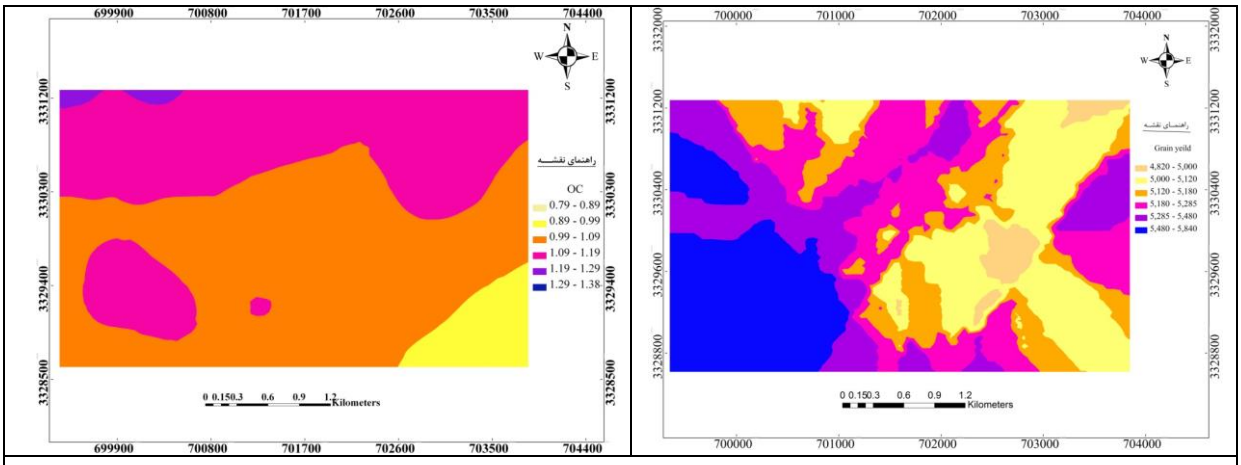
فاکتور	مدل	C_0	C_0+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A_0	R^2	RSS
Clay	کروی	۱۳/۴	۶۷/۸	۰/۱۹۷۶	۶۸۴۰	۰/۹۸۱	۱۵/۸
Sand	کروی	۰/۰۰۹۸	۰/۰۴۶۹	۰/۲۰۸۵	۹۱۱۰	۰/۸۹۹	$۲/۹۶\times۱۰^{-۵}$
Silt	کروی	۷/۵۸	۲۱/۷۱	۰/۳۴۹۱	۲۹۷۲	۰/۹۸۵	۱/۶۶
MWD	نمایی	۸/۳۷	۱۶/۷۴۱	۰/۴۹۹۹	۴۱۱۰	۰/۹۵۶	۱/۳۴
OC	کروی	۰/۰۱۲۸	۰/۰۲۵۸	۰/۵۰۱۹	۸۱۰۹	۰/۹۴۹	$۱/۸۹\times۱۰^{-۶}$
Kernel weight	نمایی	۰/۴۷۰	۷/۹۲	۰/۰۵۹۳	۳۸۰	۰/۸۹۳	۰/۹۴۹
Grain yield	نمایی	۰/۰۲۸۵	۰/۰۵۷۲	۰/۴۹۸۲	۲۱۱۰	۰/۷۰۲	$۹/۶۲\times۱۰^{-۵}$
Total yield	کروی	۲۶۳۰۰۰	۲۲۴۵۰۰۰	۰/۱۱۷۱	۷۰۵	۰/۸۸۳	$۲/۷۹\times۱۰^{-۱۰}$

C_0: واریانس قطعه‌ای، C_0+C: آستانه، $C_0/(C_0+C)$: نسبت همبستگی مکانی، A_0: دامنهٔ تأثیر (متر)، R^2: ضریب تبیین و RSS: مجموع مربعات خطا.

با توجه به جدول ۱ بهترین مدل برای نیم‌تغییرنمای منفرد درصد رس، شن، سیلت، درصد کربن آلی مدل کروی، برای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها مدل نمایی بود. محمد زمانی و همکاران (۱۳۸۶) مدل کروی را بهترین مدل برازش داده شده به درصد شن، سیلت و رس گزارش کردند. کرمی و بصیرت (۱۳۹۴) نیز بهترین مدل برازش داده شده به کربن آلی را کروی گزارش نمودند. ویژگی‌های خاکی اندازه‌گیری شده، اثر قطعه‌ای کوچکی را نشان دادند. به جز درصد سیلت، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، و درصد کربن آلی که دارای وابستگی مکانی متوسط هستند، سایر ویژگی‌ها در کلاس وابستگی مکانی قوی قرار می‌گیرند. لوپزگرانادوز (۲۰۰۲) نیز وابستگی مکانی قوی را برای سیلت، در دو عمق صفر تا ۱۰ و ۲۵ تا ۳۵ سانتی‌متر، گزارش کرده است.

بهترین میان‌یاب برای ویژگی‌های درصد رس، درصد شن، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، درصد کربن آلی، کریجینگ، برای درصد سیلت وزن‌دادن عکس فاصله بود. روش کریجینگ در مقایسه با روش‌های وزن‌دادن عکس فاصله و کوکرجینگ تقریباً از مقادیر کمتر آماره‌های MBE، MAE و RMSE برخوردار بود که نشان دهندهٔ نزدیکی بیشتر برآوردها به مقادیر اندازه گیری شده با روش مزبور است. مشابه تحقیق حاضر برای برآورد کربن آلی خاک مزرعه گندم در جنوب شرقی ایالت واشنگتن آمریکا روش کریجینگ دقت بالایی داشته است (جفری و جناتان، ۲۰۱۱).توزیع مکانی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک با بهترین مدل و بهترین میان‌یاب در شکل ۱ ارائه شده است.





شکل ۱- نقشهٔ پراکنش مکانی، درصد رس، شن، سیلت، MWD، کربن آلی و عملکرد دانه گندم در دشت پاسارگاد

با توجه به شکل ۱، مقادیر درصد رس خاک در غرب و جنوب غربی منطقه بیشترین مقدار بود و به سمت شمال و شرق از میزان رس کاسته و بافت خاک سبکتر شد. عمده سطح منطقه (۳۱/۸ درصد) دارای ۳۴/۲ تا ۳۷/۷ درصد رس بود. مقادیر درصد شن خاک در غرب و جنوب غربی منطقه کمترین مقدار بود و به سمت شرق و شمال شرق به میزان شن افزوده می‌شد. عمده سطح منطقه (۳۵/۵ درصد) دارای ۱۷/۶ تا ۱۹/۹ درصد شن بود. درصد سیلت خاک در غرب و جنوب غربی منطقه کمترین مقدار بود و به سمت شرق و شمال شرق به میزان آن افزوده می‌شد. بیشترین اراضی منطقه (۳۶/۶ درصد) دارای ۴۱/۸ تا ۴۵ درصد سیلت بود. مقادیر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در شمال و جنوب منطقه کمترین مقدار بود و به سمت مرکز، شرق و غرب به میزان آن افزوده می‌شد. بیشترین سطح اراضی (۴۷/۹ درصد) دارای میانگین وزنی قطر خاکدانه های بین ۸/۹ تا ۱۰/۹ میلی‌متر بود. مقادیر کربن آلی در جنوب و جنوب شرقی منطقه کمترین مقدار بود و به سمت شمال به میزان آن افزوده می‌شد. بیشترین مقدار کربن آلی در شمال غربی منطقه مشاهده گردید. افزایش بیشتر ویژگی مزبور در شمال منطقه می‌تواند به دلیل اضافه کردن بیشتر کود دامی توسط کشاورزان باشد. بیشترین اراضی مورد مطالعه (۵۲/۷ درصد) دارای مقادیر کربن آلی خاک بین ۰/۹۹ تا ۱/۰۹ درصد بود. بیشترین عملکرد دانه گندم در غرب و جنوب غربی منطقه بود و عمدهٔ اراضی منطقه در پایین‌ترین کلاس عملکردی قرار داشتند.

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.

خادمی، ح.، محمدی، ج. و نائل، م. ۱۳۸۵. مقایسه‌ی برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در انواع مدیریت‌های اراضی منطقه‌ی بروجن استان چهارمحال و بختیاری. مجله‌ی علمی کشاورزی، جلد ۲۹، شماره‌ی ۳، ص ۱۱۱-۱۲۵.

شالیکار، ا.، ایوبی، ش. خرمالی، ف. و قربانی نصرآبادی، ر. ۱۳۸۷. ارزیابی شاخص‌های مختلف کیفیت خاک در تناوب‌های زراعی با کشت برنج در منطقه‌ی دشت‌سر آمل. مجله‌ی علوم کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۵، شماره‌ی ۶، ص ۸-۲۰.

فلاح‌زاده، ج. و حاج‌عباسی، م.ع. ۱۳۹۰. تغییر شاخص‌های کیفیت خاک در اثر احیای زمین‌های شور دشت ابرکوه در ایران مرکزی. مجله‌ی علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، جلد ۱۵، شماره‌ی ۵۵، ص ۲۴-۳۵.

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.

محمدزمانی، س. ایوبی، ش.ا. و خرمالی، ف. ۱۳۸۶. بررسی تغییرات خصوصیات خاک و عملکرد گندم در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلاته، استان گلستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم. شماره ۴۰. ص ۷۹-۹۱.

محمدی، ج.. ۱۳۸۵. پدومتری. جلد دوم (آمارمکانی)، انتشارات پلک.
Alemu, B. 2015. The effect of land use land cover change on land degradation in the highlands of Ethiopia. *Journal of Environmental and Earth Science*, 5: 1-12.
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.
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.
Díaz-Zorita, M. Perfect, E. and Grove, J.H. 2002. Descriptive methods for assessing soil structure. *Soil & Tillage Research*, 64: 3-22.
Doran, J.W. Liebig, M.A. and Santana, D.P. 1998. Soil health and global sustainability. Transactions of the 16th World Congress of Soil Science, August, Montepellier, France, 20–26.
Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle size analysis. In: A. Klute (Ed.), Methods of Soil Analysis, Part I (PP. 383-411). 2d Madison, WI. American Society Agronomy.
Jeffrey, L.S. and Jonathan, J.H. 2011. Field scale studies on the spatial variability of soil quality indicators inwashington state, USA. *Applied and Environmental Soil Science*, doi:10.1155/2011/198737.
Larney, F.J. 2008. Dry-aggregate size distribution. In: M.R. Carter and E.G. Gregorich (Eds.), Soil Sampling and Methods of Analysis (PP821-83). Canadian Society of Soil Science, CRC Press, Boca Raton, FL.
Lopez-Granados, F., Exposito, M.J. Atenciano, S. Garcia-Ferrer, A. Orden, M.S. and Torres, L.G. 2002. Spatial variability of agricultural soil parameters in southern Spain. *Plant and Soil Kluwer Academic Publishers*, 246: 97-105.
Marchetti, A. Piccini, C. Francavigali, R. and Mabit, L. 2012. Spatial distribution of soil organic matter using geostatistics: a key indicator to assess soil degradation status in central Italy. *Pedosphere*, 22: 230-242.
Meul, M. and Van Meirvenne, M. 2003. Kriging soil, texture under different types of nonstationarity, Geoderma. 112: 217-233.
Mzuku, M. Khosla, R. Reich, R. Inman, D. Smith, F. and MacDonald, L. 2005. Spatial variability of measured soil properties across site-specific management zones. *Soil Science of Society American*, 69: 1572– 1579.
Nandwa, S.M. 2001. Soil organic carbon (SOC) management for sustainable productivity of cropping and agro-forestry systems in eastern and southern Africa. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 61: 143–158.
Nael, M. Khademi, H. and Hajabbasi, A. 2004. Response of soil quality indicators and their spatial Variability to land degradation in central Iran. *Applied soil ecology*, 27: 221-232.
Oyonarte, N.A. and Mateos, L. 2002. Accounting for soil variability in the evaluation of furro irrigation. *Transactions of the ASAE*, 45(6): 85-94.
Smith, O.H. Petersen G.W. and Needelman, B.A. 2000. Environmental indicators of agroecosystems. *Advances in Agronomy*, 69:75–97.
Van Leeuwen, J.P. Moraetis, D. Lair, G.J. Bloem, J. Nikolaidis, N.P. Hemerik, L. and de Ruiter, P.C. 2015. Ecological soil quality affected by land use and management on semi-arid Crete. *Soil Discuss*, 2: 187–215.
Wakernagel, H. 2002. Multivariate geostatistics. Springer Press, 387 pp.
Walkley, A. and Black, I.A. 1934. An examination of degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *soil scienc*, 37: 29-38.
Weil, R.R. and Magdoff, F. 2004. Significance of soil organic matter to soil quality and health. In: F. Magdoff and R.R. Weil (eds.), Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture (PP1-50). CRC Press. NY. USA.
Wilding, L.P. 1985. Spatial variability: Its documentation, accommodation, and implication to soil survey. In: D.R. Nielsen and J. Bouma (eds.), Soil Spatial Variability (PP166-194). Wageningen, the Netherlands.

Spatial variability of some physical soil properties at wheat field in Pasargad plain

A. Karami[1*], V. A. Jahandideh Mahjan Abadi[2], A. Moghimi[1]
[1]Assistant professor of Soil and Water Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran, [2]Ph.D. Student, Department of Soil Science, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran
*ad.karami@areeo.ac.ir

Abstract

The objective of this study was to quantifying of spatial variability of some physical soil properties. Thus a total of 60 site tests were conducted on a systematic squared grid pattern with 500*500 m. Parameters including: organic carbon (OC), mean weight diameter (MWD), soil texture, and wheat yield were measured. The results showed that silt percentage had lowest and MWD had highest variation. There was significantly linear correlation between some studied characteristics. The best semi-variogram model for clay, sand, silt, organic carbon of soil was spherical model and for MWD was exponential model. The best interpolator for clay, sand, MWD, and organic carbon was kriging, and for silt percentage was IDW. Amounts of clay increased from

west to east of Pasargad plain, but amounts of sand and silt were inverse of clay. Highest amount of MWD was observed at the west of Pasargad plain. Amounts of organic carbon decreased from north to south of Pasargad plain.

Keywords: Geostatistic, Soil properties variability, Soil quality