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

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

چکیده

اهداف این پژوهش کمّی‌سازی تغییرپذیری مکانی برخی از ویژگی‌های بیولوژیکی خاک بود. بنابراین ۶۰ مکان آزمایشی با شبکه‌بندی منظم و به فواصل ۵۰۰*۵۰۰ متر ایجاد گردید. ویژگی‌های کربن آلی (OC)، تنفس میکروبی (BR)، کربن توده زنده میکروبی (MBC)، نسبت کربن توده زنده میکروبی به کربن آلی (MBC/OC)، کسر متابولیکی یا تنفس ویژه (qCO2) و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اوره‌آز (urease) خاک اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد OC کمترین و qCO2 بیشترین تغییرات را داشت. همبستگی خطی معنی‌داری بین برخی از ویژگی‌ها وجود داشت. بهترین مدل برای نیم‌تغییرنمای منفرد OC، BR، MBC، urease، qCO_2، MBC/OC کروی و برای آنزیم فسفاتاز قلیایی مدل گوسی بود. بهترین میان‌یاب برای OC، MBC، qCO2، و MBC/OC و آنزیم اوره‌آز کریجینگ و برای آنزیم فسفاتاز قلیایی وزن‌دادن عکس فاصله و برای تنفس پایه خاک با فاکتور کمکی آنزیم فسفاتاز قلیایی، کوکرجینگ بود. نقشه‌های توزیع مکانی پارامترها اطلاعات ارزشمندی برای مدیریت بهتر اراضی ارائه نمود.

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

مقدمه

مدیریت اراضی بر کیفیت خاک تاثیرگذار بوده و تأثیر فعالیت‌های مدیریتی بر کیفیت خاک را می‌توان با کنترل شاخص‌های کیفیت خاک ارزیابی نمود. بدیهی است با کنترل کیفیت خاک می‌توان تأثیر شیوه مدیریت خاک را مورد ارزیابی قرار داد. کیفیت خاک شاخص مناسبی برای ارزیابی وضعیت خاک می‌باشد. ارزیابی کیفیت خاک به عنوان یک ابزار در گزینش شیوه‌های مدیریتی ویژه نقش بسیار مهمی داشته و معیاری برای سنجش کشاورزی پایدار می‌باشد (وان لیوون، ۲۰۱۵).

به‌دلیل واکنش سریع بخش بیولوژیک خاک در برابر مدیریت اراضی و تغییرات محیطی، بررسی وضعیت زیستی خاک در تخمین کیفیت خاک اراضی کشاورزی از اهمیت زیادی برخوردار است (ویوم و همکاران، ۲۰۱۳). مطالعات نشان می‌دهد که شاخص‌های بیولوژیک می‌توانند به‌عنوان اولین شاخص‌هایی باشند که برای تغییراتی که در اثر روش‌های مدیریتی و همچنین تغییرات اقلیمی در ویژگی‌های خاک روی می‌دهد محسوب شوند (الفتریادیس و توریون، ۲۰۰۵؛ شای و همکاران، ۲۰۰۶). جامعه میکروبی خاک به عنوان قسمت فعال کربن آلی خاک بسیار بهتر از کل مواد آلی به تغییر مدیریت واکنش نشان می دهد (آندرسون و دومش، ۱۹۸۹). در شرایط طبیعی کربن توده زنده میکروبی خاک ۵-۱ درصد از کربن آلی خاک را شامل می‌شود (آندرسون، ۲۰۰۳). خرمالی و همکاران (۲۰۰۹) دریافتند که عملیات زراعی، باعث کاهش ماده‌ی آلی، ظرفیت تبادل کاتیونی، پایداری خاکدانه‌ها، میزان تنفس میکروبی خاک و در نتیجه کاهش شدید کیفیت خاک می‌شود. به منظور برآورد کیفیت خاک مزرعه گندم نمایه‌های کیفیت شامل کربن آلی، pH، EC، تنفس میکربی، کربن توده میکروبی، کسر متابولیک یا تنفس ویژه و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز و دهیدروژناز در جنوب‌شرقی ایالت واشنگتن آمریکا از روش زمین‌آماری کریجینگ استفاده و بیان شده است که این روش دارای دقت قابل ملاحظه‌ای می‌باشد. در این پژوهش نهایتاً نسبت به پهنه‌بندی ویژگی های کیفیت خاک در محیط GIS اقدام گردیده و نشان داده شده که به‌منظور سنجش دقیق کیفیت خاک توزیع مکانی، شرایط خاک و فاکتورهای کنترلی دیگر باید مورد توجه قرار گیرد (جفری و جناتان، ۲۰۱۱).

مارچتی و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق خود تغییر مکانی مواد آلی خاک را به وسیله روش‌های زمین آماری به‌عنوان شاخصی جهت بیان کاهش پایداری خاک در شرایط اقلیم مدیترانه‌ای واقع در مرکز ایتالیا مطالعه نمودند. با بررسی روش‌های زمین‌آماری جهت تعیین ساختار مکانی خواص بیوشیمیایی خاک، عدم قطعیت و تغییرپذیری مکانی آنها مشخص شده و ایجاد مدل جامع با روش‌های زمین‌مکانی برای مدیریت بهینه اکوسیستم ضروری شناخته شده است (گرونوالد و همکاران، ۲۰۰۷). تغییرپذیری خاک در نتیجه مدیریت‌های مختلف محصولات کشاورزی افزوده شده (گودوین و میلر، ۲۰۰۳) به‌طوری‌که تغییرات روابط بین ویژگی‌های خاک در اراضی نیشکرسازی با مدیریت یکنواخت با هدف کشاورزی دقیق نیز گزارش شده است (کروز و همکاران، ۲۰۱۱). سو و همکاران (۲۰۰۴) با بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک به روش کریجینگ نشان دادند که همبستگی مکانی ضعیفی بین درصد ماده آلی وجود دارد. آنها همچنین بیان کردند که متغیرهای زیادی نظیر ناهمگن بودن منطقه، وسعت، تعداد و نحوه پراکنش نقاط نمونه‌برداری در انتخاب روش درون‌یابی تأثیر دارند.

شاخص‌های بیولوژیکی خاک در مطالعه تغییرات کیفیت خاک اهمیت زیادی دارد بنابراین این پژوهش در دشت پاسارگاد با اهداف: ارزیابی و تحلیل تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های بیولوژیکی خاک در اراضی تحت کشت گندم دشت پاسارگاد به عنوان عاملی از جنبه‌های مهم شناخت تخریب و یا بهبود شرایط خاک، مقایسهٔ روش‌های مختلف زمین‌آماری در برآورد ویژگی های بیولوژیکی خاک، تهیهٔ نقشهٔ پراکنش مکانی ویژگی‌های بیولوژیکی خاک و بررسی محدودیت‌ها، پتانسیل‌ها و ارائهٔ راه کارهای مناسب به‌منظور استفادهٔ پایدار از اراضی مورد مطالعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور تخمین و تعیین پراکندگی مکانی و ارزیابی ویژگی‌های بیولوژیکی خاک برای مدیریت و بهره‌برداری بهینه از اراضی کشاورزی گندم در دشت پاسارگاد انجام شد. وسعت منطقه موردر مطالعه در این دشت حدود ۱۵۰۰ 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 تهیه شد. برای اندازه‌گیری شدت تنفس میکروبی خاک با استفاده از ظروف سربسته و به روش تیتراسیون برگشتی با سود باقی‌مانده (آندرسون، ۱۹۸۲)، کربن توده زنده میکروبی (MBC) به روش انکوباسیون نمونه تدخین شده با کلروفرم (وانس و همکاران، ۱۹۸۷)، فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اوره‌آز با استفاده از واکنش آنزیم/سوبسترا و بدست آوردن محصول (طباطبائی، ۱۹۹۴) اندازه‌گیری و نسبت کربن توده زنده میکروبی به کربن آلی (MBC/OC) (آندرسون و دومش، ۱۹۸۹) و کسر متابولیکی یا تنفس ویژه (qCO2) (آندرسون، ۱۹۸۲) محاسبه شدند. 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 که بر اساس منطق میانگین متحرک وزن‌دار استوار است، استفاده شد. 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) استفاده شد. با استفاده از بهترین مدل زمین‌آماری و بهترین روش میان‌یابی، پراکنش مکانی ویژگی‌ها تعیین و با سطوح مناسب، نقشهٔ پهنه‌بندی ویژگی‌های بیولوژیکی ترسیم شد.

نتایج و بحث

اطلاعات توصیفی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده با آمار کلاسیک نشان داد که ویژگی‌ها در بیشتر موارد ضریب تغییرات زیادی دارند. به غیر از داده‌های تنفس ویژه که با تبدیل لوگ نرمال، داده‌ها توزیع نرمال پیدا کردند داده‌های سایر ویژگی‌ها توزیع نرمال داشتند. کربن آلی همبستگی مثبت و معنی‌دار ($P<0.01$) با تنفس خاک و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز قلیایی و اوره آز داشت. همچنین تنفس خاک با فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی ($P<0.05$) و با تنفس ویژه ($P<0.01$) همبستگی مثبت و معنی داری را نشان داد.

افزایش مواد آلی نه تنها از طریق افزایش فعالیت میکروبی بلکه از طریق پایداری آنزیم در خاک باعث افزایش فعالیت آنزیم گردیده که به‌دنبال آن تنفس میکروبی افزایش می‌یابد. در نتیجه این عوامل رهاسازی عناصر غذایی و به‌ویژه نیتروژن افزایش می‌یابد (ویوم و همکاران، ۲۰۱۳). نتایج این پژوهش و تحقیقات گذشته (زنگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ اکوستا-مارتینز و همکاران، ۲۰۰۳) نشان می‌دهد که فعالیت‌های آنزیمی با مقدار کربن آلی خاک همبستگی دارند. نقش کلیدی کربن آلی خاک در حفظ فعالیت آنزیمی خاک تأیید شده تا آنجا که آنزیم‌ها در خاک به‌عنوان شاخص‌های سنجش کیفیت خاک پیشنهاد شده‌اند (مونریل و بوگستروم، ۲۰۰۰).

بیش‌ترین دامنه تاثیر مربوط به کربن آلی و برابر ۸۱۰۹ متر و کم‌ترین دامنه مربوط به فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی و برابر ۴۳۶ متر بود. در مجموع دامنه تأثیر برای ویژگی‌های بیولوژیک کم بود که این می‌تواند به دلیل پویایی این ویژگی‌ها در محیط خاک و حساسیت بالا نسبت به عوامل مدیریتی باشد. بهترین مدل برای نیم‌تغییرنمای منفرد درصد کربن آلی، تنفس میکروبی، آنزیم اوره‌آز، کربن توده زنده میکروبی، تنفس ویژه و نسبت کربن توده زنده میکروبی به کربن آلی مدل کروی و برای آنزیم فسفاتاز قلیایی مدل گوسی بود. کرمی و بصیرت (۱۳۹۴) نیز بهترین مدل برازش داده شده به کربن آلی را کروی گزارش نمودند. نائل و همکاران (۲۰۰۴) نیز بهترین مدل برازش داده شده بر تنفس پایه خاک و کربن آلی را مدل کروی بیان نموده است. بهترین میان‌یاب برای ویژگی‌های درصد کربن آلی، کربن توده زنده میکروبی، آنزیم اوره‌آز، تنفس ویژه و نسبت کربن توده میکروبی به کربن آلی کریجینگ، برای آنزیم فسفاتاز قلیایی وزن‌دادن عکس فاصله و برای تنفس پایه خاک با فاکتور کمکی آنزیم فسفاتاز قلیایی روش کوکریجینگ بود.

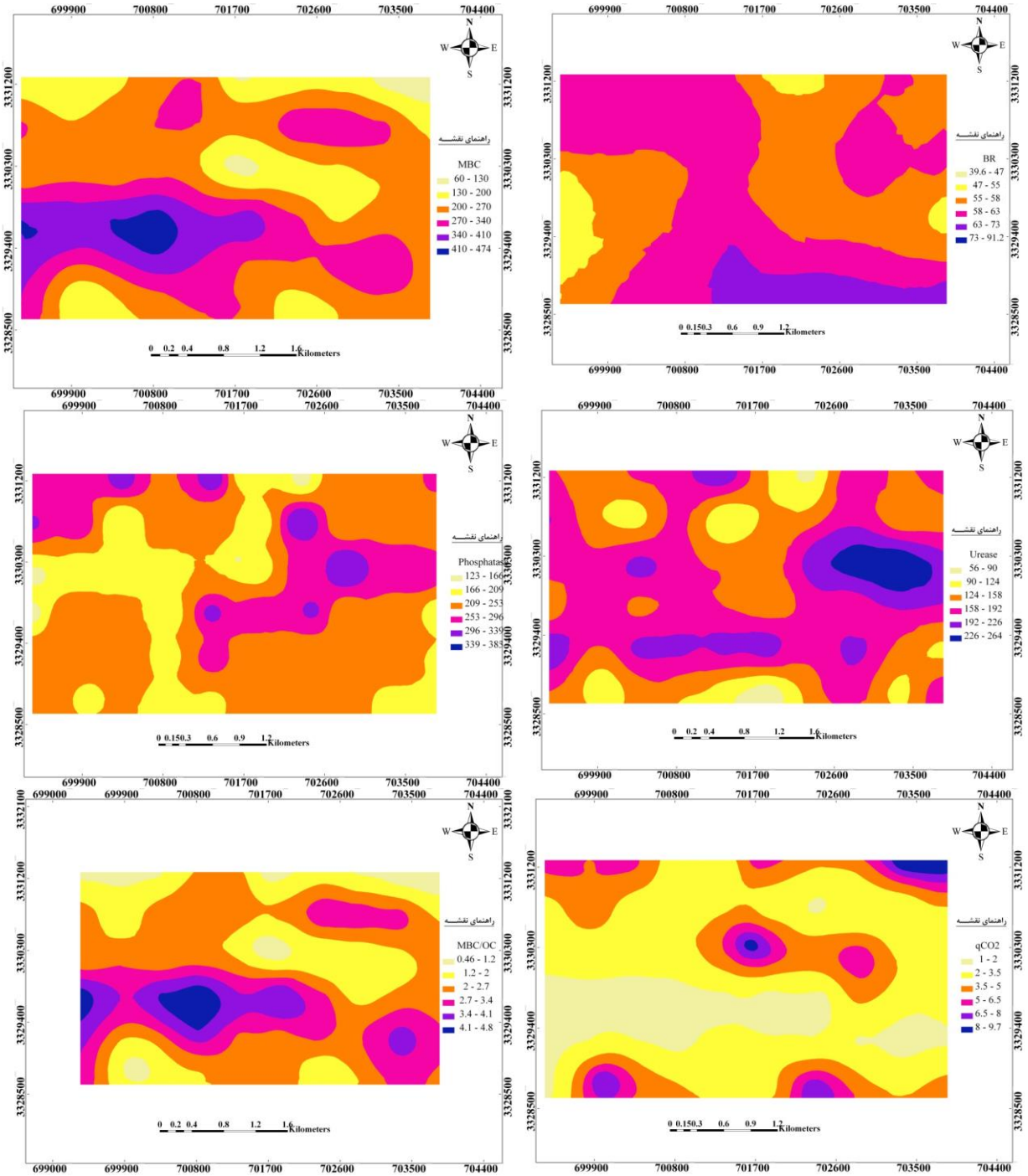
جدول ۱- مدل‌های برازش داده شده بر نیم‌تغییرنمای تجربی و خلاصه‌ای از اطلاعات زمین‌آماری آنها

فاکتور	مدل	C_0	C_0+C	$\frac{C_0}{C_0+C}$	A_0	R^2	RSS
OC	کروی	۰/۰۱۲۸	۰/۰۲۵۸	۰/۵۰۱۹	۸۱۰۹	۰/۹۴۹	۱/۸۹×۱۰$^{-۶}$
BR	کروی	۰/۱	۱۴۰/۹	۰/۰۰۰۷	۸۴۳	۰/۹۹۱	۲۱/۳
MBC	کروی	۲۶۶۰	۱۰۹۷۰	۰/۲۴۲۴	۹۷۱	۰/۹۹۹	۷۹۰۴
Urease	کروی	۱	۱۹۹۱	۰/۰۰۰۵	۷۹۸	۰/۹۳۴	۴۹۸۰۴
Alkaline phosphatase	گوسی	۱۰	۳۸۰۱	۰/۰۰۲۶	۴۳۶	۰/۹۲۳	۱/۴۴×۱۰$^{-۶}$
qCO_2	کروی	۰/۰۰۰۱	۰/۲۹۶۲	۰/۰۰۰۳۳	۱۱۰۵	۰/۹۹۸	۱/۴۸×۱۰$^{-۵}$
MBC/OC	کروی	۰/۰۰۱	۱/۱۱۱	۰/۰۰۰۹	۱۰۷۷	۰/۹۶۵	۰/۰۱۶۷

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.

برای برآورد ویژگی‌های خاک مزرعه گندم شامل کربن آلی، تنفس میکربی، کربن توده میکروبی، کسر متابولیک یا تنفس ویژه و فعالیت آنزیم‌های فسفاتاز و دهیدروژناز در جنوب‌شرقی ایالت واشنگتن آمریکا از روش زمین‌آماری کریجینگ استفاده و بیان شده است که این روش دارای دقت قابل ملاحظه‌ای نسبت به دیگر روش‌ها می‌باشد (جفری و جناتان، ۲۰۱۱). توزیع مکانی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در خاک با بهترین مدل و بهترین میان‌یاب از بین روش‌های میان‌یابی کریجینگ و روش وزن‌دادن عکس فاصله در شکل۱ ارائه شده است. 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. در عمدهٔ اراضی منطقه (۵۲ درصد) دارای مقادیر کربن آلی خاک بین ۰/۹۹ تا ۱/۰۹ درصد بود.



شکل ۱- نقشهٔ پراکنش مکانی، تنفس پایه، کربن توده زنده میکروبی، آنزیم اوره‌آز، آنزیم فسفاتاز قلیایی، تنفس ویژه، نسبت کربن توده زنده میکروبی به کربن آلی خاک‌ها در دشت پاسارگاد

در جنوب منطقه بیشترین مقادیر تنفس پایه خاک مشاهده شد که این می‌تواند به‌دلیل وجود مواد آسان‌تجزیه در مواد آلی خاک (چاندر و همکاران، ۲۰۰۶) و استفاده کمتر از کودهای شیمیایی باشد. افزایش ماده آلی تجزیه‌پذیر باعث افزایش تنفس میکروبی و فعالیت آنزیمی می‌گردد ولی کودهای شیمیایی تأثیر منفی بر شاخص‌های مزبور داشته است (دیکسون و

مسی، ۱۹۸۳). همچنین هدررفت ماده آلی تجزی‌پذیر خاک بر اثر کشت و کار و مدیریت نامناسب خاک می‌تواند به‌عنوان عامل اصلی کاهش تنفس میکروبی (زنگ و همکاران، ۲۰۰۹) در نواحی از منطقه که تنفس میکروبی کم است باشد. بیشتر اراضی منطقه (۴۶ درصد) دارای مقادیر تنفس پایه خاک بین ۵۸ تا ۶۳ mg CO_2/kg soil.day بود. کربن توده زنده میکروبی در منطقه بصورت پراکنده بود و سطح وسیعی (۴۳ درصد) در دشت مقادیر ۲۰۰ تا ۲۷۰ mg Cmin/kg soil را داشت. غرب منطقه مورد مطالعه مقادیر بالاتری از تنفس پایه خاک را داشت کمترین مقادیر آن در شمال شرقی دیده شد (شکل ۱). ساگار و همکاران (۲۰۰۱) نیز مشاهده کردند که با کاهش ورود مواد آلی تازه به خاک، میزان کربن توده زنده میکروبی خاک نیز کاهش می‌یابد. لی و چن (۲۰۰۴) نیز کاهش کربن توده زنده میکروبی را با افزایش خشکی در عمق‌های ۵-۰ و ۱۰-۵ سانتی متری گزارش نموده‌اند. فعالیت آنزیم اوره‌آز نیز در منطقه بصورت پراکنده بود و سطح وسیعی در دشت (۴۳ درصد) اراضی مقادیر ۱۵۸ تا ۱۹۲ mg N-NH4+/kg soil. 2hr را داشت. آنزیم اوره‌آز در خاک‌های شرق منطقه مورد مطالعه مقادیر بالاتری را داشت کمترین مقادیر آن در جنوب مشاهده گردید (شکل ۱). در بررسی‌های انجام شده توسط زنگ و همکاران (۲۰۰۹) میزان رطوبت، کربن آلی خاک، نیتروژن کل و فسفر از عوامل تأثیرگذار بر فعالیت آنزیم اوره‌آز ذکر شده‌اند. فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی نیز مثل آنزیم اوره‌آز در منطقه بصورت پراکنده بود و سطح وسیعی از اراضی (۴۷ درصد) دارای فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی بین ۲۰۹ تا ۲۵۳ µg PNP/g.hr را داشت. اکوستا-مارتینز و همکاران (۲۰۰۳) نیز نشان دادند که فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی رابطه مثبت و معنی‌داری با کربن آلی دارد که مؤید نتایج به‌دست آمده در این پژوهش است. تنفس ویژه در غرب و مرکز کمترین مقدار را داشت. شرایط محیطی متفاوت از قبیل تفاوت ورود مواد آلی تازه به خاک و کیفیت کربن آلی در مناطق مورد بررسی می‌تواند علت تفاوت در میزان کسر متابولیکی یا تنفس ویژه باشد (اسلام و ویل، ۲۰۰۰). نسبت کربن توده زنده میکروبی به کربن آلی دارای الگوی نامنظمی بود ولی بیشترین مقدار آن در غرب مشاهده شد. آندرسون (۲۰۰۳) معتقد است که خاک‌هایی با نسبت کمتر از ۲ این شاخص در ناحیه بحرانی قرار دارند. افزایش نسبت کربن توده زنده میکروبی به کربن آلی خاک نسبت مستقیمی با کیفیت مواد افزوده شده به خاک دارد و این نسبت در مناطقی که افزوده شدن مواد آلی تازه کم باشد، کاهش یافته و فراوانی مواد آلی سخت تجزیه شونده در خاک افزایش می‌یابد (آندرسون و دومش، ۱۹۸۹؛ آندرسون، ۲۰۰۳). لذا باید در مناطقی از منطقه که این نسبت کمتر از ۲ است (۳۳/۶ درصد منطقه) به کیفیت مواد آلی که به مزارع اضافه می‌شود توجه شود.

منابع

کرمی، ع. و بصیرت، س. ۱۳۹۴. بررسی زمین‌آماری تغییرات مکانی برخی از ویژگی‌های خاک سطحی دشت ارسنجان. نشریه پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۹، شماره ۱.

Acosta-Martínez V., Klose S.and Zobeck T.M. 2003. Enzyme activities in semiarid soils under conservation reserve program, native rangeland, and cropland. Journal of *Plant Nutrition and Soil Science*, 166: 699-707.

Anderson J.P.E. 1982. Soil respiration. In: A.L. Page R.H. Miller and D.R. Keeney (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 2, Microbiological and Biochemical Properties (PP. 831-872). Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin.

Anderson T.H. 2003. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality. *Agriculture, Ecosystem & Environmental*, 98: 285-293.

Anderson T.H. and Domsch K.H. 1989. Ratios of microbial biomass carbon to total organic carbon in arable soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 21:471-479.

Chander K., Goya S. and Kapoor K. 2006. Microbial biomass dynamics during the decomposition of leaf litter of Poplar and eucalyptus in a sandy loam. *Applied Soil Ecology*, 35: 10-23.

Cruz J.S. Assis Junior R.N. Matlas S.S.R. and Camacho-Tamayo J.H. 2011. Spatial variability of an Alfisol cultivated with sugarcane. Cienc Investigation Agraria, 38: 155-164.

Dixon, W.J. and Massey F.J. 1983. Introduction to Statistical Analysis. McGraw Hill Pub., USA.

Eleftheriadis A. and Turrión M.B. 2005. Soil microbiological properties affected by land use, management, and time since deforestations and crop establishment. *European Journal of Soil Biolology*, 62: 138–141.

Godwin R.J. and Miller P.C.H. 2003. A review of the technology for mapping within-field variability. Biosystem Engineering, 84: 393-407.

Grunwald S., Reddy, K.R., Prenger, J.P. and Fisher, M.M. 2007. Modeling of the spatial variability of biogeochemical soil properties in a freshwater ecosystem. Ecological Modelling, 201: 521–535.

Islam K.R. and Weil R.R. 2000. Soil quality indicator properties in mid-Atlantic soils as influenced by conservation management. *Journal of Soil and Water Conservation*, 54: 69-78.

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.

Khormali F., Ajami M., Ayoubi S., Srinivasarao Ch. and Wani S.P. 2009. Role of deforestation and hillslope position on soil quality attributes of loess-derived soils in Golestan province, Iran. Agriculture Ecosystems and Environment, 134: 178-189.

Li X. and Chen Z. 2004. Soil microbial biomass C and N along a climatic transect in the Mongolian steppe. *Biology and Fertility of Soils*, 39:344-351.

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.

Monreal C.M. and Bergstrom D.W. 2000. Soil enzymatic factors expressing the influence of land use, tillage system and texture on soil biochemical quality. *Canadian Journal of Soil Science*, 80: 419-428.

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.

Saggar S., Hedley C.B. and Salt G.J. 2001. Soil microbial biomass, metabolic quotient, and carbon and nitrogen mineralisation in 25-year-old *Pinus radiata* agroforestry regimes. *Australian Journal of Soil Research*, 39: 491-504.

Shi W., Dell E., Bowman D. and Iyyemperumal K. 2006. Soil enzyme activities and organic matter composition in a turfgrass chronosequence. *Plant and Soil*, 288: 288-296.

Su W., Yimin N., Xiaojio H. and Xi Gang Z. 2004. Study on spatial variability of soil nutrients in beima town of Shandong Province by using kriging method. Journal of Anhui Agricultural University, 31: 76-81.

van Leeuwen J.P., Lehtinen T., Lair G.J., Bloem J., Hemerik L., Ragnarsdóttir K.V., Gísladóttir G., Newton J.S. and de Ruiter P.C. 2015. An ecosystem approach to assess soil quality in organically and conventionally managed farms in Iceland and Austria. Soil science, 1: 83-101.

Vance E.D., Brookes P.C. and Jenkinson D.S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass carbon. *Soil Biology and Biochemistry*, 19: 703-704.

Veum K.S., Goyne K.W., Kremer R.J. and Miles R.J. 2013. Biological indicators of soil quality and soil organic matter characteristics in an agricultural management continuum. Biogeochemistry, doi:10.1007/s10533-013-9868-7.

Zeng D.H., Hu Y.L. Chang S.X. and Fan Z.P. 2009. Land cover change effects on soil chemical and biological properties after planting Mongolian pine (Pinus sylvestris var. Mongolica) in sandy lands in Keerqin, northeastern China. Plant and Soil, 317: 121–133.

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

A. Karami[1*], V.A. Jahandideh Mahjan Abadi[2]

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 biological soil properties. Thus a total of 60 site tests were conducted on a systematic squared grid pattern with 500*500 m. parameters of organic carbon (OC), microbial respiration (BR), microbial biomass carbon (MBC), ratio of microbial biomass carbon to organic carbon (MBC/OC), metabolic fraction or special breathing (qCO_2) and soil alkaline phosphatase and urease enzymes activity were measured. The results showed that soil pH had lowest and EC had highest variation. There was significantly linear correlation between some studied characteristics. The best semi-variogram model for OC, BR, MBC, urease, qCO_2, MBC/OC was spherical, and for alkaline phosphatase was Gaussian model. The best interpolator for OC, MBC, urease, qCO_2, and MBC/OC was kriging method, and for alkaline phosphatase was IDW, and for microbial respiration was co-kriging method. Spatial distribution maps of soil parameters were presented valuable information for better land management.

Keywords: Geostatistic, Soil biological properties variability, Soil quality