نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۶، ص. ۱۶۱۰-۱۶۰۲

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 6, Jan.-Feb. 2018, p. 1602-1610

تأثیر کاربری اراضی بر جمعیت میکروبی خاک و تغییرپذیری مکانی آنها در اراضی میرآباد، نقده

شیدا کبودی[1*]- فرزین شهبازی[2]- ناصر علی‌اصغرزاد[3]- نصرت‌اله نجفی[4]- ناصر دواتگر[5]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۸/۰۹

چکیده

فهم بیولوژی و اکولوژی خاک به‌طور فزاینده‌ای برای تجدید و پایداری اکوسیستم مهم است. در تمام اکوسیستم‌ها، میکروب‌های خاک نقش مهمی در تجزیه مواد آلی، چرخه مواد غذایی و فراهمی عناصر غذایی قابل جذب گیاه ایفا می‌کنند. هدف از این تحقیق، بررسی تغییرپذیری مکانی و پهنه‌بندی جمعیت میکروبی خاک، کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک متأثر از کاربری‌های اراضی شامل باغ سیب، مرتع و زراعت می‌باشد. بدین منظور، از منطقه میرآباد مابین شهرهای نقده و اشنویه (استان آذربایجان غربی) ۶۵ نمونه خاک سطحی (۳۰-۰ سانتی‌متری) برداشته شد. آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط برنامه آماری SPSS انجام گرفت. مقادیر نقاط نمونه‌برداری نشده با استفاده از روش‌های کریجینگ و وزن‌دهی معکوس فاصله‌ها در نرم‌افزار زمین‌آمار (GS^+) میان‌یابی شد. نتایج نشان داد روش کریجینگ بهترین روش میان‌یابی نقاط نمونه‌برداری نشده می‌باشد. وابستگی مکانی جمعیت میکروبی خاک متوسط بوده و این امر نشان‌دهنده تأثیر کاربری بر توزیع مکانی ویژگی‌های مذکور می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از تحلیل آماری توسط برنامه MSTATC در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) نیز بیان کننده تفاوت معنی‌دار در بین سه کاربری از نظر ویژگی‌های مطالعه شده است. نقشه‌های توزیع مکانی با تلفیق نتایج حاصل از زمین‌آمار و GIS تهیه شدند.

واژه‌های کلیدی: پهنه‌بندی، تغییرپذیری مکانی، جمعیت میکروبی، کریجینگ

مقدمه

حساسیت زیاد ویژگی‌های بیولوژیکی به تغییرات مدیریتی خاک باعث در نظر گرفتن این ویژگی‌ها به عنوان شاخص‌های مناسب برای ارزیابی کیفیت خاک شده است (۱۱). هدف از این تحقیق، بررسی تغییرپذیری مکانی و پهنه‌بندی جمعیت میکروبی خاک، کربن آلی و کربنات کلسیم معادل خاک متأثر از کاربری‌های اراضی شامل باغ سیب، مرتع و زراعت می‌باشد. در تمام اکوسیستم‌ها، میکروب‌های خاک نقش مهمی در تجزیه مواد آلی، چرخه مواد غذایی و فراهمی عناصر غذایی قابل جذب گیاه ایفا می‌کنند (۱۸). الگوی جمعیت میکروبی خاک نقش اصلی و اساسی در محصولات اولیه و چرخه غذایی اکوسیستم‌های جهانی و خاکی دارد (۱۷). گائو و همکاران (۱۰) پراکنش مکانی ساختار جمعیت میکروبی و فعالیت آنزیم‌های خاک متأثر از انواع کاربری اراضی را در چین و ایسلند با استفاده از زمین‌آمار بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که کاربری اراضی باعث تغییر در کربن آلی و به نوبه خود بر روی ساختار جمعیت میکروبی و آنزیمی خواهد شد. در اکوسیستم‌های زراعی و مرتعی متنوعی که در کالیفرنیا وجود دارد از شدت اختلاط خاک برای مقایسه اثرات کاربری اراضی بر روی ساختار جمعیت میکروبی استفاده می‌شود به گونه‌ای که با کاهش فعالیت‌های خاک‌ورزی و کشاورزی می‌توان انتظار افزایش زیست‌توده و فعالیت ریزجانداران را داشت (۱۲). علم زمین آمار بر پایه نظریه متغیر مکانی استوار است. این علم که شاخه‌ای از علم آمار است به وسیله مهندسین معدن برای برآورد حجم و عیار توده‌های کانساری ابداع گردیده است. روش‌های میان‌یابی مختلفی در زمین آمار وجود دارد که از مهمترین آن‌ها می‌توان به روش‌های کریجینگ معمولی، کوکریجینگ، وزن‌دهی معکوس فاصله و کریجینگ رگرسیون اشاره کرد (۳). ژانگ و همکاران (۲۴) در رابطه با کاربرد زمین‌آمار در علوم خاک تحقیقاتی انجام داده و زمین‌آمار را به عنوان یک ابزار مفید و پیشرفته در حل مسائل مربوط به علوم خاک معرفی کردند. روش

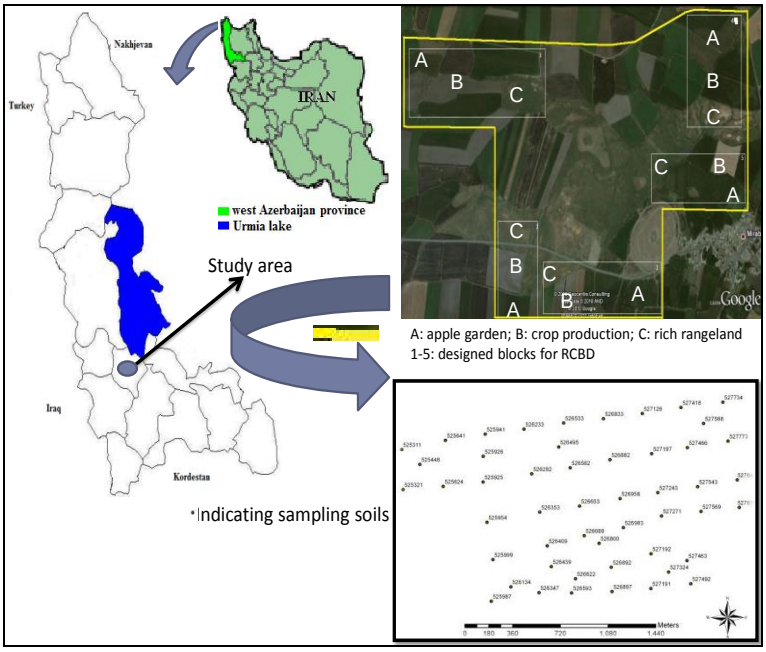
۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: sheydaa.kaboodi@yahoo.com)
۵- استادیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

DOI: 10.22067/jsw.v31i6.33721

وزن‌دهی معکوس فاصله توسط ایناکس و سولت (۷) به عنوان روش آماری چند متغیره و زمین‌آماری در بررسی خاک‌های آلوده در آلمان بکار رفته و نتایج نشان از دقت بالای کاربرد این روش در خاک‌های آلوده دارد . اشکین و قیزیلکایا (۲) از روش‌های زمین‌آماری و تخمین‌گر کریجینگ برای میان‌یابی الگوی پراکنش نیتروژن زیست‌توده در مراتع شمال ترکیه استفاده کردند.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه (میرآباد) در بخش غربی جلگه سلدوز بین شهرهای نقده و اشنویه به وسعت ۳۶۲ هکتار، واقع شده است. مواد مادری منطقه، مخروط افکنه‌های کوهپایه‌ای قدیمی مرتفع می‌باشد و از نظر رده‌بندی بر اساس نقشه رده‌بندی خاک‌های ایران در رده اینسپتی‌سول طبقه‌بندی می‌شوند. الگوی طراحی نقاط نمونه‌برداری در شکل ۱ نشان داده شده است. تعداد ۶۵ نمونه خاک سطحی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری به عنوان عمق مؤثر زراعی (۱۳) برداشته شد و جمعیت میکروبی خاک از طریق شمارش کلنی رشد کرده در محیط کشت آگار غذایی (۱)، کربن آلی خاک به روش والکلی بلک (۱۶) و کربنات کلسیم معادل خاک نیز به روش تیتراسیون (۲۲) تعیین شدند.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نمایی از شبکه نمونه‌برداری

Figure 1- Study area location and scheme of sampling grid

تغییرنما ویژگی‌های ساختاری متغیر ناحیه‌ای و چگونگی تغییرات را بررسی می‌کند. با توجه به این که محاسبه نیم تغییر نما برای همه جامعه مورد مطاله امکان پذیر نمی‌باشد، نیم تغییر نما در یک فاصله تفکیک مشخص با استفاده از رابطه ۱ تخمین زده می‌شود (۶):

$$\gamma = \frac{1}{2n(h)} \sum_{i=1}^{n(h)} \left[z(x+h) - z(x) \right]^2 \qquad (۱)$$

که در آن، γ مقدار نیم‌تغییرنما برای جفت نقاطی است که به فاصله h از هم قرار دارند، n(h) تعداد زوج نقاطی است که به فاصله h از هم قرار دارند، z(x) مقدار متغیر در نقطه‌ای به مختصات x، z(x+h) مقدار متغیر در نقطه‌ای به مختصات (x+h) می‌باشد. ضریب تبیین بالا (R^2) بالا و مجموع مربعات باقیمانده پایین (RSS) پایین معیار انتخاب بهترین مدل می‌باشد (۱۸). قدرت ساختار مکانی متغییرها با استفاده از نسبت واریانس اثر قطعه‌ای به واریانس کل ارزیابی شدند که وابستگی مکانی نامیده می‌شود و معمولاً به صورت درصد بیان می‌گردد. چنانچه این نسبت کمتر از ۲۵ درصد گردد نشان دهنده وابستگی مکانی قوی می‌باشد و اگر این نسبت بین ۲۵ و ۷۵ درصد قرار گیرد بیانگر وابستگی مکانی متوسط و چنانچه این نسبت بزرگتر از ۷۵ درصد گردد نشان دهنده وابستگی مکانی ضعیف خواهد بود (۱۹). برای ارزیابی‌ها و مقایسه‌های انجام شده بین تخمین‌گرها، ارزیابی اعتبارسنجی تقاطعی (جک‌نایف)، جهت ارزیابی دقت حاصل از میان‌یابی انجام می‌شود. از پارامتر آماری میانگین خطا اریب (MBE) و میانگین خطا مطلق (MAE) استفاده شد. مقادیر مثبت و منفی این پارامترها نشان دهنده بیش برآوردی و کم برآوردی از مقدار واقعی می‌باشد. که در حالت ایده‌آل مساوی صفر است که هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد نشان‌دهده دقت بیشتر روش می‌باشد:

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left|\left[Z^{*}(x_i) - Z(x_i)\right]\right| \quad (۲)$$

n = تعداد نقاط مشاهده‌ای، $Z^{*}(x_i)$ مقدار برآوردی بر نقطه iام، $z(x_i)$ میانگین مقادیر مشاهده‌ای می‌باشد. MBE فاقد قدر مطلق می‌باشد و مقادیر منفی را نیز شامل می‌شود ولی مقادیر MAE همواره مثبت خواهند بود. سپس پارامترهای زمین آماری را وارد محیط GIS کرده و نقشه پراکنش ویژگی‌های خاک به دست خواهد آمد.

نتایج و بحث

پارامترهای آماری توصیفی، در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که جمعیت میکروبی و کربن آلی دارای توزیع فراوانی نرمال نبودند. ضریب تغییرات معیاری از تغییرپذیری نسبی است که مقدار آن در مورد جمعیت میکروبی کمترین و در مورد کربنات کلسیم معادل بیشترین محاسبه گردید. ضریب تغییرات کم ناشی از تأثیر عوامل ذاتی و ضریب تغییرات زیاد ناشی از اثر ترکیبی عوامل مدیریتی و عوامل ذاتی در این منطقه است زیرا ویژگی‌های بیولوژیک از جمله ویژگی‌هایی بوده که شدیداً تحت تأثیر مدیریت قرار می‌گیرند (۲۱). تبدیل لگاریتمی داده‌ها علاوه بر سوق دادن توزیع داده‌ها به سمت نرمال، ضریب تغییرات را نیز کاهش می‌دهد. همچنین بریجدا و همکاران (۵) نیز نشان دادند تبدیل داده‌ها در کاهش چولگی، نزدیک شدن داده‌ها به توزیع نرمال و کاهش ضریب تغییرات مؤثر است.

جدول ۱- پارامترهای آماری توصیفی ویژگی‌های خاک منطقه مورد مطالعه

Table 1- Descriptive statistical criteria of soil properties in the study area

	میانگین Mean	حداقل Minimum	حداکثر Maximum	انحراف معیار Standard deviation	ضریب تغییرات Coefficient of variation	چولگی Skewnes	کشیدگی Kurtosis
جمعیت میکروبی Microbial community	16.6×10^{6}	57×10^{6}	2×10^{6}	9.39	53.2	1.73	3.932
کربن آلی Organic carbon	3.39	0.79	8.33	2.03	59.88	1.1	-0.17
کربنات کلسیم معادل Carbonate calcium equivalent	27.38	4.15	58.34	16.81	61.39	0.54	-1.1

تحلیل آماری

برای بررسی تأثیر کاربری اراضی بر روی شاخص‌های بیولوژیکی طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با ۵ تکرار (۵ بلوک) و سه تیمار زراعت، باغ سیب و مرتع پایه‌ریزی گردید. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس در جدول (۲) نشان می‌دهد که از لحاظ جمعیت میکروبی و کربن آلی در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<0.01$). با توجه به مقایسه میانگین‌ها (شکل ۲) بیشترین مقدار جمعیت میکروبی و کربن آلی خاک مربوط به کاربری مرتع می‌باشد. در کاربری مرتع وجود شرایط مساعد و عدم وجود عملیات خاک‌ورزی باعث افزایش جمعیت میکروبی شده است که نتایج مشابهی توسط باردگت و کوک (۴) در رابطه با همبستگی بین جمعیت میکروبی و کربن آلی و همچنین جمعیت میکروبی بالا در خاک مرتع گزارش شده است. علت کم بودن جمعیت میکروبی در باغ وجود گیاهان چند ساله (درختان) می‌باشد زیرا سالانه مقادیر اندکی ریشه و بقایای گیاهی به خاک افزوده می‌شود لذا کل کربن آلی و کربن سهل‌الوصول در این کاربری کمتر و به همان نسبت جمعیت میکروبی نیز کمتر است. همچنین ورود نهاده‌های کشاورزی نظیر سم و کود و عملیات خاک‌ورزی همگی باعث کاهش جمعیت میکروبی در زراعت می‌شود. کیفیت و کمیت مواد آلی ورودی، غالباً فاکتور مهمی بوده و ضمن افزایش زیست‌توده میکروبی، ساختار جمعیت میکروبی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۸). افزایش در میزان کربن آلی و همچنین کربن آلی به سهولت قابل تجزیه مانند لاشبرگ، باعث افزایش سرعت این فرآیند می‌شود و نتایج آزمایش نشان‌دهنده وجود کربن آلی زیاد در کاربری مرتع است که این با نتایج وان ولیت و همکاران (۲۳) مطابقت دارد. همچنین از آن‌جا که در مرتع عملیات کشاورزی و خاک‌ورزی انجام نمی‌گیرد، کربن آلی در خاک ذخیره و تعادل بیولوژیک به هم نمی‌خورد و معدنی شدن نیتروژن آلی افزایش می‌یابد. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس جدول (۲) نشان می‌دهد که از لحاظ کربنات کلسیم معادل در بین کاربری‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($p<0.05$). با توجه به مقایسه میانگین کربنات کلسیم معاد ل خاک، کاربری مرتع بیشترین و باغ کمترین میزان کربنات کلسیم معادل را دارد چون در طول دوره خشکی در کاربری‌های باغ و زراعت حداقل ۱۲-۱۰ مرتبه آبیاری انجام می‌شود که این امر باعث انتقال آهک از لایه‌های سطحی خاک شده و باعث کاهش میزان آهک در این دو کاربری می‌شود.

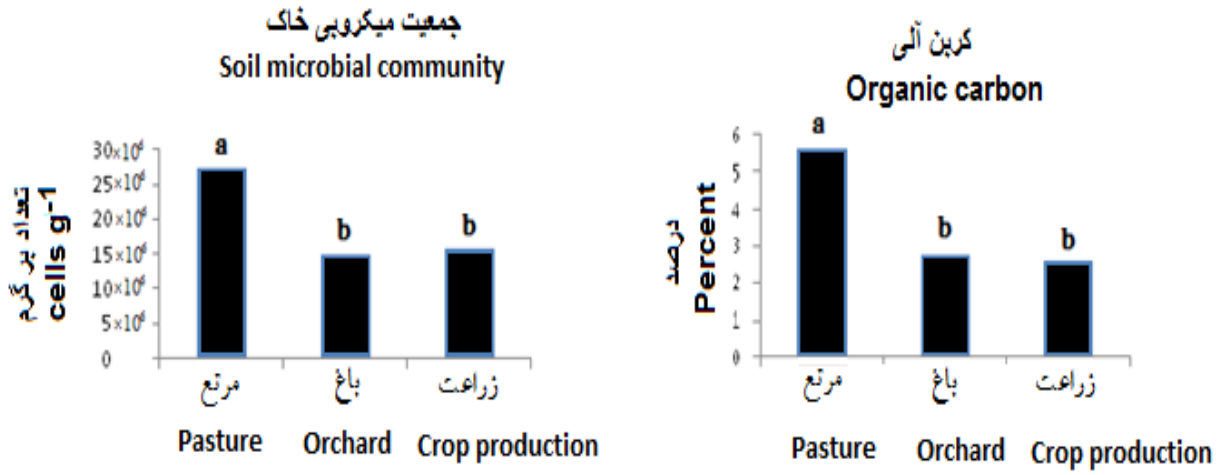
جدول ۲- تجزیه واریانس ویژگی‌های خاک منطقه مطالعه شده

Table 2- Variance analysis of soil properties in the study area

	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات (Mean of squares)		
		جمعیت میکروبی Microbial community	کربن آلی Organic carbon	کربنات کلسیم معادل Carbonate calcium equivalent
بلوک Block	4	0.021	0.028a	0.012
کاربری Land use	2	0.106b	0.168b	0.265a
خطا Error	8	0.007	0.003	0.052
ضریب تغییرات (٪) Coefficient of Variation (%)		6.67	10.18	18.24

اعداد با حروف a و b به ترتیب نشان دهنده اختلاف معنی دار ($p<0.05$) و ($p<0.01$) می‌باشد

Numbers "a" and "b" followed by the letter reveal significantly differents ($p< 0.05$) and ($p<0.01$), respectively



شکل ۲- تأثیر کاربری‌های مختلف بر میانگین مقادیر جمعیت میکروبی و کربن آلی خاک

Figure 2- Effect of different land use on mean soil microbial community and organic carbon

تحلیل‌های زمین‌آماری

پارامترهای نیم‌تغییرنما برای ویژگی‌های مطالعه شده در جدول ۳ تنظیم شده است. نتایج نشان می‌دهد که همه ویژگی‌های مطالعه شده از مدل کروی تبعیت می‌کنند (شکل ۳). دامنه تأثیر نیم‌تغییرنما از ۶۱۱۰ متر برای جمعیت میکروبی تا ۷۸۱ متر برای کربنات کلسیم معادل متغیر است. دامنه تأثیر ویژگی‌های مختلف خاک، تابعی از مقیاس مورد مطالعه و فاصله نمونه‌برداری و موقعیت سیمای اراضی می‌باشد. محاسبات نشان داد که جمعیت میکروبی از وابستگی مکانی متوسطی برخوردار است و مؤید این مطلب است که این ویژگی وابسته به فاکتور مدیریتی منطقه بوده و فاکتور ذاتی (مواد مادری و غیره) در این تغییرات تأثیری نداشته است و تحت تأثیر مقیاس مطالعه نیز می‌باشد چون ویژگی‌های بیولوژیک شدیداً تحت تأثیر مدیریت قرار می‌گیرند (۲۱). بررسی نتایج واریوگرام نشان داد که کربنات کلسیم معادل و کربن آلی نسبت به سایر پارامترها ساختار مکانی قوی‌تری داشته است. میان‌یابی زمین‌آماری برای برآورد آن‌ها نیز از دقت بیشتری برخوردار بوده است که وابسته به فاکتورهای ذاتی بوده و فاکتور مدیریتی دخالتی در این تغییرات نداشته است. مک‌گراس و ژانگ (۱۴) نیز در بررسی توزیع مکانی کربن آلی در خاک‌های مرتعی ایرلند به نتایج مشابهی دست یافتند.

جدول ۳- نیم‌تغییرنماهای بهترین مدل برازش داده شده به ویژگی‌های خاک مورد مطالعه

The best fitted model to variograms of studied soil properties

	مدل Model	اثر قطعه‌ای Nugget effect	سقف Sill	دامنه تأثیر (متر) Range of parameter/ m	نسبت اثر قطعه‌ای به سقف (٪) Ratio of nugget effect to sill/ %	ضریب همبستگی Correlation coefficient	مجموع مربعات باقی‌مانده Reduced sums of squares
جمعیت میکروبی Microbial community	کروی Spherical	71.3	142.7	6110	49.90	0.70	319
کربن آلی Organic carbon	کروی Spherical	0.016	0.074	852	22.17	0.99	1.28×10^{-6}
کربنات کلسیم معادل Carbonate calcium equivalent	کروی Spherical	8.0	340.1	781	2.35	0.99	116

جدول ٤- اعتبارسنجی روش‌های میان‌یابی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه

Table 4- Validation of interpolating methods of studied soil properties

	روش میان‌یابی Interpolating method	میانگین خطای مطلق Mean absolute error	میانگین خطای اریب Mean biased error
جمعیت میکروبی Microbial community	کریجینگ Kriging	6.8	0.21
	وزن‌دهی معکوس فاصله Inverse distance weighting	7.2	0.3
کربن آلی Organic carbon	کریجینگ Kriging	0.14	0.008
	وزن‌دهی معکوس فاصله Inverse distance weighting	0.15	0.02
کربنات کلسیم معادل Carbonate calcium equivalent	کریجینگ Kriging	8.05	0.14
	وزن‌دهی معکوس فاصله Inverse distance weighting	7.95	-0.34

جدول ٥- مساحت پهنه‌های ویژگی‌های خاک مورد مطالعه بر حسب هکتار

Table 5- Area extension of studied soil properties (ha)

	کلاس یک Class 1	کلاس دو Class 2	کلاس سه Class 3	کلاس چهار Class 4	کلاس پنج Class 5
جمعیت میکروبی Microbial community	124.4	94.3	74.61	49.25	20.02
کربن آلی Organic carbon	113.1	119.71	52.45	36.43	40.97
کربنات کلسیم معادل Carbonate calcium equivalent	87.82	94.58	72.88	50.60	56.78

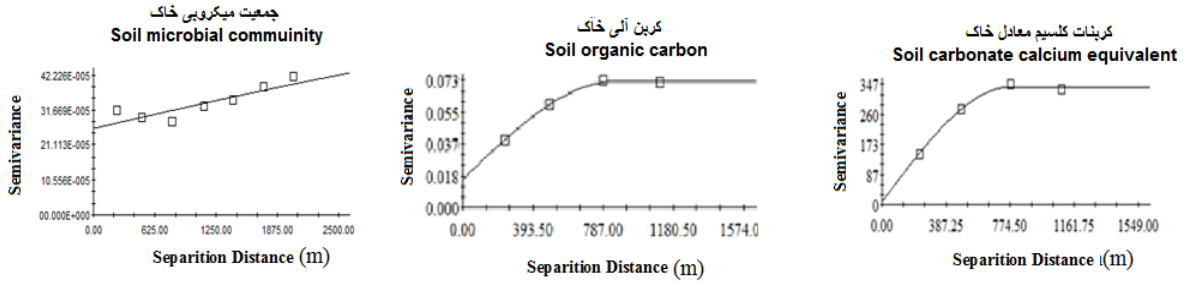
تقسیم‌بندی کلاس‌های هر خصوصیت خاک در شکل ۴ نشان داده شده است

Classification of each property is shown in Figure 4

اعتبارسنجی روش‌های میان‌یابی کریجینگ و وزن‌دهی معکوس فاصله

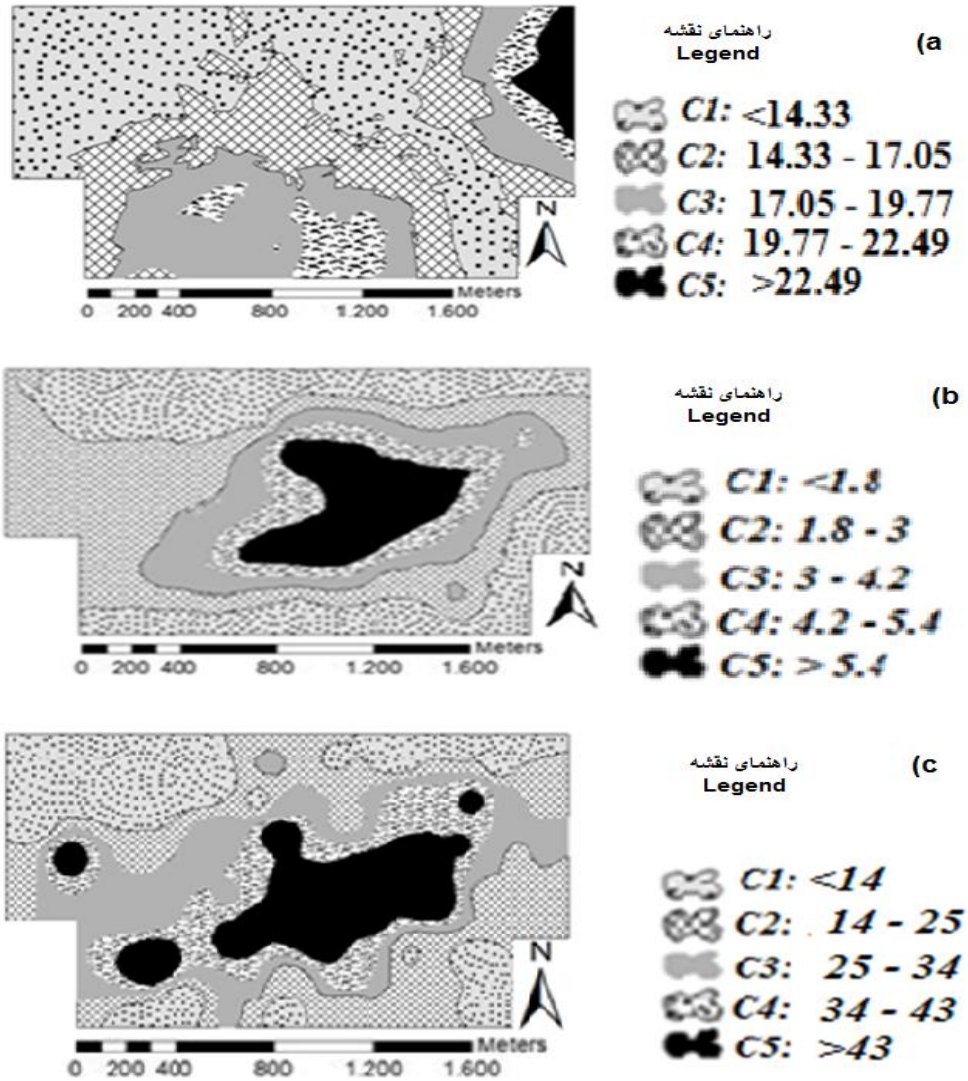
اعتبارسنجی هر دو روش میان‌یابی برای ویژگی‌های مورد مطالعه در جدول ۴ خلاصه شده است. بر اساس آماره‌های اعتبارسنجی، روش کریجینگ برای جمعیت میکروبی و کربن آلی و روش وزن‌دهی معکوس فاصله برای کربنات کلسیم معادل از دقت و اعتبار قابل قبولی برخوردار است. شهبازی و همکاران (۲۰) در تحقیقی که بر روی تأثیر کاربری‌های باغ، مرتع و زراعت بر روی ویژگی‌های بیولوژیک در میرآباد نقده انجام دادند از دو تخمین‌گر کریجینگ و وزن‌دهی معکوس فاصله استفاده کردند که برای آنزیم اوره‌آز و کربن زیست‌توده میکروبی روش کریجینگ بهتر بوده است. بعد از به دست آوردن بهترین روش میان‌یابی و پارامترهای زمین‌آماری، نقشه منطقه به دست آمد. فروغی‌فر و همکاران (۹) نیز از روش کریجینگ برای

میان‌یابی تأثیر واحدهای لندفرم بر توزیع فراوانی و تغییرات مکانی ویژگی‌های بیولوژیکی خاک در دشت تبریز استفاده کردند.



شکل ۳- مدل‌های کروی برازش داده شده به ویژگی‌های مورد مطالعه خاک

Figure 3- Spherical model variogram fitted to studied soil properties



شکل ٤- نقشه‌های زمین‌مرجع تهیه شده برای ویژگی‌های مورد مطالعه در منطقه میرآباد (پراکنش مکانی a: جمعیت میکروبی خاک؛ b: کربن آلی خاک؛ c: کربنات کلسیم معادل خاک)

Figure 4- Created georeferenced thematic maps for studied soil properties in Mirabad region (Spatial distribution of a: soil microbial community; b: soil organic carbon; c: soil carbonate calcium equivalent)

بعد از انجام تحلیل‌های زمین‌آماری و برازش بهترین مدل بر اساس ضریب همبستگی و مجموع مربعات باقیمانده و همچنین ارزیابی بهترین روش میان‌یابی براساس آماره‌های اعتبارسنجی، پارامترهای زمین‌آماری وارد محیط GIS شده و نقشه پراکنش برای ویژگی‌های خاک تهیه گردید. برای درصد کربنات کلسیم معادل خاک نقشه منطقه بر اساس روش وزن‌دهی معکوس فاصله و برای سایر ویژگی‌های براساس روش کریجینگ می‌باشد (شکل ۴). مساحت هر یک از پهنه‌های ویژگی‌های خاک مورد مطالعه بر حسب هکتار در جدول ۵ ارائه شده است.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده ارتباط مستقیم بین کربن آلی و جمعیت میکروبی خاک گزارش می‌شود به طوری‌که با افزایش میزان کربن آلی به خاک جمعیت میکروبی و متعاقباً میزان زیست‌توده میکروبی افزایش می‌یابد و این امر باعث بهبود کیفیت خاک خواهد شد. براساس آماره‌های اعتبارسنجی، بهترین روش میان‌یابی برای میان‌یابی نقاط نمونه‌برداری نشده برای جمعیت میکروبی و کربن آلی در منطقه روش کریجینگ می‌باشد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از استادان و مسئولان ارجمند دانشکده و کارشناسان آزمایشگاه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز به‌دلیل همکاری و مساعدت‌های لازم در انجام آزمایش‌ها تشکر می‌شود.

منابع

1- Aliasgharzad N. 2011. Methods in Soil Biology. University of Tabriz, Iran. (Translated to Persian).
2- Aşkın T., and Kizilkaya R. 2006. Assessing spatial variability of soil enzyme activities in pasture topsoils using geostatistics. European Journal of Soil Biology, 42: 230-237.
3- Ayoubi S., Mohammadzamzni S., and Khormali F. 2007. Prediction total nitrogen by organic matter content using some geostatistic approaches in part of farm land of Sorkhankalateh, Golestan Province. Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 14: 78-87. (in Persian with English abstract)
4- Bardgett R.D., and Cook R. 1998. Functional aspects of soil animal diversity in agricultural grasslands. Applied Soil Ecology, 10: 263-276.
5- Brejda J.J., Moorma T.B., Smith J.L., Karlen D.L., Allen D.L., and Dao T.H. 2000. Distribution and variability of surface soil properties at a regional scale. Journal of American Soil Science Society, 64: 974-982.
6- Burgess T.M., and Webster R. 1980. Optimal interpolation and is arithmic mapping of soil properties: I. The variogram and punctual kriging. Journal of Soil Science, 31: 315-331.
7- Einax J.W., and Soldt U. 1999. Geostatistical and multivariate statistical methods for the assessment of polluted soils-merits and limitations. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 46: 79-91.
8- Fliebbach A., and Mader P. 2000. Microbial biomass and size-density fractions differ between soils of organic and conventional agricultural systems. Soil Biology and Biochemistry, 32: 757–768.
9- Froughifar H., Jafarzadeh A.A., Torabi Gelsefidi H., and Aliasgharzad N. 2012. Effect of different landforms on spatial variability and frequency distribution of soil biological properties in Tabriz Plain. Water and Soil Science-University of Tabriz, 4: 35-52. (in Persian with English abstract)
10- Gao Y., Mao L., Miao C.Y., Zhou P., Cao J.J., Zhi Y.E., and Shi W.J. 2010. Spatial characteristics of soil enzyme activities and microbial community structure under different land uses in Chongming Island, China: Geostatistical modelling and PCR-RAPD method. Science of the Total Environment, 408: 3251–3260.
11- 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, 55: 69-78.
12- Johnson N.C., Zak D.R., Tilman D., and Pfleger F.L. 1991. Dynamics of vesicular–arbuscular mycorrhizae during old field succession. Oecologia, 86: 349–358.
13- Mahmoodi S., and Hakimian M. 1998. Fundamentals of Soil Science. Tehran University Publication. (Translated to Persian)
14- McGrath D., and Zhang C. 2003. Spatial distribution of soil organic carbon concentrations in grassland of Ireland. Applied Geochemistry, 18: 1629-1639.
15- McKenzie N.J., Grundy M.J., Webster R., and Ringrose -Voase A.J. 2008. Guidelines for Surveying Soil and Land Resources. CSIRO Publishing, Australia, 576.
16- Nelson D.W., and Sommers L.E. 1982. Total carbon and organic matter. In: Page, A. L et al. (Eds.), Methods of

Soil Analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Methods. Agronomy Monographs ASA and SSSA, Madison, USA. 539-580.
17- Paul E.A., and Clark F.E. 1996. Soil Microbiology and Biochemistry, Academic Press, San Diego, CA. 340.
18- Plante A.F. 2007. Soil biogeochemical cycling of inorganic nutrients and metals. In: E.A. Paul (ed.) Soil Microbioloy, Ecology and Biochemistry. Academic Press, Oxford. 389-432.
19- Quine T.A., and Zhang Y. 2002. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon, U.K. Journal of Soil and Water Conservation, 57: 50-60.
20- Shahbzi F., Aliasgharzad N., Ebrahimzad S. A., and Najafi N. 2013 Geostatistical analysis for predicting soil biological maps under different scenarios of land use. European Journal of Soil Biology, 55: 20-27.
21- Sheklabadi M., Khademi H., Karimian Eghbal M., and Nourbakhsh F. 2007. Effect of climate and long term interdiction on some soil biological quality indices in central Zagros. Journal of Water and Soil Science-Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 11(41): 103-115. (in Persian)
22- Soil Conservation Service. 1992. Soil Survey Laboratory Methods and Procedures for Collecting Soil Sample. USDA-SCS. Soil Survey. Invest. Ret. No. 2. U. S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
23- Van Vliet P.C.J., Van der Stelt B., Rietberg P.I., and de Goede R.G.M. 2007. Effects of organic matter content on earthworms and nitrogen mineralization in grassland soils. European Journal of Soil Biology, 43: S222-S229.
24- Zhang R., Shouse P.J., Yates S.R., and Kravchenko A. 1997. Application of Geostatistics in Soil Science. Trends in Soil Science, 2: 95-104.

Journal of Water and Soil
Vol. 31, No. 6, Jan.-Feb. 2018, p. 1602-1610

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۱، شماره ۶، بهمن – اسفند ۱۳۹۶، ص. ۱۶۱۰-۱۶۰۲

Effect of Land Uses on Soil Microbial Community and Spatial Variability in Mirabad Lands, Naghadeh

Sh. Kaboudi[1]- F. Shahbazi[2]*- N. Aliasgharzad[3]- N. Najafi[4]- N. Davatgar[5]

Received: 12-05-2014
Accepted: 31-10-2017

Introduction: Understanding soil biology and ecology is increasingly important for renewing and sustainability of ecosystems. In all ecosystems, soil microbes play an important role in organic matter turnover, nutrient cycling and availability of nutrients for plants. Different scenarios of land use may affect soil biological properties. Advanced information technologies in modern software tools such as spatial geostatistics and geographical information system (GIS) enable the integration of large and complex databases, models, tools and techniques, and are proposed to improve the process of soil quality and sustainability. Spatial distribution of chemical and biological properties under three scenarios of land use was assessed.

Materials and Methods: This study was carried out in Mirabad area located in the western part of Souldoz plain surrounded by Urmieh, Miandoab, Piranshahr and Naghadeh cities in the west Azerbaijan province with latitude and longitude of 36˚59′N and 45˚18′E, respectively. The altitude varies from 1310 to 1345 with average of 1325 m above sea level. The monthly average temperature ranges from -1.4 ˚C in January to 24.6 °C in July and monthly precipitation ranges from 0.9 mm in July to 106.6 mm in March. Apple orchard, crop production field and rich pasture are three selected scenarios in this research work. Soil samples were systematically collected at 65 sampling points (0-30 cm) on mid July 2010. Soil chemical and biological properties i.e. microbial community, organic carbon and calcium carbonate equivalent were determined. The ArcGIS Geostatistical Analyst tool was applied for assessing and mapping the spatial variability of measured properties. The experimental design was randomized complete blocks design (RCBD) with five replications. Two widely applied methods i.e. Kriging and Inverse Distance Weighed (IDW) were employed for interpolation. According to the ratio of nugget variance to sill of the best variogram model three following spatial dependence conditions for the soil properties can be considered: (I) if this ratio is less than 25%, then the variable has strong spatial dependence; (II) if the ratio is between 25% and 75%, the variable has moderate spatial dependence; and (III) otherwise, the variable has weak spatial dependence. Data were also integrated with GIS for creating digital soil biological maps after testing analysis and interpolating the mentioned properties.

Results and Discussion: Spherical model was the best isotropic model fitted to variograms of all examined properties. The value of statistics (R^2 and reduced sum of squares (RSS)) revealed that IDW method estimated calcium carbonate equivalent more reliably while organic carbon and microbial community was estimated more accurately by Kriging method. The minimum effective range (6110 m) was found for microbial community which had the strong spatial dependence [(C_o/C_o+C) <25]. The highest amount of estimated microbial community was scattered in the north-east of study area. On contrary, organic carbon and calcium carbonate equivalent was mainly mapped in the center of study area mostly with land use of rich pasture. Land use change from pasture to crop production and apple orchard increases soil aeration and also decreases organic matter content. Therefore, it may be involved in climate change challenge. As soil management in particular at harvest stage influences other soil biological properties especially enzyme activities, assessing enzymes activity under different scenarios of land use is hence recommended.

Conclusion: The geostatistical results showed that the management practices may have relevantly effects on microbial community, but the statistical analysis revealed significant differences between pasture and two other land uses. The created maps were classified to five subdivisions, while for better explanation of land use effects on soil biological indices and their spatial variability, the digital maps must be classified to many subdivisions.

Keywords: Kriging, Soil microbial community, Spatial variability, Zoning

1, 2, 3 and 4- Graduated M.Sc. Student, Associate Professor, Professor and Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Respectively
(*- Corresponding Author Email: sheydaa.kaboodi@yahoo.com)
5- Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)