دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

تعیین تغییرات مکانی خصوصیات خاک تحت اثر شدت بهره‌برداری (مطالعه موردی: حوزه آبخیز بلده نور)

رضا تمرتاش[۱]، محمدرضا طاطیان[۲] و منصوره کارگر[۳]

۱- استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، (نویسنده مسوول: reza_tamartash@yahoo.com)
۲ و ۳- استادیار و دانشجوی دکتری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۱/۲۹

چکیده

استفاده نامناسب از اراضی با ایجاد تغییرات مکانی خصوصیات خاک و پوشش گیاهی همراه می‌باشد. در این راستا، استفاده از روش زمین آمار با توجه به مدلسازی عوامل، موجب ارزیابی بهتر پارامترهای موثر می‌گردد. لذا تحقیق حاضر به بررسی اثرپذیری عوامل خاکی از شدت بهره برداری، به عنوان ابزاری جهت مدیریت بهینه اراضی در حوزه آبخیز بلده در ارتفاعات البرز مرکزی پرداخته است. پس از بازدیدهای میدانی منطقه مورد مطالعه، مناطق با شدت‌های بهره‌برداری مختلف شامل بحرانی، کلید و مرجع بر اساس نزدیکی به منابع آب و مسیرهای تردد انتخاب شدند. پس از تعیین تیپ‌های گیاهی در هر منطقه، نمونه‌برداری به صورت سیستماتیک و با توجه به نصب ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری در هر منطقه صورت گرفت. محل تقاطع ترانسکت‌ها به عنوان نقاط نمونه‌برداری (۲۵ نقطه) تعیین و نمونه‌های خاک از لایه سطحی (عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر) برداشت گردید. سپس فاکتورهای کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، اسیدیته و هدایت الکتریکی در آزمایشگاه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بررسی تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک در مناطق سه گانه با آنالیز زمین آمار و در محیط نرم‌افزار (Gamma Design Software) GS^+ نسخه ۵ انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش شدت بهره‌برداری در مناطق بحرانی، کربن آلی و نیتروژن خاک کاهش یافته و اسیدیته افزایش یافته است. همچنین آنالیز زمین آمار نشان داد که در منطقه بحرانی به دلیل تأثیر مخرب بهره‌برداری، تغییر مکانی پارامترهای خاکی بیشتر و وابستگی مکانی آنها ضعیف‌تر بوده است.

واژه‌های کلیدی: الگوی مکانی، خصوصیات خاک، زمین آمار، حوزه آبخیز بلده

مقدمه

در حال حاضر حوزه‌های آبخیز کشور، بر اثر بهره‌برداری از پوشش گیاهی، سیر قهقرایی دارد و میزان بهره‌برداری از آنها بیش از پتانسیل موجود می‌باشد. ولی چنانچه این مناطق در مدار مدیریت علمی و صحیح قرار گیرند می‌تواند تا چند برابر ظرفیت فعلی را تضمین نماید (۱۴). با توجه به این نکته که خاک ثبات بیشتری از

پوشش گیاهی دارد می‌توان امیدوار بود که در مراحل اولیه تخریب از روند آن جلوگیری گرفته شود و به‌راحتی بتوان به احیای پوشش گیاهی با صرف کمترین هزینه و زمان، اقدام نمود (۱۷). انسان و پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های طبیعی همواره در کنش متقابل با یکدیگرند و تا زمانی که برداشت پوشش گیاهی متناسب با ظرفیت تولیدی باشد به منابع با ارزش آن هم‌چون آب، خاک و گیاه خساراتی وارد نمی‌شود. بنابراین، اعمال مدیریت صحیح و اتخاذ روش‌های مناسب احیاء اکوسیستم‌های طبیعی به منظور افزایش سطح تولید، مستلزم داشتن اطلاعات کافی در خصوص آنها می‌باشد.

خاک به عنوان جزء تعیین‌کننده اکوسیستم‌های طبیعی، هم دارای تغییرپذیری ذاتی است که نتیجه بر هم‌کنش عوامل تشکیل‌دهنده است و هم دارای تغییرپذیری غیرذاتی که حاصل مدیریت غلط، استفاده نامناسب از اراضی و فرسایش است (۲۶). لذا شناخت تغییرات مکانی خصوصیات خاک و چگونگی تأثیر آن بر پوشش گیاهی، بسیار حائز اهمیت است. در این راستا، استفاده از روش آمار مکانی یا زمین آمار و مدلسازی عوامل موثر در ایجاد تغییرات مکانی منجر به ارزیابی بهتر و در نتیجه دقت بیشتر در تعیین پارامترهای مورد نظر می‌گردد. از جهت دیگر، شناخت و توصیف کمّی یک پدیده محیطی و سپس پیش‌بینی رفتار آن در مکان‌هایی که فاقد مشاهده و نمونه هستند، نیازمند در اختیار داشتن یک الگو و مدل از آن پدیده است که این امر با استفاده از زمین آمار امکان‌پذیر می‌گردد. در واقع، یکی از اهداف اصلی زمین آمار ارائه مدلی مناسب جهت توصیف تغییرات مکانی یک متغیر مکانی با در نظر گرفتن دو مولفه ساختاری و تصادفی می‌باشد (۱۲).

بهره‌برداری، با فعالیت انسان، حیوانات و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مرتبط است و نقش آن بر تغییرات خاک در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (۲۵،۱۹،۱۵،۳). محمدی و رئیسی (۱۸) نشان دادند که تغییرات مکانی ویژگی‌های شیمیایی خاک نظیر مواد آلی، ازت و پتاسیم قابل دسترس، به بهره‌برداری و سابقه مدیریت اعمال شده در اکوسیستم وابسته است. ژانگ و مک‌گرس (۳۰) تغییرپذیری زمانی و مکانی ماده آلی را در گراسلندهای ایرلند مورد مطالعه قرار داده، عوامل انسانی شامل تغییر کاربری اراضی و فرسایش خاک ناشی از آن را به عنوان عوامل موثر بر تغییرات مکانی ماده آلی معرفی نمودند. یانگ و همکاران (۲۹) الگوی مکانی تغییرات خاک را تحت تأثیر بهره‌برداری و احیاء پوشش گیاهی در یک گراسلند بررسی و نشان دادند که استفاده نامناسب و مستمر موجب کاهش وابستگی مکانی کربن آلی و نیتروژن خاک می‌گردد. ژائو و همکاران (۳۱) در بررسی تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک متأثر از شدت‌های بهره‌برداری مختلف در مغولستان به این نتیجه دست یافتند که برداشت شدید می‌تواند منجر به فشردگی خاک، از دست

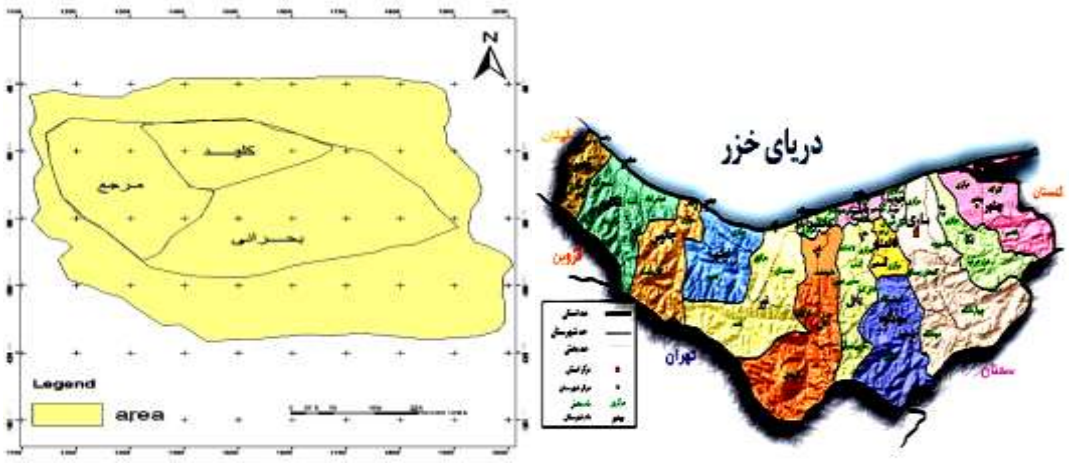
رفتن آب و مواد غذایی خاک و همچنین کاهش آب قابل دسترس برای گیاهان و حاصلخیزی گردد. امروزه زمین آمار به عنوان یک روش مهم آماری به طرح وابستگی مکانی خصوصیات خاک و تغییرات پوشش گیاهی می‌پردازد، به همین دلیل در مطالعات مختلف اکولوژی کمّی مورد توجه و استفاده محققان قرار گرفته است (۳۲،۲۸،۱۱،۱۰،۱).

بخش مهمی از برنامه‌های مدیریتی در ارتباط با پوشش گیاهی حوزه‌های آبخیز منوط به دانستن روابط میان خاک و پوشش گیاهی و آگاهی نسبت به تغییرپذیری مکانی خاک در طی تغییرات پوشش گیاهی است. لذا در این تحقیق به بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک تحت تأثیر شدت‌های بهره‌برداری با استفاده از روش آمار مکانی در حوزه آبخیز بلده استان مازندران پرداخته شد تا بر اساس آن بتوان به تأثیر مدیریت بهره‌برداری از پوشش گیاهی، بر خصوصیات خاک پی برده و در مدیریت بهینه حوزه‌های آبخیز از آن استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

الف- منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز بلده با مساحت ۳۰۹۵۶ هکتار در ۸۵ کیلومتری جنوب شهر نور قرار گرفته و از لحاظ پوشش گیاهی و اقلیم جز مناطق ییلاقی استان مازندران محسوب می‌گردد (شکل ۱). منطقه مورد مطالعه در ارتفاع ۱۵۵۰ تا ۱۷۰۰ متر واقع شده است. از نظر آب و هوایی دارای زمستان سرد و خشک و تابستان کوتاه و بارندگی سالانه ۳۰۰ تا ۴۰۰ میلیمتر می‌باشد. خاک منطقه، سیلتی لومی بوده و اسیدیته آن بین ۶ تا ۷ می‌باشد. پوشش گیاهی غالب منطقه، شامل گرامینه‌های دائمی همراه با پهن‌برگان علفی و در مناطق مرتفع و سنگلاخی، گیاهان بالشتکی می‌باشد (۴).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان مازندران

ب- روش نمونه‌برداری

جهت بررسی فاکتورهای پوشش گیاهی و خاک، پس از بازدیدهای میدانی از حوزه آبخیز بلده، مناطق با شدت‌های بهره‌برداری مختلف شامل بحرانی، کلید و مرجع انتخاب شدند. انتخاب منطقه بحرانی و کلید با توجه به میزان دسترسی انسان و دام صورت گرفته و بر اساس نزدیکی به منابع آب و مسیرهای تردد، مناطق بحرانی تعیین گردید. جهت اطمینان از صحت انتخاب، تراکم پوشش گیاهی و وضعیت خاک از نظر فرسایش نیز موردنظر بوده است. سایر بخش‌ها که در فاصله متوسطی از منابع فوق قرار داشتند به عنوان منطقه کلید در نظر گرفته شد. یک ناحیه قرق موجود در منطقه نیز به عنوان منطقه مرجع تعیین گردید. این مناطق از نظر خصوصیات فیزیوگرافی (شیب، جهت و ارتفاع)، جنس زمین و شرایط آب و هوایی دارای وضعیت یکسان بوده ولی در فاکتور بهره‌برداری باهم اختلاف داشتند. تیپ گیاهی این مناطق علفزار- بوته‌زار بوده که در منطقه مرجع از گونه غالب یونجه خاردار (*Medicago polymorpha*) و گون زرد (*Astragalus microcephalus*)، در منطقه کلید، از چمن پیازکدار (*Poa bulbosa*) و سنبله بادکنکی (*Stachys inflata*) و در منطقه بحرانی از درمنه کوهی (*Artemisia aucheri*) تشکیل یافته‌اند. پس از تعیین تیپ‌های گیاهی در هر منطقه، نمونه‌برداری به صورت سیستماتیک و با توجه به نصب ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری به فاصله‌ی ۳۰۰ متر در دو جهت شمالی و جنوبی هر منطقه صورت گرفت. محل تقاطع ترانسکت‌ها به‌عنوان نقاط نمونه‌برداری (۲۵ نقطه) تعیین گردیده و نمونه‌های خاک از لایه سطحی (عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر) برداشت گردید. سپس نمونه‌های خاک جهت تعیین فاکتورهای کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، اسیدیته و هدایت الکتریکی به آزمایشگاه منتقل گردید (۹).

ج - تجزیه و تحلیل مکانی داده‌ها

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به ویژگی‌های خاک در سه منطقه کلید، مرجع و بحرانی، پارامترهای آماری شامل میانگین، انحراف معیار، ماکزیمم، مینیمم، چولگی و کشیدگی برای متغیرهای اندازه‌گیری شده در مناطق سه‌گانه تعیین شد. همچنین از ضریب تغییرات به‌عنوان ضریبی برای ارزیابی تغییرپذیری کلی استفاده شد. به منظور بررسی تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک در مناطق سه گانه با استفاده از آنالیز زمین آمار، از نرم‌افزار GS^+ نسخه ۵ (*Gamma Design Software, MI, USA*) استفاده شد.

به این منظور، ابتدا نرمال‌سازی داده‌ها صورت گرفت، زیرا داده‌هایی با توزیع غیرنرمال، اثراتی را به دنبال دارند که ممکن است منجر به نوسان زیاد در واریوگرام‌ها شود و سبب کاهش قابلیت اعتماد به نتایج تحلیلی گردد. توزیع نرمال بودن داده‌ها بر اساس چولگی آنها تخمین زده شد که داده‌های با چولگی بین ۱- تا ۱ به‌عنوان داده‌های دارای توزیع نرمال در نظر گرفته شدند (۲۷). همچنین جهت آنالیز

همسانگردی هر متغیر، با استفاده از رسم تغییرنماها در جهات مختلف، همسانگردی و ناهمسانگردی آن کنترل شد. برای مقایسه دو کمیت در دو نقطه به مختصات مختلف، بررسی اختلاف آنها، طبیعی‌ترین روش مقایسه است. بر این اساس برای تمام موقعیت‌ها می‌توان، توان دوم این اختلاف را تحت عنوان نیمه واریانس به صورت فرمول زیر محاسبه کرد:

$$\hat{y}(h) = 1\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}(Z(x_i) - Z(x_i + h))^2$$

که $y(h)$ نیمه واریانس برای فاصله h، $N(h)$ تعداد زوج نقاط مجزا شده با فاصله گام h، $Z(x_i)$ و $Z(x_i+h)$، مقادیر متغیر اندازه‌گیری شده Z به ترتیب در موقعیت‌های مکانی I و $i+h$ هستند.

در مرحله بعد برای درون‌یابی مکانی و تهیه نقشه مکانی ویژگی‌های خاک از روش کریجینگ استفاده شد. کریجینگ رایج‌ترین روش تخمین زمین آماری است که بدلیل حداقل کردن واریانس خطا با برآورد ناأریب کاربرد زیادی دارد (۲۱).

$$\hat{Z}(x) = \sum_{i=1}^{n} a_i \times Z(x_i)$$

که در آن λ_i وزن متغیر در نقاط اندازه‌گیری شده و $Z(x_i)$ وزن متغیر در نقاط اندازه‌گیری نشده است. در نهایت به کمک روش اعتبارسنجی Cross-validation ارزیابی صحت درونیابی صورت گرفت.

نتایج و بحث

توصیف آماری ویژگی‌های خاک در سه منطقه با بهره‌برداری‌های مختلف در جدول ۱، نشان می‌دهد که از میان ویژگی‌های خاک در منطقه مرجع، درصد پتاسیم با ۱۴۳/۲ درصد و نیتروژن خاک با ۱۰۰ درصد دارای بیشترین ضریب تغییرات بوده و کمترین ضریب تغییرات مربوط به اسیدیته به میزان ۴/۱۸ درصد می‌باشد. در منطقه کلید نیز پتاسیم با ۵۴۵/۷ و هدایت الکتریکی و نیتروژن با ۱۰۰ درصد دارای بیشترین ضریب تغییرات بوده‌اند. کمترین ضریب تغییرات به فسفر خاک به میزان ۲/۳۳ درصد اختصاص داشته است. همچنین در منطقه بحرانی کمترین و بیشترین ضریب تغییرات به ترتیب به اسیدیته خاک و درصد رس به میزان ۱/۳۰ و ۱۰۰ درصد مربوط می باشد (جدول ۱).

جدول ۱- آمار توصیفی ویژگی‌های خاک در سه منطقه کلید، مرجع، بحرانی حوزه آبخیز بلده نور

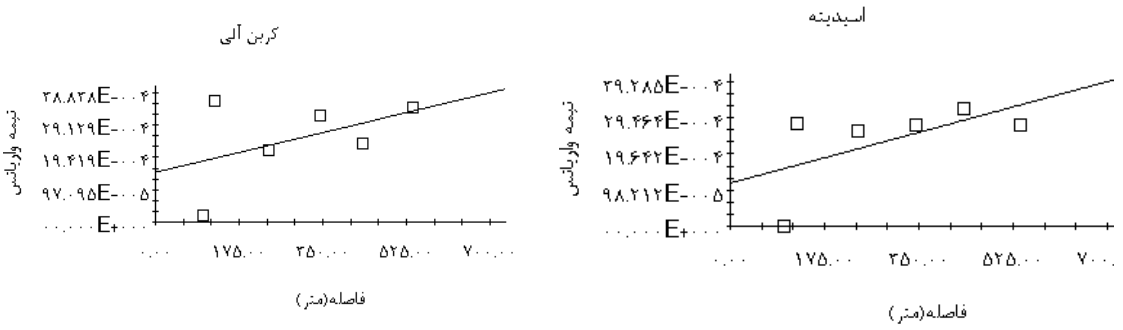
خصوصیات خاک	منطقه	مینیمم	ماکزیمم	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	چولگی	کشیدگی
کربن آلی (درصد)	مرجع	۱/۰۳	۱/۲۰	۱/۱۱	۰/۰۰۱	۹/۰۰۹	۰/۰۹	-۰/۴۱
	کلید	۰/۴۲	۰/۵۹	۰/۵۲	۰/۰۵	۹/۶۱	-/۴۰	-۱/۲۱
	بحرانی	۰/۲۱	۰/۴۱	۰/۳۱	۰/۰۵	۱۶/۱۲	-۰/۰۶	-۱/۱۰
نیتروژن (درصد)	مرجع	۰/۰۲	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۰۳	۱۰۰	۲/۹۳	۲۴/۷۹
	کلید	۰/۰۳	۰/۳۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۱۰۰	-۱/۱	۳/۴۲
	بحرانی	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۱۰۰	۰/۵۲	-۱/۷۳
فسفر (درصد)	مرجع	۲۳	۳۱	۲۶/۳۵	۲/۰۹	۷/۹۳	-۰/۰۳	-۰/۶۵
	کلید	۳۱	۳۸	۸۲/۲۳	۱/۹۲	۲/۳۳	۰/۱۴	-۰/۸۸
	بحرانی	۳۱	۳۹	۳۴/۱۲	۲/۰۷	۶/۰۶	۰/۳۵	-۰/۷۴
پتاسیم (درصد)	مرجع	۱/۴۸	۱۸/۸۶	۲/۶۱	۳/۷۴	۱۴۳/۲	۴/۱۲	۱۵/۰۲
	کلید	۰/۲۷	۴۳	۱/۴۸	۶/۷۳	۵۴۵/۷	-۰/۰۸	۳/۰۱
	بحرانی	-۱/۶۶	۰/۶۸	۰/۵۰	۰/۳۸	۷۶	-۴/۷۷	۲۳/۵۲
هدایت الکتریکی (میلی زیمنس بر سانتی‌متر)	مرجع	۰/۰۶	۰/۹۰	۰/۷۳	۰/۳۳	۴۵/۲۰	-۱/۴۲	۰/۱۴
	کلید	۰/۰۶	۰/۷۹	۰/۳۴	۰/۳۴	۱۰۰	۰/۷۹	-۱/۳۲
	بحرانی	۰/۰۶	۰/۹۹	۰/۴۴	۰/۴۱	۹۳/۱۸	۰/۲۴	-۱/۸۹
اسیدیته	مرجع	۷/۲۵	۷/۴۳	۷/۳۴	۰/۰۴	۵/۴۴	-۰/۰۴	-۰/۸۰
	کلید	۵/۵۳	۷/۵۳	۷/۴۶	۰/۳۱	۴/۱۵	-۲/۰۱	۳/۴۸
	بحرانی	۷/۵۹	۷/۶۹	۷/۶۴	۰/۰۰	۱/۳۰	۰/۰۸	-۰/۷۲
نسبت کربن به نیتروژن	مرجع	۴۳/۴۳	۵۱/۶۵	۴۸/۹۶	۲/۰۵	۴/۱۸	-۱	۰/۵۹
	کلید	۱۲	۱۹	۱۶/۷۰	۱/۸۵	۱۱/۰۷	-۱/۰۱	۰/۴۷
	بحرانی	۴۱	۵۳	۴۵/۰۲	۲/۹۲	۶/۴۸	۰/۵۲	-۰/۳۴

به کارگیری مدل‌های معرفی شده جهت تعیین بهترین مدل برای ویژگی‌های خاک نشان داد که مدل مناسب برای همه ویژگی‌های خاک در سه منطقه، از نوع همسانگرد یا مستقل از جهت بوده است. این مورد با توجه به داشتن مجموع مربعات باقیمانده کمتر و ساختار بهتر، از بین تمامی مدل‌های برازش شده به هر ویژگی خاک انتخاب شده است. در منطقه مرجع، از میان ویژگی‌های خاک، کربن آلی و هدایت الکتریکی از مدل نمایی تبعیت نمودند. همچنین این خصوصیات خاک دارای وابستگی مکانی متوسط بودند. فسفر، پتاسیم و اسیدیته نیز از مدل کروی تبعیت نموده و دارای وابستگی مکانی متوسط بودند. در منطقه کلید فقط اسیدیته و کربن آلی خاک از مدل خطی که از مدل‌های بدون سقف می‌باشد، تبعیت نمودند. وابستگی مکانی این خصوصیات نیز متوسط بوده است. در منطقه بحرانی، اسیدیته و نسبت کربن به نیتروژن دارای مدل کروی بوده و به ترتیب دارای وابستگی مکانی متوسط و ضعیف می‌باشند (جدول ۲). واریوگرام‌های مربوط به این خصوصیات خاک در مناطق سه گانه در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ آمده است.

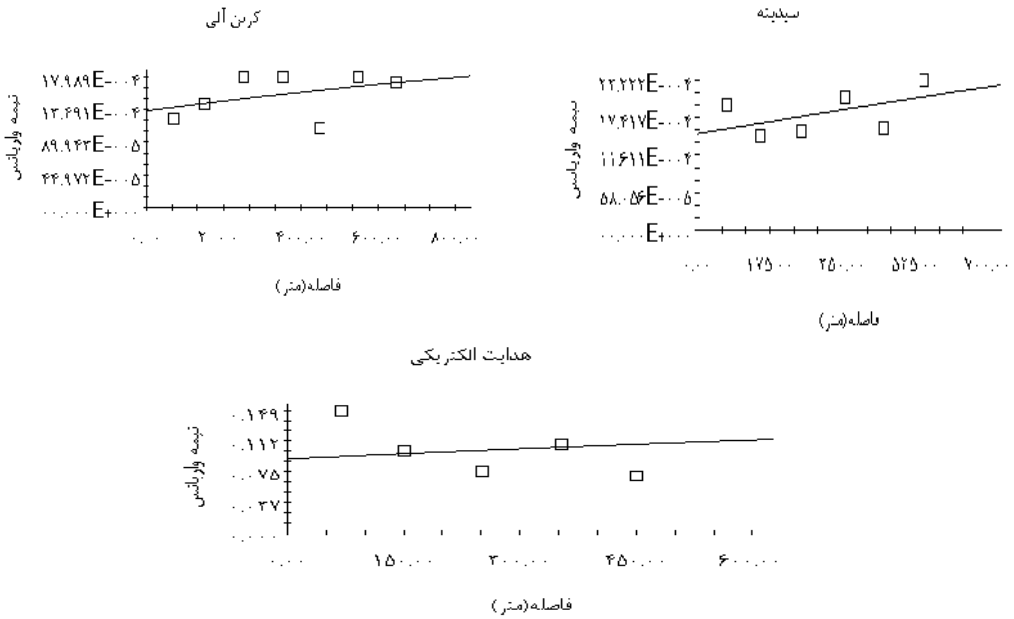
جدول ۲- پارامترهای انواع مدل‌های اعمال شده به تغییرنما در خاک سه منطقه کلید، مرجع و بحرانی حوزه آبخیز بلده نور

خصوصیات خاک	منطقه	مدل واریوگرام	C0	C0+C	C/C0+C	A0 (m)	کلاس وابستگی مکانی	R^2	RSS
	مرجع	نمایی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۷۸	۱۸۷۸	متوسط	۰/۱۵	۰/۴۶۵
کربن آلی	کلید	خطی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۵	۱۳۹۰	متوسط	۰/۲۲	۰/۱۴
	بحرانی	گوسی	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۴۱	۱۸۱۹	ضعیف	۰/۶۴	۰/۸۱
	مرجع	خطی	۰/۴۳	۰/۴۳	۰/۶۰	۳۴۷	متوسط	۰/۲۷	۰/۰۳
نیتروژن	کلید	کروی	۰/۰۰	۰/۰۰	۱	۲۵۸	قوی	۰/۳۲	۰/۵۲
	بحرانی	گوسی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۶	۲۱۱۰	متوسط	۰/۱۸	۰/۱۶
	مرجع	کروی	۳/۸۱	۷/۶۲	۰/۵۰	۲۱۱۰	متوسط	۰/۰۲	۵/۵۷
فسفر	کلید	کروی	۰/۰۱	۳/۷۷	۰/۹۹	۳۰۹	فوی	۰/۵۹	۵/۴۹
	بحرانی	نمایی	۰/۸۵	۷/۷۰	۰/۸۹	۹۰۹	قوی	۰/۹۸	۰/۲۱
	مرجع	کروی	۰/۰۴	۰/۶۰	۰/۵۲	۱۳۱۰	متوسط	۰/۵۲	۰/۰۳
پتاسیم	کلید	کروی	۰/۱	۳۷/۸۱	۰/۹۹	۲۱۰	قوی	۰/۱۲	۰/۳۲
	بحرانی	کروی	۰/۱۴	۰/۲۸	۰/۵۰	۱۱۴۲	متوسط	۰/۷۶	۰/۰۰۹
	مرجع	نمایی	۰/۰۹	۰/۱۸	۰/۵۰	۲۱۱۰	متوسط	۰/۵۵	۰/۵۲
هدایت الکتریکی	کلید	کروی	۰/۰۰	۰/۱۵	۰/۹۹	۴۲۷	قوی	۰/۸۴	۳/۹۴
	بحرانی	خطی	۰/۰۱	۰/۱۶	۰/۳۳	۶۳۸	ضعیف	۰/۱۹	۰/۱۰
	مرجع	کروی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۵۵	۲۱۱۰	متوسط	۰/۲۰	۰/۴۸۷
اسیدیته	کلید	خطی	۱/۱۷	۳/۲۹	۰/۶۴	۵۳۸	متوسط	۰/۳۴	۱/۴۸
	بحرانی	کروی	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۶۳	۱۴۷۴	متوسط	۰/۴۸	۰/۶۶
نسبت کربن به نیتروژن	مرجع	خطی	۰/۵۵	۰/۳۹	۰/۹۰	۷۴۶	قوی	۰/۳۸	۱۵/۹
	کلید	نمایی	۰/۰۱	۳/۶۴	۰/۹۹	۲۲۸	قوی	۰/۳۹	۱/۳۹
	بحرانی	کروی	۰/۰۱	۹/۶۱	۰/۲۷	۲۷۷	ضعیف	۰/۹۸	۰/۲۷

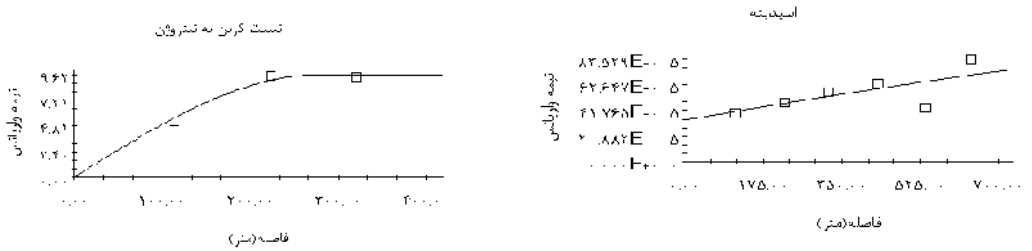
C0: اثر قطعه، C0+C: اثر آستانه (سقف)، A0: دامنه تأثیر، R^2: ضریب همبستگی، RSS: مجموع مربعات باقیمانده.



شکل ۲- مدل‌های واریوگرام برخی ازخصوصیات خاک در منطقه کلید



شکل ۳- مدل‌های واریوگرام برخی ازخصوصیات خاک در منطقه مرجع

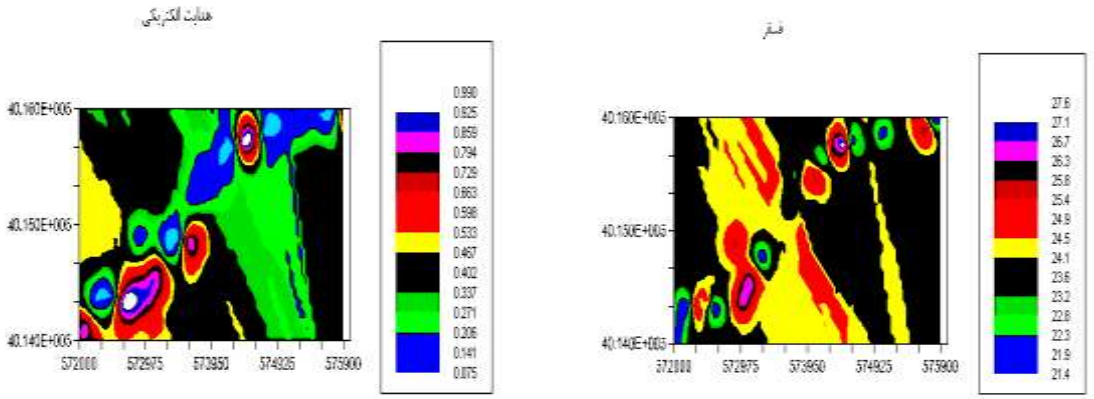


شکل ۴- مدل‌های واریوگرام برخی از خصوصیات خاک در منطقه بحرانی

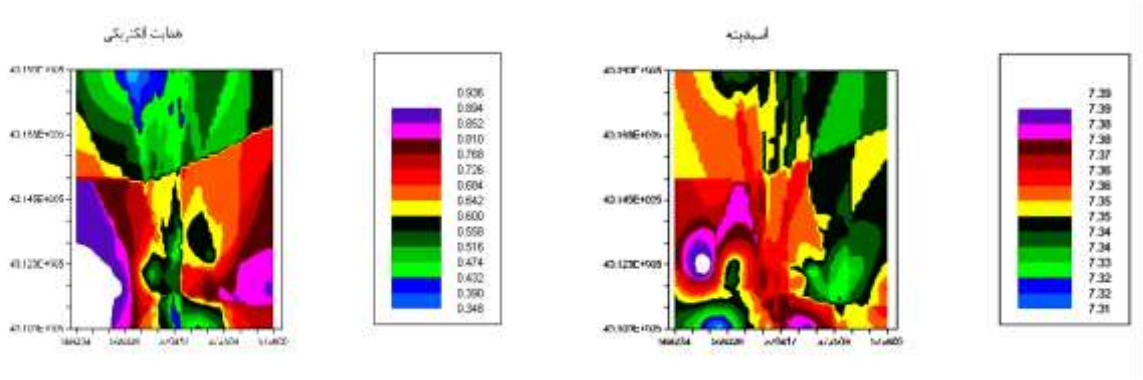
نتایج اعتبارسنجی (جدول ۳) نشان می‌دهد که از میان ویژگی‌های خاک، مدل اعمال شده برای فسفر و اسیدیته در منطقه بحرانی و مدل هدایت الکتریکی در منطقه مرجع و کلید برای درون‌یابی از صحت بالایی برخوردار است ولی بقیه عوامل از ضریب رگرسیون پایین‌تری برخوردارند که می‌رساند مدل درونیابی شده بر آنها صحت زیاد بالایی ندارد. دو نمونه از نقشه‌های کریجینگ مربوط به ویژگی‌های خاک مناطق سه گانه که پراکنش مکانی نقاط در آنها به طور مشخص مشاهده می‌شود در شکل‌های ۵، ۶ و ۷ نشان داده شده است.

جدول ۳- پارامترهای اعتبار سنجی مدل درون‌یابی به روش کریجینگ در سه منطقه کلید، مرجع و بحرانی حوزه آبخیز بلده نور

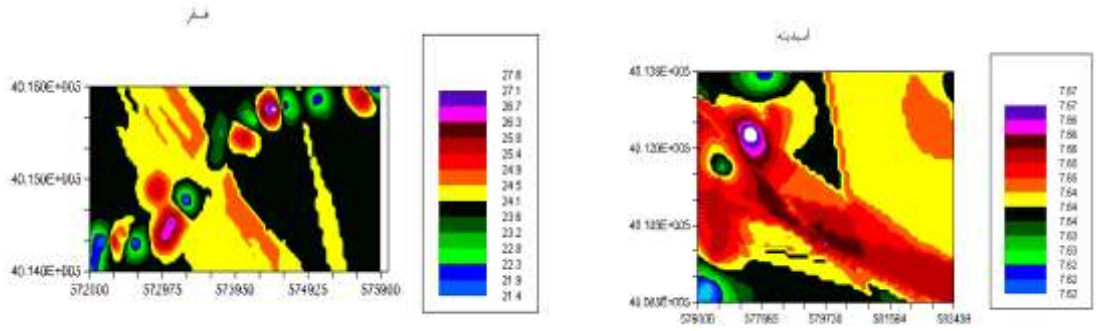
خصوصیات خاک	منطقه	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	ضریب تبیین	عرض از مبدا	خطای استاندارد تخمین
کربن آلی (درصد)	مرجع	-۰/۲۲	۰/۶۸	۰/۰۰	۱/۲۷	۰/۰۴
	کلید	۰/۰۲	۰/۱۷	۰/۰۰	۸/۰۳	۰/۳۱
	بحرانی	-۰/۳۲	۰/۴۱	۰/۰۱	۰/۴۱	۰/۰۵
نیتروژن (درصد)	مرجع	۰/۶۲	۰/۳۵	۰/۰۷	۰۰۱۰	۰/۰۰۵
	کلید	-۰/۰۹	۰/۳۵	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۴
	بحرانی	-۰/۲۰	۰/۱۰	۰/۰۹	-۰/۷۳	۰/۰۳
فسفر (درصد)	مرجع	-۰/۲۴	-۰/۵۰	۰/۰۰	۳۲/۸۵	۲/۰۸
	کلید	۰/۲۸	۰/۲۷	۰/۰۲	۱۷/۰۴	۱/۸۹
	بحرانی	۰/۸۲	۰/۲۵	۰/۲۱	۶/۰۷	۱/۸۴
پتاسیم (درصد)	مرجع	-۱/۵۷	۲	۰/۰۱	۳/۷۴	۳/۷۱
	کلید	-۰/۰۸	۰/۲۸	۰/۰۰۲	۱/۶۱	۶/۷۲
	بحرانی	۰/۰۷	۰/۳۹	۰/۰۰۱	۱/۶۸	۰/۳۳
هدایت الکتریکی (میلی زیمنس بر سانتی‌متر)	مرجع	۰/۷۸	۰/۶۸	۰/۰۳	۰/۱۳	۰/۳۳
	کلید	۰/۹۴	۰/۱۷	۰/۴۴	۰/۰۲	۰/۲۸
	بحرانی	-۰/۰۱	۰/۰۰	۰/۰۱	۰/۴۴	۰/۴۱
اسیدیته	مرجع	-۰/۲۴	۰/۴۹	۰/۰۰	۹/۱۷	۰/۰۴
	کلید	۰/۱۲	۰/۰۱	۰/۲۲	۵/۰۹	۰/۳۴
	بحرانی	۰/۸۶	۰/۲۶	۰/۲۱	۱/۰۳	۰/۰۲
نسبت کربن به نیتروژن	مرجع	۱/۰۹	۰/۲۴	۰/۳۴	-۴/۲۰	۲/۳۷
	کلید	۰/۱۳	۰/۴۳	۰/۰۰	۱۴/۳۹	۱/۸۵
	بحرانی	-۳/۴۷	۱/۱۳	۰/۱۴	۲۱/۷	۱/۸۲



شکل ۵- نقشه‌های کریجینگ برخی از خصوصیات خاک در منطقه کلید



شکل ۶- نقشه‌های کریجینگ برخی از خصوصیات خاک در منطقه مرجع



شکل ۷- نقشه‌های کریجینگ برخی از خصوصیات خاک در منطقه بحرانی

نتایج آنالیزهای آماری و زمین آماری خصوصیات خاک نشان داد که تغییرپذیری کلی و تغییرپذیری مکانی همبستگی نداشتند. لذا می‌توان نتیجه گرفت که بخشی از واریانس کل، تغییر تصادفی یا تغییرپذیری در مقیاس کوچکتر از نمونه‌برداری می‌باشد. در بین متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه، اسیدیته نسبت به سایر عوامل خاکی در سه منطقه دارای کمترین ضریب تغییرات می‌باشد که می‌تواند به دلیل شرایط یکنواخت حاکم بر منطقه از جمله تغییرات اندک شیب و جهت آن باشد که منجر به یکنواختی خاک منطقه گردیده است. در این زمینه کمرئی (۱۳) به نتایج مشابهی دست یافت.

با توجه به نتایج آمار توصیفی، میزان کربن آلی و نیتروژن در منطقه مرجع بیشتر از مناطق تحت بهره‌برداری است، که می‌توان این چنین توجیه نمود که با افزایش فشار بهره‌برداری به دلیل برداشت پوشش گیاهی و در نتیجه کاهش بازگشت ماده آلی به خاک، میزان عناصر غذایی کاهش می‌یابد (۲۰،۱۹). همچنین در منطقه بحرانی میزان اسیدیته خاک بالا بوده است که می‌توان دلیل آن را افزایش شدت بهره‌برداری و اثر بر عمق پروفیل خاک دانست که منجر به نزدیک شدن کربنات به سطح می‌شود (۲۲،۶).

به طور معمول نسبت اثر قطعه ای به سقف می‌تواند برای کلاسه‌بندی وابستگی مکانی

ویژگی‌های خاک مورد استفاده قرار گیرد. اگر دامنه کمتر از ۰/۲۵ باشد وابستگی مکانی ضعیف است و اگر بین ۰/۲۵ تا ۰/۷۵ باشد وابستگی مکانی متوسط و بالاتر از ۰/۷۵، وابستگی مکانی قوی است (۲). در این تحقیق به جز منطقه بحرانی که در آن خصوصیات خاک از جمله کربن آلی، نسبت کربن به نیتروژن و هدایت الکتریکی دارای وابستگی ضعیف بودند، بقیه عوامل خاکی وابستگی مکانی متوسط تا قوی داشته و در سایر مناطق نیز به طور کلی وابستگی قوی و متوسط با عوامل خاکی وجود داشته است. کمترین وابستگی مکانی در واقع نشان‌دهنده وجود عوامل تصادفی در توزیع مکانی کربن آلی، نسبت کربن به نیتروژن و هدایت الکتریکی است. در این زمینه هولونگ و همکاران (۸) بیان کردند که وابستگی مکانی قوی بوسیله تغییرات ذاتی خصوصیات خاک از قبیل بافت خاک و نوع عناصر خاک کنترل می‌شود و وابستگی مکانی ضعیف‌تر ممکن است به‌وسیله تغییرات غیرذاتی مانند کاربرد کود و مدیریت غلط کنترل گردد که نشان می‌دهد در منطقه بحرانی به دلیل اثرات مخرب انسانی وابستگی مکانی کاهش یافته است. از طرف دیگر، با توجه به این که در بین متغیرهای بررسی شده، ماده‌آلی خاک وابستگی مکانی ضعیف‌تری نشان داده است می‌توان گفت که متغیر ماده‌آلی خاک ممکن است در مقیاس‌های کوچکتر از مقیاس به کار رفته در این تحقیق وابستگی مکانی داشته باشد. در مورد متغیرهایی که دارای ساختار مکانی قوی بوده و مقدار اثر قطعه‌ای آن بسیار کم می‌باشد نیز می‌توان به پیوستگی بالای توزیع این متغیرها در منطقه پی برد.

نتایج این تحقیق نشان داد که اکثر ویژگی‌های خاک در سه منطقه دارای مدل کروی و نمایی بوده‌اند که با تحقیق ژائو و همکاران (۳۱)، وانگ و همکارن (۲۸) و جعفریان و همکاران (۱۰) مطابقت می‌نماید. بسیاری از محققین دیگر نیز مدل‌های سقف‌دار تغییرنما (کروی و گوسی) را یکی از مدل‌های رایج در مطالعه خصوصیات خاک و پوشش گیاهی می‌دانند (۲۶،۱۶). آنالیز تغییرنماها نشان داد که دامنه تأثیر خصوصیات مختلف دارای تغییرپذیری است. دامنه تأثیر ویژگی‌های مختلف خاک، تابعی از مقیاس مورد مطالعه، فاصله نمونه‌برداری و موقعیت سیمای اراضی می‌باشد. هرچه دامنه تأثیر بزرگتر باشد دلالت بر ساختار مکانی گسترده‌تر، پراکنش روندار و در حقیقت پیوستگی مکانی بیش‌تر در مقادیر متغیر مورد نظر دارد (۷). دامنه تأثیر (A0) در منطقه بحرانی از ۲۷۷ متر تا ۱۸۱۹ بوده که نشان‌دهنده افزایش ناهمگنی خاک یا پتانسیل فرآیندهای قهقرایی می‌باشد. با توجه با این مطلب، در فواصل بیشتر از دامنه تأثیر، نمونه‌ها هیچ‌گونه وابستگی مکانی با هم ندارند. مقدار اثر قطعه‌ای برای اسیدیته کوچک می‌باشد که حاکی از واریانس تصادفی پایین این متغیرها در منطقه مورد مطالعه دارد، به این معنی که نمونه‌های

نزدیک به هم مشابه و نمونه‌های دور از هم مقادیر متفاوت‌تری دارند. به عبارت دیگر، اثر قطعه‌ای کوچک و نزدیک به صفر بیانگر یک پیوستگی مکانی بین نقاط همسایه می‌باشد. در این زمینه کمریی و همکاران (۱۳) اثر قطعه ای تغییرنمای درصد رس خاک را برابر ۰/۰۱ گزارش کردند که نشان از عدم تغییرات بافت خاک در قطعات مکانی نزدیک دارد. از طرف دیگر، پراکنش مکانی کربن آلی و نیتروژن خاک تحت اثر بهره‌برداری شدید در اکوسیستم های مختلف تایید شده است (۲۴،۲۳،۵) که در این منطقه نیز تغییر مکانی بیشتر و وابستگی مکانی ضعیف‌تر در منطقه بحرانی، ناشی از فشار بیشتر در این بخش بوده است.

به طور کلی و با توجه به نتایج مربوط به خاک در منطقه قرق و کلید، مشخص می‌شود که اجرای برنامه‌های مدیریتی کنترل شده، امکان تغییرپذیری خصوصیات خاک را کاهش داده و بهره‌برداری پایدار حوزه‌های آبخیز را امکان‌پذیر خواهد ساخت. همچنین بکارگیری روش زمین آمار جهت ارزیابی تغییرات مکانی سودمند بوده و می‌تواند در برنامه‌ریزی بلندمدت مدیریتی در حوزه‌های آبخیز کمک نماید.

منابع

1. Brus, D.J. and G.B.M. Heuvelink. 2007. Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables. Geoderma, 138: 86-95.
2. Cambardella, C.A., T.B. Moorman, J.M. Novak and T.B. Parkin. 1994. Field-Scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sience, 58: 1501-1511.
3. Drewry, J.J., J.A. Lowe and R.J. Paton. 2004. Effect of sheep stocking intensity on soil physical properties and dry matter production on a phallic soiling Southland, New Zealand. Journal of Agricultural Research, 42: 493-499.
4. Farazmand, S. 2004. Determination of Unit Animal Daily Forage Requirement for Sheep (Zel Race) in West Mazandaran Rangelands. M.Sc. Thesis, Tarbiat Modarres University, 67 pp.
5. Gallardo, A., J.J. Rodriguez-Saucedo, F. Covolo and R. Fernandez Ales. 2000. Soil nitrogen heterogeneity in Dehesa ecosystem. Plant Soil, 222: 71-82.
6. Green Wood, K.L., D.A. Macleod and K.J. Hutchinson. 1997. Long-Term stocking rate effects on soil physical properties. Australian Journal of Experimental Agriculture, 37: 413-419.
7. Hasani Pak, A. 1998. Geostatistic Tehran University Press, 314 pp.
8. Hou-Long, L., L. Guo-Shun and W. Xin-Zhong. 2010. Spatial variability of soil properties in a long term Tobacco plantation in central China. Soil Science, 175(2): 137-144.
9. Jafari Haghighi, M. 2003. Soil analysis and sampling methods, and important physicochemical analysis. Nedaye Zoha Press, 236 pp.
10. Jafarian, Z., M. Kargar and J. Ghorbani. 2011. Spatial variability of soil properties in two plant communities of grassland and scrubland (Case study: Vavsar Kiasar rangeland). Journal of Range and Watershed Management, Iranian Journal of Natural Resources, 64(1): 13-24.

11. Jordan, C., Z. Shi, J.S. Bailey and A.J. Higgins. 2003. Sampling strategies for mapping within-field variability in the dry matter yield and mineral nutrient status of forage grass crops in cool temperate climes. Precision Agriculture, 4: 69-86.
12. Journel, A.G. and C.J. Huijbregts. 1978. Mining geostatistics. Academic Press, London. Kamraei, R. 2010. Spatial variation of production, density and cover of *Nitraria schoberi L*. M.Sc. Thesis, Tarbiat Modarres University, 76 pp.
13. Khajeddin, S.J. and M. Basiri. 1994. Proceeding of 1st rangeland and range management congress. Isfahan University of Technology Press, 488 pp.
14. Liebig, A., J.R. Gross, S.L. Kronberg, J.D. Hanson, N.B. Frank and R.L. Philips. 2006. Soil response to long-term grazing in the northern great plains of North America. Agric. Ecosystem Environment, 115: 270-276.
15. Miller, M.P., M.J. Singer and D.R. Nielson.1988. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. Soil Science, 52: 1133-1141.
16. Moghaddam, M.R. 2007. Range and range management. Tehran University Press, 470 pp.
17. Mohammadi, J. and F. Raeisi Gahrooee. 2003. Fractal description of the impact of long-term grazing exclusion on spatial variability of some soil chemical properties. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, 7(4): 25-36.
18. Moradi, H.R., S.K. Mirnia and M. Faragzadeh. 2008. Effect of grazing intensities on the soil physical properties and vegetation cover of Charandoo summer rangelands in Kurdistan Province. Iranian Journal of Range and Desert Reseach, 15(3): 369-378.
19. Mousavi. M. 2001. Investigation of the effect of livestock exclusion on soil and vegetation changes in Rezaabad semi-steppe rangelands of Semnan Province. Proceeding of 2nd Range and Range Management Congress, 106 pp.
20. Polhaman, H. 1993.Geostatistical modeling of environment data. Catena, 20:191-198.
21. Sanadgol, A. 2002. The short-time effect of systems and grazing intensities on soil, vegetation and animal production in *Bromus tomentellus* site. Ph.D. Thesis, University of Tehran, 169 pp.
22. Schlesinger, W.H. and A.M. Pilmanis. 1998. Plant-soil interactions in deserts. Biogeochemistry, 42: 169-187.
23. Schlesinger, W.H., J.A. Raikes, A.E. Hartley and A.F. Cross. 1996. on the spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. Ecology, 77: 364-374.
24. Tamartash, R., H. Jalilvand and M.R. Tatian.2007. Effects of grazing on chemical soil properties and vegetation cover Kojour rangelands, Pakistan Journal of Biological Science, 10(24): 4391-4398.
25. Vieira, S.R. and A. Paz Gonzalez. 2003. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots Bragantia. Campinas, 62: 127-138.
26. Virgilio, N.D., A. Monti and G. Venturi. 2007. Spatial variability of switchgrass (*Panicum virgatum L.*) yield as related to soil parameters in a small field. Field Crops Research, 101: 232-239.
27. Wang, Z., B. Zhang, K. Song, D. Liu and C.H. Ren. 2010. Spatial variability of soil organic carbon under Maize monoculture in the Song-Nen Plain, Northeast China. Pedosphere, 20(1): 80-89.
28. Yong, Z., S. Peth, J. Krummelebein, R. Horn, Z. Wang, M. Steffens, C. Hoffmann and P. Xinhua. 2007. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. Ecological Modelling, 205: 241-254.

29. Zhang, C.S. and D. McGrath. 2004. Geostatistical and GIS analysis on soil organic carbon concentrations in grassland of southern Ireland from two different periods. Geoderma, 119: 261-275.
30. Zhao, Y., S. Peth, J. Krummelbein, R. Horn, Z. Wang, M. Steffens, C. Hoffmann and X. Peng. 2007. Spatial variability of soil properties affected by grazing intensity in Inner Mongolia grassland. Ecological Modeling, 205: 241-254.
31. Zheng, J.M., X. Li, Y. Chen, X. Li and L. Liu. 2008. Effects of *Salsola Passerina* shrub patches on the micro scale heterogeneity of soil in a Montana grassland. China Journal of Arid Environments, 72: 150-161.

Determination of Spatial Variability of Soil Characteristics under Utilization Intensities (Case study: Baladeh Basin of Noor)

Reza Tamartash1, Mohammadreza Tatian[2] and Mansoreh Kargar[3]

1- Assistant Professor, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
(Corresponding author: reza_tamartash@yahoo.com)
2 and 3- Assistant Professor and Phd Student, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University
Received: August 30, 2012 Accepted: February 17, 2013

Abstract

Lands unsuitable use effects on vegetation and spatial variability of soil characteristics. In this regard, geostatistics method according to the modeling of factors cause to better evaluation of the parameters. Therefore, this research was investigated the role of the utilization on soil parameters changes as suitable tools for management in Baladeh basin in central Elborz mountains. The different utilization intensities as critical, key and reference sites were selected based on proximity to water sources and traffic routes. The sampling was done by systematic method by five transects 100cm in each site after determination of plant types. The points of transects intersection was obtained as sampling points (25 points) and soil samples was taken from the surface layer (0-10cm). Then, soil factors such as OC, N, P, K, pH and EC was measured in lab. Soil spatial variability was done by geostatistics method and GS^+ 5 (*Gamma Design Software*) software. The results showed that OC and N were decreased due to utilization intensity in critical sites but pH was increased. Also, geostatistics analysis showed that spatial variation of soil parameters were more in critical sites to other sites due to destroyer effect of utilization and the spatial dependence in this site was less too.

Keywords: Spatial pattern, Soil characteristics, Geostatistics, Baladeh basin