فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۱، شماره ۲، صفحه ۲۴۶-۲۳۴ (۱۳۹۳)

مطالعه تغییرات مکانی خصوصیات کمی گونه درمنه کوهی *(Artemisia aucheri)* و برخی ویژگی‌های خاک با استفاده از زمین آمار در مراتع واوسر ساری

زینب جعفریان[۱*]، منصوره کارگر[۲] و جمشید قربانی[۳]

۱*-نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه ساری، ساری، ایران، پست الکترونیک: *z.jafarian@sanru.ac.ir*
۲-استادیار، رشته مرتعداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۳-استادیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
تاریخ دریافت: ۸۹/۱۲/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۲

چکیده
تغییرات مکانی و ناهمگنی پراکنش جغرافیایی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های اکوسیستم‌های مرتعی و به تبع آن تغییرات پوشش گیاهی تحت تاثیر مجموعه‌ای از عوامل فیزیکی و زیستی شامل مدیریت‌های گوناگون مرتع، میکروکلیمای خاک و توپوگرافی است. لذا تحقیق فوق با هدف بررسی تغییرات مکانی تولید، تراکم و درصد تاج پوشش درمنه کوهی در راستای تغییرات برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد. بدین منظور نمونه‌گیری در مراتع واوسر به صورت تصادفی- سیستماتیک با استقرار ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری با فواصل ۱۰۰ متر از هم و سپس در روی هر ترانسکت به فاصله ۱۰ متر ازهم یک پلات به ابعاد ۲ متر مربعی مستقر شد. در مجموع از منطقه ۱۵۰ نمونه برداشت و با ترکیب نمونه‌ها ۵۰ نمونه نهایی حاصل شد. همچنین در هر پلات درصد تاج پوشش و تراکم گونه درمنه کوهی و میزان تولید آن از روش قطع و توزین اندازه‌گیری شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماری در نرم‌افزار GS^+ نشان داد که از میان متغیرهای مورد مطالعه خاک، درصد رس به میزان ۸۲ درصد و از میان متغیرهای گیاهی تراکم درمنه به میزان ۵۳ درصد دارای بالاترین ضریب تغییرات هستند. دامنه تاثیر تغییرنماها از حدود ۱۹۶/۲ متر برای تولید تا ۹۱۰ متر برای درصد رطوبت، درصد آهک، هدایت الکتریکی و درصد تاج پوشش در نوسان است. نتایج اعتبارسنجی مدل‌های اعمال شده نشان داد که مدل ویژگی‌های درصد آهک، تراکم و تولید درمنه کوهی ناحیه‌ای بودند و داری وابستگی مکانی قابل استفاده در روش کریجینگ می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: ویژگی‌های خاک، درمنه کوهی، تولید، تراکم، تاج پوشش، مرتع واوسرکیاسر.

مقدمه
خصوصیات خاک یکی از عوامل عمده تغییرپذیری تولید در گیاهان به‌شمار می‌رود. وجود تغییرات مکانی در خصوصیات خاک و اهمیت آن در تولید گیاهان امری بدیهی است، با این حال درک فعلی از علل و منابع تغییرات کامل نیست و نیاز به اطلاعات بیشتری دارد (Yamagishi *et al*., 2003). به‌طور واضح ارتباط مکانی ویژه‌ای بین گیاه و خاک وجود دارد و تغییرات در ویژگی‌های خاک باعث تغییرات در ویژگی‌های گیاه می‌شود (Ettema & Wardle, 2002 شاخص‌های (Zhou *et al*., 2008; Covelo *et al*., 2008 زیادی برای کمی‌کردن نحوه پراکنش متغیرهای محیطی با در نظر گرفتن تغییرات مکانی آنها وجود دارد که از بارزترین آنها می‌توان به روش‌های زمین‌آمار اشاره کرد

(Turner *et al*., 2001). به‌عبارت دیگر در بررسی‌های زمین‌آمار نمونه‌ها مستقل از یکدیگر در نظر گرفته نمی‌شوند بلکه نمونه‌های مجاور تا فاصله معینی به‌طور مکانی به هم وابستگی دارند و می‌توان وابستگی بین نمونه‌ها را به‌صورت مدل ریاضی که تغییرنما نامیده می‌شود ارائه کرد (Hasani, 2006). Virgilio و همکاران (۲۰۰۷) تغییرپذیری مکانی تولید گونه *Panicum virgatum L.* مرتبط با عوامل خاک را در مزرعه کوچکی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ارتباط معنی‌داری بین تولید بیومس و نیتروژن خاک، رطوبت، pH و بین پارامترهای خاک وجود داشت و ویژگی‌های سایت بر روی تولید گراس مذکور اثر مهمی داشتند. Afshar و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک و عملکرد گندم بیان نمودند که تمامی متغیرها دارای ساختار مکانی هستند. همچنین نقشه‌های کریجینگ نشان داد که الگو و پراکنش مکانی ویژگی‌های خاک و گیاه درون واحدهای اراضی نقشه تناسب کمی و حتی درون یک مزرعه بسیار متفاوت است. Marcio و همکاران (۲۰۰۷) با مطالعه کاربرد زمین‌آمار به منظور دقت برآورد بیوماس در جنگل‌های برزیل به این نتیجه رسیدند که روش‌های زمین‌آمار توانایی برآورد نقشه بیومس را در منطقه مورد مطالعه دارد. Ruth و Lennart (۲۰۰۸) با بررسی تغییرات مکانی پارامترهای خاکی و تاثیر آن بر گیاه برنج *Oryza sativa* با استفاده از روش‌های زمین‌آمار در ماسه‌زارهای چین به این نتیجه رسیدند که بافت خاک، محتوای کربن و نیتروژن موجود در خاک سبب همبستگی مکانی زیادی در بیوماس و ارتفاع گونه فوق شده است. نتایج محمد زمانی و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک و عملکرد گندم نشان داد که مولفه‌های گیاهی با برخی از خصوصیات خاک ارتباط مکانی نزدیک‌تری دارند. از جمله دامنه تاثیر ضریب برداشت گیاه نزدیک به دامنه تاثیر مواد آلی و فسفر قابل دسترس خاک و دامنه تأثیر عملکرد دانه نزدیک به دامنه تاثیر آهک و شن خیلی ریز می‌باشد. از آنجا که درمنه گیاه با ارزشی در مراتع ایران و منطقه مورد مطالعه محسوب می‌شود و شناخت بیشتر بستر حیات آن یعنی خاک اطراف آن و تاثیرات این دو بر یکدیگر ضروری به نظر می‌رسد. لذا تحقیق فوق با هدف بررسی تغییرات مکانی تولید، تراکم و درصد تاج پوشش درمنه کوهی در راستای تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک انجام شد. در سال‌های اخیر مطالعات زیادی در ارتباط با تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک در مقیاس‌های متفاوت انجام شده است. (Gallardo & Parama, 2007; Page *et al*., 2005; Haynes *et al*., 2003; Wang *et al*., 2002; Vander, 2007; Park *et al*., 2007; Liu *et al*., 2006)

مواد و روش‌ها

الف) منطقه مورد مطالعه

منطقه واوسر در ۱۲۵ کیلومتری جنوب ساری در طول جغرافیایی ″۴۵ ′۴۳ °۵۳ – ″۳۵ ′۳۷ °۵۳ و عرض جغرافیایی ″۱۳ ′۱۰ °۳۶ – ″۴۰ ′۵ °۳۶ واقع شده است. وسعت این منطقه ۲۴۱۳ هکتار می‌باشد. حداقل ارتفاع منطقه ۱۷۰۰ متر و حداکثر آن ۲۶۰۰ متر می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه ۳۷۵ میلی‌متر است که قسمت عمده آن در فصل زمستان ریزش می‌کند. اقلیم منطقه بر اساس روش دومارتن، نیمه‌خشک تا نیمه‌مرطوب مدیترانه‌ای و بر اساس روش آمبرژه نیمه‌خشک سرد است. از نظر زمین شناسی منطقه به‌طور عمده دارای تشکیلات ترشیاری، ژوراسیک و کرتاسه می‌باشد. متوسط دمای سالانه ۷/۵ درجه سانتی‌گراد و متوسط تبخیر سالانه ۱۶۵۰ میلی‌متر می‌باشد. در بوته‌زار مورد مطالعه گونه *Artemisia aucheri* غالب است و گونه‌های گیاهی *Astragalus caspicus* و *Acantholimon bodeamun* نیز همراه آن هستند. خاک منطقه عمدتا به صورت لومی– شنی بوده است.

ب) روش نمونه برداری

برای نمونه‌گیری ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ و پیمایش صحرایی بررسی اجمالی برای تعیین حضور یا عدم حضور گونه مورد مطالعه در منطقه مورد نظر انجام گرفت و سایت مورد مطالعه انتخاب گردید. نمونه‌گیری

به‌صورت تصادفی– سیستماتیک با استقرار ۵ ترانسکت ۱۰۰ متری با فواصل ۱۰۰ متر از هم (Aerts *et al*., 2006) و سپس در روی هر ترانسکت به فاصله ۱۰ متر از هم پلات‌های ۲ متر مربعی مستقر شد (Mirdavoudi & Zahedipour, 2004) .در هر پلات به منظور کاهش خطا و افزایش دقت، در سه فاصله از گیاه تعداد ۵۰ نمونه خاک برداشت شد که در پایان از ترکیب پیش نمونه‌ها، ۵۰ نمونه ترکیبی به دست آمد. در هر پلات درصد تاج پوشش و تراکم گونه درمنه کوهی و میزان تولید آن نیز از روش قطع و توزین اندازه‌گیری شد.

پ) آنالیز نمونه‌های خاک

در هر پلات نمونه‌های خاک از عمق ۱۵–۰ سانتی متری برداشت شد. نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک گردیده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شده و سپس در آزمایشگاه، بافت خاک از روش هیدرومتری و pH با الکترود pH متر(Mclean, 1988) هدایت الکتریکی با کنداکتیویتی‌متر (Roberston & Gross, 1994) کربن آلی از تیتراسیون روش Walkley-Black (Nelson & Sommers, 1982) آهک با روش تیتراسیون با سود یک درصد نرمال، رطوبت از روش وزنی، نیتروژن به‌روش کجلدال (McGill & Figueiredo, 1993) به‌دست آمد. با استفاده از دستگاه GPS موقعیت جغرافیایی محل نمونه‌های خاک برداشت و ثبت گردید.

ت) تجزیه و تحلیل مکانی داده‌ها

پارامترهای توصیفی در آمار کلاسیک شامل میانگین، انحراف معیار، واریانس، ماکزیمم، مینیمم، چولگی برای ویژگی‌های خاک و پوشش گیاهی تعیین شدند. همچنین از ضریب تغییرات به‌عنوان ضریبی برای ارزیابی تغییرپذیری کلی استفاده شد. از روش زمین‌آمار برای تعیین تغییرپذیری مکانی خصوصیات خاک و پوشش گیاهی استفاده شد. در بررسی‌های زمین‌آماری داده‌هایی با توزیع غیر نرمال اثراتی را به دنبال دارد که ممکن است منجر به نوسان زیاد در واریوگرام‌ها شوند و سبب کاهش قابلیت اعتماد به نتایج تحلیلی شود لذا نرمال‌سازی داده‌ها ضروری می‌باشد. توزیع نرمال بودن داده‌ها بر اساس چولگی آنها تخمین زده شد به این صورت که داده‌های با چولگی بین ۱– تا ۱ بعنوان داده‌های دارای توزیع نرمال در نظر گرفته شدند (Virgilio *et al*., 2007). این روش به‌طور وسیع در تجزیه و تحلیل‌های اکولوژیکی ناهمگنی خاک استفاده می‌شود (Schlesinger *et al*., 1996). قبل از کاربرد تجزیه و تحلیل زمین‌آماری، با استفاده از رسم تغییرنماها در جهات مختلف همسان‌گردی و ناهمسان‌گردی آنان 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 به‌صورت فرمول ۱ محاسبه کرد:

فرمول (۱)

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

که y(h) نیمه واریانس برای فاصله h و N(h) تعداد زوج نقاط مجزاشده با فاصله گام Z(xi) h و Z (xi+h) مقادیر متغیر اندازه‌گیری‌شده Z به‌ترتیب در موقعیت‌های مکانی i و i+h هستند.

نسبت اثر قطعه‌ای به سقف برای کلاسه‌بندی وابستگی مکانی ویژگی‌های خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر دامنه کمتر از ۰/۲۵ باشد وابستگی ضعیف، بین ۲۵ /۰ تا ۰/۷۵ باشد وابستگی متوسط و اگر بیشتر از ۰/۷۵ باشد وابستگی قوی است (Emadi *et al*., 2008; Cambardella *et al*., 1994). به‌کمک روش اعتبارسنجی Cross-validation ارزیابی صحت برازش مدل اعمال شده صورت گرفت. در مرحله بعد برای درون‌یابی مکانی و تهیه نقشه مکانی ویژگی‌های خاک و پوشش از روش کریجینگ معمولی (بلوکی) استفاده شد. کریجینگ رایج‌ترین روش تخمین زمین‌آماری است که بدلیل حداقل کردن

واریانس خطا با برآورد ناااریب کاربرد زیادی دارد (Polhaman, 1993).

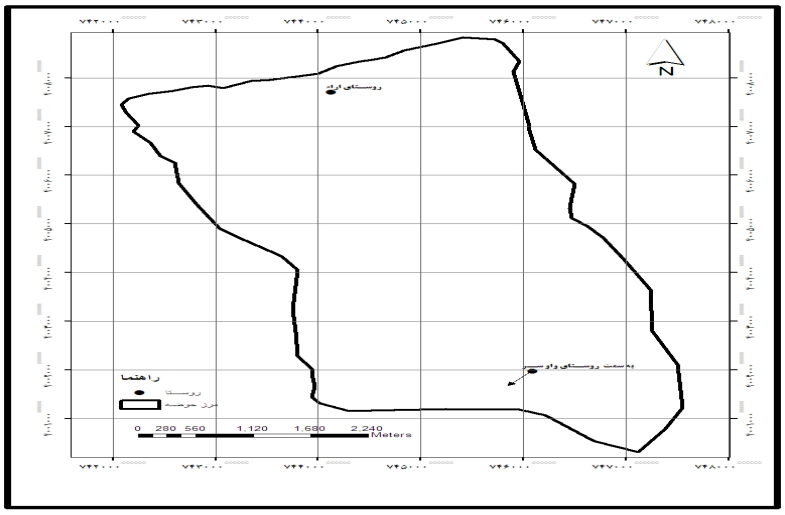
فرمول (۲) $$\hat{Z}\ (\ x\ )\ =\ \sum_{i\ =\ 1}^{n}\ \lambda_{\ i}\ \times\ Z\ (\ xi\ \ )$$

که در آن λ_i وزن متغیر در نقاط اندازه گیری شده و Z(xi) وزن متغیر در نقاط اندازه‌گیری نشده است. برای ارزیابی نتایج به دست آمده است (Root Mean Squared RMSE Error (صفری، ۱۳۸۲) و ME (شهدی کومله، ۱۳۷۳) استفاده شد.

فرمول (۳) $$ME=\frac{1}{n}(\sum_{1-1}^{n}(P_i-O_i))$$

فرمول (۴) $$RMSE=(\sum_{1-1}^{n}(P_i-O_i)^2/n)^{0.5}$$

در این روابط pi: مقدار برآورد شده، oi: مقدار اندازه گیری شده،n: تعداد نمونه ها، σ: میانگین مقادیر اندازه گیری شده متغیر، ME: میانگین خطا، RMSE: ریشه میانگین مربع خطاست.



شکل ۱- نقشه منطقه مورد مورد مطالعه به همراه شبکه نمونه‌بردار

آماره ME (Mean Error) نشان‌دهنده وجود اریب است. مقادیر مثبت آن تخمین بیش از مقدار واقعی و مقادیر منفی آن تخمین کمتر از مقدار واقعی را نشان می‌دهد. هر اندازه آماره ME کوچک‌تر باشد پیش‌بینی روش درون‌یاب از اریب کمتری برخوردار است. هر اندازه مقدار ریشه میانگین مربع خطا کوچک‌تر باشد پیش‌بینی روش درون‌یابی از صحت بیشتری برخوردار است. مقدار RMSE در حالت بهینه یا حالتی که مقادیر برآوردشده و اندازه‌گیری شده مساوی باشند برابر با صفر می‌باشد. برای انجام تجزیه و تحلیل‌های زمین‌آماری از نرم‌افزار GS^+ (Gamma Desing Software, MI USA, 5) استفاده شد.

نتایج

نتایج حاصل از توصیف آماری ویژگی‌های خاک و گونه درمنه در جدول ۱ آمده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود از میان ویژگی‌های خاک درصد رس و از میان پارامترهای مربوط به گونه تولید دارای بالاترین ضریب تغییرات هستند. همچنین اسیدیته و هدایت الکتریکی به ترتیب با ۴ و ۵ دارای کمترین ضریب تغییرات هستند.

جدول۱-آماره‌های توصیفی خصوصیات درمنه کوهی و خاک در بوته‌زار مورد مطالعه

	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	واریانس	مینیمم	ماکزیمم	چولگی
رطوبت(درصد)	۳/۵۵	۱/۵۴	۴۳	۰/۲۰	۱/۰۱	۹/۸	۱/۳۱
آهک (درصد)	۱۹/۶۶	۱۱/۱۷	۵۶	۱۲۴/۸	۰/۲۰	۴۵/۹	۰/۱۸
اسیدیته (عددی)	۲/۰۰۹	۰/۰۹	۴	۹/۸۵	۱/۳۵	۲/۰۸	-۵/۹۰
هدایت اکتریکی (µs/cm)	۵/۷۷	۰/۳۲	۵	۰/۱۰	۵/۳۵	۶/۷۳	۱/۱۴
کربن آلی(درصد)	۰/۱۵	۰/۰۶	۴۰	۰/۰۰	۰/۰۵	۰/۳۳	۰/۸۲
نیتروژن(درصد)	۱/۵۹	۰/۶۷	۴۲	۰/۴۵	۰/۴۲	۳/۹۰	۰/۹۷
شن(درصد)	۵۸/۱	۹/۹۷	۱۷	۹۹/۵۲	۴۰/۶۰	۷۷/۶۰	۰/۳۰
رس(درصد)	۶/۸۰	۵/۶۳	۸۲	۳۱/۷۷	۰/۲۰	۲۱/۲۰	۰/۸۱
سیلت(درصد)	۳۴/۳۰	۹/۲۴	۲۶	۸۵/۴۳	۱۰/۴۰	۵۳/۸۰	-۰/۵۴
تولید (کیلوگرم)	۰/۷۵	۰/۳۹	۵۲	۰/۱۵	۰/۰۰	۱/۶۵	-۰/۰۱
تراکم (عددی)	۲/۳۶	۱/۲۷	۵۳	۱/۶۲	۰/۵۰	۶	۰/۳۳
تاج پوشش(درصد)	۲/۴۹	۰/۷۶	۳۰	۰/۵۸	۰/۰۰۱	۴/۳۲	-۰/۸۶

نتایج حاصل از ماتریس همبستگی بین خصوصیات خاک و پارامترهای پوشش نشان می‌دهد بین تولید با تراکم در سطح یک درصد و با درصد رطوبت در سطح ۵ درصد ارتباط معنی‌داری وجود دارد. بین درصد تاج‌پوشش با درصد سیلت در سطح یک درصد ارتباط معنی‌داری وجود دارد. همچنین ارتباط تراکم با رطوبت در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. بین کربن آلی با درصد نیتروژن و درصد رس و شن ارتباط معنی‌داری در سطح یک درصد و با هدایت الکتریکی در سطح ۵ درصد مشاهده شده است. نیتروژن با هدایت الکتریکی و درصد رس در سطح یک درصد ارتباط معنی‌دار دارد. بین درصد سیلت با شن و درصد رس با درصد شن ارتباط معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول۲).

مدل‌های معرفی شده در جدول ۳ به علت داشتن مجموع مربعات باقیمانده کمتر و ساختار قوی‌تر از بین تمامی مدل‌های برازش‌شده به ویژگی‌های خاک و پوشش به‌عنوان بهترین مدل انتخاب گردیدند. مدل مناسب برای همه ویژگی‌های مطالعه شده از نوع همسان‌گرد یا مستقل از جهت بوده است. نتایج برازش مدل‌های تغییر نما نشان داد که از میان متغیرهای مورد مطالعه درصد آهک، درصد رس و شن و تولید و تراکم گونه درمنه از مدل کروی و بقیه پارامترها از مدل گوسی و خطی تبعیت کرده‌اند. کمترین R^2 مربوط به درصد نیتروژن و درصد آهک و بالاترین R^2 مربوط به تاج پوشش و تراکم می‌باشد. دامنه تاثیر تغییرنماها از حدود ۱۹۶/۲ متر برای تولید تا ۹۱۰ متر برای درصد رطوبت، درصد آهک، هدایت الکتریکی و درصد تاج‌پوشش در نوسان است. در واقع تجزیه و تحلیل تغییرنماها نشان داد که تنها سه متغیر درصد آهک، تراکم و تولید درمنه کوهی متغییر ناحیه‌ای بودند (جدول۳).

جدول۲- ماتریس همبستگی پیرسون بین تولید، تاج‌پوشش و تراکم درمنه کوهی با ویژگی‌های خاک

متغیرها	تولید	تاج پوشش	تراکم	کربن آلی	نیتروژن	رطوبت	آهک	اسیدیته	هدایت الکتریکی	رس	سیلت	شن
تولید	۱	۰/۱۹۳	۰/۴۷۰**	-۰/۰۷۲	-۰/۱۳۰	۰/۳۰۴*	۰/۲۱۴	۰/۰۵۸	۰/۰۶۱	-۰/۱۳۱	۰/۰۷۱	۰/۱۲۴
تاج پوشش		۱	۰/۲۱۶	-۰/۰۰۲	-۰/۰۰۳	۰/۰۸۵	۰/۰۶۶	-۰/۱۵۹	-۰/۲۵۵	-۰/۱۷۶	۰/۳۶۷**	-۰/۱۲۰
تراکم			۱	-۰/۰۲۰	۰/۰۰۸	۰/۲۹۰*	-۰/۲۷۱	-۰/۱۲۰	۰/۱۲۸	-۰/۲۷۸	۰/۰۵۱	۰/۲۳۴
کربن آلی				۱	۰/۸۷۷**	۰/۱۵۵	-۰/۱۶۳	-۰/۱۱۴	۰/۳۰۷*	-۰/۴۲۳**	-۰/۱۳۰	۰/۳۱۷**
نیتروژن					۱	۰/۰۸۸	-۰/۱۷۲	-۰/۲۰۹	۰/۴۶۵**	-۰/۳۶۶**	-۰/۰۹۹	۰/۲۳۸
رطوبت						۱	-۰/۲۰۰	۰/۰۹۷	۰/۲۰۶	-۰/۱۷۴	-۰/۰۸۴	۰/۱۱۳
آهک							۱	۰/۱۹۷	-۰/۰۶۸	-۰/۲۱۸	-۰/۰۷۶	-۰/۰۲۶
اسیدیته								۱	-۰/۱۰۱	۰/۱۵۷	-۰/۱۷۷	۰/۰۰۱
هدایت الکتریکی									۱	-۰/۲۲۷	۰/۰۴۵	۰/۰۸۳
رس										۱	-۰/۰۵۹	-۰/۵۵۸**
سیلت											۱	-۰/۵۷۴**
شن												۱

* معنی‌داری در سطح ۵ درصد ** معنی‌داری در سطح یک درصد

جدول۳- پارامترهای انواع مدل‌های همسان‌گرد اعمال شده به واریوگرام‌ها در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری برای ویژگی‌های خاک و خصوصیات کمی گیاه

	مدل واریوگرام	C0	C0+C	A0 (m)	C/C0+C	کلاس وابستگی مکانی	R^2	RSS
رطوبت (٪)	گوسی	۰/۰۴	۰/۰۹	۹۱۰	۰/۵۰	متوسط	۰/۷۰	۳/۲۰
آهک (٪)	کروی	۸۴/۱	۱۶۸/۳۰	۹۱۰	۰/۵۰	متوسط	۰/۲۴	۰/۲۱
اسیدیته	خطی	۲/۱۶	۳/۶۶	۳۱۰	۰/۴۱	متوسط	۰/۵۸	۴/۳۵
هدایت الکتریکی	گوسی	۰/۰۴	۰/۰۸	۹۱۰	۰/۵۰	متوسط	۰/۶۰	۱/۴۳
کربن آلی (٪)	خطی	۰/۰۶	۰/۰۶	۳۱۰	۰/۱۰	ضعیف	۰/۴۶	۱/۳۵
نیتروژن (٪)	خطی	۰/۰۵	۰/۱۰	۷۱۰	۰/۰۲	ضعیف	۰/۰۲	۳/۱۶
شن (٪)	کروی	۰/۰۰۸	۰/۰۱	۷۱۰	۰/۵۰	متوسط	۰/۵۲	۲/۱۶
رس (٪)	کروی	۰/۲۴	۰/۴۳	۹۱۰	۰/۵۰	متوسط	۰/۴۲	۳/۵۳
سیلت (٪)	گوسی	۰/۰۳	۰/۱۰	۹۱۰	۰/۶۴	متوسط	۰/۱۷	۱/۵
تولید(gr)	کروی	۰/۰۹	۰/۲۳	۱۹۶/۲	۰/۵۸	متوسط	۰/۱۶	۰/۲۲
تراکم	کروی	۰/۳۹	۲/۵۲	۲۲۰/۴	۰/۸۴	قوی	۰/۳۹	۱۷/۸
تاج پوشش (٪)	گوسی	۰/۰۴	۰/۰۹	۹۱۰	۰/۵۰	متوسط	۰/۷۲	۱/۰۰۹

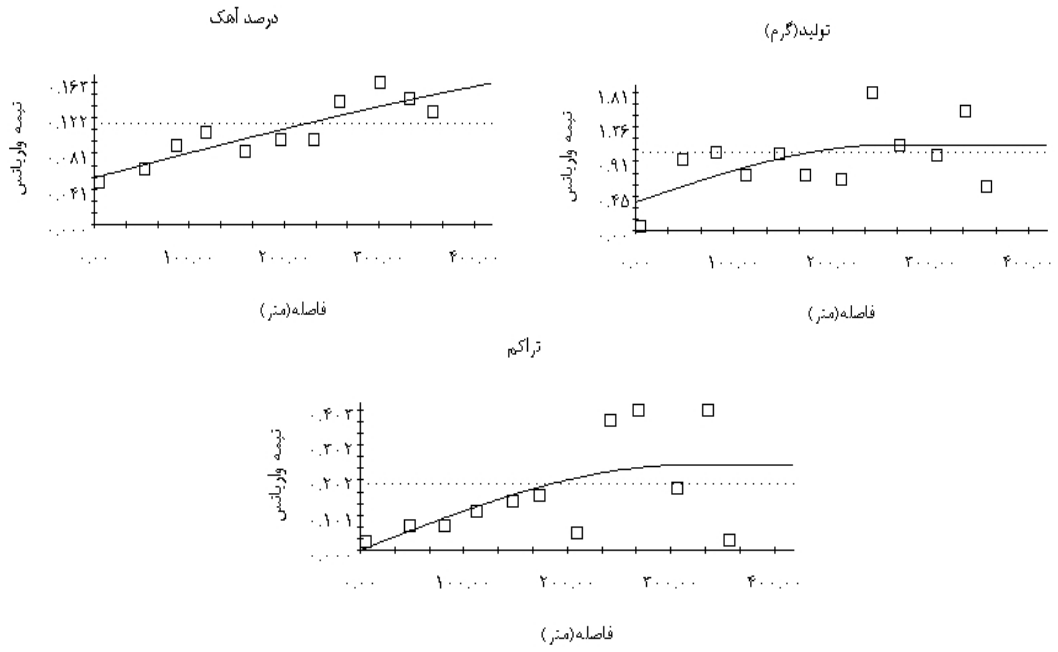
C0: اثر قطعه‌ای، C+C0: حدآستانه (سقف)، A0: دامنه تاثیر، C/C0+C: نسبت اثر قطعه‌ای به سقف، R2: ضریب تبیین، RSS: مجموع مربعات باقیمانده

آماره ME حاصل از نتایج اعتبارسنجی مدل‌های اعمال‌شده نشان داد که در مورد همه متغیرهای مورد مطالعه مقدار پیش‌بینی بیشتر از مقدار واقعی آن بوده و کمترین مقدار ME برای متغیر درصد آهک بوده است. ریشه میانگین مربعات خطا RMSE برای متغیرهای درصد آهک، تولید و تراکم کوچک‌تر می‌باشد که نشان می‌دهد روش درون‌یابی اعمال‌شده از صحت بالاتری برای پیش‌بینی برخوردار است. ارزیابی‌ها نشان داد که تنها سه متغیر مذکور دارای ساختار مکانی قابل استفاده در روش کریجینگ بوده‌اند.

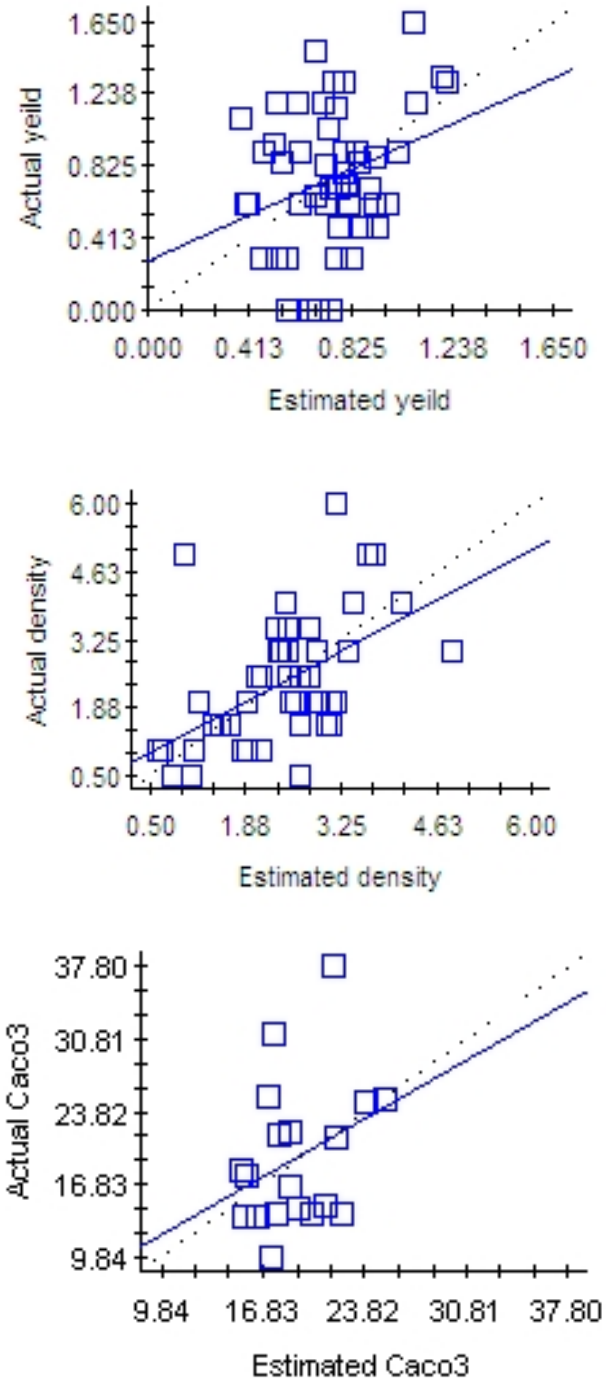
نمودارهای تغییرنماهای متغیرهای ناحیه‌ای و نمودارهای اعتبارسنجی مربوطه و نقشه‌های تهیه‌شده آنها به روش کریجینگ در شکل‌های ۱ تا ۳ آمده است.

جدول۴- پارامترهای اعتبارسنجی مدل درون‌یابی اعمال شده به روش کریجینگ

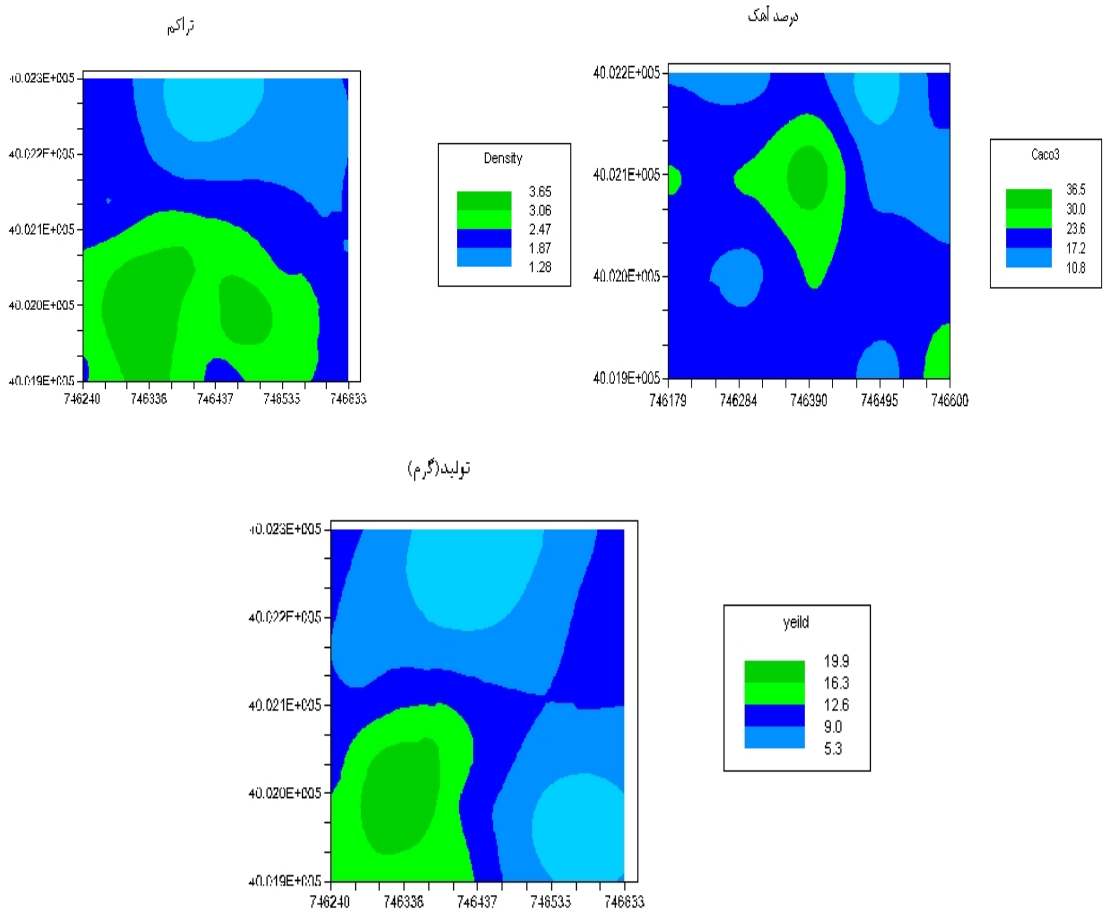
عوامل خاکی	ضریب رگرسیون	ME	RMSE
رطوبت	۰/۰۴	۰/۱۹	۱/۷۳
آهک	۰/۸۲	۰/۰۶	۰/۰۴
اسیدیته	-۰/۴۶	۱/۷۵	۴/۴۷
هدایت اکتریکی	۰/۱۶	۱/۸۷	۱/۰۹
کربن آلی	-۱/۲۱	۰/۰۶	۱/۴۱
نیتروژن	-۱/۳۹	۷/۵۹	۴/۴۷
شن	۰/۵۲	۳/۵۳	۱/۷۳
رس	۰/۶۰	۳/۱۷	۲/۲۳
سیلت	۰/۶۳	۲/۸۴	۲/۵۲
تراکم	۰/۷۵	۴/۰۳	۰/۰۰۲
تاج پوشش	۰/۲۵	۲/۲۱	۰/۰۴
تولید	۰/۶۳	۴/۳۵	۰/۰۷



شکل۱- تغییر نماهای محاسبه شده متغیرهای درصد آهک، تولید و تراکم درمنه کوهی



شکل۲- نمودارهای کراس ولیدیشن مربوط به متغیرهای درصد آهک، تولید و تراکم درمنه کوهی



شکل۳- نقشه‌های تهیه‌شده متغیرهای درصد آهک، تولید و تراکم درمنه کوهی به‌روش درون‌یابی کریجینگ

بحث

تغییرات مکانی خاک، به‌عنوان یکی از متغیرهای محیطی، عبارت از تغییر در یک خصوصیت خاک به‌عنوان تابعی از موقعیت جغرافیایی است. اگر چه بعضی از خصوصیات خاک دارای ماهیتی نسبتا ثابت هستند، لیکن پویایی در مکان و زمان به‌عنوان ویژگی مهم خاک شناخته شده است (Wilding *et al.*, 1994). در بین متغیرهای مورد بررسی در این مطالعه، بیشترین ضریب تغییرات مربوط به درصد رس به میزان ۸۲ و کمترین ضریب تغییرات مربوط به اسیدیته برابر ۴ درصد بود که می‌تواند به دلیل شرایط یکنواخت حاکم در منطقه از جمله تغییرات اندک شیب و جهت آن باشد که منجر به یکنواختی خاک منطقه شده است. در این زمینه Cambardella و همکاران (۱۹۹۴) و کمرئی (۱۳۸۹) به نتایج مشابهی دست یافتند. نتایج حاصل از ماتریس همبستگی بین خصوصیات خاک و پارامترهای پوشش نشان می‌دهد بین تولید با تراکم در سطح یک درصد و با درصد رطوبت ارتباط معنی‌داری درسطح ۵ درصد وجود دارد. همچنین همبستگی معنی‌داری بین تولید و رطوبت خاک وجود داشت که با نتایج Nicola و همکاران (۲۰۰۷) مطابقت دارد. همه تغییرنماها دارای مدل همسان‌گرد بودند و با توجه به همسان‌گرد بودن تمام متغیرهای مورد بررسی، مدل مناسب برازش داده شد که از میان متغیرهای مورد مطالعه درصد آهک، درصد رس، درصد شن و تولید و تراکم گونه درمنه از مدل کروی تبعیت کرده‌اند که با نتیجه کمرئی (۱۳۸۹) مطابقت دارد. این مدل از معمول‌ترین مدل‌ها برای بررسی و مطالعه تغییرپذیری

خاک و تولید در مطالعات هستند (Cambardella *et al.*, 1994; Miller *et al.*, 1988; Vieira & PazGonzalez,2003). کلاس وابستگی مکانی درصد شن متوسط می‌باشد که با نتایج Afshar و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت دارد. در این زمینه Virgilio و همکاران (۲۰۰۷)؛ Cambardella و همکاران (۱۹۹۴) و Weindrof و Zhu (۲۰۱۰) 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. مطالعات زیادی در زمینه عملکرد محصول و ارتباط با ویژگی‌های خاک انجام شده است

ویژگی‌های مربوط به درمنه کوهی با برخی خصوصیات خاک ارتباط مکانی نزدیک‌تری دارند (Stafford *et al.*, 1996; Chan *et al.*, 1994; Shahandeh *et al.*, 2005). دامنه تاثیر درصد رطوبت، نیتروژن، درصد شن، درصد سیلت و درصد رس (۹۱۰ متر) با تاج‌پوشش (۹۱۰ متر) و دامنه تاثیر کربن آلی خاک و اسیدیته (۳۱۰ متر) با دامنه تاثیر تراکم (۲۲۰ متر) نزدیک است. ساختار مکانی و دامنه تاثیر متغیرها بیشتر تحت تاثیر تغییرپذیری غیرذاتی و عوامل مدیریتی و اقلیمی می‌باشند. بنابراین می‌توان اظهار داشت که تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک، ویژگی‌های پوشش و تولید درمنه کوهی را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد که با نتایج محمد زمانی و همکاران (۱۳۸۶) در رابطه با عملکرد محصول گندم مطابقت دارد. همچنین Vieira و Paz Gonzalez (۲۰۰۳) و محمد زمانی و همکاران (۱۳۸۶) نیز تغییرات پارامترهای گیاه را در ارتباط با خصوصیات خاکی می‌دانند که دامنه تاثیر مشابهی با آنها دارند. با توجه به اینکه در فواصل بیشتر از دامنه تاثیر، نمونه‌ها هیچ‌گونه وابستگی مکانی با هم ندارند، بنابراین برای نمونه‌گیری از گونه مورد نظر به منظور تعیین درصد تاج پوشش و تولید گونه درمنه کوهی می‌توان فاصله بهینه را بین 192 متر تا 910 متر در نظر گرفت. نتایج این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که الگو و پراکنش مکانی متغیرهای خاک و گیاه حتی در یک منطقه کوچک هم می‌تواند تفاوت داشته باشد.

منابع مورد استفاده

- شهدی کومله، ع.، ۱۳۷۳. تاثیر منبع وسطوح شوری و میزان ازت بر رشد و ترکیب شیمیایی دو رقم برنج *(Oryza sativa L)*. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه خاکشناسی، دانشگاه شیراز، شیراز، ۹۹ ص.
- صفری، م.، ۱۳۸۲. تعیین شبکه پایش آب زیرزمینی با استفاده از روش‌های زمین‌آماری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، گروه آبیاری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ۸۲ ص.
- کمرئی، ر.، ۱۳۸۹. تغییرات مکانی تولید، تراکم، و درصد تاج‌پوشش گونه *(Nitraria schoberi L.)*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، مرتعداری دانشگاه تربیت مدرس، نور، ۷۶ص.
- محمدزمانی، س.، ایوبی، ش. و خرمالی، ف.، ۱۳۸۶. بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک و عملکرد گندم در بخشی از اراضی سرخنکلانه استان گلستان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۱(۴۰): ۷۹-۹۱.
- Aerts, R.,Van overtveld , K., Haile, M., Hermy, M., Deckers, J. and Musy, B. 2006. Species composition and diversity of small Aformontane forest fragments in northern Ethiopia. Journal of Plant Ecology, 187:127-142.
- Afshar, H., Salehi, M., Mehnat Kesh, A., 2009. Spatial variability of soil properties and irrigated wheat yield in a quantitative suitability map, A Case study: Shahr-e-Kian Area, Chaharmahalva-Bakhtiari Province. Journal of Water and Soil. 23:161-172
- Cambardella, C. A., Moorman, T. B., Parkin, T. B. ,Karlen, D. L. ,Turco, R. F. and Konopka, A. E. 1994. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. Soil Sciences Soc. Am. Journal, 58: 1501-1511.
- Chan, M. D., Hummel, J. W. and Brouer, B. H. 1994.Spatial analysis of soil fertility for site specific crop management. Soil Science, 58: 1240-1248.
- Covelo F., Rodríguez, A. and Gallardo, A. 2008. Spatial pattern and scale of leaf N and P resumption efficiency and proficiency in a Quercus robur population. Plant Soil, 311: 109–119.
- Ettema, C.H. and Wardle, D. A**.** 2002. Spatial soil ecology. Trends in ecology and evolution, 17: 177–183.
- Einax, J. W. and Soldt, U. 1999.Geostatistic and multivariate statistical methods for the assessment of polluted soils-merits and limitation. Chemometrica

and Laboratory Systems, 49: 79-91.
- Emadi, M., Baghernejad, M., Emadi, M. and Maftoun, M. 2008. Assessment of some soil properties by spatial variability in saline and sodic soils in Arsanjan Plain, Sourthen Iran. *Pakistan J. Biol. Sci*. 11(2): 238–243.
- Gallardo, A.a nd Paramá, R. 2007. Spatial variability of soil elements in two plant Communities of NW Spain. Geoderma, 139: 199–208.
-Hasani Pak, A. A., 2006. Geostatistics. University of Tehran. 314p
- Haynes, R. J., Dominy, C. S. and Graham, M. H. 2003.Effect of agricultural land use on soil organic matter status and the composition of earthworm communities in KwaZulu-Natal, South Africa. Agric. Ecosyst. Environ, 95 : 453–464.
- Liu, D. W., Wang, Z. M., Zhang, B., Song, K. S., Li, X. Y., Li, J. P., Li, F. and Duan, H. T. 2006.Spatial distribution of soil organic carbon and analysis of related factors in croplands of the black soil region, Northeast China. Agric. Ecosyst.Environ, 113: 73–81.
- McGill, W. B. and Figueiredo, C. T. 1993.Total nitrogen.In Carter, M.R. (Ed.), Soil Sampling and Methods of Analysis. Lewis Publishers, Boca Rton,FL.
- Mclean, E. O. 1988. Soil pH and lime requirement. In: page, A.L. (Ed.), Methods of Soil an analysis Part, American Society of Agronomy, vol.2.Soil Science Society of America, Madison, Wis.
- Marcio ,H. S., Carlos, M. S. J., Phaedon, C. K., Dar, A. R. & Edson, V. 2007.Improving spatial models. Forest Ecology and Management, 195: 221-235.
- Miller, M. P., Singer, M. J. and Nielson, D. R. 1988.Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 1133-1141.
-Mirdavoudi, H. R., and Zahedi, H., 2004. Determination of suitable species diversity model for Meyghan playa plant association and effect of some ecological factors on diversity change. Pajouhesh and Sazandegi, 68: 56-65.
- Nelson, D. W. & Sommers, L. E. 1982.Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A. L. (Ed), Methods of Soil Analysis.Part 2.Chemical and Microbiological Properties, second ed. Agronomy Monographs, 9. ASA-SSA, Madison, WI, 539-579.
- Nicola, D. V., Andrea, M. and Gianpietro, V. 2007. Spatial variability of switch grass (Panicum virgatum L.) yield as related to soil parameters in a small field.Field. Crops Research, 101: 232-239.
- Page,w.,Su, Y.Z., Zhang, T.H. Li, Y.Y., and Wan, F. 2005. Chenges in soil properties after establishment of Artemisia haloddendron and Caragana microphylla on shifting sand dune sin semiarid Horquin Sandy Lnad, Northon China.Environment manage.36:272-281.
- Polhmann, H., 1993.Geostatistical modeling of environmental data. Catena, 20: 191-198.
- Roberston, G. P. and Gross, K. L. 1994. Assessing the heterogeneity of belowground - resources: quantifying pattern and scale. In: Calwell, M. M., Pearcy, R. W. (Eds.), Exploitation of Environmental Heterogeneity by Plants. Academic press, San Diego,CA.
- Ruth, B. and Lennartz, B. 2008.Spatial variability of Soil properties and Rice Yield along Two Catena in Southeast China. Soil Sience, 409-420.
- Schlesinger, W. H., Raikes, J. A., Hartley, A. E. and Cross, A. F. 1996.Spatial pattern of soil nutrients in desert ecosystems. Ecology, 2: 364-374.
30. Shahandeh, H., Wright, A. L. Hons, F. M. C. and Lascano, R. G. 2005. Spatial and temporal variation of soil nitrogen parameters related of soil texture and corn yield, Agron, 97: 272-282.
- Stafford, J. V., Amber, B., Lark, R. M., and Catt, J. 1996. Mapping and interpreting the yield variation in creel crops. Compute Electron. Agriculture, 14:101-119.
- Turner, M. G. Gardner, R. H. and Oneil , R. V. 2001. Landscape ecology in theory and practice. Springer,USA.
- Vander Park, M., Owens, P. N., Deeks, L. K., Rawlins, B. G., Haygarth, P. M. and Beven, K. J. 2007. Controls on catchment-scale patterns of phosphorus in soil, streambed sediment, and stream water. Journal of Environment Quality, 36: 694–708.
- Vieira, S. R. and Paz Gonzalez. A. 2003. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. Bragantia Campinas, 62: 127-138.
- Virgilio, N. D., Monti, A., Venturi, G. 2007. Spatial variability of switch grass (*Panicum virgatum L.*) yield as related to soil parameters in a small field. Field Crops Research, 101: 232-239.
- Wang, H. Q., Hall, C. A. S., Cornell, J. D. and Hall, M. H. P. 2002. Spatial dependence and the relationship of soil organic carbon and soil moisture in the Luquillo, Experimental Forest, Puerto Rico. Landscape Ecology, 671–684.
- Weindrof, F. D. C. and Zhu, Y. 2010. Spatial Variability of Soil Properties at Capulin Volcano, New Mexico, USA: Implications for Sampling Strategy. *Pedosphere,* 20(2): 185–197.
- Wilding, L. P., Bouma, J. and Gross, D. W. 1994. Impact of spatial variability on interpretive modeling, Quantitative modeling of soil forming processes. Ascetical Publication, 39: 61-75.
- Yamagishi J., Nakamoto, T. and Richner, W. 2003. Stability of spatial variability of Wheat and Maize Biomass in a Small Filed managed under two contrasting tillage systems over 3 years. Filed Crop Resources, 81: 95-108.
- Zhou, Z., Sun, O. J. Luo, Z., Jin, H., Chen, Q. and Han, X. 2008.Variation in small-scale spatial heterogeneity of soil properties and vegetation with different land use in semiarid grassland ecosystem. Plant Soil, 310: 103–112.

Spatial variability of quantitative properties of *Artemisia aucheri* and some soil properties using geostatistics in Vavsar Rangeland of Sari

Z. Jafarian[1*], M. Kargar [2] and J. Ghorbani[3]

1*- Corresponding Author, Associate Professor, College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran, E-mail: z.jafarian@sanru.ac.ir
2- Assistant Professor, College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
3- Assistant Professor, College of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: 3/3/2011 Accepted: 6/11/2012

Abstract

Spatial variability and heterogeneous geographical distribution of soil physical and chemical properties in rangeland ecosystems are affected by physical and biological factors including different managements, soil microclimate and topography, leading to the vegetation changes. Therefore, this research was aimed to study the spatial variability of production, density and canopy cover of *Artemisia aucheri* in the line with some soil properties variability in Vavsar rangelands of Kiasar. The sampling method was random-systematic. A total of five transects of 100m length were selected in the study area with a distance of 100m on which 10 plots of $2m^2$ were established with a distance of 10m. Soil samples were taken from a depth of 0-15 in each plot. In addition, production, density and canopy cover of *Artemisia aucheri* were measured in each plot. According to the results of geostatistical analysis in GS^+ software, the percentage of clay and the density of *Artemisia aucheri*, showed the highest variation coefficients with the values of 82% and 53%, respectively. The variograms' amplitude varied from 196.2m for production to 910m for the percentage of moisture, lime, EC, and canopy cover. According to the results of cross validation, the models of lime percentage, density and production of *Artemisia aucheri* showed spatial correlation, and, consequently, had higher accuracy to be used in Kiriging interpolation.

Keywords: Soil properties, *Artemisia aucheri*, production, density, canopy cover, Vavsar Rangeland.