تغییرپذیری مکانی برخی ویژگی‌های خاک سطحی (مطالعه موردی؛ سیاهکل استان گیلان)

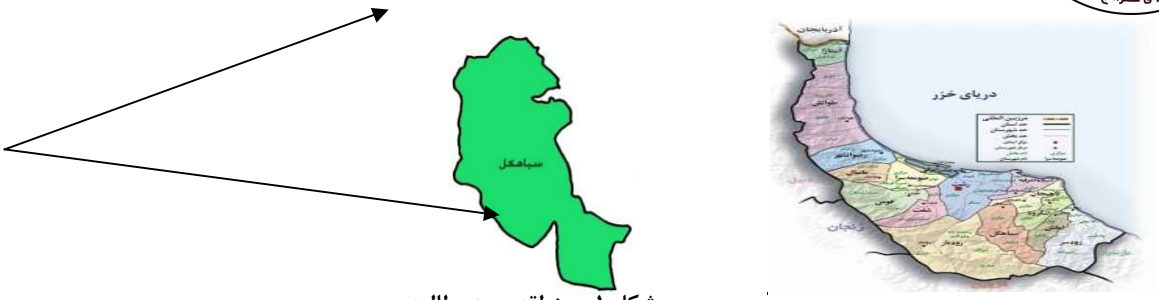
مستانه رحیمی‌مشکله [۱]، ناهید نوبهار دیلمی [۱]، نفیسه یغمائیان مهابادی [۲]، سعید اسدی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه گیلان، ۲-استادیار گروه علوم خاک دانشگاه گیلان، ۳-دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه گیلان

چکیده
خاك به عنوان جزئی از طبیعت، هم دارای تغییرپذیری ذاتی است که در نتیجه برهم کنش فاکتورهای تشکیل دهنده آن است و هم دارای تغییرپذیری غیر ذاتی است که حاصل مدیریت کشت و کار، استفاده از اراضی و فرسایش است. این پژوهش با هدف بررسی تغییرپذیری مکانی برخی ویژگی‌های خاک سطحی (درصد رس، سیلت، شن ،کربن آلی، EC، pH و فسفر قابل جذب) در منطقه سیاهکل استان گیلان صورت گرفت. برای ارزیابی ساختار مکانی ویژگی‌های خاك از تابع تغییرنما استفاده شد. توصیف آماری ویژگی‌های خاک بیانگر این است که از میان متغیرها، pH کمترین ضریب تغییرات (۰/۰۱) و فسفر قابل جذب بیشترین ضریب تغییرات (۵۵/۰) را نشان دادند. تجزیه تغییرنماها نشان داد که تمامی متغیرهای بررسی شده دارای ساختار مکانی می‌باشند؛ بطوریکه دامنه تاثیر تغییرنماها از ۴۰/۶۵ متر برای سیلت تا ۳۰/۱۵۰ متر برای pH در نوسان بود. از بین متغیرهای مورد بررسی، فسفر و EC به ترتیب قوی‌ترین و ضعیف‌ترین وابستگی مکانی نسبت به سایر متغیرها را نشان دادند. نتایج حاکی از آن است که وابستگی مکانی متغیرهای خاک حتی در یک مزرعه با مدیریت یکسان، می‌تواند متفاوت باشد.
واژه‌های کلیدی: تغییرپذیری مکانی،تغییر نما،کریجینگ، منطقه سیاهکل

مقدمه
یکی از ویژگی‌های کلیدی خاك تغییرپذیری زمانی و مکانی آن است. در فرآیند تشکیل خاك عوامل و فرآیندهای مختلفی دخیل هستند که در طول زمان و مکان متغیرند که خواص خاك تحت تأثیر آن‌ها شکل می‌گیرد. به همین دلیل ویژگی‌های خاك در زمان و مکان تغییر می‌کنند. بعلاوه تغییرات آن پیچیده است زیرا از برهمکنش فرآیندهای زیادی که در مقیاس‌های متفاوت مکانی عمل می‌کنند، حاصل می‌آید (Vieira and Paz Gonzalez, ۲۰۰۳). همچنین خصوصیات خاك هم دارای پیوستگی مکانی بوده و هم همبستگی متقابل بین آن‌ها وجود دارد که تحت تأثیر خصوصیات ذاتی (فاکتورهای تشکیل خاك مانند مواد مادری خاک) و خصوصیات غیر ذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاك، کود دهی، تناوب زراعی و فرسایش) قرار دارند (Yemefack, ۲۰۰۵). طی دو دهه اخیر جهت تجزیه و تحلیل این گونه داده‌های مکانی از مجموعه آمار مکانی برای توصیف، تخمین و پیش‌بینی فرایندها و متغیرهای مکانی استفاده می‌شود (Vieira and Paz Gonzalez, ۲۰۰۳).

همبستگی و تغییرات مکانی ویژگی‌های خاك توسط پژوهشگران زیادی گزارش شده است. بوسان و کیوگو (Bosun and. Qiguo, ۲۰۰۳) تغییرات زمانی و مکانی کیفیت خاك را براساس آنالیز زمین آماری در منطقه تپه‌ی نیمه گرمسیری چین بررسی کردند. آنالیز زمین آماری نشان داد که تمام ویژگی‌های خاك (پتاسیم ، فسفر، مواد آلی و pH) و تغییرات آن‌ها دارای ساختار مکانی بوده‌اند.. همچنین پیشنهاد کردند که پروسه ارزیابی کیفیت خاك با روش‌های زمین آمار به عنوان یک ابزار بالقوه برا ی پایش تغییرات در مقیاس مزارع است. لیو و همکاران(Liu et al., ۲۰۰۴) وابستگی مکانی عناصر غذایی کم مصرف (Fe, Mn, Zn and Cu) در مزارع برنج استان ژیانگ واقع در جنوب غربی چین را با استفاده از زمین آمار و سیستم اطلاعات جغرافیای (GIS) بررسی کردند. توزیع مکانی هر چهار عنصر قابل‌دسترس به صورت معنی‌داری با فاکتورهای تشکیل خاك همبستگی داشتند. فعالیت‌های بشر مانند استفاده از کودها و آفت‌کش‌ها، انتشار گازهای فاضلاب‌ها و آلودگی صنعتی اثر معنی‌داری روی توزیع مکانی این عناصر دارد. از آنجایی که آگاهی از نحوه پراکنش تغییرپذیری ویژگی‌های خاک برای دستیابی به تولید بیشتر و مدیریت بهتر و پایدار، امری ضروری می‌نماید. لذا این تحقیق با هدف بررسی میزان تغییرپذیری مکانی ویژگی‌های خاک سطحی در منطقه سیاهکل استان گیلان انجام گرفت.

مواد و روش
منطقه مورد مطالعه در شرق استان گیلان، بین طول‌های جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۶ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۵۷ دقیقه و عرض‌های جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۴ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه قرارگرفته است. غالب اراضی منطقه مورد مطالعه در واحد فیزیوگرافی دشت‌های آبرفتی رودخانه‌ای قرار دارد. متوسط بارندگی سالیانه ۱۴۴۸mm، میانگین دمای سالانه ۷/۱۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین رطوبت نسبی ۴۱/۷۱% می‌باشد. طبق نقشه رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌های ایران رژیم حرارتی خاک‌های منطقه ترمیک و رژیم رطوبتی یودیک می‌باشد.



شکل ۱ - منطقه مورد مطالعه

برای انجام تحقیق قطعه‌ای به ابعاد ۸۰۰ در ۲۰۰۰ متر در شالیزار تحت مدیریت زارعین محلی انتخاب شد. جهت نمونه‌برداری خاک از قطعه مورد نظر، شبکه‌بندی به صورت منظم به ابعاد ۲۰۰*۲۰۰ متر (۴۰نقطه)، توسط GPS و متر انجام شد. مهم‌ترین آماره‌های توصیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS Statistics ۲۲ محاسبه گردیدند. به منظور آنالیز همبستگی مکانی، از تغییرنما[۱۰۰] که به بررسی و شناخت ویژگی‌های ساختاری و چگونگی تغییرات متغیر می‌پردازد، استفاده شد. بدین ترتیب تغییرنمای ویژگی‌های خاک (درصد شن، رس، سیلت، کربن آلی، EC ،pH و فسفر قابل جذب) توسط نرم‌افزار GS+ محاسبه و ترسیم شد. جهت تخمین پارامترهای تغییرنما از روش کریجینگ استفاده گردید.. پس از برازش مدل‌های تئوری مناسب (نمایی، کروی و گوسی) بر تغییرنماها به منظور کنترل اعتبار تغییرنما، لازم است مقادیر تخمینی با مقادیر مشاهده‌ای مقایسه گردد. معیارهایی که برای مقایسه مقادیر تخمینی با مقادیر مشاهده‌ای مورد استفاده قرار گرفت، شامل میانگین خطای تخمین (ME) و مجذور میانگین مربعات خطای تخمین (RMSE) می‌باشد (Robinson and metternicht, ۲۰۰۶)که در رابطه‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند.

$$\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[(Z^*(x_i)-Z(x_i)]_{=\text{ME}} \quad (1)$$

$$\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}[(Z^*(x_i)-Z(x_i)]^2}_{=\text{RMSE}} \quad (2)$$

در این رابطه‌ها، n تعداد نقاط مشاهده‌ای، Z*(xi) مقدار تخمینی در نقطه xi و Z (xi) مقدار مشاهده‌ای در نقطه xi است.

نتایج و بحث

در جدول ۱ خلاصه آماری متغیرهای اندازه گیری شده آورده شده است. وضعیت نرمال بودن داده‌های مورد مطالعه در این پژوهش، به کمک آزمون آماری کولموگروف- اسمیرونوف و همچنین نرم افزار GS+ انجام شد. بررسی توزیع داده‌ها با تست مذکور نشان داد همگی آن‌ها از توزیع نرمال تبعیت می‌کنند. بررسی شاخص‌های آماری چولگی و کشیدگی، که معیاری از توزیع فراوانی داده است، این نتایج را تایید می‌کند. همچنین نزدیک بودن مقادیر میانگین ویژگی‌های خاک با مقادیر میانه دلیل دیگری بر این مدعاست (Godwin,et al.۲۰۰۳).

جدول ۱ پارامترهای آماری ویژگی های خاک

متغیر	واحد متغیر	میانگین	حداقل	حداکثر	ضریب تغییرات (%)	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
شن	(%)	۵۵/۵۲	۰۰/۳۰	۰۰/۸۵	۱۸/۰	۷۵/۹	-۰۲/۰	۳۴/۲
رس	(%)	۴۲/۱۵	۰۰/۸	۰۰/۲۳	۲۳/۰	۶۷/۳	-۰۳/۰	-۶۲/۰
سیلت	(%)	۰۲/۳۲	۰۰/۷	۰۰/۵۱	۲۴/۰	۸۹/۷	۱۱/۰	۸۸/۱
کربن آلی	(%)	۱۴/۲	۱۴/۱	۰۹/۳	۲۳/۰	۵۰/۰	۰۴/۰	-۰۸۳/۰
PH	-	۷۰/۷	۵۱/۷	۹۶/۷	۰۱/۰	۰۹/۰	-۱۹/۰	-۱۶/۰
EC	$dS\ m^{-1}$	۱۸/۱	۵۵/۰	۱۴/۲	۲۴/۰	۲۹/۰	۷۴/۰	۴۰/۱
فسفر قابل جذب	$mg\ kg^{-1}$	۵۰/۱۰	۰۰/۱	۰۰/۲۰	۵۵/۰	۸۳/۵	۰۰/۰	-۲۱/۱

نتایج تغییر نماهای رویه‌ای روند ناهمسانگردی خاصی در متغیرها نشان نداد. به منظور تخمین به‌وسیله کریجینگ و با استفاده از نرم افزار GS+ ، برازش مدل انجام شد. برای این منظور با توجه به همسانگرد بودن تمام متغیرهای مورد بررسی، واریوگرام‌های تجربی همه جهته آن‌ها با در نظر داشتن R^2 بالاتر و مجموع مربعات باقی مانده (RSS) کمتر انتخاب گردید و مدل مناسب بر آن‌ها برازش داده شد Zheng (et al,۲۰۰۸).

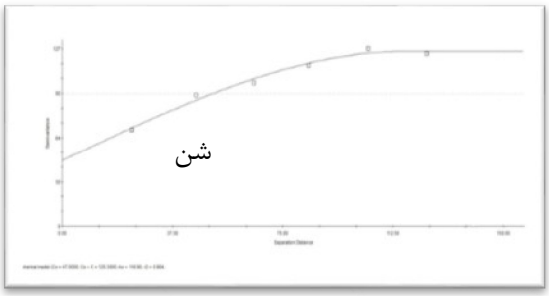
[۱۰۰] - variogram

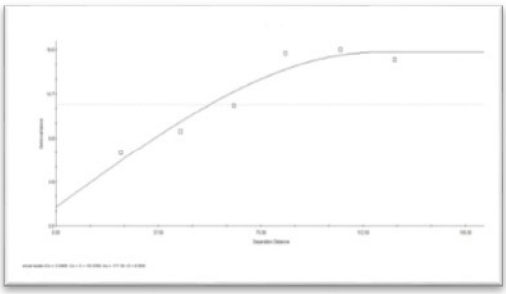
پارامترهای تغییرنماهای مربوط به برخی ویژگی‌های خاک در جدول ۲ آورده شده است. در این مطالعه از میان متغیرهای مورد مطالعه، به جز pH و درصد سیلت، که از مدل نمایی تبعیت می‌کنند، بقیه متغیرها از مدل کروی تبعیت نموده‌اند (شکل ۲). بیشترین دامنه تاثیر مربوط به pH، برابر با ۳/۱۵۰ متر و کمترین دامنه تاثیر مربوط به سیلت، برابر با ۴/۶۵ متر به دست آمد. بدیهی است دامنه تاثیر بزرگتر دلالت بر ساختار مکانی گسترده‌تر و در حقیقت پیوستگی مکانی بیشتر در متغیر مورد نظر دارد، بنابراین به تعداد نقاط کمتری جهت تعیین نقاط نمونه برداری نشده نیاز دارد (حسنی پاک،۱۳۷۷).

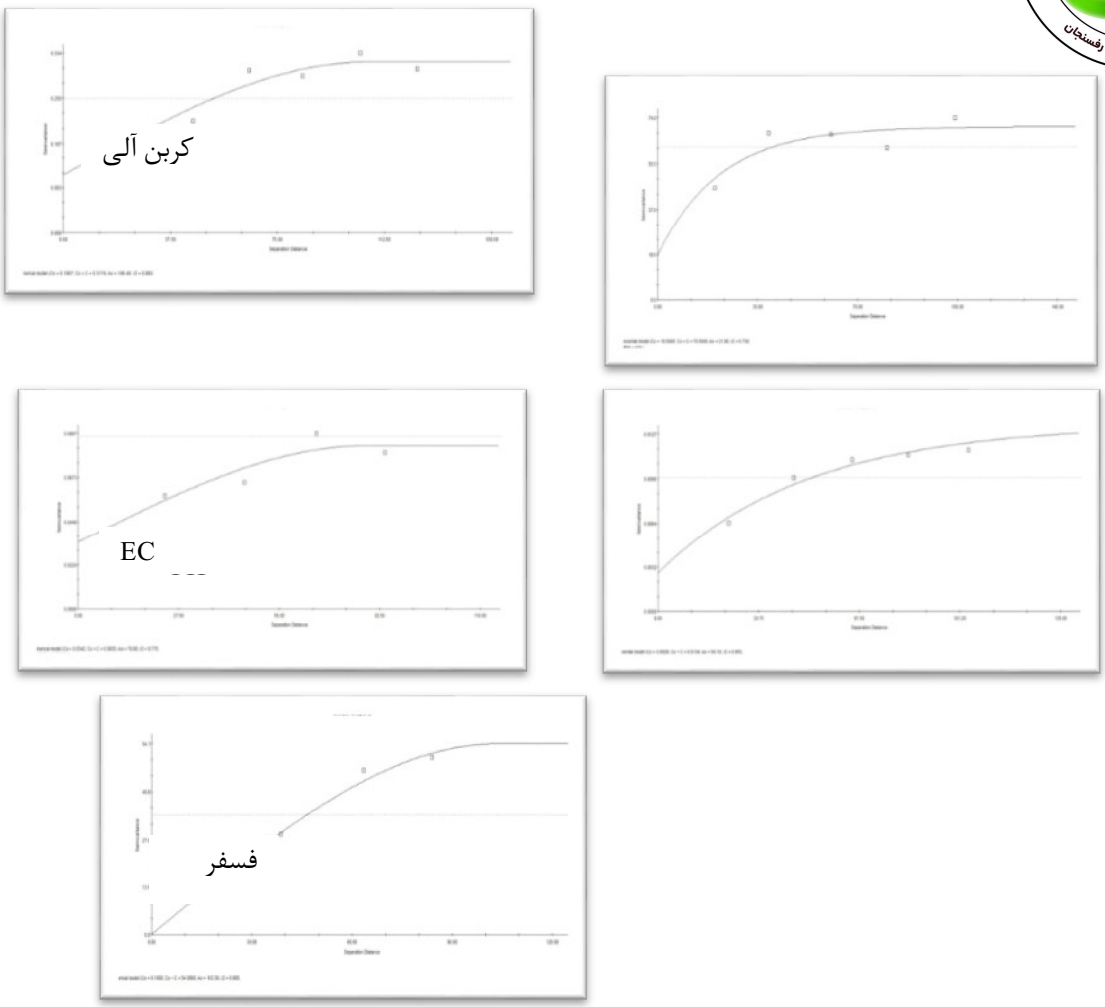
جدول ۲ - پارامترهای تغییر نما و معیارهای کنترل اعتبار کریجینگ برای متغیرهای خاک

متغیر	مدل	اثر قطعه ای	سقف	دامنه تاثیر	نسبت همبستگی(%)	کلاس همبستگی	میانگین خطا(ME)	میانگین مجذور خطا (MSE)
شن	کروی	۰۰/۴۷	۳۰/۱۲۵	۹۰/۱۱۶	۵/۳۷	متوسط	-۳۲/۰	۱۷۸/۰
رس	کروی	۰۴/۲	۳۳/۱۹	۳۰/۱۱۷	۵۵/۱۰	قوی	۱۳/۰	۸۳۱/۰
سیلت	نمایی	۵۰/۱۸	۵۰/۷۰	۴۰/۶۵	۲/۲۶	متوسط	۰۶۵/۰	۳۹۸/۰
کربن آلی	کروی	۱۰۶/۰	۳۱/۰	۴۰/۱۰۶	۴۳/۳۳	متوسط	۰۱۰۹/۰	۰۷۳/۰
PH	نمایی	۰۰۲/۰	۰۱۳/۰	۳۰/۱۵۰	۳۸/۱۵	قوی	۰۰۲/۰	۰۲۱/۰
EC	کروی	۰۳۴/۰	۰۸۳/۰	۸۰/۷۸	۹۶/۴۰	متوسط	-۰۰۰۱/۰	۰۰۲/۰
فسفر قابل جذب	کروی	۱۰/۰	۰۹/۵۴	۳۰/۱۰۳	۱۸/۰	قوی	-۰۱/۰	۰۲۰/۰

شدت و درجه وابستگی مکانی یک متغیر ناحیه‌ای را می‌توان از تقسیم اثر قطعه‌ای به واریانس کل (حدآستانه) به دست آورد که گاها به صورت درصد بیان می‌گردد. اگر نسبت مذکور کمتر از ۲۵ درصد باشد متغیر دارای کلاس وابستگی مکانی قوی و در صورتی که نسبت بین ۲۵ تا ۷۵ درصد باشد کلاس وابستگی مکانی متغیر مورد نظر متوسط می‌باشد اگر نسبت بیشتر از ۷۵ درصد باشد کلاس وابستگی مکانی ضعیف خواهد بود(Yang et al,۲۰۰۹). براین اساس، کلاس وابستگی برای شن رس، سیلت ،کربن آلی ، EC ، pH و فسفر به ترتیب متوسط، قوی، متوسط ، متوسط ، قوی ، متوسط و قوی بود. با توجه به غلبه بخش ساختار دار تغییرنماها بر بخش تصادفی آن می توان نتیجه گرفت که الگوی نمونه‌برداری و فاصله نمونه‌برداری به درستی انتخاب شده و همچنین دقت در نمونه‌برداری و انجام آزمایشات را نیز نشان می‌دهد. مقادیر میانگین خطای تخمین (ME) نزدیک صفر بوده و بیانگر نااریب بودن تخمین ها در روش کریجینگ است (جدول ۲). پایین بودن مقادیر میانگین مجذور خطا می‌تواند دقت بالای تخمین را نشان دهد. بنابراین می‌توان اظهار داشت پارامترهای تغییر نماها متناسب بوده و باعث کاهش خطای تخمین شده است. قابل ذکر است که نتایج این پژوهش در منطقه مورد مطالعه قابل استفاده است و قابل تعمیم به سایر مناطق نیست و نیاز است برای هر منطقه پراکنش مکانی متغیرهای خاك مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین متغیر های مورد بررسی دارای ساختار مکانی بوده ولی دامنه تاثیر آنها متفاوت می‌باشد و این امر بیشتر تحت تاثیر عوامل غیرذاتی و مدیریتی می‌باشد.







شکل ۲_ تغییر نماهای تجربی برازش داده شده برخی متغیرهای خاک

منابع

حسنی پاك، ع.ا. ۱۳۷۷. زمین آمار (ژئو استاتیستیک). انتشارات دانشگاه تهران ۳۱۴ صفحه.

Bosun, S. Z. and Z. Qiguo. ۲۰۰۳. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the hill region of subtropical, China. Geoderma ۱۱۵:۸۵-۹۹.

Godwin, R.J., Miller, P.C.H. ۲۰۰۳. A review of the technologies for mapping within-field variability. Biosyst. Eng. ۸۴, ۳۹۳-۴۰۷.

Liu, X. M., J. M. Xu, M. k. Zhang, and X. F. Yu. ۲۰۰۴. Application of Geostatistics and Gis Technique to characterize spatial variabilities of bioavailable micromutrients in paddy soils. J. Environmental geology. ۴۶: ۱۸۹-۱۹۴.

Robinson, T.P., G. metternicht, ۲۰۰۶. Testing the performance of spatial interpolation techniques for mapping soil properties, computer and electronic in agriculter ۵۰ : ۹۷-۱۰۸.

Vieira, S. R. and Paz Gonzalez. A. ۲۰۰۳. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. Bragantia, Campinas ۶۲ : ۱۲۷-۱۳۸.

Yang, B., Wang, J., Brauning, A., Dong, Z. and Esper, J. ۲۰۰۹. Late Holocene climatic and environmental changes in arid central Asia. Quaternary International ۱۹۴ : ۶۸-۷۸.

Yemefack, M., D. G. Rossiter and R. Njomgang. ۲۰۰۵. Multi-scale characterization of soil variability within an agricultural landscape mosaic system in southern Cameroon .Geoderma ۱۲۵ : ۱۱۷-۱۴۳.

Zheng, Y. M., T. B. Chen and J. Z. He. ۲۰۰۸. Multivariate Geostatistical analysis of heavy metals in top soils from Beijing, China. J. Soil Sediments. ۸ (۱): ۵۱-۵۸.

Abstract

Soil variability is inherent and non inherent as a result of forming factors, cultivation, land use and erosion. In this study aimed to investigate the spatial variability of some surface soil properties (clay, silt, sand, organic carbon, pH, EC and available P) in Siahkal region of Gilan province. Variogram function was used to evaluate the spatial variability of soil properties. The result showed that the highest CV was related to available P (۰.۵۵) and the lowest one was related to pH (۰.۰۱). Variography showed a good spatial structure for all variables. Ranges for variograms were from ۶۵.۴۰ m for silt to ۱۵۰.۳۰ m for pH. Available P and EC showed the strongest and weakest spatial dependence among all variables. The results demonstrated that, the spatial distribution and spatial dependence level of soil properties can be different even within similarly managed farms.