



واکای الگوهای مکانی پارامترهای موثر بر ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک در دشت تبریز با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)

علی باریکلو^۱، لیلصادقلو^۲ و پریسا علمداری^۳
۱ دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه زنجان
۲ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک دانشگاه زنجان
۳ استادیار علوم خاک دانشگاه زنجان

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی الگوی خودهمبستگی فضایی تغییرات ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک و پارامترهای موثر بر آن در منطقه دشت تبریز می‌باشد. بدین منظور در این تحقیق برای برآورد ظرفیت تبادل کاتیونی اقدام به نمونه برداری از ۳۲ نقطه در اراضی مورد مطالعه گردید. فراوانی نسبی ذرات، کربن آلی، pH خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی اندازه‌گیری شد. سپس با استفاده از امکانات آمار فضایی، تحلیل خوشه‌ای و روش هات اسپات در نرم‌افزار Arc GIS 10.3.1 اقدام به بررسی الگوهای خودهمبستگی پارامترهای مورد نظر در اراضی مورد مطالعه گردید. از پارامترهای مورد بررسی، درصد رس، ماده آلی، pH و تا حدودی سیلت دارای الگوی خودهمبستگی یکسان با پارامتر ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک بودند که این نشان‌دهنده تاثیر مستقیم این پارامترها بر ظرفیت تبادلات کاتیونی می‌باشد بدین گونه که در مناطقی که پارامترهای ذکر شده با هم تشکیل الگوی خوشه‌ای خودهمبستگی مثبت می‌دهند مقدار ظرفیت تبادلات کاتیونی نیز بیشترین مقدار می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آمار فضایی، تحلیل خوشه‌ای، ظرفیت تبادل کاتیونی

مقدمه

ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بسته به میزان مواد آلی، مقدار و نوع رس و شرایط خاک متغیر است. برای شناخت ویژگی‌های خاک نیاز به درک صحیحی از الگوی تغییرپذیری آنها می‌باشد. شناخت کیفیت خاک برای مدیریت منابع خاک و تولید پایدار ضروری است (korovin et al., 2006). یویان و کی (۲۰۰۸) از روش‌های زمین‌آماری به عنوان یک ابزار مناسب تصمیم‌گیری در فرآیندهای هیدرولوژی، کمی‌سازی تغییرات مکانی و پهنه‌بندی غلظت نیترات در آب زیرزمینی استفاده کردند پژوهش‌های زیادی در رابطه با تغییرات مکانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و برآورد آنها با استفاده از روش‌های زمین‌آماری انجام شده است. تغییرپذیری خاک طبیعی در مقیاس‌های مکانی و زمانی مختلف به دلیل پیچیدگی فرآیندهای خاک‌سازی تحت تاثیر کشت و کار و کاربرد مواد در سطح اراضی با عملیات زراعی افزایش یافته است (Borgos et al., 2006). ویژگی‌های خاک به طور ذاتی در طبیعت به دلیل تغییر عوامل خاک‌سازی (مواد مادری، پوشش گیاهی و آب و هوا) تغییرپذیر بوده ولی ناهمگونی می‌تواند با مدیریت کشاورز نیز تحریک شود (Wei et al., 2008). تشخیص الگوی پراکنش مکانی از این لحاظ مهم است که می‌تواند به طور فزاینده‌ای برای مدیریت منابع طبیعی (wang et al., 2009) و برای بهبود طراحی شبکه نمونه برداری مطالعات اکولوژیکی کشاورزی آینده (Rossi et al., 2009) استفاده شود. ویژگی‌های خاک به طور ذاتی در طبیعت به دلیل تغییر عوامل خاک‌سازی (مواد مادری، پوشش گیاهی و آب و هوا) تغییرپذیر بوده ولی ناهمگونی می‌تواند با مدیریت کشاورز نیز تحریک شود (Wei et al., 2008; Giller et al., 2006).

مواد و روش‌ها

دشت تبریز به وسعت تقریبی ۲۰۰۰۰۰ هکتار در شمال شرق دریاچه ارومیه بین ۵۶° ۳۷' تا ۱۷° ۳۸' عرض شمالی و ۲۸° ۴۵' تا ۱۴° ۴۶' طول شرقی قرار گرفته است (مهندسين مشاور یکم ۱۳۷۲) بر اساس اطلاعات هواشناسی به ثبت رسیده در

ایستگاه هواشناسی سینوپتیک تبریز، میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت در دی ماه و تیرماه به ترتیب ۵/۹- و ۳۲/۸ درجه سانتی گراد و متوسط میزان بارندگی سالیانه ۲۸۴ می باشد. تعداد ۳۲ نمونه خاک از عمق ۰ تا ۲۰ تهیه گردید و به آزمایشگاه انتقال یافت. نمونه‌ها پس از خشک شدن در هوای آزاد، کوبیده شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شد. درصد ذرات خاک با روش هیدرومتری (Gee and Bauder 1986)، کربن آلی خاک به روش والکلی و بلاک (Black, 1982)، اسیدیته با pH متر و ظرفیت تبادل کاتیونی خاک به روش باور (Bower et al., 1982) اندازه گیری گردید. در جدول ۲ خصوصیات آماری داده‌های اندازه گیری شده آورده شده است. پس از جمع آوری داده‌های صحرائی، از طریق بررسی الگوهای خودهمبستگی فضایی بین پارامترها، پارامترهای موثر بر ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک مشخص شد.

جدول ۲. پارامترهای آماری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های برداشت شده

پارامترهای آماری	pH	CEC (Cmol C/kg)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	ماده آلی (%)
کمترین	۶	۵/۵	۷/۹	۱/۶	۱/۶	۰
بیشترین	۹	۳۲/۸	۸۰	۷۴/۵	۵۸/۰۱	۲
میانگین	۷/۴	۱۶/۰۶	۳۴/۹	۳۲/۳	۳۲/۵	۰/۴
انحراف معیار	۰/۵۴	۵/۵	۱۵/۷	۱۵/۳	۲۱/۱	۰/۳۶

تحلیل لکه‌های داغ^۱

در این مطالعه به منظور تحلیل فضایی پارامترهای موثر بر ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک از شاخص فضایی G استفاده شده است. نمایه‌ی یاد شده میزان همبستگی که ناشی از تمرکز نقاط موزون (یا پهنه‌ای که بوسیله‌ی نقاط موزون باشد) و همه‌ی نقاط موزونی که در داخل شعاع فاصله‌ی d از نقطه‌ی موزون مبدأ باشد، را اندازه گیری می‌کند. فرض کنید که یک پهنه‌ای به n منطقه $i=1, 2, \dots, n$ تقسیم شده باشد و موقعیت هر نقطه با یک سیستم مختصات مکانی (برای نمونه سیستم متریک لامبروت مخروطی) مشخص شده باشد. هر i را یکی از ۸۲۳۰ یاخته‌ی درون ایران زمین در نظر بگیرید. گیتس و آرد در سال ۱۹۹۲ آماره‌ی G و G^* را به عنوان شاخصی جهت اندازه‌گیری ارتباط فضایی در حالت‌های متعدد پیشنهاد کردند. آماره‌ی $G_i(d)$ برپایه‌ی رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود (ourd and gitse, 1995):

$$G_i(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j}{\sum_j x_j} \quad j \neq i \quad (1)$$

که در آن $w_{ij}(d)$ متناسب با ماتریس وزن فضایی یک یا صفر خواهد بود. عبارت یاد شده در صورتی یک خواهد بود که نقطه‌ی مورد نظر در داخل فاصله‌ی (d) که برای نقطه‌ی i در نظر گرفته شده است، باشد. در غیر این صورت اگر در خارج از شعاع دایره‌ی مورد نظر باشد، وزن صفر به آن تعلق خواهد گرفت. در نمایه‌ی G ارتباط هر نقطه‌ی با خودش نیز صفر در نظر گرفته می‌شود. حاصل جمع وزن‌ها به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$W_i = \sum_{j \neq i} w_{ij}(d) \quad (2)$$

عملگر شمارنده سیگما در رابطه (۱) حاصل جمع همه‌ی x_j هایی است که در شعاع فاصله‌ی d از نقطه‌ی i ام هستند. لازم به ذکر است که خود x_i در نظر گرفته نمی‌شود. در مخرج کسر حاصل جمع همه‌ی x_j ها بدون در نظر گرفتن خود x_i می‌باشد. میانگین و پراش برای نقطه‌ی i ام نیز به کمک روابط زیر بدست خواهد آمد:

¹ Hot Spot Analysis

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_j x_j}{(n-1)} \quad (3)$$

$$s^2(i) = \frac{\sum_j x_j^2}{(n-1)} - [\bar{x}(i)]^2 \quad (4)$$

و پراش G_i به کمک رابطه‌ی زیر نیز بدست می‌آید:

$$Var(G_i) = \frac{W_i(n-1-W_i)}{(n-1)^2(n-2)} \left[\frac{s(i)}{\bar{x}(i)} \right]^2 \quad (5)$$

مقادیر G و G^* از طریق این عمل آماری $Wi/(n-1)$ و محاسبه‌ی ریشه‌ی دوم پراش آن استاندارد می‌شوند.

$$G_i(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j - W_i\bar{x}(i)}{s(i)\left\{\left[\frac{(n-1)S_{1i}}{n} - W_i^2\right]/(n-2)\right\}^{\frac{1}{2}}}, j \neq i \quad (6)$$

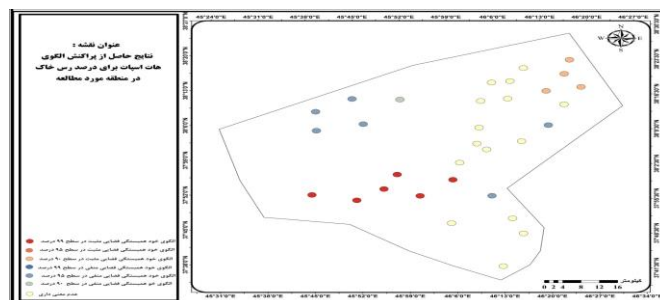
اگر ما وزن خود نقطه‌ی i را نیز در نظر بگیریم ($w_{ii} \neq 0$)، آماره‌ی استاندارد شده‌ی G^* به کمک رابطه‌ی زیر بدست خواهد آمد.

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_j w_{ij}(d)x_j - W_i^*\bar{x}}{s(i)\left\{\left[\frac{(nS_{1i}^*)}{n} - W_i^{*2}\right]/(n-2)\right\}^{\frac{1}{2}}}, j = i \quad (7)$$

در رابطه‌های ۶ و ۷، $W_i^* = W_i + w_{ii}$ ، $S_{1i} = \sum_j w_{ij}^2$ که در آن $j=i$ و \bar{x} و s^2 به ترتیب میانگین و پراش نمونه را نشان می‌دهند. مقادیر استاندارد شده‌ی G یا G^* برپایه‌ی جدول نمره Z تفسیر می‌شوند.

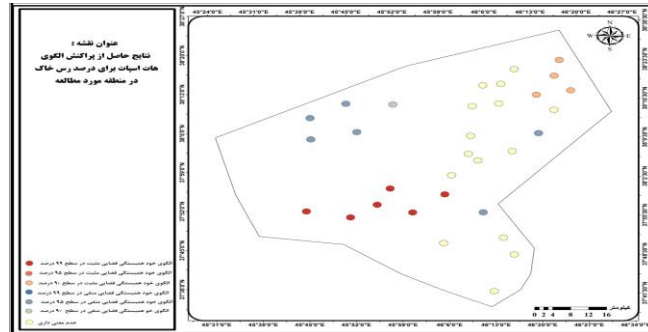
نتایج و بحث

نتایج حاصل از پراکنش الگوی هات اسپات برای ظرفیت تبادلات کاتیونی و پارامترهای خاکی موثر بر آن (درصد شن، سیلت، رس، کربن آلی و اسیدیته خاک) در بخش زیر مورد بحث قرار گرفته‌است: در شکل ۱ تغییرات الگوی خود همبستگی فضایی ماده درصد رس خاک در قسمت‌های جنوب غربی و شمال شرقی اراضی مورد مطالعه دارای الگوی خود همبستگی مثبت بوده و با نقاط اطراف خود تشکیل الگوی خوشه‌ای خود همبستگی مثبت ایجاد نموده است که درصد رس تاثیر مستقیم بر ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک داشته و باعث افزایش ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک می‌شود. در شکل ۲ تغییرات الگوی خود همبستگی فضایی ماده آلی خاک در قسمت جنوب غربی اراضی مورد مطالعه دارای الگوی خود همبستگی مثبت بوده و با نقاط اطراف خود تشکیل الگوی خوشه‌ای خود همبستگی مثبت ایجاد نموده است که این نشان دهنده این است که این نقاط دارای بالاترین مقدار ماده آلی در سطح کل اراضی مورد مطالعه می‌باشد که این همبستگی با پوشش گیاهی و نوع کاربری اراضی مورد نظر همبستگی مکانی دارای همبستگی مثبت می‌باشد

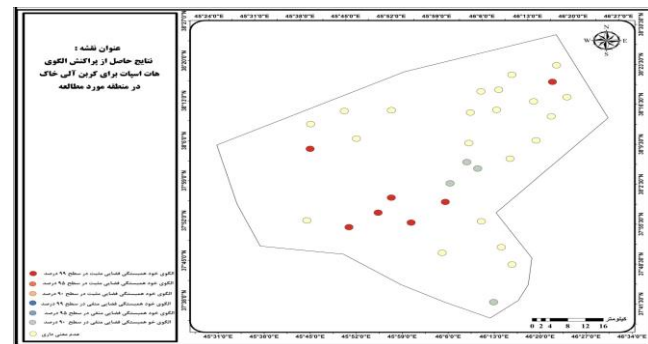


شکل ۱: نتایج حاصل از پراکنش الگوی هات اسپات برای پراکنش درصد رس در منطقه مورد مطالعه

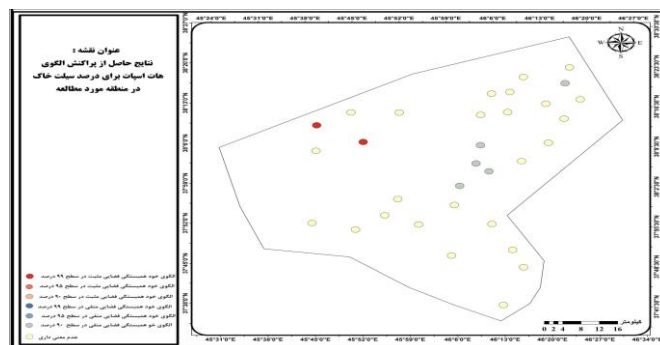
در شکل ۳ تغییرات الگوی خود همبستگی فضایی درصد سیلت خاک در قسمت مرکزی اراضی مورد مطالعه دارای الگوی خود همبستگی منفی بوده و با نقاط اطراف خود تشکیل الگوی خوشه‌ای خود همبستگی منفی ایجاد نموده است. به خاطر این که بافت خاک جزو ویژگی‌های ذاتی خاک می‌باشند نمی‌توان روند خاصی در رابطه با الگوی خودهمبستگی فضایی این پارامتر که شامل درصد شن، سیلت و رس می‌باشد و تغییر پذیری این پارامترها بسته به مواد مادری و نوع خاک می‌تواند متفاوت باشد.



شکل ۱: نتایج حاصل از پراکنش الگوی هات اسپات برای پراکنش درصد رس در منطقه مورد مطالعه



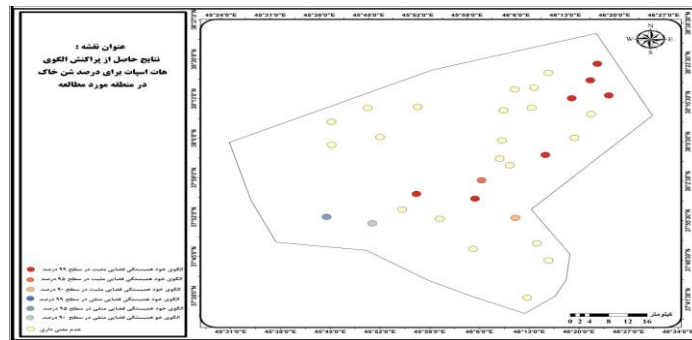
شکل ۲: نتایج حاصل از پراکنش الگوی هات اسپات برای پراکنش ماده آلی در منطقه مورد مطالعه



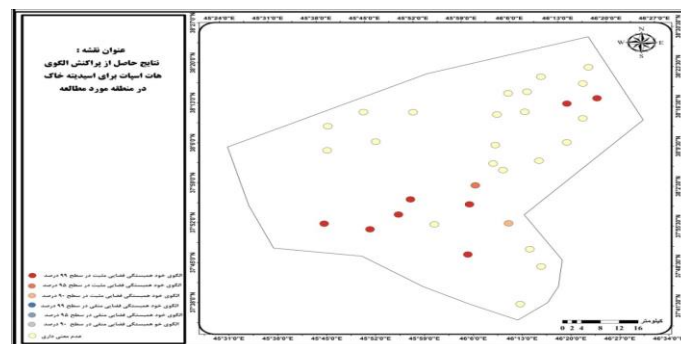
شکل ۳: نتایج حاصل از پراکنش الگوی هات اسپات برای پراکنش درصد سیلت در منطقه مورد مطالعه

در شکل ۴ تغییرات الگوی خود همبستگی فضایی درصد شن خاک در قسمت‌های شمال شرقی و جنوبی اراضی مورد مطالعه دارای الگوی خود همبستگی مثبت بوده و با نقاط اطراف خود تشکیل الگوی خوشه‌ای خود همبستگی مثبت دارد که این نشان دهنده این است که این نقاط دارای بالاترین مقدار درصد شن در سطح کل اراضی مورد مطالعه می‌باشد. نقشه پراکنش الگوی هات اسپات برای پراکنش درصد شن خاک بر خلاف نقشه‌های مربوطه به ماده آلی و درصد رس که با هم دارای یک

همبستگی مثبت بودن دارای یک همبستگی منفی با پارامترهای ذکر شده می‌باشد که دلیل این نوع همبستگی را نوع پراکنش بافت خاک مشخص می‌کند.

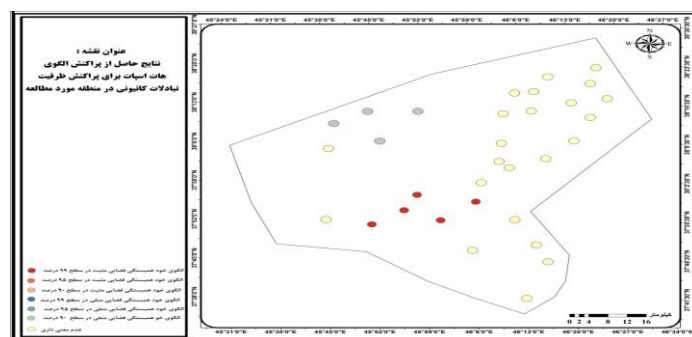


شکل ۴: نتایج حاصل از پراکنش الگوی هات اسپات برای پراکنش درصد شن در منطقه مورد مطالعه



شکل ۵: نتایج حاصل از پراکنش الگوی هات اسپات برای پراکنش pH در منطقه مورد مطالعه

تغییرات الگوی خود همبستگی فضایی اسیدیته خاک در قسمت‌های جنوب غربی و جنوبی اراضی مورد مطالعه دارای الگوی خود همبستگی مثبت بوده و با نقاط اطراف خود تشکیل الگوی خوشه‌ای خود همبستگی مثبت ایجاد نموده است که این نشان دهنده این است که این نقاط دارای بالاترین مقدار درصد سیلت در سطح کل اراضی مورد مطالعه می‌باشد.



شکل ۶: نتایج حاصل از پراکنش الگوی هات اسپات برای پراکنش ظرفیت تبادلات کاتیونی خاک در منطقه مورد مطالعه

تغییرات الگوی خود همبستگی فضایی هدایت ظرفیت تبادلات کاتیونی در قسمت‌های شمال غربی و غربی اراضی مورد مطالعه دارای الگوی خود همبستگی مثبت بوده و با نقاط اطراف خود تشکیل الگوی خوشه‌ای خود همبستگی مثبت دارد. که این نشان دهنده این است که این اراضی دارای بالاترین مقدار هدایت هیدرولیکی در سطح کل اراضی مورد مطالعه می‌باشد



و محدود تغییرات ظرفیت تبادل کاتیونی در خاک‌ها از کمتر از یک سانتی مول بر کیلوگرم برای خاک‌های شنی با مواد آلی کم تا بیش از ۲۵ سانتی مول بر کیلوگرم برای خاک‌های رسی با مواد آلی زیاد متغیر می‌باشد.

منابع

- مهندسین مشاور یکم. ۱۳۷۲. گزارش مطالعات نیمه تفصیلی دقیق دشت تبریز. شرکت سهامی آب منطقه‌ای آذربایجان شرقی، وزارت نیرو، تبریز، ایران
- Black, C.A. 1982. Method of soil analysis, Chemical and microbiological properties, American Society of Agronomy, INC. 2: 1965.
- Bower, C.A. R.F. Reitmeir and M. Fireman. 1952. Exchangeable cation analysis of saline and alkali soils. Soil Sci.73: 251-261
- Cerri, C.E.P., M. Bernoux, V. Chaplot, B. Volkoff, R.L. Victoria, J.M. Melillo, K.Paustian, and C.C. Cerri, 2004 . Assessment of soil property spatial variation in an Amazon pasture: basis for selecting an agronomic experimental area. Geoderma, 123: 51 -68.
- Darsow, A., M.T. Schafmeister, and T. Hofmann. 2009. An ArcGIS approach to include tectonic structures in point data regionalisation. Ground Water, doi:10.1111/j.1745-6584.2009.00546.x
- Gee, G. and W. Bauder. 1986. Particle size distribution analysis. In: Klute, A. (Ed.), Method of soil analysis. Part 1, 2ed. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI. 383-411.
- Giller, K.E., E.C. Rowe, N. DeRidder, and H. VanKeulen. 2006. Resource use dynamics and interactions in the tropics: scaling up in space and time. Agr. Syst., 88: 8-27.
- Liu, X., W. Zhang, M. Zhang, D.L. Ficklin, and F. Wang. 2009. Spatio-temporal variations of soil nutrients influenced by an altered land tenure system in China. Geoderma, 152: 23-34.
- Oake-Anti, D., and J.I. Ogoe. 2006. Analysis of variability of some properties of a semideciduous forest soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 37:211 -223.
- Rossi, J., A. Govaerts, B. DeVos, B. Verbist, A. Vervoort, J. Poesen, B. Muys, and J.Deckers. 2009. Spatial structures of soil organic carbon in tropical forests- A case study of Southeastern Tanzania. Catena, 77: 19- 27.
- Wei, J.B., D.N. Xiao, H. Zeng, and Y.K. Fu. 2008. Spatial variability of soil properties in relation to land use and topography in a typical small watershed of the black soil region, northeastern China. Environ. Geol., 53: 1663-167

Spatial Patterns Analysis of Effective Parameters on Soil Cation Exchange Capacity at Dashte- Tabriz Using Geographical Information System (GIS)

Ali barikloo¹, Leila sadeghloo², Parisa alamdari³

1 Graduate of the Master of Soil Science University of Zanjan

2 Graduate student Soil Science University of Zanjan

3 Assistant Professor of Soil Science University of Zanjan

Abstract

The aim of this study was to evaluate the spatial autocorrelation pattern of CEC changes and effective parameters in Dasht-e-Tabriz. Therefore, in this study to estimate the CEC, 32 points used for measuring particle size distribution, organic carbon, pH and cation exchange capacity of the soils. Then, we studied autocorrelation patterns of selected parameters with using spatial statistics, cluster analysis and hotspot in Arc GIS 10.3.1. Clay percentage, organic matter, pH and somewhat silt have the same autocorrelation patterns with the CEC parameter that Indicates, direct impact of these factors on the cation exchange capacity so that in areas where the listed parameters have positive autocorrelation cluster, the cation exchange capacity has the highest value.

Keywords: cation exchange capacity, cluster analysis, spatial statistics.