تغییرات مکانی برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی در شکل‌های اراضی مختلف دشت تبریز

حامد فروغی‌فر[1*]، علی اصغر جعفرزاده[2]، حسین ترابی گلسفیدی[3]، ناصر علی‌اصغرزاد[2]، نورایر تومانیان[4] و ناصر داوتگر[5]

تاریخ دریافت: 88/10/23 تاریخ پذیرش : 89/1/24

1- استادیار، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند
2- استاد، گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
3- استادیار، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد
4- استاد پژوهش، بخش تحقیقات خاک و آب، اصفهان
5- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات برنج کشور، رشت
* مسئول مکاتبه : E-mail: hfroghifar@gmail.com

چکیده

بررسی تغییرات مکانی و توزیع فراوانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سطحی در داخل و بین شکل‌های اراضی مختلف دشت تبریز در مقیاس ناحیه‌ای مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. سیزده ویژگی برای 98 نقطه خاک سطحی اندازه‌گیری گردید. نمونه‌برداری به صورت شبکه‌ای منظم و به فاصله 1000 متر با توجه به میزان تغییرات خاک انجام شد. شکل‌های اراضی در ناحیه مورد مطالعه تپه، دشت دامنه‌ای، دشت آبرفتی رودخانه‌ای، دشت و اراضی پست بود. مقدار رس، سیلت، درصد آهک، جرم مخصوص ظاهری، واکنش خاک و ظرفیت تبادل کاتیونی دارای توزیع نرمال بوده و میانگین وزنی قطر خاکدانه، هدایت الکتریکی، نیتروژن کل، شن، کربن آلی، فسفر قابل جذب و نسبت جذب سدیم دارای توزیع نرمال لگاریتمی بودند. تفکیک نمونه‌ها در واحدهای شکل اراضی باعث بهبود توزیع نرمال داده‌ها گردید به‌طوریکه در شکل اراضی تپه، دشت آبرفتی رودخانه‌ای و اراضی پست تمام ویژگی‌ها نرمال بودند. در بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده آهک وابستگی مکانی نداشت. میانگین وزنی قطر خاکدانه، جرم مخصوص ظاهری، ازت کل، کربن آلی، فسفر قابل جذب، سیلت و شن وابستگی مکانی متوسط داشتند. ظرفیت تبادل کاتیونی، pH خاک، نسبت جذب سدیم، هدایت الکتریکی و رس از وابستگی مکانی قوی برخوردار بودند. نتایج نشان می‌دهد که وابستگی مکانی ویژگی‌های خاک بیشتر تحت تأثیر ویژگی‌های ذاتی مثل مواد مادری، پستی و بلندی و نوع خاک می‌باشد. هم‌چنین تغییرپذیری در ویژگی‌های خاک نتیجه تغییر در محیط‌های رسوب‌گذاری و یا اختلاف در مراحل خاکسازی یا هیدرولوژیکی برای موقعیت‌های مختلف شکل‌های اراضی می‌باشد و می‌تواند تحت تاثیر آبیاری، کود، بالا آمدن سطح ایستابی و یا مدیریت کشاورزی قرار گیرد. بنابراین، این عوامل ممکن است باعث انحراف داده‌ها از حالت نرمال گردیده و سبب چولگی داده‌ها در یک واحد نقشه شوند.

واژه های کلیدی : تغییرات مکانی، شکل اراضی، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی، دشت تبریز

Archive of SID

www.SID.ir

Spatial Variations of Surface Soil Physical and Chemical Properties on Different Landforms of Tabriz Plain

H foroughifar[1*], AA Jafarzadah[2], H Torabi Gelsefidi[3], N Aliasgharzadah[2], N Toomanian[4] and N Davatgar[5]

Received: 12 April 2011 Accepted: 13 April 2010
[1]Assist Prof., Dept of Soil Sci, Faculty of Agric, Birjand Univ, Iran
[2]Prof., Dept of Soil Sci, Faculty of Agric, Tabriz Univ, Iran
[3]Assist. Prof., Dept of soil sci, Faculty of Agric, Shahed University, Iran
[4]Assist. Prof., Soil and Water Research Division, Esfahan Agricultural Research Center, Iran
[5]Assist. Prof., Rice Research Institute of Iran, Rasht, Iran
*Corresponding author: E-mail: hfroghifar@gmail.com

Abstract

The aim of this study was to evaluate the spatial variability and frequency distribution of some physical and chemical properties within and between various landforms ofTabriz plain in the northwest of Iran. For these evaluation 13 properties of 98 surface soil samples according to grid sampling design with 1000 meters interval based on soils variability were selected and analysed. Landforms in the study area included hill, piedmont plain, plain, river alluvial plain and lowland. The study of soil variables frequency distribution showed that Bd, CEC, CCE, pH, clay and silt followed normal distribution, and these variables were used in parametric statistical method. Variables such as MWD, total N, SAR, OC, EC, available P and sand showed log-normal distribution. The variables frequency distribution increased within landforms, in lowland, hill, and river alluvial plain they showed normal distribution. Only EC in piedmont plain and sand, OC and total N in plain landforms land forms showed log-normal distributions. Results indicated significant differences in soil properties distribution among landforms. Clay, pH, EC, SAR and MWD, CEC, Bd, total N, OC, available P, sand, and silt were strongly and moderately spatial dependent, respectively, while CCE had no spatial dependence and it followed nugget model. These results indicated strong spatial dependence due to the effect of intrinsic factors such as parent material, relief and soil types. Also soil properties variations could result from variation in depositional environments and/or differences in pedogenic or hydrologic processes for different landforms. These environmental factors can be affected by flood water, irrigation, fertilizeir addition, high water table level or agriculture practices. They may affect data deviation from normal distribution and cause skewness (positive or negative) at soil mapping unit.

Key words : Landform, Physical and chemical properties, Spatial variability, Tabriz plain

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک‌ها به گونه طبیعی تحت تاثیر عامل‌های پدوژنیک مانند مواد مادری و شکل اراضی[1] می‌باشد، علاوه بر آن تغییراتی هم در نتیجه مدیریت و کاربری اراضی هم در خاک‌ها اتفاق می‌افتند. اطلاعاتی که از این تغییرات در خاک حاصل می‌شود در مدیریت امنیت تولید غذا بدون ایجاد خسارت در محیط زیست موثر است. مطالعات ارزیابی خاک‌ها و خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی مربوط به آنها ، عموما با فرض نرمال بودن داده‌ها صورت می‌گیرد (بکت و وبستر 1971). دهییا و همکاران (1984) بیان داشتند که برخی از متغیرها مانند جرم مخصوص ظاهری، بافت، واکنش خاک و عناصر غذایی تمایل به توزیع نرمال دارند. برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مانند قابلیت نفوذ هوا، حرکت املاح (دهییا و همکاران 1984) و برخی از کاتیون‌های تبادلی (یوست و فاکس 1981) دارای توزیع نرمال لگاریتمی می‌باشند. توزیع فراوانی متغیرهای خاک می‌تواند تحت اثر وضعیت فیزیوگرافی نا حیه مورد مطالعه قرار گیرد(جعفرزاده و همکاران1377).

ویژگی‌های خاک دارای تغییرات مکانی و زمانی از مقیاسهای کوچک تا بزرگ می‌باشند که تحت تأثیر ویژگی‌های ذاتی (نظیر فاکتورهای متأثر از مواد مادری خاک) و ویژگی‌های غیر ذاتی (مانند عملیات مدیریتی خاک ، کوددهی و تناوب زراعی) قرار می گیرد (کوئین و زهانگ 2002، یمفک و همکاران 2005). برای درک بهتر تأثیر عوامل مدیریت و آلودگی و نهایتا دستیابی به عملیات زراعی مناسب نیازمند به مشخص و کمی کردن غیریکنواختی و تغییرپذیری ویژگی‌های خاک نیاز است(سون و همکاران 2003).

محمدی (1385و 1998) با استفاده ازتخمین گرهای زمین‌آماری پراکنش مکانی برخی از ویژگی‌های خاک سطحی شامل هدایت الکتریکی، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک را با روش‌های کوکریجینگ، کریجینگ و رگرسیون خطی بررسی نمود. نتایج بدست آمده از این تحقیق حاکی از آن است که تخمین‌گرهای زمین‌آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده و روش کریجینگ به عنوان روش برتر برآورد داده‌های مکانی پارامترهای خاک معرفی شد. این نتایج نشان داد که برآورد به روش کریجینگ با واقعیت‌های منطقه مطابقت بیشتری دارد (محمدی 2000).

ممتاز و همکاران (2009) تغییرات ویژگی‌های خاک داخل و بین شکل‌های اراضی مختلف را بررسی و مشخص کردند که مقدار رس در تمام شکل‌های اراضی، سیلت فقط در شکل اراضی دشت دامنه‌ای[2] و کربنات کلسیم در اراضی پست و CEC در همه به‌جز اراضی پست دارای توزیع نرمال است. همچنین مقدار شن و کربن آلی برای تمام شکل‌های اراضی، EC (بجز پشت خاکریز[3])، CaCO3 (بجز خاکریز[4]) و CEC (بجز اراضی پست) از توزیع لگاریتم نرمال پیروی می‌کنند. آنها بیان داشتند که توزیع فراوانی ویژگی‌های خاک به محیط رسوب‌گذاری، شکل اراضی و مراحل خاک سازی وابسته است.

سون و همکارن (2003) تغییرات زمانی و مکانی برخی ویژگی‌های کیفی خاک را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که ویژگی‌های خاک تغییرات زیادی را نشان می‌دهند. بالاترین ضریب تغییرات برای فسفر قابل دسترس و پایین‌ترین آن برای pH مشاهده گردید. تجزیه‌های آماری نشان داد که همه ویژگی‌های خاک (pH، ماده آلی، فسفرقابل دسترس و پتاسیم قابل دسترس) دارای ساختار مکانی هستند. هم‌چنین نسبت اثر قطعه‌ای[5] به آستانه همبستگی قوی مکانی برای pH و همبستگی مکانی متوسطی را برای دیگر ویژگی‌ها نشان داد.

یونگ و همکاران (1999و 1998) گزارش کردند که توزیع و تغییرپذیری ویژگی‌های خاک وابسته به مقیاس است و با کاهش مقیاس منابع تغییرپذیر به مقیاس

[1] Landform

[2] Piedmont
[3] Behind levee
[4] Levee
[5] Nugget effect

Archive of SID

www.SID.ir

کوچک‌تر (از موقعیت شکل اراضی و کاربری اراضی) ممکن است منجر به تغییرپذیری خاک در مقیاس ناحیه‌ای شود (بکت و وبستر 1971) .

وابستگی مکانی شدید در برخی از متغیرها ممکن است به وسیله عوامل ذاتی ویژگی‌های خاک مانند بافت خاک و نوع کانی‌های خاک و وابستگی مکانی ضعیف تر ممکن است به وسیله عوامل غیر ذاتی (مدیریتی)مانند مصرف کود و شخم کنترل شوند.

وانگ و همکاران (2009) تغییر پذیری مکانی ازت و فسفر کل خاک تحت مدیریت‌های مختلف را در یک حوزه آبخیز کوچک در چین مطالعه و نتیجه گرفتند که ازت کل خاک وابستگی مکانی متوسط داشته و بترتیب در اراضی زراعی بیشتر از علفزار و در علفزار بیشتر از بوته‌زار می‌باشد، در حالیکه فسفر کل خاک دارای وابستگی مکانی شدید در زراعی، متوسط در علف‌زار و ضعیف در بوته-زار است.

اوالس و کولینز (1986) رابطه خاک – زمین‌نما[1] و تغییرپذیری خاک در شمال فلوریدای مرکزی را مطالعه کردند. دوازده پدون روی سه موقعیت زمین‌نما برای ارزیابی ویژگی‌های خاک تعیین شدند. ویژگی‌های خاک در ناحیه مورد مطالعه در ارتباط با موقعیت زمین‌نما بودند. رابطه بین خاک– زمین‌نما به وسیله مواد مادری غیر یکنواخت افزایش می‌یابد

وانگ وهمکاران (2009) با مطالعه تغییرپذیری مکانی کربن آلی نشان دادند که این متغیر از مدل کروی تبعیت کرده و دارای وابستگی مکانی متوسط می‌باشد و ویژگی‌های آماری آن برای خاک‌های مختلف و انواع کاربری‌ها متفاوت و در ارتباط نزدیک با ساختار پستی وبلندی، انواع خاک و انواع کاربری می‌باشد.

چن و همکاران (2006) الگوی توزیع مکانی ازت کل را متفاوت از دیگر ویژگی‌های خاک و به عنوان عنصر کلیدی محدود کننده گزارش کردند. ازت کل بر خلاف بقیه متغیرهای خاک دارای ساختار مکانی همسانگرد بود.

آسیو و همکاران (2006) ویژگی‌های مرفولوژیکی، فیزکوشیمیایی وحاصلخیزی خاک‌ها بر روی مواد مادری سنگ آهک کواترنر در فیلیپین را مورد بررسی قراردادند و دریافتند که ویژگی‌های و محدودیت‌های حاصلخیزی خاک‌ها در این اراضی عمدتاً تحت تأثیر موقعیت شیب، ویژگی‌های مواد مادری سنگ آهک و فعالیت‌های انسانی است. در این خاک‌ها کربنات کلسیم بالا و سطح pH از محدودیت‌ها بود به‌علاوه کمبود عناصر غذایی P، K، Fe، Mn و B نیز مشاهده گردید.

قاسمی دهکردی و همکاران (1382) توزیع آماری و پراکنش مکانی برخی ویژگی‌های حاصلخیزی خاک‌های واقع در بخش شمالی دشت خوزستان را به وسعت 210000 هکتار بر روی یک شبکه منظم که فاصله نقاط شبکه 2000 متر بود بررسی کردند و ضمن تهیه نقشه-های موضوعی، وضعیت پراکنش عناصر غذایی و روند تغییرات آن‌ها را در خاک بدست آوردند. آن‌ها نتیجه گرفتند با پیش روی از شمال به سمت جنوب میزان شوری خاک افزایش می‌یابد و کمبود فسفر را در خاک-های منطقه گزارش کردند. این تحقیق به هدف ارزیابی تغییرات مکانی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و ارزیابی اثر واحدهای شکل اراضی و کاربری اراضی بر این تغییرات انجام شد.

مواد و روش‌ها

ناحیه مورد مطالعه و الگوی نمونه‌برداری

منطقه مورد مطالعه بخشی از دشت تبریز به وسعت 9000 هکتار بوده که در غرب شهر تبریز بین ´56 °37 تا ´17°38 عرض شمالی و ´28 °45 تا ´14°46 طول شرقی قرار گرفته است (شکل 1). ارتفاع آن از سطح دریا 1350 متر بوده و میانگین حداقل درجه حرارت ایستگاه تبریز در زمستان 1/9- درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن در تابستان در ماه‌های تیر و مرداد 25/1 درجه سانتیگراد و میزان بارندگی سالیانه به طور متوسط 249 میلیمتر است (بی‌نام 1375). شکل‌های اراضی موجود در منطقه‌ی مورد مطالعه تپه، دشت دامنه‌ای[2]، دشت آبرفتی رودخانه‌ای[3]، دشت و اراضی پست می‌باشد. گیاهان بومی غالب منطقه

[1]Landscape

[2]Piedmont

[3]River alluvial plain

Archive of SID

www.SID.ir

سالسولا، خارشتر بوده و در بخش‌های زیر کشت معمولاً گندم، جو و یونجه به صورت آبی کشت می‌گردد. آب مورد نیاز آبیاری از رودخانه‌ی آجی‌چای تامین می‌گردد. خاک‌های این منطقه به ویژه در دشت به دلیل همجواری با دریاچه ارومیه، داشتن بافت سنگین و بالا بودن سطح آب زیرزمینی دارای شوری بالایی هستند.

در این مطالعه برای شناسائی و تفکیک زمین نما و شکل‌های اراضی مختلف از عکس‌های هوایی، نقشه‌های توپوگرافی و زمین شناسی استفاده گردید. نمونه‌برداری از خاک سطحی بر اساس شبکه بندی منظم با ابعاد 1000 متر انجام شد. موقعیت نمونه‌های خاک در محل هر گره از شبکه نمونه‌برداری با GPS تعیین و در مجموع 98 نمونه خاک از افق‌های سطحی برداشت و به آزمایشگاه منتقل گردید. همچنین نمونه‌های دست‌نخورده برای آزمایشات مربوطه برداشت شد.

تجزیه‌های آزمایشگاهی

پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها هوا خشک و سپس از الک دو میلیمتری عبور داده شد. بافت خاک به روش هیدرومتری (کلوت 1986)، جرم مخصوص ظاهری به روش سیلندر و کلوخه با پارافین (بلاک و هارتیج 1986) و اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر خاکدانه[1] به روش الک‌تر (کمپر و روزینو 1986) انجام گردید. قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع به روش هدایت سنجی و pH در گل اشباع اندازه‌گیری شدند (رهودز 1986). ظرفیت تبادل کاتیونی به روش استات سدیم در pH=8/2 (رهودز 1986)، فسفر قابل جذب به وسیله عصاره‌گیری با بیکربنات سدیم در pH=8.5 (اولسون و سومر 1986)، ازت کل به روش کجلدال (برمنر و ملوانی 1986)، درصد آهک (کربنات کلسیم معادل) به روش خنثی سازی با اسید کلریدریک و تیتراسیون با سود (نلسون 1986) و اندازه‌گیری کربن آلی به روش والکلی بلاک (نلسون و سومر 1986) اندازه‌گیری شدند .

[1] Mean weight diameter

تجزیه‌های آمارکلاسیک

تجزیه آماره‌های توصیفی میانگین ، میانه ، انحراف از معیار، چولگی[2]، کشیدگی[3] و ضریب تغییرات با استفاده از بسته نرم افزاری SPSS (بی‌نام 1990)انجام و نرمال بودن توزیع فراوانی این ویژگی‌ها با استفاده از آزمون معنی دار شدن چولگی ارزیابی شدند(زر 1974). همچنین ویژگی‌هایی که از توزیع فراوانی نرمال برخوردار نبودند بعد از تبدیل لگاریتمی داده‌ها مجدداً آزمون شدند.

تجزیه‌های آمار مکانی

ابزار بررسی تجزیه وابستگی مکانی[4] در شرایط صدق فرض پایایی، تغییرنما[5] است. تغییرنما به بررسی و شناخت ویژگی‌های ساختاری متغیر ناحیه‌ای می‌پردازد و چگونگی تغییرات آن را بیان می‌کند. اگر نیم تغییرنما[6] به سقف معینی برسد و در نتیجه دامنه تاثیر مشخصی داشته باشد، ساختار مکانی و شرایط صدق فرضیه ذاتی می‌تواند وجود داشته باشد.

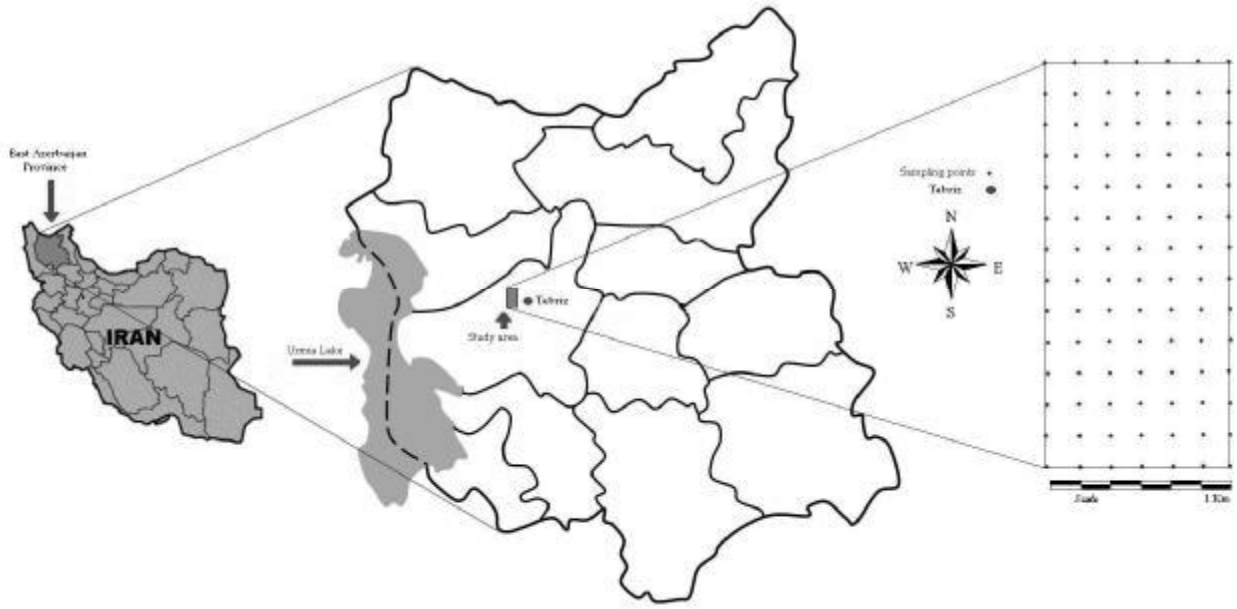
با توجه به این که محاسبه نیم تغییرنما برای همه جامعه مورد مطالعه امکان پذیر نمی‌باشد، نیم تغییرنما در یک فاصله تفکیک مشخص به وسیله تابع زیر تخمین زده می‌شود(بورگس و وبستر 1980) :

$$g(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{i=1}^{N(h)}[Z(x_i+h)-Z(x_i)] \qquad [1]$$

[2]Skewness
[3]Kurtosis
[4]Spatial dependence
[5]Variogram
[6]Semivariogram

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 1 - موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و نمایی از شبکه نمونه برداری

$N(h)$ تعداد زوج نمونه‌های به کار رفته در محاسبه نیم تغییرنما در فاصله h، $Z(x_i)$ و $Z(x_i+h)$ به ترتیب مقادیر متغیر Z در نقاط x_i و x_i+h می‌باشند. پارامترهای تغییرنما شامل اثر قطعه‌ای[1]، دامنه تاثیر[2] و آستانه[3] می‌باشند (اوتست و همکاران 2000). برای محاسبه نیم تغییرنما، لازم است متغیرها از توزیع فراوانی نرمال برخوردار باشند. در متغیرهایی که دارای توزیع فراوانی نرمال نبودند از تبدیل لگاریتمی آنها استفاده شد. مدل های تغییرنمای کروی، نمائی، خطی و اثر قطعه‌ای بر متغیرهای مورد مطالعه برازش داده شد. ارزیابی برازش مدل‌ها با استفاده از ضریب تبیین، R^2 و مجموع مربعات باقیمانده[4] انجام شد. در شرایطی که بهترین مدل برازش شده از نوع سقف‌دار مانند کروی یا نمایی بود، از مولفه های آن برای درون یابی متغیرها در نقاط نمونه‌برداری نشده به روش کریجینگ استفاده گردید. علاوه بر آن، قدرت ساختار مکانی متغیرها با استفاده از نسبت واریانس اثر قطعه‌ای به واریانس کل ارزیابی شدند. دراین نسبت که نسبت هم بستگی نامیده می‌شود و معمولا به صورت درصد بیان می‌گردد، واریانس اثر قطعه‌ای به صورت درصدی از واریانس کل بیان شده و بدین وسیله می‌توان مقایسه‌ای در ارتباط با بزرگی اثر قطعه‌ای بین ویژگی‌های مختلف خاک انجام داد (کمبردلا و همکاران 1994):

واریانس کل / اثر قطعه‌ای = نسبت همبستگی

چنانچه این نسبت کمتراز 25درصد گردد نشان-دهنده وابستگی مکانی قوی می‌باشد و اگر این نسبت بین 25 و 75 درصد قرار گیرد بیانگر وابستگی مکانی متوسط و چنانچه این نسبت بزرگ‌تر از 75% گردد نشان‌دهنده وابستگی مکانی ضعیف خواهد بود (کمبردلا و همکاران 1994، کوئین و ژانگ2002). همچنین در صورتی که نسبت همبستگی در مورد ویژگی‌ها برابر 100% گردد و یا اینکه شیب منحنی تغییر نما نزدیک به صفر باشد ویژگی مربوطه فاقد وابستگی مکانی خواهد بود (میلر و همکاران 1988)، و اگر نسبت هم بستگی برای ویژگی صفر شود بیان‌گر یک پیوستگی در وابستگی مکانی می‌باشد (ویرا و گنزالز 2003).

[1]Nugget
[2]Range
[3]Sill
[4]Residual square sum

Archive of SID
www.SID.ir

برای ارزیابی اعتبار پیش‌بینی‌های روش درون‌یاب کریجینگ به گونه‌ای که از حداقل واریانس تخمین برخوردار باشند ابتدا داده‌ها به دو گروه با نسبت 75% و 25% تفکیک شدند(محمدی 1385). روش درون‌یاب کریجینگ با استفاده از 75% داده‌ها آموزش داده شدند و سپس ارزیابی اعتبار کریجینگ با استفاده از 25% داده‌های مستقل و با استفاده از آماره‌های میانگین خطا[1] و ریشه میانگین مربعات خطا[2])انجام شد (بورگس و وبستر 1980) :

$$ME = \frac{1}{n}\sum\left(Z^* - Z\right) \qquad [2]$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n}\sum\left(Z^* - Z\right)^2} \qquad [3]$$

در این روابط Z مقدار مشاهده شده، Z* مقدار برآورد شده و n تعداد نمونه می‌باشد . آماره‌های میانگین خطا و ریشه میانگین مربعات خطا به ترتیب معیاری از اریب و کیفیت برازش تخمین‌گر هستند ، هر اندازه آماره‌های میانگین خطا به صفر نزدیک و ریشه میانگین مربعات خطا کوچک باشد پیش‌بینی کریجینگ از صحت بیشتری برخوردار است.

نتایج و بحث

آمار توصیفی

آمار توصیفی ویژگی‌های خاک در اراضی مورد مطالعه با واحدهای شکل اراضی متفاوت، نشان داد که اغلب ویژگی‌های خاک دارای توزیع فراوانی نرمال نبودند و فقط رس، سیلت، جرم مخصوص ظاهری و آهک از توزیع نرمال برخوردار بودند (جدول1). تبدیل لگاریتمی در متغیرهای pH، CEC، SAR و فسفر قابل جذب با چولگی معنی‌دار و توزیع فراوانی غیر نرمال منجر به غیر معنی‌دار شدن چولگی و نرمال شدن توزیع شد. در متغیرهای N، OC، EC و MWD تبدیل داده‌ها با استفاده از تابع های لگاریتمی هر چند در کاهش ارزش چولگی موثر بود اما توزیع فراوانی همچنان غیر نرمال باقی ماند. به نظر می‌رسد در مقیاس ناحیه‌ای بیشتر ویژگی‌ها دارای توزیع غیر نرمال باشند (بریجدا و همکاران 2000). هیستوگرام توزیع فراوانی غیر نرمال اغلب دارای کشیدگی به سمت راست می‌باشد. کشیدگی به سمت راست ناشی از وجود تعداد محدودی متغیر با ارزش زیاد برای هر ویژگی خاک می‌باشد (شکل2a). علاوه بر این، چون ارزش ویژگی‌های خاک، نمی‌تواند منفی باشد لذا سمت چپ نمودار در عدد صفر به پایان می‌رسد (بریجدا و همکاران 2000).

ضریب تغییرات که معیاری از تغییرپذیری نسبی است برای pH کمترین و MWD و به دنبال آن EC و OC دارای بیشترینCV بودند. ضریب تغییرات کم در pH ناشی از اثر عوامل ذاتی مانند مواد مادری در رفتار این متغیر است. در حالی که ضریب تغییرات زیاد می‌تواند ناشی از اثر ترکیبی عوامل مدیریتی (مانند مصرف کود و کاربری‌های متفاوت از اراضی) و عوامل ذاتی (مانند پستی و بلندی، تغییرات شدید بافتی و وضعیت زهکشی) در این منطقه باشد (شکل 3a ,b).

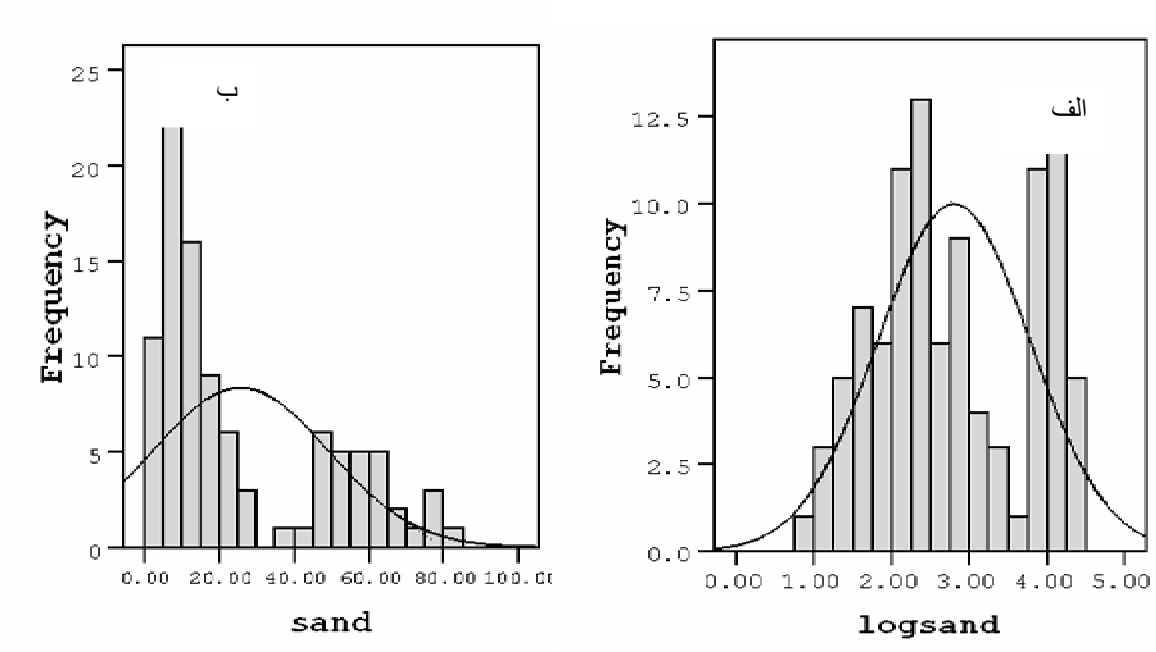
در بیشتر موارد متغیرهای با ضریب تغییرات زیاد (بیشتر از 50 درصد) از توزیع فراوانی غیر نرمال برخوردار بودند. تبدیل لگاریتمی داده‌ها علاوه بر کاهش چولگی و بهبود نرمالیتی، ضریب تغییرات داده‌ها (CV) را نیز کاهش داد (جدول1). این حالت برای شن، MWD ، EC، SAR، ازت کل و فسفر قابل جذب صادق است. بریجدا و همکاران (2000) نیز بیان داشتند که تبدیل داده‌ها در کاهش چولگی، نزدیک شدن داده‌ها به توزیع نرمال و کاهش ضریب تغییرات موثر است.

[1]Mean error (ME)

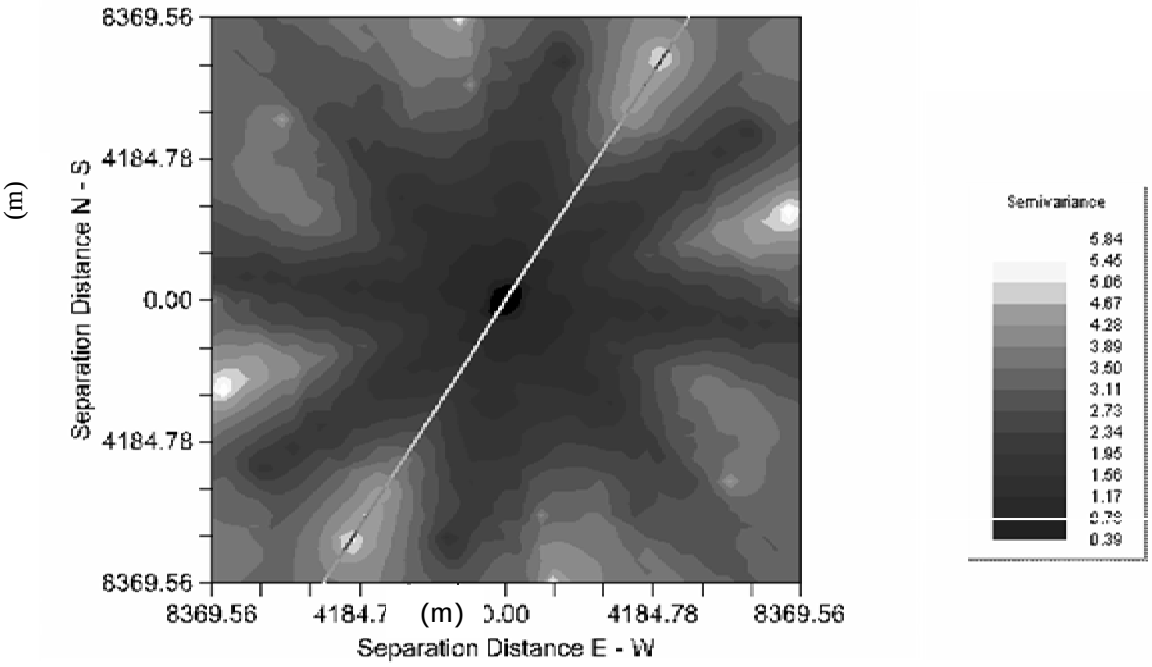
[2]Root mean square error (RMSE)

Archive of SID

www.SID.ir



شکل 2 - نمودار توزیع فراوانی شن(الف) غیرنرمال و بدون تبدیل (ب) نرمال وتبدیل شده لگاریتمی



شکل 3- همسانگردی هدایت الکتریکی در منطقه مورد مطالعه

www.SID.ir

جدول 1- پارامترهای آمار توصیفی ویژگی‌های خاک‌های مطالعه شده.

ویژگی	واحد	میانه	میانگین	واریانس	انحراف از معیار	چولگی	کشیدگی	ضریب تغییرات(%)
Sand	%	25/74	14/30	546/65	23/40	0/916	-0/633	91
logSand	-	2/88	2/66	0/96	0/98	0/102	-1/220	34
Silt	%	31/15	30/70	94/82	9/74	0/116	-0/474	31
Clay	%	43/52	48/65	358/45	18/93	0/366	-1/125	43
Bd	g/cm^3	1/44	1/45	0/02	0/13	-0/336	-0/178	9
EC	dS/m	24/28	15/95	748/57	27/36	1/612	2/373	112
logEC	-	2/29	2/76	2/67	1/63	-0/510	-1/015	71
MWD	mm	0/35	0/25	0/16	0/39	3/076	0/483	114
logMWD	-	-1/57	-1/37	1/38	1/18	-1/057	3/305	74
pH	-	7/69	7/69	0/13	0/36	0/495	2/420	4
$CaCO_3$	%	9/61	9/90	11/80	3/44	0/083	0/674	35
CEC	Cmol+/kg	16/28	16/10	39/77	6/31	0/699	1/125	38
loCEC	-	2/71	2/5	0/162	0/403	-0/28	-0/57	14/8
OC	%	1/04	0/78	1/05	1/03	3/377	12/871	98
logOC	-	0/21	-0/25	0/41	0/64	0/983	1/730	298
SAR	-	39/73	29/80	1292/31	35/95	1/530	2/212	90
logSAR	-	3/25	3/39	1/04	1/02	-0/420	-0/344	31
N	%	0/09	0/07	0/01	0/10	3/318	12/431	105
logN	-	-2/60	-2/65	0/48	0/69	0/865	1/313	26
P	mg/kg	11/65	8/80	64/90	8/06	1/630	2/330	69
logP	-	2/26	2/17	0/38	0/62	0/302	-0/287	27

تفکیک ویژگی‌های خاک بر پایه واحد شکل اراضی باعث کاهش ضریب تغییرات، چولگی و نرمال شدن توزیع فراوانی داده‌ها شد (جدول2). به‌طوری که در واحد اراضی پست، تپه و دشت آبرفتی رودخانه‌ای تمام ویژگی‌ها نرمال بودند. در واحد دشت به جز شن، کربن آلی و ازت کل و در واحد دشت دامنه‌ای به جز EC بقیه ویژگی‌ها دارای توزیع فراوانی نرمال بودند. این نتایج نشان می‌دهد که توزیع فراوانی ویژگی‌های خاک ناشی از اختلاف در بین واحدهای شکل اراضی است (ممتاز و همکاران 2009 و بریجدا و همکاران 2000) و با تفکیک داده‌ها به واحدهای شکل اراضی و همگون شدن جامعه، تغییرپذیری ویژگی‌های خاک کم و توزیع داده‌ها به نرمال نزدیک می‌شود.

تغییرپذیری در ویژگی‌های خاک نتیجه تغییر در محیط‌های رسوب‌گذاری و یا اختلاف در مراحل خاکسازی یا هیدرولوژیکی در شکل‌های اراضی مختلف می باشد (ممتاز و همکاران 2009، بریجدا و همکاران 2000 و یونگ همکاران 1999). هم‌چنین ویژگی‌های خاک می‌تواند تحت تاثیر عملیات کشاورزی مانند آبیاری، مصرف کود و یا محدودیت‌های زهکشی مانند

www.SID.ir

بالا بودن سطح آب زیرزمینی، پس‌روی و پیش‌روی آب دریاچه ارومیه قرار گیرد (ممتاز و همکاران 2009). این عوامل ممکن است باعث انحراف داده‌ها از حالت نرمال شده باشد. داده‌های پرت می‌تواند اغلب نتیجه تغییرات نامتقارن در مراحل خاک‌سازی یا هیدرولوژیکی باشد. برای مثال چولگی برای EC در شکل اراضی دشت ممکن است به بالا بودن سطح آب زیرزمینی و حرکت موئینگی آب به سمت بالا و تجمع املاح در بعضی از افق‌های سطحی این شکل اراضی مرتبط باشد.

تحلیل همبستگی مکانی

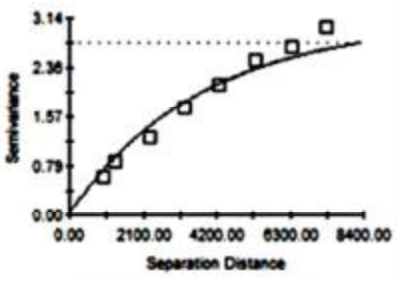
از تغییرنمای سطحی برای تشخیص پدیده همسانگردی استفاده شد. نمونه ناهمسانگردی برای هدایت الکتریکی در شکل 3 نشان داده شده است. عدم وجود تقارن در نیم تغییرنمای سطحی نشان دهنده ناهمسانگردی است. ناهمسانگردی نمایانگر آن است که تغییرپذیری این ویژگی‌ها در جهات مختلف یکسان نبوده و علاوه بر مکان نمونه‌برداری به جهت نمونه-برداری نیز وابسته است. پدیده ناهمسانگردی در جهت های شمال غرب به جنوب شرق و شمال به جنوب می باشد که منطبق با جهت شیب عمومی منطقه می‌باشد. لازم به ذکر است که در این جهت بترتیب واحدهای تپه، دشت دامنه‌ای، دشت و اراضی پست قرار گرفته است که در شمال و شمال‌غرب ناحیه با بافت سبک‌تر و شیب بیشتر همراه بوده است. این عوامل باعث شستشوی املاح و ذرات ریزتر گردیده و در نتیجه شوری خاک نیز کمتر می‌باشد. در جنوب و جنوب شرق ناحیه بافت خاک سنگین و شوری افزایش یافته است که این مسئله در ایجاد غیر همسانگردی موثر می‌باشد.

متغیر آهک از مدل قطعه‌ای، فسفر قابل جذب از مدل نمایی و بقیه متغیرها از مدل کروی تبعیت کردند (جدول3 و شکل4). مدل کروی از جمله معمول‌ترین مدل‌های دارای سقف زمین آماری برازش داده برای ویژگی‌های خاک است (میلر و همکاران 1988). وجود مدل قطعه‌ای نشان دهنده عدم وابستگی مکانی ویژگی، تصادفی بودن تغییرات و استقلال متغیرها است. وجود مدل کروی بیان‌کننده وجود ساختار مکانی در ویژگی می‌باشد. دامنه تاثیر در متغیرهای مطالعه شده متفاوت بود(جدول2). دامنه تاثیر، فاصله‌ای است که در ماورای آن نمونه‌ها بر هم تاثیری نداشته و یا وابستگی کافی نشان نمی‌دهند و می‌توان آنها را مستقل از یکدیگر محسوب نمود. چنین فاصله‌ای حد همبستگی ویژگی مورد نظر را مشخص ساخته و اطلاعاتی در رابطه با حد مجاز فاصله نمونه برداری ارائه می‌کند.

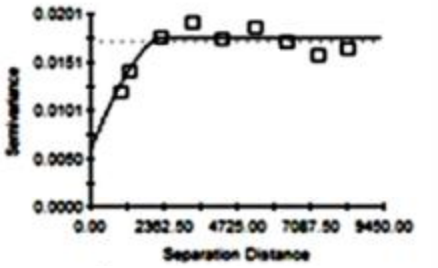
دامنه تأثیر ویژگی‌های خاک، تابعی از مقیاس مورد مطالعه و فاصله نمونه‌برداری می‌باشد (بکت و وبستر 1971). دامنه تأثیر تغییرنماها از 1600 متر برای pH تا 7100 متر برای EC در نوسان است(جدول3). به نظر می‌رسد که بالا بودن دامنه تأثیر در هدایت الکتریکی و پایداری این متغیر ناشی از بالا بودن سطح آب شور زیرزمینی بعنوان عامل ذاتی و حرکت موئینگی آب به سطح و تبخیر آن و به دنبال آن شوری زیاد در واحد دشت می‌باشد (شکل 3) که این مسئله باعث همگون‌تر شدن این متغیر از لحاظ توزیع مکانی و افزایش دامنه موثر شده است. با توجه به کم بودن دامنه موثر به نظر می‌رسد pH تحت تاثیر تفاوت در واحدهای شکل اراضی قرار دارد. هم چنین میانگین pH از واحد تپه به سمت اراضی پست کاهش نشان می‌دهد(جدول 2). متغیرهای نیتروژن کل، Bd، OC و MWD نیز از دامنه تأثیر کوچک برخوردار بودند که برای نیتروژن به نظر می‌رسد ناشی از تحرک زیاد آن در شکل یون نیترات و اثر تغییر کاربری باشد. برای برخی از ویژگی‌های خاک مانند Bd، MWD و OC کم بودن دامنه تأثیر را می-توان به عوامل مدیریتی (تغییرکاربری، آبیاری،

Archive of SID

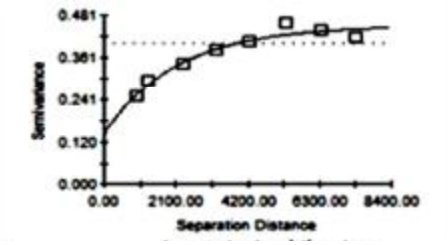
www.SID.ir



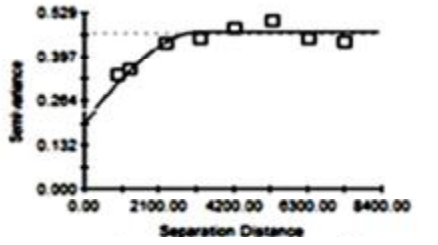
الف: هدایت الکتریکی(dS/m)



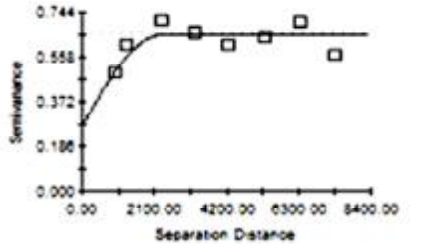
ب: جرم مخصوص ظاهری(g/cm^3)



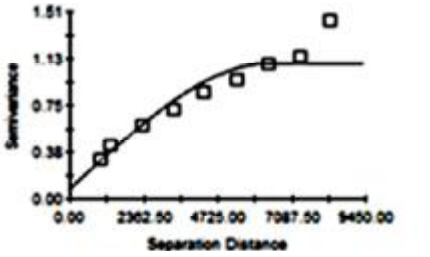
ج: فسفرقابل جذب(mg/kg)



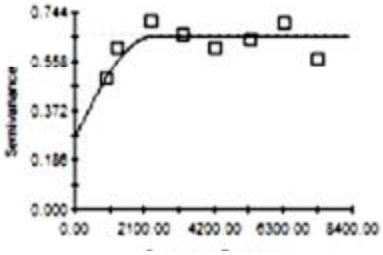
د: میانگین وزنی قطر خاکدانه (mm)



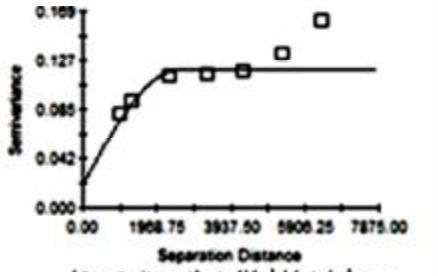
ه: کربن آلی (%)



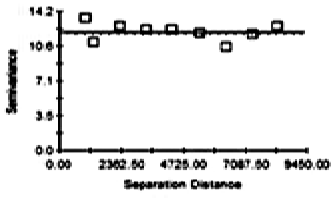
و: نسبت جذب سدیم



ز: سیلت (%)



ح: ظرفیت تبادل کاتیونی (cmol+/kg



ط : آهک (%)

شکل 4 - نمودار نیم تغییرنمای برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه.

www.SID.ir

جدول 2- پارامترهای آماری ویژگی‌های خاک در داخل واحدهای شکل اراضی.

ویژگی	واحد	شکل اراضی	میانه	میانگین	واریانس	چولگی	انحراف از چولگی	انحراف معیار	کشیدگی	ضریب تغییرات(%)
شن	%	H	20/37	61/70	196/52	0/33	0/845	14/02	-0/38	67
		P.P	53/40	57/60	308/57	-1/28	0/512	17/65	1/62	32
		P	13/58	10/00	171/45	3/02	0/310	13/09	11/28	96
		R.A.P	36/90	46/60	635/12	-0/26	0/913	25/20	-1/37	68
		L.L	13/28	10/90	57/00	0/63	0/845	7/55	-1/64	56
سیلت	%	H	20/20	22/80	29/22	-1/45	0/845	5/41	1/26	26
		P.P	25/13	23/50	74/50	1/01	0/512	8/63	0/76	34
		P	34/42	35/20	85/12	-0/15	0/310	9/23	-0/04	26
		R.A.P	28/04	29/50	62/33	-0/38	0/913	7/89	-0/25	28
		L.L	31/47	31/70	26/47	-0/24	0/845	5/14	-2/22	16
رس	%	H	19/43	17/80	96/66	0/34	0/845	9/83	-1/48	50
		P.P	21/49	19/90	130/05	1/86	0/512	11/40	4/74	53
		P	52/66	54/30	168/46	-0/82	0/310	12/98	0/92	24
		R.A.P	35/06	23/00	434/98	0/53	0/913	20/85	-3/19	59
		L.L	55/28	54/10	99/26	0/17	0/845	9/96	-1/84	18
Bd	g/cm^3	H	1/51	1/49	0/01	1/12	0/845	0/11	1/48	7
		P.P	1/45	1/47	0/02	-0/39	0/512	0/15	-0/14	1
		P	1/43	1/45	0/02	-0/35	0/310	0/12	-0/14	8
		R.A.P	1/45	1/45	0/02	-0/69	0/913	0/12	0/32	8
		L.L	1/36	1/35	0/02	-0/12	0/845	0/15	-1/68	11
MWD	mm	H	0/70	0/33	1/00	2/34	0/845	1/00	5/56	142
		P.P	0/45	0/26	0/20	2/03	0/512	0/45	4/10	100
		P	0/30	0/20	0/09	1/37	0/310	0/30	1/35	98
		R.A.P	0/31	0/30	0/01	1/36	0/913	0/08	2/24	25
		L.L	0/25	0/14	0/06	1/83	0/845	0/25	3/30	100

H : تپه، PP : دشت‌آبرفتی دامنه‌ای، P : دشت، R.A.P : دشت آبرفتی رودخانه‌ای، L.L : اراضی پست

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه جدول 2 - پارامترهای آماری ویژگی‌های خاک در داخل واحدهای شکل اراضی

ویژگی	واحد	شکل اراضی	میانه	میانگین	واریانس	چولگی	انحراف از چولگی	انحراف معیار	کشیدگی	ضریب تغییرات(%)
		H	7/82	7/87	0/02	-1/65	0/845	0/13	2/44	1
		P.P	7/81	7/80	0/05	0/44	0/512	0/21	-0/71	2
pH	-	P	7/67	7/63	0/17	0/78	0/310	0/41	2/03	5
		R.A.P	7/66	7/66	0/01	0/07	0/913	0/11	-2/82	1
		L.L	7/51	7/66	0/14	-0/72	0/845	0/37	-1/98	4
		H	0/69	0/68	0/03	-0/25	0/845	0/16	-1/25	23
		P.P	5/53	0/80	134/67	2/27	0/512	11/60	3/79	209
EC	dS/m	P	31/20	24/90	697/00	1/31	0/310	26/40	1/43	84
		R.A.P	7/71	6/91	34/65	0/04	0/913	5/88	-2/52	76
		L.L	36/02	25/75	1091/10	1/48	0/845	33/03	2/10	5
		H	11/03	10/80	4/31	-0/40	0/845	2/08	-0/15	18
		P.P	10/29	9/00	13/86	1/58	0/512	3/72	1/85	36
CEC	cmol +/kg	P	18/72	18/40	31/90	0/80	0/310	5/65	3/17	30
		R.A.P	14/04	12/20	29/10	1/82	0/913	5/39	3/42	38
		L.L	18/63	16/65	47/34	0/64	0/845	6/88	-1/55	36
		H	0/86	0/92	0/14	-0/36	0/845	0/38	-0/15	44
		P.P	0/75	0/58	0/22	1/77	0/512	0/46	3/01	61
OC	%	P	1/16	0/78	1/46	3/01	0/310	1/21	9/27	104
		R.A.P	0/52	0/58	0/03	-0/57	0/913	0/18	-2/18	34
		L.L	1/42	1/07	0/95	1/53	0/845	0/97	2/10	68
		H	7/03	6/75	4/01	1/86	0/845	2/00	4/07	28
		P.P	13/74	6/75	271/77	2/19	0/512	16/49	3/75	120
SAR	-	P	51/75	41/90	97/20	1/43	0/310	36/00	1/68	69
		R.A.P	16/84	15/80	98/58	-0/78	0/913	9/93	0/23	58
		L.L	56/00	45/50	1799/50	1/54	0/845	42/42	2/60	75
		H	0/08	0/08	0/002	-0/13	0/845	0/04	0/25	48
		P.P	0/07	0/05	0/002	1/78	0/512	0/05	2/93	68
نیتروژن	%	P	0/11	0/07	0/02	2/97	0/310	0/12	9/01	109
کل		R.A.P	0/05	0/05	0/00	-0/57	0/913	0/02	-2/34	36
		L.L	0/14	0/10	0/01	1/48	0/845	0/10	1/88	71
		H	7/32	6/30	14/37	1/22	0/845	3/79	2/26	51
		P.P	11/22	8/90	69/22	2/61	0/512	8/32	7/48	74
فسفرقابل	mg/kg	P	12/95	10/80	91/03	1/59	0/310	9/54	2/55	73
استفاده		R.A.P	7/34	6/00	7/68	1/65	0/913	2/77	2/68	37
		L.L	11/58	12/35	19/01	0/05	0/845	4/36	-0/23	37
		H	10/28	9/50	20/62	-0/17	0/845	4/54	-0/05	44
		P.P	8/20	7/60	12/74	0/85	0/512	3/57	1/01	43
آهک	%	P	9/92	10/40	11/66	-0/05	0/310	3/41	1/42	34
		R.A.P	9/84	11/20	10/03	-0/31	0/913	3/17	-2/60	32
		L.L	10/23	9/90	1/89	1/55	0/845	1/38	3/10	13

* علائم زیر جدول 2 توصیف شده‌اند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3- پارامترهای نیم تغییرنما و معیارهای انتخاب مدل و کنترل اعتبار برای ویژگی‌های خاک

ویژگی	واحد	مدل	سقف	دامنه تاثیر	اثرقطعه ای	نسبت همبستگی	کلاس همبستگی	ME	RMSE	R^2	RSS
شن	%	کروی	0/85	7090	0/23	27	متوسط	2/03	19/35	0/85	0/052
سیلت	%	کروی	95	4000	55	57/9	متوسط	0/366	9/582	0/681	484
رس	%	کروی	370	7090	50	13	قوی	-0/6	14/11	0/785	22364
Bd	g/cm^3	کروی	/0177 0	2370	0/006	33/8	متوسط	-0/01	0/1171	0/789	0/00
EC	dS/m	کروی	2/6	7100	0/09	4	قوی	9/1	23/45	0/867	1/61
pH	-	کروی	0/12	1600	0/01	8/3	قوی	0/029	0/4016	0/806	0/002
آهک	%	قطعه‌ای	12/07	-	12/069	ندارد	--	0/1578	4/33	0/00	6/30
CEC	cmol+/kg	کروی	0/118	2500	0/02	16/9	قوی	0/265	4/319	0/594	0/002
کربن آلی	%	کروی	0/65	2270	0/27	41/5	متوسط	-0/033	1/013	0/514	0/0174
SAR	-	کروی	1/09	6500	0/08	7/3	قوی	5/806	33/3	0/97	0/0245
نیتروژن کل	%	کروی	0/7	2000	0/25	35/7	متوسط	-0/006	0/093	0/695	0/0137
فسفر قابل استفاده	mg/kg	نمایی	0/468	2150	0/145	31	متوسط	0/634	7/724	0/949	0/002
MWD	mm	کروی	0/47	3200	0/2	42/5	متوسط	-0/008	0/2842	0/867	0/003

کوددهی و شخم و...) نسبت داد. وانگ و همکاران (2009) نیز تغییرات نیتروژن و فسفر را به تغییر در نوع کاربری نسبت دادند.

متغیرهای فسفر قابل جذب، نیتروژن کل، سیلت، شن، Bd، MWD و OC با توجه به نسبت همبستگی دارای وابستگی مکانی متوسط و متغیرهای رس ،CEC، EC، SAR و pH از وابستگی مکانی قوی برخوردار بودند. رس، EC، SAR و pH از خواص پایدار خاک محسوب می‌شوند و در قابلیت تولید خاک موثر هستند. به نظر می‌رسد متغیرهای مرتبط با قابلیت تولید خاک تنها تحت اثر عامل تغییرات ذاتی خاک مانند تفاوت در واحدهای شکل اراضی باشد.

کمبردلا و همکاران (1994) نیز گزارش کردند که وابستگی مکانی قوی ممکن است به وسیله تغییرات ذاتی خاک و وابستگی مکانی ضعیف‌تر به وسیله تغییرات غیر ذاتی خاک کنترل شود. از این رو به طور کلی می‌توان گفت تفاوت در تغییرپذیری ویژگی‌های خاک و محصول گیاه به تاثیر فرآیندهای خاکسازی و مدیریت اراضی در هر منطقه برمی‌گردد. از سوی دیگر همبستگی مکانی، به شدت تحت اثر مقیاس در هر تحقیق می‌باشد و در این تحقیق ویژگی‌هایی که وابستگی مکانی

www.SID.ir

نداشته‌اند مانند آهک ممکن است در مقیاس‌های کوچک-تر از مقیاس به کار رفته وابستگی مکانی قوی‌تری نشان دهند.

پهنه‌بندی خصوصیات مورد مطالعه

آماره‌های ارزیابی اعتبار پیش بینی متغیرها توسط روش کریجینگ در جدول 3 نشان داده شده است. بر پایه آماره ME پیش بینی متغیرهای جرم مخصوص ظاهری خاک، اسیدیته، نیتروژن کل و میانگین وزنی قطر خاکدانه از کمترین اریب برخوردار بودند. بر پایه آماره RMSE هم پیش‌بینی کریجینگ در این متغیرها از صحت بیشتری برخوردار بود. به استثناء نیتروژن کل و میانگین وزنی قطر خاکدانه سایر متغیرها (Bd و pH) از توزیع فراوانی نرمال برخوردار بودند. کمترین دقت پیش‌بینی در متغیرهای مرتبط با شاخص‌های شوری مانند EC و SAR و به دنبال آن رس و شن مشاهده شد. شاخص‌های پراکندگی و تغییرات (واریانس و ضریب تغییرات) در این متغیرها بالا بودند.

بازنمایی برخی از ویژگی‌های مورد بررسی با استفاده از کریجینگ در شکل 5 نمایش داده شده است. کریجینگ بهترین تخمین نا اریبی خطی[1] را میسر می سازد (میلر و همکاران 1988). مسئله حائز اهمیت در تخمین بهینه کریجینگ این است که از طریق آنالیز تغییر نما بتوان به الگوی ساختار مکانی ویژگی مورد نظر پی برد. در پهنه توزیع مکانی آهک نیز لکه‌های موزائیکی متعددی وجود داشت (شکل 5.ط) که نشان دهنده تغییرات شدید و تصادفی است همچنین آهک از مدل نیم متغیرنمای اثر قطعه‌ای پیروی می‌کند(جدول 3).

توزیع مکانی EC نشان می‌دهد که بیشترین میزان شوری در جنوب و جنوب غربی قرار دارد (شکل 5 . ر) و به پوشش نمکی در اراضی پست نزدیک است. این مناطق جزو مراتع و چراگاه‌های شور است و به دلیل شوری بالا و کیفیت کم برای کشت مناسب نمی‌باشد. در حال حاضر بخش‌هایی از این نواحی تحت اجرای سیستم زهکشی می‌باشند. از طرفی نواحی با شوری بالا در واحد اراضی پست و دشت واقع گردیده که از لحاظ ارتفاعی و نسبت به دیگر واحدها در ارتفاع پایین-تری قرار گرفته، در نتیجه بر اساس شیب موجود کلیه رواناب حاصله، املاح و مواد دانه ریز به این نواحی انتقال یافته و به دنبال آن تبخیر آب، املاح در سطح خاک باقی می‌مانند. هم‌چنین بالا بودن سطح آب زیرزمینی و حرکت موئینگی نیز باعث تجمع املاح در این خاک ها می‌شود. در واحدهای تپه و دشت دامنه‌ای آبرفتی به علت وجود رس کمتر و شن بیشتر در افق-های سطحی خاک، شستشوی املاح بیشتر انجام شده و سبب تجمع آن ها در خاک زیر سطحی گردیده است. علاوه بر تاثیر واحدهای شکل اراضی در تجمع املاح، نوع کاربری اراضی نیز در تجمع املاح موثر است. در مناطق با کاربری زراعی آبی در شرق ناحیه مورد مطالعه میزان شوری نسبت به دیگر کاربری ها در یک واحد شکل اراضی مشابه کمتر است.

مقایسه الگوی توزیع مکانی رس(شکل 5. ب) با واحدهای شکل اراضی نشان می‌دهد که مقدار رس در راستای شمال به جنوب (واحد تپه به دشت)که در ارتباط مستقیم با ارتفاع و شیب است، بیشتر می‌شود. در واحدهای تپه و دشت دامنه‌ای به دلیل ارتفاع بیشتر و شیب زیادتر مقدار رس کمتر و در واحدهای اراضی پست و دشت به دلیل ارتفاع و شیب کمتر مقدار رس بیشتر است. این موضوع به طور مشخص در مرز بین واحد دشت دامنه ای و دشت قابل مشاهده است و بیان کننده شتسشوی رس از نقاط مرتفع و رسوب آن در مناطق پست است.

الگوی توزیع مکانی MWD به عنوان یک معیار کیفیت خاک نشان می‌دهد که شوری زیاد و SAR بالا باعث تخریب ساختمان خاک گردیده و در نتیجه باعث کاهش MWD و کیفیت خاک شده است. این مسئله با مقایسه نقشه الگوی توزیع مکانی MWD (شکل 5. الف) با نقشه الگوی توزیع مکانی EC و SAR (شکل 5. د وه) کاملا مشهود است. هم چنین MWD در مناطق کشت شده و مراتع غیرشور که شوری و SAR کمتری دارند بیشتر است. به طور کلی در منطقه مورد مطالعه اثر

[1] Liner unbiased

Archive of SID

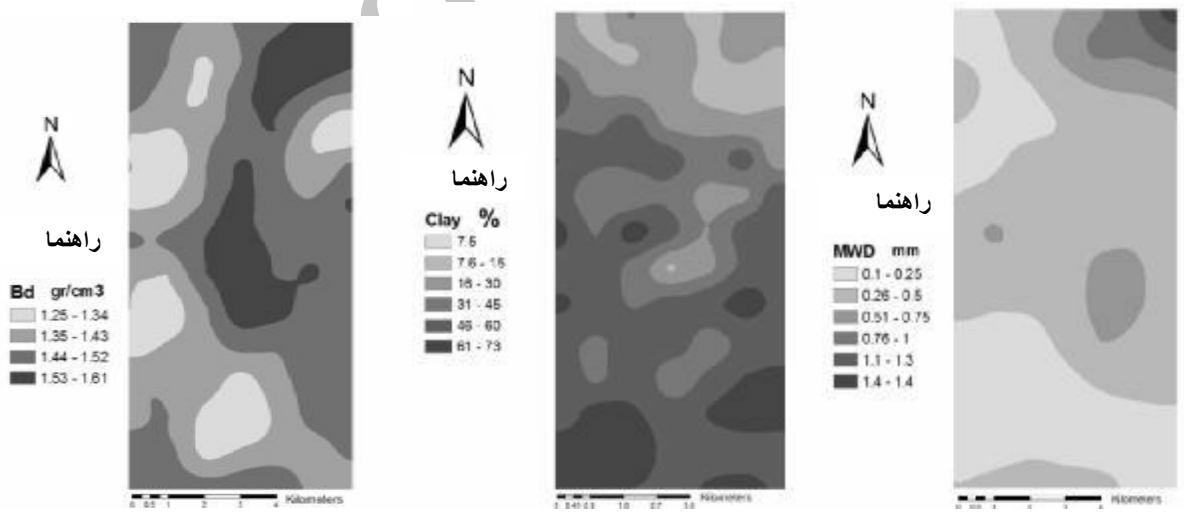
www.SID.ir

واحدهای شکل اراضی و کاربری اراضی تواماً بر MWD موثر بوده و تفکیک این دو از یکدیگر مشکل است.

توزیع مکانی کربن آلی نشان دهنده کمبود میزان آن در خاک‌های منطقه به علت شوری بالا و پوشش گیاهی کم است (شکل 5 . ز). این مسئله در مناطق زیر کشت بیشتر مشهود بود. دلیل این امر وجود پوشش گیاهی مخصوص خاک‌های شور مانند سالسولا در بخش‌های کشت نشده در منطقه بود که در مناطق کشت شده حذف شده بودند. تجمع مواد آلی در دو نقطه وسط منطقه به علت قرار گرفتن محل نمونه‌برداری در توقف گاه دام‌ها بوده است که به عنوان داده‌های پرت باید منظور گردد. همچنین در منطقه الگوی پراکنش نیتروژن نیز مشابه کربن آلی بود (شکل5 .ز، 5 .ک). محمد زمانی و همکاران (1386) نشان دادند توزیع مکانی ازت کل دارای الگوی مشابه با کربن آلی است.

الگوی توزیع مکانی فسفر قابل جذب نشان دهنده کمترین میزان آن در نواحی کشت شده می باشد(شکل 5 .ح). هرچند در بقیه نواحی نیز کمبود آن البته با شدت کمتر مشهود است. مقایسه الگوی فسفر قابل جذب با pH نشان می‌دهد که در مناطق با pH پایین تر غلظت فسفر قابل جذب بیشتر از مناطق با pH بالاتر است (شکل 5. ح). در کل الگوی توزیع مکانی فسفر روند منظمی را نداشته که احتمالا می‌تواند به دلیل شرایط حاکم بر خاک های منطقه مانند شوری بالا ، تغییرات شدید بافتی، زهکشی نا مطلوب و تنوع زیاد در نوع خاک ها و البته الگوی مصرف کودهای فسفره باشد. ژو و همکاران (2007) نیز الگوی نا منظم در تغییرات مکانی فسفر قابل جذب را نشان دادند.

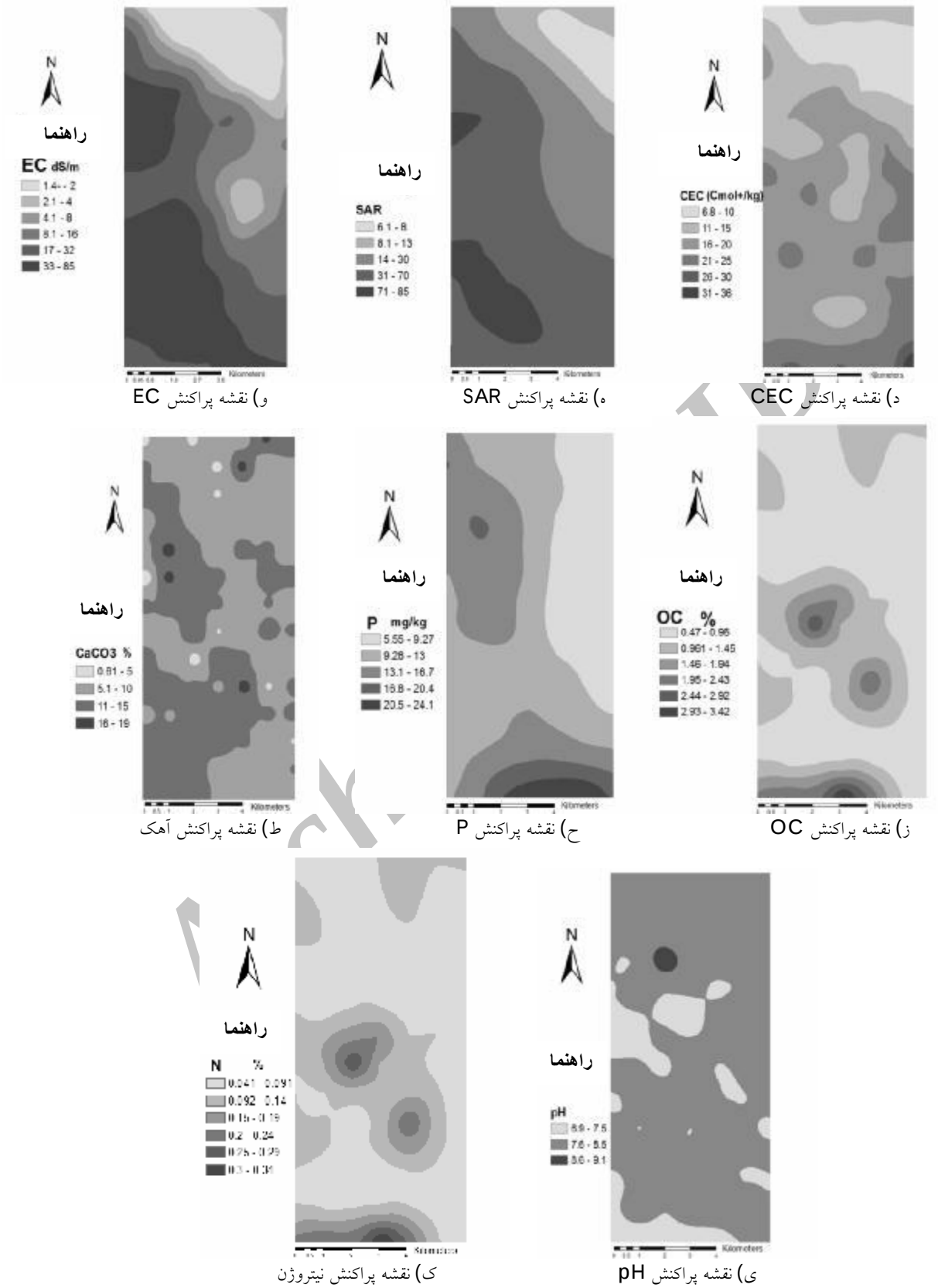
یکی از نکات مهم در نقشه‌های تهیه شده وابستگی مکانی توام بعضی از متغیرها با یکدیگر بوده وبه عنوان مثال الگوی توزیع مکانی EC مشابه با SAR (شکل 5. و، 5. ه) و یا رس مشابه CEC می‌باشد(شکل 5. ب، 5. د). هم چنین نقشه‌های پراکنش EC وSAR با نقشه پراکنش رس تطابق دارد.



الف)نقشه پراکنش MWD ب) نقشه پراکنش رس ج) نقشه پراکنش Bd

Archive of SID

www.SID.ir



و) نقشه پراکنش EC

ه) نقشه پراکنش SAR

د) نقشه پراکنش CEC

ط) نقشه پراکنش آهک

ح) نقشه پراکنش P

ز) نقشه پراکنش OC

ک) نقشه پراکنش نیتروژن

ی) نقشه پراکنش pH

شکل 5- نقشه پراکنش تعدادی از ویژگی‌های مورد مطالعه به روش کریجینگ

www.SID.ir

نتیجه‌گیری

گروه‌بندی خاک‌ها در دشت تبریز بر اساس زمین‌نما و شکل اراضی باعث بهبود توزیع نرمال در داده‌ها گردید. این تحقیق نشان داده است تغییرپذیری و توزیع ویژگی‌های خاک به محیط‌های رسوب‌گذاری، شکل اراضی، کاربری اراضی و فرآیندهای هیدرولوژیکی وابسته است. pH دارای کمترین ضریب تغییر و MWD بیشترین ضریب تغییر را دارا است. متغیرهای pH، EC، SAR و رس از وابستگی مکانی قوی و بقیه از وابستگی مکانی متوسط برخوردار بودند. نتایج نشان داد که وابستگی مکانی متغیرها عمدتا تحت تاثیر خواص ذاتی مثل مواد مادری، پستی و بلندی و نوع خاک است. نقشه‌های توزیع مکانی نشان دادند که واحدهای لندفرم و کاربری اراضی از عوامل کلیدی در توزیع مکانی متغیرها در این منطقه می‌باشند. در راستای شمال به جنوب با کاهش ارتفاع و شیب تجمع املاح و رس بیشتر و کیفیت خاک بدتر می‌شود. کمبود مواد آلی، فسفر و ازت مشهود است و در نتیجه این امر می‌تواند قابلیت تولید را نیز تحت تاثیر قرار دهد .

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه تبریز به خاطر تامین هزینه این تحقیق و از مسئولین دانشکده و کارشناسان آزمایشگاه خاکشناسی به دلیل همکاری در انجام آزمایشات تشکر می‌گردد.

منابع مورد استفاده

بی‌نام، 1375. گزارش مطالعات خاکشناسی نیمه تفصیلی دقیق دشت تبریز. طرح مطالعاتی سد مخزنی آجی چای برروی رودخانه آجی چای و ایجاد شبکه آبیاری و زهکشی. وزارت نیرو شرکت سهامی آب منطقه ای آذربایجان شرقی.

جعفرزاده ع ا، دواتگر ن، .حکیمیان م، 1377. بررسی پارامترهای توزیع فراوانی جامعه متغیرهای منتخب خاک دریک ردیف از واحدهای مختلف فیزیوگرافی نواحی دریای خزر. مجله دانش کشاورزی دانشگاه تبریز. جلد 8. صفحه‌های 147تا 170.

قاسمی دهکردی و ر، .شهبازی ک ، محمدی ج، مشایخی ح م، 1382. توزیع آماری و پراکنش مکانی برخی خصوصیات حاصلخیزی خاک‌های واقع در بخش شمالی دشت خوزستان. صفحه‌*های* 314 تا 316. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک، رشت.

محمدزمانی س، ایوبی ش، خرمالی ف، 1386. بررسی تغییرات مکانی خصوصیات خاک و عملکرد گندم در بخشی از اراضی زراعی سرخنکلانه استان گلستان. مجله علوم وفنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال یازدهم.شماره 40 (الف). صفحه‌های 79تا92.

محمدی ج، 1385. پدومتری- جلد دوم(آمار مکانی).انتشارات پلک. 453 صفحه.

Archive of SID

www.SID.ir

محمدی ج، و چیت ساز و، 1381. مقایسه تخمینگرهای ژئواستاتیستیکی و رگرسیون خطی جهت برآورد برخی از خصوصیات خاک سطحی به کمک داده های رقومی TM. مجله علوم خاک وآب. جلد16. شماره 2. صفحه‌های95 تا 102.

Anonymus, 1990. SPSS Reference Guide. Parson Education Limited, Chicago IL.

Asio VB, Cobunos CC, and Chen ZS, 2006 . Morphology, physiochemical characteristics and fertility of soil from Quaternary limestone in Leyte, Philippines. Soil Sci 171: 648-661.

Backett PHT and Webster R, 1971. Soil variability: A review. Soil Fert 34: 1-15.

Black GR and Hartage KH, 1986. Bulk density. Pp. 363-375. In: Compbell GS, Nielsen DA, Jackson RD, Klute A and Mortland MM (Eds). Methods of Soil Analysis. Part1. Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.

Brejda JJ, Moorman TB, Smith JL, Karlen DL, Allen DL and Dao TH, 2000. Distribution and variability of surface soil properties at a regional scale. Soil Sci Soc Am J 64: 974-982.

Bremner JM and Mulvaney CS, 1986. Nitrogen – Total. Pp. 595-622. In: Page AL Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2 , Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.

Burgess TM and Webster R, 1980. Optimal interpolation and isorithmic mapping of soil properties: I.The variogram and punctual kriging. J Soil Sci 31:315-331.

Cambardella CA, Moorman TB, Novak JM, Parkin TB, Karlen DL, Turco RF and Konopka AE, 1994. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. Soil Sci Sco Am J 58: 1501-1511.

Cetin M and Kirda C, 2003. Spatial and temporal changes of soil salinity in a cotton field irrigated with low-quality water. J Hydrol 272:238-249.

Chen FS, Zeng DH, and Xing-Yuan HE, 2006. Small-scale spatial variability of soil nutrients and vegetation properties in semi-arid northern China. Pedosphere 16: 778- 787.

Dahiya IS, Richter J, and Malik RS, 1984. Soil spatial variability:A review. Int J Trop Agric 11:1-102.

Kemper WD and Rosenau RS, 1986. Aggregate stability and size distribution**.** Pp.425-442. In: Methods of Soil Analysis. Part I. 2nd ed, Soil Sci Soc of Am. Madison, WI**.**

Gee GW and Bauder JW, 1986. Particle-size analysis. Pp. 383-411. In: Compbell GS, Nielsen DA, Jackson RD, Klute A and Mortland MM (Eds). Methods of Soil Analysis. Part1. Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.

Miller MP, Singer MJ and Nielson DR, 1988. Spatial variability of wheat yield and soil properties on complex hills. Soil Sci Soc Am J 52: 1133-1141.

Mohammadi J, 1998. Geostatistical mapping of environment soil hazards. Pp:42-43. Fourth Iranian International Statistic Conference. Shahid Beheshti University.Tehran, Iran.

Archive of SID

www.SID.ir

Mohammadi J, 2000. Evaluation and mapping of soil salinity hazard in Ramhormoz area(Khuzestan) using disjunctive kriging. Journal of Agricultural Research 25: 45-57.

Momtaz HR, Jafarzadah AA, Torabi H, Oustan Sh, Samadi A, Davatgar N, and Gilkes RJ, 2009. An assessment of the variation in soil properties within and between landforms in Amol region, Iran. Geoderma 149:10-18.

Nelson RE, 1986. Carbonate and gypsum. Pp.181-197. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2 , Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.

Nelson BW and Sommers LE, 1986. Total carbon, organic carbon and organic matter. Pp. 539 - 577. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2 , Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.

Olsen SR, and Sommers LE, 1986. Phospharous. Pp. 403-427. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2 , Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.

Quine TA, and Zhang Y, 2002. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon, UKJ. Soil and Water Cons 57: 50-60.

Ovalles FA and Collins ME, 1986. Soil - Landscape relationships and soil variability in north central Florida. Soil Sci Soc Am J 50: 401-408.

Rhoades JD, 1986. Soluble salts. Pp.167-179. In: Compbell GS, Nielsen DA, Jackson RD, Klute A and Mortland MM (Eds). Methods of Soil Analysis. Part1. Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.

Rhoades ID, 1986. Cation exchange capacity. Pp. 149-157. In: Page AL, Miller RH and Keeney DR (Eds). Methods of Soil Analysis. Part 2 , Soil Sci Soc of Am. Madison, WI.

Sun Bo, Shengiu Zhou, Qiguo Zhao, 2003. Evaluation of spatial and temporal changes of soil quality based on geostatistical analysis in the region of subtropical China. Geoderma 115: 85-99.

Utset A, Lopez T and Diaz M, 2000. A comparison of soil maps, Kriging and a combined method for spatially prediction of bulk density and field capacity of Ferralsols in the Havana-Matanza Plain. Geoderma 96: 199-213

Vang Y, Zhang X and Huang C, 2009. Spatial variability of soil total nitrogen and soil total phosphorus under different land uses in a small watershed on the loess Plateau, China. Geoderma 150: 141-149.

Vieira SR and Paz Gonzalez A, 2003. Analysis of the spatial variability of crop yield and soil properties in small agricultural plots. Bragantia. 62:127-138

Wang YQ, Zhang XC, Zhang JL and Shun-Ji LI, 2009. Spatial variability of soil organic carbon in a watershed on the loess Plateau. Pedosphere 19: 486-495.

Yemefack M, Rossiter DG and yomgang RN, 2005. Multi-scale characterization of soil variability within an agricultural landscape mosaic system in southern Cameroon. Geoderma 125:117-143.

Archive of SID

www.SID.ir

Yost RS and Fox RL, 1981. Partitioning variation in soil chemical properties of some Andepts using soil taxonomy. Soil Sci Soc Am J 45: 373-377.

Young FJ, Hammer RD and Williams F, 1998. Evaluating central tendency and variance of soil properties within map units. Soil Sci Soc Am J 62: 1640-1646.

Young FJ, Hammer RD and Larsen D, 1999. Freqency distribution of soil properties on a loess-manted Missouri watershed. Soil Sci Soc Am J 63: 178-185.

Zar JH, 1974. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall, Englewood Cliffe, NJ.

Zhou J, Ying W, Kang Q and Zhang J, 2007.Spatial variations of carbon, nitrogen, phosphorous and sulfur in the salt marsh sediments of the Yangtze Estuary in China. Esturarine Coastal and Shelf Sci 71:47-59.

Archive of SID

www.SID.ir