



محور مقاله: شیمی خاک

پهنه‌بندی مکانی شوری خاک‌های زیر سطحی منطقه سروستان استان فارس با استفاده از روش‌های زمین‌آماري

مریم زاهدی فر

دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری (مهندسی طبیعت) دانشکده کشاورزی، دانشگاه فسا

چکیده

اخیرا استفاده از روش‌های زمین‌آماري برای نشان دادن پراکندگی مکانی ویژگی‌های خاک، مورد توجه زیادی قرار گرفته است. از آنجایی که شور شدن اراضی یکی از پدیده‌های مخرب در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک است، لذا پژوهش حاضر به منظور تعیین پراکندگی مکانی شوری خاک‌های زیر سطحی منطقه سروستان استان فارس انجام شد. برای این منظور تعداد ۴۰ نمونه زیر سطحی از عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری خاک واقع بر یک شبکه نمونه برداری منظم با فواصل ۱۰۰ متری برداشته شد. قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع نمونه‌های خاک تعیین شده و پس از بررسی ویژگی‌های آماری داده‌ها، به منظور بررسی تغییرات مکانی داده‌ها واریوگرام تجربی داده‌ها محاسبه و مدلسازی شد. نتایج نشان داد توزیع داده‌ها به میزان اندکی از توزیع نرمال انحراف داشت. مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در منطقه دارای وابستگی مکانی متوسط (مدل گوسی با نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه ۰/۵) با شعاع تاثیر واریوگرام حدود ۳۱۱۰ متر بود. نقشه‌های شوری تهیه شده می‌توانند در فرآیندهای تصمیم‌گیری مرتبط با مدیریت منابع خاک و آب کارایی زیادی داشته باشند و در شناسایی مناطق پرخطر از لحاظ شوری سودمند باشند.

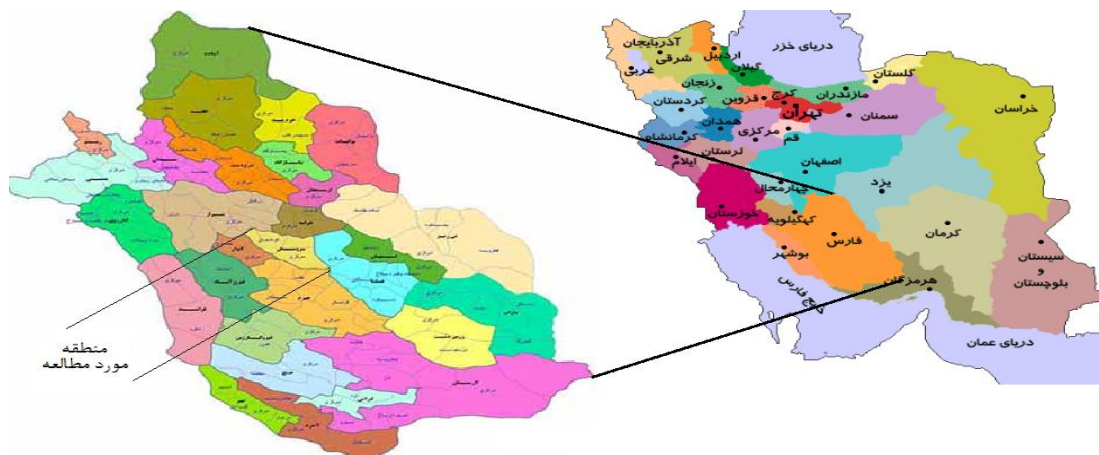
کلمات کلیدی: مدل گوسی، اثر قطعه‌ای، شوری خاک، تغییرنما

مقدمه

در مناطق خشک و نیمه خشک به دلیل بارندگی کم و تبخیر زیاد غلظت کاتیون‌ها در خاک افزایش یافته در نتیجه شوری‌های سطحی و زیرسطحی مختلفی در این مناطق ایجاد شده که می‌تواند منجر به کاهش رشد گیاهان و عملکرد محصول شود. شوری خاک که با معیار قابلیت هدایت الکتریکی سنجیده می‌شود به روش‌های مختلف از جمله افزایش فشار اسمزی محلول خاک و جلوگیری از جذب آب و عناصر غذایی، سمیت یونی و ایجاد اختلال در توازن عناصر غذایی بر رشد و عملکرد گیاهان اثر نامطلوب دارد. غلظت املاح محلول خاک (شوری) در نقاط مختلف خاک و در زمان‌های مختلف متفاوت است. به عبارتی شوری خاک دارای تغییرات مکانی و زمانی است. مشخص کردن تغییرات مکانی خاک مانند شوری می‌تواند در رفع مشکلات زیست محیطی و کشاورزی اهمیت زیادی داشته باشد. خاکهای مناطق خشک ایران در برخی نقاط شور و سدیمی هستند. بر اساس آمار و اطلاعات موجود حدود ۳۴٪ از مساحت ایران خاکهای شور هستند (Momeni ۲۰۱۰). بر اساس یافته‌های Karlen و Cambardella ۱۹۹۹ و ویژگی‌های خاک دارای تغییرات مکانی در مقیاس‌های مزرعه‌ای تا مقیاس‌های منطقه‌ای می‌باشند که متاثر از عوامل ذاتی (فرایندهای خاکسازي) و عوامل غیرذاتی (فعالیت‌های مدیریتی، کوددهی و تناوب گیاهی) می‌باشد. Sepaskhah و Moosavi (۲۰۱۲) گزارش کردند قابلیت هدایت الکتریکی خاک سنگریزه‌ای سری کوی اساتید در منطقه باجگاه دارای کلاس وابستگی مکانی قوی بوده و مدل کروی به ترتیب با مقادیر شعاع تاثیر، سقف و اثر قطعه ای ۳۷ متر، ۰/۰۲۵۲ و ۰/۰۴۹۴ مناسبترین مدل برازش داده شده به نیم تغییرنمای این ویژگی بود. با توجه به اینکه مساحت قابل توجهی از خاکهای استان فارس به ویژه شهرستان سروستان شور و سدیمی هستند لذا این پژوهش با هدف بررسی روند تغییرات شوری خاک در قسمتهای زیرسطحی، مدلسازی ساختار تغییرپذیری شوری خاک توسط واریوگرام و در نهایت تهیه نقشه پهنه بندی شور شدن خاک با استفاده از تکنیک زمین‌آمار در خاکهای سروستان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این پژوهش، ۴۰ نمونه خاک زیر سطحی از عمق ۲۰ تا ۴۰ سانتی متری در محدوده ۲۱ کیلومتری شهرستان سروستان استان فارس (۲۲°۵۳' تا ۲۶°۵۳' طول شرقی و ۲۹°۲۱' تا ۲۹°۱۶' عرض شمالی) برداشت شد (شکل ۱). میانگین بارندگی این منطقه حدود ۳۵۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.



شکل ۱. نمایی از منطقه مورد مطالعه.

نمونه های جمع آوری شده به منظور اندازه گیری برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه منتقل شده و پس از هواخشک شدن و عبور از الک ۲ میلی متری این ویژگی ها به روشهای استاندارد تعیین شد (جدول ۱). پس از پیش پردازش آماری داده ها و محاسبه آماره های مرکزی (حداقل، حداکثر و میانگین)، آماره های پراکنش (ضریب تغییرات) و آماره های شکل توزیع (ضرایب چولگی و افراستگی) داده ها، نرمال بودن توزیع داده ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و با استفاده از نرم افزار SPSS بررسی شد. با توجه به اینکه توزیع داده ها با توزیع نرمال فاصله داشت با تبدیل لگاریتمی تا حد امکان توزیع داده ها به توزیع نرمال نزدیک شد. پس از اطمینان از عدم وجود روند در داده های اندازه گیری شده، به منظور تجزیه و تحلیل همبستگی مکانی بین مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در نقاط اندازه گیری شده، ابتدا با استفاده از نرم افزار GS+ 5.1 نیم تغییرنمای مسطحاتی تعیین و ناهمسانگردی موجود در پیوستگی مکانی پهاش بررسی شد. سپس نیم-تغییرنمای آزمایشی (تجربی) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Goovaerts ۱۹۹۹ و Chaplot و همکاران، ۲۰۰۶) و مدل های مختلف نظری (معادلات ۲ تا ۴) به نیم تغییرنما برازش داده شد و با در نظر گرفتن معیارهای بیشترین ضریب تبیین (R^2) و کمترین مجموع مربعات باقیمانده ها (RSS) بهترین مدل انتخاب و ضرایب آن (دامنه تاثیر، اثر قطعه ای و سقف) تعیین شد.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(X_i) - Z(X_i + h)]^2 \quad (1)$$

که در آن $\gamma(h)$ مقدار نیم تغییرنما در فاصله h ، $N(h)$ تعداد جفت داده به کار رفته در محاسبه $\gamma(h)$ ، $Z(X_i)$ و $Z(X_i+h)$ به ترتیب مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در موقعیت های نمونه برداری X_i و X_i+h است.

$$\begin{cases} \gamma(h) = C_0 + C \left(\frac{3}{2} \left(\frac{h}{a} \right) - \frac{1}{2} \left(\frac{h}{a} \right)^3 \right) & h < a \\ \gamma(h) = C_0 + C & h > a \end{cases} \quad \text{مدل کروی} \quad (2)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left(1 - e^{-\frac{h}{a}} \right) \quad \text{مدل نمایی} \quad (3)$$

$$\gamma(h) = C_0 + C \left(1 - e^{-\left(\frac{h}{a} \right)^2} \right) \quad \text{مدل گوسی} \quad (4)$$

که در آنها a دامنه تاثیر، C_0 اثر قطعه ای و $C+C_0$ سقف نیم تغییرنما می باشد.

با استفاده از ضرایب بهترین مدل نیم‌تغییرنا و روش کریجینگ معمولی (معادله ۵) مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در نقاط نمونه برداری نشده تخمین زده شد (Goovarets, ۱۹۹۹ و Luo و همکاران، ۲۰۰۸).

$$\begin{cases} Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot Z(X_i) \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \end{cases} \quad i=1, 2, 3, \dots, n \quad (5)$$

که در آن $Z(X_i)$ مقدار متغیر Z اندازه‌گیری شده در موقعیت X_i ، $Z^*(x_0)$ مقدار متغیر Z در موقعیت نمونه‌برداری نشده x_0 ، λ_i وزن اختصاص یافته به مقدار Z در موقعیت X_i و n تعداد کل نمونه‌ها می‌باشد.

به منظور بررسی دقت نتایج تخمین از روش ارزیابی جک‌نایف استفاده شد به این ترتیب که در هر مرحله یک نقطه مشاهده‌ای حذف و با استفاده از سایر داده‌ها، قابلیت هدایت الکتریکی در آن نقطه برآورد شد. سپس این نقطه به مجموعه نقاط برگردانده و عملیات گفته شده برای تمام نقاط مشاهده‌ای تکرار شد به گونه‌ای که در انتها به تعداد نقاط مشاهده‌ای، برآورد وجود داشت. در پایان با داشتن مقادیر واقعی و برآورد شده و رسم آنها در مقابل یکدیگر در یک دستگاه مختصات، میزان خطا و انحراف روش تخمین استفاده شده با محاسبه شاخص‌های آماری کنترل اعتبار نظیر، ضریب تبیین (R^2) و خطای استاندارد (SE) تعیین شد. در نهایت با استفاده از روش کریجینگ، نقشه پهنه بندی توزیع مکانی قابلیت هدایت الکتریکی خاک به صورت سه بعدی تهیه شد.

جدول ۱. حداقل، حداکثر و میانگین برخی ویژگی‌های خاک‌های مورد مطالعه.

پ.هاش	قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	کربنات کلسیم معادل (درصد)	ماده آلی (درصد)
حداقل	۰/۵۷	۱۰/۵۶	۰/۰۶
حداکثر	۷۹/۷	۴۶/۵	۲/۹۲
میانگین	۹/۷۶	۲۶/۹	۱/۴۴
ضریب تغییرات	۱۶/۱۹	۳۴/۹	۵۰/۱
کلاس تغییر پذیری	متوسط	متوسط	زیاد
چولگی	۲/۷۵	۰/۰	۰/۱
افراستگی	۷/۶۶	- ۰/۹۹	- ۰/۴
تبدیل لگاریتمی	لگاریتمی	-	-

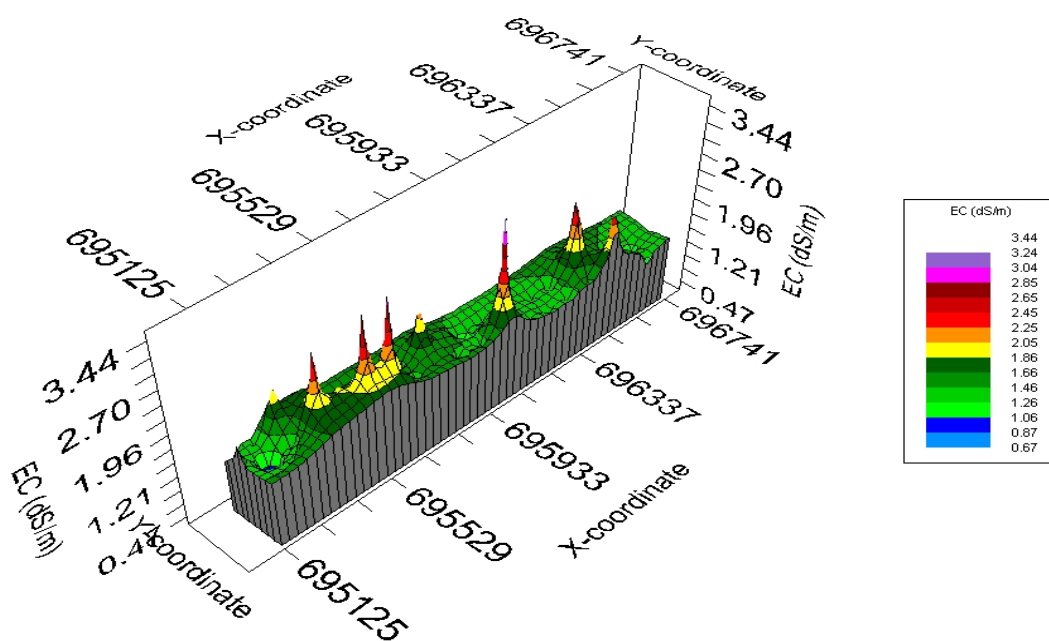
نتایج و بحث

نتایج خلاصه آماری مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در منطقه مورد مطالعه در جدول ۲ نشان می‌دهد به طور کلی مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در خاک‌های مورد مطالعه از کمتر از ۴ (حداقل ۰/۵۷ دسی زیمنس بر متر) تا بیشتر از ۴ (حداکثر ۷۹/۷ دسی زیمنس بر متر) متغیر است. بنابراین در منطقه هر دو گروه خاک‌های شور و غیر شور وجود دارد. همچنین با توجه به اینکه ضریب تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی در منطقه مورد مطالعه بسیار کم (۱۶/۱۹٪) و کمتر از ۲۵ درصد است بنابراین قابلیت هدایت الکتریکی در منطقه مورد مطالعه با در نظر گرفتن معیار ارئه شده توسط Cambardella و همکاران (۱۹۹۴) در کلاس تغییر پذیری کم قرار می‌گیرد که نشان دهنده یکنواختی نسبی قابلیت هدایت الکتریکی در منطقه است که می‌تواند نشان دهنده شرایط اقلیمی، رطوبتی، ماده مادری، تشکیلات زمین شناسی و مدیریت نسبتاً یکنواخت در خاک‌های منطقه باشد. نتایج تحلیل‌های آماری انجام شده نشان داد که مدل گوسی با اثر قطعه‌ای ۰/۱/۱۶، حد آستانه (سقف) ۰/۲/۳۳ و شعاع تاثیر ۳۱۱۰ متر بهترین مدل برازش داده شده در منطقه مورد مطالعه است. شعاع تاثیر درواقع فاصله‌ای است که در آن تغییر نما ثابت می‌شود و به سقف می‌رسد. پس از نظر وسعت وابستگی مکانی، مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در محدوده حدود ۳۱۱۰ متری دارای وابستگی مکانی بوده و می‌توان در این فاصله از روش‌های زمین آماری برای تخمین قابلیت هدایت الکتریکی در نقاط اندازه‌گیری نشده استفاده کرد. Shi و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی تغییرات مکانی قابلیت هدایت الکتریکی مزارع ساحلی شور در استان جیجیانگ چین مدل‌های گروهی با شعاع تاثیر ۱۳۴ تا ۱۶۹ متر را به عنوان مدل مناسب واریوگرام

قابلیت هدایت الکتریکی گزارش کردند. بر اساس معیار ارائه شده توسط Cambardella و همکاران (۱۹۹۴) و نسبت اثر قطعه ای به سقف، قابلیت هدایت الکتریکی در کلاس وابستگی مکانی متوسط قرار می گیرد. Kiliç و همکاران (۲۰۱۲) نیز در بررسی قابلیت هدایت الکتریکی اندازه گیری شده در کاربری های مختلف گزارش کردند در بین ویژگی های مورد مطالعه در اغلب کاربری ها بیشترین میزان تغییرپذیری مربوط به قابلیت هدایت الکتریکی می باشد. آنان مقدار ضریب تغییرات هدایت الکتریکی را بین ۲۶/۹۵ تا ۴۵/۹۹ درصد گزارش کردند. مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی تخمین زده شده با روش کریجینگ معمولی در قالب نقشه پهله بندی (شکل ۲) نشان داده شده است.

جدول ۲- ویژگی های بهترین مدل برازش داده شده به تغییر نمای قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) در منطقه مورد مطالعه

ویژگی های تغییر نما	مدل	اثر قطعه ای	سقف	شعاع تاثیر (متر)	نسبت اثر قطعه ای به سقف	کلاس وابستگی مکانی	ضریب تعیین	مجموع مربعات باقیمانده
مقدار	گوسی	۱/۱۶	۲/۳۳	۳۱۱۰	۰/۵	متوسط	۰/۸۲	۰/۱۸۵



شکل ۲. نقشه مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی تخمین زده شده با روش کریجینگ معمولی در منطقه مورد مطالعه.

نتیجه گیری

نتایج نشان داد مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه گیری شده در منطقه دارای وابستگی مکانی متوسط می باشند و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در هر نقطه مقدار این ویژگی را در سایر نقاط مجاور به طور متوسطی تحت تاثیر قرار می دهد بنابراین با دقت و صحت قابل قبول می توان از روش های زمین آماری برای تخمین و پهله بندی قابلیت هدایت الکتریکی در منطقه مورد مطالعه استفاده نمود. تهیه نقشه های شور و سدیمی خاک به ویژه به کمک روش های زمین آماری می توانند در فرآیندهای تصمیم گیری مرتبط با مدیریت منابع خاک و آب کارایی زیادی داشته باشند و در شناسایی مناطق پرخطر از لحاظ شوری بسیار سودمند باشند.



منابع

- Cambardella, C.A. and D.L. Karlen. 1999. Spatial analysis of soil fertility parameters. *Precision Agriculture*, 1, 5-14.
- Cambardella, C.A., T.B. Moorman, T.B. Parkin, D.L. Karlen, R.F. Turco and A.E. Konopka. 1994. Field scale variability of soil properties in central Iowa soils. *Soil Science Society of America Journal*, 58, 1501-1511.
- Chaplot V., F. Darboux, H. Bourennane, S. Leguédois, N. Silvera, and K. Phachomphon. 2006. Accuracy of interpolation techniques for the derivation of digital elevation models in relation to landform types and data density. *Geomorphology*, 77, 126-141.
- Goovaerts, P. 1999. Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. *Geoderma*, 89, 1-45.
- Kilic, K., S. Kilic, and R. Kocyigit. 2012. Assesment of soil properties in areas under different land use. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 18 (5): 722-732.
- Luo, W., M. Taylor and S. Parker. 2008. A comparison of spatial interpolation methods to estimate continuous wind speed surfaces using irregularly distributed data from England and Wales. *International Journal of Climatology*, 8(7), 947-959.
- Momeni, A. 2010. Geographical distribution and levels of soil salinity, *Journal of Soil Research (water and soil)*, 3, 203-215. (in Persian)
- Moosavi, A. A. and A. Sepaskhah. 2012. Spatial variability of physico-chemical properties and hydraulic characteristics of a gravelly calcareous soil. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58:631-656.
- Shi, Z., Y. Li, R.C. Wang, and F. Makeschine. 2005. Assessment of temporal and spatial variability of soil salinity in a coastal saline field. *Environmental Geology*, 48, 171-178.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Soil chemistry

Spatial zoning of the subsurface soils salinity of Sarvestan in Fars province using geostatistical methods

Zahedifar, M.

Associate Prof., Department of Rangeland and Watershed Management (Nature Engineering), Faculty of Agriculture, Fasa University, Fasa, IR Iran

Abstract

Recently, the use of statistical geospatial methods to show the dispersion of soil properties has been of great interest. Since salinization is one of the destructive phenomena in arid and semiarid soils, the present study was conducted to determine the spatial distribution of salinity of subsurface soils in Sarvestan region of Fars province. For this purpose, 40 sub-surface samples were taken from a depth of 20 to 40 cm on a regular grid with 100 m distance intervals. The electrical conductivity was determined in the saturated extract and after analyzing the statistical properties of the data, in order to investigate the spatial variation of the data, the variogram was calculated and modeled. The results showed that the distribution of the data was slightly departure from the normal distribution. The range parameter of the variogram was obtained as 3110 m and the nugget effect as 0.5. The prepared salinity maps can be effective in decision-making processes related to soil and water resources management, and are very useful in identifying high-risk areas in terms of salinity.

Keywords: Gaussian model, nugget effect, soil salinity, variogram