

محور مقاله: شیمی خاک

## تغییرات مکانی شوری خاکهای سطحی منطقه سروستان استان فارس

مریم زاهدی فر

دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده کشاورزی، دانشگاه فسا

## چکیده

به منظور مدیریت بهینه کشاورزی و منابع طبیعی، آگاهی از تغییرات مکانی شوری خاک ضروری است. بنابراین این پژوهش با هدف بررسی تغییرات مکانی قابلیت هدایت الکتریکی در بخشی از خاک‌های شور و غیر شور سروستان استان فارس و با نمونه برداری در فواصل ۱۰۰ متری واقع بر یک شبکه نمونه برداری نسبتاً منظم از خاک‌های سطحی انجام شد. پس از آماده سازی نمونه‌ها و اندازه گیری قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع و پس از بررسی ویژگی‌های آماری داده‌ها، به منظور بررسی تغییرات مکانی داده‌ها واریوگرام محاسبه و مدلسازی شد. نتایج نشان داد توزیع داده‌ها به میزان اندکی از توزیع نرمال انحراف داشت. مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه گیری شده در منطقه دارای وابستگی مکانی متوسط (مدل گوسی با نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه ۵/۰) با شعاع تاثیر واریوگرام حدود ۳۱۱۰ متر بود. نقشه‌های تهیه شده می‌تواند در مدیریت هوشمند کشاورزی و منابع طبیعی و به ویژه در مصرف کود و نهاده‌های کشاورزی به کار گرفته شده و با این ترتیب از مصارف بیش از حد کود و سایر نهاده‌ها کشاورزی و در نتیجه از آلودگی‌های زیست محیطی (آب و خاک و ...) جلوگیری کرد.

کلمات کلیدی: زمین آمار، کریجینگ، قابلیت هدایت الکتریکی، تغییرات مکانی

## مقدمه

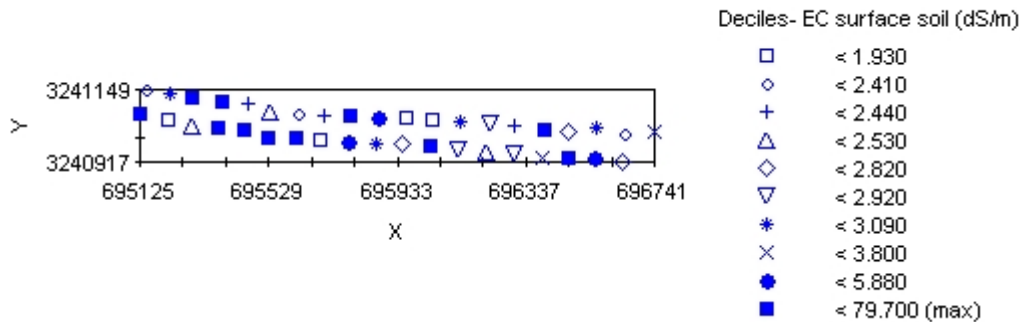
بررسی توزیع مکانی ویژگی‌های خاک به منظور استفاده کشاورزی و کارهای زیست محیطی اهمیت زیادی دارد (Goovaerts, ۱۹۹۷). شور و سدیمی شدن خاک از نشانه‌های بارز خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک است. تجمع نمک‌های محلول در خاک به دنبال بارندگی کم و تبخیر زیاد می‌تواند منجر به شور شدن خاک و کاهش حاصلخیزی آن شود. از طرفی سدیم زیاد در خاک با پراکنده کردن ذرات خاک و از بین بردن ساختمان آن، زمینه را برای فرسایش و هدررفت خاک فراهم میکند (Farifite و همکاران ۲۰۰۵). وسعت خاک‌های شور و سدیمی در ایران زیاد است. بر اساس مطالعات انجام شده توسط سیادت (۱۹۹۷)، ۱۶ تا ۲۳ میلیون هکتار از اراضی ایران شور و سدیمی هستند. 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. بنابراین به منظور مدیریت دقیق و هوشمند کشاورزی و مصرف هدفمند و اقتصادی نهاده‌های کشاورزی، آگاهی از میزان شوری در نقاط مختلف خاک و بررسی تغییرات مکانی آن ضروری است. اخیراً استفاده از روش‌های زمین آماری و تهیه نقشه‌های توزیع مکانی ویژگی‌های خاک بسیار مورد توجه قرار گرفته است. Mamat و همکاران (۲۰۱۴) از کریجینگ شاخص جهت تهیه نقشه‌های آلودگی فلزات سنگین استفاده کردند. نبی‌اللهی و همکاران (۱۹۹۶) به کمک روش کریجینگ شاخص نقشه‌های شور و سدیمی خاک را در دو عمق ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی متری در منطقه قروه استان کردستان تهیه کردند و آن را روش مناسب بیان نمودند. Ayoubi و همکاران (۲۰۰۷) کلاس وابستگی مکانی قابلیت هدایت الکتریکی در خاک‌های مورد مطالعه را متوسط گزارش کرد. آنان همچنین بیان کردند مدل گوسی به ترتیب با مقادیر شعاع تاثیر، سقف و اثر قطعه ای ۵۷ متر، ۰/۰۴۳ و ۰/۰۴۸ مناسب‌ترین مدل برازش داده شده به نیم تغییرنمای این ویژگی بود. محققان دیگری نیز به طور موفقیت آمیزی از روش‌های زمین آماری برای تخمین تغییرات مکانی ویژگی‌های خاک استفاده نموده‌اند (Moosavi and Sepaskhah, 2012).

با توجه به اهمیت شوری خاک و عدم وجود تحقیقاتی در ارتباط با تغییرات مکانی این ویژگی در خاک‌های شور و سدیمی سروستان استان فارس این پژوهش با هدف بررسی زمین آماری تغییرات مکانی و پهنه‌بندی شوری در خاک‌های مذکور انجام شد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در محدوده ۲۱ کیلومتری جنوب غربی شهرستان سروستان استان فارس با مختصات جغرافیایی ۲۶ تا ۲۹°۵۳' طول شرقی و ۲۹°۲۱۷ تا ۲۹°۱۶'۵۵ عرض شمالی انجام شد. منطقه ۱۴۰۰ متر بالاتر از سطح دریا با میانگین بارندگی حدود

۳۵۰ میلی‌متر و میانگین درجه حرارت سالانه ۱۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ۴۰ نمونه خاک، از عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متری خاک جمع آوری شدند (شکل ۱).



شکل ۱. پراکندگی نقاط نمونه برداری شده در منطقه مورد مطالعه.

سپس هواخشک شده و از الک ۲ میلی متری عبور داده شدند و برخی از ویژگی های آنها به روش‌های استاندارد تعیین شدند. در نمونه‌های خاک، pH با استفاده از سنج، ماده آلی به روش والکی-بلک و کربنات کلسیم معادل به روش خنثی سازی با اسید، قابلیت هدایت الکتریک در عصاره گل اشباع به کمک هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شدند (جدول ۱). پس از پیش پردازش آماری داده‌ها و محاسبه آماره‌های مرکزی، آماره‌های پراکنش و آماره‌های شکل توزیع داده‌های اندازه‌گیری شده، بررسی نرمال بودن توزیع داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و با استفاده از نرم افزار SPSS انجام شد و از آنجا که توزیع داده‌ها مقداری از توزیع نرمال انحراف داشت با اعمال تبدیل لگاریتمی روی داده‌ها توزیع داده‌ها تا حد امکان به توزیع نرمال نزدیک شد. پس از اطمینان از عدم وجود روند در داده‌های اندازه‌گیری شده، با محاسبه واریوگرام داده‌ها با استفاده از نرم افزار  $GS+ 5.1$ ، تجزیه و تحلیل همبستگی مکانی بین مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در نقاط اندازه‌گیری شده انجام شد و ناهمسانگردی موجود در پیوستگی مکانی قابلیت هدایت الکتریکی بررسی شد. سپس با استفاده از رابطه (۱) واریوگرام آزمایشی (تجربی) محاسبه شد (Goovaerts ۱۹۹۹ و Chaplot و همکاران ۲۰۰۶) و مدل‌های مختلف نظری شامل مدل‌های کروی، نمایی و گوسی به واریوگرام برازش داده شد و با در نظر گرفتن معیارهای بیشترین ضریب تبیین ( $R^2$ ) و کمترین مجموع مربعات باقیمانده‌ها (RSS) بهترین مدل انتخاب و ضرایب آن شامل دامنه تاثیر، اثر قطعه‌ای و سقف (آستانه واریوگرام) 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 نیم‌تغییرنما در فاصله  $h$ ،  $N(h)$  تعداد جفت نمونه به کار رفته در محاسبه واریوگرام در فاصله  $h$ ،  $Z(X_i)$  و  $Z(X_i+h)$  به ترتیب مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی در موقعیت‌های نمونه‌برداری  $X_i$  و  $X_i+h$  است. با استفاده از ضرایب بهترین مدل برازش داده شده به واریوگرام و با استفاده از روش کریجینگ معمولی (معادله ۲) مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در نقاط نمونه‌برداری نشده تخمین زده شد (Luo ; Goovaerts, 1999) و همکاران (۲۰۰۸).

$$\begin{cases} Z^*(x_0) = \sum_{i=1}^n \lambda_i \cdot Z(X_i) \\ \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \end{cases}$$

که در آن  $Z(X_i)$  مقدار قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در موقعیت  $X_i$ ،  $Z^*(x_0)$  مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در موقعیت نمونه‌برداری نشده  $x_0$ ،  $\lambda_i$  وزن اختصاص یافته به مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در موقعیت  $X_i$  و  $n$  تعداد کل نمونه‌ها می‌باشد ( $i=1,2,3,\dots,n$ ).

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 مقادیر سایر نقاط، 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، نقطه تخمین زده شده وجود داشت. در پایان با داشتن مقادیر اندازه‌گیری شده و تخمین زده شده و رسم آنها در مقابل یکدیگر در یک دستگاه مختصات، میزان خطای روش تخمین زده شد.

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

پ.هاش	قابلیت هدایت الکتریکی (dS/m)		ماده آلی (%)
	کربنات کلسیم معادل (%)	کربنات	
حداقل	۰/۷	۱۰/۹	۰/۱۳
حداکثر	۱۲/۵۷	۴۵	۳/۴
میانگین	۲/۹۸	۲۸/۱۴	۱/۴

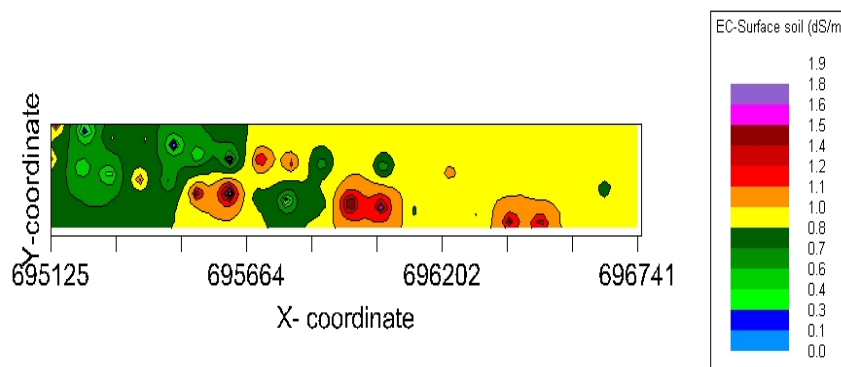
## نتایج و بحث

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 هم کمتر از ۴ (حداقل ۰/۷ دسی زیمنس بر متر) و هم بیشتر از ۴ (حداکثر ۱۲/۵۷ دسی زیمنس بر متر) است. بنابراین در این منطقه هم خاک‌های شور و هم غیر شور وجود دارد. همچنین با توجه به اینکه ضریب تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی در منطقه مورد مطالعه بسیار کم (۶/۰۴٪) و کمتر از ۲۵ درصد است بنابراین قابلیت هدایت الکتریکی در منطقه مورد مطالعه با در نظر گرفتن معیار ارائه 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 یکنواختی در خاک‌های منطقه باشد. نتایج زمین آماری انجام شده نشان داد که مدل گوسی با اثر قطعه ای ۰/۲۲، حد آستانه (سقف) ۰/۴۵ و شعاع تاثیر ۳۱۱۰ متر بهترین مدل برازش داده شده در منطقه مورد مطالعه است. شعاع تاثیر در واقع فاصله ای 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 کروی 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 می‌گیرد. Moosavi و Sepaskhah (۲۰۱۲) ضریب تغییرات قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک سنگریزه ای مورد مطالعه را ۱۸/۸۴ بیان نموده و در نتیجه این ویژگی را در کلاس تغییرپذیری متوسط گزارش کردند.

جدول ۲- ویژگی‌های آماری و مشخصات مدل برازش داده شده به تغییر نمای قابلیت هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) در منطقه مورد مطالعه.

ویژگی‌های آماری	مقدار	ویژگی‌های تغییر نما	مقدار
حداقل	۰/۷	مدل	گوسی
حداکثر	۱۲/۵۷	اثر قطعه ای	۰/۲۲
میانگین	۲/۹۸	سقف	۰/۴۵
ضریب تغییرات	۶/۰۴	شعاع تاثیر (متر)	۳۱۱۰
کلاس تغییر پذیری	کم	نسبت اثر قطعه ای به سقف	۰/۵
چولگی	۲/۱۷	کلاس وابستگی مکانی	متوسط
افراستگی	۵/۱۱	ضریب تعیین	۰/۸۹
تبدیل	لگاریتمی	مجموع مربعات باقیمانده	۰/۰۱۶

نقشه ترسیم شده با استفاده از مقادیر آزمایش به روش کریجینگ معمولی در شکل ۲ نشان داده شده است.



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

### نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد مقادیر قابلیت هدایت الکتریکی اندازه‌گیری شده در منطقه دارای وابستگی مکانی متوسط می‌باشند و مقدار قابلیت هدایت الکتریکی در هر نقطه مقدار این ویژگی را در سایر نقاط مجاور به طور متوسطی تحت تاثیر قرار می‌دهد بنابراین با دقت و صحت قابل قبول می‌توان از روش‌های زمین‌آماری برای تخمین و پهنه‌بندی قابلیت هدایت الکتریکی در منطقه مورد مطالعه استفاده نمود. نقشه‌های پهنه‌بندی تهیه شده می‌تواند در کشاورزی دقیق و مدیریت هوشمند کشاورزی و به‌ویژه در مصرف کود و نهاده‌های کشاورزی به کار گرفته شود. به این ترتیب می‌توان از مصرف غیر ضروری و مقادیر بیش از حد کود و سایر نهاده‌ها و در نتیجه ضرر و زیان‌های اقتصادی و آلودگی‌های زیست محیطی جلوگیری کرد.

### منابع

- نبی‌اللهی، ک.، مرادیان، ش.، تقی‌زاده مهرجردی، ر. ۱۳۹۶. پهنه بندی خطر شور و سدیمی خاک با استفاده از کریجینگ شاخص در قروه استان کردستان. مجله پژوهش‌های خاک، ۳۱ (۱)، ۱۱۶-۱۰۳.
- Ayoubi, Sh., S. Mohammadzamani, and F. Khormali. 2007. Spatial variability of some soil properties for site specific farming in northern Iran International Journal of Plant Production, 2, 225-236.
- 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.
- Farifte, J., A. Farshad. and R.J. George. 2005. Assessing salt – affected soils using remote sensing, solute modeling, and geophysics. Geoderma, 130, 191-206.
- Goovaerts, P. 1999. Geostatistics in soil science: state-of-the-art and perspectives. Geoderma, 89, 1-45.
- 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.
- Mamat, Z., H. Yimit. R.Z.A. Ji. and M. Eziz. 2014. Source identification and hazardous risk delineation of heavy metal contamination in Yanqi basin, northwest China, Science of the Total Environment, 493, 1098-1111.
- 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. Makeshine. 2005. Assessment of temporal and spatial variability of soil salinity in a coastal saline field. *Environmental Geology*, 48, 171–178.



# 16<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress

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



Topic for submission: Soil chemistry

## Spatial variation of the surface soils salinity of Sarvestan in Fars province

Zahedifar, M

Associate Prof., Range and Watershed Management Department, Faculty of Agriculture, Fasa University

### Abstract

In order to optimize agricultural and natural resource management, soil salinity changes is essential. Therefore, this study aimed to investigate the spatial variation of electrical conductivity in some saline and non-saline soils of Fars province with sampling distances of 100 m on relatively regular sampling grids of surface (0-20 cm) soils. After preparing the samples and determining the electrical conductivity in saturated extract, the summary statistics of the data were obtained and the experimental variogram were 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 3110m and the nugget effect as 0/5. The prepared map can be used in the smart management of agriculture and natural resources particularly in using fertilizers and other agricultural chemicals for preventing excessive use of fertilizers and other inputs and avoiding environmental pollution.

**Keywords:** Geostatistic, Kriging, Electrical conductivity, spatial variation