# مقایسه کارایی برخی از روش‌های زمین‌آماری در برآورد هدایت الکتریکی خاک

**لیدا عیسی زاده[1]، رضا سراج امانی[2]، مریم برمکی[3]، رضا سکوتی اسکوئی[4]**

1- دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات تهران، مدرس دانشگاه آزاد و پیام نور واحد مهاباد
2- دانش آموخته ارشد خاکشناسی، عضو باشگاه پژوهشگران جوان دانشگاه آزاد اردبیل
3- دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشگاه آزاد علوم و تحقیقات تهران
4- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی
isazadeh_1361@yahoo.com

چکیده:

مطالعه حاضر به منظور ارزیابی توانایی تخمین‌گرهای کریجینگ و کوکریجینگ در برآورد هدایت الکتریکی خاک ایستگاه پخش سیلاب پلدشت صورت گرفته است. برای این کار در حد فاصل نهرهای گسترش سیلاب، سه نوار اول که سیل‌گیری شده‌اند، در هر نوار از خاک نمونه برداری شده و هدایت الکتریکی خاک اندازه‌گیری شد. برای برآورد این پارامتر در نقاط نمونه‌برداری نشده از روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ استفاده گردید. در نهایت به منظور مقایسه این روشها، از تکنیک ارزیابی تقاطعی با کمک دو پارامتر MAE و MBE استفاده شد. نتایج بدست آمده از محاسبات نشان داد روش کریجینگ با نیم تغییرنمای کروی و مقدار خطای 0,054 از دقت بالایی در برآورد هدایت الکتریکی خاک برخوردار است.

**کلمات کلیدی: روش‌های زمین‌آماری، کریجینگ، کوکریجینگ، هدایت الکتریکی خاک**

## مقدمه

یکی از فرآیندهایی که در مناطق خشک و نیمه خشک به شدت عملیات زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، شور شدن و تجمع املاح در سطح خاک است. به منظور برنامه‌ریزی صحیح جهت جلوگیری از پیشروی فرآیند هدایت الکتریکی ، مدیریت بهتر منابع آب و خاک در راستای بهینه‌سازی خاک‌های دارای شرایط مناسب امری ضروری تلقی می‌شود. نحوه بررسی تغییرات مکانی ویژگیهای مختلف زمین‌آماری نظیر هدایت الکتریکی می‌تواند از عوامل مهم خطا در برآورد مقادیر داده های اندازه‌گیری نشده باشد. روش‌های زمین‌آماری به دلیل در نظر گرفتن همبستگی مکانی داده‌ها از اهمیت زیادی در بررسی‌های مربوط به پراکنش داده‌های زمینی برخوردار هستند و تخمین‌های بهتری از هدایت الکتریکی خاک به دست می‌دهند. محمدی(2000) با استفاده از تخمین‌گرهای زمین آماری و با کمک گرفتن از اطلاعات رقومی سنجنده TM به عنوان متغیر ثانویه، برخی از خصوصیات خاک سطحی شامل شوری، درصد رطوبت اشباع، نسبت جذب سدیم و درصد آهک را برآورد نموده است. وی در این تحقیق ضمناً کارآیی روش های مختلف زمین آماری شامل کوکریجینگ, کریجینگ و رگرسیون خطی را مورد مقایسه قرار داده و به این نتیجه رسیده است که تخمین‌گرهای زمین آماری نسبت به روابط همبستگی خطی از برتری نسبی برخوردار بوده و روش کریگینک به عنوان روش برتر برآورد داده‌های مکانی خاک معرفی شده است. عالمی و همکاران(1988) با مقایسه کاربرد روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ به این نتیجه رسیدند که واریانس خطای هدایت الکتریکی با عامل کمکی رس خاک در روش

کوکریجینگ کمتر از روش کریجینگ است لذا با استفاده از روش کریجینگ در تعداد نمونه‌برداری خاک و هزینه‌های تجزیه مربوطه صرفه‌جویی شد. Ahmed(2005) از روشهای مختلفی جهت تخمین هدایت الکتریکی خاک مانند داده های سنجش از دور، داده های مزرعه، سیستم اطلاعات جغرافیایی و تکنیک های مدلینگ مکانی استفاده کردند و با مقایسه روش های مختلف زمین آمار، مدل کریجینگ تعدیل یافته را به عنوان بهترین مدل جهت تخمین هدایت الکتریکی خاک پیشنهاد دادند.

**مواد و روشها**

ایستگاه پخش سیلاب پلدشت ماکو در 23 کیلومتری جنوب شرقی شهر پلدشت و در مجاورت روستای پیله سوار در استان آذربایجان غربی واقع شده است. وسعت آن حدود 1024 هکتار می باشد که در مختصات جغراقیایی بین □ □°39 درجه و ´0 دقیقه تا °39 درجه و ´15 دقیقه عرض شمالی و °44 درجه و ´45 دقیقه تا° 45 درجه و ´ 10 دقیقه طول شرقی واقع گردیده است. به منظور بررسی روند تغییرات هدایت الکتریکی خاک در حد فاصل نهرهای گسترش سیلاب، 3 نوار اول که سیلگیری شده به عنوان محل‌های نمونه‌برداری انتخاب گردیدند. از آنجا که نمونه‌های برداشت شده می‌بایست بیانگر ویژگی‌های نقاط مختلف عرصه پخش سیلاب باشد، با استفاده از شبکه‌بندی نوارها[1] مبادرت به نمونه‌برداری از خاک لایه سطحی شد. بدین منظور طول هر نوار به سه قسمت (قطعه) مساوی تقسیم و عرض هر قطعه نیز 5 متر کمتر از عرض نوار انتخاب گردید. نمونه‌های برداشت شده مربوط به لایه‌های مشابه خاک با یکدیگر مخلوط و نمونه مرکب و معرف ترانسکت به منظور انجام آزمایش‌های مربوطه به آزمایشگاه ارسال گردید. بدین ترتیب تعداد نمونه‌های مرکب تهیه شده مربوط به هر لایه و یا افق خاک در هر نوار به 6 نمونه رسید. نمونه‌برداری از عمق 20-0 سانتی‌متری خاک لایه سطحی به همراه لایه رسوب انجام شد. بدین ترتیب تعداد 27 نمونه خاک سطحی نمونه‌برداری شد. برای بررسی تغییرات مکانی و برآورد هدایت الکتریکی خاک از روش های زمین اماری کریجینگ و کوکریجینگ استفاده شده است. رابطه عمومی این روش ها به شرح معادله (1) است:

$$Zs(xi) = \sum_{i=1}^{n} l\,i\ Zo(xi) \qquad [1]$$

$Zs$: مقدار برآورد شده عامل مورد بررسی، $l\,i$ : مقدار وزنهای نقاط مورد مشاهد، $Zo$ : مقدار مشاهده شده در اطراف نقطه مورد نظر، n: تعداد نقاط اندازه‌گرفته شده و $(xi)$: موقعیت نقاط مشاهده شده می باشد.

به منظور ارزیابی روش‌های میانیابی از تکنیک ارزیابی تقاطعی و دو پارامتر آماری MAE و MBE که به ترتیب نشان دهنده خطای نتایج و انحراف نتایج هستند، استفاده شده است. در شرایطی که MAE و MBE برابر صفر یا نزدیک به صفر هستند، نشان‌دهنده این است که روش استفاده شده واقعیت را خوب شبیه‌سازی می‌کند و با فاصله یافتن از صفر، کمی دقت و زیاد بودن انحراف را نشان می‌دهد. نحوه محاسبه پارامترهای خطا و انحراف نتایج به شرح معادله های (2) و (3) است:

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n} |Zs - Zo|}{n} \qquad [2]$$

$$MBE = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Zs - Zo)}{n} \qquad [3]$$

[1] Gride Sampling

که در معادله‌های 2 و 3، $Z_s$ مقدار برآورد شده، $Z_O$ مقدار اندازه‌گیری شده و $n$ تعداد داده‌ها می‌باشد.

## نتایج و بحث

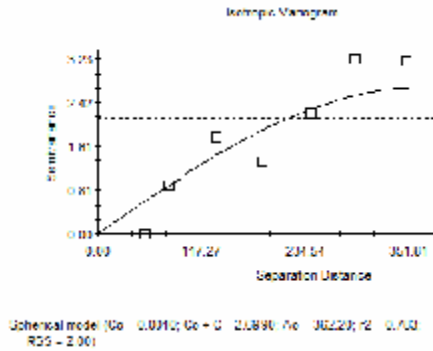
نتایج مربوط به آزمون کلموگراف- اسمیرنف نشان داد که داده های مربوط به هدایت الکتریکی خاک نرمال بوده زیرا توزیع نرمال داده‌ها بر اساس داشتن ضریب بیشتر از 0,05 است. گفتنی است که شرط نرمال بودن داده‌ها فقط برای روش های کریجینگ ساده و کریجینگ معمولی بوده و برای روش های معین دیگر شرط نمی باشد. جدول 1 آزمون نرمال بودن داده های هدایت الکتریکی خاک را نشان می دهد.

**جدول 1- نتایج آزمون نرمال بودان داده ها با استفاده از روش Komologrov-Simirnov**

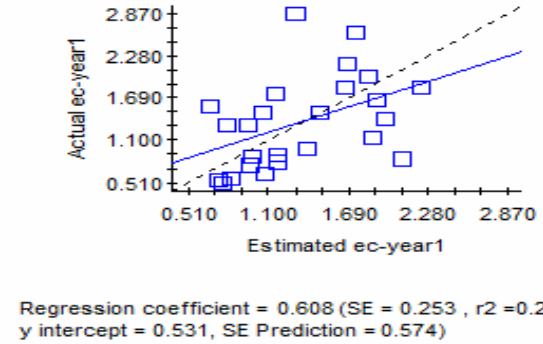
| پارامتر | درجه آزادی | ضریب آزمون | ضریب آزمون |
|---|---|---|---|
| هدایت الکتریکی خاک | 25 | 1,47 | 0,85 |

### تحلیل نیم تغییرنمای هدایت الکتریکی خاک

از تحلیل نیم تغییرنمای این عامل نتیجه می گیریم که مدل متغیرنمای بدست آمده در روش کریجینگ کروی می‌باشد. شکل 1 و 2 نیم تغییرنمای تجربی و نتایج ارزیابی تقاطعی روش کریجینگ را نشان می دهد.




**شکل 1- مدل و نیم تغییر نمای تجربی هدایت الکتریکی خاک در روش کریجینگ**




**شکل 2- نتایج ارزیابی تقاطعی روش کریجینگ در برآورد هدایت الکتریکی خاک**

بررسی‌های بدست آمده نشان داد که بین هدایت الکتریکی خاک و غلظت سدیم موجود در خاک همبستگی وجود دارد. لذا در روش کوکریجینگ از عامل کمکی سدیم به عنوان متغیر کمکی استفاده شد. نیم تغییرنمای تجربی

بدست آمده در این روش بهترین برازش را با مدل گوسی حاصل کرده است.. نتایج نشان داد خط برازش مقادیر برآوردی با استفاده از روش کریجینگ مطابقت بیشتری با مقادیر اندازه‌گیری شده دارد. در جدول 2 مقادیر دقت و انحراف روش‌های کریجینگ و کوکریجینگ ارائه شده است. بر اساس این جدول ملاحظه می‌گردد که روش کریجینگ با خطای برابر 0,054 دسی زیمنس بر متر از دقت بیشتری برای برآورد هدایت الکتریکی خاک برخوردار است.

**جدول 2- میزان خطای روش‌های زمین‌آماری انتخابی در برآورد هدایت الکتریکی خاک**

| کوکریجینگ | کریجینگ | هدایت الکتریکی خاک |
|---|---|---|
| MAE | 0,054 | 0,059 |
| MBE | 0,031 | 0,040 |

نتایج بدست آمده از تحقیق انجام شده، با نتایج محمدی(1379)، walter(2001) و نوربخش(1382) در انتخاب و توصیه روش کریجینگ مطابقت دارد. از آنجائیکه نرمال بودن داده‌ها شرط استفاده از روش‌های زمین‌آماری برای برآورد داده‌های مکانی است، در این تحقیق نرمال بودن داده‌های هدایت الکتریکی خاک در منطقه تأیید شد. خطای اندازه‌گیری شده(نسبت اثر قطعه ای به آستانه)، در نیم تغییرنمای روش کریجینگ برای برآورد مقادیر هدایت الکتریکی خاک 17 درصد است ، که نمایانگر بالاتر بودن دقت برآورد این روش نسبت به تحقیق محمدی که این نسبت را 38 درصد بدست آورده است، می‌باشد.

## منابع

محمدی، ج. 1379. ارزیابی و پهنه بندی خطر شوری خاک در منطقه رامهرمز (خوزستان) با استفاده از کریجینگ گسسته. تحقیقات کشاورزی ایران .ص. 83تا 98.

نوربخش، ف. ا. و ح. بقایی. 1382. مطالعه تغییرات مکانی پراکنش هدایت الکتریکی خاک در مقیاس مزرعه. مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران، جلد دوم، ص. 823 تا821.

سررشته داری، ا، 1382. اثر اجرای طرح پخش سیلاب آب باریک بم برروی خصوصیات خاک. مجموعه مقالات سومین همایش آبخیزداری، ص. 35تا 27.

Ahmed,D., M,V. Meirvenne, T.Toth. 1995. Soil salinity using spatio-temporal Kriging and Bayesian maximum entropy with interval soft date, Geoderma 128(2005): 234-248.

Alemi,M.H., M.R. Shahriari and D.R. Nielsen. 1988. Kriging and Cokriging of soil propertiesSoil Technology, 1: 133-147

Jordan, M, M. Navarro-Pedreno and E. Gracia-Sanchez. 2004. Spatial dynamics of soil salinity under arid and semi-arid conditions: geological and environmental implications. Environmental Geology Journal. PP. 448-456.

Walter, C. and B. McBrateny. 2001. Spatial prediction of topsoil salinity in the Chelif Valley, Algeria, using local ordinary kriging with local variograms versus whole-area variogram. Australian Journal of Soil Research, 39(2): 248-259.