

## بررسی توزیع مکانی ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در آبهای آبیاری

جواد قدییک<sup>۱</sup>، محمدعلی خودشناس<sup>۲</sup> و مسعود دادیور<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران، [ghadbykloo@gmail.com](mailto:ghadbykloo@gmail.com)

<sup>۲</sup> عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان

تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران، [khodshenasm@gmail.com](mailto:khodshenasm@gmail.com)

<sup>۳</sup> عضو هیات علمی بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی،

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، [dadivarm@yahoo.com](mailto:dadivarm@yahoo.com)

### چکیده

به منظور مدیریت بهتر منابع آب و خاک و برنامه ریزی صحیح جهت حصول عملکرد حداکثر در گیاهان زراعی، تعیین میزان عناصری نظیر سدیم در آب آبیاری ضروری به نظر می رسد. از آنجایی که اندازه گیری نسبت جذب سدیم، بسیار وقت گیر و پرهزینه است یافتن راهکاری که بتوان میزان نسبت جذب سدیم را تخمین مکانی زد، مفید به نظر می رسد. در این راستا ترکیب داده های ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیمی در نمونه های آب با استفاده از تکنیکهای زمین آمار می تواند دقت نقشه پهنه بندی شوری را بهبود بخشد. تعدادی نمونه آب با استفاده از روش نمونه برداری شبکه ای از سراسر استان جمع آوری گردید. ضریب هدایت الکتریکی و همچنین کاتیونهای سدیم، کلسیم و منیزیم نمونه ها اندازه گیری گردید. نتایج نشان داد که میانگین ضریب هدایت الکتریکی آبهای مورد مطالعه ۱۳۶۲/۹ و میانه آنها ۶۹۵ میکرو زیمنس بر سانتیمتر و نسبت جذب سدیم در دامنه ۰/۱ تا ۱۹/۲۲ با میانگین ۲/۸۸ قرار گرفته است. استفاده از روش کو-کریجینگ جهت برآورد مکانی شاخص ضریب هدایت الکتریکی با استفاده از متغییر عرضی نسب جذب سدیم در مورد سه مدل به کار گرفته شده از میانگین مجذور خطای کمتری نسبت به روش کریجینگ معمولی برخوردار بود. مدل کروی در روش کو-کریجینگ برای پهنه بندی ضریب هدایت الکتریکی و مدل نمایی در روش کریجینگ معمولی برای پهنه بندی نسبت جذب سدیم با دارا بودن شاخص میانگین مجذور خطای کمتر، مناسب تر ارزیابی گردیدند.

کلمات کلیدی: ضریب هدایت الکتریکی، نسبت جذب سدیمی، نقشه شوری آب

### مقدمه:

شور شدن خاک یکی از مهمترین فرایندهای مخرب خاک بویژه در مناطق خشک و نیمه خشک میباشد. شور و سدیمی شدن خاکها و تجمع املاحی چون کلروها و سولفات ها عملکرد گیاهان را در مناطق خشک و نیمه خشک تحت تأثیر قرار می دهد. لذا به منظور مدیریت بهتر منابع آب و خاک و برنامه ریزی صحیح جهت حصول عملکرد حداکثر در گیاهان زراعی، تعیین میزان عناصری نظیر سدیم در آب آبیاری ضروری به نظر می رسد. از آنجایی که تخمین نسبت جذب سدیم، بسیار وقت گیر و هزینه برتر از اندازه گیری شوری آب است و یافتن راهکاری که بتوان میزان نسبت جذب سدیم را تخمین مکانی زد، مفید به نظر می رسد. در این راستا ترکیب داده های ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیمی در نمونه های آب با استفاده از تکنیکهای زمین آمار می تواند دقت نقشه پهنه بندی شوری را بهبود بخشد (

(Walter & Bratney., 2001 و Alavipanah., 1997). این تحقیق جهت تخمین مکانی ضریب هدایت الکتریکی به تنهایی و با استفاده از نسبت جذب سدیم به عنوان متغیر کمکی در آبهای آبیاری استان مرکزی صورت گرفت.

### روش پژوهش:

استان مرکزی در محدوده جغرافیایی طول ۴۸/۵ تا ۵۱ درجه شرقی و ۳۳/۳ تا ۳۵/۳ عرض شمالی واقع شده است. تعداد ۷۰ نمونه آب با استفاده از روش نمونه برداری شبکه ای از چاه های آب کشاورزی سراسر استان جمع آوری گردید. ضریب هدایت الکتریکی و همچنین کاتیونهای سدیم ، کلسیم و منیزیم نمونه ها به ترتیب بر اساس روشهای کنداکتومتری ، فلیم فتومتری و تیتراسیون با EDTA در حضور معرف اریو کروم بلاک تی قرائت گردید.

نتایج حاصل از نظر نرمال بودن به وسیله ی آزمون کلموگراف – اسمیرنف و همچنین شاخصهای آمار توصیفی در محیط SPSS بررسی و در محیط نرم افزار Excel تبدیل داده ها انجام شد .به منظور تشریح پیوستگی مکانی متغیرها، نیم متغیرنمای داده ها در محیط نرم افزاری ArcGIS بررسی گردید. با استفاده از معیارهای میانگین مجذور خطای تخمین روش مناسب میانپایی تشخیص و نتایج به صورت جدول و نقشه ارائه گردید.

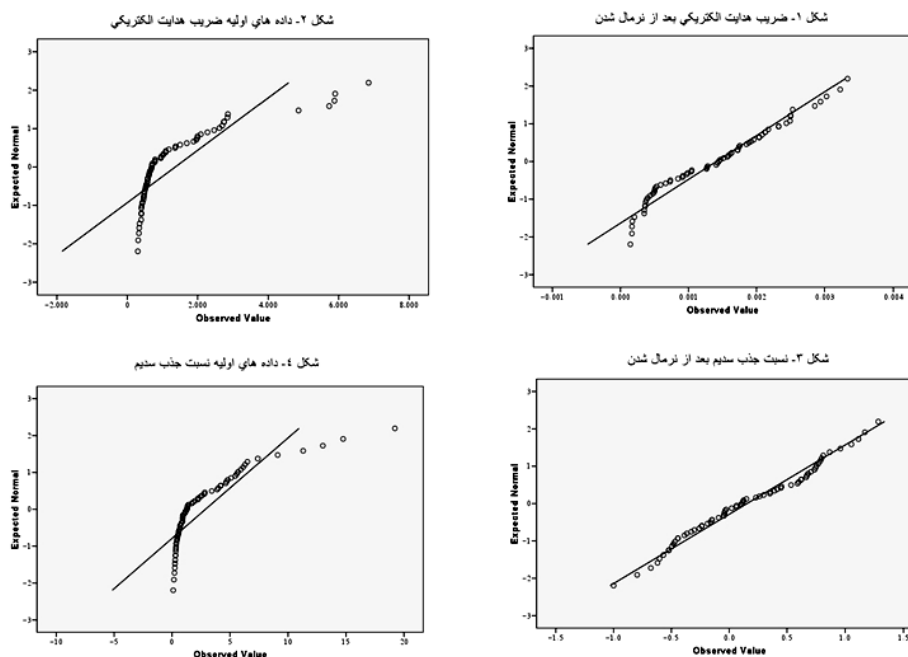
### نتایج و بحث:

نتایج مربوط به آمارتوصیفی داده ها در جدول ۱ نمایش داده شده است.

جدول ۱- مورد مطالعه متغیرهای آماری توصیفی

متغیر	واحد تغییر	میانگین	میانه	حداقل	حداکثر	واریانس	چولگی
ضریب هدایت الکتریکی	درصد	۱۳۶۳	۶۹۵	۳۰۰	۶۸۵۰	۲۱۴۷۰۴۰	۲/۲۳
نسبت جذب سدیم	درصد	۲/۸۸	۱/۲۸	۰/۱	۱۹/۲۲	۱۳/۴۶	۲/۳۴
اسیدیته	درصد	۷/۵۶	۷/۶۱	۶/۴	۸/۱۲	۰/۱۵۵	-۰/۹۳۶

نتایج جدول ۱ نشان می دهد که میانگین ضریب هدایت الکتریکی ۱۳۶۲/۹۸ و میانه ۶۹۵ میکرو زیمنس بر سانتیمتر که نشان دهنده کشیدگی به سمت راست می باشد. داده ها از نظر نرمال بودن به وسیله ی آزمون کلموگراف – اسمیرنف بررسی و مشخص شد داده های اولیه نرمال نیستند، لذا عمل تبدیل داده ها با استفاده از تابع  $1/X$  جهت ضریب هدایت الکتریکی و تابع  $\text{LOG}(X)$  جهت نسبت جذب سدیمی صورت پذیرفت. اشکال ۱ تا ۴ وضعیت داده ها را قبل و بعد از نرمال شدن بر اساس نمودار Q-Q Plot نشان می دهد. انحراف داده های اولیه از میانگین در مورد هر دو پارامتر در مقادیر پایین و بالا در اشکال یاد شده مشهود بوده و نشان می دهد که توابع مورد استفاده در تبدیل داده ها، به خوبی توانسته اند داده ها را نرمال کنند. ضریب تغییرات بالا (۱۰۸ درصد) در میزان شوری در آبهای آبیاری استان، نشان دهنده تنوع کیفیت آب آبیاری در مناطق مختلف می باشد، که می تواند دلیلی بر عدم نرمال بودن داده های اولیه تلقی گردد.



نتایج حاصل از برازش مدل‌های واریوگرام بر داده‌های هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در جدول ۲ ارائه شده است. شاخص میانگین مجذور خطا در مورد ضریب هدایت الکتریکی در مدل‌های مورد استفاده تقریباً یکسان می‌باشد که نشان می‌دهد مدل‌ها با یکدیگر تفاوتی ندارند اما دامنه تأثیر مدل نمایی از دو مدل دیگر بیشتر بوده به عبارت دیگر می‌توان از آن در دامنه وسیع‌تری، برای برآورد مقدار متغیر مجهول استفاده کرد. بدیهی است که دامنه‌ی تأثیر بزرگ‌تر دلالت بر پیوستگی مکانی گسترده‌تری دارد.

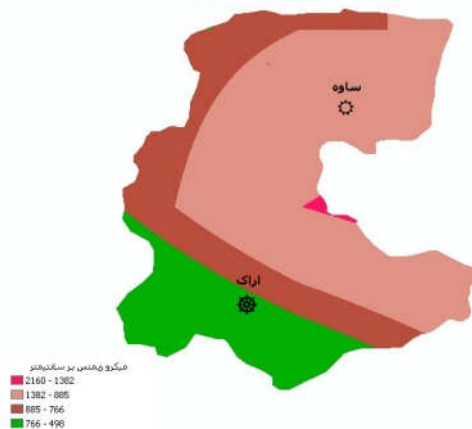
مدل نمایی نسبت جذب سدیم در روش کریجینگ معمولی نشان می‌دهد که این مدل با اثر قطعه‌ای صفر و دامنه تأثیر بیشتر نسبت به سایر مدل‌ها از شاخص میانگین مجذور خطای کمتری برخوردار می‌باشد که جهت برآورد مکانی نسبت جذب سدیم مدل مناسب‌تری می‌باشد.

استفاده از روش کو-کریجینگ جهت برآورد مکانی شاخص ضریب هدایت الکتریکی با استفاده از متغیر عرضی نسب جذب سدیم در مورد سه مدل به کار گرفته شده از میانگین مجذور خطای کمتری نسبت به روش کریجینگ معمولی برخوردار است. که در این بین مدل کروی با اثر قطعه‌ای صفر و میانگین مجذور خطای کمتر به نحو مطلوب‌تری با استفاده از نسبت جذب سدیمی، تغییرات مکانی شوری در آب‌های آبیاری استان مرکزی را توجیه می‌کند

جدول ۲- پارامترهای تغییرنمای اولیه و تغییر نمای عرضی و معیارهای انتخاب مدل

متغیر	روش زمین آمار	مدل ریاضی	اثر قطعه‌ای	سقف	دامنه تأثیر	میانگین مجذور خطا (RMSE)
هدایت الکتریکی	کریجینگ	کروی	$1/1 \times 10^{-7}$	$8/75 \times 10^{-7}$	۰/۸۷۵	۰/۰۰۰۵۳۷
		نمایی	$6/0 \times 10^{-8}$	$9/9 \times 10^{-7}$	۱/۴۲	۰/۰۰۰۵۳۸
		گوسی	$2/2 \times 10^{-7}$	$8/8 \times 10^{-7}$	۰/۷۵	۰/۰۰۰۵۳۹
نسبت جذب سدیم	کریجینگ	کروی	۰/۰۱۴۷	۱/۸۲	۰/۹۳۴	۳/۷۶
		نمایی	۰	۲/۱	۱/۵۸	۳/۵۱
		گوسی	۰/۲۳۴	۱/۸	۰/۷۸۵	۴/۱۲
ضریب هدایت الکتریکی - نسبت جذب سدیم	کو-کریجینگ	کروی	۰	$9/2 \times 10^{-7}$	۰/۹۵	۰/۰۰۰۳۸
		نمایی	۰	$1/18 \times 10^{-6}$	۱/۸۹	۰/۰۰۰۴۷
		گوسی	$2/5 \times 10^{-7}$	$9/0 \times 10^{-7}$	۰/۸۴	۰/۰۰۰۵۰

شکل ۵- بهیه بندی مکانی ضرب هدايت الکتریک با روش کو-کریجینگ در استان مرکزی



## منابع

- ۱- زهتابیان، غ. و محمدعسکری، ح.، ۱۳۸۹. مدلسازی توزیع مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی آبهای زیرزمینی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. ۷۳-۶۱: (۱) ۱۷.
- ۲- شعبانی، م.، ۱۳۸۷. تعیین مناسب ترین روش زمین آمار در تهیه نقشه تغییرات pH و TDS آب های زیرزمینی. مجله مهندسی آب. ۵۷-۴۷.
- 3- Ahmed, S., 2002. Groundwater monitoring network design: Application of geostatistics with a few case studies from a granitic aquifer in a semi-arid region. in: Groundwater Hydrology, M.M. Sherif, V.P. Singh and M. Al-Rashed (Eds.), Balkema, Tokyo, Japan. 2: 37-57.
- 4- Barcae, E., Passarella, G., 2008. Spatial evaluation of the risk of groundwater quality degradation: A comparison between disjunctive kriging and geostatistical simulation. Journal of Environmental Monitoring and Assessment. 133: 261-273.
- 5- Fetouani, S., Sbaa, M., Vanclooster, M. and Bendra, B. 2008. Assessing groundwater quality in the irrigated plain of Triffa (North-east Morocco). Journal of Agricultural Water Management. 95: 133-142.