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

جواد قدبیک لو1، محمدعلی خودشناس2 و مسعود دادیور3

1 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)

2 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)

3 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 9/1362 و میانه آنها 695 میکرو زیمنس بر سانتیمتر و نسبت جذب سدیم در دامنه 1/0 تا 22/19 با میانگین 88/2 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 کليدي: 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 کلرورها 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 متغییر کمکی در آبهای آبیاری استان مرکزی صورت گرفت.

**روش پژوهش:**

استان مرکزی در محدوده جغرافیایی طول 5/48 تا 51 درجه شرقی و 3/33 تا 3/35 عرض شمالی واقع شده است. تعداد 70 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.

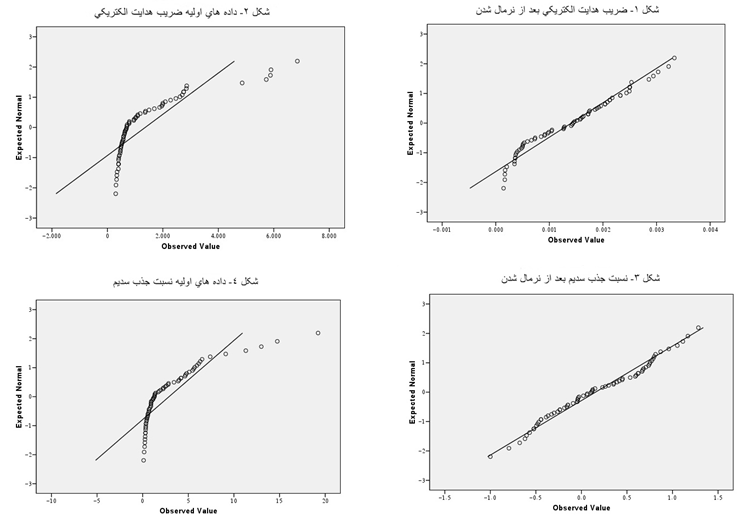
نتایج حاصل از نظر نرمال بودن به وسيله ي آزمون كلموگراف – اسميرنف وهمچنین شاخصهای آمار توصیفی در محيط SPSS بررسي و در محیط نرم افزار Excel تبدیل داده ها انجام شد .به منظور تشريح پيوستگي مكاني متغيرها، نيم متغيرنمای داده ها در محيط نرم افزاري ArcGISبررسی گرديد. با استفاده از معیارهای میانگین مجذور خطای تخمین روش مناسب ميانيابي تشخيص و نتایج به صورت جدول و نقشه ارائه گردید.

**نتایج و بحث:**

نتایج مربوط به آمارتوصیفی داده ها در جدول 1 نمایش داده شده است.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **توصیفی آماری متغیرهای جدول 1- موردمطالعه** | | | | | | | |
| **متغیر** | **واحد تغییر** | **میانگین** | **میانه** | **حداقل** | **حداکثر** | **واریانس** | **چولگی** |
| ضریب هدایت الکتریکی | درصد | 1363 | 695 | 300 | 6850 | 2147040 | 23/2 |
| نسبت جذب سدیم | درصد | 88/2 | 28/1 | 1/0 | 22/19 | 46/13 | 34/2 |
| اسیدیته | درصد | 56/7 | 61/7 | 4/6 | 12/8 | 155/0 | 936/0- |

نتایج جدول 1 نشان می دهد که میانگین ضریب هدایت الکتریکی 98/1362 و میانه 695 میکرو زیمنس بر سانتیمتر که نشان دهنده کشیدگی به سمت راست می باشد. داده ها از نظر نرمال بودن به وسيله ي آزمون كلموگراف – اسميرنف بررسی و مشخص شد داده های اولیه نرمال نیستند، لذا عمل تبدیل داده ها با استفاده از تابع1/X جهت ضریب هدایت الکتریکی و تابع LOG(X) جهت نسبت جذب سدیمی صورت پذیرفت. اشکال 1 تا 4 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 (108 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.

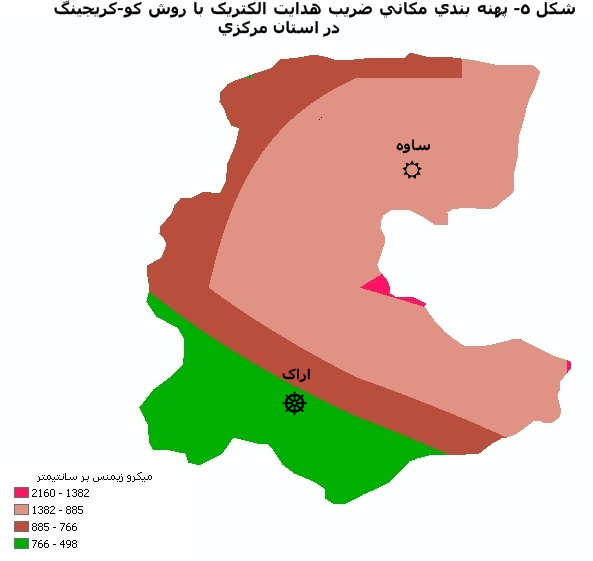


نتایج حاصل از برازش مدلهای واریوگرام بر داده های هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در جدول 2 ارائه شده است. شاخص میانگین مجذور خطا در مورد ضریب هدایت الکتریکی در مدلهای مورد استفاده تقریبا یکسان می باشد که نشان می دهد مدلها با یکدیگر تفاوتی ندارند اما دامنه تاثیر مدل نمایی از دو مدل دیگر بیشتر بوده به عبارت دیگر می توان از آن در دامنه وسیعتری، براي برآوردمقدار متغير مجهول استفاده كرد. بديهي است كه دامنه ي تأثير بزرگ تر دلالت بر پيوستگي مكاني گسترده تري دارد.

مدل نمایی نسبت جذب سدیم در روش کرجینگ معمولی نشان می دهد که این مدل با اثر قطعه ای صفر و دامنه تاثیر بیشتر نسبت به سایر مدلها از شاخص میانگین مجذور خطای کمتری برخوردار می باشد که جهت برآورد مکانی نسبت جذب سدیم مدل مناسب تری می باشد.

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 است. که در این بین مدل کروی با اثر قطعه ای 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 می کند

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **جدول 2- پارامترهای تغییرنمای اولیه و تغییر نمای عرضی و معیارهای انتخاب مدل** | | | | | | |
| متغییر | روش زمین آمار | مدل ریاضی | اثر قطعه ای | سقف | دامنه تاثیر | میانگین مجذورخطا  (RMSE) |
| هدایت الکتریکی | کریجینگ | کروی | 7-10×1/1 | 7-10×75/8 | 875/0 | 000537/0 |
| نمایی | 8-10×0/6 | 7-10×9/9 | 42/1 | 000538/0 |
| گوسی | 7-10×2/2 | 7-10×8/8 | 75/0 | 000539/0 |
| نسبت جذب سدیم | کریجینگ | کروی | 0147/0 | 82/1 | 934/0 | 76/3 |
| نمایی | 0 | 1/2 | 58/1 | 51/3 |
| گوسی | 234/0 | 8/1 | 785/0 | 12/4 |
| ضریب هدایت الکتریکی- نسبت جذب سدیم | کوکریجینگ | کروی | 0 | 7-10×2/9 | 95/0 | 00038/0 |
| نمایی | 0 | 6-10×18/1 | 89/1 | 00047/0 |
| گوسی | 7-10×5/2 | 7-10×0/9 | 84/0 | 00050/0 |



**منابع**

1. زهتابیان، غ. و محمدعسکری، ح.، 1389. مدلسازی توزیع مکانی برخی از خصوصیات شیمیایی آبهای زیرزمینی. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران. 73-61 : (1)17.
2. شعبانی، م.، 1387. تعیین مناسب ترین روش زمین آمار در تهیه نقشه تغییرات pH و TDS آب های زیرزمینی. مجله مهندسی آب. 57-47.
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 (Nnorth-east Morocco). Journal of Agricultural Water Management. 95: 133-142.