پیش بینی مکانی ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم در آبهای آبیاری استان مرکزی

محمدعلی خودشناس [۱]، جواد قدبیک لو [۱]
۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

چکیده
خصوصیات آب از جمله شوری و نسبت جذب سدیمی دارای تغییرات زمانی و مکانی در مقیاسهای مختلف تحت تاثیر خصوصیات ذاتی و غیر ذاتی می باشد. مدیریت مصرف آب در کشاورزی به علت سرعت بالای شور شدن زمین ها ی زراعی کش ور ضروری است. تعداد ۷۰ نمونه آب با استفاده از روش نمونه برداری شبکه ای از چاه های آب کشاورزی سراسر استان مرکزی جمع آوری و خصوصیاتی نظیر ، ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیمی و اسیدیته در آنها تعیین شد. نتایج نشان داد که میانگین ضریب هدایت الکتریکی آبهای مورد مطالعه ۹/۱۳۶۲ و میانه آنها ۶۹۵ میکرو زیمنس بر سانتیمتر و نسبت جذب سدیم در دامنه ۱/۰ تا ۲۲/۱۹ با میانگین ۸۸/۲ قرار گرفته است. 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. با توجه به قرار گرفتن نیمی از آبها ی استان در دامنه متوسط محدودیت شوری می بایست بهره برداری از آب در کشاورزی با اعمال مدیریت بیشتر مد نظر قرار گیرد.

واژگان 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. در این مناطق تبخیر و تعرق بالقوه بیش از مقدار بارندگی است و به همین دلیل نمک های محلول در خاک انباشته شده و موجب افزایش شوری و کاهش باروری خاک می شود. به طور میانگین ۲۰درصد از زمینهای دنیا متأثر از پدیده شوری هستند. سرعت شور شدن زمین ها در برخی کشورها مانند ایران، مصر و آرژانتین ۳۰ درصد بیشتر از کشورهای دیگر است(قاسمی و نیکس،۱۹۹۵). حدود ۱۲ درصد مساحت ایران (۱۹میلیون هکتار) برای تولید کشاورزی استفاده می شود که حدود ۵۰ درصد آن درجه های مختلف ش وری، سدیمی یا غرقابی را دارد (میر محمدی و قره یاضی، ۱۳۸۱). سدیم یکی از عوامل اصلی تعیین کیفیت آب آبیاری محس وب می ش ود. مثلا درروش آبیاری بارانی مقداری از یونهای سدیم روی گیاه تجمع پیدا کرده و ایجاد سمیت می نمایند. برای بیان سدیم روشهای متفاوتی نظیر درصد سدیم محلول ، شاخص نمک و استفاده از دیاگرام ویلکوکس وجود دارد.(دیک،۲۰۰۷) معمولترین روشی که برای ارزیابی اثرات سدیم بر نفوذپذیری به کار می رود، استفاده از نسبت جذب سدیم(SAR) است. 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. خصوصیات آب از جمله شوری و نسبت جذب سدیمی دارای تغییرات زمانی و مکانی در مقیاسهای مختلف تحت تاثیر خصوصیات ذاتی و غیر ذاتی می باشد (کویین و زانگ ۲۰۰۲ ; گادوین و میلر ، ۲۰۰۳) . تغییر پذیری خصوصیات خاک در مزارع اغلب به وسیله روش های آمار کلاسیک بیان می شود که در آن فرض بر توزیع تصادفی تغییرات درون واحدهای نقشه می با شد ، در حالی که تخمین گر های زمین آمار می توا نند خصوصیت مورد نظر در مکانهای نمونه برداری نشده را با استفاده از نقاط نمونه بر داری شده برآورد نمایند .(حسنی پاک، ۱۹۹۸). کریجینگ و کو کریجینگ تکنیکهایی هستند که با به کارگیری خصوصیات ساختاری تغییر نما و مقادیر داده های اولیه تخمین های بهینه و نا اریب از متغییر های ناحیه ایی در مکانهای نمونه برداری نشده ارائه می نماید (ایساک و سریو استاو، ۱۹۸۹). 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 (والتر و برتنی، ۲۰۰۱ و علوی پناه، ۱۹۹۷). این تحقیق جهت برسی وضعیت ضریب هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیمی و همچنین 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.

مواد و روش ها

استان مرکزی در محدوده جغرافیایی طول ۵/۴۸ تا ۵۱ درجه شرقی و ۳/۳۳ تا ۳/۳۵ 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 وهمچنین شاخصهای آمار توصیفی در محیط نرم افزار SPSS بررسی و با 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 میانیابی تشخیص و نتایج به صورت جدول و نقشه ارائه گردید.

نتایج

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

جدول ۱- توصیف آماری متغیرهای موردمطالعه

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

نتایج جدول ۱ نشان می دهد که میانگین ضریب هدایت الکتریکی ۹/۱۳۶۲ 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 X/۱ جهت ضریب هدایت الکتریکی و تابع 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 آمار توصیفی جدول ۱ نشان می دهد که نسبت جذب سدیم در دامنه ۱/۰ تا ۲۲/۱۹ با میانگین ۸۸/۲ قرار گرفته است. که بر اساس تقسیم بندی فائو (آیر و وستکات، ۱۹۸۵)مقادیر نسبت جذب سدیم کمتر از ۳، مطلوب می باشد. در شکل ۶ ، نقشه پهنه بندی مکانی استان مرکزی نشان می دهد که از سمت جنوب غربی به سمت شمال شرقی استان نسبت جذب سدیمی افزایش می یابد.

نفوذ پذیری آب در خاک ، در ارتباط با دو پارامتر نسبت جذب سدیمی و ضریب هدایت الکتریکی می باشد، که بر اساس دستورالعمل فائو در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان می دهد که آبهایی با نسبت جذب سدیمی بین ۰ تا ۲ (۴۲ نمونه) دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۳۰۰ تا ۱۸۸۴ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که ۴۵ درصد آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت و ۵۵ درصد دارای محدودیت متوسط می باشند.

۸ نمونه با نسبت جذب سدیمی بین ۲ تا ۴ دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۵۲۰ تا ۲۰۹۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که ۷۵ درصد آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت و ۲۵ درصد دارای محدودیت متوسط می باشند.

نمونه آبهایی با نسبت جذب سدیمی بین ۴ تا ۶ (۱۱ نمونه) دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۱۱۸۲ تا ۲۸۵۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که ۹۱ درصد آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت و ۹ درصد دارای محدودیت متوسط می باشند.

همچنین آبهایی با نسبت جذب سدیمی بین ۶ تا ۱۲ (۶ نمونه) دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۲۴۷۰ تا ۵۸۸۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که تمامی آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت می باشند.

نتایج نشان داد که آبهایی با نسبت جذب سدیمی بین ۱۲ تا ۲۰ (۳ نمونه) دارای ضریب هدایت الکتریکی بین ۵۷۳۰ تا ۶۸۵۰ میکرو زیمنس بر سانتیمتر می باشند که تمامی آبها در این محدوده از نظر آبیاری بدون محدودیت می باشند.

نتایج حاصل از برازش مدلهای واریوگرام بر داده های 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 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، برای برآوردمقدار متغیر مجهول استفاده کرد. بدیهی است که دامنه ی تأثیر بزرگ تر دلالت بر پیوستگی مکانی گسترده تری دارد.

مدل نمایی نسبت جذب سدیم در روش کرجینگ معمولی (شکل ۶) 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 نح و مطلوبتری با استفاده از نسبت جذب سدیمی، تغییرات مکانی شوری در آبهای آبیاری استان مرکزی را توجیه می کند.

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

متغییر	روش	مدل ریاضی	اثر قطعه ای	سقف	دامنه تاثیر	میانگین مجذورخطا (RMSE)
هدایت الکتریکی	کریجینگ	کروی	۱/۱×۱۰^-۷	۷۵/۸×۱۰^-۷	۸۷۵/۰	۰۰۰۵۳۷/۰
		نمایی	۰/۶×۱۰^-۸	۹/۹×۱۰^-۷	۴۲/۱	۰۰۰۵۳۸/۰
		گوسی	۲/۲×۱۰^-۷	۸/۸×۱۰^-۷	۷۵/۰	۰۰۰۵۳۹/۰
نسبت جذب سدیم	کریجینگ	کروی	۰۱۴۷/۰	۸۲/۱	۹۳۴/۰	۷۶/۳
		نمایی	۰	۱/۲	۵۸/۱	۵۱/۳
		گوسی	۲۳۴/۰	۸/۱	۷۸۵/۰	۱۲/۴
ضریب هدایت الکتریکی - نسبت جذب سدیم	کوکریجینگ	کروی	۰	۲/۹×۱۰^-۷	۹۵/۰	۰۰۰۳۸/۰
		نمایی	۰	۱۸/۱×۱۰^-۶	۸۹/۱	۰۰۰۴۷/۰
		گوسی	۵/۲×۱۰^-۷	۰/۹×۱۰^-۷	۸۴/۰	۰۰۰۵۰/۰

جدول ۳ - تقسیم بندی درجه محدودیت نسبت جذب سدیم بر اساس ضریب هدایت الکتریکی(میکرو زیمنس بر سانتیمتر)

دامنه نسبت جذب سدیم	بی خطر	کم تا متوسط	شدید
کمتر از ۲	شوری بیشتر از ۵۰۰	شوری بین ۲۰۰ تا ۵۰۰	شوری کمتر از ۲۰۰
بین ۲ تا ۴	شوری بیشتر از ۸۰۰	شوری بین ۲۳۰ تا ۸۰۰	شوری کمتر از ۲۳۰
بین ۴ تا ۶	شوری بیشتر از ۱۲۰۰	شوری بین ۳۰۰ تا ۱۲۰۰	شوری کمتر از ۳۰۰
بین ۶ تا ۱۲	شوری بیشتر از ۱۹۰۰	شوری بین ۵۰۰ تا ۱۹۰۰	شوری کمتر از ۵۰۰
بین ۱۲ تا ۲۰	شوری بیشتر از ۲۹۰۰	شوری بین ۱۳۰۰ تا ۲۹۰۰	شوری کمتر از ۱۳۰۰

بحث

نرمال نبودن داده ها از نظر شوری دلیل بر تنوع کیفیت آبهای آبیاری استان و وسعت منطقه مورد مطالعه می تواند تلقی گردد. بررسی وضعیت هدایت الکتریکی آبهای استان نشان داد که ۵۰ درصد از نمونه ها در وضعیت محدودیت متوسط قرار دارند که می بایست در رابطه با بکار گیری این منابع و الگویی کشت مدیریت صحیحی اعمال گردد. نتایج همچنین حاکی است که خطر ناشی از نسبت جذب سدیم در شوریهای پایین بیشتر است که این موضوع می تواند ناشی از تاثیر یونهای همراه تلقی گردد. در شکل ۶ ، نقشه پهنه بندی مکانی استان مرکزی نشان می دهد که از سمت جنوب غربی به سمت شمال شرقی استان نسبت جذب سدیمی افزایش می یابد. گرچه نسبت جذب سدیمی نمونه های از آب مورد مطالعه که دارای میانگین کمتر از ۳ می باشند ، می تواند مطلوب ارزیابی شود اما ترکیب آن با ضریب هدایت الکتریکی همانگونه که در روش کو-کریجنگ برای نشان دادن پهنه بندی استفاده شده است (شکل ۵) مبین این واقعیت می باشد که ۵۵ درصد نمونه ها با محدودیت متوسط آبیاری (نفوذ پذیری) روبرو هستند اما این نوع از محدودیت در مقادیر نسبت جذب سدیمی بالا تر بدلیل افزایش شوری با کاهش روبروست.

نتیجه گیری

با توجه به قرار گرفتن نیمی از آبهای استان در دامنه متوسط محدودیت شوری می بایست مدیریت بهره برداری از آب در کشاورزی مد نظر قرار گیرد. با توجه به اهمیت شناخت وضعیت توزیع مکانی پارامترهای پراکندگی شوری در آبهای کشاورزی استان، روش کریجینگ معمولی برای نسبت جذب سدیمی و کو کریجینگ برای ضریب هدایت الکتریکی بدلیل دارا بودن حداقل میانگین مجذور خطا ، بهتر ارزیابی گردیده و نقشه های پهنه بندی ترسیم گردید.

منابع

حسنی پاک، ع.ا.، ۱۳۸۹. زمین آمار (ژئو استاتستیک). مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. ص ۳۱۴.

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.

شعبانی، م.، ۱۳۸۷. تعیین مناسب ترین روش زمین آمار در تهیه نقشه تغییرات pH و TDS آب های زیرزمینی. مجله مهندسی آب. ۴۷-۵۷.

میر محمدی میبدی، ع. م. قره یاضی، ب. ۱۳۸۱. جنبه های فیزیولوژیک و بهنژادی تنش شوری گیاهان. انتشارات دانشگاه صنعتی اصفهان. ۲۸۸ص.

Ahmed, S. ۲۰۰۲. 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. ۲: ۳۷-۵۷.

Ayers,R.S., and D.W.Westcot.۱۹۸۵.Water quality for agriculture.FAO.Rome.Italy.

Barcae, E., G. Passarella, ۲۰۰۸. Spatial evaluation of the risk of groundwater quality degradation: A comparison between disjunctive kriging and geostatistical simulation. Journal of Environmental Monitoring and Assessment.۱۳۳: ۲۶۱-۲۷۳.

Fetouani, S., M. Sbaa., M. Vanclooster. and B. Bendra. ۲۰۰۸. Assessing groundwater quality in the irrigated plain of Triffa (Nnorth-east Morocco). Journal of Agricultural Water Management. ۹۵: ۱۳۳-۱۴۲.

Isaaks, E.H., and R.M.Srivastava. ۱۹۸۹. An introduction to applied geostatistics. Oxford University Press. New York.۵۶۱p.

Quine, T.A., and Y.Zhang,. ۲۰۰۲. An investigation of spatial variation in soil erosion, soil properties and crop production within an agricultural field in Devon,U.K. Journal of soil and water conservation. ۵۷: ۵۰-۶۰.

Godwin, R.J., and P.C.H Miller,. ۲۰۰۳. A review of the technologies for mapping within- field variability, Biosyst. Eng. ۸۴,۳۹۳-۴۰۷.

Dick, J.b. and B.M Heuvelink,. ۲۰۰۷. Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables. Geoderma. ۱۳۸: ۸۶-۹۵.

Ghassemi, F., A.J. Jakeman , and H.A Nix,. ۱۹۹۵. Salinisation of land and water resources: human causes, extent, management and case studies. Canberra, Australia: The Australia National University, Wallingford, Oxon, CAB International.

Abstract

Water properties such as salinity and SAR show different time and spatial variation under the influence of intrinsic and non intrinsic properties.water use management is necessary due to soil salinity area increase in iran. The ۷۰ samples of irrigation water prepared in markazi province by gridding method , and chemical properties such as electrical conductivity, SAR and pH determined. The results showed that the average of electrical conductivity was ۱۳۶۲.۹μscm-۱ , median, ۶۹۵ μscm-۱ , range of the SAR was ۰.۱ to ۱۹.۲۲ and its mean was ۲.۸۸.

The spherical model in co-kriging method for electrical conductivity and the exponential model in ordinary kriging method for SAR was suitable because of error mean square (EMS) was minimum in contrast by other method.On acording to the results, half of the irrigation waters in markazi province ranked in the moderate scale of salinity thus, water use management was very important in agriculture.