

## لینک های مفید



عضویت  
در خبرنامه



کارگاه های  
آموزشی



سرویس  
ترجمه تخصصی  
STRS



فیلم های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سرویس های  
ویژه

## بررسی امکان اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار بر اساس پارامترهای کیفی آب زیرزمینی در دشت نیشابور

محسن زکی، دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی دانشگاه فردوسی  
حسین انصاری، دانشیار و عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب دانشگاه فردوسی  
نویسنده اصلی: محسن زکی، [mohsen.zaki66@gmail.com](mailto:mohsen.zaki66@gmail.com)

### چکیده

یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در استفاده از سامانه‌های آبیاری تحت فشار کیفیت آب مورد استفاده است. در این پژوهش با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، امکان اجرای آبیاری بارانی و قطره‌ای، در دشت نیشابور، با توجه به کیفیت آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای کیفی آب بر اساس پیشنهادات وزارت نیرو (۲۰۰۵) و همچنین فائو (۱۹۹۴) برای مصرف در آبیاری تحت فشار طبقه‌بندی شدند. بررسی نقشه‌ها و نتایج به دست آمده از آن‌ها نشان داد که فقط نواحی شمالی دشت از نظر کیفیت آب برای آبیاری بدون محدودیت هستند و مناطق نزدیک به خروجی آبهای زیرزمینی (منطقه جنوب غربی دشت) دارای محدودیت جدی در کاربرد آب برای آبیاری تحت فشار است. با توجه به اثرات زیانبار کلر و سدیم بر روی برگها، در حدود ۵۷٫۴ درصد از محدوده آبخوان می‌تواند برای آبیاری بارانی مورد استفاده قرار گیرد. مهمترین پارامتر کیفیت آب برای آبیاری قطره‌ای، شاخص لائزبلر است که با توجه به آن ۹۴٫۴ درصد از محدوده آبخوان دارای پتانسیل رسوب‌گذاری و گرفتگی قطره‌چکان‌ها می‌باشد. سایر پارامترهای کیفی آب نیز از نظر استفاده در آبیاری قطره‌ای مورد بررسی قرار گرفتند و با توجه به آنها مشخص شد که حدود ۵۰ درصد محدوده آبخوان قابل استفاده در آبیاری قطره‌ای نمی‌باشد.

**کلید واژه‌ها: آبیاری تحت فشار، کیفیت آب زیرزمینی، گرفتگی قطره‌چکان**

### مقدمه

کاربرد روش‌های آبیاری تحت فشار به عنوان یکی از راه‌کارهای استفاده بهینه از آب در بخش کشاورزی طی چند سال اخیر مورد توجه قرار گرفته و سیاست‌گذاری‌ها، تخصیص اعتبارات، تسهیلات بانکی و سایر پیش‌بینی‌های لازم به این سمت هدایت شده است. بنابراین قبل از اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار در مقیاس ناحیه‌ای و منطقه‌ای، امکان سنجی دقیق و مناسب برای اجرای سیستم‌های تحت فشار از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. امروزه به دلیل کمبود آب

در بسیاری از مناطق و تغییر کیفیت منابع آب به دلیل نبود مدیریت صحیح، یکی از مهم‌ترین عوامل محدودکننده در استفاده از سیستم‌های تحت فشار، کیفیت منابع آب مورد استفاده است. با توجه به قرار گرفتن ایران در منطقه خشک و نیمه خشک، یکی از شیوه‌های آبیاری که می‌توان با مصرف کمتر آب به بازدهی مطلوبی رسید، آبیاری تحت فشار است. آبیاری قطره‌ای از جمله این سیستم‌هاست که در آن گرفتگی قطره‌چکانها ارتباط نزدیکی با کیفیت آب آبیاری دارد. بالا بودن شوری آب و TDS مخصوصاً در زمانی که اسیدیته آب بیشتر از ۷ باشد، سبب رسوب املاح بوئزه کربنات کلسیم در سیستم‌های آبیاری قطره‌ای می‌شود (Ribeiro et al. 2004). مشکل کاتیون‌هایی مانند کلسیم، منیزیم و سدیم در آب آبیاری پس از ورود به خاک نمایان می‌شود. همچنین بیشتر گیاهان نسبت به شوری حساس بوده و در شرایط آبیاری بارانی با آب شور صدمه می‌بینند (Mass et al, 1985). سدیم و کلر از معمولی‌ترین عناصر مسمومیت‌زا، در آب آبیاری برای گیاهان می‌باشند، از طرفی در استفاده از آب شور نوع روش آبیاری بر میزان کاهش محصول اثرگذار است (وزارت نیرو، ۲۰۰۵). نشاط و نیک‌پور (۲۰۱۱) طی پژوهشی در دشت کرمان، مناطق مستعد به منظور اجرای سامانه‌های آبیاری تحت فشار را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که از کل زمین‌های قابل آبیاری دشت کرمان تنها حدود ۵ درصد برای آبیاری بارانی و ۲۵ درصد برای آبیاری قطره‌ای مناسب است. (Barberis, 2005) اقدام به پهنه‌بندی مناسب برای هر دو روش آبیاری سطحی و آبیاری قطره‌ای در منطقه شویانگ چین نمود. نتایج نشان داد که سطح مناسب برای اجرای سامانه آبیاری سطحی (۳۴ درصد) کمتر از سطح مورد استفاده برای سیستم قطره‌ای (۶۲ درصد) است. حجازی جهرمی و همکاران (۲۰۱۱) طی پژوهشی با استفاده از مدل‌های زمین‌آمار در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، اقدام به پهنه‌بندی شاخص‌های کیفی آب زیرزمینی در دشت‌های جنوبی استان فارس کردند و روند تغییرات را با توجه به طبقه‌بندی آب برای مصارف کشاورزی و آبیاری مشخص کردند. نتایج نشان داد که دشت‌های لار، لامرد، خنج و مهر در شرایط بحرانی قرار دارند و استفاده از سیستم‌های آبیاری تحت فشار در این مناطق نیاز به اعمال تدابیر مدیریتی دارد. استحصال آب زیرزمینی دشت نیشابور عمدتاً از طریق چاه‌های بهره‌برداری و سپس قنوات صورت می‌گیرد، بطوری که از مجموع تخلیه‌ی سالانه‌ی کل این محدوده، حدود ۸۵ درصد مربوط به چاه‌های بهره‌برداری است. هدف از این پژوهش استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) به منظور تعیین مناطق مستعد برای اجرای سیستم‌های آبیاری تحت فشار براساس شاخص‌ها و استانداردهای ارایه شده در مورد کیفیت آب آبیاری و تغییرات این محدوده در اثر تغییر کیفیت آب در طی سالهای مختلف در آبخوان دشت نیشابور می‌باشد.

## مواد و روشها

حوزه آبریز دشت نیشابور جزئی از حوضه آبریز کویر مرکزی ایران بوده و در شمال شرق آن قرار می‌گیرد. محدوده‌ی مطالعاتی نیشابور با وسعت کل ۷۵۰۰ کیلومتر مربع که حدود ۴۳۰۰ کیلومتر مربع آن را دشت و بقیه را ارتفاعات تشکیل می‌دهد. دشت نیشابور از همه طرف به حصار کوهستانی و تپه‌های نسبتاً مرتفعی محدود است و هرچه از اطراف به سمت مرکز دشت حرکت کنیم از ارتفاع آن کاسته شده و سرانجام در قسمت جنوب غربی دشت، در محل خروجی رودخانه کال‌شور نیشابور به دشت سبزوار، به حدود ۱۰۵۰ متر می‌رسد. در این مطالعه از داده‌های کیفی آبهای زیرزمینی دشت نیشابور استفاده شده است. این داده‌های حاصل از نمونه‌برداری آب از چاه‌های مختلف در سطح دشت (تعداد ۱۴۰ چاه) در سال ۹۲ توسط سازمان آب منطقه‌ای بدست آمده است.

کیفیت آب آبیاری برای آبیاری بارانی: از آنجایی که در روش آبیاری بارانی، آب روی سطح برگها پاشیده می‌شود، مقدار شوری، بیکربنات، سدیم و کلر آب از اهمیت بالایی برخوردار است. یون‌های سدیم و کلر از طریق برگها

جذب شده و در نتیجه مقدار زیاد آن در آب، زمینه مسمومیت گیاه را فراهم می‌سازد که یا باعث ریزش برگها شده و یا اینکه موجبات سوختگی آنها را فراهم می‌سازد. طبق استاندارد ارائه شده توسط وزارت نیرو، (۲۰۰۵)، محدودیت کیفی آب آبیاری برای روش آبیاری بارانی در جدول (۱) ارائه شده است. همچنین از نظر صدمات ناشی از املاح آب آبیاری بر روی برگها در آبیاری بارانی با توجه به نوع محصول زراعی، فائو (۱۹۹۴) جدولی را به نقل از (آیرس و وسکات، ۱۹۸۵) ارائه داده است (جدول ۲).

**جدول ۱- درجه محدودیت کیفی آب آبیاری برای روش آبیاری بارانی (وزارت نیرو، ۲۰۰۵)**

یون (میلی‌اکی‌والان برلیتر)	بدون محدودیت	دارای محدودیت کم تا متوسط	دارای محدودیت جدی
سدیم	کمتر از ۳	بیشتر از ۳	
کلر	کمتر از ۳	بیشتر از ۳	
بی‌کربنات	کمتر از ۱٫۵	۱٫۵-۸٫۵	بیشتر از ۸٫۵

**جدول ۲- بازه غلظت سدیم و کلر متناسب با نوع محصول زراعی (فائو، ۱۹۹۴)**

غلظت سدیم و کلر که باعث آسیب دیدن برگها می‌شود (میلی‌اکی‌والان برلیتر)			
<۵	۵-۱۰	۱۰-۳۰	>۳۰
بادام	انگور	یونجه	گل کلم
زردآلو	فلفل	جو	پنبه
مرکبات	سیب‌زمینی	ذرت	چغندر قند
آلو	گوجه فرنگی	خیار	آفتابگردان

کیفیت آب برای آبیاری قطره‌ای: از نظر پارامترهای شیمیایی، در روش آبیاری قطره‌ای، مقدار هدایت الکتریکی (EC)، اسیدیته آب (pH) و آن دسته از کاتیونها و آنیونهای آب آبیاری که در گرفتگی قطره‌چکانها اهمیت دارند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. با توجه به نقش اسیدیته در کنش‌های شیمیایی، تعیین اسیدیته آب یکی از عوامل تعیین کننده در میزان رسوب گذاری در قطره‌چکانهاست. کاتیون‌های مهم آب شامل آهن، منگنز، کلسیم، منیزیم و سدیم است که بالا بودن غلظت این کاتیون‌ها نیز در گرفتگی قطره‌چکانها نقش دارد. برای تعیین پتانسیل این رسوبات در گرفتگی قطره‌چکانها از شاخص لائزیرلر استفاده می‌شود. اگر شاخص لائزیرلر بزرگتر از صفر باشد رسوب در قطره‌چکانها اتفاق می‌افتد و اگر این شاخص کوچکتر از صفر باشد رسوب و گرفتگی اتفاق نمی‌افتد. استاندارد پارامترهای مهم موجود در آب برای آبیاری قطره‌ای در جدول (۳) ارائه شده است (Bucks, 1982). در این مطالعه، شاخص لائزیرلر (LSI) بر اساس جدول ۲۵، نشریه ۲۹ فائو محاسبه و مورد بررسی قرار گرفت (فائو، ۱۹۹۴).

$$LSI = pH - pH_C \quad (1)$$

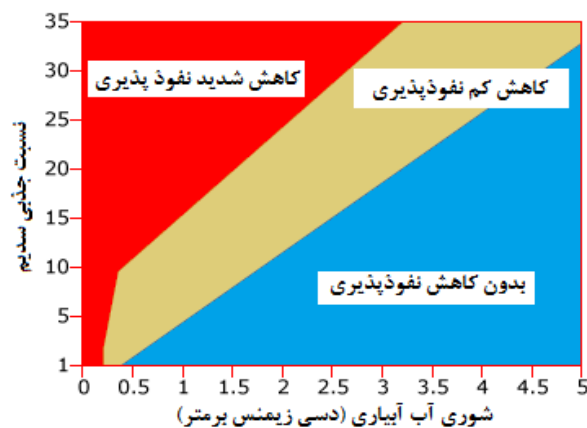
$$pH_C = (pK_2 - pK_C) + pCa + p(Alk) \quad (2)$$

که در آن، pH: اسیدیته آب، pK<sub>2</sub>-pK<sub>C</sub>: مجموع غلظت‌های کلسیم، منیزیم و سدیم (meq/lit)، pCa: مجموع غلظت کلسیم (meq/lit) و p(Alk): مجموع غلظت‌های بی‌کربنات (HCO<sub>3</sub>) و کربنات (CO<sub>3</sub>) (meq/lit).

جدول ۳- درجه محدودیت استفاده از آب آبیاری برای روش آبیاری قطره‌ای

پارامتر مورد نظر	بدون محدودیت	محدودیت کم تا متوسط	محدودیت زیاد
(mg/l) TDS	<۵۰۰	۵۰۰-۲۰۰۰	>۲۰۰۰
(ds/m) EC	<۰٫۸	۰٫۸-۳	>۳
SAR	<۶	۶-۹	>۹
(mg/l) T.H	<۱۰۰	۱۰۰-۱۸۰	>۱۸۰
PH	<۷	۷-۸	>۸

تاثیر کیفیت آب بر روی نفوذپذیری خاک: مدیریت و طراحی مناسب روشهای آبیاری، مستلزم اطلاع از جزئیات خصوصیات نفوذپذیری آب در خاک است بطوری که در مورد آبیاری بارانی، نفوذپذیری مهمترین عامل در انتخاب آبیاری و تعیین شدت پخش آب بر روی خاک است. ارزیابی تاثیر کیفیت آب آبیاری بر روی نفوذپذیری خاک با استفاده از دو پارامتر هدایت الکتریکی آب (EC) و نسبت جذبی سدیم (SAR) انجام می‌شود. Hanson و همکاران (۱۹۹۹) نموداری را برای نشان دادن تاثیر شوری و SAR بر روی نفوذپذیری نموداری را ارائه داده‌اند که در شکل (۱) نشان داده شده است. طبق شکل (۲) در یک شوری ثابت هرچه نسبت جذبی سدیم افزایش یابد، نفوذپذیری کاهش یافته و در یک SAR ثابت هرچه هدایت الکتریکی آب افزایش یابد، تاثیر کیفیت آب بر روی نفوذپذیری کاهش می‌یابد.



شکل ۱- تاثیر شوری و نسبت جذبی سدیم بر نفوذپذیری آب در خاک

روش درون‌یابی کریجینگ: از تکنیک زمین آمار بطور گسترده‌ای در مطالعات هیدروژئوشیمیایی استفاده می‌شود. Kresic (1997) روش کریجینگ را بعنوان بهترین و قویترین ابزار برای درون‌یابی داده‌ها و تهیه نقشه‌های کیفی آب زیرزمینی معرفی کرد. موفقیت این روش در درون‌یابی متغیرها کاملاً وابسته به دقت در انتخاب مدل نیم‌تغییرنا (سمی‌واریوگرام) دارد. اگر در انتخاب مدل دقت کافی نشود نتیجه درون‌یابی مناسب نخواهد بود. برای کار با این روش ابتدا باید سمی‌واریوگرام تجربی محاسبه گردد:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (3)$$

که در آن N: تعداد جفت مشاهدات، Z(xi) و Z(xi+h) مقدار مشاهدات متغیرها در نقاط xi و xi+h است.

فاصله‌ای که در آن واریوگرام به حد ثابتی رسیده و به حالت خط افقی نزدیک می‌شود، دامنه یا شعاع تاثیر نامیده می‌شود. این دامنه محدوده‌ای را مشخص می‌کند که می‌توان از داده‌های موجود در آن برای برآورد مقدار متغیر مجهول استفاده کرد. شعاع تاثیر بزرگتر دلالت بر پیوستگی مکانی گسترده‌تری دارد. مقدار واریوگرام در مبدا مختصات، یعنی به ازای  $h=0$  را اثر قطعه‌ای (C0) می‌نامند. به مقدار ثابتی که واریوگرام در دامنه تاثیر به آن می‌رسد آستانه تاثیر گفته می‌شود (C0+C). نسبت اثر قطعه‌ای به آستانه تاثیر (C0/C0+C) شاخصی از قدرت ساختار مکانی در متغیرها می‌باشد چنانچه این نسبت کمتر از ۰,۲۵ گردد نشان‌دهنده همبستگی مکانی قوی است (وزارت نیرو، ۱۳۹۱). همبستگی قوی مکانی به این معنی است که در دامنه تاثیر می‌توان متغیر مورد نظر را به خوبی تخمین زد. نرمال بودن داده‌ها که از شرایط استفاده از واریوگرام است با استفاده از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف بررسی شد. در این مطالعه برای بررسی ساختار مکانی داده‌ها، محاسبه سمی واریوگرام و برازش منحنی تجربی بر آن و همچنین تعیین مقادیر شعاع تاثیر، آستانه و اثر قطعه‌ای، از نرم‌افزار GS+ استفاده شد و سپس از اطلاعات بدست آمده جهت پهنه‌بندی و طبقه‌بندی مکانی پارامترهای کیفیت آب در نرم‌افزار ArcGis 10 استفاده شد.

اعتبارسنجی درون‌یابی: برای اعتبارسنجی روش‌های درون‌یابی، مقادیر تخمینی با مقادیر مشاهده‌ای مقایسه می‌گردد. بدین ترتیب که یک نقطه بطور موقت حذف و با استفاده از سایر نقاط و اعمال روش درون‌یابی مورد نظر برای این نقاط تخمین صورت می‌گیرد. سپس این نقطه به محل خود برگردانده شده و نقطه بعدی حذف می‌گردد و به همین ترتیب برای تمام نقاط، برآورد صورت می‌گیرد. در پایان، می‌توان مقادیر مشاهده‌ای و مقادیر برآورد شده را در قالب معیارهای مختلف خطا مقایسه کرد. معیارهای مختلفی برای مقایسه مقادیر مشاهده‌ای و برآورد شده وجود دارد که از مهمترین آنها می‌توان به میانگین انحراف خطا (MBE) و ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE) اشاره نمود. این دو معیار هرچه به صفر نزدیکتر باشند نشان‌دهنده اختلاف کمتر بین مقادیر برآورد شده و مشاهده‌ای می‌باشد.

$$MBE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z^*(x_i) - z(x_i)) \quad (4)$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (z^*(x_i) - z(x_i))^2} \quad (5)$$

که در آن:  $Z^*(x_i)$ : مقدار برآورد شده متغیر در  $x_i$ ،  $Z(x_i)$ : مقدار مشاهده‌ای متغیر در  $x_i$ ،  $n$ : تعداد نقاط می‌باشد.

### جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

تحلیل واریوگرام‌ها: با آنالیز و بررسی نیم‌تغییرنما می‌توان به وجود یا عدم وجود همبستگی مکانی داده‌ها و همچنین وجود روند در آنها پی برد. اگر نیم‌تغییرنما به آستانه مشخصی نرسد، داده‌ها دارای روند بوده و در این شرایط باید از مشتقات کریجینگ استفاده شده و روند حذف و داده‌ها ایستا شوند. برای پهنه‌بندی پارامترهای کیفیت آب توسط روش کریجینگ، ابتدا بایستی واریوگرام‌های مربوط به هر پارامتر، محاسبه و برازش داده شود تا با استفاده از مشخصه‌های واریوگرام هر پارامتر یعنی دامنه تاثیر، آستانه و اثر قطعه‌ای، بتوان روش کریجینگ، پهنه‌بندی دقیق‌تری انجام داد. واریوگرام‌های مربوطه برای این مطالعه توسط نرم‌افزار GS+ محاسبه و برازش داده شد. بهترین مدل برازش داده شده بر واریوگرام‌های کیفی آب از نوع کروی می‌باشد، مهرجردی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که مدل کروی می‌تواند همبستگی مکانی خصوصیات کیفی آب زیرزمینی را بخوبی بیان کند. مشخصات برازش بهترین متغیرنما برای پارامترهای مورد نظر در جدول (۴) ارائه شده است.

جدول ۴- مشخصات سمی واریوگرام‌های برازش داده شده، برای پارامترهای کیفی آب

مولفه	مدل	دامنه تاثیر (متر)	آستانه تاثیر (C+CO)	اثر قطعه‌ای (CO)	CO/(C+CO)	R <sup>2</sup>
Na	کروی	۳۴۱۰۰	۴,۷۷۲	۰,۰۱	۰,۰۰۲	۰,۹۷۸
Cl	کروی	۲۸۹۰۰	۱,۵۲۹	۰,۰۰۱	۰,۰۰۰۶۵	۰,۹۴۲
T.H	کروی	۲۳۱۰۰	۰,۶۴۴	۰,۱۶۹۰	۰,۲۵	۰,۹۳۶
SAR	کروی	۳۶۱۰۰	۱,۶۳۴	۰,۰۰۱	۰,۰۰۰۶۱	۰,۹۸۹
EC	کروی	۲۸۳۰۰	۰,۹۳۴	۰,۰۲۹	۰,۰۳۱	۰,۹۴۸
TDS	کروی	۲۸۴۰۰	۰,۹۳۲	۰,۰۳۳	۰,۰۳۵	۰,۹۳۸
LSI	کروی	۲۰۷۰۰	۰,۴۷۲	۰,۰۶۶	۰,۱۳۹	۰,۷۹۹

با توجه به جدول (۴) مولفه (CO/CO+C) برای نیم تغییرنمای تمام پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی، کمتر از ۰,۲۵ است و این امر نشان‌دهنده همبستگی مکانی قوی در تمامی پارامترها است. دامنه تاثیر در تمامی واریوگرام‌ها بسیار زیاد است که این مورد نیز نشانه قوی بودن همبستگی مکانی است. ستون آخر جدول (۴) مربوط به ضریب همبستگی نمودارهای برازش داده شده بر نقاط است که مقدار بالای آن نشان‌دهنده دقت زیاد در برازش مدل کروی بر نقاط است.

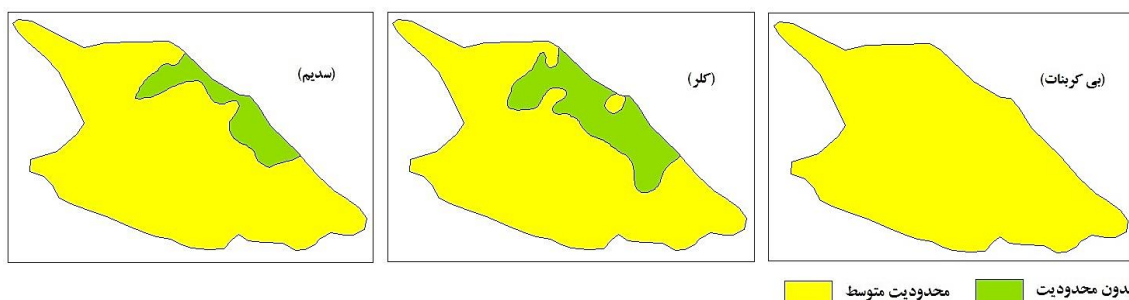
اعتبارسنجی روش کریجینگ در پهنه‌بندی پارامترهای کیفیت آب دشت نیشابور: پیش از بحث بر روی نقشه‌های پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی دشت نیشابور، باید از دقت درون‌یابی اطمینان حاصل نمود. برای اعتبارسنجی روش کریجینگ به دو روش میانگین انحراف خطا (MBE) و ریشه دوم میانگین مربع خطا (RMSE) اشاره شد. نتایج درون‌یابی با این دو روش مورد بررسی قرار گرفتند. در جدول (۵) نتایج مربوط به (MBE) و (%RMSE) آورده شده است. مقدار MBE در تمامی پارامترها منفی است که نشان‌دهنده این واقعیت است که روش کریجینگ، مقادیر داده‌ها مکانی را کمتر از مقدار واقعی برآورد می‌کند. مقدار کم %RMSE نشان‌دهنده دقت بالای روش کریجینگ است.

جدول ۵- بررسی دقت درون‌یابی کریجینگ در برآورد پارامترهای کیفیت آب آبخوان نیشابور

	Na	Cl	TDS	EC	SAR	T.H	pH	LSI
MBE	-۰,۳۹	-۰,۸۸	-۸۳,۱	-۱۵۱,۴	-۰,۱۰۱	-۵۶,۹	-۰,۰۱۴	-۰,۰۳۵
%RMSE	۲,۳	۳,۷	۲,۶	۲,۷	۲,۳	۴,۴	۰,۳	۱۱,۷

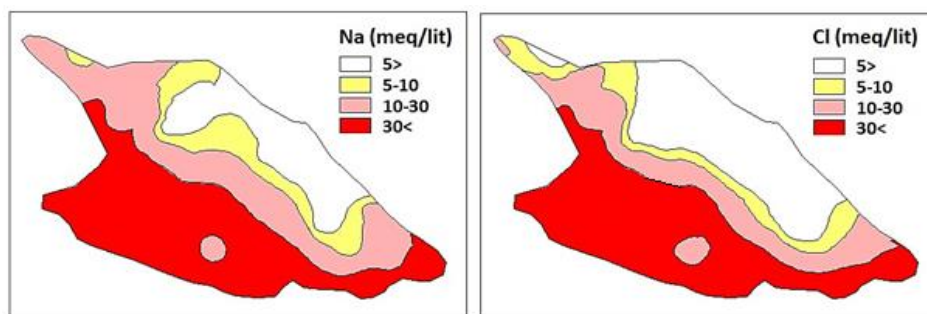
پهنه‌بندی پارامترهای کیفیت آب: با استفاده از مشخصات مربوط به واریوگرام (اثر قطعه‌ای، دامنه تاثیر و آستانه) برای هر کدام از پارامترهای کیفیت آب که با استفاده از نرم‌افزار GS+ حاصل شد، نقشه‌های پهنه‌بندی کیفیت آب زیرزمینی نیشابور با روش کریجینگ و با توجه به محدودیت‌های ارائه شده توسط وزارت نیرو (۲۰۰۵)، فائو (۱۹۹۴) و باکس (۱۹۸۴) که بترتیب در جداول ۱ و ۲ و ۳ ذکر شد، بوسیله نرم‌افزار GIS 10 رسم گردید. شکل (۲) مربوط به پهنه‌بندی مقدار سدیم، کلر و بی‌کربنات موجود در آب زیرزمینی دشت نیشابور می‌باشد که بر اساس مقادیر پیشنهادی وزارت نیرو (۲۰۰۵) برای کاربرد در آبیاری بارانی (جدول ۱) طبقه‌بندی شده است. مناطقی از آب زیرزمینی که با رنگ سبز مشخص شده‌اند، محدودیتی از نظر پارامتر کیفی مورد نظر برای کاربرد در آبیاری بارانی ندارند و مناطقی که با رنگ زرد مشخص

شده‌اند دارای محدودیت می‌باشند، یعنی اینکه استفاده از آب این مناطق برای آبیاری بارانی باید با احتیاط صورت گیرد. در مورد پارامترهای سدیم و کلر می‌توان گفت که نواحی شمالی آبخوان که محل اصلی تغذیه آبهای زیرزمینی نیز محسوب می‌شود و در مجاورت رشته کوه‌های بینالود واقع شده است بدون محدودیت جهت آبیاری بارانی می‌باشد و سایر مناطق آبخوان دارای محدودیت متوسط هستند.



شکل ۲- پهنه‌بندی محدودیت کاربرد آب زیرزمینی دشت نیشابور برای آبیاری بارانی بر اساس جدول (۱)

بطوریکه برای جدول ۲ ذکر شد، فانو (۱۹۹۴) طبقه‌بندی‌ای را از نظر صدمات ناشی از سدیم و کلر بر روی برگ‌ها در آبیاری بارانی ارائه داده است که در آن نوع محصولات قابل کشت را با توجه به غلظت پارامترهای سدیم و کلر برای روش آبیاری بارانی مشخص کرده است. شکل (۳) مربوط به این طبقه‌بندی است.

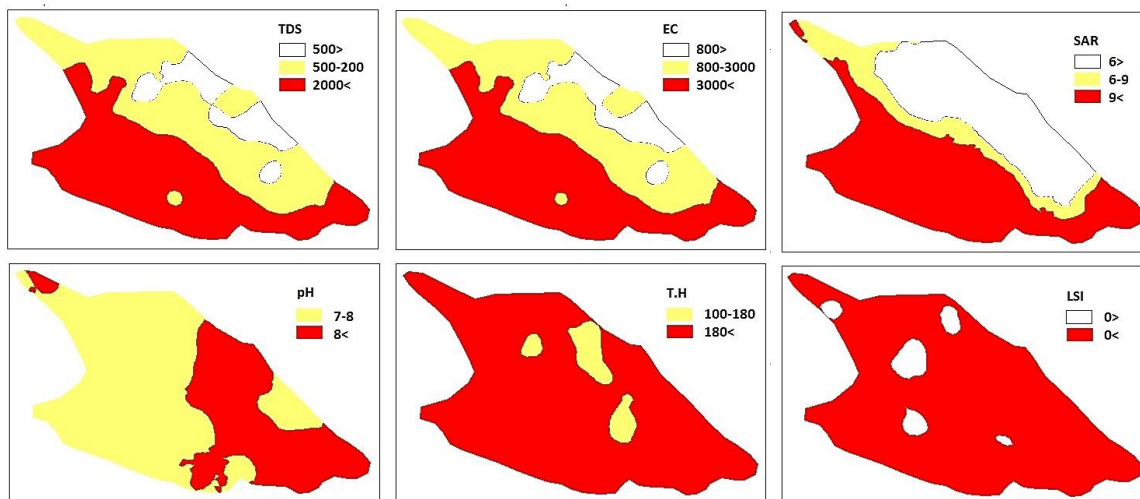


شکل ۳- طبقه‌بندی آب زیرزمینی نیشابور برای کاربرد در آبیاری بارانی جهت آبیاری بارانی محصولات زراعی

مساحت سفید رنگ مربوط به محدوده‌ای است که غلظت کلر و یا سدیم در آن کمتر از 5 meq/lit می‌باشند. از آب این نواحی می‌توان در آبیاری بارانی محصولات بسیار حساس که در جدول (۲) ارائه شده‌اند استفاده نمود. مساحت زرد رنگ مربوط به محدوده‌ای است که غلظت این دو عنصر بین ۵ تا ۱۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. از آبی با این غلظت کلر و سدیم می‌توان در آبیاری بارانی گیاهان حساس ارائه شده در جدول (۲) بدون هیچ محدودیتی استفاده نمود. مناطقی که غلظت کلر و یا سدیم بین ۱۰ تا ۳۰ میلی‌اکی‌والان در لیتر است با رنگ صورتی مشخص شده است. در این مناطق می‌توان گیاهان نیمه حساس جدول (۲) را توسط آبیاری بارانی، آبیاری نمود. محدوده قرمز رنگ مربوط به منطقه‌ای است که غلظت سدیم و یا کلر آن بیشتر از ۳۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است و از آب آن فقط می‌توان در آبیاری بارانی گیاهان مقاوم به سدیم و کلر استفاده نمود. در دشت نیشابور غالباً محصولاتی مانند یونجه، جو، ذرت و سورگوم را که در طبقه نیمه حساس قرار گرفته‌اند را با روش بارانی آبیاری می‌کنند. با روی هم قرار دادن لایه‌های پهنه‌بندی کلر و سدیم، می‌توان گفت که در حدود ۵۷٫۴ درصد از محدوده آبخوان می‌تواند برای آبیاری بارانی این محصولات مورد استفاده قرار گیرد.

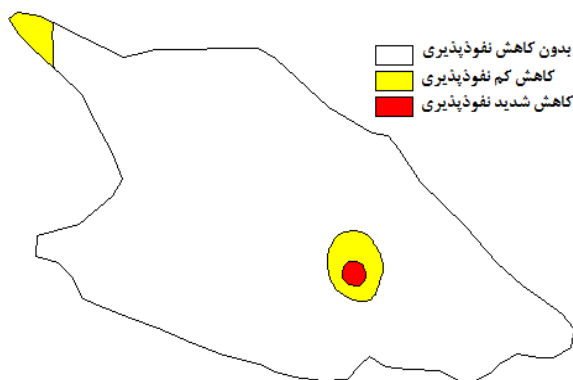


شکل (۵) مربوط به پهنه‌بندی پارامترهای کل مواد محلول، شوری، نسبت جذبی سدیم، سختی، اسیدیته و شاخص لائزیر است که بر اساس پیشنهاد باکس و همکاران (۱۹۸۲) که در جدول (۳) ارائه شد، طبقه‌بندی شده است. باکس و همکاران، محدوده‌ی این پارامترهای کیفی آب را برای کاربرد در آبیاری قطره‌ای مشخص کرده‌اند. در شکل (۴) مناطقی که دارای رنگ سفید هستند یعنی در آن مناطق، آب زیرزمینی محدودیتی از نظر پارامتر کیفی مورد نظر جهت کاربرد در آبیاری قطره‌ای ندارد. رنگ زرد و قرمز نیز بترتیب به معنای محدودیت متوسط و محدودیت زیاد است. در نواحی شمالی دشت، پارامترهای EC، TDS و SAR بدون محدودیت بوده و در نواحی جنوب غربی، حداکثر محدودیت وجود دارد.



شکل ۴- طبقه‌بندی پارامترهای کیفی آب آبخوان نیشابور جهت آبیاری قطره‌ای بر اساس پیشنهاد باکس ۱۹۸۲

وجود سدیم زیاد در آب آبیاری باعث متلاشی شدن ساختمان خاک و در نتیجه کاهش نفوذپذیری آب در خاک می‌گردد. البته برای بررسی تاثیر کیفیت آب بر نفوذپذیری باید هر دو پارامتر نسبت جذبی سدیم و هدایت الکتریکی آب مورد ارزیابی قرار گیرند. بنابراین با استفاده از نمودار ارائه شده در شکل (۱)، مناطقی از آبخوان نیشابور که دارای محدودیت زیاد، متوسط و بدون محدودیت در کاهش نفوذپذیری هستند در شکل (۵) نمایش داده شده است. کیفیت آب زیرزمینی نیشابور به لحاظ تاثیر بر روی کاهش نفوذپذیری آب در خاک دارای محدودیت چندانی نیست مگر مناطق کوچکی در نواحی مرکزی (نوروزآباد) و شمال غربی (سلیمانی) که در این مناطق باید تمهیدات لازم (مانند اضافه کردن گچ به خاک) برای افزایش نفوذپذیری و جلوگیری از بوجود آمدن سله بکار برده شود. بطور کلی ۹۵,۶۶ درصد از مساحت آبخوان محدودیتی در مورد کاهش نفوذپذیری ندارد.



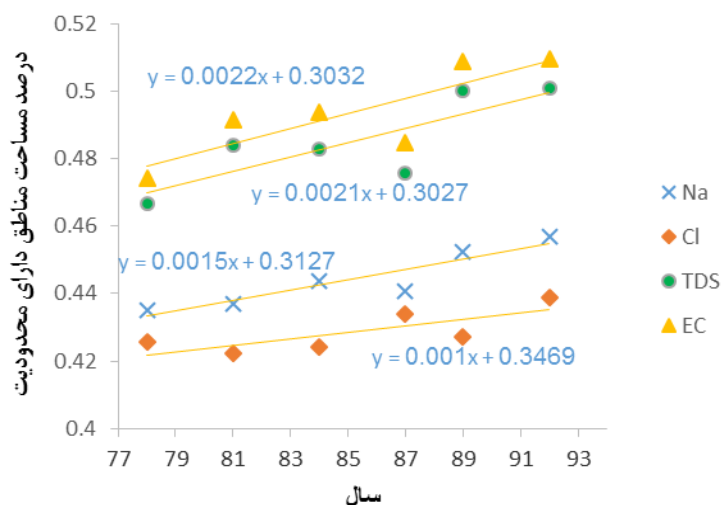
شکل ۵- تاثیر کیفیت آب زیرزمینی نیشابور بر روی نفوذپذیری آب در خاک

پارامترهای کیفی آب زیرزمینی به سه دسته عدم محدودیت، محدودیت متوسط و محدودیت زیاد طبقه‌بندی شده‌اند که درصد مساحت اختصاص یافته به هر کدام در جدول (۶) آورده شده است. پارامتر نسبت جذبی سدیم (SAR) بیشترین مساحت را از نظر منطقه بدون محدودیت دارد، در مورد پارامترهای سختی آب (T.H) و اسیدیته (pH) هیچ منطقه‌ای در آبخوان وجود ندارد که از نظر این دو پارامتر بدون محدودیت باشد. با توجه به شاخص لائزلی (LSI) حدود ۹۴٫۴ درصد از محدوده آبخوان دارای پتانسیل رسوبگذاری است، بنابراین برای استفاده از آبهای زیرزمینی دشت نیشابور در آبیاری قطره‌ای باید پیشبینی‌های لازم در خصوص رسوبگذاری و گرفتگی قطره‌چکان‌ها انجام شود.

جدول ۶- درصد محدودیت پارامترهای کیفیت آب زیرزمینی نیشابور جهت آبیاری قطره‌ای

LSI	pH	T.H	SAR	EC	TDS	
۵٫۶	۰	۰	۳۳٫۶	۱۱٫۸	۱۱٫۳	بدون محدودیت٪
۰	۶۳٫۹	۶٫۸	۱۴٫۶	۳۷٫۹	۳۹٫۷	محدودیت متوسط٪
۹۴٫۴	۳۶٫۱	۹۳٫۲	۵۱٫۸	۵۰٫۳	۴۹	محدودیت زیاد٪

برای شناسایی بهتر تغییرات محدودیت پارامترهای EC، TDS، Na و Cl در آبخوان نیشابور، درصد مساحت مناطقی که دارای محدودیت از نظر آبیاری هستند، در سالهای ۷۸، ۸۱، ۸۴، ۸۷، ۸۹ و ۹۲ در شکل (۶) ارائه شده‌اند که طبق آن به دلیل کاهش کیفیت آب زیرزمینی آبخوان نیشابور، مساحت نواحی‌ای که از نظر شوری، مواد محلول در آب، سدیم و کلر برای آبیاری تحت فشار دارای محدودیت هستند رو به افزایش است. این افزایش محدودیت می‌تواند به دلیل کاهش سطح ایستابی و عمیق‌تر شدن چاه‌های بهره‌برداری، کاهش تغذیه آبهای زیرزمینی و کاهش خروج آب از خروجی دشت باشد. بیشترین افزایش محدودیت مربوط به پارامترهای TDS و EC می‌باشد. بدلیل وجود رابطه خطی بین شوری و کل مواد محلول در آب ( $TDS=640*EC$ )، تغییرات محدودیت این دو پارامتر در سالهای مختلف نیز متناسب با یکدیگر بوده است. کمترین افزایش محدودیت نیز مربوط به پارامتر کلر است.



شکل ۶- تغییرات مساحت مناطق دارای محدودیت از نظر پارامترهای کیفی آب زیرزمینی

## مراجع

- [1] Riberio, T. Paterniani, J. Airoidi, R. and Silva, M. (2004). Performance of non-woven synthetic fabric and disc filter for ferrigation water treatment. *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*, 127-133.
- [2] Maas, E.V. (1985). Crop tolerance to saline sprinkling water. *Journal of Plant Soil*, 89(1), 237-284.
- [3] وزارت نیرو، (۲۰۰۵). روش نامه مطالعات توجیه فنی، اقتصادی-اجتماعی و زیست محیطی سامانه های آبیاری تحت فشار. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه شماره ۳۳۴.
- [4] FAO. (1994). Water quality for agriculture. Irrigation and drainage paper, no:29, 156p.
- [5] نشاط، ع. نیک پور، ن. (۲۰۱۱). امکان سنجی اجرای سیستم های آبیاری تحت فشار با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مطالعه موردی دشت کرمان. نشریه علمی-پژوهشی منابع آب، شماره ۴، صفحه ۸۳-۷۷.
- [6] Barberis, A. and Minelli, S. (2005). Land evaluation in the Shouyang county, Shanxi province, China. *Agricultural Water Management*, 95(2), 133-142.
- [7] Ayers, R.S., and Wescot, D.W. (1985). Water quality for agriculture. FAO, Irrigation and Drainage. Paper, no:29.
- [8] Bucks, D. A. Nakayama, F.S. and Warrick, A.W. (1982). Principles, practices and potentialities of trickle (drip) irrigation. *Advances in Irrigation. Vol (1)*. Academic press, New York.
- [9] Hanson, B., S.R. Grattan and A. Fulton. (1999). *Agricultural Salinity and Drainage*. " University of California Irrigation Program. University of California, Davis.
- [10] Kresic, N. (1997). *Hydrology and groundwater modeling*. Lewis Publishers, New York. 460page.
- [11] Mehrjerdi, R. Zareian, M. Mahmodi, Sh. And Heidari, A. (2008). Spatial distribution of groundwater quality with geostatistics (Case study: Yazd-Ardakan plain). *World Applied Science Journal*, 4(1), 9-17.
- [12] وزارت نیرو، (۱۳۹۱). راهنمای روش های توزیع مکانی عوامل اقلیمی با استفاده از داده های نقطه ای. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، نشریه شماره ۵۸۵.

## لینک های مفید



عضویت  
در خبرنامه



کارگاه های  
آموزشی



سرویس  
ترجمه تخصصی  
STRS



فیلم های  
آموزشی



بلاگ  
مرکز اطلاعات علمی



سرویس های  
ویژه