مجله آبخوان و قنات

جلد ۲ شماره ۴ پاییز و زمستان ۱۴۰۱

شماره صفحه : ۹۷- ۸۹

http://dx.doi.org/10.22077/jaaq.2019.1736.1009

ارزیابی کیفی آب زیرزمینی آبخوان بر اساس مصارف بخش کشاورزی (مطالعه موردی: آبخوان ساری)

مریم سادات کاهه [۱]، حمید کاردان مقدم*[۲]، محمدرضا رمضانی [۳]، سامان جوادی[۴]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد منابع آب پردیس ابوریحان دانشگاه تهران.

۲- دکتری منابع آب دانشگاه تهران- کارشناس پژوهشی موسسه تحقیقات آب، وزارت نیرو

۳- دانش آموخته منابع آب دانشگاه تهران

۴- گروه مهندسی آب دانشگاه تهران

* نویسنده مسئول: hkardan@ut.ac.ir

چکیده

یکی از عوامل مهم در پایداری توسعه یک منطقه، فراهم بودن منابع آب کافی و مناسب برای مصارف مختلف می‌باشد که علاوه بر کمیت، می‌بایست از نقطه نظر کیفی نیز جهت بهره‌برداری مناسب باشد. منابع آب زیرزمینی یکی از مهمترین منابع مطمئن جهت تامین آب بوده که با توجه به افزایش برداشت در سالهای اخیر دچار بحران‌های کیفی شده است. هدف از این مطالعه، ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی محدوده مطالعاتی ساری-نکا و پهنه‌بندی این منطقه جهت بهره‌برداری از نظر کشاورزی می‌باشد. در این تحقیق ۶۵ نمونه آب چاه کشاورزی در این محدوده در سال آبی ۹۳-۱۳۹۲ مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفت. نمونه‌ها از نظر پارامترهای مؤثر در کشاورزی شامل کلر (Cl)، هدایت الکتریکی (EC)، خاصیت اسیدی و قلیایی (PH)، مانده کربنات سدیم (RSC) بررسی شدند. در نهایت وضعیت کیفیت آب با استفاده از شاخص ویلکوکس ارزیابی و نقشه پهنه‌بندی کیفی محدوه مورد نظر ارائه شد. نتایج نشان داد بیش از ۹۰٪ نمونه‌های آزمایش کیفیت آب چاه‌های مورد استفاده از نظر مصرف برای کشاورزی در کلاس C3-S2 و C3-S1 قرار دارند.

واژه‌های کلیدی: آبخوان ساری- نکا، پهنه‌بندی آب زیرزمینی، کیفیت آب، نمودار ویلکوکس.

۱- مقدمه

تسلط اقلیم خشک و نیمه‌خشک بر کشور توأم با تغییرات آب و هوایی و تخریب محیط زیست همراه با بروز پدیده‌های خشکسالی، چشم‌انداز نامطلوبی را به دلیل تأمین نیازهای فزاینده برای مصرف آب ترسیم می‌کند. وقوع چنین شرایطی مدیریت منابع آب کشور را با چالش‌های متعددی روبه‌رو می‌کند. رفع موانع موجود جز با شناخت کافی از پتانسیل‌ها و محدودیت‌های منابع آب کشور، برنامه‌ریزی لازم و منطبق با شرایط موجود در افق‌های زمانی مختلف امکان‌پذیر نخواهد بود. از این‌رو مدیریت منابع آب کشور نیازمند ابزارهای مناسبی است که بتواند امکان شناخت منابع آب را فراهم کند (Shirvani et al.,2016). یکی از راه‌های دستیابی به توسعه ملی و خودکفایی در کشاورزی استفاده بهینه از منابع طبیعی موجود از جمله آب است. آب به عنوان مهم‌ترین پارامتر جهت افزایش عملکرد محصولات کشاورزی در کشور ما که جزء مناطق خشک جهان محسوب می‌شود، مطرح می‌باشد (Ejlali et al.,2016). بخشی از کیفیت آب‌های زیرزمینی مربوط به بارش است، ولی مهم‌ترین عامل، نوع تشکیلات زمین، طول مسیر طی‌شده و مدت زمان این جابه‌جایی است. کیفیت آب‌ها با توجه به طول مسیر طی‌شده و فراوانی مواد انحلالی در مسیر می‌تواند تفاوت زیادی در نقاط مختلف پیدا کند. این پدیده سبب می‌شود که در بسیاری از مناطق خشک و بیابانی، علاوه بر کم‌آبی، کیفیت نامناسب آب‌های موجود نیز مشکل‌ساز باشد. بنابراین، اندازه‌گیری و تعیین کیفیت آب، چه از لحاظ کشاورزی و چه از لحاظ آشامیدنی و صنعتی بسیار مهم است. در صورتی که میزان کربنات و بی‌کربنات در آب از میزان کلسیم و منیزیم بیشتر شود، آب کیفیت خود را از دست می‌دهد و چنین آبی برای کشاورزی چندان مناسب نیست. چنانچه آبیاری توسط آبی با RSC و PH بالا صورت گیرد، زمین کشاورزی نابارور گشته و رسوب کربنات کلسیم در خاک رنگ خاک را نیز تغییر می‌دهد (Sundaray et al., 2009). برای بررسی کیفیت آب از لحاظ کشاورزی می‌توان از نمودار ویلکوکس استفاده کرد. مهم‌ترین معیارهای کیفی در طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی، میزان شوری و مقدار سدیم موجود در آن است. روش طبقه‌بندی ویلکوکس و استفاده از نمودار آن، کاربردی‌ترین روش برای طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی در مطالعات هیدرولوژی است.

اولین قدم در تعیین کیفیت آب با استفاده از این روش، انتخاب یک مدل مناسب جهت درون‌یابی و پهنه‌بندی داده‌ها است. سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) کاربرد فراوانی در پایش و طبقه‌بندی کیفی آب حوضه‌ها داشته و توانایی تحلیل و بررسی اطلاعات در حجم زیاد را فراهم می‌نماید. در این سیستم، با تعیین مراکز مهم جمعیتی، صنعتی، کشاورزی، تخمین بار آلودگی و ترکیب آن با سایر اطلاعات، می‌توان طرح‌های مدیریتی مفیدتری را ارئه نمود. علاوه بر این، به کمک این ابزار امکان دستیابی به روابط دقیق‌تر برای ارتباط میان پارامترهای کیفی منابع آب و پارامترهای مؤثر در حوضه وجود دارد (Sadeghi et al., 2016).

وجود تغییرات مکانی امری طبیعی می‌باشد، ولی شناخت این تغییرات جهت برنامه‌ریزی دقیق و مدیریت امری لازم و مفید است. از آن‌جا که آمار کلاسیک قادر به در نظر گرفتن توزیع مکانی مولفه‌های کیفیت آب‌های زیرزمینی نیست، از زمین‌آمار به عنوان تکنیکی برای این هدف استفاده می‌گردد (Hafashjani et al., 2014). فتانی[1] و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت‌های کشاورزی تریفا در شمال شرق مراکش از نظر غلظت نیترات آمونیوم از روش کریجینگ معمولی برای مطالعه و پهنه‌بندی نقشه کیفی آب‌های زیرزمینی استفاده نمودند. سمین[2] و همکاران (۲۰۱۲) از روش کریجینگ و کوکریجینگ معمولی برای تخمین نسبت جذب سدیم و کلر در آب‌های زیرزمینی ۹۰ حلقه چاه استان فارس استفاده نمودند. آن‌ها دریافتند که تخمین‌های هر دو روش قابل قبول است، اما تخمین نسبت جذب سدیم و کلر با استفاده از روش کوکریجینگ دقیق‌تر از رویکرد کریجینگ است. پاتیل[3] و همکاران (۲۰۱۲) برای بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی هندوستان از نمودارهای ویلکوکس و پایپر استفاده کردند. نتایج به‌دست آمده از این نمودارها نشان داد مصرف بیش از حد کودهای شیمیایی برای مصارف کشاورزی و نفوذ فاضلاب شهری به

1 – Fetouani

2 - Samin

3 - Patil

داخل زمین به شدت کیفیت آب این منطقه را تحت تأثیر قرار داده‌است.

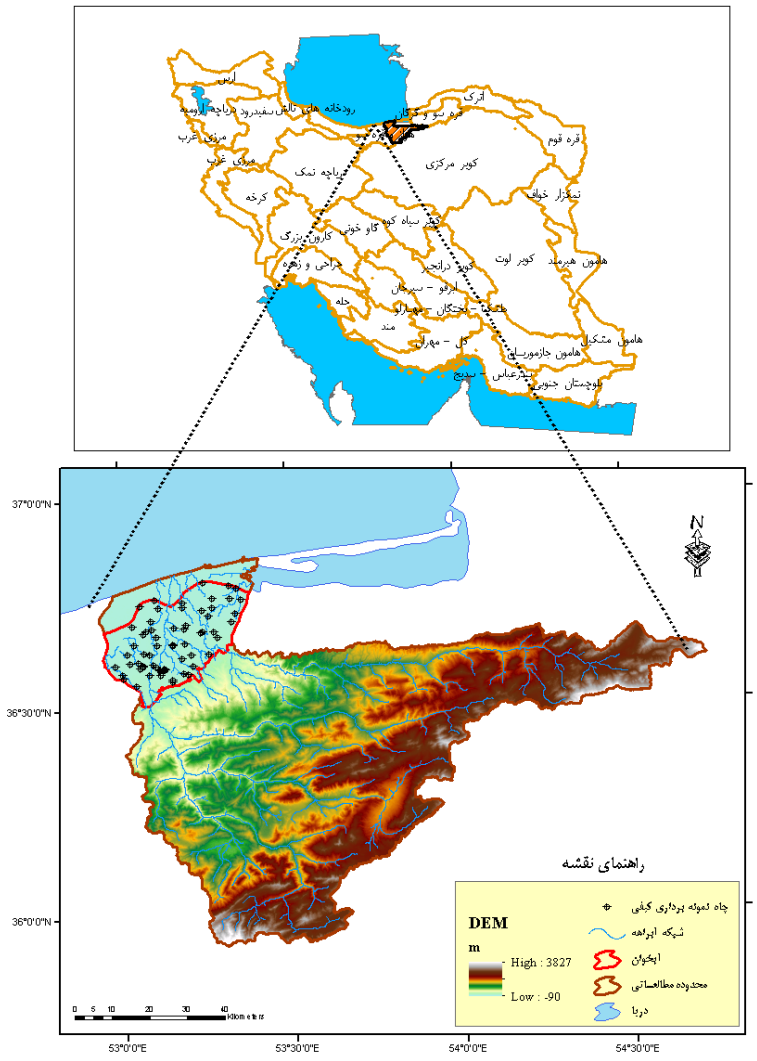
یوسفی و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی هیدروژئوشیمیایی منابع آب حوضه آبخیز هیو واقع در غرب هشتگرد پرداختند. آن‌ها به منظور اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون-های اصلی از منابع سطحی این حوضه نمونه‌برداری کردند. بر اساس نتایج ارائه شده کیفیت آب طبق نمودار ویلکوکس در رده C2S1 قرار گرفت که برای مصارف کشاورزی مناسب می‌باشد.

هدف اصلی این پژوهش، بررسی کیفیت آب زیرزمینی شهرستان ساری-نکا توسط درون‌یابی به روش کریجینگ و پهنه‌بندی منطقه از نظر کیفیت آب کشاورزی می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی ساری-نکا با کد ۱۵۰۳ بین طول‌های جغرافیایی ´۳۴ °۵۲ تا ´۴۴ °۵۴ شرقی و ´۵۶ °۳۵ تا ´۵۲ °۳۶ شمالی در بخش خاوری حوضه و در جنوب محدوده بهشهر-بندر گز قرار دارد و مساحت آن حدود ۶۹۴۶/۴ کیلومتر مربع می‌باشد که ۱۰۶۸/۶ کیلومتر آن دشت و بقیه (۵۸۷۷/۸ کیلومتر مربع) شامل ارتفاعات می‌باشد. بالاترین نقطه ارتفاعی این محدوده ۳۸۳۶ و پست‌ترین نقطه آن با ارتفاع ۲۶- متر از سطح دریای آزاد در خروجی حوضه قرار دارد. بررسی‌های آب زیرزمینی این محدوده مطالعاتی مشخص می‌نماید که در این محدوده مطالعاتی یک آبخوان آبرفتی با وسعت ۷۲۲ کیلومتر مربع که ۶۲ درصد از کل وسعت دشت را شامل می‌شود تشکیل گردیده است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig 1. Case study

۲-۲- کیفیت آب کشاورزی

کیفیت آب آبیاری به وجود انواع نمک‌ها در آب و اثر آن‌ها بر گیاه و خاک بستگی دارد. شاخص‌های هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR) و مانده کربنات سدیم (RSC) در تعیین تناسب آب برای آبیاری اهمیت دارند. هدایت الکتریکی و کل مواد محلول جامد (TDS) خطر شوری را برای خاک و محصول زراعی بیان می‌کند. بالا رفتن EC و TDS آب سبب افزایش پتانسیل اسمزی خاک می‌شوند و جذب آب و عناصر غذایی را توسط گیاه کاهش می‌دهند. پارامتر SAR، میزان مناسب بودن آب کشاورزی را از نظر خطر سدیم نشان می‌دهد. به خاک‌هایی که مقادیر زیادی سدیم و کربنات دارند، خاک قلیایی و به خاک‌هایی که همراه با سدیم مقادیر زیادی کلراید و سولفات دارند، خاک‌های شور می‌گویند (Todd & Mays, 2005). مسمومیت کلراید رایج‌ترین مسمومیت در آب کشاورزی است. کلراید به دلیل میل ترکیبی بسیار کمی که دارد، به وسیله خاک جذب نمی‌شود و پس از جذب توسط گیاه در برگ‌ها تجمع می‌یابد. در صورتی که تمرکز کلراید در برگ‌ها زیاد شود، با عث سوختگی برگ‌ها و خشک شدن جوانه‌ها می‌گردد (Sundaray et al, 2009).

۲-۳- طبقه‌بندی آب برای مصارف کشاورزی

در پژوهش حاضر برای طبقه‌بندی آب از جهت مصارف کشاورزی از دیاگرام ویلکوکس[۴] (۱۹۴۸) استفاده شده-است (Wilcox, 1948). طبق جدول ۱، در این روش طبقه‌بندی آب‌های با هدایت الکتریکی کمتر از ۲۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر از نوع عالی یا گروه یک و با شوری کم، هدایت الکتریکی بین ۲۵۰ تا ۷۵۰ آب مناسب یا گروه دو با شوری متوسط، هدایت الکتریکی بین ۷۵۰ تا ۲۲۵۰ آب قابل قبول یا گروه سه با شوری زیاد و هدایت الکتریکی بین ۲۲۵۰ تا ۳۰۰۰ گروه چهار با شوری بسیار زیاد و نامناسب و برای هدایت الکتریکی بیشتر از ۳۰۰۰ میکروموس بر سانتی‌متر گروه ۵ با آب بسیار شور غیر قابل استفاده طبقه‌بندی شده‌است. هم‌چنین بر اساس این طبقه‌بندی، آب‌های دارای سدیم قابل جذب کم‌تر از ۱۰ در گروه یک (سدیم کم)، سدیم قابل جذب بین ۱۰ تا ۲۰ در گروه دو (سدیم متوسط)، سدیم قابل جذب بین ۲۰ تا ۲۸ در گروه سه (سدیم زیاد) و سدیم قابل جذب بیشتر از ۲۸ در گروه ۴ (سدیم بسیار زیاد) قرار می‌گیرند (Ejlali et al,2016).

4 – Wilcox

جدول ۱- طبقه‌بندی آب برای کشاورزی بر اساس هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR)

Table 1. Classification water for agriculture use by Ec and SAR

پارامتر کیفی	واحد	عالی	خوب	متوسط	نامناسب
EC	µmhos/cm	۲۵۰<	۷۵۰-۲۵۰	۲۰۰۰-۷۵۰	۲۰۰۰>
SAR	-	۱۰<	۱۸-۱۰	۲۶-۱۸	۲۶>

اهمیت بررسی نسبت جذب سدیم از لحاظ کشاورزی این است که میزان سدیم نسبت به عناصر کلسیم و منیزیم بیشتر موجب چسبندگی ذرات خاک و کم شدن نفوذ و قابلیت زهکشی آن می‌شود. هرچه مقدار این عامل در آب بیشتر باشد، آب کیفیت پایین‌تری دارد. با توجه به میزان سدیم، کلسیم و منیزیم و هم‌چنین با استفاده از رابطه ۱ میزان جذب سدیم محاسبه می‌شود (Yousefi et al, 2016).

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}} \quad (۱)$$

آب آبیاری بر اساس خطر سدیم و شوری بر اساس طبقه-بندی ویلکوکس در ۱۶ کلاس می‌تواند قرار بگیرد. در این روش نمونه‌های واقع در کلاس c1s1 از نظر کیفیت در گروه آب‌های شیرین قرار دارد که برای مصارف کشاورزی کاملاً بی‌ضرر می‌باشد. نمونه‌های واقع در کلاس‌های c1s2، c2s1 و c2s2 از نظر کیفیت در گروه آب‌های کمی شور قرار داشته و برای تمام مصارف کشاورزی تقریباً مناسب است. نمونه‌های واقع در کلاس‌های c3s3، c1s3، c2s3، c3s2 و c3s1 از نظر کیفیت در گروه آب‌های شور قرار داشته و در اراضی درشت‌باف و با زه‌کشی خوب مشکلی ایجاد نمی‌کند و مناسب می‌باشد. هم‌چنین درخاک‌هایی که با این آب، آبیاری می‌شوند افزون مواد آلی اثر مهمی در جلوگیری از تخریب خاک دارد و در نهایت نمونه‌های واقع در کلاس‌های دارای c4 و s4 از نظر کیفیت در گروه آب‌های خیلی شور بوده و برای کشاورزی از نظر شوری و مقدار سدیم بالا مناسب نیستند (Meftah Halaghi and Hezarjaribi, 2011).

یکی دیگر از شاخص‌های سنجش کیفیت آب جهت بهره-برداری کشاورزی شاخص باقیمانده کربنات سدیم (RSC) است. در این شاخص، غلظت زیاد بی‌کربنات سبب تمایل رسوب‌گذاری کلسیم و منیزیم می‌گردد. این شاخص بصورت رابطه ۲ بیان می‌شود که هر چه مقدار این شاخص کمتر باشد جهت آبیاری مناسب‌تر است. استاندارد ارائه شده برای این شاخص مقدار ۱/۲۵، مناسب جهت آبیاری و مقدار بیشتر از ۲/۵ نیز نامناسب جهت آبیاری در نظر گرفته می‌شود.

$$RSC=(Co_3+Hco_3)-(Ca+Mg) \quad (۲)$$

۲-۴- درون‌یابی مکانی

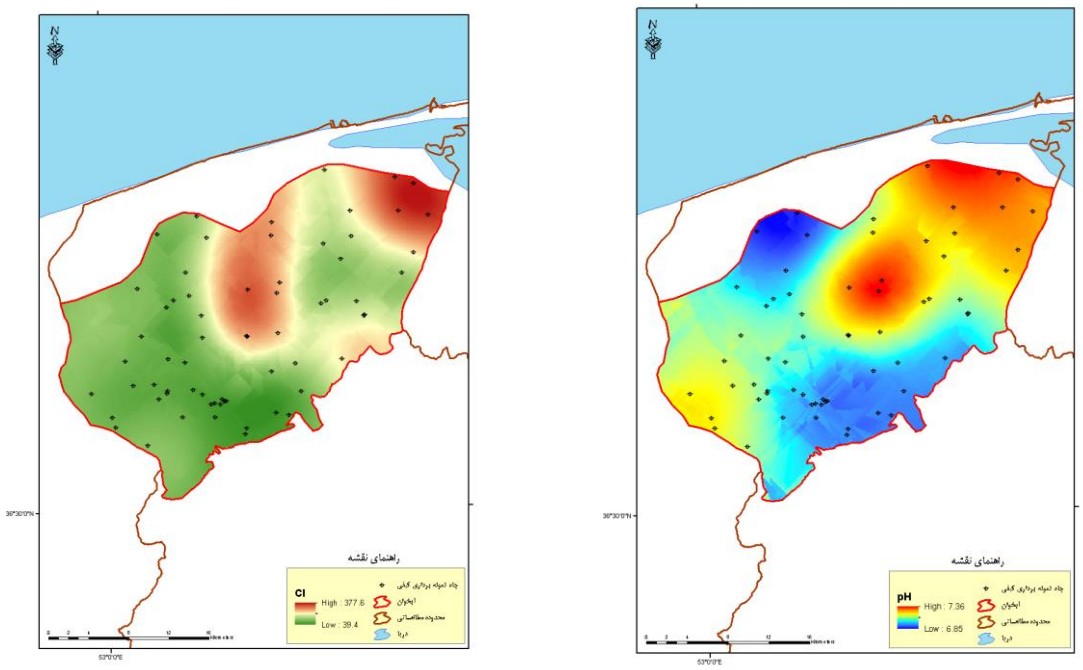
امروزه به طور وسیعی از روش‌های درون‌یابی مکانی برای پیش‌بینی و تعیین تغییرات مکانی کیفیت منابع آب استفاده می‌شود. کریجینگ عبارت است از یک روش برآورد زمین‌آماری که بر پایه میانگین متحرک وزن‌دار استوار می‌باشد. به طوری که می‌توان گفت یکی از بهترین برآوردکننده خطی ناریب است. این برآوردکننده به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Z^*(x) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \, z(x_i)$$

که در آن $Z^*(x)$: عیار برآوردی، λ_i: وزن یا اهمیت کمیت وابسته به نمونه iام و $z(x_i)$: مقدار متغیر اندازه-گیری شده می‌باشد. این نوع کریجینگ را کریجینگ خطی می‌نامند زیرا ترکیب خطی از n داده است که شرط استفاده از این برآورد کننده این است که متغیر z دارای توزیع نرمال باشد. در غیر این‌صورت یا باید از کریجینگ غیرخطی استفاده کرد و یا اینکه به‌نحوی توزیع متغیرها را به نرمال تبدیل نمود.

۳- بحث و نتایج

شکل ۲ نقشه پهنه‌بندی با روش کریجینگ را به ترتیب برای PH و غلظت کلر نشان می‌دهد. با توجه به این شکل، بیشترین مقدار PH گزارش شده برای این منطقه ۷/۹ و کمترین میزان آن، ۶/۷ می‌باشد. غلظت کلر نیز در سه دسته طبقه‌بندی شده‌است که ۵۴٪ از کل منطقه غلظت کمتر از ۱۵۰، ۲۹٪ غلظت بین ۱۵۰ تا ۲۵۰ و ۱۷٪ غلظت بیش از ۲۵۰ ppm را دارا هستند.

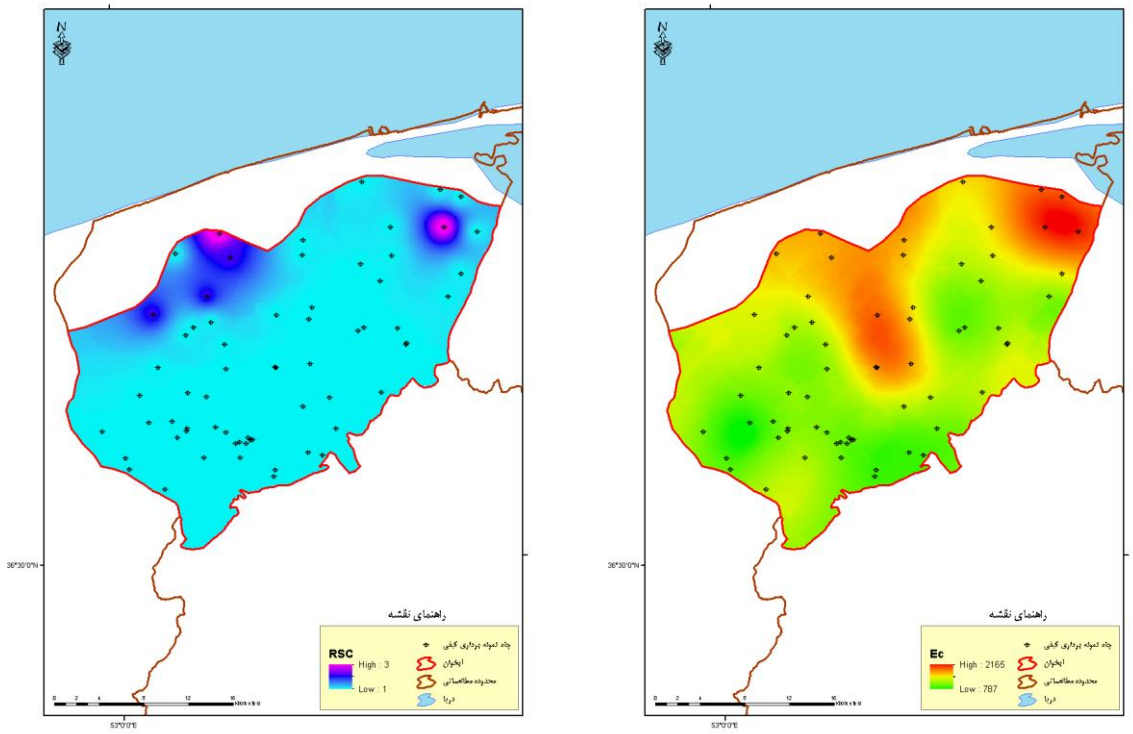


(الف) (ب)

شکل ۲- نقشه پهنه‌بندی الف) PH ب) غلظت کلر

Fig 2. Iso pH and Iso CL map

شکل ۳ نقشه پهنه‌بندی منطقه را بر اساس شاخص پارامتر هدایت الکتریکی (EC) و شاخص مانده کربنات سدیم (RSC) نشان می‌دهد. طبق نتایج استخراج شده بر اساس پارامتر EC، ۸۳ کیلومتر مربع در رده کمتر از ۱۰۰۰، ۶۱۸ کیلومتر مربع در رده بین ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ و ۲۱ کیلومتر مربع در رده بیش از ds/m ۲۰۰۰ واقع شده‌اند. یافته‌های حاصل حاکی از آن دارد که ۸۶٪ از کل منطقه مورد مطالعه تحت پوشش EC بین ۱۰۰۰ تا ds/m ۲۰۰۰ قرار دارد و بیانگر آن است که عملیات مربوط به کشاورزی باید با تمهیدات لازم در این مناطق انجام گیرد. بر اساس شاخص مانده کربنات سدیم، ۴۸٪ محدوده دارای RSC مناسب (<۱/۲۵)، ۵۰٪ دارای RSC قابل قبول (۲/۵-۱/۲۵) و ۲٪ دارای RSC نامناسب (>۲/۵) هستند. این نتایج نشان می‌دهد که تنها ۱۲ کیلومتر مربع از منطقه دارای RSC نامناسب و ۷۱۰ کیلومتر مربع دیگر برای کشاورزی مناسب و قابل قبول می‌باشد.

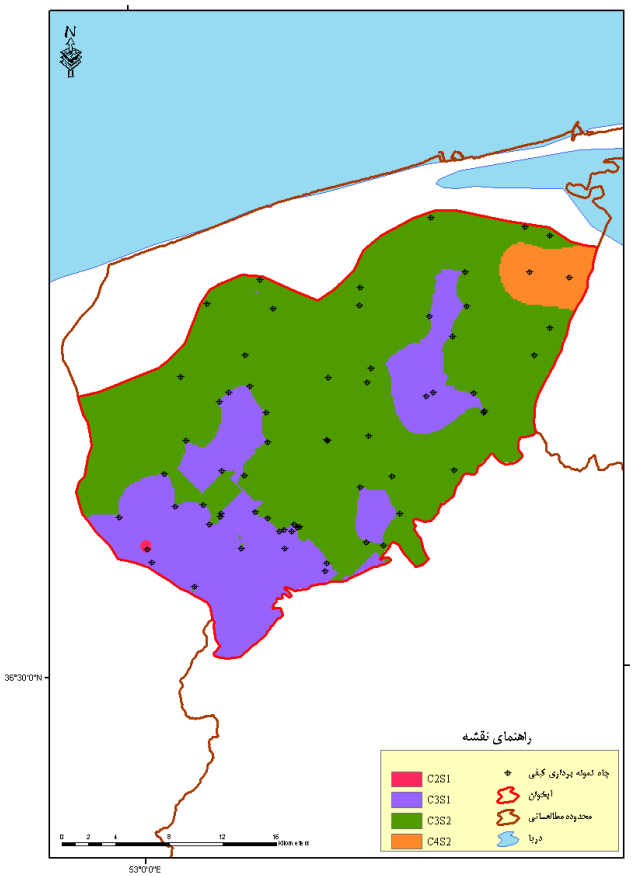


(ب) (الف)

شکل ۳- نقشه پهنه‌بندی الف) پارامتر هدایت الکتریکی ب) شاخص مانده کربنات سدیم (RSC)

Fig 3. Iso EC and Iso RSC map

نمودار ویلکوکس کیفیت آب آبیاری و نقشه پهنه‌بندی کیفی آبخوان ساری (نکا) جهت مصارف کشاورزی در شکل ۴ نمایش داده شده‌است. با توجه به نتایج به دست آمده، ۶۸٪ و ۲۶٪ نمونه‌های آزمایش کیفیت آب چاه‌های مورد استفاده از نظر مصرف برای کشاورزی به ترتیب در کلاس C3-S2 و C3-S1 قرار دارند. این کلاس از نظر طبقه‌بندی دیاگرام ویلکوکس به معنای خطر شوری زیاد و سدیم قابل جذب پایین است. تنها ۱٪ از نمونه‌ها در کلاس C2-S1 قرار داشته که برای تمام مصارف کشاورزی مناسب می‌باشد. با توجه به اینکه ۵٪ از بخش شمال غربی منطقه تحت پوشش کلاس C4-S2 و به عبارتی شوری بسیار زیاد بوده، لازم است در این مناطق گیاهان مقاوم به شوری کشت شده و زهکشی مناسبی صورت پذیرد. نتایج پهنه‌بندی کیفی از دیدگاه بهره‌برداری کشاورزی نشان می‌دهد که وضعیت کیفی منطقه در حال بحرانی‌تر شدن است بطوریکه در مطالعات فضل‌اولا در سال ۱۳۹۱، بیش از ۸۰ درصد منطقه در کلاس C3-S1 قرار داشته که بهره‌برداری‌های بی‌رویه و عدم مدیریت بهره‌برداری سبب شده تا میزان قلیائیت افزایش چشم‌گیری داشته باشد.



شکل ۴- نقشه پهنه‌بندی کیفی آبخوان ساری (نکا) جهت مصارف کشاورزی

Fig 4. Iso quality map for Sari aquifer in agriculture uses

۵- نتیجه‌گیری

افزایش بهره‌برداری از منابع آب بخصوص منابع آب زیرزمینی در مناطق شمالی کشور سبب شده تا روند افزایش غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی در منابع آب زیرزمینی شود. با توجه به اینکه بهره‌برداری بهینه از منابع آب مستلزم دیدگاه کمی و کیفی است لذا مدیریت و شناسایی عرصه‌های مناسب جهت بهره‌برداری حائز اهمیت است. این مطالعه به منظور شناسایی عرصه‌های مناسب جهت بهره‌برداری کشاورزی در آبخوان ساری انجام گرفت. آبخوان ساری در مرکز استان مازندران و یکی از مراکز عمده کشاورزی این منطقه بوده و در سالهای اخیر با توجه به کاهش بهره‌برداری از منابع آب سطحی، روند افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی افزایش شایانی داشته است. به منظور شناسایی عرصه‌های مناسب جهت بهره‌برداری از تحلیل کیفی پارامترهای موثر در وضعیت بهره‌برداری کشاورزی استفاده شد. نتایج پهنه‌بندی کیفی با استفاده از شاخص ویلککس نشان داد که بخش‌های شرقی آبخوان با توجه به بهره‌برداری بالا از کیفیت نامناسب‌تری نسبت به سایر بخش‌های آبخوان قرار دارد. بخش‌های غربی و مرکزی آبخوان نسبت به سایر بخش‌های آبخوان جهت بهره‌برداری کشاورزی بیشتر توصیه می‌شود. نتایج این مطالعه می‌تواند متولیان را جهت شناسایی عرصه‌های مناسب بهره‌برداری از نقطه نظر کیفی کمک کند.

۶- فهرست منابع

Ejlali, F., Asgari. A and Dehghani, M. (2016). Evaluation of groundwater quality in Caspian Coastal areas for agricultural consumption and application for drip irrigation systems. Journal of Irrigation and Water Sciences. Vol 35. pp 97-109.

Fazl ola, R., Zahri shil sar, S., bazr afshan, M and Mohammadi haji, Z. (2012). Qualitative study of groundwater resources of Sari plain - Neka region in terms of agriculture. Third National Conference on Integrated Water Resources Management, sari. Iran.

Hafashjani, E., Harchegani, H., Dehkordi, A. and Tabataei, S. (2014). Comparison of spatial interpolation methods and selecting the appropriate method for mapping of nitrate and phosphate in the Shahrekord Aquifer. Journal of Irrigation and Water Sciences. Vol 15. pp 51-63.

Meftah Halaghi, M. and Hezarjaribi, A. 2011. Groundwater resources pollutant conditions in Gharesoo, Golestan Province. J. of Water and Soil Conservation, Vol. 18(1), 2011.

Fetouani, S., Sbaa, M., Vanclooster, M. and Bendra, B., 2008. Assessing ground water quality in the irrigated plain of Triffa (north-east Morocco). Agricultural water management, 95(2), pp.133-142.

Patil, P.N., Sawant, D.V. and Deshmukh, R.N., 2012. Physico-chemical parameters for testing of water-A review. International Journal of Environmental Sciences, 3(3), p.1194.

Sadeghi, S.H., Allbuali, A. and Ghazavi, R., 2016. Investigation of Temporal and Spatial Trends of Water Quality Parameters Change Using Geostatistic Methods in Kashan Plain. JWSS-Isfahan University of Technology, 20(76), pp.73-83.

Samin, M., Soltani, J., Zeraatcar, Z., Moasheri S.A. and Sarani N. 2012. Spatial estimation of groundwater quality parameters based on water salinity data using kriging and cokriging methods. International Conference on Transport, Environment and Civil Engineering. 25-26 August, Kuala Limpur, Malaysia.

Shirvani, T., Shirvani, I., Boochani, M.H. and Aref, A. (2016).Qualitative assessment of groundwater for agriculture and industry purposes in Sahra Bagh plain, Larestan, Iran. Iranian Journal of Ecohydrology, Vol. 2, No. 4, Winter 2016.

Sundaray, S.K., Nayak, B.B. and Bhatta, D. 2009. Environmental studies on river water quality with reference to suitability for agricultural purposes: Mahanadi river estuarine system, India-a case study. Environmental Monitoring and Assessment 155, PP:227–243.

Todd, D. K. and Mays, L. W. 2005. Groundwater Hydrology, 3rd edn. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Wilcox, L.V. 1948. The Quality of Irrigation Water. US Dept. of Agricultural Technology Bulletin, 96(2).

Yousefi, H., Mohammadi, A., Noorollahi, Y and Sadatinejad, J.(2016) Qualitative evaluation of surface water resources of Hiv basin. Iranian Journal of Ecohydrology, Vol. 3, No. 2, Summer 2016.

3, No. 2, Summer 2016.

Journal of Aqiufer and Qanat (semi-annual)

Vol.2, No.4, Fall & Winter, 2023

p. 89-97

http://dx.doi.org/10.22077/jaaq.2019.1736.1009

University of Birjand

Evaluation of groundwater quality of aquifer based on agricultural consumption (Case study: sari aquifer)

Maryam Sadat Kahe [1], Hamid Kardan Moghaddam[*] [2], Mohammad Reza Ramezani [3], Saman Javadi [4]

1- Master's degree in Water Resources, Aburihan Campus, University of Tehran.

2- PhD in Water Resources, University of Tehran, Research Expert, Water Research Institute, Ministry of Energy

3- Graduated from Tehran University of Water Resources

4- Department of Water Engineering, University of Tehran

* Corresponding author: hkardan@ut.ac.ir

Abstract

One of the important factors in the sustainability of a region's development is the availability of adequate and suitable water resources for various uses, which, in addition to quantity, should be suitable from a qualitative point of view. Groundwater resources are one of the most reliable sources of water supply, which has suffered in recent years due to increased harvesting. The aim of this study is to evaluate the quality of groundwater in Sari-Neka study area and zoning of this area for agricultural use. In this study, 65 water wells in this area were chemically analyzed in year 1392-93. The samples were examined for the effective parameters in agriculture including chlorine (Cl), electrical conductivity (EC), acidity and alkaline (PH), sodium carbonate (RSC) residue. Finally, the water quality status was evaluated using the Wilcox index and the qualitative zoning map was considered. The results showed that more than 90% of the quality water test samples of wells used for agriculture in the C3-S2 and C3-S1 classes are located.

Keywords: Sari aquifer, Zoning groundwater, water quality, Wilcox