

مقاله پژوهشی:

بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی جهت مصارف مختلف مطالعه موردی شهرستان سیرجان واقع در استان کرمان

رضا دهشیبی^{۱*}، فاطمه شیرزادی^۲، عباس خاشعی سیوکی^۳

۱- کارشناس ارشد هیدروژئولوژی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

۲- دانشجوی دکتری آبیاری و زهکشی، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل

۳- استاد گروه علوم و مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند

* نویسنده مسئول: reza_dehshibi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۳۱

چکیده

استفاده از آب باکیفیت نامناسب سبب مشکلاتی از جمله شور شدن خاک و کاهش نفوذپذیری خاک می‌شود. در این پژوهش به بررسی کیفیت آب زیرزمینی در شهرستان سیرجان با استفاده از نمودارها و پارامترهای متداول در رده‌بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی و همچنین مصارف صنعتی پرداخته شده است. از نرم‌افزار آرک مپ و مینی‌تب جهت نمایش گرافیکی تغییرات پارامترهای کیفی در محدوده منطقه و طبقه‌بندی آماری داده‌ها استفاده شده است. نتایج مطالعه نشان داد چاه (W2) که در شمال شرق آبخوان قرار دارد از کیفیت بالاتری نسبت به سایر چاه‌های نمونه برخوردار است که طبق نمودار شولر در محدوده خوب تا قابل قبول قرار دارد و طبق نمودار ویلکاکس در محدوده خوب قرار می‌گیرد و مقادیر منیزیم، کلسیم، سولفات، کلر و سدیم این چاه کمتر از حد مطلوب استاندارد سازمان بهداشت جهانی بود. همچنین طبق نتایج به‌دست‌آمده چاه (W12)، (W13)، (W15)، (W17)، (W3)، (W9)، (W10)، (W14)، (W3) که در شمال غرب، غرب، جنوب و جنوب غرب آبخوان قرار دارند چه از لحاظ مصارف شرب و چه از- لحاظ مصارف کشاورزی، کیفیت نامناسب‌تری نسبت به سایر چاه‌ها دارد. طبق نقشه‌های کلاس‌بندی شده برای پارامترهای مؤثر در روش شولر قسمت‌های پیوستگی مکانی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت و پس از تهیه نقشه مکان‌های باکیفیت‌های متفاوت شناسایی شد. همچنین طبق نتایج به‌دست‌آمده از نقشه کلاس‌بندی شده پارامتر EC به روش ویلکاکس، بخش وسیعی از آبخوان در کلاس نامناسب قرار می‌گیرد و فقط قسمت‌هایی از شمال شرق، شرق و بخش‌های میانی آبخوان در کلاس متوسط قرار می‌گیرد.

کلمات کلیدی: درون‌یابی، دیاگرام شولر، کیفیت آب، هدایت الکتریکی

مقدمه

امروزه روش‌های شبیه‌سازی زمین‌آماری به‌طور گسترده در اکتشاف منابع و ذخایر زیرزمینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش‌ها به دلیل برخورداری از قابلیت تولید چندین تحقق از متغیر (۱۰۰ شبیه‌سازی) نسبت به روش کریجینگ که تنها یک تحقق از متغیر را ارائه می‌نماید، محبوبیت بیشتری یافته و نتایج مغرضانه ایجاد نمی‌نماید. از جمله روش‌های شبیه‌سازی گوسی می‌توان به روش‌های متوالی، تفکیک ماتریس، طیفی پیوسته و باندهای چرخان اشاره نمود. شبیه‌سازی گوسی متوالی یک راه سریع و ساده برای انجام شبیه‌سازی زمین‌آماری است؛ زیرا برای مدل‌سازی گوسی در هر مکان نیاز به حل کردن تنها یک سیستم کریجینگ در آن مکان است. اما در عین حال توانایی نشان‌دادن پیوستگی مکانی برای طبقات مختلف مقادیر را ندارد و همچنین امکان شبیه‌سازی مقادیر انتهایی بزرگ را فراهم نمی‌کند. برای به دست آوردن نتایج دقیق‌تر، در بازه‌های کوچک می‌توان از الگوریتم‌های شبیه‌سازی غیرگوسی استفاده کرد که امکان استفاده از پیوستگی مقادیر بزرگ انتهایی را می‌دهند. در مطالعات هیدروژئولوژی و کیفیت منابع آب از زمین‌آمار به‌طور گسترده‌ای استفاده شده است که می‌توان به (2009 Seiler et al., 2005)، (2009 Huysmans et al., 2004)، (2004 Wuing et al.)، اشاره نمود. آب‌هایی که جهت کشاورزی مصرف می‌شوند از نظر کیفی به میزان زیادی تحت تأثیر نوع و میزان املاح و نمک‌های محلول هستند. حضور املاح در آب‌های کشاورزی نسبتاً کم است اما به میزان فراوان از انحلال سنگ‌های مثل کربنات‌ها و تیخیری‌ها منشأ می‌گیرند (1978 Ravikumar et al.). گونه‌های هیدروشیمیایی، چه آبخوان در فاز انتشار آب دریا باشد یا فاز شیرین، شناسایی می‌شوند و به حالت‌هایی از آبخوان در دوره‌هایی از پیشروی یا پس‌روی جبهه‌ی شوری اشاره می‌کند. در این پژوهش دیاگرام مستطیلی جدیدی که هدف آن تفسیر فرآیندهای مهم از طریق معرفی و تکامل گونه‌های هیدروشیمیایی است، پیشنهاد شده است. بررسی آلودگی فلزات سنگین، شیمی یون‌های اصلی و ارزیابی حالت‌های آب زیرزمینی در آبخوان‌های ساحلی، کالپاکان و تامیل نادا در هند پرداختند. در این پژوهش ۲۲۸ نمونه آب زیرزمینی در عمق ۱۰ تا ۳۰ متر زیر سطح ایستابی جمع‌آوری شد.

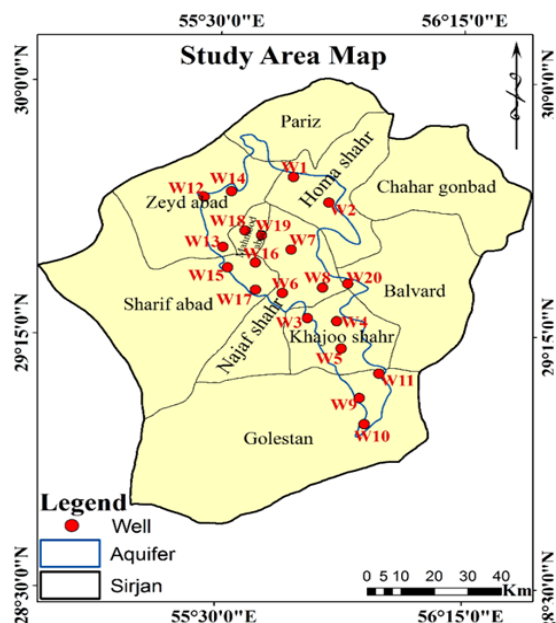
چهار نوع تیپ آب اصلی شامل Ca-HCO_3 ، NaCl ، Ca-Mg-Cl و Na-HCO_3 در منطقه مشاهده شد. بر مبنای استانداردهای قابل‌قبول هند، بیشتر نمونه‌های آب از حد قابل قبولشان جهت مصارف شرب تجاوز کرده‌اند (Samantara et al., 2017). در پژوهشی با عنوان فاکتورهای کنترل‌کننده غلظت تنگستن در آب زیرزمینی دشت کارسون- نوادا انجام شده است، تعدادی از کودکان مبتلا به سرطان خون توسط مرکز کنترل پیشگیری بیماری‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این مطالعه نشان داد که ساکنان دشت کارسون- نوادا در معرض سطوح بالایی از تنگستن قرار دارند. در این پژوهش از تنگستن موجود در آبخوان‌های مورد استفاده به‌عنوان آب شرب، نمونه‌برداری شد. پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که عمده منابع تنگستن در آب زیرزمینی طبیعی بودند و از فرسایش کانی‌های دارای تنگستن در حوضه رودخانه کارسون به وجود آمده‌اند (2005 Seiler et al.). توزیع، منشأ و وابستگی عناصر نادر و فلزات سنگین در آب زیرزمینی کم‌عمق محدوده دریاچه پویانگ، شرق چین را مورد پژوهش قرار دادند. در این منطقه ارزیابی منظمی روی کیفیت آب زیرزمینی که به مصارف انسانی مربوط باشد؛ انجام نشده بود. این پژوهش نشان داد غلظت Fe ، Cr ، Se ، Cu ، Zn ، As و Cd در نمونه‌های آب زیرزمینی کم‌عمق منطقه قابل توجه نبودند (2017 Liao et al.). نگاهی به پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد بسیاری از پژوهشگران از سامانه GIS به عنوان ابزاری کارآمد برای پهنه‌بندی کیفیت آب استفاده نموده‌اند. هدف از این پژوهش بررسی کیفیت آب زیرزمینی در شهرستان سیرجان با استفاده از نمودارها و پارامترهای متداول در رده‌بندی کیفیت آب برای مصارف کشاورزی و همچنین مصارف صنعتی است. از نرم‌افزار آرک مپ و مینی تب جهت نمایش گرافیکی تغییرات پارامترهای کیفی در محدوده شهرستان و طبقه‌بندی آماری داده‌ها استفاده شده است. امید است با بکارگیری راهکارهای حفاظت کیفی منابع آب زیرزمینی از آلودگی روزافزون و پیامدهای ناخوشایند آن جلوگیری شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

تا $2^{\circ} 56'$ طول شرقی و بین $28^{\circ} 57'$ تا $29^{\circ} 50'$ عرض شمالی واقع شده است. موقعیت منطقه مورد مطالعه و چاه‌ها نمونه‌برداری در شکل (۱) نشان داده شده است.

شهرستان سیرجان در فاصله ۱۸۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان می‌باشد، که در بین $54^{\circ} 56'$ تا $56^{\circ} 27'$ طول شرقی و بین $28^{\circ} 41'$ تا $30^{\circ} 1'$ عرض شمالی قرار گرفته است همچنین آبخوان شهرستان سیرجان با مساحت حدود ۲۰۰۹/۳۳ کیلومتر مربع در بین $55^{\circ} 25'$

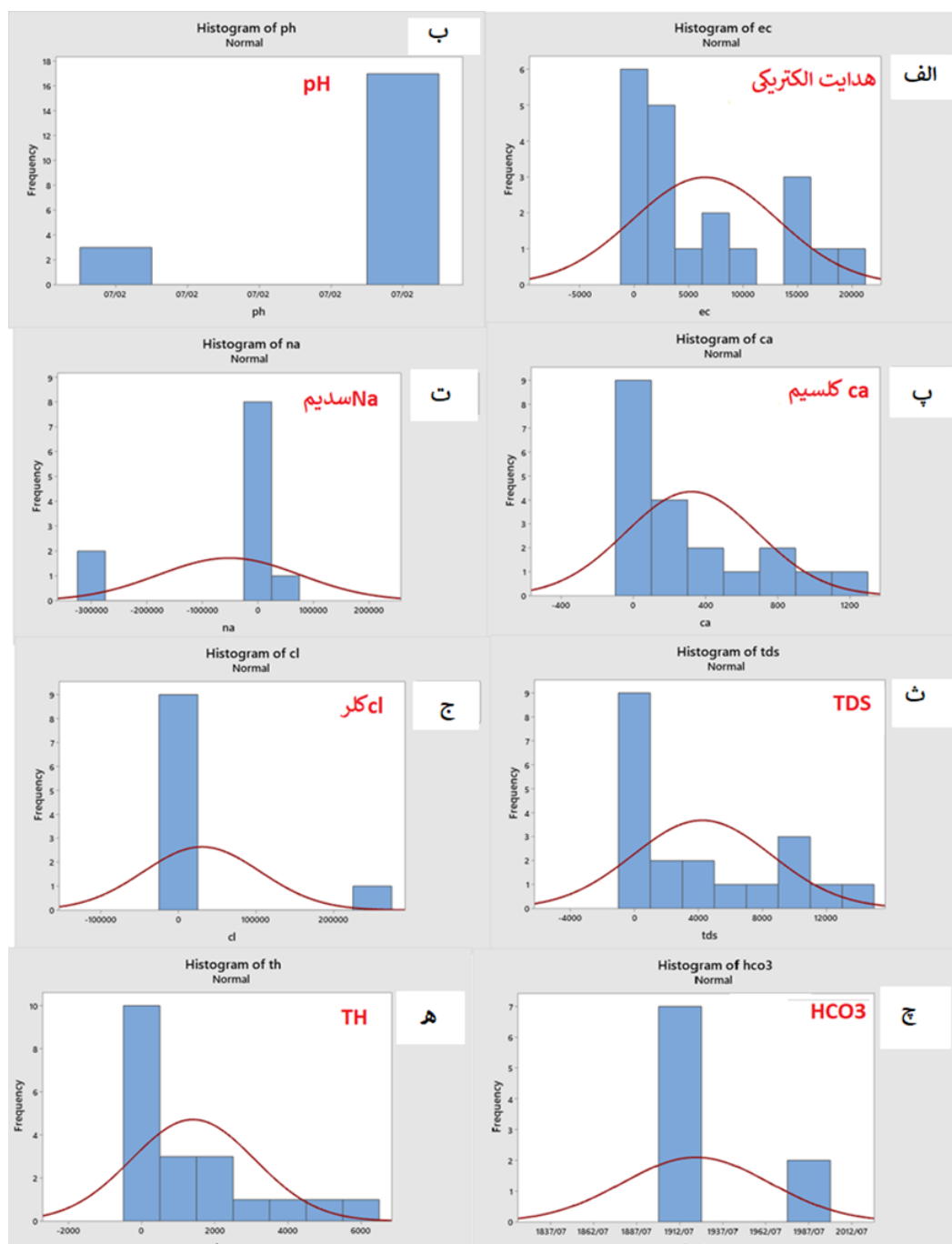


شکل ۱- نقشه موقعیت مکانی نقاط نمونه‌برداری در منطقه مورد مطالعه
Figure 1. Location map of sampling points in the study area

کربنات و کلر مربوط به ۲۰ چاه انتخابی توسط شرکت آب منطقه‌ای استان کرمان نمونه‌برداری شده و تجزیه شیمیایی کامل آن‌ها صورت گرفته و مورد استفاده قرار گرفت. شکل (۲) آمار مقدماتی حاصل از متغیرهای کیفی آب زیرزمینی را در ۲۰ چاه نمونه‌برداری شده نشان می‌دهد.

روش مطالعه

پژوهش حاضر مبتنی بر روش‌های توصیفی و تحلیلی است. به منظور تحلیل مکانی خصوصیات کیفی آب چاه-های زیرزمینی شهرستان سیرجان، آمار و اطلاعات سالانه شاخص‌های کیفی مانند هدایت الکتریکی، سولفات، کل جامدات محلول (TDS)، سدیم، کلسیم، منیزیم، بی-



شکل ۲- هیستوگرام داده‌های کیفیت آب ۲۰ چاه نمونه‌برداری شده در منطقه مورد مطالعه
Figure 2. Histogram of water quality data from 20 wells sampled in the study area

استفاده شده است. همچنین با استفاده از برنامه Chemistry از دو روش شولر و ویلکاکس به‌عنوان روش‌های پرکاربرد و توصیه شده در راستای بررسی کیفیت آب شرب و کشاورزی استفاده شد. در مرحله بعد با استفاده از روش‌های زمین آمار و روش IDW و با

جهت مقایسه نتایج پژوهش حاضر از استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO,008)^۱ و استاندارد سازمان تحقیقات صنعتی ایران (ISIRI)^۲ (۱۳۸۸)

1- World Health Organization (WHO)

2- Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استفاده از نرم‌افزار Arc GIS 10.3 نقشه کلاس‌بندی هر یک از پارامترهای کیفیت آب ترسیم شد.

نتایج و بحث

بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف شرب

دیاگرام شولر، کیفیت آب را در محدوده‌های غیر قابل‌شرب، به‌طور کاملاً نامناسب، نامناسب متوسط، قابل قبول و خوب طبقه‌بندی می‌کند. در مطالعه حاضر بر اساس نتایج نمودار شولر چاه (W2) که در شمال شرق آبخوان قرار دارد از کیفیت بالاتری نسبت به سایر چاه‌های نمونه برخوردار است و در محدوده خوب تا قابل قبول قرار می‌گیرد. طبق روند نمودار این چاه مقدار کلسیم، منیزیم و کلر در محدوده خوب و مقدار سدیم، کل مواد جامد محلول^۳، سختی کل^۴، سولفات و بی‌کربنات در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرند. به‌طور کلی کیفیت آب چاه (W4)، (W5)، (W7)، (W20)، (W18)، (W19)، (W16) و (W8) در محدوده خوب تا متوسط طبقه‌بندی می‌شوند. طبق نمودارهای ترسیم‌شده برای هر یک از این چاه‌ها، مقدار کلسیم در همه این چاه‌ها به‌جز چاه (W8) که در محدوده خوب قرار دارد، در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرد. مقدار منیزیم در همه این چاه‌ها به‌جز چاه‌های (W16) و (W20) که در محدوده قابل قبول قرار دارند، در محدوده خوب قرار می‌گیرد. مقدار سدیم و TDS در همه این چاه‌ها در محدوده متوسط قرار می‌گیرند و همچنین غلظت سدیم در چاه (W8) مقدار کمی بیشتر است و در نتیجه این چاه در محدوده نامناسب قرار گرفته است. میزان TH در همه این چاه‌ها به‌جز چاه (W20) که کمی بیشتر و در محدوده متوسط قرار دارد، در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرد. مقدار کلر در همه این چاه‌ها به‌جز چاه‌های (W8) و (W19) در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرد. مقدار سولفات و بی‌کربنات در همه این چاه‌ها در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرند و فقط مقدار سولفات چاه‌های (W8)، (W4) و (W19) کمی بیشتر است و در محدوده متوسط قرار دارند. در همین رابطه کیفیت آب چاه (W1) در محدوده قابل قبول تا نامناسب طبقه‌بندی می‌شود. طبق روند نمودار این چاه مقدار کلسیم، منیزیم و بی‌کربنات در محدوده

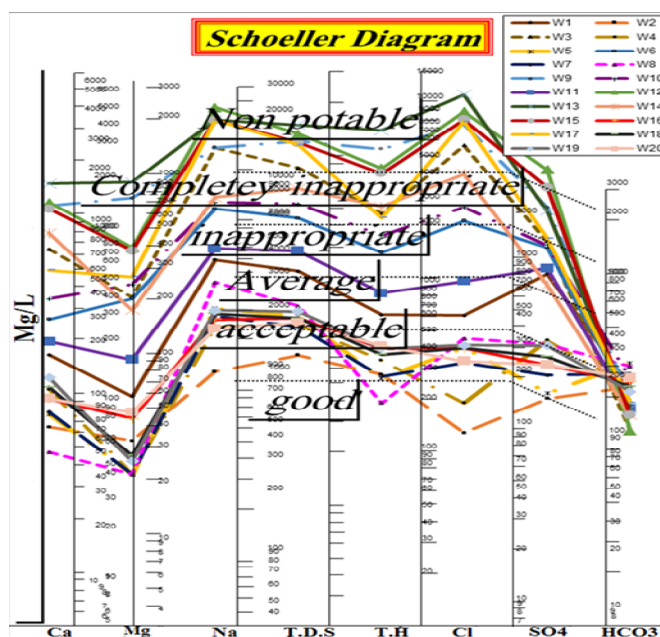
قابل قبول، مقدار TH و کلر در محدوده متوسط و مقدار سدیم، TDS و سولفات در محدوده نامناسب قرار می‌گیرند و کیفیت آب این چاه نسبت به چاه‌های (W2)، (W4)، (W5)، (W7)، (W20)، (W18)، (W19)، (W16) و (W8) پایین‌تر است. کیفیت آب چاه (W11) در محدوده قابل قبول تا کاملاً نامناسب طبقه‌بندی می‌شود. طبق روند نمودار این چاه مقدار منیزیم و بی‌کربنات در محدوده قابل قبول، مقدار کلسیم در محدوده متوسط، مقدار TH، کلر و سولفات در محدوده نامناسب و مقدار سدیم و TDS در محدوده کاملاً نامناسب قرار می‌گیرند و کیفیت آب این چاه نسبت به چاه (W1) پایین‌تر است. کیفیت آب چاه (W6) در محدوده قابل قبول تا کاملاً نامناسب طبقه‌بندی می‌شود. طبق روند نمودار این چاه مقدار بی‌کربنات در محدوده قابل قبول، مقدار کلسیم در محدوده متوسط، مقدار منیزیم در محدوده نامناسب و مقدار سدیم، TDS، TH، کلر و سولفات در محدوده کاملاً نامناسب قرار می‌گیرند و کیفیت آب این چاه نسبت به چاه (W11) پایین‌تر است. به‌طور کلی کیفیت آب چاه‌های (W10)، (W14)، (W3)، (W17)، (W15)، (W12)، (W9)، (W13) که در غرب، جنوب غرب و شمال غرب قرار دارند در محدوده قابل قبول تا غیر قابل شرب طبقه‌بندی می‌شوند و از کیفیت نامناسب‌تری نسبت به سایر چاه‌های نمونه برخوردارند. طبق نمودارهای ترسیم شده برای هر یک از این چاه‌ها مقدار کلسیم در چاه‌های (W10) و (W17) در محدوده نامناسب، در چاه‌های (W3)، (W14) و (W15) در محدوده کاملاً نامناسب و در چاه‌های (W9)، (W12)، (W13) در محدوده غیر قابل شرب قرار می‌گیرند. مقدار منیزیم در چاه (W14) در محدوده متوسط، در چاه‌های (W3)، (W10) و (W17) در محدوده نامناسب، در چاه‌های (W15) و (W12) در محدوده کاملاً نامناسب و در (W9) و (W13) در محدوده غیر قابل شرب قرار می‌گیرند. مقدار سدیم و TDS در همه این چاه‌ها در محدوده غیر قابل شرب قرار می‌گیرند. مقدار TH در چاه‌های (W10)، (W17) و (W3) در محدوده کاملاً نامناسب و در چاه‌های (W14)، (W15)، (W12)، (W9) و (W13) در محدوده غیر قابل شرب قرار می‌گیرند. مقدار کلر در همه این چاه‌ها به‌جز چاه (W10) که در محدوده کاملاً نامناسب قرار دارد، در محدوده غیر

3- Total dissolved solids (TDS)

4-Total hardness (TH)

همه این چاه‌ها به‌جز چاه‌های (W3) و (W12) که در محدوده خوب قرار دارند، در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرند. در شکل (۳) بررسی کیفیت آب چاه‌های منتخب جهت مصارف شرب نشان داده شده است.

قابل شرب قرار می‌گیرند. همچنین مقدار سولفات در چاه (W14) در محدوده نامناسب، در چاه‌های (W10)، (W3)، (W17)، و (W13) و طاقی (W9) در محدوده کاملاً نامناسب و در چاه‌های (W12) و (W15) در محدوده غیر قابل شرب قرار می‌گیرند. مقدار بی‌کربنات در



شکل ۳- بررسی کیفیت آب چاه‌های منطقه مورد مطالعه جهت مصارف شرب نمودار (شولر)

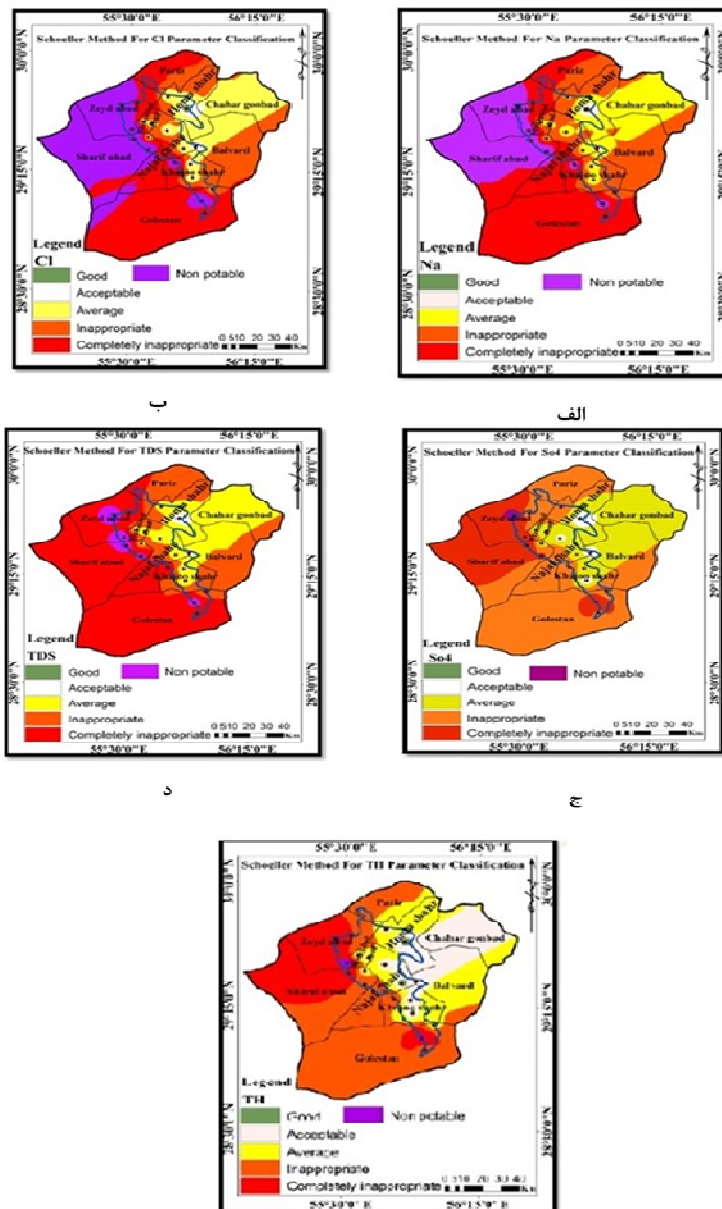
Figure 3- Evaluation of water quality of wells in the study area for drinking purposes Chart (Schuler)

پارامتر سولفات TDS (شکل ۴ ج و د) در شش کلاس خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، کاملاً نامناسب و غیر قابل شرب طبقه‌بندی شد. هر چه از شمال شرق، شرق و قسمت‌هایی از بخش‌های میانی آبخوان به سمت شمال، شمال غرب، غرب و جنوب آبخوان پیش‌روی شد، مقدار سولفات و TDS افزایش پیدا کرد و در کلاس‌های نامناسب‌تری قرار گرفت. همچنین حداقل میزان سولفات و TDS مربوط به چاه (W2) بود که در شمال شرق آبخوان قرار داشت. حداکثر میزان سولفات مربوط به چاه (W12) در شمال غرب آبخوان و حداکثر میزان TH مربوط به چاه (W13) در غرب آبخوان بود. پارامتر TH که وابسته به میزان کلسیم و منیزیم آب است در شش کلاس خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، کاملاً نامناسب و غیر قابل شرب طبقه‌بندی شد. هر چه از شمال شرق، شرق و قسمت‌هایی از بخش‌های میانی آبخوان به سمت شمال، شمال غرب، غرب و جنوب آبخوان پیش‌روی شد، میزان TH افزایش پیدا کرد و در کلاس‌های نامناسب‌تری

طبق نتایج به‌دست‌آمده از روش شولر برای چاه‌های منطقه مورد مطالعه، نقشه کلاس‌بندی هر یک از پارامترهای مؤثر در روش شولر با استفاده از معیارهای تعیین‌شده مطالعه، تهیه گردید. بر اساس نتایج ارائه شده در شکل (۵)، در منطقه مورد مطالعه، پارامتر کلر و سدیم در شش کلاس خوب، قابل قبول، متوسط، نامناسب، کاملاً نامناسب و غیر قابل شرب طبقه‌بندی شد. هر چه از شمال شرق، شرق و قسمت‌هایی از بخش‌های میانی آبخوان به سمت شمال، شمال غرب، غرب، جنوب غرب و جنوب آبخوان پیش‌روی شد، مقدار کلر و سدیم افزایش پیدا کرد و در کلاس‌های نامناسب‌تری قرار گرفت. همچنین حداقل میزان کلر و سدیم مربوط به چاه (W2) بود که در شمال شرق آبخوان قرار داشت. حداکثر میزان کلر مربوط به چاه (W13) در غرب و حداکثر میزان سدیم مربوط به چاه (W12) در شمال غرب آبخوان واقع شده‌اند. در شکل (۴ الف و ب)، نقشه کلاس‌بندی پارامترهای کلر و سدیم به روش شولر نشان داده شده است. در منطقه مورد مطالعه

کلاس‌بندی پارامتر TH به روش شولر نشان داده شده است.

قرار گرفت. همچنین حداقل میزان TH مربوط به چاه (W8) در شرق آبخوان و حداکثر میزان TH مربوط به چاه (W13) در غرب آبخوان بود. در شکل (۴هـ)، نقشه



شکل ۴- نقشه درونیابی متغیرهای کیفیت آب در نقاط نمونه‌برداری

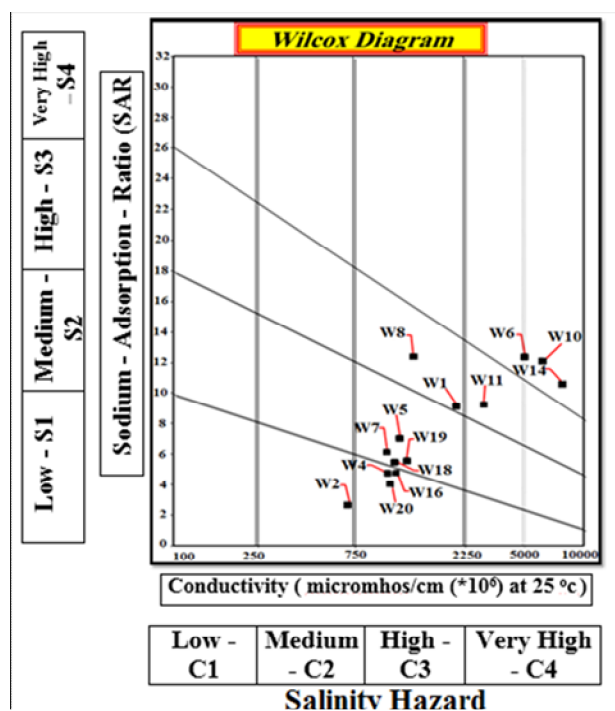
Figure 4- Interpolation map of water quality variables at sampling points

نامناسب (سایر کلاس‌ها) طبقه‌بندی می‌کند. در مطالعه حاضر بر اساس نتایج دیاگرام ویلکاکس، کیفیت آب چاه (W2) در محدوده خوب (C2-S1) قرار می‌گیرد و کیفیت آب این چاه جهت مصارف کشاورزی در وضعیت بهتری نسبت به سایر چاه‌های منتخب است. کیفیت آب

بررسی کیفیت آب چاه‌های منتخب جهت مصارف کشاورزی دیاگرام ویلکاکس کیفیت آب را در محدوده‌های خیلی خوب (C1-S1)، خوب (C1-S2، C2-S1، C2-S2)، متوسط (C3-S1، C3-S2، C1-S3، C3-S3) و

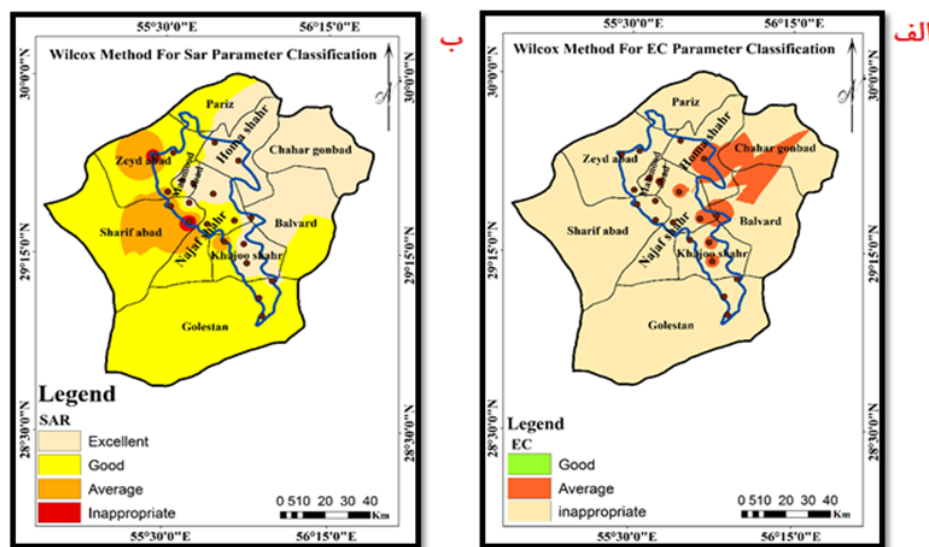
کشاورزی نسبت به کیفیت آب دیگر چاه‌ها پایین‌تر و شوری بالایی دارند. در شکل (۵) بررسی کیفیت آب چاه‌های منتخب جهت مصارف کشاورزی نشان داده شده است. بر اساس نتایج ارائه شده در شکل (۶)، در منطقه مورد مطالعه پارامتر EC در ۳ کلاس خوب، متوسط و نامناسب طبقه‌بندی می‌شود. بخش وسیعی از آبخوان در کلاس نامناسب قرار می‌گیرد و فقط قسمت‌هایی از شمال شرق، شرق و بخش‌های میانی آبخوان در کلاس متوسط قرار می‌گیرد. همچنین در منطقه مورد مطالعه میزان SAR (نسبت جذب سدیم) در ۴ کلاس خیلی خوب، خوب، متوسط و نامناسب طبقه‌بندی می‌شود. هر چه از شمال شرق، شرق و قسمت‌هایی از بخش‌های میانی آبخوان به سمت شمال، شمال غرب، غرب و جنوب آبخوان پیش‌پیش روی شد میزان SAR افزایش پیدا می‌کند. در شکل (۶) نقشه کلاس‌بندی پارامتر EC و SAR به روش ویلکاکس نشان داده شده است.

چاه‌های (W4)، (W16) و (W20) در محدوده متوسط (C3-S1) قرار می‌گیرند. کیفیت آب چاه‌های (W5)، (W7) و (W18) و (W19) در محدوده متوسط (C3-S2) قرار می‌گیرند و از کیفیت پایین‌تری نسبت به چاه‌های (W4)، (W16) و (W20) برخوردارند. کیفیت آب چاه‌های (W1) و (W8) در محدوده متوسط (C3-S3) قرار می‌گیرند و از کیفیت پایین‌تری نسبت به چاه‌های (W5)، (W7)، (W18) و (W19) برخوردارند. کیفیت آب چاه (W11) در محدوده نامناسب (C4-S3) قرار می‌گیرد. کیفیت آب چاه‌های (W6)، (W10) و (W14) در محدوده نامناسب (C4-S4) قرار می‌گیرند و از کیفیت پایین‌تری نسبت به چاه (W11) برخوردارند. چاه‌های (W12)، (W13)، (W15)، (W17)، (W3) و (W9) که در غرب و جنوب غرب آبخوان قرار دارند، به دلیل نزدیکی به کویر سیرجان دارای هدایت الکتریکی بالایی هستند و حتی در محدوده طبقه‌بندی ویلکاکس هم قرار نمی‌گیرند و کیفیت آب این چاه‌ها جهت مصارف



شکل ۵- بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف کشاورزی

Figure 5. Investigation of groundwater quality for agricultural purposes



شکل ۶- نقشه کلاس‌بندی پارامتر EC و SAR به روش ویلکاکس
Figure 6. EC and SAR parameter classification map by Wilcox method

غرب و غربی‌ترین قسمت‌های آبخوان قرار دارند از کیفیت نامناسب‌تری نسبت به سایر چاه‌های نمونه برخوردارند. طبق نتایج نمودار شولر میزان بی‌کربنات در همه چاه‌ها به جزء چاه ۱۰ بیابانی که در محدوده خوب قرار دارد، در محدوده قابل قبول قرار می‌گیرد. همچنین طبق نتایج به‌دست آمده از نقشه‌های کلاس‌بندی شده برای هر یک از پارامترهای مؤثر در روش شولر هر چه از شمال شرق، شرق و قسمت‌هایی از بخش‌های میانی آبخوان به سمت شمال، شمال غرب، غرب و جنوب آبخوان پیش روی شد مقدار کلر، سدیم، سولفات، TDS و TH افزایش پیدا می‌کند و در کلاس‌های نامناسب‌تری قرار می‌گیرند و همچنین طبق نتایج به‌دست آمده از نقشه کلاس‌بندی شده پارامتر EC به روش ویلکاکس، بخش وسیعی از آبخوان در کلاس نامناسب قرار می‌گیرد و فقط قسمت‌هایی از شمال شرق، شرق و بخش‌های میانی آبخوان در کلاس متوسط قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

پایش کیفی منابع آب زیرزمینی اهمیت فراوانی دارد و تحلیل کیفیت آب یکی از قسمت‌های مهم مطالعات آب‌های زیرزمینی است بر همین اساس این پژوهش کیفیت شیمیایی منابع آب زیرزمینی شهرستان سیرجان را با استفاده از نمودارهای شولر و ویلکاکس و همچنین نرم‌افزار سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد ارزیابی و تحلیل قرار داد. در همین رابطه نتایج پژوهش نشان می‌دهد در شمال شرق آبخوان که در ارتفاعات بالاتر آبخوان قرار دارد کیفیت منابع آب زیرزمینی بهتر از سایر قسمت‌های دیگر آبخوان است چاه نمونه این قسمت از آبخوان طبق دیاگرام شولر در محدوده خوب تا قابل قبول و طبق دیاگرام ویلکاکس در محدوده خوب قرار می‌گیرد. همچنین هر چه از شمال شرق، شرق و قسمت‌هایی از بخش‌های میانی آبخوان به سمت شمال، شمال غرب، غرب و جنوب آبخوان پیش روی شد کیفیت منابع آب زیرزمینی کاهش پیدا می‌کند. چاه‌های نمونه‌ای که در جنوب غرب و شمال

منابع

- 1- Huysmans, M., Dassargues, A., (2009). Application of multiple-point geostatistics on modelling groundwater flow and transport in a cross-bedded aquifer (Belgium), Hydrogeology Journal, 17(8), pp. 1901– 1911.
- 2- Marache, A., Breyse, D., Piette, C., Thierry, P., (2009). Geotechnical modeling at the city scale

- using statistical and geostatistical tools: the Pessac case (France) ، Engineering Geology, 107(3-4), pp. 67-76.
- 3- Wuing, Liu., Ch, Shin., Jang, Ch., Min Liao, Ch., (2004). Evaluation of arsenic contamination potential using indicator kriging in the Yun-Lin aquifer (Taiwan), Science of the Total Environment, 321(1-3), pp. 173-188.
- 4- Ravikumar, P., & Somashekar, R. K. (2010). Multivariate analysis to evaluate geochemistry of groundwater in Varahi river basin of Udupi in Karnataka (India). Ecoscan, 4(2-3), 153-162.
- 5- Gimenez-Forcada, E., (2010). Dynamic of sea water interface using hydrochemical facies evolution diagram, pp. 212-216.
- 6- Samantara, M. K., Padhi, R. K., Sowmya, M., Satpathy, K.K., 2017. Heavy metal contamination, major ion chemistry and appraisal of the groundwater status in coastal aquifer, Kalpakkam. Tamil Nadu, India, pp. 49-58.
- 7- Seiler, Ralph.L., Stollenwerk, Kenneth G., Garbarino, John, R., (2005). Factors controlling tungsten concentrations in groundwater, Carson Desert, Nevada. Applied geochemistry, pp. 423-441.
- 8- Liao, F., Wang, G., Shi, Z., Huang, X., Xu, F., Xu, Q., Guo, L., (2017). Distributions, sources, and species of heavy metals/trace elements in shallow groundwater around the Poyang Lake, East China. Exposure and Health, pp. 1-17



Original Article:

**Investigation of groundwater quality for different uses
Case study Sirjan city located in Kerman province**

Reza Dehshibi¹, Fatemeh Shirzadi², Abbas Khashei Siuki³

1- Msc graduated of Hydrogeology, University of Sistan and Baluchestan

2- Department of Water Engineering, Faculty of Water and Soil, Zabol University, Zabol, Iran

3- Department of Water Science and Engineering, College of Agriculture, University of Birjand.

*Corresponding Author E-mail: reza_dehshibi@yahoo.com

Received: 09-03-2021; Accepted: 21-05-2021

Abstract

Improper quality water use causes problems such as soil salinity and reduced soil permeability. In this study, groundwater quality in Sirjan city has been investigated using common diagrams and parameters in water quality classification for agricultural and industrial uses. Arcmap and mini-tab software has been used to graphically display changes in quality parameters in the region and statistical classification of data. The results of the study showed that well (W2) located in the northeast of the aquifer has a higher quality than other sample wells, which is in the range of good to acceptable according to Schuler diagram and in good range according to Wilcox diagram. The amount of magnesium, calcium, sulfate, chlorine and sodium in the well was less than the World Health Organization standard. Also according to the obtained results of well (W12), (W13), (W15), (W17), (W3), (W9) (W10) (W14), (W3) which are located in the northwest, west, south and southwest of the aquifer, both in terms of drinking and agricultural use, of poorer quality than other wells. Enjoys. According to the classified maps, for effective parameters in the Schuler method, the parts of spatial continuity of the data were examined and after preparing the map, locations with different qualities were identified. Also, according to the results obtained from the classification map of the EC parameter by Wilcox method, a large part of the aquifer is in the inappropriate class and only parts of the northeast, east and middle parts of the aquifer are in the middle class.

Keywords: Interpolation, Schuler diagram, Water quality, Electrical conductivity