ارزیابی کیفی آب‌های زیرزمینی اطراف دزفول بر اساس پارامترهای طبیعی لایه‌های زمین (EC, DO, TH, PH)

محمد تاج*[۱]، احسان دریکوند[۲]، مجید رزاز[۲]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته عمران آب و کمک کارشناس آزمایشگاه آبفا دزفول، دزفول، ایران

۲)گروه مهندسی آب، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران

*نویسنده مسئول: yasintadj@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰

چکیده

با توجه به آلودگی و در دسترس نبودن همیشگی آب‌های سطحی و رودخانه‌های فصلی در کل مواقع سال اهمیت استفاده از منابع آب‌های زیرزمینی روزبه روز افزایش می‌یابد. از سوی دیگر با وجود گسترش آلودگی منابع آبی اعم از آب‌های سطحی و زیرزمینی به فاضلاب‌های صنعتی و شهری و نیز آلوده شدن به سموم دفع آفات کشاورزی، دستیابی به آب بهداشتی را مشکل و گاهی غیرممکن می‌سازد. کیفیت آب در مناطق مختلف، تأثیر لایه‌های زمین شناسی را بر کیفیت آب‌های زیرزمینی مشخص می‌کند. لذا شناخت مناطق مستعد به آلودگی‌های مذکور در استفاده بهینه و مناسب از آب در مصارف مختلف با استفاده از شاخص WQI و نرم افزار ArcGIS (ابزار تجزیه و تحلیل مکانی) ما را از صرف هزینه‌های سنگین حفر چاه و استحصال آب بی‌کیفیت در مناطق و زمین‌های با مشکلات آلایندگی بی‌نیاز می‌کند. همچنین بررسی روند تغییرات کیفی آبخوان می‌تواند به تبیین سیاست‌های کاربردی و عملی برای مدیریت آب‌های زیرزمینی در مسیر بهره برداری پایدار کمک کند. لذا با توجه به استعداد اراضی کشاورزی منطقه دزفول و استفاده غیر اصولی از کودها و سموم دفع آفات کشاورزی در محدوده تغذیه آبخوان، ضرورت انجام تحقیق قوت می‌گیرد. در نتیجه سعی شده در این مقاله مناطق با لایه‌های نامرغوب زمین‌شناسی با استفاده از نرم‌افزار مذکور شناسایی شود. نتایج تحقیق نشان داد که میزان شاخص بر اساس رابطه در نظر گرفته شده از ۷۶-۲۰ برای چاه‌های محدوده مطالعاتی در نوسان می‌باشد که ۶٪ چاه‌ها در محدوده بد، ۱۹٪ در محدوده نسبتاً بد، ۱۹٪ در محدوده متوسط، ۵۰٪ در محدوده نسبتاً خوب و ۶٪ در محدوده خوب قرار گرفته‌اند.

کلمات کلیدی: شاخص WQI, EC, DO, TH, PH

مقدمه

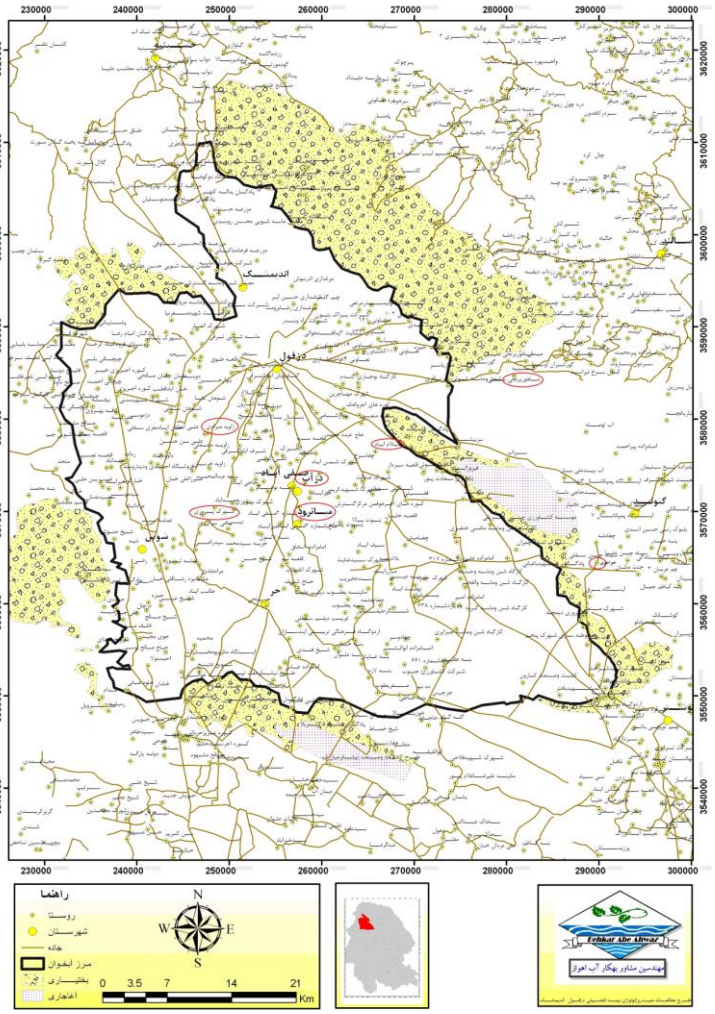
آب یکی از با اهمیت‌ترین عناصر مورد استفاده انسان می‌باشد. نیاز به آب با کیفیت بالا و به اندازه کافی اهمیت آن را دو چندان نموده‌است. بنابراین با توجه به نیاز بالا و محدودیت منابع، بهره‌برداری و استفاده بهینه از آب مورد توجه است. تمدن‌های بشری که سرمنشأ جوامع امروزی می‌باشند تماماً در اطراف منابع آب ایجاد شده‌اند و در حقیقت با استفاده از این منابع، نیازهای روزمره آن‌ها مرتفع می‌شد. با پیدایش تمدن‌ها، فعالیت بشری سبب تغییر در مقدار و ماهیت آلاینده‌های ورودی به آب گردید و با سکونت و تجمع انسان‌ها و پدیدار شدن جوامع شهری مقدار مواد زائد در آب‌ها افزایش یافت (چالکش امیری، ۱۳۹۸). پیشرفت بشر و رشد جمعیت باعث وارد آمدن صدمات زیادی به کمیت و کیفیت منابع آب و سختی دسترسی به آن‌ها شده است. قبل از سال ۱۹۸۰ فکر می‌شد که خاک به عنوان یک فیلتر عمل کرده و از نفوذ مواد آلاینده خطرناک به آب‌های زیرزمینی جلوگیری به عمل می‌آورد؛ ولی اکنون مشخص شده است که ظرفیت خاک و سایر موادی که آب در آن‌ها جریان دارد، در جذب و نگهداری مواد و در نتیجه حفاظت آب‌های زیرزمینی محدود می‌باشد. از این رو تلاش جهت نگهداری و حفاظت از منابع آب زیرزمینی روز به روز در حال افزایش می‌باشد. با توجه به اینکه منابع آب زیرزمینی در اعماق قرار گرفته‌اند، خطر آلودگی آن‌ها نسبت به آب‌های سطحی کمتر می‌باشد. اما در صورت آلودگی، تصفیه و آلوده‌زدایی این منابع بسیار مشکل و پرهزینه خواهد بود (معصوم بیگی، ۱۳۷۹). در طبیعت آب به صورت خالص وجود ندارد، چراکه آب خالص حلال بسیار خوبی است و مواد معدنی را در خود حل می‌نماید. خواص آب شامل خواص فیزیکی (قابلیت هدایت الکتریکی، خاصیت خوردگی، مواد معلق، مواد جامد محلول، رنگ، کدورت، طعم و بو)، شیمیایی (سختی، کلرور، سولفات، نیترات و فسفات) و بیولوژیک (عوامل بیماری‌زا و شاخص‌های آلودگی) می‌باشد (محوی و قربان جهرمی، ۱۳۷۸). در گذشته انسان از اهمیت کیفی آب درک درستی نداشت، ولی بعد از توسعه علوم بیولوژی، شیمی و پزشکی بود که روش‌های اندازه‌گیری کیفیت آب و تعیین اثرات آن بر سلامتی و رفاه انسان به وجود آمد. لذا آبی را که می‌خواهیم به عنوان آب آشامیدنی استفاده نماییم، بایستی مطابق با استانداردهای معتبر جهانی باشد (صادقی و روح اللهی، ۱۳۸۶). یکی از وظایف مهم متولیان آب، بررسی و پایش پارامترهای کیفی آب می‌باشد که همه ساله با نمونه برداری و آزمایش آب‌های سطحی و زیرزمینی انجام می‌شود. به طورکلی روش‌ها و معیارهای مختلفی در منابع برای ارزیابی کیفیت آب شرب و تصمیم‌گیری در مورد آن ارائه شده است. اما بیشتر گزارش‌ها نشان داده که در رهیافت قطعی تصمیم‌گیری، با مقایسه مقادیر پارامترهای کیفی آب و در نظرگرفتن استانداردهای تعیین شده سازمان‌های مختلف و بدون در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موجود در تمام مراحل مختلف این فرایند انجام می‌گیرد. با این حال یکی از بهترین و عمومی‌ترین روش‌ها برای تعیین کیفیت آب در چند دهه اخیر روش شاخص کیفی آب (WQI) بوده است. این روش توسط بنیاد ملی بهداشت (NSF) توسعه داده شد و سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (USEPA)

آن را در فرآیند ارزیابی به کار برد. در این فرآیند، تصمیم‌گیری در مورد کیفیت آب با مقایسه شاخص‌های مختلف کیفی آب و حدود تعیین شده برای آنها صورت می‌گیرد (Sharma and Patel, 2010). از جمله مهم‌ترین مشکلات این روش می‌توان به عدم وجود توجیه علمی مناسب برای تأثیر برخی از پارامترهای کیفی آب در نمره‌نهایی اشاره نمود. همچنین در این روش تصمیم‌گیری‌های نادرستی به دلیل وزن ثابتی که به هر پارامتر داده می‌شود، گرفته می‌شود. در حالی که این وزن باید با توجه به فصل، مقدار بارش، میزان آب ورودی، دمای محیط و دیگر فاکتورهای محیطی تغییر کند. علاوه بر این، شاخص‌های مذکور عدم قطعیت‌های موجود در مراحل مختلف تصمیم‌گیری را در نظر نمی‌گیرند (Rizzo and Mouser, 2004). علی پور و همکاران (۱۳۹۶) گزارش نمودند که تعیین سیاست‌ها و شناسایی راهکارهای مناسب، توجه به اهداف توسعه پایدار، استفاده از GIS، پهنه‌بندی مناسب با لحاظ نمودن کیفیت آب موجود، از جمله مواردی هستند که در تغییر الگوی استقرار جمعیت و بهبود آن نقش دارند. تهیه نقشه‌های تغییرات ویژگی‌های شیمیایی آب‌های زیرزمینی، نقشی ارزنده را در فرآیند تصمیم‌گیری و مدیریت استفاده و بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی ایفا می‌کند. با توجه به نتایج بدست آمده، اکثر آبخوان‌ها از نظر کیفیت آب شرب مقادیری بین ۲۰۰-۳۰۰ (کیفیت بد) برای WQI و شور برای مصرف کشاورزی را نشان دادند. بانژاد و محب زاده (۱۳۹۱) طی تحقیقی کیفیت آب زیرزمینی دشت رزن – قهاوند را توسط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) برای تامین آب مورد نیاز کشاورزی مورد ارزیابی قرار دادند. بدین منظور از میانگین داده‌های جمع آوری شده کیفیت آب ۴۹ چاه در طول ۴ سال شامل هدایت الکتریکی، کل جامدات حل شده، pH، کلرید، سدیم و نسبت جذبی سدیم استفاده شد. ابتدا نقشه پهنه‌بندی کیفی پارامترهای نامبرده با استفاده از رهنمودهای تفسیر کیفیت آب ارائه شده توسط کمیته مشاوران دانشگاه کالیفرنیا و روش میان‌یابی رسم شده، سپس این نقشه‌ها با یکدیگر ترکیب شدند و در نهایت محدوده مورد مطالعه بر اساس کیفیت آب زیر زمینی برای کشاورزی به سه ناحیه با کیفیت خوب، متوسط و ضعیف تقسیم شد. همچنین نتایج نشان داد که ۴۳/۷ درصد از منطقه دارای غلظت نامناسب یون سدیم می‌باشد. قنبری (۱۳۹۹) طی تحقیقی از نرم‌افزار Arc GIS برای تهیه نقشه‌های آسیب‌پذیری از طریق همپوشانی لایه‌های هیدروژئولوژیکی، استفاده کرد. براساس یافته‌های این تحقیق، آب‌های زیرزمینی دشت خنج-فیشور لارستان به شدت در معرض خطر آلودگی قرار دارد. به نحوی که نزدیک به ۶۲ درصد از مساحت منطقه در شرایط آسیب‌پذیری متوسط تا زیاد است. با توجه به اینکه آب زیرزمینی، مهم‌ترین منبع آبی منطقه است، پیشگیری از راه‌یابی آلاینده‌ها به آب‌های زیرزمینی با ایجاد حریم‌های حفاظت کیفی در اطراف منابع آب و رعایت ضابطه‌های تخلیه آلاینده‌ها به منابع پذیرنده، از راهکارهای موثر جهت حفظ کیفیت این منابع است. هدف این تحقیق، تدوین و مشخص کردن شاخص کیفیت آب شرب زیرزمینی چاه‌های شهرستان دزفول با کمک نرم افزار ArcGIS می‌باشد که فهم و درک مناسبی از کیفیت آب‌های زیرزمینی به ما می‌دهد.

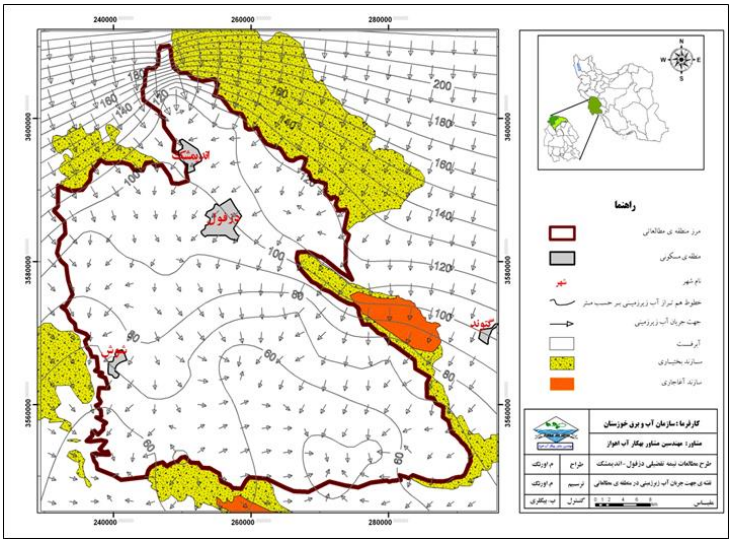
مواد و روش‌ها

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان دزفول، از شهرهای شمالی استان خوزستان در جنوب غربی ایران است. مساحت این شهرستان ۴۷۶۲ کیلومتر مربع و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۰ متر می‌باشد. در بررسی آب و هوای شهرستان دزفول از نظر پستی و بلندی وجود دو ناحیه کوهستانی و دشت در جوار هم قابل ملاحظه است. به طورکلی آب و هوای منطقه دزفول از نوع گرمسیری و دارای تابستان‌های گرم و طولانی و زمستان‌های ملایم و معتدل می‌باشد. حداکثر و حداقل میانگین دما در شهرستان دزفول به ترتیب ۳۸ و ۱۲ درجه سانتی‌گراد، حداکثر و حداقل میانگین رطوبت نسبی سالیانه به ترتیب ۷۲ و ۳۰ درصد و میانگین بارش سالیانه نیز در منطقه حداکثر ۲۷۰ میلی‌متر می‌باشد. آب دزفول از دو طریق تأمین می‌شود: ۱- آب‌های سطحی؛ شهر دزفول به لحاظ اینکه در مسیر رودخانه دز واقع شده از نظر منابع آب سطح الارضی بسیار غنی می‌باشد. این رودخانه از نظر کیفیت، مرغوب و مقدار شوری آن بسیار کم و از بهترین آب‌های کشور محسوب می‌شود و مهم‌ترین منبع آب مصرفی، کشاورزی، صنعتی و خانگی است. ۲- آب‌های زیرزمینی؛ وضعیت و کیفیت شیمیایی منابع آب‌های زیرزمینی دزفول با توجه به نحوه گسترش دشت‌ها و سازندهای زمین‌شناسی برای شرب و زراعت بسیار مناسب می‌باشد. در اطراف جلگه دزفول زمین‌هایی با لایه‌های مختلف زمین‌شناسی وجود دارد که با توجه به جنس لایه‌ها بر کیفیت فیزیکی آب تأثیر بسزایی دارد. پارامترهای فیزیکی آب بر اساس سازمان بهداشت جهانی (WHO) دارای محدوده مشخصی هستند که بر اساس نوع مصرف آب جهت شرب، کشاورزی، صنعتی طبقه‌بندی می‌شوند. اگرچه مصرف بی‌رویه در صنعت و کشاورزی تأثیرات زیادی بر چگونگی تغییرات در لایه‌های خاک و در نتیجه به هم خوردن کیفیت و تغییر پارامترهای آب زیرزمینی دارد، ولی آلودگی‌هایی که از مصارف صنعت و کشاورزی به لایه‌های زیرین زمین نفوذ پیدا می‌کند را، نباید از نظر دور داشت. به دلیل وجود رودخانه دز و آورد سیلاب‌های فصلی در اطراف شهرستان، آبخوان دزفول دارای منابع غنی لایه‌های آبرفتی به عمق قریب به ۱۰۰ متر می‌باشد که کیفیت آب‌های زیرزمینی را بالا می‌برد. در مسیر جنوب و جنوب شرق شهرستان به دلیل وجود سازندهای آغاجاری و لهبری که دارای گل مارن قرمزرنگ می‌باشند و تأثیرپذیری بالای ۵۰٪ آب زیرزمینی از این لایه‌ها، کیفیت و مواد محلول موجود در آب به شدت افزایش پیدا کرده است. به علاوه اینکه استفاده زیاد از زمین‌های کشاورزی به علت حاصلخیز بودن و در نتیجه استحصال آب‌های زیرزمینی باعث می‌شود که قطر خلل و فرج لایه‌های آهکی بیشتر و در نتیجه انحلال نمک‌ها افزایش پیدا کرده و نهایتاً روزبه روز بر EC و TH آب‌های زیرزمینی افزوده می‌شود.



شکل ۱: نقشه محدوده مطالعاتی



شکل ۲: جهت جریان آب زیرزمینی در منطقه مطالعاتی دزفول

پارامترهای مورد مطالعه

پارامترهای اندازه‌گیری شـده در این تحقیق عبارتند از DO, PH, TH و EC. این پارامترها اغلب خواصـی از آب می‌باشـند که دخالت انسان در آنها کمتر نقش داشته و اغلب نشانه هویت و نوع سازندهای زمین‌شناسی منطقه می‌باشد. هدایت الکتریکی که به اختصار EC خوانده می‌شود، قابلیت هدایت الکتریکی یک محلول و یکی از شاخص‌های کیفی آب می‌باشد که محدوده آن بین ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ برای شرب در نظر گرفته شده است و از رابطه زیر پیروی می‌کند:

$$0.6\ EC = TDS \quad (۱)$$

EC بالا باعث افزایش TDS و مواد خورنده می‌شـود. TDS کل مواد جامد محلول در آب می‌باشـد. TH از خواص شـیمیایی آب اسـت که شـامل یون‌های Mg و Ca می‌باشـد و به دلیل نیاز بدن به کلسـیم، وجود یون Ca در آب آشـامیدنی مفید می‌باشـد. TH شامل سختی موقت و سختی دائم است و از رابطه زیر پیروی می‌کند:

سختی کل = سختی دائم + سختی موقت (۲)

سـختی موقت آب در دمای ۱۰۰ درجه قابل حذف کردن می‌باشـد و اغلب در جداره ظروف رسـوب می‌نماید، ولی سـختی دائم از آب حذف نمی‌شود. TH بالا باعث بیماری‌های قلبی- عروقی و ایجاد سـنگ کلیه و دیر جوشـیدن آب می‌شـود. DO اکسـیژن محلول موجود در آب اسـت و تا زمانی که در آب وجود داشـته باشـد، نشـان دهنده عدم وجود میکروارگانیزم مصـرف کننده اکسـیژن محلول می‌باشد. حداقل و حداکثر این پارامترها بر اساس سازمان بهداشت جهانی (WHO) در (جدول ۱) آورده شده است.

جدول ۱: حداقل و حداکثر پارامترهای مورد مطالعه بر اساس سازمان بهداشت جهانی (WHO)

	DO	PH	EC	TDS	TH
حداقل	۳	۶/۵	۴۰۰	۲۰۰	۱۵۰
حداکثر	۵	۸/۵	۲۰۰۰	۱۵۰۰	۵۰۰

شاخص IRWQI

در این تحقیق از شاخص IRWQI استفاده شده است. این شاخص در سال ۱۳۹۰ توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایران و دانشگاه شهید بهشتی تهران ارائه گردید. در این روش به هر پارامتر یک وزن مخصوص داده می‌شود که اهمیت آن پارامتر را بیشتر مشـخص می‌کند. در روش‌های قبلی به دسـت آوردن شـاخص از طریق فرمول‌های خطی به دسـت می‌آمد و اگر یکی از پارامترها اندازه‌گیری نمی‌شد و یا در دسترس نبود، اندازه‌گیری شاخص با مشکل مواجه می‌شد. در صورتی که در روش اخیر چنین مشکلی

وجود ندارد و هر چند پارامتری که اندازه‌گیری شود، در فرمول قرار داده و بدون هیچ اصلاحیه و یا مداخله ضریبی، شاخص مورد نظر قابل اندازه‌گیری نهایی می‌باشد.

$$IRWQI_{GC} = \left[\prod_{i=1}^{n} I_i^{wi}\right]^{\frac{1}{\gamma}} \quad (۳)$$

$$\gamma = \sum_{i=1}^{n} W_i \quad (۴)$$

که:

Wi = وزن پارامتر i ام. n = تعداد پارامترها. Ii = مقدار شاخص برای پارامتر i ام از منحنی رتبه‌بندی می‌باشد.

جدول۲: پارامترهای اندازه‌گیری شده شاخص $IRWQI_{GC}$ و وزن آنها

ردیف	پارامتر	وزن	توضیحات
۱	هدایت الکتریکی	۰/۱۲۹	میکروزیمنس بر سانتی‌متر
۲	سختی کل	۰/۱۰۳	میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم
۳	PH	۰/۰۷۴	واحد استاندارد
۴	DO	۰/۰۶۷	درصد اشباع

برای محاسبه شاخص $IRWQI_{GC}$ برای پارامترهای متداول، ابتدا غلظت اکسیژن محلول اندازه‌گیری شده بر حسب میلی‌گرم بر لیتر را به درصد اشباع تبدیل کرده و مقدار آن را از روی گراف DO به دست می‌آوریم. این شاخص ابزار مناسب و ساده‌ای برای تعیین وضعیت و شرایط کیفیت آب می‌باشد که توسط یک رابطه ریاضی میزان کیفیت آب را جهت شرب از بسیار بد تا بسیار خوب دسته بندی می‌کند.

جدول ۳: راهنمای شاخص کیفیت آب برای IRWQIGC

مقدار شاخص	رنگ	معادل توصیفی
کمتر از ۱۵	بنفش	بسیار بد
۲۹-۱۵/۹	قرمز	بد
۴۴-۳۰/۹	نارنجی	نسبتاً بد
۵۵-۴۵	زرد	متوسط
۵۵/۷۰-۱	سبز	نسبتاً خوب
۷۰/۸۵-۱	فیروزه ای	خوب
بیشتر از ۸۵	آبی	بسیار خوب

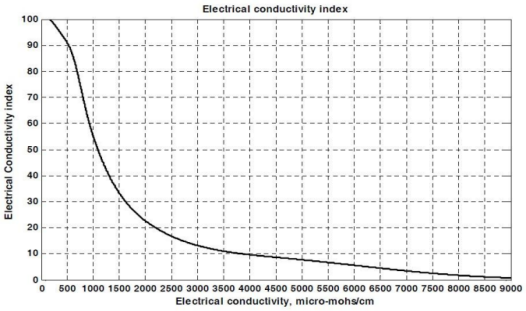
از تعداد زیاد چاه‌های فعال شرب و کشاورزی در اطراف شهرستان دزفول، تعداد ۱۶ حلقه چاه که اطلاعات آنها در دسترس بود، انتخاب گردید. قریب ۸۰ درصد از چاه‌های مذکور عمقی بالای ۱۰۰ متر داشتند.

جدول ۵: موقعیت و پارامترهای اندازه‌گیری شده چاه‌های مورد مطالعه

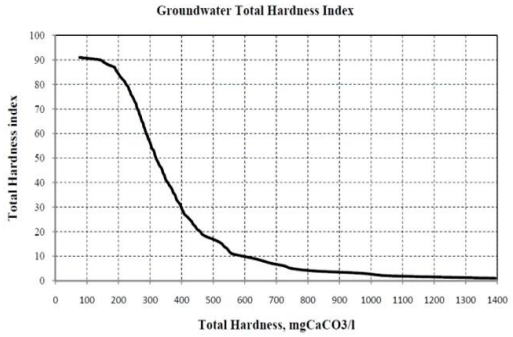
ردیف	نام چاه	UTM		TH	EC	PH	DO
		X	Y				
۱	پارک دولت	۲۵۷۱۵۱	۳۵۸۸۴۸۴	۲۴۰	۵۷۷	۷/۸	۳
۲	انبار	۲۵۵۹۴۹	۳۵۸۷۷۱۰	۲۸۵	۶۲۵	۷/۹	۳/۵
۳	تصفیه خانه شمال	۲۵۷۹۸۲	۳۵۸۸۱۶۵	۲۶۰	۶۱۲	۸	۳/۵
۴	شیخ انصاری	۲۵۴۵۴۶	۳۵۸۶۶۷۸	۲۷۰	۶۷۰	۷/۸	۳/۵
۵	منتظری	۲۵۳۴۹۲	۳۵۷۳۲۲۹	۲۷۴	۶۴۳	۷/۸	۳/۵
۶	مرکزی	۲۵۳۷۲۶	۳۵۸۸۰۴۰	۲۹۵	۷۷۰	۸	۳/۵
۷	قمش	۲۵۵۹۰۵	۳۵۸۲۴۱۴	۳۹۵	۹۹۰	۷/۸	۳/۵
۸	زندان	۲۵۹۳۳۶	۳۵۸۲۳۸۹	۳۴۰	۱۴۰۳	۷/۸	۳/۵
۹	خواجوی	۲۷۷۸۶۵	۳۵۶۹۹۳۹	۴۴۵	۳۳۲۰	۸/۱	۲/۷
۱۰	شهرک امام	۲۵۷۸۲۰	۳۵۶۸۹۰۸	۳۴۰	۸۹۵	۷/۹	۳/۵
۱۱	میانرود	۲۵۸۰۴۶	۳۵۵۹۸۹۲	۳۰۰	۸۴۰	۷/۹۵	۳/۵
۱۲	حمزه	۲۷۲۸۱۸	۳۵۸۶۱۶۶	۱۴۵	۴۰۳	۷/۸	۳/۵
۱۳	زیباشهر	۲۶۳۹۳۶	۳۵۹۳۶۷۳	۱۷۰	۵۲۰	۸/۱	-
۱۴	زاویه	۲۴۷۳۴۳	۳۵۷۷۰۱۴	۲۶۴	۵۷۵	۷/۱	-
۱۵	پیروزی	۲۵۰۵۸۵	۳۵۷۱۱۷۹	۳۳۱	۶۶۰	۶/۹	-
۱۶	اسلام آباد	۲۶۵۴۳۲	۳۵۷۷۳۲۸	۴۰۹	۱۱/۸۷	۶/۵	-
۱۷	آب باران	-	-	۱۵	۲۰	۷/۲	-

نتایج و بحث

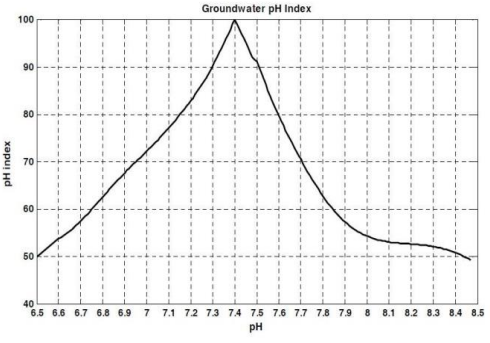
سیستم اطلاعاتی جغرافیایی به علت توانایی بالا در ذخیره، تجزیه و تحلیل، بازیابی و نمایش اطلاعات ابزاری بسیار مفید در زمینه پهنه‌بندی منابع آب زیرزمینی به شمار می‌آید. در بکارگیری این نرم‌افزار در زمینه پهنه‌بندی، ابتدا می‌بایست اطلاعات پایه‌ای لازم جهت تهیه لایه‌های مختلف جمع‌آوری گردد و سپس از این اطلاعات پایه‌ای لایه‌ها تهیه می‌شود که نهایتاً هر لایه ارزش مناسب را اخذ می‌نماید. در ادامه نقشه‌های پهنه‌بندی کیفی مربوط به هر یک از پارامترهای متداول شاخص $IRWQI_{GC}$ در محدوده مطالعاتی (منطقه دزفول) به ترتیب در شکل‌های (۷) تا (۹) آورده شده است.



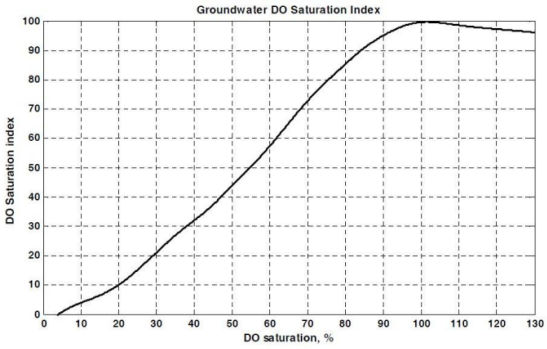
توجه: مقدار شاخص برای هدایت الکتریکی بیش از ۸۵۰۰ میکروزیمنس بر سانتی متر یک در نظر گرفته شود.



توجه: برای سختی کل بیش از ۱۴۰۰ میلی گرم کربنات کلسیم بر لیتر مقدار شاخص معادل یک و برای مقادیر کمتر از ۵۰ میلی گرم کربنات کلسیم بر لیتر مقدار شاخص معادل ۱۰۰ در نظر گرفته شود.

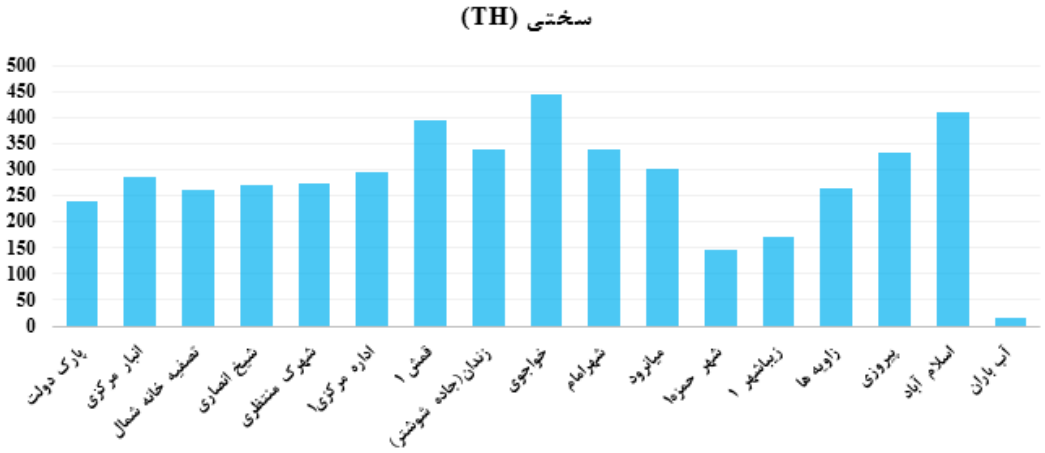


توجه: مقدار شاخص برای pH بیش از ۹ و کمتر از ۶ معادل یک در نظر گرفته شود.

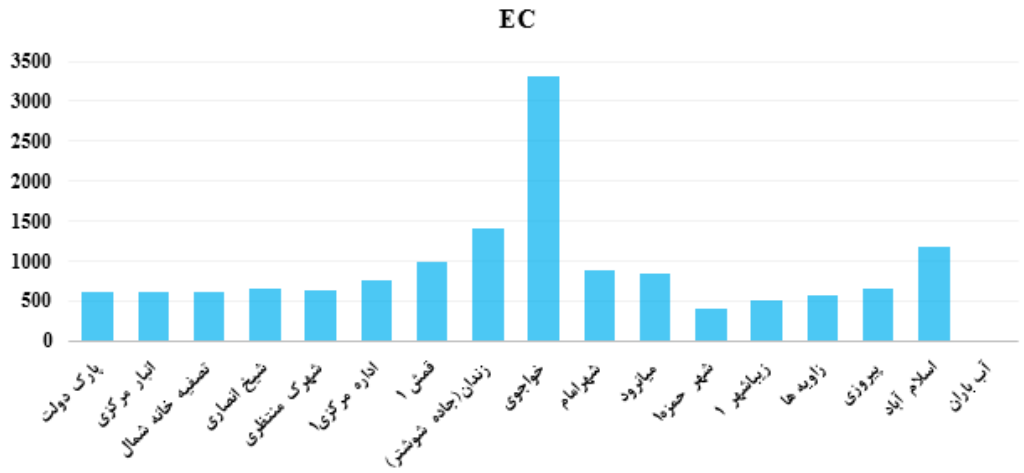


توجه: مقدار شاخص برای درصد اشباع اکسیژن بیش از ۱۳۰ درصد ۹۰ در نظر گرفته شود.

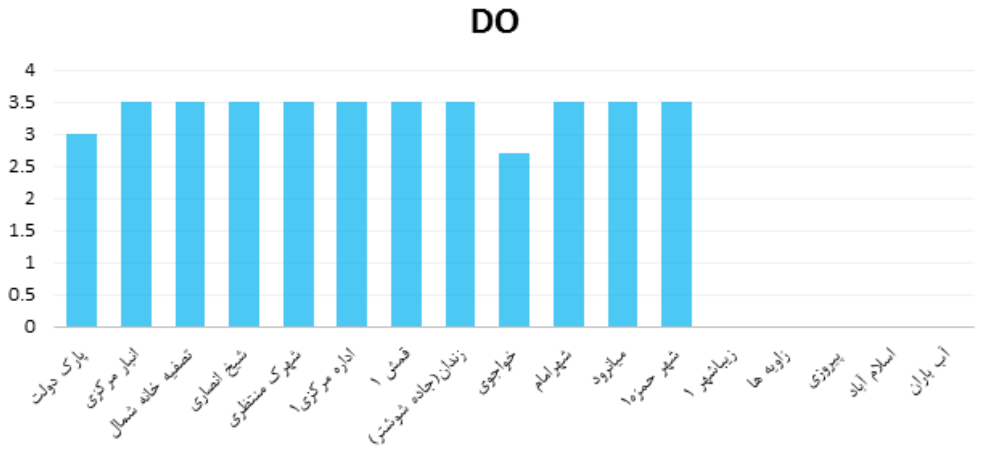
شکل ۳: منحنی های استاندارد رتبه‌بندی برای پارامترهای کیفی (TH, DO, pH, EC)



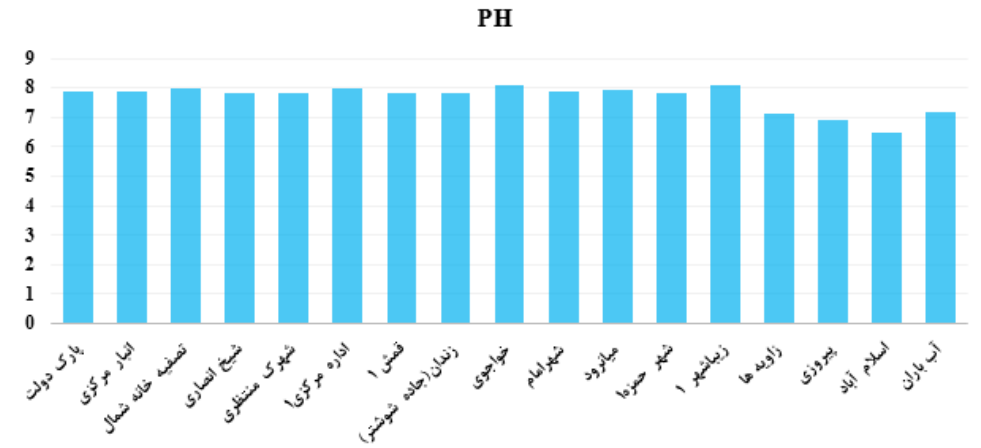
شکل ۴: رتبه‌بندی برای پارامتر سختی کل (TH)



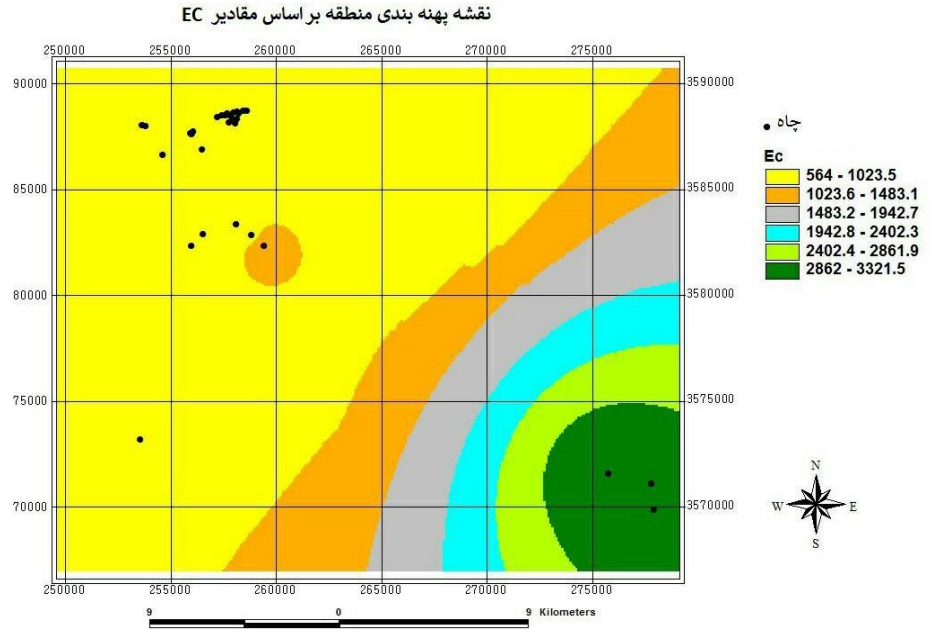
شکل ۵: رتبه‌بندی برای پارامتر EC



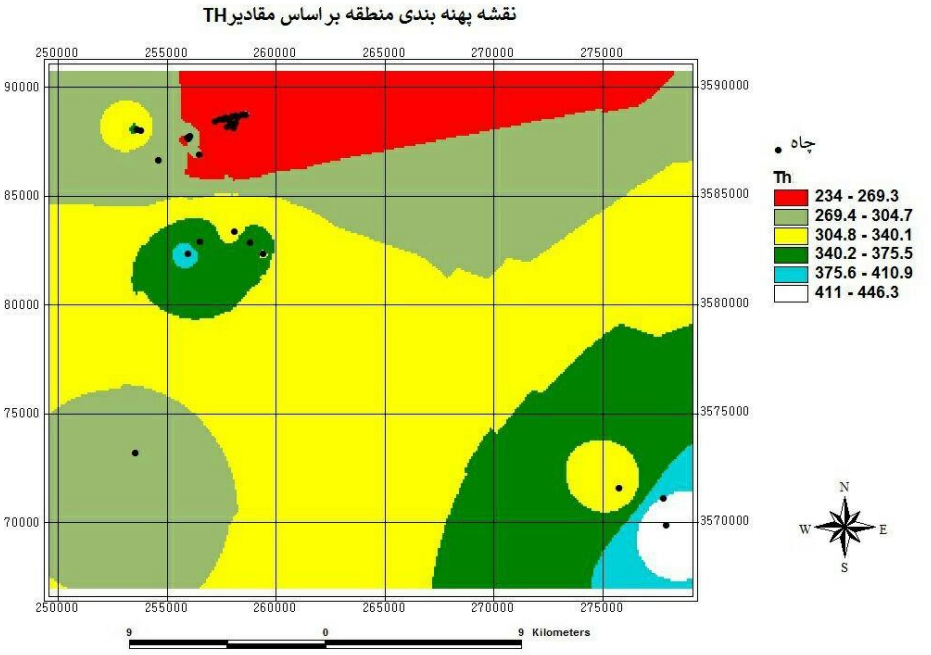
شکل ۶: رتبه‌بندی برای پارامتر DO



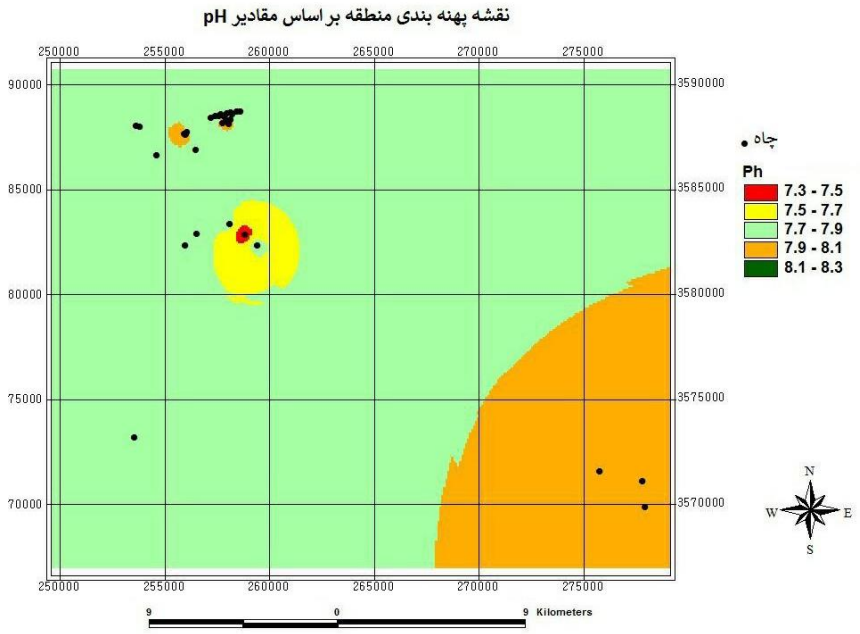
شکل ۷: رتبه‌بندی برای پارامتر pH



شکل ۸: نقشه پهنه‌بندی کیفی پارامتر هدایت الکتریکی (EC) در منطقه دزفول



شکل ۹: نقشه پهنه‌بندی کیفی پارامتر سختی کل (TH) در منطقه دزفول



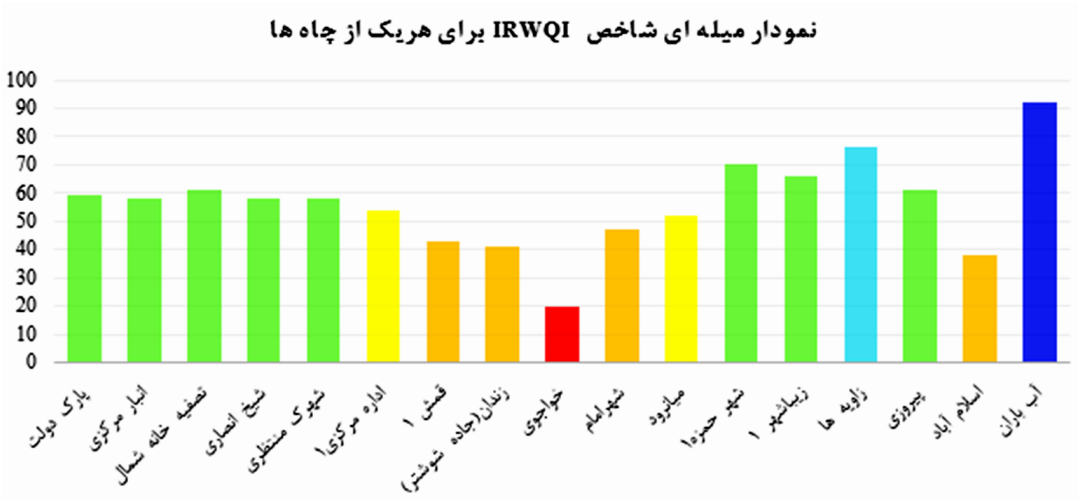
شکل ۱۰: نقشه پهنه‌بندی کیفی پارامتر (pH) در منطقه دزفول

پایش کیفیت منابع آبی اغلب موجب تولید داده‌های پیچیده‌ای می‌شـــود که حاوی اطلاعات مهمی درباره رفتار این گونه منابع هستند که نیاز به تحلیل و تفسیر دارند. حال با توجه به پهنه‌بندی از طریق GIS به نتایج جدول(۶) دست یافتیم.

جدول ۶: مقدار شاخص IRWQIGC و توصیف آن برای هر یک از چاه‌های نمونه‌برداری

شماره چاه	نام چاه	$IRWQI_{GC}$	توصیف شاخص
۱	پارک دولت	۵۹	نسبتاً خوب
۲	انبار	۵۸	نسبتاً خوب
۳	تصفیه‌خانه شمال	۶۱	نسبتاً خوب
۴	شیخ انصاری	۵۸	نسبتاً خوب
۵	منتظری	۵۸	نسبتاً خوب
۶	مرکزی	۵۴	متوسط
۷	قمش	۴۳	نسبتاً بد
۸	زندان	۴۱	نسبتاً بد
۹	خواجوی	۲۰	بد
۱۰	شهرک امام	۴۷	نسبتاً بد
۱۱	میانرود	۵۲	متوسط
۱۲	حمزه	۷۰	نسبتاً خوب
۱۳	زیباشهر	۶۶	نسبتاً خوب
۱۴	زاویه	۷۶	خوب
۱۵	پیروزی	۶۱	نسبتاً خوب
۱۶	اسلام آباد	۳۸	نسبتاً بد
۱۷	آب باران	۹۲	بسیار خوب

با توجه به اینکه شاخص WQI یک عدد جهت توصیف وضعیت آب شرب زیرزمینی می‌باشد، اعداد پایین تر از ۵۰ نشان دهنده کیفیت پایین آب می‌باشد که می‌تواند دلایل مختلفی داشته باشد. در این تحقیق چاه‌هایی مانند قمش، زندان، اسلام آباد، امام و بالاخص خواجوی که EC آنها نزدیک به ۳۰۰۰ می‌باشد در رده چاه‌های نسبتاً بد و بد قرار می‌گیرند. علت آن هم‌جواری این چاه‌ها با لایه‌های سازند آغاجاری و لهبری (دارای گل مارن قرمزرنگ) می‌باشد و نیز تأثیرپذیری بالای ۵۰٪ آب زیرزمینی از این لایه‌ها، که کیفیت و مواد محلول موجود در آب افزایش می‌یابد. همچنین علت بالا بودن شاخص چاه‌هایی مانند زیباشهر، زاویه و حمزه مجاورت آنها با رودخانه‌های دائمی و فصلی می‌باشد که EC آب را پایین می‌آورد.



شکل ۱۱: نمودار میله‌ای متوسط شاخص $IRWQI_{GC}$ در طول دوره نمونه‌برداری برای هر یک از چاه‌ها

نتیجه‌گیری

نتایج این بررسی نشان می‌دهد که محدوده تغییرات EC از شمال شهرستان دزفول تا جنوب و جنوب شرقی اعدادی بین ۴۰۰ تا ۳۵۰۰ در نوسان است که علت این تغییرات همجواری با رودخانه دائمی دز و انحلال بیشتر لایه‌های آهکی می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که محدوده تغییرات سختی نیز از ۱۷۰ تا ۴۵۰ در نوسان است که علت این تغییرات همجواری با لایه‌های کلسیم و منیزیم می‌باشد. بنابراین با افزایش EC، سختی آب و TDS نیز افزایش پیدا کرده و در نتیجه کیفیت آب کاهش می‌یابد. لذا با توجه به بالا بودن شاخص IRWQI به دلیل بالادست بودن مناطق شمالی شهرستان و مناطقی که همجوار با رودخانه می‌باشد، حفر چاه بلامانع بوده، ولی باید از آلودگی‌های ثانویه به آب‌های زیرزمینی جلوگیری به عمل آید. همچنین به علت پایین بودن شاخص IRWQI به دلیل پایین دست بودن مناطق جنوب و جنوب شرق، حتی‌الامکان باید از حفر چاه برای شرب جلوگیری نمود

منابع

بانژاد، ح. و محب زاده، ح. (۱۳۹۱). ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی دشت رزن - قهاوند برای تامین آب مورد نیاز کشاورزی با استفاده از GIS. مجله فضای جغرافیایی، شماره ۳۸، ص ۱۱۰-۹۹.

چالکش امیری، م. (۱۳۹۸). اصول تصفیه آب. جلد یازدهم، انتشارات ارکان دانش.

صادقی، ه. و روح اللهی، ص. (۱۳۸۶). اندازه‌گیری شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی شهر اردبیل. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، شماره ۱، ص- ۵۶-۵۲.

علی پور، ع.، رحیمی، ج. و آذرنیوند، ع. (۱۳۹۶). بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف شرب و کشاورزی - پیش نیازی برای برنامه‌ریزی آمایش سرزمین در مناطق خشک و نیمه خشک ایران. مجله مرتع و آبخیزداری (منابع طبیعی ایران)، شماره ۲، ص ۴۳۴-۴۲۳.

قنبری، ع. (۱۳۹۹). بررسی آسیب‌پذیری آبخوان دشت خنج- فیشور لارستان با استفاده از مدل دراستیک. مجله جغرافیای طبیعی، شماره ۴۷، ص ۱۱۵-۹۵.

محوی، ا. ح. و قربان جهرمی، ح. (۱۳۷۸). حذف آهن و منگنز از آبهای زیرزمینی به روش هوادهی. دومین همایش ملی بهداشت محیط. دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران. ۲۶-۲۴ آبان ۱۳۷۸، تهران، ایران.

معصوم بیگی، ح. (۱۳۷۹). بهداشت آب شرب در مناطق نظامی. مجله طب نظامی، شماره ۲-۱، ص ۶۴-۵۵.

Rizzo, D. M. and Mouser, P. J. (2004). Evaluation of Geostatistics for combined Hydrochemistry and Microbial Community Fingerprinting at a Waste Disposal Site, World Water and Environmental Resources Congress, pp: 1-11.

Sharma, N.D. and Patel, J.N. (2010). Evaluation of Groundwater Quality Index of the Urban Segments of Surat City, India. International Journal of Geology, pp: 4: 1-4.

Evaluation of groundwater water quality based on natural parameters of land layers (EC, DO, TH, PH) case study: Dezful plain(IRAN)

Mohammad Taj [*1], Ehsan Drikvand [2], Majid Razaz [2]

1) M.S. Graduated of Civil Engineering and Assistant Expert of ABFA Laboratory, Dezful, Iran.

2) Department of Water Engineering, Shushtar Branch, Islamic Azad University, Shushtar, Iran.

[*]**Correspondence author:** yasintadj@yahoo.com

Received Data: 2019. 07. 11 **Accepted Data: 2021. 05. 10**

Abstract

Due to the pollution and the constant unavailability of surface water and seasonal rivers at all times of the year, the importance of using groundwater resources increases daily. On the other hand, pollution of water surface and groundwater resources to industrial and municipal wastewaters, as well as contamination with pesticides, making access to sanitary water difficult and sometimes impossible. Water quality in different areas determines the effect of geological layers on groundwater quality. Therefore, identifying areas prone to pollution using WQI index and ArcGIS software (spatial analysis tool) will save us from spending heavy costs of drilling wells and extracting poor quality water.Also, studying the trend of aquifer quality changes can help to explain the practical policies for groundwater management in the direction of sustainable operation. Therefore, due to the potential of agricultural lands in Dezful region and unprincipled use of fertilizers and pesticides in the area of aquifer nutrition, the need of research is growing.In this paper, areas with poor geological layers are identified using the WQI software. The results showed that the index rate fluctuates based on the relationship between 20-76 for wells in the study area, also 6% of wells in the bad range, 19% in the relatively bad range, and 19% On average range, 50% are in the relatively good range and 6% are in the good range

Keywords: water quality index (WQI), EC, TDS, PH, DO