ارزیابی کیفیت منابع آب زیرزمینی منطقه دهرود و تنگ ارم دشتستان با استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI)

مهدیه عیدی [۱] و فاضل امیری [۲*]

۱) فارغ التحصیل کارشناسی ارشد گروه محیط زیست، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.
۲) دانشیار گروه منابع طبیعی و محیط زیست، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران.
*رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: *famiri@iaubushehr.ac.ir*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۷

چکیده

ارزیابی کیفیت آب‌های زیرزمینی می‌تواند در مدیریت این منابع و برنامه‌ریزی‌ها برای آینده بسیار حایز اهمیت باشد. هدف این تحقیق، پایش کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت دهرود- تنگه ارم در استان بوشهر در جنوب ایران با استفاده از شاخص کیفیت آب (WQI) است. برای این منظور، ۱۰ منبع آب زیرزمینی در داخل دشت انتخاب و کیفیت آب آنها در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۹ در دو فصل خشک و تر اندازه‌گیری شد. شاخص کیفیت آب با استفاده از پارامترهای اسیدیته، کل مواد جامد محلول در آب، سختی کل، نیترات، سولفات، بی‌کربنات، کلرور، کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم محاسبه گردید. نتایج تحقیق نشان داد بهترین شاخص کیفیت آب با میانگین ۱۴۲ متعلق به چاه شماره ۵ (نزدیک آبادی تنگ‌ارم) و بدترین شاخص کیفیت آب با میانگین ۷۸۹ مربوط به چاه ۱۰ (نزدیک آبادی دهرود) است. از مقایسه نقشه‌های پهنه‌بندی که با استفاده از روش کریجینگ رسم شدند، مشخص گشت چاه‌های نزدیک به آبادی تنگ‌ارم از کیفیت بهتری برخوردار هستند و هرچه به سمت آبادی دهرود در جنوب‌شرقی آبخوان حرکت شد از کیفیت آب زیرزمینی کاسته گردید.

واژه‌های کلیدی: آب‌های زیرزمینی، پهنه‌بندی، دهرود-تنگ‌ارم، شاخص کیفیت آب، کریجینگ.

مقدمه

افزایش جمعیت و در نتیجه آن، افزایش بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی باعث شده است نه تنها کمیت بلکه به تدریج کیفیت منابع آب زیرزمینی کاهش یابد. مهم‌ترین مشکلی که امروزه آب‌های زیرزمینی را تهدید می‌کند آلوده شدن آنها است (اصغری‌سراسکانرود و همکاران، ۱۴۰۰). در چنین شرایطی افت کیفیت آب، سلامتی و معیشت ساکنان را تهدید می‌نماید، بنابراین حفظ کیفیت منابع آب موجود اهمیت بالایی دارد (Abbasnia *et al.*, 2019). یکی از مهم‌ترین نکات در کنترل و پیشگیری از آلودگی، شناسایی عوامل و منابع آلودگی مناطق بحرانی آلوده شده و همچنین جهت حرکت آلودگی است تا بتوان به کمک این اطلاعات گام‌های موثری به منظور حفظ و بالا بردن کیفیت آب زیرزمینی انجام داد (Abdelhafez *et al.*, 2021).

در بیشتر شهرهای ایران که نیاز آبی از منابع زیرزمینی تامین می‌شود باید بر مساله آلوده بون این منابع به عناصر سمی که ممکن است به وسیله چاه‌های فاضلاب یا کودها و سمومی که در کشاورزی مصرف شده و همراه با آب نفوذی به لایه‌های آبدار می‌رسد، توجه شود (علیپور و همکاران، ۱۳۹۵).

نتایج بررسی صادقی‌اقدام و همکاران (۱۳۹۷) در ارزیابی کارایی و پهنه‌بندی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت نقده جهت

مصارف شرب، کشاورزی و صنعت نشان داد آب‌های زیرزمینی باکیفیت نامناسب به‌طور عمده در نواحی شمالی مرکز دشت و نواحی شرقی دشت وجود دارند. ارزیابی و آنالیز مکانی کیفیت آب‌های زیرزمینی با استفاده از شاخص IRWQIGC در قائم‌شهر که در پی نمونه برداری از ۱۱ حلقه چاه منطقه و با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری و کیفیت آب‌های زیرزمینی انجام شد نشان داد از جنوب به شمال و شمال شرق منطقه از کیفیت آب کاسته شده است (ولیپور و همکاران،۱۳۹۷). ارزیابی کیفی آب زیرزمینی دشت سرایان با استفاده از شاخص کیفی WQI (بهرامی و دستورانی، ۱۳۹۸) نشان داد میزان کیفیت منابع آب زیرزمینی شت سرایان در سال ۱۳۹۶ بهتر از سال ۱۳۹۱ بود. با توجه به اینکه خشکسالی چندساله در منطقه حاکم بود، پمپاژ بیش از حد از آب های زیرزمینی چاه ها و عدم مدیریت مناسب در بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی در سال ۱۳۹۱ باعث کاهش کیفیت منابع آبی گردیده است.

ترابی‌پوده و همکاران (۱۳۹۸) در ارزیابی تغییرات کیفیت منابع آب زیرزمینی و شاخص IRWQIGC در محدوده آبخوان های لنجانات- نجف‌آباد در بازه زمانی ۱۳۹۴-۱۳۷۴ بیان داشتند که آب از لحاظ شرب در لنجانات عمدتا خوب و قابل قبول و در نجف‌آباد عمدتا در طبقه قابل قبول و متوسط و در مواردی نامناسب بود. معتمدی‌راد و همکاران (۱۳۹۸) نیز در ارزیابی کیفیت منابع آبی از نظر شرب، کشاورزی و صنعت در آبخوان کارستی روئین اسفراین استان خراسان شمالی با استفاده از نمودار شولر، ویلکوکس، روش لانژلیه و شاخص‌های WQI و GQI اعلام نمودند که تمامی نمونه ها از لحاظ شرب از کیفیت مناسبی برخوردار می‌باشد و فقط آب سطحی خروجی حوضه که WQI آن بالاتر از ۵۰ می‌باشد در رده خوب قرار می‌گیرد. ارزیابی کیفیت منابع آب آشامیدنی شهر رفسنجان با استفاده از مدل شاخص کیفیت آب که توسط اسلامی و همکاران (۱۳۹۸) نیز نشان داد میانگین غلظت تمامی پارامترهای مورد بررسی منابع آب آشامیدنی در محدوده استاندارد سازمان بهداشت جهانی قرار دارد. همچنین کیفیت آب ۱۴/۲۸ در صد از منابع در محدوده عالی و بسیار خوب و ۸۵/۷۲ درصد در محدوده خوب قرار دارند.

Saleem و همکاران (۲۰۱۶) به بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی در منطقه اوتار پرادش در هند پرداختند. نمونه‌ها از ده منطقه مختلف انتخاب شدند. نتایج نشان داد ۹۰ درصد از نمونه‌ها دارای کیفیت خوب هستند و تنها ۱۰ درصد از نمونه‌ها کیفیت ضعیف دارند. محدوده شاخص کیفیت آب برای نمونه‌ها در محدوده ۱۶/۴۹ تا ۶۴/۶۵ می‌باشد.

بررسی کیفیت آب زیرزمینی با استفاده از شاخص کیفیت آب و تکنیک GIS در حوضه رودخانه مودجو در اتیوپی مرکزی (Kawo و Karuppannan، ۲۰۱۸) نشان داد ۲/۲۳ و ۹۳/۵۴ درصد از نمونه‌ها به‌منظور استفاده برای آشامیدن و آبیاری به ترتیب دارای کیفیت خیلی خوب و خوب می‌باشند. اما نتایج تحقیقات Acharya و همکاران (۲۰۱۸) و Rao و Latha (۲۰۱۹) در بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی با استفاده از شاخص کفیت برای نوشیدن و کشاورزی در جنوب هند نشان داد درصد قابل توجه ای از آب منطقه برای آشامیدن ضعیف و نامناسب می‌باشند. چنین شرایطی نیز در بررسی کیفیت آب‌های زیرزمینی با استفاده از شاخص کیفیت آب، شاخص آلودگی مصنوعی و ابزارهای جغرافیایی در منطقه سجاول پاکستان قابل مشاهده است (Solangi و همکاران، ۲۰۱۹). چرا که نتایج حاصل از بررسی شاخص کیفیت آب نشان داد تنها کمتر از ۱۰ در صد آب منطقه دارای کیفیت‌های خیلی‌خوب و خوب برای آشامیدن می‌باشند.

بررسی کیفیت آب در منطقه اوشیکوئاز در زیمباوه با استفاده از ۱۸ نمونه حاصل از هفده چاه کم‌عمق که توسط Muzenda و همکاران (۲۰۱۹) انجام شد، نشان داد که شاخص کیفیت آب برای تمامی نمونه‌ها بین ۱۵/۴۱ تا ۹۹/۴۵ بوده و حدود ۹۰ درصد نمونه‌ها برای آشامیدن مطلوب نیستند و به‌طور کلی کیفیت آب‌های زیرزمینی در این منطقه ضعیف می‌باشد. Jalili و همکاران (۲۰۱۹) نیز در بررسی کیفیت آب زیرزمینی در اردکان ایران با استفاده از شاخص کیفیت آب بیان داشتند که آب هیچکدام از چاه‌ها قابل نوشیدن نمی‌باشد.

Verma و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی کیفیت آب منطقه بوکارو در هند با استفاده از شاخص کیفیت آب WQI و سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS پرداختند. نتایج آنالیز ماهیت کمی اسیدی تا کمی قلیایی آب زیرزمینی در منطقه را نشان

داد. غلظت یون‌های کلسیم، منیزیم، بی‌کربنات، نمک‌های جامد محلول از مقدار مجاز بیشتر بود و نقشه‌های WQI بر اساس GIS برای این منطقه کیفیت پایین آب را نشان می‌داد.

استان بوشهر نیز به‌دلیل موقعیت جغرافیایی خاص و آب و هوای گرم و خشک، دسترسی آن به آب شرب بهداشتی محدود است و تامین آن بیشتر از طریق خطوط لوله خارج از استان صورت می‌گیرد. ولی با این وجود در بسیاری از مناطق که هزینه انتقال آب به آنجا توجیه اقتصادی نداشته، ناچار به استفاده از منابع آب زیرزمینی شدند. منابع آب زیرزمینی در آبخوان‌های استان بوشهر به‌شدت تحت تاثیر عواملی نظیر نزدیکی به دریا و مشکل شوری، قرارگیری بر روی منابع عظیم نفت و گاز و مشکل آلودگی نفتی، وجود پالایشگاه‌های پارس جنوبی و کارخانجات متعدد و مشکل پساب‌های آنها، و وجود زمین‌های وسیع کشاورزی و نخلستان‌ها و مشکل نفوذ سموم و کودها، قرار دارد. بنابراین لزوم ارزیابی وضعیت کیفی آب با استفاده از روش‌های نوین امری ضروری به نظر می‌رسد. بخش ارم یکی از بخش‌های شهرستان دشتستان در استان بوشهر در جنوب کشور به مرکزیت شهر تنگ ارم است. بررسی‌های هیدروژئوشیمی آب آبخوان این محدوده مطالعاتی نقش مهمی در شناسایی مشکلات آبی و ارایه راه‌کارها جهت جلوگیری از خسارات احتمالی خواهد داشت.

مواد و روش‌ها

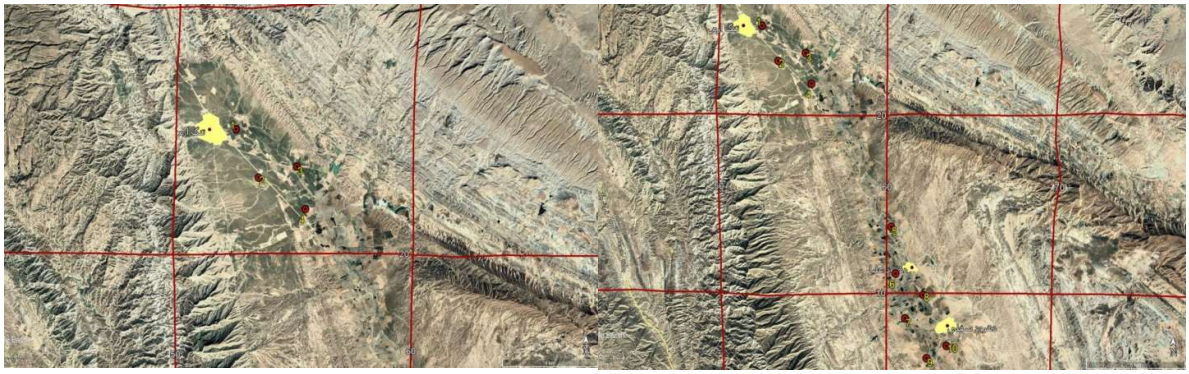
منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی دهرود- تنگ ارم بین طول شرقی ´۲۷ °۵۱ تا ´۴۷ °۵۱ و عرض شمالی ´۱۳ °۲۹ تا ´۵۷ °۲۹ قرار دارد. مساحت این محدوده ۵۰۷ کیلومترمربع است. این محدوده از شمال به محدوده مطالعاتی برازجان، از جنوب به محدوده مطالعاتی بوشکان و از غرب به محدوده مطالعاتی اهرم منتهی است. حداکثر ارتفاع محدوده ۱۶۰۱ متر و حداقل آن ۶۸۶ متر است. وسعت ارتفاعات ۴۰۹ کیلومترمربع و مساحت دشت ۹۸ کیلومترمربع است. کوه های تاهار، پشت پر، نسار و گیسکان از جمله ارتفاعات این محدوده محسوب می‌گردند. تنگ ارم، چهوک، کمر زرد، دهرود علیا و سفلی از جمله شهرها و روستاهای مهم در محدوده مورد مطالعه است.

شبکه نمونه‌برداری کیفی در محدوده مطالعاتی دهرود- تنگ ارم شامل ۳۴ منبع (۱۳ حلقه چاه عمیق، ۱۵ حلقه چاه نیمه‌عمیق، ۳ رشته قنات و ۳ دهنه چشمه) است. در این پژوهش از ۱۰ حلقه چاه (۷ حلقه چاه عمیق و ۳ حلقه چاه نیمه‌عمیق) در این شبکه که در هنگام تابستان و کمبود آب از آنها جهت کمک به مصارف آشامیدن و بهداشتی منطقه استفاده می‌شود، نمونه‌برداری انجام شد. مشخصات این چاه‌ها در جدول (۱) و موقعیت مکانی آنها در شکل (۲) ارایه شده است.

جدول ۱. مشخصات نقاط نمونه‌برداری

ردیف	مختصات جغرافیایی		منطقه مطالعه	نوع منبع
	Y	X		
۱	۳۲۲۵۰۳۷	۵۵۲۴۹۳	تنگ ارم	چاه عمیق
۲	۳۲۲۳۰۸۳	۵۵۳۴۶۲	تنگ ارم	چاه نیمه عمیق
۳	۳۲۲۳۵۴۵	۵۵۵۰۹۳	تنگ ارم	چاه عمیق
۴	۳۲۲۱۸۲۴	۵۵۵۴۶۲	تنگ ارم	چاه عمیق
۵	۳۲۱۳۷۹۳	۵۶۰۳۰۰	دهرود	چاه عمیق
۶	۳۲۱۱۱۴۵	۵۶۰۵۷۹	دهرود	چاه عمیق
۷	۳۲۰۸۶۱۵	۵۶۱۱۶۵	دهرود	چاه عمیق
۸	۳۲۰۹۹۳۲	۵۶۲۲۶۵	دهرود	چاه نیمه عمیق
۹	۳۲۰۶۳۴۹	۵۶۲۴۸۷	دهرود	چاه عمیق
۱۰	۳۲۰۷۰۴۱	۵۶۳۶۹۰	دهرود	چاه نیمه عمیق



نقاط نمونه‌برداری در محدوده تنگ ارم

نقاط نمونه‌برداری در محدوده دهرود

شکل ۱. موقعیت مکانی نقاط نمونه‌برداری بر روی گوگل ارث

وسایل و روش‌های اندازه‌گیری پارامترهای مورد مطالعه

پارامترهای مورد مطالعه و روش‌ها و وسایل اندازه‌گیری در جدول (۲) ارایه شده است. روش‌های اندازه‌گیری در جدول (۲) با استفاده از کتاب مرجع راهنمای انجام آزمایش های آب و فاضلاب Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater، انتخاب گردیده است.

جدول ۲. روش و وسیله اندازه‌گیری پارامترهای مورد مطالعه

پارامترها	شماره استاندارد	وسیله اندازه‌گیری
نیترات / NO_3	B SM23RD/4500-NO3	اسپکترو فوتومتر
سولفات/ SO_4	SM23RD/4500-SO_4^{2-} C	اسپکترو فوتومتر
کل مواد جامد محلول/ TDS	SM23RD/2540-C	TDS متر
هدایت الکتریکی/ EC	SM23RD/2510-B	EC متر
pH	SM23RD/4500-H B	pH متر
بی‌کربنات/ HCO_3	SM23RD/3500-B	بورت دیجیتال
کلرور/ Cl	SM23RD/4500-Cl B	بورت دیجیتال
کلسیم/Ca	SM23RD/3500-Ca B	بورت دیجیتال
منیزیم/ Mg	SM23RD/3500-Mg E	بورت دیجیتال
سدیم/Na	SM23RD/3500-Na B	فلیم فوتومتر
پتاسیم/K	SM23RD/3500-K D	فلیم فوتومتر

شاخص کیفیت آب

مدل شاخص کیفیت آب WQI برای ارزیابی میزان تاثیر فعالیت‌های انسانی و طبیعی بر کیفیت منابع آب زیرزمینی بر اساس سنجش ۱۱ پارامتر محاسبه می‌شود. جهت محاسبه شاخص WQI، در ابتدا در محیط ArcGIS با درون یابی کریجینگ داده‌های برداشت میدانی به صورت نقطه‌ای برای هر یک از ۱۱ پارامتر (pH، TH، TDS، HCO_3، Cl، SO_4، NO_3، Ca، Mg، Na و K)، نقشه رستری غلظت تهیه گردید.

سپس به هر پارامتر بر اساس اهمیت آن در کیفیت آب زیرزمینی برای مصارف آشامیدنی و میزان تاثیر آن بر سلامتی، یک وزن (wi) داده شد (جدول ۳). در مرحله دوم، وزن نسبی (Wi) برای هر پارامتر از طریق رابطه (۱) محاسبه گردید.

$$Wi = \frac{wi}{\sum_{i=1}^{n} wi}$$ رابطه (۱)

در این رابطه: Wi وزن نسبی برای هر پارامتر، wi وزن داده شده به هر پارامتر و n تعداد پارامترهای مورد بررسی ا ست. در مرحله سوم، کیفیت ن سبی (qi) برای هر پارامتر از تقسیم مقدار اندازه‌گیری شده هر پارامتر در نمونه بر مقدار استاندارد سازمان بهداشت جهانی آن پارامتر از رابطه (۲) تعیین گردید.

$$qi = \frac{Ci}{Si} \times 100$$ رابطه (۲)

در این رابطه: qi کیفیت نسبی هر پارامتر، Ci غلظت اندازه‌گیری شده هر پارامتر در نمونه (میلی‌گرم بر لیتر) و Si استاندارد سازمان بهداشت جهانی برای هر پارامتر (میلی‌گرم بر لیتر) است (جدول ۴). برای محاسبه WQI، شاخص بحرانی یا SIi برای هر پارامتر از رابطه (۳) محاسبه شد و جمع SIi مربوط به هر پارامتر، مقدار شاخص WQI است.

$$SIi = qi \times Wi$$
$$WQI = \sum SIi$$ رابطه (۳)

در این رابطه: SIi شاخص بحرانی هر پارامتر، qi کیفیت نسبی هر پارامتر و Wi وزن نسبی برای هر پارامتر است. در نهایت پس از محاسبه شاخص کیفیت آب برای پارامترها، طبقه‌بندی کیفیت آب بر اساس جدول (۵) انجام گردید.

جدول ۳. وزن پارامترها در شاخص کیفیت آب

پارامترها	وزن (wi)
نیترات/ NO_3	۵
کل مواد جامد محلول/ TDS	۵
pH	۴
سختی کل/ TH	۴
سولفات/ SO_4	۴
بی‌کربنات/ HCO_3	۳
کلرور/ Cl	۳
کلسیم/ Ca	۲
سدیم/ Na	۲
پتاسیم/ K	۲
منیزیم/ Mg	۱

جدول ۴. میزان استاندارد سازمان بهداشت جهانی کیفیت پارامترها

پارامترها	مقدار استاندارد (Si)
نیترات / NO_3	mg/L ۵۰
کل مواد جامد محلول/ TDS	mg/L ۱۰۰۰
pH	۸/۵-۶/۵
هدایت الکتریکی/ EC	۱۰۰۰
سولفات/ SO_4	mg/L ۲۵۰
بی‌کربنات/ HCO_3	mg/L ۱۲۰
کلرور/ Cl	mg/L ۲۵۰
کلسیم/ Ca	mg/L ۲۰۰
سدیم/ Na	mg/L ۲۰۰
پتاسیم/ K	mg/L ۱۲
منیزیم/ Mg	mg/L ۱۵۰

جدول ۵. گروه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص کیفیت آب

محدوده شاخص WQI	کیفیت آب
کمتر از ۵۰	بسیار خوب
کمتر از ۱۰۰ – ۵۰	خوب
کمتر از ۲۰۰ – ۱۰۰	ضعیف
کمتر از ۳۰۰ – ۲۰۰	بسیار ضعیف
بیشتر از ۳۰۰	نامناسب برای آشامیدن

تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش از نتایج آزمون‌های شیمیایی انجام شده طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹ در دو فصل خشک و مرطوب، بر روی ۱۰ حلقه چاه واقع در محدوده مطالعاتی دهرود- تنگ ارم، تعداد ۱۱ پارامتر شامل اسیدیته، کل مواد جامد محلول، هدایت الکتریکی، پتاسیم، کلر، سولفات، بی‌کربنات، نیترات، کلسیم، منیزیم و سدیم استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و تغییرات کیفیت شیمیایی از Worksheet نوشته شده در نرم‌افزار Exel استفاده شد و شاخص کیفیت آب (WQI) محاسبه گردید. نقشه پهنه‌بندی کیفیت برای هر پارامتر با استفاده از اکستنشن ژئواستاتستیک در نرم‌افزار ArcGIS و مدل کریجینگ ترسیم و نتایج مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار گرفت. با توجه به اهمیت دیاگرام شولر در تعیین کیفیت آب آشامیدنی، این دیاگرام برای نمونه‌های معرف (حداکثر و حداقل TDS) در آبخوان آبرفتی محدوده مطالعاتی دهرود- تنگ‌ارم با استفاده از افزونه Hydrochemistry در نرم‌افزار Excel ترسیم و ارایه گردید.

نتایج

نتایج آماری شاخص کیفیت آب

نتایج به‌دست آمده برای ۱۰ نقطه نمونه‌برداری، در طول دوره مطالعه سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹ طی دو مرتبه اندازه‌گیری (فصول خشک و مرطوب) در جدول ۷ ارایه شد.

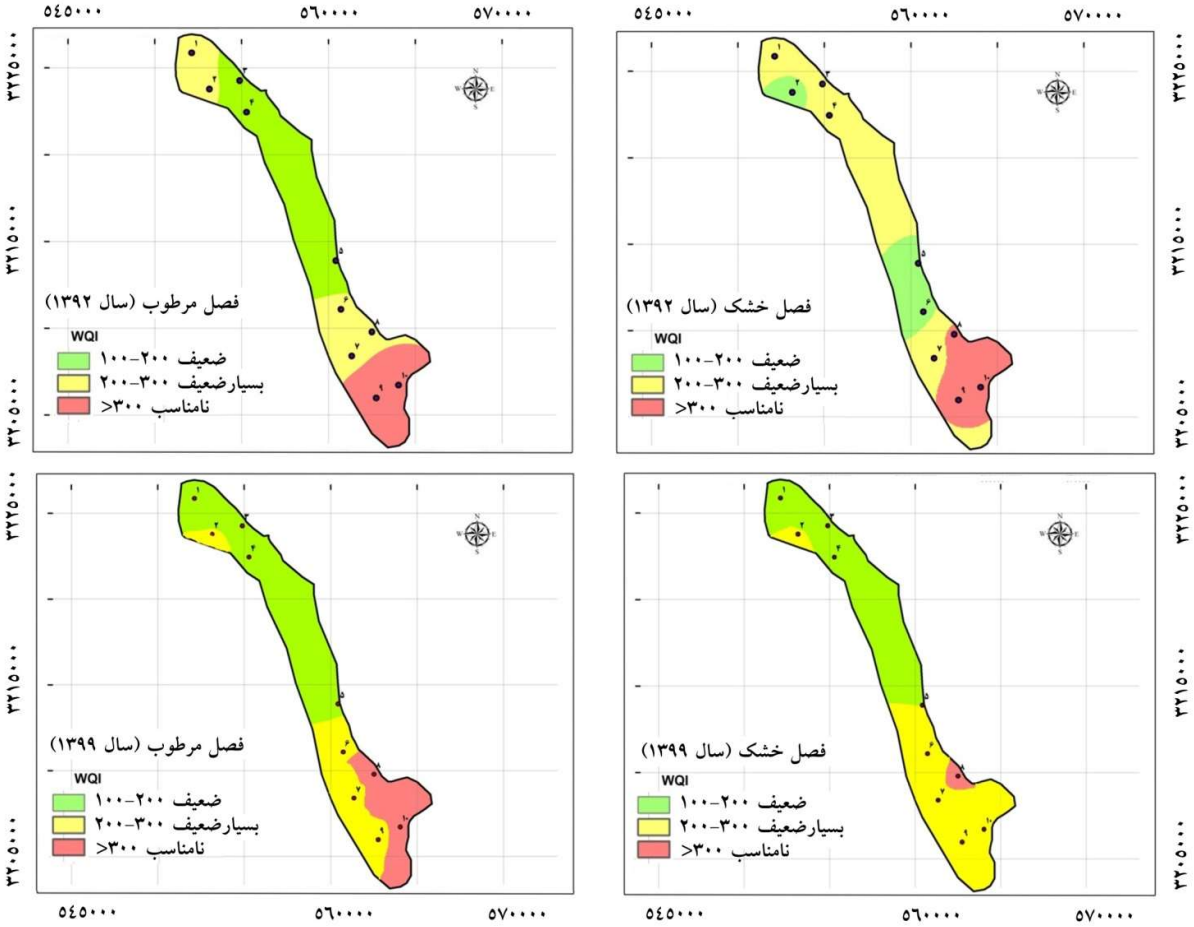
جدول ۷. نتایج شاخص کیفیت آب برای نقاط نمونه‌برداری در دو فصل در فاصله زمانی ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹

منبع	سال	فصل نمونه‌برداری	شاخص WQI	کیفیت آب
چاه ۱	۱۳۹۲	خشک	۲۱۳	بسیار ضعیف
		تر	۲۱۵	بسیار ضعیف
	۱۳۹۹	خشک	۱۸۳	ضعیف
		تر	۱۷۷	ضعیف
چاه ۲	۱۳۹۲	خشک	۱۸۹	ضعیف
		تر	۲۰۷	بسیار ضعیف
	۱۳۹۹	خشک	۲۲۰	بسیار ضعیف
		تر	۲۴۷	بسیار ضعیف
چاه ۳	۱۳۹۲	خشک	۲۱۰	بسیار ضعیف
		تر	۱۵۳	ضعیف
	۱۳۹۹	خشک	۱۲۵	ضعیف
		تر	۱۰۳	ضعیف
چاه ۴	۱۳۹۲	خشک	۲۰۵	بسیار ضعیف
		تر	۱۸۶	ضعیف
	۱۳۹۹	خشک	۱۳۶	ضعیف
		تر	۱۹۶	ضعیف
چاه ۵	۱۳۹۲	خشک	۱۶۵	ضعیف
		تر	۱۴۳	ضعیف
	۱۳۹۹	خشک	۱۲۶	ضعیف
		تر	۱۳۳	ضعیف
چاه ۶	۱۳۹۲	خشک	۱۸۹	ضعیف
		تر	۲۰۷	بسیار ضعیف
	۱۳۹۹	خشک	۲۲۷	بسیار ضعیف
		تر	۲۲۸	بسیار ضعیف
چاه ۷	۱۳۹۲	خشک	۲۴۸	بسیار ضعیف

چاه ۸	۱۳۹۹	تر	۲۴۲	بسیار ضعیف
		خشک	۲۴۴	بسیار ضعیف
	۱۳۹۲	تر	۲۶۷	بسیار ضعیف
		خشک	۳۳۹	نامناسب
چاه ۹	۱۳۹۹	تر	۳۰۰	بسیار ضعیف
		خشک	۳۱۱	نامناسب
	۱۳۹۲	تر	۳۸۳	نامناسب
		خشک	۳۹۱	نامناسب
	۱۳۹۹	تر	۳۵۸	نامناسب
		خشک	۲۵۶	بسیار ضعیف
چاه ۱۰	۱۳۹۲	تر	۲۹۷	بسیار ضعیف
		خشک	۱۰۷۴	نامناسب
	۱۳۹۹	تر	۱۱۷۳	نامناسب
		خشک	۲۸۵	بسیار ضعیف
		تر	۳۲۱	نامناسب

نقشه پهنه‌بندی کیفیت آب

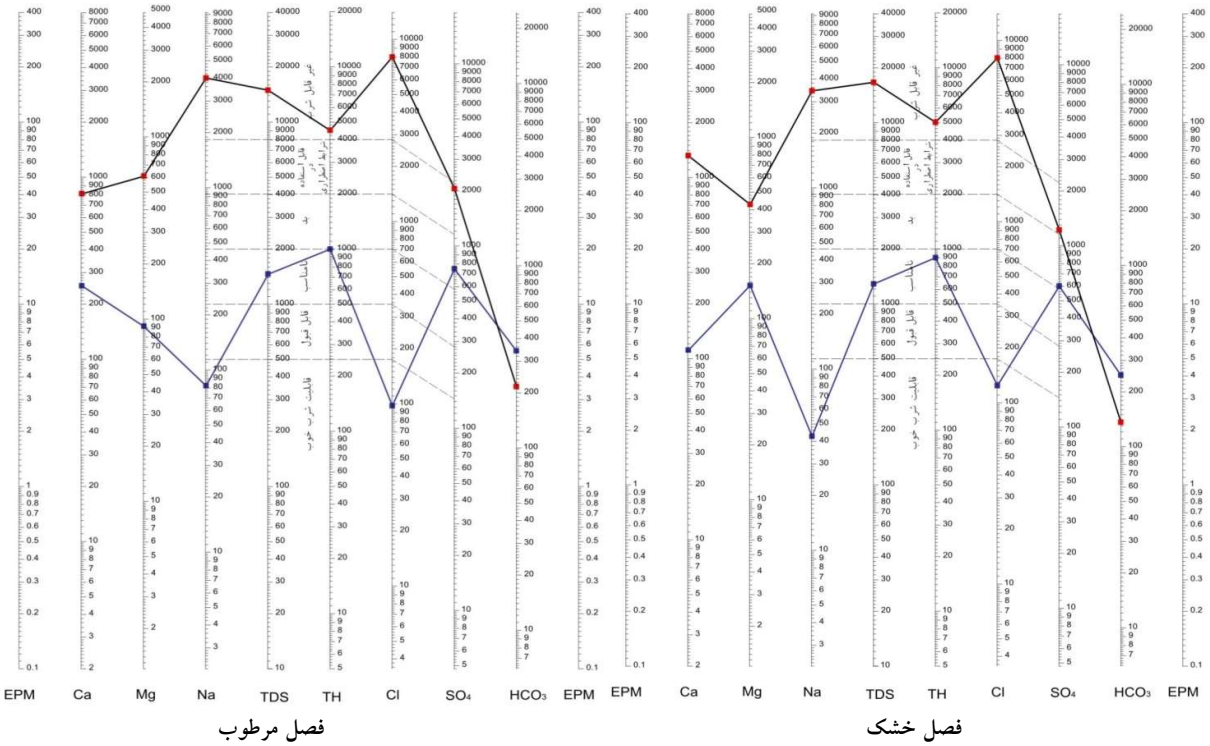
نقشه پهنه‌بندی کیفیت آب بر اساس شاخص کیفیت آب WQI برای نمونه‌های اندازه‌گیری شده در سال ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹ در دو فصل مورد مطالعه در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل ۲. نقشه پهنه‌بندی کیفیت آب در فصول خشک و مرطوب در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹

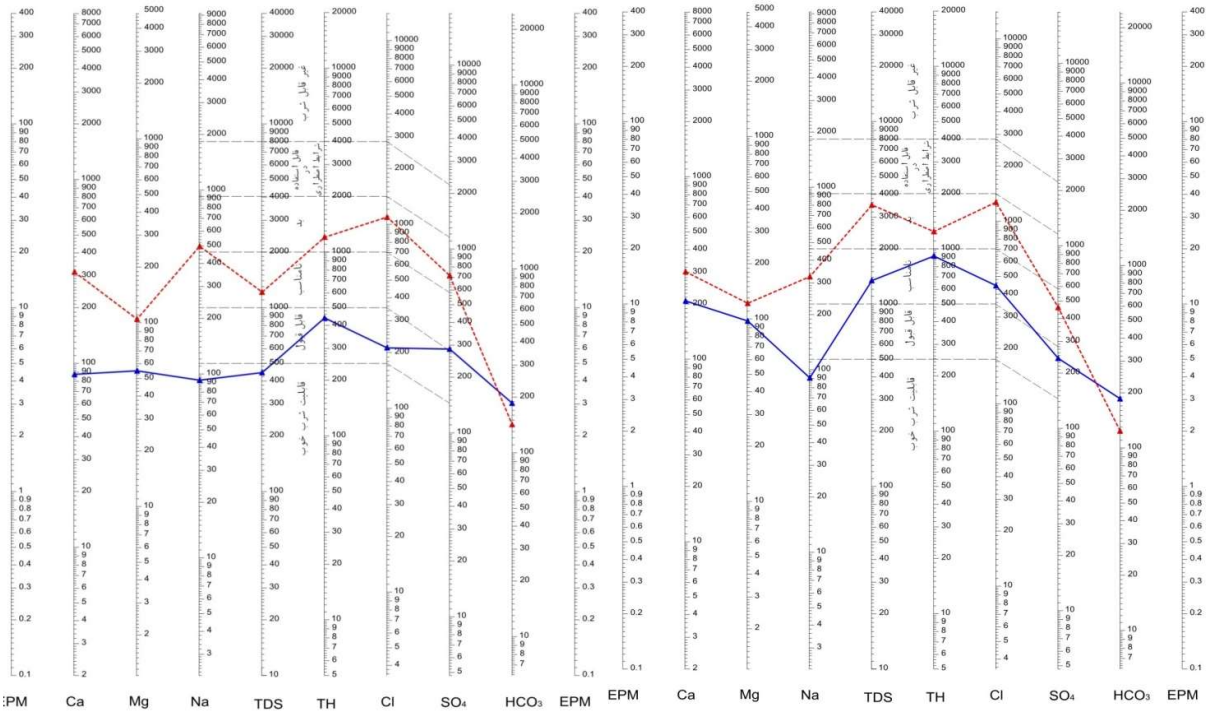
ارزیابی کیفیت آب با شاخص شولر

نتایج کیفیت آب بر اساس دیاگرام شولر نشان داد در فصل خشک سال ۱۳۹۲، چاه شماره ۱۰ با مقدار ۱۶۵۳۲ میلی‌گرم در لیتر بیشترین و چاه شماره ۵ با مقدار ۱۲۷۴ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان TDS را داشته‌اند. در فصل مرطوب سال ۱۳۹۲، چاه شماره ۱۰ با مقدار ۱۴۷۹۸ میلی‌گرم در لیتر بیشترین و چاه شماره ۵ با مقدار ۱۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان TDS را داشته‌اند (شکل ۳).



شکل ۳. دیاگرام شولر نمونه‌های معرف در فصول خشک و مرطوب سال ۱۳۹۲

بر اساس نتایج کیفیت آب در فصل خشک سال ۱۳۹۹، چاه شماره ۸ با مقدار ۳۴۶۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین و چاه شماره ۵ با مقدار ۱۱۹۵ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان TDS را داشته‌اند. در فصل مرطوب سال ۱۳۹۹، چاه شماره ۸ با مقدار ۱۲۰۵ میلی‌گرم در لیتر بیشترین و چاه شماره ۳ با مقدار ۴۴۰ میلی‌گرم در لیتر کمترین میزان TDS را داشته‌اند که دیاگرام شولر برای این دو فصل در سال ۱۳۹۹ در شکل (۴) ارایه شده است.



شکل۴. دیاگرام شولر نمونه‌های معرف در فصول خشک و مرطوب سال ۱۳۹۹

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد نتایج حاصل از روش شاخص کیفیت آب (WQI) با دیگر روش‌های ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی همخوانی دارد و می‌توان از آن به‌عنوان یک شاخص مورد اطمینان برای بررسی تغییرات مکانی و حتی زمانی کیفیت آب زیرزمینی استفاده کرد. روش شولر اگرچه یک روش سنتی است، اما در این روش پارامترها به صورت جداگانه بررسی می شود و کیفیت نهایی بر اساس بدترین کیفیت موجود تعیین می گردد. از سوی دیگر تعداد و نوع پارامترها در روش WQI کاملا اختیاری بوده و این امکان را به محقق می‌دهد که تغییرات کیفی را متناسب با نیازها و مشکلات هر منطقه بررسی نماید. درحالی‌که پارامترهای مورد بررسی در روش شولر همواره ثابت می‌باشد (بهرامی و دستورانی، ۱۳۹۸). البته روش شولر محدودیت تعداد پارامتر را دارد و با پارامترهای مهمی مانند نیترات و غیره در رده‌بندی آن لحاظ نشده است، بنابراین با توجه به نوع و هدف تحقیق می‌توان هر یک از این دو روش را به‌کار برد. روند شاخص کیفیت آب (WQI) مربوط به چاه شماره ۱ با بررسی نقاط ابتدا (سال ۱۳۹۲) و انتهای (سال ۱۳۹۹) دوره اندازه‌گیری، روند کلی شاخص اندکی نزولی بوده است. با بررسی فراوانی شاخص کیفیت آب در این چاه مشاهده شد بیشترین مقدار شاخص با ۵۷ درصد متعلق به کیفیت بسیار ضعیف است. روند کلی شاخص برای چاه شماره ۲ اندکی صعودی است. با بررسی فراوانی شاخص کیفیت آب در این چاه مشاهده شد بیشترین مقدار شاخص با ۶۴ درصد متعلق به کیفیت بسیار ضعیف است. بررسی فراوانی شاخص کیفیت آب برای چاه شماره ۳ و ۴ به‌ترتیب ۷۲ و ۶۴ درصد متعلق به کیفیت ضعیف است. مقایسه داده‌های کیفیت آب برای چاه شماره ۵ نشان از کیفیت ضعیف آب در دوره مطالعه است. بررسی فراوانی شاخص کیفیت آب در چاه شماره ۶ نشان داد ۵۰ درصد از نمونه‌ها دارای کیفیت ضعیف و ۵۰ درصد دارای کیفیت بسیار ضعیف است. بررسی سال ابتدا و انتهای دوره اندازه‌گیری نشان داد روند کلی شاخص در این دوره صعودی بوده است. با بررسی فراوانی شاخص کیفیت آب در چاه شماره ۷ مشاهده شد بیشترین مقدار شاخص با ۷۹ درصد متعلق به کیفیت بسیار ضعیف، فراوانی شاخص کیفیت آب در چاه شماره ۸ نشان داد بیشترین مقدار شاخص با ۶۴ درصد متعلق به کیفیت نامناسب، روند فراوانی شاخص کیفیت آب برای چاه شماره ۹ نشان داد بیشترین مقدار شاخص

با ۵۰ درصد متعلق به کیفیت نامناسب و ۴۳ درصد طبقه کیفیت بسیار ضعیف و روند شاخص کیفیت آب (WQI) برای چاه شماره ۱۰ نشان‌دهنده روند نزولی کاهش کیفیت آب در سال ۱۳۹۹ نسبت به سال ۱۳۹۲ بود. با بررسی فراوانی شاخص کیفیت آب در این چاه مشاهده شد بیشترین مقدار شاخص با ۷۹ درصد متعلق به کیفیت نامناسب است.

مقایسه نتایج نشان داد بهترین شاخص کیفیت آب (WQI) در بین نقاط نمونه‌برداری مربوط به چاه شماره ۵ است. میانگین شاخص در این چاه طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹، عدد ۱۴۲ را نشان می‌دهد که کیفیت آن ضعیف ارزیابی می‌شود. مقدار شاخص کیفیت آب محاسبه شده در تمام نمونه‌های برداشت شده موید همین کیفیت است. بدترین شاخص کیفیت آب (WQI) در بین نقاط نمونه‌برداری متعلق به چاه شماره ۱۰ است. میانگین شاخص در این چاه طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۹، عدد ۷۸۹ را نشان داد که کیفیت آن نامناسب برای آشامیدن ارزیابی شد. مقدار شاخص کیفیت آب محاسبه شده در ۷۹ درصد نمونه‌های برداشت شده نامناسب برای آشامیدن است. از مقایسه نقشه‌های پهنه‌بندی مشخص گردید چاه‌های نزدیک به آبادی تنگ‌ارم از کیفیت بهتری برخوردار است. هرچه به سمت آبادی دهرود در جنوب‌شرقی منطقه مورد مطالعه حرکت شد از کیفیت آب زیرزمینی کاسته گشت. تجزیه و تحلیل نقشه‌های پهنه‌بندی در مطالعه صادقی‌اقدام و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد آب‌های زیرزمینی باکیفیت نامناسب به‌طور عمده در نواحی شمالی مرکز و شرقی دشت وجود دارند جایی که سطح آب زیرزمینی کم‌تر می‌باشد. تغییرات کیفیت آب با روش پهنه‌بندی کریجینگ در این مطالعه هم نشان داد با کاهش سطح آب زیرزمینی از کیفیت آب کاسته می‌شود. ارزیابی و آنالیز مکانی کیفیت آب‌های زیرزمینی در مطالعه ولیپور و همکاران (۱۳۹۷) نشان داد از جنوب به شمال و شمال شرق منطقه که سطح آب زیرزمینی کاهش می‌یابد از کیفیت آب منطقه کاسته می‌شود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. نتایج مشابه را می‌توان در مطالعات Saleem و همکاران (۲۰۱۶)، Kawo و Karuppannan (۲۰۱۸)، Rao و Latha (۲۰۱۹) و Jalili و همکاران (۲۰۱۹) مشاهده کرد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارند.

نتایج نمودارهای شولر نشان داد در ۶۴ درصد نقاط نمونه‌برداری، چاه شماره ۱۰ از نظر پارامترهای سختی کل و کل جامدات محلول در آب دارای کیفیت غیرقابل شرب است و چاه شماره ۵ نسبت به بقیه نقاط نمونه‌برداری دارای کیفیت مناسب‌تر است. محاسبات شاخص کیفیت آب و رسم نمودار شولر نشان‌دهنده تطابق نتایج حاصل شده است. بررسی تیپ آب در دوره مطالعه نشان داد این شاخص در دوره انتهای مطالعه از سولفاته به کلروره تبدیل شده است. تیپ سولفاته این محدوده احتمالا ناشی از تاثیر سازند آغاجاری بوده است. وجود سازندهای موجود در حاشیه دشت دهرود-تنگ‌ارم به خصوص سازند گچساران سبب افزایش هدایت الکتریکی شده و تاثیر منفی در کیفیت آب زیرزمینی منطقه گذاشته است. نتیجه مطالعه ترابی‌پوده و همکاران (۱۳۹۸) در طبقه‌بندی آب از لحاظ شرب در لنجانات با استفاده از شاخص شولر نشان داد به‌طور عمده کیفیت آب منطقه خوب و قابل قبول و در نجف‌آباد در طبقه قابل قبول و متوسط و در مواردی نامناسب است. نتیجه مطالعه حاضر بیانگر ارزیابی نقطه‌ای کیفیت آب آبخوان در سطح منطقه می‌باشد. برای چاه‌های نمونه‌برداری از شمال به سمت جنوب، آب زیرزمینی را در رده‌های غیرقابل شرب تا متوسط نشان می‌دهد. آب زیرزمینی در هنگام عبور از لایه‌ها و مواد سازنده آن، مقداری از املاح موجود در مسیر را حل می‌کند و از آنجایی که جهت جریان در منطقه مورد مطالعه از شمال به جنوب می‌باشد، کیفیت آب در جهت آب زیرزمینی کاهش پیدا می‌کند. نتیجه مطالعات Kawo و Karuppannan (۲۰۱۸)، Rao و Latha (۲۰۱۹) و Jalili و همکاران (۲۰۱۹) که در جهت جریان آب زیرزمینی به‌دلیل عبور از لایه‌های خاک و افزایش املاح معدنی در مسیر جریان، کیفیت آب کاهش می‌یابد، با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

سپاسگزاری

این مقاله حاصل پایان‌نامه‌ای با عنوان «ارزیابی کیفیت آب-های زیرزمینی منطقه دهرود و تنگ ارم دشتستان با استفاده از شاخص کیفیت آب WQI و سیستم اطلاعات جغرافیایی» در مقطع کارشناسی‌ارشد است که با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر اجرا شده است.

منابع

اسلامی، ه.، تاجیک، ر.، اسمعیلی، م.، اسماعیلی، ع. و مبینی، م. (۱۳۹۸) ارزیابی کیفیت منابع آب آشامیدنی شهر رفسنجان با استفاده از مدل شاخص کیفیت آب در سال ۱۳۹۷، یک مطالعه توصیفی. مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، ۱۸(۱۰): ۹۸۵-۹۹۶.

اصغری‌سراسکانرود، ص.، قلعه، ا . و عبادی، ا. (۱۴۰۰) بررسی تغییرات کاربری اراضی و ارتباط آن با سطح آب‌های زیرزمینی، مطالعه موردی دشت اردبیل. نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۲(۱): ۸۶-۱۰۶.

بهرامی، ف. و دستورانی، م. (۱۳۹۸) ارزیابی کیفی آب زیرزمینی دشت سرایان با استفاده از شاخص کیفی WQI. نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۱۳(۴): ۱۰۶۴-۱۰۷۴.

ترابی‌پوده، ح.، یونسی، ح.، حقی‌زاده، ع. و ارشیا، آ. (۱۳۹۸) ارزیابی تغییرات کیفیت منابع آب زیرزمینی و شاخص IRWQIGC در محدوده آبخوان‌های لنجانات-نجف‌آباد. نشریه مهندسی اکوسیستم بیابان، ۸(۲۵) :۵۳-۶۶.

صادقی‌اقدم، ف.، ندیری، ع.ا.، اصغری‌مقدم، ا. و عباس‌نوین‌پور، ا. (۱۳۹۷) ارزیابی کارایی و پهنه‌بندی کیفی منابع آب زیرزمینی دشت نقده جهت مصارف شرب، کشاورزی و صنعت. نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۹(۴): ۱۷-۳۶.

علیپور، ع.، رحیمی، ج. و آذرنیوند، ع. (۱۳۹۵) بررسی کیفیت آب زیرزمینی جهت مصارف شرب و کشاورزی- پیش-نیازی برای برنامه‌ریزی آمایش سرزمین در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران. مجله منابع طبیعی ایران، ۷۰(۲): ۴۲۳-۴۳۴.

معتمدی‌راد، م.، گلی‌مختاری، ل.، بهرامی، ش. و زنگنه‌اسدی، م.ع. (۱۳۹۸) ارزیابی کیفیت منابع آبی از نظر شرب، کشاورزی و صنعت در آبخوان کارستی روئین اسفراین استان خراسان‌شمالی. نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۱(۶۲): ۷۳-۹۳.

ولیپور، س.، امیری، ف. و طباطبایی، ط. (۱۳۹۷) ارزیابی و آنالیز مکانی کیفیت آب‌های زیرزمینی در محل دفن زباله با استفاده از شاخص IRWQIGC، مطالعه موردی قائم‌شهر. مجله علوم آب و خاک، ۲۲(۱): ۲۱۱-۲۲۶.

Abbasnia, A., Yousefi, N., Mahvi, A.H., Nabizadeh, R., Radfard, M., Yousefi, M. and Alimohammadi, M. (2019) Evaluation of groundwater quality using water quality index and its suitability for assessing water for drinking and irrigation purposes: case study of Sistan and Baluchistan province (Iran). Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 25(4): 988-1005.

Abdelhafez, A.A., Abbas, M.H., Kenawy, M.H., Noureldeen, A., Darwish, H., Ewis, A.M. and Hamed, M.H. (2021) Evaluation of underground water quality for drinking and irrigation purposes in New Valley Governorate, Egypt. Environmental Technology and Innovation, 22: 101486.

Acharya, S., Sharma, S. and Khandegar, V. (2018) Assessment of groundwater quality by water quality indices for irrigation and drinking in South West Delhi, India. Data in brief, 18(3): 2019-2028.

Jalili, M., Hosseini, M.S., Ehrampoush, M.H., Sarlak, M., Abbasi, F. and Fallahzadeh, R.A. (2019) Use of water quality index and spatial analysis to assess groundwater quality for drinking purpose in Ardakan, Iran. Journal of Environmental Health and Sustainable Development, 4(3): 834-842.

Kawo, N.S. and Karuppannan, S. (2018) Groundwater quality assessment using water quality index and GIS technique in Modjo River Basin, central Ethiopia. Journal of African Earth Sciences, 147(?): 300-311.

Muzenda, F., Masocha, M. and Misi, S.N. (2019) Groundwater quality assessment using a water quality index and GIS: a case of Ushewokunze Settlement, Harare, Zimbabwe. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/b/c, 112: 134-140.

Rao, K.N. and Latha, P.S. (2019) Groundwater quality assessment using water quality index with a special focus on vulnerable tribal region of Eastern Ghats hard rock terrain, Southern India. Arabian Journal of Geosciences, 12(8): 1-16.

Saleem, M., Hussain, A. and Mahmood, G. (2016) Analysis of groundwater quality using water quality index: A case study of greater Noida (Region), Uttar Pradesh (UP), India. Cogent Engineering, 3(1): 1237927.

Solangi, G.S., Siyal, A.A., Babar, M.M. and Siyal, P. (2019) Groundwater quality evaluation using the water quality index (WQI), the synthetic

pollution index (SPI), and geospatial tools: a case study of Sujawal district, Pakistan. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal, 26(6): 1-21. Retrieved from https://doi.org/10.1080/10807039.10802019.11588099

Verma, P., Singh, P.K., Sinha, R.R. and Tiwari, A.K. (2020) Assessment of groundwater quality status by using water quality index (WQI) and geographic information system (GIS) approaches: A case study of the Bokaro district, India. Applied Water Science, 10(1): 1-16.

Groundwater quality assessment of Dehroud and Tang Eram regions of Dashtestan using water quality index (WQI)

Mahdieh Eidi[1] and Fazel Amiri[2*]

1) Master Graduate, Department of Environment, Branch Bushehr, Islamic Azad University, Bushehr, Iran.
2) Associate Professor, Department of Natural Resources and Environment, Branch Bushehr, Islamic Azad University, Bushehr, Iran. *Corresponding Author Email Address: famiri@iaubushehr.ac.ir

Date of Submission: 2022/02/04 Date of Acceptance: 2022/04/16

Abstract

Groundwater quality assessment can be very important in managing these resources and planning for the future. This research aims to monitor the groundwater quality of the Dehroud-Tange Eram plain in Bushehr province in southern Iran using the water quality index (WQI). For this purpose, 10 groundwater sources in the plain were selected and their water quality traits were measured from the years 2013 to 2020 in two seasons, dry and wet. The water quality index was calculated using pH, TDS, total hardness, nitrate, sulfate, bicarbonate, chloride, calcium, sodium, potassium and magnesium. The results of the study showed that the best water quality index with an average of 142 was belong to well number 5 (close to Tange Eram village) and the worst water quality index with an average of 789 was belonged to well number 10 (near Dehroud village). A comparison of zoning maps drawn using the Kriging method showed that the wells near Tange Eram had better quality and the quality of the groundwater was decreased by moving towards the village of Dehroud in the southeast of the aquifer.

Keywords: Dehroud-Tange Eram, Groundwaters, Kriging, Zoning, Water quality index (WQI).