

بررسی وضعیت هیدروژئوشیمیایی آب آشامیدنی شهر دره شهر و تعیین کیفیت آن برای مصارف مختلف

عیسی سلگی^{۱*}، تارخ خدادادی^۲، اصغر استرش^۳

^۱ گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
^۲ گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران و کارشناس ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز بهداشت شهرستان دره شهر، دانشگاه علوم پزشکی ایلام
^۳ کارشناس ارشد مهندسی آب و فاضلاب، شرکت آب و فاضلاب شهری استان ایلام

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۶/۵/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۲

چکیده

زمینه و هدف: امروزه توجه به کیفیت آب‌های زیرزمینی و روند تغییرات آن برای مصارف مختلف شرب و کشاورزی و سلامت عمومی بسیار حائز اهمیت است. آب کافی و با کیفیت مطلوب برای این مصارف ضروری است. هدف از این مطالعه بررسی فراسنج‌های فیزیکی و شیمیایی منبع آب شهر دره شهر و مقایسه آن با استانداردهای ملی و بین‌المللی و تحلیل آن با استفاده از نرم افزارهای مربوطه جهت مصارف مختلف تعیین گردید. **مواد و روش‌ها:** برای انجام این مطالعه تعداد ۲۱ نمونه آب از ۷ ایستگاه مختلف شهر دره شهر برداشت و کلیه فراسنج‌ها طبق روش استاندارد متد ۲۰۰۵ و به صورت دستگامی و تیترومتری آنالیز گردید. جهت تحلیل نتایج از روش‌های آمار توصیفی، نمودارهای پایپر، شولر، ویلکوکس و آزمون‌های آماری استفاده شد. **یافته‌ها:** میانگین کدورت، هدایت الکتریکی، کل جامدات محلول و سختی کل به ترتیب ۱/۴ NTU، ۴۳۸ μmhos/cm، ۲۷۷ mg/l و ۱۱۴ mg CaCO₃/l و میانگین نیترات، نیتریت، سولفات، کلرور، فلوراید، کلسیم، منیزیم، سدیم، آهن و منگنز به ترتیب ۴/۷ mg/l، صفر، ۳۱ mg/l، ۴/۴ mg/l، ۰/۳ mg/l، ۶۲/۷ mg/l، ۱۲/۷۶ mg/l، ۴/۴ mg/l، ۰/۳ mg/l و ۰/۰۳ میلی گرم در لیتر بودند. **نتیجه گیری:** کلیه ی فراسنج‌های فیزیکی- شیمیایی مورد بررسی در محدوده استاندارد ۱۰۵۳ آب ایران، استاندارد آب شرب سازمان بهداشت جهانی و سایر استانداردهای بین‌المللی بودند. نمودار شولر، آب دره شهر را از نظر شرب جزء آب‌های خوب و نمودار ویلکوکس، آب دره شهر را از نظر کشاورزی جزء آب‌های کمی شور (C₂S₁) و تقریباً مناسب برای اهداف کشاورزی معرفی نمودند.

کلمات کلیدی: کیفیت آب، دره شهر، فراسنج‌های فیزیکی- شیمیایی آب، آب زیرزمینی

مقدمه

آب های زیرزمینی از دو جنبه کمی و کیفی قابل بررسی می باشند. در کشورهای در حال توسعه و جهان سوم، بیشترین توجه به یافتن سفره های آب زیرزمینی مناسب جهت تأمین آب مورد نیاز شرب، کشاورزی و صنعت معطوف گردیده است. این در حالی است که کمتر به حفظ کیفی آبخوانها توجه می شود.^{۱-۴} آبی را که می خواهیم به عنوان آب آشامیدنی استفاده نماییم، بایستی مطابق با استانداردهای موجود باشد، که از طرف سازمان های معتبر ملی یا جهانی ارایه می شود.^۵ هدف اصلی بررسی های کیفی آب آشامیدنی، حفظ بهداشت عمومی و سلامت مصرف کنندگان است.^۶ آب آشامیدنی حاوی سولفات خیلی زیاد (۲۰۰۰ ppm) و کلرور (۱۰۰ ppm) یا کربنات کلسیم (۳۰۰ ppm) در اکثر مردم باعث سوء هاضمه می شود. مواد معدنی بالا می تواند باعث اسهال شدید شود.^۷ نتایج مطالعات FAO نشان داده است که در ۹۳ کشور جهان آب از عدم پایداری برخوردار است بدان معنی که استفاده از آب بیش از مقدار جایگزین شده در منابع است و ایران که حدود ۹۵ درصد از خاکش در منطقه خشک و نیمه خشک قرار دارد، در زمره این مناطق است.^۸ برای حفاظت از سلامت افراد و بهداشت جامعه، آبی که در اختیار مصرف کننده قرار می گیرد بایستی مطابق با استانداردهای ملی و بین المللی باشد. از جمله امراض ناشی از مصرف آب آلوده می توان به بیماری مت هموگلوبین اشاره نمود که در نتیجه آشامیدن آب حاوی نیترات بالا (با خاصیت سرطان زایی) در نوزادان زیر شش ماه ایجاد می شود. تحقیقات نشان می دهد که آلودگی آب های زیرزمینی و سطحی به نیترات در بسیاری از مناطق دنیا بصورت مشکل جدی مطرح می باشد.^{۹، ۱۰}

ترکیب شیمیایی منابع آب زیرزمینی تابعی پیچیده از متغیرهای فراوانی از جمله شرایط هیدروژئولوژیکی، تکامل هیدروشیمیایی آب در جهت حرکت آن در مخزن، شرایط و ساختارهای زمین شناسی منطقه، تبخیر از سطح ایستابی و

فعالیت های انسانی در منطقه است. بنابراین کیفیت آب زیرزمینی به طور عمده توسط دو عامل طبیعی و انسانی تحت تأثیر قرار می گیرد.^{۱۱}

مطالعات زیادی در مورد آلودگی آب های زیرزمینی در مناطق مختلفی از جهان ارایه شده است، از جمله می توان به Aksoy و Scheytt^{۱۲}، Gunduz و همکاران^{۱۳}، Park و همکاران^{۱۴}، Reddy و همکاران^{۱۵} و Chen و همکاران^{۱۶} اشاره کرد.

نتایج مطالعه روی تفسیر فراسنج های کیفیت آب آشامیدنی برای روستاهای سانگانر هندوستان توسط Yashbir با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری چند متغیره در سال ۲۰۱۰ نشان داد که کیفیت این آب ها به سمت شرایط نامناسب پیش می روند و اکثراً به مقدار بالاتر از حد مجاز فلوراید، نیترات و قلیائیت ناشی از منابع آلاینده های مصنوعی و آلی آلوده هستند.^{۱۷}

نتایج آنالیز کیفیت آب آشامیدنی در مناطق روستایی و حوالی شهر تیان آن در چین توسط Wu-yuan Jia و همکارانش در دو فصل پرباران و کم باران نشان داد که آب های موجود در این ناحیه به مقدار کمی آلوده شده اند و مقدار آهن، نیتروژن آمونیاکی و کل کلی فرمها بیشتر از حد استاندارد تعیین شده است.^{۱۸}

همچنین نتایج ارزیابی کیفیت آب آشامیدنی در جنوب سند توسط Memon و همکارانش نشان داد که هر چهار نمونه برداشت شده از قسمت های مختلف بدنه آبی، دارای میزان کدورت بالا همراه با کلی فرم و نمک های محلول می باشند. علاوه بر این آب زیرزمینی این مناطق به شدت با سختی، جامدات محلول، قلیائیت و سدیم آلوده است. بنابراین شیوع بیماری های اسهال و استفراغ، کلیه، پوست و غیره؛ ممکن است با کیفیت پایین آب موجود در منطقه ارتباط داشته باشد.^{۱۹}

در مطالعه پور مقدس مشخص شد که به طور کلی آب های زیرزمینی شهرستان لنجان اصفهان جزء آب های بسیار سخت محسوب می گردند.^{۲۰} دیندارلو و همکاران در ارزیابی کیفیت

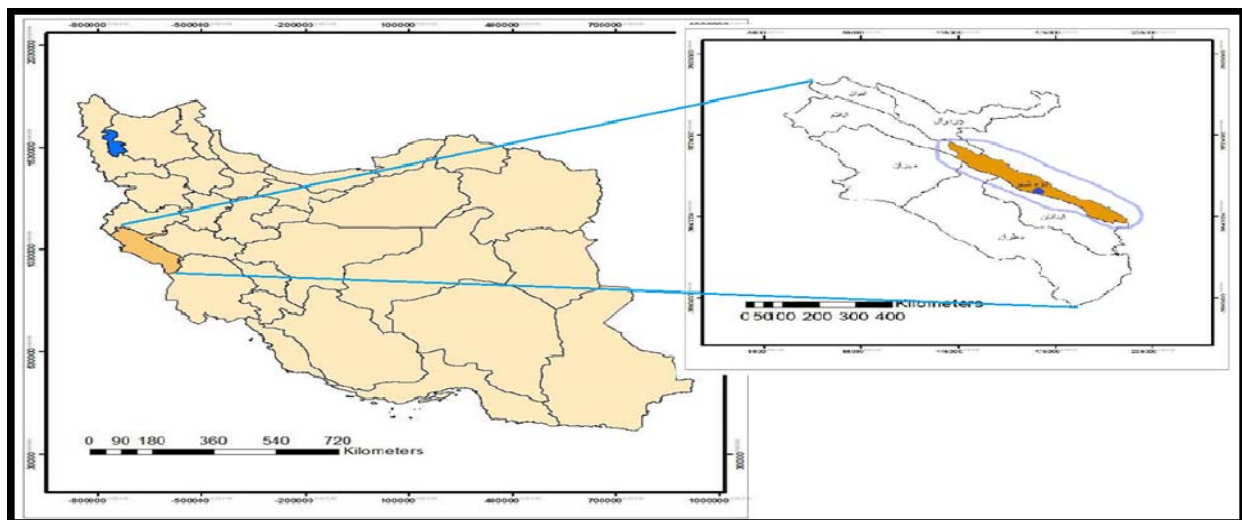
وضعیت هیدروژئوشیمیایی منبع آب شهر دره شهر و کیفیت آن برای مصارف مختلف انجام نشده است، بنابراین هدف این مطالعه انجام آزمایشات شیمیایی و تحلیل نتایج آنها در جهت تعیین کیفیت آب مربوطه برای مصارف مختلف می‌باشد.

مواد و روش‌ها

ناحیه مورد مطالعه

شهرستان دره شهر به وسعت ۱۴۳۵ کیلومتر مربع در موقعیت جغرافیایی ۳۳ و ۱۱ درجه تا ۳۳ و ۴۹ درجه عرض شمالی ۴۷ و ۱۴ درجه تا ۴۷ و ۴۸ درجه طول خاوری واقع گردیده است. شهرستان دره شهر با قدمتی بیش از ۲۰۰۰ سال در ۱۴۰ کیلومتری جنوب شرقی شهر ایلام و ۱۷۰ کیلومتری جنوب غربی شهر خرم آباد در مسیر جاده پلدختر - ایلام قرار دارد. ارتفاع این شهر از سطح دریا ۱۱۵۰ متر می‌باشد. شهرستان دره شهر ۴۶۴۱۳ نفر جمعیت دارد که از این میزان ۲۳۰۳۶ نفر جمعیت شهری و ۲۳۳۷۷ نفر جمعیت روستایی می‌باشد. تعداد کل خانوارها در شهرستان دره شهر ۱۰۶۸۰ می‌باشد که از این تعداد ۵۰۷۷ خانوار شهری و ۵۶۰۳ خانوار روستایی می‌باشند (شکل ۱).^{۲۴}

شیمیایی آب شرب بندرعباس به این نتیجه رسیدند که میزان EC، TDS، سولفات، کلرور، سدیم و سختی کل در منابع زیرزمینی از حداکثر مجاز و میزان نیتريت و کلسیم از حد مطلوب فراتر می‌باشد.^{۲۱} صادقی و روح الهی در ارزیابی شاخص های فیزیکی - شیمیایی آب شرب شهر اردبیل بیان کردند که سولفات در ۹ درصد از نمونه ها، سختی کل در ۴۱ درصد و فسفات در ۷۱ درصد از نمونه‌ها بیشتر از حد مجاز و فلئور در ۵۷ درصد از نمونه‌ها کمتر از حداقل مجاز می‌باشد.^{۲۲} محمدی و همکاران در آنالیز فیزیکی و شیمیایی منابع آب‌های زیرزمینی قابل شرب در مناطق روستایی بابل نشان دادند که مقدار فراسنج‌های نیتريت، نترات، سولفات، کلرور، سدیم، هدایت الکتریکی و pH نواحی مورد نظر در محدوده استاندارد بوده اند؛ ولی میزان کدورت، سختی کل و آهن در ۷/۷، ۵/۱۳ و ۲۰/۵ درصد موارد به ترتیب بیشتر از حد استاندارد می‌باشند. همچنین غلظت فلوراید در محدوده ۰/۰۲ تا ۱/۱۳ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شدند. علاوه بر آن بر اساس طبقه بندی شولر فراسنج‌های کیفی منابع آب مورد مطالعه از نظر قابلیت شرب در وضعیت متوسط تا خوب قرار داشتند.^{۲۳} از آنجائی که تا کنون هیچ مطالعه ای بر روی



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه

همچنین بررسی آنیون‌ها و کاتیون‌های فلوئور، نیترات، سولفات و... با دستگاه اسپکتروفتومتر HACH مدل DR 2000 در آزمایشگاه انجام گردید.

بعد از آزمایش نمونه‌ها؛ برای پی بردن به وضعیت هیدروژئوشیمیایی آب زیرزمینی مورد مطالعه از برنامه‌های نرم افزار EXCEL، IBM SPSS Statistics 23 و نرم افزار (تحلیل کیفیت آب - Chemistry) اقدام به توصیف و تجزیه و تحلیل داده‌ها شد. بدین صورت که برای توصیف داده‌ها، از دستورالعمل‌های توصیفی مانند Descriptive استفاده شد. همچنین جهت نرمال بودن یا غیر نرمال بودن اطلاعات از آزمون کلموگروف-اسمیرنوف استفاده گردید. و بعد از آن، داده‌های نرمال را با استفاده از آزمون‌های پارامتریک One Sample T-Test و Independent-Sample T-Test و داده‌های غیرنرمال را با استفاده از آزمونهای ناپارامتریک 1-Sample K-S و 2-Independent-Sample Test آزمون شدند.

نمودارهای پایپر، شولر، ویلکوکس و دیگر معرف‌های مطالعاتی لازم برای آنالیز کیفی در دوره مورد مطالعه ترسیم و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. دیاگرام شولر برای بررسی قابلیت شرب آب ترسیم شد. دیاگرام شولر براساس اصلاح و یون‌های مورد نیاز بدن، براساس استانداردهای پیشنهادی مراکز علمی- پژوهشی جهان تنظیم شده است.^{۲۶ و ۲۷}

از نمودار ویلکوکس برای بررسی وضعیت آب از نظر کشاورزی استفاده گردید.^{۲۸} همچنین یکی از شاخص‌های کیفیت آب آشامیدنی، سختی آن میباشد که برمبنای کربنات کلسیم مورد سنجش قرار میگیرد. وضعیت کیفی آب مورد مطالعه با توجه به نمودار ویلکوکس و سختی آن تحلیل و بحث گردید.

یکی از روشهای متداول در تعیین تیپ (رخساره هیدروشیمی) آب، استفاده از نمودار پایپر می باشد.^{۲۹} بر اساس نمودار پایپر ۸ رخساره شیمیایی قابل تشخیص است. این ۸ رخساره می توانند در ۳ نوع (تیپ) اصلی قرار گیرند که

منبع آب تحت پوشش شهری درّه شهر از چشمه بهسازی شده ی واقع در سراب شهر درّه شهر در جنوب و بالادست این شهر واقع در دامنه ی کبیرکوه از سلسه کوههای زاگرس تامین می‌شود. جنس لوله های شبکه توزیع گالوانیزه، پلی اتیلن و آزیست می باشد. شبکه توزیع با توجه به منطقه و نوسازی برخی از مناطق شهر بین ۱۰ سال تا ۲۰ سال قدمت دارد.

آزمایش و تحلیل نمونه‌ها

این مطالعه از نوع توصیفی- تحلیلی و با بررسی مقطعی (Cross-Sectional) بوده است. طول این دوره از ابتدای مهرماه تا پایان آذرماه سال ۱۳۹۴ و به مدت سه ماه به طول انجامید. به علت عدم وجود اطلاعات معتبر در خصوص تعیین تعداد نمونه‌های فیزیکوشیمیایی، براساس یک پیش آزمون انجام شده و بررسی فراسنج‌های نیترات، کلرور، سولفات و کل مواد جامد محلول و با بررسی آماری انجام شده، در مجموع تعداد ۲۱ نمونه برآورد گردید که در هرماه ۷ نمونه جمع آوری و مورد آنالیز فیزیکوشیمیایی قرار گرفت. نمونه‌های آب در بطری‌های پلی اتیلن تمیز، استریل و محکم بسته شدند. روش‌های استاندارد کیفیت بر اساس کتاب استاندارد متد ۲۰۰۵ برای نمونه گیری، آماده سازی، حفظ، ذخیره سازی و تجزیه و تحلیل نمونه‌های جمع آوری شده استفاده شد.^{۲۵}

فراسنج‌های EC, TDS, pH و دما توسط دستگاه مولتی متر (با نشان HACH Sension5) در محل نمونه گیری اندازه گیری شدند و بقیه آزمایشات در دو دسته کلی دستگاهی و تیترومتری انجام شد. آزمایش‌های سختی موقت و دائم، کلسیم، منیزیم و کلرور به روش تیترومتری و آزمایش‌های، کدورت (با دستگاه کدورت سنج مدل HACH 50161/co150 با نشان HACH P2100 ساخت کشور آمریکا با دقت ۰/۰۱) به روش دستگاهی مورد آنالیز قرار گرفت.

یافته‌ها

میانگین کدورت $1/4$ NTU و هدایت الکتریکی μ 438 mhos/cm، کل جامدات محلول 277 mg/l، سختی کل 114 mg/l $CaCO_3$ ، نیترات و نیتریت به ترتیب $4/7$ و صفر میلی گرم در لیتر، سولفات 31 و کلرور $4/4$ mg/l، فلوراید و کلسیم و منیزیم به ترتیب $0/3$ ، $62/7$ و $12/76$ میلی گرم در لیتر، سدیم، آهن و منگنز به ترتیب $4/4$ ، $0/03$ و $0/03$ میلی گرم در لیتر گزارش شد (جدول شماره ۱).
مقایسه مقادیر فراسنج‌ها در آب شرب شهر دره شهر با استانداردهای ملی ایران (۱۰۵۳) ^{۳۰}، سازمان جهانی بهداشت (WHO) ^{۳۱}، ایالات متحده (USEPA) ^{۳۲}، کانادا ^{۳۳} و اتحادیه اروپا (EU) ^{۳۴} در جدول شماره ۱ و شکل شماره ۲ گزارش شده است.

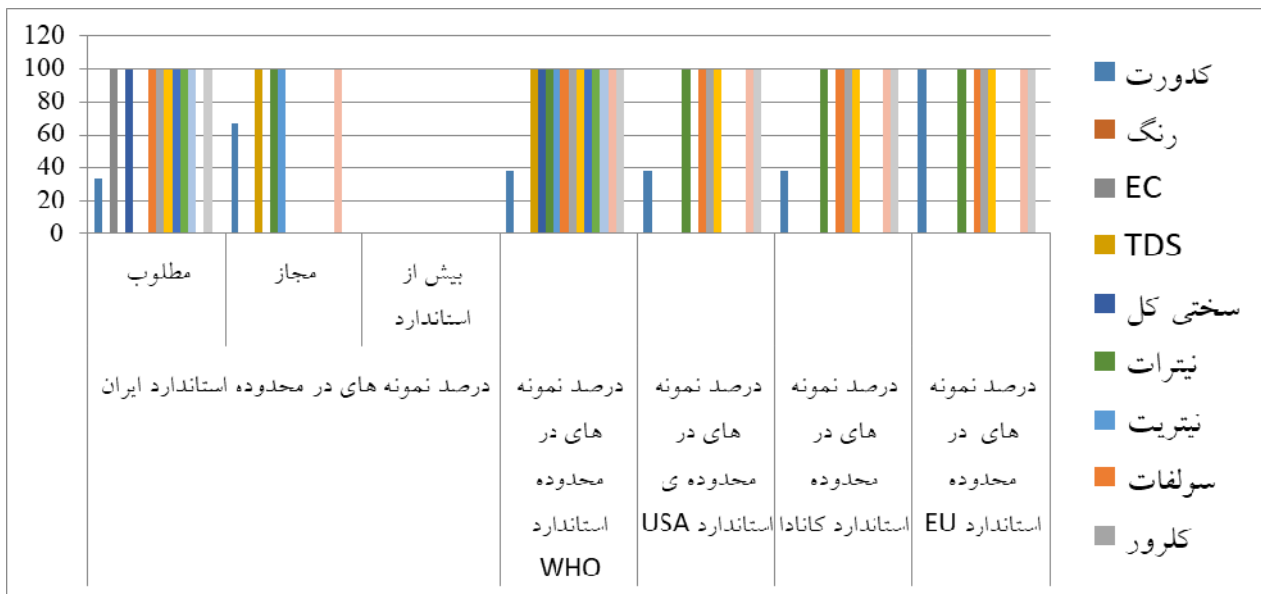
عبارتند از آبهای شیرین، آبهای شور مزه، آبهای ترکیبی. با توجه به نمودار مربوطه وضعیت رخساره شیمیایی آب مورد تحلیل قرار گرفت.

مهم‌ترین معیارهای کیفی در طبقه بندی آب از نظر کشاورزی، شوری و مقدار سدیم موجود در آن می باشد زیرا این دو نه تنها بر رشد گیاه موثرند، بلکه در جهت مناسب آب را از نظر آبیاری و تأثیر آن بر نفوذپذیری خاک مشخص می‌سازند. شوری با معیارهای هدایت الکتریکی (EC) و سدیم با یکی از معیارهای نسبت جذب سدیم (SAR) یا درصد سدیم محلول (SSP) یا درصد سدیم قابل تبادل (ESP) و یا بیکربنات سدیم باقیمانده (RSC) سنجیده می‌شود. استانداردهای از پیش تعیین شده آب شرب در کشورهای مختلف، بسته به شرایط اقتصادی، اقلیمی، غذایی و جغرافیایی با هم متفاوت است. لذا مقایسه‌ای بین وضعیت کیفی آب موجود با استانداردهای چند کشور نیز انجام گرفت.

جدول ۱: خلاصه‌ای از تجزیه و تحلیل آماری ترکیب فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های آب آشامیدنی شهر دره شهر

فراسنج	حداقل	حداکثر	میانگین	استاندارد ملی ایران (۱۰۵۳)		استاندارد سازمان بهداشت جهانی	USA	کانادا	اتحادیه اروپا
				حداکثر مجاز	حداکثر مطلوب				
pH	۷/۶	۷/۷	۷/۶۶	۶/۵-۹	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸/۵	۶/۵-۸	۶/۵-۸	۶/۲-۸/۵
کدورت	۰/۲۸	۲/۵	۱/۴	۵	<۱	۱	۰/۵-۱	۱	۱-۱۰
رنگ	۰	۰	۰	-	-	-	-	-	-
EC (هدایت الکتریکی)	۴۰۷	۴۷۵	۴۳۸	۲۰۰۰	۱۵۰۰	-	-	-	-
TDS (کل جامدات محلول)	۲۶۲	۳۰۰	۲۷۷	۱۵۰۰	۱۰۰	۵۰۰	-	-	-
سختی کل	۱۰۴	۱۲۷	۱۱۴	۵۰۰	۳۰۰	۲۰۰	-	-	-
نیترات	۲/۳	۸	۴/۷	۵۰	-	۱۰ (N)	۴۵	۴۵	۵۰
نیتریت	۰	۰	۰	۳	-	<۰/۱	-	-	-
سولفات	۲۲	۳۶	۳۱	۴۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۳۵۰
کلرور	۲/۶	۵/۱	۴/۴	۴۰۰	۲۵۰	۲۰۰	۲۵۰	۲۵۰	۲۵۰
فلوراید	۰/۲۴	۰/۳۸	۰/۳	۱/۵	۰/۵	۲	۲	۱/۵	۱/۵
کلسیم	۵۵	۶۹/۲	۶۲/۷	۴۰۰	۳۰۰	۷۵	-	-	-
منیزیم	۹/۷۳	۱۴/۱	۱۲/۷۶	۱۵۰	۳۰	۵۰	-	-	-
سدیم	۳	۵/۵	۴/۴	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	-	-	-
آهن	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۳	-	۰/۱	۰/۳	۰/۳	۰/۲
منگنز	۰/۰۰۱	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۱	۰/۱	۰/۳	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۵

واحد همه ی فراسنج‌ها بر حسب mg/l است بجز pH، کدورت (NTU)، رنگ (TCU) و EC (μ mhos/cm)



شکل ۲: وضعیت درصد انطباق فراسنج‌های نمونه‌های شهر دره شهر در مقایسه با استانداردهای ملی و بین‌المللی

طبقه بندی شولر وضعیت فراسنج‌های فیزیکوشیمیایی؛ آب منطقه از نظر قابلیت شرب مورد بررسی قرار گرفت (جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳). در جدول شماره ۲ و شکل شماره ۳ به ترتیب نمودار استاندارد شولر برای آب شرب و آب مورد مطالعه تعیین و رسم شده است.

کیفیت آب برای مصارف مختلف

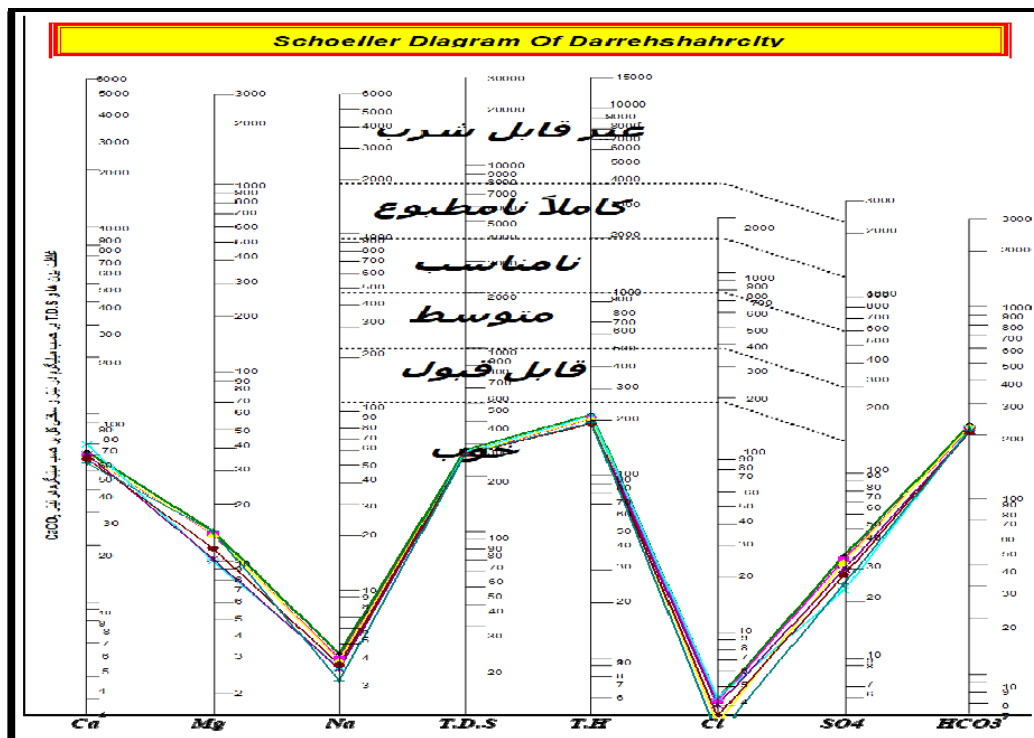
تعیین کیفیت آب برای مصارف شرب

دیاگرام شولر یکی از روش‌های تعیین کیفیت آب می‌باشد.^{۳۵} در دیاگرام شولر حدود فاکتورهای مختلفی از آب شرب طبقه بندی شده است. که بر این اساس می‌توان کیفیت آب منطقه را مورد قضاوت قرار داد. در مطالعه حاضر بر اساس

جدول ۲: وضعیت فراسنج‌های مورد استفاده در دیاگرام Schoeller در منبع آب شرب مورد مطالعه

طبقه بندی آب	pH	کلسیم	منیزیم	سدیم	TDS	سختی کل	کلراید	سولفات	بیکربنات
خوب (درصد)	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
قابل قبول (درصد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
متوسط (درصد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
نامناسب (درصد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
کاملاً نامطبوع (درصد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
غیر قابل شرب (درصد)	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

بررسی وضعیت هیدروژئوشیمیایی آب آشامیدنی شهر دره شهر و تعیین کیفیت آن برای مصارف مختلف



شکل ۳: نمودار شولر آب شرب شهر دره شهر

جدول ۳: وضعیت ارتباط فراسنج‌ها با اعداد استاندارد در آب مورد مطالعه

فراسنج	استاندارد ایران	P value	استاندارد USA	P value	استاندارد WHO	P value	کانادا	P value	اتحادیه اروپا	P value
سختی کل	۲۰۰	۰/۳۵۴	-	-	-	-	-	-	-	-
رنگ	۱۵	۰/۰۰	۱۵	۰/۰۰	۱۵	۰/۰۰	۱۵	۰/۰۰	۲۰	۰/۰۰
بو	۲	۰/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
فلوئور	۱/۸	۰/۰۰	۲	۰/۰۰	۱/۵	۰/۰۰	۱/۵	۰/۰۰	۱/۵	۰/۰۰
رنج پایین	۰/۷	۰/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
سولفات	۲۵۰	۰/۰۰	۴۰۰	۰/۰۰	۲۵۰	۰/۰۰	۵۰۰	۰/۰۰	۳۵۰	۰/۰۰
آهن	۰/۳	۰/۰۰	۰/۳	۰/۰۰	۰/۳	۰/۰۰	۰/۳	۰/۰۰	۰/۲	۰/۰۰
کدورت	۵	۰/۰۰	۱	۰/۰۲۷	۵	۰/۰۰	۱	۰/۰۲۷	۱۰	۰/۰۰
رنج پایین	۱	۰/۰۲۷	۰/۵	۰/۰۰	-	-	-	-	۱	۰/۰۲۷
pH	۸/۵	۰/۰۰	۸	۰/۰۰	۸	۰/۰۰	۸	۰/۰۰	۸/۵	۰/۰۰
رنج پایین	۶/۵	۰/۰۰	۶/۵	۰/۰۰	۷/۵	۰/۰۰	۶/۵	۰/۰۰	۶/۲	۰/۰۰
کلسیم	۳۰۰	۰/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
کلور	۴۰۰	۰/۰۰	۲۵۰	۰/۰۰	۲۵۰	۰/۰۰	۲۵۰	۰/۰۰	۲۵۰	۰/۰۰
TDS	۱۰۰۰	۰/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
EC	< ۳۳۳	۰/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
رنج پایین	< ۶۶۶	۰/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
رنج بالا	۱۲	۰/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
پتاسیم	۲۰۰	۰/۰۰	-	-	-	-	-	-	-	-
سدیم	۲۰۰	۰/۰۰	-	-	-	-	< ۲۰۰	۰/۰۰	-	-

جدول ۴: کیفیت آب براساس SAR و EC برای مصارف کشاورزی

ردیف	کد محل نمونه برداری	SAR	EC	کلاس آب	کیفیت آب برای کشاورزی
۱	w1	۰/۱۲	۴۱۳	C2-S1	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
۲	w2	۰/۱۲	۴۱۰	C2-S1	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
۳	w3	۰/۱۳	۴۴۵	C2-S1	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
۴	w4	۰/۱۱	۴۳۶	C2-S1	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
۵	w5	۰/۱۱	۴۱۰	C2-S1	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
۶	w6	۰/۱۲	۴۱۰	C2-S1	کمی شور - مناسب برای کشاورزی
۷	w7	۰/۰۹	۴۱۱	C2-S1	کمی شور - مناسب برای کشاورزی

می دهد.

تعیین کیفیت آب برای مصارف کشاورزی

EC و SAR

نمودار ویلکوکس

در مصارف کشاورزی تاکید بر آب با میزان SAR کم می باشد، زیرا به ازای مقدار معینی از کاتیون سدیم، افزایش کاتیون های کلسیم و منیزیم آب منجر به قابلیت جذب سدیم به وسیله ی خاک شده و در نتیجه زیان آب برای گیاه کمتر میشود. اما سدیم به تنهایی نمی تواند معیار کیفی آب به لحاظ کشاورزی مورد استفاده قرار گیرد، و روال این است که تأثیر آن در ارتباط با شوری کل آب در نظر گرفته شود؛ لذا، روش طبقه بندی ویلکوکس و استفاده از نمودار آن کاربردی ترین روش برای طبقه بندی آب از نظر کشاورزی در مطالعات آبشناسی است.^{۳۷} برای بررسی کیفیت آب چشمه سراب دره شهر، نمودار ویلکوکس و جدول طبقه بندی کیفی نمونه های آب در هر ۷ ایستگاه نمونه برداری منطقه ی مورد مطالعه ترسیم گردیدند (جدول ۴ و ۵ و شکل ۴). از نظر رده بندی ویلکوکس و با توجه به میزان فراسنج های موثر بر آن آب شهر دره شهر در همه ی نمونه ها جزء سری دوم و کلاس C2S1 قرار دارد و جزء آب های کمی شور و تقریباً برای کشاورزی مناسب است (جدول ۵ و شکل ۴).

از مهمترین کاربردهای آب های زیرزمینی استفاده در کشاورزی می باشد. کیفیت آب برای کشاورزی به فاکتورهایی مانند نوع خاک، بارندگی، وضعیت آب و هوایی و نوع محصول بستگی دارد. مولفه های زیادی برای ارزیابی آب برای کشاورزی وجود دارد از آن جمله عامل هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم (S.A.R)، نمودار ویلکوکس و (Residual Sodium Carbonate) RSC (خطر بیکربنات سدیم باقیمانده) است. هدایت الکتریکی نشان دهنده مجموع املاح محلول در آب و نسبت جذب سدیم به معنی جذب یون سدیم محلول در آب در نتیجه تبادل کاتیونی آب در خاک به ازای افزایش یا کاهش کاتیون های کلسیم و منیزیم بوده که از رابطه زیر بدست می آید:

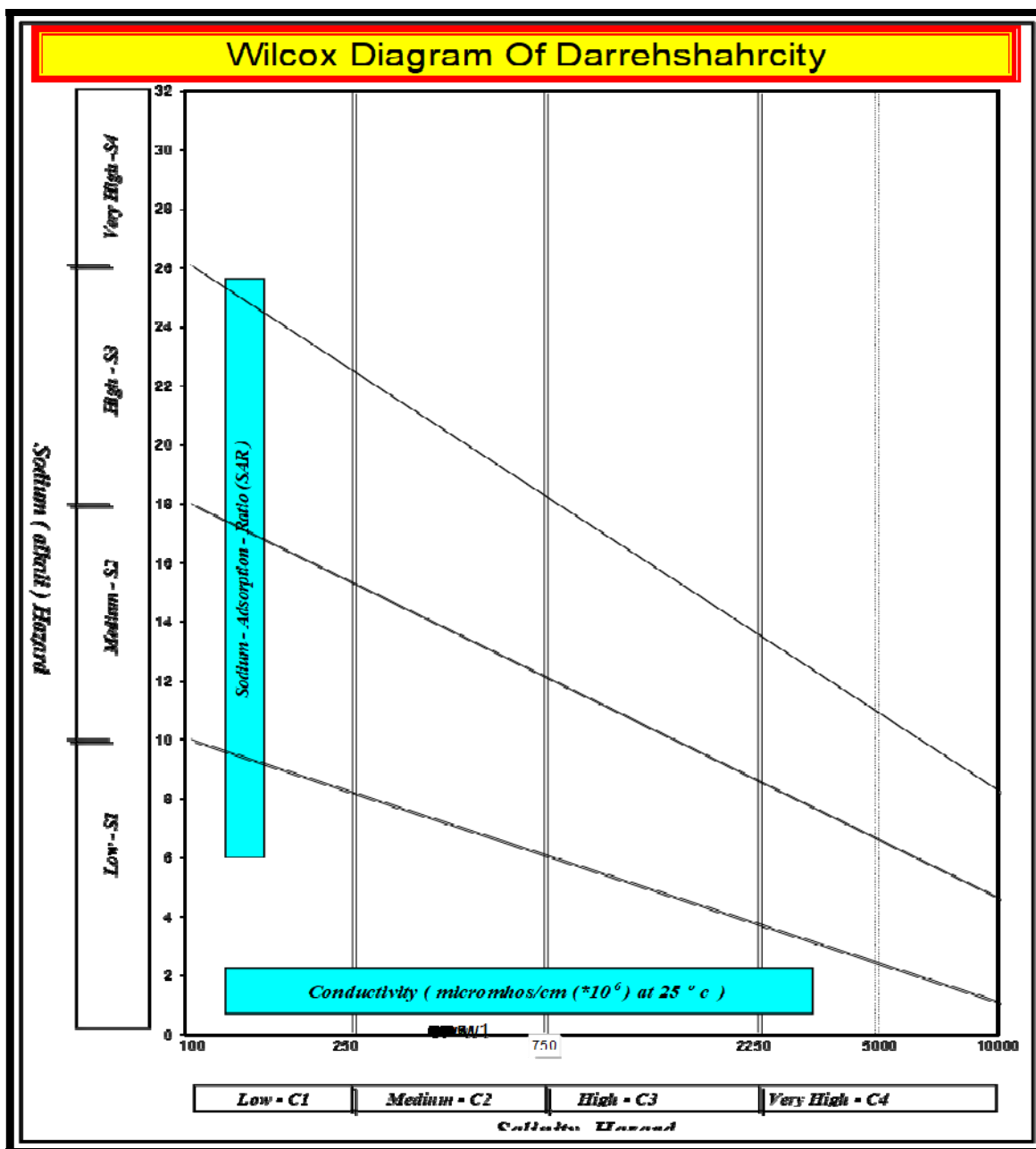
$$SAR = Na / \sqrt{Ca + Mg} / 2 \quad (1)$$

که در آن SAR: نسبت جذب سدیم، Na: غلظت سدیم بر حسب میلی اکوی والان بر لیتر، Ca: غلظت کلسیم بر حسب میلی اکوی والان بر لیتر و Mg: غلظت منیزیم بر حسب میلی اکوی والان بر لیتر می باشد.^{۳۶} جدول شماره ۵ وضعیت کیفی آب مطالعه شده را از نظر هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (S.A.R) و کلاس آب برای مصارف کشاورزی نشان

بررسی وضعیت هیدروژئوشیمیایی آب آشامیدنی شهر دره شهر و تعیین کیفیت آن برای مصارف مختلف

جدول ۵: درصد هر یک از کلاس های طبقه بندی ویلکوکس برای مصارف کشاورزی در کل محدوده

C ₄				C ₃				C ₂				C ₁			
S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁	S ₄	S ₃	S ₂	S ₁
.	۱۰۰



شکل ۵: نمودار ویلکوکس آب چشمه سراب دره شهر

جدول ۶: کیفیت آب براساس SAR, Na, % و RSC برای مصارف کشاورزی

کیفیت بر اساس RSC	RSC	کیفیت بر اساس %Na	%Na	SAR	کد محل نمونه برداری
مناسب	-۰/۴۵	عالی	۴/۰۲	۰/۱۲	W1
مناسب	-۰/۵۲	عالی	۴/۱۴	۰/۱۲	W2
مناسب	-۰/۵۷	عالی	۴/۱۸	۰/۱۳	W3
مناسب	-۰/۶۶	عالی	۳/۵۹	۰/۱۱	W4
مناسب	-۰/۴۳	عالی	۳/۸۷	۰/۱۱	W5
مناسب	-۰/۴۱	عالی	۴/۱۳	۰/۱۲	W6
مناسب	-۰/۳۹	عالی	۳/۳	۰/۰۹	W7

تعیین کیفی آب در مصارف صنعتی

با توجه به اینکه در طبقه بندی مصارف صنعتی آب؛ شوری، درجه سختی و محیط واکنش آن بسیار حائز اهمیت است و اینکه آب های سنگین با رسوب گذاری و بستن مجاری هدایت آب، اثر مهمی در کاهش بازده حرارتی دستگاه های گرم کننده و شبکه های حرارتی دارند. همچنین قلیائیت زیاد آب در دستگاه های حرارتی تحت فشار زیاد، سبب انحلال قشر محافظ اکسید آهن و از طرف دیگر کف کردن آب می شود، آب چشمه دره شهر برای مصارف صنعتی و از طریق ضریب اشباع شدگی لانژلیه (Is) مورد ارزیابی قرار گرفت.^{۳۸ و ۳۹}

$$Is = pH - pHS \quad (۳)$$

که در آن pH مقدار اسیدیته آب در محل و pHS مقدار pH در حالت اشباع است و به عنوان شاخص اشباع از رابطه ذیل محاسبه می شود:

$$pHS = C + PCa + palk \quad (۴)$$

در این رابطه C تابع دما و TDS و PCa لگاریتم منفی غلظت یونهای کلسیم و palk لگاریتم منفی آلکالیتی آب است. هرگاه ضریب لانژلیه منفی باشد، آب تمایل به خورندگی دارد، مقدار صفر معرف آب متعادل و اگر مثبت باشد آب تمایل به رسوبگذاری دارد و رسوب می کند.^{۴۰}

RSC

یکی دیگر از معیارهای آب آبیاری خطر بیکربنات سدیم باقیمانده است که با علامت RSC نشان داده می شود. غلظت زیاد بیکربنات در آب می تواند رشد گیاهان را مختل کرده و منجر به رسوب کلسیت، کاهش نفوذپذیری خاک، پایین آوردن نرخ نفوذ و افزایش فرسایش خاک شود. خطر RSC با کاربرد معادله شماره ۲ محاسبه می شود.^{۳۷}

$$RSC = (CO_3 + HCO_3) - (Ca + Mg) \quad (۲)$$

در این معادله، غلظت یونها بر حسب میلی اکی والان بر لیتر می باشد. آبهای دارای مقادیر RSC کمتر از ۱/۲۵ میلی اکی والان بر لیتر برای آبیاری مناسبند، در حالی که آبهای دارای مقادیر RSC بیش از ۲/۵ میلی اکی والان بر لیتر برای آبیاری مناسب نیستند. ماهیت و ترکیب خاکهای سطحی و زیر سطحی، عمق سطح ایستابی، پستی و بلندی، آب و هوا و نوع محصولات کشت شونده می توانند بطور غیرمستقیم روی کیفیت آنها مؤثر باشند، بطوری که در شرایط خاکهای با نفوذپذیری کم، سطح ایستابی کم عمق و پستی و بلندی خشک تمرکز در ریشه گیاه بالا می رود.^{۳۶} مقادیر محاسبه شده خطر بیکربنات منبع آب زیرزمینی چشمه سراب دره شهر در جدول شماره ۶ ارائه گردیده اند.

جدول ۷: طبقه بندی کیفیت آب براساس سختی کل

ردیف	کد محل نمونه برداری	سختی کل	سختی موقت	سختی دائم	کیفیت آب بر اساس سختی کل
۱	w1	۲۰۶/۲۸	۲۰۶/۲۸	۰	سخت
۲	w2	۲۰۵/۳۷	۲۰۵/۳۷	۰	سخت
۳	w3	۲۱۶/۰۸	۲۱۶/۰۸	۰	سخت
۴	w4	۲۱۲/۸۳	۲۱۲/۸۳	۰	سخت
۵	w5	۱۹۴/۴۷	۱۹۴/۴۷	۰	سخت
۶	w6	۱۹۱/۷۴	۱۹۱/۷۴	۰	سخت
۷	w7	۱۹۴/۹۵	۱۹۴/۹۵	۰	سخت

جدول ۸: طبقه بندی کیفیت آب برای مصارف صنعتی

ردیف	کد محل نمونه برداری	قلیائیت بر حسب CaO	Ca (mg/l)	ضریب C	PHs	PH	PH- PHs	کیفیت آب برای مصارف صنعتی
۱	w1	۴/۰۵	۶۰/۲	۱۱/۲۸	۸/۹	۷/۶۷	-۱/۲۳	خورنده
۲	w2	۴/۱۷	۶۰	۱۱/۲۸	۸/۹	۷/۶۸	-۱/۲۲	خورنده
۳	w3	۴/۴۳	۶۳/۳	۱۱/۲۸	۸/۸	۷/۶۷	-۱/۱۳	خورنده
۴	w4	۳/۷۳	۶۹/۲	۱۱/۲۸	۸/۹	۷/۶۴	-۱/۲۶	خورنده
۵	w5	۳/۷	۶۱/۴	۱۱/۲۸	۸/۹	۷/۶۶	-۱/۲۴	خورنده
۶	w6	۳/۸۹	۵۸	۱۱/۲۸	۸/۹	۷/۷	-۱/۲	خورنده
۷	w7	۳/۱۲	۵۵	۱۱/۲۸	۹	۷/۶۹	-۱/۳۱	خورنده

تیپ آب و نمودار پایپر

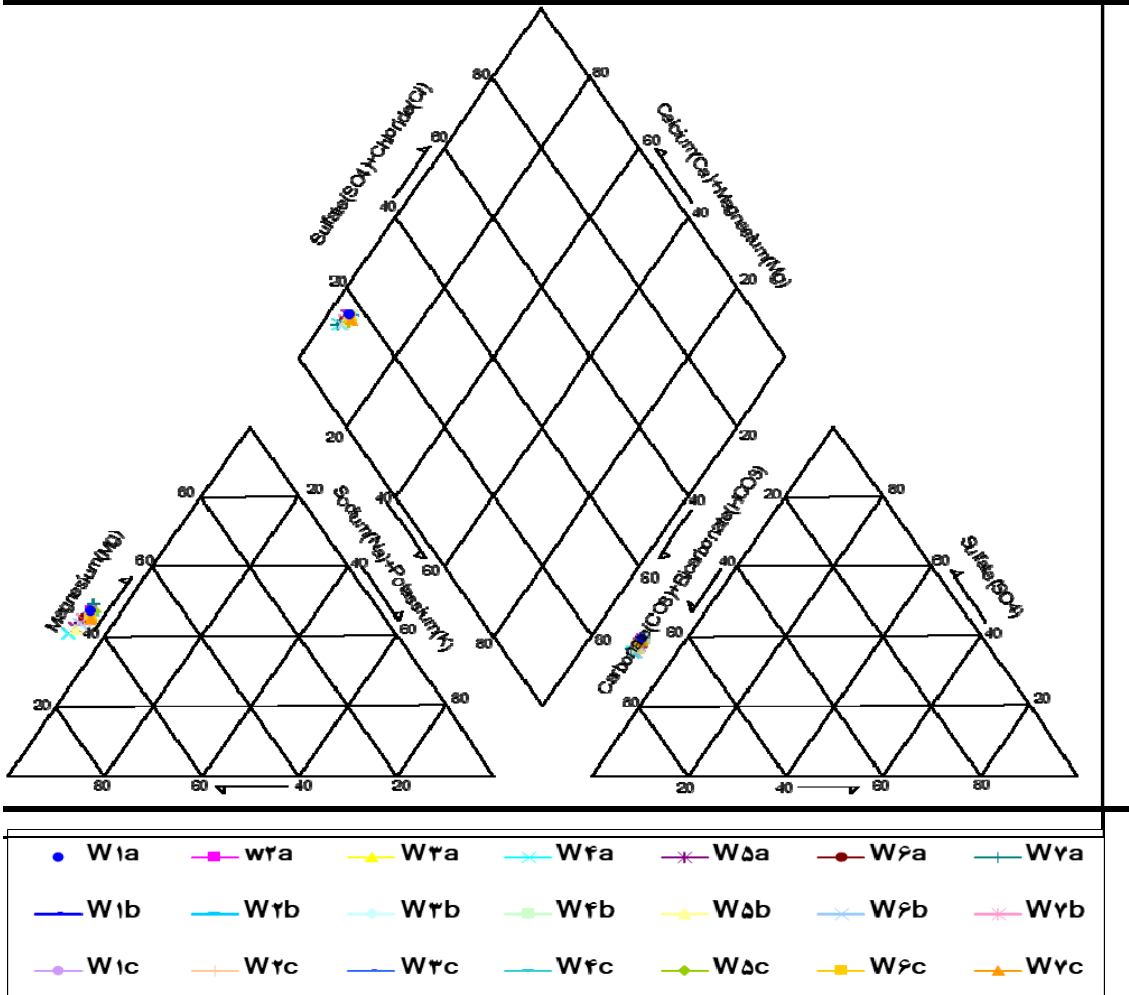
به علت اینکه آنیون‌ها و کاتیون‌های موجود در آب از شاخص‌های مهم تعیین تیپ و رخساره و طبقه بندی توانایی کاربری آب هستند، لذا برای مشخص شدن تیپ و رخساره آب از نمودار پایپر استفاده گردید.^{۴۰} نتایج نشان می‌دهد

(جدول شماره ۱) که میزان EC بین ۴۰۷ تا ۴۷۵ میکروموس بر سانتیمتر متغیر است. همچنین بررسی مقدار آنیون‌ها و کاتیون‌های آب زیرزمینی منطقه حاکی از آن است که شرایط آنیونی و کاتیونی حاکم به صورت $Ca > HCO_3 > SO_4 > Cl$ و $Mg > Na+K$ است (جدول ۹ و شکل ۵).^{۲۸}

جدول ۹: نحوه توسعه تیپ و رخساره

ردیف	کد محل نمونه برداری	غلظت آنیون‌ها	غلظت کاتیون‌ها
۱	w1	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Ca > Mg > Na+K$
۲	w2	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Ca > Mg > Na+K$
۳	w3	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Ca > Mg > Na+K$
۴	w4	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Ca > Mg > Na+K$
۵	w5	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Ca > Mg > Na+K$
۶	w6	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Ca > Mg > Na+K$
۷	w7	$HCO_3 > SO_4 > Cl$	$Ca > Mg > Na+K$

Piper Diagram Of Darrehshahr city



شکل ۵: نمودار پایپر (Piper) از ترکیب شیمیایی تمام نمونه‌های آب دره شهر

جدول ۱۰: جنس سنگ مخزن براساس نسبت‌های معرف

نسبت‌های معرف			جنس سنگ مخزن	Ca/Mg	کد محل نمونه برداری	ردیف
Na/Ca	شاخص غیر تعادلی کلر و آلکان (CAD)					
۰/۰۲	-۱/۰۵		آهک دولومیتی	۲/۶۶	w1	۱
۰/۰۲	-۰/۵۸		آهک دولومیتی	۲/۶۷	w2	۲
۰/۰۶	-۰/۶۴		آهک دولومیتی	۲/۶۹	w3	۳
۰/۰۱	-۰/۳۵		آهک دولومیتی	۴/۲۷	w4	۴
۰/۰۱	-۰/۴۷		آهک دولومیتی	۳/۶۸	w5	۵
۰/۰۲	-۰/۷۸		آهک دولومیتی	۳/۰۵	w6	۶
۰/۰۱	-۰/۸۲		دولومیت آهکی	۲/۳۶	w7	۷

نسبت معرفها

در تعیین جنس سنگ مخزن آبهای زیرزمینی علاوه بر نتایج حاصل از مطالعات زمین شناسی، ژئوفیزیک، حفاری و چاه نگاری؛ می توان از برخی نسبت های معرف ناشی از تحلیل شیمیایی نمونه های آب نیز استفاده کرد. مطابق با جدول شماره ۱۰، برای تعیین درجه خلوص سنگ های آهکی و دولومیتی از نسبت معرف mCa^{2+}/mMg^{2+} استفاده شده است. در این نسبت، (m) مولاریته یونهای مربوطه است. اگر نسبت مولار کلسیم به منیزیم کمتر از ۵ باشد، بیانگر سنگ مخزن دولومیتی و اگر بین ۵ تا ۸ باشد، معرف سنگ مخزن آهکی و نسبت های بزرگتر از ۸ نشانه سنگ آهک خالص و یا وجود ناخالصی اغلب گچی است. در نسبت های کمتر از یک، آب از بی کربنات کلسیم اشباع است که این امر سبب رسوب کربنات کلسیم (تراورتن) در سنگ مخزن دولومیتی می شود.^{۳۹} ارزیابی تغییرات کیفی آب و چگونگی تعویض و تبادل یونی بین آب های زیرزمینی طی حرکت آن در سفره، از جمله دیگر موارد لازم در بررسی وضعیت آب های زیرزمینی است.^{۴۱ و ۴۲} فرآیند تعویض یونی توسط شاخص کلر-آلکالی (قلیائیت) (CAI)^{۲۶} که تبادل یونی بین آب زیرزمینی و محیط اطراف را نشان می دهد محاسبه می شود (جدول ۱۰) در منبع آب مطالعه شده مقدار این نسبت منفی است و بین ۱/۰۵- تا ۰/۳۵- است.

$$CAI-1 = [Cl^-(Na^+ + k^+)] / Cl^- \quad (5)$$

$$CAI-2 = [Cl^-(Na^+ + k^+) / (SO_4^{2-} + HCO_3^- + CO_3^{2-} + NO_3^-)] \quad (6)$$

که در آن تمامی مقادیر بر حسب میلی اکی والان بر لیتر هستند.^{۲۶ و ۲۸}

بحث

ارزیابی فراسنج های شیمیایی آب برای اهداف آشامیدنی

مهمترین یافته این تحقیق این است که میزان عناصر Ca^{2+}

HCO_3^- و SO_4^{2-} ، Cl^- ، TH ، TDS ، Na^+ ، Mg^{2+} سراب دره شهر (جداول ۱ تا ۳ و شکل ۳) در رنج استاندارد ۱۰۵۳ سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، سازمان بهداشت جهانی، ایالت متحده، کانادا و اتحادیه اروپا بوده و جزء آب های شیرین و قابل شرب می باشد.^{۳۰-۳۴} این نتیجه با نتایج مطالعات Fahad N. A، فاطمه فلاح و Ramalho E. C. مبنی بر کیفیت بالای آب از نظر شرب مطابقت دارد.^{۳۳ و ۳۴} نتایج نشان داد که میانگین مطلوبیت کیفیت فیزیکوشیمیایی آب آشامیدنی شهر دره شهر بین ماه های مورد بررسی تفاوت معناداری ندارد. نتایج همچنین نشان داد، بیشترین و کمترین مطلوبیت در ثبات کیفیت فیزیکوشیمیایی در بین فراسنج های مورد بررسی به ترتیب مربوط به فراسنج های pH و کدورت بود. علت تغییرات در میزان کیفیت کدورت در ماه های مختلف می تواند به دلیل ساخت و ساز و تعمیراتی که در بازسازی آبریز چشمه در دوره ی بررسی وضعیت آب در حال انجام بود؛ دانست. درحالی که در طی ماه های دیگر سال عملاً میزان کدورت در مقادیر کمتر از ۱NTU توسط مرکز بهداشت شهرستان گزارش گردیده است.^{۲۴} مهمترین علت عدم تغییرات در مقادیر کاتیونها و آنیونها می تواند به نبود منابع آلاینده طبیعی و انسان ساز مانند کشاورزی، دامداری، صنعت و... در اطراف حوضه آبریز چشمه مرتبط دانست که باعث ثبات در میزان این فراسنج در ماه های مختلف می شود.

از طرفی نتایج نشان داد (جدول ۳) که به استثنای سختی کل، مقادیر میانگین کلیه ی فراسنج های اندازه گیری شده در آب شرب دره شهر در رنج استانداردهای ملی و بین المللی می باشند ($P < 0.05$). ضمناً میزان سختی آب مورد مطالعه چندان بالاتر از سطح قابل قبول نیست به طوری که میانگین سختی در حد ۲۰۸/۹ میلی گرم بر لیتر می باشد و با کمی اغماض نسبت به آن می توان گفت که آب مورد مطالعه جزء آب های بسیار مناسب و با کیفیت خوب است و مصرف دراز

باعث مشکلاتی در خاک و محصولات کشاورزی می‌گردد.^{۴۹}

ارزیابی فراسنج‌های شیمیایی آب برای اهداف صنعتی

با توجه به نتایج ناشی از این تحقیق (جدول ۸)، اندیس لانژلیه برای آب مورد مطالعه کمتر از صفر ($LSI < 0$) و در محدوده $-1/13$ تا $-1/31$ است؛^{۴۵} لذا آب مورد بررسی از نوع خورنده بوده و در صورت استفاده می‌تواند باعث خوردگی لوله‌ها و تاسیسات و افزایش هزینه‌های مربوط به کنترل خوردگی و تعویض لوله‌های سوراخ شده در تاسیسات شود.^{۵۰ و ۵۱} در تحقیقی مشابه در سال ۲۰۰۶ توسط Aiman E. Al-Rawajfeha و همکاران در استان Tafila در اردن؛ مقادیر شاخص لانژلیه منفی و در محدوده $-0/39$ تا $-1/5$ بوده و حاکی از وضعیت خورنده بودن آب بوده است.^{۵۲} در بررسی مهدی فرزادکیا و اسرافیل عسگری در شبکه توزیع آب آشامیدنی شهرستان ملکشاهی در بهار ۹۳، نتایج نشان داد که آب مربوطه با اندیس لانژلیه $-0/4$ در شرایط خوردگی متوسط قرار دارد.^{۵۳} آب مورد استفاده در صنعت جهت اهداف مختلفی مانند حلالیت، جابه‌جایی مواد، مبدلهای حرارتی، خنک‌کننده‌ها و ... کاربرد دارد؛ که بیشترین کاربرد در بین این مصارف مربوط به خنک‌کننده‌ها می‌باشد. آب مورد استفاده در شبکه گردش خنک‌کننده‌ها بسته به غلظت مواد محلول در آن باعث رسوب، ایجاد لجن و گل و یا خوردگی در آن می‌شود. از آنجا که مهمترین فراسنج تعیین کیفیت آب جهت مصارف صنعتی بررسی مسئله خوردگی و جرم‌گرفتگی در لوله‌ها و شبکه‌های آب رسانی تأسیسات صنعتی می‌باشد لازم است در صورت استفاده از این آب جهت صنعت؛ نظارت بر کیفیت شیمیایی آب و ایجاد تعادل شیمیایی در بین کاتیون‌ها و آنیون‌های آن و در جهت کنترل خوردگی و افزایش طول عمر مفید لوله‌ها و متعلقات و کاهش میزان نشست و آب از دست رفته؛ اقدام گردد.^{۵۴}

مدت آن مشکلی برای مصرف‌کنندگان ایجاد نمی‌کند (شکل ۳ و جداول ۱ تا ۲).^{۲۶} این نتایج با مطالعه دیگر محققین مطابقت دارد، بطوری که نتایج مطالعه زلکی بدیلی و همکاران،^{۴۵} Priya Kanwar و همکاران،^{۴۶} Tenzin Thakur و همکاران^{۴۷} تایید کننده این مطالعه می‌باشند.

ارزیابی فراسنج‌های شیمیایی آب برای اهداف آبیاری

در بررسی وضعیت آب چشمه سراب دره شهر از نظر مصارف کشاورزی، با توجه به استفاده از روشهای استاندارد مانند نمودار ویلکوکس، عامل هدایت الکتریکی (EC)، نسبت جذب سدیم (SAR)، میزان سدیم کربنات باقیمانده (RSC) و درصد سدیم (Na%) مشخص می‌شود که آب مورد مطالعه جزء آبهای کمی شور بوده (جدول ۴ تا ۶ و شکل ۴) و تقریباً برای کشاورزی مناسب است.^{۳۵ و ۳۶} جدول شماره ۵ نشان می‌دهد که میزان SAR در تمامی نمونه‌ها کمتر از ۱۰ بوده که آب مربوطه را جزء آبهای عالی برای آبیاری قرار می‌دهد که با نتایج Priya Kanwar و همکاران،^{۴۶} سلطانی و همکاران^{۴۸} مطابقت دارد. همچنین درصد سدیم در نمونه‌ها پایین تر از ۱۵٪ است که آب را جزء آبهای بسیار مناسب جهت آبیاری قرار می‌دهد. همچنین در مطالعه انجام شده توسط فاطمه فلاح در هروود لرستان نیز میزان SAR و EC آب برای کشاورزی مناسب و طبق نمودار ویلکوکس آب مربوطه از نوع C2S1 و برای کشاورزی مناسب ارزیابی شد.^{۴۳} نظر به اینکه درصدهای بالای سدیم در آب (بالتر از ۱۵٪) می‌تواند در دراز مدت با کلسیم و منیزیم خاک جایگزین شده باعث کاهش توانایی خاک در حفظ تراکم پایدار و از دست رفتن ساختار آن کاهش نفوذ آب و کاهش تولید محصول نیز گردد، آب چشمه سراب دره شهر که جهت آبیاری بعضی از محصولات کشاورزی (مانند برنج، گندم، ذرت، باقلا و ...) استفاده می‌شود، در دراز مدت مشکلی نداشته و جهت آبیاری مناسب می‌باشد. در حالیکه A. M. Odukoya نشان داد که آب زیرزمینی بعضی از نواحی نیجریه از این نظر مناسب نبوده و

ارزیابی فراسنج‌های شیمیایی آب از نظر تیپ آب و دیاگرام

پایپر

از نظر ترکیبات شیمیایی، تمام آبها به سه دسته اصلی: کلرید، سولفات و انواع بی کربنات تقسیم می‌شوند.^{۵۵} برای شناسایی نوع آب می‌توان از نمودار پایپر استفاده کرد. این نمودار شامل سه بخش است: یک دیاگرام سه بعدی در وسط و دو دیاگرام سه بعدی در امتداد پایین. غلظت نسبی کاتیونها (نمودار چپ) و آنیونها (نمودار راست) برای هر نمونه در دیاگرام سه بعدی نشان داده شده است (شکل ۵).

با توجه به نمودار پایپر و نتایج آب مورد بررسی (جدول ۹ و شکل ۵) نشان می‌دهد که غلظت کاتیونها و آنیونهای آب به صورت $Ca > Mg > Na+K$ و $HCO_3 > SO_4 > Cl$ است. و تیپ آب از نوع رخساره $Ca-HCO_3$ می‌باشد. این به معنی گسترش سنگ‌های کربناته در حوضه آبریز منطقه و انحلال کانی‌های کربناته که منشاء اصلی یون‌های موجود در آب زیرزمینی منطقه است، می‌باشد. همچنین غلظت بالای یون HCO_3 در آب زیرزمینی به منزله آنیون اصلی، عمدتاً ناشی از فرسایش و هوازدگی کانی‌های کربناته است. شرایط زمین شناسی و اقلیمی و سرعت و جریان آبهای زیرزمینی و وجود سنگ‌هایی که آب در محل تغذیه از آنها عبور می‌کنند سبب شده است که مقدار EC ، TDS ، کلسیم، سدیم، پتاسیم، کربنات، بی کربنات، سولفات و کلراید در نمونه‌ها پایین‌تر از حد استاندارد جهانی و ایران برای مصارف شرب باشد.^{۲۸} همچنین دیاگرام ویلکوکس مطلب فوق را تایید می‌نماید. نتایج جدول ۸ و شکل ۵ (دیاگرام پایپر) نشان می‌دهد که آنیون و کاتیون غالب در تمامی نمونه‌ها به ترتیب بیکربنات و کلسیم است. لذا تیپ آب در منطقه مورد مطالعه از نوع آبهای بی کربنات کلسیک می‌باشد. یعنی سختی آب مورد مطالعه از نوع موقت بوده و با جوشاندن به راحتی جدا می‌شود.^{۴۷} نتایج این مطالعه با نتایج مطالعه ی زلکی بدیلی و همکاران درحوضه آبخیز سد مارون که دیاگرام پایپر آب در حوضه ی

آبخیز مربوطه را از نوع $Ca-HCO_3$ دانستند^{۴۵} و نتایج حاصل از مطالعه ملکی و همکاران بر روی کیفیت شیمیایی آب شرب روستاهای شهرستان دیواندره که غالب بودن یونهای بی کربنات و کلسیم در تمامی نمونه‌ها را تایید نمودند؛^{۵۶} مطابقت داشت. در حالیکه مطالعه $M. Atikul Islam$ و همکاران در سال ۲۰۱۶ در کشور بنگلادش نشان داد که تیپ ۷۰٪ منابع آب مورد بررسی از نوع قلیایی و سدیم-پتاسیم بودند.^{۵۷}

ارزیابی فراسنج‌های شیمیایی آب برای تعیین نوع سنگ

مخزن آبخوان

از دیگر یافته‌های مهم این تحقیق پی بردن به نوع سنگ مخزن آبخوان با استفاده از نسبت‌های یونی که معرف‌های مناسبی برای بررسی شیمی منابع آب زیرزمینی هستند و استفاده از آنها روش مناسبی برای تعیین منشأ املاح است؛ می‌باشد. با توجه به اینکه در پیدایش ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی، این نسبت‌ها متأثر از ترکیب شیمیایی و مقدار کانی انحلال یافته در آب می‌باشند^{۵۸} لذا از نسبت کلسیم به منیزیم برای شناسایی سازندهای آهکی از سازندهای دولومیتی استفاده گردید.

نتایج بررسی آب مورد مطالعه بر اساس تحلیل حاصل از نرم‌افزار تحلیل کیفیت آب - Chemistry و با توجه به نسبت Ca/Mg ، نشان می‌دهد (جدول شماره ۱۰) که جنس سنگ بستر مخزن در آب زیرزمینی از نوع آهک دولومیتی می‌باشد. نتایج این تحقیق با مطالعه ی ولی نیا و همکاران در سال ۱۳۹۱ در آب‌های زیرزمینی دشت حسن آباد کرمانشاه و $Yong Xiao$ و همکاران در چین توافق دارد.^{۶۰،۵۹} در حالیکه مطالعه $Fahad N.A$ و همکاران در سال ۲۰۱۷ در مکه نشان داد که جنس آبخوان چشمه زمزم از نوع آهک و گچ می‌باشد.^{۳۵}

نسبت بالای سدیم به کلسیم در هر آب زیرزمینی می‌تواند به دلیل تبادل یونی طبیعی در منطقه باشد که باعث ته نشست کلسیم و آزاد شدن سدیم شده است. بنابراین کاهش سدیم با

قابل قبول برخوردار بوده و جهت مصارف شرب و آبیاری مناسب است و مصرف آن در دراز مدت هیچگونه مشکلی برای انسان‌ها و محصولات کشاورزی ایجاد نخواهد کرد.

همچنین با توجه به نتایج، مصرف آب مطالعه شده برای صنعت نامناسب بوده و در صورت استفاده می‌تواند باعث خوردگی، آسیب و ضررهای اقتصادی برای صنایع گردیده و عمر دستگاه‌ها و لوله‌ها را کاهش دهد؛ لذا در صورت لزوم بایستی اقدامات لازم در جهت تعادل شیمیایی در آب مربوطه انجام گردد.

سپاسگزاری

محققین بر خود لازم می‌دانند که از مسئولین اداره ی آب و فاضلاب شهری استان ایلام به دلیل همکاری در امر نمونه برداری، معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی ایلام و گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر به دلیل همکاری مادی و معنوی در امر تحقیق؛ تشکر و قدردانی را به عمل آورند.

کاهش ضخامت رسوبات، کاهش تبادل یونی و افزایش میزان کلسیم همراه می‌باشد.^{۶۱} با توجه به جدول ۱۰ و مقادیر شاخص کلر-آلکالی (قلیائیت) (CAI) و نسبت Na/Ca؛ میزان تبادل یون سدیم از طریق تبادل یون معکوس بسیار کم بوده و همین امر از افزایش میزان سدیم آب زیرزمینی جلوگیری نموده است.^{۶۲} این مطالعه با بخشی از مطالعه Yong Xiao و همکاران در چین مبنی عدم تبادل یون سدیم در بعضی از نواحی بررسی شده توسط آنها توافق دارد در حالیکه در بعضی از نقاط دیگر پدیده تویض یون سدیم به صورت غالب انجام می‌شود.^{۶۰}

در حالیکه در مطالعه Asit.K.B & Srimanta.G در منطقه بنگال غربی هند به علت پدیده غالب تعویض یونی معکوس در آب زیرزمینی، غلظت سدیم در آب بعضی از نواحی مورد مطالعه افزایش یافت.^{۶۲}

نتیجه‌گیری

در مجموع بررسی نتایج این تحقیق نشان داد که کیفیت فیزیکوشیمیایی آب سراب شهر دره شهر از شرایط استاندارد

Assoc 1970; 62(11): 670-87.

References

- Datta P, Deb D, Tyagi SK. Assessment of groundwater contamination from fertilizers in the Delhi area based on 180 , NO_3 Gêoo and K^+ composition. J. Contam. Hydrol 1997; 27(3-4): 249-62.
- Kangarogh F, Gunay G. Ground water nitrate pollution in an alluvial aquifer, Eskir urban area and its vicinity, Turkey. Environ. Geol 1997; 31: 178-84.
- Pawar NJ, Shaikh IJ. Nitrate pollution of ground waters from shallow basaltic aquifers, Deccan Trap Hydrologic Province, India. Environ. Geol 1995; 25(3): 197-204.
- Robertson WD, Russeland BM, Cherry JA. Attenuation of nitrate acquitted sediments of southern Ontario. Hydro 1996; 180(1-4): 267-81.
- Amir Beigi H. Principles of water purification and sanitation. 1st ed. Tehran: Andisheh Rafi Press, 2004:15-8. [In Persian].
- McCabe LJ, Symons JM, Lee RD, et al. Survey of community water supply systems. J. - Am. Water Works Assoc 1970; 62(11): 670-87.
- Green LW, Ottoson. J Community Health. Philadelphia Mosby. 1994: 425.
- Moradinezhad A, Agha Razi HA. Evaluation of drought in Markazi province by analysis of rainfall data. J Water & Wwater 2002;16(42):20-5. [in Persian].
- Wen Y, Chen Y, Zheng N, et al. Effect of plant biomass on nitrate removal and transformation of carbon subsurface-flow constructed wetland. J Bioresour Technol 2010;101(19):7286-92.
- Van Busse CGJ, Schroeder JP, Sven Wuertz S, et al. The chronic effect of nitrate on production performance and health status of juvenile turbot (psetta maxima). J Aquaculture 2012;(326):163-7.
- Chan HJ. Effect of landuse and urbanization on hydrochemistry and contamination of groundwater from Taejon area, Korea. J. Hydrology 2001; 253: 194-210.
- Aksoy AO, Scheytt T. Assessment of groundwater pollution around Torbali, Izmir, Turkey. J. Environ. Geol 2007;53(1): 19-25.

13. Gunduz O, Simsek C, Hasozbek A. Arsenic pollution in the ground water of simav plain, Turkey: Its impact on water quality and human health. *J Water Air. Soil. Pollut* 2010; 205(1-4): 43-62.
14. Park SS, Kim SH, Yum ST, et al. Effects of land use on the spatial distribution of trace metals and volatile organic compounds in urban groundwater, Seoul, Korea. *J. Environ. Geol* 2005; 48(8): 1116-31.
15. Reddy AG, Niranjana KK, Subba RD, et al. Assessment of nitrate contamination due to groundwater pollution in north eastern part of Anantapur District, A.P. India. *J Environ. Monit. Assess* 2009; 148(1-4): 463-76.
16. Chen X, Wou F, Chen C, et al. Seasonal changes in the concentrations of nitrogen and phosphorus in farmland drainage and groundwater of the Taihu Lake region of China. *J. Environ. Monit. Assess* 2010; 169(1-4): 159-68.
17. Kumar M, Singh Y. Interpretation of Water Quality Parameters for Villages Sanganer Tehsil, by Using Multivariate Statistical Analysis. *J. Water Resour. Prot* 2010; 2: 860-3.
18. Gupta VK, Jain VK, Gupta GK, et al. Studies on drinking water quality of ground water of auraiya district (Uttarpradesh). *J Appl. Chem. Res* 2010; 14(2): 27-36.
19. Memon M, Soomro MS, Akhtar MS, et al. Drinking water quality assessment in Southern Sindh (Pakistan). *J Environ. Monit. Assess* 2011; 177(1-4): 39-50.
20. Pourmoghadam H. Study of groundwater quality in Lenjan, Isfahan regional. *Pub Heal. Sani Res. Inst. Medical Science. Uni* 2003; 1(4): 31-40. [In Persian].
21. Dindarlo K, Alipour V, Farshidfar Q. Chemical quality of Bandar Abbas drinking water. *Hormozgan. J Med* 2006; 10(1): 57-62. [In Persian].
22. Sadeghi H, Rohallahi S. Measurement of Physical and Chemical parameters in Drinkingwater Ardabil city. *Ardabil. J Res Sci. Uni. Med Sci* 2006; 7(1): 52-56. [In Persian].
23. Mohammadi AA, Amouei A, Tabarinia H, et al. Investigating the Physicochemical Analysis of Potable Ground Water Resources in Rural Area of Babol City. *Neyshabur. J. Uni. Med Sci* 2015; 3(2): 61-69. [In Persian].
24. Health Centre Darrehshahr city-Illam province- Iran. 2015.
25. Eaton DA, Franson H MA. Standard methods for the examination of water and waste water. Washington DC: American Public Health Association (APHA). 2005.
26. Schoeller, H. Qualitative evaluation of groundwater resources in: methods and techniques of groundwater investigations and development. UNESCO 1965; 54-83.
27. Schoeller, H. Geochemistry of groundwater-an international guide for research and practice. UNESCO 1967; 1-18.
28. Wilcox LV. Classification and use of irrigation waters. USDA Circ. 969, Washington, DC. 1955.
29. Piper, A.M. A graphic procedure in the geochemical interpretation of water-analysis, *Trans. Am. Geophys. Union* 1944; 25: 914-928.
30. Industrial research and standard institute of Iran, 2010. Physical and chemical quality of drinking water, Fifth edit, No. 1053, Tehran. Available from: <http://www.isiri.org/std/1053.pdf>.
31. WHO, Guidelines for drinking water quality, W.H. Organization, Editor. 2003. Geneva. pp: 81-87.
32. Office of Water U.S. Environmental Protection Agency (EPA). "2009 Edn of the Drinking Water Standards and Health Advisories". 2009. EPA 822-R-09-011, Washington. USA.
33. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality. Federal-Provincial-Territorial Committee on Health and the Environment. October 2014.
34. Premazzi, G. "Environment and Quality of Life. Scientific Assessment of EC Standards for Drinking Water Quality". Commission of the European Communities Luxembourg. 1989: 7-28.
35. Al-Barakah, F.N., Al-jassas, A.M. & Aly, et al. Water quality assessment and hydrochemical characterization of Zamzam groundwater, Saudi Arabia. *J. Appl. Water. Sci* 2017; 7: 3985.
36. Golekar R. B, Menkar A, Jadhav Sh, et al. Geochemical characteristics of water and its suitability for drinking and irrigation use in and around Warnanagar area of Kolhapur District (Maharashtra) India. *J. Water. Resour. Pollut. Studi* 2017; 2(1): 1-12.
37. Krdvany P. Sources and water issues in Iran. surface water and groundwater and exploitation of their problems. Vol I. Tehran University Press. 8th Edit. 2008.
38. Aghazadeh N, Mohaddam A, Kymiaee A. Assessment of hydrochemical properties of underground water in Salmas and Its Suitability for Various Uses. *Esfahan. Uni J* 2008; 34: 5.
39. Moghimi h. Hydrogeochemistry. Payam noor Univ press. 2005: 218.
40. Sastri JCV. Groundwater chemical quality in river basins, Hydrogeochemical facies and hydrogeochemical modeling. Lecture notes—refresher course conducted by school of Earth Sciences. Bharathidasan University, Thiruchirapalli, Tamil Nadu, India. 1994.
41. Mohebi A, Rezaei M, Mohebi GH. Hydrogeochemical study of Golpayegan plain based on study of ion ratios and Environmental factors controlling the chemical composition of groundwater. *J. Environ stud* 2016; 42(1): 49-63. [in Persian].

43. Falah F, Haghizadeh A. Hydrochemical evaluation of river water quality—a case study: Horroud River. *J. Appl. Water Sci* 2017 – Springer.
44. Ramalho E. C, Fernandes J, Daudi E. Input of geophysics to understand hydrogeology towards the assessment of geoenvironmental conditions in Beira city, Mozambique. *J. Environ. Earth Sci* 2018; 77:15.
45. Zelki Badili N, Sayad GH, Hamadi K, et al. The survey change of water quality parameters Maroon River in basin dam maroon. *J. Water Resour. Eng* 2013; (6): 27-37. [In Persian].
46. Priya K, Pragya K. Appraisal of ground water quality for irrigation in outer plains of kathua district, J&K, India. *Int. J. Geol., Earth Environ. Sci* 2014; 4 (3):74-80.
47. Tenzin T, Madhuri S, Rishi Prerna S. Hydrogeochemical Assessment of Groundwater quality for Drinking purpose in parts of Rupnagar district, Punjab, India. *Int. J. Innovative Sci., Eng Technol* 2015; 2(7).
48. Soltani J, Khodabakhshi F, Dadashi M. Classification of Water Quality of Gharasoo River for different uses in the wet and dry years. *J. River Eng* 2014;2(3).
49. Odukoya A. M. Geochemical and quality assessment of groundwater in some Nigerian basement complex. *Int. J. Environ. Sci. Technol* 2015; 12: 3643–3656.
50. Yasumoto M. Water quality and standards-Vol.1-Industrial water. Hokkaido university press. 2010.
51. Mokhtari SA, Alighadri M, Hazrati S, et al. Evaluation of Corrosion and Precipitation Potential in Ardebil Drinking Water Distribution System by Using Langelier & Ryznar Indexes. *Ardabil J. sci res., health heig* 2009;1(1): 14-23. [In Persian].
52. Aiman E. Al-R, Ehab M. Al-S. Assessment of tap water resources quality and its potential of scale formation and corrosivity in Tafila Province, South Jordan. *J. Desalination* 2007; 206: 322-332.
53. Farzadkia M, Asgari E. The study of corrosion and scaling in drinking water distribution system in the Malekshahi city of Ilam Provinc, spring 2014. *J. Health Outc* 2016; 2(1). [In Persian].
54. Yousefi Z, Kazemi F, Mohammadpour R A. Assessment of scale formation and corrosion of drinking water supplies in Ilam city (Iran). *Environ. Health Eng Manage. J.* 2016; 3(2): 75–80.
55. Chebotarev I. Metamorphism of natural waters in the crust of weathering. *Geochim. Cosmochim. Acta* 1955; 8(3):137–170.
56. Maleki A, Daraei H, Amini H, et al. Survey chemical quality of drinking water of the rurals divandareh with Emphasis per nitrate concentration. *Kurdistan J. sci med. sci* 2014; (19): 57-67. [In Persian].
57. Atikul Islam M, Zahid A, Rahman M. Investigation of Groundwater Quality and Its Suitability for Drinking and Agricultural Use in the South Central Part of the Coastal Region in Bangladesh. *J Expo Health* 2017; 9(1): 27-41.
58. Howard F.W, Ken. M. Hydrochemical analysis of groundwater flow and saline intrusion in the Clarendon basin, Jamaica. *Groundwater* 1996; 34(5): 801-810.
59. Valinia H, Naseri HR, Nakhaei M, et al. Determine the source rock groundwater using the ionic membranes (Case study: Hassan Abad Plain, Kermanshah). 3th meeting of Earth Sciences. 2012 Feb 20-22. [In Persian].
60. Yong X, Xiaomin Gu, Shiyang Y, et al. Investigation of Geochemical Characteristics and Controlling Processes of Groundwater in a Typical Long-Term Reclaimed Water Use Area. *Water* 2017;9(800):1-16.
61. Karami Gh. Assessing The Heterogeneity and Flow System Types In Karstic Aquifers using Pumping Test Data [Ph.D. dissertation]. Newcastle England: Univ. Newcastle; 2002: 180.
62. Asit Kumar B, Srimanta G. Fluoride-contaminated groundwater of Birbhum district, West Bengal, India: Interpretation of drinking and irrigation suitability and major geochemical processes using principal component analysis. *Environ. Monit. Assess* 2017; 189:369.

Survey the Status of the Hydrogeochemical Drinking Water Darrehshahr city and Determination its Quality for Different Uses

Eisa Solgi^{1*}, Tarokh Khodadadi², Asghar Esteresh³

1. Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Hamedan, Iran

2. PhD Student of Environmental Pollution, Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Environment, Malayer University, Malayer, Iran and MSc of Environmental Health Engineering, Darrehshahr Health Center, Ilam University of Medical Sciences, Iran

3. MSc of Water and Wastewater Engineering, Ilam Province Water and Wastewater

* E-mail: e.solgi@yahoo.com

Received: 31 Jul. 2017 ; Accepted: 3 Mar. 2018

ABSTRACT

Background& Objective: Today, it is very important to pay attention to the quality of groundwater and its trends for various uses of drinking, agriculture and public health. Water is essential adequate and desirable for these uses. The aim of this study was to determine the physical and chemical parameters of water in Darrehshahr city and comparison with national and international standards and analysis using the relevant software for Different Consumption.

Materials & Methods: To do this study 21 numbers of water samples were collected from 7 different stations in Darrehshahr city and all parameters were analyzed according to the standard method of 2005 by device and titimeter. For data analysis, descriptive statistics, charts Piper, Schoeller, Wilcox and statistical tests were used.

Results: The mean value of turbidity, electrical conductivity, total dissolved solids and total hardness, were 1.4NTU, 438 μ mhos/cm, 277mg/l and 144mg CaCO₃/L respectively and also the mean value of nitrate, nitrite, sulfate, chloride, fluoride, calcium, magnesium, sodium, iron and manganese were 4.7 mg/l, zero, 31mg/l, 4.4mg/l, 0.3mg/l, 62.7mg/l, 12.76mg/l, 4.4mg/l, 0.03mg/l and 0.003 mg/l respectively.

Conclusions: The results showed that all the investigated physico-chemical parameters were *within* the limit of *water standard of Iran (1053)*, drinking water standards of World Health Organization and other International Standards. Schuler diagram indicate that Darehshahr water is in a good range for drinking and Wilcox diagram show that Darehshahr water is slightly salty waters (C₂S₁) and almost appropriate for agricultural purposes.

Keywords: Water quality, Darrehshahr, Physico-chemical parameters of water, Groundwater