فصلنامه علمی پژوهشی زمین شناسی محیط زیست
سال چهاردهم، شماره۵۱، تابستان۹۹

ارزیابی کیفیت آب شرب منطقه هشترود با استفاده از متغیرهای هیدروشیمیایی و نگرش زیست محیطی

فاضل خالقی

استادیار گروه زمین شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی و احد تبریز.fazel_khaleghi@yahoo.com

چکیده

عمده ترین منبع آب شرب اهالی منطقه هشترود واقع در جنوبغربی استان آذربایجان شرقی، از طریق آب زیرزمینی تأمین می‌شود. کاهش کیفیت آب شرب مصرفی سبب بروز مشکلات بهداشتی می شود. هدف از این مطالعه، تعیین کیفیت آب با شاخص های کیفی شولر و لانژلیه و مقایسه با استانداردهای موجود است. به منظور بررسی کیفیت آب زیرزمینی، از منابع آبی شامل ۹حلقه چاه عمیق به عمق ۷۰ تا ۹۰ متر در دو دوره (تر و خشک) با رعایت استانداردهای لازم نمونه برداری گردید و به آزمایشگاه تخصصی جهت آنالیز شیمیایی انتقال داده شد. داده‌های حاصل از این ارزیابی جهت پردازش و تفسیر وارد نرم افزار Rock Works و Geochemistry گردید. در این تحقیق برای تعیین تیپ و رخساره ژئوشیمیایی آب از نمودار پایپر استفاده شده است. برای بررسی و ارزیابی آب جهت مصارف صنعتی، از اندیس لانژلیه استفاده شده است که در آن به معیار پوسته گذاری و خورندگی آب توجه می‌شود. بر اساس دیاگرام شولر نمونه‌های آب این منطقه در محدوده آب‌های قابل قبول قرار می‌گیرند که نشانگر مطلوب بودن کیفیت آب منطقه برای مصارف آشامیدنی می باشد. کیفیت آب منطقه برای مصارف صنعتی در اکثر نمونه ها در رده خورنده قرار دارد. نمونه‌های آب زیرزمینی منطقه سختی بالایی دارند که معمولاً متأثر از کاتیون‌های Ca و Mg، یون بی کربنات، سولفات و کلراید می باشد. خورنده بودن آب منطقه منجر به هدر رفت آب در شبکه شرب شهری می شود که سبب بروز مشکلات بهداشتی و خسارت مادی خواهد شد.

واژگان کلیدی: آب زیرزمینی، ارزیابی کیفیت، فعالیت های انسانی، هیدروشیمی، هشترود.

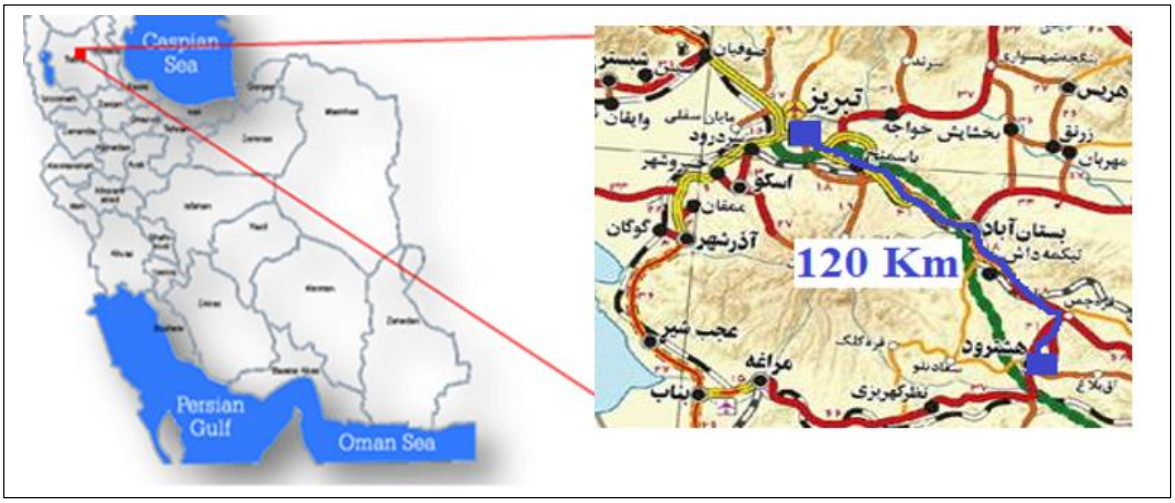
مقدمه

کیفیت آب زیرزمینی به اندازه کمیت آن مهم است و عمده تغییرات در کیفیت آب تابعی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی است که به شدت تحت تأثیر ساختارها و سازندهای زمین شناسی منطقه و فعالیت‌های بشری می‌باشد. سازندهای زمین شناسی و کیفیت آب‌های سطحی در منطقه تعیین کننده ترکیبات و کیفیت آب زیرزمینی است همچنین کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی بستگی به کیفیت آب در محل برداشت و همچنین فرآیندهای ژئوشیمیایی دارد که عامل اصلی تغییرات کیفیت آب به صورت محلی می‌باشد (Todd & Maysl,2005). ماهیت ژئوشیمیایی سازندهای موجود در مسیرحرکت آب تأثیر بسزایی در تیپ و رخساره آب دارد(Mishra etal., 2005). بنابراین، با توجه به رخنمون سنگهای آذرین و رسوبی در منطقه هشترود ابتدا بررسی اجمالی و کلی واحدهای زمین‌شناسی آورده می شود. از طرفی، ارزیابی کیفیت آب با هدف مناسب بودن آن برای مصارف متنوع با استفاده از شاخص های خاص انجام می شود. یکی از روشهای تعیین کیفیت آب برای مصرف شرب، استفاده از نمودار نیمه لگاریتمی شولر است. نمودار Piper علاوه بر نشان دادنِ ماهیت نمونه به صورت گرافیکی، وابستگی آن با سایر نمونه ها را نیز نشان می دهد. بدین ترتیب می توان سهم هر یک از عوامل طبیعی، سنگ شناسی و انسانزاد را

شناسایی کرد(Sayyed & etal., 2013). با استفاده از شیوه های مذکور(شولر، ویلکاکس و پایپر) کیفیت هیدروژئوشیمیایی بهداشتی آب زیرزمینی رامیان در استان گلستان بررسی‌شده‌است (خاندوزی و همکاران، ۱۳۹۴). بررسی کیفیت آب مخازن چاههای زابل توسط(همایون نژاد و همکاران، ۱۳۹۵) با استفاده از نمودار شولر قابل قبول ارزیابی شده است. خالقی (۲۰۱۴) مشخصات هیدروژئوشیمایی و کیفیت آب دشت مرند برای مصارف شرب و کشاورزی را با نمودار پایپر و ویلکاکس ارزیابی کرده است. غلام دخت بندری و همکاران(۱۳۹۷) کیفیت هیدرژئوشیمیایی منابع آب زیرزمینی در حوزه سیاهو شهرستان بندرعباس را از نظر شرب، کشاورزی و صنعت مطالعه نموده اند. هدف از انجام این مطالعه، بررسی هیدروشیمی آب‌های زیرزمینی و تشخیص کیفیت منابع آبی از طریق مطالعات هیدروشیمیایی در نواحی مورد مطالعه است که ارزیابی زیست محیطی آب منطقه هشترود را به دنبال دارد.

زمین شناسی و هیدروژئولوژی منطقه مورد مطالعه

شهرستان هشترود در ۱۲۰ کیلومتری شمال غربی تبریز واقع شده است. رودخانه‌ی سراسکند که از پیرامون این شهر می‌گذرد، به بزرگ‌ترین رودخانه منطقه(قرانقو چای) می ریزد؛ قرانقو یکی از شاخه‌های قزل اوزن محسوب می‌شود. مهم ترین راه دسترسی به محدوده مورد مطالعه از طریق جاده ترانزیتی زنجان ـ تبریز، جاده قدیم میانه ـ تبریز، سه راهی قره چمن و جاده میانه ـ هشترود می باشد(شکل ۱). از آنجا که در مطالعات زیست محیطی به منظور تعیین منشأ آلودگیهای زمین زاد(Geogenic) نوع و ترکیب واحدهای زمین شناسی اعم از رسوبی، آذرین و... موثر است لذا در این مقاله سعی می شود تمام سازندهایی که می تواند به نوعی در کیفیت آب‌ها، سهیم باشد معرفی شود. منطقه به طور عمده از سنگ‌های آتشفشانی و رسوبی ائوسن ـ الیگومیوسن و میوسن پوشیده شده است. الگوی زهکشی‌ها، به علت نفوذ ناپذیریِ نهشته‌های مارنی و تبخیری میوسن، از تراکم زیاد برخوردار هستند (آقانباتی، ۱۳۸۶). عمده‌ترین واحدهای زمین شناسی منطقه مورد مطالعه شامل واحدهایی با واریزه‌های ریز و درشت و لبه تیز با خاک سطحی قرمز و دارای توده‌های گرانیتی در داخل بازالت، رخنمون‌های کوچک و بزرگ دارای‌سن الیگومیوسن، قاعده‌ی کنگلومرایی با سیمان آهکی، لایه‌های منظم از توف‌های اسیدی سفید رنگ، دربرگیرنده گدازه‌های الیوین بازالت با بلورهای درشت، مارن و سیلت صورتی رنگ همراه با لایه‌های نازک گچ، تناوب مارن و سیلت‌های خاکستری و صورتی رنگ، مارن‌ها و سیلت‌های یکنواخت صورتی رنگ می‌باشد (سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، ۱۳۸۲).



شکل ۱- موقعیت شهرستان هشترود در استان آذربایجان شرقی (مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) و نقشه راه‌های دسترسی

روش تحقیق

با توجه به لزوم رعایت استانداردهای نمونه برداری، پارامترهای صحرایی و پایدار نگه داشتن نمونه های آب از لحاظ فیزیکی و شیمیایی، دقت در برداشت و نگهداری نمونه ها تا رسیدن به آزمایشگاه بسیار با اهمیت است. نمونه برداری طبق استانداردهای آب (موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ۱۳۶۷) و روشهای آنالیز بر اساس (APHA, 2005)صورت گرفته است. در هر ایستگاه (پمپاژ چاه) پس از سه بار شستشوی بطری با آب نمونه و تخلیه آن، بطری300 mL کاملا از آب پر شده و بلافاصله درپوش آن محکم بسته شد تا هیچگونه تبادل و تغییری صورت نگیرد. پس از بررسیهای صحرایی، نمونه های آب برداشت شده در آزمایشگاه شرکت آب و فاضلاب استان مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفته اند. pH و هدایت الکتریکی با دستگاه pH متر و EC متر، غلظت یونهای سدیم و پتاسیم با روش Flame Photometery، غلظت یونهای کلسیم، منیزیم، بی کربنات و کلر به روش تیتراسیون و یون سولفات به روش اسپکتروفتومتری اندازه گیری شده اند. برای تعیین کنترل کیفیت و خطای اندازه گیری داده های تجزیه از روش محاسبه بالانس یونی (Freeze,1979) استفاده شد. در شرایط اساسی حاکم بر محلولهای الکترولیت مجموع بارهای یونی مثبت(کاتیونها) برابر با مجموع بارهای منفی(آنیونها) خواهد بود. لذا نمونه های با خطای بالانس کمتر از ۵درصد مد نظر قرار گرفت. نتیجه کنترل خطای تجزیه آنالیزهای شیمایی محدوده مورد مطالعه در جدول ۱ آورده‌شده است که قابل قبول بودن صحت داده های آنالیز را تایید می‌کند. در مجموع به منظور تکمیل مطالعات، ۱۷ پارامتر از قبیل TDS،PH،EC، انواع کاتیون ها و آنیون ها و... نیز مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته شد. هیدروژئوشیمی زیست محیطی عناصر از طریق نمونه برداری از ۹ حلقه چاه عمیق حدود ۷۰ تا ۹۰ متر در دو نوبت(دوره تر و خشک)مورد نمونه برداری قرار گرفته است. کل نمونه برداشت شده ۱۸ نمونه بوده که از ۹ حلقه چاه عمیق برداشت شده است.

پردازش آماری داده های هیدروشیمیایی

نمونه‌های آب برداشت شده پس از بررسی‌های صحرایی برای پارامترهای کاتیون‌ها، آنیون‌ها،EC، TDS، pH، SAR، TH، مورد تجزیه شیمیایی قرار گرفته‌اند (جدول ۱). همچنین برای تحلیل آماری داده ها از روشهای مرسوم و متداول در مطالعات هیدروشیمیایی از جمله (Ceron etal., 2000؛ Subbarao etal., 1996 و Swan etal., 1995) استفاده شده است.

یافته های پژوهش

هدایت الکتریکی (EC)

– هدایت الکتریکی در آب مستقیماً ناشی از غلظت یونهای موجود در آب بوده و هدایت الکتریکی بالا با شوری بالا و درصد بالای املاح معدنی در آب زیرزمینی مرتبط است (تامی و همکاران، ۲۰۱۵). همانطور که در شکل (۲–الف) مشاهده می شود، هدایت الکتریکی اکثر نمونه‌ها کمتر از ۷۵۰ میکروموس بر سانتی متر است و نشانگر شوری کمتری می‌باشند؛ هرچند مقادیر ECدر دو نمونه بیشتر از ۷۵۰ میکروموس بر سانتی‌متر می‌باشد که شوری نسبی محسوب می شود.

کل مواد جامد محلول(TDS)

– مطابق شکل(۲–ب)، اکثر نمونه ها دارای TDS کمتر از 500 mg/lit می باشند که منابع آبی با کیفیت خوب و مطلوب محسوب می‌شود. همانطورکه در هیستوگرام مربوط به اسیدیته منابع آبی شکل۲–پ ملاحظه می‌گردد همه‌ی نمونه‌های مورد مطالعه دارای pH قلیایی هستند.

– طبق استاندارد WHO حد مجاز کلسیم در آب mg/lit ۲۵۰ می باشد و چنانچه در (نمودار ۲–ج) مشاهده می‌شود، مقادیر کلسیم اکثر نمونه‌ها زیر mg/lit ۱۰۰ می‌باشند که دلیل بر مطلوب بودن آب است و می‌توان گفت که نمونه‌های منطقه مورد مطالعه از لحاظ کلسیم دارای توزیع عادی می‌باشد.

ـ مقدار منیزیم موجود در آب طبق استاندارد WHO نباید بیشتر از ۵۰ mg/lit باشد و با توجه به شکل(۲–د) مقادیر منیزیم اکثر نمونه‌ها زیر ۱۰ mg/lit است که مطلوب بودن کیفیت آب را نشان می‌دهد.

سایر املاح آب زیرزمینی

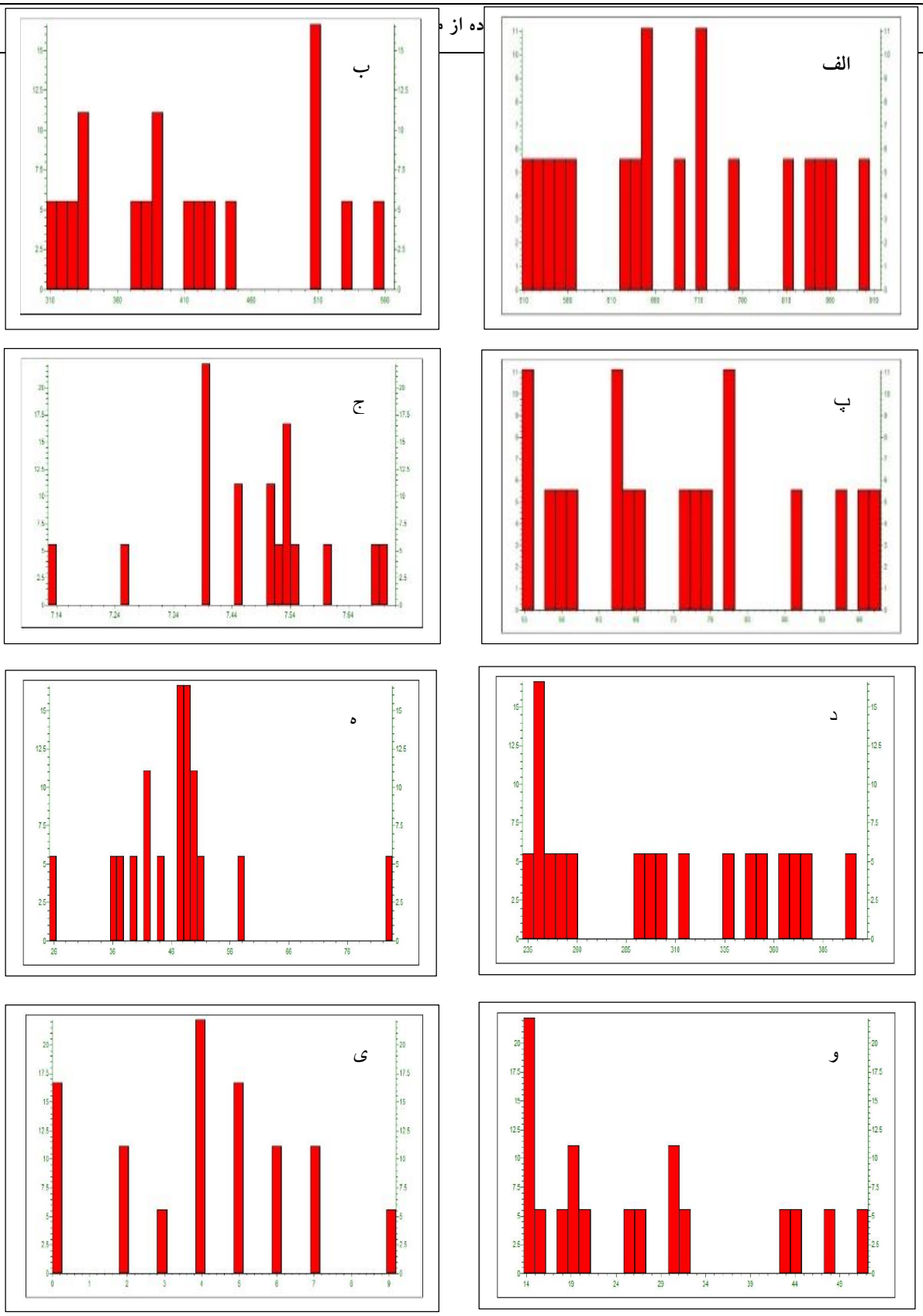
–طبق استاندارد WHO میزان سدیم موجود در آب mg/lit ۲۰۰ است و مطابق نمودارهای رسم شده میزان سدیم کمتر از ۱۰۰ mg/lit می‌باشد و با توجه به میزان کم سدیم کیفیت آب مطلوب می‌باشد و وجود املاح سدیم بیش از حد مجاز سبب خرابی جنس زمین و کم شدن قابلیت نفوذ آب در زمین می‌شود. طبق استاندارد WHO میزان پتاسیم موجود در آب ۱۲ mg/lit تعیین شده است و مقدار پتاسیم در اکثر نمونه‌های منطقه مورد مطالعه کمتر از ۳/۵ mg/lit می‌باشد که با توجه به میزان کم پتاسیم، کیفیت آب منطقه مورد مطالعه مطلوب می‌باشد

-طبق استاندارد WHO میزان بی کربنات موجود در آب ۴۵۰ mg/lit تعیین شده است که با توجه به شکل(۲–هـ) نمونه‌های منطقه مورد مطالعه دارای کیفیت مطلوب می‌باشند. مقدار مجاز کلراید در آب ۴۰۰ mg/lit می باشد و مطابق شکل(۲–و)به غیر از دو نمونه که کلراید نسبتاً زیادی دارد بقیه میزان کلر کمتری دارند و با توجه به استاندارد میزان کلراید، کیفیت آب مطلوب می‌باشد.

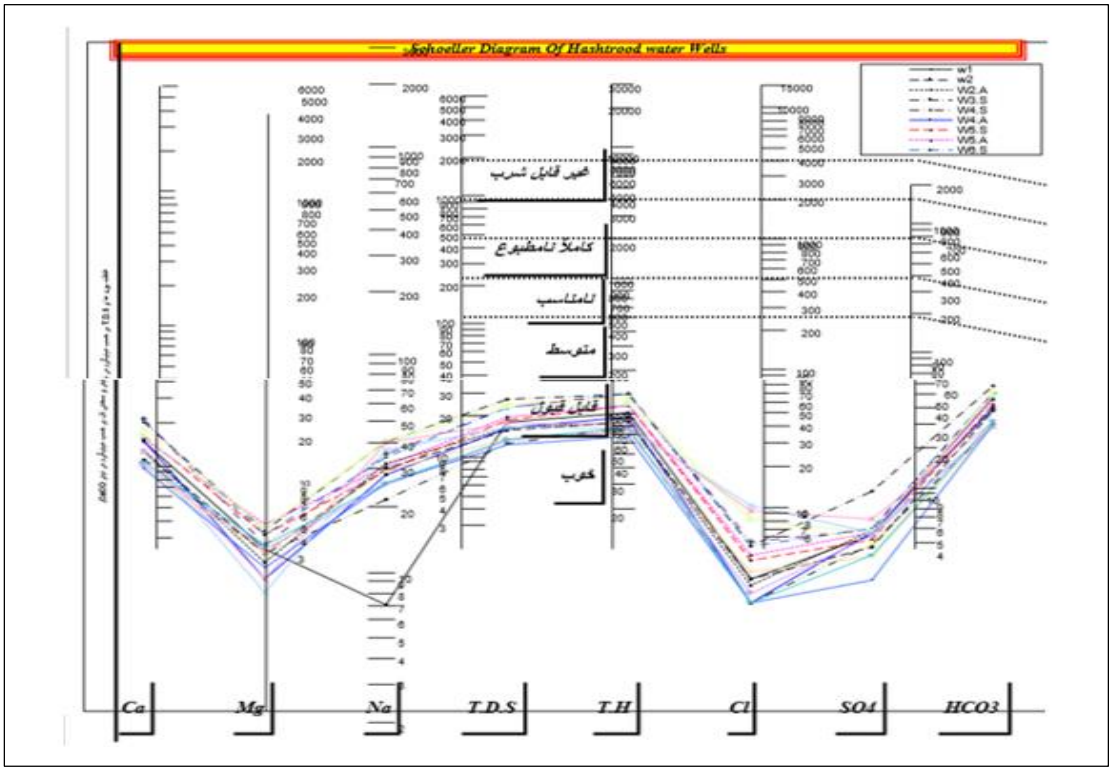
–طبق استاندارد WHO مقدار مجاز سولفات در آب ۴۰۰ mg/lit می باشد و مطابق (شکل ۲–ی) میزان سولفات در اکثر نمونه‌های منطقه مورد مطالعه کمتر از حد ا ستاندارد می‌با شد. نمونه أخذ شده در فصل بهار از چاه شماره ۳ (W3.S) دارای بیشترین مقدار سولفات(۷۰ mg/lit) و بیشتریم مقدار منیزیم (۶ mg/lit) نسبت به بقیه نمونه ها می‌باشد که دلیل آنرا می توان به نزدیک بودن به رو ستای گنجینه کتاب و تأثیر پ سابهای نا شی از شوینده های بهداشتی در منازل این روستا مرتبط دانست. این روستا سیستم دفع بهداشتی فاضلاب نداشته و پساب منازل روستایی از طریق نهرهای سنتی به رودخانه سراسکند تخلیه می شود.

جدول ۱- مشخصه های آماری پارامترهای هیدروشیمیایی در منطقه مطالعاتی(بجز pHو EC) بقیه برحسب(mg/l)

پارامتر	EC	T.D.S	PH	Ca	Mg	Na	K	HCO3	CO3	Cl	SO4
تعداد نمونه ها	18	18	18	18	18	18	18	18	16	18	18
میانگین حسابی	688.27	414.9	7.47	73.44	11.53	51.33	3.35	303.5	0	26.73	47.27
انحراف معیار	123.91	78.82	0.14	15.05	2.7	16.09	1.88	56.57	0	12.46	11.44
ضریب تغییرات (درصد)	18	19	1.87	20.49	23.42	31.35	56.1	18.64	-	46.61	24.2
حداکثر	900	558	7.7	100	15.6	72	7.5	399.6	0	51.5	83
حداقل	515.2	309	7.13	54	6.6	8	1.4	234.9	0	14.2	26.33
مد	مد ندارد	مد ندارد	7.4	66	10.8	48	3	مد ندارد	0	14.2	49
میانه	670.1	400.3	7.5	71.5	11.4	50.5	2.9	300.5	0	23.1	47.89
دامنه تغییرات	384.8	249	0.57	46	9	64	6.1	164.7	0	37.3	56.67
چولگی	0.24	0.37	-0.72	0.43	-0.17	-0.94	1.22	0.18	0	0.81	1.52
واریانس	15354	6212	0.02	226.5	7.27	258.9	3.55	3201	0	155.3	130.8
WHO	1500	1000	6.5-9	200	-	200	10	-	-	400	400



شکل۲- نمودار های هیستوگرام الف) هدایت الکتریکی(میکروموهس بر سانتیمتر) ب) کل جامدات محلول پ)اسیدیته ج) کلسیم د) منیزیم هـ) بیکربنات و) کلراید ی) سولفات در منابع آبی منطقه هشترود(بجز اسیدیته همه موارد بر حسب mg/lit)



شکل۳- نمودار شولر مربوط به منابع آبی منطقه هشترود

ارزیابی منابع آب از نظر شرب و کشاورزی

نمودار شولر (Schuller Digram)

یکی از معیارهای طبقه بندی آب از لحاظ شـرب، تقسـیم‌بندی شولر است. نمودار شولر بر اساس املاح و یون های عمده مورد نیاز بدن طبق اسـتاندارد مراکز علمی –پژوهشـی جهانی تنظیم شده است. این دیاگرام از نظر سرعت عمل، سهولت مقایسه و نشان دادن تعداد زیاد نمونه در یک برگ، بیشتر معمول است. در این دیاگرام مقادیر یون‌ها را در سـتون قائم نشـان می‌دهند و تقسیمات ستون لگاریتمی است. نتایج تجزیه شیمیایی آب‌ها را به صـورت خطوط شـکسـته در این نمودارها می‌دهند. غلظت عناصـر اصـلی بر حسـب میلی‌گرم در لیتر و پارامتر سـختی بر حسـب درجه سـختی فرانسـوی (۱۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسـیم) اسـت. یکی از مزیت‌های مهم این دیاگرام نسـبت به دیاگرام‌های مثلثی این اسـت که غلظت واقعی پارامترها رسـم می‌شود (اصغری مقدم، ۱۳۸۹). برای رسم این نمودار از نرم‌افزار Chemistry اسـتفاده شـده اسـت. کیفیت منابع آبی نمونه‌های مورد مطالعه بر روی دیاگرام شولر در شکل ۳ دیده می شود. بر پایه این دیاگرام می‌توان گفت که منابع آبی منطقه برای مصـارف شرب در اکثر نمونه‌ها در حد خوب و قابل قرار دارد. برا ساس نمودار شـولر ممکن اسـت بعضـی نمونه‌های آب دارای کیفیت خوبی از لحاظ آشـامیدن باشـند، در حالی که آن آب‌ها می‌توانند مواد سـمی و مضـر از قبیل سـرب، نیترات، آرسـینیک و دیگر عناصـر به همراه مواد آلی و باکتریایی که بدین لحاظ کاملا غیر قابل شرب با شند(جبرائیلی اندریان، ۱۳۹۷). در ادامه مقاله راجع به محتوای آرسنیک در منابع آبی هشترود بحث خواهد گردید.

بحث ونتایج

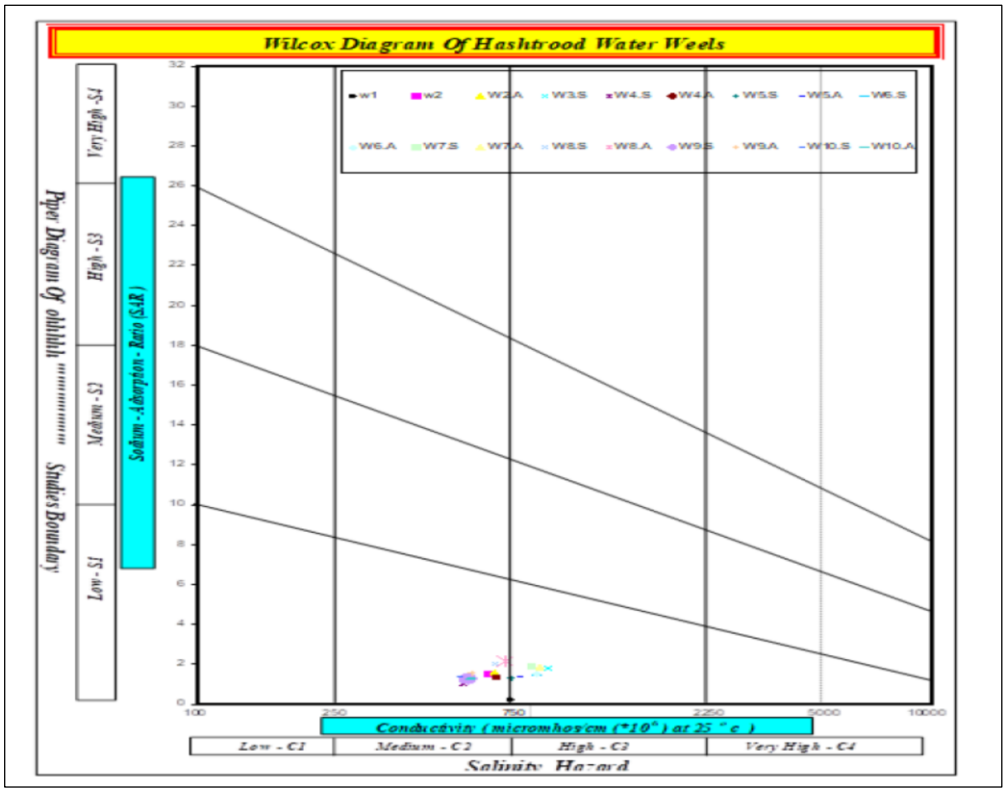
نمونه‌های آب زیرزمینی از منابع آبی شهرستان هشترود در گروه سـختی قرار می‌گیرند که معمولاً متأثر از کاتیون‌های Ca و Mg

است که اغلب به صورت یون بی‌کربنات، سولفات کلراید در آب‌ها وجود دارند. سختی زیاد برای مصرف در کارخانجات مناسب نیست و نوشیدن بیش از حد آب سخت، موجب رسوب در کلیه افراد سنگ‌ساز می‌شود و همچنین موجب بیماری‌های گوارشی به خصوص سنگ کلیه است(غلام دخت بندری و همکاران، ۱۳۹۷)، بنابراین بیشتر توصیه می شود از آب سبک برای شرب استفاده کرد و منیزیم و کلسیم مورد نیاز بدن را از غذاها و یا سبزیجات و میوه‌جات تأمین نمود. ارزیابی کیفیت آب آبیاری یکی از پارامترهای مهم در کشاورزی است. از آن جا که انواع مختلف آب جهت آبیاری مورد استفاده قرار می‌گیرد، پس لازم است که سیستم خاصی از استاندارد کیفیت آب برقرارشود. زیرا آبی که برای مصارف صنعتی، مصارف بهداشتی و..... مورد استفاده قرار می‌گیرد مناسب برای آبیاری نیست. برای ارزیابی کیفیت آب آبیاری بایستی پارامترهای کیفیت شیمیایی آب بررسی شده که شامل: باقیمانده املاح، هدایت الکتریکی، اسیدیته، بی‌کربنات، کلر، سولفات، کل آنیون‌ها، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کل کاتیون‌ها، نسبت جذب سدیم، درصد سدیم، سختی موقت و سختی کل می‌باشد. دیاگرام ویلکاکس براساس هدایت الکتریکی (EC) املاح محلول در آب و نسبت سدیم قابل جذب آب (SAR) قادر به طبقه‌بندی آب در کلاس‌های متفاوت است (Wilcox ،1962). طبقه‌بندی آب‌ها از نظر کشاورزی بر مبنای دو پارامتر هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم استوار است و نقاط حاصل از تقاطع این دو پارامتر در نمودار ویلکاکس بیانگر رده نمونه آبی مورد نظر است. روش طبقه‌بندی ویلکاکس و استفاده از نمودار آن کاربردی‌ترین روش برای طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی در مطالعات هیدرولوژی است. این نمودار آب کشاورزی را به ۱۶ رده تقسیم می‌کند که آب‌های کشاورزی با کیفیت آبیاری خیلی خوب در رده C1-S1 و آب‌های کشاورزی با کیفیت خوب در رده‌های C1-S2، C2-S2 و C2-S1 قرار می‌گیرند. درصورتی که دانه‌بندی و نفوذپذیری خاک مناسب باشد، رده‌های C1-S3، C2-S3، C3-S1، C3-S2 و C3-S3 برای آبیاری در حد متوسط است و در نهایت رده‌های C4-S1، C4-S2، C1-S4، C2-S4، C4-S3، C3-S4 و C4-S4 نیز برای آبیاری کشاورزی نامناسب هستند. این نمودار با استفاده از برنامه Aqua. Chem ترسیم گردید. در بررسی کیفیت آب زیرزمینی از نظر کشاورزی با استفاده از میزان جذب سدیم (SAR) و هدایت الکتریکی (EC) در دیاگرام ویلکاکس، مشخص شده است. مطابق با دیاگرام مذکور، آب های رده C1S1 بهترین و آب های رده C4S4 بدترین آب برای استفاده در آبیاری می‌باشند. نتایج تجزیه شیمیایی نمونه‌های مورد مطالعه بر روی دیاگرام ویلکوکس (شکل ۴) مشخص شده است. بر این اساس اکثر نمونه‌ها در محدوده C2S1 و نمونه های آب چاه شماره های W3.S ، W6.A ، W6.S ، W7.A و W7.S در کلاس C3S1 قرار دارد که در کل خطر شوری متوسط بوده و خطر قلیائیت پایین می‌باشد و این آب‌ها برای مصارف کشاورزی مناسب می‌باشند.

تیپ و رخساره آب زیرزمینی

رخساره هیدروشیمی آب زیرزمینی، تیپ آبهای با ماهیت ژئوشیمی مختلف را منعکس می‌کند(Fetter ،1999). برای تبیینِ تفاوتهای شیمیایی آب از مفهوم رخساره هیدروشیمی استفاده می شود. عواملی مثل لیتولوژی،قدرت تحرک محلولها و جهت جریان آب زیرزمینی در آبخوان بر نوع رخساره تأثیر گذارند. در طبقه‌بندی تیپ آب‌ها، چون آنیون‌های بیکربنات، سولفات و کلراید از تشکیل‌دهنده‌های پرتحرک آب‌های زیرزمینی و معرف اصلی جهت بحث و بررسی‌های منشأ آن می‌باشند، لذا اساس طبقه‌بندی آب‌های زیرزمینی قرارگرفته‌اند و کاتیون‌ها از اولویت دوم برخوردارند(اصغری مقدم، ۱۳۸۹). استفاده از نمودار پایپر یکی از روشهای معمول در تعیین تیپ و رخساره آب زیرزمینی است (Piper,1994). آنطورکه در نمودار پایپر مشاهده می‌شود، تمام نمونه‌های منطقه مورد مطالعه دارای رخساره هیدروشیمی

بی‌کربنات کلسیک می‌باشند (جدول۲). مفهوم این تیپ نشانگر غلبه محتوای کلسیم در نمونه‌های آب نسبت به مجموع K + Na و Mg می‌باشد. با توجه به بالا بودن میزان Ca نسبت به Mg جنس سنگ مخزن اکثر منطقه از نوع آهک و برخی نمونه‌ها، جنس سنگ مخزن آهک دولومیتی می‌باشد با توجه به مشخصات ذکر شده و نتایج آنالیز نمونه‌های آب معلوم می شود که بخشی از کیفیت آب منطقه مربوط به سنگ‌های آذرین و بازالتی اطراف هشترود است و کانی موجود در سنگ آذرین منطقه مورد مطالعه از نوع فلدسپات آلکالن می‌باشد. حداکثر سقف مجاز مقدار As در آب زیرزمینی (آب شرب) رهنمود WHO، ۵ ppb می باشد. چاههای شماره ۱ تا ۱۰ در منطقه به ترتیب دارای محتوای آرسنیک ۳۸،۴۰،۴۰،۳۴،۴۹،۴۳،۴۸،۳۹،۳۹ ppb می باشد؛ بدین ترتیب، آب منطقه دارای میزان آرسنیک بیشتری نسبت به استاندارد WHO می‌باشند که قابل تامل بوده و منشأ آن به واحدهای میوسن نسبت داده می‌شود هرچند که دفع نامناسب فضولات مرغداری در اطراف منطقه مورد مطالعه (شکل ۵) مشکل را تشدید می کند. دو خاصیت خوردگی و پوسته گذاری آب از جمله پارامترهای اساسی جهت تعیین کیفیت آب برای مصارف صنعتی می‌باشند. جهت تعیین کیفیت آب منطقه هشترود جهت مصارف صنعتی، از اندیس لانژلیه در محیط نرم افزار Water Stability Analyzer(version1.10) استفاده گردیده است. اندیس شاخص لانژلیه بیانگر وضعیت آب به لحاظ خورندگی و رسوب‌گذاری هست (APHA, 2005) که به شرایط مختلفی از قبیل اسیدیته‌ی آب، TDS، غلظت کربنات، غلظت بی‌کربنات، دمای آب و قلیاییت بستگی دارد. از عوامل اصلی خورنده بودن آب در برخی نمونه‌ها به سبب وجود سولفات‌ها می‌باشد. همچنین از عوامل اصلی حالت رسوب‌گذار بودن نمونه‌های آب میزان بالای کلسیم و کربنات کلسیم به لحاظ سازندهای زمین‌شناسی می‌باشد. معمولاً برای کنترل خورندگی آب در صنعت همواره باید اندیس اشباع مثبت و بین ۰/۵ — ۰ باشد. کاهش pH و حضور یون‌های کلر و سولفات سبب تشدید خوردگی و افزایش pH و حضور یون-های کلسیم، منیزیم، بی‌کربنات و کربنات سبب تقلیل خورندگی می‌گردد. به غیر از یک مورد، اکثر نمونه های منابع آبی شهر هشترود بسیار خورنده است(جدول۳)؛ افزایش خورندگی در لوله‌های انتقال آب باعث بروز خوردگی لوله‌ها، ترکیدگی و هدر رفتن آب می شود که ۳۰ درصد آب از طریق هدر رفت (pert) از دست می‌رود.



شکل۴- نمودار ویلکوکس نمونه‌های مورد مطالعه در منطقه هشترود

جدول۲- تیپ و رخساره آب زیرزمینی در منطقه هشترود

ردیف	محل نمونه برداری	علامت اختصاری	غلظت آنیون‌ها	غلظت کاتیون‌ها	تیپ آب	رخساره آب	تیپ و رخساره
1	چاه شماره ۱	w1	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Mg > Na+K	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
2	چاه ۲ بهار	w2	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
3	چاه ۲ پاییز	W2.A	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
4	چاه ۳ بهار	W3.S	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
5	چاه۴ بهار	W4.S	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
6	چاه ۴ پاییز	W4.A	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
7	چاه ۵ بهار	W5.S	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
8	چاه ۵ پاییز	W5.A	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
9	چاه ۶ بهار	W6.S	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
10	چاه ۶ پاییز	W6.A	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
11	چاه ۷ بهار	W7.S	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
12	چاه ۷ پاییز	W7.A	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
13	چاه ۸ بهار	W8.S	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
14	چاه ۸ پاییز	W8.A	HCO3 > Cl > SO4	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
15	چاه ۹ بهار	W9.S	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
16	چاه ۹ پاییز	W9.A	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
17	چاه ۱۰ بهار	W10.S	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک
18	چاه ۱۰ پاییز	W10.A	HCO3 > SO4 > Cl	Ca > Na+K > Mg	بی کربناته	کلسیک	بی کربناته کلسیک

جدول۳- کیفیت منابع آبی منطقه هشترود برای مصارف صنعتی

محل نمونه برداری	علامت اختصاری	قلیائیت بر حسب CaO	Ca (mg/l)	ضریب C	PHs	pH	pHs-pH	کیفیت آب برای مصارف صنعتی
چاه شماره ۱	w1	11.5	75	11.29	8.4	7.5	0.9	خورنده
چاه ۲ بهار	w2	53.2	66	11.29	7.7	7.5	0.2	خورنده
چاه ۲ پاییز	W2.A	55.8	68	11.29	7.7	7.6	0.1	خورنده
چاه ۳ بهار	W3.S	75.5	96	11.3	7.4	7.53	-0.13	رسوبگذار
چاه ۴ بهار	W4.S	36	60	11.28	7.9	7.4	0.5	خورنده
چاه ۴ پاییز	W4.A	49	76	11.29	7.7	7.52	0.18	خورنده
چاه ۵ بهار	W5.S	55.4	81	11.29	7.6	7.54	0.06	خورنده
چاه ۵ پاییز	W5.A	58.5	78	11.29	7.6	7.4	0.2	خورنده
چاه ۶ بهار	W6.S	63.2	98	11.29	7.5	7.13	0.37	خورنده
چاه ۶ پاییز	W6.A	65.2	100	11.29	7.5	7.45	0.05	خورنده
چاه ۷ بهار	W7.S	72.1	80	11.29	7.5	7.45	0.05	خورنده
چاه ۷ پاییز	W7.A	74.2	89	11.29	7.5	7.39	0.11	خورنده
چاه ۸ بهار	W8.S	66.2	66	11.29	7.6	7.25	0.35	خورنده
چاه ۸ پاییز	W8.A	71.9	67	11.29	7.6	7.55	0.05	خورنده
چاه ۹ بهار	W9.S	41.8	56	11.28	7.9	7.4	0.5	خورنده
چاه ۹ پاییز	W9.A	49.6	54	11.28	7.9	7.7	0.2	خورنده
چاه ۱۰ بهار	W10.S	42.4	54	11.28	7.9	7.53	0.37	خورنده
چاه ۱۰ پاییز	W10.A	42.8	58	11.28	7.9	7.69	0.21	خورنده

شکل ۵- نهر احداث شده برای دفع نامناسب فضولات مرغداری در اطراف منطقه مورد مطالعه

نتیجه گیری

بر اساس نتایج تحلیل آماری بر حسب مقادیر EC اکثر نمونه‌ها از نظر کیفی در محدوده خوب واقع شده است و براساس محتوای TDS نمونه‌ها و مقایسه آن‌ها با استاندارد WHO نشانگر این است که تمام نمونه‌ها در محدوده مطلوب واقع شده است. بر اساس نمودار ویلکوکس نمونه‌های آب منطقه برای کشاورزی مناسب می‌باشد هرچند کیفیت نمونه ها از نظر برخی پارامترها برای مقاصد شرب مناسب است، در عین حال مقدار آرسنیک اکثر نمونه ها بسیار بالا بوده و ضرورت دارد طبق استانداردهای بهداشتی بهبود یابد. از طرفی با توجه به خورنده بودن نمونه های آب منطقه هشترود، مشکل خوردگی خطوط انتقال آب، هدررفت آب در شبکه شرب شهری را بالا خواهد برد و سبب خسارات مالی و بهداشتی فراوان خواهد شد.

سپاسگزاری

از شرکت آب و فاضلاب استان آذربایجانشرقی به جهت مساعدت در زمینه امکانات آنالیزی مورد نیاز مطالعه قدردانی می گردد.

منابع

-**آقانباتی، ع.، (۱۳۸۶)**، "زمین شناسی ایران"، انتشارات سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران.۳۲۰ص.

-**اصغری مقدم، الف.، ندیری، ع.، نورانی، و.، (۱۳۸۷)**. "مدل سازی بارش دشت تبریز با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی". مجله دانش کشاورزی. جلد ۱۸. شماره۱,۱۶ص.

-**اصغری مقدم، ا. (۱۳۸۹)**. "اصول شناخت آبهای زیرزمینی"، چاپ اول. انتشارات دانشگاه تبریز.۱۳۰ص.

-**جبرائیلی اندریان، ن. (۱۳۹۷)**. "هیدروژئولوژی و پتانسیل یابی منابع آب زیرزمینی موجود در واحدهای سازند سخت و کارستی استان کردستان"، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تبریز.۱۴۰ص.

-**حسینقلی زاده، ع. (۱۳۹۵)**. "بررسی اثرات زیست محیطی عوامل زمین‌زاد بر روی کیفیت منابع آب شهری خوی با نگرش ویژه بر توزیع فلزات سنگین"، پایان نامه کارشناسی ارشد زمین شناسی زیست محیطی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.۱۱۲ص.

-**خالقی، ف.،(۱۳۸۷)**. بررسی عوامل موثر در هیدروژئوشیمی منابع آب شهری مرند با هدف حساسیت سنجی و ارزیابی کیفیت

آب زیرزمینی، فصلنامه پژوهشی زمین شناسی و محیط زیست، سال دوم، شماره ۱، تابستان ۱۳۸۷.

-**سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور ،(۱۳۷۷)**."استاندارد ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب شرب"، نشریه شماره ۱۱۶-۳، تهران.

-**سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور ،(۱۳۸۱)**."نقشه زمین شناسی مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ هشترود". انتشارات سازمان زمین شناسی کشور

-**علیزاده، ا.،(۱۳۸۲)**. "اصول هیدرولوژی کاربردی". انتشارات آستان قدس رضوی.۱۴۰ص.

-**غلام دخت بندری، پ. و غلام دخت بندری، ز. ،(۱۳۹۷)**. "ارزیابی کیفیت هیدروژئوشیمیایی آب زیرزمینی حوزه سیاهو، شمال شرق شهر بندرعباس". فصلنامه علمی پژوهشی سلامت و محیط زیست، دوره۱۱، شماره ۱، ص ۱۱۰-۹۷.

-**موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ،(۱۳۶۷)**"استانداردآب شماره ۱۰۵۳ .آب آشامیدنی ـ ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی"، تجدید نظر پنجم، انتشارات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، تهران.

-**همایون نژاد،ا. سواری، ا. نوری، غ ،(۱۳۸۶)**. "بررسی کیفیت آب، مطالعه موردی در مخازن چاه نیمه زابل". فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۹، شماره ۳، ص ۱۳-۲۱.

-**APHA. (1995).** "Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater", 17th edn. American Publick Health Association, Washington DC, USA.

-**APHA, AWWA, WEF. (2005)** "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater". 21st ed. Washington DC: American Public Health Association.

-**Arumugam, K. and Elangovan, K., (2009)** "Hydrochemical characteristics and groundwater quality assessment in Tirupur Region", Coimbatore District, Tamil Nadu, India. Environ Geol DOI 10.1007/s00254-008-1652-y.

-**Ceron, J.C., Jimenez-Espinosa, R. and Pulido-Bosch, A. (2000)** "Numerical analysis of hydrogeochemical data: a case study (Alto Guadalentin, southeast Spain)", Applied Geochemistry, 15, 1053-1067.

-**Davis, J.C. (1986).** "Statistics and Data Analysis in Geology. John Wiley", New York, 233 p.

-**EPA (2006).** "Hydrogeological assessment (groundwater quality) guidelines", EPA Victoria, Publication 668, Australia.

-**Fetter, C.W. (1988).** "Applied Hydrogeology. Mc Milan publishing company". U.S.A. 596p.

-**Fetter C. (1999).** "Contaminant Hydrogeology". New Jersey: Prentice Hall.

-**Freeze, R.A., Chery, J., (1979).** "Ground water, Prentice Hall", INC, New Jersey.

-**Homayoon Nezhad I, Amirian P, Piri I. (2016)**. "Investigation on water quality of Zabol Chahnimeh reservoirs from drinking water and agricultural viewpoint with focus on Schoeller and wilcox diagrams". Journal of Environmental Science and Technology; 18(1):1-13 (in Persian).

-**Mishra, PC, Behera, PC. And Patel, PK., (2005).** "Contamination of water due to major industries and open refuse dumping in the steel city of Orissa-a case study". J. Environ. Sci. Eng., v. 47, no. 2, p. 141-154.

-**Piper, AM., (1994).** "a graphical procedure in the geochemical interpretion of water analysis". Am. Geophys Union Trans. V. 25, p. 914-928.

- **Schoeller H. (1962).** "The Groundwater". Paris: Mas-son and Cie.) SPSS INC., (1997) "Spss for Windows/Brief Guide", Prentice Hall Public, 80.P.

-**Subbarao, C., Subbarao, N.V., and Chandu, S.N. (1996).** "Characterization of groundwater contamination using factor analysis, Environ. Geol"., 28, 4, 175-180

-**Swan, A.R.H., Sndilands, M. and Mccabes, P. (1995).** "Introduction to Geological Data Analysis". Blackwell Science, 446p.

-Todd, D.K. and Mays, L.W. (2005). "Groundwater hydrology". Third Edition. John Wiley and Sons.

-**WHO, (2004).** "Guidelines for drinking water quality": v. l, recommendations , 2nd edn. World Health Organization, Geneva.

-**WHO. (2008).** "Guidelines for Drinking Water Quality". 3rd ed. Switzerland: World Health Organization.

-**Wilcox, L. V. (1955).** "Classification and Use of Irrigation Waters. U. S. Department of Agriculture", Circular 969, Washington.

-**Wilcox L. (1962).** "The quality of water for irrigation use". Washington, DC: US Department of Agricultural Technical Bulletin.

Evaluation of Drinking Water Quality in Hashtrood Area Using Hydrochemical Parameters with Environmental Approach

Fazel Khaleghi

Assistant Professor Department Geology, Islamic Azad University, Tabriz Branch, Tabriz, Iran

ABSTRACT

Hashtrood region is located in the southwest of East Azerbaijan province .The main source of drinking water through underground water supply residents there .In order to evaluate groundwater quality, water resources, including 9 throat of deep wells to a depth of 70 to 90 meters in two periods (wet and dry) in compliance with the required standards were sampled for chemical analysis were transferred to specialized laboratories. Data obtained from this evaluation for the purpose of processing and interpretation of the sign were to Rock Works and Geochemistry software's. In this research, piper diagrams have been used to determine the type and geochemical facies of groundwater .To study and evaluate water for industrial use, the Langelier index has been used in which the criterion of water scaled and corrosive is considered. According to Schuler diagram, the water samples of this area are in the acceptable water range, which indicates that the water quality of the area is desirable for drinking purposes.The water quality of the area for industrial use is in the corrosive category in most samples. Samples of groundwater from Hashtrood city has high hardness, which is usually influenced by the deceleration of Ca and Mg that there is often bicarbonate ion and chloride sulfate in the water.The corrosive nature of the water in the area leads to the pert of water in the urban supply system, which will cause health problems and material damage

Keywords: Groundwater, Resources Quality, Human activities, hydrochemistry, Hashtrood .