Archive of SID

ارزیابی پارامترهای کیفیت بهداشتی و هیدروژئوشیمیایی منابع آب کارست استان گلستان

پانیذ نیک‌سیر [۱](M.Sc)، یوسف دادبان شهامت [۲*](Ph.D)، سید احمد میرباقری فیروزآبادی [۳](Ph.D)، حمیدرضا ناصحی‌نیا [۴](Ph.D)

۱- گروه مهندسی محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

۲- مرکز تحقیقات بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی گلستان، گرگان، ایران

۳- گروه مهندسی عمران و محیط زیست، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران

۴- گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی سمنان، دامغان، ایران

چکیده

سابقه و هدف: منابع آب مناطق کارستی جزو یکی از مهم‌ترین منابع آب‌های حفاظ کمیت و کیفیت محسوب می‌شوند. با توجه به این گسترش مناسب این منابع در کشور و نیز استان گلستان، این مطالعه با هدف تعیین کیفیت بهداشتی منابع آب کارست استان گلستان صورت گرفت.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه کیفیت میکروبی و شیمیایی منابع موجود آب کارست استان گلستان به صورت موردی در شهرستان‌های گرگان، آزادشهر، کلاله و گالیکش انتخاب و کشاورزی مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور از ۱۰ ویژگی کیفی ۱۲ منبع کارستی در فصل کم‌آبی و پرآبی سال ۹۳-۱۳۹۴ استفاده شد و شاخص‌های کیفی آب با استفاده از نرم‌افزار Aq.qa ارزیابی شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که کیفیت منابع آب در رده آب‌های خوب و خیلی خوب قرار دارند. بررسی شاخص کشوری نشان داد که بیش‌تر نمونه‌های آب در فصل در کلاس عالی قرار داشتند. با توجه به شاخص کیفی ویلکوکس، برخی از منابع برای مصارف کشاورزی مناسب و برخی نامناسب و همچنین از نظر شرب در کلاس متوسط و از نظر کشاورزی اکثر نمونه‌ها محدوده C3-S1 قرار داشتند و هم چنین الکتری کلیزم در هیچ یک از نمونه‌ها مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: با توجه کیفیت منابع بهداشتی و کشاورزی اکثر این منابع و نیز کمیت مناسب و نیز اقتصادی‌تر بودن استحصال آب این منابع نسبت به آب سدها و فراوانی این منابع در سطح استان و کشور، مطالعه و بررسی منابع کمی و کیفی این منابع می‌تواند به عنوان راه حل تامین نیاز آبی مصارف کشاورزی مورد توجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: منابع آب، کیفیت، کارست، گلستان

مقدمه

آب یکی از فراوان‌ترین ترکیباتی است که در طبیعت یافت می‌شود و تقریباً ۷۵٪ سطح زمین را اشغال می‌نماید. با این وجود، چندین عامل، زمینه‌ساز کمبود آب در نقاط مختلف دنیا شده است. اولین عامل، توزیع ناهمگون جغرافیایی است، بیش از ۹۷٪ کل منابع آب در اقیانوس‌ها و دریاها قرار دارد که به دلیل بالا بودن میزان نمک‌های محلول، مستقیماً برای مصرف مناسب نمی‌باشد و کمی بیش از ۲٪ کل منابع آب در یخچال‌ها

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۱۷۸۹۴۵۷

Email: ydadban@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۸/۲۶

www.SID.ir

Archive of SID

و مناطق قطبی و یا به صورت رطوبت در خاک و اتمسفر زمین قرار دارد که به دلیل در دسترس نبودن، برنامه‌ریزی برای استفاده از آن‌ها از نظر امکان سنجی اقتصادی قابل توجیه نیست. به این ترتیب انسان جهت ادامه‌ی حیات و رفع نیازهای صنعتی، کشاورزی و شرب، تنها به ۰/۶۲٪ آب باقی‌مانده در دریاچه‌ها، رودخانه‌ها و آب‌های زیر زمینی قرار دارد، می‌تواند دسترسی داشته باشد. از سوی دیگر رشد روزافزون جمعیت جهان، مصارف گوناگون آب را افزایش داده است. این امر نه تنها کمیت منابع آب در درسترس را کاهش داه و با محدودیت‌های بیش‌تری روبرو نموده است، بلکه به دلیل توسعه شهرنشینی و فعالیت‌های صنعتی و کشاورزی، تغییر و تنزل کیفیت آب‌ها را نیز به دنبال داشته است. به این دلیل، بسیاری از کشورهای جهان با مشکل کمبود آب و یا آلودگی منابع آب مواجه شده‌اند و سال‌هاست در زمینه‌ی برنامه‌ریزی صحیح در مدیریت منابع آب سرمایه‌گذاری می‌نمایند؛ از این رو عدم پایش منابع آب سبب زیان‌های بهداشتی و اقتصادی زیادی خواهد شد [۱]. از آن جا که ایران از نظر اقلیمی و جغرافیایی در منطقه‌ای خشک و نیمه خشک قرار گرفته است، منابع آب در کشور ما با محدودیت کلی روبرو هستند. در سال‌های قبل استفاده از منابع آب‌های سطحی رو به کاهش نهاده است؛ به طوری که در سال ۱۳۸۰ به علت کاهش ذخیره آب سدهای لتیان، کرج و لار بیش از ۷۰٪ از آب آشامیدنی شهر تهران از منابع زیرزمینی تامین می‌گردید که این مقدار در سال‌های اخیر بیش‌تر نیز شده است [۲]. پدیده‌ی کارست و ژئومورفولوژی آن نتیجه‌ی عمل‌کرد آب بر سنگ‌های آهکی و سایر سنگ‌های قابل انحلال است. واژه‌ی کارست از نام جغرافیایی ناحیه‌ی شمال غرب یوگسلاوی سابق نزدیک مرز ایتالیا منشأ می‌گیرد. کلمه‌ی هندی اروپایی Kar که به معنای تخته سنگ و کلمه‌ی ایتالیایی Karso به معنی سنگی لم‌یزرع می‌باشد و مجموعه‌ای از این واژه‌ها در واژه‌ی آلمانی کارست تبلور یافته است [۴،۳]. در کشور ایران که سازنده‌های کارستی حدود ۱۱٪ از سطح آن را می‌پوشاند، اکتشاف منابع آب شیرین و حفاظت آن‌ها از منابع آلاینده از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعات کارست در ایران به مطالعات شناسایی در سال ۱۳۵۰ بر می‌گردد که عمدتاً در حوضه‌های کارستی زاگرس آغاز و تعداد زیادی چاه در نواحی مختلف آن حفاری گردیده است. اما مطالعات جامع آن از سال ۱۳۶۹ آغاز شده است. بعد از تاسیس مرکز مطالعات و پژوهش‌های کارست در شیراز، اولین مطالعات جامع در حوضه کارست مهارلو به مساحت ۴۲۰۰ کیلومتر مربع انجام گردید و پس از تهیه روش مطالعات جامع با افزایش شش حوضه کارستی دیگر به مساحت ۱۱۴ هزار کیلومتر دیگر رسید. با پیگیری این مرکز پیش‌بینی می‌شود با افزایش حوضه‌های کارستی، مساحت مورد مطالعه ۴۲۰ هزار کیلومتر مربع برسد [۵]. در این راستا تعیین یک استراتژی منطقی در مدیریت توسعه منابع آب در ایران، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. این استراتژی باید به گونه‌ای منظور شود که ضمن رویکرد به سمت راه‌کارهای صحیح استفاده از منابع آب حفاظت کافی از آن‌ها را نیز از طریق قوانین و ضوابط، مورد توجه قرار دهد [۶]. هم‌چنین به لحاظ اهمیت آلودگی‌های فیزیکو شیمیایی و باکتریولوژیکی آب در انتقال و ایجاد بیماری‌ها [۷]، پایش مستمر منابع آب لازم می‌باشد. بدین منظور، هدف از این پژوهش بررسی وضعیت خصوصیات شیمیایی و باکتریولوژیکی منابع آب کارستی استان گلستان و مقایسه آن‌ها با استانداردهای موجود برای شرب در دو فصل پرآبی و کم‌آبی بهار و پاییز و به صورت مقطعی در سال ۹۳-۹۴ می‌باشد.

مواد و روش‌ها

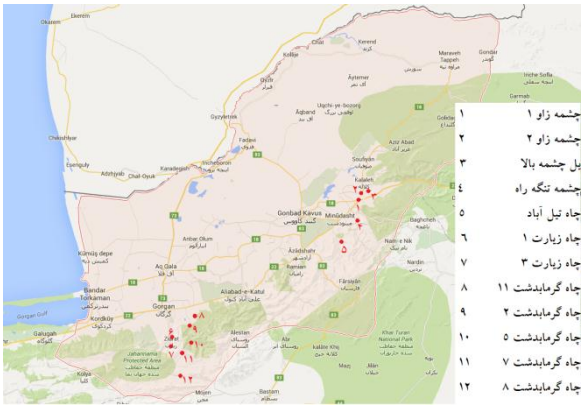
مشخصات و محدوده مکانی تحقیق استان گلستان بین ۵۳ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۵۶ درجه و ۲۲ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض شمالی در بخش شمالی کشور واقع گردیده است. این استان از شمال به کشور ترکمنستان، از جنوب به استان سمنان، از شرق به استان خراسان شمالی و از غرب به دریای خزر و استان مازندران محدود می‌شود. استان گلستان متشکل از ۱۴ شهرستان، ۲۷

www.SID.ir

Archive of SID

بخش، ۲۵ شهر، ۶۰ دهستان، ۱۰۰۸ آبادی مسکونی و ۴۷ آبادی غیر مسکونی می‌باشد. مساحت استان بالغ بر ۲۰۴۳۸ کیلومتر مربع است. شهرستان گنبد با ۵۰۷۱٫۳ کیلومتر مربع بزرگ‌ترین و شهرستان بندر گز با ۲۳۹/۳۱ کیلومتر مربع کوچک‌ترین شهرستان استان می‌باشد. تراکم نسبی جمعیت استان در سال ۱۳۹۰ معادل ۸۷ نفر در کیلومتر مربع بوده که شهرستان گرگان با ۲۸۶ نفر و شهرستان مراوه تپه با ۱۷ نفر بالاترین و پایین‌ترین تراکم نسبی جمعیت را داشته‌اند [۸].

نمونه برداری از منابع آب کارستی نمونه‌ها از منابع تحت پوشش شرکت آب و فاضلاب شهری و روستایی استان گلستان در دو فصل کم‌آبی و پرآبی برداشته شدند. فصل پرآبی از اواخر زمستان تا اوایل تابستان و فصل کم‌آبی از اواخر تابستان تا اوایل زمستان ادامه دارد. تعداد ۱۲ منبع از بین منابع انتخاب گردید و در کل ۴۸ نمونه از سطح استان برداشته شد. این نمونه‌ها از شهرهای گرگان، آزادشهر، کلاله و گالیکش اخذ شدند. منابع موجود در شهر گرگان شامل چاه‌های شماره ۱ و۳ زیارت، ۲، ۵، ۷، ۸ و ۱۱ توسکستان، شهرستان آزادشهر چاه تیل آباد، شهرستان کلاله چشمه‌های زاو شماره ۱ و۲ و یل چشمه بالا، و شهرستان گالیکش چشمه تنگراه می‌باشد، که محل این منابع در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱: محل نمونه برداری منابع آب سازند های کارستی منطقه مورد مطالعه

در این تحقیق پارامترهای سدیم (Na^+)، پتاسیم (K^+)، کلسیم (Ca^{2+})، منیزیم (Mg^{2+}) و آنیون‌های سولفات (SO_4^{2-})، بی‌کربنات (HCO^{3-})، کلرید (Cl^-)، سختی کل و موقت، درصد سدیم (Na٪)، نسبت جذب سدیم (SAR) و آزمایش کلیفرم سنجش شدند. نمودارهای تعیین کیفیت آب نیز با استفاده از نرم‌افزارهای Aq.qa ترسیم گردیدند. همچنین اندازه‌گیری آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی شامل یون‌های کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، سولفات، و کلرور و نیز آزمایش کلیفرم در آزمایشگاه دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی گلستان بر اساس روش‌های موجود در کتاب استاندارد متد، بر روی نمونه‌ها برداشت شده به صورت گراب، انجام گرفت [۹]؛ نتایج آزمایشات شیمیایی در دو فصل کم‌آبی و پرآبی در جدول‌های ۱ و ۲ آمده است. پس از به‌دست آوردن نتایج آزمایشگاه برخی پارامترهای کیفی آب نظیر سختی کل، میزان شوری آب، طبقه‌بندی بر اساس S.A.R و غیره محاسبه شده و نمودارهای شولر، ویلکوکس و پایپر و همچنین جداول آن ها ترسیم گردید.

نتایج

ترکیبات شیمیایی منابع آب مورد مطالعه در این قسمت ترکیبات پارامترهای شیمیایی منابع مورد مطالعه در دو فصل پرآبی و کم‌آبی در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. بر طبق نتایج در فصل پرآبی بیش‌ترین سختی مربوط به منبع آب چاه زیارت ۱ و کم‌ترین آن مربوط به چاه تیل آباد مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین کلرور مربوط به چاه زیارت ۳ و کم‌ترین آن مربوط به چشمه‌ها سنجش شدند. همچنین در فصل کم‌آبی بیش‌ترین سختی مربوط به منبع آب چاه زیارت ۱ و کم‌ترین آن مربوط به چشمه زاو ۱ و ۲ مشاهده شد. همچنین بیش‌ترین کلرور مربوط به چاه زیارت ۱ و کم‌ترین آن مربوط به چشمه‌ها سنجش شدند.

بررسی نمونه‌ها از نظر سختی کل همان‌طوری که در جداول ۳ و ۴ دیده می‌شوند در فصل پرآبی و کم‌آبی ۵۰٪ منابع آب در دسته کاملاً سخت و ۵۰ درصد دیگر در دسته سخت قرار دارند و تقریباً تمام سختی موجود در این منابع از نوع سختی موقت یا کربناته می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

کیفیت آ... منابع مورد مطالعه از نظر کشاورزی نتایج دیاگرام ویلکوکس که در شکل ۲ نشان داده شده است نشان می‌دهد که کیفیت آب چشمه‌های زاو ۱، زاو ۲، یل چشمه بالا، تنگراه و چاه گرمابدشت ۲ در رده C2S1 قرار داشته و چاه‌های تیل آباد، زیارت، زیارت ۳، گرمابدشت ۱۱، گرمابدشت ۵، گرمابدشت ۷ و گرمابدشت ۸ در رده C3S1 قرار دارند.

منابع آ... مورد مطالعه از نظر شرب در این مطالعه جهت تعیین کیفیت آب منابع مورد مطالعه از دیاگرام شولر استفاده شد که شکل ۳ این دیاگرام را برای نمونه‌های مربوطه نشان می‌دهد.

منابع آ... براساس درصد سدیم و نسبت جذب سدیم نتایج دو پارامتر درصد سدیم و نسبت جذب سدیم در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود که در فصل پرآبی ۲۵٪ نمونه‌ها از نظر نسبت جذب سدیم خوب و ۷۵٪ عالی بوده و همچنین در فصل کم‌آبی ۸٪ قابل قبول، ۱۶٪ خوب و ۷۵٪ عالی می‌باشند

بررسی کیفیت آب‌ها بر ا... نمودار پایپر مطابق شکل ۴ دیاگرام پایپر در دو فصل پرآبی و کم‌آبی نشان داد که نفوذ قلیایی‌های خاکی بیش‌تر از فلزات قلیایی و نفوذ اسیدهای ضعیف بیش‌تر از اسیدهای قوی می‌باشد. افزایش غلظت سدیم در چاه تیل آباد در فصل کم‌آبی موجب تغییر تیپ آب و نفوذ بیش‌تر فلزات قلیایی نسبت به قلیایی‌های خاکی گردید. تیپ و نوع رخساره آب زیرزمینی در تمام نمونه‌ها در فصل پرآبی، از نوع کلسیم- منیزیم بی‌کربنات و در فصل کم‌آبی از نوع کلسیم- منیزیم بی‌کربنات و سدیم- بی‌کربنات (برای چاه زیارت ۵) می‌باشد. در آب‌های تیپ کلسیم- بی‌کربنات بخش عمده بی‌کربنات و کلسیم موجود، از تجزیه سنگ‌های کربناته منشا می‌گیرد. دی‌اکسید کربن اتمسفری و زیستی در اثر تبادلات سطحی وارد آب شده و در سطوح زیرین نفوذ کرده و پس از تجزیه سنگ‌های کربناتی به منطقه اشباع نشده آب‌خوان‌های مختلف تراوش می‌کند. نتیجه این واکنش نیز افزایش کلسیم، بی‌کربنات و در نهایت افزایش pH آب زیرزمینی می‌باشد [۱۰].

نتایج کیفیت میکروبی منابع آ... مورد مطالعه از مجموع ۲۴ عدد نمونه میکروبی اخذ شده از منابع مورد مطالعه در دو فصل کم‌آبی و پرآبی، نتیجه‌ی آزمایش احتمالی و همچنین تاییدی کلیه نمونه‌ها منفی بوده و بدین معنی است که این منابع عاری از هر گونه آلودگی میکروبی و نشت فاضلاب انسانی بوده و مطابق با استاندار کیفیت آب برای شرب می‌باشند [۱۱].

جدول ۱. پارامترهای شیمیایی منابع مورد مطالعه در فصل پر آبی (بر حسب mg/L)

منابع آب/ پارامتر های شیمیایی	سختی کل as $CaCO_3$	کلسیم Ca^+	منیزیم Mg^+	کربنات HCO^{3-}	سدیم Na^+	پتاسیم K^+	سولفات SO_4^-	کلرور Cl^-
چشمه زاو ۱	۲۸۳/۱	۹۳/۶	۱۲	۳۲/۰۸	۱/۸۴	۰/۷۸	۷	۴
چشمه زاو ۲	۲۸۳/۱	۹۳/۶	۱۲	۲۹/۶۸	۰/۹۲	۰/۷۸	۷	۴
یل چشمه بالا	۲۷۳/۱۱	۸۹/۶	۱۲	۳۰/۸۸	۶/۹	۰/۷۸	۱۷	۴
چشمه تنگراه	۲۸۳/۱	۹۳/۶	۱۲	۳۰/۸۸	۲۱/۸	۰/۷۸	۲۷	۴
چاه تیل آباد	۲۷۳	۸۹/۰	۱۲	۳۲/۰۸	۷۳/۸	۱/۱	۷۷	۴۴
چاه زیارت ۱	۴۷۰	۱۲۳/۱	۳/۷	۳۴۵	۵۴	۸/۵	۱۳۵/۴	۱۰/۲
چاه زیارت ۳	۳۴/۵۹	۹۱/۲	۲/۴	۳۱۰	۴۸/۸	۶/۸	۹۰/۱	۶۶/۵
چاه گرمابدشت ۲	۳۶/۵۵	۹۱/۸	۳/۴	۳۰۵	۲۱/۶	۱/۵۷	۱۰۹/۵	۲۵/۳
چاه گرمابدشت۱۱	۲۷/۷۳	۶۶/۸	۲/۵	۲۲۰	۱۵/۴	۱/۷	۶۸/۳	۳۶/۸
چاه گرمابدشت ۵	۳۱۴/۰۷	۷۷	۲۹/۶	۲۰۰	۲۶/۵	۱/۵	۱۲۸	۵۰/۳
چاه گرمابدشت ۷	۳۵۶/۴۴	۹۱	۳۱/۴	۲۸۵	۲۰	۱/۵	۱۲۰/۲	۲۴/۸
چاه گرمابدشت ۸	۳۵۷/۵۲	۹۱/۶	۳۱/۳	۳۰۰	۱۵	۱/۵۶	۱۰۱/۱	۲۳

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. پارامترهای شیمیایی منابع مورد مطالعه در فصل کم آبی بر حسب mg/L

منابع آب/ پارامتر های شیمیایی	سختی کل as $CaCO_3$	کلسیم Ca^+	منیزیم Mg^+	کربنات HCO_3^-	سدیم Na^+	پتاسیم K^+	سولفات SO_4^-	کلرید Cl^-
چشمه زاو ۱	۲۸۳/۱	۹۳/۶	۱۲	۳۲۲/۰۸	۱/۸۴	۰/۷۸	۷	۴
چشمه زاو ۲	۲۸۳/۱	۹۳/۶	۱۲	۲۹۷/۶۸	۰/۹۲	۰/۷۸	۷	۴
یل چشمه بالا	۲۷۳/۱۱	۸۹/۶	۱۲	۳۰/۸۸	۶/۹	۰/۷۸	۷	۴
چشمه تنگراه	۲۸۳/۱	۹۳/۶	۱۲	۳۰/۸۸	۲/۸۵	۰/۷۸	۴۲	۴
چاه تیل آباد	۲۸۲/۸۸	۸۵/۶	۱۶/۸	۴۳/۸۸	۱۶۷/۹	۱/۵۶	۷۳	۹۴
چاه زیارت ۱	۴۷۰/۴۱	۱۲۰	۳۹/۸	۳۴۵	۵۲/۸	۷/۱	۱۴/۵	۱۰۹/۷
چاه زیارت ۳	۳۱۳/۷۴	۸۵/۶	۲۴/۳	۲۸۵	۴۴/۹	۶/۲	۸۰/۲	۶۰/۴
چاه گرمابدشت ۲	۳۶۸/۴۱	۹۲/۵	۳۳/۴	۳۰۵	۲۲/۹	۱/۵۸	۱۱۲/۵	۲۹/۳
چاه گرمابدشت ۱۱	۲۷۵/۸۹	۶۵/۵	۲۷/۳	۲۴۵	۱۶/۱	۱/۵	۷۱/۵	۳۳/۲
چاه گرمابدشت ۵	۳۵۱	۸۴/۵	۳۴/۲	۲۰۰	۳۱/۵	۱/۴	۱۴۳/۲	۶۹/۳
چاه گرمابدشت ۷	۳۶۵	۹۲/۵	۳۲/۷	۲۸۵	۲۰/۶	۱/۵	۱۲۲/۷	۲۹/۴
چاه گرمابدشت ۸	۳۶۵/۵۳	۹۲/۵	۳۲/۷	۳۰۰	۱۵/۲	۱/۵	۱۰۴/۲	۲۶/۵

جدول ۳. کیفیت آب های منابع مورد مطالعه براساس سختی در فصل پر آبی (بر حسب mg/L $CaCO_3$)

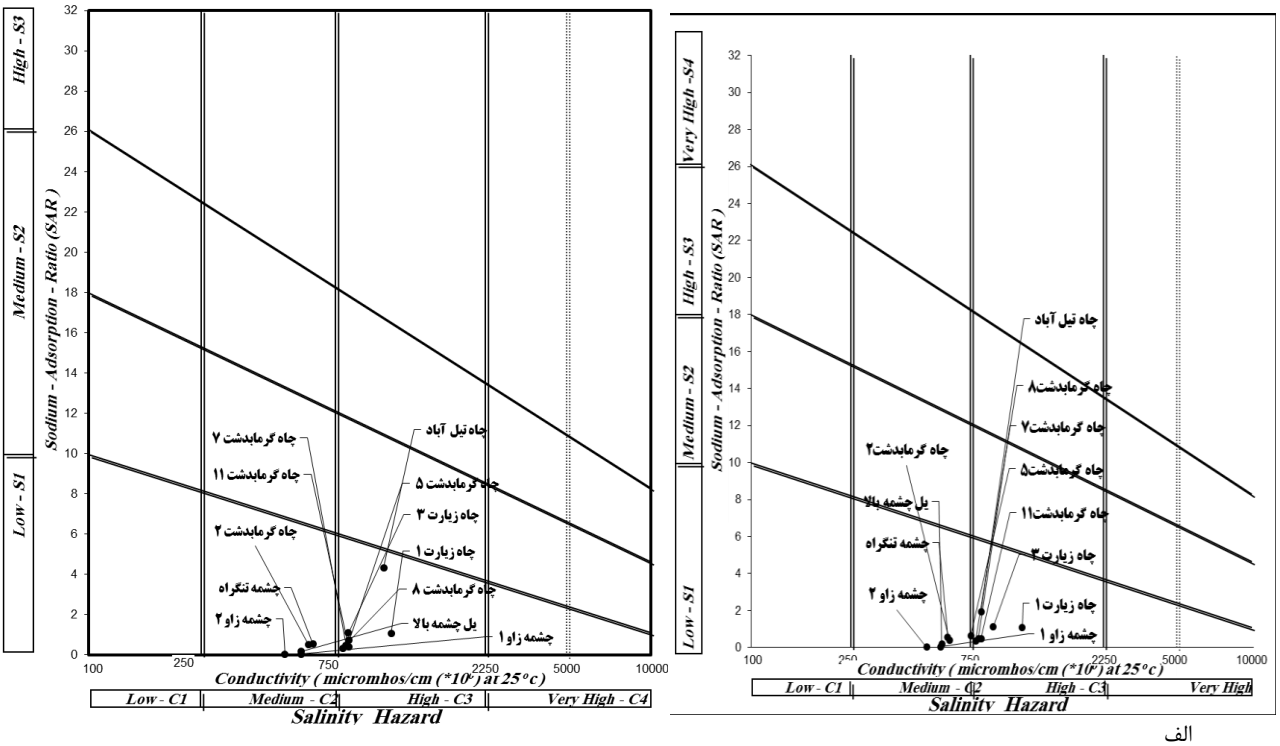
ردیف	محل نمونه‌برداری	سختی کل	سختی موقت	سختی دائم	کیفیت آب بر اساس سختی کل
۱	چشمه زاو ۱	۲۸۳/۱	۲۸۳/۱	۰	سخت
۲	چشمه زاو ۲	۲۸۳/۱	۲۸۳/۱	۰	سخت
۳	یل چشمه بالا	۲۷۳/۱۱	۲۷۳/۱۱	۰	سخت
۴	چشمه تنگراه	۲۸۳/۱	۲۸۳/۱	۰	سخت
۵	چاه تیل آباد	۲۷۳/۱۱	۲۷۳/۱۱	۰	سخت
۶	چاه زیارت ۱	۴۷۰/۷۵	۴۷۰/۷۵	۰	کاملاً سخت
۷	چاه زیارت ۳	۳۴۴/۵۹	۳۴۴/۵۹	۰	کاملاً سخت
۸	چاه گرمابدشت ۱۱	۳۶۲/۵۵	۳۶۲/۵۵	۰	کاملاً سخت
۹	چاه گرمابدشت ۲	۲۷۱/۷۳	۲۷۱/۷۳	۰	سخت
۱۰	چاه گرمابدشت ۵	۳۱۴/۰۷	۳۱۴/۰۷	۰	کاملاً سخت
۱۱	چاه گرمابدشت ۷	۳۵۶/۴۴	۳۵۶/۴۴	۰	کاملاً سخت
۱۲	چاه گرمابدشت ۸	۳۵۷/۵۲	۳۵۷/۵۲	۰	کاملاً سخت

جدول ۴. کیفیت آب های منابع مورد مطالعه براساس سختی در فصل کم آبی (بر حسب mg/L $CaCO_3$)

ردیف	محل نمونه‌برداری	سختی کل	سختی موقت	سختی دائم	کیفیت آب بر اساس سختی کل
۱	چشمه زاو ۱	۲۸۳/۱	۲۸۳/۱	۰	سخت
۲	چشمه زاو ۲	۲۸۳/۱	۲۸۳/۱	۰	سخت
۳	یل چشمه بالا	۲۷۳/۱۱	۲۷۳/۱۱	۰	سخت
۴	چشمه تنگراه	۲۸۳/۱	۲۸۳/۱	۰	سخت
۵	چاه تیل آباد	۲۸۲/۸۸	۲۸۲/۸۸	۰	سخت
۶	چاه زیارت ۱	۴۷۰/۴۱	۴۷۰/۴۱	۰	کاملاً سخت
۷	چاه زیارت ۳	۳۱۳/۷۴	۳۱۳/۷۴	۰	کاملاً سخت
۸	چاه گرمابدشت ۲	۳۶۸/۴۱	۳۶۸/۴۱	۰	کاملاً سخت
۹	چاه گرمابدشت ۱۱	۲۷۵/۸۹	۲۷۵/۸۹	۰	سخت
۱۰	چاه گرمابدشت ۵	۳۵۱/۷۳	۳۲۷/۸۶	۲۳/۸۶	کاملاً سخت
۱۱	چاه گرمابدشت ۷	۳۶۵/۵۳	۳۶۵/۵۳	۰	کاملاً سخت
۱۲	چاه گرمابدشت ۸	۳۶۵/۵۳	۳۶۵/۵۳	۰	کاملاً سخت

www.SID.ir

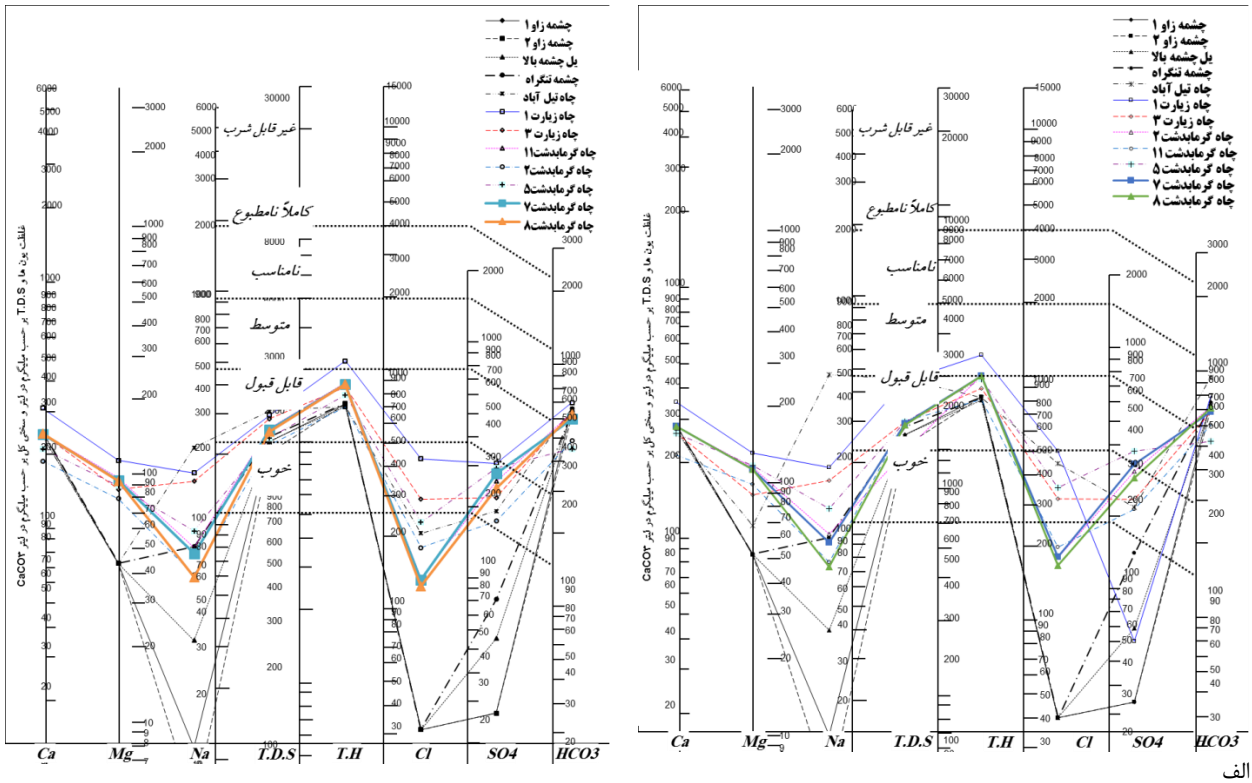
Archive of SID



الف

ب

شکل ۲. نمودار های طبقه‌بندی آب زیرزمینی از نظر مصارف کشاورزی (ویلکوکس) در دو فصل(الف) پر آبی و (ب) کم آبی



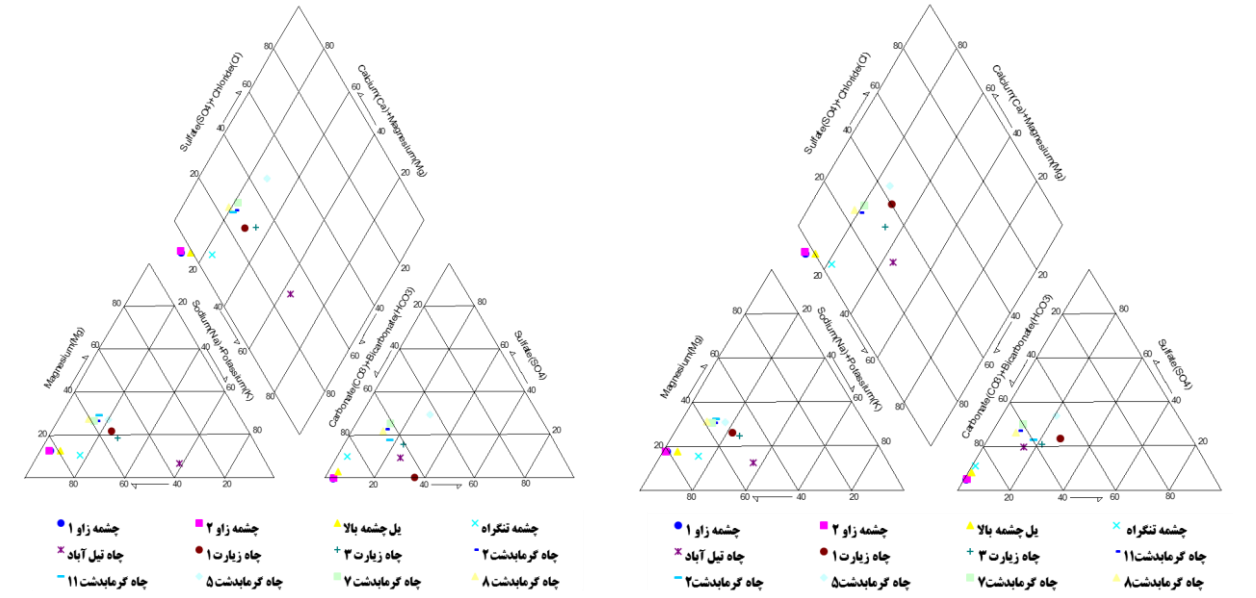
الف

ب

شکل ۳. نمودار های طبقه‌بندی شولر منابع آب کارست از نظر کیفیت مصارف شرب در دو فصل (الف) کم آبی و (ب) پر آبی

www.SID.ir

Archive of SID



الف ب

شکل ۴. نمودار های هیدروژئوشیمیایی پایپر منابع آب کارست در دو فصل (الف) پر آبی و (ب) کم آبی

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی آب همان‌طور که در جداول ۱ و ۲ ملاحظه می‌شود بر اساس استاندارد ملی ایران و EPA میزان منیزیم ۳۳٪ از منابع در فصل پرآبی و ۴۱٪ در فصل کم‌آبی بیش‌تر از حد مجاز بودند اما دیگر پارامترها در محدوده استاندارد جای گرفته‌اند. با این وجود به علت خاص بودن این نوع منابع آب زیرزمینی از نظر ساختار زمین‌شناسی و به منظور بررسی بهتر و دقیق‌تر کیفیت شیمیایی آب این منابع، پارامترهای آنالیز شده را از جهت‌های مختلف بررسی شد که در ادامه بیان شده است [۱۲،۱۱].

بررسی سختی کل نمونه‌ها با توجه به میانگین سختی کل نمونه‌های آب ملاحظه می‌شود که آب چشمه‌های زاو ۱، زاو ۲، یل چشمه بالا، تنگراه و هم‌چنین چاه تیل آباد در گروه آب‌های سخت (گروه ۳) و آب چاه‌های زیارت ۳، گرمابدشت ۱۱، گرمابدشت ۲، گرمابدشت ۵، گرمابدشت ۷ و گرمابدشت ۸ در گروه آب‌های کاملاً سخت (گروه ۴) قرار می‌گیرند [۱۴،۱۳] که این با توجه به این‌که سازنده‌های دولومیتی دارای ترکیبات کلسیم فراوان می‌باشند سختی بالا و غالب از نوع کربناته و موقت قابل انتظار می‌باشد [۱۵].

بررسی کیفیت آب منابع مورد مطالعه از نظر کشاورزی مهم‌ترین معیار طبقه‌بندی آب از نظر کشاورزی شوری و مقدار سدیم موجود در آن می‌باشد. زیرا این دو نه تنها بر رشد گیاه مؤثرند، بلکه درجه تناسب آب را از نظر آبیاری و تأثیر آن بر نفوذپذیری خاک مشخص می‌سازد. در این طبقه‌بندی کیفیت آب برای استفاده در آبیاری بر مبنای نسبت جذبی سدیم و هدایت الکتریکی صورت می‌گیرد. بر طبق این طبقه‌بندی آب‌های کلاس C4S3, C4S2, C4S1, C4S4, C3S4, C2S4, C1S2 برای آبیاری نامناسب می‌باشند و هر چه این اندیس‌ها بزرگ‌تر شوند کیفیت آن نامناسب‌تر می‌شود [۱۷،۱۶]. مطابق دیاگرام ویلکوکس چشمه‌های زاو۱، زاو ۲، یل چشمه بالا، تنگراه و چاه گرمابدشت ۲ در رده C2S1 قرار داشته که برای کشاورزی مناسب می‌باشند و چاه‌های تیل آباد، زیارت، زیارت ۳، گرمابدشت ۱۱، گرمابدشت ۵، گرمابدشت ۷ و گرمابدشت ۸ در رده C3S1 قرار گرفتند که برای کشاورزی مناسب نمی‌باشد [۱۸].

بررسی منابع آب مورد مطالعه از نظر شرب آب آشامیدنی باید فاقد رنگ، طعم و بو باشد و به لحاظ عناصر و مواد شیمیایی موجود در آن در محدوده مجاز که توسط سازمان‌های بهداشتی تعیین می‌شود قرار گیرد. دیاگرام شولر

www.SID.ir

Archive of SID

مهم‌ترین شاخص برای ارزیابی کیفیت آب شرب در دنیا می‌باشد [۱۶]. بر اساس نتایج دیاگرام‌های شولر میزان عناصر محلول در آب زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در تمامی منابع از حد مجاز تجاوز نکرده و لذا در محدوده‌ی قابل قبول و برخی منابع نیز در محدوده متوسط قرار می‌گیرند [۱۹].

۰ رسی ۰۰۱۰ آب بر ا۰۰۰۰ ۰۰صد سدیم ۰ ۰۰۰۰ جذب

سدیم سدیم یکی از یون‌هایی است که به لحاظ کیفیت آب آبیاری بسیار حائز اهمیت می‌باشد. چنان‌چه غلظت سدیم زیاد باشد، خواص فیزیکی خاک از قبیل نفوذپذیری، زهکشی و تهویه‌ی خاک به طور قابل توجهی کاهش پیدا می‌کنند که این تغییرات بر روی رشد گیاهان تأثیر می‌گذارد [۲۰]. به منظور بیان مقدار سدیم موجود در آب از دو پارامتر درصد سدیم و نسبت جذب سدیم استفاده می‌شود که در جدول‌های ۵ و ۶ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود که در فصل پرآبی ۲۵٪ نمونه‌ها از نظر نسبت جذب سدیم خوب و ۷۵٪ عالی بوده و هم‌چنین در فصل کم‌آبی ۸٪ قابل قبول، ۱۶٪ خوب و ۷۵٪ عالی می‌باشند؛ اما همه‌ی نمونه‌های استان گلستان از نظر جذب سدیم عالی بوده‌اند.

۰ رسی کیفی هی۰۰۰ ژئوشیمیای ۰۰ ۰۰ع آب دیاگرام پایپر برای تعیین تیپ کیفی آب‌ها استفاده می‌شود؛ به‌طوری که در این طبقه‌بندی، آب‌ها بر اساس کاتیون‌ها به سه رخساره منیزیک، کلسیک و سدیک و نیز بر پایه آنیون‌ها به سه تیپ کربناته، سولفاته و کلروره تقسیم‌بندی می‌شوند [۲۱]. نتایج (شکل۴) در دو فصل پرآبی و کم‌آبی نشان داد که نفوذ قلیایی‌های خاکی بیش‌تر از فلزات قلیایی و نفوذ اسیدهای ضعیف بیش‌تر از اسیدهای قوی می‌باشد. افزایش غلظت سدیم در چاه تیل آباد در فصل کم‌آبی موجب تغییر تیپ آب و نفوذ بیش‌تر فلزات قلیایی نسبت به قلیایی‌های خاکی گردید. تیپ و نوع رخساره آب زیرزمینی در تمام نمونه‌ها در فصل پرآبی، از نوع کلسیم- منیزیم بی‌کربنات و در فصل کم‌آبی از نوع کلسیم- منیزیم بی‌کربنات و سدیم- بی‌کربنات (برای چاه زیارت ۵) می‌باشد. در آب‌های تیپ کلسیم- بی‌کربنات بخش عمده بی‌کربنات و کلسیم موجود، از تجزیه سنگ‌های کربناته منشاء می‌گیرد [۲۲]. دی‌اکسید کربن اتمسفری و زیستی در اثر تبادلات سطحی وارد آب شده و در سطوح زیرین نفوذ کرده و پس از تجزیه سنگ‌های کربناتی به منطقه اشباع نشده آبخوان‌های مختلف تراوش می‌کند. نتیجه این واکنش نیز افزایش کلسیم، بی‌کربنات و در نهایت افزایش pH آب زیرزمینی می‌باشد [۱۰].

نتایج کیفیت میکروبی ۰۰۰۰ آ۰ ۰۰ مورد مطالعه اگر چه بعضی از مطالعات بزرگ‌ترین خطر بهداشتی منابع آب را آلودگی میکروبی آن‌ها ذکر کرده‌اند [۲۳]؛ ولی با توجه به این که نتیجه آزمایش تائیدی کلیه نمونه‌ها منفی بوده است، بدین معنی است که این منابع عاری از هر گونه آلودگی میکروبی و نشت فاضلاب انسانی بوده و مطابق با استاندار کیفیت آب برای شرب می‌باشند [۱۱]. به‌طور کلی بررسی خصوصیات میکروبی و شیمیایی منابع آب کارست استان نشان داد که کلیه پارمترها از نظر استاندارد ملی ایران مورد تایید بوده، اما کلیه منابع دارای آب سخت و در برخی مناطق کاملاً سخت می‌باشند. دیاگرام شولر نشان می‌دهد منابع مورد مطالعه در هر دو فصل از نظر آب آشامیدنی در محدوده‌ی قابل قبول بوده و فقط چاه زیارت ۱ در محدوده‌ی متوسط جای می‌گیرد. هم‌چنین با استفاده از دیاگرام ویلکوکس منابع موجود در شرق استان از نظر کشاورزی مناسب بوده اما منابع غرب و جنوب غربی استان برای کشاورزی مناسب نمی‌باشند. آنیون و کاتیون‌های غالب در نمونه‌های آب به ترتیب Ca^{2+} و Na^{+} می‌باشند. بازه‌ی مقدار کلسیم بین ۱۲۲/۸-۶۵/۵ میلی‌گرم بر لیتر می‌باشد که در دو فصل در تمام نمونه‌های آب به‌جز چاه زیارت ۵ به عنوان کاتیون غالب مشاهده گردید. بیشینه مجاز کلسیم در آب آشامیدنی بر اساس استاندارد سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۰ mg/L می‌باشد که در هیچ یک از نمونه‌های آب در منطقه مورد مطالعه مشاهده نشد. سازمان بهداشت جهانی (WHO) و استاندارد بین‌المللی برای آب آشامیدنی (۱۹۹۸) آب را بر اساس سختی کل به سه دسته آب با سختی کم‌تر از ۵۰ mg/L را به‌عنوان آب نرم، ۵۰ تا ۱۵۰ mg/l را به عنوان آب نسبتاً سخت، ۱۵۰ تا ۳۰۰ mg/L را آب سخت و بیش‌تر

www.SID.ir

Archive of SID

از mg/L ۳۰۰ را به عنوان آب خیلی سخت طبقه‌بندی کرده است [۲۴،۱۳]. بر اساس این طبقه‌بندی میانگین نمونه‌های آب چشمه‌های زاو ۱، زاو ۲، یل چشمه بالا، تنگراه و چاه تیل آباد از نوع سخت می‌باشد و در بقیه چاه‌ها از نوع نسبتاً و کاملاً سخت می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله حاصل بخشی از پایان‌نامه با عنوان "بررسی کیفیت شیمیایی و میکروبی منابع آب کارست استان گلستان" در سال ۱۳۹۳ می‌باشد که نویسندگان از شرکت آب منطقه‌ای استان گلستان جهت همکاری و حمایت مالی کمال تشکر و قدردانی را می‌نمایند.

منابع

[1] Farzadkia M, Nasseri S, Rezaei Kalantary R, Asgharnia H, Gohari MR, Esrafili A, et al. Water quality zoning in babolrood river using national sanitation foundation water quality index and geographic information system. J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 25: 357-362. (Persian).

[2] Masoudi Nejad MRAY, A.R. Removal of chrome and nickel from sewages-polluted water sources by using Oak fruit. Koomesh 2004; 6: 7-14. (Persian).

[3] Kresic N. Hydrogeology and Groundwater Modeling, Second Edition: Taylor & Francis; 2006.

[4] Ford D, Williams PD. Karst Hydrogeology and Geomorphology. England: Wiley; 2013.

[5] Comprehensive studies of Karst watershed in Maharloo. Shiraz, Iran: National Center for Studies and Researches in hard formations (karst) 2016 [updated 2016]; Available from: http://wri.ac.ir/HomePage.aspx?TabID=1&Site=DouranPortal&Lang=fa-IR.

[6] Davis M, Cornwell D. Introduction to Environmental Engineering: Fifth Edition: McGraw-Hill Higher Education; 2012.

[7] Moeinian KA, Tayebeh. Survey on six microbial quality indices inchlorinated swimming pools and Influence of pool depth and swimmers gender on it (case study). Koomesh 2016; 17: 426-432. (Persian).

[8] Statistical Yearbook. Tehran, Iran: Statistical Center of Iran; 2012; Available from: https://www.amar.org.ir/

[9] Eaton AD, Franson MAH, Association APH, Association AWW, Federation WE. Standard methods for the examination of water & wastewater. 21, editor: American Public Health Association; 2005.

[10] Dasari VK. Environmental Hydrogeochemistry And Water Management Impact Assessment of Groundwater in Visakhapatnam Area using RS & GIS Techniques 2016.

[11] The characteristics of drinking water, Standard No. 1053. In: 5, editor. 5 ed. Iran: The Institute Standard and Industrial Research of Iran; 2009.

[12] Gray NF. Drinking water quality: problems and solutions: Cambridge University Press; 2008.

[13] Muyibi SA, Evison LM. Moringa oleifera seeds for softening hardwater. Water Res 1995; 29: 1099-1104.

[14] Marier JR, Neri L, Anderson T. Water hardness, human health, and the importance of magnesium. 1979.

[15] Bari JA, Vennila G, Subramani T, Suresh M, Karunanidhi D, Raja T. Hydrogeochemical investigation of groundwater in Bhavani taluk, Erode district, Tamil Nadu, India using GIS. 2016.

[16] Homayoonnezhad I, Amirian P, Piri I. Investigation on water quality of zabol chahnimeh reservoirs from drinking water and agricultural viewpoint with focus on schuler & vilcoks diagrams. J Environ Sci Technol 2016; 18: 1-13.

[17] Goswamee DS, Shah P, Patel Y. Analysis of quality of ground water and its suitability for irrigation purpose in visnagar Taluka, Mehsana District, Gujarat. 2015.

[18] Wilcox L. Classification and use of irrigation waters. USA.: United States Department of Agriculture; 1955.

[19] Ehteshami M, Biglarijoo N, Salari M. Assessment and quality classification of water in Karun, Dez and Karkheh Rivers. J River Eng 2014; 2: 23-30.

[20] Halliwell DJ, Barlow KM, Nash DM. A review of the effects of wastewater sodium on soil physical properties and their implications for irrigation systems. Soil Res 2001; 39: 1259-1267.

[21] Noguera JF, Rivero L, Font X, Navarro A, Martínez F. Simultaneous use of geochemical and geophysical methods to characterise abandoned landfills. Environ Geol 2002; 41: 898-905.

[22] Yang Y, Fang X, Koutsodendris A, Ye C, Yang R, Zhang W, Liu X, Gao S. Exploring Quaternary paleolake evolution and climate change in the western Qaidam Basin based on the bulk carbonate geochemistry of lake sediments. Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecol 2016; 446: 152-161.

[23] Dadban Shahamat Y, Roshanak RK, Ali ZM, Ali B, Dariush Z. Disinfection of effluent using catalytic ozonation process and economical comparison with chlorination. J Mazand Univ Med Sci 2016; 26: 103-114. (Persian).

[24] Logeshkumaran A, Magesh N, Godson PS, Chandrasekar N. Hydro-geochemistry and application of water quality index (WQI) for groundwater quality assessment, Anna Nagar, part of chennai city, tamil nadu, India. Appl Water Sci 2015; 5: 335-343.

www.SID.ir

Archive of SID

Evaluation of health and hydrogeochemical parameters of Karst water resources in Golestan Province (Iran)

Paniz Niksiar (M.Sc)[1], Yousef Dadban Shahamat (Ph.D)[2 *], Seyed Ahmad Mirbagheri (Ph.D)[3], Hamidreza Nassehinia (Ph.D)[4]

1- Faculty of Environment, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran

2 - Environmental Health Research Center, Golestan University of Medical Sciences, Gorgan, Iran

3 – Dept. of Civil and Environmental Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran

4 – Dept. of Environmental Health, School of Public Health, Semnan University of Medical Sciences, Semnan, Iran

(Received: 8 Sep 2016; Accepted: 16 Nov 2016)

Introduction: Water resources in karst areas are very important water supply from the aspects of quantity and quality in the world. Due to the wide scattering these resources in the country and in the province, this study was performed to determine the quality of karst water resources in Golestan province.

Materials and Methods: In this study the chemical and microbial quality of water of the most important Karst resources of Golestan Province (Iran) due to potability and irrigational consumption was performed in the Gorgan, Kalaleh, Azadshahr and Galikash cities, as a sectional manner within the two seasons of 2014-2015. For this purpose, 10 parameters of 12 water Karst resources were determined and qualitative classification of water was performed using Aq.qa software.

Results: Results showed that the qualities of the total water resources are in the ranges of hard and very hard waters. The survey of water quality class showed that most of water samples were excellent in two seasons. Due to the Wilcox quality index, some of the resources as appropriate for agricultural use and some are not. All of samples are in middle class for drinking and no bacterial contaminants observed in water samples.

Conclusion: Generally, considering the importance of Karst resources in terms of proper quality and quantity compared with water dams in the country and the Golestan Province, comprehensive survey and study in quantitative and qualitative aspects of these resources should be done as a solution for supplying of agricultural irrigations and drinking waters.

Keywords: Water resources, Quality, Karst, Golestan, Iran

* Corresponding author. Tel: +98 111789457
ydadban@gmail.com

www.SID.ir