

مطالعه کیفیت شیمیایی آب‌های زیرزمینی شهرستان خرم‌آباد (استان لرستان)

احمد احمدی خلجی^{۱*}، زهرا طهماسبی^۱ و طاهره دولت‌شاه^۲

۱- دانشگاه لرستان، دانشکده علوم، گروه زمین‌شناسی

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد

*khalagi2002@yahoo.com

دریافت: ۹۱/۷/۴ پذیرش: ۹۱/۱۲/۲۲

چکیده

دشت خرم‌آباد از نظر موقعیت زمین‌شناسی ساختمانی جزء زاگرس چین‌خورده محسوب می‌شود. نتایج بررسی‌های هیدروژئوشیمیایی نشان می‌دهند که آب‌های زیرزمینی این منطقه دارای تیپ بی‌کربنات کلسیک تا منیزیک (دارای سختی موقت) هستند و کیفیت آب جهت مصارف شرب و کشاورزی مناسب می‌باشد. اما منابع و مخازن کارستیک منطقه با توجه به جنس سازندهای زمین‌شناسی منطقه (سازندهای گچی - نمکی گچساران و آهکی سروک، ایلام و آسماری) از نظر کیفیت آسیب‌پذیر می‌باشند. این مطالعات هم‌چنین نشان می‌دهند که اکثر عناصر موجود در آب‌های زیرزمینی این منطقه (به جزء مقدار آمونیاک در برخی نمونه‌ها و فلورور) در محدوده استانداردهای جهانی قرار گرفته‌اند و از لحاظ زیست محیطی مشکل خاصی ایجاد نمی‌کنند.

واژه‌های کلیدی: منابع زیرزمینی، هیدروژئوشیمی، زیست محیطی، خرم‌آباد

مقدمه

بسیار بالاست [۱۳]. بر اساس تحقیقات انجام شده، بیش‌ترین آلودگی در آب‌های زیرزمینی در نتیجه خواص سنگ‌شناسی و کانی‌شناسی سنگ‌های مسیر عبور آب می‌باشد و اساساً انحلال کانی‌های موجود در سنگ‌های منطقه سبب تمرکز بالای عناصر در این آب‌ها می‌شود [۳۰]. در مورد اثرات فعالیت‌های کشاورزی بر روی کیفیت آب‌های زیرزمینی، مطالعات انجام شده نشان داده است که خصوصیات آب‌های زیرزمینی کم عمق متأثر از منابع حاصل‌خیزکننده خاک مانند کودهای شیمیایی و حیوانی می‌باشد [۱۶]. از طرف دیگر حشره‌کش‌ها نیز برای چشمه‌ها و آب‌های زیرزمینی کم عمق خطرناک هستند [۱۸]. در چند سال اخیر با توجه به اهمیت منابع زیرزمینی در ایران مطالعات زیادی جهت ارزیابی کیفیت و نوع مصرف این آب‌ها صورت گرفته است که به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

ارزیابی هیدروژئوشیمیایی منابع آب زیرزمینی در مناطق افیولیتی شمال - شمال غرب خوی و قره ضیاءالدین نشان می‌دهد که کیفیت آب این منطقه از لحاظ مصارف صنعتی در کلیه نقاط نیمه جنوبی دشت قره ضیاءالدین

امروزه دسترسی به آب‌های شیرین و سالم یکی از معضلات بزرگ بشر است. از این رو نقش منابع آب‌های زیرزمینی که معمولاً از کیفیت بسیار خوبی نیز برخوردار می‌باشند در تأمین نیازهای مختلف بشر انکار ناپذیر بوده و در کشور ما با وجود خشکسالی‌های اخیر این منابع جزء آب‌های استراتژیک محسوب می‌گردند. لذا با توجه به نقش مهم منابع آب‌های زیرزمینی در تأمین آب شرب و هم‌چنین به دلیل آسیب‌پذیری این منابع پرارزش در مقابل منابع آلوده‌کننده، توجه به حفاظت منابع آب‌های زیرزمینی امری ضروری به نظر می‌رسد. از مهم‌ترین عواملی که با آلودگی منابع آب‌های زیرزمینی ارتباط پیدا می‌کنند می‌توان به آلوده‌کننده‌های طبیعی و حاصل از سازندهای زمین‌شناسی و غیر زمین‌شناسی اشاره نمود. لذا ترکیب شیمیایی سنگ‌ها و رسوبات و هم‌چنین ویژگی‌های توپوگرافی و فیزیوگرافی یک منطقه سبب ایجاد آب‌های با ترکیب مختلف می‌شود [۱۷]. در بین سازندهای زمین‌شناسی، نقش سازندهای تبخیری در تعیین کیفیت منابع آب زیرزمینی بسیار مهم است زیرا به دلیل بالا بودن میزان گچ، سدیم و ترکیبات کلریدی و انحلال-پذیری بالای این ترکیبات در آب، مقدار مواد حل شده

منطقه جهت نشان دادن وضعیت شرب و مصارف کشاورزی پرداخته می‌شود و نوآوری آن در تعیین موقعیت قرار گرفتن مخازن آب با منابع آلوده کننده خواهد بود.

مواد و روش‌ها

جهت بررسی و تحلیل کیفیت شیمیائی منابع آبی منطقه خرم‌آباد از نتایج شیمیائی نمونه‌های آب برداشت شده در سال ۱۳۸۸ که توسط سازمان آب استان لرستان انجام گرفته استفاده شده است (جدول ۱). هم‌چنین مقدار فلزات سنگین موجود در این آب‌ها به وسیله سازمان آب استان لرستان توسط دستگاه جذب اتمی در کرمانشاه تعیین شده است (جدول ۲). با توجه به اینکه نمونه برداشتی باید معرف خوبی برای سنجش کیفیت بوده و مخصوصا با توجه به اینکه در اثر نوسانات دبی، تغییرات زیادی نیز در کیفیت آب پدید می‌آید در زمان‌های مختلف سال (فصول تر و خشک) و دبی‌های متفاوت، اقدام به تهیه نمونه گردیده است. در محدوده شهرستان خرم‌آباد تعداد ۲۲۸ حلقه چاه عمیق، ۲۶۱ حلقه چاه نیمه عمیق حفر گردیده و ۲۷۲ دهنه چشمه شناسایی شده است که از این میان ۳ دهنه چشمه و ۱۷ حلقه چاه، آب شرب خرم‌آباد را تأمین می‌کنند (شکل ۱). در این پژوهش بررسی‌های ژئوشیمیایی و زیست محیطی روی نمونه‌های ۳ دهنه چشمه و ۱۷ حلقه چاه آب به عمل آمده است. این منابع آبی به دو صورت کارستیک و آبرفتی می‌باشند (جدول ۱).

زمین‌شناسی

منطقه مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی $۱۹^{\circ} ۴۸'$ تا $۲۵^{\circ} ۴۸'$ شرقی و عرض‌های $۲۶^{\circ} ۳۳'$ تا $۳۳^{\circ} ۳۳'$ شمالی در استان لرستان قرار می‌گیرد (شکل ۱) و از نظر زمین‌شناسی جزء زاگرس چین‌خورده محسوب می‌شود. این منطقه از لحاظ تکتونیکی وضعیت متعادل و نرمالی دارد به طوری که رسوبات با لایه‌بندی یکنواخت و به ترتیب سنی بر روی یکدیگر قرار گرفته‌اند [۱۲] و بجز وجود چین‌خوردگی‌های متعدد و گسل‌های درون سازندی

خاصیت خورندگی داشته و در شمال و شمال غرب دشت خوی علاوه بر خورندگی، رسوب‌گذار نیز می‌باشد [۱].

بررسی لیتولوژی سنگ‌های در برگیرنده ناحیه سلماس [۹] نشان داده است که وجود سازندهای تبخیری باعث افزایش شوری در منابع آب زیرزمینی این ناحیه گردیده است و به جز قسمت شمالی منطقه، کیفیت آب‌های زیرزمینی اکثر قسمت‌های آن برای مصارف شرب و کشاورزی مناسب هستند.

گسترش سازند گچساران در شمال منطقه رامهرمز سبب مشکلات زیست محیطی مثل تغییر کیفیت منابع آب سطحی و زیرزمینی در این منطقه شده است [۱۰].

بررسی هیدروژئوشیمیایی آب‌های زیرزمینی جنوب شرق بیرجند نشان می‌دهد که کروم موجود در برخی منابع آب این منطقه بیش‌تر از حد مطلوب است [۴].

مطالعات هیدروژئوشیمیایی انجام شده بر روی منابع آبی منطقه معدنی کوه زر در غرب تربت حیدریه [۵]، کیفیت آن‌ها را از نظر شرب و کشاورزی نامناسب نشان می‌دهد.

بررسی خصوصیات هیدروژئوشیمیایی و کیفیت آب زیرزمینی دریاچه حوض سلطان قم نشان می‌دهد که این منابع آبی برای مصارف شرب و کشاورزی نامناسب هستند [۳].

رده‌بندی کیفی منابع آب دشت چهاردولی در شمال غرب استان همدان برای مصارف مختلف با استفاده از داده‌های هیدروژئوشیمیایی نشان می‌دهد که این آب‌ها از لحاظ شرب، کشاورزی و صنعت به ترتیب در رده غیر قابل شرب، شور و دارای محدودیت در صنعت قرار گرفته و اغلب خاصیت خورندگی و رسوب‌گذاری دارند [۷].

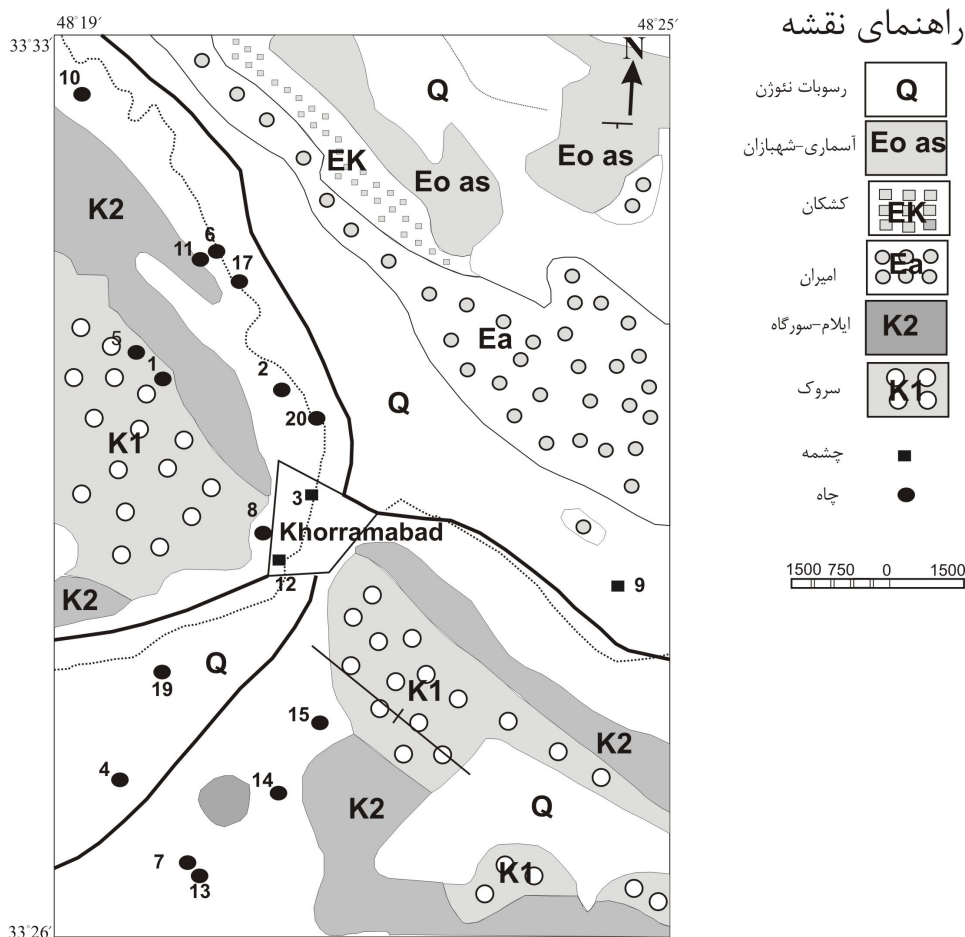
اثر سازندهای زمین‌شناسی و فعالیت‌های کشاورزی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت رومشگان استان لرستان نشان می‌دهد [۶] که یون‌های بی‌کربنات، سدیم، کلسیم و سولفات یون‌های غالب در آب‌های زیرزمینی این منطقه هستند و غلظت یون‌های کلسیم و سولفات در این آب‌ها متأثر از سازند گچساران است. غلظت بالای نیترات آب-های زیرزمینی این دشت نیز نشانگر تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر کیفیت این منابع آبی می‌باشد.

در اینجا نیز به بررسی منشأ آلودگی آب‌های زیرزمینی محدوده شهر خرم‌آباد و تعیین کیفیت شیمیایی منابع آب

منابع آب موجود در آن داشته است اما در بخش‌هایی که سازند آسماری توسط تشکیلات عمدتاً مارنی و ماسه-سنگی پوشیده شده است کیفیت منابع آب آسماری خوب است [۱۴].

ذخایر آبی سازند ایلام-سورگه در منطقه با توجه به دارا بودن درز و شکاف‌های فراوان و حداکثر آبدهی آن (چشمه سراب کیو) زیاد می‌باشد. وجود تخلخل‌های اولیه و ثانویه در سازند تله زنگ باعث شده که این سازند نیز دارای آبدهی قابل توجهی باشد (سراب تله زنگ) اما به علت محصور شدن بین سازندهای امیران و کشکان و عدم ضخامت لازم، مخازن و سفره‌های آب زیرزمینی بزرگی در آن تشکیل نشده است. کیفیت آب‌های زیرزمینی موجود در آبخوان‌های سازندهای گروه فارس (گچساران و آغاچاری) به علت همراه بودن با گچ و نمک که دارای قابلیت انحلال‌پذیری بالا می‌باشند، نامطلوب است [۱۴].

پدیده تکتونیکی خاصی در این منطقه مشاهده نمی‌شود [۱۹]. سازندهای چین‌شده موجود در این منطقه از قدیم به جدید عبارتند از: گروه بنگستان (سروک، سورگه، ایلام)، گورپی، امیران، تله‌زنگ، کشکان، آسماری، شهبازان، گروه فارس (گچساران، آغاچاری)، بختیاری و رسوبات عهد حاضر [۸]. مهم‌ترین سازندهای موجود در منطقه از نظر ذخایر آب زیرزمینی و میزان آبدهی سازندهای آهکی سروک و آسماری می‌باشند به طوری که خروج سراب‌های گلستان، مطهری، گرداب سنگی، گرداب دارایی، چنگایی (نیلسوفر) و رباط از سازند سروک و سراب‌های ناوه‌کش، دوره و ماهی بازان با آبدهی مناسب از سازند آسماری، نشان دهنده پتانسیل خروجی آبی آن‌ها است [۲]. در بخش‌هایی از منطقه مورد مطالعه سازند آسماری توسط سازند گچی-نمکی گچساران پوشیده شده است که تأثیر بسیار منفی بر روی کیفیت



شکل ۱. نقشه زمین‌شناسی منطقه و موقعیت جغرافیایی منابع آبی مورد مطالعه [۱۶].

جدول ۱. الف) نتایج تجزیه شیمیایی سه ماهه دوم (فصل خشک) سال ۱۳۸۸.

شماره منبع	اسم منبع	نوع منبع	PH	EC (µmho/cm)	TDS	سختی دائم (mg/Lit)	سختی موقت (mg/Lit)	NH ₃ (mg/Lit)	F ⁻ (mg/Lit)	CL ⁻ (mg/Lit)	SO ₄ ²⁻ (mg/Lit)	HCO ₃ ⁻ (mg/Lit)	NO ₃ ⁻ (mg/Lit)	NO ₂ ⁻ (mg/Lit)	PO ₄ ³⁻ (mg/Lit)	Ca ²⁺ (mg/Lit)	Mg ²⁺ (mg/Lit)	Na ⁺ (mg/Lit)	K ⁺ (mg/Lit)	Mn ²⁺ (mg/Lit)	SAR	RSC	PI
۱	چاه ۲ فلک الدین	کارستیک	۷/۵۰۲	۵۳۵	۳۳۶	۶۷	۲۰۷	۰	۰/۲۹	۴۴	۱۰	۲۴۴	۴/۸	۰/۰۰۷	۰/۰۶	۸۸/۲	۱۳/۱	۲۲/۵	۰/۹	۰/۰۱	۰/۳۰۴	-۱/۵۰	۳۰/۷۹
۲	چاه میدان تبر چشمه	آبرفتی	۷/۵۱۸	۶۱۷	۳۷۹	۸۵	۱۷۵	۰/۰۴	۰/۳۲	۳۸/۳	۲۷	۲۳۸	۲/۲	۰/۰۱	۰/۱۶	۵۶/۹	۲۸/۷	۳۳/۷	۱/۶	۰/۰۰۲	۰/۴۵۲	-۱/۳۳	۴۱/۱۷
۳	چاه شهرک حکمت	کارستیک	۷/۴۹۹	۴۵۵	۲۹۲	۷۲	۱۸۶	۰/۰۱	۰/۴۹	۱۹/۹	۱۶	۲۴۲	۴	۰/۰۱	۰/۰۶	۶۳/۳	۲۴/۳	۱۹/۲	۱/۱	۰/۰۱۴	۰/۲۵	-۱/۲۲	۳۲/۵۴
۴	چاه ۱ فلک الدین	آبرفتی	۷/۴۶۷	۶۰۴	۳۷۴	۱۱۳	۱۷۵	۰	۰/۴۳	۲۴/۱	۴۰	۲۷۰	۶/۲	۰/۰۱۳	۰/۰۶	۶۲/۵	۳۲/۱	۲۸	۱/۷	۰/۰۰۱	۰/۳۵۷	-۱/۳۷	۳۶/۲۴
۵	چاه ۱ دره	کارستیک	۷/۴۴۱	۵۱۰	۳۳۱	۶۲	۲۰۸	۰	۰/۳۲	۳۹/۸	۹	۲۴۲	۶/۲	۰/۰۱	۰/۱۴	۸۶/۶	۱۳/۱	۲۱/۵	۰/۸	۰/۰۰۱	۰/۲۸۳	-۱/۴۵	۳۰/۵۷
۶	چاه ۲ گرم	آبرفتی	۷/۵۲	۸۰۰	۴۹۰	۱۱۸	۲۱۶	۰/۰۲	۰/۴	۶۹/۶	۴۲	۲۸۲	۴/۸	۰/۰۰۷	۰/۰۸	۸۵	۲۹/۶	۴۳	۱/۹	۰/۰۲۷	۰/۵۰۸	-۲/۰۸	۳۷/۹۳
۷	چاه ۲ گلدشت چشمه	آبرفتی	۷/۳۹۱	۶۳۳	۳۵۷	۱۰۶	۱۶۰	۰/۰۲	۰/۶	۳۴/۸	۴۲	۲۳۶	۵/۳	۰/۰۱	۰/۰۶	۶۳/۳	۲۶/۲	۳۰/۵	۱/۳	۰/۰۰۱	۰/۴۰۶	-۱/۴۸	۳۸/۲۱
۹	چاه گلستان	کارستیک	۷/۴۰۹	۵۵۸	۳۳۰	۱۰۲	۱۳۸	۰	۰/۴۸	۳۸/۳	۱۲	۲۳۲	۱/۸	۰/۰۰۷	۰/۰۹	۷۶/۱	۱۲/۱	۲۷/۲	۱/۹	۰/۰۲۱	۰/۳۸۱	-۱/۰۱	۳۶/۷۶
۱۰	چاه ۲ دره میلاد	آبرفتی	۷/۴۲	۴۴۶	۲۹۱	۸۴	۱۶۴	۰/۰۱	۰/۳۸	۱۷	۲۰	۲۱۲	۱۱/۴	۰/۰۰۷	۰/۰۵	۷۵/۳	۱۴/۶	۱۷	۱	۰/۰۲۱	۰/۲۳۴	-۱/۵۰	۲۹/۵۲
۱۱	چاه ۲ دره گرم	آبرفتی	۷/۷۶۴	۷۹۰	۴۸۸	۹۶	۲۲۴	۰/۰۲	۰/۴۲	۷۹/۵	۳۱	۲۸۴	۵/۳	۰/۰۱	۰/۰۶	۷۹/۴	۲۹/۶	۴۵	۲/۲	۰/۰۱۷	۰/۵۴۵	-۱/۷۷	۴۰/۱۶
۱۲	چشمه سراب دارایی	کارستیک	۷/۶۰۳	۵۲۷	۳۱۹	۷۹	۱۵۱	۰/۰۲	۰/۱۸	۳۶/۹	۱۳	۲۳۸	۳/۱	۰/۰۱	۰/۱	۷۰/۵	۱۳/۱	۲۴/۵	۲	۰/۰۰۱	۰/۳۵۰	-۰/۸۷	۳۶/۶۳
۱۳	چاه ۱ گلدشت	آبرفتی	۷/۳۳۲	۶۳۶	۳۵۹	۹۰	۲۰۲	۰	۰/۶۳	۳۱/۹	۴۲	۲۳۲	۹/۷	۰/۰۱	۰/۱۶	۶۲/۵	۳۳	۳۱	۱/۴	۰/۰۰۱	۰/۳۹۲	-۲/۰۷	۳۶/۵۴
۱۴	چاه ۳ گلدشت	آبرفتی	۷/۲۹۲	۵۶۲	۳۶۵	۸۳	۲۰۵	۰	۰/۵۶	۲۶/۳	۲۳	۲۹۲	۳/۵	۰/۱	۰/۰۶	۸۶/۶	۱۷/۵	۲۱/۷	۱/۱	۰/۰۱۹	۰/۲۷۷	-۱	۳۰/۸۳
۱۶	چاه میدان رازی	کارستیک	۷/۳۴۲	۵۵۷	۳۳۶	۹۶	۲۳۲	۰/۱۳	۰/۴۶	۳۴/۱	۵۶	۲۱۸	۱۱	۰/۰۱۳	۰/۱	۷۶/۹	۳۳	۱۳	۱/۴	۰/۰۱	۰/۱۵۵	-۳/۰۲	۲۲/۵۹
۱۷	چاه ۴ دره گرم	آبرفتی	۷/۳۲۴	۴۷۲	۲۹۷	۶۹	۱۹۱	۰/۱۶	۰/۲۵	۲۶/۳	۲۵	۲۱۴	۷	۰/۰۴	۰/۲	۵۴/۵	۳۰/۱	۱۷/۵	۰/۹	۰/۰۰۱	۰/۲۳۴	-۱/۷۲	۳۱/۴۶
۱۸	چاه ۵ دره گرم	آبرفتی	۷/۲۷۶	۵۲۳	۳۲۱	۷۷	۱۹۵	۰/۱۹	۰/۳۶	۳۳/۴	۳۲	۲۰۰	۱۱	۰/۰۱	۰/۱	۴۴/۱	۳۹/۴	۲۳/۷	۰/۸	۰/۰۰۳	۰/۳۱۰	-۲/۲۱	۳۵/۳۰
۱۹	چاه ارم	آبرفتی	۷/۶۴۴	۵۵۷	۳۱۱	۶۲	۱۹۴	۰/۲۲	۰/۳۴	۲۱/۳	۱۵	۲۴۰	۴	۰/۰۱	۰/۱۲	۷۵/۳	۱۶/۵	۱۹	۰/۹	۰/۰۰۱	۰/۲۵۷	-۱/۲۰	۳۱/۱۲
۲۰	چاه اتکا	کارستیک	۷/۲۴۵	۵۱۰	۳۳۸	۷۴	۱۹۶	۰/۰۱	۰/۳۴	۲۹/۱	۲۰	۲۸۲	۴/۸	۰/۰۰۷	۰/۰۶	۶۳/۳	۳۷/۲	۲۶	۱/۱	۰/۰۲۲	۰/۳۴۳	۱/۳۹۳	۳۵/۷۸

جدول ۱. ب) نتایج تجزیه شیمیایی سه ماهه چهارم (فصل تر) سال ۱۳۸۸.

شماره منبع	نوع منبع	PH	EC $\mu\text{mho/cm}$	TDS	سختی دائم mg/Lit	سختی موقت mg/Lit	NH ₃ (mg/Lit)	F ⁻ (mg/Lit)	CL ⁻ (mg/Lit)	SO ₄ ²⁻ (mg/Lit)	HCO ₃ ⁻ (mg/Lit)	NO ₃ ⁻ (mg/Lit)	NO ₂ ⁻ (mg/Lit)	PO ₄ ³⁻ (mg/Lit)	Ca ²⁺ (mg/Lit)	Mg ²⁺ (mg/Lit)	Na ⁺ (mg/Lit)	K ⁺ (mg/Lit)	SAR	RSC	PI
۹	کارستیک	۷/۵	۳۰۶	۲۲۲	۷۹	۱۲۱	۰	۰	۱۵/۶	۶	۲۱۲	۴	-/۰.۱	-/۰.۶	۷۰/۵	۵/۸	۳/۵	-/۰.۴	-/۰.۵۳۶	-/۰.۵۳۸	۲۲/۶۳
۳	کارستیک	۷/۲۷ ۵	۳۷۶	۲۷۰	۸۰	۲۳۶	۰	-/۰.۷	۱۲	۱۲	۲۲۲	۶/۲	-/۰.۱	-/۰.۱	۶۸/۹	۲۴/۹	۱۵	-/۰.۹	-/۱.۸۲	-۲/۳۸	۲۵/۷۲
۱۲	کارستیک	۷/۱۶ ۳	۳۹۹	۲۸۵	۵۸	۱۷۲	-/۰.۴	-/۰.۳۷	۲۹/۸	۹	۲۰۲	۳/۱	-/۰.۱۲	-/۰.۲	۷۸/۶	۸/۳	۲۰	۱/۴	-/۰.۲۸۵	-۱/۳۱	۳۲/۰۰۴
۲	آبرفتی	۷/۶۴ ۲	۶۴۲	۳۸۶	۹۷	۱۷۳	-/۰.۱	-/۰.۲۸	۴۴	۳۳	۲۳۰	۱۰/۱	-/۰.۵	-/۱.۲	۸۶/۶	۱۲/۱	۳۴/۵	۱/۲	-/۰.۴۵۵	-۱/۶۵	۳۷/۰۰۸
۱	کارستیک	۷/۶۱ ۷	۵۶۹	۳۴۳	۷۷	۱۹۹	-/۰.۱	-/۰.۲۱	۳۹/۸	۱۱	۲۲۸	۶/۲	-/۰.۴	-/۱.۵	۸۵	۱۵/۶	۲۲/۵	-/۰.۷	-/۰.۳۰۷	-۱/۸۱	۳۱/۱۰۲
۱۴	آبرفتی	۷/۵۲ ۸	۵۸۲	۳۵۰	۸۵	۱۹۳	-/۰.۲	-/۰.۷	۷/۸	۶۱	۲۴۴	۴/۴	-/۰.۴۳	-/۱.۳	۶۰/۱	۳/۱	۳۴/۵	-/۰.۸	-/۰.۴۴۸	-۱/۵۹	۳۹/۸۷
۱۹	آبرفتی	۷/۸۵			۸۱	۲۴۱	-/۰.۲	-/۰.۵۹	۱۹/۲	۶۳	۲۵۴	۳	-/۰.۱	-/۰.۵	۹۵/۴	۲۰/۴	۳۲/۲	-/۰.۹	-/۰.۳۹۸	-۲/۳۰	۳۲/۹۷
۱۵	کارستیک	۷/۳۷ ۳	۴۳۶	۲۹۶	۸۵	۱۶۳	-/۰.۱	-/۰.۶۳	۱۹/۹	۳۴	۱۹۶	۱۴/۱	-/۰.۱	-/۱.۹	۷۲/۱	۱۶/۵	۲۳	-/۰.۹	-/۰.۳۱۷	-۱/۷۶	۳۳/۱۵
۱۳	آبرفتی	۷/۱۲ ۵	۵۱۱	۲۵۱	۸۴	۲۲۶	-/۰.۲	-/۰.۵۸	۲۲/۴	۲۲	۲۳۰	۸/۸	-/۰.۰۷	-/۰.۲	۸۹/۸	۲۰/۹	۲۰/۳	۱	-/۰.۲۴۹	-۲.۴۶	۳۷/۰.۷
۱۰	آبرفتی	۷/۹۸			۷۳	۱۹۳	-/۰.۱	-/۰.۲۴	۲۰/۶	۲۲	۲۱۴	۸.۴	-/۰.۱	-/۰.۵	۸۱/۷	۱۵/۱	۱۶/۲	۱	-/۰.۲۱۵	-۱.۸۳	۳۷/۲۸
۶	آبرفتی	۷/۸۲			۹۵	۲۴۹	-/۰.۵	-/۰.۱۸	۷۸/۸	۲۷	۲۶۰	۷	-/۰.۲۳	-/۰.۷	۱۰۲/۶	۲۱/۴	۴۷	۱/۸	-/۰.۵۴۹	-۲.۶۴	۳۶/۹۱
۱۱	آبرفتی	۷/۶۶			۱۱۳	۱۹۹	-/۰.۶	-/۰.۱۸	۷۸/۸	۲۷	۲۵۴	۴/۴	-/۰.۲۳	-/۱.۶	۸۹	۲۱/۹	۵۰	۱/۹	-/۰.۶۱۳	-۲/۲۴	۴۲/۰.۵۳
۸	کارستیک	۷/۸۷			۴۸	۱۷۸	-/۰.۴	-/۰.۲۲	۱۴/۲	۵	۲۱۴	۳/۵	-/۰.۱۶	-/۰.۵	۶۸/۲	۱۲/۷	۴	-/۰.۶	-/۰.۵۷۳	-۱/۰.۴	۳۱/۶۸

هیدروژئوشیمی

۰/۵۳- متغیر است که نشان دهنده کیفیت خوب این آب‌ها برای مصارف کشاورزی است. شاخص نفوذپذیری (PI) برای ارزیابی تأثیر یون‌های Ca^{2+} ، Mg^{2+} و Na^+ و HCO_3^- در استفاده طولانی مدت این آب‌ها جهت آبیاری استفاده می‌شود که این شاخص از طریق رابطه زیر (۳) به دست می‌آید [۲۶]:

$$PI = 100[\text{Na} + (\text{HCO}_3^-)^{1/2}] / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+) \quad (3)$$

محاسبه شاخص نفوذپذیری نمونه آب‌های منطقه مورد مطالعه نشان می‌دهد که این شاخص بین ۲۲-۴۲ درصد تغییر می‌نماید که حاکی از کیفیت مناسب این آب‌ها برای مصارف کشاورزی است.

نمودار پایپر

به منظور تعیین تیپ و رخساره آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه از نمودار پایپر استفاده می‌شود [۲۱]. نمودارهای پایپر ترسیم شده در شکل ۴ نشان می‌دهند که تیپ غالب آب‌های مورد مطالعه بی‌کربنات کلسیک و منیزیک می‌باشد و به این معنی است که این آب‌ها دارای سختی موقت هستند و در آن‌ها غلظت کاتیون‌های قلیایی خاکی (Ca^{2+} و Mg^{2+}) بیش‌تر از قلیایی‌ها (K^+ و Na^+) می‌باشد و آنیون‌های اسیدهای ضعیف (HCO_3^- و CO_3^{2-}) بیش‌تر از آنیون‌های اسیدهای قوی (Cl^- و SO_4^{2-}) می‌باشد.

نمودار گیبس

به منظور بررسی تأثیر لیتولوژی سنگ‌های در برگزیده بر کیفیت آب‌ها، تعیین مکانیسم حاکم بر جریان آب زیرزمینی و ترکیب یون‌های اصلی موجود در آب زیرزمینی، از نمودار گیبس استفاده شده است [۲۵]. نمودارهای گیبس ترسیم شده (شکل ۵) نشان می‌دهد که نمونه آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه در ناحیه‌ای از نمودار که پدیده سنگی غالب است قرار می‌گیرند و بیانگر آن است که ترکیب آب‌های زیرزمینی خرم آباد متأثر از ترکیب سنگ‌شناسی منطقه می‌باشد.

چون تجزیه و تحلیل کیفیت شیمیایی آب‌ها از پیچیدگی‌هایی برخوردار است لذا به منظور سهولت دستیابی به امر مذکور، از تکنیک‌های نمایشی وضعیت کیفی آب استفاده می‌گردد. در این پژوهش از نمودارهای شولر جهت نشان دادن وضعیت شرب و از نمودارهای ویلکوکس جهت نشان دادن وضعیت آب کشاورزی و نمودارهای پایپر و نمودار گیبس نیز استفاده شده است.

نمودار شولر

نمودار شولر جهت رده‌بندی آب از نظر شرب و هم‌چنین مطالعات کیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد [۲۲ و ۲۳]. نمودارهای شولر ترسیم شده (شکل ۲) نشان می‌دهند که منابع آب‌های زیرزمینی این منطقه از لحاظ شرب جزء آب‌های قابل قبول تا خوب و به دلیل داشتن میزان سدیم (%Na) پایین جزء آب‌های عالی قرار می‌گیرند.

نمودار ویلکوکس

کاربرد دی‌گرام ویلکوکس در رده‌بندی کیفیت آب از نظر کشاورزی می‌باشد و با استفاده از ارقام هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم ترسیم می‌شود [۲۹]. نسبت جذب سدیم یا SAR از رابطه زیر (۱) محاسبه شده است:

$$SAR = \text{Na} / [2(\text{Ca} + \text{Mg})]^{1/2} \quad (1)$$

که در این رابطه، غلظت یون‌های Na^+ ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} براساس meq/L می‌باشد [۲۰].

نمودارهای ویلکوکس ترسیم شده (شکل ۳) نشان می‌دهد که منابع آب زیرزمینی منطقه خرم‌آباد اکثراً در کلاس C_2S_1 و برخی نیز در کلاس C_3S_1 قرار می‌گیرند که از نظر کشاورزی محدودیتی ندارند.

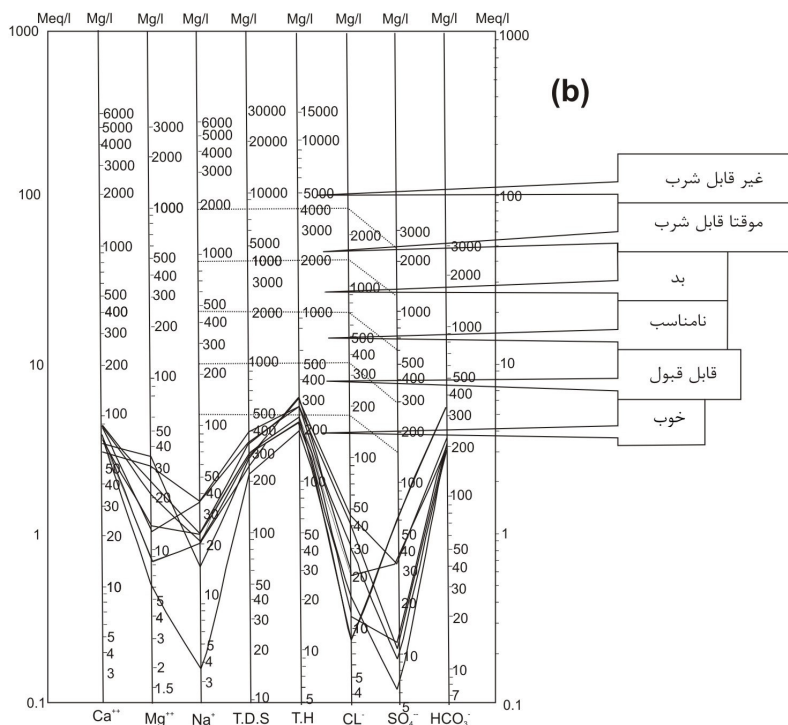
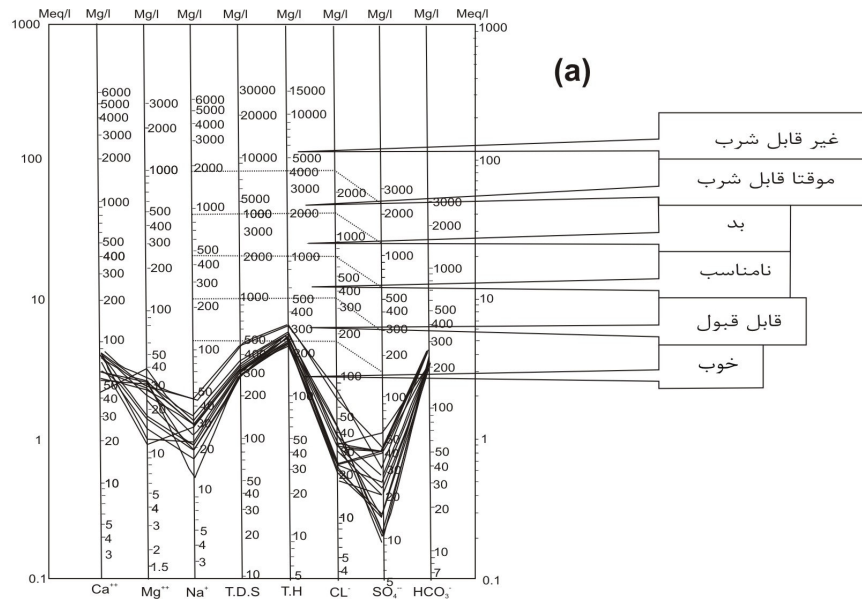
هم‌چنین جهت تعیین کیفیت آب از لحاظ کشاورزی از دو پارامتر RSC (Residual Sodium Carbonate) و PI (Permeability Index) استفاده می‌شود. مقدار RSC بر اساس رابطه زیر (۲) تعیین می‌شود [۲۳].

$$RSC = (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \quad (2)$$

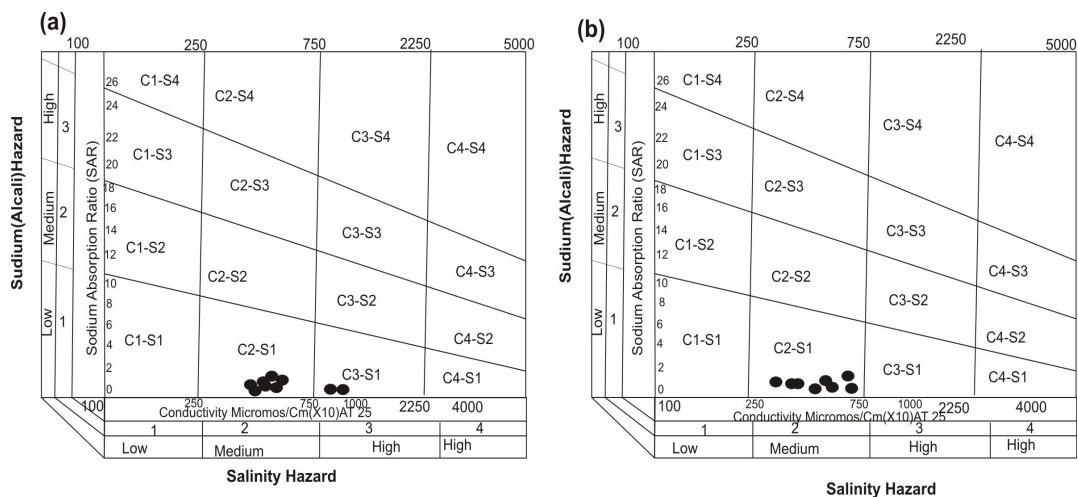
در این رابطه غلظت یون‌ها برحسب meq/L می‌باشد. محاسبه مقادیر RSC نمونه آب‌های مطالعه شده نشان می‌دهد که مقدار این پارامتر منفی بوده و بین ۰/۲- تا

کل مواد جامد محلول در آب (TDS) مقدار مطلوب و حداکثر مقدار مجاز در نظر گرفته شده برای این پارامتر توسط سازمان بهداشت جهانی [۲۷] و سازمان بهداشت محیط آمریکا [۱۵] به ترتیب ۵۰۰ mg/l و ۱۵۰۰ mg/l در نظر گرفته شده است. مقایسه TDS آب‌های منطقه خرم‌آباد (جدول ۱) با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که میزان TDS کمتر از حداکثر مقدار مطلوب است.

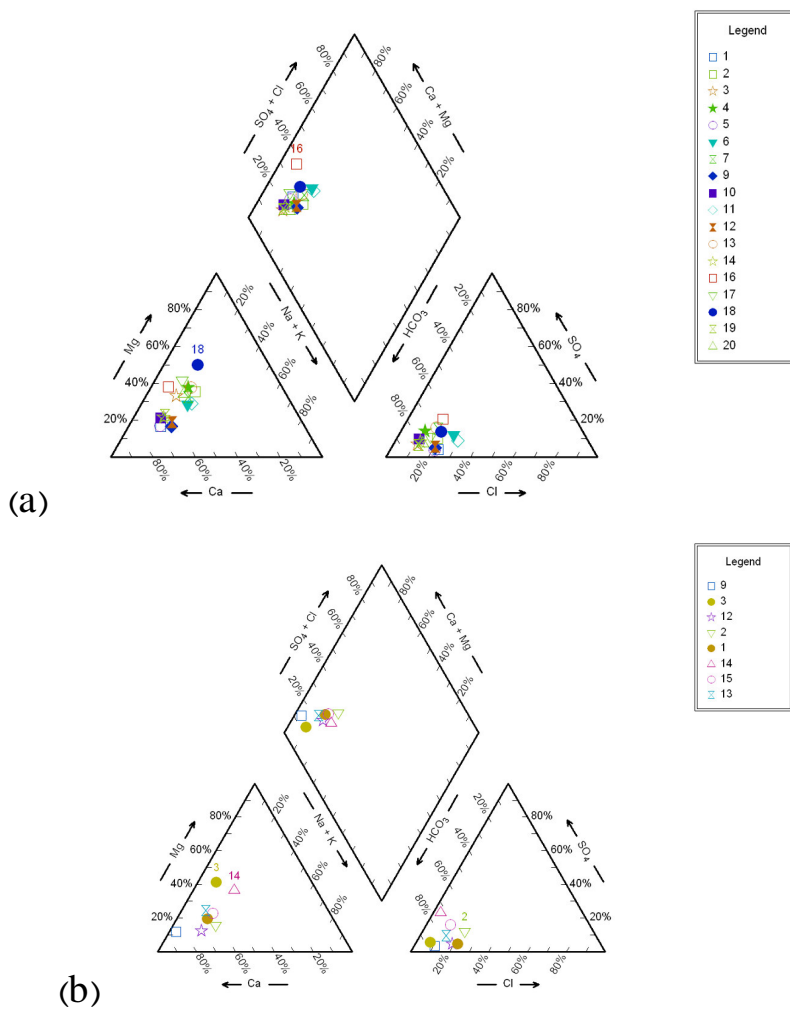
کل مواد جامد محلول در آب (TDS) مقدار مطلوب و حداکثر مقدار مجاز در نظر گرفته شده برای این پارامتر توسط سازمان بهداشت جهانی [۲۷] و سازمان بهداشت محیط آمریکا [۱۵] به ترتیب ۵۰۰ mg/l و ۱۵۰۰ mg/l در نظر گرفته شده است. مقایسه TDS آب‌های منطقه خرم‌آباد (جدول ۱) با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که میزان TDS کمتر از حداکثر مقدار مطلوب است.



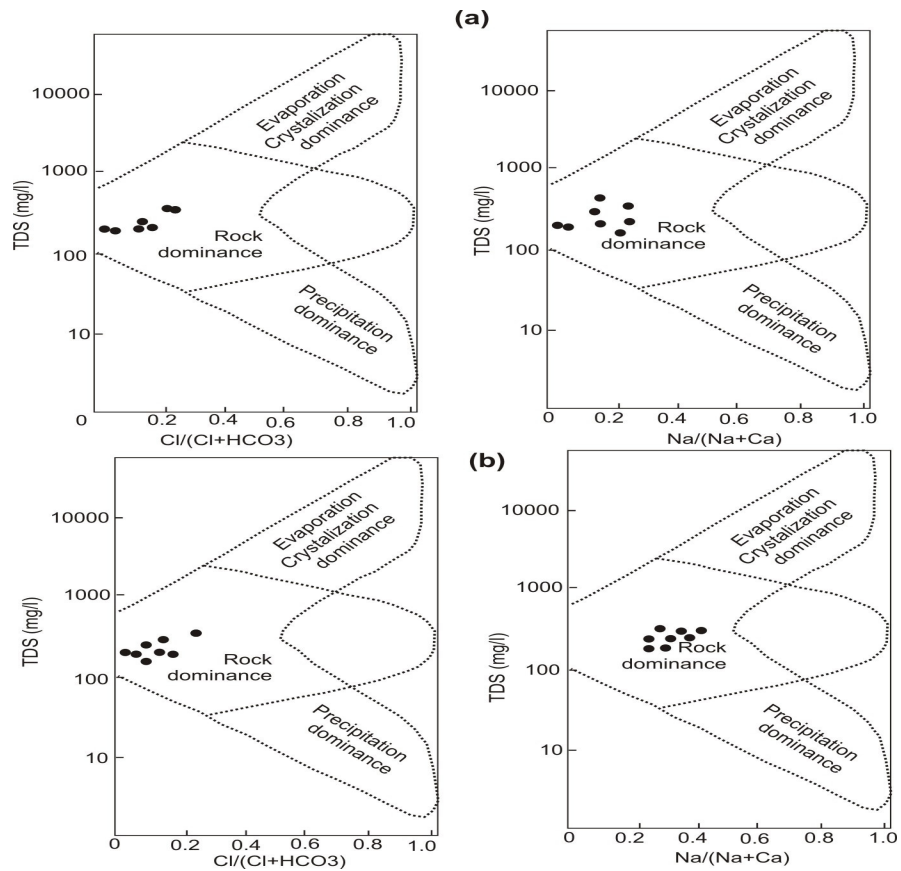
شکل ۲. نمونه‌های آب روی نمودار شولر: (a) سه ماهه دوم (فصل خشک) (b) سه ماهه چهارم (فصل تر) سال ۱۳۸۸.



شکل ۳. نمونه‌های آب روی نمودار ویلکوکس: (a) سه ماهه دوم (فصل خشک) (b) سه ماهه چهارم (فصل تر) سال ۱۳۸۸.



شکل ۴. نمونه‌های آب روی نمودار پایپر: (a) سه ماهه دوم (فصل خشک) (b) سه ماهه چهارم (فصل تر) سال ۱۳۸۸.



شکل ۵. نمونه‌های آب روی نمودار گیبس: (a) سه ماهه دوم (فصل خشک): (b) سه ماهه چهارم (فصل تر) سال ۱۳۸۸.

جدول ۲. نتایج تجزیه شیمیایی فلزات سنگین سه ماهه سوم سال ۱۳۸۸.

منابع آب	As	Pb	Zn	Cu
۹	۰	۰/۸۹	۹/۹	۳/۷۲
۴	۰	۳/۱۳	۱۲/۱	۵/۶۶
۱۹	۰	۰/۲۹	۲۱/۳	۳/۹۸
۱۲	۰	۰/۷۲	۰/۲	۱/۲۷
۳	۰/۱	۰/۶۶	۴	۶/۸۶
۶	۰	۳/۳	۳۰/۵	۵/۰۳
۲	۰	۳/۲۷	۱/۸	۱۱/۲
۵	۰	۲/۳۷	۱/۳	۰/۷۴
۸	۰	۱/۸۴	۱۵/۶	۱
۱۵	۰	۰/۴	۴/۷	۴/۳۵
۱۴	۰	۱/۳۹	۲۲/۱	۰/۸۳
۱۳	۰	۰/۷۸	۱۸/۱	۷/۴۳

سختی کل (TH)

مقدار مطلوب و حداکثر مقدار مجاز در نظر گرفته شده برای این پارامتر توسط سازمان بهداشت جهانی [۲۷ و ۲۸] و سازمان بهداشت محیط آمریکا [۱۵] به ترتیب ۱۰۰ mg/l و ۵۰۰ mg/l در نظر گرفته شده. مقایسه TH آب‌های منطقه خرم‌آباد (جدول ۱) با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که میزان TH بیش‌تر از حداکثر مقدار مطلوب و کمتر از حداکثر مقدار مجاز می‌باشد و سختی منابع آبرفتی موجود در این منطقه بیش‌تر از منابع کارستیک است.

PH

مقدار مطلوب و حداکثر مقدار مجاز در نظر گرفته شده برای این پارامتر توسط سازمان بهداشت جهانی [۲۷ و ۲۸] و سازمان بهداشت محیط آمریکا [۱۵] به ترتیب ۷-۸/۵ و ۹/۲ در نظر گرفته شده است. مقایسه PH آب‌های منطقه خرم‌آباد (جدول ۱) با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که میزان PH در حد مطلوبی قرار دارد لذا از نظر شرب محدودیتی ندارد و با توجه به اینکه این آب‌ها قلیایی هستند لذا خاصیت خوردگی ندارند ولی خاصیت پوسته‌گذاری دارند.

کلسیم Ca^{2+} و منیزیم Mg^{2+}

این دو کاتیون از جمله کاتیون‌هایی هستند که به تنهایی در آب‌های طبیعی مسئله‌ای به وجود نمی‌آورند. وجود این دو کاتیون در آب زمانی قابل توجه می‌شود که در محیط آب‌ها، آنیون‌های مشخص وجود داشته باشند. وجود کربنات (CO_3^{2-}) و بی‌کربنات (HCO_3^-) به همراه این یون‌ها سختی موقت و وجود آنیون سولفات (SO_4) و کلرید (Cl^-) سختی دائم را به وجود می‌آورد. چنانچه کلرید (Cl^-) زیاد در آب موجود باشد با Mg باعث خوردگی می‌شود، پس بایستی توجه داشت که نه تنها کلرید منیزیم ($MgCl_2$) باعث خوردگی می‌شود بلکه هر کلریدی که در آب هیدرولیز می‌شود و هیدروکلریک اسید (HCl) ایجاد کند خاصیت خوردگی دارد.

مقدار مطلوب و حداکثر مقدار مجاز در نظر گرفته شده برای کلسیم Ca^{2+} و منیزیم Mg^{2+} توسط سازمان بهداشت جهانی [۲۷ و ۲۸] و سازمان بهداشت محیط آمریکا [۱۱] به ترتیب ۷۵ mg/l و ۲۰۰ mg/l برای

کلسیم و ۵۰ mg/l و ۱۵۰ mg/l برای Mg^{2+} در نظر گرفته شده است. مقایسه Ca^{2+} آب‌های منطقه خرم‌آباد (جدول ۱) با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که مقدار کلسیم در همه نمونه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مجاز است و مقایسه مقادیر Mg^{2+} نمونه‌های تجزیه شده با مقدار استاندارد نیز نشان می‌دهد که مقدار منیزیم در تمامی نمونه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مجاز و حداکثر مقدار مطلوب می‌باشد.

سدیم Na^+

حداکثر مقدار مجاز در آب آشامیدنی در نظر گرفته شده برای Na^+ توسط سازمان بهداشت جهانی [۲۷ و ۲۸] و سازمان بهداشت محیط آمریکا [۱۵] ۲۰۰ mg/l می‌باشد. مقایسه سدیم نمونه‌های تجزیه شده با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که مقدار سدیم در تمامی نمونه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مجاز می‌باشد.

منگنز Mn^{2+}

مقدار حداکثر مطلوب منگنز در آب آشامیدنی ۰/۵ mg/l و حداکثر مجاز آن در آب آشامیدنی ۰/۵ mg/l است [۲۷ و ۲۸]. مقایسه منگنز نمونه‌های تجزیه شده با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که میزان همه نمونه‌ها کمتر از حداکثر مجاز و حداکثر مقدار مطلوب می‌باشد.

فلوئور (F)

مقدار فلوئور لازم بایستی بین ۱/۲ - ۰/۷ میلی‌گرم در لیتر بر حسب درجه حرارت (در مناطق سردسیر غلظت آن ۱/۲ و در مناطق گرمسیر غلظت آن ۰/۷) باشد. اگر مقدار آن از ۰/۷ میلی‌گرم در آب کمتر شود، باعث پوسیدگی دندان و اگر از حد مجاز فراتر رود باعث بیماری فلوئوروزیس یعنی خط افتادن دندان‌ها و یا باعث آسیب‌های استخوانی می‌شود. حداکثر مقدار مجاز فلوئور ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد [۲۷ و ۲۸]. مقایسه مقادیر فلوئور نمونه‌های آنالیز شده با مقدار استاندارد مشخص کننده این مطلب است که مقدار فلوئور در آب‌های زیرزمینی این منطقه کمتر از حداکثر مقدار مجاز می‌باشد و کمتر از ۰/۷ mg/l می‌باشد. لذا این کمبود فلوئور احتمال پوسیدگی دندان را افزایش می‌دهد.

کلرور (Cl)

حداکثر مطلوب کلرور 200 mg/l و حداکثر مجاز آن 600 mg/l است [۲۷ و ۲۸]. مقایسه مقادیر کلر نمونه‌های تجزیه شده با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که مقدار کلر آب‌های زیرزمینی این منطقه کمتر از حداکثر مقدار مطلوب و حداکثر مقدار مجاز می‌باشد.

سولفات (SO_4^{2-})

حداکثر مطلوب سولفات در آب آشامیدنی 250 mg/l و حداکثر مجاز آن 500 mg/l می‌باشد [۱۵]. مقایسه سولفات نمونه‌های تجزیه شده با مقدار استاندارد مشخص می‌کند که مقدار سولفات این نمونه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مجاز و حداکثر مقدار مطلوب می‌باشد.

نیتريت (NO_2^-) و نیترات (NO_3^-)

در آب‌های زیرزمینی وجود نیترات و نیتريت نشان دهنده نزدیکی چاه‌های فاضلاب انسانی به منبع آب است و این امر به خصوص در کشور ما که شبکه‌های فاضلاب وجود ندارد و شبکه‌های آبرسانی به صورت ساده انجام می‌شود حائز اهمیت می‌باشد. بدین ترتیب وجود نیترات در آب نشان دهنده آلودگی آب با فاضلاب خانگی یا شستشوی کودهای ازته می‌باشد. حداکثر مجاز نیترات 50 میلی‌گرم در لیتر [۲۸ و ۱۵] و نیتريت 1 میلی‌گرم در لیتر می‌باشد [۱۱]. مقایسه نیترات نمونه‌های آنالیز شده با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که مقدار نیترات این نمونه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مجاز می‌باشد. بیشترین مقدار نیترات موجود در این آب‌ها مربوط به چاه 15 ($14/1 \text{ mg/l}$) می‌باشد و علت این امر را می‌توان ناشی از این دانست که این منبع در پایین دست زمین‌های کشاورزی واقع شده است. هم‌چنین مقایسه نیتريت نمونه‌های تجزیه شده با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که مقدار نیتريت در همه نمونه‌ها کمتر از حداکثر مقدار مطلوب و حداکثر مقدار مجاز می‌باشد.

آمونیاک (NH_3)

خاک‌های حاصل‌خیز، مواد حیوانی و نباتی در حال تجزیه دارای آمونیاک می‌باشند. ادرار انسان و حیوان نیز حاوی مقادیر زیادی کربنات آمونیوم است. چنانچه مقدار آمونیاک از $0/1$ میلی‌گرم در لیتر بیشتر باشد بایستی

اقدام اساسی در شناخت منبع آن به عمل آورد. مقایسه آمونیاک نمونه‌های تجزیه شده با مقدار استاندارد نشان می‌دهد که به جز در چاه‌های 19 ($0/22 \text{ mg/l}$)، 18 ($0/19 \text{ mg/l}$)، 17 ($0/16 \text{ mg/l}$) و 16 ($0/13 \text{ mg/l}$) در سه ماهه دوم سال 88 ، مقدار آمونیاک در بقیه منابع کمتر از حداکثر مقدار مجاز است. بالا بودن مقدار آمونیاک در این آب‌ها می‌تواند به دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باشد که تجزیه آن‌ها سبب افزایش آمونیاک خاک و سپس آب‌های نفوذی می‌شود. علت دیگر آن را می‌توان ناشی از نشت فاضلاب به درون این منابع دانست.

سرب (Pb)

می‌توان گفت که هیچ یک از عناصر سمی سنگین به اندازه سرب در سال‌های اخیر مورد بررسی و تحقیق قرار نگرفته است. این عنصر از سمی‌ترین عناصر است و خطرات ناشی از آن بیش‌تر از هر عنصر دیگری گریبانگیر انسان متمدن امروز است. می‌توان به جرأت گفت که انسان از طریق سرب بیش از هر عنصر دیگری خود و محیط زیست خود را مسموم کرده و می‌کند. وسایل نقلیه موتوری از مهم‌ترین منابع آلوده کننده محیط زیست توسط سرب است. حداکثر مقدار مجاز سرب $10 \mu\text{g/l}$ می‌باشد [۲۸ و ۱۵]. مقدار سرب نمونه‌های تجزیه شده کمتر از حداکثر مقدار مجاز می‌باشد.

آرسنیک (As)

آرسنیک سم مشهوری است که به طور طبیعی در بسیاری از کانی‌ها، سنگ‌ها، مواد معدنی و خاک‌ها وجود دارد. این عنصر ممکن است به مقدار زیاد در زغال‌سنگ موجود باشد که پس از وارد شدن به اتمسفر (از طریق گرد و غبار دودکش‌ها) به عنوان هسته‌ای برای تجمع رطوبت عمل می‌کند و منجر به باران‌های حاوی آرسنیک می‌شود. حداکثر مقدار مجاز آرسنیک $10 \mu\text{g/l}$ می‌باشد [۲۸ و ۲۹]. به استثناء مواردی که آرسنیک در آب‌های معدنی یافت می‌شود به ندرت در آب‌های مشروب به عنوان یک ماده شیمیایی با منشأ طبیعی وجود دارد. منشأ آن در آب غالباً از آلودگی‌های معدنی و صنعتی مخصوصاً در رودخانه‌ها می‌باشد و هم‌چنین در مواردی که حشره‌کش‌ها در کشاورزی مصرف می‌شوند در اثر نفوذ

می‌توان به سازندهای کربناته و Na^+ ، K^- ، Cl^- را به سازندهای تبخیری منطقه نسبت داد. آب‌های منطقه خرم‌آباد فلوتور پایینی دارند. فلوتور تمایل دارد در آب به شکل HF به حالت محلول در آید و چون آب‌های زیرزمینی این منطقه قلیایی هستند و مقدار H^+ در آن‌ها کم است، فلوتور تمایلی به محلول بودن ندارد. همین مقدار کم فلوتور موجود در آب‌ها نیز نتیجه انحلال سنگ‌های کربناته به مقدار جزئی می‌باشد.

بررسی نمودارهای شولر، ویلکوکس، پایپر و گیبس نشان می‌دهد که کیفیت آب‌های زیرزمینی محدوده مورد مطالعه از لحاظ شرب جزء دسته خوب تا قابل قبول و از لحاظ کشاورزی اکثراً در کلاس C_2S_1 و برخی در کلاس C_3S_1 قرار می‌گیرند و تیپ آب‌ها بی‌کربنات کلسیک تا منیزیک می‌باشد. بنابراین آب‌چاه‌های منطقه دارای کیفیت بالایی بوده و برای مصارف کشاورزی و شرب هیچگونه محدودیتی ندارند اما سازند تبخیری گروه فارس به عنوان یک سازند آلوده‌کننده و مضر و تهدید کننده منابع آبی منطقه تلقی می‌گردد.

جهت مشخص کردن عوامل موثر بر روی ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی منطقه مورد مطالعه، نقش عواملی نظیر بارندگی، ترکیب سنگ‌ها و عامل تبخیر- تبلور در نمودار گیبس مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل نشان داد ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی محدوده مورد مطالعه متأثر از ترکیب سنگ‌ها بوده است. به عبارت دیگر ترکیب آب نفوذ کننده تحت تأثیر ویژگی‌های شیمیایی سنگ‌ها قرار گرفته است و عامل بارندگی و پدیده‌ی تبخیر و تبلور نقشی نداشته است.

بررسی مقایسه‌ای نمونه‌های آنالیز شده با استانداردهای جهانی نشان می‌دهد که مقدار آمونیاک آب‌های زیرزمینی منطقه خرم‌آباد در چاه‌های ۱۹ ($0/22 \text{ mg/l}$)، ۱۸ (mg/l)، ۱۹ ($0/19$)، ۱۷ ($0/16 \text{ mg/l}$) و ۱۶ ($0/13 \text{ mg/l}$) در سه ماهه دوم سال ۸۸ بیش‌تر از حداکثر مقدار مجاز است. از آنجائیکه منشأ آمونیاک موجود در آب در ارتباط با کودهای حیوانی و فاضلاب‌های انسانی است، بالا بودن مقدار آمونیاک در این آب‌ها می‌تواند به دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی باشد که تجزیه آن‌ها سبب افزایش آمونیاک خاک و سپس آب‌های نفوذی می‌شود و همچنین ممکن است ناشی از نشت فاضلاب‌های انسانی باشد.

آن در چاه‌های آب یافت می‌شود. چون آرسنیک در سنگ‌های مختلف به مقدار کم پراکنده می‌باشد در آب سطحی نیز به مقدار بسیار کم یافت می‌شود. مقدار آرسنیک نمونه‌های تجزیه شده کمتر از حداکثر مقدار مجاز می‌باشد.

کروم (Cr)

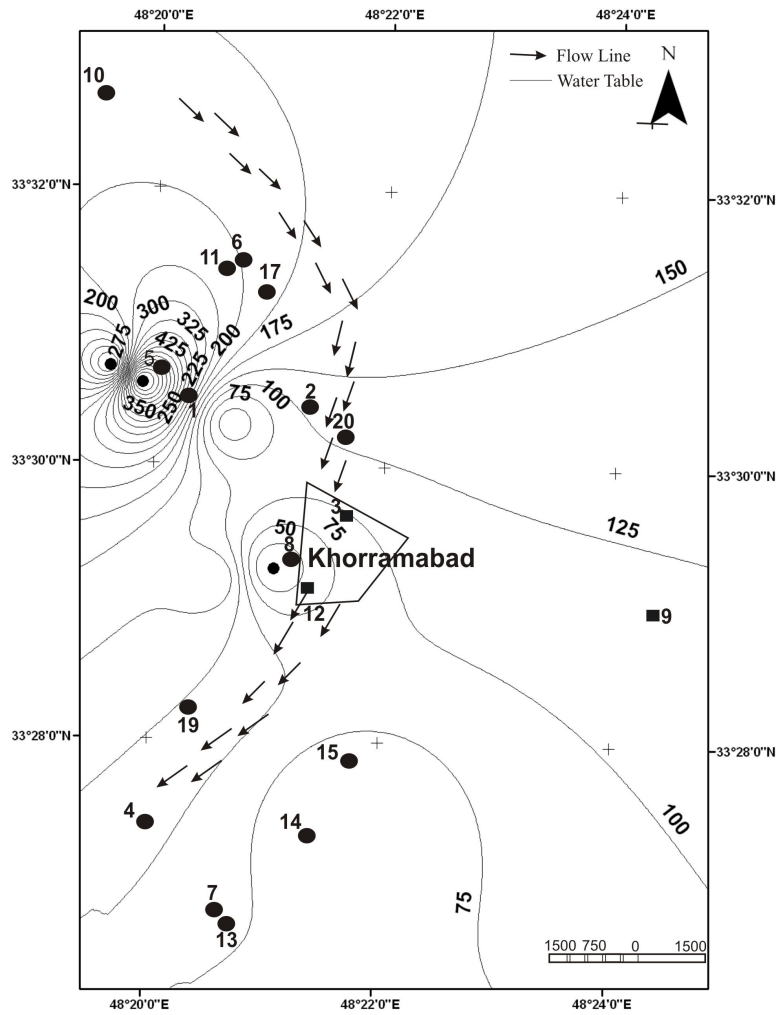
از طریق تخلیه فاضلاب‌های آب کاری و مصرف لجن‌های حاصل از تصفیه فاضلاب در کشاورزی و در مواقعی استخراج معادن مقادیری کروم به محیط زیست، آب و هوا داخل می‌گردد و در مواردی آلوده شدن مواد غذایی با ترکیبات کروم‌دار ممکن است اتفاق افتد. حداکثر مقدار مجاز کروم $50 \mu\text{g/l}$ می‌باشد [۲۸ و ۱۵]. مقدار کروم نمونه‌های آنالیز شده کمتر از حداکثر مقدار مجاز می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی و تعیین خصوصیات شیمیایی آب‌های زیرزمینی، برای بررسی خصوصیات زیست محیطی یک ناحیه بسیار مهم است. قبل از کوشش برای برطرف کردن آلودگی باید در مورد نحوه و جهت حرکت آب‌های زیرزمینی اطلاعات کافی داشت تا با در اختیار داشتن آن‌ها بتوان جهت حرکت عوامل آلاینده و میزان مخرب بودن آن‌ها را تخمین زد. مطالعات هیدروژئوشیمیایی آب‌های زیرزمینی منطقه خرم‌آباد نشان دهنده این مطلب می‌باشد که بیش‌ترین مقدار EC (931 در چاه ۱۰)، TDS (557 mg/l) در چاه ۱۰، TH (352 mg/l در چاه ۱۱)، Ca^{2+} (mg/l) $107/4$ در چاه ۱۰، Mg^{2+} ($41/7 \text{ mg/l}$ در چاه ۱۳)، Na^+ ($56/5 \text{ mg/l}$ در چاه ۱۰)، K^- ($2/4 \text{ mg/l}$ در چاه ۴)، F^- ($0/7 \text{ mg/l}$ در چاه ۱۴)، Cl^- ($147/2 \text{ mg/l}$ در چاه ۴) و SO_4^{2-} (63 mg/l در چاه ۱۹) می‌باشد که همه این منابع در آبرفت‌ها قرار دارند. این امر بیانگر آن است که حجم زیادی از رسوبات به این مناطق آبرفتی از طریق جریان آب منتقل شده و انحلال در جهت جریان آب‌های زیرزمینی بوده است. این جهت در منطقه مورد مطالعه به طور عمده به سمت جنوب غرب می‌باشد (شکل ۶). فراوانی یون‌های موجود در آب‌های زیرزمینی هر منطقه به ماهیت سنگ بستر، شرایط آب و هوایی و تحرک یون‌ها وابسته است. منشأ یون‌های Ca^{2+} ، F^- و Mg^{2+} را

شده هیچ گونه مغایرتی با استانداردهای جهانی نداشته و در حد مطلوبی می‌باشند و به همین جهت از لحاظ زیست محیطی هیچ گونه مشکل خاصی ایجاد نمی‌کنند.

مقدار فلوتور در آب‌های این منطقه کمتر از ۰/۷ میلی گرم در لیتر است که این امر باعث افزایش بیماری‌های دهان و دندان در این منطقه می‌شود. سایر موارد آنالیز



شکل ۶. نقشه مربوط به منحنی‌های جریان آب‌های زیرزمینی و جهت جریان آبخوان دشت خرم آباد که جهت عمده جریان را به سمت جنوب غرب نشان می‌دهد.

منابع

- [۱] آقازاده، ن.، اصغری مقدم، ا.، کیمیایی، ا (۱۳۸۷) ارزیابی هیدروژئوشیمیایی آب‌های زیرزمینی منطقه سلماس و تعیین کیفیت آن‌ها برای مصارف مختلف، مجله پژوهشی علوم پایه اصفهان، جلد ۳۴، شماره ۵، صفحات ۷۹-۹۸.
- [۲] بهاروند، س.، ادیب، ا.، احمدی خلجی، ا (۱۳۸۷) نقش سازندهای مختلف زمین‌شناسی بر کیفیت آب‌های زیرزمینی شمال شهر خرم‌آباد، فصلنامه علمی - پژوهشی زمین‌شناسی و محیط زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد اسلامشهر، سال دوم، شماره ۱، صفحات ۶۹-۸۰.
- [۳] توسل، س.ف.، منشوری، م (۱۳۸۸) طبقه‌بندی کیفی منابع آب دشت چهاردولی (همدان و کردستان) برای مصارف مختلف با استفاده از داده‌های هیدروژئوشیمی، یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی، دوره ۲، شماره ۶، صفحات ۲۴-۳۲.
- [۴] خالدی، ز.، محمدزاده، ح (۱۳۹۱) بررسی هیدروژئوشیمی و کروم آب‌های زیرزمینی جنوب شرق بیرجند، شانزدهمین همایش انجمن زمین‌شناسی ایران، شیراز.
- [۵] خمر، ز.، محمودی قرایی، م.ح.، عمرانی، س.، سیاره، ع (۱۳۹۱) ارزیابی کیفیت منابع آب در محدوده‌ی معدنی کوه زر، غرب تربت حیدریه، چهارمین همایش انجمن زمین‌شناسی اقتصادی ایران، بیرجند.
- [۶] رستمی زرین آبادی، ا (۱۳۹۰) ارزیابی نقش عوامل زمین‌شناسی و فعالیت‌های کشاورزی در تعیین کیفیت آب‌های زیرزمینی دشت رومشگان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم زمین، دانشگاه صنعتی شاهرود، ۸۰ صفحه.
- [۷] رضاییان لنگرودی، س.، لک، ر.، مهدلو ترکمانی، س.، فیاضی، ف (۱۳۹۰) بررسی خصوصیات هیدروژئوشیمیایی و کیفیت آب زیرزمینی دریاچه حوض سلطان قم، یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی، دوره ۲، شماره ۱۰، صفحات ۶۳-۷۲.
- [۸] سهیلی، م (۱۳۷۱) نقشه زمین‌شناسی خرم‌آباد با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰۰، سازمان زمین‌شناسی کشور، شماره D7.
- [۹] فضل‌نیا، ع.، خدادادی، ف.، پیرخراطی، ح (۱۳۹۱) ارزیابی هیدروژئوشیمیایی منابع آب زیرزمینی در مناطق افیولیتی شمال - شمال غرب خوی و قره ضیاءالدین جهت شناسایی کیفیت آب‌ها و تعیین اثرات زیست محیطی، یافته‌های نوین زمین‌شناسی کاربردی، دوره ۱، شماره ۱۱، صفحات ۴۶-۷۰.
- [۱۰] محمدیان، م.، قبادی، م.ح (۱۳۸۹) کارست در سازند گچساران و مسائل زیست محیطی آن (منطقه رامهرمز شرق خوزستان)، بیست و نهمین گردهمایی علوم زمین، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- [11] APHA (1995) Standard methods for the examination of examination of water and waster, 19 th ed, American Public Health Association, d.c., 1, pp.467.
- [12] Berthier, F., Billiaul, H.P., Halbronn, B., Marizot, P (1974) Etude Stratigraphique, petrologique et structural de La region de Khorramabad (Zagros, Iran), These De 3e cycle, Grenoble, PP. 282.
- [13] Davis, S.N., Dewist, R.J.M (1966) Hydrogeology, John Wiley and Sons, Inc. New York: 463p.
- [14] Dolatsha, T., Ahmadi Khalaji, A., Hakimi, F., Mollaei, H., Shahrokhi, V (2010) Hydrogeochemistry investigation of karstic sources Khorramabad area, Lorestan, First international applied geological congress, Islamic Azad University Branch, Mashhad, Iran.
- [15] EPA (2009) Edition of the Drinking Water Standards and Health Advisories, United States Environmental Protection Agency.
- [16] Gallardo, A.H., Tase, N (2007) Hydrogeology and geochemical characterization of groundwater in a typical small-scale agricultural area of Japan, Journal of Asian Earth Sciences, 29, 18-28.
- [17] Guler, C., Thyne, G.D (2004) Hydrologic and geologic factors controlling surface and ground water chemistry in Indian WellsOwens Valley area and surrounding ranges, California, USA. Journal of Hydrology 285, 177-198.
- [18] Hoogeveen, R.J.A., Visser, A., Raat, K.J (2010) PESTO, a risk assessment of pesticide use on groundwater, quality in the Chalk aquifer in the province of Limburg, the Netherlands, XXXVIII IAH Congress, University of Silesia, Poland.
- [19] James, G.A., Waynd, J.D (1965) Stratigraphic nomenclature of Iranian Oil Consortium Agreement area, A.A.P.G BULLETIN 49, PP.2182-2245.
- [20] Karanth, K.R (1987) Groundwater assessment, development and management, Tata McGraw Hill, New Dehli, pp.720.
- [21] Piper, A.M (1944) A graphic procedure in the geochemical interpretation of water- analyses, Trans., Am. Geophysics. Union 25, PP. 914-923.
- [22] Shoeller, H (1967) Qualitative evaluation of groundwater resources, Methods and techniques of groundwater investigation and

- development, Water Research, Series-33, UNESCO, pp 44-52.
- [23] Shoeller, H (1977) Geochemistry of groundwater, Ch. 15, pp 1-18 In: Groundwater studies-An International guide for research and practice, UNESCO, Paris.
- [24] Srinivasa Gowd, S (2005) Assessment of groundwater quality for drinking irrigation purposes: a case study of Peddavanka watershed, Anantapur District, Andhra Pradesh, India, Environ. Geol., 48, 702-712.
- [25] Subba Rao, N (2001) Geochemistry of groundwater in parts of Guntur district, Andhra Pradesh, India, Environ. Geol., 41, 5, PP. 552-562.
- [26] Subramani, T., Elango, I., Damodarasamy, S.R (2005) Groundwater quality and its suitability for drinking and agricultural use in Chithar River Basin, Tamil Nadu, India, Environ. Geol., 47, PP. 1099-1110.
- [27] WHO (1989) Health Guidelines for the use of wastewater in Agriculture and Aquaculture, Report of a WHO Scientific Group-Technical Report Series778, WHO Geneva, pp. 74.
- [28] WHO (2006) Potential sources and uses of chemicals considered in the WHO Guidelines for Drinking Water Quality.
- [29] Wilcox, L.V (1955) Classification and use of irrigation water, USDA, Circular969. Washington, DC. USA.
- [30] Yuce, G., Ugurluog, D., Dilaver, A.T., Eser, T., Sayin, M., Donmez, M., Ozcelik, S., Aydin, F (2009) The effect of lithology on water pollution: Natural Radioactivity and Trace Element in Water Resource of Eskishir Region (Turkey), Journal of water air soil pollution, 202, 1-4, 69-89.