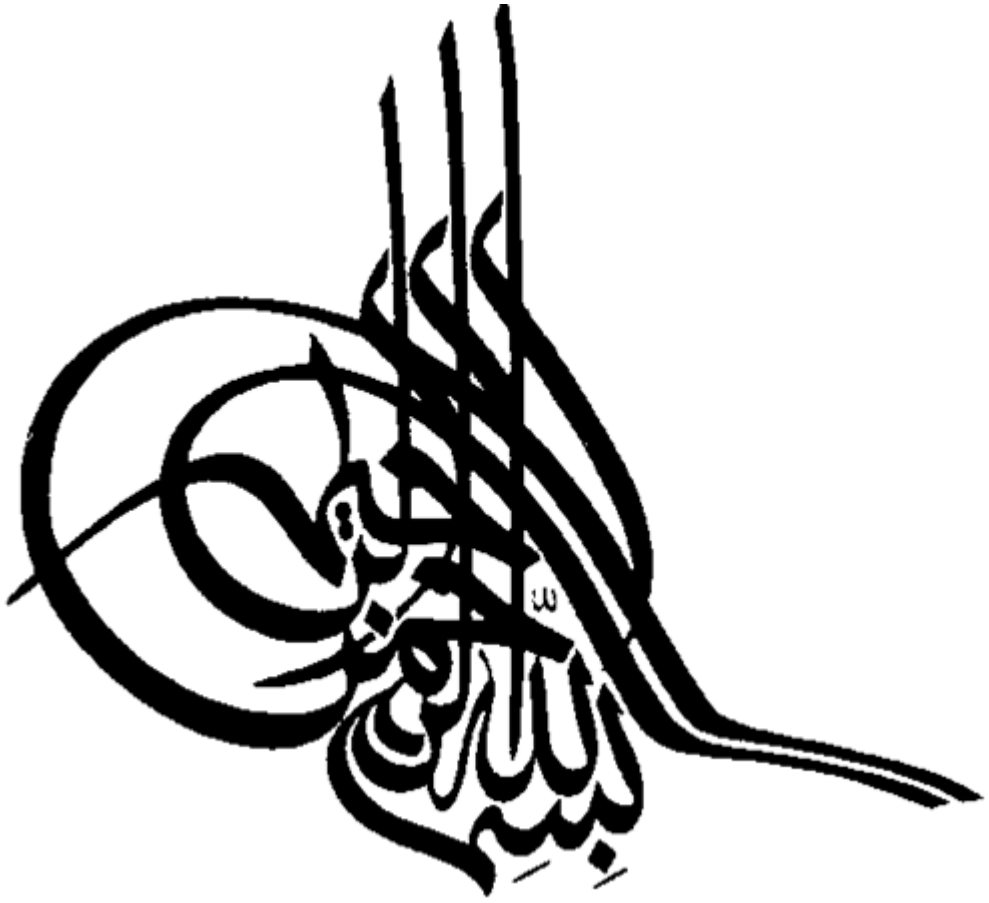

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده علوم زمین

پایان‌نامه کارشناسی ارشد هیدرورژئولوژی

بررسی اثرات کمی و کیفی پساب بر منابع آب زیرزمینی دشت رشتخوار

نگارنده:
مجتبی جمشیدی زرمهری

استاد راهنما
دکتر هادی جعفری

شهریور ۱۳۹۸

شماره: ۹۸۰۶۱۱۶۰
تاریخ: ۹۸/۶/۳۰

باسمه‌تعالی

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد مجتبی جمشیدی زرمهری با شماره دانشجویی **۹۵۰۴۱۵۴** رشته زمین‌شناسی گرایش **آبشناسی** تحت عنوان **بررسی اثرات کمی و کیفی پساب برمنابع آب زیرزمینی دشت رشتخوار**

که در تاریخ **۹۸/۰۶/۱۲** با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار گردید به شرح ذیل اعلام می گردد:

قبول (با درجه: خیلی خوب) ☑ **مردود** ☐

نوع تحقیق: **نظری** ☐ **عملی** ☑

عضو هیات داوران	نام ونام خانوادگی	مرتبهٔ علمی	امضاء
۱ـ استادراهنمای اول	دکتر هادی جعفری	استادیار	
۳- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر افشین قشلاقی	استادیار	
۴- استاد ممتحن اول	دکتر غلامحسین کرمی	دانشیار	
۵ـ استاد ممتحن دوم	دکتر گیتی فرقانی	استادیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر پرویز امیدی

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده: ۹۸/۶/۳۰

از طرف: [illegible]

تبصره: در صورتی که کسی مردود شود حداکثر یکبار دیگر (در مدت مجاز تحصیل) می تواند از پایان نامه خود دفاع نماید (دفاع مجدد نباید زودتر از ۴ ماه برگزار شود).

تقدیم

به پاس تعبیر عظیم و انسانی از کلمه ایثار و از خودگذشتگی

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امید بخش وجودش که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است

و به پاس محبت بی دریغش که هرگز فروکش نمی کند

تقدیم به همسر عزیزم

تقدیر و تشکر

خداوند بزرگ را شاکرم که نعمت حرکت در راه علم برایم فراهم شد و توانستم در این راه قدم نهاده و این مقطع را با موفقیت به پایان برسانم.

در ابتدا قدردانی دارم از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر هادی جعفری که صمیمانه در این راه یاری ام نموده و راهنمایی های ایشان رهگشای مشکلاتم در طول مدت تحقیق بوده است.

از اساتید عزیز دانشکده علوم زمین، جناب آقایان دکتر کرمی و دکتر باقری که زحمات زیادی بر دوش ایشان گذاشتم کمال تشکر و قدردانی را دارم.

در برابر خانواده مهربانم و سایر بستگان که سختی دوری راه را تحمل نموده اند و پشتوانه عظیمی برایم هستند عاشقانه سر تعظیم فرود می آورم.

در نهایت از دوستان عزیزم آقایان امیدی فر، بطیاری، باقری، دولت آبادی، و خانم ها نبی زاده، اشجاری که در این تحقیق یاری ام رسانده اند تشکر می کنم و آرزوی موفقیت روزافزون را برایشان دارم.

مجتبی جمشیدی زرمهری

شهریور ماه ۱۳۹۸

تعهد نامه

اینجانب **مجتبی جمشیدی زرمهری** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته آبشناسی دانشکده علوم زمین دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه **بررسی اثرات کمی وکیفی پساب برمنابع آب زیرزمینی دشت رشتخوار** تحت راهنمائی **دکتر هادی جعفری** متعهد می شوم.

- **تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.**
- **در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.**
- **مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.**
- **کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « Shahrood University» به چاپ خواهد رسید.**
- **حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.**
- **در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.**
- **در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است .**

تاریخ

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.**

چکیده

با توجه به کمبود آب در ایران و همچنین رشد روزافزون جمعیت و توسعه شهرنشینی، لزوم برنامه‌ریزی برای استفاده بهینه از منابع آب متعارف و نا متعارف از اهمیت فراوانی برخوردار است. در چنین شرایطی، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده می‌تواند به عنوان یکی از راههای غلبه بر مشکل کم آبی و جلوگیری از هدر دادن منابع آب تلقی شود. تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه در سال ۱۳۸۸ به بهره‌برداری رسیده است و نحوه تصفیه آن از نوع لجن فعال می‌باشد. تصفیه فاضلاب در سه مرحله تصفیه فیزیکی، تصفیه بیولوژیکی و گندزدایی انجام شده و پساب حاصله جهت استفاده در کشاورزی، باغداری و صنعت مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. با توجه به رهاسازی و استفاده از پساب در محدوده آبخوان دشت رشتخوار در این تحقیق به بررسی اثرات کمی و کیفی پساب تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه بر منابع آب زیرزمینی پرداخته شده است. به این منظور خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب تربت‌حیدریه و منابع آب زیرزمینی در بازه‌ی زمانی یکساله، اندازه‌گیری و بررسی شده است. پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل یونهای اصلی، هدایت الکتریکی، pH، نیترات، فلزات سنگین، اکسیژن خواهی زیستی، اکسیژن خواهی شیمیایی و باکتری کلیفرم می‌باشد. بررسی سری زمانی آبدهی قنات‌ها بیانگر افزایش دبی یا احیاء بعضی از قنوات پس از بهره‌برداری تصفیه‌خانه بوده و بنابراین تاثیر کمی پساب برمنابع آب زیرزمینی کاملاً مشهود می‌باشد. به لحاظ کیفی مقادیر یونهای اصلی و فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی در مقایسه با پساب افزایش نشان داده، در حالی که غلظت مواد آلی کاهش کاملاً محسوسی دارد. این موضوع به تاثیر زون غیراشباع بر کیفیت آب عبوری نسبت داده شده است. بررسی‌ها اثر مشهود تصفیه خاک، عمدتا بر مواد آلی پساب را اثبات می‌نماید.

کلمات کلیدی: پساب، مواد آلی، فلزات سنگین، تصفیه خاک-آبخوان، تربت‌حیدریه

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات ۱
۱- ۱- مقدمه ۲
۱-۲- ضرورت وهدف انجام تحقیق ۲
۱-۳- محدوده انجام تحقیق ۳
۱-۴- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه ۵
فصل دوم ۱۱
۲-۱- مقدمه ۱۲
۲-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده ۱۲
فصل سوم ۱۷
۳-۱- مقدمه ۱۸
۳-۲- مطالعات پایه و جمع آوری دادههای مورد نیاز ۱۸
۳-۳- بازدیدصحرایی ۱۹
۳-۴- انتخاب محل نمونه برداری ۱۹
۳-۵- نمونه برداری ۲۱
۳-۶- آنالیز نمونه ها ۲۱
۳-۶-۱- آنالیز عناصر اصلی ۲۱
۳-۶-۲- خصوصیات بیولوژیکی ۲۱
۳-۶-۳- آنالیز فلزات سنگین ۲۱
۳-۷- تحلیل نتایج ۲۲
فصل چهارم ۲۵
۴-۱- مقدمه ۲۶
۴-۲- بررسی اثرات کمی پساب بر منابع آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه ۲۸
۴-۲-۱- قنات مجتهدی ۳۱
۴-۲-۲- قنات امیر آباد ۳۲
۴-۲-۳- قنات بلندپی ۳۴

۴-۲-۴- قنات بوری آباد (شیبپی) ۳۵
۴-۲-۵- قنات جعفرآباد..... ۳۵
۴-۳- بررسی اثرات کیفی پساب بر منابع آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه ۳۷
۴-۳-۱- خصوصیات کیفی پساب ۳۷
۴-۳-۲- بررسی خصوصیات کیفی آب زیرزمینی ۳۹
۴-۳-۴- فلزات سنگین ۵۳
۴-۳-۵- خصوصیات بیولوژیکی..... ۵۶
۴-۳-۶- بررسی تغییرات کیفی پساب ضمن عبور از خاک ۵۸
فصل پنجم ۶۳
۵-۱- نتیجه گیری ۶۴
۵-۲- پیشنهادها..... ۶۵
منابع ۶۶

فهرست شکل‌ها

شکل ۱- ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راههای دسترسی آن..... ۴
شکل ۴- ۱- نقشه هم پتانسیل و جهت جریان آب زیرزمینی دشت رشتخوار ۲۷
شکل ۴- ۲- موقعیت تصفیه خانه فاضلاب تربت حیدریه، محل انتقال پساب به بند مجتهدی ۲۹
شکل ۴- ۳- جهت عمومی جریان آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه ۳۰
شکل ۴- ۴- تغییرات بارش نسبت به زمان در ایستگاه شیخ ابوالقاسم در مجاورت تصفیه‌خانه ۳۱
شکل ۴- ۵- تغییرات دبی قنات مجتهدی (سال ۸۸ بهره برداری از تصفیه‌خانه تربت) ۳۲
شکل ۴- ۶- تغییرات دبی قنات امیرآباد (سال ۸۸ بهره برداری از تصفیه‌خانه تربت) ۳۳
شکل ۴- ۷- تغییرات دبی قنات بلندپی (سال ۸۸ بهره برداری از تصفیه‌خانه تربت)..... ۳۴
شکل ۴- ۸- تغییرات دبی قنات بوری آباد (سال۸۸بهره برداری از تصفیه‌خانه تربت)..... ۳۵
شکل ۴- ۹- تغییرات دبی قنات جعفر آباد (سال ۸۸ بهره برداری از تصفیه‌خانه تربت) ۳۶
شکل ۴- ۱۰- نمودار استیف نمونه پساب خروجی از تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه ۳۸
شکل ۴- ۱۱- دیاگرام پایپر نمونه پساب خروجی از تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه..... ۳۹
شکل ۴- ۱۲- تغییرات EC در ایستگاههای مورد مطالعه..... ۴۱
شکل ۴- ۱۳- تغییرات EC در ایستگاههای انتخابی..... ۴۱
شکل ۴- ۱۴- میانگین EC درچاهها و قنوات ۴۲
شکل ۴- ۱۵- تغییرات pH در ایستگاههای مورد مطالعه ۴۳
شکل ۴- ۱۶- تغییرات pH در ایستگاههای انتخابی ۴۴
شکل ۴- ۱۷- میانگین pH درچاهها و قنوات ۴۴
شکل ۴- ۱۸- نمودار شولر منطقه مورد مطالعه ۴۵
شکل ۴- ۱۹- نمودار پایپر منطقه مورد مطالعه..... ۴۶
شکل ۴- ۲۰- تغییرات یون کلر در ایستگاههای مورد مطالعه..... ۴۸
شکل ۴- ۲۱- تغییرات سدیم در ایستگاههای مورد مطالعه..... ۵۰
شکل ۴- ۲۲- تغییرات یون کلر در ایستگاههای انتخابی..... ۵۱
شکل ۴- ۲۳- تغییرات سدیم در ایستگاههای انتخابی ۵۰
شکل ۴- ۲۴- تغییرات نیترات در ایستگاههای مورد مطالعه ۵۲
شکل ۴- ۲۵- تغییرات نیترات در ایستگاههای انتخابی ۵۳
شکل ۴- ۲۶- ایستگاههای انتخابی فلزات سنگین ۵۴
شکل ۴- ۲۷- مقایسه فلزات سنگین در آب آشامیدنی و محل های نمونه برداری ۵۵
شکل ۴- ۲۸- تغییرات BOD درایستگاههای انتخابی ۵۶
شکل ۴- ۲۹- تغییرات COD در ایستگاههای انتخابی ۵۷

شکل ۴- ۳۰- تغییرات باکتری کلیفرم در ایستگاههای انتخابی ۵۸
شکل ۴- ۳۱- سیستم SAT و اجزای آن ۵۹
شکل ۴- ۳۲- تغییرات عناصراصلی درقنات مجتهدی و پساب ۶۰
شکل ۴- ۳۳- تغییرات فلزات سنگین درقنات مجتهدی و پساب ۶۱
شکل ۴- ۳۴- تغییرات پارامترهای بیولوژیکی قنات مجتهدی و پساب ۶۲

فهرست جدول‌ها

جدول ۳- ۱- نتایج آنالیز نمونه پساب ومنابع آب زیرزمینی (اردیبهشت۹۷).....۲۲
جدول ۳- ۲- نتایج آنالیزبا دستگاه IC.....۲۳
جدول ۳- ۳- نتایج آنالیز بیولوژیکی.....۲۳
جدول ۳- ۴- نتایج آنالیز فلزات سنگین نمونه پساب و آب زیرزمینی با دستگاه ICP-MS.....۲۴
جدول ۴- ۱- نتایج آنالیز پساب خروجی از تصفیه خانه تربتحیدریه ۳۷
جدول ۴- ۲- فلزات سنگین در ایستگاههای انتخابی (واحد غلظت براساس میلی گرم برلیترمیباشد) ۵۵

فصل اول: کلیات

۱- ۱- مقدمه

آبهای زیرزمینی از طریق فرآیندهای طبیعی مانند شست و شوی خاک و اختلاط با منابع آب زیرزمینی آلوده و یا از طریق فعالیت‌های انسانی از قبیل دفع مواد زاید، معدن‌کاری و فعالیت‌های کشاورزی در معرض آلودگی قرار می‌گیرند. یکی از مهم‌ترین عواملی که سهم بسزایی در آلودگی منابع آب زیرزمینی دارد، دفع پساب‌ها یا استفاده مجدد از آنها می‌باشد. از این‌رو به علت نیاز روزافزون به منابع زیرزمینی، استمرار شناخت آلودگی و کنترل آن مورد تاکید است.

۱-۲- ضرورت وهدف انجام تحقیق

در سال‌های اخیر، توجه به استفاده مجدد از فاضلاب شهری افزایش یافته است. به دلیل اثرات مشکوک این آبها بر سلامتی انسان، تقریباً اهداف غیرشرب هم‌چون کشاورزی و اهداف صنعتی مدنظر می‌باشد. تغذیه با پساب نقش اساسی در مصرف مجدد آب دارد. هنگامی که پساب از داخل خاک و آبخوان حرکت می‌کند، کیفیت آن را طی فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بهبود قابل توجهی می‌دهد.

با توجه به اثرات احتمالی استفاده مجدد از پساب برمحیط زیست به ویژه منابع آب، این تحقیق با هدف بررسی اثرات کمی وکیفی استفاده از پساب بر منابع آب زیرزمینی انجام شده است.

انتقال پساب به دشت رشتخوار و نفوذ آب به لایه های زیرین و آبخوان سبب احیای یکی از قنات‌های پایین‌دست گردیده است، بنابراین باتوجه به حرکت احتمالی ونفوذ پساب به منابع آب زیرزمینی این دشت، بررسی کیفیت آبخوان و مطالعه بهبود کیفیت پساب در خاک (سیستم SAT)[۱] ضروری می‌باشد.

۱-Soil aquifer treatment

۱-۳- محدوده انجام تحقیق

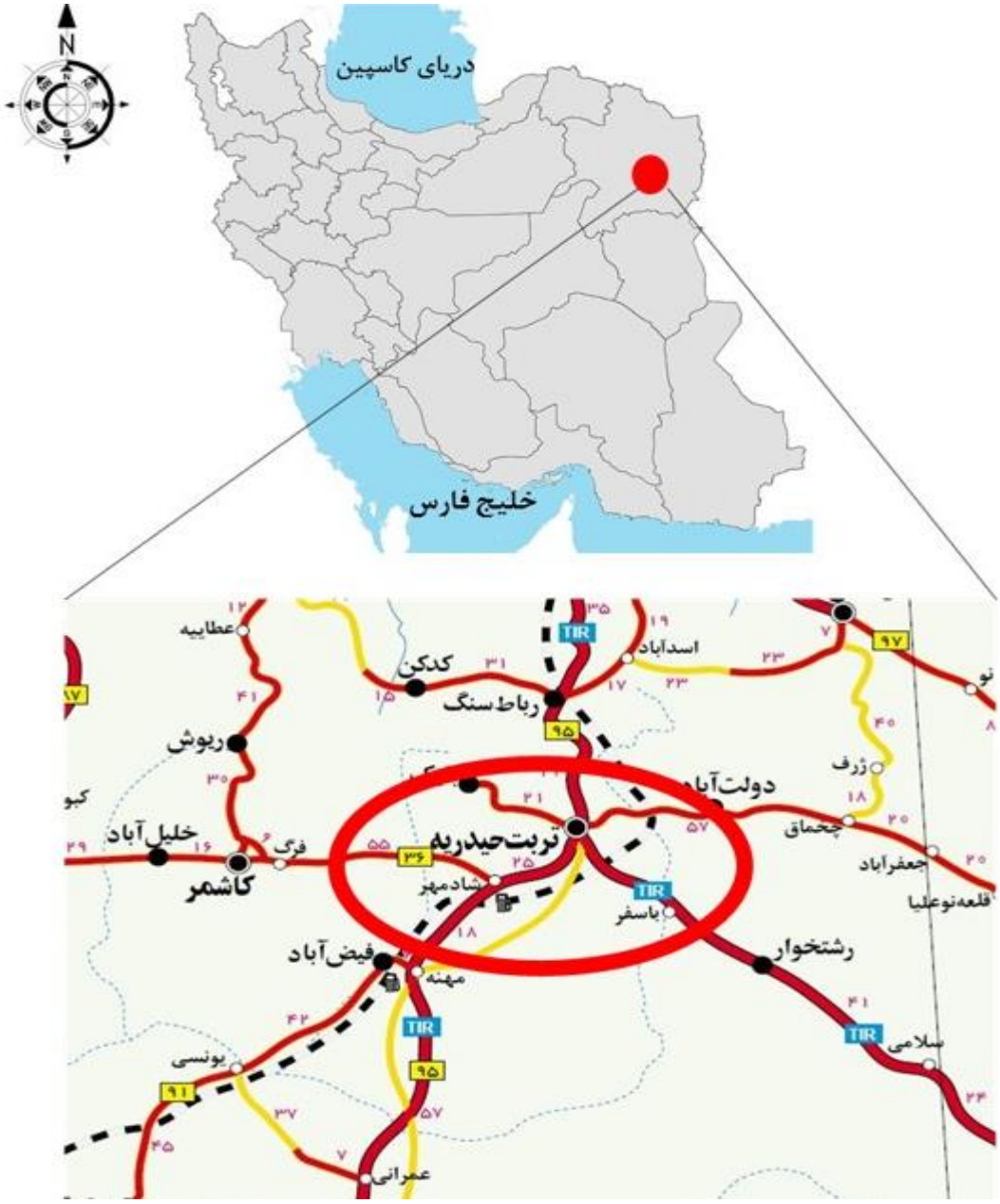
شهر تربت حیدریه با وسعت حدود ۶۱۷۵ کیلومتر مربع و جمعیت تقریبی ۱۴۰ هزار نفر در جنوب غربی مشهد قرار دارد. سیستم جمع آوری فاضلاب این شهر درسال۱۳۸۶ احداث شده است.

تصفیه‌خانه این شهر ازنوع لجن فعال می‌باشد که با تزریق اکسیژن باعث رشد میکروارگانیسم ها شده و این میکروارگانیسم ها با هضم مواد آلی سبب کاهش آلایندگی پساب می‌گردند. تصفیه‌خانه شهرستان تربت‌حیدریه درسال۸۸ به بهربرداری رسیده و پساب حاصله در مسیر کال شصت‌دره رها شده و در بخش کشاورزی استفاده می‌گردد. متوسط دبی خروجی حدود ۱۰۰ لیتر در ثانیه می‌باشد که این مقدار بسته به میزان مصرف آب شهروندان در طول شبانه روز متغیر است.

محل تصفیه‌خانه فاضلاب تربت‌حیدریه در فاصله ۳/۵ کیلومتری جنوب تربت‌حیدریه به طرف روستای بوری آباد و در حاشیه کال شصت‌دره واقع شده است. تصفیه فاضلاب در این تصفیه‌خانه در سه مرحله انجام می‌گردد: در مرحله اول تصفیه فیزیکی؛ در مرحله دوم تصفیه بیولوژیکی و در مرحله سوم گندزدایی پساب تصفیه شده انجام می‌گردد. پساب تصفیه شده پس از مراحل سه‌گانه فوق تبدیل به آب زلال و قابل استفاده کشاورزی، باغداری و صنعتی (کارخانه تولید فولاد) می‌باشد.

تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه در جنوب دشت تربت و منطقه مورد مطالعه در شمال غرب دشت رشتخوار واقع شده است، که ازجنوب به جاده تربت حیدریه به گناباد و از شرق به جاده تربت حیدریه به رشتخوار متصل می‌گردد.

پساب حاصله از قسمت جنوبی دشت تربت خارج و از شمال غرب وارد دشت رشتخوار می‌گردد و در بخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱- ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه و راههای دسترسی آن

۱-۴- زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

محدوده رشتخوار در جنوب استان خراسان رضوی قرار گرفته و از نظر تقسیمات ساختاری – رسوبی زمین‌شناسی ایران، در زون ایران مرکزی واقع شده است.

کهن‌ترین سازند بررسی شده در حوضه آبریز رشتخوار سازند آهک دولومیتی جمال به سن پرمین است که در شمال شرق حوضه و جوانترین سازندها، آبرفت‌های رودخانه‌ای پهنه‌های رسی و تپه‌های شنی کواترنر می‌باشند. در ادامه واحدهای رخنمون یافته در منطقه مورد مطالعه به ترتیب سنی ارائه و بررسی می‌گردند. شکل ۱-۲ نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. با توجه به گسترش اندک منطقه مورد مطالعه نقشه زمین شناسی محدوده مورد بررسی با جزییات بیشتری در شکل ۱-۳ نشان داده شده است.

پرمین

کهن‌ترین رخساره این دوران سازند جمال است که در ارتفاعات شمال شرق محدوده مساحتی در حدود ۲/۵ کیلومترمربع را دربر می‌گیرد. این نهشته‌ها از سنگ آهک تیره تا خاکستری روشن، متوسط تا ستبر لایه با رگه‌های کلسیت آغاز شده و با دولومیت‌های آهکی و دولومیت ادامه می‌یابد.

تریاس

در محدوده مورد مطالعه رسوبات مربوط به تریاس شامل سنگ‌هایی از جنس شیل و ماسه-سنگ های نازک لایه است که بصورت نوار باریکی، در ارتفاعات کوه کافر دوغ رخنمون داشته و بخش‌هایی از شمال محدوده مورد مطالعه به مساحت ۵۹ کیلومتر مربع را می‌پوشاند.

ژوراسیک

در شمال شرق محدوده ، کنگلومرایی با راستای خاوری-باختری ، به رنگ خاکستری تیره تا سیاه برونزد دارد که بیشتر عناصر سازنده آن از سیلیس‌های سفید، صورتی، خاکستری رنگ با جورشدگی متوسط و

گردشدگی خوب می‌باشد. این واحد سنگی هم ارز سازند کشف رود در زون کپه‌داغ و پی سازند دلیچای در زون ساختاری البرز است.

کرتاسه

واحدهای کرتاسه در ارتفاع شمالی محدوده رشتخوار رخنمون دارند و شامل کنگلومرا، ماسه سنگ و آهک است. این واحدها در ارتفاعات مساحتی در حدود ۱۹ کیلومترمربع را به خود اختصاص می‌دهند.

ائوسن:

رخساره‌های ائوسن بسیار متنوع بوده و از رخساره‌های، آذرآواری، قاره‌ای، دریایی و آتشفشانی تشکیل شده‌اند. گسترش این واحدها از سنگ‌های کنگلومرایی، آندزیت و داسیت، توف ، ایگنمبریت، ماسه سنگ و مارن تشکیل شده‌اند.

الیگوسن-میوسن

واحدهای این دوره بیشتر از جنس سیلت و رس و بعضاً ماسه سنگ و کنگلومرا است. این واحد به موازات گسل درونه بوده و دارای روند شمال غرب – جنوب شرق است و مساحتی در حدود ۱۱۶ کیلومتر مربع را در برگرفته است.

نئوژن

رسوبات مربوط به دوره نئوژن شامل واحد کنگلومرا و ماسه سنگی است. لایه‌های ماسه سنگی به رنگ خاکستری، دانه متوسط است. این واحد بخش وسیعی از ارتفاعات جنوبی محدوده را به خود اختصاص داده است.

پلیوسن:

رسوبات این دوره از سیلت، ماسه سنگ و کنگلومرا تشکیل شده است. گسترش واحدهای این دوره در بخش میانی دشت بوده است.

کواترنر

رسوباتی که در این دوره نهشته شده‌اند، ردیفی از رسوبات بادی، آبرفتی و سیلابی عهد حاضر است که به شرح زیر معرفی می‌گردد.

- **پادگانه‌های قدیمی**

شامل تراس‌های آبرفتی و رسوبات مخروط افکنه‌ای در پای ارتفاعات و حاشیه دشت‌ها می‌باشد و از عناصر دانه درشت تا حدودی زاویه‌دار و ناجور بدون لایه‌بندی منظم تشکیل گردیده و اراضی ناهمواری در کوهپایه‌ها ایجاد نموده است. به دلیل تخلخل، ضخامت و تغذیه کم و ارتفاع زیاد از نظر هیدروژئولوژیکی فاقد ارزش می‌باشد.

- **پادگانه‌های جوان**

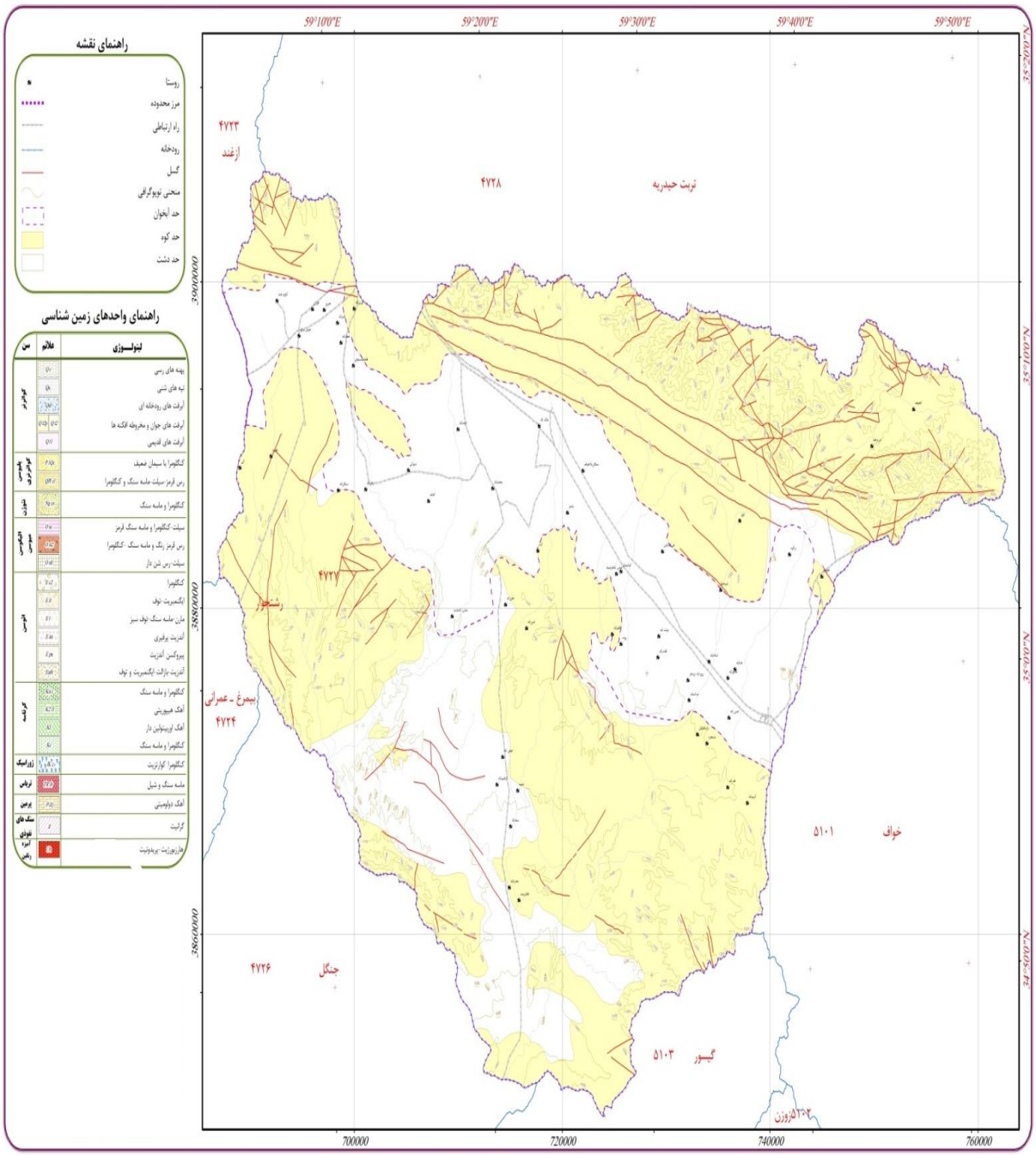
این نهشته‌ها در سطح پست‌تر و با دانه‌بندی ریزتر نسبت به پادگانه‌های قدیم پیدایش یافته است ولی در سطوح مختلف توپوگرافی قرار گرفته‌اند. این واحد شامل نهشته‌های مخروط افکنه‌ای کوتاه و ته‌نشست‌های سخت نشده قلوه‌دار است که بخشی از محدوده مورد مطالعه را می‌پوشاند.

- **آبرفت‌های عهد حاضر**

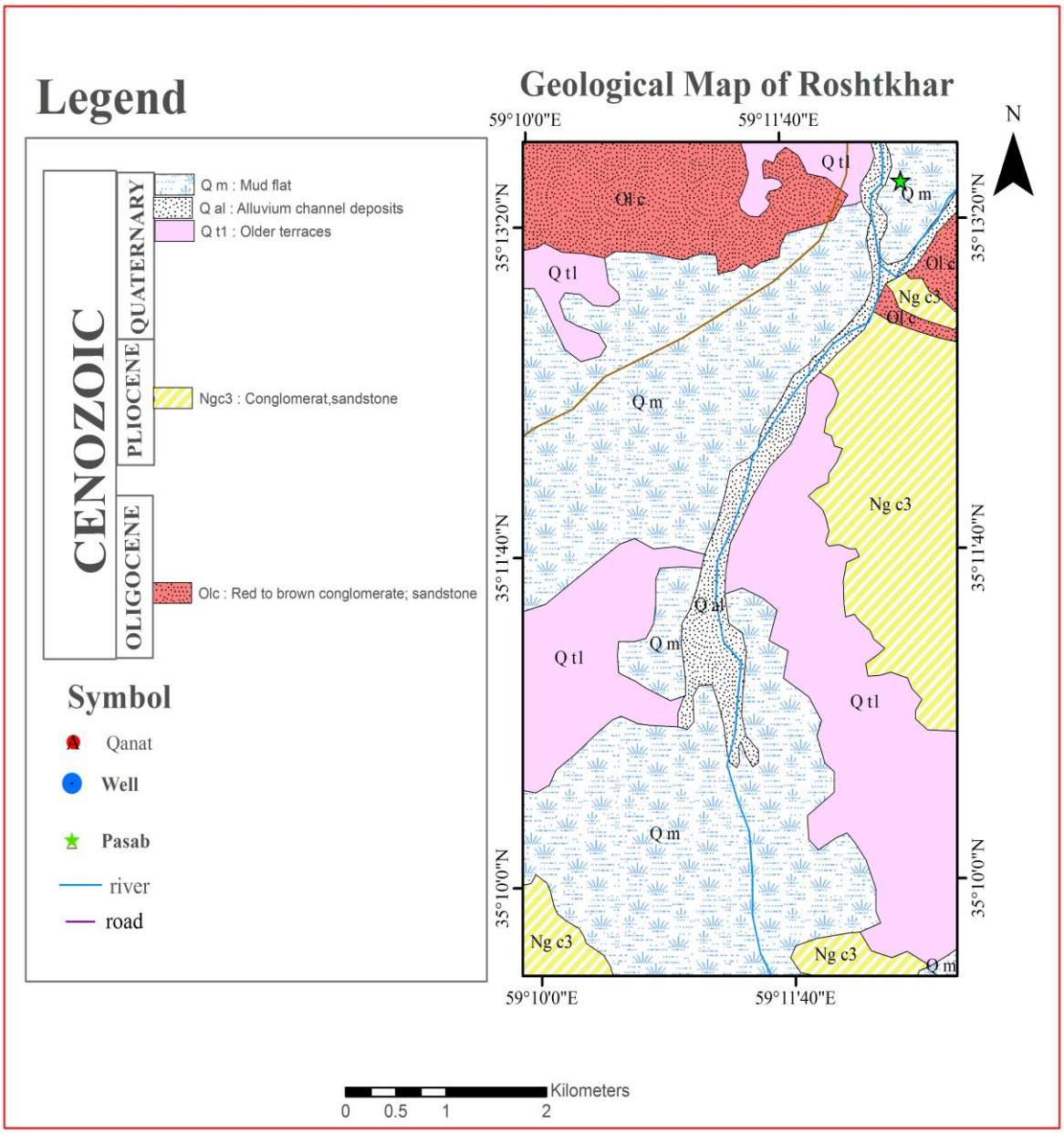
این نهشته‌ها در اثر فعالیت رودخانه‌ها و مسیل‌های منطقه تشکیل شده‌اند. این رسوبات از عناصر دانه‌درشت تا متوسط، با ضخامت زیاد، تخلخل فراوان و نفوذپذیری خوب تشکیل گردیده و اراضی نسبتاً مسطحی را تشکیل داده که با توجه به خصوصیات ذکر شده عمدتاً سفره آب زیرزمینی را تغذیه می‌کند.

- **تپه‌های شنی و تپه‌های رسی**

بخش‌هایی از منطقه مورد مطالعه از رس، مارن، سیلت و گچ به رنگ روشن تا سفید با ضخامت حداکثر ۳ متر پوشیده شده است. در بخش‌هایی از محدوده نیز تپه‌های شنی دیده می‌شود که از شن‌های روان تشکیل شده‌اند.



شکل ۱- ۲- نقشه زمین شناسی دشت رشتخوار



شکل ۱-۳- نقشه زمین شناسی منطقه مورد مطالعه

فصل دوم: مروری بر مطالعات گذشته

۲-۱- مقدمه

امروزه مسئله کمبود آب و تخریب محیط زیست به عنوان یکی از بزرگترین مشکلات جوامع بشری مطرح می‌باشد. مهم‌ترین دلایل کمبود آب افزایش جمعیت، ارتقاء سطح زندگی، تغییرات آب و هوا و عدم مدیریت صحیح منابع آب می‌باشد. در این شرایط تصفیه و باز چرخش فاضلاب‌ها مهم‌ترین راهکار در توسعه مدیریت منابع آب می‌باشد که می‌تواند نقش مهمی در رابطه با مشکلات کم آبی ایفا نماید. هدف کلی از استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی، بهینه سازی و حفظ موجودیت منابع آب از طریق برگشت دادن جریان‌های فاضلاب به زمین و استفاده منطقی از منابع آب شیرین است. تجربه نشان داده است که وجود مقادیر قابل توجه موادی مانند فسفات، پتاس و ازت در فاضلاب که همگی در باروری زمین‌های کشاورزی نقش با ارزشی دارند، در افزایش میزان محصولات موثر بوده است. از سوی دیگر به دلیل تامین آب برای کشاورزی، زمین‌های جدیدی را می‌توان زیر کشت برد و این امر در کنترل مهاجرت روستاییان به شهرها نقش اساسی خواهد داشت. بسیاری از کشورهای در حال توسعه قادر به بکارگیری برنامه‌های جامع تصفیه فاضلاب نمی‌باشند. میلیون‌ها کشاورز در این مناطق در اطراف شهرها با استفاده از فاضلاب یا آب‌های آلوده به فاضلاب کشاورزی نموده و اغلب جایگزینی برای آبیاری با فاضلاب ندارند. اجزای زیان-آور در فاضلاب می‌توانند برای سلامتی و کیفیت محیط زیست تهدید کننده باشند. دراین فصل پژوهش های قبلی انجام شده مرتبط باموضوع تحقیق بررسی شده و نتایج آنها بصورت خلاصه ارائه می‌گردد.

۲-۲- مروری بر تحقیقات انجام شده

حسین‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی تغییرات کیفیت شیمیایی فاضلاب خام و پساب شهری در اثر عبور از ستون‌های خاک پرداختند. به همین منظور، آزمایش در ستون‌های پلی‌اتیلنی به ارتفاع ۱۵۰ و قطر ۱۱ سانتی‌متر در ۷ دوره ۱۵ روزه در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی در گلخانه

تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. فاضلاب خام و فاضلاب تصفیه شده تصفیه‌خانه پرکندآباد در ستون‌های پر شده از خاک لوم شنی، در شرایط غرقاب متناوب به کار برده شدند. در پایان آزمایش، پارامترهایی مانند اسیدیته، شوری، نسبت جذب سدیم، نیتروژن – نیتراتی، فسفر – فسفاتی، کربن آلی کل و دو فلز سنگین نیکل و کادمیم در نمونه‌های زه‌آب جمع آوری شده از ستون‌های خاک اندازه گیری شدند نتایج به دست آمده بیانگر آن است که میانگین مقدار تمام پارامترهای فوق (به جز اسیدیته) در زهاب خروجی، همواره کمتر از میانگین مقدار آن در فاضلاب‌های ورودی به ستون‌های خاک است، اما با استمرار کاربرد فاضلاب‌ها در طول زمان بر مقدار آنها افزوده شده است. به طور کلی با توجه به مقدار نسبت جذب سدیم، نیتروژن-نیتراتی و کربن آلی‌کل در زهاب و همچنین مقدار دو فلز سنگین نیکل و کادمیم در فاضلاب‌های مورد استفاده به ویژه فاضلاب خام و خطراتی که انتقال آنها به دنبال دارد، تخلیه درازمدت فاضلاب در خاک باید با مدیریت صحیحی صورت گیرد.

ناصری و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به بررسی کیفیت پساب تصفیه‌خانه فاضلاب اردبیل به منظور استفاده مجدد در کشاورزی پرداختند. نتایج پژوهش آنان نشان داد میانگین پارامترهای COD و BOD به ترتیب ۹۷/۸۷ و ۵۷/۲۵ میلی‌گرم در لیتر و میانگین فلزات سنگین کادمیوم، مس و سرب به ترتیب ۰/۰۱۳، ۰/۰۸ و ۰/۶۷ میلی‌گرم در لیتر بوده و با استاندارد سازمان محیط زیست ایران در زمینه استفاده مجدد از پساب در کشاورزی مطابقت داشته است. میانگین کلیفرم‌های کل و مدفوعی به ترتیب $۷/۳\times۱۰^{۵}$ و $۲/۳\times۱۰^{۵}$ بوده است که با استاندارد مربوطه مطابقت نداشته است.

الباجی و عسگری (۱۳۹۶) به بررسی امکان استفاده از پساب در کشاورزی (مطالعه موردی: پساب تصفیه-خانه فاضلاب شهری شهرکرد) پرداختند. براساس نتایج آزمایش‌های بررسی کیفیت آب، متوسط مقدار کلیفرم مدفوعی و کلیفرم کل پساب خروجی در طول مدت بررسی، به ترتیب ۸/۶۴۱۶ و۷/۱۶۹۶ MPN/100ml محاسبه شد که خارج از محدوده‌ی مجاز توصیه‌شده در استاندارد سازمان حفاظت محیط

زیست ایران برای کاربرد پساب در کشاورزی است و کلرزنی بیش‌تر پساب پیش از تخلیه را ضروری می‌نماید.

انبیر و نوری (۱۳۹۷) در پژوهشی به بررسی کیفیت پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهری اکباتان جهت کاربرد در اراضی کشاورزی و فضای سبز پرداختند. به این منظور برخی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی پساب تصفیه‌خانه‌ی فاضلاب شهرک اکباتان در بازه‌ی زمانی یک ساله فروردین-اسفند سال ۱۳۹۵، به صورت روزانه اندازه‌گیری و با استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست ایران و استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) مقایسه شد. نتایج نشان داد که کیفیت پساب خروجی از نظر همه پارامترها در مقایسه با استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست مطابقت دارد و این پساب قابلیت استفاده در آبیاری فضای سبز و کشاورزی را دارا می‌باشد.

سینگ و همکاران (۲۰۱۲) کاربرد پساب بر روی خاک با بافت سنگین را مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند. نتایج پژوهش آنان نشان داد که استفاده از پساب به عنوان آب آبیاری باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمایی و میزان مواد غذایی فسفر در خاک گردیده و بر شوری و قلیاییت و اسیدیته خاک تاثیر معنی‌داری نداشته است.

پی یانگ و جیان لانگ (۲۰۰۶) به بررسی میدانی فناوری تصفیه فاضلاب شهری و استفاده از آن برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیر زمینی پرداختند. برای بهبود کیفیت پساب ثانویه، فرایند ترکیبی از جذب کربن فعال و تصفیه سریع ماسه به کار رفته است، که می تواند حدود ۴۰٪ کربن آلی محلول و ۷۰٪ هالوژنهای آلی قابل جذب را حذف کند. نتایج کروماتوگرافی نشان می‌دهد که در واحد جذب، ترکیب ارگانیک حذف شده عمدتا ترکیبات با وزن مولکولی کم بودند. نگهداری آب در تابستان در حوضچه‌های تغذیه منجر به رشد جلبکها می‌گردد.

المداهی و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی قابلیت استفاده از فاضلاب تصفیه شده برای آبیاری در الجزایر پرداختند. نتایج نشان داد که فرآیند تصفیه قابلیت عالی در حذف مواد معلق و اکسیژن موردنیاز شیمیایی و اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی دارد و مطابق استاندارد WHO این پساب می‌تواند برای آبیاری مورد استفاده قرار گیرد.

آنیکت و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی بهبود فاضلاب از طریق سیستم SAT پرداختند. هدف از این مطالعه، ایجاد سیستم تصفیه خاک آبخوان (SAT) برای کاهش آلاینده ها در فاضلاب و محدود کردن تخریب منابع آب زیرزمینی و استفاده مجدد از آن بود. بیشترین تاثیر بر روی خصوصیات بیولوژیکی و TDS مشاهده شده است.

ساروج و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی سیستم SAT پرداختند. تصفیه خاک آبخوان (SAT) یک سیستم تغذیه آبخوان مدیریت شده است که در طی آن کیفیت آب (فاضلاب یا پساب تصفیه‌خانه فاضلاب) در طول عبور خاک بهبود می یابد. SAT یک سیستم حذف چند آلاینده سازگار با محیط زیست و قوی است که در از بین بردن عوامل بیماری زا، نیتروژن، مواد آلی فله ای و اکثر ریز آلودگی های آلی موثر است. با این وجود ، راندمان حذف آلاینده سیستم SAT به عوامل مختلفی از جمله کیفیت آب منبع، شرایط هیدروژئولوژیکی محلی و شرایط فرآیند اعمال شده بستگی دارد. عملکرد سیستم SAT با انتخاب مناسب سایت و طراحی مناسب اجزای آن

می‌تواند بهبود یابد.

با توجه به مطالعات گذشته می‌توان نتیجه گرفت بیشترین تاثیر در کیفیت پساب را زون غیراشباع دارد که بیشتر منجر به حذف یا کاهش آلاینده‌های آلی ازقبیل BOD، COD و باکتریهای کلیفرم می‌گردد.

فصل سوم: روش انجام تحقیق

۳-۱- مقدمه

دراین فصل، کلیه اقداماتی که برای بررسی اثرات کمی و کیفی استفاده از پساب، انجام گردیده است به اختصار ارائه خواهد شد.

فعالیت‌ها و کارهای انجام شده عبارتند از:

- مطالعات پایه و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز
- بازدید صحرایی
- انتخاب محل نمونه‌برداری
- نمونه‌برداری از پساب
- نمونه‌برداری از منابع آب زیرزمینی در محدوده استفاده از پساب
- آنالیز نمونه‌ها
- تحلیل نتایج

۳-۲- مطالعات پایه و جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز

محدوده رشتخوار در جنوب استان خراسان رضوی قرار گرفته و از نظر تقسیمات ساختاری – رسوبی زمین‌شناسی ایران، در زون ایران مرکزی واقع شده است. طبق اطلاعات موجود آبخوان آبرفتی این محدوده با وسعت ۵۶۰/۷۵ کیلومتر مربع (مساحت تیسن ۳۲۷/۳ کیلومترمربع) در بخش میانی محدوده واقع شده است.

سنگ کف در این محدوده ناهمواری‌های زیادی داشته که مهمترین علت این ناهمواری‌ها گسل درونه است که از نیمه شمالی محدوده عبور کرده است. شیب سنگ کف در نزدیکی گسل مذکور زیاد است و به

سمت جنوب از شیب سنگ کف کاسته می‌شود. عمق سنگ کف در محدوده رشتخوار حداکثر ۳۰۰ متر گزارش شده است. جنس سنگ کف در محدوده رشتخوار از رسوبات مارنی میوپلیوسن و در بخش‌هایی از کنگلومرای پلیستوسن است.

جهت حرکت اصلی آب زیرزمینی از غرب و شمال غرب به سمت شرق و جنوب شرق است لیکن به دلیل بهره برداری بیش از حد از بخش مرکزی آبخوان و ایجاد افت، جهت حرکت آب زیرزمینی تغییر یافته است.

۳-۳- بازدیدصحرایی

برای انجام پروژه و داشتن اطلاعات کافی طی چند مرحله از منطقه مورد نظر بازدید و عوارض موجود مورد بررسی قرار گرفت. ازمحل تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه نیز یک مرحله بازدید انجام شد.

نحوه تصفیه فاضلاب بصورت لجن فعال وهوازی می باشد. دبی خروجی تصفیه‌خانه در حدود ۱۰۰ لیتر برثانیه می‌باشد که بخشی از این پساب به محل ذخیره‌ای واقع در فاصه ۲ کیلومتری تصفیه خانه به وسیله لوله انتقال می‌یابد و بخشی دیگر به داخل کال شصت‌دره رها می‌گردد. بخشی از این پساب در بخش کشاورزی استفاده می‌شود و بخشی به لایه‌های زیرین زمین نفوذ می‌کند.

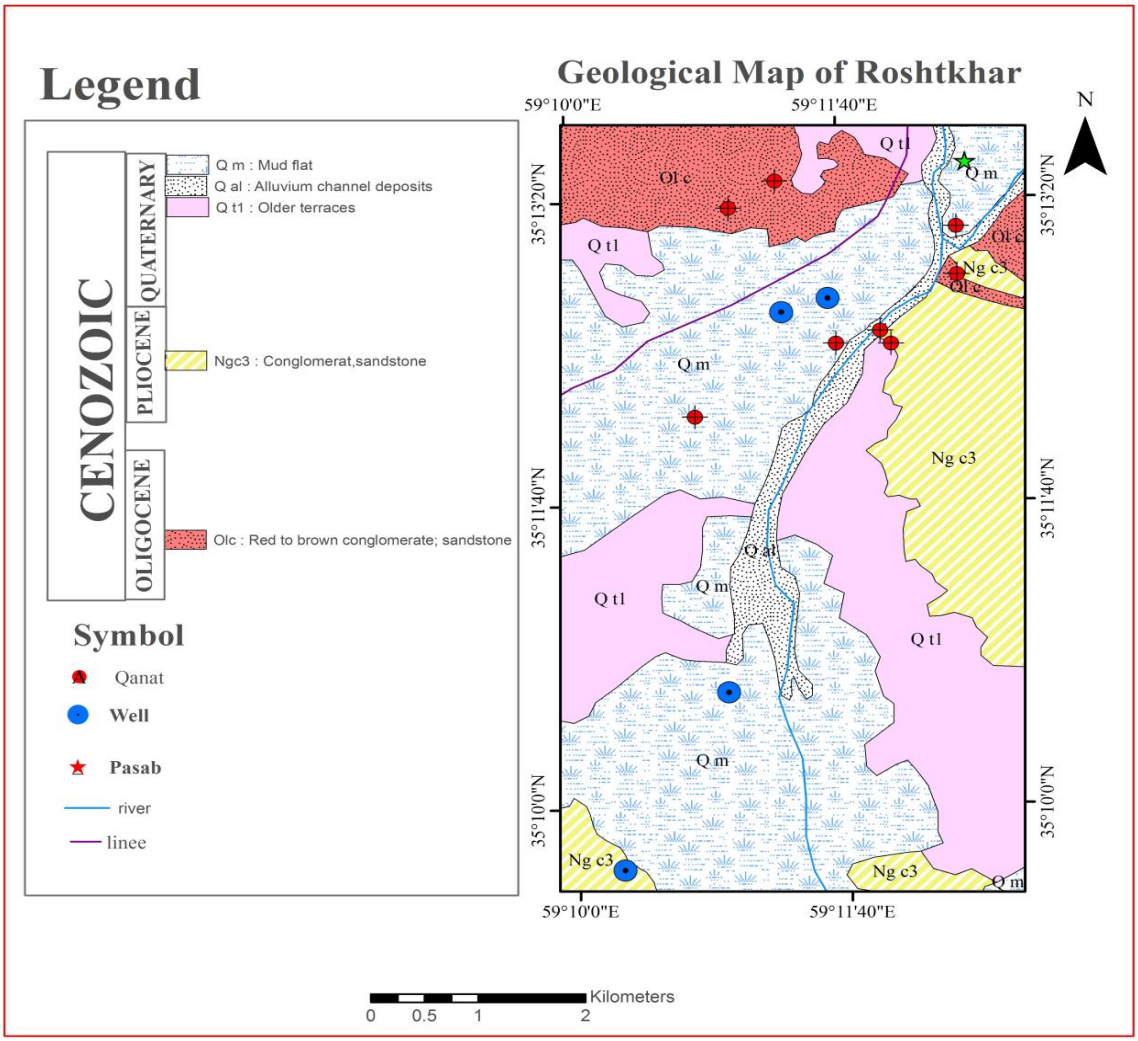
جهت جریان آب زیرزمینی در کل دشت رشتخوار بصورت شمال غرب به جنوب شرق می‌باشد، اما با توجه به توپوگرافی به نظر می‌رسد جهت جریان درمنطقه مورد مطالعه از شمال به جنوب می‌باشد.

۳-۴- انتخاب محل نمونه‌برداری

برای بررسی تاثیر کمی و کیفی پساب بر سفره آب زیرزمینی ۱۳ نقطه برای نمونه‌برداری انتخاب گردید.

تعداد۶ قنات و ۴ حلقه چاه و۲ میله قنات ویک نمونه از پساب برای نمونه‌برداری انتخاب شدکه این قنات-ها وچاه‌ها درپایین دست محل تصفیه‌خانه قرار دارد.

باتوجه به نبود پیزومتردر منطقه مورد نظر می‌توان از قنوات برای تاثیرات کمی پساب بر آب زیرزمینی استفاده نمود. درشکل ۳-۱ محدوده منطقه موردمطالعه و ایستگاه‌های انتخابی برای نمونه‌برداری نمایش داده شده است.



شکل ۳- ۱- محدوده منطقه مورد مطالعه و نقاط انتخابی نمونه‌برداری

۳-۵- نمونه‌برداری

نمونه‌برداری از محل‌های انتخاب شده طی ۴ مرحله که دو مرحله آن برای آنالیز عناصر اصلی و یک مرحله برای آنالیز بیولوژیکی بوده است، انجام شد. برای آنالیز فلزات سنگین ازبین ۱۳محل نمونه‌برداری ۵ محل انتخاب و نمونه‌برداری صورت گرفته شد.

۳-۶- آنالیز نمونه‌ها

۳-۶-۱- آنالیز عناصر اصلی

طی دو مرحله، نمونه‌برداری از محل‌های انتخابی صورت پذیرفت که درمرحله اول نمونه‌ها توسط آزمایشگاهی در تربت‌حیدریه و مرحله دوم آنالیز، در محل دانشگاه صنعتی شاهرود انجام شد.

جدول (۳-۱) نتایج آنالیز انجام شده در آزمایشگاه تربت‌حیدریه و جدول (۳-۲) نتایج بدست آمده با دستگاه کروماتوگرافی (IC) در دانشگاه صنعتی شاهرود را نشان می‌دهد.

۳-۶-۲- خصوصیات بیولوژیکی

نمونه‌های برداشت شده برای انجام آنالیز بیولوژیکی به آزمایشگاه آب و فاضلاب تربت‌حیدریه ارسال شد که نتایج آن در جدول ۳-۳ ارائه شده است.

۳-۶-۳- آنالیز فلزات سنگین

برای آنالیز فلزات سنگین، ۵ محل انتخاب و نمونه‌ها برای آنالیز به شرکت زرآزما ارسال گردیده شد. نتایج حاصل از آنالیز نمونه‌ها با دستگاه ICP-MS درجدول ۳-۴ نمایش داده شده است.

۳-۷- تحلیل نتایج

از نرم‌افزارهای اکسل برای ترسیم جداول و نمودارها و از نرم‌افزارهای آکووآ و دیاگرام برای ترسیم نمودار ویلکوکس و شولر و نمودار پایپراستفاده شده است. همچنین برای ترسیم نقشه زمین شناسی منطقه از نرم‌افزار جی آی اس استفاده شده است.

پس از ترسیم نمودارها، نتایج مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته و اثرات پساب بر منابع آب زیرزمینی هم به لحاظ کیفی و هم به لحاظ کمی بررسی شده است. درپایان با توجه به تغییرات احتمالی پساب هنگام عبور ازمنطقه غیراشباع، بر اساس نتایج اثرات این منطقه بر کیفیت پساب عبوری بررسی شده است.

جدول ۳- ۱- نتایج آنالیز نمونه پساب ومنابع آب زیرزمینی (اردیبهشت۹۷)

تربت حیدریه-Anion(Meq/Lit)							تربت حیدریه-Cation(Meq/Lit)						
Name	EC	pH	HCO3	CL	SO4	NO3	Ca	Mg	Na	K	SUM Cat	SUM Anio	% Error
پساب	۲۴۳۰	۷/۲۴	۲/۰۰	۱۲/۲۰	۱۰/۱۰	۰/۰۷	۶/۸۰	۵/۹۰	۱۱/۷۰	۰/۰۰۲	۲۴/۴۰	۲۴/۳۷	۰/۰۶
قنات مجتهدی	۲۰۶۰	۷/۱۷	۱/۲۰	۸/۵۰	۱۰/۹۰	۰/۱۶	۶/۵۰	۴/۳۰	۹/۷۰	۰/۰۰۳	۲۰/۵۰	۲۰/۷۶	۰/۶۲
قنات کلاته	۸۰۰	۷/۳۳	۱/۰۰	۲/۱۰	۴/۹۰	۰/۳۸	۳/۲۰	۲/۱۰	۲/۸۰	۰/۰۰۵	۸/۱۰	۸/۳۸	۱/۷۰
قنات امیرآباد	۳۸۴۰	۷/۲۰	۱/۸۰	۱۶/۲۰	۲۰/۴۰	۱/۲۲	۱۰/۰۰	۸/۵۰	۱۹/۷۰	۰/۰۰۳	۳۸/۲۰	۳۹/۶۲	۱/۸۲
قنات بوری آباد	۴۵۸۰	۷/۲۵	۴/۲۰	۳۵/۰۰	۷/۰۰	۰/۴۶	۷/۵۰	۴/۰۰	۳۴/۵۰	۰/۰۰۲	۴۶/۰۰	۴۶/۶۶	۰/۷۱
میله قنات امیر آباد	۴۸۷۰	۷/۱۲	۴/۰۰	۳۶/۲۰	۸/۵۰	۱/۲۸	۹/۸۰	۴/۲۵	۳۴/۷۰	۰/۰۰۳	۴۸/۷۵	۴۹/۹۸	۱/۲۵
میله قنات بوری آباد	۴۶۳۰	۷/۱۱	۴/۱۰	۲۷/۸۰	۱۵/۰۰	۱/۷۳	۹/۳۰	۸/۱۰	۲۹/۶۰	۰/۰۰۳	۴۷/۰۰	۴۸/۶۳	۱/۷۰
چاه قلعه نو	۳۰۷۰	۷/۴۲	۲/۲۰	۱۳/۵۰	۱۴/۲۰	۱/۴۳	۷/۵۰	۸/۳۰	۱۵/۱۱	۰/۰۰۲	۳۰/۹۱	۳۱/۳۳	۰/۶۶
چاه پوررضا	۳۰۳۰	۷/۴۶	۲/۲۰	۱۳/۰۰	۱۵/۱۰	۱/۲۵	۸/۵۰	۸/۹۰	۱۲/۹۰	۰/۰۰۳	۳۰/۳۰	۳۱/۵۵	۲/۰۱
چاه پایین مزار	۴۰۱۰	۷/۲۰	۳/۸۰	۲۶/۰۰	۱۰/۵۰	۱/۲۸	۹/۰۰	۷/۱۰	۲۴/۳۰	۰/۰۰۳	۴۰/۴۰	۴۱/۵۸	۱/۴۴
چاه بالای مزار	۴۲۳۰	۷/۲۳	۵/۰۰	۳۰/۲۰	۷/۳۰	۱/۴۵	۸/۵۰	۶/۰۰	۲۸/۱۰	۰/۰۰۴	۴۲/۶۰	۴۳/۹۵	۱/۵۵
قنات جعفرآباد	۴۳۰۰	۷/۲۲	۴/۰۰	۲۷/۰۸	۱۰/۷۵	۱/۲۷	۹/۳۴	۱۱/۲۰	۲۹/۱۷	۰/۱۲۳	۴۹/۸۳	۴۳/۱۰	۷/۲۴
قنات بلند پی	۴۴۰۰	۷/۲۵	۴/۸۰	۲۳/۵۵	۱۰/۸۵	۲/۳۹	۱۰/۵۶	۱۰/۱۳	۲۵/۸۴	۰/۱۰۳	۴۶/۶۴	۴۱/۵۹	۵/۷۳

جدول ۳- ۲- نتایج آنالیزبا دستگاه IC

Cation(Meq/Lit)							Anion(Meq/Lit)						
% Error	SUM Anio	SUM Cat	K	Na	Mg	Ca	NO3	SO4	CL	HCO3	pH	EC	Name
۶/۱۸	۱۴/۳۴	۱۶/۲۳	۰/۴۳۸	۱۰/۹۲	۲/۰۵	۲/۸۲	۰/۵۳	۴/۰۰	۸/۲۱	۱/۶۰	۷/۲۴	۲۴۳۰	پساب
۱۲/۴۸	۱۵/۰۶	۱۹/۳۵	۰/۱۲۳	۱۱/۰۶	۱/۹۷	۶/۲۰	۰/۶۱	۵/۴۳	۷/۰۱	۲/۰۰	۷/۱۷	۲۰۶۰	قنات مجتهدی
۱/۷۲	۸/۳۸	۸/۱۰	۰/۰۰۰	۲/۸۰	۲/۱۰	۳/۲۰	۰/۳۸	۴/۹۰	۲/۱۰	۱/۰۰	۷/۳۳	۸۰۰	قنات کلاته
۹/۱۳	۴۳/۱۰	۵۱/۷۶	۰/۰۹۲	۳۰/۸۷	۱۰/۰۰	۱۰/۸۰	۱/۴۹	۱۲/۶۹	۲۴/۳۲	۴/۶۰	۷/۲۰	۳۸۴۰	قنات امیرآباد
۱۹/۶۳	۳۱/۶۱	۴۷/۰۶	۰/۱۴۷	۲۷/۵۰	۱۰/۴۶	۸/۹۵	۰/۴۷	۱۰/۳۶	۱۸/۲۸	۲/۵۰	۷/۲۵	۴۵۸۰	قنات بوری آباد
۱۰/۵۷	۴۱/۵۸	۵۱/۴۱	۰/۱۰۳	۲۷/۸۹	۱۱/۰۴	۱۲/۳۸	۲/۳۸	۱۱/۹۳	۲۵/۸۷	۱/۴۰	۷/۱۲	۴۸۷۰	میله قنات امیر آباد
۹/۱۹	۳۹/۷۹	۴۷/۸۴	۰/۰۹۵	۲۶/۶۰	۱۰/۷۵	۱۰/۴۰	۱/۷۹	۹/۶۵	۲۵/۳۵	۳/۰۰	۷/۱۱	۴۶۳۰	میله قنات بوری آباد
۲/۰۰	۲۷/۵۵	۲۸/۶۸	۰/۱۱۵	۱۹/۳۴	۶/۶۸	۲/۵۵	۰/۳۰	۴/۵۷	۱۸/۳۸	۴/۳۰	۷/۴۲	۳۰۷۰	چاه قلعه نو
۱/۹۸	۲۷/۵۹	۲۸/۷۱	۰/۰۹۶	۲۲/۹۵	۳/۵۰	۲/۱۶	۰/۳۰	۴/۷۸	۱۸/۵۱	۴/۰۰	۷/۴۶	۳۰۳۰	چاه پوررضا
۲/۱۷	۳۷/۸۰	۳۹/۴۸	۰/۱۵۴	۲۴/۴۷	۸/۵۳	۶/۳۲	۰/۵۴	۸/۸۸	۲۲/۴۹	۵/۹۰	۷/۲۰	۴۰۱۰	چاه پایین مزار
۱/۴۲	۳۹/۹۹	۴۱/۱۵	۰/۰۹۲	۲۵/۶۲	۸/۱۰	۷/۳۴	۰/۵۷	۱۰/۱۰	۲۳/۵۳	۵/۸۰	۷/۲۳	۴۲۳۰	چاه بالای مزار
۷/۲۴	۴۳/۱۰	۴۹/۸۳	۰/۱۲۳	۲۹/۱۷	۱۱/۲۰	۹/۳۴	۱/۲۷	۱۰/۷۵	۲۷/۰۸	۴/۰۰	۷/۲۲	۴۳۰۰	قنات جعفرآباد
۵/۷۳	۴۱/۵۹	۴۶/۶۴	۰/۱۰۳	۲۵/۸۴	۱۰/۱۳	۱۰/۵۶	۲/۳۹	۱۰/۸۵	۲۳/۵۵	۴/۸۰	۷/۲۵	۴۴۰۰	قنات بلند پی

جدول ۳- ۳- نتایج آنالیز بیولوژیکی

MPN/100(فیکال کلیفرم)	COD(mg/l)	BOD(mg/l)	Name
۴۰۰	۵۰	۱۸	پساب
۱۶/۱	۱۸	۵	قنات مجتهدی
۹/۲	۱۰	۲	قنات کلاته
۲/۲	۲۰	۴	قنات امیرآباد
۱۶/۱	۰	۰	قنات بوری آباد
۹/۲	۰	۰	میله قنات امیر آباد
۱۶/۱	۰	۰	میله قنات بوری آباد
۱۶/۱	۰	۰	چاه قلعه نو
۱۶/۱	۰	۰	چاه پوررضا
۱۶/۱	۰	۰	چاه پایین مزار
۰	۱۰	۲	چاه بالای مزار
۱۶/۱	۴۰	۹	قنات جعفرآباد
۱۶/۱	۲۰	۵	قنات بلند پی

جدول ۳- ۴- نتایج آنالیز فلزات سنگین نمونه پساب و آب زیرزمینی با دستگاه ICP-MS

Dy(ug/l)	Cu(ug/l)	Cs(ug/l)	Cr(ug/l)	Co(ug/l)	Ce(ug/l)	Cd(ug/l)	Ca(mg/l)	Bi(ug/l)	Be(ug/l)	Ba(ug/l)	As(ug/l)	Al(mg/l)	Ag(ug/l)	Name
<۰.۱	<۱	۱/۱۴۰	<۱	<۱	<۱	<۱	۱۱۰/۰۰۰	<۰.۱	<۰.۲	۶۰/۴۴۰	۷۵/۴۱	۰/۰۴	<۰.۵	قنات مجتهدی
<۰.۱	<۱	<۰.۱	۳/۷۲۰	<۱	<۱	<۱	۱۵۰/۸۰۰	<۰.۱	<۰.۲	۴۱/۷۳۰	۶/۲۵	۰/۰۵	<۰.۵	قنات امیرآباد
<۰.۱	<۱	۰/۱۰۰	۴/۷۸۰	<۱	<۱	<۱	۶۰/۷۰۰	<۰.۱	<۰.۲	۲۷/۵۲۰	۵/۵۲	۰/۰۵	<۰.۵	پساب
<۰.۱	<۱	<۰.۱	۴/۹۶۰	<۱	<۱	<۱	۱۵۶/۲۰۰	<۰.۱	<۰.۲	۱۶/۵۴۰	۳/۳۷	۰/۰۵	<۰.۵	قنات بوری آباد
<۰.۱	<۱	<۰.۱	۱/۸۵۰	<۱	<۱	<۱	۱۶۴/۹۰۰	<۰.۱	<۰.۲	۲۵/۲۷۰	۵/۳۸	۰/۰۵	<۰.۵	قنات جعفرآباد
Nd(ug/l)	Nb(ug/l)	Na(mg/l)	Mo(ug/l)	Mn(mg/l)	Mg(mg/l)	Lu(ug/l)	Li(ug/l)	La(ug/l)	K(mg/l)	In(ug/l)	Gd(ug/l)	Fe(mg/l)	Eu(ug/l)	Name
<۰.۵	۴/۹۰۰	۲۳۶/۰۰۰	۴/۰۷۰	<۰.۰۱	۱۹/۹۰۰	<۰.۱	۹۵/۲۹۰	<۱	۵/۵۰۰	<۰.۵	<۰.۵	<۰.۰۱	<۰.۱	قنات مجتهدی
<۰.۵	۱/۴۵۰	۵۵۹/۰۰۰	۱/۴۰۰	<۰.۰۱	۸۹/۳۰۰	<۰.۱	۸۴/۳۳۰	<۱	۳/۹۲۰	<۰.۵	<۰.۵	<۰.۰۱	<۰.۱	قنات امیرآباد
<۰.۵	۳/۵۰۰	۳۱۳/۰۰۰	۱/۸۹۰	۰/۰۱۰	۲۹/۹۰۰	<۰.۱	۴۳/۲۹۰	<۱	۲۱/۰۶۰	<۰.۵	<۰.۵	<۰.۰۱	<۰.۱	پساب
<۰.۵	۱۱/۵۹۰	۵۹۰/۰۰۰	۵/۳۸۰	<۰.۰۱	۱۰۲/۹۰۰	<۰.۱	۶۹/۲۰۰	<۱	۷/۷۶۰	<۰.۵	<۰.۵	<۰.۰۱	<۰.۱	قنات بوری آباد
<۰.۵	۹/۸۸۰	۶۴۹/۰۰۰	۵/۴۶۰	<۰.۰۱	۱۱۴/۹۰۰	<۰.۱	۷۲/۲۸۰	<۱	۸/۱۲۰	<۰.۵	<۰.۵	<۰.۰۱	<۰.۱	قنات جعفرآباد
Ta(ug/l)	Sr(mg/l)	Sn(ug/l)	Sm(ug/l)	Si(ug/l)	Se(ug/l)	Sc(ug/l)	Sb(ug/l)	S(mg/l)	Rb(ug/l)	Pr(ug/l)	Pb(ug/l)	P(mg/l)	Ni(ug/l)	Name
۰/۴۹۰	۲/۴۹۰	<۱	<۰.۱	۹/۵۲۰	۱/۹۵۰	۹/۷۹۰	۱/۴۸۰	۴۰/۶۶۰	۱۳/۵۹۰	<۰.۱	<۰.۱	۰/۰۱	۲/۱۶	قنات مجتهدی
۰/۳	۴/۴۴	<۱	<۰.۱	۱۳/۲۸	۳/۰۷	۱۲/۴۷	<۱	۱۳۱/۳۸	۴/۴۹	<۰.۱	<۰.۱	<۰.۰۱	۳/۷۶	قنات امیرآباد
۰/۴۶	۱/۵۲	<۱	<۰.۱	۱۱/۷۲	.۱.۹۶	۱۱/۵۲	۲/۰۲	۴۷/۷۴	۱۹/۴۱	<۰.۱	<۰.۱	۵/۰۹	۱/۷	پساب
۰/۹۹	۳/۵۴	<۱	<۰.۱	۱۲/۷۱	۵/۱۸	۱۲/۴۸	<۱	۱۲۲/۶۶	۴	<۰.۱	<۰.۱	<۰.۰۱	۲/۲۲	قنات بوری آباد
۰/۶۳	۳/۷	<۱	<۰.۱	۱۲/۳	۹/۵۷	۱۲/۱۷	<۱	۱۲۵/۴۴	۴/۰۴	<۰.۱	<۰.۱	<۰.۰۱	۲/۱۹	قنات جعفرآباد
		Zn(ug/l)	Yb(ug/l)	Y(ug/l)	W(ug/l)	V(ug/l)	U(ug/l)	Tl(ug/l)	Ti(mg/l)	Th(ug/l)	Te(ug/l)	Tb(ug/l)	Name	
		<۱	<۱	<۱	۴/۲۴	۳/۵۸	<۱	<۰.۱	<۰.۰۱	<۱	۰/۲۱	<۰.۱	قنات مجتهدی	
		<۱	<۱	<۱	<۱	۶/۴۴	۲/۹۷	<۰.۱	<۰.۰۱	<۱	۰/۲	<۰.۱	قنات امیرآباد	
		<۱	<۱	<۱	۳/۲۴	۱/۹۸	۱/۴۹	<۰.۱	<۰.۰۱	<۱	<۰.۱	<۰.۱	پساب	
		<۱	<۱	<۱	۶/۳۳	۵/۱۴	۳/۱	<۰.۱	<۰.۰۱	<۱	<۰.۱	<۰.۱	قنات بوری آباد	
		<۱	<۱	<۱	۳/۴۴	۵/۳۵	۲/۹۲	<۰.۱	<۰.۰۱	<۱	۰/۱۴	<۰.۱	قنات جعفرآباد	

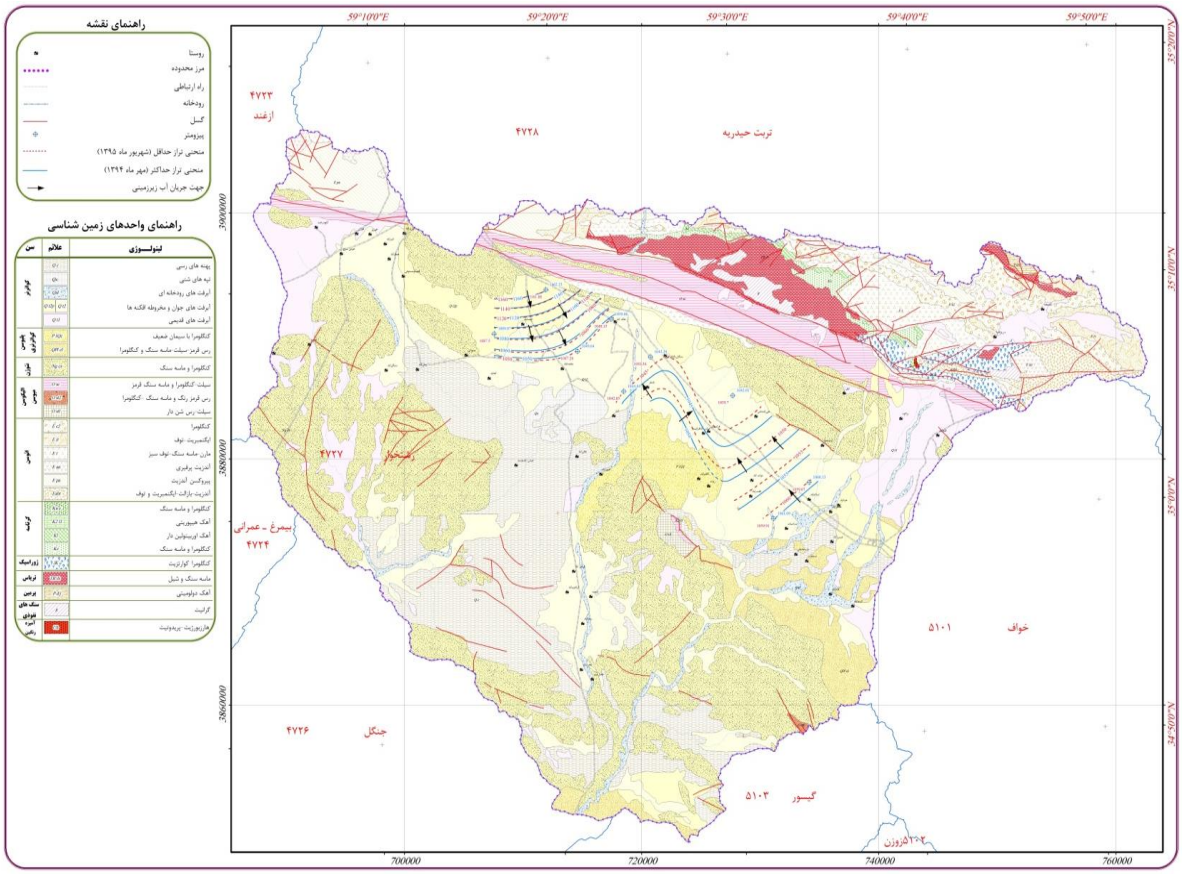
فصل چهارم: نتایج و بحث

۴-۱- مقدمه

در این فصل به بررسی کلی از دشت رشتخوار و تاثیرات کمی و کیفی پساب بر بخش مورد مطالعه پرداخته می‌شود. وسعت مطالعاتی محدوده رشتخوار ۲۳۴۳ کیلومترمربع است که ۸۹۰ کیلومتر از آن را دشت و مابقی آن را ارتفاعات تشکیل می‌دهد.

محدوده مطالعاتی رشتخوار از زیرحوضه های حوضه آبریز کویر مرکزی می‌باشد که در جنوب شرقی آن واقع شده است. طبق آخرین آماربرداری انجام شده در دشت رشتخوار تعداد ۳۹۴ حلقه چاه، ۴۲ رشته قنات و ۲۸ دهانه چشمه وجود دارد. مجموع افت سطح آب زیرزمینی طی ۲۸ سال آمار حاصل از شبکه رفتارسنجی آبخوان رشتخوار برابر ۴۸/۳۱ متر و متوسط افت سالانه برابر ۱/۶۹ متر می‌باشد. همچنین مقدار افت سطح آب زیرزمینی طی سال آبی ۹۵-۹۴ برابر ۲/۲۷ متر می‌باشد. نقشه هم‌پتانسیل آب زیرزمینی آبخوان رشتخوار براساس اطلاعات ۹ حلقه پیزومتر تهیه و در شکل ۴-۱ ارائه شده است (مشهد زمین ساخت ۱۳۹۶).

طبق نقشه هم‌پتانسیل ترسیم شده جهت حرکت آبهای زیرزمینی به سمت مرکز آبخوان می‌باشد. جهت حرکت اصلی آب زیرزمینی از غرب و شمال غرب به سمت شرق و جنوب شرق می باشد. به دلیل بهره-برداری بیش از حد از بخش مرکزی آبخوان و ایجاد افت جهت حرکت آب زیرزمینی تغییر یافته است (مشهد زمین ساخت ۱۳۹۶).



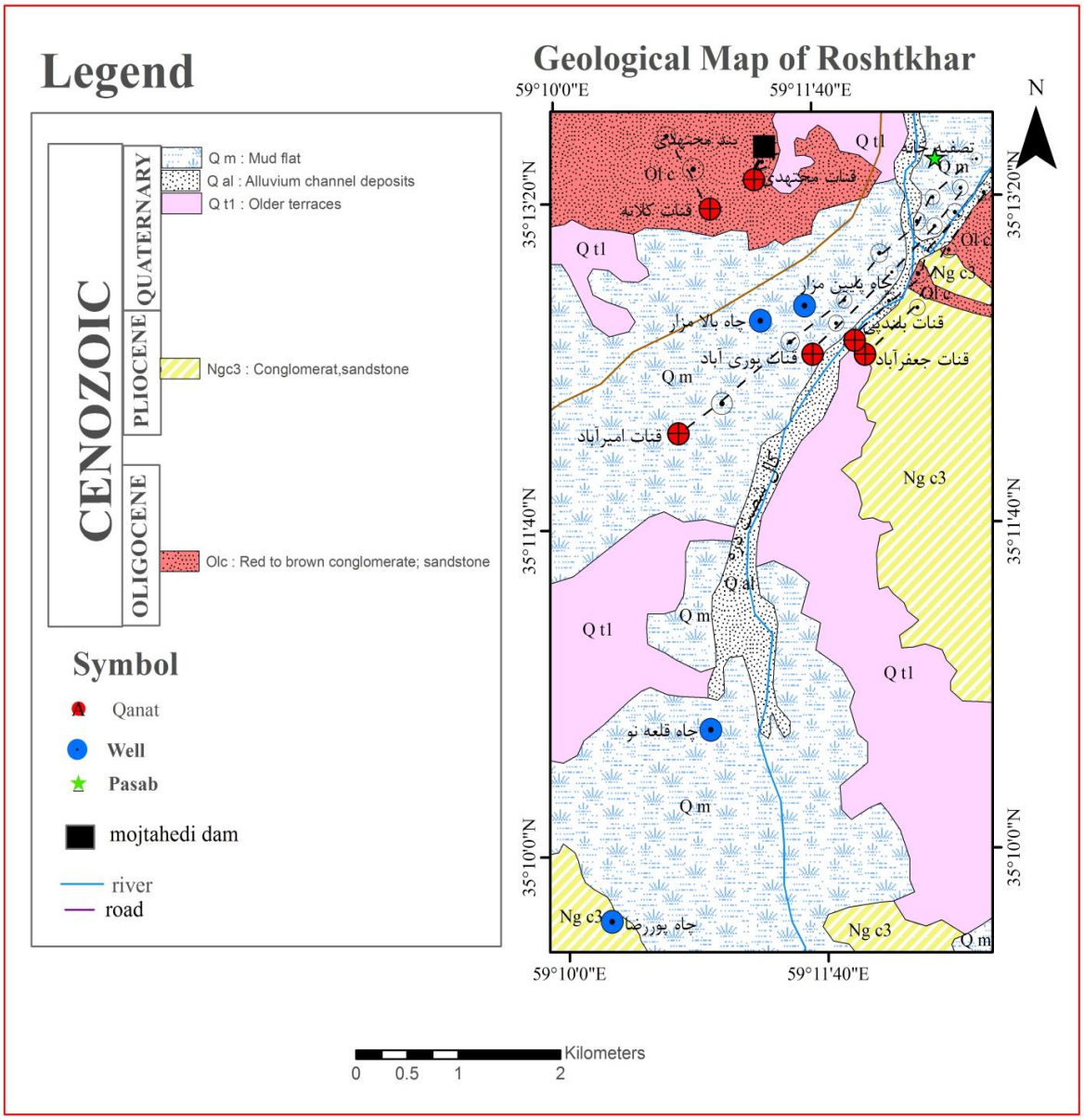
شکل ۴- ۱- نقشه هم‌پتانسیل و جهت جریان آب زیرزمینی دشت رشتخوار

منطقه مورد مطالعه در شمال غرب دشت رشتخوار واقع شده است. در این محدوده تصفیه‌خانه فاضلاب تربت حیدریه قرار دارد که پساب حاصل از آن از قسمت شمالی وارد دشت رشتخوارمی‌گردد. بخشی از این پساب در مسیر کال شصت‌دره رها شده و بخش دیگری به بند مجتهدی انتقال داده شده و دربخش کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شکل۴-۲ موقعیت تصفیه‌خانه و مسیر رهاسازی پساب را نمایش می‌دهد. در ادامه به بررسی کمی و کیفی پساب بر آب زیرزمینی با توجه به چاهها و قنوات موجود در منطقه مورد نظر پرداخته می‌شود.

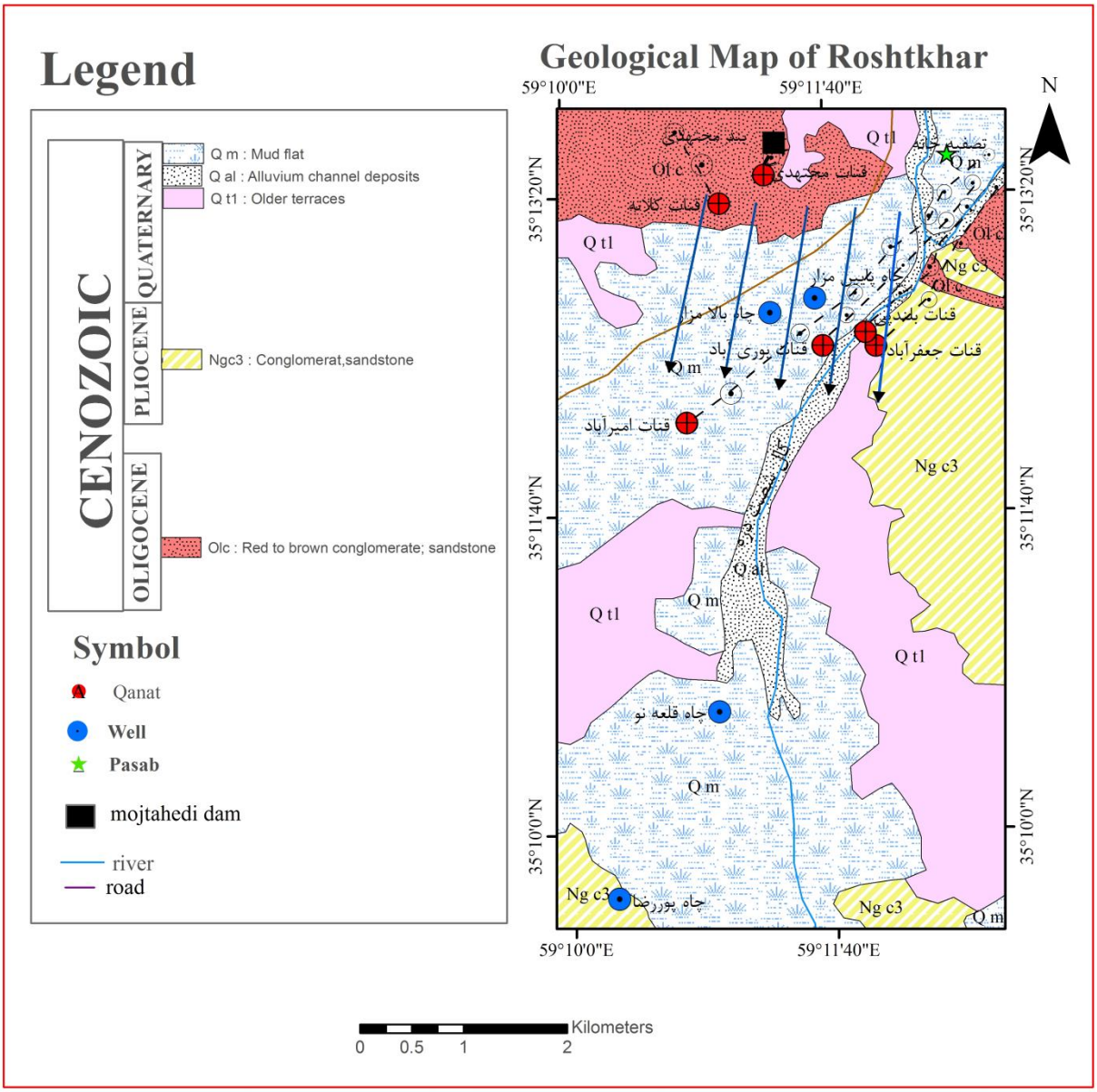
۴-۲- بررسی اثرات کمی پساب بر منابع آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه واقع در شمال غربی دشت رشتخوار می‌باشد. در این منطقه تعداد ۶ رشته قنات و ۴ حلقه چاه وجود دارد که جهت بررسی اثرات کمی وکیفی پساب بر منابع آب زیرزمینی دشت رشتخوارمورد مطالعه قرار گرفته است. در شکل ۴-۲ مسیر میله قنات‌ها و موقعیت چاهها نمایش داده شده است.

به دلیل نبود پیزومتر درمنطقه مورد بررسی ترسیم نقشه هم پتانسیل آب زیرزمینی امکان‌پذیر نمی‌باشد. با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه و تبعیت جهت جریان آب زیرزمینی از توپوگرافی کلی منطقه مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که جهت عمومی جریان آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه از شمال به جنوب می‌باشد. (شکل۴-۳) با توجه به اینکه پساب در قسمت شمالی منطقه مورد مطالعه قراردارد و با عنایت به جهت احتمالی جریان آب زیرزمینی که از شمال به جنوب می‌باشد، درصورت نفوذ پساب رها شده درکال شصت‌دره به آب زیرزمینی، قنات‌ها و چاههای پایین‌دست منطقه تحت تاثیر قرارخواهندگرفت، به ویژه قنات‌هایی که در فاصله کمتری از محل خروجی پساب واقع شده‌اند.



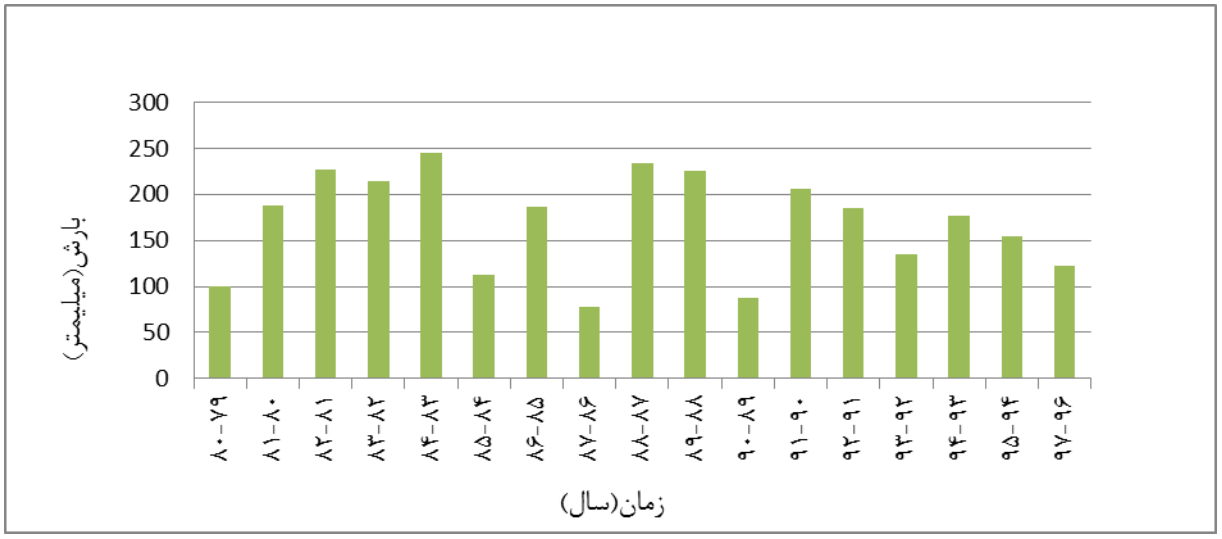
شکل ۴- ۲- موقعیت تصفیه‌خانه فاضلاب تربت حیدریه، محل انتقال پساب به بند مجتهدی و مسیر رها سازی آن در کال شصت‌دره (موقعیت قنات‌ها و چاههای مورد بررسی نیز دراین شکل نشان داده شده‌است)



شکل ۴- ۳- جهت عمومی جریان آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه

با توجه به نبود پیزومتر در منطقه مورد مطالعه جهت بررسی تاثیرات کمی پساب بر آب زیر زمینی اطلاعات مربوط به آبدهی قنوات طی چند سال اخیر جمع‌آوری شده است. پس از ترسیم هیدروگراف مربوط به هر قنات میزان آبدهی قبل و بعد از احداث تصفیه خانه با هم مقایسه شده است.

برای بررسی دقیق‌تر تاثیر پساب بر آب زیرزمینی اطلاعات مربوط به بارش طی چندسال اخیر جمع‌آوری شده که در شکل ۴-۴ نمایش داده شده است. اطلاعات بارش مربوط به ایستگاه شیخ ابوالقاسم تربت حیدریه می‌باشد که در فاصله یک کیلومتری از محل تصفیه‌خانه قرار دارد.



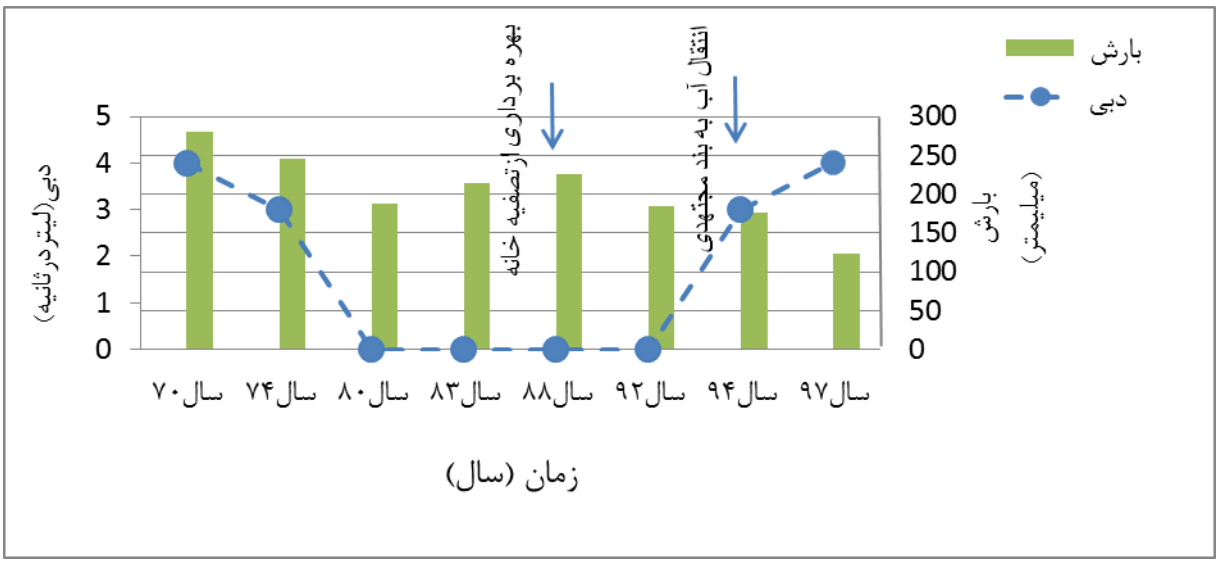
شکل ۴- ۴- تغییرات بارش نسبت به زمان در ایستگاه شیخ ابوالقاسم در مجاورت تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه

همانطور که در شکل ۴-۴ نمایش داده شده است، میزان بارش سالیانه از ابتدای دهه ۹۰ کاهش محسوسی داشته است. در ادامه سری زمانی آبدهی قنوات و بارش سالیانه ترسیم و تاثیر یا عدم تاثیر پساب بر منابع آب زیرزمینی مورد بررسی قرار گرفته است.

۴-۲-۱- قنات مجتهدی

این قنات در قسمت پایین دست بند مجتهدی و در فاصله ۵ کیلومتری غرب تصفیه‌خانه واقع شده است. اطلاعات دقیقی از آبدهی قنات در گزارشات آب منطقه‌ای موجود نمی باشد، اما طبق تحقیقات میدانی از افراد بومی محلی به نظر می‌رسد طی ۱۰ سال اخیر این قنات خشک بوده است. پس از انتقال آب از محل

تصفیه‌خانه به محل بند مجتهدی این قنات احیا شده و هم‌اکنون دبی آن در حدود ۳ الی ۴ لیتر در ثانیه می‌باشد.



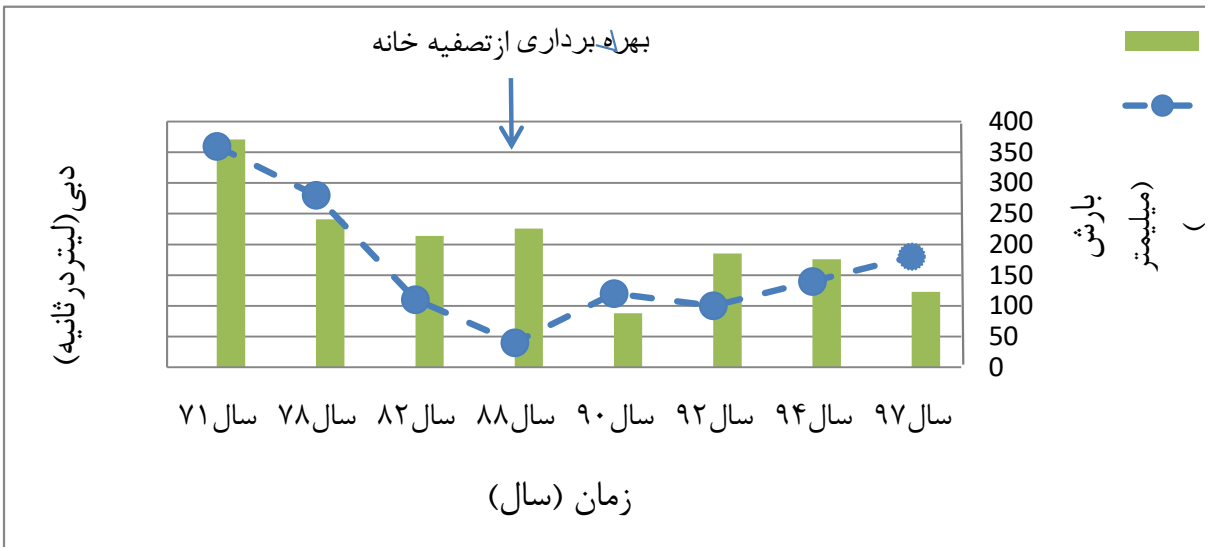
شکل ۴- ۵- تغییرات دبی قنات مجتهدی (سال ۸۸ بهره‌برداری از تصفیه خانه تربت)

شکل ۴-۵ تغییرات دبی چند سال اخیر قنات مجتهدی را نمایش می‌دهد که نسبت به بارش سالیانه ترسیم شده‌است. همانطور که مشخص است حتی در سال‌هایی که میزان بارش بالا بوده است، این قنات خشک و فاقد آبدهی بوده است، اما بعد از انتقال پساب به بند مجتهدی در سال ۹۴، این قنات احیا شده است. باتوجه به اینکه میزان بارش در سالهای اخیر روند کاهشی داشته است، می‌توان نتیجه گرفت که آبدهی این قنات احتمالاً در سالهای اخیر تحت تاثیر مستقیم پساب می‌باشد.

۴-۲-۲- قنات امیر آباد

این قنات در فاصله ۱۰ کیلومتری جنوب تصفیه‌خانه واقع شده است. میله‌های این قنات دقیقاً از محل تصفیه‌خانه شروع شده و تعداد زیادی از میله‌ها در مسیر کال شصت‌دره تربت حیدریه واقع شده‌اند. دبی

این قنات طی ۱۰ سال اخیر تغییرات زیادی داشته است. هیدروگراف تغییرات دبی نسبت به زمان وبارش در شکل ۴-۶ نمایش داده شده است. با توجه به داده های موجود و اطلاعات افراد بومی این قنات در یک بازه زمانی قبل از احداث تصفیه‌خانه در برخی از فصول سال خشک بوده است.



شکل ۴- ۶- تغییرات دبی قنات امیرآباد (سال ۸۸ بهره برداری از تصفیه خانه تربت)

روند کاهشی میزان بارش سالانه قبل از احداث تصفیه خانه سبب کاهش دبی قنات بوده است، اما بعد از بهره‌برداری از تصفیه‌خانه تربت حیدریه در سال ۸۸ دبی این قنات تقریبا ثابت شده است. همزمان با نوسانات سالیانه بارش در منطقه تغییرات مشخصی در آبدهی این قنات دیده می شود.

۴-۲-۳- قنات بلندپی

این قنات درشمال روستای بوری‌آباد قرار دارد. میله‌های این قنات نیز در مسیر کال شصت‌دره واقع شده-

اند که بخشی از آن این مسیر رها می‌گردد.تغییرات دبی نسبت به زمان در شکل۴-۷ نمایش داده می‌شود.

شکل ۴- ۷- تغییرات دبی قنات بلندپی (سال ۸۸ بهره برداری از تصفیه خانه تربت)

تغییرات دبی قنات بلندپی نیز شبیه قنات امیرآباد می‌باشد. البته دبی این قنات بیشتر می‌باشد و گزارشی مبنی بر خشک شدن این قنات طی سالهای گذشته وجود ندارد.

با توجه به شکل ۴-۷ علیرغم کاهش محسوس بارش در سال‌های ۹۲ تا ۹۷ میزان آبدهی قنات بلندپی نه تنها کاهش نیافته، بلکه روند افزایشی محسوسی نیز نشان می‌دهد. با توجه به عبور میله‌های این قنات از مسیر کال شصت‌دره به نظر می‌رسد نفوذ پساب در رسوبات دانه درشت این مسیل و تغذیه آب زیرزمینی توسط آن دلیل افزایش دبی قنات باشد.

۴-۲-۴- قنات بوری آباد (شیب‌پی)

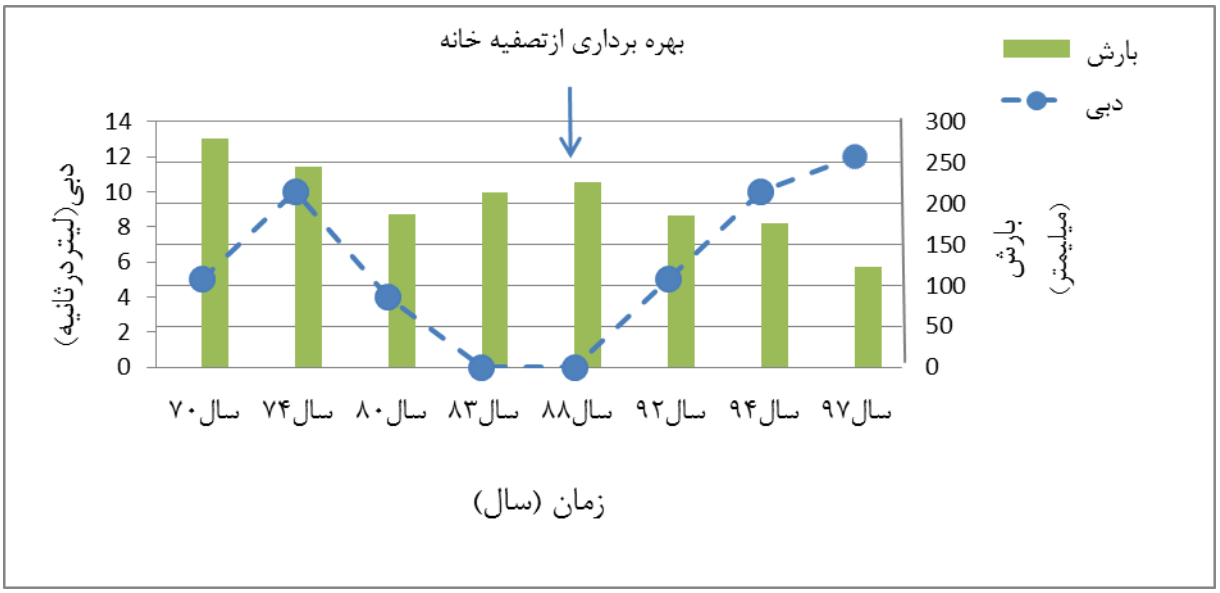
این قنات در بخش جنوبی روستای بوری‌آباد واقع شده است. تغییرات دبی این قنات طی سالیان گذشته جمع‌آوری و بصورت هیدروگراف در شکل ۴-۸ نمایش داده شده است.

شکل ۴- ۸- تغییرات دبی قنات بوری آباد (سال۸۸بهره برداری از تصفیه خانه تربت)

با توجه به روند کاهشی بارش بعد از سال ۸۸ (بهره‌برداری از تصفیه‌خانه) و روند افزایشی دبی قنات به نظر می‌رسد، نفوذ پساب عامل افزایش دبی قنات بوری‌آباد طی سالهای اخیر باشد.

۴-۲-۵- قنات جعفرآباد

این قنات در جنوب تصفیه‌خانه می‌باشد که قبل از احداث تصفیه‌خانه خشک بوده است. با جمع‌آوری داده‌های مربوط به آبدهی قنات طی ده سال گذشته، نمودار تغییرات دبی نسبت به زمان ترسیم و در شکل ۴-۹ نمایش داده شده است.



شکل ۴- ۹- تغییرات دبی قنات جعفر آباد (سال ۸۸ بهره برداری از تصفیه‌خانه تربت)

طبق داده‌های موجود این قنات چندین سال خشک بوده و تقریباً بعد از احداث تصفیه‌خانه پساب تربت-حیدریه دوباره احیا شده است. با توجه روند کاهشی بارش، نفوذ پساب به آبهای زیرزمینی در محدوده آبگیر این قنات را می‌توان عامل افزایش دبی قنات طی سالیان اخیر در نظر گرفت.

باتوجه به نمودارهای ترسیم شده تغییرات زمانی آبدهی قنوات و بررسی دبی آنها طی ده سال گذشته اینگونه بنظر می‌رسد که دبی قنوات بعد از احداث تصفیه‌خانه افزایش یافته یا حتی برخی قنوات دوباره احیا شده است.

در برخی از قنوات مورد بررسی دبی طی سالهای اخیر افزایش پیدا کرده است، این در حالی است که روند کاهش در میزان بارش و تغییرات الگوی بارشی در سالهای اخیر کاملاً محسوس و مشخص می‌باشد. افزایش ظرفیت خروجی پساب به دلیل توسعه شبکه فاضلاب شهر تربت‌حیدریه دلیل اصلی افزایش در دبی قناتها معرفی می‌گردد. در مجموع بر اساس بررسی‌های انجام شده تاثیر کمی نفوذ پساب بر منابع آب

زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه به ویژه در مناطق مجاور کال شصت‌دره که مسیر اصلی رها سازی پساب تصفیه شده خروجی از تصفیه‌خانه می‌باشد، مشهود می‌باشد.

۴-۳- بررسی اثرات کیفی پساب بر منابع آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه

به منظور بررسی تاثیر کیفی پساب بر منابع آب زیرزمینی تعداد ۱۳ محل نمونه برداری انتخاب شده و پس از نمونه برداری، آنالیز عناصر اصلی و فلزات سنگین و بیولوژیکی انجام شده است. در ادامه نتایج حاصله ارائه و بررسی می‌گردد.

۴-۳-۱- خصوصیات کیفی پساب

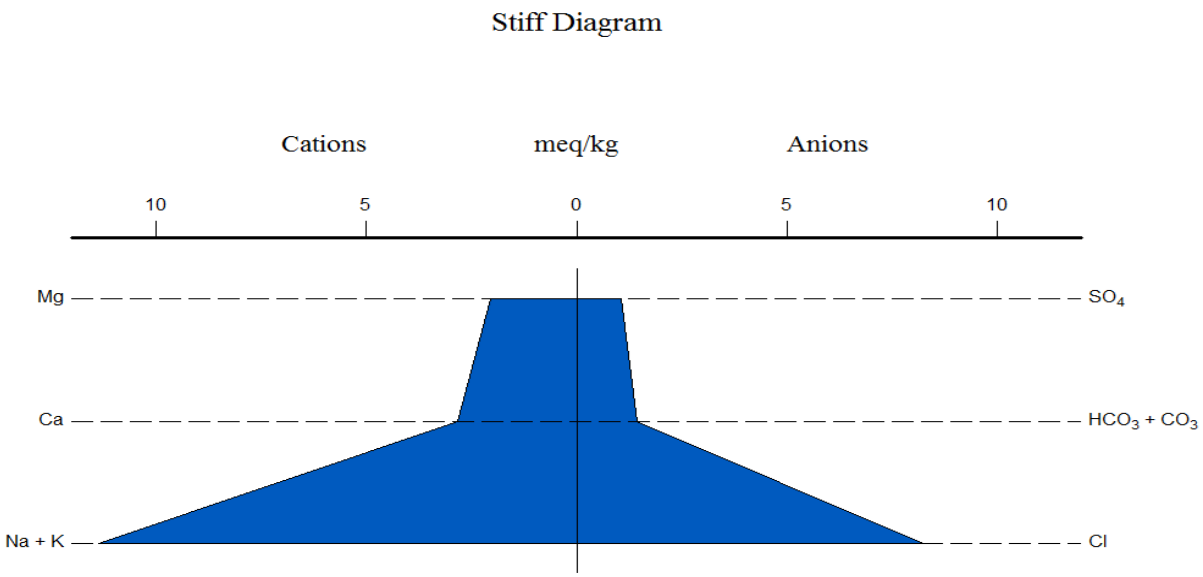
با توجه به اینکه تصفیه فاضلاب در تصفیه خانه تربت حیدریه از نوع لجن فعال می‌باشد، پساب تربت-حیدریه به لحاظ EC مطلوب می‌باشد. با توجه به آنالیزهای انجام شده EC پساب تصفیه شده ۲۴۳۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر و pH آن ۷/۲۴ می‌باشد.

جدول ۴- ۱- نتایج آنالیز پساب خروجی از تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه

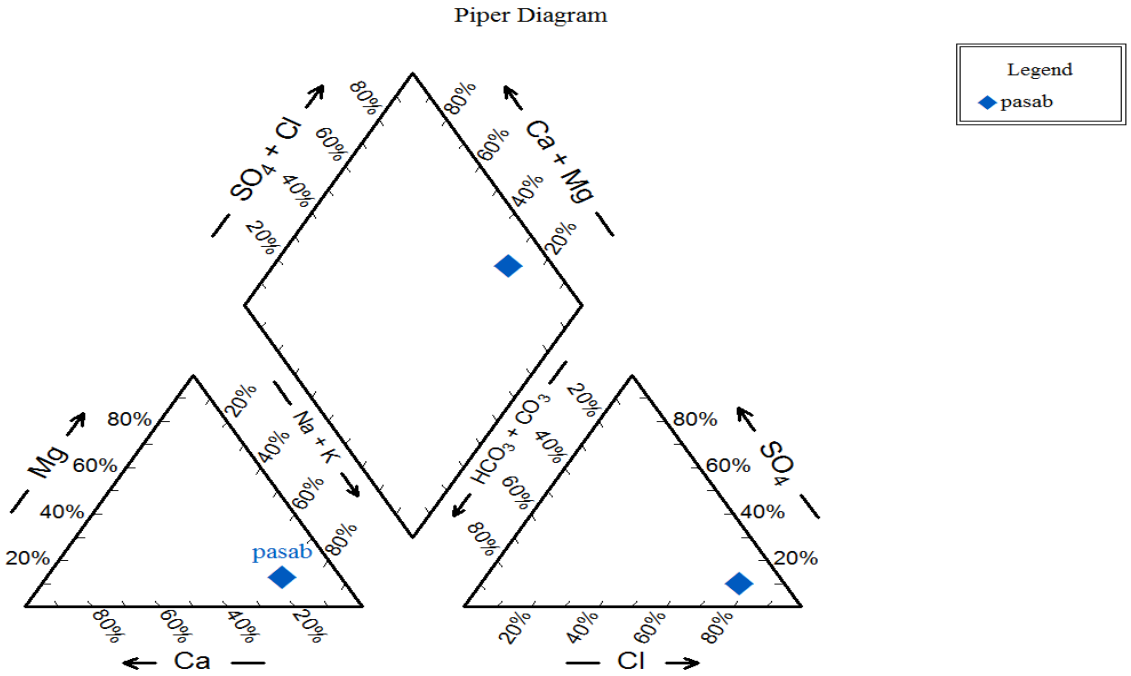
پساب	EC	pH	HCO3(meq/l)	CL(meq/l)	SO4(meq/l)	NO3(meq/l)	PO4(meq/l)	Ca(meq/l)	Mg(meq/l)	Na(meq/l)	K(meq/l)
	۲۴۳۰	۷/۲۴	۱/۶	۸/۲۱	۱/۰۴	۰/۵۳	۵/۰۰	۲/۸۲	۲/۰۵	۱۰/۹۲	۰/۴۴
پساب	As(ug/l)	Ba(ug/l)	Cr(ug/l)	Li(ug/l)	Mo(ug/l)	Ni(ug/l)	Rb(ug/l)	Sr(mg/l)	W(ug/l)		
	۵/۵۲	۲۷/۵۲	۴/۷۸	۴۳/۲۹	۱/۸۹	۱/۷۰	۱۹/۴۱	۱/۵۲	۳/۲۴		
پساب	BOD(mg/l)	COD(mg/l)	MPN/۱۰۰(فیکال کلیفرم)								
	۱۸	۵۰	<۴۰۰								

با توجه به جدول ۴-۱ بیشترین مقدار در بین عناصراصلی در پساب مربوط به کلر و به میزان ۸/۲ میلی-اکی‌والان درلیتر و کمترین مقدار مربوط به پتاسیم به میزان ۰/۴۲۸ میلی اکی‌والان در لیتر می‌باشد. میزان نیترات در پساب بسیار پایین و حدود ۰/۵۳۲ میلی اکی‌والان در لیتر می‌باشد.

بیشترین مقدار فلزات سنگین در پساب متعلق به استرانسیوم و به مقدار ۱/۵۲ میلی‌گرم در لیتر بوده وکمترین مقدار مربوط به نیکل به مقدار ۱/۷ میکروگرم در لیتر می‌باشد. از عمده‌ترین آلایندگی‌های بیولوژیکی پساب وجود باکتری‌های کلیفرم می‌باشد که در نمونه پساب بیشتر از ۴۰۰ (MPN/100) گزارش شده است. در بین کاتیونها، سدیم و در بین آنیونها، کلر بالاترین غلظت را در نمونه پساب خروجی از تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه نشان می‌دهند (شکل ۴-۱۰). با این توصیف تیپ هیدروشیمیایی پساب تصفیه-خانه تربت‌حیدریه کلروره-سدیک می‌باشد (شکل۴-۱۱).



شکل ۴- ۱۰- نمودار استیف نمونه پساب خروجی از تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه



شکل ۴- ۱۱- دیاگرام پایپر نمونه پساب خروجی از تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه

۴-۳-۲- بررسی خصوصیات کیفی آب زیرزمینی

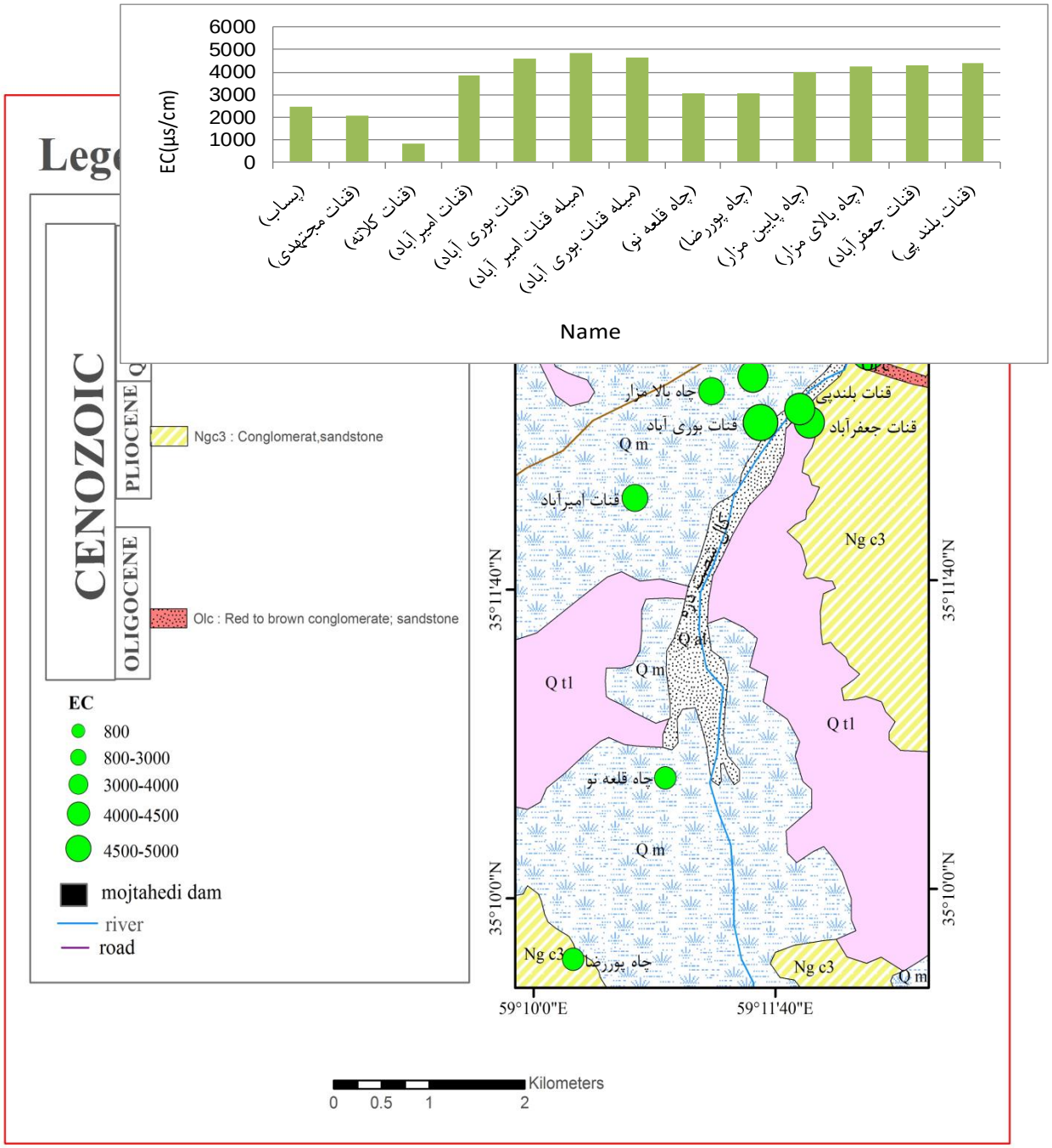
۴-۳-۲-۱- هدایت‌الکتریکی (EC)

اندازه‌گیری EC هم در محل نمونه‌برداری و هم در آزمایشگاه انجام شده است. بر اساس نتایج بدست آمده دامنه تغییرات EC در نمونه‌های آب زیرزمینی از ۸۰۰ میکروزیمنس تا ۴۸۷۰ میکروزیمنس متغیر می‌باشد. بیشترین EC متعلق به میله قنات امیرآباد وکمترین EC متعلق به قنات کلاته می‌باشد.

قنات کلاته از ارتفاعات شمال غربی منطقه مورد مطالعه سرچشمه می‌گیرد و میله‌های آن در ارتباط مستقیم با پساب نمی‌باشد، بنابراین می‌توان دلیل اصلی کمتر بودن EC در این قنات را به ویژگیهای زمین‌شناسی در مسیر عبور میله های این قنات مرتبط دانست.

با توجه به اینکه موقعیت تصفیه‌خانه در شمالی‌ترین قسمت منطقه مورد مطالعه قرار دارد و نظر به جهت جریان عمومی آب زیرزمینی از شمال به جنوب، انتظار می‌رود از سمت تغذیه به تخلیه مقدار هدایت الکتریکی افزایش یابد. اما با توجه به شکل ۴-۱۲ تغییرات متناوبی در EC مشاهده می‌شود. میزان EC در میله قنات‌ها که در فاصله نزدیکتری از تصفیه‌خانه قرار دارد افزایش می‌یابد وسپس به سمت منطقه تخلیه و با فاصله گرفتن کمتر می‌شود اما درمجموع مقدار EC دراغلب نمونه‌های آب زیرزمینی از پساب بیشتر است (شکل ۴-۱۳).

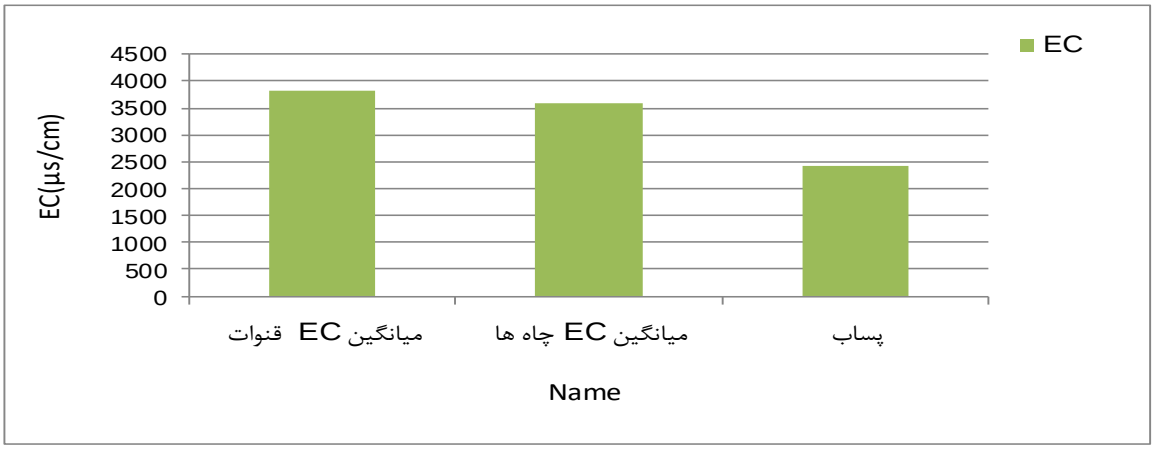
هدایت‌الکتریکی در نمونه مربوط به قنات مجتهدی که در فاصله اندکی از محل تجمع پساب انتقالی به بندمجتهدی قرار دارد، مشابه پساب می‌باشد. قنات کلاته به دلیل عبور میله‌های قنات از واریزه‌ها کمترین هدایت‌الکتریکی را به خود اختصاص داده است.



شکل ۴- ۱۲- تغییرات EC در ایستگاه‌های مورد مطالعه

شکل ۴- ۱۳- تغییرات EC در ایستگاههای انتخابی

با توجه به شکل ۴-۱۴ میانگین هدایت‌الکتریکی در قنوات ۳۸۳۶ میکروزیمنس بر سانتیمتر و در چاهها حدود ۳۵۸۵ میکروزیمنس بر سانتیمتر می‌باشد. میانگین هدایت‌الکتریکی منابع آب زیرزمینی بیشتر از پساب می‌باشد. با توجه به اینکه میزان هدایت‌الکتریکی قنوات بیشتر از چاهها بوده، تاثیر احتمالی منطقه غیراشباع در افزایش هدایت‌الکتریکی پساب نفوذی به آبخوان مشهود بوده و قابل بررسی می‌باشد.



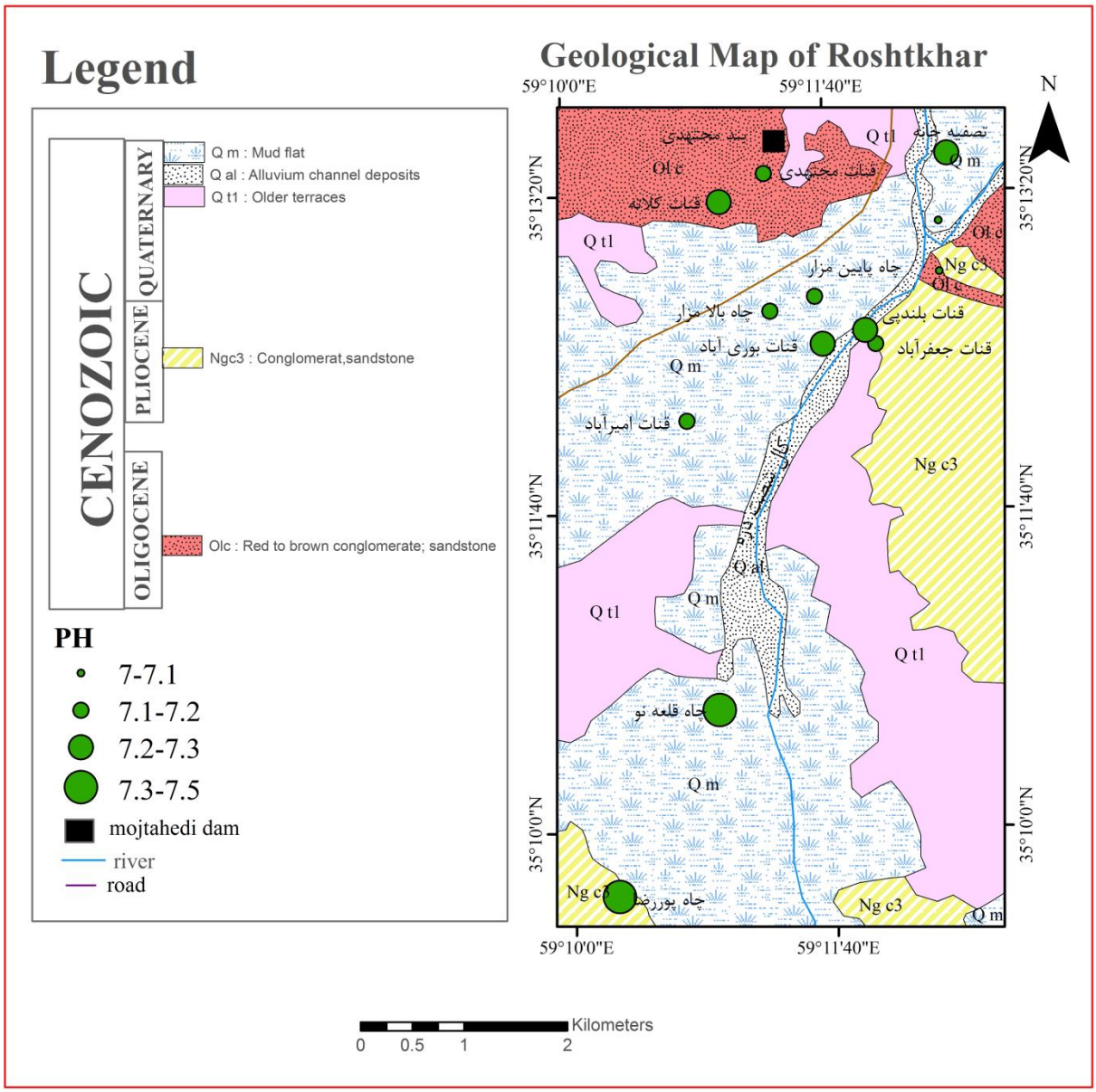
شکل ۴- ۱۴- میانگین EC درچاهها و قناتها

pH -۲-۲-۳-۴

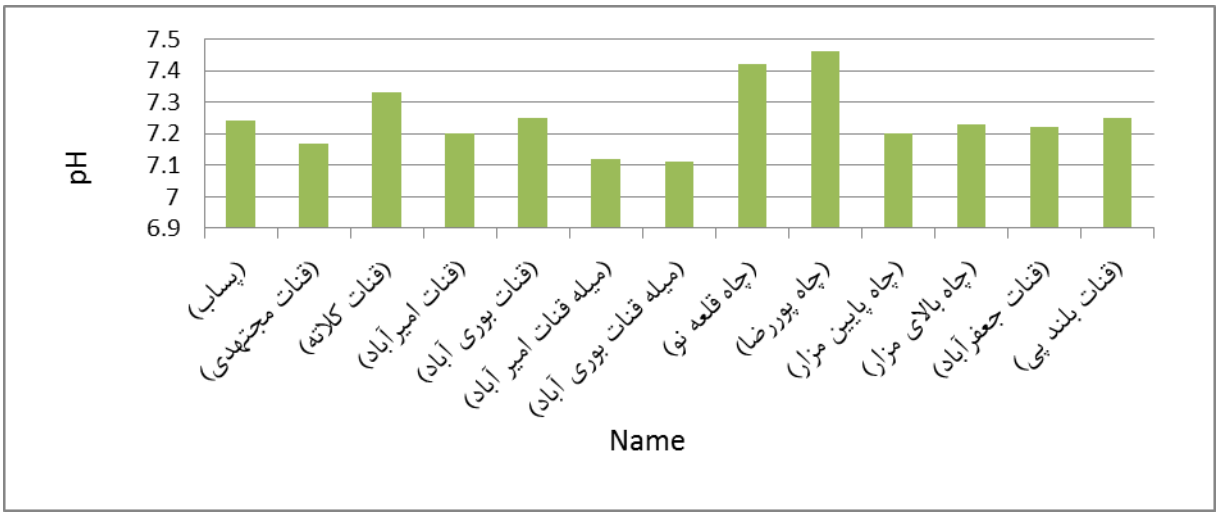
دامنه تغییرات pH از ۷/۱ تا ۷/۴ می‌باشد. بیشترین میزان pH مربوط به چاه پوررضا و کمترین میزان آن مربوط به قنات بوری‌آباد می‌باشد. تغییرات مکانی pH منابع آب زیرزمینی (شکل ۴-۱۵) نشان‌دهنده کاهش مقادیر آن پارامتر در محدوده نزدیک تخلیه پساب به ویژه قناتهای بوری آباد و امیرآباد می باشد.

با توجه به شکل ۴-۱۶ میزان pH در چاههای قلعه نو و پوررضا که به مراتب فاصله بیشتری از محل خروجی پساب دارد، مقدار بیشتری دارند.

با توجه به شکل ۴-۱۷ میانگین pH درچاهها بیشتر ازقنوات می‌باشد. از مهمترین دلایل افزایش pH مواد آلی و واکنش در زون غیراشباع می‌باشد



شکل ۴-۱۵- تغییرات pH در ایستگاههای مورد مطالعه



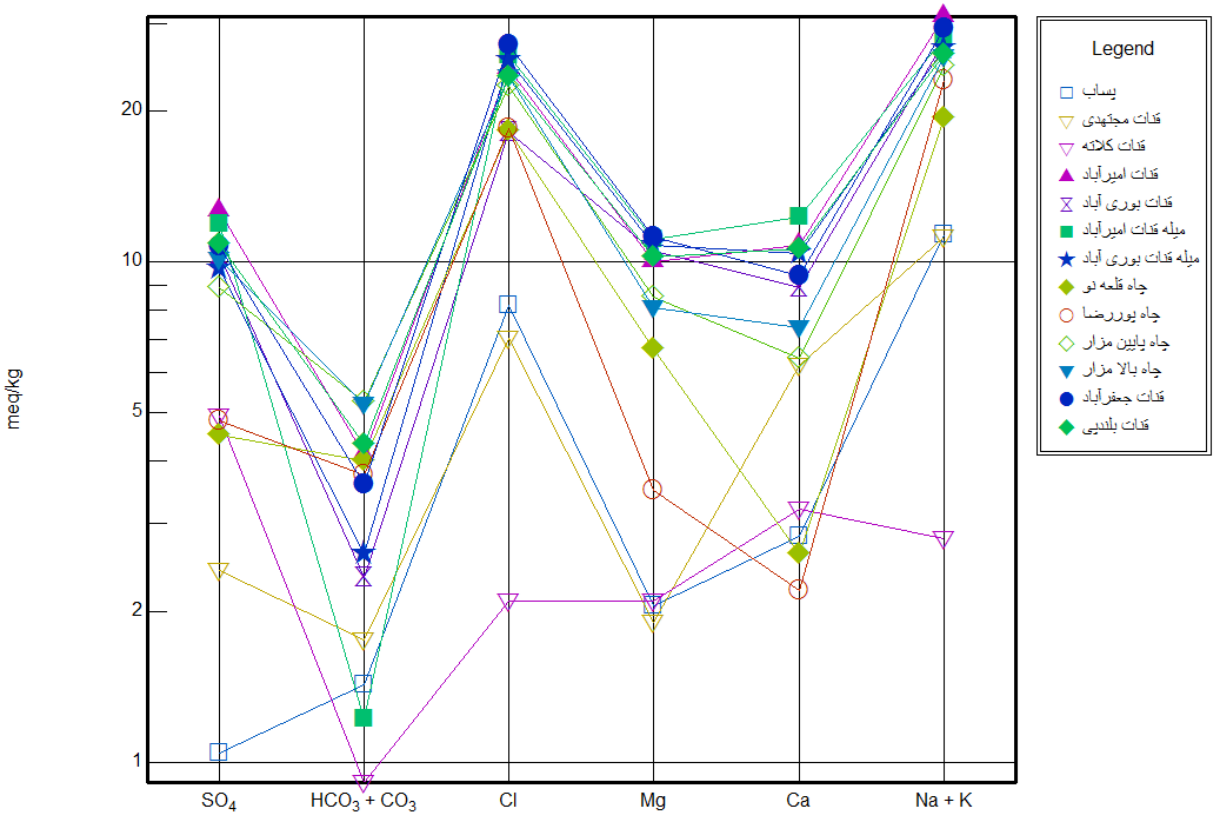
شکل ۴- ۱۶- تغییرات pH در ایستگاههای انتخابی

.

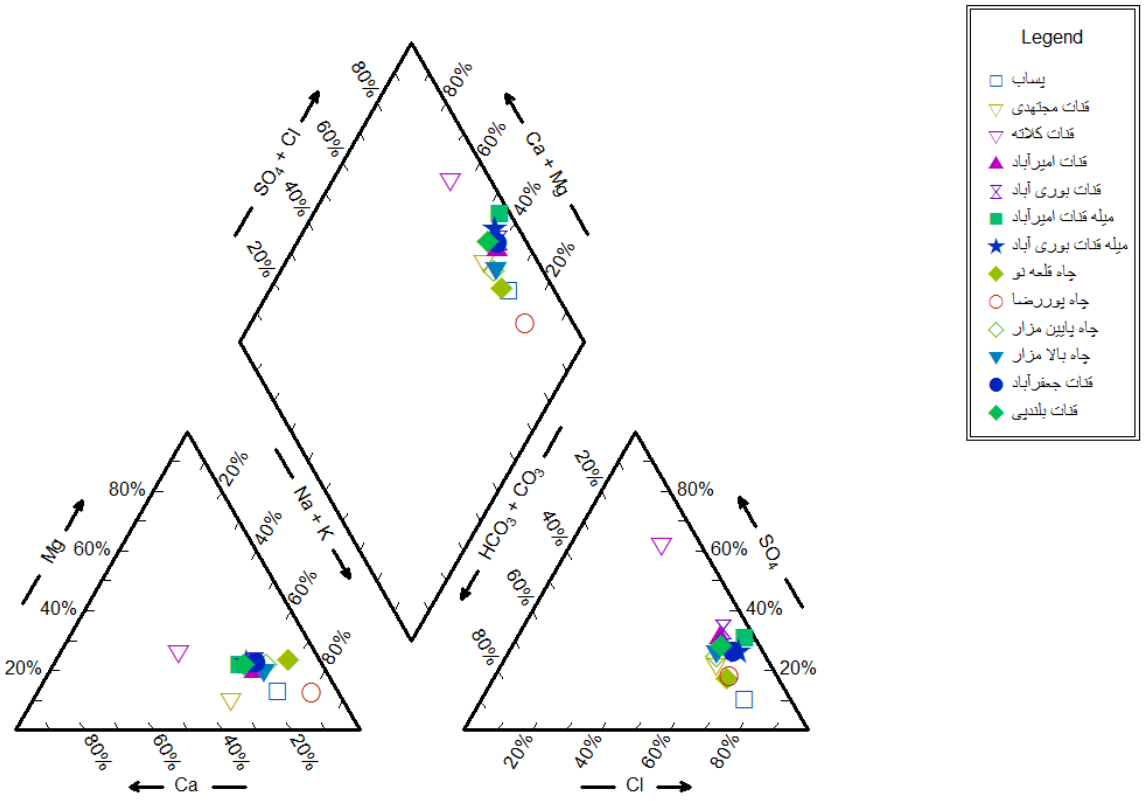
شکل ۴- ۱۷- میانگین pH درچاهها و قنوات

۴-۳-۲-۳- یونهای اصلی

به منظور بررسی یونهای اصلی، نتایج آنالیز نمونه‌های آب زیرزمینی بر روی دیاگرام شولر (شکل ۴-۱۸) و نمودار پایپر (۴-۱۹) ترسیم شده است. با توجه به این شکلها یونهای کلر و سدیم بیشترین غلظت را به خود اختصاص داده و تیپ غالب آبهای زیرزمینی در این منطقه کلروره-سدیک می‌باشد. در ادامه تغییرات مکانی دو یون غالب کلر و سدیم در منطقه مورد مطالعه بررسی شده است.



شکل ۴- ۱۸- نمودار شولر مربوط به نمونه های آب زیرزمینی دشت رشتخوار (نمونه پساب نیز دراین شکل نمایش داده شده است)



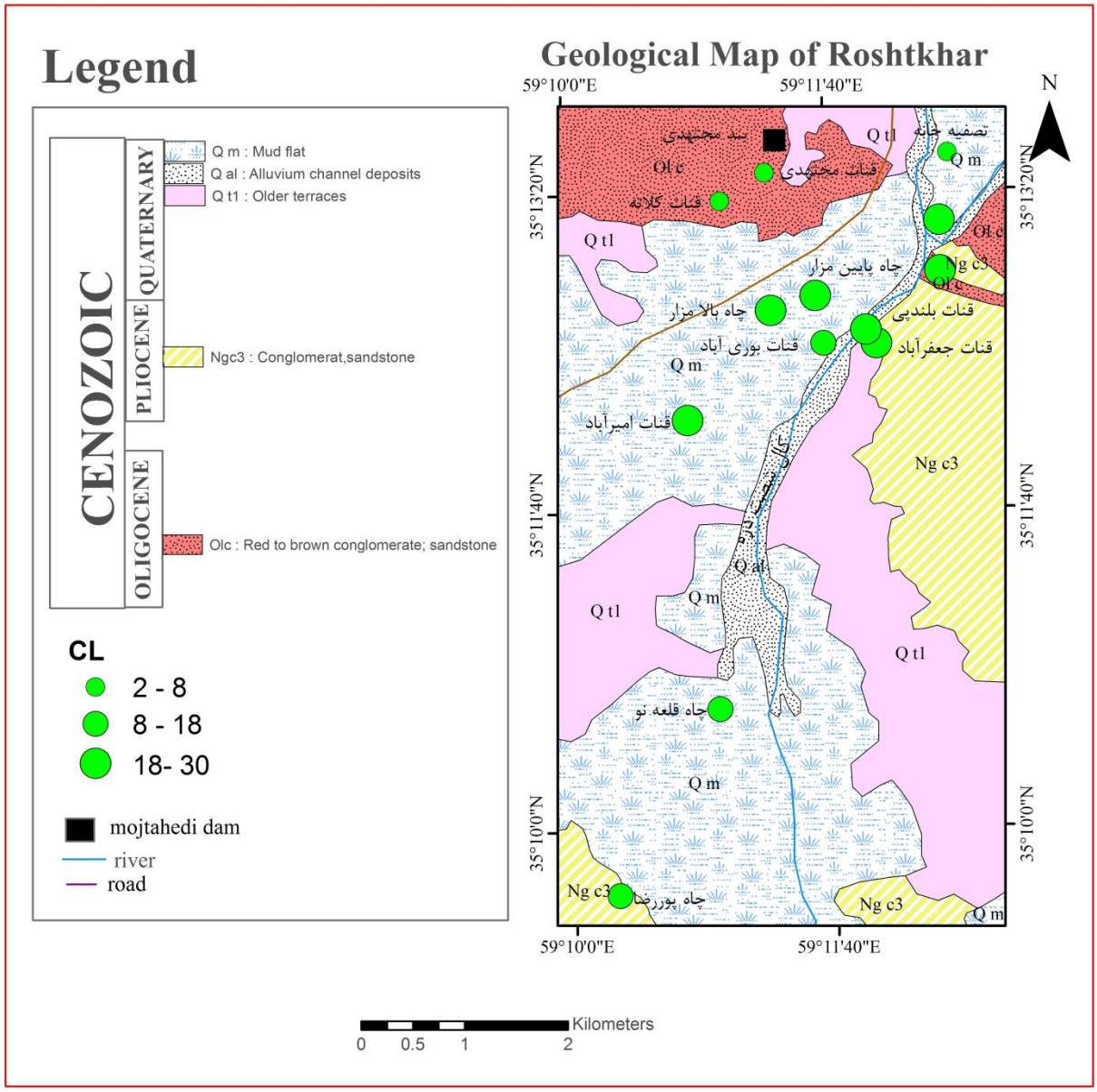
شکل ۴- ۱۹- ترسیم نتایج آنالیز نمونه پساب و آب زیرزمینی دشت رشتخوار بر روی نمودار پایپر

کلر یکی از عناصر اصلی در پساب می‌باشد، که معمولاً با گندزدایی مقدار آن را کاهش می‌دهند، البته این کار ممکن است تاثیرات زیست محیطی داشته باشد و درصورت مصرف توسط انسان می‌تواند باعث سرطان گردد. غلظت کلرید بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث ایجاد مزه شور در آب می‌شود و باعث تخریب فیزیولوژیک بدن می‌گردد. بیشترین میزان کلر مربوط به میله قنات امیرآباد به میزان ۲۵/۷۸ میلی‌اکی‌والان درلیتر و کمترین آن مربوط به قنات کلاته به میزان ۲/۱ میلی‌اکی‌والان درلیتر می‌باشد. تغییرات کلر در شکل ۴-۲۰ نمایش داده شده است.

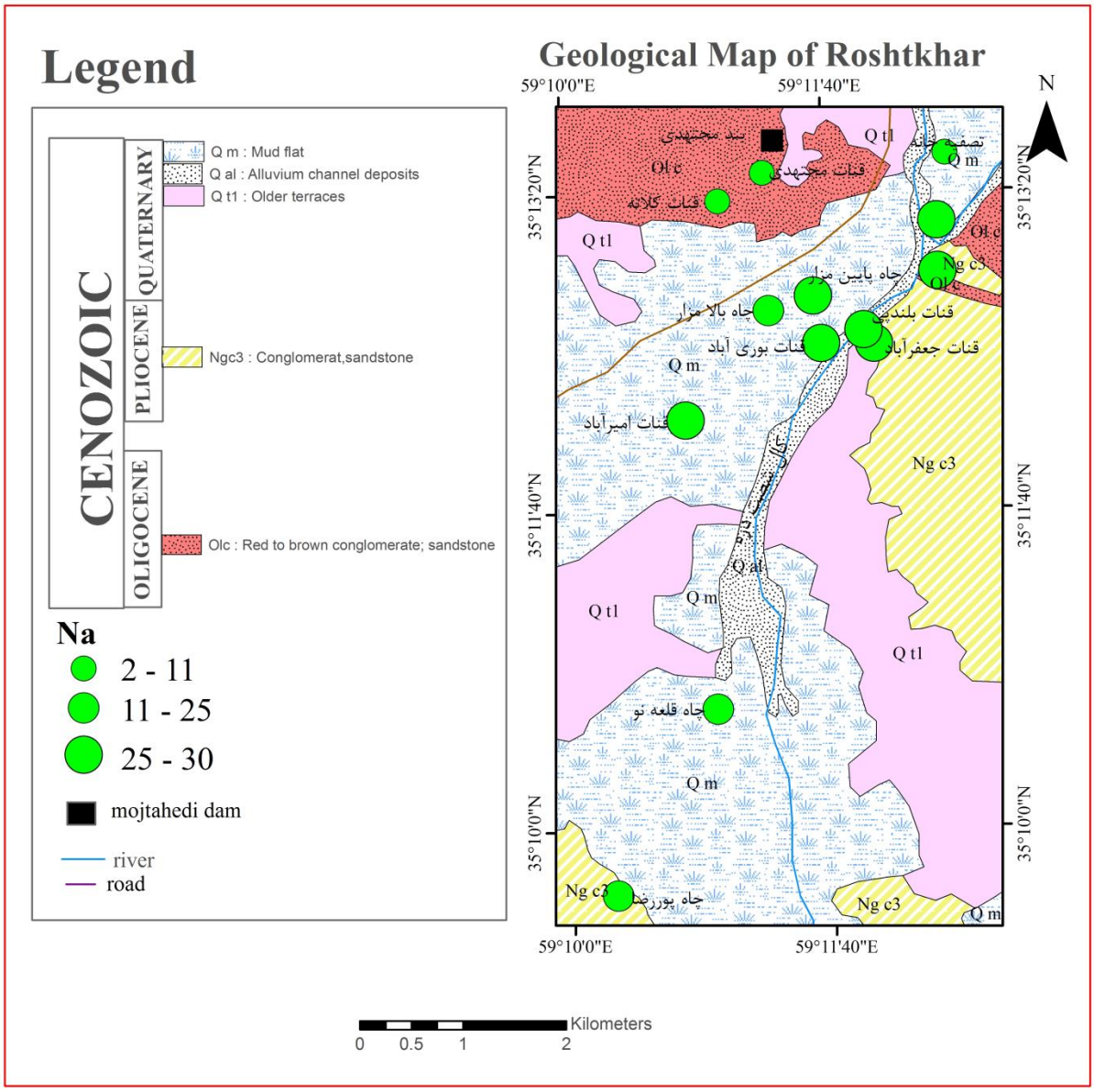
با توجه به شکل ۴-۲۰ میزان کلر در قنات‌ها بیشترین مقدار را دارد و با فاصله گرفتن از محل تصفیه‌خانه روند کاهشی پیدا می‌کند. کمترین مقدار کلر در قنات کلاته می‌باشد که ارتباط مسقیمی با پساب نداشته

و مسیر میله‌های آن در ارتفاعات شمال غربی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به افزایش کلر در قنات‌ها که مادرچاه و مسیر میله های آنها در مجاورت محل رهاسازی پساب قرار دارد، تاثیر زون غیراشباع در افزایش کلر مشخص می باشد. بیشترین میزان سدیم مربوط به قنات امیرآباد به میزان ۳۰/۹ میلی‌اکی-والان درلیتر و کمترین آن مربوط به قنات کلاته به میزان ۲/۸ میلی‌اکی‌والان درلیتر می‌باشد. تغییرات سدیم در شکل ۴-۲۱ نمایش داده شده است.

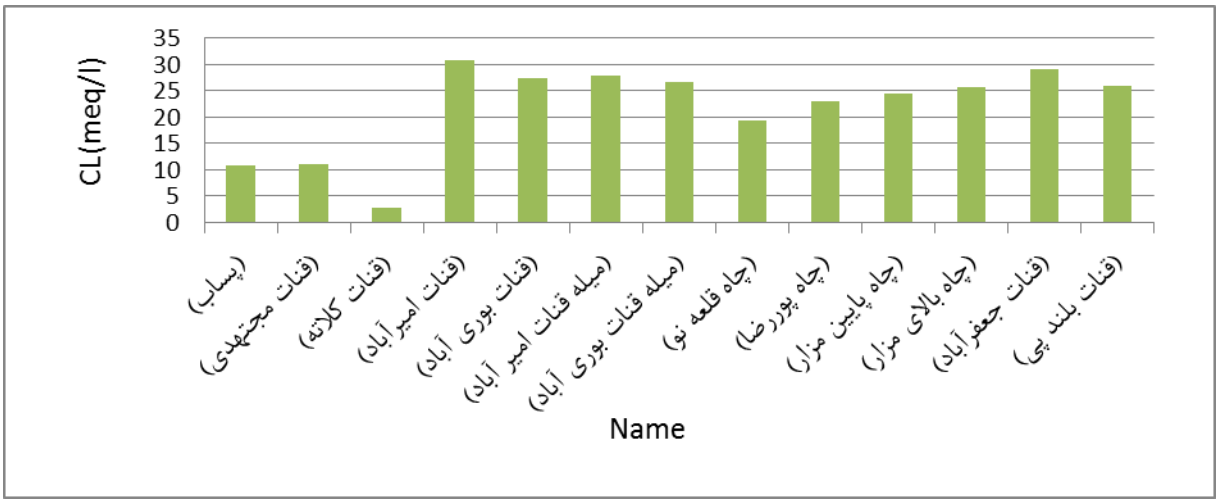
با توجه به شکل ۴-۲۲ میزان سدیم همانند کلر در قنات‌ها بیشترین مقدار را دارد و با فاصله گرفتن از محل تصفیه‌خانه روند کاهشی پیدا می‌کند. کمترین مقدار سدیم در قنات کلاته می‌باشد که ارتباط مسقیمی با پساب نداشته و مسیر میله‌های آن در ارتفاعات شمال غربی منطقه مورد مطالعه می‌باشد. با توجه به افزایش سدیم در قنوات که مادرچاه و مسیر میله های آنها در مجاورت محل رهاسازی پساب قرار دارد، تاثیر زون غیراشباع در افزایش سدیم و کلر مشخص می باشد.



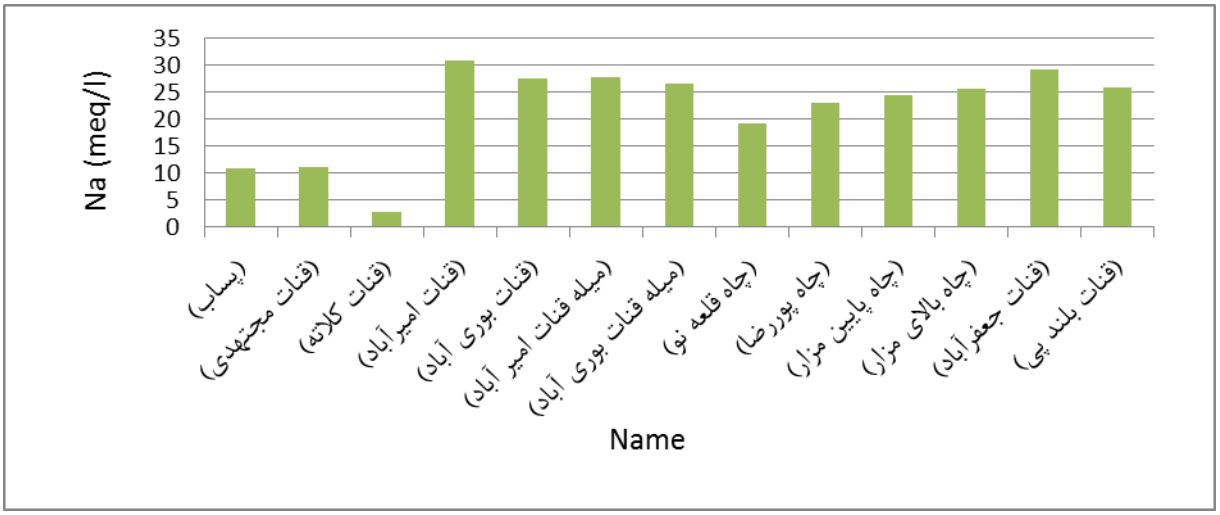
شکل ۴- ۲۰- تغییرات یون کلر در ایستگاههای مورد مطالعه



شکل ۴-۲۱- تغییرات یون سدیم در ایستگاههای مورد مطالعه



شکل ۴- ۲۲- تغییرات کلر در ایستگاههای انتخابی



شکل ۴- ۲۳- تغییرات سدیم در ایستگاههای انتخابی

۴-۳-۲-۴- نیترات (NO3)

نیترات یکی از عناصر مهم در آلودگی آب زیرزمینی می‌باشد که افزایش آن اثرات زیانباری بر موجودات دارد. میزان استاندار این عنصر در آب شرب ۱۰میلی‌گرم درلیتر می‌باشد.

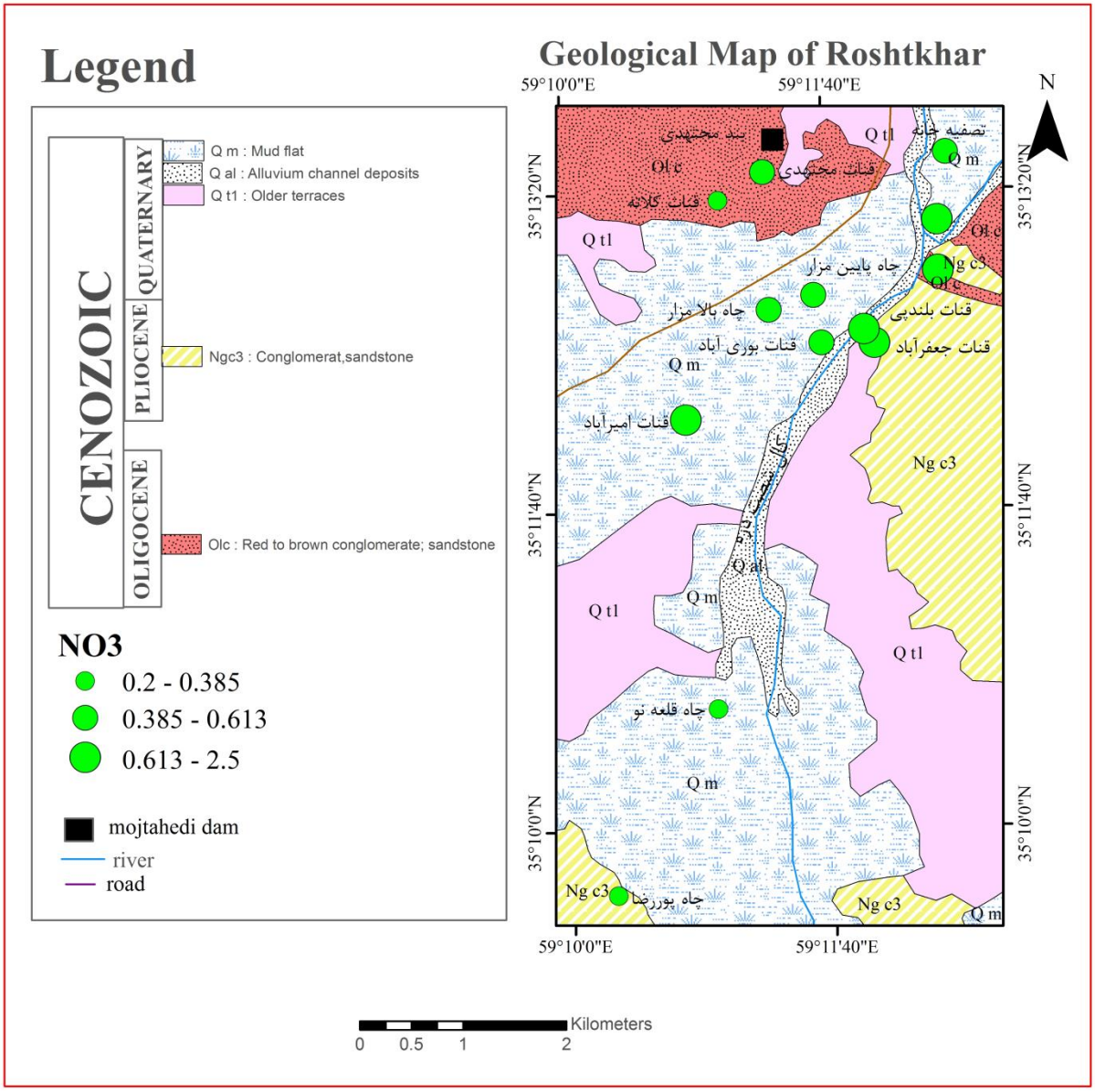
آبهای با غلظت زیاد نیترات (بیش از۱۰۰میلی گرم در لیتر) مزه تلخ داشته و ممکن است باعث بروز اختلالات فیزیولوژیکی در بدن شوند.

با توجه به آنالیز ایستگاههای نمونه‌برداری بیشترین میزان نیترات در منابع آب زیرزمینی مربوط به قنات بلندپی به مقدار ۲/۳۸ میلی اکی‌والان در لیتر و کمترین آن مربوط به چاه قلعه‌نو به میزان ۰/۲۹۹ میلی-اکی‌والان درلیتر می‌باشد (شکل ۴-۲۴ و شکل ۴-۲۵).

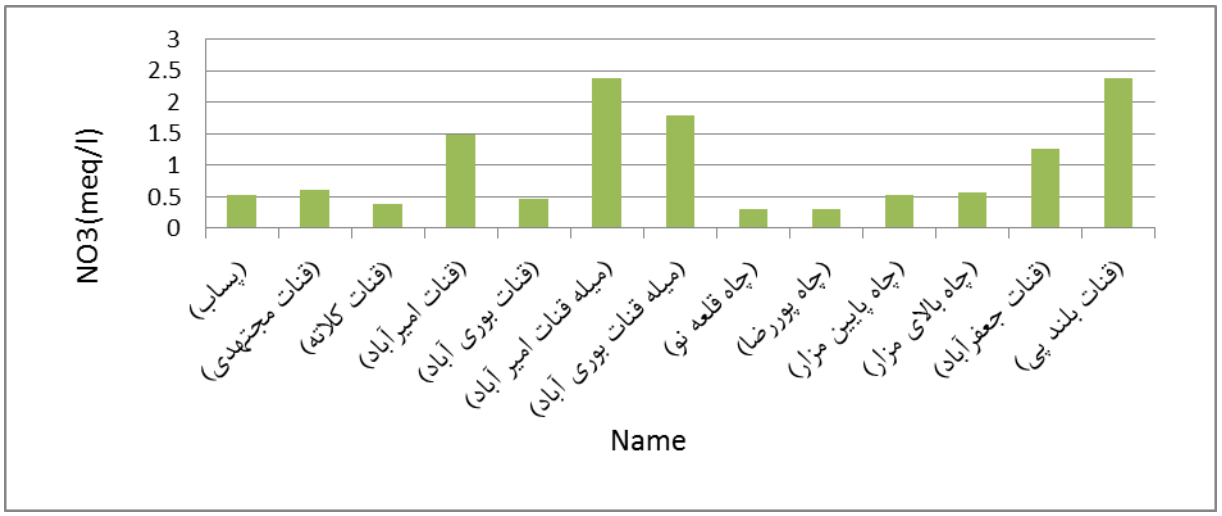
. با توجه به شکل ۴-۲۵ مقدار نیترات در قنات‌ها بالا بوده اما در چاهها نسبت به پساب کاهش داشته است.

میزان نیترات در تعدادی از قنات‌ها افزایش یافته که این موضوع می تواند مرتبط با اضافه شدن از سایر منابع نظیر آب برگشتی کشاورزی باشد. قنات مجتهدی نیز نسبت به پساب نیترات بیشتری دارد که شاید از دلایل آن تجمع پساب در پشت بند مجتهدی و تبخیر آب باشد.

درمجموع با توجه به پایین بودن نیترات در پساب و قنات‌ها و چاهها، بنابراین فرضیه تاثیر پساب بر آب زیرزمینی می‌تواند قابل قبول باشد.



شکل ۴- ۲۴- تغییرات نیترات در ایستگاههای مورد مطالعه

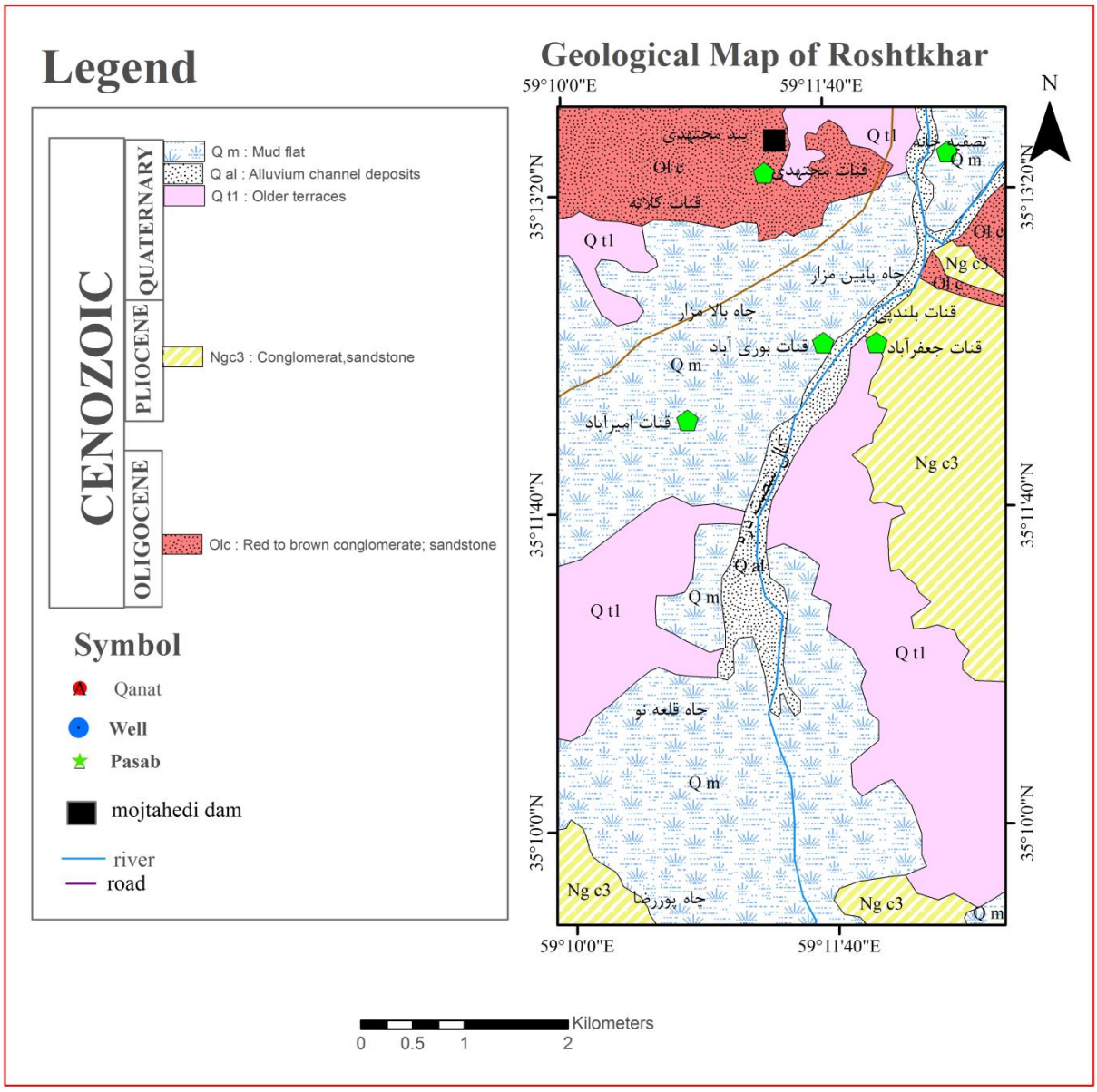


شکل ۴- ۲۵- تغییرات نیترات در ایستگاههای انتخابی

۴-۳-۴- فلزات سنگین

جهت بررسی فلزات سنگین از ۱۳ ایستگاه مورد بررسی ۵ ایستگاه انتخاب شده و نتایج آن بررسی گردید. از بین فلزات سنگین تغییرات چند عنصر اصلی نمایش داده شده‌است. درشکل ۴-۲۶ محل‌های انتخابی فلزات سنگین نمایش داده می‌شود.

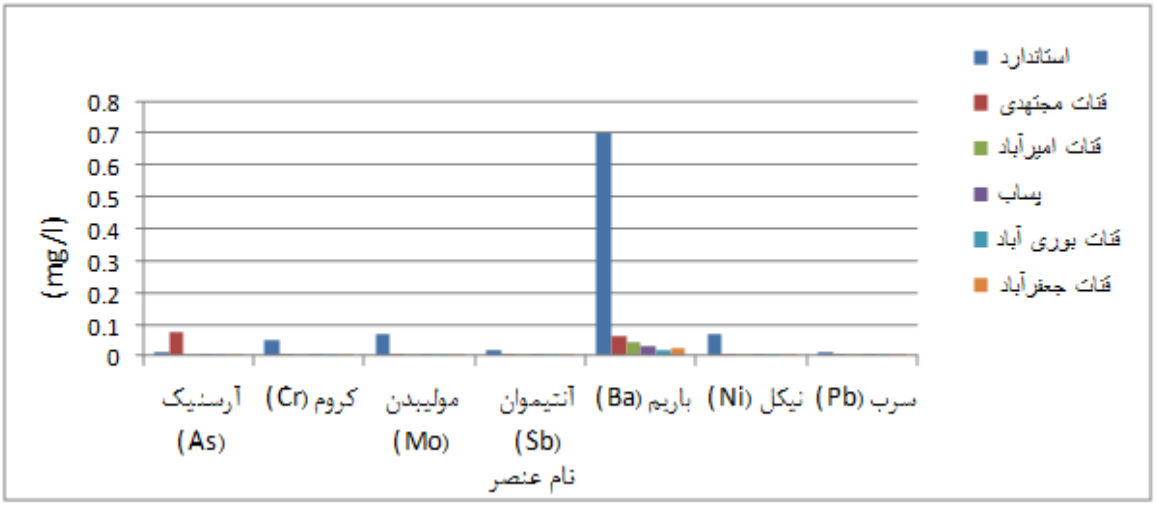
در جدول۴-۲ فلزات سنگین ایستگاههای انتخابی با استاندارد فلزات سنگین در آب آشامیدنی مورد مقایسه قرار گرفته است. با توجه به نتایج حاصله غلظت در تمامی ایستگاهها از استاندارد جهانی کمتر می‌باشد، به غیر از قنات مجتهدی که مقدار آرسنیک آن بالاتر است.



شکل ۴- ۲۶- ایستگاههای انتخابی فلزات سنگین

جدول ۴- ۲- فلزات سنگین در ایستگاههای انتخابی (واحد غلظت براساس میلی‌گرم برلیترمی‌باشد)

نام عنصر	استاندارد	قنات مجتهدی	قنات امیرآباد	پساب	قنات بوری آباد	قنات جعفرآباد
آرسنیک (As)	۰/۰۱	۰/۰۷۵	۰/۰۰۶	۰/۰۰۶	۰/۰۰۳	۰/۰۰۵
کروم (Cr)	۰/۰۵	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵	۰/۰۰۲
مولیبدن (Mo)	۰/۰۷	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵
آنتیموان (Sb)	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱
باریم (Ba)	۰/۷	۰/۰۶۰	۰/۰۴۲	۰/۰۲۹	۰/۰۱۷	۰/۰۲۵
نیکل (Ni)	۰/۰۷	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲
سرب (Pb)	۰/۰۱	زیرحد آشکارسازی	زیرحد آشکارسازی	زیرحد آشکارسازی	زیرحد آشکارسازی	زیرحد آشکارسازی



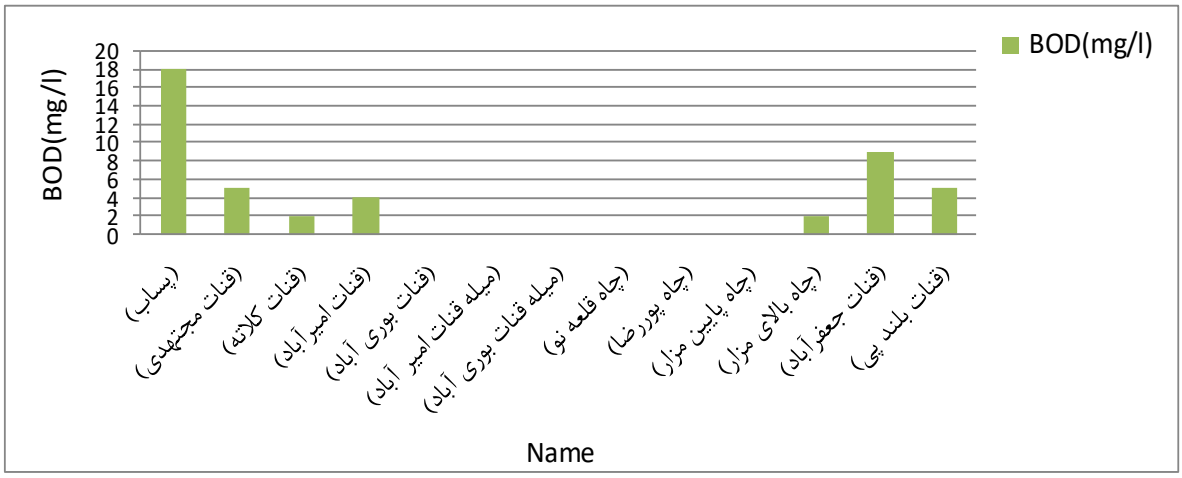
شکل ۴- ۲۷- مقایسه فلزات سنگین در آب آشامیدنی و محل‌های نمونه برداری

با توجه به مقادیر اندک فلزات سنگین در پساب، غلظت این فلزات در منابع آب زیرزمینی متاثر از پساب تغییر محسوسی نداشته است.

۴-۳-۵- خصوصیات بیولوژیکی

۴-۳-۵-۱-اکسیژن خواهی زیستی (BOD)

BOD نرخ مصرف اکسیژن در داخل آب توسط ارگانیزم‌ها است. بر این اساس مقدار BOD موجود در ایستگاههای محدود منطقه مورد مطالعه، مورد بررسی و پایش قرار گرفته است که نتیجه آن در نمودار شکل ۴-۲۸ آورده شده است. براساس نتایج بدست آمده، قنات‌های بوری آباد (شیب پی)، امیرآباد، چاه قلعه‌نو، چاه پوررضا، چاه پایین‌مزار فاقد BOD می‌باشند. همچنین پساب، قنات جعفرآباد، قنات‌های مجتهدی و بلندپی، قنات امیرآباد، قنات‌های کلاته و چاه بالای‌مزار به ترتیب دارای بیشترین مقدار BOD می‌باشند.

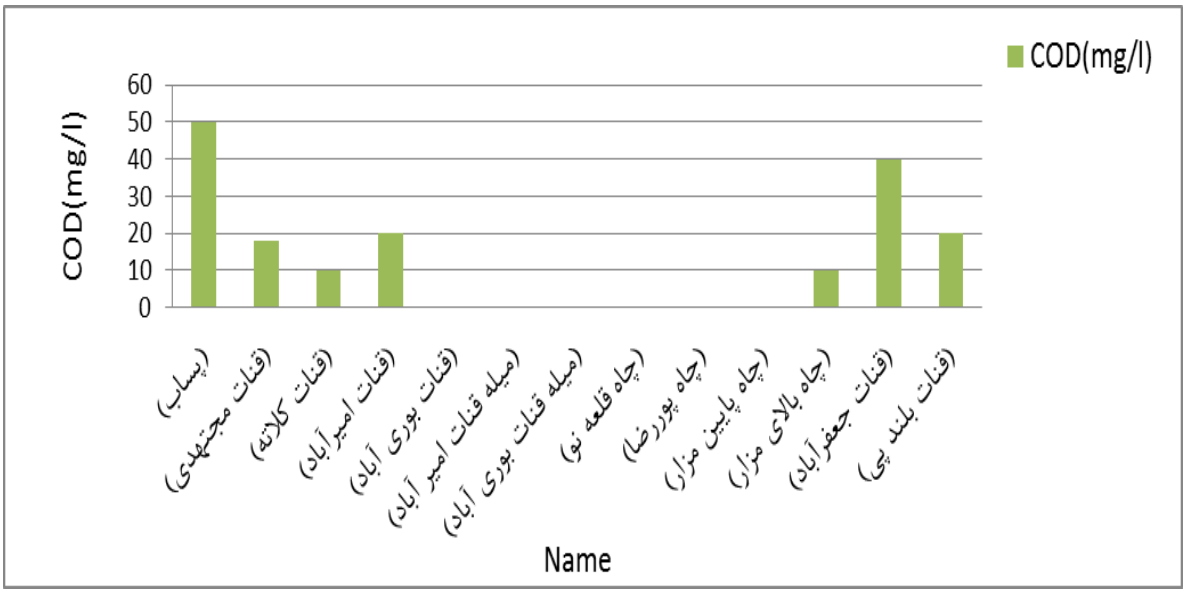


شکل ۴- ۲۸- تغییرات BOD درایستگاههای انتخابی

۴-۳-۵-۲- اکسیژن خواهی شیمیایی (COD)

در شیمی محیط زیست اکسیژن مورد نیاز شیمیایی (COD) آزمونی است که به طور غیرمستقیم مقدار کل مواد آلی موجود در آب را اندازه‌گیری می‌کند. بر این اساس آب نمونه‌برداری شده در ایستگاههای مورد مطالعه مورد آزمایش قرار گرفت و نتیجه آن در شکل ۴-۲۹ نمایش داده شده است.

قنات‌های بوری آباد (شیب پی)، امیرآباد، و چاههای قلعه‌نو، پوررضا، پایین‌مزار دارای مقدار COD منفی می‌باشند. همچنین پساب دارای COD ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، قنات جعفرآباد، قنات‌های امیرآباد و بلندپی، قنات مجتهدی، قنات‌های کلاته و پایین‌مزار به ترتیب دارای COD حدود، ۴۰، ۲۰، ۱۸ و ۱۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشند.

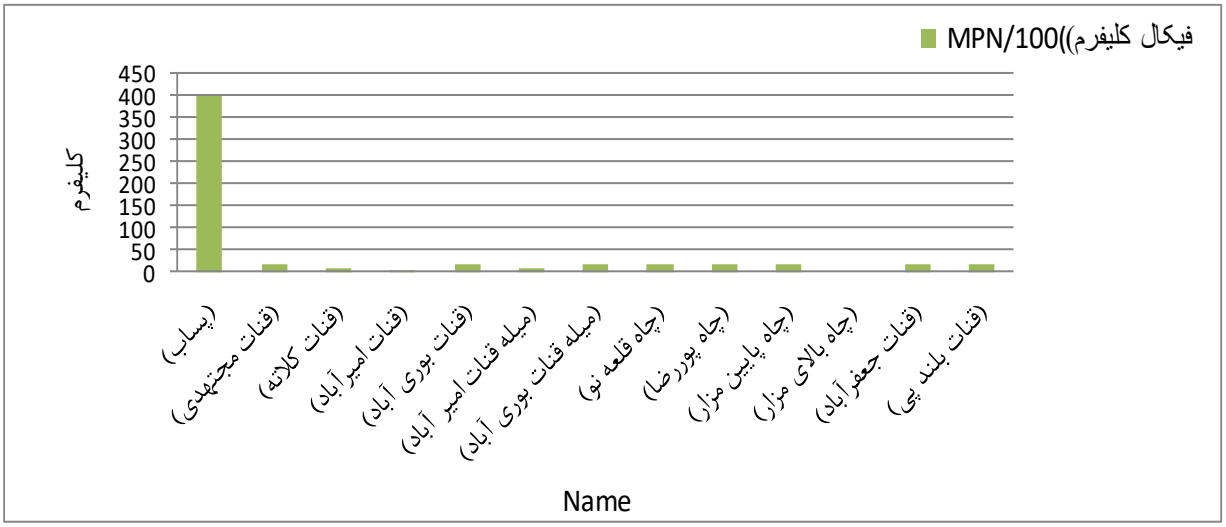


شکل ۴-۲۹- تغییرات COD در ایستگاههای انتخابی

۴-۳-۵-۳- باکتری کلیفرم

پساب دارای بالاترین فیکال کلیفرم حدود ۴۰۰ (MPN/100)، قنات امیرآباد وچاه بالا مزار فاقد باکتری کلیفرم می‌باشند.

با توجه به شکل ۴-۳۰ میزان باکتری کلیفرم با فاصله گرفتن از محل تصفیه‌خانه کاهش چشمگیری داشته که می‌توان نتیجه گرفت عبور آب از خاک باعث کاهش باکتری کلیفرم و سایر مواد آلی می‌شود.



شکل ۴- ۳۰- تغییرات باکتری کلیفرم در ایستگاههای انتخابی

به طور کلی و با توجه به نتایج بدست آمده، میزان BOD و COD و باکتری کلیفرم پس از عبور پساب از زون غیر اشباع کاهش چشمگیری داشته و حتی در برخی ایستگاهها به طور کامل حذف شده است.

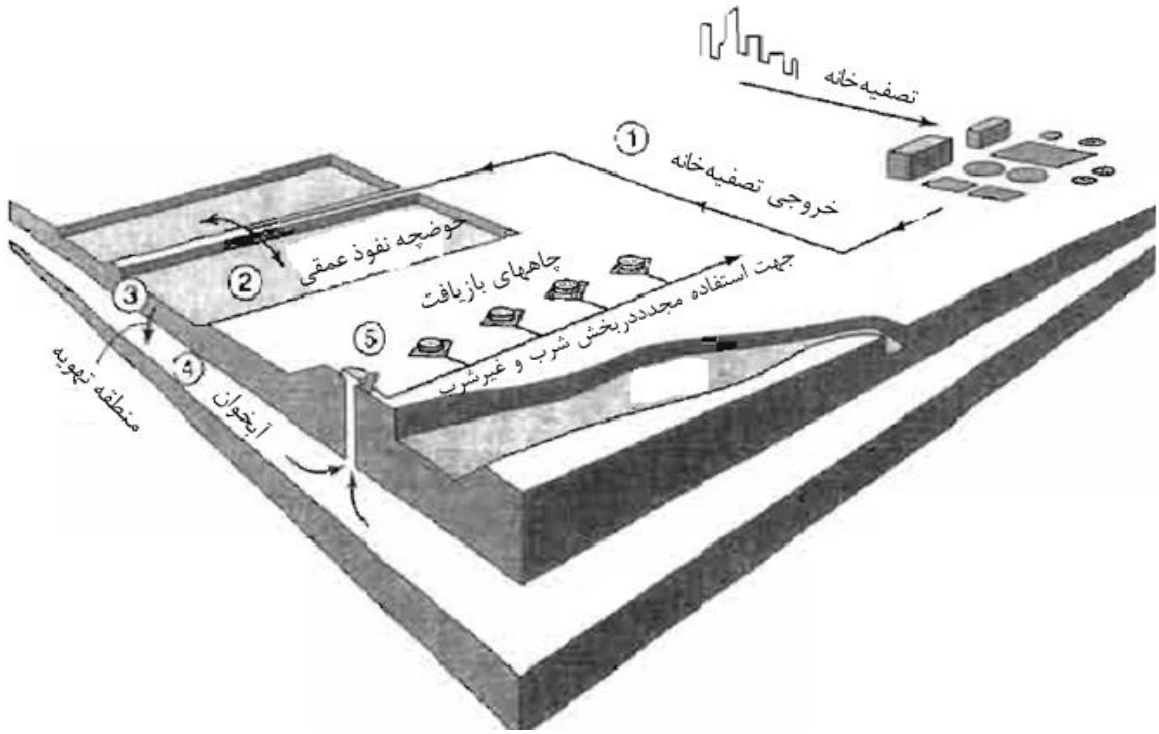
۴-۳-۶- بررسی تغییرات کیفی پساب ضمن عبور از خاک

برای بررسی تغییر کیفی پساب هنگام عبور از منطقه غیراشباع ابتدا به تشریح سیستم تصفیه خاک-آبخوان (SAT) وسپس بررسی تغییرات شیمیایی پساب ضمن عبور از خاک پرداخته می‌شود.

۴-۳-۶-۱- سیستم تصفیه خاک آبخوان (SAT)

هنگامی که پساب از داخل خاک و آبخوان حرکت می‌کند، کیفیت آن در نتیجه فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی بهبود قابل توجهی می‌یابد. در مجموع به این فرآیندها که منجر به بهبود کیفیت آب می‌شود، SAT گویند.

با توجه به شکل ۴-۳۱ یک سیستم SAT شامل پنج جزء اصلی است: ۱- خط لوله که پساب تصفیه شده را از تصفیه خانه فاضلاب منتقل می‌کند. ۲- نفوذ عمقی در جایی که پساب تصفیه شده به زمین نفوذ می‌کند. ۳- خاکی که در منطقه تهویه قرار دارد. ۴- آبخوان ۵- چاه بازیافتی جایی که آب از آبخوان برای مصارف مجدد شرب یا غیر شرب پمپاژ می شود (تاد، ۱۹۲۳).

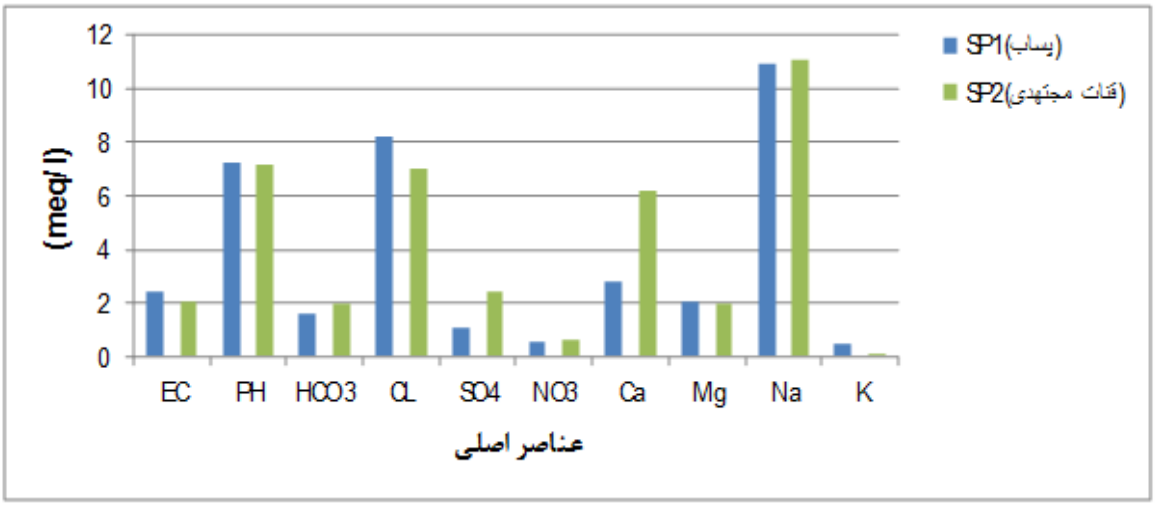


شکل ۴- ۳۱- سیستم SAT و اجزای آن

۴-۳-۶-۲- مقایسه نتایج آنالیز پساب و قنات مجتهدی

پساب حاصله از تصفیه‌خانه به بند مجتهدی انتقال پیدا کرده و سبب احیای قنات مجتهدی که در پایین دست واقع شده می‌گردد. این امر سبب شد تا با مقایسه پساب و این قنات تاثیر سیستم SAT را بررسی نماییم.

شکل ۴-۳۲ تغییرات عناصر اصلی را ضمن عبور پساب از منطقه غیراشباع نمایش می‌دهد.

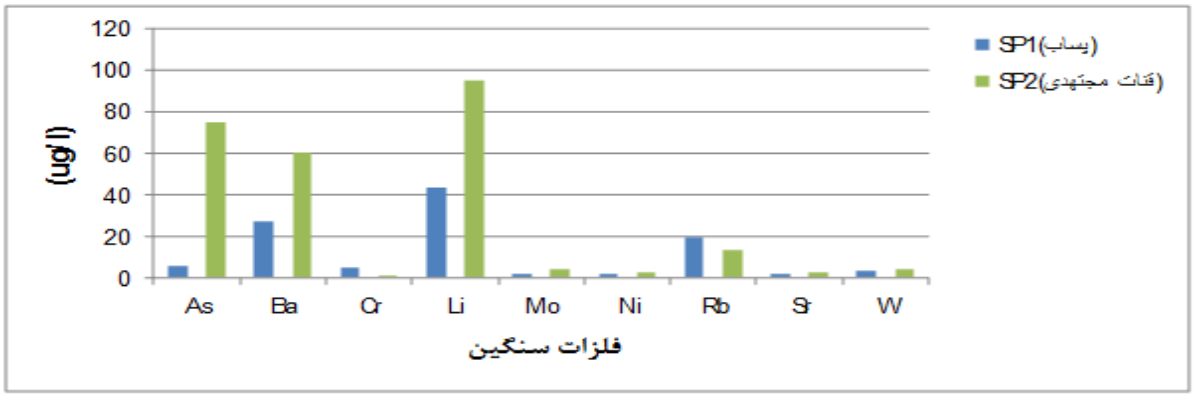


شکل ۴-۳۲- تغییرات عناصراصلی درقنات مجتهدی و پساب

همانطور که در شکل ۴-۳۲ نشان داده شده‌است بیشتر عناصر و EC و PH روند کاهشی دارند. نکته قابل توجه افزایش برخی عناصر می‌باشد که می‌توان دلایل آن را تبادل یونی و نیز تبخیر در پشت بند مجتهدی عنوان کرد، که این امر باعث افزایش غلظت در آب خروجی در قنات مجتهدی شده است.

شکل ۴-۳۳ بیانگر تغییرات فلزات سنگین پس از عبور از خاک می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود برخی از عناصر افزایش چشمگیری داشته، از جمله آرسنیک و لیتیم که در قنات مجتهدی بالاتر از پساب می‌باشد.

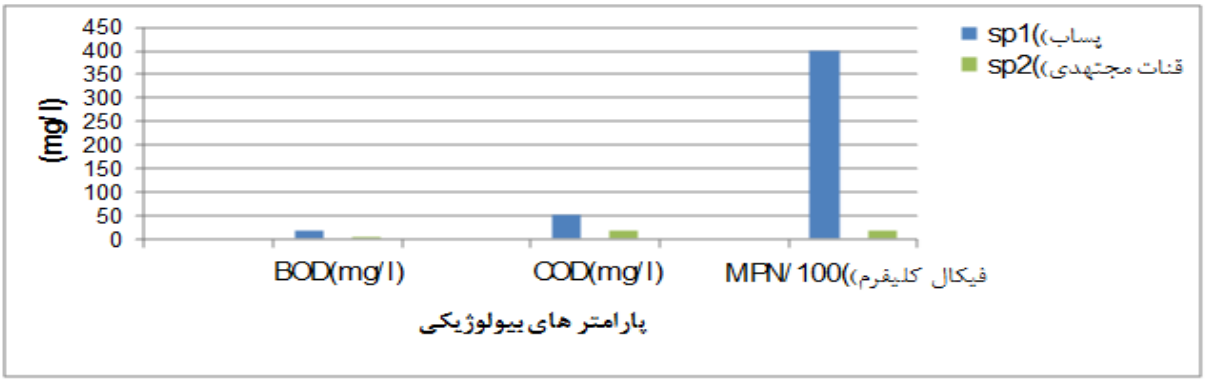
با توجه به این شکل مشخص می گردد عبور پساب از خاک تاثیری بر میزان فلزات سنگین نداشته و در مواردی به دلیل رخداد فرایندهایی نظیر تبخیر یا واکنشهای شیمیایی غلظت فلزات سنگین افزایش می-یابد.



شکل ۴-۳۳- تغییرات فلزات سنگین درقنات مجتهدی و پساب

از اصلی‌ترین آلودگی‌های بیولوژیکی در پساب می‌توان به وجود باکتری کلیفرم اشاره نمود. در شکل ۴-۳۴ تغییرات COD،BOD و باکتری کلیفرم در قنات مجتهدی و پساب بررسی شده است.

همانطور که در شکل نیز مشخص می‌باشد هر سه پارامتر کاهش شدیدی داشته و حتی در برخی موارد صفر گزارش شده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ضمن عبور پساب از منطقه غیراشباع آلاینده-های بیولوژیکی آن از بین رفته و یا کاهش زیادی خواهد داشت. با توجه به عدم تغییرات و بعضاً افزایش فلزات سنگین و کاهش مواد آلی می توان نتیجه گیری نمود بیشترین کارایی سیستم SAT در خروج مواد آلی می‌باشد.



شکل ۴- ۳۴- تغییرات پارامترهای بیولوژیکی قنات مجتهدی و پساب

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه‌گیری

- با توجه به سری زمانی تغییرات آبدهی قنوات و بررسی دبی آنها طی ده سال گذشته اینگونه به نظر می‌رسد که دبی قنات‌ها بعد از احداث تصفیه‌خانه افزایش یافته یا حتی برخی قنوات دوباره احیا شده است.
- در مجموع بر اساس بررسی‌های انجام شده، تاثیر کمی نفوذ پساب حاصل از تصفیه‌خانه تربت حیدریه بر منابع آب زیرزمینی در شمال غرب دشت رشتخوار مشهود می‌باشد.
- هدایت الکتریکی پساب ۲۴۳۰ میکروزیمنس بر سانتیمتر و pH آن ۷/۲۴ می باشد. در بین کاتیون‌ها سدیم، و در بین آنیون‌ها کلر بالاترین غلظت را در نمونه پساب خروجی تصفیه‌خانه دارند. تیپ هیدروشیمیایی پساب تصفیه‌خانه تربت‌حیدریه کلروره-سدیک می‌باشد.
- تیپ غالب آبهای زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه کلروره-سدیک می‌باشد. میزان غلظت کلر و سدیم در قنات‌ها مورد بررسی که مادر چاه آنها در محدوده منطقه رهاسازی پساب (کال شصت-دره) می‌باشد، افزایش یافته است. با توجه به اینکه میانگین هدایت الکتریکی قنوات بیشتر از چاهها می‌باشد به نظر می‌رسد، زون غیراشباع سبب افزایش یونها هنگام عبور از آن شده است.
- مقادیر فلزات سنگین در اکثر منابع آب زیرزمینی نسبت به پساب افزایش یافته است. لیکن غلظت تمامی فلزات سنگین در منابع آب زیرزمینی در مقایسه با استاندارد شرب کمتر می‌باشد.
- اندازه‌گیری آلاینده‌های آلی (BOD، COD و باکتری کلبفرم) در منابع آب زیرزمینی کاهش قابل توجه آنها در مقایسه با پساب نشان می‌دهد.

- از لحاظ کیفی و باتوجه به نتایج حاصله از آنالیز عناصر می‌توان نتیجه گرفت که پس از عبور پساب از خاک مواد آلی آن کاهش زیادی پیدا می‌نماید و در برخی موارد حذف می‌شوند، اما در خصوص مواد غیرآلی و فلزات سنگین تغییرات زیادی حاصل نشده و بعضاً میزان آنها درمنابع آب زیرزمینی نسبت به پساب افزایش یافته است.

۵-۲- پیشنهادها

- با توجه به اثرات کمی وکیفی استفاده از پساب بر منابع آب زیرزمینی، لازم است کیفیت پساب در موارد استفاده مجدد بصورت دقیق پایش و بررسی گردد.

- بررسی دوره‌ای کمی وکیفی قنوات و چاهها در محدوده مورد مطالعه جهت بررسی اثرات پساب بر منابع آب زیرزمینی پیشنهاد می‌گردد.

- حفر چند حلقه پیزومتر به منظور ترسیم دقیق شبکه جریان در منطقه مورد مطالعه پیشنهاد می‌گردد.

- بررسی اثرات منطقه غیر اشباع برکیفیت پساب عبوری از آن در پروژه‌ی تغذیه مصنوعی پیشنهاد می‌گردد.

منابع

داده‌های آماری دفتر مطالعات پایه منابع آب شرکت آب منطقه ای خراسان رضوی

شرکت مشاور مشهد زمین ساخت، ۱۳۹۶، "گزارش ممنوعیت دشت رشتخوار"

انبیر، ل و نوری، ز. ۱۳۹۷. بررسی کیفیت پساب خروجی تصفیه‌خانه فاضلاب شهری اکباتان جهت کاربرد در اراضی کشاورزی و فضای سبز. نشریه مدیریت اراضی ۱۳۹۷. دوره۶ شماره۱. ص ۹۵-۱۰۲

الباجی م و عسگری ع، ۱۳۹۶، بررسی امکان استفاده از پساب در کشاورزی (مطالعه موردی: پساب تصفیه‌خانه فاضلاب شهری شهرکرد). مجله پژوهش‌های حفاظت آب وخاک.دوره۲۴، شماره۲. ص ۳۰۳-۳۰۸

حسین‌پور، حق‌نیا، علیزاده، ۱۳۹۰ ، بررسی تغییرات کیفیت شیمیایی فاضلاب خام و پساب شهری در اثر عبور از ستون‌های خاک. نشریه آب و خاک دانشگاه فردوسی مشهد.

ناصری، س. صادقی، ط. واعظی، ف و ندافی، ک. ۱۳۹۱. بررسی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب اردبیل به منظور استفاده مجدد در کشاورزی. نشریه سلامت و بهداشت اردبیل.

Todd, D, 1923,"Groundwater hydrology"576-583

Fabiano, D., Santos, S., Altair, B., Moreira. and Sonia, M., 2008. Water quality index as a simple indicator of aquaculture effects on aquatic bodies. ecologicalindicators 8, 476 – 484.
Mariolakos I. Water Resources Management in the Framework of Sustainable Development. Desalination. 2007; 213: 147-151

Naseri S. Health criteria and management of wastewater rues projects. journal of water and environmental. 2008; 34:13-25. 11- Oram, B., 2011. Calculating NSF Water Quality Index.

Wilkes University Center for Environmental Quality GeoEnvironmental Sciences and Engineering Department.

Qadir M, Wichelns D, Raschid-Sally L, McCornick PG, Drechsel P, Drechsel P, Bahri A, Minhas PS. The challenges of wastewater irrigation in developing countries. Agricultural Water Management. 2010; 97(4): 561-568.

PI Yun-zheng and WANG Jim-long'. 2006. A field study of advanced municipal wastewater treatment technology for artificial groundwater recharge. Journal of Environmental Sciences Vol. 18, NO. 6, pp. 1056-1060.

Sanchez, E., Manuel, F., Colmenarejo, V., Angel, M., Garcı, T. and Rafael, B., 2007. Use of the water quality index and dissolved oxygen deficit as simple indicators of watersheds pollution. Ecological Indicators 7,315–328.

Aniket V. Patil1, Tejaswini S. Mankar2, Shilpa S. Motegaonkar. 2017. Wastewater Renovation using Soil Aquifer Treatment (SAT) System : Case Study of Latur District (Marathwada). International Research Journal of Engineering and Technology

Saroj k. Sharma, Maria D. Kennedy. 2017. Soil aquifer treatment for wastewater treatment and reuse.International Biodeterioration and Biodegradation. Volume 119. April 2017, Page 671-677

Abstract

Water scarcity, the growing trend of population, and urbanization development in Iran has necessitated the planning for optimal use of conventional and unconventional water resources. Accordingly, it is possible to reuse treated wastewater under such circumstances, as one of the ways to overcome the water scarcity problem and prevent wastage of water resources. Torbat Heydariyeh Wastewater Treatment Plant was operated in 2009 with treatment process of activated sludge type. Wastewater treatment is being carried out in three stages of physical treatment, biological treatment, and disinfection and the resulted effluent (treated wastewater) is used for agriculture, horticulture, and industry. Given the release and use of effluent in the Roshtkhar plain aquifer, the present study was aimed to investigate the quantitative and qualitative effects of the effluent of Torbat Heydariyeh Wastewater Treatment Plant on groundwater resources. For this purpose, the physical, chemical, and biological properties of Torbat Heydariyeh effluent and groundwater resources were measured and evaluated over a one-year period. The measured parameters were major ions, electrical conductivity, pH, nitrate, heavy metals, biological oxygen demand, chemical oxygen demand, and coliform bacteria. Consequently, examining the discharge time series (hydrographs) of qanats indicated an increased discharge or regeneration of some qanats after the operation of the treatment plant, highlighting the quantitative effect of effluent on groundwater resources. In addition, the values of major ions and heavy metals in groundwater resources have been increased compared to the effluent, although the concentration of organic matter has been decreased significantly, which can be attributed to the impact of the unsaturated zone on the quality of the passing effluent. Finally, the results confirmed the evident effect of soil treatment mainly on the organic matter constituents of the effluent.

Keywords: Effluent, Organic matter, Heavy metals, Soil-aquifer treatment, Torbat Heydariyeh

Shahrood University of Technology

Faculty of Earth Sciences

MSc. Thesis of Hydrogeology

Investigation of the qualitative effects of wastewater recharge on groundwater resources of Roshtkhar plain

By:

Mojtaba Jamshidi Zarmehri

Supervisor:

Dr. Hadi Jafari

September 2019