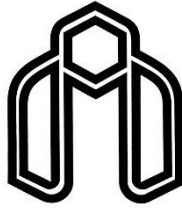


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ
وَالَّذِي يُضَوِّبُ الْمَاءَ
فَإِذَا رَمَيْتَ فِيهَا
مَاءً فَدَفَقْتُمْ
فَوْجًا مَدِينًا
تَلَوَّى عَلَى السَّائِغِ
وَالْحَمْدُ لِلَّهِ
الَّذِي يُضَوِّبُ
الْمَاءَ



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده علوم زمین

پایان نامه کارشناسی ارشد

گروه آب‌شناسی و زمین‌شناسی زیست‌محیطی

بررسی علل کدورت آب در چاه‌های آب منصورآباد شیراز

فرزانه قره‌زاده

استاد راهنما

دکتر غلامحسین کرمی

استاد مشاور

دکتر رحیم باقری

بهمن ۱۳۹۴

تقدیم به:

ساحت مقدس آقا امام زمان (عج)

آنان که ناتوان شدند تا ما به توانایی برسیم...

مویشان سپید شد تا ما رو سفید شویم...

و عاشقانه سوختند تا کرم بخش وجود ما و رو سنگر را همان باشند...

دلوزترین پدر

صورتین مادر

استادانمان

فرزانه قره زاده

بهمن ماه ۱۳۹۴

مشکر و قدردانی

حرا آنکه خلق را پاس نکرد بی شک رب یگانه را شکر به جای نیاورده است. بر خود لازم می دانم از کلیه کسانی که بنده را در تدوین و نگارش این پلان نامه یاری نمودند صمیمانه شکر و قدردانی نمایم. به خصوص از اساتید فرزانه جناب آقای دکتر غلامحسین کرمی (استاد اهنما) و جناب آقای دکتر رحیم باقری (استاد مشاور) که در کلیه مراحل انجام این پژوهش با خوشرونی و سنگینایی، همواره با راهنمایی های بی شائبه شان روشمرا راه من بوده اند و همچنین از اساتید داور جناب آقای دکتر افشین قشلاقی و جناب آقای دکتر مادی جعفری و نماینده تحصیلات تکلیفی سرکار خانم مریم شیبی به دلیل صبر و حوصله ایشان کمال شکر را دارم.

از کلیه پرسنل اداره آب و فاضلاب شیراز که بنده را در جمع آوری اطلاعات یاری دادند کمال شکر را دارم. از پدر و مادر و برادرانم به خاطر کمک های بی شمار و صبر و حوصله ایشان که همواره از بچگی حمایت و کوششی دریغ نکردند کمال شکر و قدردانی را دارم. در آخر از کلیه بهکلاسی ها و دوستان عزیز و اساتید محترم دانشکده علوم زمین و پرسنل محترم دانشکده صمیمانه شکر و قدردانی می نمایم.

تعهد نامه

اینجانب فرزانه قره‌زاده دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته زمین‌شناسی زیست‌محیطی دانشکده علوم زمین دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی علل کدورت آب در چاه‌های آب منصورآباد شیراز تحت راهنمایی دکتر غلامحسین کرمی متعهد می‌شوم.

- 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 صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of technology» 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 می‌گردد.
- 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.

امضای دانشجو

تاریخ

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه شاهرود می‌باشد. 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 نمی‌باشد.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه‌های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد.

چکیده

منطقه مورد مطالعه، بخش انتهایی تاقدیس پشت‌مله است که در شرق و جنوب شرق منصورآباد و در شمال غرب شیراز واقع شده است. این منطقه بر روی سازند آسماری قرار گرفته و چاه‌های حفر شده در آن دارای کدورت نسبتاً بالایی هستند. به منظور بررسی علل کدورت آب چاه‌ها، در دو نوبت، در بهمن ماه ۱۳۹۳ و اردیبهشت ماه ۱۳۹۴ از این چاه‌ها نمونه‌برداری صورت گرفته است. برای تمام نمونه‌ها مقدار کدورت، آزمون بیولوژیک، مواد جامد معلق، مواد جامد محلول، EC، pH، رنگ، یون‌های اصلی و عناصر سنگین به کمک ICP-OES اندازه‌گیری شد. همچنین بر روی رسوبات جمع‌آوری شده از آب چاه‌ها، آزمایش XRD انجام گرفت. نتایج بدست آمده نشان دهنده این است که عوامل زمین‌شناسی مهم‌ترین دلایل ایجاد کدورت در آب‌های زیرزمینی این منطقه می‌باشند. شکستگی فراوان موجود در سازند آسماری همراه با واحدهای آهک مارنی به ویژه میان لایه‌های مارنی سبب ورود رسوبات دانه‌ریز به داخل چاه‌های آب می‌گردد و در نتیجه ایجاد کدورت می‌کند. عدم خروج مغزه حفاری در اغلب این چاه‌ها (به ویژه چاه‌های ۱، ۲ و ۳) تأیید کننده موارد ذکر شده است. همچنین نتایج بدست آمده از آنالیز رسوبات ته‌نشین شده از نمونه‌های آب با استفاده از روش XRD بیانگر این است که جنس این رسوبات اغلب کربنات کلسیم و رس می‌باشد که این مطلب تأیید کننده لیتولوژی مارنی و آهک مارنی برای آبخوان محدوده چاه‌ها است. به طور کلی یک پمپاژ مداوم و منظم در یک زمان طولانی ممکن است به کاهش کدورت آب کمک کند.

کلید واژه‌ها: کدورت، آب زیرزمینی، چاه آب، تاقدیس پشت‌مله، منصورآباد

مقالات مستخرج از این پایان نامه:

۱. کدورت (توربیدیتی) در آبهای زیرزمینی، کنفرانس بین‌المللی یافته‌های نوین در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست، انجمن توسعه و ترویج علوم و فنون بنیادین، تهران ۲۵ اسفند ماه ۱۳۹۳
۲. بررسی هیدروشیمیائی منابع آب زیرزمینی در تاقدیس پشت مله: شیراز، کنفرانس جهانی رویکردهای نوین در کشاورزی و محیط‌زیست در راستای توسعه پایدار و تولید ایمن، مرکز همایش‌های بین‌المللی دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ۸ بهمن ۱۳۹۴
۳. تأثیر زمین‌شناسی منطقه بر توربیدیتی چاه‌های آب شرب، کنفرانس جهانی رویکردهای نوین در کشاورزی و محیط‌زیست در راستای توسعه پایدار و تولید ایمن، مرکز همایش‌های بین‌المللی دانشگاه علوم پزشکی شیراز، شیراز، ۸ بهمن ۱۳۹۴

فهرست مطالب

فصل اول: مقدمه.....	۱
۱-۱- بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق.....	۱
۲-۱- منطقه مورد مطالعه.....	۲
۳-۱- آب و هوای منطقه.....	۳
۴-۱- زمین‌شناسی عمومی منطقه.....	۵
۱-۴-۱- چینه‌شناسی منطقه.....	۵
۲-۴-۱- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه.....	۹
۵-۱- هیدرولوژی منطقه.....	۱۴
۶-۱- هیدروژئولوژی منطقه.....	۱۴
فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده درباره کدورت در آبهای زیرزمینی.....	۱۷
۱-۲- کلوئیدها.....	۱۸
۱-۱-۲- شیمی ذرات کلوئیدی رس.....	۱۹
۲-۱-۲- نقش کلوئیدها در آبهای زیرزمینی.....	۲۱
۳-۱-۲- عوامل مؤثر بر حرکت کلوئیدها در آبهای زیرزمینی.....	۲۱
۲-۲- کدورت.....	۲۱
۱-۲-۲- تفاوت بین کدورت و مواد معلق.....	۲۳
۲-۲-۲- تأثیر زمین‌شناسی منطقه بر کدورت.....	۲۳
۳-۲-۲- ماسه‌دهی چاهها.....	۲۳
۴-۲-۲- سرعت بحرانی و افزایش ورود ماسه.....	۲۶

۲۶	۵-۲-۲- خوردگی شیمیایی
۲۶	۳-۲- نمونه برداری و آنالیزهای کدورت
۲۷	۴-۲- تأثیرات کدورت
۲۷	۱-۴-۲- تأثیر کدورت بر تجهیزات
۲۸	۲-۴-۲- تأثیر کدورت بر سلامت
۲۹	۵-۲- حفاظت بهداشتی
۳۰	۱-۵-۲- فرایند فیلتراسیون
۳۰	۲-۵-۲- لوله جدار چاه
۳۱	۳-۵-۲- صافی شنی
۳۱	۴-۵-۲- لوله‌های مشبک یا اسکرین
۳۳	۶-۲- توسعه چاه
۳۳	۱-۶-۲- احیای چاه
۳۴	۲-۶-۲- توسعه به کمک پمپاژ بیش از ظرفیت و بازشویی چاه
۳۴	۳-۶-۲- ضربه به آب چاه یا پیستون زنی
۳۴	۴-۶-۲- توسعه چاه توسط مواد شیمیایی
۳۵	۵-۶-۲- توسعه به روش شستشوی چاه
۳۵	۷-۲- روش‌های حذف کدورت
۳۶	۱-۷-۲- لخته‌سازی و انعقاد
۳۶	۲-۷-۲- هیدروسیکلون
۳۷	۳-۷-۲- ازن درمانی

۳۷	۴-۷-۲- فیلتر شنی
۳۸	۵-۷-۲- اسمز معکوس
۳۸	۸-۲- مطالعات پیشین
۴۱	فصل سوم: روش انجام کار
۴۱	۱-۳- جمع‌آوری آمار و اطلاعات منطقه مورد مطالعه
۴۲	۲-۳- مطالعات زمین‌شناسی ساختاری و تهیه نقشه پایه منطقه مورد مطالعه
۴۲	۱-۲-۳- ارزیابی نوع سنگ‌شناسی در منطقه
۴۳	۲-۲-۳- رسم لاگ‌های حفاری و نیم‌رخ زمین‌شناسی منطقه
۴۳	۳-۳- بازدیدهای صحرایی و نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها
۴۶	۴-۳- آزمون میکروبیولوژی و نحوه نمونه‌برداری از آب چاه‌ها به منظور آزمون میکروبیولوژی
۴۷	۱-۴-۳- اندازه‌گیری خصوصیات بیولوژیکی آب در آزمایشگاه
۴۸	۲-۴-۳- روش انجام آزمایش
۵۰	۵-۳- اندازه‌گیری غلظت یون‌های اصلی فلزات سنگین در آزمایشگاه
۵۱	۶-۳- تهیه نقشه هم‌پتانسیل سطح آب زیرزمینی در دشت شیراز
۵۳	فصل چهارم: بررسی علل کدورت آب در چاه‌های آب منصورآباد شیراز
۵۴	۱-۴- مختصری درباره موقعیت چاه‌های منصورآباد
۵۴	۱-۱-۴- لاگ‌های حفاری چاه‌های منطقه منصورآباد
۵۶	۲-۱-۴- ارزیابی ساختمان چاه و روش حفاری
۵۷	۳-۱-۴- نیم‌رخ توپوگرافی منطقه
۵۸	۴-۱-۴- نیم‌رخ زمین‌شناسی منطقه

۵۹	۲-۴- ارزیابی کدورت در چاه‌های منطقه منصورآباد
۶۰	۱-۲-۴- بررسی تغییرات زمانی کدورت در چاه‌های مورد مطالعه
۶۴	۲-۲-۴- ارزیابی مقدار مواد جامد معلق در چاه‌های مورد مطالعه
۶۵	۳-۲-۴- رابطه مواد جامد معلق با کدورت
۶۵	۴-۲-۴- ارزیابی رنگ آب و رابطه آن با کدورت
۶۸	۵-۲-۴- ارزیابی نتایج حاصل از آزمایش میکروبیولوژی
۶۸	۶-۲-۴- رابطه کدورت با آزمون بیولوژیکی
۶۹	۷-۲-۴- بررسی نوع مواد معلق در آب چاه‌ها
۷۲	۸-۲-۴- ارزیابی تأثیر جهت جریان آب زیرزمینی در محدوده چاه‌های مورد مطالعه
۷۵	۳-۴- بررسی عوامل مؤثر بر کدورت آب در چاه‌های منطقه مورد مطالعه
۷۹	۴-۴- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های آب
۷۹	۱-۴-۴- ارزیابی غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی در آب چاه‌ها
۷۹	۲-۴-۴- ارزیابی شاخص‌های اشباع کانی‌های مهم در نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه
۸۰	۳-۴-۴- ارزیابی تیپ آب در نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه
۸۶	۴-۴-۴- ارزیابی زون‌های غالب آنیونی و کاتیونی در چاه‌های مورد مطالعه
۸۶	۵-۴-۴- ارزیابی غلظت یون‌های اصلی در نمودار شولر
۸۸	۶-۵-۴- بررسی سختی و مواد جامد محلول در آب چاه‌ها
۹۰	۵-۴-۵- ارزیابی غلظت عناصر سنگین و کمیاب
۹۳	فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها
۹۳	۱-۵- ارزیابی عوامل ایجاد کدورت در چاه‌های منصورآباد

۹۴ ۲-۵- ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در چاه‌های آب منصورآباد

۹۵ ۳-۵- پیشنهادها

فهرست شکل‌ها

- شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه‌های دسترسی به منطقه مورد مطالعه ۲
- شکل ۱-۲- نمودار امپروترمیک منطقه بر اساس دوره آماری ۱۰ ساله ۳
- شکل ۱-۳- نقشه زمین‌شناسی و موقعیت چاه‌های منصورآباد شیراز ۶
- شکل ۱-۴- نقشه جریان‌های ورودی به دریاچه مهارلو ۱۵
- شکل ۱-۲- جاذبه و دافعه بین ذرات کلوئیدی رس ۲۰
- شکل ۲-۲- انواع مشکلات صافی شنی ۲۵
- شکل ۲-۳- عدم شناسایی لایه‌های ماسه ریز و سیلت در دوره اکتشاف و حفاری ۲۵
- شکل ۲-۴- ذرات کلوئیدی و نقش آنها در تأمین غذا و پناهگاه برای پاتوژن‌ها ۲۹
- شکل ۲-۵- فرایند فیلتراسیون در محیط‌های متخلخل ۳۰
- شکل ۲-۶- نحوه انعقاد ذرات کلوئیدی ۳۶
- شکل ۳-۱- نمایی از چاه شماره ۳ منصورآباد ۴۳
- شکل ۳-۲- نمونه‌برداری مرحله اول از چاه شماره ۱ منصورآباد ۴۵
- شکل ۳-۳- نمایی از نمونه‌برداری مرحله دوم از چاه شماره ۲ منصورآباد ۴۵
- شکل ۳-۴- آماده‌سازی رسوبات حاصل از ته‌نشست آب چاه‌ها ۴۶
- شکل ۳-۵- نحوه نمونه‌برداری آزمون بیولوژیک ۴۷
- شکل ۳-۶- نمودار مراحل انجام آزمایش MPN ۵۰
- شکل ۴-۱- لاگ‌های سنگ‌شناسی چاه‌های منصورآباد ۵۶
- شکل ۴-۲- نیمرخ توپوگرافی منطقه مورد مطالعه ۵۸
- شکل ۴-۳- نیمرخ زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه ۵۹

- شکل ۴-۴- نمودار میانگین کدورت در نمونه‌برداری‌های قدیم و جدید ۵۹
- شکل ۴-۵- مقدار کدورت از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ چاه شماره ۱ ۶۲
- شکل ۴-۶- مقدار کدورت از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ چاه شماره ۲ ۶۳
- شکل ۴-۷- مقدار کدورت از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ چاه شماره ۳ ۶۳
- شکل ۴-۸- مقدار کدورت از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ چاه شماره ۴ ۶۳
- شکل ۴-۹- نمودار میانگین مواد جامد معلق در نمونه‌های آب چاه‌های منصورآباد ۶۴
- شکل ۴-۱۰- رابطه کدورت با مواد جامد معلق در نمونه‌های آب چاه‌های منصورآباد ۶۵
- شکل ۴-۱۱- کیفیت رنگ آب چاه شماره ۲ ۶۶
- شکل ۴-۱۲- کیفیت رنگ آب چاه شماره ۱ ۶۷
- شکل ۴-۱۳- کیفیت رنگ آب چاه شماره ۴ ۶۷
- شکل ۴-۱۴- پرتوهای پراشیده حاصل از تابش اشعه ایکس بر روی رسوب چاه‌های منصورآباد ۷۱
- شکل ۴-۱۷- نقشه هم‌پتانسیل شمال دشت شیراز در اسفند سال ۱۳۹۲ ۷۴
- شکل ۴-۱۸- رسوب‌های مارنی در کنار چاه شماره ۲ ۷۶
- شکل ۴-۱۹- لایه‌های مارنی نازک لایه و سست در لایه لای آهک در مجاورت چاه‌ها ۷۷
- شکل ۴-۲۰- شیب توپوگرافی و شیب و جهت شیب لایه‌بندی در منطقه منصورآباد شیراز ۷۷
- شکل ۴-۲۱- جهت لایه‌بندی‌های موجود در منطقه ۷۸
- شکل ۴-۲۲- رسوبات بدست آمده از نمونه‌های آب منطقه ۷۸
- شکل ۴-۲۴- نمودار استیف برای نمونه‌های چاه‌های آب شرب منصورآباد ۸۱
- شکل ۴-۲۵- نمودار پایپر نمونه‌های چاه‌های منصورآباد ۸۷
- شکل ۴-۲۶- نمودار شولر نمونه‌های چاه‌های منصورآباد ۸۸

شکل ۴-۲۷- نمودار میانگین TDS در نمونه‌برداری‌های قدیم و جدید ۸۹

شکل ۴-۲۸- نمودار میانگین TH در نمونه‌برداری‌های قدیم و جدید ۹۰

فهرست جدول‌ها

- جدول ۱-۱- میانگین درجه حرارت و بارندگی ماهیانه در یک دوره آماری ۱۰ ساله ۴
- جدول ۲-۱- طبقه‌بندی دما رتن ۴
- جدول ۱-۲- ذرات موجود در آب ۱۹
- جدول ۱-۳- جدول MPN پنج لوله‌ای ۵۰
- جدول ۱-۴- مختصات قرارگیری و اطلاعات مربوط به چاه‌ها ۵۷
- جدول ۲-۴- نتایج نمونه‌برداری کدورت در چاه شماره ۱ منصورآباد ۶۰
- جدول ۳-۴- نتایج نمونه‌برداری کدورت در چاه شماره ۲ منصورآباد ۶۱
- جدول ۴-۴- نتایج نمونه‌برداری کدورت در چاه شماره ۳ منصورآباد ۶۱
- جدول ۵-۴- نتایج نمونه‌برداری کدورت در چاه شماره ۴ منصورآباد ۶۲
- جدول ۶-۴- رنگ چاه‌ها ۶۶
- جدول ۷-۴- نتایج آزمون میکروبیولوژی چاه‌های منصورآباد ۶۹
- جدول ۸-۴- مختصات و ارتفاع آب برخی پیزومترهای دشت شیراز ۷۳
- جدول ۹-۴- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده چاه شماره (۱) آب شرب منصورآباد ۸۲
- جدول ۱۰-۴- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده چاه شماره (۲) آب شرب منصورآباد ۸۲
- جدول ۱۱-۴- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده چاه شماره (۳) آب شرب منصورآباد ۸۴
- جدول ۱۲-۴- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده چاه شماره (۴) آب شرب منصورآباد ۸۵
- جدول ۱۳-۴- کلاس‌های آب بر اساس سختی ۹۰
- جدول ۱۴-۴- مقادیر عناصر سنگین در چاه‌های منصورآباد شیراز ۹۱

فصل اول: مقدمه

۱-۱- بیان مسئله و هدف از انجام تحقیق

امروزه آب سالم به عنوان یکی از نیازهای اساسی بشر و توسعه شهرها می‌باشد. تقاضای آب‌های زیرزمینی، با توجه به گسترش شهرها و روستاها، افزایش جمعیت، توسعه صنعت و کشاورزی، آلوده شدن آب‌های زیرزمینی و سطحی هر ساله نسبت به سال‌های پیشین روند افزایشی پیدا کرده است. منابع آبی کارست به عنوان یکی از سالم‌ترین و بهترین منبع شرب در دنیا محسوب می‌شود. همچنین وزارت نیرو مصوب کرده است که بهره‌برداری‌های جدید از منابع آب کارست فقط برای مصارف شرب اختصاص داده شود.

سنگ‌های کربناته، مساحتی بیش از ۱۰ درصد سطح کره زمین را می‌پوشانند. بیش از ۱۱ درصد سطح ایران را سازه‌های کارستی می‌پوشانند. به خاطر تخلخل اولیه و توسعه و تخلخل ثانویه (کارستی شدن) و توانایی ذخیره‌سازی بسیار خوب، کارست‌ها را می‌توان به عنوان آبخوان در نظر گرفت. با توجه به کیفیت بسیار مناسب آب در این سنگ‌ها و نیاز به آب‌های با کیفیت مناسب جهت مصارف انسانی، بعد از رسوبات آبرفتی این سنگ‌ها به عنوان بزرگ‌ترین منبع تأمین‌کننده آب شرب محسوب می‌شوند (Bakalowicz 2005).

در منطقه باباکوهی یا تاقدیس پشت مله، در نزدیکی منصورآباد، وضعیت آهکی تاقدیس موقعیت مناسبی برای حفر چاه را بوجود آورده است. در این منطقه توسط اداره آب و فاضلاب شیراز ۵ چاه عمیق با عمق متوسط ۲۶۸ متر حفر شده است که از این ۵ چاه تنها یک چاه در مدار و قابل استفاده می‌باشد. یکی از چاه‌ها به تازگی حفر شده و سه چاه دارای مشکل کدورت بالا در هنگام پمپاژ می‌باشند. مطالعه حاضر به بررسی علل ایجاد کدورت و راه‌های پیشنهادی برای برطرف کردن این مسئله می‌پردازد.

۲-۱- منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه از لحاظ موقعیت جغرافیایی، قسمتی از زاگرس چین خورده گسلی واقع در استان فارس و شمال شهر شیراز می باشد. شکل (۱-۱) موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه مورد نظر را نشان می دهد. که از لحاظ مختصات جغرافیایی بین طول های جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۵ دقیقه و ۵۲ درجه و ۴۱ دقیقه شرقی و عرض های جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۴ دقیقه و ۲۹ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی واقع شده است.

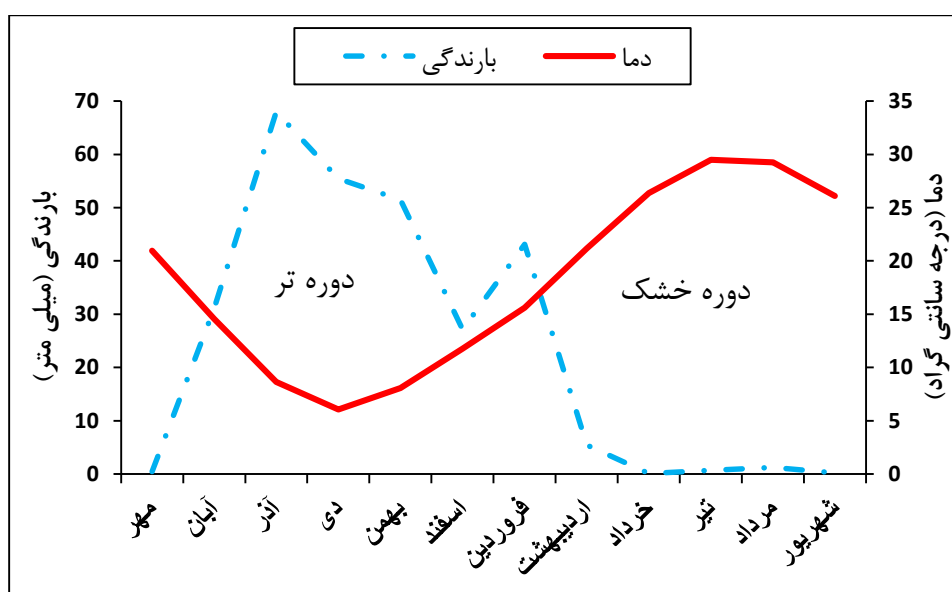


شکل ۱-۱- موقعیت جغرافیایی و راه های دسترسی به منطقه مورد مطالعه

۱-۳- آب و هوای منطقه

دمای شیراز در زمستان‌ها نسبتاً معتدل و معمولاً حداقل تا ۳- درجه سانتی‌گراد و در تابستان‌ها نسبتاً گرم و حداکثر تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. میانگین دمای سالانه حدود ۱۷/۶ درجه سانتی‌گراد است. جدول (۱-۱) متوسط ماهانه درجه حرارت را نشان می‌دهد.

به دلیل محصور بودن شیراز در میان ارتفاعات اطراف و نیز وجود دریاچه مهارلو رطوبت نسبی آن نسبت به مناطق مجاور بیشتر است به طوری که از ۵۰ درصد در زمستان تا ۴۵ درصد در تابستان متغیر است. جهت بادهای غالب شیراز اکثراً از جنوب و جنوب غربی به طرف شرق و شمال شرقی است. میانگین سرعت باد در ماه‌های فروردین و اردیبهشت به حداکثر خود می‌رسد. جدول (۱-۱) میانگین ماهیانه بارندگی و درجه حرارت را در ایستگاه شیراز در یک دوره آماری ۱۰ ساله (دوره آماری ۱۳۸۴-۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳-۱۳۹۲) نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌شود، ماه‌های آذر، دی و بهمن بیشترین مقدار بارندگی و ماه‌های خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر کمترین مقدار بارندگی را نشان می‌دهند. هم‌چنین ملاحظه می‌شود که گرمترین ماه سال تیر و سردترین ماه سال دی می‌باشد. با استفاده از داده‌های بارندگی و درجه حرارت سالانه و بکارگیری روش دمارتن اقلیم منطقه برآورد شده است. به این ترتیب ضریب خشکی در این روش برابر با ۱۰/۰۹ می‌باشد، که طبق طبقه‌بندی دمارتن جدول (۱-۲)، اقلیم منطقه از نوع نیمه خشک برآورد شد. شکل (۱-۲) نمودار امپروترمیک بر اساس دوره آماری ۱۰ ساله منطقه را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲- نمودار امپروترمیک منطقه بر اساس دوره آماری ۱۰ ساله

جدول ۱-۱- میانگین درجه حرارت و بارندگی ماهیانه در یک دوره آماری ۱۰ ساله (ایستگاه شیراز)

زمان (ماه)	بارندگی (mm)	دما (C°)
مهر	۰/۴۷	۲۰/۹۵
آبان	۳۱/۰۷	۱۴/۵۵
آذر	۶۷/۹۷	۸/۶۴
دی	۵۵/۴۶	۶/۰۴
بهمن	۵۱/۴۷	۸/۰۸
اسفند	۲۷/۱۱	۱۱/۷۵
فروردین	۴۳/۱۰	۱۵/۶
اردیبهشت	۵/۴۵	۲۱/۱۸
خرداد	۰/۰۸	۲۶/۳۶
تیر	۰/۶۸	۲۹/۴۸
مرداد	۱/۲۳	۲۹/۲۶
شهریور	۰/۲۴	۲۶/۰۹
سالانه	۲۸۴/۳۴	۱۸/۱۷

جدول ۲-۱- طبقه‌بندی دمارتن (De Martonne 1926)

نوع اقلیم	محدوده شاخص خشکی (I)
خشک	کوچکتر از ۱۰
نیمه خشک	۱۰ تا ۱۹/۹
مدیترانه‌ای	۲۳/۹ تا ۱۹/۹
نیمه مرطوب	۲۷/۹ تا ۲۴
مرطوب	۳۴/۹ تا ۲۸
بسیار مرطوب	بزرگتر از ۳۵

۱-۴- زمین‌شناسی عمومی منطقه

تاق‌دیس باباکوهی (پشت مله) با روند عمومی شمال غرب و جنوب شرق و طول بیش از ۲۰ کیلومتر به طور عمده از آهک‌های آسماری جهرم با سن الیگوسن میوسن تشکیل شده است. این تاق‌دیس نزدیک‌ترین کوه به شهر شیراز می‌باشد و اهمیت زیادی در مسائل مهندسی، آب‌های زیرزمینی و شهرسازی شهر شیراز دارد. پلانژ شمال غربی این تاق‌دیس در حوالی منصورآباد و پلانژ جنوب شرقی آن بعد از شهرک سعدی می‌باشد، که به دلیل فرسایش شدید نمی‌توان محل دقیق آن را تعیین نمود. شکل (۱-۳) نقشه زمین‌شناسی منطقه منصورآباد و موقعیت چاه‌ها را نشان می‌دهد.

دشت شیراز توسط تاق‌دیس‌ها و ناودیس‌ها در شمال و شمال غرب و جنوب و جنوب شرق با روند شمال غرب - جنوب شرق منطبق بر روند زاگرس احاطه شده است. از نظر جغرافیایی واحد کوهستانی تاق‌دیس باباکوهی در شمال شرق واقع شده است.

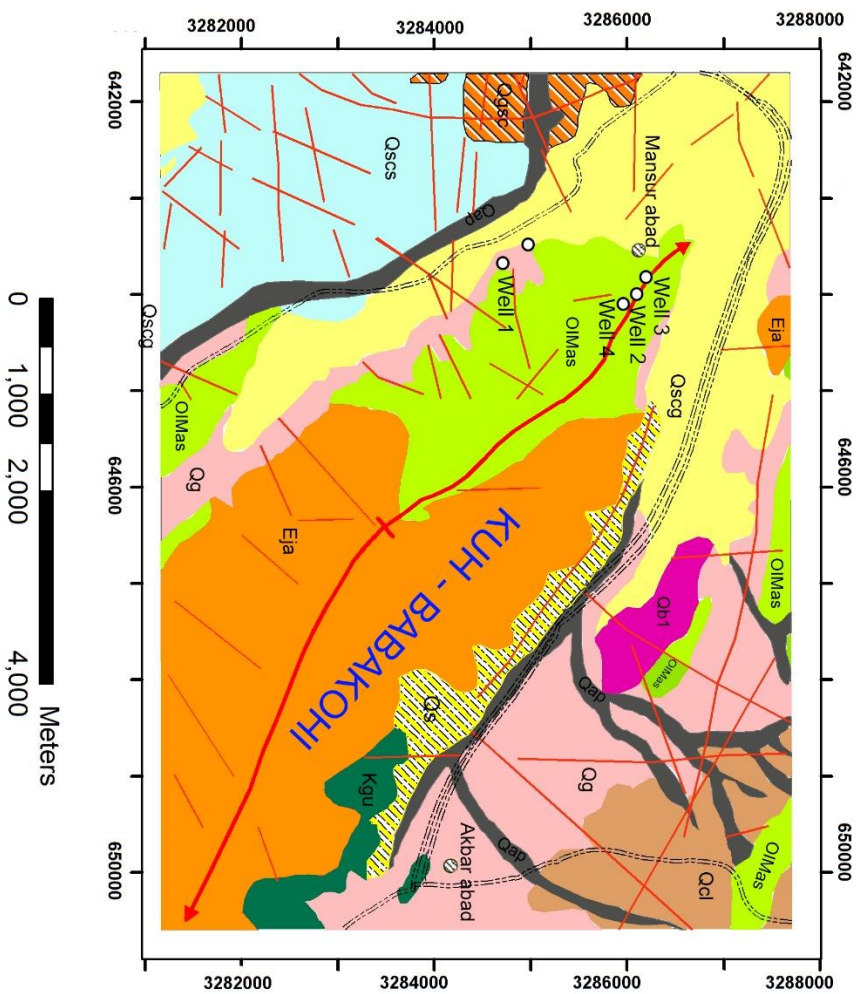
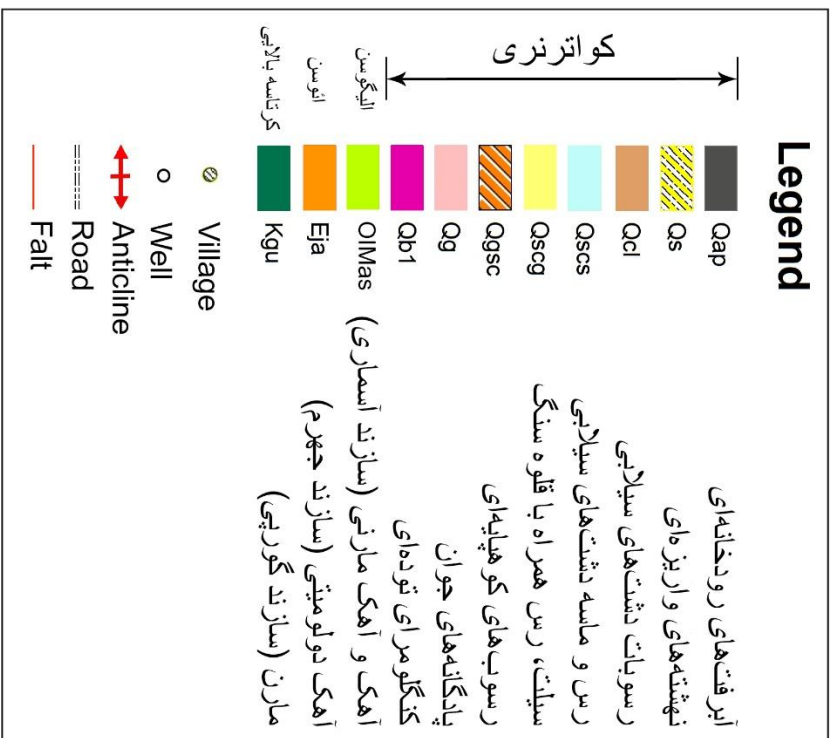
این واحد ژئومورفولوژیکی شامل سنگ‌های کربناته (سازندهای آسماری - جهرم) و تا حدودی کنگلومراهای سخت شده توده‌ای (سازند بختیاری) می‌باشد. از دیگر ویژگی‌های این واحد ژئومورفولوژیکی وجود سیماهای کارستی است که به دلیل اثر آب‌های دارای گاز CO₂ روی سنگ‌های آهکی و آهک دولومیتی بوجود آمده است و بیشتر در سازند آسماری این منطقه دیده می‌شود.

۱-۴-۱- چینه‌شناسی منطقه

واحدهای سنگی در منطقه مورد مطالعه از کرتاسه تا عهد حاضر رخنمون داشته که چینه‌شناسی منطقه به ترتیب از قدیم به جدید به طور مختصر توضیح داده می‌شود.

الف- سازند گورپی

سازندهای پابده و گورپی از مارن، آهک و شیل تشکیل شده و متعلق به دوره‌های کرتاسه بالایی تا پالئوسن می‌باشند و دوران دوم و سوم زمین‌شناسی را تفکیک می‌نمایند. برش الگوی سازند گورپی در تنگ پابده در شمال مسجد سلیمان (میدان نفتی لالی) ۳۲۰ متر ضخامت دارد. در بیشتر نواحی



شکل ۱-۳- نقشه زمین‌شناسی و موقعیت چاه‌های منصور آباد شیراز

زاگرس، سازند گورپی شامل مارن و شیل‌های خاکستری مایل به آبی است که میان لایه‌هایی از سنگ آهک‌های نازک رسی دارد و به دلیل فرسایش پذیر بودن، سیمای آن شسته شده است. در فارس داخلی، رخساره‌ی آهکی سازند تابور، به طور بین‌انگشتی جانشین سازند گورپی می‌شود. اگرچه مرز زیرین گورپی با سازند ایلام تدریجی است، ولی سطح هوازده در این مرز می‌تواند نشانگر دگرشیبی ضعیف باشد. در نقاطی که سازند ایلام وجود ندارد، گورپی روی سَرَوَک قرار گرفته است. مرز بالایی سازند گورپی با سازندهای مختلف است (آقناباتی ۱۳۸۵).

ب- سازند کربناته جهرم

ردیف سنگ‌شناسی این سازند از بخش‌های قدیمی به سوی بخش‌های جوان به شرح زیر است:

(A) ضخامتی حدود ۴۰ متر از سنگ آهک متوسط لایه متبلور، سخت و با رنگ خاکستری متمایل به قهوه‌ای.

(B) ضخامتی حدود ۲۴۰ متر از لایه‌های متوسط تا سبتر سنگ آهک و آهک دولومیتی سخت و متراکم با رنگ فرسایشی سفید و خاکستری رنگ کرم تا خاکستری همراه با میان‌لایه‌هایی از سنگ آهک مارنی و مارن به رنگ خاکستری متمایل به زرد.

(C) ضخامتی حدود ۲۵۰ متر از لایه‌های بسیار ضخیم سنگ آهک تا آهک دولومیتی سخت و همچنین لایه ضخیم از ترکیبات انیدریتی که به رنگ خاکستری تیره به نمایش گذاشته شده است. بخش فوقانی این توالی با آثاری از ترکیبات آهن‌دار همراه می‌باشد.

لایه‌ای افقی زرد و قهوه‌ای رنگ از ترکیبات آهن‌دار نیز در بخش بالایی توالی موجود است که اشاره به وجود ناهمسازی فرسایشی در رأس این سازند می‌نماید. تغییر در رخساره آهکی سازند آسماری به مارن‌های بخش قاعده‌ای سازند رازک، باعث می‌گردد تا مرز فوقانی سازند جهرم در همبری با دو سازند یاد شده باشد.

ج- سازند آهکی آسماری

ردیف سنگی سازند آسماری در گستره پوششی منطقه شیراز گسترش محدودی را دارا است. سازند آسماری با گذری ناهم‌ساز سازند جهرم را می‌پوشاند. از دیدگاه ویژگی سنگ‌شناسی این سازند در برگزیده لایه‌های متوسط تا ضخیم سنگ آهک خاکستری روشن تا سفید و میان لایه‌های آهک مارنی همراه با ترکیبات آهن‌دار به رنگ خاکستری و زرد و با تراکمی قابل توجه از سنگواره است. در منطقه مورد مطالعه تفکیک سازندهای آسماری و جهرم مشکل بوده و بنابراین به صورت تک سازند واحد آسماری - جهرم مورد بررسی قرار گرفته‌اند. این سازند شامل لایه‌های نازک آهک با فرسایش کم تناوبی از آهک مارنی خاکستری در بخش فوقانی و آهک فسیل‌دار با لایه‌بندی متوسط، متناوب با آهک مارنی در بخش تحتانی می‌باشد.

از نظر هیدروژئولوژیکی به دلیل وجود شبکه وسیع درز و شکاف توسعه یافته، این سازند به عنوان یک منبع بسیار غنی آب محسوب می‌گردد. این سازند تقریباً در تمام ارتفاعات مجاور مانند کوه‌های کفترک، باباکوهی، دراک و سبزپوشان رخنمون دارد. سن این سازند الیگوسن - میوسن می‌باشد (خسروتهرانی ۱۳۷۷).

د- نهشته‌های کواترنری

Qb1: رسوبات کنگلومرایی سخت و متراکم با ظاهری تپه‌ای و لایه‌بندی نامشخص که با دگرشیبی آشکار واحدهای قدیمی‌تر را می‌پوشاند. این رسوبات دربرگیرنده قطعاتی با گردشگی خوب و با اندازه‌های گوناگون است. از دیدگاه سنگ‌شناسی، این واحد شامل قطعاتی از سازند جهرم، آسماری و رازک بوده که با سیمان آهکی سخت و متراکم گردیده‌اند.

Qc1: این رسوبات نتیجه‌ای از نهشته‌های دشت سیلابی بوده که در برگزیده تناوبی از چینه‌های رسی ضخیم لایه همراه با چینه‌ها و لامینه‌های چلیپایی، مورب و لنزی کنگلومرایی و ماسه سنگی متوسط تا نازک لایه است که به سمت بالا بر ضخامت کنگلومرها افزوده می‌شود.

Qg: این رسوبات پوشش آبرفتی پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌های جوان را در گستره نقشه شامل می‌گردد. اجزای این نهشته‌ها شامل قطعات درشت (قلوه و خرده سنگ) تا ریز (در حد ماسه، سیلت و رس) با گردش‌دگی متوسط و تحکیم یافتگی ضعیف می‌باشد.

Qs: این رسوبات شامل قطعاتی از سنگ‌های تخریبی و واریزه‌ای با ابعاد گوناگون است که بخش‌های پرشیب دامنه‌ای را پوشش می‌دهد.

Qscg: شامل رسوب‌های دانه‌ریز از قبیل سیلت، رس و ماسه همراه با خرده‌سنگ و با تحکیم یافتگی ضعیف این نهشته‌های جوان در حاشیه دشت‌ها دیده می‌شود.

Qgsc: نهشته‌های کوهپایه‌ای تحکیم نیافته که اجزای آن از خرده سنگ به همراه رسوبات دانه ریز در حد سیلت، رس و ماسه می‌باشد.

Qscs: نهشته‌های دشت‌های سیلابی شامل سیلت، رس و ماسه همراه با ترکیبات نمک می‌باشد.

Qap: نهشته‌های محیط دشت‌های سیلابی، بستر رودخانه و بستر آبراهه‌ها که بیشتر شامل رسوبات ماسه‌ای، شنی و قلوه سنگی است. این چنین رسوبات، امروزه نیز در محیط‌های گفته شده در حال تشکیل است.

۱-۴-۲- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

دشت شیراز در برگیرنده گستره‌ای از پهنه‌ی چین خورده رانده زاگرس می‌باشد. از دیدگاه ساختاری، این منطقه دارای ویژگی‌هایی مشترک از دو زون زمین ساختی زاگرس مرتفع و زون چین خورده ساده است. شبکه گسیختگی‌های اصلی منطقه شامل دسته‌ای از گسل‌های طولی با ساز و کار راندگی همراه با آثاری از حرکت‌های راست‌گرد (از دیدگاه جابجایی افقی) است. در جنوب غرب منطقه مورد مطالعه می‌توان گسل راست‌گرد سبزپوشان را مشاهده نمود که با امتداد شمال غرب - جنوب شرق تا شمال غرب شیراز ادامه می‌یابد (فرهودی و همکاران ۱۳۸۵).

بررسی عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای نشان می‌دهد که روند تاقدیس باباکوهی در طول محور آن اغلب متفاوت است. در شمال شرقی تاقدیس باباکوهی، تاقدیس برگشته بمو قرار دارد، برگشتگی

این تاقدیس حاصل گسل راستگرد با امتداد شمال شرق - جنوب غرب می‌باشد که کوه صوفیا را به طرف جنوب جابجا کرده و در نتیجه این حرکت کوه بمو برگشته است. خود تاقدیس باباکوهی نیز توسط گسل‌های متعدد عرضی به بخش‌هایی تقسیم شده است که اکثر این گسل‌ها مؤلفه حرکتی راستا لغز دارند و راستای NE - SW را نشان می‌دهند.

میانگین امتداد محور ساختمان‌های چین خورده و میانگین امتداد خطواره‌های بزرگ گسلی در منطقه پیرامون ۳۵ درجه شمال باختری می‌باشد. نبود تقارن در دو پهلوی چین خوردگی‌ها و همچنین آثار بیرون راندگی‌های جوان، از جمله ویژگی‌های ساختاری این پهنه است. طیف زمانی بروزدها که از ژوراسیک تا کواترنر را پوشش می‌دهند بیشتر شامل رسوبات آهکی با رخساره ژرف تا کم ژرفای دریایی بوده و این توالی رسوبی، در برگیرنده نبوده‌های چین‌های کوچک و بزرگی است که در قالب ناپیوستگی‌های هم شیب و گاه به گونه‌ای پیوسته‌نما ظاهر گشته‌اند. وضعیت قرار گیری رسوبات و رسوبگذاری در حوضه‌های منطقه یاد شده از ابتدای مزوزوئیک تا تورونین به طور کلی توسط ساختارهای تکتونیکی که جهت آنها شمال شرق-جنوب غرب بوده است کنترل می‌گردد. منطقه شیراز تحت تأثیر دو مؤلفه فشاری بزرگ اصلی و فرعی است، میدانی فشاری ناشی از تنش اصلی از سوی شمال شرقی به جنوب غربی است و تنش فشاری فرعی به طور پویا، از سوی شمال غربی به جنوب شرقی بر منطقه حاکم است (آقاباتی ۱۳۸۵).

شبکه گسیختگی‌های اصلی منطقه شامل دسته‌ای از گسل‌های طولی با ساز و کار راندگی همراه با آثاری از حرکت‌های راست‌گرد (از دیدگاه جابجایی افقی) است. از نظر هیدروژئولوژیکی منطقه به دلیل دارا بودن رسوبات مارنی چندان مناسب نبوده و سبب نامطلوب شدن کیفیت آب می‌گردد. خطواره‌ها در سراسر دنیا مشخص کننده مناطق ضعیف پوسته زمین هستند و اگر هیچ گونه جابجایی ساختاری در آنها مشاهده نشود، ممکن است سنگ‌ها کاملاً خرد شده و مستعد فرسایش باشند.

این منطقه در برگیرنده سیستمی از گسیختگی‌های بسیار جوان است. این گسیختگی‌ها، عمدتاً گسل‌های تحت واکنش بوده، جابجایی اساسی در گسل‌های اصلی به صورت جابجایی در فرو دیواره گسیختگی‌ها است و مولفه وزنی بلوک‌های زیر رانده و یا مؤلفه وزنی فرو دیواره راندگی‌ها در بروز این

گونه حرکت‌ها کارساز می‌باشد. از جمله گسل‌های اساسی در سیستم‌های گسیختگی منطقه، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

الف- گسل رانده بمو

گسیختگی بمو در گروه گسل‌های طولی و مورب لغزی است که مؤلفه اصلی جابجایی در آن راندگی می‌باشد. میانگین آزیموت شیب سطح گسل ۱۵ درجه بوده و با توجه به زاویه شیب این سطح (بیش از ۴۵ درجه) این گسیختگی در گروه گسل‌های پرشیب نیز قرار دارد. جنبش اساسی این گسیختگی با آخرین فاز کوهزایی در آلپ پایانی پیوسته است. دشت تکتونیکی داریان بر فرو دیواره این گسل واقع بوده و ویژگی‌های ظاهری این دشت و پهنه‌های پیرامون آن با ساز و کار گفته شده از گسیختگی بمو پیوسته است. گسل بمو به سوی پهنه‌های باختری خود به شاخه‌های متعددی تبدیل گشته که مجموعه راندگی بمو را در پی دارد. از دیگر انشعابات این گسل، گسیختگی سیاه و راندگی کته می‌باشد. قدیمی‌ترین آثار از فعالیت این گسل با اثر فازی معادل با لارامید در گستره همخوان می‌باشد.

ب- گسل بزین

این گسل در ورقه قلات و ۸ کیلومتر درازا دارد. آزیموت آن از ۱۲۰ تا ۱۴۰ درجه متغیر است، شمال آن به گسل خاوری قلات و جنوب آن به زون گسلی سبزپوشان برخورد می‌کند. ساز و کار این گسل ترکیبی از حرکت راندگی و حرکت راستا لغز راست بر می‌باشد.

ج- گسل رانده سعدی

ساز و کار اساسی در جابجایی این گسیختگی با بروز پدیده کوتاه شدگی همراه است. این گسل با توجه به انحراف‌های شدید در امتداد و تغییرات در آزیموت شیب سطح گسل به سه بخش قابل جدایش می‌باشد. آزیموت شیب سطح گسل در بخش باختری ۱۹۵ درجه بوده و در انتهای ترین بخش خود (به

سوی باختر) با انحراف ناگهانی به سوی دره سعدی همراه می‌گردد. در محل این انحراف ناگهانی، می‌توان به بیشترین آثار زیر راندگی‌ها و کوتاه شدگی را که با بروز چین خوردگی‌های شدید نیز همراه می‌باشد مشاهده نمود. بخش مرکزی این گسل، مرز جدا کننده دو تاقدیس از کوه قاضی و کوه کفترک است که دارای امتداد ۴۰ درجه شمالی باختر می‌باشد. با گذر از این بخش، گسل سعدی به طور کامل به سوی دشت شیراز و دریاچه تکتونیک می‌مهارلو منحرف گشته و در حاشیه این دریاچه، مسیر خود را به سوی خاور ادامه می‌دهد. آزیموت شیب سطح گسل در این بخش برابر ۳۰ درجه می‌باشد. گسل سعدی در گروه گسیختگی‌های طولی قرار داشته و ساز و کار جابجایی این گسل در بخش باختری آن سبب بروز زیر راندگی در ناودیس هم شیب از بخش جنوبی کوه بمو و کاهش تقارن در تاقدیس کوه آب مرغان و کفترک بوده و این در حالی است که ساز و کار جابجایی در بخش خاوری گسل در تکوین ویژگی‌های ریخت زمین ساخت دریاچه مهارلو کارساز می‌باشد.

د- زون گسلی گویم

این پهنه گسلی در ورقه قلات ۱۰ کیلومتر درازا و ۴ کیلومتر پهنا دارد. راستای آزیموتی آن ۱۲۰ درجه است. این پهنه محدود است بین گسل راندگی گویم که جهت آزیموت شیب آن ۲۱۰ درجه است و گسل خاوری آن که جهت شیب آن عکس گسل گویم است، آزیموت ۳۰ درجه دارد. اثر ساز و کار این دو گسل راندگی بوجود آمدن گود گویم شده است. سطح گسیختگی این زون گسلی نسبت به ساختارهای چین خورده پیرامون خود به شکل زون گسلی طولی است. ساز و کار این گسل‌ها آمیخته ای از حرکت راستا لغز و راندگی است.

ه- زون گسلی قلات

این زون یا پهنه گسلی در شمال خاوری و خاور کوه قلات قرار گرفته و شامل دو گسل تراستی است که در شمال کوه قلات به هم پیوسته و یکی می‌شوند. گسل باختری یا گسل اصلی قلات با درازای حدود ۲۶ کیلومتر و راستای آزیموت ۱۴۰ درجه، در یال شمال خاوری ناودیس قلات قرار گرفته است. این

گسل نسبت به محور ساختارهای چین خورده در گروه گسیختگی‌های طولی جای دارد و جهت شیب آن ۲۳۰ درجه آزیموت دارد. ساز و کار این گسل به گونه‌ای است که افت قائم آن در سطح لغزش بیش از حرکت و جدایش افقی آن است. این گسل باعث ایجاد ناودیس بلند قلات و ایجاد گسل‌های از نوع قاشقی (Listric) در قاعده خاوری کوه قلات شده است. این گسل باعث راندگی سازند کنگلومرایی بختیاری ۱ بر روی سازند آواری آغاچاری و سازند بختیاری ۲ شده است. گسل خاوری کوه قلات از جنوب آبدی قلات می‌گذرد و دارای آزیموت ۱۲۰ می‌باشد و ساز و کار این گسل را به صورت زیرراندگی است، به طوری که سازند کنگلومرایی بختیاری ۲ در زیر سازند گچساران رانده شده است. این گسل هم نسبت به محور ساختارهای چین خورده در گستره گسیختگی‌های طولی قرار دارد و افت قائم آن بسیار اندک است. جهت شیب آن حدود ۲۰۰ درجه به سوی جنوب باختری است.

و- گسل سبزپوشان

این گسیختگی بخش‌های باختری دشت شیراز را تحت تأثیر قرار می‌دهد. گسیختگی سبزپوشان ادامه شاخه جنوب خاوری گسل اردکان با نام‌های گسل گویم و گسل زرقان بوده که با تغییر روند گسل‌های یاد شده، با راستای شمالی - جنوبی با آزیموت ۳۵۰ درجه، گسیختگی سبزپوشان ایجاد شده است. گسیختگی سبزپوشان در گروه گسل‌های عرضی - برشی امتداد لغز راست بر است، که دماغه جنوب خاوری کوه دراک (باختر دشت شیراز)، به گونه‌ای عرضی ساختمان تاقدیسی کوه سبزپوشان، جایگاه سد کوار، به صورت عرضی - طولی تاقدیس موک را متأثر ساخته و در ادامه در بخش‌های جنوب خاوری، خارج از محدوده شیراز و حومه امتداد دارد.

این گسیختگی به صورت دسته گسل‌هایی، سبب انحراف محور و خمش دماغه کوه دراک با ساز و کار راست‌بر و تشدید فرایند فرونشینی سایزمیت کارخانه سیمان (باختر دشت شیراز) گردیده است، در ادامه انحراف محور ناودیس سلطان و سبب برش عرضی ساختمان تاقدیسی کوه سبزپوشان،

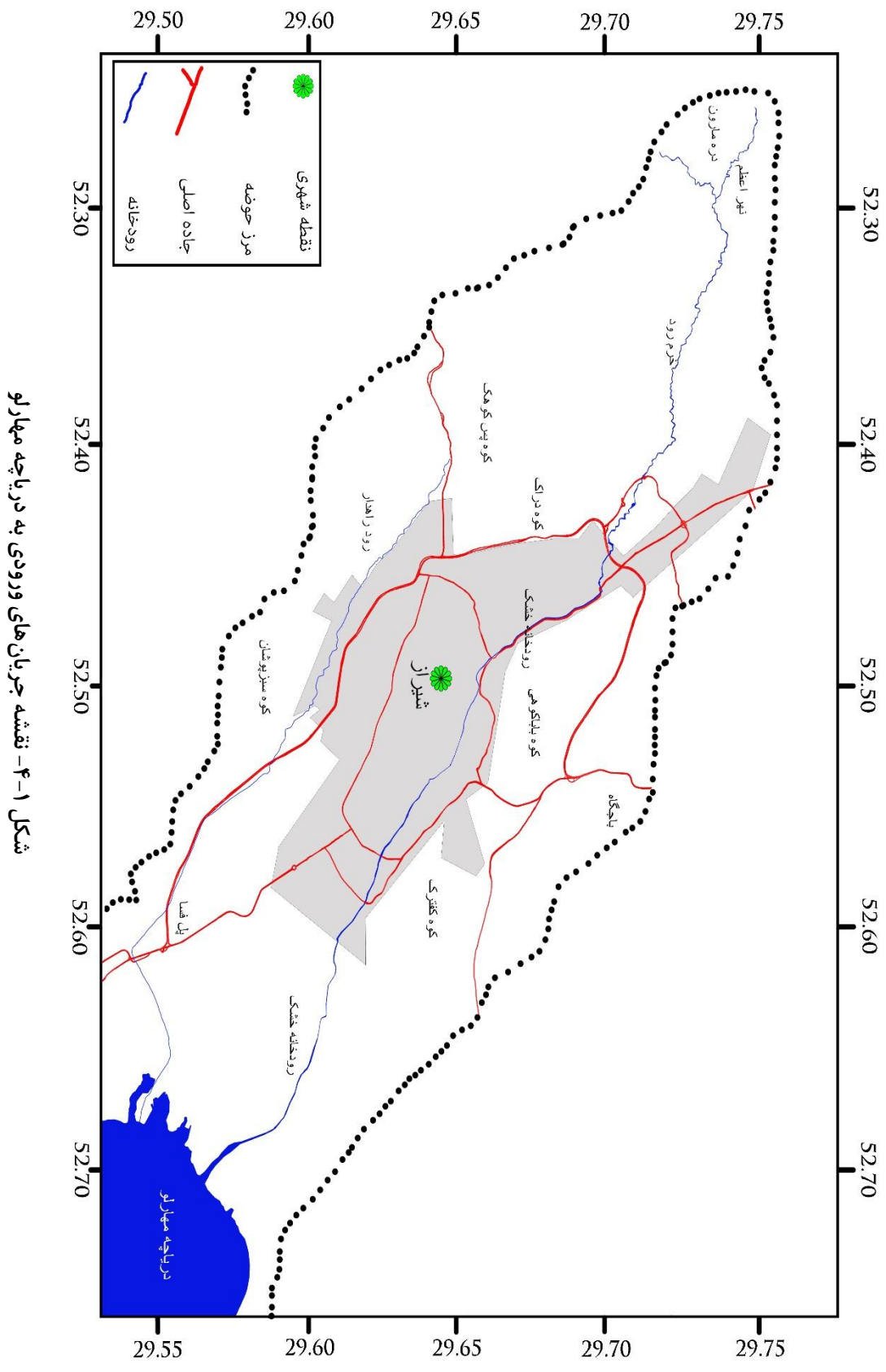
جابجایی افقی و بی‌هنجاری ساختاری در رخنمون‌های واحدهای آسماری- جهرم همراه با آثار اندکی از حرکات شیب لغز می‌باشد.

۵-۱- هیدروولوژی منطقه

در منطقه مورد مطالعه (دشت شیراز) هیچ‌گونه رودخانه دائمی وجود ندارد. مهم‌ترین رودخانه منطقه رودخانه خشک شیراز است که یک رودخانه فصلی می‌باشد. علاوه بر رودخانه خشک، تعدادی مسیل و آبراهه در منطقه وجود دارد که فصلی هستند و در مواقع بارش‌های شدید سیلابی می‌شوند. حوضه آبرگیر رودخانه خشک یک حوضه نسبتاً بزرگ می‌باشد که وسعت آن حدود ۹۷ کیلومتر مربع است. این حوضه آبرگیر از ارتفاعات منطقه قلات و گلستان شروع شده و به سمت جنوب شرق کشیده شده است. طول این رودخانه حدود ۵۰ کیلومتر می‌باشد. این رودخانه به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تأمین کننده آب دریاچه مهارلو به شمار می‌رود. شکل (۱-۴) نقشه جریان‌های ورودی به دریاچه مهارلو را نشان می‌دهد.

۶-۱- هیدروژئولوژی منطقه

مسیر جریان آب‌های سطحی و زیرزمینی دشت شیراز در راستای شمال غربی به جنوب شرقی می‌باشد. به دلیل خصوصیات زمین‌شناسی پایین‌ترین سطح آب‌های زیرزمینی در شمال و بالاترین سطح آب‌های سطحی و زیرزمینی در جنوب و جنوب شرقی این دشت متمرکز می‌باشد. مقدار هدایت الکتریکی از حدود ۵۰۰ میکروموس / سانتی‌متر در نزدیکی کوه قلات تا بیشتر ۵۰۰۰ میکروموس / سانتی‌متر در مجاورت دریاچه مهارلو تغییر می‌کند. تراز سطح آب در حوضه مورد مطالعه از حدود ۱۷۰۰ متر در شمال کوه باباکوهی تا ۱۴۶۰ متر در مجاورت ورودی دریاچه مهارلو تغییر می‌کند در فصل چهارم سطح و جهت جریان آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۱-۴- نقشه جریان‌های ورودی به دریاچه مهارلو

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده

درباره کدورت در آب‌های زیرزمینی

افزایش نیاز به آب، به واسطه رشد جمعیت، محدودیت و عدم دسترسی به منابع آب شرب ایمن و پایدار، افزایش احتمال کمبود آب و مشکلات ناشی از آن را سبب خواهد شد. برای مقابله با وقوع این رخداد و با علم بر اینکه بیشترین منابع آب شرب، چاه‌ها می‌باشند که غالباً بدون راهبرد خاصی رها شده‌اند، ضرورت نگهداری و بازسازی این منابع را نمایان خواهد کرد (مختارزاده‌آذر ۱۳۹۲). آب‌های زیرزمینی به دلیل ارتباط هیدرولیکی با دیگر منابع آبی همواره در معرض آلودگی یا روند تخریبی هستند. استفاده بیش از حد از منابع طبیعی و تولید فراوان محصولات زائد در جوامع مدرن، غالباً آب‌های زیرزمینی را مورد تهدید قرار داده و سبب آلودگی‌های زیادی می‌گردد (نوریان ۱۳۹۱).

آب‌های زیرزمینی کمتر از آب‌های سطحی تحت تأثیر آلودگی قرار می‌گیرند و عموماً دارای ظرفیت حفاظتی بیشتری در مقابل عناصر نامطلوب شیمیایی هستند. سلامت آب‌های زیرزمینی بیشتر از آب‌های سطحی است و حدود ۳۳٪ آب سالم کره زمین را آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهند (مختارزاده‌آذر ۱۳۹۲).

کدورت یک اصطلاح عمومی برای توصیف تیرگی آب می‌باشد؛ و یک پارامتر مهم در بسیاری از عملیات تولید، از جمله مواد غذایی و آشامیدنی و تصفیه آب می‌باشد (Hargreaves 1999). منابع آلاینده ممکن است در سطح یا زیر سطح زمین وجود داشته باشد. از آنجا که عمدتاً آب زیرزمینی پمپاژ شده از چاه‌ها به مصرف انسان می‌رسد، باید ملاحظه‌های بهداشتی مناسبی برای حفظ کیفیت آب در نظر گرفته شود. چاه آب یک حفره یا سوراخ معمولاً قائم است که در زمین برای بدست آوردن آب

زیرزمینی حفر می‌شود. چاه‌ها باید در مقابل آلودگی سطحی حفاظت و به صورت دوره‌ای تعمیر و نگهداری شوند (Todd and Mays 2005).

وقتی چاهی جدید حفر می‌شود طبیعی است که در پمپاژهای اولیه مقداری شن و ماسه و کدورت وجود داشته باشد. اما زمانی که صفحه مشبک برای چاهی نصب شد بعد از گذشت زمانی مشخص این کدورت‌زایی متوقف خواهد شد. اگر کدورت‌زایی همچنان باقی مانده باشد یک مشکل تلقی می‌گردد. کدورت در آب‌های زیرزمینی اغلب به علت عوامل زمین‌شناسی و طبیعی می‌باشد (Scotia 2009). بهره‌برداری از آبخوان‌هایی که دارای بافت ماسه‌ای و دانه‌ریز می‌باشند، اغلب با ظهور پدیده‌ی ماسه‌دهی همراه است. این پدیده اغلب باعث فرسایش پمپ‌ها، کاهش ظرفیت انتقال خطوط لوله و کانال‌ها، سایش و انسداد روزنه‌های آب‌پاش‌ها در سیستم‌های آبیاری تحت فشار، خوردگی و رسوب‌گذاری اسکری‌ن (لوله‌ی مشبک چاه)، تجمع ماسه در کف چاه و بالطبع کاهش راندمان چاه، افزایش سرعت آب ورودی به لوله‌ی مشبک و نشست زمین می‌گردد. مشکل ماسه‌دهی ممکن است به علل مختلفی از قبیل سوراخ شدن لوله‌ی جدار، خوردگی و تخریب اسکری‌ن و ... ایجاد شود (صالحی‌آذری ۱۳۷۵).

۱-۲- کلوئیدها

جریان آب زیرزمینی می‌تواند مواد محلول را مانند مواد معلق حمل نماید، در حالی که مواد تشکیل‌دهنده محلول هر جا که آب جریان دارد می‌توانند حل شوند، انتقال ذرات معلق تابعی از اندازه ذرات و ابعاد منافذ (یا منافذ گلوگاهی) و نیز برخی اوقات تعامل الکترواستاتیکی بین ذرات و ساختار آنها است. ذرات اغلب سبب کدورت آب می‌شوند ولی می‌توان آنها را با ته‌نشینی حذف و جدا کرد. مواد کلوئیدی ریز و سرعت ته‌نشینی آنها کمتر از 10^{-2} m/s بوده از این رو با ته‌نشینی حذف نشده و به حالت معلق باقی می‌مانند. کلوئیدها ممکن است در یکی از حالت‌های زیر یا ترکیبی از آنها باشند (مختارزاده‌آذر ۱۳۹۲).

– ذرات سلیکات‌ها: رس‌ها، سلیکات‌های پلیمری با درجه بالا

– کربنات‌ها مثل CaCO_3

– ترکیبات آلی موجود در خاک: ماکرومولکول‌ها، اسیدهای آلی، بقایای زیستی

- اکسیدهای آهن (دو ظرفیتی) و منگنز (سه ظرفیتی) (چهار ظرفیتی)
- هیدروکسیدهای آلومینیوم
- سولفیدها و پلی‌سولفیدها
- و میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها، ویروس‌ها، قارچ‌ها) می‌باشند.

زمانی که آب راکد می‌گردد برخی ذرات بر حسب وزن به تدریج ته‌نشین می‌شوند، اما ذراتی که ابعاد بسیار کوچک دارند، در اثر سطح زیاد تحت تأثیر نیروهای سطحی، مدت‌ها در آب شناور باقی می‌مانند که جدا کردن آن‌ها موضوع تصفیه آب می‌باشد. بنابراین، موارد فوق به سه صورت مواد معلق، مواد کلوئیدی و مواد محلول در آب وجود خواهد داشت. جدول (۱-۲) محدوده اندازه سه صورت فوق‌الذکر را نشان می‌دهد (عودی ۱۳۷۳).

جدول ۱-۲- ذرات موجود در آب (عودی ۱۳۷۳)

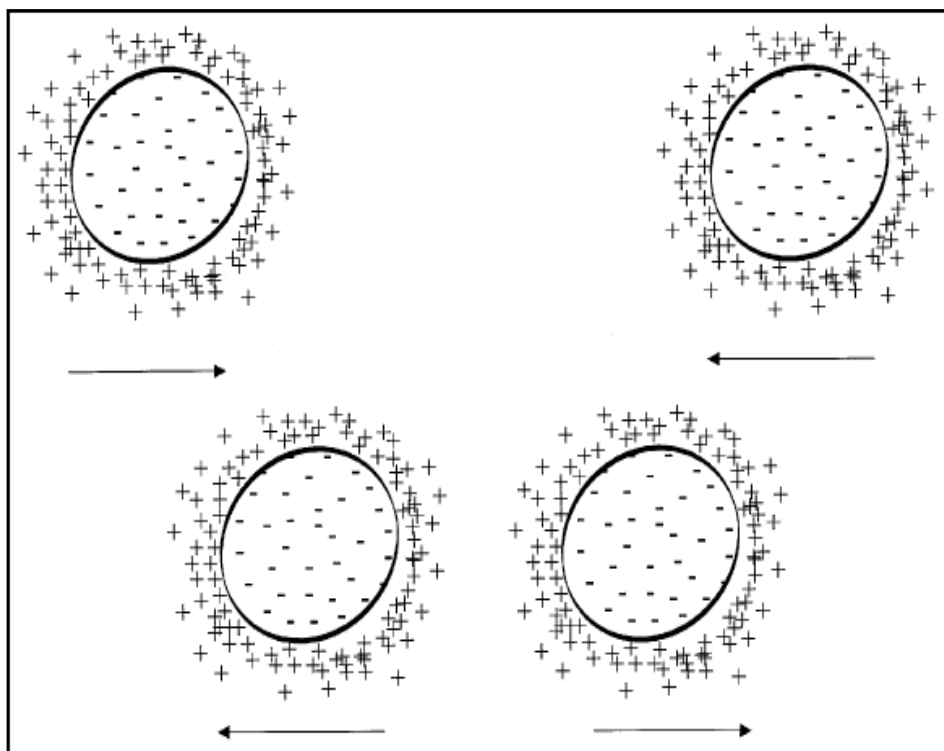
میکرون	100	10	1	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
مواد معلق								
مواد کلوئیدی								
مواد محلول								

ذرات کلوئیدی با چشم دیده نمی‌شوند و حتی با میکروسکوپ معمولی نیز دیده نمی‌شوند، آنها را از طریق افزودن مواد شیمیایی مثل سولفات آلومینیم، آلومینات سدیم، کلورهای آهن و... می‌توان از آب جدا کرد (عودی ۱۳۷۳).

۲-۱-۱- شیمی ذرات کلوئیدی رس

ذرات رس بسیار کوچک هستند که در طبیعت وجود دارند. حتی برخی اندازه‌های کوچک‌تر از باکتری دارند. شیمی و فعل و انفعالات پیچیده‌ای بین ذرات رس وجود دارد که باعث می‌شود این ذرات به

راحتی مستقر نگردند. اندازه کوچک این ذرات بیانگر سطح بسیار بزرگ آنها نسبت به حجم می‌باشد. ذرات رس ذراتی با بار منفی هستند که توسط ذرات با بار مثبت جذب می‌گردند. شدت جذب ذرات مثبت با افزایش فاصله کاسته می‌شود. در آب ذرات رس دارای بار منفی توسط ابری از یون‌های مثبت احاطه شده‌اند. هنگامی که دو بار هم‌نام مثل دو قطب هم‌نام آهن‌ربا کنار هم قرار می‌گیرند باعث دفع یکدیگر می‌گردند. این اثر مانع تجمع ذرات بزرگ‌تر و در نتیجه تجمع و ته‌نشینی می‌گردند و در نتیجه ذرات معلق می‌مانند (Ryan and Elimelech 1995, Hargreaves 1999). به عبارت دیگر بار مثبت در تعامل با قطب مثبت آب باعث عدم ته‌نشست می‌شود. اما ذرات کلوئیدی رس می‌توانند توسط یک منعقد کننده به یکدیگر چسبیده و ته‌نشین گردند (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲- جاذبه و دافعه بین ذرات کلوئیدی رس (Hargreaves 1999)

کلوئیدها از رسوبات اولیه با افزایش دافعه الکترواستاتیک بین کلوئیدها و سطح متحرک می‌شوند. این فعل و انفعالات در کانیهایی نظیر گئوتیت، کائولینیت و... بیش از بقیه کانیه‌ها می‌باشد. کاهش قدرت یونی باعث افزایش ناچیزی در سرعت تحرک کلوئیدها می‌گردد (Joseph and Ryan 1994).

۲-۱-۲- نقش کلوئیدها در آب‌های زیرزمینی

کلوئید می‌تواند حمل و نقل کاتیونی و آنیونی را سرعت بخشد. کدورت می‌تواند به حمل عناصر پرتوزای کاتیونی (پلوتونیم و امریسیم) و فلزات سنگین U، Ra و Th در آب زیرزمینی کمک کند. به خصوص حمل کلوئید آلی نظیر مواد هومیک، فلزات، آلاینده‌های آلی آبگریز (Hydrophobic Organic Contaminants) مانند بی‌فنیل‌های پلی‌کلرینه، آفت‌کش‌ها و هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه را در آب زیرزمینی تسهیل می‌کند (Laura and Boyer 1986, Ryan and Elimelech 1995).

اکسیدهای آهن و منگنز دارای خواص شیمیایی قابل توجهی هستند که در جابه‌جایی و قابل دسترس بودن عناصر جزئی در طبیعت تأثیر می‌گذارند. مهم‌ترین اثر متقابل، فرایند جذب عناصر جزئی روی سطوح کانیهای رسی می‌باشد بنابراین می‌توان سطوح مذکور را به‌عنوان یک مجموعه مفید شامل ترکیبات هیدروکسید آهن تصور کرد (مختارزاده‌آذر ۱۳۹۲).

۲-۱-۳- عوامل مؤثر بر حرکت کلوئیدها در آب‌های زیرزمینی

- شرایط شیمیایی مانند کاهش قدرت یونی ناشی از نفوذ آب بارش رقیق، افزایش نیروهای الکترواستاتیک دافعه بین کلوئیدها.
- شرایط فیزیکی، مانند افزایش سرعت آب ناشی از پمپاژ، تزریق مصنوعی آب به سفره‌های زیرزمینی یا آبیاری توسط آب شیرین، افزایش سرعت کلوئیدها از طریق نیروی هیدرودینامیکی اضافی.
- تحرک کلوئیدی توسط آشفتگی شیمیایی مانند کاهش قدرت یونی، تغییر در pH، یا جذب یون و مولکول‌های که بار سطحی مواد معدنی را تغییر دهد (Ryan and Elimelech 1995).

۲-۲- کدورت

کدورت آب را می‌توان عکس شفافیت آب در نظر گرفت. کدورت آب به معنی اندازه‌گیری مقدار نور پراکنده یا جذب شده توسط رسوبات، مواد معلق، مواد کلوئیدی، ذرات رس و ماسه، مواد آلی حل شده و به مقدار

کمتر باکتری‌ها، میکروارگانیزم‌ها مانند پلانکتون‌ها، موجودات میکروسکوپی و جلبک‌ها (فیتوپلانکتون‌ها) می‌باشد. افزایش کدورت فاصله زمانی که نور می‌تواند به ستون آب نفوذ کند را افزایش می‌دهد. کدورت را معمولاً بر حسب نفولومتری (Nephelometric) اندازه‌گیری می‌کنند (Borok 2014).

علاوه بر موارد فوق نشتی داشتن و خراب بودن سیستم فاضلاب، فرسایش خاک، جلبک و علف‌های هرز، غلظت بالای آهن که رنگ آب را تغییر می‌دهد نیز سبب ایجاد کدورت می‌گردند. ساخت و ساز ضعیف چاه، آهن و منگنز موجود در اسکرین و عوامل سازنده چاه، پمپاژ بیش از حد از چاه، اختلاط آب‌های سطحی با آب زیرزمینی نیز از عوامل ایجاد کننده کدورت در چاه‌ها می‌باشند (Scotia 2009). در خصوص عوامل مؤثر در مشکل کدورت چاه‌های بهره‌برداری، دانه‌بندی رسوبات آبخوان در وحله‌ی اول نقش مؤثری ایفا می‌کند (عباس‌نوین‌پور، ۱۳۹۱).

رسوبات معلق در همه محیط‌های آبی حضور دارند و باعث آسیب‌های زیست‌محیطی قابل توجه و هزینه‌های اقتصادی کلان می‌گردند. برای استفاده‌های گوناگون مقدار مجاز کدورت متفاوت است. برای مثال آب‌های خنک کننده صنعتی می‌توانند بدون ایجاد مشکل خاص سطح بالایی از مواد جامد معلق را داشته باشند. اما دیگ‌های بخار فشار بالا باید عاری از هر گونه مواد جامد معلق باشند (Sadar 1990).

کدورت را بر حسب واحدهای زیر گزارش می‌کنند:

- Jackson Turbidity Unit **JTU**
- Nephelometric Turbidity Unit **NTU**
- Formazin Nephelometric Units **FNU**
- Formazine Turbidity Unit **FTU**
- Formazin Attenuation Units **FAU** (Borok 2014)

بیشتر از واحد NTU استفاده می‌گردد که هر چه عدد ارزش کمتری داشته باشد آب شفاف‌تر است (Minnesota Pollution Control Agency 2008). استاندارد کدورت آب آشامیدنی که توسط آژانس حفاظت محیط‌زیست تعیین شده است یک واحد کدورت نفولومتریک (NTU) می‌باشد. رسوبات در حال تعلیق اثرات زیست‌محیطی بالقوه دیگری نیز دارند نظیر حمل و نقل آلاینده‌ها و عناصر سنگینی که جذب این ذرات می‌گردند (Colley 2001).

۲-۲-۱- تفاوت بین کدورت و مواد معلق

TSS یا مواد معلق کدورت را تحت تأثیر قرار می‌دهند. اما کدورت همان TSS نیست، با این حال این دو با هم ارتباط نزدیکی دارند. TSS یا (Total Suspended Solid) همان جرم یا وزن خشک مواد جامد غیرمحلول معلق در آب است و واحد آن میلی‌گرم بر لیتر است. جنس آن از هر دو نوع آلی (مانند جلبک، زئوپلانکتون و...) و معدنی (مانند رس، سیلت، شن، ماسه) می‌باشد. کدورت به خواص نوری مربوط می‌گردد و به طور مستقیم اندازه‌گیری غلظت ذرات معلق نیست. کدورت نه تنها TSS را تحت تأثیر قرار می‌دهد بلکه شکل ذرات، توزیع اندازه، ضریب شکست، رنگ و طیف جذبی را نیز کنترل می‌کند. معمولاً در یک منطقه خاص نتایج آنالیز کدورت و TSS ارتباط خوبی را نشان می‌دهند (IADC 2007).

۲-۲-۲- تأثیر زمین‌شناسی منطقه بر کدورت

نهشته‌های مارنی به دلیل ماهیت ساختمانی، نظیر وجود ذرات تخریبی (سیلت بالا و رس کم) و مواد شیمیایی (کربنات کلسیم، ژیپس، انیدریت و نمک) نسبت به سایر نهشته‌ها از فرسایش پذیری بالاتری برخوردارند. در حوضه‌هایی که دارای واحدهای مارنی هستند، قسمت عمده‌ای از رسوبات از این واحدها تولید می‌شود، از این رو نقش مهمی در کاهش عمر چاه‌ها و سدها دارند (حسن‌زاده نفوتی ۱۳۷۸). هنگام حفاری چاه، با ثبت دقیق ویژگی‌های مغزه حفاری (لاگ زمین‌شناسی) می‌توان توزیع اندازه ذرات را برای نصب صافی شنی و اسکرین ارزیابی کرد (Todd and Mays 2005).

۲-۲-۳- ماسه‌دهی چاه‌ها

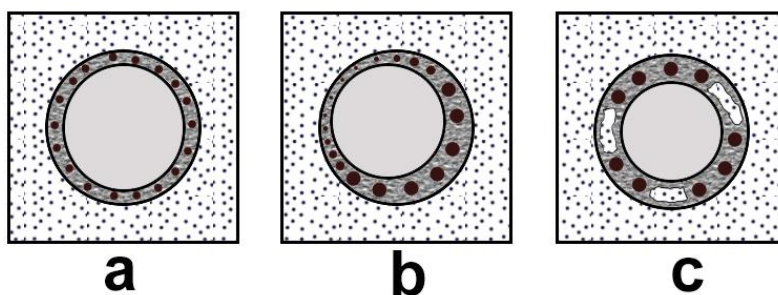
از عوامل مؤثر در مشکل ماسه‌دهی چاه‌ها می‌توان دانه‌بندی رسوبات آبخوان را نام برد. رسوبات دانه‌ریز نظیر ماسه‌های ریز و درشت، سیلت و رس می‌باشد که باعث کاهش هدایت هیدرولیکی و قابلیت انتقال آب در سفره آب زیرزمینی می‌شود. در نهایت در زمان بهره‌برداری از چاه‌های حفر شده در رسوبات ریز دانه، باعث کاهش شعاع تأثیر چاه، افت بیشتر سطح آب چاه، افزایش شیب

هیدرولیکی مخروط افت در محدوده‌ی چاه و سرعت جریان آب از لایه آبدار به طرف چاه می‌شود. عموماً ماسه‌دهی در چاه‌هایی اتفاق می‌افتد که قابلیت انتقال سفره کم، افت شعاع تأثیر چاه کم، رسوبات آبخوان ریز دانه و همچنین سطح آب در چاه بالا، ظرفیت ویژه چاه‌ها کم باشد. علت این امر می‌تواند به یکی از دلایل زیر باشد (عباس‌نوین‌پور ۱۳۹۱).

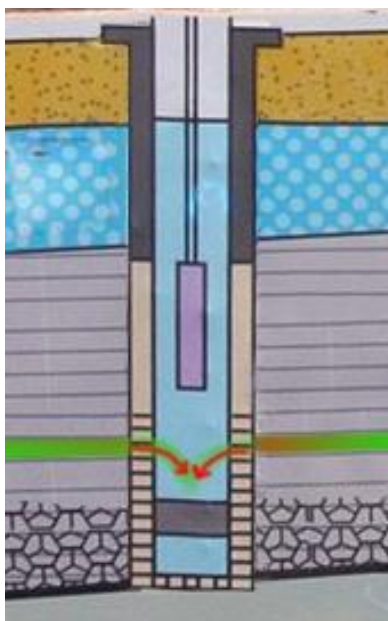
- ماسه‌دهی ناشی از ویژگی‌های فیزیکی و مورفولوژیکی ذرات تشکیل‌دهنده آبخوان، شرایط هیدرولیکی و شیمیایی آب زیرزمینی (آب‌های شور، گچی و نمکی) آبخوان.
 - ماسه‌دهی ناشی از عوامل انسانی که بستگی به نحوه‌ی حفاری، تکمیل، تجهیز، توسعه و بهره‌برداری چاه‌های حفرشده در آبخوان است.
- بر اساس موارد فوق، عوامل مؤثر در مشکل ماسه‌دهی چاه‌ها را به صورت زیر می‌توان بحث کرد (مختارزاده‌آذر ۱۳۹۲):

- نامناسب بودن ابعاد صافی شنی و منافذ اسکرین
- انسداد نسبی سوراخ‌های اسکرین (برای مثال به وسیله پوسته بستن)، که موجب افزایش سرعت جریان از منافذ باقی‌مانده می‌شود.
- ضخامت بسیار کم صافی شنی پک (شکل ۲-۲-۲ a)
- عدم نصب لوله‌ها در مرکز چاه (شکل ۲-۲-۲ b)
- جدایی توده ماسه از دیواره گمانه هنگام ساخت صافی شنی (شکل ۲-۲-۲ c)
- عدم شناسایی لایه‌های ماسه ریز و سیلت در دوره اکتشاف و حفاری (شکل ۲-۳)
- ناکافی بودن توسعه چاه (ماسه‌دهی)
- شدت جریان زیاد پمپاژ (سرعت جریان زیاد)
- نشت از درزها
- خصوصیات شیمیایی آب زیرزمینی (آبخوان)
- خوردگی شیمیایی (سوراخ‌های ناشی از خوردگی)
- نحوه استفاده از چاه

- پوسته گذاری
- نفوذ آب شور به لایه‌های آبدار شیرین
- تأثیر نحوه حفر، تکمیل و توسعه چاه
- عریض شدن شیارهای اسکرین و یا تخریب پل‌های شیارهای اسکرین در اثر سائیدگی یا خوردگی.



شکل ۲-۲- انواع مشکلات صافی شنی



شکل ۲-۳- عدم شناسایی لایه‌های ماسه ریز و سیلت در دوره اکتشاف و حفاری

گاهی برای برداشت آب بیشتر از چاه و یا برای راحتی کار با انتخاب پمپ نامناسب از لحاظ نوع پمپ (شفت و غلاف، موتور دیزل و یا الکتروپمپ) و یا پمپ‌های قوی با آبدهی بیشتر، آب زیادی از آبخوان برداشت می‌کنند. این مورد نیز باعث افت بیش از حد مخروط افت، افزایش شیب هیدرولیکی

و نهایتاً افزایش سرعت جریان آب از لایه آبدار به طرف چاه می‌شود. نتیجه این امر حرکت ذرات ریزدانه از سفره آب زیرزمینی به درون چاه می‌باشد (عباس‌نویین‌پور ۱۳۹۱).

۲-۲-۴- سرعت بحرانی و افزایش ورود ماسه

اگر برداشت آب زیاد باشد در اطراف چاه سرعت زیاد شده و جریان متلاطم ایجاد می‌گردد و حرکت ذرات دانه‌ریز آغاز می‌گردد. در این حال سرعت جریان اطراف چاه را سرعت بحرانی می‌گویند که هیچ‌گاه نباید اجازه داد سرعت آب از این حد بحرانی بیشتر شود. مقدار آبدهی چاه را به ازای رسیدن به سرعت بحرانی، دبی بحرانی یا دبی حداکثر گویند. برای محاسبه عملی دبی بحرانی از نتایج یک آزمایش افت پله‌ای استفاده می‌شود (نخعی ۱۳۸۸).

۲-۲-۵- خوردگی شیمیایی

خوردگی شیمیایی شبکه لوله جدار و دیگر متعلقات پمپ در یک چاه از جمله عواملی است که باعث گشاد شدن شیارهای لوله مشبک و ماسه‌دهی چاه‌ها می‌گردد (عباس‌نویین‌پور ۱۳۹۱).

۲-۳- نمونه‌برداری و آنالیزهای کدورت

تست آب چاه برای سنجش کدورت معمولاً هر سال انجام می‌شود مگر اینکه زمانی که آب کدر شده باشد. تقریباً برای اندازه‌گیری کدورت ۱۰۰ ml آب مورد نیاز است (Way 2007). پس از نمونه‌برداری تا زمان آنالیز کردن یا رساندن نمونه‌ها به آزمایشگاه باید نمونه‌ها در شرایط مساعدی نگهداری شوند. هر گونه تغییری در نمونه‌ها باعث خطا در آزمایش می‌گردد.

— باید نمونه‌ها در شیشه‌های عاری از خش یا آلودگی نگهداری شوند. چون در هنگام اندازه‌گیری کدورت مشکل ایجاد می‌کنند.

— با گذشت زمان و تغییرات دمایی و یا ته‌نشینی ممکن است ماهیت نمونه‌ها تغییر کند.

- نمونه‌ها باید به آرامی چرخانده شوند. تکان دادن نمونه‌ها با شدت باعث شکستن ذرات یا تشکیل حباب هوا می‌شود.
- اگر تا چند ساعت کدورت نمونه‌های آب مورد آزمایش قرار نگیرد نمونه‌ها باید در یخچال قرار گیرند (Way 2007).

۲-۴- تأثیرات کدورت

به طور کلی آبی که حاوی مواد ریز دانه یا کدورت باشد مشکلات عمده‌ای را ایجاد می‌کند. این مشکلات علاوه بر ایجاد مخاطرات بهداشتی در سلامت انسان و جانوران به تجهیزات نیز آسیب می‌رساند.

۲-۴-۱- تأثیر کدورت بر تجهیزات

کدورت سبب کاهش عمر و صدمه به تجهیزات زیر می‌شود:

- بلبرینگ و پروانه پمپ‌ها، (بهره‌وری پمپ را کاهش می‌دهد)
- مخازن تحت فشار
- شیرآلات
- پمپ‌های حرارتی زمین گرمایی
- دستگاه‌های تصفیه آب
- هوادها
- لوله کشی
- ماشین ظرف‌شویی، لباس شویی، خشک کن
- لباس و ملحفه
- لوازم خانگی، خودرو، سینک، ظروف، دوش حمام...

۲-۴-۲- تأثیر کدورت بر سلامت

مواد کلوئیدی که سبب ایجاد کدورت می‌گردد اگر ارگانسیم یا عوامل بیولوژیکی باشد، ممکن است سبب بیماری شود. یا ممکن است عاملی برای تغییر طعم و بوی آب باشد. در واقع مقادیر بالای کدورت منجر به بیماری‌های دستگاه گوارش می‌گردد. این مشکل به ویژه در افرادی که دارای نقص سیستم ایمنی می‌باشند حادث می‌گردد (Minnesota Pollution Control Agency 2008).

کدورت علاوه بر تأثیر عوامل زیباشناختی نامطلوب برای سلامت انسان نیز مشکلاتی را ایجاد می‌کند. در واقع کدورت آب، غذا و سرپناهی برای پاتوژن‌ها نظیر باکتری‌ها، ویروس‌ها و... می‌باشد. و در صورت تداوم وجود کدورت سبب انتشار عوامل بیماری‌زا می‌گردد. اگر چه خود کدورت عامل مستقیمی برای ایجاد بیماری نیست اما حذف آن ارتباط مستقیم با حذف جانداران تک‌یاخته یا به عبارتی دیگر پاتوژن‌ها دارد. شکل ۲-۴ ارتباط ذرات کلوئیدی در تأمین غذا و پناهگاه برای پاتوژن‌ها را نشان می‌دهد. (Schwartz 1997, EPA Guidance Manual Turbidity Provisions 1999). علاوه بر این کدورت در گندزدایی آب توسط کلر نیز اختلال ایجاد می‌کند و خطرات بهداشتی فراوانی دارند (Sadar 1990). علائم بیماری به وسیله کدورت آب عبارت‌اند از:

- تهوع

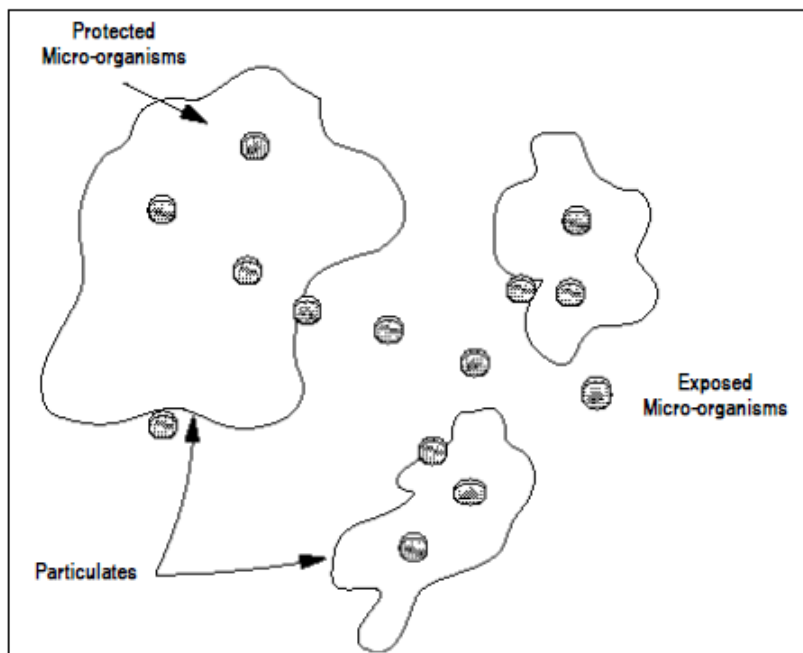
- گرفتگی عضلات

- اسهال

- سردرد

بر اساس استاندارد کدورت برای آب آشامیدنی باید کمتر از ۵ NTU باشد. کدورت بالای ۵ NTU سبب تغییر در رنگ، طعم و بوی آب می‌گردد. در کدورت‌های بین ۵ تا ۲۰ NTU آب باید با کلر ضدعفونی گردد. کدورت‌های بین ۱۵ تا ۲۰ NTU نیز با فیلترها قابل تصفیه است. در صورتی که کدورت بین ۲۰ تا ۳۰ NTU باشد گاهی از تابش UV چه به صورت تابش خورشید یا لامپ‌های مخصوص برای از بین بردن پاتوژن‌ها استفاده می‌کنند. حتی این مقدار کدورت پس

از مدت زمان معین تأثیرات مضر بر سیستم گوارش انسان دارد. در ماه‌های اولیه بارداری مصرف آب حاوی کدورت اثرات سوء بر مادر و فرزند دارد. حتی گزارش‌هایی از وجود بیماری‌هایی نظیر سرطان در مصرف طولانی مدت اینگونه آب‌ها مشاهده شده است (Myre 2006).



شکل ۲-۴- ذرات کلوئیدی و نقش آنها در تأمین غذا و پناهگاه برای پاتوژن‌ها (Myre 2006)

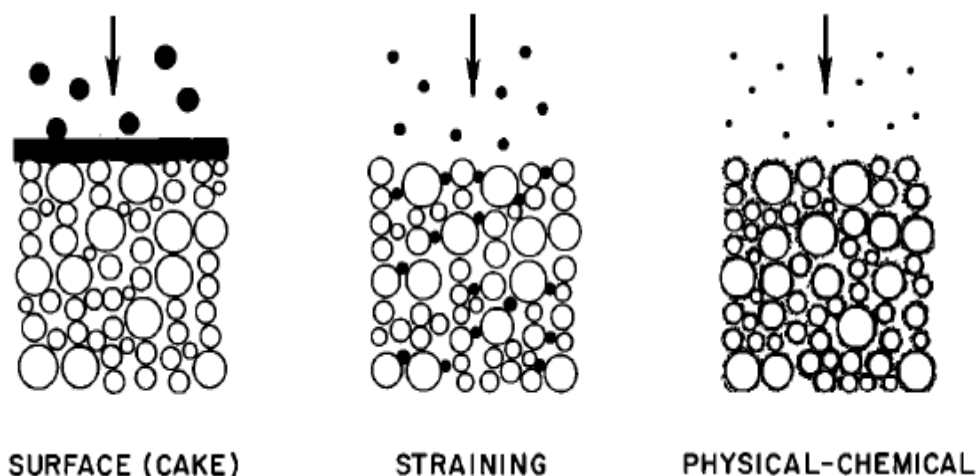
۲-۵- حفاظت بهداشتی

آلودگی سطحی در چاه‌ها می‌تواند از فضای حلقوی بیرون لوله‌ی جدار یا از دهانه‌ی خود چاه وارد شود. برای بستن راه‌های دسترسی آب آلوده از پشت لوله‌ی جدار، باید فضای خالی بین لوله‌ی جدار و چاه، با تزریق سیمان، بسته شود.

همچنین می‌توان با نصب یک پوشش ضد آب در بالای لوله‌ی جدار، از ورود مواد آلاینده از دهانه چاه جلوگیری کرد. زمانی که یک چاه جدید، کامل یا چاه قدیمی تعمیر می‌شود، آلودگی ممکن است از تجهیزات، مواد چاه یا آب سطحی وارد چاه شود که اضافه و مخلوط کردن ترکیب‌های کلرین باعث ضد عفونی شدن آب خواهد شد (Todd and Mays 2005).

۲-۵-۱- فرایند فیلتراسیون

اولین مکانیسم فیلتراسیون، تصفیه سطحی یا صافی کیک (لایه‌ای) است و زمانی روی می‌دهد که محلول تزریق شده حاوی ذراتی با ابعاد بزرگتر از منافذ محیط یا همان فیلتر باشد. اگر میانگین اندازه ذرات معلق کوچکتر از میانگین اندازه دانه‌های محیط (فیلتر) باشد، ذرات معلق به درون آن وارد شده و عبور خواهند کرد. بسته به نحوه توزیع و اندازه دانه‌ها و ذرات طوری است که ذرات بزرگتر عاقبت در دام منافذ کوچکتر خواهند افتاد، این مرحله را ممانعت ابعادی (Straining) می‌نامند. ذرات خیلی کوچکتر از ابعاد منافذ فقط زمانی در محیط نفوذپذیر گیر می‌کنند که نیروهای جذبی بین محیط و ذرات بر نیروهای رانش غلبه کنند. علاوه بر شکل و قطر ذرات این فرایند به شدت تحت تأثیر خواص فیزیکی و شیمیایی محیط، ذرات آب پیرامونی قرار دارد. شکل (۲-۵) فرایند فیلتراسیون در محیط‌های متخلخل را نشان می‌دهد (مختارزاده‌آذر ۱۳۹۲).



شکل ۲-۵- فرایند فیلتراسیون در محیط‌های متخلخل (مختارزاده‌آذر ۱۳۹۲)

۲-۵-۲- لوله جدار چاه

لوله جدار چاه به عنوان پوششی برای حفظ یک گمانه‌ی باز از سطح زمین تا سطح آب زیرزمینی عمل می‌کند. لوله‌ی جدار از ورود آب سطحی و هر نوع آلاینده آب زیرزمینی، جلوگیری می‌کند (Todd and Mays 2005).

۲-۵-۳- صافی شنی

صافی شنی (Gravel Pack) یک چاه، موادی است که به صورت مصنوعی با اسکرین گراولی یا پوشش اطراف اسکرین چاه جایگزین می‌شود. در سفره‌های هموزن از صافی شنی استفاده می‌شود. ضخامت صافی شنی باید بین ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متر باشد. جنس صافی شنی معمولاً از سیلیس است. اندازه دانه‌های گراول بین ۴ تا ۸ میلی‌متر است کاربردهای صافی شنی عبارت است از:

- (۱) پایداری آبخوان
 - (۲) اجتناب از ورود دانه‌های ریز به چاه و حداقل نمودن پمپاژ ماسه
 - (۳) امکان استفاده از اسکرین با اندازه‌ی شکاف بزرگ‌تر با حداکثر مساحت بازشدگی
 - (۴) کاهش افت
 - (۵) ایجاد یک منطقه حلقوی با نفوذپذیری بالا که باعث افزایش شعاع تأثیر و آبدهی چاه می‌شود. حداکثر اندازه‌ی دانه‌های صافی شنی باید نزدیک به ۱ سانتی‌متر و ضخامت آن باید بین ۸ تا ۱۵ سانتی‌متر باشد (Todd and Mays 2005).
- فضای منافذ و اندازه دانه‌ها مهم‌ترین مؤلفه‌های تعیین مقدار عبور ذرات از میان صافی شنی هستند. لذا باید:

- آن قدر ریز باشند تا مانع شکل‌گیری ذرات گردد.
- آن قدر درشت باشند که کمترین افت انرژی هیدرولیکی را ایجاد کرده و در عین حال ماسه‌دهی نداشته باشد.

یک فیلتر باید بتواند این دو خواسته متضاد را تحقق بخشد (مختارزاده‌آذر، ۱۳۹۲).

۲-۵-۴- لوله‌های مشبک یا اسکرین

در تشکیلات سخت شده، جایی که مواد اطراف چاه پایدار است، آب زیرزمینی می‌تواند مستقیماً وارد یک چاه فاقد لوله جدار شود. درحالی که در تشکیلات سخت نشده، چاه‌ها با لوله‌های مشبک تجهیز می‌شوند. در واقع در سفره‌های ناهمگن، لایه‌ای که دارای بیشترین نفوذپذیری است باید مشبک شود.

پایدار کننده‌های کناره‌های چاه (گمانه)، از حرکت ماسه به درون چاه جلوگیری می‌کنند و اجازه می‌دهند حداکثر حجم آب با کمترین مقاومت هیدرولیکی وارد چاه شود. یک ویژگی مهم اسکرین چاه، اندازه‌ی شکاف‌هاست که باید بر اساس تحلیل نمونه‌های بدست آمده از تشکیلات زمین‌شناسی حین حفاری یا گمانه‌ی آزمایشی، تعیین شود. اندازه روزنه‌ها بستگی به دانه‌بندی مواد تشکیل دهنده دیواره چاه دارد. اسکرین‌های ساخته شده متناسب با زمین‌شناسی منطقه به لوله جدار سوراخ شده ترجیح داده می‌شود، زیرا اندازه‌ی بازشدگی‌ها متناسب با شرایط آبخوان است (Todd and Mays 2005).

الف- عوامل مؤثر در انتخاب جنس صفحه مشبک

- مواد معدنی موجود در آب
 - میکروبی‌های موجود در آب (باکتری‌ها، قارچ‌ها و ...)
 - مقاومت مورد نیاز
- جنس صفحه باید مقاوم در برابر خوردگی و فشار ناشی از آب و لایه‌ها باشد.

ب- طراحی صفحه مشبک

در طراحی صفحه مشبک باید موارد زیر را مد نظر قرار داد:

- طول صفحه
 - اندازه روزنه‌ها
 - قطر استوانه مشبک
 - جنس صفحه
 - شکل روزنه‌ها
- برای لایه‌های آبداری که از رسوبات غیر یکنواخت ($U < 6$) تشکیل شده‌اند، قطر منافذ اسکرین یا توری چاه بایستی به اندازه d_{70} یا d_{40} رسوبات باشد. قطر d_{70} برای لایه‌های پایدار و d_{40} برای لایه‌های ناپایدار مناسب است. اگر صافی شنی در چاه به کار رفته باشد اندازه اسکرین باید به اندازه d_{10} صافی شنی باشد.

۲-۶- توسعه چاه

بعد از تکمیل چاه، برای افزایش آبدهی ویژه، جلوگیری از ماسه‌دهی و بدست آوردن حداکثر عمر اقتصادی چاه، باید چاه توسعه داده شود. این عمل با حذف ماده‌های ریزتر از مواد طبیعی اطراف قسمت نفوذپذیر چاه، حاصل می‌شود (Todd and Mays 2005). در زمین‌های آبرفتی آبدار متشکل از مخلوط دانه‌های ریز و درشت می‌باشد بعد از خاتمه حفاری و لوله‌گذاری جدار به کمک پمپاژ و یا سنبه زنی، دانه‌های ریز ماسه و سیلت از عرض شکاف‌های لوله مشبک عبور کرده و وارد چاه می‌شود و دانه‌های درشت‌تر در پشت لوله اسکرین باقی می‌مانند و بدین ترتیب یک دانه‌بندی طبیعی از درشت به ریز با دور شدن از جدار چاه در داخل لایه آبده به وجود می‌آید که وسعت آن تابعی از قدرت مکش پمپ خواهد بود.

در زمین‌های ماسه‌ای ریزدانه یکنواخت از طریق ریختن شن رودخانه‌ای گرد شده تمیز در اطراف لوله‌های جدار مشبک (Screen) و انجام عملیات توسعه به کمک پمپاژ و یا سنبه زنی، می‌توان نفوذپذیری لایه اطراف چاه را افزایش داد و از ورود ماسه به داخل چاه جلوگیری کرد (Todd and Mays 2005). به مجموعه عملیات حفر، لوله‌گذاری، صافی شنی و توسعه ساختمان چاه مراحل تکمیل چاه گفته می‌شود. از جمله عواملی که در ماسه‌دهی چاه‌ها تأثیر می‌گذارد، دقیقاً بستگی به نحوه مراحل تکمیل چاه دارد (عباس‌نوبین‌پور ۱۳۹۱). از جمله اقدام‌های لازم برای توسعه‌ی چاه، نصب صافی شنی برای حداقل کردن ورود جریان قائم به داخل چاه است که در این خصوص می‌توان از صافی‌های طبیعی در تشکیلات ناپایدار نیز برای این امر استفاده کرد (Todd and Mays 2005).

۲-۶-۱- احیای چاه

احیای چاه به معنی بهبود کارایی چاه به صورت فیزیکی یا با استفاده از مواد شیمیایی می‌باشد. به عبارت دیگر، احیای چاه، احیای بازدهی از دست رفته‌ی چاه است. اگر خسارت موضعی باشد، می‌توان با قرار دادن لوله‌ی مشبک در جلوی محل تخریب از ماسه‌دهی بیش از حد چاه جلوگیری کرد. برای مثال افزودن پلی‌فسفات‌ها به آب چاه در آبخوان‌های تحکیم نیافته سبب حذف سیلت ریز، رس،

کلوئیدها، شیل پراکنده و رسوب‌های نرم می‌گردد. البته این روش معمولاً در ماسه تحکیم یافته و آهک تحکیم یافته کارایی ندارد. افزودن کلر به چاه در هر نوع آبخوانی نیز باعث حذف آهن و باکتری‌ها به صورت لجن خواهد شد (Todd and Mays 2005).

۲-۶-۲- توسعه به کمک پمپاژ بیش از ظرفیت و بازشویی چاه

برای انجام توسعه سفره آبی از وسایل مکانیکی، که بتواند رسوبات ریزدانه لایه آبدار را خارج نموده به جریان آزاد و راحت آب به درون چاه کمک نماید، استفاده می‌گردد. پمپاژ چاه بیش از ظرفیت آبدهی لایه (Over pumping) سبب می‌گردد که افت آب داخل چاه به حداکثر رسیده و آب از پایین‌ترین نقطه با حداکثر بار هیدرولیکی از چاه خارج گردد. در اثر این عمل رسوبات ریزدانه ماسه و شن درون لایه آبدار از طریق شبکه‌های لوله جدار وارد چاه شده و به وسیله پمپ آب به بیرون منتقل می‌گردد (Todd and Mays 2005).

۲-۶-۳- ضربه به آب چاه یا پیستون زنی

روش دیگر توسعه چاه، حرکت بالا و پایین پیستونی است که به انتهای میله‌ی حفاری متصل شده است. هنگامی که پیستون در اسکرین بالا و پایین می‌رود، موجی در آب تشکیل می‌شود. ضربه رو به پایین باعث شکستگی معکوس می‌شود تا هر مانعی را بشکند، در حالی که ضربه‌ی رو به بالا، باعث کشیده شدن ذره‌های ماسه‌کننده شده از داخل چاه می‌شود (Todd and Mays 2005).

۲-۶-۴- توسعه چاه توسط مواد شیمیایی

برای بیشتر روش‌های توسعه، اضافه کردن یکی از پلی‌فسفات‌ها به آب چاه، به فرآیند توسعه کمک خواهد کرد. این ترکیب‌ها باعث متلاشی شدن ذره‌های رس و دیگر مواد دانه‌ریز می‌شود.

۲-۶-۵- توسعه به روش شستشوی چاه

توسعه به روش شستشوی چاه شامل کلیه شیوه‌های ایجاد تلاطم و آشفتگی در چاه به منظور جلوگیری از پل‌بندی ذرات و استخراج مواد دانه ریز لایه آبدار برای افزایش نفوذپذیری و بازدهی چاه به شرح ذیل می‌باشد.

- آبکشی متناوب از چاه
- شستشو و توسعه چاه به وسیله پمپ گل
- شستشو و توسعه به کمک هوای فشرده
- شستشو و توسعه به کمک فوران شدید آب

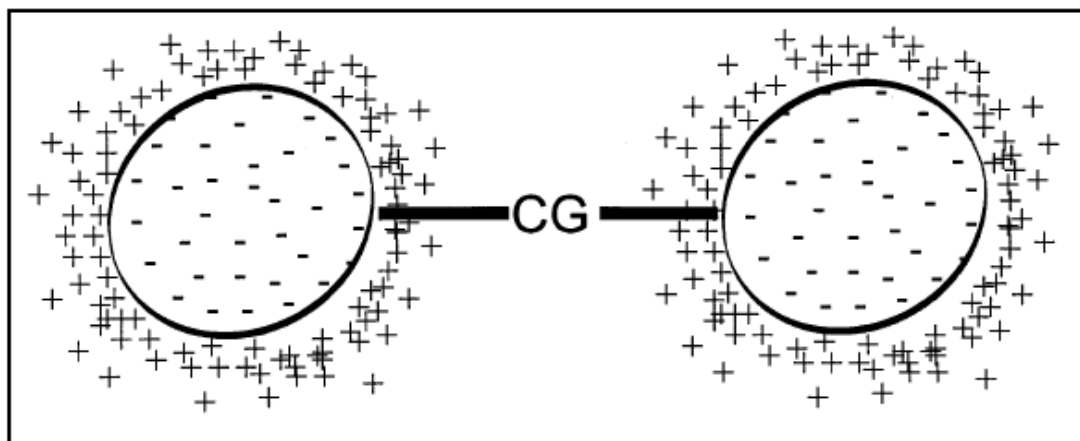
۲-۷- روش‌های حذف کدورت

تصفیه آب آلوده به کدورت، وابسته به نوع کدورت می‌باشد اما روش‌های کلی حذف عبارتند از (Hermanson 1991):

- لخته سازی و انعقاد
- ازن دهی
- فیلتر مکانیکی (شن و ماسه یا کارتریج)
- فیلتر کربن فعال
- کلر زنی (اگر کدورت ناشی از میکروارگانیزم‌ها باشد)
- تقطیر
- هوادهی
- میکروفیلتراسیون
- استفاده از هیدروسلیکون
- اسمز معکوس

۲-۷-۱- لخته‌سازی و انعقاد

با اضافه کردن موادی به آب می‌توان باعث لخته‌سازی و کنترل کدورت آب شد. این مواد سبب کوچک شدن لایه مثبت اطراف رس‌ها و در نتیجه جذب شدن آنها به یکدیگر می‌گردد. شکل (۲-۶) نحوه انعقاد ذرات کلوئیدی را نشان می‌دهد (Hargreaves 1999).



شکل ۲-۶- نحوه انعقاد ذرات کلوئیدی (Hargreaves 1999)

یکی از روش‌های از بین بردن کدورت آب اضافه کردن زاج سفید، یا آلومینیوم سولفات است که از ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح در مصر به کار می‌رفته است. منعقد کننده‌های مورد استفاده در بازار عبارت‌اند از سولفات آلومینیوم (آلوم)، ژلیس و... (آلوم در از بین بردن کدورت ۱۰ بار قوی‌تر از ژلیس است) آلوم آب را مقداری اسیدی می‌کند و برای از بین بردن خاصیت اسیدی ۱/۲ مقدار آلوم اضافه شده باید (آهک) کربنات کلسیم اضافه کرد (Hargreaves 1999).

۲-۷-۲- هیدروسیکلون

هیدروسیکلون یا دستگاه ماسه‌گیر ابزار ساده و مؤثری برای گرفتن مواد دانه‌ای و جامدات ساینده از آب می‌باشد. از این دستگاه به منظور جدا سازی و حذف ذرات ماسه از جریان ورودی به شبکه‌های توزیع و سیستم‌های آب و فاضلاب استفاده می‌شود. کاربرد ویژه هیدروسیکلون در جدا سازی ماسه

و ذرات ساییده از آب چاه‌ها و رودخانه‌ها می‌باشد. در هیدروسیکلون با ایجاد جریان گردابی، جدا سازی ذرات بزرگتر از ۵۰ میکرون توسط نیروی گریز از مرکز تا راندمان ۹۵ درصد حذف ممکن می‌شود.

ذرات سنگین از انتهای پایینی دستگاه خارج شده، ذرات سبک همراه با آب از استوانه‌ی مرکزی و از قسمت بالایی دستگاه خارج می‌گردد. در شناورسازی برای جدا کردن دانه‌های کوچکتر از ۱۵ میکرون، به کار می‌روند. ظرفیت مورد نیاز دستگاه بر مبنای دبی آب عبوری محاسبه و انتخاب می‌گردد. سیکلون به طور خلاصه، از یک بدنه‌ی مخروطی شکل که در قسمت فوقانی به استوانه‌ای تبدیل می‌شود، تشکیل یافته است. بار توأم با آب با فشاری که توسط یک پمپ تأمین می‌شود از یک مجرای جانبی، وارد قسمت استوانه‌ای سیکلون شده، حول استوانه‌ی مرکزی می‌چرخد (Brook 2011).

۲-۷-۳- ازن درمانی

گاز ازن با توجه به خواص ویژه خود و عدم تولید مواد جانبی مضر، جایگزین مناسبی برای کلر می‌باشد. این گاز نزدیک به یک قرن است که به عنوان گندزدا در آب آشامیدنی توسط کشورهای پیشرفته مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهترین روش ازن‌زنی در تصفیه آب تزریق آن به آب در دو مرحله یا روش ازن-ازن می‌باشد که در مرحله اول پیش ازن‌زنی برای کنترل کدورت و حذف آهن و منگنز صورت می‌پذیرد و در مرحله دوم ازن‌زنی، آب کاملاً ضدعفونی شده و مواد آلی تولید کننده طعم، بو و رنگ و کربن آلی حل شده (DOC) با استفاده از مقادیر بیشتر ازن و تماس زیاد اکسید می‌شوند (عسگری ۱۳۸۹).

۲-۷-۴- فیلتر شنی

فیلتر شنی دستگاهی است که با صاف نمودن (فیلتراسیون) فیزیکی آب باعث حذف ذرات معلق موجود در آن نظیر گل، رنگ، مواد آلی، پلانکتون، باکتری‌ها و ذرات حاصل از خوردگی می‌شود. این فیلترها به صورت استوانه‌های تحت فشار طراحی می‌شوند. معمولاً یک لایه ذرات درشت برای جلوگیری از گرفتگی و سپس یک لایه ذرات ریز بر روی آنها ریخته می‌شود. در اثر عبور آب از خلل و فرج بین ذرات شن، مواد معلق آب

گیر کرده و آب تقریباً عاری از مواد معلق می‌شود. البته جمع شدن ذرات معلق در خلل و فرج فیلتر، باعث افزایش افت فشار می‌گردد که اگر این افت فشار از حد معینی تجاوز نماید، باید صافی را شستشو داد (Todd and Mays 2005).

۲-۷-۵- اسمز معکوس

نحوه‌ی کارکرد به این ترتیب می‌باشد که آب ورودی به کمک پمپ به محفظه‌ها که غشاءها در آن قرار دارند منتقل می‌شود و به دلیل وجود فشار اسمزی آب خالص از غشاء عبور کرده و نمک‌ها و املاح در پشت غشاء تجمع می‌یابند و در نهایت این شوراب‌ها از سیستم خارج می‌گردد (Elimelech 1997).

۲-۸- مطالعات پیشین

عباس‌نوین‌پور (۱۳۹۱) در بررسی چاه‌های دشت سلماس سعی کرد که راهکاری مناسب جهت رفع مشکل ماسه‌دهی ارائه دهد. و نتیجه گرفت که به طور عمومی ماسه‌دهی در چاه‌هایی اتفاق می‌افتد که ضریب قابلیت انتقال سفره کم، افت شعاع تأثیر چاه کم، رسوبات ذرات آبخوان جزء ذرات ریز دانه و همچنین سطح آب در چاه زیاد و ظرفیت ویژه چاه‌ها کم باشد. در نهایت با ارائه راه‌حلهایی برای حل مشکل نظیر تغییر اسکرین و به کار بردن صافی شنی را پیشنهاد کرد.

سادات‌قطبی و عسکری (۱۳۸۹) به بررسی کدورت میکروبیولوژی جلبک‌ها در آب زیرزمینی پرداختند و اثرهای متقابل آب زیرزمینی و آب سطحی و دلایل آلودگی میکروبیولوژی چاه‌ها در مناطق کارستی ایران را مورد بررسی قرار دادند. در نهایت به این نتیجه رسیدند که جلبک‌ها به خاطر نیاز به نور به طور طبیعی در آب زیرزمینی یافت نمی‌شود اما به دلیل لوله جدار معیوب، ترک و شکاف موجود در زمین یا بافت زمین‌شناسی خاص ممکن است نور کافی رسیده و باعث آلودگی چاه‌ها گردد.

(Jarrenpaa and lindstorm 2004) به بررسی اثر فعالیت انسان بر آلودگی که باعث افزایش جلبک در آب می‌گردد پرداختند. این جلبک‌ها کدورت آب را به همراه دارند. در این تحقیق بر روی اثر مواد فوق بر جفت‌گیری ماهی‌ها به ویژه گونه پالاس کار شد و نتیجه گرفتند که کدورت آب به طرز قابل توجهی تعداد این گونه‌ها را کاهش می‌دهد.

مطالعه بر روی چاه‌های آبدار در سفره‌های تحکیم نیافته رس و ماسه‌ای ایالت میشیگان توسط آقای گابر (Gaber 1998) انجام شد بیان کرد که، در ابتدا کدورت ناشی از شن و ماسه باقی مانده از حفاری و در ادامه ناشی از خوردگی صفحه مشبک می‌باشد. همچنین در برخی از چاه‌ها کدورت ناشی از بنتونیت باقی مانده از حفاری و همچنین نفوذ آب ناشی از باران، ریزش سازند شیل و ماسه می‌باشد. در نهایت برای بهبود شرایط موجود نصب صفحه مشبک در اندازه مناسب را پیشنهاد کرد و پمپاژ دائمی از این چاه‌ها را مضر دانست.

فصل سوم: روش انجام کار

در این فصل بررسی‌های مختلف انجام شده جهت تعیین علت کدورت چاه‌های آب منطقه منصورآباد شیراز به تفصیل بیان شده است. این موارد عبارتند از:

- جمع‌آوری آمار و اطلاعات نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی منطقه
- تهیه نقشه پایه منطقه مورد مطالعه
- تهیه نقشه هم‌پتانسیل آب زیرزمینی
- بررسی خصوصیات بیولوژیکی آب چاه
- اندازه‌گیری کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی و خواص فیزیکی و شیمیایی آب‌های زیرزمینی
- اندازه‌گیری عناصر فلزی و کمیاب آب‌های زیرزمینی با استفاده از روش ICP-OES
- بررسی خصوصیات کانی‌شناسی رسوبات با استفاده از روش XRD

۳-۱- جمع‌آوری آمار و اطلاعات منطقه مورد مطالعه

به منظور ارزیابی هیدرولوژیکی منطقه به اطلاعات و آمار پایه نیاز بوده که اساسی‌ترین آن‌ها اطلاعات چاه‌ها، نقشه‌های زمین‌شناسی، آمار منابع آب زیرزمینی، سنگ‌شناسی منطقه و عوامل ساختاری منطقه مورد نظر می‌باشد. گزارش‌های موجود در شرکت آب و فاضلاب شیراز در رابطه با چاه‌ها و نمونه‌برداری‌ها و آنالیزهای پیشین، نقشه زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ شیراز و نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ محدوده مورد مطالعه جمع‌آوری شد برای تعیین خصوصیات آب و هوایی شامل بارندگی و دمای منطقه از داده‌های اداره آب منطقه‌ای (از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳) استفاده گردید.

اطلاعات مربوط به ویژگی‌های زمین‌شناسی، هیدرولوژی تاقدیس پشت مله و درجه حرارت و بارندگی مربوط به سال‌های آبی ۱۳۸۳-۱۳۹۳ و اطلاعات مربوط به اندازه‌گیری‌های پارامترهای فیزیکی و شیمیایی، آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی و عناصر سنگین و کمیاب و کدورت در طول سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۲ از اطلاعات موجود در اداره آب و فاضلاب شیراز و سازمان آب منطقه‌ای فارس جمع‌آوری گردید. همچنین نقشه زمین‌شناسی منطقه و نقشه هم‌پتانسیل آب‌های زیرزمینی شمال دشت شیراز نیز تهیه شد.

۳-۲- مطالعات زمین‌شناسی ساختاری و تهیه نقشه پایه منطقه مورد مطالعه

مطالعات زمین‌شناسی به‌عنوان مطالعات پایه در بسیاری از پروژه‌های عمرانی کاربرد دارد و بسته به اهداف پروژه انتظارات خاصی را برآورد می‌نماید. جهت تعیین محدوده مورد مطالعه و شناسایی خصوصیات عمومی منطقه، نقشه زمین‌شناسی برای آن تهیه شده است. در تهیه این نقشه از تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های تهیه شده توسط سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و مطالعات صحرایی استفاده شده است. لازم به ذکر است که برای پردازش داده‌ها و تهیه نقشه‌های مورد نیاز از نرم‌افزار Arc GIS 9.3 استفاده شد. بررسی نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، عکس‌های هوایی و ماهواره‌ای تاقدیس پشت مله صورت گرفت. بازدید از منطقه و ارزیابی آن با دیدگاه‌های زمین‌شناسی و هیدروژئولوژی (مانند چینه‌شناسی و مورفولوژی آبخوان کارستی، بررسی اشکال کارستی موجود و تعیین مقدار توسعه کارستی شدن) و نیز ارزیابی مطالعات قبلی انجام شد.

۳-۲-۱- ارزیابی نوع سنگ‌شناسی در منطقه

با توجه به مغزه‌های تهیه شده از چاه‌ها توسط اداره آب و فاضلاب شیراز و شرکت آب منطقه‌ای شیراز و بر اساس ویژگی‌های موجود در نقشه زمین‌شناسی مهندسی سنگ‌های موجود در منطقه مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس آن‌ها سازندهای مختلف از هم تفکیک شده است. در شکل (۳-۱) نمایی از چاه شماره ۳ منصورآباد مشاهده می‌شود.



شکل ۳-۱- نمایی از چاه شماره ۳ منصورآباد

۳-۲-۲- رسم لاگ‌های حفاری و نیم‌رخ زمین‌شناسی منطقه

در مطالعات زمین‌شناسی، تفکیک سازندها در جهت عمودی حائز اهمیت می‌باشد. برای این کار از نیم‌رخ‌های زمین‌شناسی استفاده می‌شود. از اهداف اصلی تهیه نیم‌رخ زمین‌شناسی بررسی دقیق‌تر منطقه و نحوه قرارگیری واحدهای زمین‌شناسی مختلف در کنار هم و همچنین برقراری ارتباط بین آنها می‌باشد. نیم‌رخ‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی با استفاده از نرم‌افزارهای Arc GIS 9.3 و Global Mapper 16 رسم شد.

۳-۳- بازدیدهای صحرائی و نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

به منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات سنگ‌شناسی و زمین‌شناسی ساختمانی مطالعات صحرائی ضروری است. در این مطالعه به‌طور کلی ۵ بازدید صحرائی صورت گرفت که در مطالعات صحرائی ویژگی‌های ساختاری و ویژگی‌های سنگ‌شناسی مورد بررسی قرار گرفت.

نمونه‌برداری از چاه‌های منصورآباد با توجه به استانداردهای موجود صورت گرفت. در نمونه‌برداری نکات زیر مورد توجه قرار گرفت:

- بازه زمانی بین نمونه‌برداری و ارسال آنها به آزمایشگاه
- ثبت اطلاعات مربوط به هر کدام از نمونه‌ها
- نمونه‌برداری تکراری برای کنترل عملکرد آزمایشگاه
- در هر نمونه‌برداری اجازه داده شد به مدت ۳۰ دقیقه آب از محل نمونه‌گیر خارج شود.
- هنگام نمونه‌برداری از چاه‌ها، بطری پلاستیکی و درپوش آنها سه مرتبه با آب چاه شستشو شد و در مرحله چهارم نمونه برداشته شد.

لازم به ذکر است که در مرحله اول از چاه‌های ۱، ۲، ۳ و ۴ نمونه‌برداری صورت گرفت. در شکل (۲-۳) نمایی از نمونه‌برداری اول از چاه شماره ۱ منصورآباد مشاهده می‌شود. در مرحله دوم از چاه‌های ۱، ۲ و ۳ نمونه‌برداری صورت گرفت و به علت وجود چاه شماره ۴ در مدار بهره‌برداری و عدم مجوز اداره آب و فاضلاب شیراز و همچنین عدم مشکل کدورت بالا در این چاه نمونه‌برداری از این چاه صورت نگرفت.

در هر نمونه برداری جهت بررسی آنیون‌ها و کاتیون‌ها، pH، هدایت الکتریکی، رنگ، سختی کل، مقدار سیلیس، کل جامدات معلق، کل جامدات محلول و آنالیز فلزات سنگین نمونه‌هایی با حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر در بطری‌های مخصوص پلاستیکی برداشت شد. علاوه بر این ظرف‌های ۱۰۰ لیتری جهت بررسی رسوب چاه‌ها و همچنین نمونه‌هایی در ظروف استریل جهت آنالیز بیولوژیک برداشت شد. در شکل (۳-۳) نمایی از نمونه‌برداری دوم از چاه شماره ۲ منصورآباد مشاهده می‌شود. اندازه‌گیری کدورت توسط کدورت‌سنج در محل نمونه‌برداری صورت گرفت.

برای آزمایش رسوب چاه‌ها از هر چاه مقدار ۱۰۰ لیتر آب برداشت‌شده و پس از گذشت مدتی و ته‌نشست شدن رسوبات در آزمایشگاه توسط آب مقطر شسته شده در دمای ۱۰۵ درجه خشک شد و برای آنالیز



شکل ۳-۲- نمونه برداری مرحله اول از چاه شماره ۱ منصورآباد



شکل ۳-۳- نمایی از نمونه برداری مرحله دوم از چاه شماره ۲ منصورآباد

به آزمایشگاه تجزیه عنصری دانشگاه شاهرود ارسال شد. شکل (۳-۴) نمایی از آماده سازی رسوبات در آزمایشگاه را نشان می دهد. به دلیل طولانی بودن مسافت انتقال نمونه ها به آزمایشگاه برای جلوگیری از تغییرات غلظت عناصر از اسید نیتریک استفاده شد. نمونه ها توسط اسید نیتریک تا pH زیر ۳ رقیق

شدند تا از تغییرات احتمالی آب جلوگیری به عمل آید؛ و در نهایت نمونه‌ها برای اندازه‌گیری آنیون کاتیون‌های اصلی و مقدار فلزات سنگین و کمیاب به روش ICP به آزمایشگاه منتقل شدند.



شکل ۳-۴- آماده‌سازی رسوبات حاصل از ته‌نشست آب چاه‌ها

۳-۴- آزمون میکروبیولوژی و نحوه نمونه‌برداری از آب چاه‌ها به منظور آزمون میکروبیولوژی

برای آنالیز بیولوژیک آب، ۳ نمونه از آب چاه‌های شماره ۱، ۲ و ۳ در اردیبهشت ۱۳۹۴ برداشته شد و به آزمایشگاه آب و فاضلاب شیراز انتقال یافت تا مورد آزمایش (Maximum probability number) MPN و تعیین بیشترین تعداد کلیفرمی در صد میلی‌لیتر آب قرار گیرد. به منظور نمونه‌برداری برای آنالیز بیولوژیکی از بطری‌های شیشه‌ای درب‌دار دهان‌گشاد (شکل ۳-۵) و از جنس شیشه مقاوم که از قبل در دستگاه اتوکلاو به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد استریل شده بودند استفاده شد. بطری را تا زمان نمونه‌برداری، بسته نگه‌داشته و در حین نمونه‌گیری دقت نموده تا سطح داخلی درپوش بطری و ابتدای بطری آلوده نشود (مثلا دست نباید با این قسمت‌ها تماس یابد) سپس ظرف نمونه‌گیری را پر نموده و بلافاصله درپوش آن قرار داده می‌شود. برای نمونه‌برداری از آب چاه از لوازم ضدعفونی‌کننده استفاده شده، چون تمامی نمونه‌ها از دهانه خروجی شیر آب گرفته شده که آب آن از چاه مورد نظر وارد لوله می‌شود. به همین جهت برای ضدعفونی کردن دهانه خروجی شیر آب، ابتدا مقداری پنبه را با پنس

برداشته و به الکل آغشته می‌شود، سپس پنبه را با کبریت آتش زده و اطراف و داخل شیر آب به طور کامل ضدعفونی می‌شود. آنگاه بلافاصله بطری استریل از آب پر می‌شود، به گونه‌ای که حباب هوایی وارد بطری نشود. نمونه‌گیری میکروبی باید به سرعت انجام شود تا در صورت امکان از ورود سایر میکروب‌های موجود در هوا به داخل ظرف جلوگیری شود. پس از نمونه‌برداری باید آزمایش بیولوژیکی نمونه‌ها بلافاصله شروع شود تا از تغییرات غیرقابل پیش‌بینی جلوگیری شود.



شکل ۳-۵- نمونه‌برداری آزمون بیولوژیک

۳-۴-۱- اندازه‌گیری خصوصیات بیولوژیکی آب در آزمایشگاه

برای تشخیص آلودگی بیولوژیکی آب، نمونه‌ها بلافاصله پس از نمونه‌برداری در شرایط استریل، درون کلمن یخ به آزمایشگاه اداره آب و فاضلاب شیراز منتقل شده تا از طریق آزمون MPN مورد آزمایش قرار گیرند. با توجه به مقدار آلودگی، آزمایش MPN به روش‌های مختلف انجام می‌گیرد.

۳-۴-۲- روش انجام آزمایش

آزمون MPN در سه مرحله انجام می‌گیرد که شامل مرحله احتمالی، مرحله تأییدی و مرحله تکمیلی می‌شود. شکل (۳-۶) این مراحل را نشان می‌دهد.

۳-۴-۲-۱- مرحله احتمالی

تعداد لوله‌ها در روش ۹ لوله‌ای (سه سری سه‌تایی) می‌باشد. به این ترتیب که حجم‌های ۱۰، ۱ و ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه آب در محیط‌های کشت لاکتوز براث با استفاده از پپیت استریل ریخته می‌شود. به طوری که در روش ۹ لوله‌ای به ترتیب در سه لوله اول ۱۰ میلی‌لیتر و در سه لوله دوم ۱ میلی‌لیتر و در سه لوله سوم ۰/۱ میلی‌لیتر از نمونه آب بر روی محیط کشت اضافه می‌شود. سپس نمونه‌های کشت شده در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت انکوبه می‌شود. اگر نتیجه مثبت باشد احتمال آلودگی کلیفرمی وجود دارد. در روش ۵ لوله‌ای نیز مطابق روش ۹ لوله‌ای عمل می‌شود. در این روش از یک سری ۵ لوله‌ای با حجم محیط کشت ۱۰ میلی‌لیتر استفاده می‌شود. مقدار نمونه آب ۱۰ میلی‌لیتر به ازای هر لوله می‌باشد.

لوله دورهام درون لوله‌آزمایش، محتوی مواد مغذی برای میکروارگانیسم‌ها می‌باشد. اگر در آب کلیفرم وجود داشته باشد، مواد مغذی را مصرف کرده و گاز منوکسید کربن تولید می‌کند. بنابراین، وجود گاز در لوله‌ها در عرض ۴۸ ساعت، نشان‌دهنده مثبت بودن تست می‌باشد. البته حباب هوا را نباید با گاز تولید شده اشتباه گرفت، لوله‌ای که گاز در آن تولید شده در اثر رشد میکروارگانیسم‌ها کدر و تیره خواهد شد.

گاهی با تکان دادن لوله‌آزمایش گازهای کوچکی را در لوله دورهام می‌توان دید، در این صورت تست فرضی است. برای تأیید لوله‌هایی که گاز در آنها دیده نشده است ولی رشد وجود دارد از محیط بریلیانت گرین استفاده می‌شود. حدود ۴۸ ساعت زمان برای تخمیر، تردید را در مورد کلیفرم‌هایی که به آهستگی گاز تولید می‌کنند از بین می‌برد.

۳-۴-۲-۲- مرحله تأییدی

از محیط کشت بریلیانت گرین برای تست تأییدی استفاده می‌شود. در این مرحله از نمونه‌هایی که نتیجه مثبت نشان دادند با استفاده از لوپ به محیط کشت بریلیانت گرین تلقیح می‌شود. از هر لوله مثبت در دو لوله از محیط بریلیانت تلقیح انجام می‌شود. سپس نمونه‌های کشت‌شده در محیط بریلیانت گرین در دماهای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه انکوباتور گرماگذاری می‌شوند. اگر جواب مثبت باشد آب آلودگی کلیفرمی دارد در هر مرحله می‌توان در صورت مثبت بودن نمونه‌ها با شمارش تعداد لوله‌های مثبت از روی جدول مقدار MPN را بدست آورد.

۳-۴-۲-۳- مرحله گرماپای یا مدفوعی

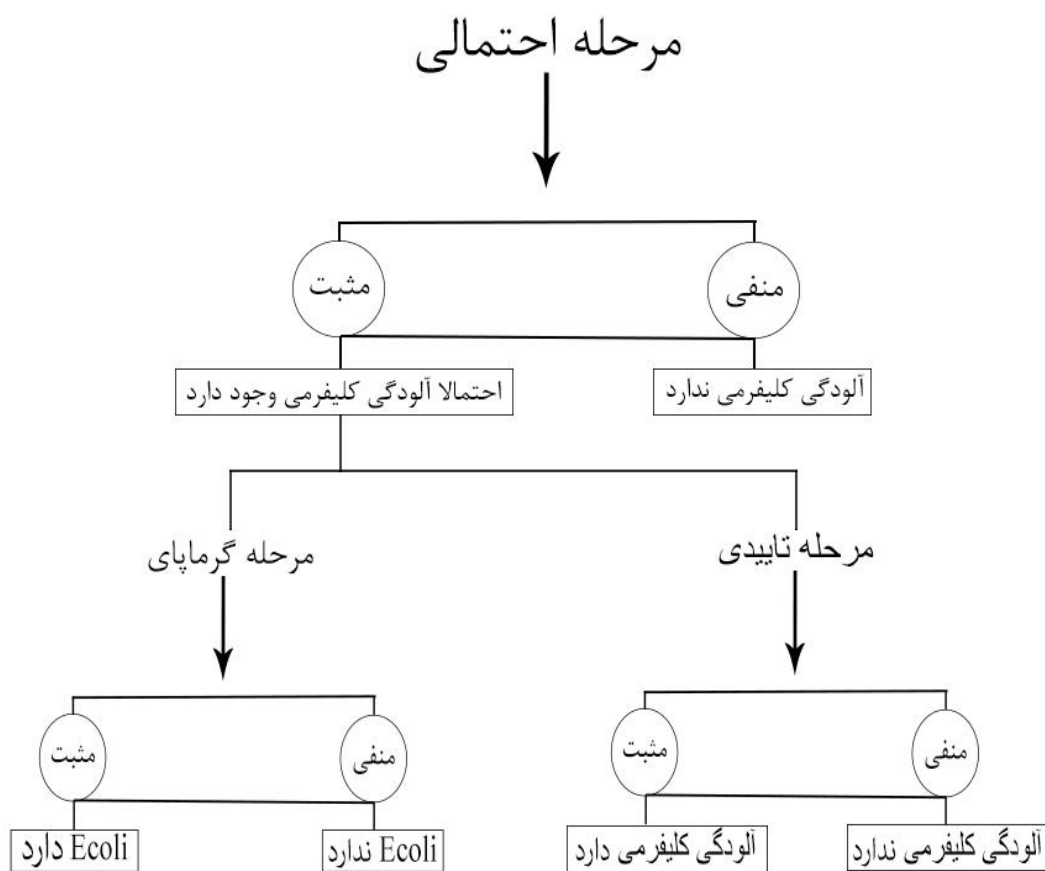
این تست برای لوله‌هایی که تست تأییدی آنها مثبت است، انجام می‌شود. به این ترتیب که این لوله‌ها در محیط بریلیانت گرین (Brilliant green) در دمای ۴۴/۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت در دستگاه بن‌ماری گرماگذاری می‌شوند. اگر جواب مثبت باشد، نمونه آب حاوی اشرشیاکلی (Ecoli) می‌باشد و می‌توان با شمارش تعداد لوله‌های مثبت که حاصل آن یک عدد سه‌رقمی است و MPN را از روی جدول (۱-۳) بدست آورد. MPN بیانگر بیشترین تعداد کلیفرمی در ۱۰۰ میلی‌لیتر از نمونه آب می‌باشد.

باکتری‌های کلیفرم مهم‌ترین شاخصی هستند که در آزمایش‌های باکتریولوژی آب‌ها مورد توجه قرار می‌گیرند. تعیین کلیفرم به‌عنوان شاخص آلودگی آب در استاندارد شماره ۱۱۱۱ (ویژگی‌های میکروبیولوژیکی آب) تعریف شده‌اند.

در خصوص نمونه‌برداری میکروبی، برای جلوگیری از اثر کلر باقی‌مانده در زمان انتقال نمونه، کلرزن‌ها قبل از نمونه‌گیری قطع می‌شدند. در مواردی که کدورت آب افزایش یافته و کلر باقیمانده صفر باشد، آلودگی میکروبیولوژی بیشتری مشاهده می‌گردد (دهقانی ۱۳۸۸).

جدول ۳-۱- جدول MPN پنج لوله‌ای (امتیازی ۱۳۷۵)

تعداد لوله‌های مثبت	MPN/۱۰۰ ml
۰	<۲,۲
۱	۲/۲
۲	۵/۱
۳	۹/۲
۴	۱۶



شکل ۳-۶- نمودار مراحل انجام آزمایش MPN (امتیازی ۱۳۷۵)

۳-۵- اندازه‌گیری غلظت یون‌های اصلی و فلزات سنگین در آزمایشگاه

برای تمام نمونه‌ها یون‌های اصلی و فلزات سنگین اندازه‌گیری شده است. اندازه‌گیری غلظت یون‌های اصلی در آزمایشگاه آب و فاضلاب شیراز و فلزات سنگین در آزمایشگاه ICP دانشگاه زنجان و آزمایشگاه

آب و فاضلاب شیراز اندازه‌گیری شد. نتایج اندازه‌گیری فلزات سنگین بر اساس میکروگرم ارائه شدند. با استفاده از نتایج بدست آمده، از پارامترهای ضرایب اشباع محاسبه شد. بر اساس غلظت یون‌های اصلی بدست آمده نمودارهای کیفی آب نظیر نمودار پایپر، نمودار استیف و نمودار شولر تهیه و مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند.

۳-۶- تهیه نقشه هم‌پتانسیل سطح آب زیرزمینی در دشت شیراز

به منظور ارزیابی جهت جریان آب زیرزمینی در منطقه مورد مطالعه، نقشه هم‌پتانسیل آبخوان دشت شیراز بر اساس اطلاعات پیزومترهای موجود در منطقه ترسیم شده است.

فصل چهارم: بررسی علل کدورت آب در

چاه‌های آب منصورآباد شیراز

در راستای هدف اصلی این تحقیق که بررسی وجود و علل کدورت در چاه‌های منصورآباد شیراز و ارائه پیشنهادهایی برای رفع آن است، اندازه‌گیری تغییرات زمانی خواص فیزیکی و شیمیایی چاه‌ها انجام شده است. نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی چاه‌ها و تفسیر آنها در این فصل ارائه خواهد شد. برای تعیین علل کدورت آب چاه‌ها، ابتدا باید جنس مواد موجود در آب مشخص گردد. به این منظور داده‌های مختلف از ابتدای حفر چاه‌ها تا به امروز جمع‌آوری شد. به منظور بررسی بیشتر در این تحقیق در دو نوبت از چاه‌ها نمونه‌برداری صورت گرفت. برای تمام نمونه‌ها خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مانند مقادیر pH، TSS، TDS، دما، هدایت الکتریکی، رنگ، کدورت، غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها، قلیابیت، سختی کل و مقدار سیلیس و همچنین غلظت عناصر سنگین و عناصر فرعی و اصلی، اندازه‌گیری خصوصیات میکروبیولوژی آب و کانی‌شناسی رسوب بدست آمده از نمونه‌های آب چاه در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج بدست آمده، تجزیه و تحلیل‌های لازم انجام شد.

برای هر بار نمونه‌برداری از چاه‌های آب شرب منصورآباد، می‌بایست هماهنگی‌های همه‌جانبه‌ای با اداره آب و فاضلاب شیراز و حراست این سازمان انجام می‌شد که یکی از مراحل دشوار و وقت‌گیر این مطالعه بوده است. مجموعاً از چهار چاه نمونه‌برداری صورت گرفته که چاه شماره ۴ فاقد مشکل کدورت بوده است و در مدار بهره‌برداری قرار دارد دیگر چاه‌ها به دلیل کدورت بالا از مدار بهره‌برداری خارج می‌باشند.

۴-۱- مختصری درباره موقعیت چاه‌های منصورآباد

در منطقه منصورآباد شیراز توسط شرکت آب و فاضلاب ۵ حلقه چاه حفاری شده است که چاه شماره ۵ به تازگی حفاری شده است و هنوز در مدار بهره‌برداری قرار نگرفته است. چاه‌های شماره ۱، ۲ و ۳ به علت کدورت بالا از مدار خارج و غیر قابل استفاده می‌باشند. چاه شماره ۴ دارای کیفیت مطلوب و در حال حاضر در مدار بهره‌برداری می‌باشد. این چاه‌ها در انتهای شمال غربی کوه باباکوهی (تاق‌دیس پشت‌مله) با لیتولوژی آهک کارستی حفر گشته‌اند.

۴-۱-۱- لاگ‌های حفاری چاه‌های منطقه منصورآباد

در شکل (۴-۱) لاگ حفاری چاه‌های عمیق منصورآباد آورده شده است. در هر یک از لاگ‌ها اطلاعات سنگ‌شناسی و تفاوت ارتفاعی آن‌ها تعیین شده که در این فصل به بررسی آن‌ها پرداخته شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود قسمت اعظم این چاه‌ها در سازند آهکی آسماری حفر شده‌اند. سنگ‌های آهکی در این منطقه دارای میان لایه‌های مارنی همراه با شکستگی و درز و شکاف فراوان می‌باشند. به علت درز و شکاف زیاد و همچنین سستی واحدهای سنگی در بسیاری از نقاط مغزه حفاری خارج نشده است و لاگ سنگ‌شناسی در چاه‌های ۱، ۲ و ۳ وجود ندارد.

الف- بررسی لیتولوژیکی چاه شماره ۱ منصورآباد

محل حفر چاه در منطقه بر روی آهک کرم‌رنگ تیره سخت و خالص می‌باشد (شکل ۴-۱ الف)، سنگ‌شناسی چاه از سطح تا عمق ۲۴۰/۵ متری شامل آهک کرم‌رنگ تیره سخت و خالص، آهک کرم‌رنگ روشن و سخت همراه با درز و شکاف، آهک کرم-خاکستری سخت و خالص همراه با درز و شکاف می‌باشد. این نوع سنگ‌شناسی مربوط به سازند آسماری می‌باشد. از عمق ۱۵۰ تا ۲۴۰/۵ متری به دلیل برخورد به سیستم درز و شکاف فاقد مغزه حفاری و در نتیجه فاقد لاگ می‌باشد.

ب- بررسی لیتولوژیکی چاه شماره ۲ منصورآباد

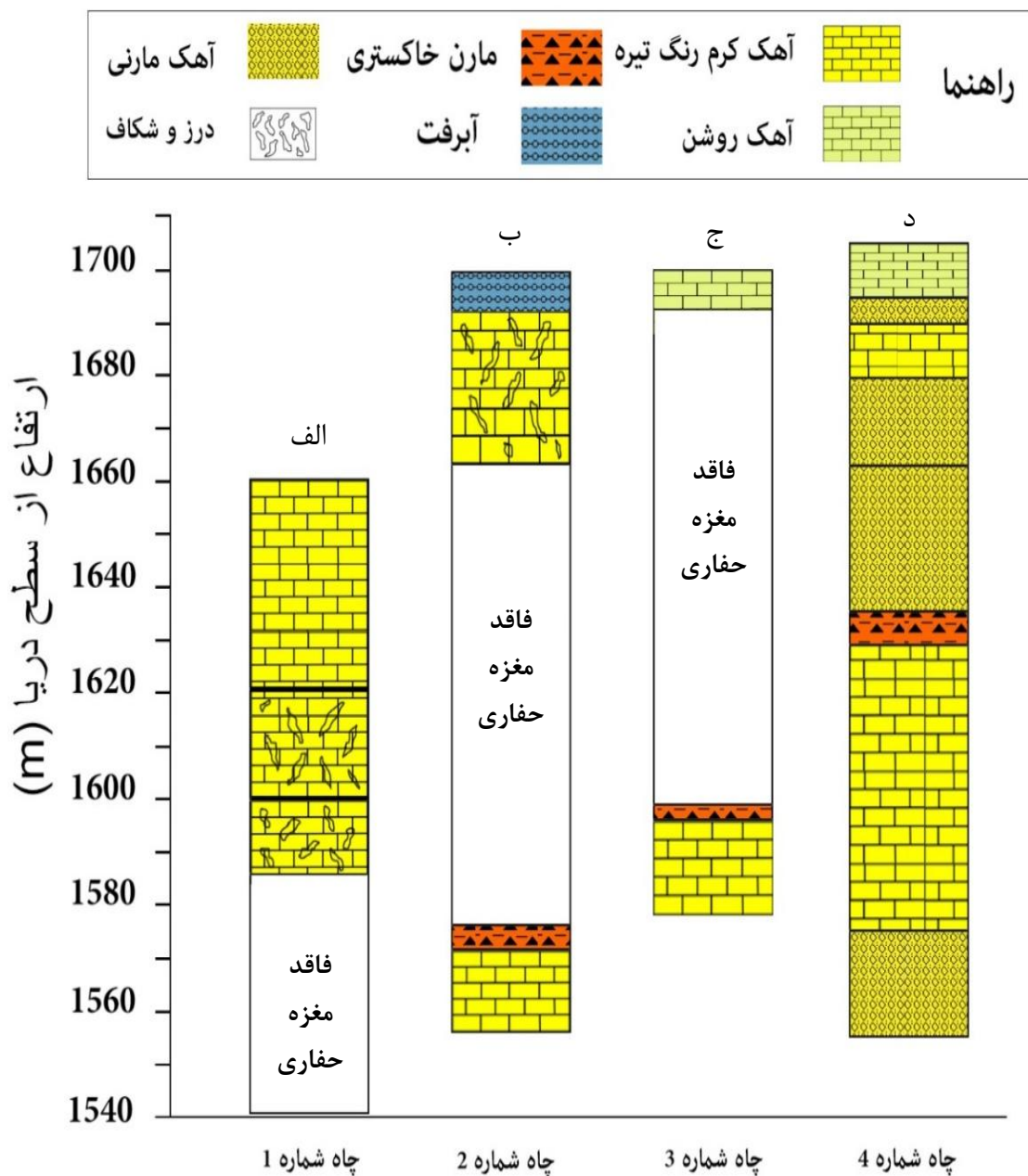
محل حفر چاه بر روی آبرفت سطحی می‌باشد (شکل ۴-۱ ب)، سنگ‌شناسی چاه از سطح تا عمق ۲۸۸ متری شامل آبرفت سطحی، آهک کرم تیره سخت و خالص همراه با شکستگی، از عمق ۷۰ متری تا ۱۶۰ متری در آهک سخت به علت درز و شکاف فراوان چاه فاقد لاگ حفاری می‌باشد. در عمق ۲۷۰ الی ۲۷۵ لایه نازکی از مارن چسبنده خاکستری و بعد از آن آهک سخت می‌باشد. بر اساس نوع سنگ‌شناسی و محل قرارگیری آن بر روی نقشه زمین‌شناسی نتیجه می‌شود که این گمانه نیز در رسوبات معادل سازند آسماری حفاری شده است.

ج- بررسی لیتولوژیکی چاه شماره ۳ منصورآباد

محل حفر گمانه در منطقه بر روی آهک سفید و سخت می‌باشد (شکل ۴-۱ ج). سنگ‌شناسی این گمانه از سطح زمین تا عمق ۲۴۶ متری شامل آهک سفید و سخت و خالص می‌باشد که به علت وجود سیستم درز و شکاف و غار در بخشی از گمانه نمونه‌ای از چاه خارج نگردیده است. در عمق ۲۰۰ متر الی ۲۰۵ متر ضخامت کمی از مارن خاکستری چسبنده قرار دارد و پس از آن تا انتهای چاه را آهک آسماری تشکیل می‌دهد.

د- بررسی لیتولوژیکی چاه شماره ۴ منصورآباد

محل حفر گمانه در منطقه بر روی آهک‌های سفید خالص و سخت سازند آسماری قرار می‌گیرد (شکل ۴-۱ د). نوع سنگ‌شناسی چاه از سطح زمین تا عمق ۳۰۰ متری شامل آهک سفید خالص و سخت، آهک مارنی کرم‌رنگ تیره، آهک خالص کرم‌رنگ، آهک مارنی سفید و کرم‌رنگ، مارن و آهک مارنی به رنگ سبز و خاکستری، آهک مارنی و مارن به رنگ قهوه‌ای، مارن سبزرنگ، آهک کرم تا قهوه‌ای تیره با لایه‌های سبزرنگ سخت و متراکم همراه با شکستگی و آهک مارنی سفید و کرم‌رنگ سخت و متراکم می‌باشد. این چاه دارای اطلاعات کامل لاگ زمین‌شناسی می‌باشد و از نظر کدورت در وضعیت مناسبی قرار دارد و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.



شکل ۴-۱- لاگ‌های سنگ‌شناسی چاه‌های منصورآباد

۴-۱-۲- ارزیابی ساختمان چاه و روش حفاری

حفاری چاه‌ها از نوع دورانی (Rotary) در سازند کارستی می‌باشد. در روش حفاری دورانی عمل خرد کردن و حفر کردن زمین توسط چرخش مته به دور خود صورت می‌گیرد و همزمان با آن مواد کنده شده با گردش جریان گل حفاری تخلیه می‌شوند. با توجه به درز و شکاف‌های موجود در سازند

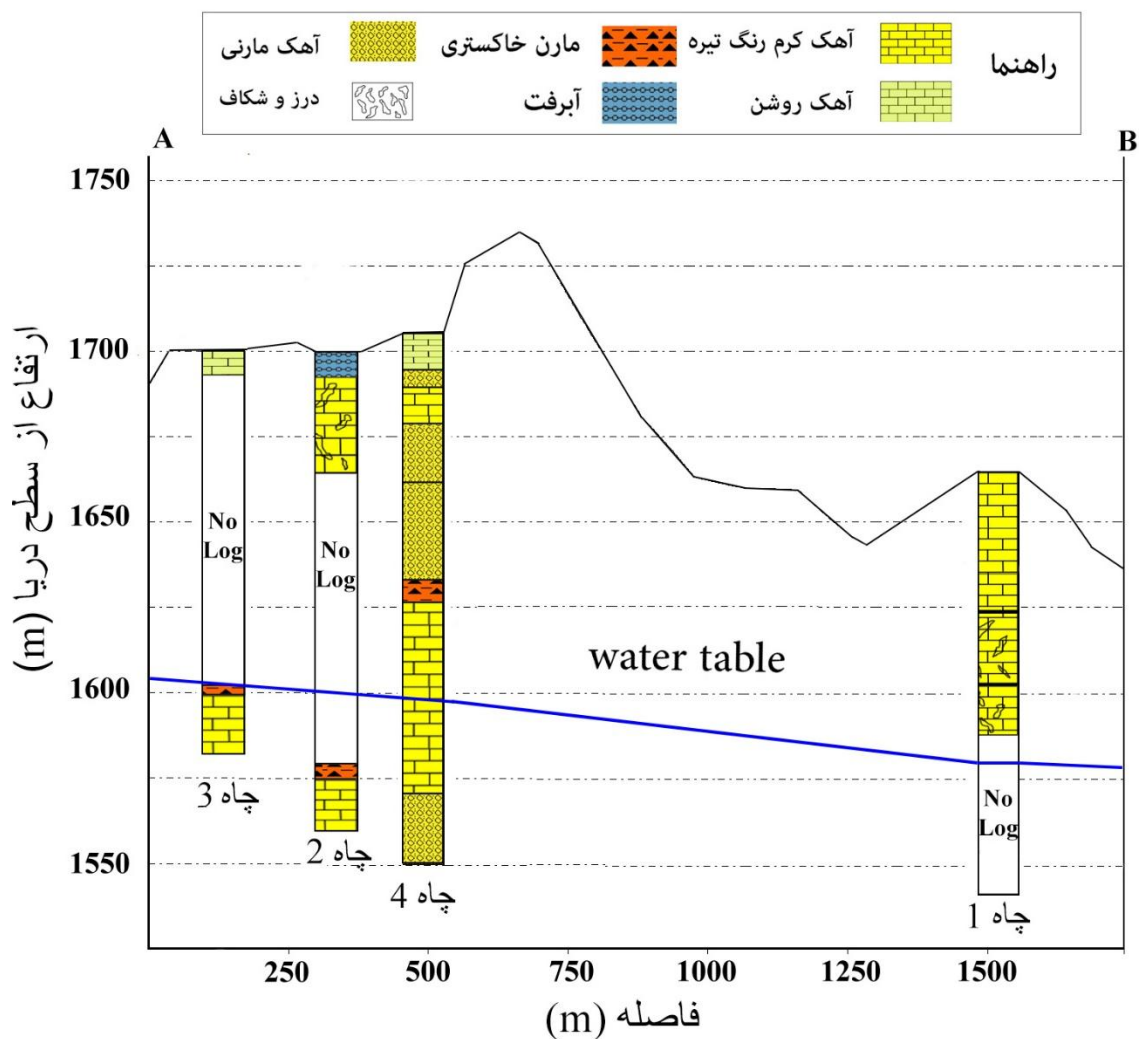
آسماری این منطقه امکان باقی ماندن گل حفاری در آنها وجود دارد. مختصات قرارگیری و اطلاعات مربوط به چاه‌ها در جدول (۱-۴) آمده است. همانطور که مشاهده می‌شود قطر صافی شنی و لوله جدار در کل چاه یکسان است و با توجه به جنس متفاوت لایه‌ها بهتر است جنس و قطر آنها با توجه به جنس لایه‌ها متفاوت انتخاب شود.

جدول ۱-۴- مختصات قرارگیری و اطلاعات مربوط به چاه‌ها

شماره چاه	مختصات چاه بر حسب Utm		ارتفاع دهانه چاه از سطح دریا (m)	عمق حفاری (m)	عمق سطح آب (m)	لوله مشبک (inch)	قطر دهانه چاه (m)	لوله جدار (inch)	ارتفاع چاه (m)	قطر حفاری (inch)
	Y	X								
۱	۳۲۸۴۹۵۵	۶۴۳۴۶۶	۱۶۶۰	۲۴۰/۵	-	۲۰	۰/۷	۱۴	۲۴۰/۵	۱۷/۵
۲	۳۲۸۶۲۰۵	۶۴۳۷۸۹	۱۶۹۸	۲۴۶	۸۸	۲۰	۰/۱۵	۱۴	۱۸۶/۹	۱۷/۵
۳	۳۲۸۶۰۰۷	۶۴۳۸۸۲	۱۷۰۰	۲۶۴	۸۴	۲۰	۰/۲	۱۴	۲۴۵/۸	۱۷/۵
۴	۳۲۸۵۸۸۵	۶۴۳۹۶۵	۱۷۰۵	۳۰۰	۱۱۳	۲۰	-	۱۴	-	۱۷/۵

۳-۱-۴- نیمرخ توپوگرافی منطقه

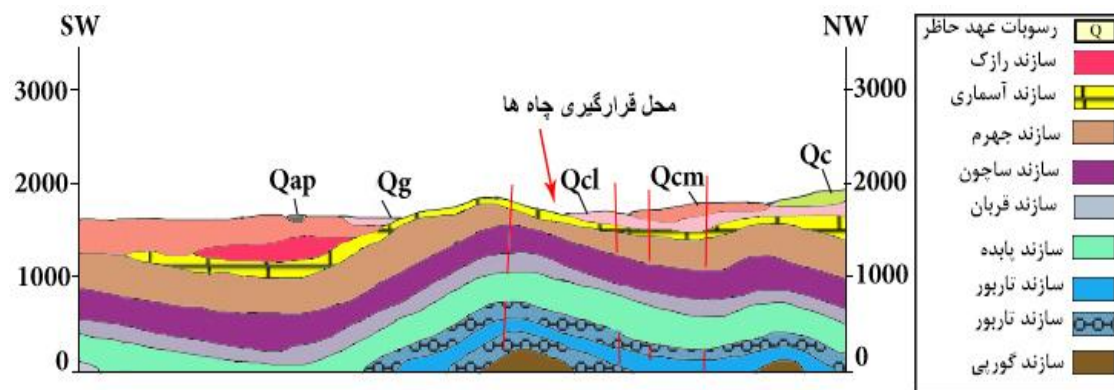
جهت بررسی وضعیت توپوگرافی و موقعیت دشت و مناطق کوهستانی موجود در منطقه مورد مطالعه توسط نرم‌افزار Global Mapper 16 یک نیمرخ توپوگرافی از کوه باباکوهی رسم شد. شکل (۲-۴) بر اساس مختصات داده‌های هر چاه، بر روی نیمرخ رسم شد و اطلاعات سنگ‌شناسی هر گمانه نیز بر روی آن آورده شد. در شکل (۲-۴) نیز اطلاعات توپوگرافی، موقعیت چاه‌ها و سطح آب زیرزمینی نشان داده شده است.



شکل ۴-۲- نیمرخ توپوگرافی منطقه مورد مطالعه

۴-۱-۴- نیمرخ زمین‌شناسی منطقه

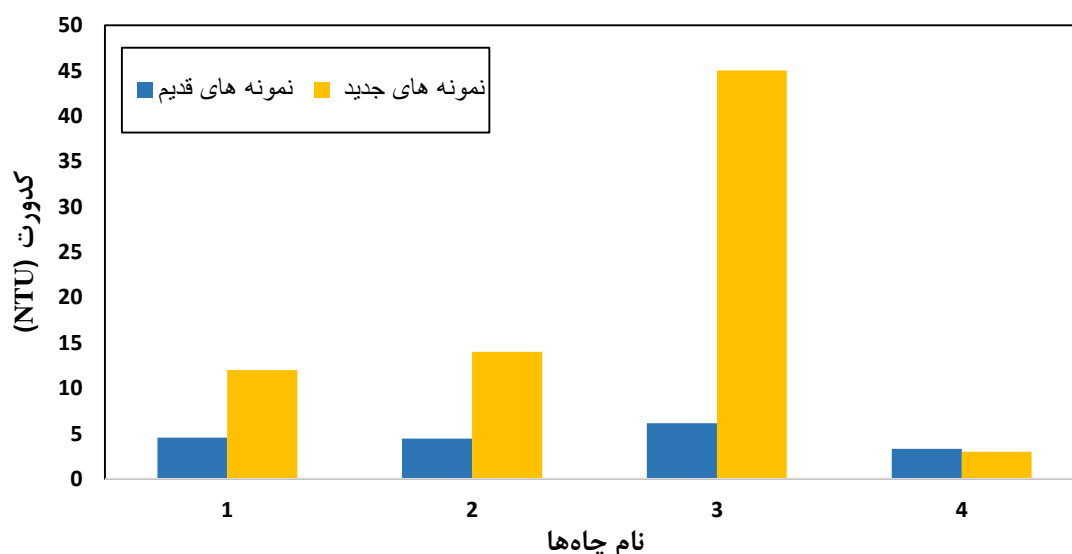
جهت بررسی وضعیت لایه‌های زمین‌شناسی در محدوده و موقعیت چاه‌ها، با استفاده از نرم‌افزار Global Mapper 16 اقدام به رسم یک نیمرخ زمین‌شناسی شد. لایه‌های زمین‌شناسی بر اساس اطلاعات موجود در نقشه زمین‌شناسی و مشاهدات صحرائی رسم گشته‌اند. شکل (۳-۴) نیمرخ زمین‌شناسی تاق‌دیس پشت‌مله و محدوده چاه‌های منصورآباد شیراز را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۳- نیمرخ زمین‌شناسی منطقه مورد مطالعه

۲-۴- ارزیابی کدورت در چاه‌های منطقه منصورآباد

شکل (۴-۴) میانگین کدورت در نمونه‌برداری‌های جدید سال‌های ۹۳-۹۴ و نمونه‌برداری‌های قدیمی بین سال‌های ۸۹ تا ۹۲ از چاه‌های منطقه منصورآباد شیراز را نشان می‌دهد. دلیل پایین بودن میانگین کدورت در نمونه‌برداری‌های قدیمی احتمالاً به کارکرد بیشتر چاه و کاهش کدورت آن در هنگام نمونه‌برداری مربوط می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود بیشترین مقدار کدورت مربوط به چاه ۳ و حدود ۴۵ NTU می‌باشد. کمترین مقدار کدورت برای چاه شماره ۴ می‌باشد حدود ۳ NTU می‌باشد که اکنون در مدار بهره‌برداری قرار دارد.



شکل ۴-۴- نمودار میانگین کدورت در نمونه‌برداری‌های قدیم و جدید

۴-۲-۱- بررسی تغییرات زمانی کدورت در چاه‌های مورد مطالعه

همان‌طور که جدول‌های (۴-۲ الی ۴-۵) و شکل‌های (۴-۵ الی ۴-۸) نشان می‌دهند مقدار کدورت تابع تغییرات فصلی و یا روند مشابه و قابل تکرار نمی‌باشد. بالاترین مقدار کدورت مربوط به چاه شماره ۳ و کمترین مقدار کدورت مربوط به چاه شماره ۴ می‌باشد. به طور کلی هر چه از زمان فعالیت چاه می‌گذرد کدورت آب کاهش می‌یابد، این مسئله را می‌توان در چاه شماره ۴ مشاهده کرد که با توجه به اینکه مدت طولانی در مدار بهره‌برداری می‌باشد دارای کمترین مقدار کدورت است.

جدول ۴-۲- نتایج نمونه‌برداری کدورت در چاه شماره ۱ منصورآباد

کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری
۰/۳	۱۳۹۲/۰۴/۲۴	۰/۳	۱۳۹۰/۰۸/۰۹	۰/۸	۱۳۸۹/۰۶/۲۱	۱۱/۳	۱۳۸۹/۰۴/۱۵
۰/۹	۱۳۹۲/۰۵/۲۲	۱	۱۳۹۰/۰۸/۲۳	۱/۲	۱۳۹۰/۰۳/۲۵	۱/۴	۱۳۸۹/۰۴/۲۰
۰/۷	۱۳۹۲/۰۵/۲۶	۱/۲	۱۳۹۱/۰۳/۰۱	۰/۵	۱۳۹۰/۰۳/۳۱	۲/۴	۱۳۸۹/۰۴/۲۳
۱	۱۳۹۲/۰۵/۲۷	۲/۲	۱۳۹۱/۰۳/۰۶	۰/۶	۱۳۹۰/۰۴/۰۵	۹/۹	۱۳۸۹/۰۴/۲۷
۰/۷	۱۳۹۲/۰۶/۰۲	۴/۰۵	۱۳۹۱/۰۳/۱۷	۸/۷	۱۳۹۰/۰۴/۱۱	۲/۱	۱۳۸۹/۰۵/۰۳
۰/۴	۱۳۹۲/۰۶/۲۵	۵/۹	۱۳۹۱/۰۳/۲۰	۰/۴	۱۳۹۰/۰۴/۱۸	۰/۹	۱۳۸۹/۰۵/۱۸
۲/۵	۱۳۹۲/۰۶/۳۱	۸/۴	۱۳۹۱/۱۲/۲۶	۰/۴	۱۳۹۰/۰۵/۱۷	۰/۶	۱۳۸۹/۰۵/۲۱
۱/۲	۱۳۹۲/۰۷/۱۳	۰/۹	۱۳۹۲/۰۳/۲۸	۱	۱۳۹۰/۰۶/۳۰	۲/۱	۱۳۸۹/۰۶/۰۱
۲۱/۶	۱۳۹۲/۰۷/۲۲	۰/۶	۱۳۹۲/۰۴/۰۱	۰/۶	۱۳۹۰/۰۷/۲۴	۲/۲	۱۳۸۹/۰۶/۰۸
۰/۳	۱۳۹۳/۰۴/۱۰	۰/۵	۱۳۹۲/۰۴/۰۵	۰/۷	۱۳۹۰/۰۷/۲۶	۰/۹	۱۳۸۹/۰۶/۱۱
۱۲	۱۳۹۴/۰۲/۰۱	۱/۲	۱۳۹۲/۰۴/۱۰	۰/۸	۱۳۹۰/۰۸/۰۱	۰/۷	۱۳۸۹/۰۶/۱۷

جدول ۴-۳- نتایج نمونه برداری کدورت در چاه شماره ۲ منصورآباد

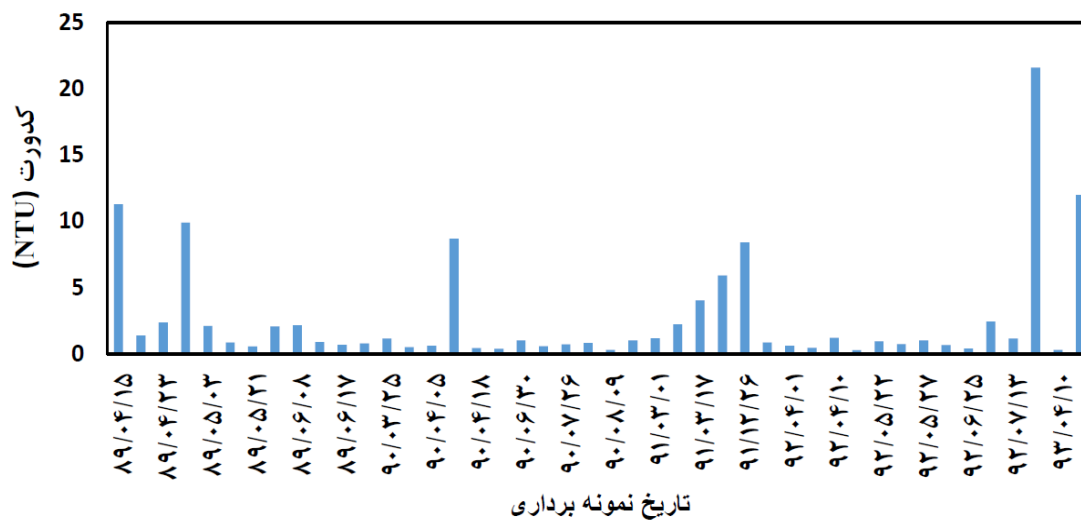
کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری
۷/۷	۱۳۹۱/۰۹/۱۱	۰/۴	۱۳۹۱/۰۳/۲۸	۰/۵	۱۳۹۰/۰۱/۲۷	۴/۲	۱۳۸۹/۰۳/۲۵
۰/۱	۱۳۹۱/۰۹/۱۵	۰/۵	۱۳۹۱/۰۴/۲۴	۰/۳	۱۳۹۰/۰۳/۳۱	۰/۹	۱۳۸۹/۰۵/۱۸
۸/۸	۱۳۹۱/۰۹/۲۰	۰/۴	۱۳۹۱/۰۵/۲۳	۰/۵	۱۳۹۰/۰۴/۰۵	۰/۴	۱۳۸۹/۰۵/۲۱
۴/۷	۱۳۹۱/۱۲/۲۶	۰/۴	۱۳۹۱/۰۶/۲۱	۰/۳	۱۳۹۰/۰۴/۰۷	۰/۲	۱۳۸۹/۰۵/۲۵
۴/۷	۱۳۹۲/۰۳/۲۶	۲/۵	۱۳۹۱/۰۷/۰۱	۰/۵	۱۳۹۰/۰۴/۱۵	۰/۳	۱۳۸۹/۰۵/۳۰
۳/۲	۱۳۹۲/۰۷/۲۹	۲/۹	۱۳۹۱/۰۷/۰۳	۰/۶	۱۳۹۰/۰۴/۲۱	۰/۵	۱۳۸۹/۰۶/۱۱
۵/۷	۱۳۹۳/۰۹/۲۶	۰/۷	۱۳۹۱/۰۷/۱۹	۰/۴	۱۳۹۰/۰۴/۲۷	۰/۶	۱۳۸۹/۰۶/۱۶
۳/۹	۱۳۹۳/۰۹/۲۹	۰/۶	۱۳۹۱/۰۸/۰۱	۲/۹	۱۳۹۰/۰۵/۱۵	۰/۶	۱۳۸۹/۰۶/۲۱
۳	۱۳۹۳/۱۰/۰۳	۰/۴	۱۳۹۱/۰۸/۳۰	۰/۷	۱۳۹۱/۰۳/۰۱	۵/۳	۱۳۸۹/۰۸/۱۸
۱۴	۱۳۹۴/۰۲/۰۱	۵/۳	۱۳۹۱/۰۹/۰۷	۰/۵	۱۳۹۱/۰۳/۲۴	۱/۴	۱۳۸۹/۰۸/۲۵

جدول ۴-۴- نتایج نمونه‌برداری کدورت در چاه شماره ۳ منصورآباد

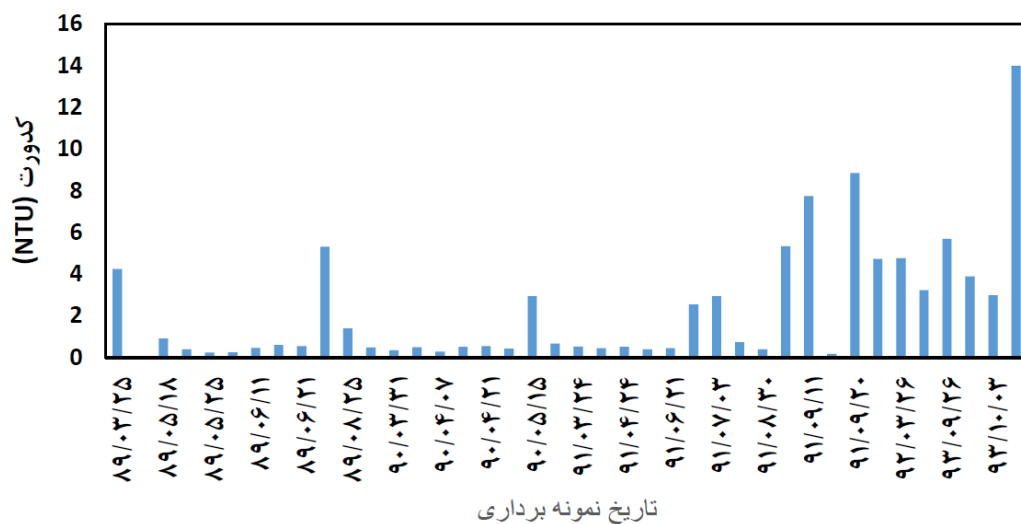
کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری
۱۱/۳	۱۳۸۹/۰۶/۱۷	۶	۱۳۸۹/۰۴/۲۷
۳/۷	۱۳۸۹/۰۶/۲۷	۸/۸	۱۳۸۹/۰۵/۲۶
۵/۸	۱۳۸۹/۱۰/۱۴	۳/۵	۱۳۸۹/۰۵/۲۷
۹/۸	۱۳۸۹/۱۰/۱۸	۳/۵	۱۳۸۹/۰۵/۲۸
۴۵	۱۳۹۴/۰۲/۰۱	۲/۷	۱۳۸۹/۰۵/۳۰

جدول ۴-۵- نتایج نمونه‌برداری کدورت در چاه شماره ۴ منصورآباد

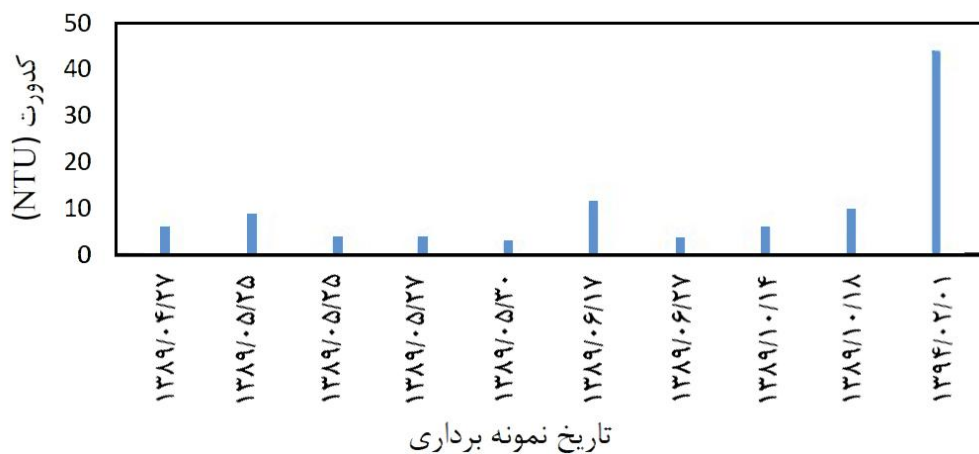
کدورت نمونه‌برداری (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری	کدورت (NTU)	تاریخ نمونه‌برداری
۰/۷	۱۳۹۳/۰۴/۰۹	۱/۶	۱۳۹۲/۰۴/۰۴	۰/۳	۱۳۹۱/۰۳/۲۸	۱۲	۱۳۸۹/۱۲/۱۱
۰/۲	۱۳۹۳/۰۴/۳۰	۰/۳	۱۳۹۲/۰۴/۲۴	۱	۱۳۹۱/۰۴/۲۴	۱۰/۴	۱۳۸۹/۱۲/۲۴
۱/۵	۱۳۹۳/۰۵/۲۰	۰/۵	۱۳۹۲/۰۵/۲۸	۱/۷	۱۳۹۱/۰۵/۲۵	۱۳/۴	۱۳۸۹/۱۲/۲۵
۰/۹	۱۳۹۳/۰۶/۲۳	۰/۶	۱۳۹۲/۰۶/۰۱	۰/۵	۱۳۹۱/۰۶/۲۱	۳/۴	۱۳۹۰/۰۱/۲۰
۶/۵	۱۳۹۳/۰۷/۲۲	۰/۶	۱۳۹۲/۰۶/۲۵	۰/۸	۱۳۹۱/۰۷/۱۹	۱/۳	۱۳۹۰/۰۳/۳۱
۳/۹	۱۳۹۳/۰۷/۲۶	۰/۸	۱۳۹۲/۰۷/۲۲	۰/۳	۱۳۹۱/۰۸/۳۰	۰/۸	۱۳۹۰/۰۴/۱۵
۱/۱	۱۳۹۳/۰۷/۲۹	۰/۷	۱۳۹۲/۰۸/۲۰	۰/۵	۱۳۹۱/۰۹/۲۵	۰/۷	۱۳۹۰/۰۵/۱۷
۰/۶	۱۳۹۳/۰۸/۱۷	۱	۱۳۹۲/۰۹/۱۸	۰/۳	۱۳۹۱/۱۰/۲۰	۰/۹	۱۳۹۰/۰۵/۲۳
۰/۸	۱۳۹۳/۰۹/۱۱	۱	۱۳۹۲/۱۰/۲۸	۰/۴	۱۳۹۱/۱۱/۲۳	۰/۹	۱۳۹۰/۰۸/۲۸
۱/۱	۱۳۹۳/۰۹/۱۶	۰/۶	۱۳۹۲/۱۱/۲۱	۰/۵	۱۳۹۱/۱۲/۱۴	۰/۹	۱۳۹۰/۰۹/۲۶
۱/۱	۱۳۹۳/۰۹/۲۹	۴/۶	۱۳۹۲/۱۲/۱۰	۱/۴	۱۳۹۲/۰۱/۲۰	۰/۳	۱۳۹۰/۱۰/۱۸
۱	۱۳۹۳/۱۰/۱۴	۲/۱	۱۳۹۳/۰۲/۲۱	۱/۲	۱۳۹۲/۰۱/۲۴	۱/۱	۱۳۹۰/۱۱/۱۹
۰/۶	۱۳۹۳/۱۱/۰۸	۱/۳	۱۳۹۳/۰۳/۲۷	۱	۱۳۹۲/۰۲/۰۹	۰/۵	۱۳۹۱/۰۱/۲۷
۰/۳	۱۳۹۳/۱۲/۰۶	۱/۱	۱۳۹۳/۰۴/۰۱	۰/۵	۱۳۹۲/۰۲/۲۴	۰/۹	۱۳۹۱/۰۲/۲۳



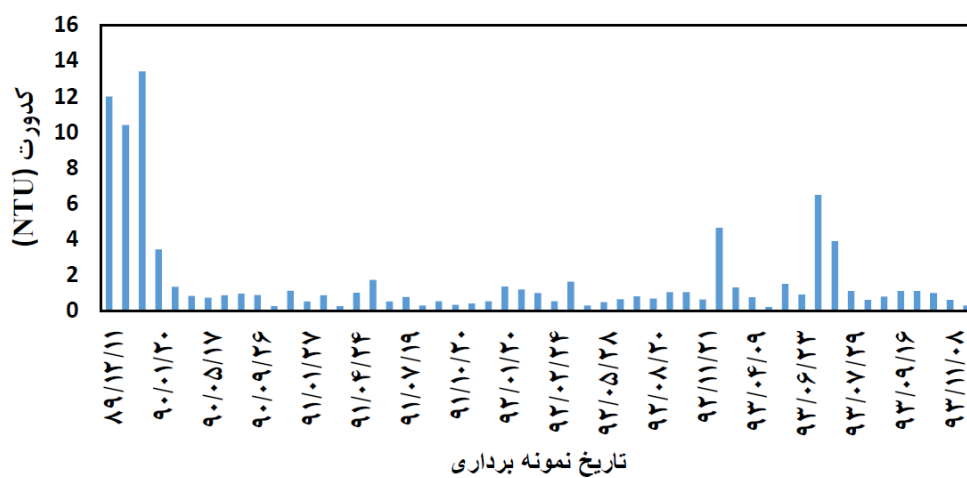
شکل ۴-۵- مقدار کدورت از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ چاه شماره ۱



شکل ۴-۶- مقدار کدورت از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ چاه شماره ۲



شکل ۴-۷- مقدار کدورت از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ چاه شماره ۴

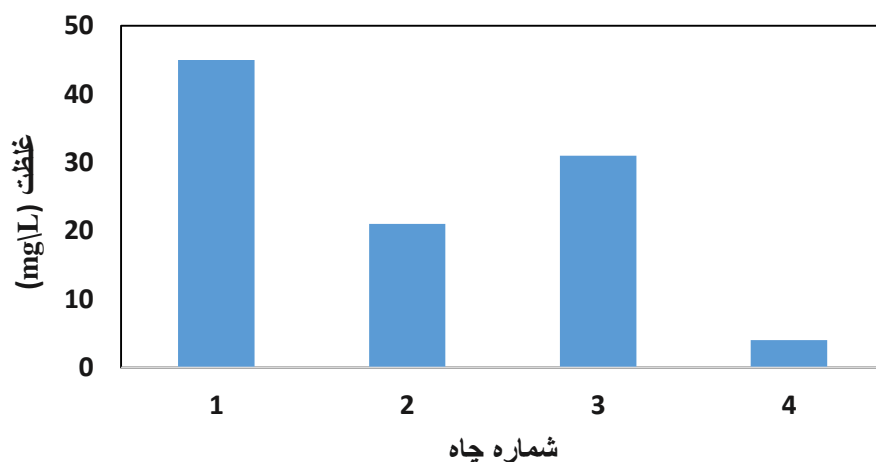


شکل ۴-۸- مقدار کدورت از سال ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ چاه شماره ۸

۴-۲-۲- ارزیابی مقدار مواد جامد معلق در چاه‌های مورد مطالعه

کل جامدات معلق (TSS) در آب، به جامداتی گفته می‌شود که اندازه آنها از یک میکرون بزرگتر باشد و موجب کدورت در آب شود. ذرات جامد معلق در آب ممکن است از ذرات آلی، معدنی و یا امتزاج ناپذیر تشکیل شده باشند. برای اندازه‌گیری مقدار TSS موجود در نمونه‌های آب چاه‌های منطقه منصورآباد، آب از صافی واتمن که دارای منافذ حدود یک میکرون است، عبور داده شد. مواد محلولی که از یک میکرون کوچکتر هستند از صافی عبور کرده اما ذرات بزرگتر روی صافی باقی می‌مانند. به این ذرات باقی‌مانده روی فیلتر TSS گفته می‌شود. اگر آب راکد باشد این مواد پس از مدتی ته‌نشین می‌شوند. سپس صافی را در داخل آون قرار داده تا خشک شود. بعد از خشک شدن کاغذ صافی در داخل دسیکاتور قرار داده می‌شود تا خنک شده و از گرفتن رطوبت جلوگیری شود. پس از سرد شدن وزن صافی دوباره اندازه‌گیری شده و از رابطه زیر مقدار TSS محاسبه شود. شکل (۴-۹) مقدار مواد جامد معلق را در چهار چاه نشان می‌دهد. که در آن TSS، کل جامدات معلق بر حسب میلی‌گرم بر لیتر، W_1 و W_2 به ترتیب وزن کاغذ صافی اولیه و همراه با مواد باقیمانده بر روی آن بر حسب گرم و V_W حجم نمونه بر حسب میلی‌لیتر می‌باشد.

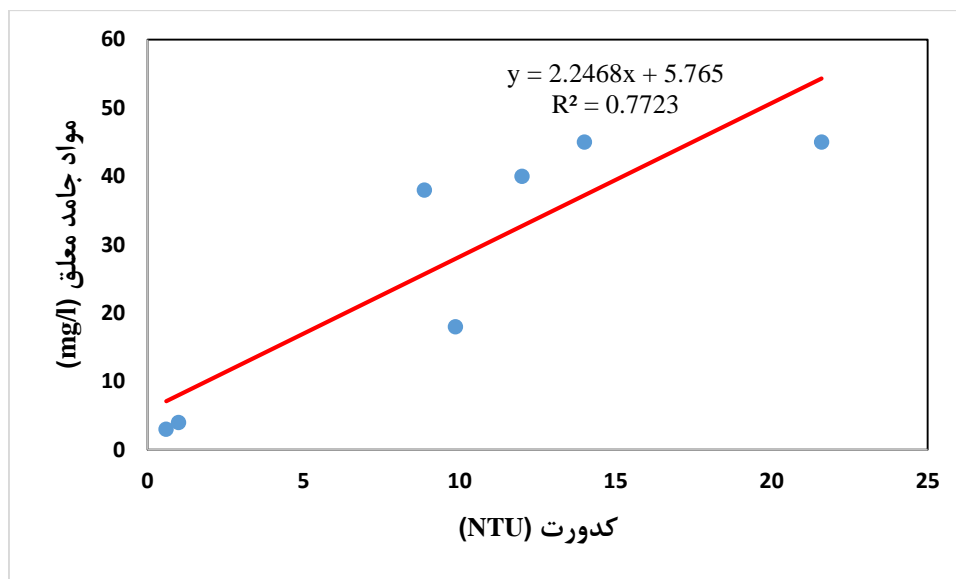
$$TSS = \frac{W_2 - W_1}{V_W} \times 10^6 \quad (1-4)$$



شکل ۴-۹- نمودار میزان مواد جامد معلق در نمونه‌های آب چاه‌های منصورآباد

۳-۲-۴- رابطه مواد جامد معلق با کدورت

کدورت و مواد جامد معلق دو پارامتر متفاوت در کیفیت آب می‌باشند اما با یکدیگر ارتباط مستقیم دارند. کدورت وابسته به خواص نوری می‌باشد و به طور مستقیم اندازه‌گیری غلظت ذرات معلق نیست. کدورت در واقع به معنای اندازه‌گیری مقدار پراکندگی نور توسط ذرات می‌باشد. رابطه بین مواد جامد معلق و کدورت به مکان، دستگاه‌های اندازه‌گیری و شرایط زمان نمونه‌برداری وابسته می‌باشد. رابطه (NTU/TSS) در واقع یک رگرسیون خطی می‌باشد. شکل (۴-۱۰) رابطه بین مواد جامد معلق و کدورت را در چاه‌های منصورآباد نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۰- رابطه کدورت با مواد جامد معلق در نمونه‌های آب چاه‌های منصورآباد

۴-۲-۴- ارزیابی رنگ آب و رابطه آن با کدورت

رنگ آب‌های طبیعی سطحی و زیرزمینی ناشی از ترکیبات آلی به ویژه مواد هیومیک موجودات آبرزی و غیرآلی با منشأ طبیعی و مصنوعی است. برای آنکه آبی جهت مصارف عمومی و صنعتی مناسب شود رنگ آن می‌بایست حذف شود. این ترکیبات ممکن است به صورت جامدات معلق یا مواد محلول باشند. رنگ آب به طور کلی به دو گروه، رنگ ظاهری و رنگ حقیقی قابل تقسیم است. رنگ ظاهری شامل رنگ ایجاد شده به سبب کدورت یا جامدات معلق است و رنگ حقیقی ناشی از ترکیبات محلول مولد

رنگ است. ذرات معلق، خاک، جلبک‌ها و اسیدهای آهن و منگنز یک رنگ ظاهری به آب می‌دهند و آنها باید قبل از اندازه‌گیری از آب جدا شوند. یکی از واحدهای رنگ هازن (Hazen) می‌باشد. استاندارد مطلوب رنگ مطابق استاندارد ۱۰۵۳ حد مطلوب ۱ واحد و حد مجاز ۱۵ واحد می‌باشد. جدول (۴-۶) مقدار رنگ آب چاه‌ها بر حسب واحد هازن را نشان می‌دهد در بین چاه‌ها تنها چاه شماره ۳ رنگی بالاتر از حد طبیعی دارد. همانطور که در شکل (۴-۱۱ الی ۴-۱۳) مشاهده می‌کنید، چاه شماره ۴ فاقد رنگ را در مقایسه با چاه شماره ۱ و ۳ نشان می‌دهد.

جدول ۴-۶- رنگ چاه‌ها

رنگ (Hazen)	شماره چاه
<۱۵	۱
<۱۵	۲
۳۳	۳
<۱۵	۴



شکل ۴-۱۱- کیفیت رنگ آب چاه شماره ۲



شکل ۴-۱۲- کیفیت رنگ آب چاه شماره ۱



شکل ۴-۱۳- کیفیت رنگ آب چاه شماره ۴

۴-۲-۵- ارزیابی نتایج حاصل از آزمایش میکروبیولوژی

به منظور ارزیابی آلودگی بیولوژیکی آب چاه، از آب چاه‌ها نمونه‌برداری انجام شد و نمونه‌ها مورد آنالیز قرار گرفت. نمونه‌ها بلافاصله پس از نمونه‌برداری در شرایط استریل، درون کلمن به آزمایشگاه منتقل گردید تا از طریق آزمون MPN (حداکثر تعداد کلیفرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب) مورد آزمایش قرار گیرند. در آزمایش‌هایی که روی نمونه‌های آب آشامیدنی صورت می‌گیرد آزمایش کلیفرم اساسی‌ترین آزمایش برای پی بردن به آلودگی باکتریولوژیکی آب می‌باشد.

وجود بیش از حد کلیفرم‌ها در سیستم‌های آبرسانی یا چاه‌ها نشانه بی‌اثر بودن گندزدا نیست، بلکه می‌تواند نشانه آلوده شدن لوله‌های اصلی باشد. تشخیص اینکه آیا وجود کلیفرم در اثر آلودگی جدید یا رشد دوباره آنها است، کاری مشکل می‌باشد. به همین جهت وجود کلیفرم در آب را نشانه آلوده شدن آن می‌دانند. آزمایش کلیفرم به‌طور استاندارد در تمام دنیا استفاده می‌شود (امتیازی ۱۳۷۵).

با توجه به کم بودن آلودگی آب در چاه‌ها از روش ۵ لوله‌ای استفاده شد. قبل از انتقال نمونه‌های آب به لوله‌های آزمایش، محیط کشت مورد نظر (لاکتوز و بریلیانت گرین) آماده می‌شود. در نتیجه تخمیر قند لاکتوز توسط میکروارگانیسم‌ها گاز آزاد می‌شود که از آن برای تشخیص حضور کلیفرم در نمونه استفاده می‌کنند. روش انجام آزمایش از طریق آزمون MPN با سطح اطمینان ۹۵٪ می‌باشد که دارای سه مرحله احتمالی، تأییدی و گرم‌پای مدفوعی می‌باشد. جدول (۴-۷) نتایج آزمون میکروبیولوژی چاه‌های منصورآباد را نشان می‌دهد.

۴-۲-۶- رابطه کدورت با آزمون بیولوژیکی

همانطور که در فصل دوم بیان شد، کدورت غذا و سرپناهی برای عوامل بیولوژیک می‌باشد. در واقع یک ارتباط دو طرفه بین کدورت و عوامل بیولوژیک وجود دارد. عوامل بیولوژیک خود می‌تواند سبب ایجاد کدورت گردد و از طرفی وجود کدورت خود با فراهم کردن موقعیت مناسب از لحاظ سرپناه و غذا برای

عوامل بیولوژیک، سبب رشد و تکثیر آنها می‌گردد. با توجه با جدول (۴-۷) مشاهده می‌شود به نسبت افزایش کدورت مقدار کل کلیفرم و فیکال کلیفرم افزایش می‌یابد.

جدول ۴-۷- نتایج آزمون میکروبیولوژی چاه‌های منصورآباد

کدورت (NTU)	فیکال کلیفرم ۱۰۰ MPN/ ml	کل کلیفرم ۱۰۰ MPN/ ml	کلر باقیمانده (ppm)	محل نمونه برداری
۱۲	< ۲	۱۶	صفر	چاه ۱
۱۴	< ۲	> ۱۸	صفر	چاه ۲
۴۵	> ۱۸	> ۱۸	صفر	چاه ۳

۴-۲-۷- بررسی نوع مواد معلق در آب چاه‌ها

همان‌طور که بیان شد عوامل متعددی باعث ایجاد کدورت می‌گردند. شناخت جنس عوامل ایجاد کننده کدورت در یافتن علت کدورت بسیار مؤثر است. به منظور یافتن جنس کدورت آب زیرزمینی در منطقه منصورآباد، از هر چاه ۱۰۰ لیتر آب برداشته شد و پس از ته‌نشست رسوب و آماده سازی آنها جهت آنالیز به آزمایشگاه XRD دانشگاه شاهرود فرستاده شد.

الف- ارزیابی نتایج حاصل از آزمایش XRD مربوط به رسوب چاه‌ها

آزمون XRD یک آنالیز کیفی است اما از آن می‌توان اطلاعات کمی نیز بدست آورد. XRD روش مستقیمی برای تعیین فازها و ساختار بلورین مواد می‌باشد. در اثر برخورد پرتو ایکس با یک فاز (ماده) کریستالی الگوی تفرق آن فاز بوجود می‌آید. فازهای مشابه الگوی پراش یکسانی را ایجاد

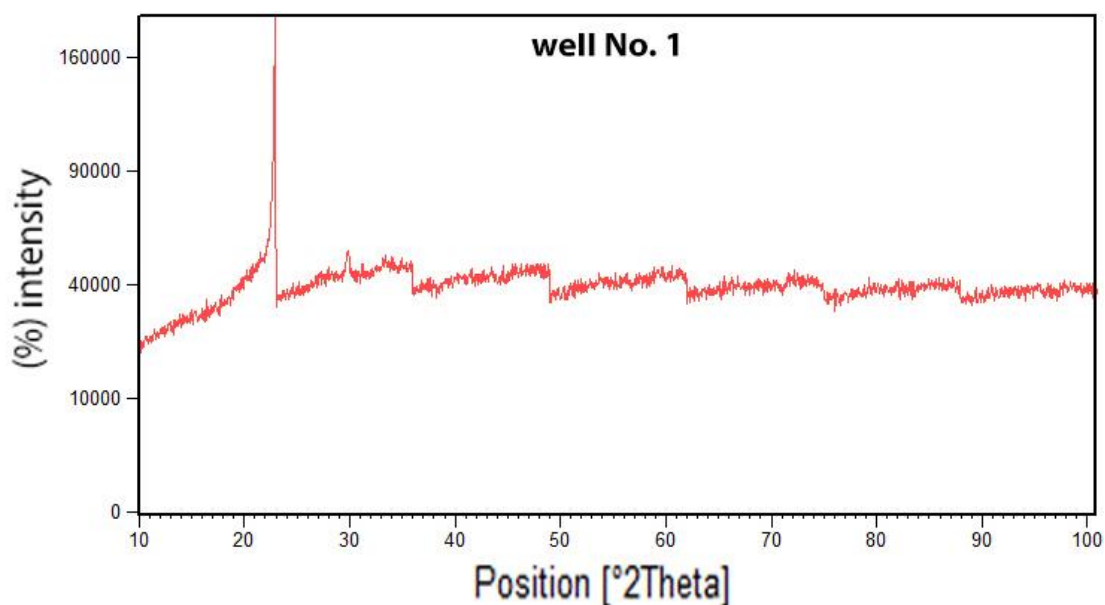
می‌کنند. الگوی تفرق خطی پیوسته نیست. تاکنون الگوی تفرق ۲۵۰۰۰ ماده تک فاز آلی و ۵۰۰۰۰ ماده تک فاز غیرآلی جمع‌آوری شده است و برای شناسایی فاز ماده مورد نظر الگوی بدست آمده از آن با الگوهای جمع‌آوری شده قبلی مقایسه می‌شود.

در این پژوهش از روش پودری استفاده شد. در این روش بلوری که مورد آزمایش قرار می‌گیرد به پودر بسیار ریزی تبدیل شده و در مسیر باریکه پرتوهای تک‌فام ایکس قرار داده می‌شود. هر ذره بلور یک بلور ریز یا مجموعه‌ای از بلورهای کوچکتر است که به طور اتفاقی نسبت به باریکه فرودی جهت‌یابی می‌شود. در دستگاه پراش، پرتوایکس از یک لوله پدید آورنده، پرتو به نمونه مجهول تابیده می‌شود و شدت پرتو پراشیده در زاویه‌های گوناگون اندازه‌گیری می‌شود. بدین ترتیب وظیفه دستگاه پراش، تعیین زاویه‌هایی است که طبق رابطه براگ پدیده پراش در آنها صورت می‌گیرد همچنین شدت این پرتوها نیز اندازه‌گیری می‌شود. شکل (۴-۱۵ الی ۴-۱۶) پرتوهای پراشیده حاصل تابش اشعه ایکس بر روی رسوب چاه‌ها را نشان می‌دهد. تحلیل و آنالیز نمودارها و اوج‌ها توسط نرم‌افزار X'Pert ترکیب کانی‌شناسی رسوبات را ارائه می‌دهد. همه نمونه‌ها حاوی کربنات کلسیم، رس و دولومیت می‌باشند.

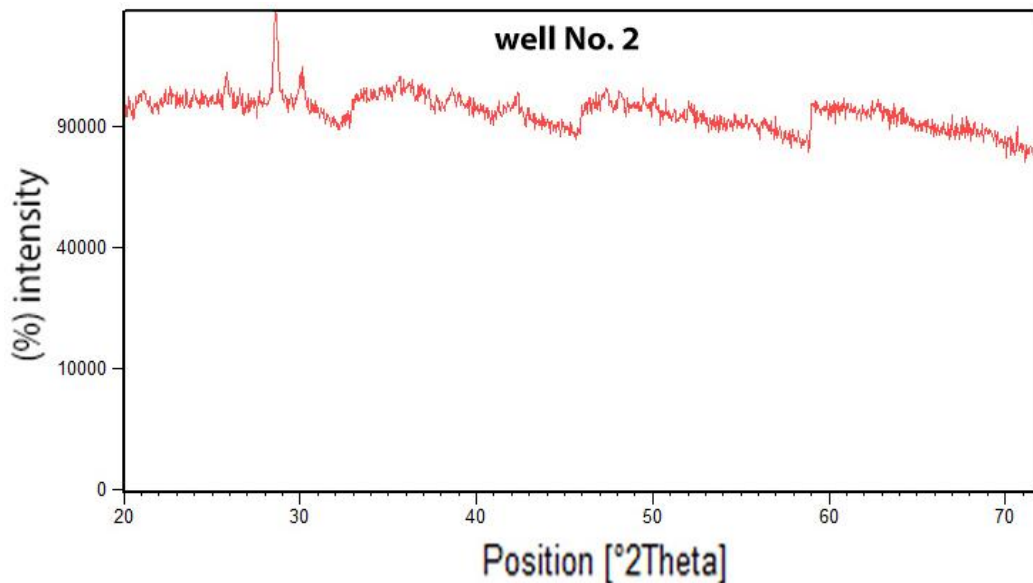
چاه شماره ۱ به ترتیب حاوی کربنات کلسیم آهن‌دار و کلسیم منگن‌دار، دولومیت، رس (هیدروسیلیکات آلومینیوم و آهن)، سولفات و به مقدار بسیار ناچیز آپاتیت می‌باشد. کانی‌های شناخته شده در چاه شماره ۱ کانکرنیت (با فرمول $(\text{Na}_6\text{Ca}_2[(\text{CO}_3)_2-(\text{AlSiO}_4)_6].2\text{H}_2\text{O})$ ، آپاتیت، هنایت (Heneuite)، آرنیت (Aerinite)، ساکرولیت (Sarcosite) می‌باشد. در چاه شماره ۲ به ترتیب کربنات کلسیم آهن، دولومیت، رس (هیدروسیلیکات آهن، سلیکات آلومینیوم)، سولفات و به مقدار ناچیز کلسیم فلوراید مشاهده می‌گردد. ترکیب کانی‌شناسی رسوبات در چاه شماره ۲ کانی‌های زئولیت و فلوریت را نشان می‌دهد. چاه شماره ۳ به ترتیب حاوی کربنات کلسیم منگنز، رس (هیدروسیلیکات آلومینیوم، سلیکات پتاسیم و سلیکات کلسیم)، دولومیت و به مقدار ناچیز

هیدروسولفات آلومینیوم می‌باشد. کانی‌های شناخته شده دولومیت، منگنوکلسیت (Manganocalcite)، میلاریت و آلومینیوم سولفات می‌باشند.

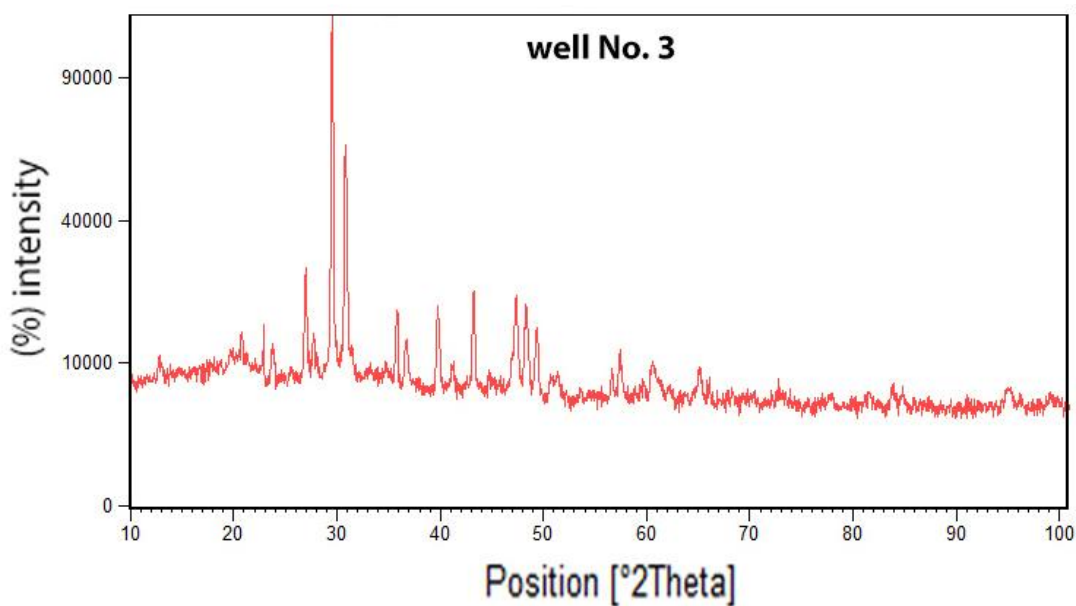
ب- ارتباط نتایج حاصل از آزمایش XRD با زمین‌شناسی و نوع حفاری چاه‌ها با کدورت همان‌طور که در نتایج حاصل از آزمایش XRD مشاهده می‌شود. ترکیب رسوب چاه‌ها اکثراً کربنات کلسیم، دولومیت و رس می‌باشد. با توجه به لاگ حفاری چاه‌ها در شکل (۴-۱) ترکیب چاه‌ها غالباً از آهک و آهک مارنی می‌باشد. مارن، گونه‌ای سنگ رسی است که میزان کربنات کلسیم آن بین ۲۵ تا ۵۰ درصد است. می‌توان عمده کدورت چاه‌ها را از عوامل زمین‌شناسی و ناخالص یا مارنی بودن آهک آسماری در منطقه عنوان کرد. علاوه بر این ترکیب گل حفاری معمولاً بنتونیت، گرافیت، باریت، آهک، دولومیت و ژپس می‌باشد که ممکن است برخی از کانی‌های یاد شده در نتایج XRD، باقی‌مانده گل حفاری در درز و شکاف‌ها باشد که به تدریج شسته شده و وارد چاه‌ها گشته و ایجاد کدورت می‌کند.



شکل ۴-۱۴- پرتوهای پراشیده حاصل از تابش اشعه ایکس بر روی رسوب چاه شماره ۱ منصورآباد



شکل ۴-۱۵- پرتوهای پراشیده حاصل از تابش اشعه ایکس بر روی رسوب چاه شماره ۲ منصورآباد



شکل ۴-۱۶- پرتوهای پراشیده حاصل از تابش اشعه ایکس بر روی رسوب چاه شماره ۳ منصورآباد

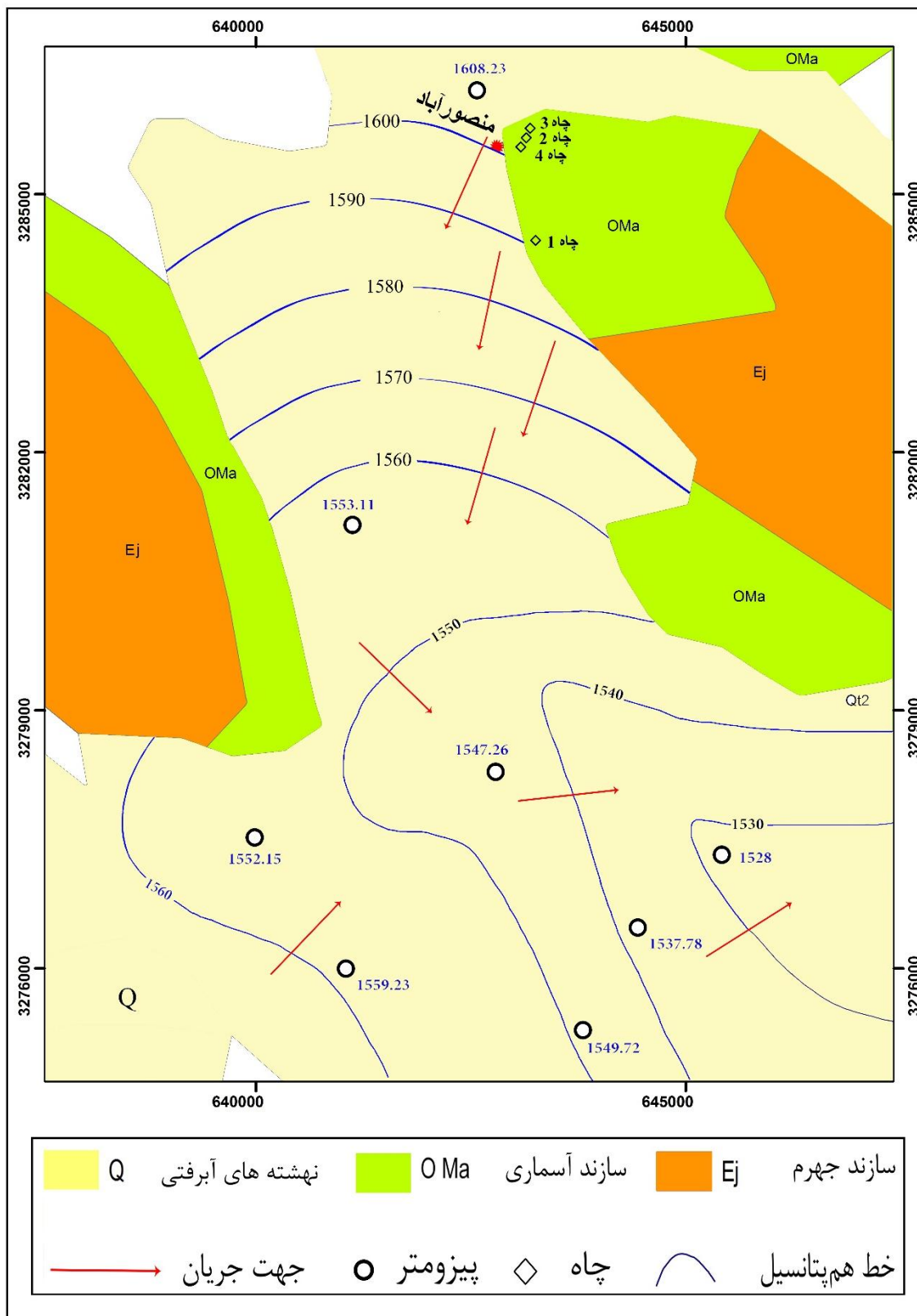
۴-۲-۸- ارزیابی تأثیر جهت جریان آب زیرزمینی در محدوده چاه‌های مورد مطالعه

به منظور بررسی جهت عمومی جریان آب زیرزمینی در منطقه و همچنین رابطه بین آبخوان کارستی و آبخوان آبرفتی که در منطقه منصورآباد در مجاورت هم قرار گرفته‌اند، از نقشه هم‌پتانسیل استفاده شده است. جدول (۴-۸) اطلاعات پیزومترهای مربوط به بخشی از دشت شیراز را در اسفند ماه

۱۳۹۲ نشان می‌دهد. با استفاده از اطلاعات مندرج در جدول (۴-۸) نقشه هم‌پتانسیل دشت برای اسفند ماه ۱۳۹۲ ترسیم شد شکل (۴-۱۷). همانطور که نقشه هم‌پتانسیل شکل (۴-۱۷) نشان می‌دهد، در منطقه منصورآباد جهت جریان آب زیرزمینی از آهک به سمت آبرفت می‌باشد. بنابراین، می‌توان این چنین اظهار نظر نمود که در منطقه منصورآباد آهک‌های آسماری، آبرفت‌های منطقه را تغذیه می‌کنند. این مطلب بیانگر این است منشأ کدورت چاه‌های منصورآباد، که در آهک‌های آسماری حفر شده‌اند، ربطی به آبخوان آبرفتی منطقه ندارد.

جدول ۴-۸- مختصات و ارتفاع آب برخی پیزومترهای دشت شیراز (شرکت آب منطقه‌ای فارس سال ۹۲)

عمق سطح ایستابی (m)	ارتفاع دهانه چاه‌ها (m)	ارتفاع سطح آب زیرزمینی (m)	UTM		نام پیزومتر
			Y	X	
۴۰/۳۶	۱۶۴۸/۵۹	۱۶۰۸/۲۳	۳۲۸۶۲۲۸	۶۴۲۵۷۵	پارک بهشت
۵۵/۹۵	۱۶۰۹/۰۶	۱۵۵۳/۱۱	۳۲۸۱۱۴۶	۶۴۱۱۲۶	فرهنگ شهر
۲۴/۴۷	۱۵۶۹/۷۳	۱۵۴۷/۲۶	۳۲۷۸۳۴۲	۶۴۲۷۴۲	کشن
۳۳/۳۷	۱۵۶۱/۳۷	۱۵۲۸	۳۲۷۷۵۴۷	۶۴۵۲۲۴	پارک بعثت
۴۴/۶۱	۱۵۹۶/۷۶	۱۵۵۲/۱۵	۳۲۷۷۵۵۷	۶۳۹۹۶۴	جاده سیمان
۲۳/۵۹	۱۵۸۲/۸۱	۱۵۵۹/۲۳	۳۲۷۶۱۸۴	۶۴۰۹۴۹	والفجر
۱۳/۱۲	۱۵۵۰/۹	۱۵۳۷/۷۸	۳۲۷۶۷۸۲	۶۴۴۲۲۷	جاده کازرون
۹/۸۱	۱۵۵۹/۵۳	۱۵۴۹/۲۲	۳۲۷۵۷۴۰	۶۴۳۵۱۳	پارک شقایق



شکل ۴-۱۷- نقشه هم‌پتانسیل شمال دشت شیراز در اسفند سال ۱۳۹۲

۳-۴- بررسی عوامل مؤثر بر کدورت آب در چاه‌های منطقه مورد مطالعه

با توجه به انجام آزمایش‌های متعدد مشخص شد عامل عمده کنترل کننده کدورت آب در منطقه مورد مطالعه زمین‌شناسی منطقه می‌باشد. چاه‌های مورد مطالعه در سازند آسماری حفاری شده‌اند و در این سازند کارستی، آهک با آهک مارنی و حتی میان لایه‌های مارن همراه است (شکل ۴-۱۸ و ۴-۱۹). با پمپاژ، چاه‌های مورد نظر، گرادیان هیدرولیکی بالایی ایجاد می‌شود و در نتیجه باعث ایجاد کدورت می‌گردد. بیشترین مقدار کدورت در چاه‌های مورد مطالعه مربوط به چاه شماره ۳ بوده که حدود NTU ۴۵ و کمترین مقدار کدورت مربوط به چاه شماره ۴ و برابر با NTU ۳ می‌باشد. به طور کلی با گذشت زمان از فعالیت چاه کدورت آب کم و بیش کاهش یافته است. تغییرات نامنظم در میزان کدورت تأیید کننده وجود میان لایه‌های مارنی در سازند آسماری و همچنین وجود شکستگی‌های فراوان و افزایش درجه اتصالات بالا بین چاه و واحدهای مارنی است. بنابراین چینه‌شناسی منطقه یکی از عوامل مهم و تأثیر گذار در ایجاد کدورت چاه‌های آب منصورآباد است. علاوه بر این شکستگی‌های بسیار زیاد و درجه اتصالات بالا (High degree of inter connectivity) امکان ارتباط چاه با میان لایه‌های مارنی را بسیار بالا می‌برد.

علاوه بر این، استفاده از حفاری دورانی همراه با گل حفاری با توجه به وجود درزه و شکستگی فراوان در منطقه نیز می‌تواند یکی دیگر از عوامل ایجاد کننده کدورت باشد. به این صورت که باقی ماندن مقداری از گل حفاری مورد استفاده به داخل درزه‌ها و شکستگی‌ها در زمان حفاری چاه‌ها سبب می‌گردد به تدریج همزمان با پمپاژ این مواد شسته می‌شوند و وارد چاه‌ها می‌گردند و ایجاد کدورت می‌کنند. چاه‌های مورد نظر در دامنه شمال غربی تاقدیس پشت‌مله حفاری شده‌اند. تاقدیس مورد نظر در جهت شمال غرب-جنوب شرق (هم جهت با چین‌های زاگرس) با آزیموت 315° می‌باشد. زاویه میل لولای چین بین 10° تا 30° درجه به سمت شمال غرب می‌باشد. شیب سطح محوری چین نیز قائم یا ایستاده با زاویه 80° الی 90° درجه می‌باشد. با توجه به مشاهدات و برداشت‌ها شیب لایه‌بندی و توپوگرافی تقریباً هم جهت با یکدیگر می‌باشند، شکل (۴-۲۰ و ۴-۲۱)، با توجه به زاویه میل لولای چین که به سمت شمال غرب و به سمت موقعیت قرار گیری چاه‌ها می‌باشد، هم جهت بودن تقریبی شیب لایه‌بندی و

توپوگرافی با یکدیگر باعث می‌شود آب با گرادیان هیدرولیکی زیادی وارد چاه‌ها گردد. در نتیجه آب در هنگام ورود به چاه‌ها دارای انرژی بسیار زیادی می‌باشد که سبب شسته شدن مارن‌های میان لایه‌ای و ورود آنها به چاه می‌گردد. جهت نیروهای غالب منطقه عمود بر محور چین در جهت شمال شرق به جنوب غرب می‌باشد و با توجه به این مسئله شکستگی‌ها و گسل‌های خطی زیادی در جهت شمال شرق به جنوب غرب در منطقه قابل مشاهده می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت دامنه یال شمال غربی تاقدیس از لحاظ حفر چاه دارای موقعیت مناسبی نمی‌باشد لذا حفر چاه در مناطق مرتفع یال جنوب شرقی پیشنهاد می‌گردد. نتایج بدست آمده از آزمایش XRD بر روی نمونه‌های رسوبات ته‌نشین شده شکل (۴-۲۲) از آب چاه‌ها بیانگر این است که ترکیب اصلی این رسوبات رس و کربنات کلسیم می‌باشد. این مطلب خود یک عامل تأکید کننده برای نقش رسوبات مارنی در ایجاد کدورت آب می‌باشد. همان‌طور که در فصل‌های پیشین بیان شد آنالیز بیولوژیک نمونه‌های آب آلودگی نسبتاً پایینی را نشان می‌دهد که این عامل به سبب فراهم کردن موقعیت مناسب نظیر غذا و پناهگاه برای رشد و تکثیر عوامل بیولوژیک توسط ذرات کدورت می‌باشد پس از افزایش مقدار آلودگی بیولوژیک خود کدورت را تشدید می‌کند. جهت آب‌های زیرزمینی از شمال به سمت جنوب غربی دشت شیراز می‌باشد و تاقدیس پشت‌مله تغذیه کننده دشت می‌باشد در نتیجه مناطق شهرنشینی و فعالیت‌های انسانی حومه تأثیری بر کدورت آب ندارند.



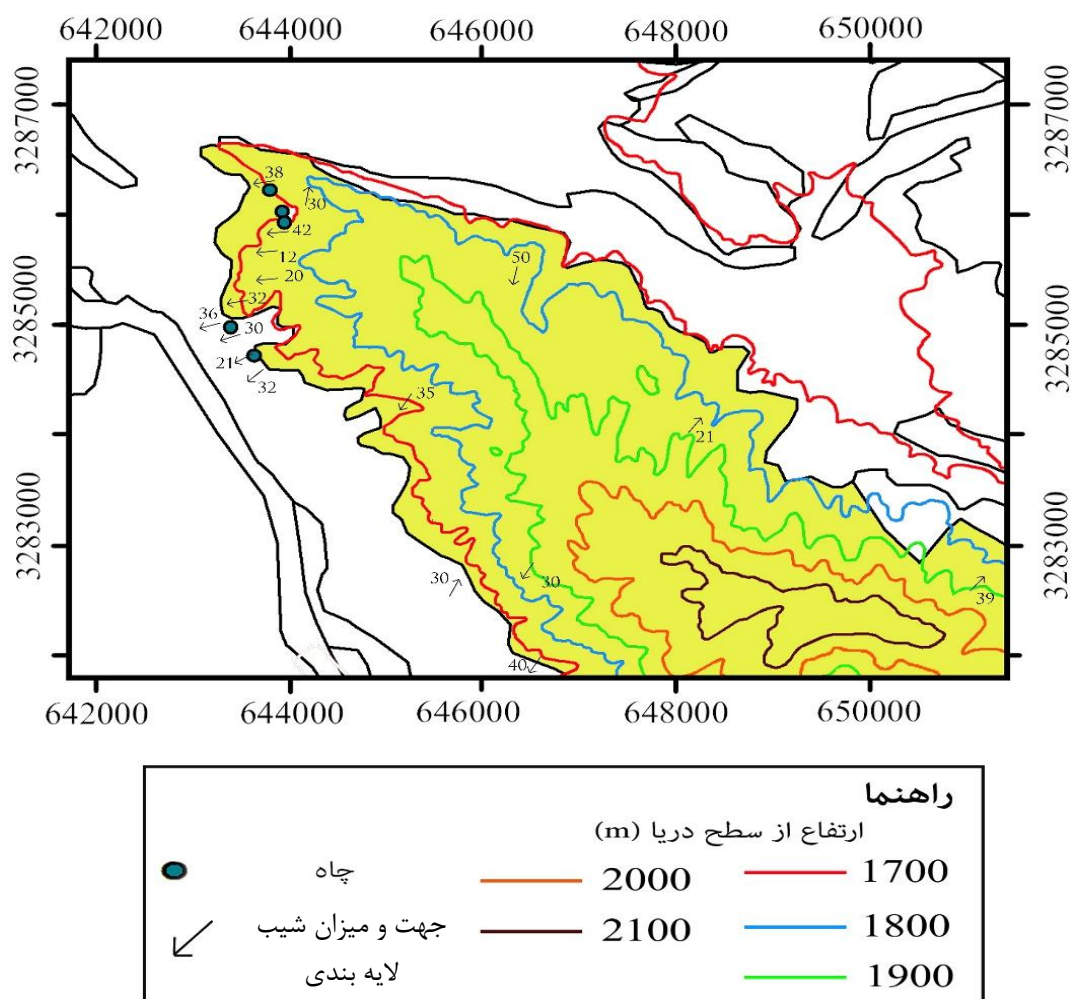
شکل ۴-۱۸- رسوبات مارنی در کنار چاه شماره ۳



شکل ۴-۱۹- لایه‌های مارنی نازک لایه و سست در لایه آهک در مجاورت چاه‌ها



شکل ۴-۲۰- شیب توپوگرافی و شیب و جهت شیب لایه‌بندی در منطقه منصورآباد شیراز



شکل ۴-۲۱- جهت لایه‌بندی‌های موجود در منطقه



شکل ۴-۲۲- رسوبات بدست آمده از نمونه‌های آب منطقه

۴-۴- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های آب

۴-۴-۱- ارزیابی غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی در آب چاه‌ها

جهت بررسی خصوصیت‌های فیزیکی و شیمیایی آب چاه‌ها نمونه‌برداری‌های متعدد در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ صورت گرفته است. غلظت برخی از پارامترها نظیر هدایت الکتریکی، pH، دما، غلظت آنیون‌ها و کاتیون‌ها، سختی کل، قلیائیت، مقدار سیلیس، کل جامدات محلول اندازه‌گیری شده و همچنین برخی از پارامترهای محاسبه شده نظیر درصد خطا و ضرایب اشباع در جدول‌های (۴-۹ الی ۴-۱۲) ارائه شده‌اند.

۴-۴-۲- ارزیابی شاخص‌های اشباع کانی‌های مهم در نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه

نوع (تیپ) آب‌ها و به‌طور کلی ترکیب آنیون‌ها و کاتیون‌های اصلی در آب‌های سطحی (و یا زیرزمینی) در یک منطقه، تحت تأثیر فرآیندهای هیدروشیمیایی حاکم بر آن‌ها است. در این پژوهش به منظور تعیین شاخص‌های اشباع از نرم‌افزار PHREEQC استفاده گردید.

نرم‌افزار PHREEQC در حقیقت یک مدل انتقال جرم است که در آن ضمن تعیین گونه‌های مختلف عناصر، اثر فرآیندهای انتقال جرم (مانند انحلال، ته‌نشینی، تبادل یونی و جذب) مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این مدل‌ها پتانسیل انحلال یا ته‌نشینی فازها با استفاده از ضریب اشباع‌شدگی (SI) ارزیابی می‌شود. این ضریب در حقیقت رابطه محصول فعالیت یونی یک فاز (IAP) را با محصول انحلال‌پذیری آن (K_{sp}) در یک محلول نشان می‌دهد.

در این صورت اگر $SI > 0$ باشد محلول از نظر ترمودینامیکی نسبت به فاز جامد (کانی)، فوق اشباع (Supersaturated) بوده و در نتیجه ته‌نشینی در آن رخ می‌دهد. اگر $SI < 0$ باشد محلول نسبت به فاز جامد اشباع نشده (Under saturated) است و احتمال انحلال کانی وجود دارد و بالاخره اگر $SI = 0$ باشد فازهای محلول و جامد نسبت به یکدیگر در حال تعادل (Equilibrium) بوده و در نتیجه

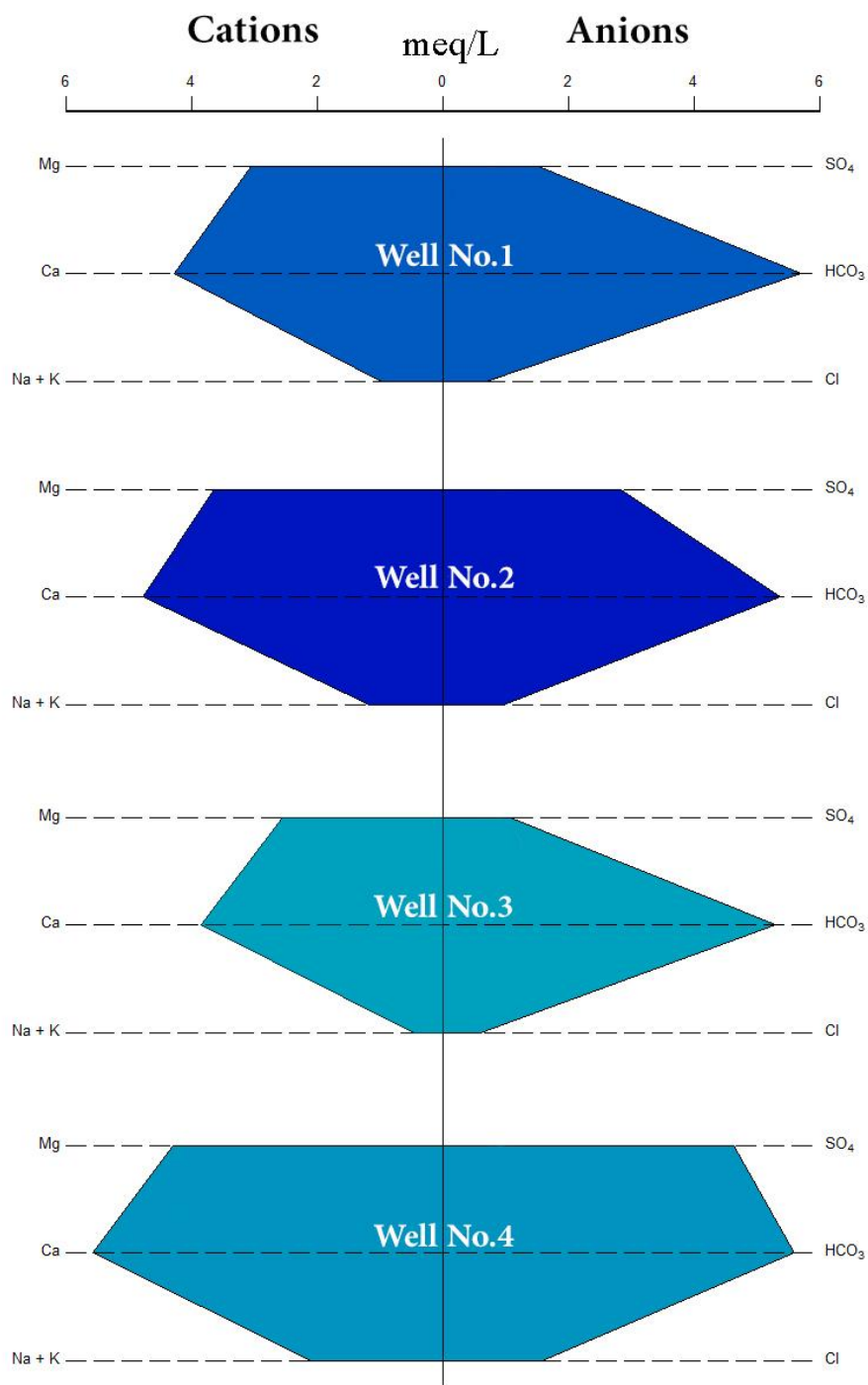
انحلال یا ته‌نشینی کانی همزمان رخ می‌دهد. در حالت اخیر در حقیقت محلول نسبت به فاز جامد (کانی) اشباع بوده و ترکیب شیمیایی آن توسط کانی‌ها (سنگ‌ها) کنترل می‌شود. مقادیر شاخص اشباع نمونه‌ها همان‌طور که جدول‌های (۴-۹ الی ۴-۱۲) مشاهده می‌کنید، مقادیر کانی‌های هالیت، انیدریت، ژیپس و در برخی نمونه‌ها آراگونیت منفی است که نشان‌دهنده اشباع نبودن این کانی‌ها در آبخوان منصورآباد است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اندیس اشباع دولومیت، کلسیت، آراگونیت، کوارتز و کلسدونی در تمام نقاط چاه مثبت است که نشان‌دهنده فوق اشباع بودن آب زیرزمینی نسبت به این کانی‌ها است. با توجه به گسترش سنگ‌های آهکی در سازند آسماری در این منطقه باعث می‌گردد که آب‌های ناشی از این سازند نسبت به کانی‌های کربناته از قبیل کلسیت، دولومیت، آراگونیت فوق اشباع گردند. بنابراین تأثیر لیتولوژی سنگ‌های دربرگیرنده بر روی شیمی آب زیرزمینی مشخص می‌شود.

۴-۳-۴- ارزیابی تیپ آب در نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه

جهت بررسی تیپ آب زیرزمینی در نمونه‌های آب منطقه منصورآباد از نمودار استیف استفاده شد. تیپ آب یا فرمول یونی آب بیانگر آنیون و کاتیون غالب آب می‌باشد. با توجه به نمودار استیف می‌توان تا حدی به محیطی که آب از آن منشأ گرفته است پی‌برد. بر اساس نمودار استیف در شکل (۴-۲۴) مشخص شد که در نمونه‌های آب مربوط به تمام چاه‌ها آنیون غالب بی‌کربنات و کاتیون غالب کلسیم می‌باشد. بنابراین، تیپ آب در نمونه‌های آب این چاه‌ها بی‌کربنات کلسیت می‌باشد. لازم به ذکر است که شکل چند ضلعی ایجاد شده در نمودار استیف می‌تواند برای دسته‌بندی نمونه‌های آب مورد استفاده قرار گیرد.

در نمونه‌های آب منطقه مورد مطالعه الگوی چند ضلعی مربوط به چاه‌های ۱ و ۳ کم و بیش به هم شبیه هستند و در مورد چاه‌های ۲ و ۴ این الگو اندکی با چاه‌های ۱ و ۳ متفاوت می‌باشد. به این ترتیب میزان سولفات در نمونه آب چاه‌های ۲ و ۴ اندکی بیشتر از چاه‌های ۱ و ۳ است. این مطلب

در نمونه آب چاه شماره ۴ خیلی مشهودتر است. این اختلاف بیانگر ناهمگنی موجود در لایه‌های آبدار تأمین کننده آب این چاه‌ها می‌باشد.



شکل ۴-۲۴- نمودار استیف برای نمونه‌های چاه‌های آب شرب منصورآباد

جدول ۴-۹- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده چاه شماره (۱) آب شرب منصورآباد

میانگین	تاریخ اندازه‌گیری								پارامتر
	۱۳۹۴/۰۲/۰۲	۱۳۹۳/۰۴/۱۰	۱۳۹۲/۰۵/۲۷	۱۳۹۱/۱۲/۲۶	۱۳۹۰/۰۸/۲۳	۱۳۹۰/۰۳/۲۵	۱۳۸۹/۰۴/۲۷	۱۳۸۹/۰۴/۱۵	
۷۷۱	۷۴۷	۷۶۱	۷۴۸	۸۲۵	۷۹۳	۷۸۱	۷۵۲	۷۵۹	($\mu\text{mhos/cm}$) EC
۷/۴	۷/۳	۷/۷	۷/۲	۷/۴	۷/۳	۷/۶	۷/۴	۷/۴	pH
۲۵/۲	۲۵/۱	۲۶/۰	۲۱/۸	۲۱/۲	۲۲/۲	۲۷/۴	۲۷/۳	۳۰/۲	درجه حرارت ($^{\circ}\text{C}$)
۴/۳	۴/۱	۳/۹	۴/۲	۵/۴	۴/۶	۴	۴/۱	۴/۱	Ca
۳/۱	۲/۸	۳/۵	۳/۳	۲/۴	۲/۸	۳/۵	۳	۳/۱	Mg
۱/۹	۲/۱	۱/۹	۱/۸	۱/۸	۲/۲	۱/۸	۱/۸	۱/۸	Na
۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	K
۱/۴	۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۹	۱/۲	۱/۱	۱/۱	۱/۲	Cl
۱/۵	۱/۵	۱/۴	۱/۵	۲/۰	۱/۵	۱/۴	۱/۴	۱/۴	SO₄
۵/۷	۵/۷	۵/۸	۵/۷	۵/۵	۵/۹	۵/۹	۵/۶	۵/۶	HCO₃
۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	F
۹/۳	۹/۰	۹/۴	۹/۳	۹/۷	۹/۶	۹/۴	۹/۰	۸/۹	\sum cation
۸/۶	۸/۷	۸/۷	۸/۶	۹/۳	۸/۷	۸/۵	۸/۱	۸/۲	\sum anion
۳/۸	۲/۱	۳/۵	۳/۶	۱/۹	۴/۹	۵/۰	۵/۰	۴/۲	خطا (%)
۳۷۳/۷	۳۹۹/۲	۳۷۰/۲	۳۷۲/۰	۳۹۲/۰	۳۶۸/۰	۳۷۶/۰	۳۵۶/۲	۳۵۶/۲	TH (mg/l CaCO ₃)
۲۸۶/۴	۲۸۶/۴	۲۹۱/۰	۲۸۲/۶	۲۷۲/۶	۲۹۵/۳	۲۹۵/۵	۲۸۸/۱	۲۷۹/۸	ALK (mg/l CaCO ₃)
۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۴	۰/۶	۰/۶	SiO ₂ (mg/l)
۴۵۳	۴۷۹	۴۴۶	۴۴۶	۴۸۳	-	-	۴۳۵	۴۳۰	TDS (mg/l)
۱/۷۰	۱/۵۹	۱/۹۴	۱/۴۷	۱/۷۹	۱/۶۱	۱/۸۶	۱/۶۸	۱/۶۷	کلسیت
۱/۵۶	۱/۴۴	۱/۷۹	۱/۳۲	۱/۶۵	۱/۴۶	۱/۷۲	۱/۵۴	۱/۵۳	آراگونیت
۳/۴۳	۳/۱۸	۴/۰۲	۲/۹۹	۳/۴۰	۳/۱۷	۳/۸۵	۳/۴۰	۳/۳۹	دولومیت
۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۴	۰/۲۹	۰/۲۸	۰/۲۹	۰/۱۳	۰/۳۵	۰/۳۵	کلسدونی
۰/۷۰	۰/۷۲	۰/۷۵	۰/۷۰	۰/۶۹	۰/۷۰	۰/۵۴	۰/۷۵	۰/۷۵	کوارتز
-۱/۹۹	-۲	-۲/۱۰	-۱/۹۸	-۱/۷۵	-۱/۹۵	-۲/۰۶	-۲/۰۳	-۲/۰۳	ژیپس
-۵/۸۹	-۵/۸۲	-۵/۸۳	-۵/۸۸	-۵/۷۶	-۵/۸۸	-۵/۹۸	-۵/۹۹	-۵/۹۷	هالیت
-۲/۲۱	-۲/۲۱	-۲/۳۲	-۲/۱۹	-۱/۹۷	-۲/۱۷	-۲/۲۸	-۲/۲۵	-۲/۲۵	انیدریت

جدول ۴-۱۰- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده چاه شماره (۲) آب شرب منصورآباد

میانگین	تاریخ اندازه‌گیری						پارامتر
	۱۳۹۴/۰۲/۰۲	۱۳۹۳/۰۹/۲۶	۱۳۹۱/۱۲/۲۶	۱۳۹۱/۰۵/۲۳	۱۳۹۱/۰۳/۲۴	۱۳۹۰/۰۴/۱۵	
۸۵۱	۷۴۱	۸۹۶	۸۱۳	۸۹۱	۸۷۸	۸۸۷	($\mu\text{mhos/cm}$) EC
۷/۵	۷/۵	۷/۴	۷/۵	۷/۶	۷/۶	۷/۴	pH
۲۳/۹	۲۳/۹	۱۸/۲	۲۲/۱	۲۶/۷	۲۶/۴	۲۶/۱	درجه حرارت ($^{\circ}\text{C}$)
۴/۸	۴/۲	۶/۰	۵/۲	۴/۵	۴/۷	۴/۴	Ca
۳/۵	۳/۵	۳/۵	۲/۵	۳/۹	۴	۳/۹	Mg
۲/۲	۲/۲	۲/۲	۲/۱	۲/۱	۲/۴	۲/۲	Na
۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۳	K
۱/۹	۲	۲	۲	۲	۱/۹	۱/۷	Cl
۲/۸	۲/۵	۳/۱	۲/۶	۲/۸	۲/۸	۲/۸	SO₄
۵/۳	۵/۱	۵/۶	۴/۹	۵/۳	۵/۴	۵/۵	HCO₃
۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۰۳	F
۱۰/۶	۹/۹	۱۱/۸	۹/۸	۱۰/۵	۱۱/۱	۱۰/۶	\sum cation
۱۰	۹/۷	۱۰/۷	۹/۵	۱۰/۲	۱۰/۱	۱۰/۰	\sum anion
۲/۸	۱	۴/۹	۱/۸	۱/۷	۴/۵	۳/۱	خطا (%)
۴۱۹/۲	۳۷۴/۰	۴۸۳/۲	۳۸۴	۴۱۷/۳	۴۳۸/۸	۴۱۷/۷	TH (mg/l CaCO₃)
۲۶۶/۷	۲۶۶/۷	۲۷۹/۱	۲۴۲/۸	۲۶۵/۳	۲۷۱/۵	۲۷۵/۰	ALK (mg/l CaCO₃)
۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۵	۰/۴	۰/۵	۰/۳	SiO₂ (mg/l)
۵۱۷	۴۵۹	۵۸۰	۴۹۴	۵۲۲	۵۲۷	-	TDS (mg/l)
۱/۷۹	۱/۶۹	۱/۸۴	۱/۷۸	۱/۸۹	۱/۸۸	۱/۶۸	کلسیت
۱/۶۵	۱/۵۵	۱/۶۹	۱/۶۳	۱/۷۴	۱/۷۳	۱/۵۴	آراگونیت
۳/۶۲	۳/۴۷	۳/۶۰	۳/۴۰	۳/۸۸	۳/۸۶	۳/۴۸	دولومیت
۰/۲۴	۰/۲۸	۰/۳۶	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۲۶	۰/۰۹	کلسدونی
۰/۶۵	۰/۶۹	۰/۷۷	۰/۶۶	۰/۶۱	۰/۶۶	۰/۵۰	کوارتز
-۱/۶۶	-۱/۷۵	-۱/۵۳	-۱/۶۱	-۱/۶۸	-۱/۶۸	-۱/۷۰	ژپس
-۵/۶۶	-۵/۶۵	-۵/۶۴	-۵/۶۶	-۵/۶۷	-۵/۶۴	-۵/۷۲	هالیت
-۱/۸۷	-۱/۹۶	-۱/۷۵	-۱/۸۲	-۱/۹۰	-۱/۹۰	-۱/۹۱	انیدریت

جدول ۴-۱۱- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده چاه شماره (۳) آب شرب منصورآباد

میانگین	تاریخ اندازه‌گیری			پارامتر
	۱۳۹۴/۰۲/۰۲	۱۳۸۹/۱۰/۱۴	۱۳۸۹/۰۴/۲۸	
۷۷۵	۷۰۳	۷۶۸	۸۵۴	($\mu\text{mhos/cm}$) EC
۷/۳	۷/۳	۷/۳	۷/۴	pH
۲۲/۱	۲۱/۸	۱۸/۲	۲۶/۵	درجه حرارت ($^{\circ}\text{C}$)
۴/۴	۴/۴	۴/۳	۴/۷	Ca غلظت
۲/۹	۳	۲/۸	۳۲/۱	Mg کاتیون‌ها
۲/۱	۲/۲	۱/۹	۲/۱	Na (meq/lit)
۰/۰۳۹	۰/۰۵۱	۰/۰۳۱	۰/۰۳۶	K
۱/۳	۱/۴	۱/۲	۱/۴	Cl غلظت
۱/۲۵	۱/۳	۰/۹	۱/۵	SO₄ آنیون‌ها
۶/۱	۶/۲	۵/۹	۶/۳	HCO₃ (meq/lit)
۰/۰۲۲	۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۲۲	F
۹/۶	۹/۸	۹/۱	۱۰	\sum cation
۸/۸	۸/۸	۸/۲	۹/۳	\sum anion
۴/۵	۴/۸	۴/۹	۳/۹	خطا (%)
۳۷۸/۲	۳۸۶/۶	۳۵۵/۲	۳۹۲/۶	TH (mg/l CaCO₃)
۳۰۷/۱	۳۰۷/۷	۲۹۸/۹	۳۱۴/۶	ALK (mg/l CaCO₃)
۰/۵	۰/۵	۰/۶	۰/۵	SiO₂ (mg/l)
۴۴۰	۴۰۹	۴۳۰	۴۸۳	TDS (mg/l)
۱/۶۴۷	۱/۶	۱/۵۹	۱/۷۵	کلسیت
۱/۵۰۰	۱/۴۶	۱/۴۴	۱/۶	آراگونیت
۳/۲۸۰	۳/۲	۳/۱۵	۳/۴۹	دولومیت
۰/۳۱۰	۰/۲۸	۰/۳۵	۰/۳	کلسدونی
۰/۷۱۳	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۷	کوارتز
-۲/۰۷۰	-۲/۰۶	-۲/۱۷	-۱/۹۸	ژپس
-۵/۸۴۷	-۵/۸۱	-۵/۹۲	-۵/۸۱	هالیت
-۲/۲۸۳	-۲/۲۷	-۲/۳۸	-۲/۲	انیدریت

جدول ۴-۱۲- پارامترهای فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده چاه شماره (۴) آب شرب منصورآباد

میانگین	تاریخ اندازه‌گیری								پارامتر
	۱۳۹۳/۰۹/۲۹	۱۳۹۳/۰۴/۳۰	۱۳۹۲/۰۸/۲۰	۱۳۹۲/۰۲/۲۴	۱۳۹۱/۱۱/۲۶	۱۳۹۱/۰۲/۲۶	۱۳۹۰/۰۹/۲۶	۱۳۹۰/۰۴/۲۱	
۱۰۸۹	۱۰۸۰	۱۰۹۶	۱۰۶۸	۱۰۸۸	۱۰۵۳	۱۱۳۵	۱۰۹۱	۱۱۰۸	EC (μmhos/cm)
۷/۵۷	۷/۷۱	۷/۶۱	۷/۶	۷/۷۳	۷/۷۱	۷/۲۶	۷/۵۳	۷/۴۳	pH
۲۲/۵	۱۸/۷	۲۳/۴	۲۱/۹	۲۵/۳	۲۰/۲	۲۴/۲	۱۹/۶	۲۶/۷	درجه حرارت (C°)
۵/۶	۶/۳	۶	۵/۶	۵/۶	۵/۱	۶/۱	۵	۵	Ca
۴/۳	۴/۱	۴/۱	۴/۳	۴/۷	۴/۳	۳/۹	۴/۸	۴/۱	Mg
۴/۱	۳/۹	۴/۴	۴/۱	۴/۴	۴/۳	۴/۴	۳/۵	۳/۸	Na
۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	۰/۰۶	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۵	K
۳/۱	۳	۳/۴	۳/۳	۳/۳	۳/۳	۲/۹	۲/۸	۲/۹	Cl
۴/۶	۵	۳/۷	۴/۷	۵/۱	۵/۱	۴/۵	۴/۵	۴/۵	SO ₄
۵/۶	۵/۸	۵/۷	۵/۴	۵/۵	۵/۳	۵/۸	۵/۴	۵/۷	HCO ₃
۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۴	۰/۰۵	F
۱۴	۱۴/۴	۱۴/۵	۱۴	۱۴/۸	۱۳/۸	۱۴/۵	۱۳/۳	۱۲/۹	∑ cation
۱۳/۴	۱۳/۹	۱۲/۸	۱۳/۴	۱۳/۹	۱۳/۸	۱۳/۳	۱۲/۸	۱۳/۲	∑ anion
۲/۳	۲	۶/۳	۲/۱	۲/۹	۰/۱	۴/۱	۱/۷	-۱	خطا (%)
۴۹۳/۳	۵۲۱/۰	۵۰۲/۰	۴۹۲/۰	۵۱۶/۰	۴۷۲	۵۰۱/۸	۴۸۸/۰	۴۵۳/۸	TH (mg/l CaCO ₃)
۲۷۹/۶	۲۹۱/۶	۲۸۳/۳	۲۶۹/۳	۲۷۴/۷	۲۶۶/۷	۲۹۱/۹	۲۷۲/۰	۲۸۷/۳	ALK (mg/l CaCO ₃)
۰/۵	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۶	۰/۴	۰/۳	SiO ₂ (mg/l)
۶۹۰	۷۲۱	۶۶۱	۶۸۶	۷۱۷	۷۰۱	۶۹۵	۶۵۳	-	TDS (mg/l)
۱/۹۲	۲/۱۱	۱/۹۹	۱/۹۴	۲/۰۶	۲	۱/۶۸	۱/۸۳	۱/۷۵	کلسیت
۱/۷۸	۱/۹۶	۱/۸۵	۱/۸۰	۱/۹۲	۱/۸۶	۱/۵۴	۱/۶۹	۱/۶۱	آراگونیت
۳/۹۰	۴/۲۰	۴	۳/۹۵	۴/۲۳	۴/۱۱	۳/۳۳	۳/۸۲	۳/۵۸	دولومیت
۰/۲۹	۰/۳۷	۰/۳۷	۰/۳۵	۰/۳۴	۰/۳۲	۰/۳۲	۰/۱۴	۰/۰۹	کلسدونی
۰/۶۹	۰/۷۸	۰/۷۷	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۳	۰/۷۳	۰/۵۴	۰/۵۰	کوارتز
-۱/۴۲	-۱/۳۶	-۱/۴۸	-۱/۴۰	-۱/۳۸	-۱/۴۰	-۱/۳۸	-۱/۴۶	-۱/۴۷	ژئپس
-۵/۲۰	-۵/۲۳	-۵/۱۲	-۵/۱۷	-۵/۱۴	-۵/۱۴	-۵/۲۰	-۵/۳۰	-۵/۲۶	هالیت
-۱/۶۳	-۱/۵۷	-۱/۷۰	-۱/۶۱	-۱/۶۰	-۱/۶۱	-۱/۵۹	-۱/۶۷	-۱/۶۹	انیدریت

۴-۴-۴- ارزیابی زون‌های غالب آنیونی و کاتیونی در چاه‌های مورد مطالعه

در این مطالعه برای تعیین تیپ و رخساره هیدروشیمیایی نمونه‌های آب از نمودار پایپر استفاده گردید (Piper 1994). در این نمودار تیپ آب بر اساس غلظت آنیون‌ها و رخساره آب بر اساس اولویت غلظت کاتیون تعیین می‌گردد. موقعیت نمونه آب بر روی نمودار پایپر می‌تواند منشأ آب مورد مطالعه را نشان دهد. با استفاده از این نمودار علاوه بر تعیین تیپ و رخساره نمونه‌های آب، می‌توان وقوع فرآیندهایی چون ته‌نشینی یا انحلال، اختلاط آب‌ها و تبادل یونی را نیز پیش‌بینی کرد (Hounslow 1995).

نمودار پایپر، آب‌ها را بر اساس محل قرارگیری و نزدیکی نمونه‌ها به گوشه مثلث به چهار نوع اصلی تقسیم می‌کند. آب‌هایی که در بالای مثلث قرار می‌گیرند، عناصر قلیایی خاکی و اسیدهای قوی در آنها غالب می‌باشد و از نوع آب‌هایی با سختی دائمی هستند.

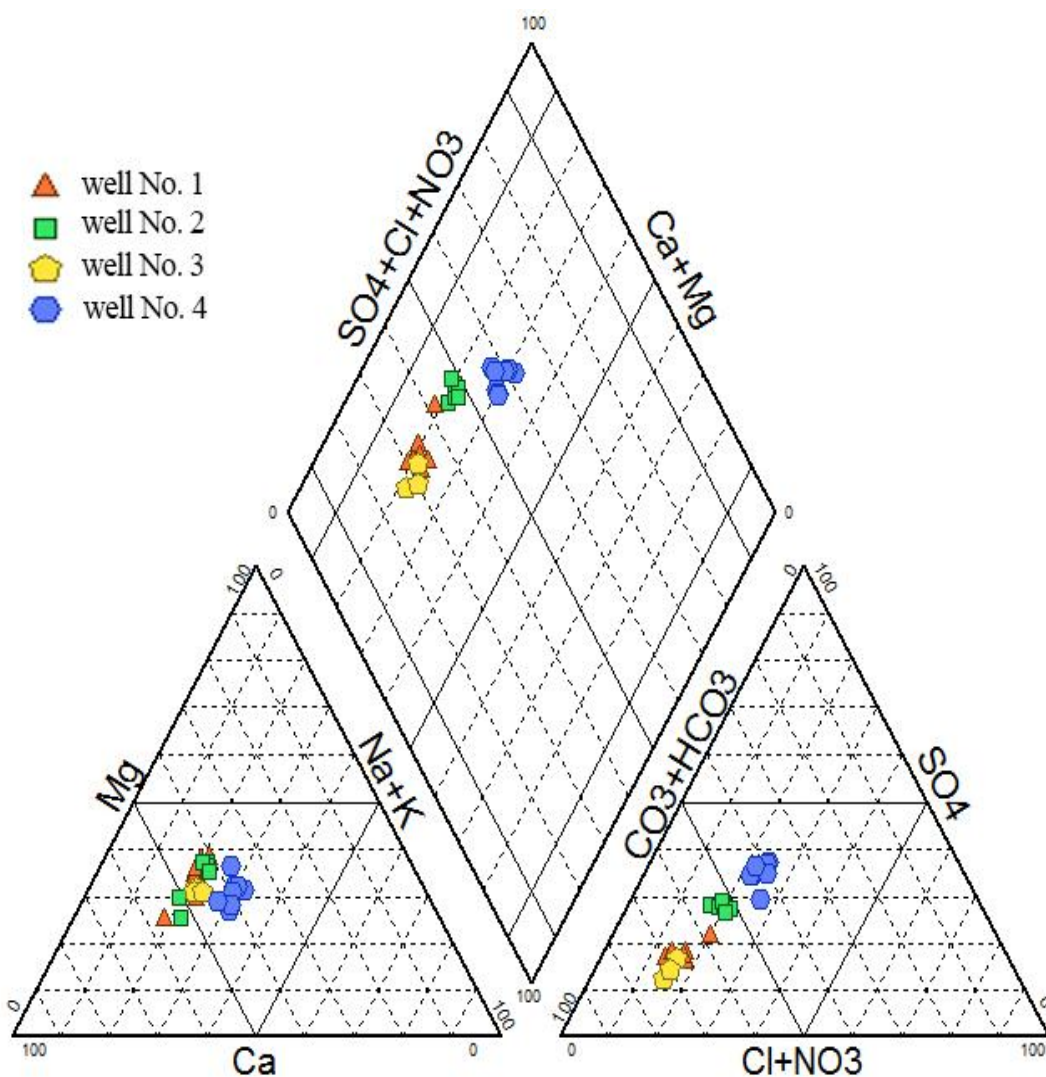
آب‌هایی که نزدیک گوشه سمت چپ قرار می‌گیرند، در آنها عناصر قلیایی خاکی و اسیدهای ضعیف غالب بوده و سختی موقت دارند. نمونه‌هایی که در پایین گوشه پایین مثلث قرار می‌گیرند عناصر قلیایی و اسیدهای ضعیف غالب هستند. همچنین نمونه‌هایی که در گوشه سمت راست مثلث قرار گرفته‌اند آب‌های شور هستند که در آنها عناصر قلیایی و اسیدهای قوی غلبه دارند (Hounslow 1995).

رسم داده‌های شیمیایی نمونه‌های آب چاه‌های منصورآباد بر روی نمودار پایپر شکل (۴-۲۵) نشان می‌دهد هر ۴ نمونه از نظر ترکیب شیمیایی، ترکیب یکسانی دارند. نمونه‌ها بیشتر مایل به گوشه سمت چپ هستند و بنابراین حاوی بی‌کربنات و کلسیم بالایی هستند که نشان‌دهنده سخت بودن آب‌ها است؛ اما به‌طور کلی چون هر ۴ نمونه در سمت چپ لوزی قرار گرفته‌اند آب شیرین و مطلوبی دارند.

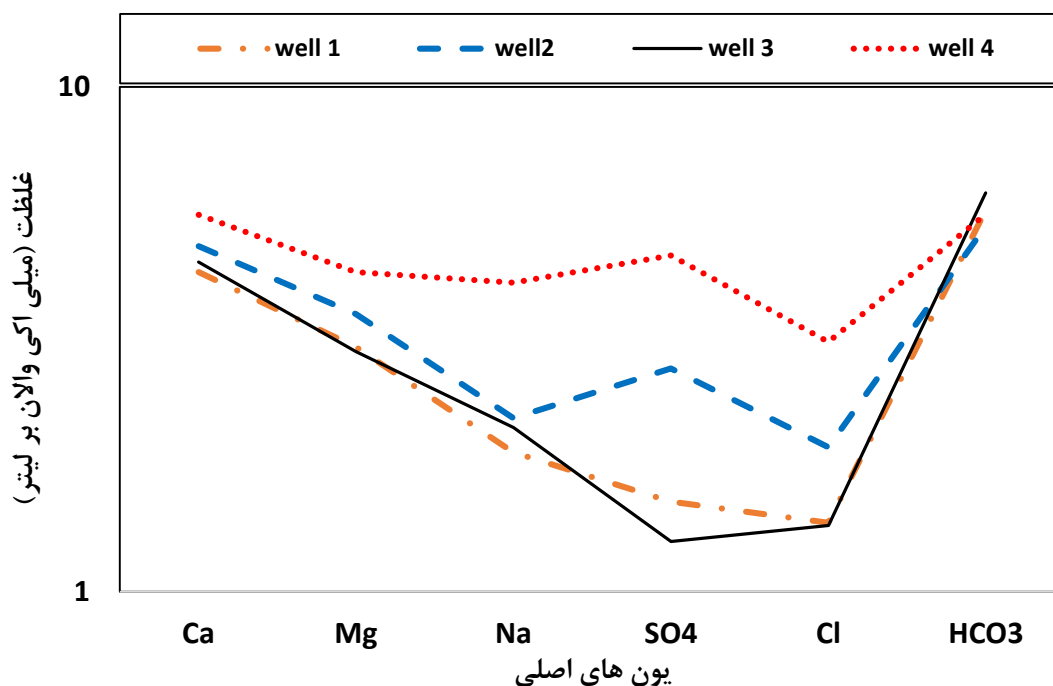
۴-۴-۵- ارزیابی غلظت یون‌های اصلی در نمودار شولر

نمودار نیمه لگاریتمی شولر جهت نمایش یون‌های اصلی برحسب میلی‌اکی‌والان بر لیتر و برای نمایش اختلاف شیمیایی نمونه‌ها در یک نمودار به کار می‌رود. این نمودار با توجه به دارا بودن مقیاس نیمه-لگاریتمی، از نظر سرعت عمل، سهولت و مقایسه و نمایش تعداد زیادی نمونه از اهمیت خاصی برخوردار است.

در این نمودار کیفیت بر اساس غلظت کاتیون‌ها و آنیون‌های اصلی نظیر Cl^- ، SO_4^{2-} ، HCO_3^- ، Ca^{2+} ، Mg^{2+} ، Na^+ مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. با توجه به نمودار شکل (۴-۲۶) نمونه‌ها در تمام چاه‌ها از روند یکسانی تبعیت می‌کنند. روند غلظت‌ها نشان می‌دهد که Ca و Cl کمترین مقدار و Na و HCO_3 بیشترین مقدار را در چاه‌ها دارند. در رابطه با غلظت سولفات چاه ۱ و ۳ روند متفاوتی را نسبت به چاه ۲ و ۴ نشان می‌دهند. مقدار غلظت سولفات در چاه‌ها ۲ و ۴ بیشتر از ۱ و ۳ می‌باشد و با توجه به نزدیک بودن مکانی چاه‌های ۲ و ۴ می‌توان گفت شاید لایه زمین‌شناسی متفاوتی نسبت به چاه شماره ۱ و ۳ در مکان منشأ گیری آنها وجود دارد.



شکل ۴-۲۵- نمودار پاییر نمونه‌های چاه‌های منصورآباد



شکل ۴-۲۶- نمودار شولر نمونه‌های چاه‌های منصورآباد

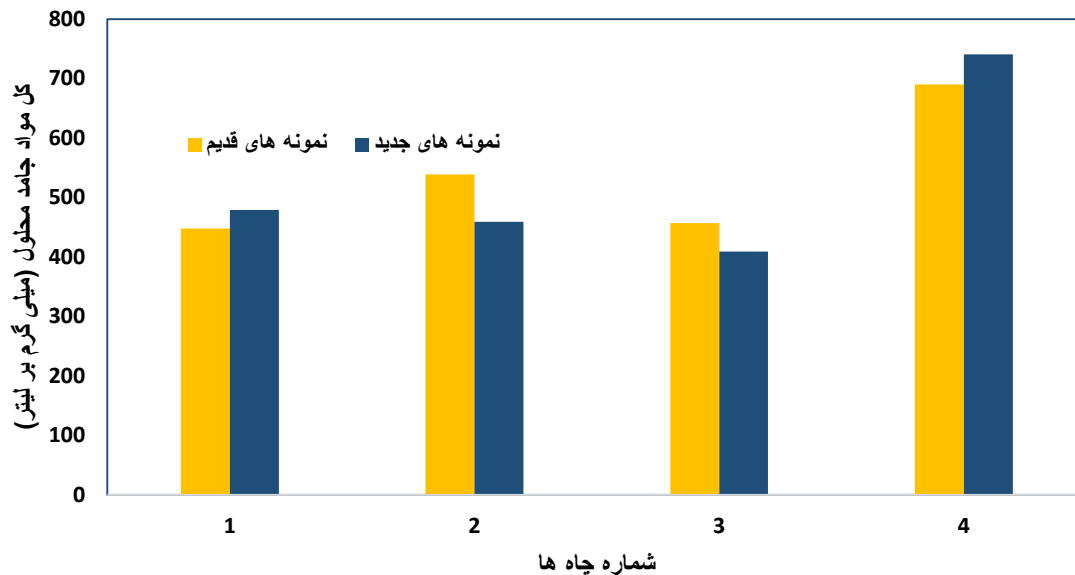
۴-۵-۶- بررسی سختی و مواد جامد محلول در آب چاه‌ها

الف- کل مواد جامد محلول

کل مواد جامد محلول (TDS) شامل موادی است که با راکد ماندن ته‌نشین نمی‌شود و با عبور از صافی جدا نمی‌شود. در شکل زیر متوسط مقدار TDS را در نمونه‌برداری‌های قدیم و نمونه‌برداری‌های جدید مشاهده می‌کنید. شکل (۴-۲۷) نمودار مقایسه‌ای بین مقدار غلظت TDS در نمونه‌برداری‌های گذشته با نمونه‌برداری‌های جدید را نشان می‌دهد. که مقدار TDS در تمام چاه‌ها طبیعی و زیر حد استاندارد می‌باشد.

منظور از TDS کل مواد جامد محلول در آب است که برابر مجموع غلظت همه یون‌های موجود در آب می‌باشد. مواد محلول در آب ممکن است از نظر ماهیت آلی یا معدنی باشند. برای اندازه‌گیری مقدار TDS آبی که برای اندازه‌گیری TSS استفاده شد را از صافی عبور داده و در داخل بشری که وزن آن اندازه‌گیری شده ریخته می‌شود و سپس روی بن ماری قرار داده تا آب آن بخار شود سپس دوباره وزن آن اندازه‌گیری می‌گردد و از رابطه زیر مقدار TDS محاسبه می‌گردد.

$$TDS = \frac{W_2 - W_1}{V_w} \times 10^6 \quad (۲-۴)$$



شکل ۴-۲۷- نمودار میانگین TDS در نمونه‌برداری‌های قدیم و جدید

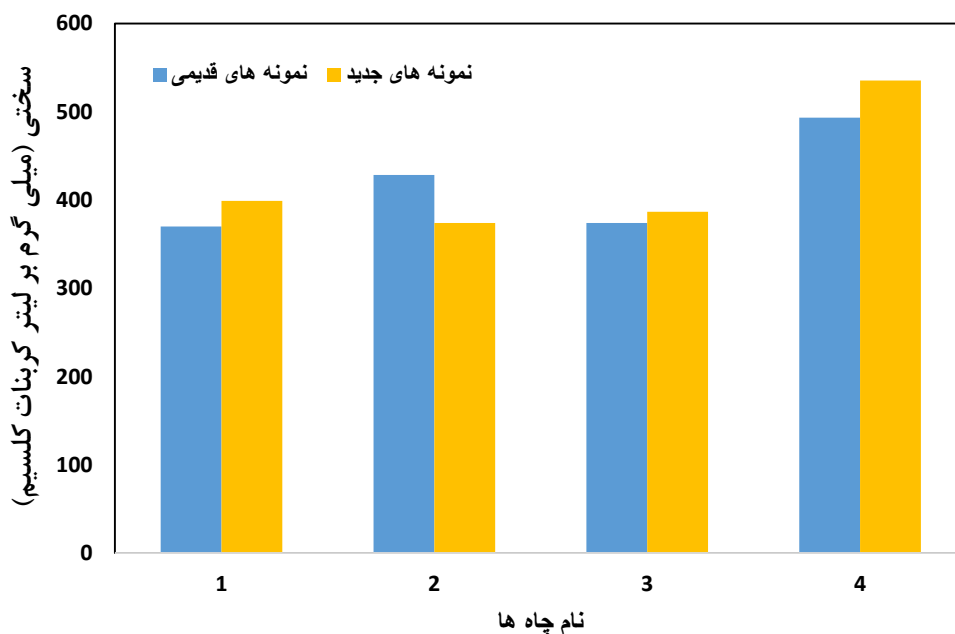
ب- سختی

سختی آب کیفیتی است که بر اثر وجود بیش از اندازه نمک‌های محلول کلسیم و منیزیم و تا اندازه‌های آهن، منگنز، آلومینیم و روی در آب پدید می‌آید، ولی از این نظر که دو عنصر اولی در مقادیر زیاد در آب‌های طبیعی وجود دارند، لذا سختی آب به‌طور عمده بر اساس این دو سنجیده می‌شود. مقدار سختی آب، برحسب میلی‌گرم بر لیتر کربنات کلسیم (CaCO_3) بیان می‌شود. جدول (۴-۱۳) کلاس‌های آب را بر اساس سختی آب بیان می‌کند (Hounslow 1995).

همان‌طور که در جدول (۴-۱۳) و شکل (۴-۲۸) مشاهده می‌کنید تمامی چاه‌ها دارای سختی بالا می‌باشند. بخش اعظم سختی چاه شماره ۱ (بین ۷۰ تا ۸۰ درصد) سختی موقت (سختی بی‌کربناته) می‌باشد. در چاه شماره ۲ مقدار (۶۱ الی ۶۸) درصد سختی آب سختی موقت می‌باشد. این موضوع برای چاه‌های شماره ۳ و ۴ به ترتیب برابر ۸۰ تا ۸۴ درصد و ۵۳ تا ۶۳ درصد می‌باشد.

جدول ۴-۱۳- کلاس‌های آب بر اساس سختی (Hounslow 1995).

Hardness (mg/l as CaCO ₃)	water class
۰-۷۵	soft
۷۵-۱۵۰	moderately hard
۱۵۰-۳۰۰	hard
>۳۰۰	very hard



شکل ۴-۲۸- نمودار میانگین TH در نمونه‌برداری‌های قدیم و جدید

۴-۵- ارزیابی غلظت عناصر سنگین و کمیاب

به منظور بررسی آلودگی و جنس کدورت چاه‌ها، مقدار فلزات سنگین در ۶ سال متوالی مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور علاوه بر بررسی مقدار عناصر سنگین در بین سال‌های ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۲ در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ نیز دو بار نمونه‌برداری صورت گرفت و برای تمام نمونه‌ها غلظت عناصر سنگین، فرعی و اصلی اندازه‌گیری شد. جدول (۴-۱۴) مقدار عناصر سنگین را در هر چهار چاه نشان

می‌دهد.

جدول ۴-۱۴- مقادیر عناصر سنگین (بر حسب میلی گرم بر لیتر) در چاه‌های منصورآباد شیراز

شماره چاه	چاه شماره ۱		چاه شماره ۲		چاه شماره ۳		چاه شماره ۴				
تاریخ نمونه برداری	۲۰۰۵/۰۵/۰۹/۲۸	۱۳۹۰/۰۳/۲۰	۲۰۰۵/۰۵/۰۹/۲۸	۱۳۹۰/۰۳/۲۰	۱۳۹۰/۰۳/۲۰	۲۰۰۵/۰۵/۰۹/۲۸	۱۳۹۰/۰۳/۲۰	۲۰۰۵/۰۵/۰۹/۲۸	۲۰۰۷/۰۳/۲۰	۲۰۰۵/۰۵/۰۹/۲۸	۲۰۰۷/۰۳/۲۰
Mn	۱/۲۶۳	<۲	۲/۶۵۴	<۲	<۲/۸۵۳	۲/۵۵۹	۶/۱۰۹	<۲	<۲	<۲	-
Fe	۶۴/۷۹۰	۴۵/۲۴۰	۱۴/۱۱۰۰	۷۸/۲۰۷	۴۰/۸۰۰	۱۱۲/۱۰۰	۲۲/۶۰۰	۳۴/۳۴۶	۴۰/۵۰۰	۴۰/۵۰۰	۱۴/۲۰۰
Hg	-	<۰/۳	-	<۰/۳	-	-	-	<۰/۳	<۱/۳۱۹۷	-	-
AL	۲/۱۲۵۰	۱۲/۱۲۸	<۲/۱۷۷	۹/۸۲۸	۲/۵۰۰	-	۲۶/۱۰۰	۵/۰۴۲	۱۰/۴۵۰	۱۰/۴۵۰	۲۸/۳۰۰
Se	<۰/۳	-	<۰/۳	-	<۰/۳	<۰/۳	-	-	<۰/۳	-	<۰/۳
As	<۴/۳۲۱	۲/۴۴۰	<۴/۳۲۱	۲/۱۲۲	۵/۷۶۵	-	۴/۸۲۴	۲/۳۱۱	<۲/۸۳۹	-	-
Ag	<۰/۳۲۹۸	-	<۰/۳۲۹۸	-	-	<۰/۱۶۶۵۶	-	-	-	-	-
Cu	۲/۵۶۹	۲/۱۴۶	<۰/۴۰۶۸	۲/۴۰۵	<۳/۶۰۶۹	<۲/۲۷۹	<۳/۶۰۶۹	۴/۴۷۰	۱۱/۳۵۵	۱۶/۹۰۰	-
Cr	۴/۳۴۳	۹/۶۰۸	۲/۶۱۸	۷/۸۶۳	<۲/۶۳۰	-	<۲/۶۳۰	۴/۶۱۹	۵/۳۰۵	-	-
Cd	<۰/۱۶۱	-	<۰/۱۶۱	-	۰/۵۹۷	<۰/۳۱۷۵	۰/۵۲۷	-	۰/۱۰۰	<۰/۱	-
Pb	<۱/۸۵۷	۱/۱۴۹	<۱/۸۵۷	۰/۹۳۴	۱/۵۴۳	-	<۰/۹۳۹۱	۱/۰۷۷	۱/۳۸۵	۰/۸۰۰	-
CN	<۱۰	-	<۱۰	-	<۱۰	<۱۰	-	-	<۱۰	-	-
Ni	<۰/۷۹۹	-	<۰/۷۹۹	-	۲/۸۵۷	۲/۴۷۹	۲/۱۶۲	-	۱/۱۵۹	۰/۵۵۰	-
Co	<۱/۳۸۸	-	<۱/۳۸۸	-	<۰/۱	۰/۷۷۸	۰/۶۴۱	-	<۰/۱	-	-
V	-	۵/۶۷۶	-	۴/۴۷۶	-	-	-	۴/۴۵۶	-	۶/۳۰۰	-
Zn	-	-	-	-	۱۱/۳۵۴	-	۱۱/۷۶۵	-	۲۹/۴۰۲	۲۲/۷۰۰	-
Sb	-	-	-	-	<۰/۵	-	-	-	۰/۸۵۰	۲/۸۰۰	-
Ba	-	-	-	-	-	-	-	-	۶۲/۳۶۰	-	-
Mo	-	-	-	-	-	-	-	۵/۳۲۱	-	۴/۰۲۳	-

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این فصل نتایج حاصل از این تحقیق که شامل ارزیابی علل کدورت در چاه‌های منصورآباد می‌باشد مورد بررسی قرار گرفت. به منظور دستیابی به این هدف، نتایج حاصل از بررسی‌های زمین‌شناسی منطقه، خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه آب، ارزیابی عناصر سنگین به روش ICP، بررسی رسوب چاه‌ها به روش XRD و آنالیز بیولوژیکی ارائه می‌گردد.

۵-۱- ارزیابی عوامل ایجاد کدورت در چاه‌های منصورآباد

به منظور بررسی عوامل ایجاد کدورت از اندازه‌گیری‌های انجام شده در فاصله زمانی ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۴ استفاده شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد تغییرات کدورت از نظم خاصی تبعیت نمی‌کند و تابع عوامل فصلی نمی‌باشد. بیشترین مقدار کدورت مربوط به چاه شماره ۳ بوده که حدود ۴۵ NTU و کمترین مقدار کدورت مربوط به چاه شماره ۴ و برابر با ۳ NTU می‌باشد. به طور کلی هر چه از زمان فعالیت چاه گذشته است کدورت آب کم و بیش کاهش یافته است. تغییرات نامنظم تأیید کننده وجود میان لایه‌های مارنی در سازند آسماری و همچنین وجود شکستگی‌های فراوان و افزایش درجه اتصالات بالا بین چاه و واحدهای مارنی است.

با توجه به انجام آزمایش‌های متعدد مشخص شد عامل عمده کنترل کننده کدورت آب در منطقه مورد مطالعه غالباً توسط زمین‌شناسی منطقه کنترل می‌گردد. چاه‌های مورد مطالعه در سازند آسماری حفر شده‌اند و در این سازند آهک با آهک مارنی و حتی میان لایه‌های مارن همراه است. با پمپاژ، چاه‌های مورد نظر، گرادیان هیدرولیکی بالایی ایجاد می‌شود و در نتیجه باعث ایجاد کدورت می‌گردد. علاوه بر این، نوع حفاری چاه‌ها و استفاده از گل حفاری با توجه به وجود درزه و شکستگی فراوان نیز می‌تواند

یکی دیگر از عوامل ایجاد کننده کدورت باشد. به این ترتیب که در زمان حفاری چاه‌ها مقداری از گل حفاری مورد استفاده به داخل درزه‌ها و شکستگی‌ها منتقل شده و در زمان پمپاژ به تدریج شسته شده و وارد چاه می‌گردد و ایجاد کدورت می‌کند.

با توجه به هم جهت بودن تقریبی شیب لایه‌بندی و توپوگرافی با یکدیگر سبب می‌گردد آب با گرادیان هیدرولیکی زیادی وارد چاه‌ها گردد. در نتیجه با انرژی بسیار زیادی سبب شسته شدن مارن‌های میان لایه‌ای و ورود آنها به چاه می‌گردد. بنابراین، می‌توان این چنین اظهار نظر نمود که چینه‌شناسی منطقه یکی از عوامل مهم و تأثیر گذار در ایجاد کدورت چاه‌های آب منطقه است. علاوه بر این شکستگی‌های بسیار زیاد و درجه اتصالات بالا (High degree of inter connectivity) امکان ارتباط چاه با میان لایه‌های مارنی را بسیار زیاد می‌کند.

نتایج بدست آمده XRD بر روی نمونه‌های رسوبات ته‌نشین شده از آب چاه‌ها بیانگر این است که ترکیب اصلی این رسوبات رس و کربنات کلسیم می‌باشد. این مطلب خود دلیلی برای نقش رسوبات مارنی در ایجاد کدورت آب می‌باشد.

نتایج آنالیز بیولوژیک نمونه‌های آب آلودگی نسبتاً پایینی را نشان می‌دهد که این مسئله به علت فراهم شدن موقعیت مناسب برای رشد و تکثیر عوامل بیولوژیک توسط ذرات کدورت می‌باشد و در نتیجه وجود عوامل بیولوژیک کدورت را تشدید می‌کند. جهت آب‌های زیرزمینی از شمال به سمت جنوب غربی دشت شیراز می‌باشد و در نتیجه سازند کارستی تاقدیس پشت‌مله تغذیه کننده آبرفت دشت شیراز می‌باشد در نتیجه مناطق شهرنشینی و فعالیت‌های انسانی حومه تأثیری بر کدورت آب ندارند.

۵-۲- ارزیابی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی در چاه‌های آب منصورآباد

به‌طور کلی در چاه‌های مورد مطالعه شرایط آنیونی و کاتیونی $(Mg > Na)$ ، $(Na > SO_4)$ ، $(Ca > Na)$ و $(HCO_3 > Cl)$ حاکم می‌باشد. بر اساس نمودار استیف تیپ آب چاه‌های شماره ۱، ۲ و ۳ بی‌کربنات کلسیم منیزیم و در چاه ۴ بی‌کربنات سولفات کلسیم منیزیم می‌باشند. رسم مقادیر آنیون‌ها و کاتیون‌ها بر روی نمودار پایپر نشان می‌دهد مقدار غلظت سولفات در چاه شماره ۲ و ۴ بیشتر از چاه شماره ۱ و

۳ است. این دو عامل نشان دهنده متفاوت بودن منبع چاه شماره ۴ از دیگر چاه‌ها می‌باشد. که داشتن لاگ حفاری کامل و عدم وجود کدورت در چاه شماره ۴ خود تأیید کننده این نتیجه‌گیری می‌باشد. نمودار پایپر نشان می‌دهد آب چاه‌ها از نظر ترکیب شیمیایی ترکیب مشابه دارند و حاوی بی‌کربنات و کلسیم بالایی هستند بنابراین اگر چه آب چاه‌ها سخت می‌باشد، به طور کلی شیرین و مطلوب است. نمودار شولر نیز تبعیت چاه‌ها را از یک روند یکسان را نشان می‌دهد.

بررسی شاخص اشباع‌شدگی توسط نرم‌افزار PHREEQC نشان داد چاه‌های مورد مطالعه در تمام نمونه‌برداری‌ها از نظر کلسیت، آراگونیت، دولومیت، کلسدونی و کوارتز مقداری بالاتر از صفر و اشباع‌شدگی را نشان می‌دهند. با توجه به قرارگیری این چاه‌ها در سازند آهکی این امر قابل توجیه می‌باشد. مقدار به نسبت بالای سولفات در آب چاه‌ها احتمالاً از کانی انیدریت می‌باشد زیرا زمانی می‌تواند منطقه از کانی ژپس اشباع باشد که EC آب $5000 \mu\text{mohs/cm}$ باشد.

۳-۵- پیشنهادها

- پمپاژ مکرر آب چاه‌ها برای امور کشاورزی تا از بین رفتن رسوبات باقی‌مانده در درز و شکاف‌ها.
- تغییر اسکرین چاه‌ها حتی‌الامکان در مناطق دارای درزه و شکاف یا استفاده از لوله‌های اولتراپلی ونیل کلراید (U-PVC) که اخیراً در کشور فراهم آمده، در صورت امکان بجای لوله فلزی معمولی از این لوله‌ها استفاده شود.
- ایجاد یک حوضه رسوبگیر در محل چاه‌های ۱، ۲ و ۳.
- در صورت درخواست برای حفر چاه‌های دیگر، مناطق مرتفع یال شمالی قسمت جنوب شرقی تاقدیس برای حفاری توصیه می‌شود زیرا گرادیان هیدرولیکی کمتری دارد.

منابع

- آقاناتی، س. ع. (۱۳۸۵). زمین‌شناسی ایران. انتشارات سازمان زمین‌شناسی کشور.
- خسرو تهرانی، خ. ۱۳۷۷. زمین‌شناسی ایران. انتشارات دانشگاه پیام‌نور، ۳۲۷ صفحه.
- دهقانی، م.، قادری‌پور، م.، فضل‌زاده، م.، گل محمدی، س. (۱۳۸۸). بررسی کیفیت میکروبی آب آشامیدنی روستاهای شهرستان سقز. *مجله سلامت و محیط، فصل نامه ی علمی و پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران*، ۱۳۲-۱۳۹.
- شمس السادات قطبی، ا. ع. (۱۳۸۹). جلبکها و آبهای زیرزمینی. آبفا شیراز.
- صالحی آذری، م. م.، میراب‌زاده، م. (۱۳۷۵). ارزیابی عملکرد ژئوتکستایل در افزایش راندمان و جلوگیری از ماسه‌دهی چاه‌های آب. وزارت علوم تحقیقات و فناوری - دانشگاه تربیت مدرس.
- عباس‌نوین‌پور، ا. (۱۳۹۱). ارائه راهکارهای مناسب عملی برای حل مشکل ماسه دهی چاه‌ها (مطالعه موردی: چاه‌های دشت سلماس). ارومیه: آب منطقه ای استان آذربایجان غربی.
- عسگری، ق.، مرتضوی، س. ب.، هاشمیان، س. ج.، موسوی، غ. (زمستان ۱۳۸۹). بررسی عملکرد فرایند ازن زنی کاتالیزوری با کربن فعال در حذف اسید هیومیک از محلول‌های آبی. *مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان*، ۳۳-۲۵.
- عودی، ق. (۱۳۷۳). کیفیت آب آشامیدنی. مشهد: انتشارات محقق.
- فرهودی، ق. ا.، شرفی، ه. (۱۳۸۵). بررسی مورفوتکتونیک باباکوهی واقع در شمال شیراز. *فصلنامه زمین‌شناسی کاربردی*، ۵(۲)، ۱۲۶-۱۳۴.
- امتیازی، گ. و کریمی، م. ۱۳۷۵. *مبانی زیست مولکولی*. انتشارات مانی.

حسن‌زاده نفوتی م، فیض‌نیا س، احمدی ح، پیران ح، غیومیان ج، (بهار ۱۳۷۸) بررسی تأثیر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی مارن ها بر میزان رسوبدهی با استفاده از مدل فیزیکی باران ساز .

نشریه انجمن زمین‌شناسی مهندسی ایران، جلد ۳۵، ۱-۴۸.

عطرچیان م، نعیم ا، (۱۳۹۰). بررسی استفاده از فیلترهای فلزی در بهبود وضعیت چاههای آبد. سومین همایش ملی مهندسی عمران.

علیزاده ا. (۱۳۸۱). "هیدرولوژی کاربردی" انتشارات استان قدس رضوی، چاپ چهاردهم، ۷۳۵ ص.

مختارزاده آذر ر، نیک‌پور م، تراوت ر، (۱۳۹۲). مرمت و بازسازی چاههای آب. آذربایجان غربی، مهندسیین مشاور آب سازه اسپوتا (آسا) با همکاری شرکت آب و فاضلاب روستایی استان آذربایجان غربی: انتشارات ناقوس.

نخئی م، (۱۳۸۸). مقدمه‌ای بر آب‌های زیرزمینی. انتشارات آزاد کتاب.

نوریان ز، (۱۳۹۱). مطالعه کیفیت آب شرب چاه های شهر مهران در طی پنج سال گذشته و ارائه راهکارهای جلوگیری از کاهش کیفیت آب شرب برداشتی از چاههای مذکور. پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران.

Alley, E. R. (2000). Water Quality Control. New York: MC Graw-Hill.

Bakalowicz, M. (2004). Karst groundwater: a challenge for new resources. Hydrogeology, 160-148

Borok, A. (2014). Water Quality Standards, Turbidity Technical Review Summary of Sources, Effects, and Issues Related to Revising the Statewide Water Quality Standard for Turbidity. Portland: Oregon Department of Environmental Quality.

David Keith Todd, L. W. Mays (2005). Groundwater Hydrology, Third Edition. (B. Zobrist, Ed.) California, Berkeley: John Wiley & Sons, Inc.

De Martonne, E. (1926). Aréisme et indice artidite. Comptes Rendus de L'Acad Sci, Paris, 182, 1395–1398.

Elizabeth Myre, R. S. (2006). The Turbidity Tube: Simple and Accurate Measurement of Turbidity in the Field.

EPA Guidance Manual Turbidity Provisions. (1999, April). 7. IMPORTANCE OF TURBIDITY. United States Environmental Protection Agency.

Facts about Turbidity. (2007). An Information Update from the IADC.

Gaber, M. (1998). Water Wells Producing Sand or Turbidity. Drinking Water and Radiological Protection Division.

Hargreaves, j. A. (1999). control of clay turbidity in ponds. SRAC publication.

Hermanson, R. E. (1991). Turbidity, Color, Odor, And Taste In Domestic Water. Washington Cooperative Extension Service.

Hounslow A.W. (1995). water quality data analysis and interpretation. stillwater, Oklahoma, lewis publisher. 397p.

Joseph N. Ryan, M. E. (1995, July 31). Review Colloid mobilization and transport in groundwater. Physicochemical and Engineering Aspects.

Joseph N. Ryan, P. M. (1994). Effect of Solution Chemistry on Clay Colloid Release from an Iron Oxide-Coated Aquifer Sand. **ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY**, .28

LAURA M. McDOWELL-BOYER, J. R. (1986). Particle Transport Through Porous Media. **WATER RESOURCES RESEARCH**, 22(13), .1921-1901

lioyd j. w., h. j. (1985). natural inorganic chemidtry in relation to groundwater. oxford: clarendon press.

Menachem Elimelech, X. Z. (1995). Role of membrane surface morphology in colloidal fouling of cellulose acetate and composite aromatic polyamide reverse osmosis membranes. **Journal of Membrane Science**, 127(1), 101–.109

Michael A. Brook, J. B. (2011). Silicon Polymers (New Synthetic Strategies for Structured Silicones Using B(C6F5)3) (Vol. 235). Springer Berlin Heidelberg.

Millikan Way, S. (2007). Water Quality – Turbidity. Beaverton: **Vernier Software & Technology**.

Minnesota Pollution Control Agency. (March 2008). Turbidity: Description, Impact on Water Quality, Sources, Measures (A General Overview). **Water Quality/Impaired Waters**.

R.j. davies colley, d. s. (2001). turbidity, suspended sediment, and water clarity (Vol. 37). **jornal of the american water resources association**.

Sadar, M. J. (1990). TURBIDITY SCIENCE. Technical Information Series.

Schwartz , L. R. (1997). Drinking water turbidity and pediatric hospital use for gastrointestinal illness in Philadelphia. **Epidemiology**, 620-615.

Scotia, N. (2009). Water Treatment Options. In N. Scotia, Your Well Water (p. booklet).

Why Test Your Well Water for Turbidity, (2010), Environmental Protection Agency and the United States Geological Survey.

Abstract

The study areas is the last part of Poshte-Mole anticline which is located in east and South east of Mansour-abad and north west of Shiraz. This region is placed on the Asmari formation and Drilled water wells in this region include high turbidity. In order to study the causes of turbidity in these water wells, water samples were collected in February and May 2015. For all samples the values of turbidity, TSS, TDS, EC, pH, water color, major ions and heavy metals using ICP-OES were measured. In addition the sediment collected from water samples have been analysed using XRD. The obtained results indicate that the geological parameters are the most important reasons for production of turbidity in groundwater in the studied region.

Presence of abundant fractures in the Asmari formation with marly limestone units and particularly marly intercalations result in the entrance of fine-textured sediments into water wells (especially 1,2 and 3) confirm the above mentioned instances. Moreover the obtained results from analysis of sediments, settled down in water samples, using XRD show that these sediments are mostly calcium carbonate and clay verifying the marly and marly limestone units as prevailing unit in Asmari formation.

Key word: Turbidity, groundwater, water wells, Posht-Moleh Anticline, Mansour-abad



Shahrood University of Technology
Faculty of Earth Sciences

Hydrogeology and Environmental Geology Group

**Evaluating the reasons of water turbidity in
drinking water well in Mansour-Abad, Shiraz**

Farzaneh gharehzadeh

Supervisors:

Dr. Gholam Hossein Karami

Advisor:

Dr. Rahim Bagheri

January 2016