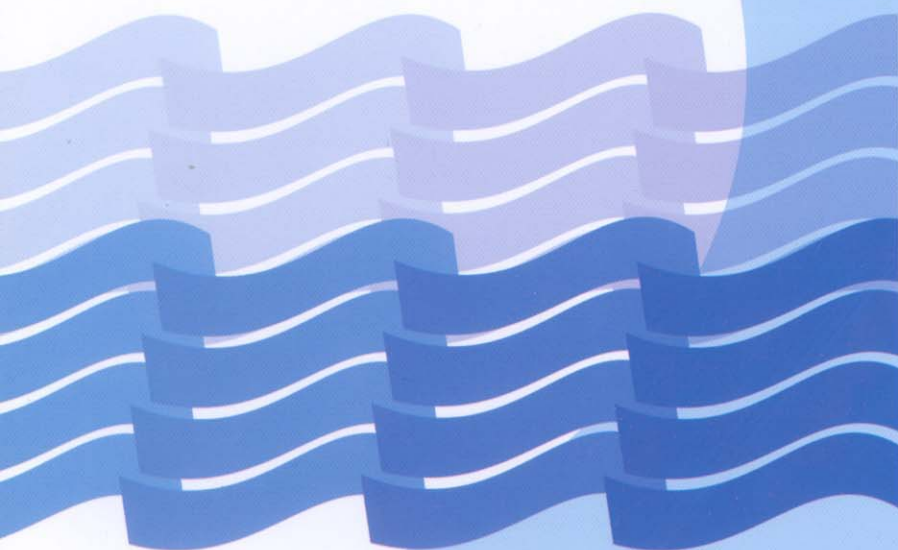




مطالعات زمین شناسی آب



مطالعات زمین شناسی آب

به نام خدا

پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب ناپذیر ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهیه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه، به مجامع فنی - تخصصی واگذار شده است.

با در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه استاندارد در بخش آب، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور (وزارت نیرو) در جهت نیل به این هدف با مشخص کردن رشته‌های اصلی مهندسی آب اقدام به تشکیل مجامع عملی - تخصصی با عنوان کمیته‌های فنی کرده که وظیفه تهیه این استانداردها را به عهده دارند.

استانداردهای مهندسی آب با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین شده است:

- استفاده از تخصص‌ها و تجارب کارشناسان و صاحبان نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاههای اجرایی، سازمانها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت
- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرحها
- پرهیز از دوباره کاریها و اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران و سایر مؤسسات معتبر تهیه‌کننده استاندارد

استانداردها ابتدا به صورت پیش‌نویس برای نظرخواهی منتشر شده و نظرات ارسالی پس از بررسی در کمیته تخصصی در نسخه نهایی منظور خواهد شد.

نشریه حاضر که تحت عنوان «مطالعات زمین‌شناسی آب» در اختیار علاقمندان قرار می‌گیرد، توسط اعضای گروه بررسیهای اکتشافی کمیته هیدروژئولوژی تهیه شده است.

ترکیب اعضای کمیته

کارشناس آب و خاک	آقای رحیم اتحاد
کارشناس زمین‌شناسی	خانم فیروزه امامی
کارشناس آبیاری و زهکشی	خانم زهرا ایزدپناه
کارشناس معدن	آقای علی اکبر عطارزاده
کارشناس هیدروژئولوژی	آقای محمدعلی نژادهاشمی

ضمناً آقای محمدحسین ایرانمنش از شهریور ماه ۶۶ لغایت اردیبهشت ۶۸ و آقای محمودنراقی از تاریخ تیرماه ۶۸ و آقای پرویز قوامی از تاریخ شهریور ماه ۶۸، این گروه را در انجام وظایف خود یاری کرده‌اند.

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۱	هدف
۲	۱- طبقه‌بندی مخازن آب زیرزمینی
۳	۲- مراحل مختلف مطالعات
۴	۳- محدوده مطالعات
۴	۴- تهیه نقشه زمین‌شناسی آب منطقه
۷	۵- مطالعات زمین‌شناسی آب
۱۰	۶- ارائه نتایج مطالعات زمین‌شناسی آب

زمین‌شناسی یکی از علوم پایه بوده و در اموری که با زمین سروکار دارد کاربرد زیادی پیدا می‌کند. معمولاً مطالعات زمین‌شناسی برای اهداف مختلفی صورت گرفته و به منظور دستیابی به هدف مورد نظر اطلاعات زمین‌شناسی متفاوتی مورد نیاز است. در حقیقت هر یک از امور مورد نظر به مطالعات و بررسیهای زمین‌شناسی ویژه‌ای احتیاج دارد. با توجه به این نیازها به تدریج گرایشهای مختلف زمین‌شناسی با نامهای متفاوتی مانند زمین‌شناسی معدنی، زمین‌شناسی نفت، زمین‌شناسی مهندسی و ... به وجود آمده است.

زمین‌شناسی در مطالعات منابع آبهای زیرزمینی به منظور تعیین مشخصات فیزیکی، شیمیایی و هیدرودینامیکی سنگ مخزن آب و ارتباط آن با سازندهای مجاور صورت می‌گیرد، بنابراین آن قسمت از زمین‌شناسی که کمک به شناسایی بهتر سنگ مخزن و معابر تغذیه و تخلیه آن می‌کند در این بررسیها مورد توجه است. این گرایش را هیدروژئولوژی^۱ می‌نامند.

در مطالعات منابع آبهای زیرزمینی که تاکنون در ایران صورت گرفته متأسفانه کمتر به زمین‌شناسی آب زیرزمینی توجه و عموماً بررسیهای انجام شده در حد زمین‌شناسی عمومی منطقه بوده است یعنی به سن، نوع فسیل، جنس سنگ پیش از مشخصات آن در رابطه با آب توجه شده است. در بعضی از گزارشهای موجود مطالعات منابع آب زیرزمینی حتی اگر مبحث زمین‌شناسی از گزارش حذف شود تغییری در محتوا و مفهوم آن به وجود نمی‌آید و یا سایر مباحث گزارش بدون توجه به فصل زمین‌شناسی تهیه شده است.

گروه بررسیهای اکتشافی کمیته شماره ۱۲ با توجه به این نقیصه و به منظور یکنواخت کردن مطالعات منابع آب زیرزمینی برآن شد که عناوین مطالعات زمین‌شناسی آب مورد نیاز طرحهای آب زیرزمینی را تهیه کند. البته در طرحهای مختلف انجام کلیه عناوین ذکر شده ضروری نبوده بلکه در هر نقطه با توجه به شرایط و مشخصات طبیعی منطقه می‌توان عناوین بررسیهای مورد لزوم را انتخاب کرد.

هدف

در مطالعات منابع آب به منظور شناخت و برآورد مشخصات فیزیکی، شیمیایی، هیدرولیکی و هیدرودینامیکی سنگ مخزن آب زیرزمینی لازم است که بررسیهای زمین‌شناسی ویژه‌ای صورت گیرد. در این بررسیها برای مشخصات واحدهای سنگی موجود در رابطه با آب و همچنین تأثیر مورفولوژی، زمین‌شناسی ساختمانی و عناصر و عوامل آن

بر روی ذخیره و جریان آب ارزش ویژه‌ای قائل می‌شوند. این بررسی زمین‌شناسی را هیدروژئولوژی یا زمین‌شناسی آب می‌نامند.

هدف از زمین‌شناسی آب شناسایی شکل هندسی، شرایط مرزی و سایر مشخصات ساختمانی مخزن آب زیرزمینی است ولی در هر هفته با توجه به ویژگیهای محل، احتمال وجود مسائل ویژه‌ای نیز می‌رود که در بررسیهای زمین‌شناسی باید به این موضوعها نیز توجه کافی مبذول شود. به‌طور کلی اهداف مطالعات زمین‌شناسی آب را می‌توان به‌صورت زیر خلاصه کرد:

- مشخص نمودن رخساره‌های مختلف و رخنمونهای موجود در منطقه
- تقسیم‌بندی سازندهای مختلف از نظر سنگ مخزن آب
- تأثیر سازندهای موجود در منطقه بر روی کیفیت آب زیرزمینی
- شناسایی سنگ کف و سنگ سقف مخزن
- تعیین شکل هندسی مخزن (ضخامت و گسترش آن) و وضعیت ارتباط آن در مرزها^۱
- تعیین نوع و تعداد لایه‌های آبدار و چگونگی ارتباط هیدرولیکی بین لایه‌ها
- تهیه مقاطع مختلف زمین‌شناسی در محل‌های مناسب برای نشان دادن تغییرات جانبی سنگ مخزن، ارتباط بین مخازن مختلف، برآورد تغییر نسبی مشخصات فیزیکی و شیمیایی سنگ مخزن و غیره
- بررسی امکانات دستیابی به مخزن زیرزمینی
- بررسی مسائل خاص منطقه از نظر مخزن آب
- تهیه نقشه زمین‌شناسی آب منطقه با مقیاس مناسب

۱- طبقه‌بندی مخازن آب زیرزمینی

آب پس از نفوذ در صورت وجود شرایط مناسب در فضاهای خالی واحدهای سنگی ذخیره شده و مخازن آب زیرزمینی را تشکیل می‌دهد.

واحدهای مختلف سنگی را از نظر ذخیره و انتقال آب می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

۱-۱ سازندهای نرم یا غیرسخت

واحدهای زمین‌شناسی که از دانه‌های مجزاتشکیل شده مانند آبرفتها، بادرفتها، رسوبات یخچالی، ماسه‌های دریایی و ... را رسوبات تحکیم‌نیافته^۲ می‌نامند. در هیدروژئولوژی به این واحدها محیط متخلخل^۳ نیز اطلاق می‌شود.

1- Boundry Condition

2- Unconsolidated Rocks

3- Porous Media

۲-۱ سازندهای سخت

سازندهای سخت به واحدهای سنگی (رسوبات تحکیم یافته)^۱ اطلاق می‌شود. در این سازندها آب به دوشکل ذخیره شده و یا جریان می‌یابد.

در فضای خالی بین ذرات مانند ماسه سنگ، لوماشل‌ها، آهکهای جدید و یا در درز و شکاف و فضاهای انحلالی مانند بازالتها، آهکها، دولومیتها و ... اینگونه مخازن آب زیرزمینی را سازندهای سخت می‌نامند. نحوه مطالعات زمین‌شناسی آب در این دو نوع مخزن تا حدودی متفاوت است.

۲- مراحل مختلف مطالعات

به طوری که ذکر شد هدف اصلی از مطالعات زمین‌شناسی، شناسایی شکل هندسی، گسترش (در سطح و در عمق)، شرایط مرزی و مشخصات ساختمانی منبع آب زیرزمینی است. عموماً نیل به این هدف ساده نبوده و به یک سری بررسیهای اکتشافی نیاز دارد به این جهت مطالعات آبهای زیرزمینی عموماً طی مراحل مختلفی صورت می‌گیرد.

۱-۲ مرحله شناسایی

مرحله شناسایی اولین مرحله مطالعات آب زیرزمینی محسوب می‌شود. در این مرحله کلیه آمار و اطلاعات موجود جمع‌آوری و بررسی شده ضمناً مطالعات صحرایی نیز تا حدودی انجام می‌شود. در این مرحله به کمک اطلاعات موجود و بررسیهای مقدماتی صحرایی شکل مخازن آب زیرزمینی منطقه تعیین و حتی الامکان مشخصات آنها برآورد می‌شود. در خاتمه این بررسیها نواقص و کمبود اطلاعات به منظور دستیابی به اهداف فوق‌الذکر تعیین و راههای رفع این نواقص که عموماً به کمک بررسیهای اکتشافی صورت می‌گیرد نیز مشخص می‌شود. به طور خلاصه برنامه‌ای برای بررسیهای اکتشافی مورد نیاز مرحله بعد تعیین می‌شود.

۲-۲ مرحله توجیهی (نیمه تفصیلی)

در این مرحله پس از جمع‌آوری کلیه اطلاعات موجود و بررسی کامل آنها ابتدا بررسی صحرایی انجام و نقشه‌های زمین‌شناسی اولیه آب منطقه تهیه می‌شود، سپس با توجه به اهداف اصلی مطالعات، کمبودها و نواقص تعیین و نوع

1- Consolidated Rocks

بررسیهای اکتشافی مورد نیاز مشخص می‌گردد. ضمناً محل، کمیت و کیفیت کامل این بررسیها تعیین می‌شود زمین‌شناس مسئول در این مرحله بر انجام بررسیهای پیشنهادی نظارت نموده و اطلاعات لازم را جمع‌آوری می‌کند. همچنین زمین‌شناس مسئول موظف می‌باشد که منطقه مورد مطالعه را زیر نظر داشته باشد تا هر نوع عملیات دیگری که در آن صورت می‌گیرد و به طریقی کمک به شناسایی بهتر وضع زمین‌شناسی منطقه و مخزن آب زیرزمینی می‌کند مانند حفاری انواع مختلف چاهها، حفر تونلها، حفر ترانشه‌ها، انجام مطالعات ژئوفیزیکی برای سایر طرحها و غیره را کنترل و اطلاعات لازم را جمع‌آوری کند.

زمین‌شناس مسئول پس از انجام بررسیهای اکتشافی با توجه به کلیه اطلاعات به‌دست آمده و مطالعات صحرایی تکمیلی، زمین‌شناسی منطقه را بار دیگر به‌طور کامل بررسی کرده و نقشه زمین‌شناسی آب منطقه و مشخصات ساختمانی منبع آب زیرزمینی (مواردی که در اهداف مطالعات زمین‌شناسی آب ذکر شد) تعیین و گزارش کامل زمین‌شناسی آب منطقه (شامل نگارش و نقشه‌های مختلف) را تهیه می‌کند.

۳- محدوده مطالعات

همانطوری که ذکر شد، به‌منظور برنامه‌ریزی بهتر و نتیجه‌گیری سریعتر لازم است مطالعات منابع آب طی مراحل مختلفی صورت گیرد.

محدوده مورد بررسی در زمین‌شناسی آب در مراحل مختلف مطالعاتی به‌صورت زیر است:

- در مرحله شناسایی بررسیهای زمین‌شناسی در سطح حوزه آبریز منطقه صورت می‌گیرد در صورتی که واحدهای سنگی آبدار تا حوضه‌های مجاور نیز گسترش داشته باشد این بررسیها تا منطقه مذکور نیز ادامه می‌یابد.
- بررسیهای زمین‌شناسی در مرحله نیمه تفصیلی عموماً محدود به منطقه مخزن آب زیرزمینی، سازندهای مجاور این مخزن، محلهای نفوذ آب (مناطق تغذیه) و مسیرهای تخلیه منبع می‌شود.
- بررسیهای زمین‌شناسی در مطالعات مرحله تفصیلی و بهره‌برداری عموماً منحصر به مشکلات خاص موجود و رفع نواقص احتمالی مطالعات قبلی می‌شود.

۴- تهیه نقشه زمین‌شناسی آب منطقه

نقشه زمین‌شناسی آب را می‌توان نقشه پایه مطالعات منابع آب زیرزمینی به حساب آورد که در کلیه مراحل مختلف مطالعات آب زیرزمینی تهیه می‌شود. این نقشه، در مرحله شناسایی، براساس دانسته‌های موجود و بازدیدهای صحرایی به‌طور مقدماتی تهیه می‌شود و در مراحل بعدی به کمک بررسیهای اکتشافی و عملیات صحرایی تکمیل خواهد شد. نقشه زمین‌شناسی آب در مراحل نیمه تفصیلی و تفصیلی به کمک دانسته‌های جدید صحیح می‌شود.

مراحل مختلف تهیه نقشه زمین‌شناسی آب را می‌توان به صورت زیر تقسیم‌بندی کرد:

۱-۴ جمع‌آوری دانسته‌ها و نتایج بررسی‌های زمین‌شناسی و اکتشافی موجود

در ابتدا کلیه دانسته‌های زمین‌شناسی که به نحوی با منطقه مورد مطالعه ارتباط داشته و یا در روند بررسی‌های زمین‌شناسی منطقه کمک می‌نماید جمع‌آوری خواهد شد.

- جمع‌آوری کلیه نقشه‌های زمین‌شناسی منطقه با مقیاس‌های مختلف
- مقاطع زمین‌شناسی حفاری‌ها اعم از چاه‌ها، تونل‌ها، کوه‌بریه‌ها، میله‌های قنات‌ها و غیره
- گزارش‌های زمین‌شناسی منطقه
- گزارش‌های هیدروژئولوژی منطقه
- نقشه‌ها و گزارش‌های خاکشناسی
- نتایج مطالعات مکانیک خاک و پروفیل‌های خاکشناسی
- عکس‌های هوایی منطقه با مقیاس مناسب مطالعات
- نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس مناسب
- تصویرهای ماهواره‌ای منطقه

۲-۴ تهیه نقشه پایه کار صحرایی

در صورتی‌که برای منطقه مورد نظر نقشه زمین‌شناسی عمومی تهیه شده، از این نقشه برای تبدیل به نقشه زمین‌شناسی آب استفاده خواهد شد. در غیر این صورت به کمک نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و عکس‌های هوایی، نقشه پایه کار (نقشه مبنا) تهیه می‌شود. ابتدا به کمک فتوژئولوژی کارهای زیر انجام می‌گیرد:

- تعیین یا کنترل موقعیت سازندهای غیر سخت
- تعیین یا کنترل مرز سازندهای مختلف
- تعیین یا کنترل امتداد و شیب طبقات، شکستگی‌ها، چین‌خوردگی‌ها، روراندها و غیره
- تعیین ظواهر فرسایشی در سازندهای سخت و مشخص نمودن پدیده‌های انحلالی مانند دولین‌ها، غارها و دریاچه‌های فصلی و غیره
- تعیین محل رودخانه‌ها، مسیله‌ها، آبراهه‌ها، کالیها و زهکشها
- تعیین محل باطلاها، شوره‌زارها، دریاچه‌ها
- تعیین یا کنترل محل شهرها، روستاها، جاده‌ها، راه‌آهن، پل، سد، اراضی کشاورزی، جنگل‌ها و
- تعیین حدود مخروط‌افکنه‌ها، تراسها، تپه‌های ماسه بادی و غیره
- تعیین موقعیت مسیرهای پیمایش صحرایی

- مراحل قبلی در انواع مختلف مطالعات (شناسایی، توجیهی) صورت می‌گیرد و در عملیات صحرائی براساس نوع مطالعات به منظور مشخص کردن عوامل زیر به میزانهای متفاوتی انجام می‌شود.
- در مرحله شناسایی به طور متوسط برای هر ده کیلومتر یک پیمایش
- در مرحله نیمه تفصیلی به طور متوسط برای هر ۲ کیلومتر یک پیمایش
- در مرحله تفصیلی با توجه به نوع مسئله میزان بررسیهای زمین شناسی انتخاب خواهد شد.
- کنترل حدود و مرزهایی که به کمک فتوژئولوژی تعیین شده است.
 - تعیین لایه بندی طبقات رسوبی و تقسیم بندی آنها به دسته های نازک لایه ها تا ۶۰ سانتیمتر، ضخیم لایه (بین ۶۰ تا ۱۲۰ سانتیمتر) و سنگهای توده ای^۱ با ضخامت بیش از ۱۲۰ سانتیمتر
 - تعیین جنس سازندهای منطقه
 - تعیین مرز بین لایه ها از نظر هم شیبی، دگر شیبی، ناپیوستگی و غیره
 - بررسی و شناسایی سنگهای آذرین و مشخص نمودن مرز آنها
 - مشخص کردن ساختار زمین شناسی منطقه از قبیل چین ها، گسلها، سیستم شکستگیها و درزه ها
 - تعیین وضعیت شکستگیها از نظر پرشدگی
 - تعیین خطواره های موجود
 - تعیین نقش تکتونیک در مورفولوژی منطقه
 - تعیین زمین لغزشها^۲ و واریزه ها (سنگریزها)^۳
 - مشخص نمودن ظواهر فرسایشی آب مانند دولین ها، دریاچه های فصلی، غارها و ...
 - مشخص نمودن منشاء رسوبات نرم مانند آبرفتها، یخرفتها، بادرفتها و ...
 - تقسیم بندی آبرفتها، مخروط افکنه ها، رسوبات سیلابی، رسوبات دامنه ای، رسوبات دریاچه ای و ...
 - مشخص نمودن مورفولوژی سنگهای آذرین بیرونی مانند دهانه ها، فروریخته ها (کالوتها) و ...
 - مشخص نمودن سیستم درز و شکاف سنگهای آذرین بیرونی و ...
 - در صورت لزوم نمونه برداری از سازندهای سخت و غیر سخت به منظور تعیین نفوذ پذیری آنها و ...

۴-۴ تقسیم بندی سازندهای زمین شناسی از نظر منابع آب

با توجه به بررسیهای صحرائی و در صورت نیاز به آزمایش نمونه های برداشت شده، باید سازندهای مختلف منطقه از

1- Massive

2- Landslide

3- Rock fall

نظر نفوذ و ذخیره آب تقسیم‌بندی گردند.

- تقسیم‌بندی سازندهای غیر سخت به شش گروه با نفوذپذیریهای خیلی خوب، خوب، متوسط، کم، ضعیف و غیرقابل نفوذ
- تقسیم‌بندی سازندهای سخت از نظر میزان نفوذپذیری و وجود فضاهای خالی به شش گروه فوق‌الذکر

۴-۵ تکمیل نقشه

- تلفیق نتایج به‌دست آمده از بررسیهای اکتشافی و انتقال آنها روی نقشه
- تهیه مقاطع زمین‌شناسی از منبع و در محل‌های ورودی و خروجی آب زیرزمینی

۵- مطالعات زمین‌شناسی آب

در اینجا سعی شده که مطالعات زمین‌شناسی برای کلیه مناطق با شرایط طبیعی متفاوت به‌طور عام ذکر شود. بدیهی است برای اغلب مناطق، کلیه این مطالعات لازم نمی‌باشد. بنابراین در شرح خدمات هر منطقه باید قسمتی از مطالعات زیر که مورد نیاز می‌باشد انتخاب شود:

۵-۱ مطالعات زمین‌شناسی سازندهای نرم یا غیرسخت

- زمین‌شناسی منابع آب در سازندهای غیرسخت را می‌توان شامل موارد زیر دانست:
- مشخص نمودن این واحدها بر روی نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس مناسب و تعیین مرزهای تماس با سازندهای مجاور
 - بررسی سیستم رسوبگذاری این واحدها و سیر تکاملی آنها در گذشته، نحوه تشکیل آنها و تقسیم‌بندی این واحدها از نظر سن به‌طور نسبی
 - بررسی دانه‌بندی و نفوذپذیری لایه‌های سطحی این واحدهای رسوبی و تقسیم‌بندی آنها حداقل به شش گروه با نفوذپذیریهای خیلی خوب، خوب، متوسط، کم، خیلی کم و غیر قابل نفوذ
 - بررسی لایه‌های با دانه‌بندی و نفوذپذیری متفاوت در عمق و وضعیت پیوستگی آنها
 - تعیین لایه‌هایی که به عنوان مخازن آب زیرزمینی عمل کرده و لایه‌های جداکننده این مخازن و برآورد ضخامت و دانه‌بندی هریک از لایه‌ها و همچنین وضعیت ارتباط هیدرولیکی بین لایه‌های آبدار مختلف
 - بررسی گسترش و امتداد لایه‌های آبدار تا محل‌های تخلیه مانند دریا، دریاچه، باطلاق، کویر، رودخانه و...
 - تعیین جنس سنگ غیرقابل نفوذ زیرین لایه آبدار (سنگ کف) و وضعیت مورفولوژی آن، تعیین جنس، ضخامت

و گسترش سنگ سقف (در صورت وجود)

- بررسی انواع شکستگی و گسل در سنگ کف و سنگ سقف از نظر فرار آب یا تغذیه منبع
- بررسی و تعیین موقعیت محل گسلها و شکستگیها در سنگ کف که باعث ایجاد مخازن آب زیرزمینی در سطوح مختلف می شود.
- بررسی انواع سازندهای پیرامون مخزن و تقسیم بندی آنها از نظر انتقال آب و ایجاد ارتباط بین مخازن آبی متفاوت و در حقیقت تعیین شرایط مرزی آبخوانهای منطقه
- بررسی سازندهای مجاور مخزن از نظر انحلال در آب و تأثیر آن بر روی کیفیت آب زیرزمینی
- بررسی جنس سنگ مخزن و اثر آن بر روی کیفیت آب زیرزمینی

۲-۵ مطالعات زمین شناسی سازندهای سخت

مطالعات زمین شناسی که به منظور تعیین مشخصات سازندهای سخت آبدار صورت می گیرد را می توان به صورت زیر تقسیم بندی کرد:

۱-۲-۵ بررسی لیتولوژیکی منطقه

لازم است کلیه واحدهای سنگی منطقه از نظر جنس و میزان نفوذ پذیری مورد بررسی قرار گیرد. ضمناً باید به موارد زیر نیز توجه شود:

- گسترش و ابعاد واحدهای سنگی بر روی نقشه زمین شناسی مشخص شود.
- کلیه واحدهای سنگی موجود از نظر انحلال در آب و تأثیر بر روی کیفیت آنها مورد مطالعه قرار گیرد.
- تقسیم بندی واحدهای قابل کارستی شدن حداقل به چهار دسته سازندهای غیرمطبق^۱ و خالص، سازندهای ناخالص، سازندهای نازک لایه و خالص، سازندهای نازک لایه و ناخالص

۲-۲-۵ بررسی مورفولوژی و توپوگرافی منطقه

- بررسی شبکه آبراهه های موجود و تقسیم بندی منطقه از نظر شبکه زهکشی حداقل به سه گروه با تراکمهای زیاد، متوسط و کم
- مطالعه پدیده های انحلالی موجود در سازندهای منطقه شامل دولین ها، کانالهای انحلالی، غارهای انحلالی، دره های کارستی، دریاچه های فصلی و ... همچنین برآورد تعداد هر گسترش پدیده های انحلالی در واحدهای

1- Massire

سطح در قسمت‌های مختلف منطقه

- مشخص کردن انواع فرسایش ایجاد شده در منطقه
- تقسیم پدیده‌های انحلالی موجود به دو بخش بالای سطح آب زیرزمینی (خشک) و زیرسطح آب زیرزمینی (آبدار).

۳-۲-۵ زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

- بررسی روند تکامل زمین‌شناسی منطقه
- بررسی لایه‌های رسوبی از نظر شیب و تقسیم‌بندی آنها حداقل به سه دسته دارای شیبهای کم، متوسط، و زیاد
- تقسیم‌بندی سازندهای موجود آبدار منطقه به قسمت‌های پوشیده شده توسط لایه‌های نفوذپذیر یا نفوذناپذیر و قسمت‌هایی که سازند رخنمون دارد.
- بررسی ضخامت سازندهای مختلف و تقسیم‌بندی آنها حداقل به چهار دسته تا سه متر، سه تا ده متر، ده تا پنجاه متر و بیش از پنجاه متر
- مشخص نمودن انواع ساختارهای مختلف زمین‌شناسی مانند تاقدیس، ناودیس و انواع چین خوردگی
- بررسی اثر چین خوردگی در کاهش یا افزایش ضخامت لایه‌های مختلف
- تأثیر انواع ساختمانی زمین‌شناسی موجود بر روی جریان آب سطحی منطقه مانند تأخیر جریانها، انحراف جریان و غیره

۴-۲-۵ مطالعه تکتونیک منطقه

- بررسی تکتونیک منطقه و تعیین جهات نیروهای اصلی وارد به طبقات زمین
- تعیین گسلها و شکستگیهای بزرگ منطقه (گسلهای اصلی) و بررسی ابعاد، امتداد و فعالیت آنها
- بررسی و تعیین خطواره‌های مختلف موجود در منطقه^۱
- بررسی شکستگیهای منطقه از نظر جهت، ابعاد، عمق و نشان‌دادن آنها به کمک دیاگرامهای مناسب
- بررسی شکستگیهایی که در اثر سرد شدن سنگهای آذرین خروجی به وجود آمده

۵-۲-۵ بررسی سازندهای منطقه از نظر نفوذپذیری

- بررسی و تقسیم‌بندی واحدهای سنگی منطقه از نظر نفوذپذیری اولیه

1- Lineament

- بررسی نفوذپذیری واحدهای سنگی منطقه از نظر نفوذپذیری ثانویه (پدیده‌های انحلالی مانند کانالهای انحلالی، دولین‌ها و غیره و درز و شکافهای موجود)
- بررسی درز و شکافهای موجود از نظر پرشدگی با مواد پرکننده
- تقسیم‌بندی واحدهای سنگی منطقه از نظر میزان نفوذ آب در آنها

۵-۲-۶ بررسی سازندهای منطقه از نظر ساختمان ثانوی

- بررسی واحدهای سنگی کارستی منطقه از نظر تراکم^۱ و تحکیم^۲
- بررسی واحدهای سنگی کارستی از نظر تبلور مجدد^۳

۶- ارائه نتایج مطالعات زمین‌شناسی

در خاتمه مطالعات باید گزارش زمین‌شناسی آب منطقه تهیه شود. توضیح این نکته ضروری است که درخاتمه مرحله شناسایی براساس اطلاعات موجود باید حتی‌الامکان مطالب زیر تشریح و نقشه‌هایی که ذکر می‌شود در گزارش آورده شود ولی در مطالعات مرحله توجیهی شرح کامل این موارد و نتیجه‌گیریهای لازم ضروری است. ضمناً در صورتی که مورد خاصی در منطقه وجود داشته باشد علاوه بر مطالب زیر باید در مورد زمین‌شناسی و یا اثر زمین‌شناسی منطقه بر روی پدیده‌های موجود توضیح کافی ارائه و نقشه‌های لازم ضمیمه شود.

۶-۱ ارائه نتایج مطالعات زمین‌شناسی سازندهای غیرسخت

۶-۱-۱ مطالب گزارش

گزارش زمین‌شناسی آب در سازندهای غیرسخت دارای بخشهای زیر خواهد بود:

- هدف از مطالعه زمین‌شناسی آب در منطقه
- اطلاعات مورد استفاده و مآخذ آنها
- شرح مختصری درباره سازندهای مختلف و وضعیت آنها از نظر ذخیره و انتقال آب منطقه
- مورفولوژی و توپوگرافی
- زمین‌شناسی ساختمانی منطقه

1- Compaction

2- Consolidation

3- Recrystallization

- شرح کامل محیطهای متخلخل موجود در منطقه از نظر سیستم رسوبگذاری، ضخامت، گسترش، دانه‌بندی و نفوذپذیری
- شرح کامل ساختمان لایه‌های آبدار و لایه‌های بین آنها و ارتباط آنها با یکدیگر
- مشخصات واحدهای سنگی مجاور سنگ مخزن از نظر انتقال آب
- مشخصات کامل سنگ مخزن و واحدهای سنگی مجاور آن از نظر تأثیر بر روی کیفیت آب زیرزمینی منطقه
- شرح مشخصات سنگ کف و در صورت وجود سنگ سقف آبخوان

۲-۱-۶ نقشه‌های زمین‌شناسی آب برای سازندهای غیرسخت

- نقشه زمین‌شناسی عمومی منطقه (معمولاً حوزه آبریز) که بر روی آن لیتولوژی واحدهای مختلف سنگی مطابق علائم پیشنهادی که در استاندارد علائم و نشانه‌های نقشه‌های آبهای زیرزمینی (۸۳-الف طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور)، آمده است ضمناً این واحدها بر حسب میزان نفوذ، ذخیره و انتقال آب تقسیم شده و مطابق رنگهای پیشنهادی در استاندارد فوق‌الذکر، رنگ می‌شود. بر روی این نقشه محل گسلها و شکستگیهای عمده و همچنین ساختار زمین‌شناسی منطقه می‌آید.
- در صورتی که سازندهای حوضه آبریز منطقه تأثیر کمی و کیفی قابل ملاحظه‌ای بر روی منبع آب زیرزمینی مورد نظر نداشته باشد نقشه زمین‌شناسی کلی منطقه با مقیاس کوچک نیز کافی است.
- منابع آب زیرزمینی مورد مطالعه از نظر امکان ذخیره و انتقال آب به قسمت‌های مختلفی تقسیم و مطابق رنگهای پیشنهادی در استاندارد "علائم و نشانه‌های نقشه‌های آبهای زیرزمینی" (۸۳-الف طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور) رنگ می‌شود. ضمناً در آن شکستگیهای زمین‌شناسی مؤثر بر مخزن و همچنین سازندهای مجاور مخزن آورده شود.
- براساس اطلاعات موجود، نتایج بررسیهای اکتشافی، نتایج بررسیهای صحرایی و ... باید نقشه ضخامت سنگ مخزن و نقشه ضخامت منبع آب زیرزمینی تهیه شود.

۳-۱-۶ مقاطع زمین‌شناسی

- مقاطع زمین‌شناسی کلیه چاهها و پیزومترهای اکتشافی و شناسایی و ... همچنین مقاطع موجود از سایر چاههای منطقه ضمیمه گزارش شود.
- با توجه به وسعت، تغییرات جنس و ضخامت سنگ مخزن آب همچنین محلها و شرایط تغذیه و تخلیه باید به کمک نتایج حاصل از چاههای موجود، مادر چاه قنوت و نتایج بررسیهای اکتشافی و صحرایی تعدادی برش عرضی و طولی زمین‌شناسی از سنگ مخزن در جهات مختلف مانند جهت جریان، جهت عمود بر جریان و جهات تغذیه و تخلیه منبع تهیه شود.

بر اساس اطلاعات به دست آمده و با توجه به مشخصات منبع یک یا چند پانل دیاگرام از وضعیت زمین شناسی سنگ مخزن آب به طوری که بتواند نمایش دهنده ابعاد و ارتباط واحدهای سنگ مخزن آب باشد تهیه خواهد شد.

۲-۶ ارائه نتایج مطالعات زمین شناسی آب در سازندهای سخت

ارائه نتایج مطالعات زمین شناسی آب در این سازندها باید علاوه بر تشریح مطالب گزارش همراه با نقشه، برشهای زمین شناسی، دیاگرام و غیره بوده به طوری که بتواند ساختمان مخزن زیرزمینی را به خوبی نشان دهد. در زمین شناسی آب باید به نفوذپذیری واحدهای سنگی بیش از سایر مشخصات زمین شناسی مانند سن سازند، نوع فسیل در آن و غیره توجه شود. در حقیقت کلیه عوامل زمین شناسی باید از نظر مشخصات هیدرولوژیکی یعنی نفوذ، حرکت و ذخیره آب، مورد تعبیر و تفسیر قرار گیرد. ضمناً باید مطالب و تعبیر و تفسیرها ساده و قابل استفاده کارشناسهای آبهای زیرزمینی باشد.

۱-۲-۶ عنوانهای گزارش

گزارش زمین شناسی آب در سازندهای سخت حاوی عنوانهای زیر است. البته اگر مشخصات زمین شناسی خاصی در منطقه وجود داشت که در نفوذ، انتقال، ذخیره و کیفیت آب تأثیر داشته باشد علاوه بر عنوانهای زیر باید آن موضوع خاص نیز تشریح شود.

- موقعیت منطقه مورد مطالعه و مشخصات عمومی آن
- هدف از مطالعات زمین شناسی
- اطلاعات مورد استفاده و مآخذ آنها
- تشریح واحدهای سنگی مختلف به خصوص از نظر نفوذ، ذخیره، انتقال و تأثیر بر کیفیت آب و مشخص نمودن سنگ مخزن آب زیرزمینی
- مورفولوژی منطقه و توضیح پدیدههای انحلالی، لغزشها، ریزشها، غارها و سایر پدیدههای مؤثر در جذب و انتقال آب
- بررسی شبکه آبراهههای موجود و تأثیر پدیدههای مختلف تکتونیک و انحلالی روی آن
- تکتونیک منطقه و توضیح شکستگیهای عمده
- بررسی خطوارههای منطقه
- شرح کامل مشخصات و ابعاد سنگ مخزن و واحدهای سنگی مجاور آن
- مشخصات سنگ کف، سنگ سقف و سازندهای جداکننده سنگ مخزن
- تأثیر واحدهای سنگی منطقه بر روی کیفیت آب زیرزمینی

۶-۲-۲ نقشه‌های زمین‌شناسی آب در سازندهای سخت

- بر روی نقشه زمین‌شناسی عمومی منطقه، سازندهای مختلف از نظر لیتولوژی تقسیم‌بندی شده و مطابق علائم پیشنهادی در استاندارد "۸۳-الف طرح تهیه استانداردهای مهندسی آب کشور" مشخص می‌شود. ضمناً واحدهای مختلف سنگی بر حسب نفوذپذیری تقسیم‌بندی شده و رنگ می‌شوند. در این نقشه محل گسلها و شکستگیهای عمده و همچنین ساختار منطقه می‌آید.
- نقشه تکتونیک منطقه که بر روی آن شکستگیهای عمده آورده می‌شود، بهتر است بر روی این نقشه محل چشمه‌ها نیز مشخص شود. ضمناً در صورت امکان خطواره‌ها نیز روی آن پیاده شود. بر روی این نقشه نیز شیب و امتداد طبقات می‌آید.
- نقشه‌های مورفولوژی عمومی و مورفولوژی واحدهای سنگی آبدار منطقه
- نقشه ضخامت سنگ مخزن که براساس بررسیهای زمین‌شناسی و نتایج بررسیهای اکتشافی تهیه می‌شود.
- نقشه ضخامت منبع آب زیرزمینی

۶-۲-۳ مقاطع زمین‌شناسی

- مقاطع زمین‌شناسی کلیه چاهها و پیزومترهای اکتشافی و شناسایی و همچنین مقاطع موجود از سایر چاهها تهیه شود.
- با توجه به وسعت منطقه، تغییرات جنس و مشخصات سنگ مخزن و همچنین محل و شرایط تغذیه و تخلیه، لازم است تعدادی برش زمین‌شناسی از سنگ مخزن در جهات مختلف تهیه شود.

۶-۲-۴ دیاگرام

- پانل دیاگرام
- به کمک نتایج کلیه بررسیهای اکتشافی انجام شده یک یا چند پانل دیاگرام از سنگ مخزن آب تهیه شود به طوری که این دیاگرامها نمایش‌دهنده مشخصات مخزن باشند.
- دیاگرام شکستگی
- دیاگرامهایی از مشخصات شکستگیهای مختلف سنگی در محلهای مختلف به روشهای مناسب مانند رزدیاگرام^۱ و غیره تهیه شود.

1- Rose diagram