۹۷ درصد آب های زمین را اقیانوس ها (آب های شور) تشکیل می دهند و ۳ درصد آن را آب های شیرین که از این ۳ درصد ، ۲ درصد آن یخچال (یخ زده) و ۱ درصد آن ها آب های سطحی مثل رودخانه ها ، دریاچه ها و آب های زیرزمینی و ... است که کل آب های مصرفی مردمی از این ۱ درصد تهیه می شود .

آب های زیرزمینی :

آبی که در زیر سطح زمین ، درزها و فضاهای حفره ای در صخره ها و رسوبات را پر می کنند . این آب ها اکثرا طبیعی و خالص هستند ، اکثر اوقات دست نخورده در صخره ها باقی می مانند. بیش تر از ۹۰ درصد آب های آشامیدنی را آب های زیرزمینی تشکیل می دهند .

تئوری های آب های زیرزمینی :

۱. تئوری نفوذ آب در زمین توسط ماریوت ، این نظریه می گوید قسمت بزرگ آب ها بصورت برف و باران به زمین می رسد و پس از نفوذ به زیرزمین در برخورد با سنگ ها و طبقات غیرقابل نفوذ ، مخازن آب های زیرزمینی را می سازد . (مورد تایید)
۲. از تراکم بخار آب موجود در هوا آب های زیرزمینی بوجود می آید . (مردود)
۳. تئوری آب های ابتدایی : در قرن بیستم توسط دانشمند اتریشی که می گفت بخاری که از اعماق زمین بر می خیزد با نزدیک شدن به سطح زمین متراکم شده و بصورت آب های زیرزمینی ابتدایی ظاهر می شود . (مردود)
۴. تئوری آب های فسیل : این تئوری آب های زیرزمینی نواحی عمیق را به باقیمانده ی آب های حوضه های قدیمی که در زیر رسوبات مدفون شده اند ربط می دهد . (مردود)

تئوری اصلاح شده نظریه ماریوت:

نفوذ آب در زمین تا برخورد با لایه نفوذناپذیر ادامه یافته و به محض این که آب ها به این لایه برسند و جریان از هر دو طرف متوقف شد و در خلل حفره های سنگ جمع شد، سفره آب زیر زمینی را تشکیل می دهد.

در مناطق پرباران دشت ها سطح آب زیرزمینی بالا دست که به آن آبگیر گویند و اگر منطقه دارای گیاه باشد به باتلاق تبدیل می گردد.

آبرفت ها سفره های آب های زیر زمینی خوبی هستند.

تعریف آبرفت:

رسوباتی که توسط رودها در دره ها و دشت ها به جا گذاشته می شوند و چون جنس آن ها از شن و ماسه با نفوذ پذیری بالایی هستند ، سفره های آب زیر زمینی خوبی را تشکیل می دهند.

رسوبات رسی تخلخل بالایی دارند ولی نفوذ پذیری کمی دارند و حجم بالایی دارند، مدت زمان زیادی برای نفوذ طول می کشد.

سنگ های آهکی شکاف دار بهترین سفره های آب های زیر زمینی را تشکیل می دهند.

فواید آب های زیر زمینی:

مخزنهای طبیعی هستند و نیاز به سرمایه گذاری ندارند، خود پالایش هستند، تبخیر صورت نمی گیرد، آسیب پذیری کمی دارند، منابع مطمئن تری نسبت به آبهای سطحی هستند، امکان بهره گیری از آن ها در سال های خشک وجود دارد، هزینه تملک و اِشغال زمین ندارند، محدوده ی عظیم تری نسبت به آب های سطحی شامل می شوند، ظرفیت ذخیره بالا تری دارند.

مضرات آب های زیر زمینی:

نیاز به انرژی دارند (برای استفاده پمپ و ...) ، نیاز به متخصص دارند، امکان برداشت غیر مجاز دارند و حفاظت سخت تری نیاز دارند. دارای حرکت جریان درونی کند هستند.

تعریف هیدروژئولوژی:

علمی که به مطالعه آب های زیر زمینی می پردازد = معادل فارسیِ آب زمین شناسی.

اهمیت مطالعه ی آب های زیرزمینی :

نیاز به تصفیه ندارند

۱. بی رنگ و بی بو هستند
۲. دمای ثابتی دارند
۳. مواد شیمیایی ثابتی دارند

چشمه ها

۱. زری : مناسب برای شرب
۲. ماهی : نامناسب برای شرب

چرخه ی آب

نزولات آسمانی که بصورت برف و باران به زمین می رسند :

۱. یا جاری می شوند : رودخانه
۲. یا نفوذ می کنند : آب های زیرزمینی
۳. یا دچار تبخیر و تعرق می شوند

اجزای چرخه ی آب :

۱. ریزش جوی ۲. نفوذ ۳. رواناب ۴. تبخیر ۵. تعرق ۶. آب های زیرزمینی

عوامل نفوذ :

۱. شرایط آب و هوایی : نوع بارش ، مدت زمان بارش ، میزان بارش ، رطوبت خاک و ...
۲. شرایط توپوگرافی : شیب زمین
۳. پوشش گیاهی
۴. شرایط زمین شناسی : خصوصیات فیزیکی زمین ، خصوصیات سنگ شناسی و ساختاری ، خصوصیات خاک شناسی و ساختاری و هوازدگی

آب های زیرزمینی به دلایل زیر برای شرب مناسب هستند :

نیاز به تصفیه ندارند و اغلب بیماری زا نیستند ، آب چشمه ها و قنات ها چنین شرایطی را دارند . ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی ثابت است ، برای مثال ممکن است آب ها کربناته یا سولفاته باشند دمای ثابتی دارند ، بی رنگ و بی بو هستند.

در نواحی مختلف ایران توسط اهالی یک منطقه نام هایی برای چشمه انتخاب می شود که راهنمای خوبی برای شناخت کیفیت آب هستند . برای مثال وقتی چشمه ای به نام زری معروف است آب آن برای آشامیدن مناسب است و زمانی که چشمه ای به نام ماهی شناخته شده است آب آن برای شرب مناسب نیست زیرا آبزیان آب را جهت شرب نامطلوب می کنند .

استفاده از منابع آب زیرزمینی در ایران

چشمه ها محل ظهور آب های زیرزمینی می باشند که بطور طبیعی آب زیرزمینی را در اختیار موجودات زنده قرار می دهند ، ایرانیان حدود ۳۰۰۰ سال قبل بهترین روش برای استخراج و استفاده بهینه از آب های زیرزمینی یعنی قنات را ابداع کردند . قنات گناباد در خراسان ۲۵۰۰ سال قدمت دارد . یکی دیگر از قنات های قدیمی که حدود ۱۱۰۰ سال قدمت دارد در شهرستان تفرش کشف شده است . در شرایط فعلی بیش از ۵۰ میلیارد مترمکعب از منابع آب زیرزمینی در کشور بهره برداری می شود . با توجه به اینکه حجم جریان های سطحی سالانه بطور متوسط ۶۸ میلیارد متر مکعب است ، در مقایسه با منابع آب زیرزمینی ضرورت احداث سدهای مخزنی مشخص می شود . نمونه ای از این سدهای مخزنی که در ارتباط با موضوع تامین آب شهرستان همدان مطرح بوده است ، آب این شهر تاریخی تا حدود ۴۵ سال پیش از طریق قنات ها و چشمه ها و رودخانه هایی تامین می گردد که از ارتفاعات جنوبی شهر تغذیه می شوند.

جهت عمومی حرکت آب های زیرزمینی در دامنه های جنوبی کوه الوند از جنوب و جنوب غرب به سمت شمال و شمال شرق می باشد . در این مسیر تعداد فراوانی چشمه و چندین رودخانه به نام های عباس آباد ، دره مرادبیگ و حیدره وجود دارد . ضمن اینکه قنات های زیادی مانند قنات های حیدره و ... وجود دارند که آب کشاورزی و شرب منطقه را تامین می کنند . باتوجه به افزایش جمعیت در سال ۱۳۴۲ سد مخزنی اکباتان احداث گردید و حدود ۱۰ میلیون مترمکعبت به ذخایر آبی شهرستان همدان اضافه شد.

به منظور افزایش حجم مفید مخزن سد در سال های ۸۵ تا ۸۷ نسبت به افزایش ارتفاع سد مذکور اقدام شد و ارتفاع سد را از ۵۴ متر به ۷۹ متر رساندند. با این افزایش ارتفاع، حجم مخزن به حدود ۴۰ میلیون

مترمکعب رسید. با توجه به افزایش جمعیت در سال های بعدی باعث شد که علاوه بر سد مخزنی اکباتان، ۶۶ چاه نیز برای تامین آب شرب مردم حفاری شود.

چرخه ی آب :

آب تنها ماده ای است که به صورت گاز، مایع و جامد در محدوده ی دمای طبیعی سطح زمین وجود دارد. آب بصورت بخار در هوا، بصورت مایع در دریا ها و رودخانه ها و آب های زیر زمینی و بصورت جامد در سطح زمین مشاهده می شود. هیچ مایع دیگری به اندازه ی آب قابلیت حل مواد را در خود ندارد. چرخه ی آب فرآیندی است که طی آن نزولات آسمانی به صورت باران و برف به زمین می رسند. بخشی با جاری شدن در سطح زمین به آب های سطحی تبدیل شده و رودخانه ها را تشکیل می دهند. قسمتی به زمین نفوذ می کنند و منابع آب زیر زمینی را به وجود می آورند و بخشی از آن ها نیز از طریق تبخیر و تعرق به هوا بر می گردند.

اجزای چرخه ی آب :

۱. ریزش های جوی شامل برف و باران می باشند و میزان آن ها در مطالعات هیدرولوژی با استفاده از روابط تجربی بدست می آیند.

$$M = 45.72 \times K \times D$$

M ارتفاع آب حاصل از ذوب برف از سطح حوضه ی آبریز بر حسب میلیمتر بر روز $^{mm}/_{day}$ است.

K ضریب ثابت معادل $K = 0.06$ است.

D دمای روزانه بر حسب درجه سانتیگراد ^{o}C است.

۲. در صورتی که با ریزش باران ذوب برف هم تشکیل شود، از این رابطه استفاده می کنیم.

$$M = (0.03 + 0.012 \times R)T + 1$$

R مقدار بارندگی بر حسب میلیمتر است.

T درجه حرارت روزانه بر حسب درجه سانتیگراد ^{o}C است.

آب زیر زمینی : نفوذ آب به درون زمین تا رسیدن به سنگ کف نفوذ ناپذیر ادامه پیدا می کند و با رسیدن به قسمت نفوذ ناپذیر و تجمع آن در لایه های نفوذ پذیر، سفره ی آب زیر زمینی یا آبخوان تشکیل می شود.

نکته: لایه آبدار، لایه آبخوان، سفره آب زیر زمینی، همان آب زیر زمینی هستند.

نفوذ : میزان نفوذ آب در زمین، به شرایط زمین شناسی، میزان پوشش گیاهی، عوامل آب و هوایی و خصوصیات توپوگرافی محل وابسته است.

وجود سنگ ها یا خاک های نفوذ پذیر سرعت نفوذ آب را افزایش خواهد داد. کمبود و یا فقدان پوشش گیاهی میزان نفوذ آب را کاهش می دهد. نفوذ آب در شیب ها ی ملایم بیشتر، و در شیب های تند کمتر است.

گودی ها و مناطق پست که متشکل از مواد نفوذ ناپذیر هستند (موادی با نفوذ پذیری کم)، موجب تجمع آب باران می شوند. در این شرایط به دلیل زمان ماندگاری آب، امکان نفوذ تدریجی آب افزایش پیدا خواهد کرد. این موضوع مانند اجرای طرح تغذیه مصنوعی است به این معنا که با وارد کردن آب به حوضچه های طراحی شده در یک منطقه امکان نفوذ آب را به درون زمین افزایش میدهد.

عوامل آب و هوایی:

نوع بارش:

با توجه به تفاوت میان باران و برف از نظر چگونگی نفوذ آب چنانچه منطقه مستعد ریزش برف باشد میزان نفوذ آب به داخل زمین بیشتر خواهد بود زیرا برف به آهستگی ذوب می شود و آب حاصله به تدریج نفوذ خواهد کرد.

میزان بارش:

با توجه به شرایط آب و هوایی در مناطق مختلف میزان بارندگی سالیانه متفاوت است. برای مثال در یزد میزان بارش سالیانه ۵۰ تا ۶۰ میلیمتر است. در حالی که در شمال ایران این میزان بین ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ میلیمتر می باشد. در چنین وضعیتی به دلیل بارش بیشتر، میزان نفوذ آب می تواند در زمین های نفوذ ناپذیر افزایش پیدا کند.

مدت زمان بارش:

در صورت طولانی بودن مدت بارش و نفوذ پذیر بودن زمین، میزان نفوذ افزایش می یابد.

رطوبت خاک :

در زمان بارندگی زمین های دارای رطوبت زیادتر میل کمتری به جذب آب دارد . در این شرایط اگر زمین متشکل از خاک های زیردانه و یا سنگ با نفوذپذیری کم باشد میزان نفوذ آب به درون زمین کاهش خواهد یافت .

پوشش گیاهی :

پوشش گیاهی امکان نفوذ آب را افزایش و از شست و شوی خاک جلوگیری خواهد کرد . در مناطق شمالی ایران که پوشش گیاهی زیاد وجود دارد به دلیل بارندگی های زیاد سطح آب های زیرزمینی در عمق کمتری قرار دارد. در سال های اخیر با از بین بردن پوشش گیاهی در این مناطق امکان وقوع سیل افزایش یافته است زیرا با کاهش میزان نفوذ آب میزان رواناب ها بیشتر شده و شرایط برای تشکیل سیلاب ها مساعد گردیده است و خسارات جانبی و مالی زیادی به مردم وارد کرده است .

رواناب ← آبراهه ها ، حوضه های آبریز ← رودخانه ← اقیانوس و دریاها

مئاندرها ← علل پیدایش و کنترل پیچ رودخانه ها

حوضه آبریز :

رودخانه ها حاصل تجمع آب های سطحی می باشند و معمولا از حوضه آبریز تغذیه می شوند بنابراین حوضه آبریز به منطقه ای اطلاق می شود که آب آن وارد رودخانه می شود .

حوضه های آبریز مساحت های متفاوتی دارند که روی میزان آب رودخانه موثر می باشند بدین معنا که حوضه آبریز دارای وسعت بیشتر موجب افزایش آب رودخانه ای خواهد شد که از آن تغذیه می گردد .

انواع رودخانه ها :

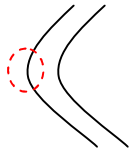
دائمی : زمانی که میزان بارندگی بیشتر از تبخیر باشد در زمان کمبود بارندگی از آب های زیرزمینی تغذیه می شوند.

فصلی : زمانی که میزان تبخیر بیشتر از بارندگی باشد . آب های زیرزمینی موجود نمی باشد.

نوع جریان آب رودخانه ها :

خطی : رودخانه ای که بستر هموار ، سرعت کم و مسیر مستقیم داشته باشد. در این نوع رودخانه ها بیشترین سرعت در وسط و نزدیک به سطح آب وجود دارد

آشفته : رودخانه ای که بستر ناهوار ، سرعت زیاد ، انحنای زیاد داشته باشد .
در این رودخانه ها بیشترین سرعت در قوس خارجی مطابق شکل روبرو است :



جریان آب رودخانه ممکن است خطی (لایه ای) یا آشفته باشد . در صورتی که بستر رودخانه هموار و مستقیم و سرعت جریان کم باشد ، جریان آب رودخانه خطی خواهد بود . در مقطع یک رودخانه مستقیم بیشترین سرعت جریان آب در وسط و نزدیک به سطح آب می باشد .

چنانچه بستر رودخانه ناهموار و غیر مستقیم و سرعت جریان زیاد باشد آنگاه جریان آب رودخانه آشفته می شود ، سرعت جریان آب رودخانه به شیب بستر ، شکل دیواره ها ، کف رودخانه و همچنین به مقدار آبدهی رودخانه بستگی دارد . رودخانه های دارای جریان آشفته که سرعت بیشتری دارند با توجه به میزان آب رودخانه قدرت فرسایشی بیشتری خواهند داشت .

دبی یا آبدهی رودخانه :

حجم آبی است که در واحد زمان از مقطع عرضی رودخانه عبور می کند و بصورت ($\frac{m^3}{s}$) مترمکعب بر ثانیه بیان می شود . تعیین آبدهی رودخانه در مطالعات آب شناسی عاملی مهم محسوب می شود . دانستن این مشخصه رودخانه برای تعیین احتمال وقوع سیلاب جهت طراحی سازه های مهار کننده سیل ، برآورد فرسایش سطحی ، برآورد زمان پرشدن یک سد مخزنی ، ارزیابی تولید برق در نیروگاه های برق آبی و ... امری ضروری می باشد. دبی یک رودخانه در طول سال تغییر می کند . این مسئله به بارش های سالیانه در حوضه ی آبریز رودخانه وابسته می باشد . دبی رودخانه با توجه به وسعت حوضه های آبریز متفاوت است برای نمونه آبدهی رودخانه ی لار بطور متوسط ۱۳ مترمکعب بر ثانیه می باشد در حالی که دبی متوسط رودخانه کارون ۳۰۰ مترمکعب بر ثانیه برآورد شده است . برای اندازه گیری دبی رودخانه از مولینه استفاده می شود ، این دستگاه دارای پروانه متحرکی است که وقتی آن را در مسیر جریان آب قرار می دهند شروع به چرخش می کند . سرعت چرخش که به شدت جریان آب وابسته است توسط دستگاهی الکتریکی اندازه گیری می شود به این ترتیب سرعت جریان آب را مشخص می کنند ، این کار باید در چندین نقطه از مقطع رودخانه انجام شود . بنابراین با داشتن سرعت جریان و سطح مقطع رودخانه می توان دبی رودخانه را محاسبه نمود . (Q دبی جریان ، A سطح مقطع جریان و V سرعت جریان)

$$Q = A \times V$$

برای اینکه اندازه گیری سرعت جریان با دقت انجام شود باید قبل از استفاده از دستگاه مولینه باید آن را تنظیم (کالیبره) کرد .

عوامل موثر در تغییر دبی رودخانه :

آبدهی رودخانه ممکن است تحت تاثیر عوامل مختلفی تغییر کند ، این عوامل عبارتند از :

۱. شرایط آب و هوایی که شامل تغییرات درجه ی حرارت ، نوع بارش ، میزان بارش ، طول مدت بارش ، شدت بارش و میزان تبخیر می باشد .
۲. شرایط زمین شناسی که به تغییرات جنس سنگ ، وضعیت شکستگی ها و میزان نفوذپذیری مربوط می شود .
۳. شرایط توپوگرافی که تغییرات شیب زمین را شامل می گردد و بر اساس آن در مناطق پر شیب با توجه به وضعیت نفوذپذیری میزان نفوذ آب در زمین کم و در نواحی دارای شیب ملایم نفوذ آب در زمین افزایش پیدا می کند .

۴. پوشش گیاهی : پوشش گیاهی منطقه که وجود آن موجب می شود تا آب باران فرصت بیشتری برای نفوذ در زمین داشته باشد .

رودخانه های دائمی و فصلی :

براساس تغییراتی که در میزان آبدهی رودخانه در طول سال صورت می گیرد آن ها را به دو دسته دائمی و فصلی تقسیم می کنند . در نواحی مرطوب که بارندگی بیشتر از تبخیر است رودخانه ها دائمی می باشند زیرا آب این رودخانه ها در زمان نبود نزولات جوی از آب های زیرزمینی منطقه و ذوب برف نواحی مرتفع تامین می شود . در نواحی خشک که میزان تبخیر بیشتر از بارندگی است رودخانه ها فصلی می باشند و چون در این مناطق سطح آب زیرزمینی پایین تر از سطح آب رودخانه است ، رودخانه نمی تواند از آب زیرزمینی تغذیه شود .

ارتباط بین رودخانه و آب زیرزمینی :

تغذیه آب زیرزمینی توسط رودخانه : زمانی که سطح آب رودخانه بالاتر از آب زیرزمینی باشد (زاینده یا آبزا)

تغذیه رودخانه توسط آب زیرزمینی: زمانی که سطح آب زیرزمینی بالاتر از سطح آب رودخانه باشد (زه رسان)

تغذیه متقابل :

در زمان تغذیه متقابل در یک ساحل به علت بالا بودن سطح آب زیرزمینی رودخانه توسط آب های زیرزمینی تغذیه می گردد و در ساحل دیگر با توجه به بالا بودن سطح آب رودخانه نسبت به سطح آب زیرزمینی آب رودخانه وارد آب زیرزمینی می شود این شرایط به علت وضعیت زمین شناسی در بعضی از دره های رودخانه ای بوجود می آید .

عدم ارتباط هیدرولیکی بین رودخانه و آب زیرزمینی :

با توجه به شرایط زمین شناسی ممکن است هیچ ارتباط هیدرولیکی بین رودخانه و آب زیرزمینی وجود نداشته باشد ، چنین وضعیتی زمانی بوجود می آید که لایه ای نفوذ ناپذیر در بستر رودخانه قرار داشته باشد و آب زیرزمینی پایین تر از سطح آب رودخانه باشد . در این حالت ارتباط هیدرولیکی بین رودخانه و آب زیرزمینی موجود نیست ، یک رودخانه در طول مسیر خود در بخش هایی می تواند با آب زیرزمینی ارتباط هیدرولیکی نداشته باشد که به این رودخانه ها رودخانه معلق گویند .

طولانی ترین رودخانه : نیل با طول شش هزار و ۶۵۰ کیلومتر

عریض ترین رودخانه : ریودولاپلاتا آمریکای جنوبی

رنگین ترین رودخانه : کانو کریستال در کلمبیا (قوس القزح، رنگهای پنج گانه)

کثیفترین رودخانه : کیتا رو در اندونزی

کوتاه ترین رودخانه : (رودخانه ی رو) با طول ۶۱ متر در آمریکا (اخیرا ۱۳۰ متر)

عمیق ترین رودخانه : کنگو در آفریقای ۲۳۰ متر

تخلخل عبارتست از نسبت حجم فضاهای خالی به حجم کل سنگ یا خاک $n = \frac{V_n}{V}$

عوامل موثر بر تخلخل سنگ : یک نواختی اندازه دانه، درجه سیمان شدگی، تراکم، شکل دانه، و نحوه انباشتگی

یکنواختی اندازه دانه: یکنواختی عاملی موثر در تخلخل سنگ است. دانه های دارای اندازه یکنواخت که معمولا جور شدگی خوبی دارند نسبت به دانه های دارای جور شدگی بد دارای تخلخل بیشتری هستند. مثلا وجود ذرات ریز تر مانند لای و رس، بصورت مخلوط با ماسه تخلخل را به میزان قابل ملاحظه ای کاهش میدهد. شکل دانه ها ریزتر باشند تخلخل کمتر است.

اگر دانه ها کروی شکل باشند، فضای خالی بیشتری نسبت به دانه های زاویه دار ایجاد میکنند. لذا در حالت کروی تخلخل بیشتری دارند.

درجه سیمانی شدن: ماسه سنگهای سیمانی شده، تخلخل پایینی دارند.

تعریف سیمانی شدن: عمل سیمانی شدن در زمان سنگی شدن رسوبات و با گردش آب در سنگ صورت می پذیرد. در این فرایند فضاهای خالی پر می شوند که نتیجه آن کاهش میزان تخلخل در سنگ است.

تراکم: فرایندی مهم در مرحله ی سنگی شدن گلسنگ ها و سنگ های کربنات ریز دانه است. طی چنین فرایندی فضای خالی موجود در سنگ کاهش می یابد.

نحوه انباشتنگی: نوع انباشتگی ذرات در تعین درصد تخلخل موثر می باشد. چنانچه ذرات کروی ریز و درشت با هم مخلوط شوند، تخلخل کاهش پیدا می کند زیرا ذرات کروی ریز تر فضا های خالی بین ذرات کروی درشت تر را پر می کنند.

انواع تخلخل: اولیه و ثانویه. تخلخل اولیه همزمان با رسوب گذاری ایجاد می شود، و درصد آن در سنگ های آهکی و دولومیت های ریز دانه کم است.

تقسیم بندی تخلخل اولیه:

تخلخل بین بلورین: این نوع تخلخل از فضا های موجود در شبکه های بلوری فضا های بین بلور ها ناشی میشود.

تخلخل بین صفحات لایه بندی: این نوع تخلخل ناشی از وجود منافذ متنوعی است که به موازات صفحات لایه بندی ایجاد می شود.

تخلخل بین دانه ای: این نوع تخلخل از فضا های موجود بین دانه ها ناشی می شود.

تخلخل ارگانیکی: منافذی که از فعالیت موجودات ارگانیکی در زمان رسوب گذاری بوجود می آیند.

تخلخل ثانویه: از فرآیند های زمین شناسی بعد از رسوب گذاری ایجاد می شود و با توجه به اهمیت و نقش عوامل زمین شناسی در ایجاد آن به عوامل زیر تقسیم می شود.

تخلخل انحلالی: این نوع تخلخل با گردش محلول های گرم و داغ در سنگ های انحلال پذیر ایجاد می گردد.

تخلخل ناشی از دولومیتی شدن: فرآیندی است که طی آن سنگ آهک به دولومیت تبدیل می شود.

تخلخل ناشی از شکستگی: فعالیت های تکتونیکی مانند چین خوردگی و ایجاد گسل منجر به تشکیل شکستگی های کششی و برشی خواهد شد.

تعریف نفوذ پذیری: قابلیت عبور یک سیال از یک مخیط متخلخل را نفوذ پذیری می نامند که منظور از سیال آب، و محیط متخلخل زمین است.

نفوذ پذیری ذاتی: قابلیت محیط متخلخل در انتقال سیالات را نشان می دهد. نفـوذ پـذیری ذاتـی خاصـیت محیط متخلخل است و مستقل از سیال می باشد. واحد آن بر حسب دارسی بیان می شود.

هر دارسی برابر است با $9.87\times10^{-9}\,\mathrm{cm}^2$

هدایت هیدرولیکی: در تعریف همان نفوذ پذیری ذاتی است با این تفاوت که مستقل از سیال نیست.

ABADANOMRAN

خصوصیات زمین شناسی

خصوصیات سنگ شناسی و ساختاری : نوع سنگ ، کانی شناسی ، سیمان و خصوصیات سنگ
خصوصیات خاکشناسی و ساختاری : جورشدگی ، وجود یا عدم وجود سیمان ، کانی شناسی ، نوع خاک و...
هوازدگی : نفوذپذیری را افزایش می دهد ...

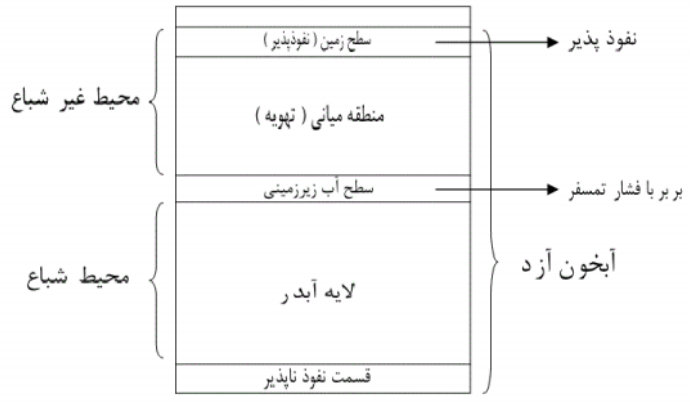
آبخوان :

تشکیل آبخوان : نفوذ آب باران و برف به درون درزها و شکاف ها و انتقال و حرکت آن به حرکت در زمین تا رسیدن به بخشی از سنگ که فاقد درز و شکاف بوده ادامه پیدا می کند . تجمع آب درون شکاف های توده ی سنگ منجر به تشکیل آبخوان می شود .

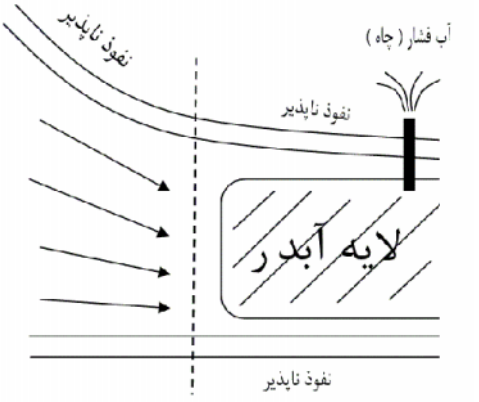
تعریف آبخوان : مجموعه ای از سنگ ها و رسوبات اشباعی است که قابلیت انتقال مقادیر مفید آب به چاه ها و چشمه ها را دارد ماسه و شن ، ماسه سنگ ، سنگ آهک و سنگ های شکاف دار آبدار مثال هایی از آبخوان ها می باشند .

انواع آبخوان :

۱. آبخوان آزاد یا غیرمحصور : متشکل از لایه ی قابل نفوذ است که فقط بخشی از آن توسط آب اشباع شده است و روی لایه ای غیرقابل نفوذ قرار دارد . سطح بالایی آب را در آبخوان آزاد سطح ایستابی می گویند که به حالت آزاد قرار داشته و فشار آن برابر با فشار اتمسفر است . منطقه ی بالای ایستابی منطقه ی غیر اشباع یا منطقه تهویه و زیر سطح ایستابی منطقه ی اشباع است . ضخامت لایه ی آبدار در این نوع آبخوان حد فاصل بالی قسمت نفوذناپذیر و سطح ایستابی است که می تواند از چند متر تا بیش از ۱۰۰ متر تغییر کند . سطح ایستابی در آبخوان آزاد مسطح نیست و از سطح توپوگرافی محلی تبعیت می کند بدین معنا که سطح ایستابی در زیر تپه ها عمیق تر و در زیر دره ها کم عمق تر می باشد. اگر سطح ایستابی با سطح زمین انطباق پیدا کند محلی باتلاقی شکل بوجود می آید .



۲. آبخوان تحت فشار یا محصور : یک آبخوان تحت فشار از لایه ی قابل نفوذ تشکیل شده که کاملا اشباع می باشد و از بالا و پایین توسط دو لایه ی غیر قابل نفوذ محصور گردیده است . در آبخوان محصور فشار بیشتر از یک اتمسفر است در نتیجه آب در چاه حفاری شده بالاتر از سطح فوقانی آبخوان قرار می گیرد . در چنین آبخوان هایی لایه ی آبدار ممکن است ماسه سنگ یا سنگ آهک شکاف دار باشد که توسط لایه های نفوذ ناپذیر از بالا و پایین محصور شده است . آبخوان تحت فشار می تواند لایه ای از ماسه باشد که بین دو لایه ی رسی محصور گردیده است . در آبخوان های تحت فشار سطح ایستابی تشکیل نمی گردد زیرا لایه ی آبدار بطور کامل از آب پر شده است بجای سطح ایستابی سطح پیزومتریک تعریف می شود (پیزومتریک معرف آبخوان تحت فشار است). در این نوع آبخوان ضخامت آبخوان برابر با ضخامت لایه ی آبدار است .



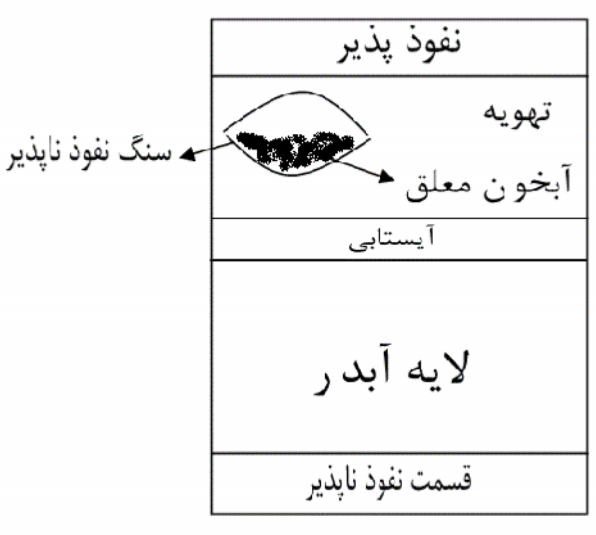
تبدیل آبخوان تحت فشار به آزاد :

با بهره برداری از آبخوان تحت فشار به تدریج سطح پیزومتریک افت می کند و به ترازی می رسد که برای خروج آب از چاه باید از پمپ استفاده شود همچنین ممکن است آب موجود در آبخوان تحت فشار در اثر گسل و شکستگی به سطح زمین راه پیدا کند و آب بصورت چشمه هایی از آبخوان محصور خارج شود .

نکته : به چاهی که از آبخوان های محصور بوجود می آید چاه " آرتزین " می گویند.

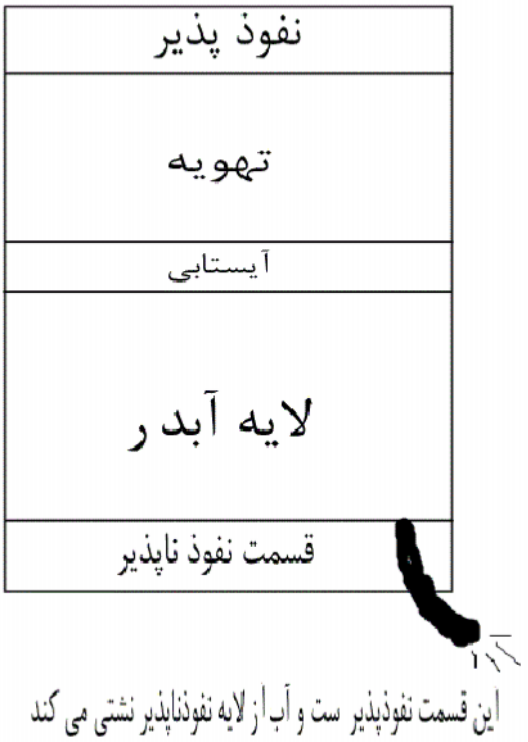
در این شرایط به دلیل افت سطح پیزومتریک بعد از مدت زمانی فشار آبخوان با فشار اتمسفر مساوی شده و از نظر بهره برداری و سازکار آبخوان محصور و آبخوان آزاد شبیه خواهد بود .

۳. آبخوان معلق : در بین لایه های رسوبی ممکن است لایه یا لایه هایی با نفوذپذیری کم و با گسترش محدود بین سطح ایستابی آبخوان آزاد و سطح زمین قرار بگیرند . این لایه ها که بصورت عدسی های رسی یا سیلتی تشکیل می شوند آبخوان های معلق را بوجود می آورند ، چنین آبخوان هایی در پروژه های عمرانی شناخت دقیق عمق سطح ایستابی را با مشکل مواجه می کنند به این معنا



که در قسمت های حفاری شده برای تشخیص سطح ایستابی آبخوان آزاد زمین شناسان و آب شناسان دچار اشتباه می شوند و در نتیجه شرایط آب های زیرزمینی در محل پروژه به درستی استنباط نمی شود .

۴. آبخوان نشتی : چنانچه آبخوان از طریق سنگ کف با نفوذپذیری کم آب از دست دهد ، و یا اینکه آب جذب کند آبخوان نشتی نامیده می شود ، که به آن ها آبخوان های نیمه محصور نیز می گویند.



خواص فیزیکی آبخوان :

قابلیت انتقال ، آبدهی ویژه و نگهداشت آن ها .

استخراج و بهره برداری از منابع آب های زیرزمینی :

به سه روش انجام می شود :

۱. حفاری چاه آب
۲. حفر قنات و استفاده از چشمه ها

روش اول (حفاری چاه آب) :

چاه های آب معمولا استوانه ای شکل و عمودی حفر می شوند و به سه دسته ی چاه های کم عمق ، نیمه عمیق و عمیق تقسیم می شوند . آب در چاه های کم عمق به روش دستی تامین می شود . در چاه های نیمه عمیق با استفاده از پمپ انجام می شود و چاه های عمیق با دستگاه های حفاری ضربه ای و دورانی حفر شده و با نصب پمپ آب از اعماق نسبتا زیاد تامین می گردد.

روش حفاری ضربه ای : چاه های آب را معمولا به روش حفاری ضربه ای حفر می کنند در این روش عمل حفر چاه با بلندکردن و رها ساختن متوالی رشته هایی از ابزار حفاری انجام می گیرد . ضربات متوالی مته در کف چاه موجب خرد شدن سنگ های سست و آبرفت می شود . در این روش عمل حفر متناوبا قطع می گردد و مواد حفاری شده توسط گلکش به بیرون آورده می شود . گلکش لوله ای استوانه ای است که با وارد کردن آن به درون چاه دریچه اش باز می شود و مواد حفاری شده وارد آن می گردد . با بالا کشیدن گلکش دریچه بسته شده و مواد حاصل از حفاری به سطح زمین انتقال یافته و تخلیه می شود . سرعت حفاری به نوع سنگ ، وزن و قطر مته ، جنس و مشخصات سر مته ، تعداد ضربات مته در واحد زمان ، فاصله زمانی خارج کردن مواد حاصل از حفاری و به فواصل زمانی لوله گذاری وابسته می باشد . تجربه حفار نیز نقش مهمی دارد . حفاری چاه به روش ضربه ای معمولا در آبرفت ها انجام می شود ولی در سنگ های سست و خرد شده هم می توان از این روش برای حفر چاه استفاده کرد . به دلیل سرعت کم ، به کار گیری روش ضربه ای در حفاری سنگ های سخت معمول نیست. سرعت حفاری ضربه ای در آبرفت های نسبتا نرم و سخت نشده به چندین متر در روز ، ولی در سنگ سخت به نیم متر در روز می رسد . به منظور جلوگیری از ریزش دیواره چاه لوله گذاری انجام می شود.

محدودیت های روش حفاری ضربه ای :

۱. سرعت حفاری کم است
۲. عمق حفاری محدود می باشد

۳. در حفاری های عمیق بیرون کشیدن لوله ها و لوله گذاری مشکلاتی ایجاد می کند .

امتیازات روش حفاری ضربه ای :

۱. تغییرات سطح ایستابی قابل اندازه گیری است
۲. هنگام عبور از لایه های آبدار می توان نمونه گیری انجام داد
۳. نمونه گیری بدون گل حفاری انجام می شود
۴. با تغییر جنس لایه ها مقطع زمین شناسی از چاه تهیه می گردد

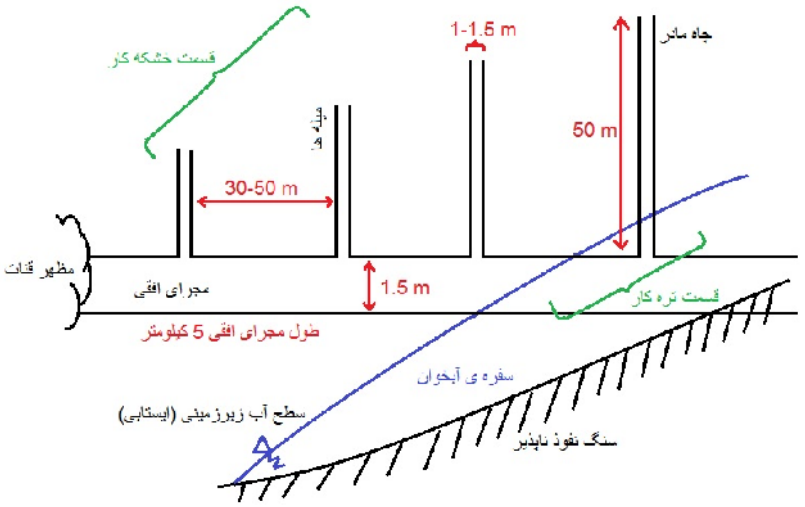
روش حفاری دورانی :

جهت انجام حفاری های اکتشافی به منظور افزایش سرعت حفاری از روش دورانی استفاده می شود ، در این روش مته به انتهای یکسریی لوله های توخالی که لوله حفاری نامیده می شود متصل شده و حرکت موتور به وسیله ی لوله های حفاری به مته منتقل می گردد . با حرکت مته سنگ خرد شده و برای خارج کردن مواد خرد شده از گل حفاری استفاده می شود . گل حفاری توسط پمپ به داخل لوله ی حفاری تزریق می شود که پس از خروج از سر مته از فضای بین لوله ی حفاری و دیواره ی چاه به سر چاه بر می گردد . گل حفاری علاوه بر خارج کردن سنگ های خرد شده موجب ایجاد تسهیل در عمل حفاری می شود . هم چنین اگر آبرفت سست باشد از ریزش دیواره ی چاه جلوگیری می کند . ماده اصلی گل حفاری ، آب و نوعی رس بنام بنتونیت است .

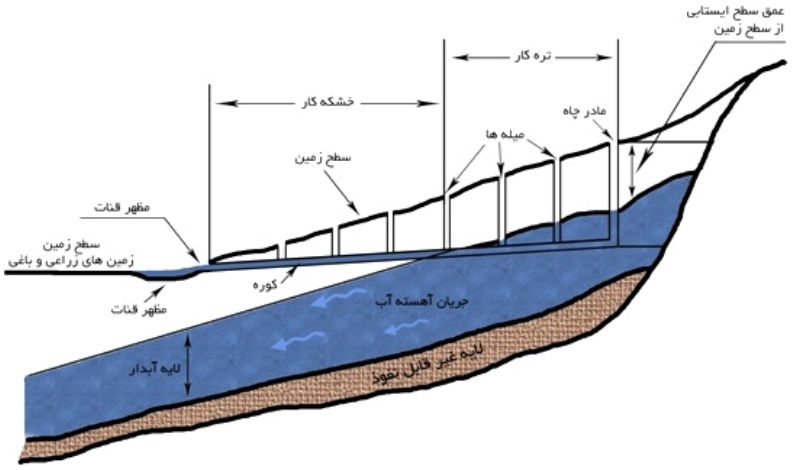
قنات :

قنات شیوه ی بهره برداری از آب های زیرزمینی در دوره ی باستان است که از زمان هخامنشیان تا امروز یعنی بیش از ۳۰۰۰ سال قدمت دارد . ایرانیان به این شیوه و با تکیه بر دانش بومی آب موجود در آبخوان ها را توسط حفر تعدادی چاه عمودی و یک مجرای افقی به سطح زمین منتقل کرده و برای شرب و آبیاری مورد بهره برداری قرار می دادند . متوسط آبدهی قنات در ایران ۲۰ لیتر بر ثانیه است . قنات های زیادی در استان های مختلف ایران وجود دارد که به ترتیب استان خراسان با ۱۱ هزار قنات ، استان یزد با ۳۱۴۰ قنات در رده های اول و دوم قرار دارند . تهران ۶۲۰ قنات دارد . کل طول بزرگترین مجرای افقی قنات حفر شده در ناحیه گناباد خراسان بیش از ۷۰ کیلومتر می باشد . طول یکی از قنات های یزد را ۱۲۰ کیلومتر و عمق چاه مادر را ۱۱۶ متر می باشد . (چاه مادر می بایست تا ۵۰ متر عمق داشته باشد)

ساختمان قنات متشکل از قسمت های زیر است :



۱. مجرای افقی
۲. چاه مادر
۳. میله ها
۴. بخش تره کار
۵. بخش خشکه کار
۶. مظهر قنات



بخش تره کار زیر سطح ایستابی قرار دارد و بخش آبده قنات می باشد . بخش خشکه کار بالای سطح ایستابی قرار دارد . در حین حفر مجرای قنات ، حفاری میله ها برای خارج کردن خاک و رساندن هوا صورت می گیرد . حفاری میله ها به حفر درست مجرای افقی قنات کمک می کند زیرا وسیله ی خوبی برای کنترل مسیر قنات در سطح زمین است . چاه مادر عمیق تر از دیگر چاه ها حفاری می شود .

آبدهی قنات ها به عوامل زیر وابسته است :

۱. جنس زمین
۲. میزان تخلیه و تغذیه در منطقه
۳. نوسانات سطح ایستابی
۴. طول و ساختمان قنات
۵. لای روبی به موقع قنات

آبدهی قنات ها در کشور به طور متوسط ۷۵۰ متر مکعب در روز می باشد . از جمله قنات های پر آب ایران در حومه شهرستان بم با آبدهی متوسط ۳۱۲ لیتر بر ثانیه ، قنات شاهرود در استان سمنان با آبدهی ۲۵۰ لیتر بر ثانیه و قنات حسن آباد در استان یزد با آبدهی ۱۵۰ لیتر بر ثانیه می باشد . در یزد حدود ۵۵ درصد آب موردنیاز از قنات تامین می گردد .

نگهداری قنات :

عمر قنات بیش از صدها سال و عمر چاه ها بیش از ۲۰ تا ۵۰ سال می باشد . با نگهداری قنات می توان به افزایش عمر قنات و کاهش صدمات زیست محیطی کمک نمود .

یکی از مسائل مهم برای نگهداری و حفظ قنات ، لای روبی به موقع آن است . این موضوع با فواصل زمانی معین انجام می شود . دومین مسئله حفاظت میله ها است که در این رابطه باید با جلوگیری از ورود سیلاب ها ، ماسه های بادی و آلوده کننده های زیست محیطی به سلامت آب قنات ها کمک نمود . هم اکنون در مناطقی از ایران که قنات های فعال وجود دارند و در اطراف آن ها که مراکز صنعتی ایجاد شده ، توجه به حفظ سلامت منابع طبیعی ضرورت بیشتری دارد .

محل های مناسب حفر قنات :

قنات ها را می توان در مسیر دره ها و دامنه ی تپه ها و محل چشمه ها ، در مناطق سنگی و دشت های آبرفتی حفر نمود . دره های دارای رودخانه های فصلی محل های مناسبی برای حفر قنات محسوب می شوند . زمانی که رودخانه جاری است قنات به خوبی تغذیه شده و آبدهی آن افزایش پیدا می کند . در دشت های آبرفتی چاه مادر در دامنه ی ارتفاعات حفر شده و مجرای افقی در دشت ادامه پیدا می کند . معمولا عمر چاه مادر و طول مجرای افقی این قنات ها زیاد بوده و آبدهی آن ها در طول سال تقریبا ثابت است . تصمیم برای حفر یا عدم حفر این نوع قنات ها به شرایط زمین شناسی محل وابسته است برای مثال : اگر لایه ی آبدار در عمق بیشتر از ۱۵۰ متر قرار داشته باشد پمپاژ آب از چاه مقرون به صرفه نیست در این صورت حفر قنات اقتصادی خواهد بود . هم چنین اگر مجرای افقی قنات از سازندهای گچی و یا نمکی عبور کند کیفیت آب نامناسب خواهد شد ، در چنین شرایطی به منظور بهره برداری از آب زیرزمینی بجای حفر قنات باید در بالادست اقدام به حفر چاه نمود .

چشمه ها :

آبهای زیرزمینی هر زمان که از راههای طبیعی مانند دریاها ، دامنه کوه ها به سطح زمین راه پیدا می کنند ، چشمه هار ا بوجود می آورند . معمولا این آب ها از محل هایی که زمین مقاومت کمتری دارد مانند محل شکست آین آب ها از محل هایی که زمین مقاومت کمتری دارد مانند شکستگی ها ، محل گسل ها خارج می شود. شرایط زمین شناسی و نوع گسل و سیستم های شکستگی در تعیین مسیر چشمه ها نقش اساسی دارد.

رده بندی چشمه ها:

۱. بر اساس نوع آب دهی: بر اساس نوع آب دهی چشمه ها یا دائمی هستند، یا فصلی و موقت. چشمه های دائمی در تمام طول سال جاری هستند و معمولا با چند آبخوان یا یک آبخوان بزرگ ارتباط دارند و از آن تغذیه می شوند. چشمه های فصلی یا موقت برای مدتی کوتاه آب دهی دارند. معمولا در فصل بهار جاری هستند و در تابستان خشک می شوند.
۲. بر اساس دمای آن ها: چشمه های آب سرد، که دما ی آب این نوع چشمه ها خیلی کمتر از میانگین دمای سالانه هوا در منطقه است. چشمه های گرم، که دمای آب این نوع رودخانه ها خیلی بیشتر از میانگین دمای سالانه ی منطقه است. چشمه های داغ، که دمای آب این نوع چشمه ها بالاتر از ۳۷ درجه سانتیگراد می باشد و چشمه های معمولی که دمای آب این نوع چشمه ها معمولا مساوی با میانگین دمای سالانه ی هوا است.

چشمه های معدنی: این نوع چشمه ها به چشمه های آب گرم معروف می باشند. دمای آب برخی از آن ها ممکن است در حد آب های معمولی باشد، اما گاز ها و املاح مختلفی دارند. برخی از این چشمه ها سولفوره می باشند و بوی زننده دارند. Ph چشمه های معدنی متفاوت است ولی بسیاری از آن ها Ph برابر با ۷ دارند. چشمه های معدنی می توانند به دو طریق تشکیل شوند. ممکن است نفوذ اب ها به داخل زمین و رسیدن ان به توده های گرم، موجب افزایش دمای آب ها شده و به نقطه ی جوش برسند و در مرحله ی بعدی در اثر فشار بخار های موجود در سطح زمین جاری شوند. همچنین این چشمه ها می توانند تحت تاثیر فعالیت های آتش فشانی و به علت جدا شدن بخار آب از ماده مذاب تشکیل گردند.

کیفیت آب:

کیفیت آب زیرزمینی مهمتر از کمیت آن است ارزیابی کیفیت آب زیرزمینی وابسته به این است که آن را برای چه هدفی تهیه کرده و قصد مصرف داریم.

کیفیت آب از نظر فیزیکی :

این آب باید بی رنگ و بی بو باشد و مزه ی غیر عادی نداشته باشد.

از نظر شیمیایی به ۳ عامل بستگی دارد:

۱. نوع سنگ میزبان
۲. مدت زمان باقی ماندن در خاک
۳. واکنشهای انحلالی

با توجه به وجود انواع سنگ ها و آبرفت های دارای ترکیب کانی شناسی متفاوت، تغییر کیفیت شیمایی آب زیرزمینی که از تشکیلات مختلف زمین شناسی عبور می کند، قابل پیش بینی می باشد.

برای مطالعه کیفیت شیمیایی آب زیرزمینی با نمونه گیری و آنجام آزمایش های شیمیایی کاتیون ها و آنیون ها و Ph و ec و TDS و سختی آب را تعیین می کند.

تعیین کیفیت آب از نظر بیولوژیکی: آب های زیرزمینی به طور طبیعی فاقد باکتری و ویروس می باشند اما در چاه های عمیق باکتری های غیر هوازی وجود دارند. باکتری ها معمولا در خاک های ریزدانه فاصله ی زیادی را طی نمی کنند ولی در رسوبات درشت دانه و در سنگ های شکاف دار می توانند تا فواصل زیادی با آب های زیرزمینی مهاجرت نمایند. بنابراین حفاظت سنگ های شکاف دار و خاک های ریزدانه در مقابل آلودگی های بیولوژیکی مانند فاضلاب ها، زباله ها و مدفوع حیوانات ضروری می باشد.

تغذیه ی مصنوعی: بهره برداری بی رویه از منابع آب در هر منطقه مشکلاتی به شرح زیر ایجاد می کند.

۱. افت زیاد در سطح آبخوان
۲. کاهش ذخیره ی آبخوان
۳. نامطلوب شدن کیفیت آبِ آبخوان

به منظور مقابله با این مشکلات با انتقال آب از سطح زمین به درون آبخوان نسبت به افزایش سطح ایستابی و بالا بردن ذخیره ی آبخوان اقدام می کند. این عملیات که به آبخیز داری معروف است در مباحث آب شناسی، تغذیه ی مصنوعی نامیده می شود.

در تغذیه ی طبیعی نزولات جوی بدون کمک انسان به منابع آب زیرزمینی وارد می شوند و موجب افزایش سطح ایستابی می گردند. تغذیه ی مصنوعی، انتقال آب به درون زمین با عملات طراحی شده توسط انسان صورت می گیرد.

روش های تغذیه ی مصنوعی :

۱. احداث بند های کوچک
۲. روش حوضچه ای
۳. روش القایی
۴. روش چاه های تغذیه ای
۵. روش استفاده از قنات ها
۶. روش های کنترل آلودگی آب های زیرزمینی که شامل :

روش اول : حذف منبع آلودگی: در صورتی که منبع الودگی عمیق نبوده و گسترش جانبی نداشته باشد از این روش استفاده می کنند.

روش دوم : جدا سازی و عایق بندی منبع آلودگی که شامل :

۱. محدود سازی جانبی منبع آلودگی به منظور کنترل آن که با دیواره گلی انجام می شود.
۲. پمپاژ آب زیرزمینی توسط حفر چاه برای پایین اوردن سطح ایستابی
۳. تغییر دادن جهت زه کشی های سطحی برای انحراف رواناب
۴. لایه ی پوششی روی منبع آلودگی (رس متراکم)

پایان