

آب‌های زیرزمینی

ناهید رحیمی

دبیر زمین‌شناسی آموزش و پرورش منطقه کهریزک

آن بیشتر می‌شود زیرا بعد از اقیانوس‌ها و یخ‌های قطبی، بزرگ‌ترین منابع آبی قابل استفاده کره زمین آب‌های زیرزمینی است.

۹۷ درصد از آب‌های کره زمین را آب شور دریاها و اقیانوس‌ها تشکیل می‌دهند؛ ۲ درصد به صورت یخ‌های قطبی است که آن هم در شرایط موجود قابل استفاده نیست؛ یک درصد باقی می‌ماند که قسمت اعظم آن را آب‌های زیرزمینی تشکیل می‌دهد.

آب‌های زیرزمینی علاوه بر این که مقدارش نسبتاً زیاد است، مزایای زیادی نسبت به آب‌های سطحی دارد

چکیده

روز به روز که برافزاد جمعیت دنیا افزوده می‌شود، سطح فرهنگ و تمدن بالا می‌رود و علم تکنولوژی توسعه پیدا می‌کند، مصرف آب هم زیادتر می‌شود، درحالی که مقدار آب کره زمین ثابت است. در نتیجه، هر چه زمان می‌گذرد، نیاز انسان به آب بیشتر می‌شود.

در بین منابع آبی کره زمین، آب‌های زیرزمینی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و روزه‌روز هم اهمیت



که موجب اهمیت آن در دنیای امروز می شود. به عنوان مثال، آبی است که دسترسی به آن اغلب آسان است. صاف و زلال با درجه حرارت ثابت است و دیگر مزایا که در منابع ذکر شده است...

همین مزایا و استفاده های آب های زیرزمینی نسبت به آب های سطحی، سبب شده است که کشورهای پیشرفته جهان، تلاش بیشتری در تأمین آب آشامیدنی و مصرفی مناطق شهری و صنعتی خود از آب زیرزمینی داشته باشند، به عبارت دیگر، استفاده از آب زیرزمینی برای مصارف مذکور را، بر آب سطحی ترجیح می دهند.

اما استحصال و مصرف زیاد آب های زیرزمینی باعث شده است که در بسیاری از نقاط جهان، از آن جمله در کشور ما، سطح این آب ها به شدت پایین برود، بسیاری از قنات ها و دیگر منابع آبی خشک شود، آب شور در سفره های آب زیرزمینی شیرین پیشروی کند و... از طرف دیگر، بر اثر مصرف زیاد در مراکز جمعیتی و صنعتی قسمت قابل توجهی از آب های زیرزمینی آلوده شود و این آلودگی، یعنی غیرقابل استفاده شدن آب های زیرزمینی، با افزایش جمعیت و پیشرفت علم و تکنولوژی روز به روز بیشتر و گسترده تر نیز می شود. بنابراین دو خطر بزرگ آب های زیرزمینی را تهدید می کند:

۱. استخراج و مصرف بیش از حد، به دلیل دستیابی سهل و آسان به آن.

۲. آلودگی شدید منابع آب در نتیجه توسعه شهرها و مراکز جمعیتی.

به دلیل اهمیت ویژه آب های زیرزمینی در زندگی انسان در این مقاله به بررسی کلی این آب ها از نقطه نظرهای مختلف پرداخته می شود.

کلیدواژه ها: آب های زیرزمینی، منابع تغذیه، توزیع آب، سطح ایستابی، منطقه اشباع، منطقه تهویه، سفره های آب، قنات، غارها، استالاکتیت، استالاکمیت.

مقدمه

بر اثر برداشت بیش از حد از آب های زیرزمینی و عدم تعادل بین برداشت و تغذیه طبیعی، مسائلی متعددی پیش می آید. اما علم و تکنولوژی به انسان این امکان را می دهد که بتواند در شرایط مساعد، مشکل برداشت بیش از حد از آب های زیرزمینی را، با تغذیه مصنوعی آن، تا حدودی جبران کند. برای تغذیه خوشبختانه نیازی به آب سالم و پاک نیست، بلکه برعکس، مناسب ترین آب برای تغذیه مصنوعی آب های زیرزمینی، در شرایطی که از لحاظ آب در مضیقه هستیم، آب های آلوده (فاضلاب ها و غیره) است. زیرا به این ترتیب اولاً آبی که به علت آلوده شدن بی مصرف شده، به این طریق قابل استفاده می شود و هدر نمی رود، و ثانیاً لایه های زمین اغلب قادرند، همچون یک صافی یا پاک کننده طبیعی عمل کرده و آب های آلوده را تصفیه بیولوژیکی کنند.

آب های زیرزمینی همان طور که از این اسم معلوم است، آب هایی در زیر زمین هستند. از این رو نه مقدار آنها معلوم است و نه کیفیت آنها. بنابراین باید با استفاده از علم و تکنولوژی آنها را شناسایی کرد و متناسب با شرایط طبیعی حاکم، و نیاز و امکانات انسان، روش های صحیح بهره برداری را انتخاب کرد.

تاریخچه شناخت و بهره برداری از آب های زیرزمینی به صدها بلکه هزاره ها سال پیش برمی گردد، ولی با گذشت زمان، بشر علم و اطلاعات کامل تری در زمینه شناخت این آب ها و بهره برداری از آنها به دست آورده و امروزه با فناوری های پیشرفته ای به استخراج آب های زیرزمینی اقدام می کند.

منشأ آب های زیرزمینی

آب های روی زمین را می توان از لحاظ منشأ پیدایش به دو دسته تقسیم کرد: آب های مربوط به چرخه طبیعی یا سیکل هیدرولوژی و آب های خارج از این چرخه.

(الف) چرخه آب یا سیکل هیدرولوژی
قسمت اعظم آب های زیرزمینی جزئی

از سیستم گردش آب در کره زمین است که منبع آنها را به طور عمده بارندگی ها و آب های سطحی تشکیل می دهد. این آب ها را از لحاظ منشأ یا منابع تغذیه، می توان به دو دسته تقسیم کرد: طبیعی و غیرطبیعی.

۱. منابع تغذیه طبیعی آب های زیرزمینی

- نزولات جوی (برف، باران، تگرگ)
- رودها
- دریاچه ها و آب دریاها در کناره هایی که شیب آبی به طرف خشکی است.

۲. منابع تغذیه مصنوعی آب های زیرزمینی

این منابع که به کمک انسان ایجاد می شود و به صورت مصنوعی آب های زیرزمینی را تغذیه می کنند، نسبت به منابع طبیعی، از اهمیت کمتری برخوردارند و به طریق زیر تشکیل و موجب تقویت آب های زیرزمینی می گردند:

- آب نفوذی ناشی از احداث سد ها، بند ها، استخرها، چاله ها و غیره
- نشت و تراوش جوی ها و نهرهای زراعتی

- نشت و تراوش زمین های زراعی بر اثر آبیاری زیاد و مداوم
- آب نفوذی تأسیسات تغذیه مصنوعی مانند چاه های تغذیه، چاله ها، استخرهای تغذیه، قنات های متروک، حوضچه، شیار یا نهر، غرقاب، گودال و...
آب نفوذی یا آبی که به زمین فرو می رود نخست در جهت نیروی ثقل زمین حرکت می کند. اما وقتی منطقه از آب اشباع شده، در همان جهتی که شرایط هیدرولیکی محیط اطراف آن اجازه می دهد حرکت می کند.

ب) آب های زیرزمینی خارج از چرخه طبیعی آب یا سیکل هیدرولوژی

قسمت اعظم آب های زیرزمینی، در چرخه هیدرولوژی آب قرار دارد ولی قسمت کمی هم، خارج از این چرخه طبیعی است که از جمله، آب های زیر را می توان نام برد:

جمع شدن آب

در زیر زمین و

تشکیل آب های

زیرزمینی،

بستگی به

قابلیت نفوذ و

تخلخل زمین

دارد. آب در

زمین تا عمق

معینی نفوذ

می کند و بر

روی طبقه ای

غیرقابل نفوذ

ذخیره می شود.

به قسمتی که

آب در آن ذخیره

می شود سفره

آبدار گویند

دوره هجدهم
شماره ۳ بهار ۱۳۹۱

۲۵
ژانویه
آموزش
زین شناسی

اکتشافات معدنی در سراسر جهان نشان می‌دهد که دمای معادن عمیق و چاه‌های نفتی معمولاً همراه با ازدیاد عمق از سطح زمین افزایش می‌یابد. افزایش میانگین دما در چنین نقاطی در حدود ۲ درجه سانتی‌گراد در هر ۱۰۰ متر است. بنابراین، وقتی آب زیرزمینی در اعماق زیاد حرکت می‌کند، گرم می‌شود و اگر به سطح زمین برسد، به صورت چشمه‌های آب گرم بیرون می‌آید

دوره هجدهم
شماره ۳ بهار ۱۳۹۱
آمورش رشد ۲۶
زمین‌شناسی

۱. آب‌های سنتز و یا ژئونیل: این آب‌ها از درون زمین منشأ گرفته و تازه و جوان است. این آب‌ها به طریق زیر حاصل می‌شوند:
- ترکیب هیدروژن و اکسیژن.
- سخت شدن مواد مذاب درون زمین یا آتش‌فشان‌ها.
این آب‌ها سرچشمه آب‌های گرم معدنی را تشکیل می‌دهند. آب‌های گرم معدنی، غالباً از عمق زیاد که گاهی به ۲۰۰۰ متر نیز می‌رسد به سطح زمین جریان پیدا می‌کنند.

۲. آب محبوس یا آب ذاتی: آب محبوس یا آب ذاتی که به آن آب زندانی هم می‌گویند، آبی است که در موقع تشکیل سنگ‌های رسوبی، در خلل و فرج آن محبوس شده است و یا در درون درزها و شکاف لایه‌ها، همزمان با تشکیل و رسوبگذاری آن‌ها، گیر افتاده است. این آب، بسته به این که از آب دریا و یا آب شیرین حاصل شده باشد، شور و یا شیرین است. اما به طور کلی، اغلب این آب‌ها شور هستند.

قدمت یا عمر آب زیرزمینی

منظور از عمر یا سن آب زیرزمینی، مدت زمانی است که آب زیرزمینی در آن محل جمع شده و تشکیل لایه آبدار یا سفره آب زیرزمینی را داده است. امروزه تعیین سن یا قدمت آب زیرزمینی در هر منطقه مورد توجه و از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است زیرا تعیین سن آب هر منطقه می‌تواند از جمله، چگونگی وضعیت تغذیه آب‌های زیرزمینی آن منطقه از آب‌های سطحی را مشخص کند. بنابراین، تعیین سن آب می‌تواند در نحوه و مقدار بهره‌برداری از آن، با توجه به اولویت‌های مختلف، کمک بسزایی بکند. خوشبختانه، امروزه تعیین سن آب زیرزمینی در یک منطقه به وسیله مواد رادیواکتیو، به آسانی ممکن است:

هیدروژن ۳ (H_3) که به آن تری‌تیوم هم می‌گویند و کربن ۱۴ (C_{14}) از جمله ایزوتوپ‌هایی‌اند که انسان توانسته است با استفاده از آن‌ها سن آب زیرزمینی را تعیین کند:

- برای تعیین سن آب‌هایی که تا ۵۰ سال قدمت دارند، از هیدروژن ۳ یعنی

هیدروژن ایزوتوپ (H) استفاده می‌کنند. ولی برای تعیین سن آب‌هایی که از چند صد سال تا تقریباً ۵۰۰۰ سال قدمت دارند، کربن ۱۴، یعنی کربن ایزوتوپ (C_{14}) را مورد استفاده قرار می‌دهند. کربن ایزوتوپ در یک سطح تقریباً ثابت در جو کره زمین موجود است که می‌تواند بر اثر یکی از فعل و انفعالات زیر به صورت گاز کربنیک درآید، که در آب زیرزمینی حل می‌شود:

- فعالیت حیاتی جانوران خاکزی

- فعالیت حیاتی ریشه گیاهان

- پوسیدن مواد آلی

سن آب زیرزمینی برخی از مناطق از چند سال تجاوز نمی‌کند. اما سن آب بعضی از نقاط به ۲۰۰ تا ۳۰۰ هزار سال هم می‌رسد. طبق بررسی‌هایی که در عربستان به عمل آمده است، آب‌های زیرزمینی آن در حدود ۲۰ هزار سال عمر دارد.

دلایل استفاده زیاد از آب‌های زیرزمینی

دلایل استفاده از آب‌های زیرزمینی و یا مزایای آن نسبت به آب سطحی را به اختصار این‌طور می‌توان ذکر کرد:

۱. آب زیرزمینی، صاف و بی‌رنگ است.
۲. نسبت به آب سطحی، کمتر به میکروب‌ها و انگل‌ها و مواد زیان‌بخش، آلوده است.
۳. در بسیاری از موارد که به علت خشک بودن شرایط آب و هوایی و شور بودن آب‌های سطحی منطقه، امکان دسترسی به آب سطحی شیرین وجود ندارد، آب زیرزمینی تنها منبع قابل استفاده است؛ مانند بسیاری از مناطق خشک و بیابانی کشور ما.
۴. هزینه استخراج آب زیرزمینی در بسیاری از موارد، نسبت به تهیه آب از منابع سطحی، از طریق ایجاد تأسیساتی نظیر سد یا بند، کمتر است.
۵. بهره‌برداری از آب زیرزمینی آسان و ارزان‌تر از آب سطحی است، بویژه از طریق حفر چاه نیمه‌عمیق و عمیق در مناطق خشک.
۶. دمای آب زیرزمینی تقریباً ثابت است. از این‌رو، در مصارف صنعتی آب زیرزمینی از مزیت زیادی برخوردار است.
۷. ترکیب شیمیایی آب زیرزمینی تقریباً ثابت است.

۸. ذخایر آب زیرزمینی، خیلی کمتر از منابع آب‌های سطحی (دریاچه‌ها، رودها و نهرها) تحت تأثیر هوای خشک یا خشک‌سالی قرار می‌گیرد، به عبارت دیگر، آب‌های زیرزمینی، به اندازه آب‌های سطحی جاری، نسبت به اوضاع جوی حساس نیست و تغییرات شدید در آن به‌وجود نمی‌آید.

۹. مواد رادیواکتیو به سختی می‌تواند آب‌های زیرزمینی را آلوده کند، در حالی که آب‌های سطحی به آسانی آلوده می‌شود.

اما با تمام این‌ها مزایا که در آب زیرزمینی وجود دارد، می‌تواند سه ایراد در بعضی از نقاط به آن وارد باشد:

۱. در بعضی از مناطق، سنگ‌ها یا سازند زمین‌شناسی دارای تخلخل و یا نفوذپذیری لازم برای استخراج آب کافی، از طریق چاه نمی‌باشد. این شرایط باعث می‌شود که نتوان آب قابل توجهی از زمین برداشت کرد و یا این که آب برداشت شده، به خوبی جایگزین گردد. این از مهم‌ترین ایرادهایی است که در شرایط نامساعد، به آب زیرزمینی وارد است.

۲. آب زیرزمینی- بویژه در نقاطی که به آب نیاز مبرم است، مانند مناطق خشک بیابانی- اغلب شور است که استفاده از آن به‌طور مداوم و به مقدار زیاد، همان‌طوری که قبلاً هم به آن اشاره شد، باعث کاهش حاصل‌خیزی خاک مورد آبیاری و شور و کویری شدن آن می‌شود.

۳. در مواردی، استفاده از آب زیرزمینی و حفظ و نگهداری تأسیسات آن، به‌مراتب پرهزینه‌تر و مشکل‌تر از استفاده از آب‌های سطحی است. به عنوان مثال، در نقاط پرت و دورافتاده و صعب‌العبور که امکان دست‌یابی به آب سطحی از طریق حفر یک نهر یا جوی، وجود دارد، استفاده از آب زیرزمینی باید به‌وسیله حفر چاه‌های عمیق و نیمه‌عمیق، یا احداث قنات با حفظ و نگهداری تأسیسات آن‌ها، انجام گیرد که بسیار مشکل و پرهزینه است.

توزیع آب‌های زیرزمینی

وقتی باران می‌بارد، مقداری از آن جریان می‌یابد، بخشی بخار می‌شود و بقیه

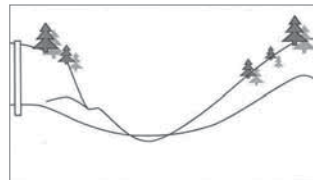
فرو می‌رود که مورد آخر عملاً منبع اصلی تمام آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهد. مقدار آبی که به هریک از این سه بخش وارد می‌شود در هر زمان و مکان کاملاً متفاوت است. عوامل مؤثر چندی از جمله شیب زمین، جنس مواد، شدت بارندگی، و نوع و مقدار پوشش گیاهی در این کار دخالت دارند. بارش باران‌های سنگین بر دامنه‌های پرشیبی که از مواد نفوذناپذیر تشکیل شده باشد سبب می‌گردد تا درصد زیادی از آب به صورت آب‌های جاری جریان یابند، در عوض باران‌های آرام و ممتدی که در دامنه‌های کم‌شیب و متشکل از سنگ‌های نفوذپذیر می‌بارد سبب نفوذ درصد زیاد آب به داخل زمین می‌شود.

آبی که به زمین نفوذ می‌کند در عمق زیادی فرو نمی‌رود، چون بر اثر جذب مولکولی، غشاء نازکی را روی ذرات خاک به وجود می‌آورد. آنگاه قسمتی از این رطوبت تبخیر شده و دوباره به هوا برمی‌گردد، در حالی که قسمت اعظم بقیه در فاصله بین دو بارندگی توسط گیاهان مصرف می‌شود. آبی که در افق مرطوب خاک باقی نمی‌ماند، به اعماق بیشتر نفوذ کرده و به جایی می‌رسد که در آن تمام فضاهای خالی موجود در رسوبات یا سنگ‌ها یا آب پر شده است. آب موجود در این منطقه اشباع^۱ آب زیرزمینی^۲ نامیده می‌شود. حد بالایی این منطقه سطح ایستابی^۳ نام دارد. منطقه بالای سطح ایستابی را که خاک، رسوب و سنگ از آب اشباع نباشد، منطقه تهویه^۴ گویند.

سطح ایستابی

سطح ایستابی، حد فوقانی منطقه اشباع از آب است و در مطالعه آب‌های زیرزمینی اهمیت بسیار دارد. سطح آب زیرزمینی در پیش‌بینی بهره‌دهی چاه‌ها، در توصیف تغییرات آب چشمه‌ها و رودخانه‌ها و در تعیین نوسانات سطح دریاچه‌ها از اهمیت شایانی برخوردار است. گرچه نمی‌توان مستقیماً سطح ایستابی را مشاهده نمود، اما می‌توان موقعیت آن را در منطقه‌ای که دارای چاه‌های متعددی است روی نقشه مشخص کرد و به دقت مورد مطالعه قرار داد. زیرا،

سطح آب در چاه‌ها با سطح فوقانی منطقه اشباع مطابقت دارد. چنین نقشه‌هایی نشان می‌دهند که سطح ایستابی برخلاف تصور چندان هم صاف نیست، در عوض، شکل آن معمولاً تا اندازه‌ای از شکل ناهمواری‌های زمین تبعیت می‌کند. بدین معنی که در زیر تپه‌ها سطح آن بلندتر و در دره‌ها سطح آن پایین‌تر است (شکل ۱).



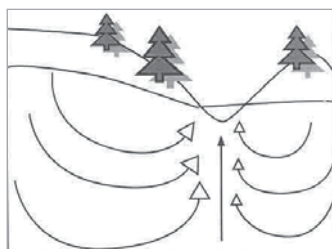
تصویر ۱. موقعیت نسبی برخی از عوارض مربوط به آب‌های زیرزمینی

در جایی که باتلاق وجود دارد سطح ایستابی در سطح زمین است، ولی معمولاً دریاچه‌ها و رودخانه‌ها در جایی قرار دارند که سطح ایستابی بالاتر از سطح زمین قرار می‌گیرد. عوامل متعددی سبب نامنظم بودن سطح ایستابی می‌شود. به عنوان مثال، اختلاف در میزان بارندگی و تراوایی از جایی به جای دیگر سبب پخش نایک‌نواخت آب و نیز اختلاف در تراز سطح ایستابی می‌گردد. اما، مهم‌ترین عامل حرکت کند آب‌های زیرزمینی اختلاف حرکت آن در شرایط متفاوت است. برای مثال، آب‌های زیرزمینی دور از دره‌های رودخانه در مرکز تپه‌ها آهسته‌تر از نقاط نزدیک به رودخانه حرکت می‌کنند. به همین علت، آب‌ها در زیر تپه‌ها انباشته می‌شوند. اگر باران کاملاً قطع شود، برآمدگی سطح ایستابی کم‌کم فروکش کرده و به آرامی هم‌تراز آب دره‌های نزدیک می‌شود. اما ورود آب باران جدید معمولاً مانع از مسطح شدن ایستابی می‌شود. به همین دلیل، در مواقع خشک‌سالی ممکن است سطح ایستابی به قدری افت کند که چاه‌های معمولی خشک شوند.

حرکت آب‌های زیرزمینی

انرژی لازم برای حرکت آب‌های

زیرزمینی توسط نیروی جاذبه فراهم می‌شود. تحت تأثیر نیروی جاذبه، آب از مناطقی که سطح ایستابی بالایی دارد به مناطقی که سطح ایستابی آن پایین باشد، نظیر مجرای رودخانه‌ها، دریاچه یا چشمه، سرازیر می‌شود. اگرچه بخشی از آب در امتداد شیب سطح ایستابی مسیر مستقیمی را طی می‌کند، ولی قسمت اعظم آب، در مسیر منحنی، خود را به منطقه تخلیه می‌رساند. چنان‌که شکل (۲) نشان می‌دهد، آب از تمامی جهات ممکن به داخل رودخانه راه می‌یابد که این عمل درست عکس نیروی جاذبه و از پایین به داخل مجرا صورت گرفته است. علت آن ناشی از اختلاف در ارتفاع سطح ایستابی است که باعث اختلاف فشار در ارتفاع خاصی می‌شود. همان‌طور که توضیح داده شد، دلیل دیگر پدیده فوق این است که آب از نقاط پرفشار زیر تپه‌ها به سمت نقاط کم‌فشار در مجرای رودخانه حرکت می‌کند؛ بدین ترتیب، مسیرهای منحنی که به وسیله آب پیموده می‌شود برآیند تأثیر توأم حرکت عمودی آب بر اثر نیروی جاذبه و تمایل آن به حرکت از نقاط پرفشار به مناطق کم‌فشار است.



تصویر ۲. خطوط منحنی نشان می‌دهد که حرکت آب تحت تأثیر نیروی جاذبه و از نقاط پرفشار به طرف قسمت‌های کم‌فشار است.

برحسب نوع مواد، جریان آب‌های زیرزمینی و مقدار آبی که می‌تواند ذخیره شود بسیار متغیر است. چون سنگ بستر، رسوبات و خاک دارای حفره‌ها و شکاف‌های بی‌شمار هستند، آب می‌تواند به داخل زمین نفوذ کند. این حفره‌ها شبیه منافذ اسفنج است و اغلب فضاهای خالی^۵ نامیده می‌شوند.

قسمت اعظم
خاک ایران از نظر
جغرافیایی در
مناطق خشک و
نیمه خشک جهان
قرار دارد؛ به طوری
که بهره برداری از
آب های زیرزمینی
در ایران بسیار
رایج است

مقدار آب زیرزمینی که می تواند ذخیره شود به میزان تخلخل^۶ مواد یعنی درصد فضاهای خالی موجود در حجم کل سنگ یا رسوب بستگی دارد. گرچه این فضاها اغلب از فضای بین ذرات رسوبات یا سنگ رسوبی تشکیل یافته است، اما اشکالی مثل ناول، یعنی حفرات به جا مانده از خروج گازها در گدازه، درزها و گسل ها و حفره های حاصل از انحلال نیز در سنگ آهک ها بسیار زیاد است.

همان طور که انتظار می رود، تغییرات تخلخل بسیار زیاد است. رسوبات اصولاً متخلخل هستند و فضاهای خالی آن ها بین ۱۰ تا ۵۰ درصد از حجم کل را شامل می شود. مقدار فضای خالی به اندازه و شکل دانه ها و نیز نحوه قرارگیری دانه ها و میزان جورشدگی و در مورد سنگ های رسوبی به مقدار سیمان آن بستگی دارد. به عنوان مثال، رس دارای تخلخلی تا ۵۰ درصد است در حالی که بسیاری از ماسه ها و گراول ها دارای ۲۰ درصد فضای خالی هستند.

وقتی رسوباتی با اندازه های مختلف با یکدیگر مخلوط می شوند، چون مواد ریزتر لایه لای ذرات درشت تر را پر می کند، تخلخل کاهش می یابد. در اکثر سنگ های آذرین و دگرگونی و نیز بعضی از سنگ های رسوبی که از بلورهای چسبیده به یکدیگر درست شده اند، مقدار فضاهای خالی بین ذرات ناچیز و در حدود یک تا دو درصد است. بنابراین، برای این که این نوع سنگ ها دارای تخلخل زیاد باشند باید شکستگی هایی در آن ها وجود داشته باشد که خود سهم مهمی در ایجاد فضاهای خالی دارد.

برای داشتن آب زیرزمینی تنها وجود تخلخل کافی نیست. چنان که ممکن است سنگ رسوبی متخلخل باشد، اما آب نتواند از میان آن جریان یابد، تراوایی^۷ یک ماده، یعنی توانایی انتقال مایع، نیز یک عامل مهم به حساب می آید. آب زیرزمینی با پیچ و تاب از میان فضاهای خالی عبور می کند. هر قدر اندازه فضاهای خالی کوچک تر

باشد آب آهسته تر حرکت می کند. اگر فضای بین ذرات بسیار کوچک باشد، لایه نازکی از آب به دانه ها می چسبید و این لایه ها به هم می رسند و یا روی یکدیگر را می پوشانند.

در نتیجه، نیروی جذب مولکولی موجود بین آب و ذرات در فضاهای خالی نیز گسترش یافته و در نتیجه آب در جای خود میخکوب می شود. رس مثالی از این نوع است. گرچه رس ها توانایی زیادی در نگهداری آب دارند، اما چون فضاهای خالی آنها بسیار کوچک است آب قادر به حرکت نیست. لایه های ناتراوای مرکب از موادی چون رس را، که مانع حرکت آب می شوند آبنده^۸ می نامند. از طرف دیگر، ذرات درشتی مثل ماسه و خرده سنگ دارای فضاهای خالی بزرگتری هستند. بنابراین، آب های موجود در مرکز فضاهای خالی به وسیله جذب مولکولی به ذرات نمی چسبند و می توانند نسبتاً آسان تر حرکت نمایند. چنین طبقات سنگی یا رسوبی را، که آب را به آسانی از خود عبور می دهند، آبنده^۹ می نامند.

سفره های آب زیرزمینی

جمع شدن آب در زیر زمین و تشکیل آب های زیرزمینی، بستگی به قابلیت نفوذ و تخلخل زمین دارد. آب در زمین تا عمق معینی نفوذ می کند و بر روی طبقه ای غیرقابل نفوذ ذخیره می شود. به قسمتی که آب در آن ذخیره می شود سفره آبدار گویند. سفره آبدار خود از دو بخش تشکیل شده است:

۱. بخش تبخیری

۲. بخش اشباعی

بخش تبخیری در بالا واقع شده که در قسمت فوقانی آن آب پایین و بالا می رود. به این طریق که در مواقع بارندگی و نفوذ آب، حرکت آب در زمین از بالا به پایین است و در مواقع خشکی و تبخیر جریان آب از پایین به بالا است. در این قسمت آب به صورت اشباع وجود ندارد، بنابراین از نظر استخراج

قابل اهمیت است. اما بخش اشباعی همیشه از آب اشباع می شود و از نظر بهره برداری آب حائز اهمیت و مورد توجه است و حفر اکثر چاه ها به این منطقه می رسد.

جریان آب زیرزمینی غالباً خیلی کند است. آب زیرزمینی ممکن است با آب های سطحی نیز در ارتباط باشد. چنانچه سفره آب زیرزمینی مرتفع تر از رود و یا دریا باشد آب زیرزمینی وارد آب های نام برده می شود، و برعکس در مواردی که آب سطحی بالا و سفره آب زیرزمینی پایین تر قرار گرفته باشد، امکان تغذیه آب زیرزمینی از آب سطحی وجود دارد.

سفره آب های آزاد

این نوع سفره ها از یک طبقه غیرقابل نفوذ در زیر و یک طبقه قابل نفوذ در بالا تشکیل شده است. سطح آب این نوع سفره ها در فصول مختلف متغیر بوده و مرتب در جریان حرکت و تبدلات شیمیایی با زمین است. این سفره ها عموماً نزدیک سطح زمین واقع شده و به سرعت از آب های سطحی تغذیه می شود و نیز تابع تغییرات میزان بارندگی هوا و خشکی و شرایط زمین شناسی است.

سفره آب های محصور

به سفره هایی که زیر و روی آن را طبقات غیرقابل نفوذ و یا قابلیت نفوذ کم احاطه کرده باشد، سفره های محصور می گویند. این سفره ها ممکن است از نقاطی که طبقه قابل نفوذ به سطح زمین می رسد و یا نقاطی که طبقه غیرقابل نفوذ از بین رفته باشد، تغذیه شود که معمولاً محدود می باشد. چون این پدیده برای اولین بار در منطقه آرتوز فرانسه مطالعه شده، سفره های تحت فشار را سفره های آرتزین^{۱۰} نیز می گویند.

سفره آب های ساحلی و جزایر

سفره های آب شیرین در کنار دریا

و دریاچه‌ها دارای وضع ویژه‌ای است که ازجمله به ساختمان زمین‌شناسی محل بستگی دارد. چون وزن مخصوص آب شیرین از آب دریا کمتر است، آب شیرین ساحلی در روی آب شور دریا قرار می‌گیرد. به این صورت که آب شور واقع در زیر سفره آب شیرین هم‌سطح آب دریا واقع نمی‌شود و هرچه از دریا به طرف ساحل پیش برویم، سطح آب شور پایین‌تر می‌رود و ضخامت آب شیرین زیادتر می‌شود.

آب شیرین در سفره‌های آبدار جزایر به صورت مخروطی قرار گرفته و ارتفاع آن از سطح دریا تقریباً یک چهارم ارتفاع موجود در زیر سطح آب شور دریا یا دریاچه است. به عبارت دیگر اگر ارتفاع آب شیرین در یک چاه یک متر از سطح آب دریا و یا دریاچه بالاتر قرار گرفته باشد، حدود ۳۹ متر دیگر از ارتفاع آب شیرین از سطح دریا به پایین واقع شده است.

با توجه به ویژگی‌های سفره‌های آب شیرین واقع در سواحل و جزایر، که به قسمتهایی از آن اشاره شد، بهره‌برداری از آن‌ها باید از روی حساب و با دقت کافی صورت گیرد تا استفاده بیش از حد آب، باعث برهم خوردن تعادل بین سطح آب شور و آب شیرین سفره آبدار و در نتیجه مخلوط شدن این دو آب با هم نشود.

گفتنی است که مشابه این ویژگی‌ها در سفره‌های آب شیرین حواشی کویرها و یا باتلاق‌های شور و چشمه‌های شیرین واقع در داخل کویرها نیز وجود دارد که باید در بهره‌برداری از آن‌ها نیز نهایت دقت بشود تا مسئله برهم خوردن توازن بین آب شور و شیرین این مناطق پیش نیاید. به عبارت ساده‌تر استفاده بیش از حد آب شیرین سواحل، باعث پیشروی آب شور می‌گردد. بنابراین استفاده از آب زیرزمینی این مناطق باید براساس برنامه‌ای مدون صورت گیرد.

سفره‌های آبدار تشکیلات آهکی و گچی
در زمین‌های آهکی و گچی نیز ممکن است سفره‌های آبدار تشکیلات

شود. به این نحو که آب از طریق درزها و شکاف‌های بزرگ به زمین وارد می‌شود و با جمع شدن در آن‌جا تشکیل یک سفره آبدار را می‌دهد. درزها و شکاف‌های بزرگ زمین، در نتیجه تأثیر آب‌های انیدریند کربنیک‌دار و فعل و انفعالات فیزیکی و شیمیایی آب در طول زمان به وجود می‌آید.

نمونه‌های بارز آن را می‌توان در جلگه‌های آهکی واقع در ساحل دریای آدریاتیک یافت. در نقاط مختلف کشور ما به ویژه در منطقه غرب «زاگرس» نیز نمونه‌هایی از درزها و شکاف‌ها دیده می‌شود. آب‌های زیرزمینی در کشور ما به شیوه‌های متفاوتی، به شرح زیر، استحصال می‌شود:

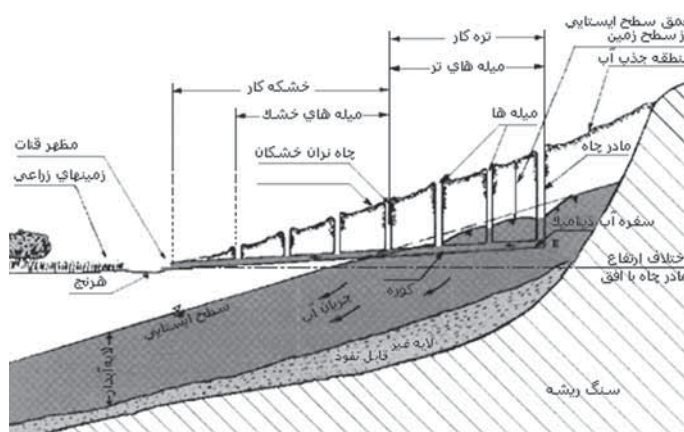
۱. قنات: قنات عبارت است از تعدادی چاه‌های عمودی که به وسیله مجرای زیرزمینی به یکدیگر متصل می‌شوند. آب در این مجرا با شیبی که به طول قنات و اختلاف ارتفاع بین مزرعه و کف «مادر چاه» بستگی دارد جریان می‌یابد. قنات‌ها معمولاً از لایه‌های آبدار زیرزمینی، رودخانه‌ها و یا نفوذ آب‌های جمع‌آوری شده تغذیه می‌کنند. آب این منابع تحت تأثیر نیروی جاذبه زمین در طول مجرای زیرزمینی شیب‌دار جاری شده و پس از خروج از زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد (شکل ۳).

را به یک مخزن آب زیرزمینی مربوط می‌سازد. شایان ذکر است که چاه‌ها خود انواع گوناگون دارند.

۳. چشمه: ظهور آب‌های زیرزمینی در سطح زمین را چشمه می‌نامند. چشمه وقتی به وجود می‌آید که لایه‌های آبدار به زمین برخورد کنند یا با لایه‌های نفوذپذیری که به سطح زمین منتهی می‌شود، تماس داشته باشند. عوامل زمین‌شناسی و ژئومورفولوژیک مختلفی ممکن است در ایجاد چشمه مؤثر باشد. چشمه‌ها در ایران بیشتر در مناطق کوهستانی، میان دره‌ها، بستر رودها و انتهای دلتاها ظاهر می‌شوند.

۴. چشمه‌های آب گرم و آبفشان‌ها: طبق تعریف، آب چشمه‌های گرم ۶۱ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر از میانگین درجه حرارت سالانه نقاطی است که چشمه در آن یافت می‌شود. فقط در ایالات متحده، بیش از ۱۰۰۰ نمونه چشمه آب گرم وجود دارد.

اکتشافات معدنی در سراسر جهان نشان می‌دهد که دمای معادن عمیق و چاه‌های نفتی معمولاً همراه با ازدیاد عمق از سطح زمین افزایش می‌یابد. افزایش میانگین دما در چنین نقاطی در حدود ۲ درجه سانتی‌گراد در هر ۱۰۰ متر است. بنابراین، وقتی آب زیرزمینی در اعماق



تصویر ۳. ساختمان قنات

زیاد حرکت می‌کند، گرم می‌شود و اگر به سطح زمین برسد، به صورت چشمه‌های

۲. چاه: چاه یک سوراخ بزرگ استوانه‌ای شکل است که سطح زمین

آب گرم بیرون می‌آید. آب بعضی از چشمه‌های آب گرم در ایالات متحده، به‌ویژه در شرق آن، بدین طریق گرم می‌شود. بیش از ۹۵ درصد چشمه‌های آب گرم و آب‌فشان‌های ایالت متحده در غرب است. علت این امر آن است که منبع حرارتی بسیاری از چشمه‌های آب گرم سنگ‌های آذرین در حال سرد شدن است و فعالیت آتشفشانی غرب آمریکا بسیار جدیدتر است.

آب‌فشان‌ها^{۱۲} چشمه‌های آب گرم دارای فعالیت متناوب هستند که در آن‌ها ستونی از آب، با نیروی زیاد و اغلب به اندازه ۳۰ تا ۶۰ متر و در فواصل مختلف، به بیرون فوران می‌کند. وقتی جهش آب قطع می‌شود، ستونی از بخار با غرش رعد بیرون می‌ریزد. شاید مشهورترین آب‌فشان جهان، آب‌فشان قدیمی پارک ملی یلواستون باشد که هر ساعت یک‌بار فوران می‌کند. آب‌فشان‌ها در سایر نقاط دنیا مثل زلاندنو و ایسلند نیز یافت می‌شوند که در مورد آن‌ها واژه جی‌سر به معنی بیرون‌جهنده^{۱۳} یا فواره زدن^{۱۴} به کار رفته است.

آب‌فشان‌ها در جایی به وجود می‌آیند که آب زیرزمینی در حفره‌های زیرزمینی موجود در سنگ‌های آذرین داغ، گرم شوند. وقتی آب زیرزمینی سرد وارد این حفره‌ها شود توسط سنگ‌های اطراف گرم می‌شود. در کف حفره، آب تحت تأثیر فشار وارده از وزن آب‌های رویی خود است. در نتیجه، قبل از این که آب به جوش آید به دمای بالای ۱۰۰ درجه می‌رسد. حرارت سبب انبساط آب گشته و سبب جاری شدن مقداری آب به بالا می‌شود. این کار سبب کاهش فشار می‌شود در نتیجه آب به سرعت بخار شده و منجر به فوران آب‌فشان می‌گردد.

عمل زمین‌شناسی آب‌های زیرزمینی
مهم‌ترین عمل فرسایشی آب‌های زیرزمینی انحلال سنگ‌های قابل حل است. چون سنگ‌های قابل حل، به‌ویژه

سنگ‌های آهکی، میلیون‌ها کیلومتر مربع از سطح زمین را تشکیل می‌دهند، به همین دلیل آب‌های زیرزمینی نقش عمده و منحصر به فردی به‌عنوان عامل فرسایش برعهده دارند. با این که سنگ آهک در آب خالص نامحلول است، اما در آب حاوی مقدار کمی اسید کربنیک به آسانی حل می‌شود. اکثر آب‌های طبیعی دارای این اسید ضعیف هستند. زیرا آب باران گاز کربنیک موجود در هوا و گاز کربنیک حاصل از فساد گیاهان را به آسانی در خود حل می‌کند. بنابراین، وقتی آب‌های زیرزمینی با سنگ‌های آهکی تماس حاصل کنند، اسید کربنیک با کلسیت واکنش نموده و بی‌کربنات کلسیم تولید می‌کند که خود محلول است و می‌تواند به‌صورت مایع جابه‌جا شود.

غارها: یکی از تماشایی‌ترین نتایج عمل فرسایش آب‌های زیرزمینی در سنگ‌های آهکی، تشکیل غارها است. گرچه اکثر غارها نسبتاً کوچک‌اند، اما، بعضی از آن‌ها دارای ابعاد بسیار بزرگی هستند. به نظر می‌رسد که اکثر غارها در سطح ایستابی یا زیر آن و در منطقه اشباع از آب به‌وجود آمده باشند. در این قسمت، آب‌های زیرزمینی به سطوح ضعف سنگ‌ها همچون درز و سطوح طبقه‌بندی رخنه می‌کند. با گذشت زمان، فرایند انحلال به آرامی حفراتی ایجاد می‌کند که به تدریج بزرگ‌تر شده و تبدیل به غار می‌شوند. مواد حاصل از انحلال توسط آب‌های زیرزمینی خارج و وارد رودخانه می‌شوند.

استالاکتیت: اشکال متنوعی از چکه‌سنگ‌ها در غارها یافت می‌شود که آن‌ها را در مجموع غارسنگ می‌نامند که درواقع هیچ‌یک شباهت کاملی به دیگری ندارد. شاید یکی از آشناترین غارسنگ‌ها استالاکتیت‌ها باشند.

این آویزه‌های قندیل‌مانند در سقف غار در جایی تشکیل می‌شوند که آب از روزنه‌ها و شکاف‌ها بیرون آمده و در داخل غار با هوا تماس حاصل می‌کند.

وقتی آب در داخل غار با هوا تماس می‌یابد مقدار کمی از آن بخار می‌شود. بنابراین مقداری از گاز کربنیک محلول در آب از آن خارج شده و مقدار کمی کربنات کلسیم رسوب می‌کند و به این ترتیب مواد به‌صورت حلقه‌ای در اطراف قطره آب رسوب می‌کند.

استالاکمیت (چکیده): غارسنگ‌هایی که در کف غارها تشکیل می‌شوند و به طرف بالا رشد می‌کنند استالاکمیت یا چکیده نامیده می‌شوند. آبی که رسوب کربنات کلسیم استالاکمیت‌ها را مهیا می‌کند از سقف می‌چکد و در سطح زمین پخش می‌شود. در نتیجه استالاکمیت‌ها دارای لوله مرکزی نبوده و معمولاً ظاهری توده‌مانند دارند و در انتهای فوقانی خود نسبت به استالاکتیت‌ها گردترند.

پستی و بلندی‌های کارستی: در بسیاری از نقاط جهان مناظری دیده می‌شود که بخش اعظم آن‌ها به وسیله نیروی حلالیت آب‌های زیرزمینی به‌وجود آمده‌اند. به این نواحی پستی و بلندی‌های کارستی گفته می‌شود. واژه کارستی از فلات واقع در ساحل شمالی شرقی دریای آدریاتیک، در مرز بین یوگسلاوی و ایتالیا گرفته شده که در آن‌جا این نوع پستی و بلندی‌ها به چشم می‌خورند. عموماً در نواحی خشک و نیمه‌خشک پستی و بلندی‌های کارستی گسترش ندارد. اگر اشکال انحلال در چنین نواحی دیده شود بازمانده از گذشته و متعلق به زمانی است که در آن شرایط مرطوب حاکم بوده است.

ترکیب شیمیایی آب‌های زیرزمینی
آب چاه‌ها و چشمه‌های بسیاری که مورد تجزیه قرار گرفته، نشان می‌دهد که آب‌های زیرزمینی عمدتاً حاوی کلریدها، سولفات‌ها و بی‌کربنات‌های کلسیم، منیزیم، سدیم و آهن‌اند. البته بسیاری از عناصر و مواد دیگر نیز به مقدار بسیار کم در آب وجود دارد. ترکیب آب زیرزمینی از محلی به محل دیگر تغییر می‌کند. غلظت نمک‌های محلول در آب

بارش کم و
محدودیت منابع
آب‌های سطحی
و نبودن آن در
بسیاری از نقاط
کشور، باعث
شده که مردم
بویژه کشاورزان
و دامداران
برای تأمین
آب مورد نیاز
خود از آب‌های
زیرزمینی
استفاده کنند

آب زیرزمینی که باعث پیشروی آب شور می‌شود.

۲. راه‌های آلوده شدن

– بارندگی مواد آلوده‌کننده موجود در هوا را به زمین می‌رساند و توأم با مواد آلوده‌کننده موجود در سطح زمین آنها را به‌وسیله آب باران (رواناب) به آب‌های زیرزمینی منتقل می‌کند. باران هوا را پاک ولی آب را آلوده می‌کند.

– آب‌های سطحی جاری: از راه‌های آلودگی آب‌های زیرزمینی، آلوده بودن آب سطحی است که با نفوذ در زمین، آن را آلوده می‌سازد. «آب پاک‌کننده است، ولی خود آلوده می‌شود.»

– آب‌های سطحی راكد: چاله‌ها، استخرها و دیگر مخازن دریافت‌کننده مواد و موجودات زنده زیان‌بخش نیز موجب آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود.

– مواد ایجادکننده مایع آلوده‌کننده: مواد مایع آلوده‌کننده با نفوذ در زمین، باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود. اما مواد جامدی چون زباله‌ها که با دفن کردن غیر اصولی آن‌ها در زمین ایجاد مایعی می‌کند نیز با ریختن آن به آب‌های سطحی و یا نفوذ به‌طور مستقیم در آب‌های زیرزمینی، آنها را آلوده می‌سازد.

دوم- مواد زیان‌بخش آلوده‌کننده

آب‌های زیرزمینی

علاوه بر موجودات زنده مانند باکتری‌ها، ویروس‌ها، انگل‌ها و غیره، مواد زیان‌بخش متعددی نیز وجود دارد که باعث آلودگی آب‌های زیرزمینی می‌شود، از آن جمله مواد زیر را می‌توان نام برد:

– گازوئیل، دی‌برومیداتیلین، دی‌کلرید اتیلین و غیره...

– حلال‌های آلی مانند تری‌کلرواتان

و بنزین

– فلزات سنگین مانند کادمیوم، سرب، جیوه، کرم و غیره.

مواد شیمیایی غیر آلی مانند محلول

یا بخار آمونیاک و سیانید

مواد شیمیایی آلی: PCB و PBB

وضعیت بهداشتی آب‌های زیرزمینی

در مورد آب‌های زیرزمین که خیلی سطحی واقع شده است، یعنی در عمق کمی از سطح زمین قرار دارد، به‌ویژه سفره‌هایی که در بالای آن‌ها، قشر خیلی نفوذپذیری واقع شده باشد و یا آب‌هایی که در شکاف‌ها و درزهای سنگ‌های شکسته و خرد شده قرار دارد، مسئله آلودگی نیز صدق می‌کند، به‌ویژه آب‌های موجود در شکاف‌های رشته‌سنگ‌های آهکی که حتی امکان دارد در حدود چندین کیلومتر، جابه‌جاشودولی این جابه‌جایی یا تشکیلات زمین‌شناسی از نظر تصفیه روی آب‌ها، کوچک‌ترین اثری نداشته باشد. اما در شرایطی که آب از لایه‌های متخلخل مانند ماسه نرم، ماسه‌های درشت و امثال این‌ها عبور کند، در نتیجه عبور از منافذ و مجاری بسیار ریز و کوچک، خودبه‌خود، به‌طور طبیعی تصفیه می‌شود.

منابع آلوده‌کننده آب‌های زیرزمینی

آب‌های زیرزمینی نسبت به آلودگی، آسیب‌پذیرند. هنگامی که آب آلوده شود، به سختی کاملاً تمیز می‌شود و وقتی به‌طور جدی و زیاد آلوده است، پاک کردن آن از آلودگی‌ها غیرممکن است. توسعه آلودگی آب‌های زیرزمینی از چند جهت مشکل مهمی را برای مقامات زیست‌محیطی ایجاد کرده است.

اول- منابع آلودگی آب‌های زیرزمینی

گوناگونی و تعداد راه‌های آلوده شدن آب‌های زیرزمینی خیلی زیاد است. منابع آلودگی می‌تواند مربوط باشد به مصرف و یا روشی که مواد آلوده‌کننده به وسیله آن به سیستم زیر سطحی منتقل می‌گردد.

۱. مصرف

– مصرف زیاد مواد آلوده‌کننده و یا آب زیاد در مناطق صنعتی و غیره که باعث آلودگی می‌شود؛

– مصرف مواد شیمیایی در سطح زمین؛ – استخراج بیش از حد یا تخلیه

زیرزمینی به جنس کانی‌ها و سنگ‌ها، سرعت نفوذ آب و مسافت طی‌شده توسط آب بستگی دارد. آب ضمن حرکت آهسته در زیر زمین فرصت زیادی برای حل کانی‌های مسیر خود دارد. به همین جهت، میزان نمک‌های محلول در آب‌های زیرزمینی به‌طور کلی بیشتر از مقدار املاح آب رودهاست. در یک لایه آبدار، هرچه از محل تغذیه به طرف محل تخلیه آن نزدیک شویم شوری آب زیرزمینی بیشتر می‌شود.

مقدار نمک‌های محلول در آب‌های زیرزمینی موجود در سنگ‌های آذرین و دگرگون‌شده معمولاً کم (کمتر از ۱۰۰ و به‌ندرت بیش از ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) است. این‌گونه سنگ‌ها اگر آبدار باشند، غالباً برای آشامیدن و مصارف دیگر کاملاً مطلوبند. آب موجود در سنگ‌های کربناته، معمولاً از نوع آب‌های سخت است، یعنی یون‌های کلسیم و منیزیم بالایی دارد. این‌گونه آب‌ها به‌خوبی با صابون کف نمی‌کنند و رسوباتی را در لوله‌ها و ظرف‌ها ته‌نشین می‌کنند، به همین جهت، استفاده از آن‌ها در صنعت دارای محدودیت‌هایی است. سنگ‌های تبخیری مثل سنگ نمک و سنگ گچ قابلیت انحلال زیادی دارند و از این‌رو آب‌های موجود در این‌گونه سنگ‌ها عموماً نمک‌های زیادی دارند.

لایه‌های آبدار موجود در رسوبات آبرفتی معمولاً حاوی آب شیرین‌اند. دره‌های آبرفتی رودخانه‌ها غالباً آب‌های زیرزمین مطلوبی دارند. اما آب‌های زیرزمینی در حوضه‌های بسته، که محلی برای خروج وجود ندارد، نمک‌های محلول بالایی دارند. در نواحی خشک، مثل مناطق کویری ایران، در برخی نقاط شوری آب چنان بالاست که برای بسیاری از مصارف نامناسب است. در این نواحی تبخیر آب از منطقه تهویه منجر به ته‌نشینی موادی در خاک می‌شود که آن را برای کشاورزی نامناسب می‌کند.

- آفت‌کش‌ها و علف‌کش‌ها از قبیل
dieldrin, aldrin, CBCP و غیره
- کودهای شیمیایی

سوم- منابع ویژه آلودگی بالقوه آب

زیرزمینی

کیفیت با آلودگی آب‌های
زیرزمینی، بستگی به عوامل گوناگونی
دارد، به عبارت دیگر منابع ویژه آلودگی
بالقوه آب‌های زیرزمینی بسیار است که
از آن جمله موارد زیر را می‌توان نام برد:
۱. مخازن یا تانک‌های ذخیره‌ای

زیرزمینی؛

۲. لوله‌کشی زیرزمینی؛

۳. مخازن سطحی؛

۴. مصرف غیرقانونی مواد شیمیایی،
سمی و دفع زیرزمینی فضولات آنها
(به‌صورت مایع یا جامد) از طریق آب‌های
سطحی؛

۵. قیرپاشی برای جاده‌سازی؛

۶. پاشیدن نمک برای از بین بردن
(آب کردن) یخ جاده‌ها یا مصرف آب شور؛
۷. تزریق چاه‌های عمیق؛

۸. اکتشافات و استخراج نفت و گاز؛
۹. برداشت بیش از حد آب‌های

زیرزمینی؛

۱۰. کیفیت نامرغوب طبیعی
آب‌های زیرزمینی؛

۱۱. ریختن یا پاشیدن و نشت کردن مواد؛
۱۲. مخازن یا تانک‌های فاضلاب یا
چاه‌های فاضلاب؛

۱۳. آبیاری با آب فاضلاب؛

۱۴. استخراج فلزات اساسی یا اصلی،
زغال‌سنگ و اورانیوم و سوخت‌های
هسته‌ای؛

۱۵. زباله‌های شهری و صنعتی؛

۱۶. کودهای حیوانی و بقایای علوفه
دامی؛

۱۷. استعمال لجن آلوده در
کشاورزی؛

۱۸. استفاده از سموم دفع آفات،
علف‌کش و کودهای شیمیایی.

آب‌های زیرزمینی در ایران

قسمت اعظم خاک ایران از
نظر جغرافیایی در مناطق خشک و
نیمه‌خشک جهان قرار دارد؛ به‌طوری
که بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در
ایران بسیار رایج است. در روستاها که
محل رویش یا رستنگاه گیاه ذکر شده
است، منابع آب در رشد گیاهان زراعی
و شکل‌گیری اقتصاد کشاورزی نقش
بسیار مهمی دارند، تا حدی که یکی از
مهم‌ترین عوامل متروک شدن بسیاری از
روستاها در نواحی خشک ایران، از میان
رفتن منابع آب آنهاست. شایان ذکر
است که به دلیل کمبود منابع آب در
کشور نه تنها از آب سطحی، بلکه از آب
زیرزمینی هم به‌صورت بی‌رویه استفاده
می‌شود.

قسمتی از آب باران و آب حاصل
از ذوب برف در زمین نفوذ می‌کند که
آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهد.
این آب در ایران به صورت آب چشمه،
قنات، چاه‌های کم‌عمق، نیمه‌عمیق و
عمیق مورد استفاده قرار می‌گیرد. از
نظر زمین‌شناسی مهم‌ترین لایه‌های آبد
در فلات ایران را رسوبات آبرفتی دوره
پلیستوسن تشکیل می‌دهد که ضخامت
آن در بعضی نقاط به ۵۰۰ متر می‌رسد.
بارش کم و محدودیت منابع آب‌های
سطحی و نبودن آن در بسیاری از نقاط
کشور، باعث شده که مردم به‌ویژه
کشاورزان و دامداران برای تأمین آب
مورد نیاز خود از آب‌های زیرزمینی
استفاده کنند. وجود تعداد زیاد قنات‌ها و
چاه‌های کم‌عمق در نقاط مختلف کشور،
نشانه‌های چند هزار ساله بهره‌برداری از
این منابع است.

در دهه‌های گذشته پیدایش وسایل
و تجهیزات مدرن هموطنان ما را بر آن
داشت که به بهره‌برداری از آب زیرزمینی
از طریق چاه‌های کم‌عمق و قنات اکتفا
نکنند و برای تأمین آب آشامیدنی و دیگر
مصارف خود و هم‌چنین گسترش صنایع
و کشاورزی، از ذخایر آب زیرزمینی
عمیق‌تر و سفره‌های آبدار تحت فشار و یا

آرتزین نیز استفاده کنند.

رواج روزافزون تجهیزات مدرن
حفاری باعث شد که هم تعداد چاه‌های
قابل بهره‌برداری به‌طور ناگهانی بالا
برود و هم عمق چاه‌ها به‌منظور استفاده از آب
سفره‌های عمیق‌تر افزایش یابد. استفاده
زیاد و در بسیاری از موارد بدون برنامه و یا
غیرمجاز از این امکانات باعث بهره‌برداری
بیش از حد و در نتیجه پایین‌تر رفتن
سطح آب زیرزمینی در بسیاری از مناطق
گردیده است که باید برای جلوگیری از
آن راه‌حل‌هایی اندیشیده شود.

پی‌نوشت

1. zone of saturation
2. groundwater
3. water table
4. zone of aeration
5. pore space
6. porosity
7. permeability
8. aquiclude
9. aquifer
10. artesian
11. hot spring
12. geysers
13. spouter
14. gusher
15. cavems

منابع

۱. جی. تاربوک ادوارد، ک. لوتگن فردریک،
ترجمه: اخروی، رسول، مبانی زمین‌شناسی،
انتشارات مدرسه، ۱۳۷۲.
۲. کردوانی، پرویز؛ ژئوهیدرولوژی،
انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۴.
۳. کردوانی، پرویز؛ منابع و مسائل آب
ایران، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۹.
۴. کردوانی، پرویز؛ جغرافیای خاک‌ها،
انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲.
۵. کلینسکی، دانیل، ترجمه: پاشائی، عباس،
کویرهای ایران، انتشارات سازمان جغرافیایی
نیروهای مسلح، ۱۳۸۱.
۶. گلن شواب، ک. فریورت. ترجمه: حق‌نیا،
محسن و علیزاده، امین، مهندسی خاک و
آب، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،
۱۳۷۵.
۷. نجفی کانی، علی‌اکبر؛ مقدمه‌ای بر
جغرافیای طبیعی ایران، انتشارات سازمان
جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای
مسلح، ۱۳۸۱.
۸. وزارت آموزش و پرورش، سازمان
پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، زمین‌شناسی
(پایه سوم رشته علوم تجربی)، شرکت چاپ
و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۷۸.

دوره هجدهم
شماره ۳ • بهار ۱۳۹۱

مورث رشد
زین‌شناسی