

آب کره (هیدروسفر)

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- آب کره را شرح دهد.
- ۲- چرخه‌ی آب در طبیعت را توضیح دهد.
- ۳- وضعیت حاکم بر دریاها و اقیانوس‌ها را بیان کند.
- ۴- وضعیت بستر دریاها و اقیانوس‌ها و ذخایر معدنی موجود آن‌ها را تشریح کند.
- ۵- دریاچه‌ها، باتلاق‌ها و مرداب‌ها را شرح دهد.
- ۶- نقش و عملکرد آب‌های جاری را توضیح دهد.
- ۷- یخچال‌های طبیعی را شرح دهد.



آب کره (هیدروسفر^۱)

مقدمه

می‌گردد و سپس ابرها را تشکیل می‌دهد. این ابرها نیز به صورت باران یا برف دوباره به سطح زمین برمی‌گردند. آب حاصل از بارندگی هم در زمین جریان پیدا می‌کند و به صورت جویبارها، رودخانه‌ها و سیلاب‌ها به حرکت درمی‌آید. قسمتی از این آب‌ها در زمین فرو می‌رود و مجدداً به صورت چشمه‌ها یا از طریق چاه‌های آب به سطح زمین راه می‌یابد و بخشی هم به شکل مخازن آب زیرزمینی باقی می‌مانند. آب‌های جاری سطح زمین به دریاچه‌ها، دریاها و سرانجام رودخانه‌ها می‌پیوندند و بار دیگر، آماده‌ی تبخیر و تکرار این چرخه می‌شوند البته باید در نظر داشت مقدار بارندگی و تبخیر در اقیانوس‌ها و دریاها در حدود شش مرتبه بیش‌تر از خشکی‌هاست.

آب در طبیعت به شکل‌های گوناگونی پراکنده شده است. شکل گازی آب همان بخار آب است که هوا آن را در برمی‌گیرد (در مبحث هواکره درباره‌ی آن بحث شد). آب به دو شکل دیگر یعنی به صورت مایع و جامد نیز در طبیعت وجود دارد در حالت مایع آب بخش بزرگی از سطح زمین را پوشانده است. ۳۶۱ میلیون کیلومتر مربع از وسعت زمین را اقیانوس‌ها و دریاها فراگرفته است. در مقایسه با ۱۴۹ میلیون کیلومتر مربع سطح خشکی‌ها ملاحظه می‌شود که حدود $70/78$ درصد یعنی $\frac{3}{4}$ سطح کره‌ی زمین را آب پوشانده است. آب موجود در اقیانوس‌ها و دریاهای آزاد ۹۷ درصد «حجم آب کره» را تشکیل می‌دهد و بقیه‌ی آن در داخل خشکی‌ها قرار دارد.

دریاها و اقیانوس‌ها

دریاها و اقیانوس‌ها از نظر زمین‌شناسی از عوامل اصلی مؤثر در تعدیل آب و هوا و تغییر شکل سطح زمین به شمار می‌آیند. دریاها و اقیانوس‌ها قسمت‌های فرورفته‌ی سطح زمین

چرخه‌ی آب در طبیعت

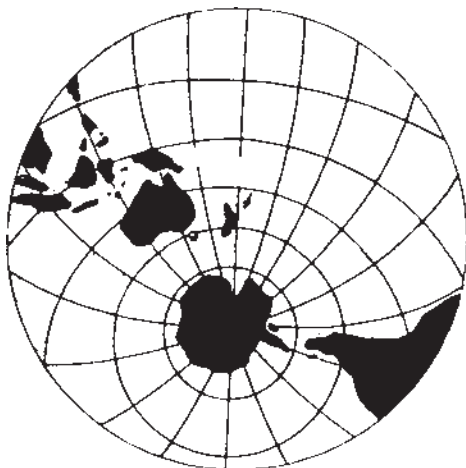
مقداری از آب که در سطح زمین وجود دارد در اثر تابش نور خورشید تبخیر می‌شود و به صورت بخار به اتمسفر زمین راه پیدا می‌کند. بخاری که به این ترتیب وارد هوا کره می‌شود، متراکم



شکل ۱-۴. چرخه‌ی آب در طبیعت

اقیانوس‌ها می‌توان قائل شد آن است که اقیانوس‌ها پهنه‌های وسیع و عمیقی از آب هستند که به طور متوسط عمق آن‌ها به ۳۸۰۰ متر می‌رسد در حالی که دریاها از وسعت و عمق کمتری برخوردارند و از طریق خشکی‌های اطراف خود محصور شده‌اند.

هستند که آب آن‌ها را پرکرده است و کف آن‌ها مانند سطح خشکی‌ها، فرورفتگی‌ها و برآمدگی‌های فراوانی دارد. در نیمکره‌ی آبی که در نیمکره‌ی جنوبی زمین قرار دارد ۸۰ درصد مساحت آن را آب فراگرفته است، در حالی که در نیمکره‌ی خشکی بخش اعظم آن را خشکی‌ها تشکیل می‌دهند تفاوتی که بین دریاها و



ب - مرکز نیمکره‌ی خشکی اروپای مرکزی است



الف - مرکز نیمکره‌ی آبی

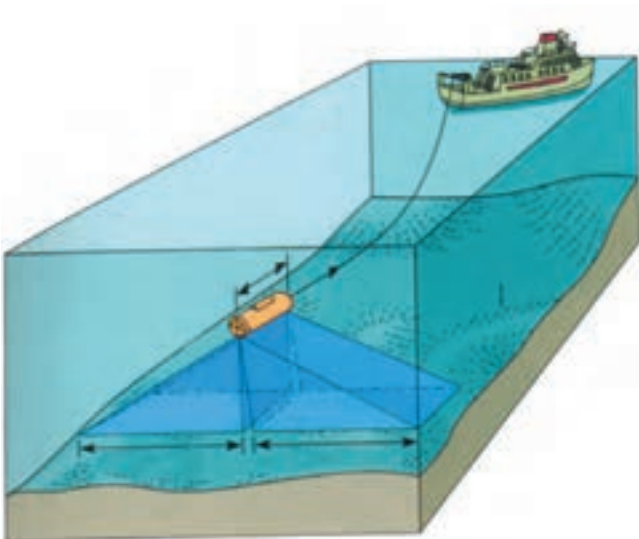
شکل ۲-۴

بیش‌تر از ۴۰ گرم در لیتر می‌رسد؛ بنابراین، مقدار نمک محلول در آب اقیانوس‌ها را که برحسب گرم بر کیلوگرم آب بیان می‌شود «درجه‌ی شوری آب» می‌گویند. علاوه بر کلرید سدیم (نمک طعام) که ۷۷/۷ درصد املاح موجود در آب دریا را تشکیل می‌دهد ترکیبات دیگری نیز مانند کلرید منیزیم، سولفات منیزیم، سولفات کلسیم، سولفات پتاسیم و کربنات کلسیم، هم‌چنین بسیاری از عناصر دیگر مانند آهن، سیلیسیم، اورانیوم، طلا و نقره در آب دریا وجود دارد. البته مقدار آن‌ها بسیار کم است و فقط با تجزیه‌ی بسیار دقیق می‌توان به وجود آن‌ها پی برد.

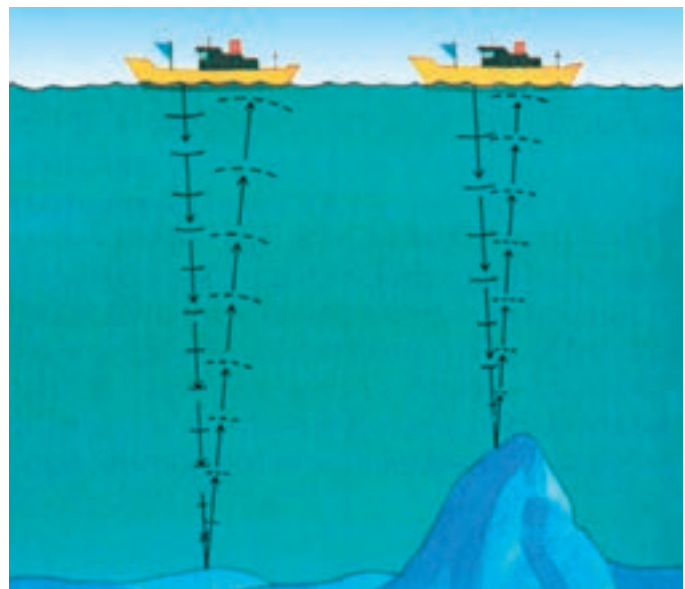
ترکیب آب دریاها و اقیانوس‌ها: اولین موضوعی که توجه انسان را به آب دریاها و اقیانوس‌ها جلب می‌کند مزه‌ی شوری آن‌ها در مقایسه با آب شیرین چشمه‌ها و رودخانه‌هاست. هرگاه یک لیتر از آب دریا بخار شود به طور متوسط ۳۴/۵ گرم نمک از آن باقی می‌ماند. این مقدار البته در نقاط مختلف یکسان نیست، برای مثال در نواحی پر باران یا در مناطق قطبی که ذوب شدن یخ‌ها باعث کم شدن غلظت آب دریا می‌شود شوری آب کم‌تر است، اما در مناطق گرم و خشک به علت کمبود بارندگی و تبخیر زیاد آب دریا، مقدار شوری آب زیادتر می‌شود. برای نمونه، در خلیج فارس مقدار نمک موجود در آب در بعضی از نقاط به

گازهای موجود در آب دریاها و اقیانوس‌ها: تمام گازهای موجود در هوا کره، در آب دریاها و اقیانوس‌ها نیز یافت می‌شود که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از نیتروژن، اکسیژن و دی‌اکسیدکربن که دو گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن برای زندگی موجودات دریایی بسیار مهم است. توانایی آب در نگهداری یون‌های کربنات^{۲-} (CO_۳) و بی‌کربنات⁻ (HCO_۳) که از واکنش بین گاز CO_۲ با آب دریا تولید می‌شوند، درخور توجه است؛ از این رو اقیانوس‌ها نسبت به اتمسفر، مقدار بیش‌تری دی‌اکسیدکربن و اکسیژن دارند. دانشمندان همچنین تخمین زده‌اند که مقدار تبادلات گازها بین اقیانوس‌ها و هوا کره بیش‌تر از مبادله‌ی گازها بین اتمسفر و جانوران و گیاهان است. در اعماق بعضی از دریاها به جای اکسیژن، تراکمی از گازهای هیدروژن سولفور مشاهده می‌شود؛ برای مثال، در عمق ۱۵۰ متری دریای سیاه تقریباً اکسیژنی وجود ندارد و به جای آن سولفید هیدروژن موجود است که سبب تراکم این گاز و مواد اُرگانیکی، رسوبات موجود به رنگ سیاه مشاهده می‌گردد. درجه‌ی حرارت آب دریا: بر اثر تابش نور خورشید آب دریاها گرم می‌شود و بیش‌تر گرمای آن در نزدیکی سطح آب است. در نواحی استوایی این دما تا حدود +۳۲ درجه‌ی سانتی‌گراد، و در نواحی قطبی حدود -۳ درجه‌ی سانتی‌گراد است. در عمق بیش‌تر از ۵۰۰ متر دمای آب ثابت و معادل ۴ درجه‌ی سانتی‌گراد است.

مطالعه‌ی بستر دریاها و اقیانوس‌ها: بستر دریاها و اقیانوس‌ها نیز همانند سطح زمین دارای پستی و بلندی‌های فراوانی بوده از کوه‌ها، دره‌ها، پهنه‌های وسیع و مسطحی تشکیل شده که روی آن‌ها را آب فراگرفته است. امروزه اقیانوس‌شناسانی که مشغول مطالعه‌ی عوارض بستر اقیانوس‌ها هستند نقشه‌ی کامل این مناطق را تهیه کرده‌اند.



ب - نقشه برداری عوارض کف دریاها و اقیانوس‌ها



شکل ۳-۴- الف - اندازه‌گیری و ثبت آب عمق اقیانوس‌ها

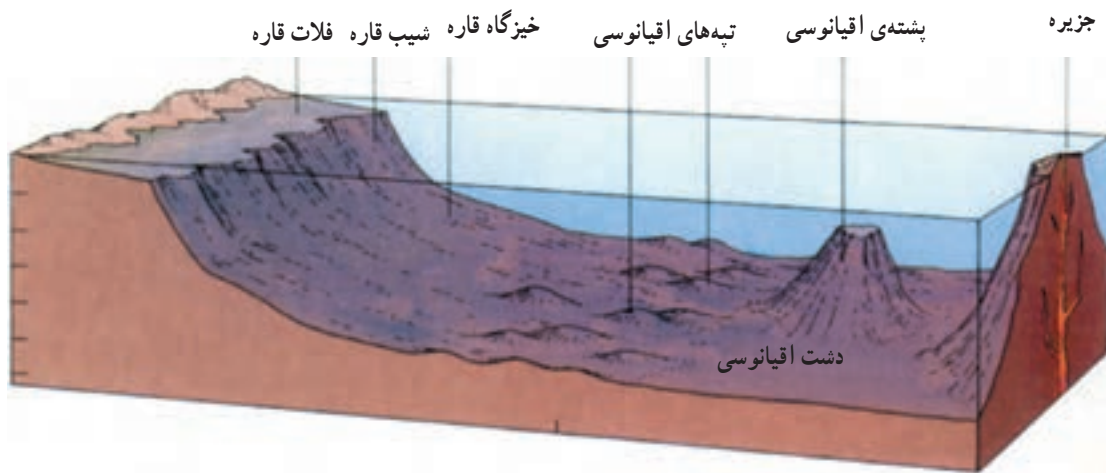
از لحاظ شکل شناسی کرانه‌ها و اعماق اقیانوس‌ها مناطق مختلفی وجود دارند که مهم‌ترین آن‌ها در این جا شرح داده می‌شود.

۱- فلات قاره (سکوی قاره‌ای): فلات قاره سطحی است که با شیب ملایم در آب فرو رفته از کنار آب تا حوضه‌ی عمیق‌تری تا حداکثر ۲۰۰ متر را شامل می‌شود. میزان این شیب کم‌تر از یک دهم درجه است از این رو، افقی به نظر می‌رسد. عرض فلات قاره بسیار متفاوت و میانگین آن حدود ۸۰ کیلومتر است، اما گاه این امکان وجود دارد که تا بیش از ۱۵۰۰ کیلومتر در دریا پیش رفته باشد. سکوی قاره‌ای از نظر زمین‌شناسی جزء قاره‌ها به شمار می‌رود.

۲- شیب قاره: در انتهای فلات قاره، شیب قاره قرار دارد که از شیب و عمق بیش‌تری برخوردار است. عمق منطقه‌ی شیب قاره‌ای بین ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر است. شیب قاره حد دقیق حاشیه‌ی قاره را مشخص می‌کند.

۳- خیزگاه قاره: خیزگاه قاره، محدوده‌ی اتصال بین شیب قاره‌ای و حوضه‌ی عمیق اقیانوس است که حجم ضخیمی از رسوبات را دربر می‌گیرد.

۴- دشت عمیق اقیانوسی: پهنه‌ی نسبتاً مسطح کف اقیانوس را «دشت عمیق اقیانوسی» گویند.



شکل ۴-۴- توپوگرافی بستر دریاها و اقیانوس‌ها

۵- پشته‌های اقیانوسی: برآمدگی کف اقیانوس که از رشته کوه‌های زیردریایی تشکیل شده و هزاران کیلومتر طول آن‌هاست پشته‌های اقیانوسی نام دارد.

۷- کوه‌های زیردریایی: در زیر دریاها و اقیانوس‌ها کوه‌های زیردریایی مربوط به پشته‌های اقیانوسی وجود دارد که اغلب مخروطی شکل هستند و بر اثر فعالیت‌های آتش‌فشانی زیردریایی تشکیل شده‌اند. برخی از آتش‌فشان‌های زیردریایی گاهی بر اثر فوران خود موجب می‌شوند جزایر آتش‌فشانی متعدد سر از آب بیرون آورند؛ برای نمونه، آتش‌فشان «سارتسی» که در چهاردهم نوامبر ۱۹۶۳ در جنوب غربی ایسلند شروع به فوران

۶- درازگودال‌های ژرف اقیانوسی: شیارهای طویل و نسبتاً باریک، نمایانگر عمیق‌ترین مناطق اقیانوس هستند و از عوارض مهم زمین‌شناسی به شمار می‌روند، زیرا از آن‌جا صفحات پوسته به داخل گوشته‌ی زمین، فرو رفته از میان می‌روند.

۱- Shelf Continental
۴- Deep Ocean trenches

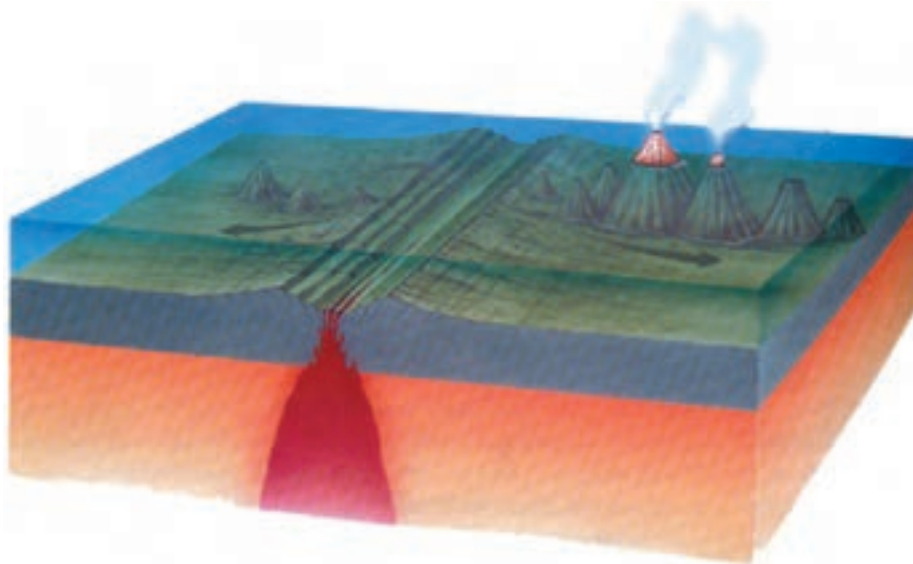
۲- Continental Slope
۵- Sea Mounts

۳- Continental Rise
۶- Surtdey

کرد و دو سال بعد جزیره‌ای به مساحت حدود ۱/۵ کیلومتر مربع و به ارتفاع ۱۵۰ متر در محل آن به وجود آورد.



شکل ۴-۵ - آتشفشان سارتسی که در چهاردهم نوامبر ۱۹۶۳ در جنوب غربی ایسلند شروع به فوران کرد و دو سال بعد به جزیره‌ای به مساحت یک مایل مربع و ارتفاع ۵۰۰ پا به پوششی گیاهی تبدیل شد.



شکل ۴-۶ - آتشفشان زیردریایی

ذخایر و منابع زیرزمینی بستر دریاها و اقیانوس‌ها: امروزه با توجه به دانش بشر در زمینه‌ی فن‌آوری‌های جدید و پیش‌رفته، و از طریق ماهواره‌ها و نظایر آن، ذخایر عظیمی از کانسارهای مختلف و منابع نفت و گاز در بستر دریاها و اقیانوس‌ها شناسایی شده‌اند. به سبب مشکلات استخراج، از منابع معدنی فلزاتی نظیر قلع، منگنز، کبالت و نیکل در زیر دریاها تاکنون

بهره‌برداری چندانی صورت نگرفته اما برای استخراج نفت و گاز، به ویژه در مناطق فلات قاره و تا عمق ۲۰۰ متری، فعالیت‌های بسیاری انجام شده است و از طریق حفاری‌ها و لوله‌کشی، نفت و گاز به سطح زمین هدایت می‌شود. گستردگی این عملیات به گونه‌ای است که امروزه در حدود ۲۰ درصد نفت خام جهان از چاه‌های حفر شده در زیر اقیانوس‌ها و دریاها به دست می‌آید.



شکل ۷-۴- یک سکوی چاه نفت دریایی

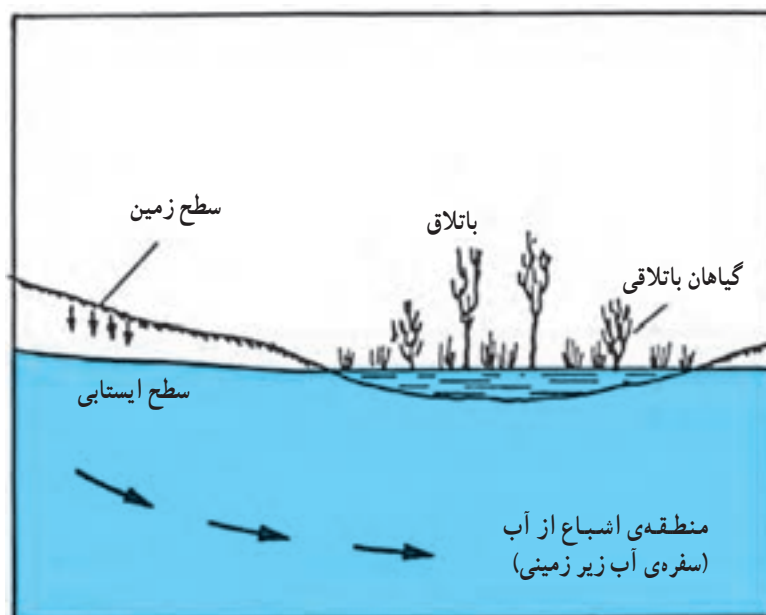
دریاچه‌ها

دریاچه‌ها حجم بزرگی از آب‌های سطح زمین هستند که درون گودال‌ها و فرورفتگی‌های درون خشکی‌ها را پر کرده‌اند و به راه‌های آزاد هم راه ندارند. آب بسیاری از دریاچه‌ها از طریق بارندگی یا جریان آب رودخانه‌ها تأمین می‌شود، اما برخی از دریاچه‌ها نیز در واقع دریاچه‌های قدیمی خشک شده‌ای هستند که امروزه قسمتی از آن‌ها باقی مانده و بیش‌تر آب آن‌ها تبخیر شده است. بقای دریاچه تا زمانی ادامه می‌یابد که میزان آب‌های ورودی به آن‌ها از طریق رودخانه‌ها، بارندگی و آب‌های زیرزمینی به اندازه‌ای باشد که تبخیر و خروج آب از رودخانه را جبران کند. دریاچه‌ها برخلاف دریاها و اقیانوس‌ها از نظر زمین‌شناسی از پدیده‌های موقتی محسوب می‌شوند، چون به تدریج آب خود را از دست داده خشک می‌شوند. دریاچه‌ها با وسعتی معادل ۲/۵ میلیون کیلومتر مربع در حدود ۱/۸ درصد سطح زمین را تشکیل می‌دهند و نقش مهمی در معتدل کردن آب و هوا ایفا می‌کنند.

باتلاق‌ها

خاک باشد امکان پذیر است. در محل‌هایی که سطح ایستابی در سطح زمین یا خیلی نزدیک به آن، باشد پیدایش باتلاق فراهم می‌شود.

باتلاق‌ها بخش‌های کم عمق و بسیار مرطوب زمین هستند که به وسیله گیاهان در حال فساد و تجزیه پر شده‌اند. تشکیل باتلاق‌ها در تمام نقاطی که زمینه‌ی مرطوب شدن بیش از حد

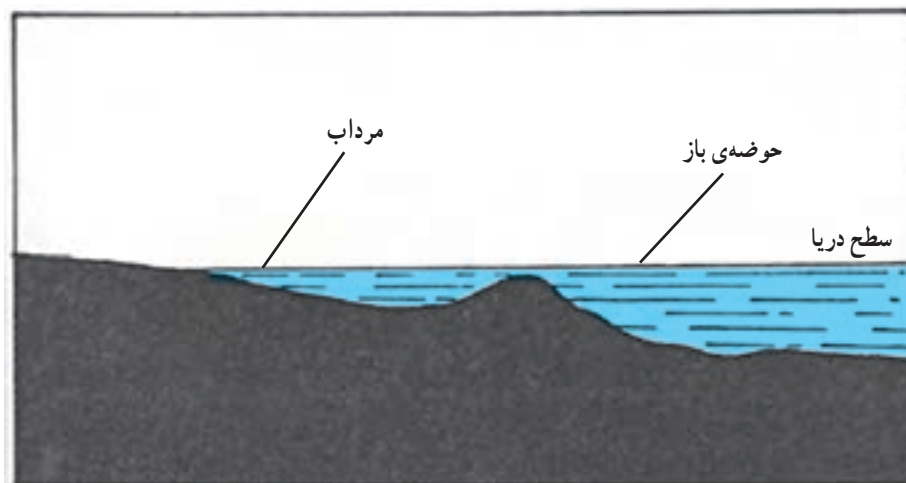


شکل ۸-۴- باتلاق

مرداب‌ها

دریای اصلی جدا شده‌اند. اغلب مرداب‌ها تقریباً به موازات ساحل امتداد دارند و آب آن‌ها ممکن است ساکن باشد. آب مرداب‌ها از طریق مد آب دریا یا رودخانه‌های اطراف تأمین می‌شود.

توده‌های کم عمقی از آب دریا هستند که بنا به عللی همچون تشکیل زبانه‌های ماسه‌ای طویل از طریق یک سد زیر آبی از



شکل ۹-۴- مرداب

آب‌های جاری

حوضه‌ی آبریز: حوضه‌ی آبریز، منطقه‌ای است که از طریق یک رودخانه و تمام شعبات گوناگون آن، اعم از آبراهه، جویبار و رودهای کوچک، به صورت یک مجموعه زه‌کشی می‌شود؛ یعنی آب‌های حاصل از بارندگی آن تخلیه می‌گردد. حوضه‌ی آبریز معمولاً به شکل تنه‌ی درخت و شاخه‌های آن است.



شکل ۱۰-۴- حوضه‌ی آبریز

خط تقسیم: به خطی فرضی که دو حوضه‌ی آبریز مجاور را از یک‌دیگر جدا می‌کند «خط تقسیم» می‌گویند. در شکل خط تقسیم آب به صورت خط چین نمایش داده شده است.

سیلاب: سیلاب‌ها آب‌های روانی هستند که بر اثر بارندگی شدید یا ذوب یخ‌ها و برف‌ها از ارتفاعات بر روی دامنه‌های پرشیب سرازیر می‌شوند، زیرا امکان فرورفتن یا تبخیر آب در آن‌ها وجود ندارد. سیلاب‌ها به سمت نواحی کم ارتفاع و پست حرکت کرده تمام مجرای را که در آن روان است معمولاً پر می‌کند و سرعت و مقدار آب آن در مراحل اولیه زیاد است؛ از این رو، با قدرت تخریبی بالا قطعات بزرگ سنگ را از جا کنده هرچه در مسیر آن باشد با خود می‌غلطاند و حمل می‌کند. سیلاب و طغیان رودخانه‌ها

آب‌های جاری بیش‌ترین تأثیر را بر زندگی انسان دارد، زیرا از ابتدای پیدایش تمدن بشر، موجب پیشرفت و رفاه مردم شده است. تمدن‌های باستانی، اغلب در کنار رودخانه‌های بزرگ شکل پیدا کرده است. انسان برای بسیاری از مقاصد خود مانند کشتی‌رانی، آبیاری مزارع، ماهی‌گیری، تأمین آب مصرفی و تهیه‌ی انرژی به آب‌های جاری نیازمند است. عاملی که سبب جریان آب در طبیعت می‌شود نیروی جاذبه‌ی زمین و اختلاف ارتفاع نقاط مختلف آن است. به همین سبب، آب‌های جاری ابتدا از آبراهه‌های کوچک سرازیر می‌شوند و پس از پیوستن به یک‌دیگر به تدریج جویبارها و رودها را تشکیل می‌دهند.

رواناب سطحی: پس از بارندگی قسمتی از آب باران در زمین فرو می‌رود، اما بخشی از آن در سطح زمین - از سمت نقاط مرتفع‌تر به طرف نقاط پست‌تر - جریان می‌یابد که به آن «رواناب سطحی» می‌گویند. هر چه شیب زمین بیش‌تر باشد رواناب بیش‌تری در زمین جاری می‌شود، زیرا امکان نفوذ آب باران به داخل زمین فراهم نمی‌آید، اما برعکس هرگاه شیب زمین اندک باشد یا خاک، تراکم کم‌تری داشته باشد، هم‌چنین در زمین سنی که آب بیش‌تری در آن فرو می‌رود رواناب کم‌تری تشکیل می‌گردد. بارش باران روی زمین‌های سفت و سطوح نفوذناپذیر، مانند سطح شهرها، موجب جاری شدن رواناب زیادتری می‌شود. رواناب سطحی موجب پیدایش جویبارها، رودخانه‌ها و سیلاب‌ها می‌شود و عامل مهمی در فرسایش سطح زمین به شمار می‌آید.



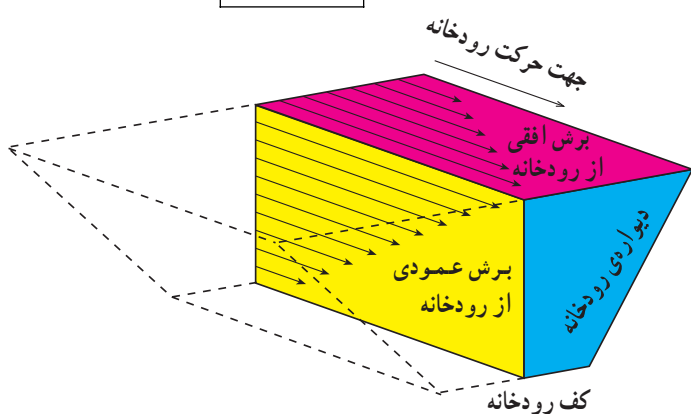
شکل ۱۱-۴- سیلاب

V_m سرعت متوسط

$$V_m = K \cdot V$$

$$K = 0.8$$

$$V_m = 0.8V$$



مقطع جریان آب رودخانه (فلش‌ها جهت و سرعت جریان آب را نشان می‌دهند).

شکل ۱۳-۴- جریان آب رودخانه

$$V = \frac{d}{t}$$

اندازه‌گیری سطح مقطع متوسط رودخانه: برای

اندازه‌گیری سطح مقطع متوسط رودخانه ابتدا لازم است که عرض رودخانه را در امتداد مشخصی عمود بر جریان آب اندازه بگیریم؛ سپس آن را در عمق متوسط رودخانه ضرب کنیم.

عمق متوسط به این ترتیب به دست می‌آید که به وسیله‌ی یک میله‌ی مدرج، میانگین عمق چند نقطه از امتداد عرض

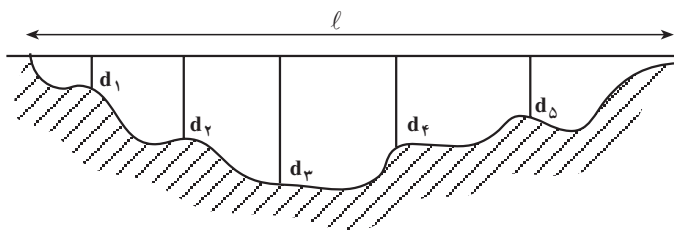
$$d_m = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5}{5}$$

رودخانه را نیز تعیین کنیم؛ هر چه تعداد اندازه‌گیری‌ها بیشتر باشد عمق متوسط

دقیق‌تر به دست می‌آید:

عرض رودخانه \times عمق متوسط = سطح مقطع متوسط

$$S_m = d_m \times L$$



شکل ۱۴-۴

در بسیاری مواقع باعث تلفات جانی و خسارات مالی فراوان می‌شود. سیلاب‌ها هرگاه به جریان رودها می‌پیوندند باعث می‌شوند که رودخانه بسیار پر آب شود و از بستر خود خارج گردد و در نتیجه، آب زمین‌های اطراف را در بر بگیرد. این حالت را «طغیان آب رودخانه» می‌گویند.

رودخانه‌ها

سرعت جریان رودخانه‌ها: آب‌های روان به هم پیوسته‌ای

که سرانجام در داخل رودخانه‌ها جریان پیدا می‌کنند تحت تأثیر نیروی جاذبه و شیب مسیر به طرف دریاها رهسپار می‌شوند. مدت زمانی که طول می‌کشد تا آب رودخانه به دریا برسد به سرعت رود بستگی دارد. سرعت آب رودخانه‌ها با یک‌دیگر متفاوت است و در بعضی از آن‌ها بیش‌تر یا کم‌تر است. سرعت آب رودخانه در ایستگاه‌هایی که در آن مقیاس اندازه‌گیری نصب شده سنجیده می‌شود و پس از چند اندازه‌گیری در طول رودخانه میانگین آن را محاسبه می‌کنند. سرعت آب در سطح وسط آب بیش‌تر و در کف و دیواره‌ها به علت اصطکاک کم‌تر است.

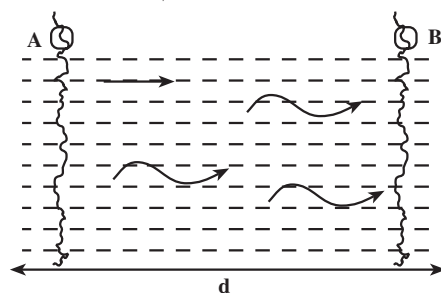
اندازه‌گیری سرعت جریان آب رودخانه: سرعت آب،

یعنی فاصله‌ای که هر ذره‌ی آب در واحد زمان طی می‌کند، در کف و دیواره‌ی اطراف رودخانه کم‌تر است؛ به همین دلیل، سرعت متوسط آب رودخانه را با محاسبات خاص منظور می‌کنند. برای این کار، در نقطه‌ای مانند A یک جسم شناور را درون آب می‌اندازند و با کرونومتر زمان (t) رسیدن آن را به نقطه‌ی B با فاصله‌ی معین d از نقطه‌ی A اندازه می‌گیرند. در این جا سرعت سطحی آب را می‌توان با استفاده از فرمول حرکت یک‌نواخت محاسبه کرد. $d = V \cdot t$

d: فاصله‌ی معین در مسیر رودخانه.

V: سرعت سطحی آب.

t: زمان رسیدن جسم شناور از A به B.



شکل ۱۲-۴

مناطق سرد و یخ‌بندان که میزان ریزش برف در آن‌ها بیش‌تر از مقدار ذوب و تبخیر آن است به وجود می‌آیند. در این مناطق ضخامت برف گاهی به صدها متر می‌رسد. انباشته شدن و تراکم تدریجی برف‌ها، هم‌چنین نفوذ آب حاصل از ذوب برف‌های سطحی به داخل برف‌های زیرین موجب می‌شود که پس از مدتی برف فشرده و یخ‌مانندی به نام «یخ برف» تشکیل شود. یخ برف به مقدار زیاد بر روی دامنه‌ی کوه‌ها و دره‌ها مجتمع و متراکم می‌شود و به‌طور دایم و به آهستگی به طرف پایین می‌لغزد. دانه‌های کوچک یخ به نوبه‌ی خود به یک‌دیگر می‌چسبند و تشکیل دانه‌های بزرگ‌تر می‌دهند. یخچال‌ها در حدود ۱۰ درصد سطح خشکی‌های زمین یعنی ۱۶ میلیون کیلومتر مربع هستند و بزرگ‌ترین ذخیره‌ی آب شیرین به‌شمار می‌آیند. یخچال‌ها در واقع، بخش جامد آب‌کره‌ی زمین هستند و ضخامت یخ آن‌ها در بعضی نقاط، مانند قطب جنوب، به بیش از ۳۰۰۰ متر می‌رسد.

آب‌گذری یا دبی رودخانه: آب‌گذری یا دبی رودخانه عبارت است از مقدار آبی که در واحد زمان از نقطه‌ی مشخصی عبور می‌کند و مقدار آن در طول سال نیز متفاوت است.

آب‌گذری رودخانه از حاصل ضرب سطح مقطع متوسط در سرعت آب محاسبه می‌شود.

$$Q = S_m \times V_m$$

مثال: هرگاه عرض رودخانه‌ای ۱۲ متر، عمق متوسط ۵ متر و سرعت آب در آن ۳۰ متر در ثانیه باشد، دبی آب چند مترمکعب در ثانیه است:

$$V_m = V \times K = 30 \times 0.8 = 24 \text{ متر}$$

$$S_m = 12 \times 5 = 60$$

$$Q = V_m \times S_m = 24 \times 60 = 1440 \text{ مترمکعب در ثانیه}$$

یخچال‌های طبیعی

این یخچال‌ها توده‌های عظیمی از برف و یخ هستند که در



شکل ۱۵-۴- تصویری از یک یخچال طبیعی

خودآزمایی

- ۱- چرخه‌ی آب در طبیعت را شرح دهید. در صورت نبودن کدام عامل خارجی در کره‌ی زمین، این گردش آب صورت نمی‌گیرد؟
- ۲- نیمکره‌های آبی و خشکی را با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۳- املاح مهم آب دریا را نام ببرید و توضیح دهید که چرا عناصر گران‌بها و باارزشی همچون اورانیوم، طلا و نقره که در آب دریاها و اقیانوس‌ها وجود دارند، استخراج نمی‌شوند؟
- ۴- به چه دلیل می‌گویند که در آب دریاها و اقیانوس‌ها نسبت به اتمسفر زمین مقدار بیش‌تری دی‌اکسید کربن و اکسیژن وجود دارد؟ آیا در اعماق دریای سیاه نیز این وضعیت وجود دارد؟
- ۵- با رسم شکل، عوارض مختلف در بستر اقیانوس‌ها را نشان دهید.
- ۶- ذخایر معدنی و نفتی موجود در بستر دریاها تاکنون چگونه و به چه میزان بهره‌برداری شده‌اند؟
- ۷- دریاچه با دریا چه تفاوت‌های عمده‌ای دارد؟
- ۸- برای تشکیل باتلاق و مرداب چه وضعیتی باید فراهم باشد؟ با رسم شکل توضیح دهید.
- ۹- چه عواملی باعث می‌شوند میزان رواناب سطحی کم‌تر یا زیادتر شود؟
- ۱۰- جریان سیلاب با جریان آب رودخانه چه تفاوت‌هایی دارد؟
- ۱۱- برای این که دبی آب رودخانه‌ای را اندازه‌گیری کنیم چگونه باید عمل کرد؟
- ۱۲- برای تشکیل یخچال‌های طبیعی چه وضعیتی باید فراهم باشد؟ این وضعیت در چه مناطقی فراهم است؟

آب‌های زیرزمینی

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- آب‌های زیرزمینی را شرح دهد.
- ۲- منشأ آب‌های زیرزمینی را بیان کند.
- ۳- چگونگی تجمع آب در زیرزمین را شرح دهد.
- ۴- نفوذپذیری سنگ‌ها را بیان کند.
- ۵- تخلخل سنگ‌ها و خاک‌ها را محاسبه نماید.
- ۶- سطح ایستابی را توضیح دهد.
- ۷- مخازن آب‌های زیرزمینی و انواع سفره‌های آبدار را شرح دهد.
- ۸- حرکت آب‌های زیرزمینی را تشریح نماید.
- ۹- روش‌های بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی و نحوه‌ی راه‌یابی مجدد این آب‌ها به سطح زمین را بازگو

کند.



آب‌های زیرزمینی

مقدمه

آن قدر در داخل زمین فرو می‌روند تا به یک لایه‌ی نفوذناپذیر برسند و پس از پر کردن تمام فضاهای خالی اطراف خود در آنجا جمع شوند. گاهی نیز ممکن است آب‌های فرورو در غارهای آهکی زیرزمین جمع شوند.

نفوذپذیری سنگ‌ها^۱

اصولاً وجود منابع آب‌های زیرزمینی در یک ناحیه به نفوذپذیری زمین‌های آن ناحیه بستگی دارد. زمین‌های شنی و آبرفتی بسیار نفوذپذیر هستند و آب به راحتی از آن‌ها عبور می‌کند، اما زمین‌هایی که از سنگ‌های متراکم آذرین، رسوبی و دگرگونی تشکیل شده باشند نفوذناپذیر هستند.

«نفوذپذیری» عبارت است از توانایی سنگ در انتقال آب یا مایعات دیگر که به تخلخل^۲ سنگ و بزرگی فضاهای بین ذرات آن بستگی دارد.

«تخلخل» نیز عبارت است از درصد فضای خالی سنگ نسبت به کل حجم آن از لحاظ نحوه‌ی تشکیل تخلخل در سنگ، آن را به دو نوع «تخلخل اولیه» و «تخلخل ثانویه» تقسیم می‌کنند. تخلخل اولیه به طور هم زمان با تشکیل سنگ در آن به وجود می‌آید؛ مانند تخلخل سنگ پا. اما تخلخل ثانویه شامل درزها، شکاف‌ها و شکستگی‌هایی است که پس از تشکیل سنگ در آن پدیدار می‌شود. اگر در سنگی که تخلخل زیاد دارد منافذ سنگ به هم راه نداشته باشند چنین سنگی نفوذناپذیر خواهد بود؛ مانند رس‌ها که دارای تخلخلی در حدود ۵۰ درصد هستند. رس‌ها به علت ساختمان خاص خود که از فلس‌های بسیار ریز کانی‌های رسی تشکیل شده تقریباً نفوذناپذیر بوده، اما رسوبات شن و ماسه‌ای به دلیل تخلخل کم‌تر بسیار نفوذپذیر هستند.

محاسبه‌ی تخلخل سنگ‌ها و خاک‌ها

همانگونه که بیان شد تخلخل عبارت است از حجم فضای

هنگامی که باران می‌بارد مقدار بسیاری از آن به داخل زمین فرو می‌رود که پس از جمع شدن در یک محل، منبع اصلی آب‌های زیرزمینی را تشکیل می‌دهد. آب‌های زیرزمینی بزرگ‌ترین منبع آب‌های شیرین بشر است و از این نظر اهمیت فراوانی دارد. امروزه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی برای مصارف مختلف کشاورزی، صنعت و آشامیدن در سطح گسترده‌ای از جهان توسعه یافته است. استفاده از آب‌های زیرزمینی به روش حفر قنات از ابداعات ایرانیان باستان است که در عصر خود از شاه‌کارهای مهندسی جهان به شمار می‌رفته است، زیرا آن‌ها با حفر قنات و انتقال آب به سطح زمین، مناطق خشک را به شهرها و روستاهای آباد تبدیل نمودند.

منشأ آب‌های زیرزمینی

بارش برف و باران منشأ اصلی آب‌های زیرزمینی است که مقدار نفوذ آن‌ها به داخل زمین به عوامل مختلفی از جمله شیب، جنس زمین، وجود پوشش گیاهی و نظایر آن بستگی دارد. بخش دیگری از آب‌های زیرزمینی منشأ داخلی دارند؛ برای مثال، در نواحی آتش‌فشانی، آب‌های زیرزمینی از سرد شدن بخار آب ماگما پدید می‌آیند. این آب‌ها غالباً حاوی مقدار زیادی املاح و مواد معدنی هستند. گاهی نیز آب دریا هم‌زمان با عمل رسوب‌گذاری در منافذ و لابه‌لای مواد رسوبی محبوس می‌شود. این قبیل آب‌های شور در بسیاری از منابع نفتی و همراه آن یافت می‌شوند. آب‌هایی که منشأ آن‌ها از داخل زمین است، چون وارد چرخه‌ی آب در طبیعت نشده‌اند، از کیفیت خوبی برخوردار نیستند.

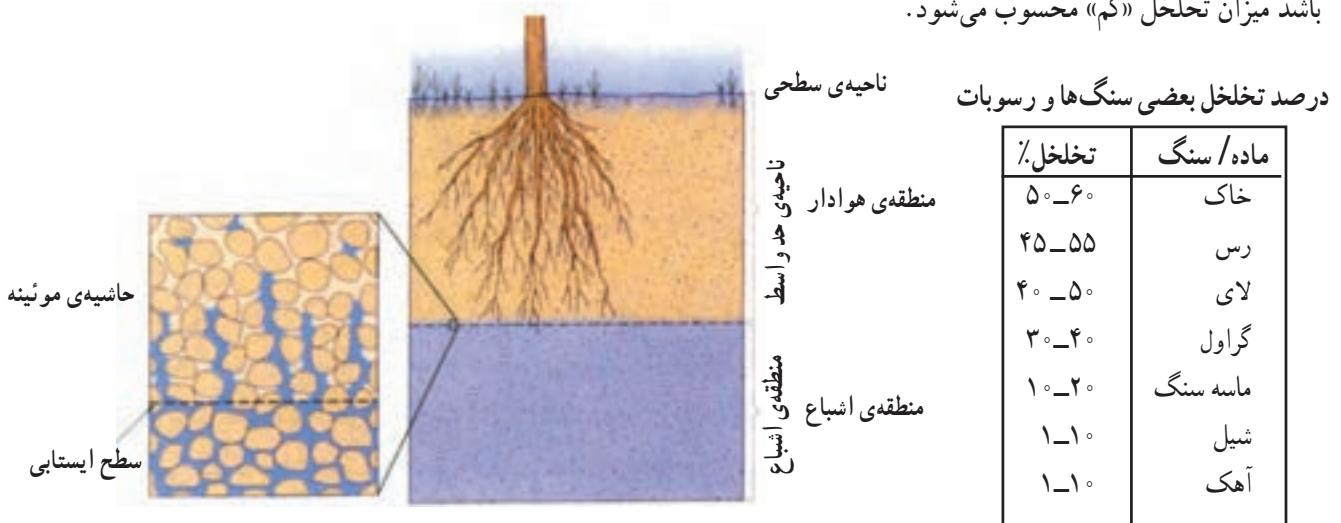
چگونگی تجمع آب در زیرزمین

آب‌های سطحی بر اثر نیروی ثقل به داخل زمین نفوذ می‌کنند و فضای بین خلل و فرج سنگ‌ها را پر می‌کنند. این خلل و فرج، اغلب کوچک و در ارتباط با هم هستند. این آب‌ها

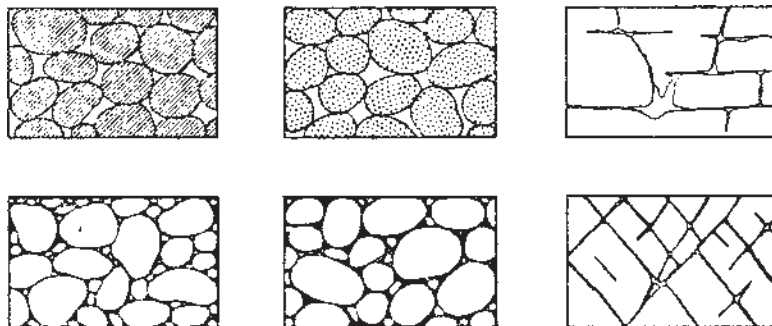
سطح ایستابی^۱

سطحی را که آب در زیر زمین در امتداد آن می‌ایستد («سطح ایستابی») می‌گویند. در زیر این سطح تمام فضاها موجود در سنگ که به هم راه داشته باشند پر از آب است و به همین علت آن را منطقه‌ی اشباع^۲ می‌نامند؛ یعنی، از آب سیر شده است. همین منطقه است که منابع آب‌های زیرزمینی را در هر ناحیه تشکیل می‌دهد. بالای سطح ایستابی که تا سطح زمین امتداد پیدا می‌کند منطقه‌ی غیر اشباع یا منطقه‌ی هوادار^۳ نام دارد و خلل و فرج آن با هوا پر شده است.

خالی سنگ و خاک یا آبرفت به حجم کلی آن. اگر حجم فضای خالی را که با آب پر می‌شود V_w و حجم کل را با V نمایش دهیم می‌توان تخلخل کل را با رابطه‌ی: $P = \frac{V_w}{V} \times 100$ نشان داد. تخلخل را با درصد بیان می‌کنند. اگر در یک متر مکعب ماسه 3° متر مکعب آب در میان ذرات آن جای گیرد می‌گویند درجه‌ی تخلخل آن 3° درصد است، یعنی $3/100$ از حجم ماسه را فضای خالی اشغال می‌کند. میزان تخلخل در سنگ‌ها و رسوبات مختلف متفاوت است و از نزدیک صفر تا بیش از 5° درصد تغییر می‌کند. هرگاه تخلخل بیش‌تر از 2° درصد باشد میزان تخلخل «زیاد»، اگر بین 5° تا 2° درصد باشد «متوسط» و چنان‌چه کم‌تر از 5° درصد باشد میزان تخلخل «کم» محسوب می‌شود.



شکل ۲-۵- مناطق اشباع و غیر اشباع



شکل ۱-۵- چند نوع تخلخل در سنگ‌ها

۱- Water table

۲- Zone of Saturation

۳- Aeration Zone

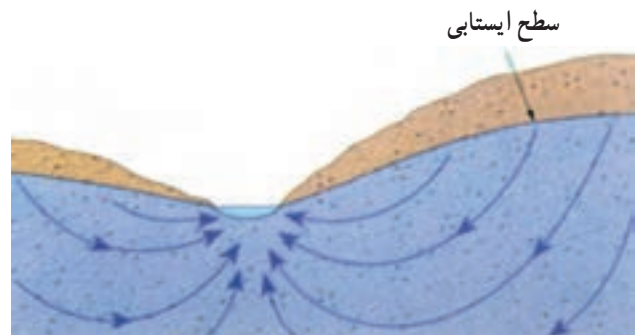
منطقه‌ی غیراشباع یا هوادار نیز به سه ناحیه‌ی کوچک‌تر تقسیم می‌شود.

۱- ناحیه‌ی سطحی: این ناحیه بلافاصله در زیر زمین قرار گرفته آب لازم را در اختیار گیاهان قرار می‌دهد.

۲- ناحیه‌ی حد واسط: در زیر ناحیه‌ی سطحی قرار دارد و آب در آن به علت جاذبه‌های مولکولی به صورت معلق است و ریشه‌ی گیاهان نمی‌توانند از آن استفاده کنند.

۳- ناحیه‌ی موسوم به «حاشیه‌ی موئینه»: این ناحیه بین نواحی حدواسط و منطقه‌ی اشباع قرار دارد و آب، تحت خاصیت نیروی موئینه از خلال مجاری نازک موجود در سنگ‌ها و خاک‌ها به طرف بالا کشیده می‌شود. هر چه منافذ باریک‌تر باشد آب بیش‌تر به طرف بالا خواهد آمد.

سطح ایستابی به ندرت در فاصله‌ی ثابتی از سطح زمین باقی می‌ماند، بلکه همیشه بالا و پایین می‌رود. از طرف دیگر این سطح، سطحی افقی نبوده شکل سطح زمین به خود می‌گیرد. معمولاً سطح ایستابی در نقاط مرتفع و دامنه‌ی کوه‌ها در عمق بیش‌تر و در دره‌ها و نقاط پست در عمق کم‌تر قرار دارد.



شکل ۳-۵- سطح ایستابی

مخازن آب‌های زیرزمینی

با وجود آن‌که در بسیاری از نقاط جهان آب آشامیدنی و کشاورزی از آب‌های سطح زمین، مانند رودخانه‌ها تأمین می‌شود، آب‌های زیرزمینی در بسیاری از مناطق دنیا از منابع مهم آبی به‌شمار می‌رود و از ارزش فراوانی برخوردار است. در

سرزمین‌هایی که انسان به آب‌های جاری سطحی دسترسی ندارد ناگزیر از مخازن آب‌های زیرزمینی استفاده می‌کند و به روش‌های مختلف آن را به سطح زمین منتقل نموده از آن بهره‌برداری می‌کند. این منابع دارای گسترش وسیعی هستند و از طریق نفوذ آب‌های سطحی به طور طبیعی تغذیه می‌شوند و تخلیه‌ی این آب‌ها نیز در نتیجه‌ی نیروی ثقل و راه‌بایی به سطح زمین یا پمپاژ از طریق چاه‌ها صورت می‌گیرد. عموماً مقدار آبی که به طور سالیانه به این مخازن وارد می‌شود و یا از آن‌ها خارج می‌گردد درصد ناچیزی از ذخیره‌ی اصلی آن‌ها را تشکیل می‌دهد. حجم آب‌های زیرزمینی قابل استفاده حدود $3/0$ درصد آب کره را تشکیل می‌دهد، اما همین مقدار تقریباً معادل ۲۵ سال بارندگی در سطح قاره‌های زمین است با این فرض که تمام باران به داخل زمین فرو برود.

سفره‌های آب زیرزمینی (آکیفر^۱)

سفره‌ی آب عبارت است از قسمت‌های متخلخل و نفوذپذیر زمین که آب در داخل آن قادر به تجمع است و هم آن‌که در درون آن حرکت می‌کند و جابه‌جا می‌شود. به سفره‌ی آب، «آب‌خیز» یا «آب‌خوان» نیز گفته می‌شود. رسوبات سخت نشده‌ی ماسه، شن، ریگ و نظایر آن معمولاً از لحاظ تشکیل آب‌خوان مناسب هستند. سفره‌های آب زیرزمینی را برحسب وجود یا عدم وجود سطح ایستابی به دو نوع «سفره‌های آزاد^۲» و «سفره‌های تحت فشار^۳» تقسیم می‌کنند.

سفره‌های آزاد: در این نوع سفره‌های آب زیرزمینی، سطح ایستابی بالاترین سطح منطقه‌ی اشباع را تشکیل می‌دهد. اگر در یک سفره‌ی آب‌دار آزاد چاهی حفر شود سطح آب چاه معادل سطح ایستابی در همان نقطه است. فشار سطح آب در سفره‌های آزاد با فشار هوا یکسان است. این سفره‌ها از سطح زیرین به منطقه‌ی نفوذناپذیر و از سطح بالایی به طبقات نفوذپذیر محدود می‌شوند.

سفره‌های تحت فشار: این سفره‌ها در جاهایی تشکیل می‌شوند که آب زیرزمینی از طریق لایه‌ای نسبتاً نفوذناپذیر از بالا محدود شده باشد؛ بنابراین، آب زیرزمینی در تحت فشاری بیش

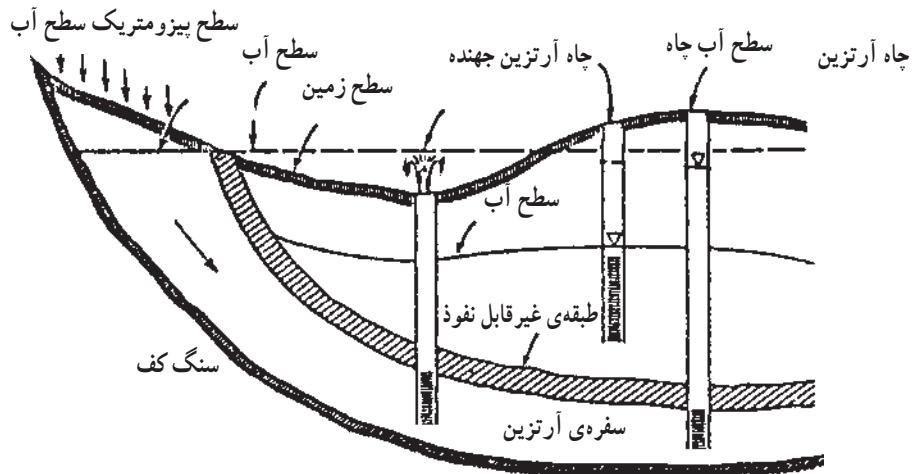
۱- Aquifers

۲- Unconfined aquifer

۳- Confined aquifer

از فشار اتمسفر قرار دارد. هنگامی که در چنین سفره‌هایی چاه آمد. آبی حفر شود سطح آب از سطح لایه‌ی نفوذناپذیر بالاتر خواهد

منطقه‌ی تغذیه‌ی لایه‌ی آرتزین



شکل ۴-۵- سفره‌های آزاد و تحت فشار

کندی سرعت حرکت آب‌های زیرزمینی آن است که آب باید در زیر زمین راه خود را از میان درزها و شکاف‌های باریک پیدا کند. سرعت حرکت آب‌های زیرزمینی به تخلخل و نفوذپذیری سنگ مخزن این آب‌ها نیز بستگی دارد. برای مثال، مقدار حرکت آب‌های زیرزمینی در شن ۶ تا ۹ متر و گاه تا ۱۵ متر در روز است؛ هم‌چنین در ماسه‌ها ۱ تا ۴ متر در روز و در ماسه‌های خیلی ریز مقدار حرکت ۴ تا ۵ متر در سال است.

روش‌های بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی

همان‌گونه که گفته شد آب‌های زیرزمینی از منابع مهم تأمین آب شیرین برای آشامیدن، کشاورزی و صنعت است؛ از این رو، باید آن را از زیرزمین به سطح زمین انتقال داد تا امکان بهره‌برداری از آن‌ها برای بشر فراهم باشد. مقادیر آب موجود در ذخیره‌ی بعضی از سفره‌های آب‌های زیرزمینی به حدی زیاد است که در طول مدت چند سال بهره‌برداری و تخلیه‌ی آب از سفره، به راحتی مقادیر زیادی از پایین آمدن سطح آب را تحمل می‌کند؛ بنابراین،

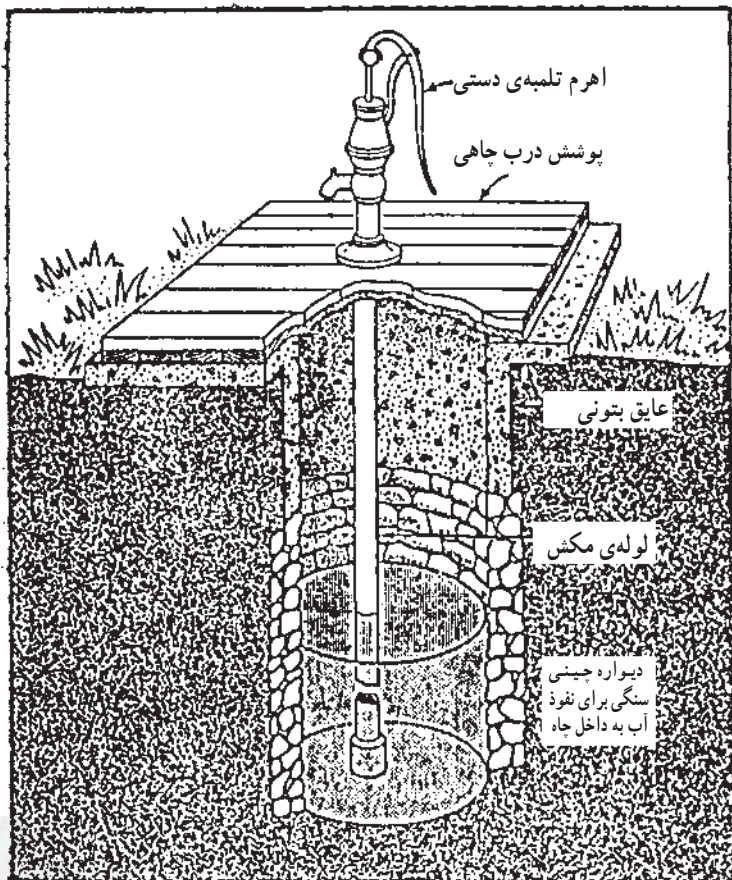
درباره‌ی سفره‌های آب زیرزمینی تحت فشار، سطح ایستابی به مفهوم سفره‌های آزاد مطرح نیست؛ از این رو، برای این نوع سفره‌ها سطحی به نام «پیزومتريک»^۱ در نظر می‌گیرند. سطح «پیزومتريک» سطحی فرضی است که تابع فشار آب درون سفره است. سطح آب داخل چاهی که در یک سفره‌ی تحت فشار حفر می‌شود ارتفاع سطح پیزومتريک را در آن نقطه نشان می‌دهد. هرگاه سطح پیزومتريک بالاتر از سطح زمین قرار گیرد چاه فوران می‌کند.

حرکت آب‌ها زیرزمینی

پس از آن که سفره‌ی آب زیرزمینی تشکیل شد و آب درون آن جمع گردید به تدریج آب در جهت شیب سطح ایستابی به حرکت درمی‌آید. البته حرکت آب زیرزمینی چندان سریع نیست و سرعت آن معمولاً بین چند سانتی‌متر در روز و حتی سال تغییر می‌کند. آب از جایی که ارتفاع و فشار بیش‌تری دارد به سمت منطقه‌ای که ارتفاع و فشار آن کم‌تر است حرکت می‌کند. علت

به وسیله‌ی انسان یا به طور طبیعی صورت می‌گیرد اشاره می‌شود. حفر چاه آب: چاه، حفره یا سوراخی است که از سطح زمین تا محل سفره‌ی آب‌های زیرزمینی حفر می‌شود و چون با لایه‌های آب‌دار برخورد می‌کند به تدریج آب زیرزمینی در داخل آن جمع می‌شود؛ سپس آن را به روش‌های مختلفی مانند تلمبه‌ی دستی، پمپ، نیروی انسان یا نیروی موتورهای دیزلی یا برقی به سطح زمین منتقل می‌کنند.

چنانچه بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی مستلزم سرمایه‌گذاری زیادی نیز باشد از انجام آن فروگذار نخواهد شد. زمین‌شناسان و متخصصان آب‌های زیرزمینی از روش‌ها و فنون مختلفی برای بی‌جویی و اکتشاف منابع آب‌های زیرزمینی استفاده می‌کنند که گاه پرهزینه بوده اما چون در دراز مدت با بهره‌برداری از این منابع هزینه‌های انجام شده جبران می‌شود فعالیت‌های بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی همواره ادامه دارد که در این جا به روش‌هایی که



شکل ۵-۵- مقطع قائم یک چاه دستی مجهز به تلمبه‌ی برداشت با دیواره چینی سنگی برای نفوذ آب به داخل چاه



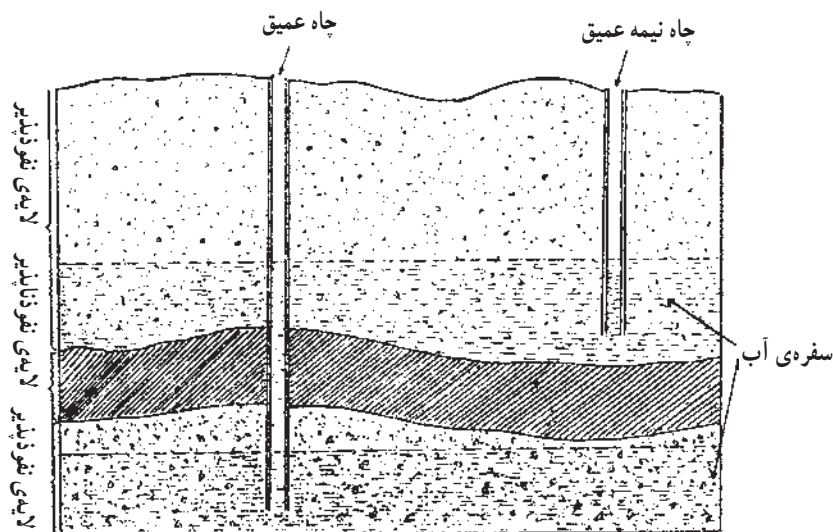
شکل ۵-۶- چاه آب با ظرفیت آب‌دهی ۳۰۰۰ گالن در دقیقه، آب چاه کاملاً صاف و بدون شن است.

در فاصله‌ی نسبتاً اندکی از سطح زمین قرار دارد. حفر این چاه‌ها با دستگاه‌های حفاری انجام می‌شود و آب آن‌ها نیز اغلب با موتور پمپ‌های گریز از مرکز به سطح زمین انتقال می‌یابد. چاه‌های عمیق نیز چاه‌هایی هستند که با دستگاه‌های ضربه‌ای روتاری حفر می‌شوند و آب آن‌ها به وسیله‌ی پمپ‌های توربینی با موتور دیزل یا الکتروپمپ‌های شناور به سطح زمین منتقل می‌گردد.

امروزه استفاده از حفر چاه برای بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی در همه‌ی نقاط دنیا متداول شده است. عمومی‌ترین نوع چاه که در روستاها با ابزارهای دستی ساده حفر می‌شود چاه‌هایی است که آب آن‌ها به وسیله‌ی تلمبه‌های دستی یا الکتروپمپ‌های کوچک و متوسط، چرخ چاه یا نیروی انسان و حیوان به سطح منتقل می‌شود. نوع دیگر، چاه‌های نیمه عمیق است که سطح ایستایی آن‌ها

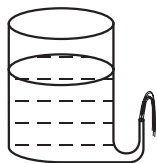


شکل ۷-۵- چاه عمیق با عمق بیش از ۳۰۰ متر



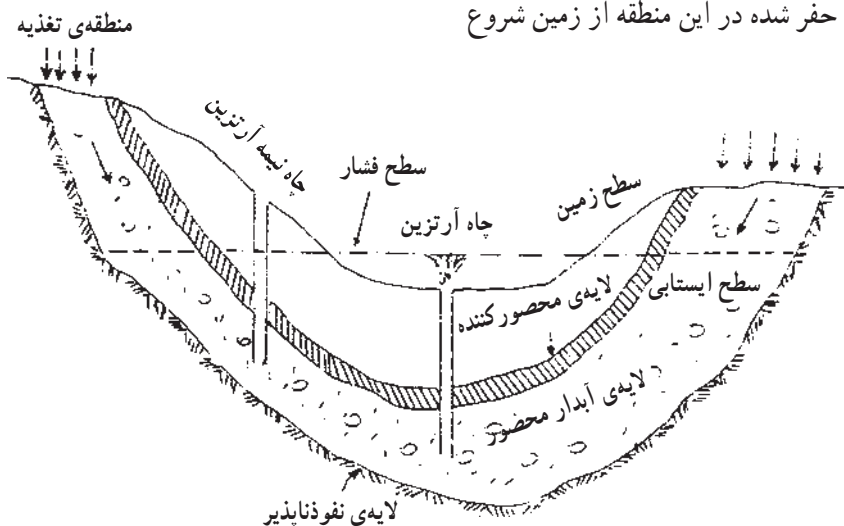
شکل ۸-۵- چاه عمیق و نیمه عمیق

به فوران کرد. می دانیم که براساس قانون ظروف مرتبطه، هرگاه سطح آب منبعی بالاتر از دهانه‌ی خروجی آب باشد، آب به صورت جهنده از مخزن خارج خواهد شد.



شکل ۹-۵

چنانچه آب زیر زمینی بین دو لایه‌ی نفوذناپذیر قرار گیرد و منطقه‌ی تغذیه‌ی آب نیز در ارتفاعات بلند واقع شده باشد آب محبوس بین دو لایه‌ی تحت فشار واقع می‌شود. هرگاه در چنین محلهایی چاه حفر شود به هر صورت سطح آب داخل چاه تا سطح ایستایی آب زیرزمینی به صورت جهنده فوران می‌کند. این قبیل چاه‌ها را «چاه آرتزین» می‌گویند.



شکل ۱۰-۵- سفره‌ی تحت فشار و چاه آرتزین

نوعی کانال یا مجرای زیرزمینی است که به وسیله‌ی چاه‌هایی با فواصل نسبتاً مساوی با سطح زمین ارتباط دارد. به این چاه‌ها «میله» نیز می‌گویند. بهره‌برداری از مخازن آبدار در دامنه‌های آبرفتی و نواحی

از چاه‌های عمیق برای تأمین آب آشامیدنی شهرهای بزرگ، آبرسانی مزارع کشاورزی و مصرف قطب‌های صنعتی استفاده می‌شود. چاه‌های عمیق را «چاه‌های لوله‌ای» نیز می‌گویند، زیرا در داخل آن‌ها لوله‌های جداری مشبکی تعبیه می‌شود که علاوه بر انتقال آب داخل لایه‌ی آبدار زیرزمینی به درون چاه، مانع ریزش دیواره‌ی چاه و سبب بسته شدن آن می‌گردد.

چاه دستی یا معمولی: این گونه چاه‌ها که عمومی‌ترین نوع چاه‌ها در روستاها به شمار می‌آید برای استفاده از مخازن آبدار سطحی هر ناحیه حفر می‌گردد. این قبیل چاه‌ها را مقنّی با ابزارهای دستی و ادوات چاه‌کنی حفاری می‌کند. عمق متوسط این چاه‌ها ۳۰ متر و گاه در حدود ۱۰۰ متر است. این چاه‌ها در معرض ریزش‌های جوی قرار دارند و سطح آب آن‌ها تغییرات زیادی پیدا می‌کند.

چاه آرتزین^۱: نام این چاه‌ها از «آرتویز^۲» که نام استانی در کشور فرانسه است گرفته شده است. در ماه آوریل سال ۱۲۲۶ میلادی آب نخستین چاه حفر شده در این منطقه از زمین شروع

قنات یا کاریز: قنات یکی از ابداعات ایرانیان باستان در آبیاری به شمار می‌رود که با حفر آن، در مناطق خشک و کم‌باران، آب را به سطح زمین هدایت می‌کرده‌اند. امروزه هنوز در بعضی نقاط کویر مرکزی کشور از آن استفاده می‌شود. اصولاً قنات

۱- Artesian

۲- Artois

۲- محل خروج آب از دهانه‌ی قنات «مظهر قنات» نامیده

می‌شود.

۳- کانال یا مجرای افقی عبور آب را «کوره» می‌گویند.

۴- حدفاصل بین چاه‌های قنات یا دو میله‌ی متوالی را

«پشته» می‌نامند.

۵- حلقه‌های سیمانی یا گلی که برای جلوگیری از ریزش

کانال به کار می‌رود اصطلاحاً «کول» نام دارد.

۶- بخشی از طول کانال که از لایه‌ی آبدار می‌گذرد «تره

کار» و قسمت دیگر «خشکه کار» خوانده می‌شود.

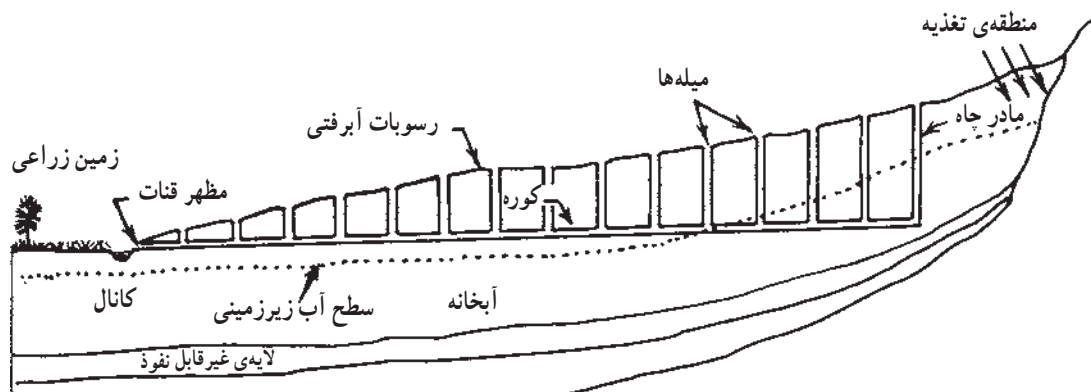
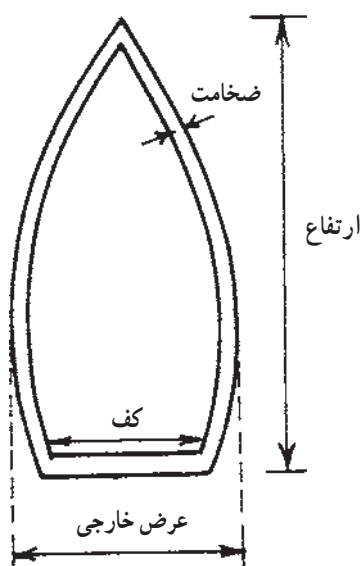
کوهستانی با حفر قنات امکان‌پذیر است. شیب کانال قنات معمولاً کم است تا بر اثر سرعت زیاد، آب کف کانال شسته و عمیق نشود. آب قنات تنها تحت تأثیر نیروی ثقل جریان پیدا می‌کند و به هیچ‌گونه انرژی دیگری نیاز ندارد.

طول قنات‌ها متناسب با وضعیت زمین، شیب، امتداد ناحیه و سطح آب زیرزمینی متفاوت است و معمولاً از یک کیلومتر بیش‌تر است و گاه به ده‌ها کیلومتر می‌رسد.

مشخصات قنات

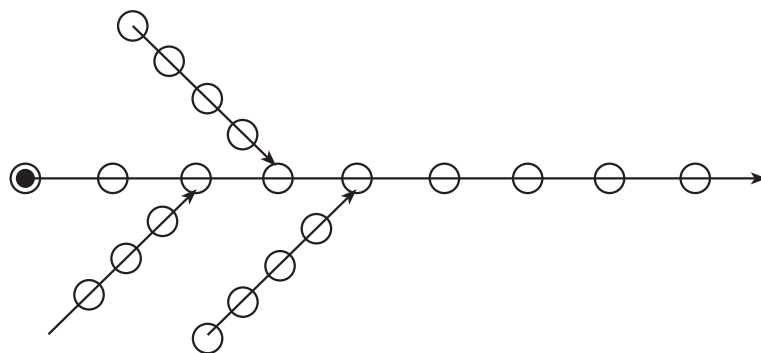
۱- به اولین چاهی که به داخل لایه‌ی آبدار زیرزمینی از

سطح زمین حفر می‌شود «مادر چاه» می‌گویند.



شکل ۱۱-۵- مقطع طولی قنات

گاهی برای افزایش میزان آب‌دهی قنات چند رشته‌ی فرعی قنات را حفر کرده امتداد آن‌ها را به قنات اصلی وصل می‌کنند.



شکل ۱۲-۵- اتصال انشعابات فرعی به قنات اصلی

خراب می‌شود و از طرفی سنگ‌چینی دیواره‌ها و سقف قنات به منظور جلوگیری از ریزش نیز بسیار پر هزینه و گران تمام می‌شود. چشمه^۱: هرگاه سفره یا مخزن آب زیرزمینی به طور طبیعی به سطح خارجی زمین راه پیدا کند چشمه پدید می‌آید. به دیگر سخن، چشمه به مکانی گفته می‌شود که قشر خارجی زمین و سطح آب‌های زیرزمینی یک‌دیگر را قطع کرده باشند. بعضی از چشمه‌ها برای همیشه یا تمام مدت سال و بعضی از انواع دیگر برای زمان کوتاه یا به صورت متناوب جاری هستند. مقدار آب چشمه‌ها در فصل‌های سال متغیر است و بستگی به آب و هوا، به‌ویژه وضعیت زمین‌شناسی ناحیه دارد. اکثر چشمه‌ها دارای مواد معدنی محلول در آب هستند و این مواد محلول در آب پس از رسیدن به «مظهر چشمه» در کناره‌ها رسوب می‌کنند. انواع چشمه‌های آهکی، گوگردی و مانند آن در اطراف چشمه‌ی رسوبی، این مواد را برجا می‌گذارند.

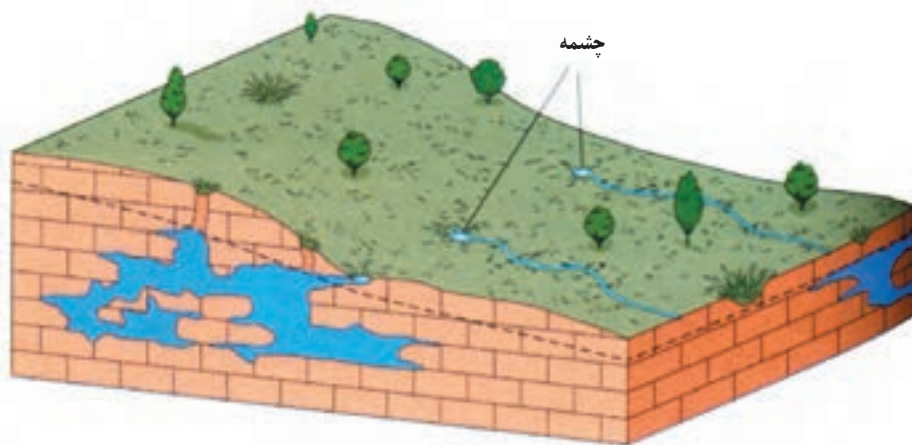
آب چشمه‌ها اغلب شیرین است، اما در بعضی از نواحی مزه‌ای تلخ و شور دارد و گاهی به اندازه‌ای تلخ و شور است که نه تنها انسان بلکه حتی حیواناتی نظیر شتر از نوشیدن آن خودداری می‌کنند. این قبیل چشمه‌ها در نواحی بیابانی و نیمه‌بیابانی یافت می‌شوند. در صحراهای آفریقا، عربستان و ترکمنستان این‌گونه چشمه‌ها را می‌توان مشاهده کرد. چشمه‌ها را از لحاظ کلی به دو

قنات چنان‌چه پیوسته لایروبی و مرمت شود تقریباً به طور مداوم آب‌دهی خواهد داشت. البته تغییرات آب‌دهی در طول سال به طور متوسط ۲۰ تا ۲۵ درصد است و برحسب بالا و پایین بودن سطح آب زیرزمینی تغییر می‌یابد.

حفر قنات کاری بسیار پرزحمت بوده که در زمین‌های سست نیز خطرناک است، زیرا بر اثر ریزش دیواره، کانال‌های آن



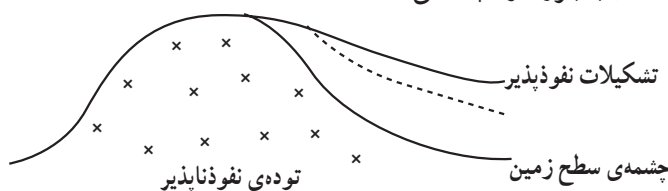
شکل ۱۳-۵- منظره‌ی هوایی چند رشته قنات



شکل ۱۴-۵- چشمه

رسوبات حاصل از آب چشمه‌ها: چشمه‌های معمولی و چشمه‌های معدنی اغلب حاوی مقادری املاح گوناگون هستند؛ از این رو، در محل خروج آب از چشمه گاهی مفادیری از این املاح رسوب می‌کند. کربنات کلسیم، هیدروکسید آهن، اکسید منگنز، گوگرد و کربنات سدیم و ژپس از موادی هستند که رسوبات آن‌ها را می‌توان در کنار چشمه‌ها مشاهده کرد. رسوب کربنات کلسیم دهانه‌ی چشمه‌ها را که معمولاً متراکم و به رنگ‌های مختلف دیده می‌شود «تراورتن»^۱ می‌گویند. تراورتن در دهانه‌ی بیش‌تر چشمه‌های معدنی ایران، مانند اطراف کوه دماوند دیده می‌شود. تراورتن سنگی معمولاً شیری رنگ و سوراخ‌دار است که آن را پس از برش به صورت سنگ نما در ساختمان‌ها به کار می‌برند. تقسیم‌بندی چشمه‌ها از لحاظ منشأ پیدایش و زمین‌شناسی منطقه:

۱- چشمه‌های کنتاکتی: این چشمه‌ها از محل فصل مشترک تشکیلات نفوذپذیری که روی تشکیلات نفوذناپذیر قرار دارند خارج می‌شوند. آب‌هایی که از طبقات نفوذپذیر به پایین فرو می‌روند در برخورد به لایه‌های نفوذناپذیر جمع شده، پس از جاری شدن به بیرون راه پیدا می‌کنند.



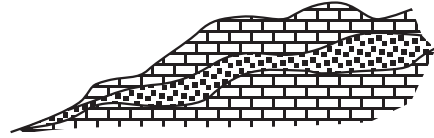
شکل ۱۵-۵

گروه تقسیم می‌کنند: «چشمه‌های معمولی» و «چشمه‌های معدنی».

۱- چشمه‌های معمولی: این دسته از چشمه‌ها انواعی هستند که املاح موجود در آب آن‌ها در حد آب آشامیدنی است. برخی از این چشمه‌ها که در تمام فصل‌های سال دارای آب‌دهی تقریباً ثابت هستند و از منابع آب زیرزمینی غنی تغذیه می‌شوند «چشمه‌های دایمی» نام دارند. گروهی دیگر چشمه‌های فصلی هستند که میزان آب‌دهی آن‌ها به ریزش‌های جوی در فصل‌های مختلف مربوط است و در فصل تابستان که سطح آب‌های زیرزمینی پایین می‌رود خشک می‌شوند.

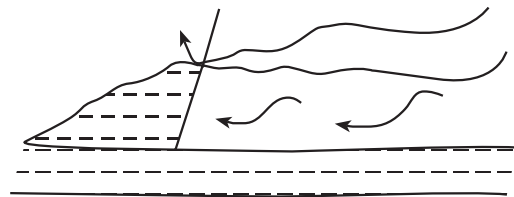
۲- چشمه‌های معدنی: این گروه از چشمه‌ها دارای آب حاوی املاح و گاز است. از جابجایی که از آب این چشمه‌ها برمی‌خیزد به سهولت می‌توان به وجود گاز در آب پی برد. آب این چشمه‌ها گاه صاف یا زردرنگ یا گل‌آلود و گاهی نیز مانند شیر سفید رنگ هستند. بعضی از انواع چشمه‌های معدنی به علت داشتن املاح کم و گاز کربنیک طعمی مطبوع و خاصیت ملین و گوآرایی دارند، اما در انواع دیگر وجود مزه شور در آب، هم‌چنین گاز هیدروژن سولفور و گاهی داشتن املاح آهن سبب می‌گردد که بیش‌تر برای مصارف درمانی و استحمام به کار بروند. چشمه‌های معدنی برخلاف چشمه‌های معمولی دارای حرارتی زیاد هستند و آب آن‌ها ولرم، گرم و یا خیلی داغ است. گاهی نیز آب این چشمه‌ها حتی در حال جوش هستند. حرارت زیاد این چشمه‌ها نشان می‌دهد که آب از عمقی زیاد بالا می‌آید.

۲- چشمه‌های آرتزین: در صورتی که در طبقات آهکی، سطح آب زیرزمینی بالاتر از دهانه‌ی چشمه قرار گیرد در این صورت آب چشمه فوران می‌کند.



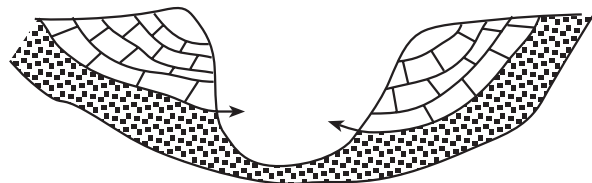
شکل ۱۶-۵- چشمه‌ی آرتزین

۳- چشمه‌ی گسلی: این چشمه‌ها از محل وقوع گسل و حدفاصل دو قسمت جدا شده به وسیله‌ی گسل پدید می‌آیند.



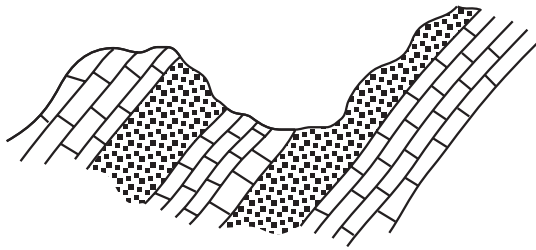
شکل ۱۷-۵- چشمه‌ی گسلی

۴- چشمه‌ی دره‌ای: گاهی محل دهانه‌ی چشمه در نقطه‌ای از کف یک دره قرار گرفته و طبقات نفوذناپذیر شکل تشتکی به خود گرفته‌اند. این نوع چشمه‌ها را دره‌ای می‌گویند.



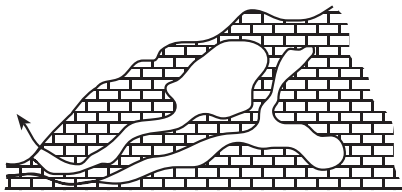
شکل ۱۸-۵- چشمه‌ی دره‌ای

۵- چشمه‌ی دامنه‌ای: این نوع چشمه‌ها در دامنه‌ی کوه‌ها یا دره‌ها به سطح زمین راه پیدا می‌کنند.



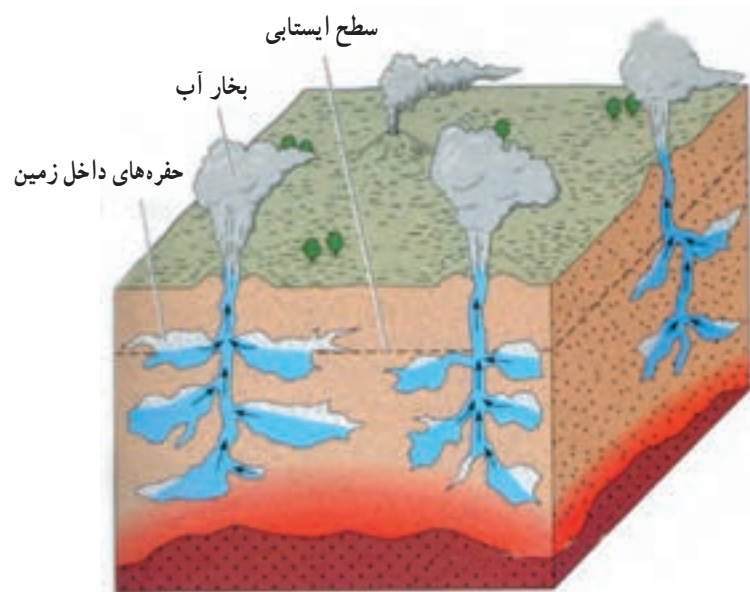
شکل ۱۹-۵- چشمه‌ی دامنه‌ای

۶- چشمه‌ی کارستیک: غارهای آهکی محل مناسبی برای تجمع آب‌های زیرزمینی هستند. هرگاه چشمه از چنین منابعی تغذیه شود به آن «چشمه‌ی کارستیک» می‌گویند.



شکل ۲۰-۵- چشمه‌ی کارستیک

آب‌فشان: چشمه‌های آب گرمی که از آن‌ها در فواصل زمانی معین آب داغ همراه با بخار آب فوران می‌کند را «آب‌فشان» می‌گویند. درجه‌ی حرارت آب‌فشان در نواحی مختلف بین ۸۰ تا ۱۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است و ارتفاع بخار آب گاهی تا ۵۰ متر می‌رسد. آب‌فشان‌ها عموماً دارای مواد آهکی و سیلیسی هستند که گاهی ماده‌ی سیلیس در کنار آب‌فشان رسوب می‌کند و نوعی سیلیس بی‌شکل به نام «اوپال» را تشکیل می‌دهد. به این نوع رسوبات «جی‌سریت» می‌گویند. عمل آب‌فشان‌ها به این ترتیب در زمین صورت می‌گیرد که مجاری و منافذ زمین از آب جوش تحت فشار پر می‌شود. هنگامی که فشار به حد معینی می‌رسد آب از طریق منافذ بالا می‌آید و فشار کاهش می‌یابد. در نتیجه‌ی کاهش فشار مقداری آب بخار می‌شود و آب داغ همراه با بخار بر اثر فشار به بیرون فوران می‌کند و این عمل به صورت پیاپی تکرار می‌شود.



شکل ۲۱-۵- آب‌فشان

خودآزمایی

- ۱- آب‌های زیرزمینی با منشأ بیرونی و درونی چگونه تشکیل می‌شوند و چه تفاوتی بین آن‌ها وجود دارد؟
- ۲- نفوذپذیری یعنی چه؟ تفاوت چند نوع زمین و سنگ را با نفوذپذیری‌های مختلف بیان کنید؟
- ۳- آیا ممکن است سنگی با وجود تخلخل فراوان نفوذناپذیر هم باشد؟ مثالی بزنید.
- ۴- تخلخل سنگ‌ها و خاک‌ها را چگونه محاسبه می‌کنند؟ سنگ آهک، ماسه و گراول و رس کدام یک دارای بیش‌ترین و کم‌ترین درصد تخلخل هستند؟
- ۵- سطح ایستابی را تعریف کنید و مشخصه‌ی اصلی آن را بیان نمایید.
- ۶- چه تفاوت‌ها و ویژگی‌هایی در منطقه‌ی غیراشباع بین سه ناحیه‌ی مختلف آن وجود دارد؟
- ۷- با تغییر وضعیت توپوگرافی منطقه آیا در سطح ایستابی نیز تغییراتی مشاهده می‌شود؟
- ۸- سفره‌های آب زیرزمینی چه مشخصه‌ای دارند؟ انواع آن‌ها را نام ببرید.
- ۹- چه تفاوتی بین سفره‌های آزاد و تحت فشار وجود دارد؟ با حفر چاه در هر یک از این سفره‌ها، وضعیت ایستابی چگونه خواهد بود؟
- ۱۰- حرکت آب‌های زیرزمینی چه تفاوتی با حرکت آب رودخانه دارد؟
- ۱۱- با توجه به محدود بودن ذخیره‌ی آب‌های زیرزمینی آیا سرمایه‌گذاری در زمینه‌ی بهره‌برداری از آن‌ها مقرون به صرفه است؟ علت آن چیست؟
- ۱۲- عمومی‌ترین روش دست‌رسی به آب‌های زیرزمینی چیست؟ برای انتقال آب به سطح زمین از چه وسایلی استفاده می‌شود؟
- ۱۳- در کدام یک از انواع چاه‌ها لوله‌گذاری می‌شود و علت انجام دادن این کار چیست؟
- ۱۴- چاه آرترین چگونه فوران می‌کند؟ برای تشریح موضوع شکلی رسم کنید.
- ۱۵- استفاده از قنات در چه مناطقی امکان‌پذیر است و برای هدایت آب در آن از چه نیرو یا انرژی خاصی استفاده می‌شود؟
- ۱۶- شکلی از یک قنات را رسم کنید و موقعیت مادر چاه، کوره، پشته و مظهر قنات را در آن مشخص نمایید.
- ۱۷- چشمه چگونه تشکیل می‌شود و آب آن چه ویژگی‌هایی دارد؟
- ۱۸- چگونه می‌توان آب چشمه‌ی معمولی و چشمه‌ی معدنی را از یک‌دیگر تشخیص داد؟ تفاوت آب این دو نوع چشمه را بیان کنید.
- ۱۹- در محل خروج آب از چشمه‌ها اصولاً چه نوع رسوباتی دیده می‌شود؟ آیا این رسوبات را می‌توان بهره‌برداری کرد؟
- ۲۰- چه تفاوتی بین چشمه‌های آرترین با سایر چشمه‌ها وجود دارد؟
- ۲۱- چشمه‌ی دره‌ای و گسلی را با رسم شکل نشان دهید.
- ۲۲- چشمه‌ی کارستیک را با رسم شکل تعریف کنید.
- ۲۳- فرق بین چاه آرترین و آب‌فشان چیست؟
- ۲۴- تراورتن و اوپال از لحاظ نوع تشکیل چه فرقی با یک‌دیگر دارند؟