

چرخه و منابع آب شیرین

من به سادگی به شما خواهیم گفت که "اون منم! در همه جا!" چرخه آب، که با نام چرخه‌ی هیدرولوژی نیز شناخته می‌شود، وجود و حرکت آب را در رو و زیر زمین و بالای سطح زمین نشان می‌دهد. آب در زمین همیشه در حال حرکت است و همیشه در حال تغییر شکل می‌باشد، از مایع به بخار، به یخ و دوباره بازگشت به حالت اول. چرخه آب میلیاردها سال است که در حال کار است و زندگی همه چیز روی زمین به آب بستگی دارد؛ زمین بدون آب غیر قابل سکونت خواهد شد.

توده‌های هوا، ابرها را در اطراف زمین به حرکت درمی‌آورند. قطعات ابر با یکدیگر برخورد کرده، رشد می‌کنند و به شکل بارش به سمت پایین می‌آیند. قسمتی از این بارش به شکل برف بر روی توده‌های برفی و یخچال‌ها تجمع می‌یابند. برف در نقاط گرم‌تر ذوب شده و به شکل نهر جاری می‌شود و تبدیل به برفاب می‌شوند. بارش‌ها بر روی سطح اقیانوس‌ها ریخته می‌شوند و قسمت دیگری از آن نیز بر روی زمین می‌بارند که در اثر جاذبه روی سطح زمین جاری شده و تبدیل به رواناب سطحی می‌شوند.

بعضی از رواناب‌های سطحی وارد رودخانه‌ها شده و در نهایت به سمت اقیانوس‌ها حرکت می‌کنند؛ برخی دیگر نیز به صورت آب شیرین در دریاچه‌ها و رودخانه‌ها تجمع پیدا می‌کنند. تمام رواناب‌های بر روی سطح زمین جاری نمی‌شوند و قسمت زیادی از آنها به زیر زمین فرو می‌روند (نفوذ). بخشی از این آب نفوذ یافته، به اعماق پایین‌تر رفته و آبخوان‌ها را تغذیه می‌کنند (سنگ‌های زیرسطحی اشباع از آب) و حجم زیادی از آب شیرین را برای مدت‌های مدید نگهداری می‌کنند.

بخشی از آب زیرزمینی نیز نزدیک به سطح زمین باقی می‌ماند و مجدداً به شکل تراوش به بدنه‌های آبی (و اقیانوس‌ها) باز می‌گردند و مانند تخلیه آب زیرزمینی عمل می‌کنند. برخی دیگر نیز به صورت چشمه‌های آب شیرین از زیر زمین بیرون می‌آیند. در طول زمان، این حجم آب در حال حرکت است و هر از چند گاهی بخشی از آن به اقیانوس‌ها ختم می‌یابند که همان نقطه شروع است، و باز مجدداً این مسیر طی می‌شود.

اجزای چرخه آب

دفتر بررسی‌های زمین‌شناسی آمریکا ۱۶ جزء برای چرخه آب یافته است:

- ذخیره آب در اقیانوس‌ها
- تبخیر
- تصعید
- تبخیر و تعرق
- آب در اتمسفر
- میعان
- بارش
- ذخیره آب در برف و یخ
- رواناب ناشی از برف به داخل نهرها
- رواناب سطحی
- جریان رودخانه
- ذخیره آب شیرین
- نفوذ
- ذخیره آب زیرزمینی
- جریان آب زیرزمینی
- چشمه‌ها

توزیع آب در دنیا

پیدا کنید چه مقدار آب روی (و زیر) زمین وجود دارد و در کجا هستند..

آب در اقیانوس‌ها

اقیانوس‌ها انبارهای آب هستند.



اقیانوس‌ها حجم زیادی از آب “ذخیره شده” برای مدت بسیار طولانی در چرخه آب در حال چرخش بوده‌است. تخمین زده می‌شود که از کل حجم آب در دنیا به میزان ۱,۳۸۶,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر مکعب، حجمی برابر با ۱,۳۳۸,۰۰۰,۰۰۰ کیلومتر مکعب در اقیانوس‌ها ذخیره شده‌اند، یعنی حدود ۹۶/۵ درصد از کل حجم آب در دنیا در اقیانوس‌ها می‌باشد. همچنین تخمین زده می‌شود که حدود ۹۰ درصد از کل تبخیر آب موجود در چرخه آب در جهان منشأیی به نام اقیانوس‌ها دارند. برای اینکه حجم‌های گفته شده را بتوانید تجسم کنید باید گفت که حجم اتاق خواب شما حدوداً فقط ۳۶ متر مکعب (۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۳۶ کیلومتر مکعب) می‌باشد.

در طی دوره‌های سردتر آب و هوایی در کره زمین، توده‌های یخی و یخچال‌های طبیعی افزایش می‌یابند، بنابراین بخش بزرگ‌تری از آب موجود در چرخه آب تبدیل به یخ شده و بخش مایع آن (که همان آب می‌باشد) کاهش می‌یابد. برعکس این اتفاق در سالها و دوره‌های گرم‌تر حادث می‌شود. در طی آخرین دوره یخی حدود یک سوم کره زمین پوشیده از یخ شد و در نتیجه اقیانوس‌ها ۱۲۲ متر پائین تر از سطح فعلی بودند. حدود ۳ میلیون سال قبل، وقتی که کره زمین گرم‌تر شد، اقیانوس‌ها ۵۰ متر بالاتر آمدند.

اقیانوس‌ها در حال حرکتند

جریان‌هایی در اقیانوس‌ها وجود دارد که این حجم عظیم از آب را دور کره‌ی زمین به حرکت وامی‌دارد. این حرکت تأثیر بزرگی بر روی چرخه‌ی آب و روی آب و هوا دارد. گلف استریم که جریان معروف آب گرم در اقیانوس آتلانتیک است، از خلیج مکزیکو تمام عرض اقیانوس را طی کرده تا به بریتانیای کبیر برسد. با سرعت ۹۷ کیلومتر در روز، گلف استریم ۱۰۰ برابر حجم تمام آب رودخانه‌های جهان را در بر دارد. به دلیل این‌که این جریان، آب گرم است، در وضعیت آب و هوایی نقاط مختلفی از زمین به خصوص در غرب انگلستان، تأثیرات فراوانی دارد.

تبخیر: تبدیل آب از مایع به بخار

تبخیر و چگونگی وقوع آن



Credit: Kidzone Fun Facts

تبخیر پدیده‌ای است که آب از مایع تبدیل به بخار می‌شود. تبخیر اولین راه بازگشت آب مایع به چرخه آب به شکل بخار آب در اتمسفر می‌باشد. مطالعات نشان داده است که تبخیر از اقیانوس‌ها، دریاها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها نزدیک به ۹۰ درصد رطوبت اتمسفرمان را تشکیل می‌دهند و ۱۰ درصد باقی‌مانده از تعرق گیاهان می‌باشد.

گرما (انرژی) برای انجام تبخیر لازم است. برای شکسته شدن پیوندهای بین مولکولی در آب نیاز به صرف انرژی است، بنابراین دلیل تبخیر آسان آب در دمای ۱۰۰ درجه سلسیوس و تبخیر بسیار کم در دمای انجماد معلوم می‌شود. وقتی که رطوبت نسبی هوا ۱۰۰ درصد است که به آن وضعیت اشباع می‌گویند، تبخیر دیگر متوقف می‌شود.

فرآیند تبخیر گرما را از محیط اطراف کسب می کند و به همین دلیل است که هنگام تبخیر از روی پوست، شما احساس خنکی می کنید.

تبخیر و چرخه ی آب

تبخیر از اقیانوس ها، اولین راه رسیدن آب به اتمسفر می باشد. سطح عظیم اقیانوس ها (بیش از ۷۰ درصد سطح کره ی زمین پوشیده از اقیانوس ها می باشد) امکان تبخیر در مقیاس های بسیار بزرگ را فراهم نموده است. در مقیاس جهانی، حجم آب تبخیر شده از روی زمین، تقریباً برابر حجم آب بارش بر روی زمین است، اما مکان جغرافیایی آن متفاوت است. در اقیانوس ها بیشتر تبخیر و بر روی خشکی ها بیشتر بارندگی اتفاق می افتد. بیشتر آب تبخیر شده از سطح اقیانوس ها به شکل بارندگی به اقیانوس ها باز می گردد و تنها ۱۰ درصد آب تبخیر شده به شکل بارش به سطح زمین انتقال می یابد. بعد از تبخیر، یک مولکول آب حدود ۱۰ روز در هوا باقی می ماند.

تصعید: تبدیل برف و یخ به بخار آب بدون عمل ذوب شدن

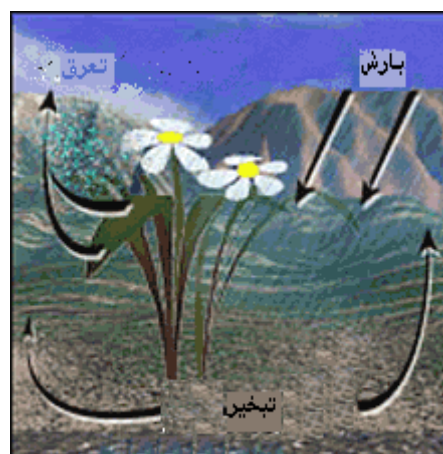


در چرخه ی آب، تصعید عملی است که در آن برف و یخ به بخار آب تبدیل می شوند، بدون این که اول به صورت مایع ذوب شوند. تصعید راز ناپدید شدن برف نیز می باشد.

عمل تصعید را نمی‌توان به چشم دید و یا حداقل برای یخ نمی‌توان این کار را انجام داد. راه مشاهده‌ی اثر تصعید را می‌توان در آویزان کردن یک لباس خیس در سرمای زیر صفر دید چون یخ روی لباس ناپدید می‌شود. اما بهترین راه دیدن تصعید، استفاده از یخ خشک (دی‌اکسید کربن منجمد) می‌باشد. این ماده‌ی جامد در دمای منهای $78/5$ درجه‌ی سلسیوس تصعید شده و تبدیل به گاز می‌شود. دودی که شما در این تصویر می‌بینید مخلوطی از هوای مرطوب سرد و گاز دی‌اکسید کربن سرد می‌باشد که بر اثر تصعید یخ خشک بوجود آمده است.

در هوای دارای رطوبت نسبی کم و باد خشک، تصعید بهتر شکل می‌گیرد. همچنین این مسئله در ارتفاعات بالاتر، در جایی که فشار هوا کمتر است اتفاق می‌افتد. انرژی، که در خورشید می‌باشد، نیز برای این عمل لازم می‌باشد. اگر قرار باشد بهترین جایی که بر روی زمین تصعید اتفاق می‌افتد انتخاب شود، می‌توان ضلع جنوبی کوه اورست را انتخاب کرد. درجه حرارت کم، بادهای قوی، نور خورشید متراکم، هوای با فشار بسیار کم، همگی محیط را برای تصعید آماده می‌سازند.

تبخیر و تعرق: فرآیند تخلیه‌ی بخار آب به اتمسفر از طریق تبخیر از سطح خاک و تعرق از سطح گیاهان می‌باشد.



Hailey King, NASA, GFSC اگرچه برخی از تعریف‌های تبخیر و تعرق شامل

تبخیر از سطح بدنه‌های آبی مانند دریاها و یا حتی اقیانوس‌ها هستند، اما در این نوشته تبخیر و تعرق، حرکت آب به اتمسفر از سطح زمین می‌باشد. تبخیر، همچنین از سطح لوله‌های موئین آب زیرزمینی، تعرق آب زیرزمینی از طریق ارسال آن از سطح آب

زیرزمینی به برگ‌های گیاهان در اثر عمل فتوسنتز نیز می‌باشد.

تعرق و برگ‌های گیاهان



Credit: Ming kei College, Hong Kong

تعرق فرآیندی است که گیاهان رطوبت را از ریشه‌ها گرفته و به برگ‌ها می‌رسانند تا از طریق منافذ کوچک روی برگ‌ها، آب به بخار تبدیل شده و به اتمسفر رود. تعرق در ذات هر برگ گیاه نهفته شده است. تخمین زده می‌شود که حدود ۱۰ درصد از کل رطوبت اتمسفر به دلیل تعرق گیاهان می‌باشد.

تعرق گیاهان پدیده‌ای نامرئی است، چراکه شما نمی‌توانید تنفس گیاهان از طریق برگ‌هایشان را ببینید. در طی فصل رویش، یک برگ بیش از وزن خود آب را تبخیر می‌کند، به عنوان مثال یک درخت بزرگ بلوط حدود ۱۵۱۰۰۰ لیتر در سال آب را تبخیر می‌کند (هر شیشه شیر ۱ لیتر است!).

عوامل اتمسفری می‌توانند بر روی تعرق تأثیر بگذارند

مقدار آبی که توسط گیاهان تعرق پیدا می‌کند در زمان‌های مختلف و شرایط جغرافیایی مختلف، متفاوت می‌باشد. فاکتورهایی که می‌توانند با آنها مقدار تعرق را تخمین زد، عبارتند از:

- **درجه‌ی حرارت:** تعرق با افزایش درجه‌ی حرارت، افزایش می‌یابد، به خصوص در زمان فصل رشد وقتی که هوا گرم‌تر می‌شود و گیاهان در حال رشد هستند.

• **رطوبت نسبی:** وقتی که رطوبت نسبی در هوای اطراف گیاهان افزایش می‌یابد، مقدار تعرق گیاهان کاهش می‌یابد. تبخیر آب در هوای خشک راحت‌تر صورت می‌گیرد تا در هوای مرطوب.

• **باد و جابجایی هوا:** باد و جابجایی بیشتر هوا، باعث افزایش تعرق بیشتر می‌شود.

• **نوع گیاهان:** میزان تعرق برای گیاهان مختلف، متفاوت می‌باشد. بعضی از گیاهانی که در مناطق گرم رشد می‌کنند مانند کاکتوس‌ها، آب ارزشمند برای بقای خود را بیشتر حفظ می‌کنند و کمتر از گیاهان دیگر تعرق می‌کنند.

ذخیره‌ی آب در اتمسفر به شکل بخار، ابر و رطوبت

اتمسفر مملو از آب است



اگرچه اتمسفر یک انبار ذخیره‌ی بزرگ برای آب نیست، اما یک "بزرگراه عظیم" برای حرکت آب در کره‌ی زمین محسوب می‌شود که همیشه آب داخل آن وجود دارد. ابرها، قابل دیدن‌ترین شکل آب در اتمسفر می‌باشند، اما حتی در شرایط بدون ابر نیز، اتمسفر دارای آب است - ذرات کوچکی که غیر قابل دیدن هستند. حجم آب در اتمسفر در هر زمان حدود ۱۲۹۰۰ کیلومتر مکعب می‌باشد. اگر تمام آب داخل اتمسفر به یک‌باره روی زمین ببارد، تمام سطح زمین را حدود ۲/۵ سانتی‌متر آب فرا می‌گیرد.

تراکم: تغییر آب از بخار به مایع



Photograph by the National Weather Service, Grand Junction Weather Forecast Office, Colorado, U.S.A.

تراکم فرآیندی است که در طی آن بخار آب تبدیل به آب مایع می‌شود. تراکم به دلیل تشکیل ابرها مهم می‌باشد. ابرها تولید بارش می‌نمایند که اصلی‌ترین راه بازگشت آب به زمین می‌باشد. بنابراین تراکم عملی برعکس تبخیر می‌باشد.

تراکم، همچنین باعث ایجاد مه، ایجاد قطرات آب روی عینک شما وقتی که از یک اتاق سرد به گرمای بیرون می‌روید، روزهای مرطوب، ایجاد قطرات آب روی بدنه‌ی لیوان نوشیدنی خنک و بخار جمع شده روی پنجره‌های خانه‌ها در زمستان می‌باشد.

تراکم در هوا

حتی در یک هوای آبی و صاف بدون ابر، آب به شکل بخار آب و قطرات بسیار کوچک آب یافت می‌شوند. مولکول‌های آب تشکیل یافته از ذرات بسیار کوچک گرد و غبار، نمک و دود در هوا می‌باشند که تشکیل قطرات ابر را می‌دهند و پس از رشد و توسعه به شکل ابر نمایان می‌شوند. وقتی که قطرات آب در کنار یکدیگر جمع می‌شوند و اندازه‌ی آنها افزایش می‌یابد، ابرها توسعه پیدا کرده و بارش اتفاق می‌افتد.

ابرها در اتمسفر تشکیل می‌شوند، چرا که هوا پر از بخار آب شده، به سمت بالا می‌رود و سرد می‌شود. خورشید، هوای نزدیک زمین را گرم می‌کند و هوا سبک‌تر شده و به سمت بالا، جایی که درجه‌ی حرارت کمتر است می‌رود. وقتی هوا سردتر می‌شود، تراکم بیشتری صورت می‌گیرد و در نتیجه ابرها می‌توانند شکل بگیرند.

بارندگی: بیرون آمدن آب از ابرها



بارش، خروج آب از ابرها به شکل باران، باران یخزده، برف و یا تگرگ می‌باشد. بارش اصلی‌ترین راه بازگشت آب از اتمسفر به سطح زمین می‌باشد. بیشتر بارش به شکل باران می‌باشد.

چگونه قطرات باران شکل می‌گیرند؟



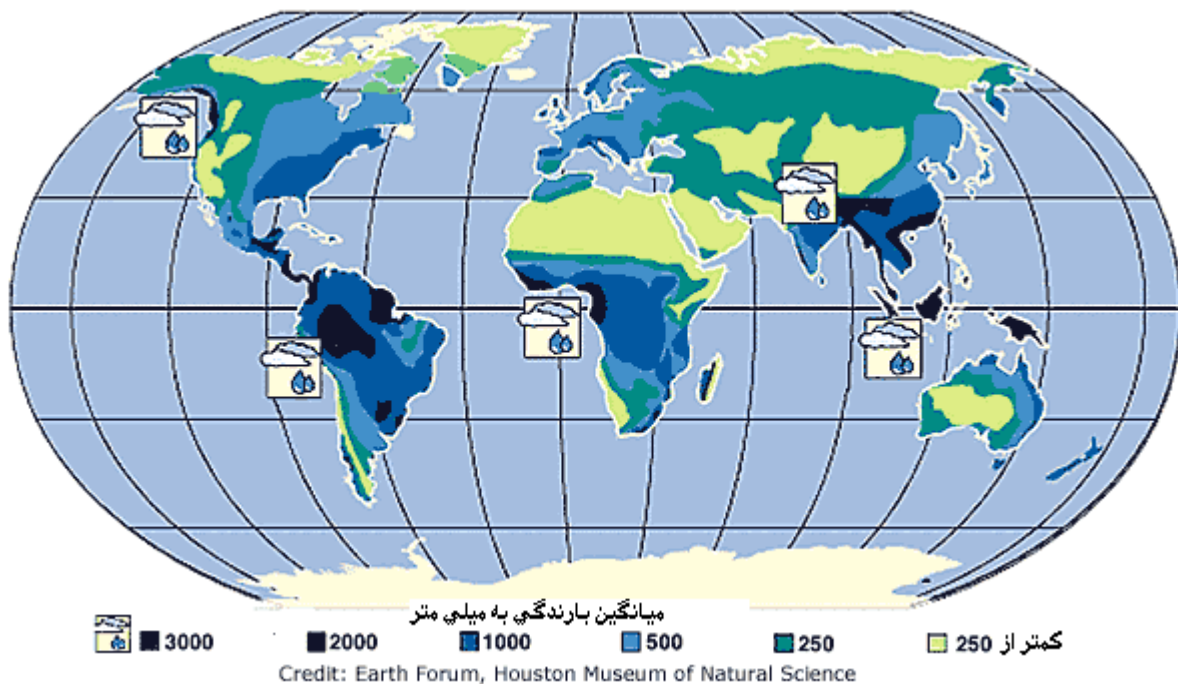
Storm near Elko, Nevada. NOAA

آب و قطرات ابر هستند که برای بارش بسیار کوچک هستند، اما تعداد آنها آن قدر زیاد هست که می‌توان به شکل ابر آنها را دید. برای آن که باران اتفاق بیافتد، ابتدا باید قطرات آب متراکم شده و تشکیل قطرات بزرگ‌تر و به میزان کافی سنگین را بدهند تا به دلیل وزن خود به سمت زمین به شکل باران ریزش نمایند. بنابراین ممکن است میلیون‌ها قطره‌ی ابر در کنار هم جمع شوند تا تشکیل یک قطره باران را بدهند.

میزان بارش با زمان و مکان تغییر می‌کند

میزان بارش در دنیا، در یک کشور و یا حتی در یک شهر نیز یکسان نیست. مثلاً در تابستان ممکن است در آستارا بارندگی وجود داشته باشد ولی در تهران و یا حتی شهرهای دیگر شمال ایران بارش وجود نداشته باشد. بیشترین میزان بارش در دنیا در کوه وایالیه در هاوایی به میزان ۱۱۴۰ سانتی‌متر در سال می‌باشد، همچنین در منطقه‌ای به نام آریکا در شیلی به مدت ۱۴ سال، هیچ بارشی اتفاق نیافتد.

در نقشه‌ی زیر میزان بارش در دنیا به صورت میانگین سالانه به میلی‌متر و اینچ (هر اینچ ۲/۵۴ سانتی‌متر است) نشان داده شده است. مناطقی که با رنگ سبز روشن نشان داده شده‌اند "صحرا" هستند. ممکن است که شما فکر کنید که صحرای آفریقا یک صحرای واقعی است اما آیا می‌دانید که بخش‌های بزرگی از گرینلند و قطب جنوب نیز صحرا هستند؟



آب ذخیره شده در یخ، یخچال‌ها و برف:

توده‌های یخ در اطراف دنیا

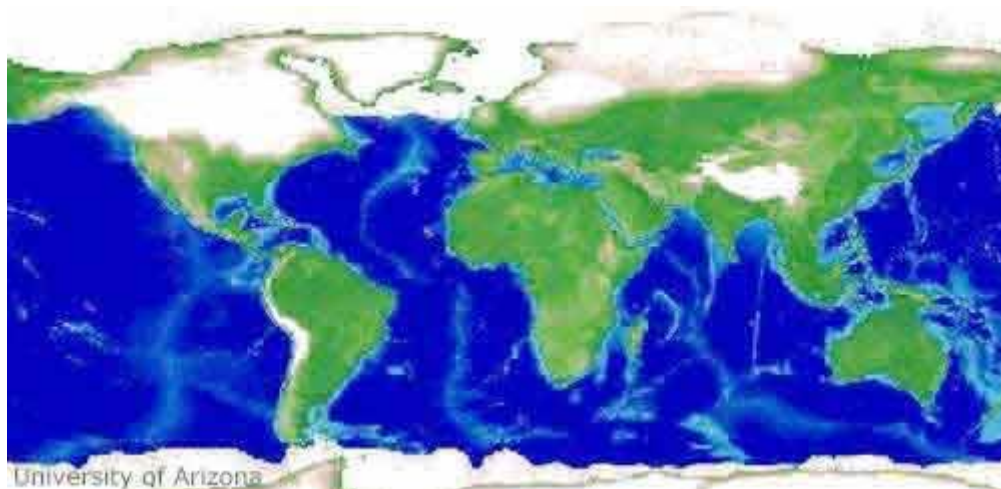


NASA

آب برای مدت زمان طولانی در یخ، برف و یخچال‌ها به عنوان بخشی از چرخه‌ی آب ذخیره می‌شود. قسمت بزرگی از یخ روی زمین، حدود ۹۰ درصد، در قطب جنوب قرار دارد و ۱۰ درصد آن نیز در گرینلند می‌باشد. در گرینلند ضخامت متوسط یخ حدود ۱۵۰۰ متر می‌باشد، اما در برخی نقاط به ۴۳۰۰ متر نیز می‌رسد.

یخ و یخچال‌ها می‌آیند و می‌روند

وضعیت اقلیمی در دنیا در حال تغییر است، اگرچه این تغییرات آن قدر سریع نیست که قابل مشاهده و احساس برای مردم باشد (البته طی چند ده سال اخیر به خاطر مسئله‌ی گرم شدن زمین، این تغییرات بارزتر شده‌اند). دوره‌های گرم زیادی در زمان‌های قدیم‌تر وجود داشته است، مانند زمانی که دایناسورها در حدود ۱۰۰ میلیون سال قبل زندگی می‌کرده‌اند و دوره‌های سرد زیادی نیز مانند عصر یخی، حدود ۲۰۰۰۰ سال پیش وجود داشته است. در طی آخرین دوره‌ی عصر یخی بخش بزرگی از نیمکره‌ی شمالی از یخ و یخچال پوشیده شد.



برخی از مشخصات و موارد مربوط به توده‌های یخ و یخچال‌ها

- یخچال‌ها حدود ۱۰ تا ۱۱ درصد کل خشکی‌ها را پوشانده‌اند.
- اگر همه‌ی یخچال‌ها امروز آب بشوند، حدود ۷۰ متر ارتفاع آب‌های دنیا افزایش می‌یابد (منبع: مرکز ملی داده‌ی برف و یخ)
- در طی آخرین عصر یخی ارتفاع آب دریاها ۱۲۲ متر پایین‌تر از سطح فعلی بوده‌است و یخچال‌ها بیش از یک سوم سطح خشکی را پوشانده بودند.

- در طی آخرین دوره‌ی گرما، ۱۲۵۰۰۰ سال پیش، ارتفاع آب دریاها ۵/۵ متر بالاتراز سطح فعلی بوده است و حدود ۳ میلیون پیش نیز سطح آب دریاها ۵۰ متر بالاتر بود.

رواناب ذوب برف به نهرها



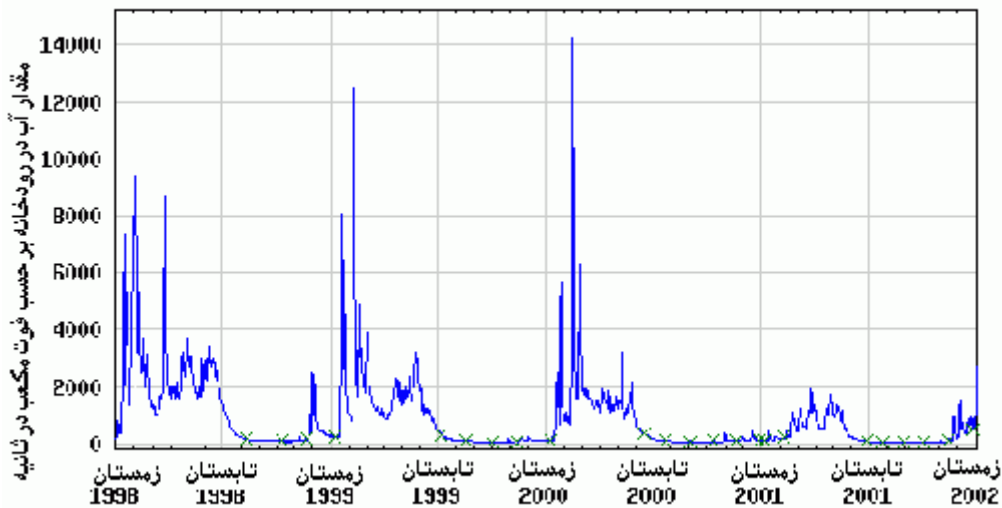
Hetch-Hetchy basin near Yosemite, California. Photo by David Gay

در تمام دنیا، ذوب برف

قسمت بزرگی از جابجایی آب در طبیعت است. در اقلیم سردتر بخش زیادی از جریان چشمه‌ها و جریان رودخانه‌ها از ذوب برف و یخ می‌باشد. هنگام سیلاب، ذوب سریع برف باعث لغزش زمین و جریان‌های غلیظ می‌شود.

راه مناسب برای فهم تأثیر ذوب برف بر جریان رودخانه‌ها نگاه کردن به آب‌نمود یا هیدروگراف زیر است که جریان متوسط روزانه (میانگین جریان در هر روز) برای چهار سال در رودخانه‌ی نورث فورک در محل سد نورث فورک در کالیفرنیا، آمریکا نشان می‌دهد. هیدروگراف، نموداری است که نشان می‌دهد در هر زمان چه شدت جریانی آب در یک رودخانه در یک محل مشخص وجود دارد. ضمناً واحد شدت جریان مترمکعب در ثانیه (حجم در واحد زمان) می‌باشد. قله‌ی این نمودار که حداکثر شدت جریان را نشان می‌دهد به دلیل ذوب شدن برف می‌باشد. در فروردین ماه سال ۲۰۰۰ میلادی شدت جریان حدود ۳۴ مترمکعب در ثانیه می‌باشد در صورتی که در مرداد ماه که تمام برف‌ها ذوب شده‌اند، جریان آب در رودخانه کاهش می‌یابد و به حدود ۱/۶ تا ۲/۱ متر مکعب در ثانیه می‌رسد.

رودخانه نورث فورک در محل سد نورث فورک، کالیفرنیا، ایالات متحده آمریکا



جریان ناشی از ذوب برف در فصل‌های مختلف و سال‌های مختلف متفاوت می‌باشد. حداکثر جریان در سال ۲۰۰۰ را با حداکثر جریان در سال ۲۰۰۱ مقایسه کنید. به نظر می‌رسد که یک خشکسالی شدید در منطقه‌ی کالیفرنیا در سال ۲۰۰۱ اتفاق افتاده است. کمبود حجم ذخیره‌ی آب برف در زمستان کمتر از مقدار آب در دسترس در بقیه‌ی سال می‌باشد. این موضوع بر روی حجم آب داخل مخازن پایین دست تأثیر می‌گذارد و این موضوع نیز یعنی حجم آب کمتر برای کشاورزی، شرب و بهداشت مردم.

جریان آب سطحی (رواناب): آب بارندگی که بر روی سطح خاکی حرکت می‌کند و به رودخانه‌ها می‌رود

رواناب سطحی بارندگی روی سطح زمین می‌باشد

بسیاری از مردم فکر می‌کنند که بارندگی‌ها بر روی خشکی‌ها می‌ریزند، روی آنها جریان می‌یابند (رواناب) و به سمت رودخانه‌ها می‌روند و در نهایت به داخل اقیانوس‌ها تخلیه می‌شوند. اما واقعاً قضیه کمی پیچیده‌تر می‌باشد، چون که رودخانه‌ها دائم در حال گرفتن آب و دادن آب به زمین می‌باشند. اما به هر حال، باز هم بیشتر آب داخل رودخانه‌ها مستقیماً از بارندگی‌ها و رواناب آنها می‌باشد.



Overland runoff from disturbed areas often contains excessive sediment in addition to water. (USGS)

معمولاً بخشی از باران به زمین نفوذ می‌کند، اما وقتی باران به زمین کاملاً خیس یا غیر قابل نفوذ برخورد می‌کند، مانند جاده‌ی آسفالته و یا پشت‌بام‌خانه‌ها، شروع به جاری شدن در جهت ارتفاع کمتر خواهد کرد. در طی یک باران با شدت زیاد، شاید شما رگه‌های کوچک جریان آب را که به سمت سراسیمبی می‌روند را دیده باشید. این شکل نشان می‌دهد که چگونه رواناب وارد یک نهر کوچک می‌شود. رواناب در این شرایط روی زمین لخت حرکت می‌کند و رسوب و دانه‌های خاک را نیز با خود حمل می‌کند و به داخل رودخانه می‌آورد (که برای کیفیت آب مناسب نیست). این رواناب راه خود را برای بازگشت به اقیانوس شروع کرده است.

مانند تمام اجزای دیگر چرخه‌ی آب ارتباط بین رواناب سطحی و بارندگی در زمان و مکان مختلف، متفاوت می‌باشد. تقریباً رگبارهای جنگل آمازون و صحرای جنوب‌غربی ایالات متحده همانند هم هستند اما الگوهای مختلفی از رواناب را ایجاد می‌کنند. رواناب‌های سطحی توسط عوامل هواشناسی، زمین‌شناسی و عوارض زمین (پستی‌ها و بلندی‌ها) متأثر می‌شوند. فقط حدود یک سوم بارندگی روی خشکی‌ها به نهرها و رودخانه‌ها می‌رسند و از آنجا به اقیانوس‌ها باز می‌گردند. دو سوم دیگر، تبخیر می‌شوند، تفرق پیدا می‌کنند و یا به داخل آب‌های زیرزمینی نفوذ می‌یابند. رواناب‌های سطحی همچنین توسط انسان‌ها برای موارد مختلف مصرف می‌شوند.

جریان آب: حرکت آب در رودخانه‌ها

دفتر بررسی‌های زمین‌شناسی ایالات متحده آمریکا از کلمه “جریان آب” به منظور حجم آب جاری در رودخانه‌ها، نهرها یا جوی‌ها استفاده می‌نماید.

اهمیت رودخانه‌ها



رودخانه‌ها نه تنها برای

انسان‌ها، بلکه برای زنده ماندن همه چیز و در همه جا مهم هستند. رودخانه‌ها نه تنها برای تفریح کردن بلکه برای تأمین آب شرب، آبیاری کشاورزی، تولید برق، حمل و نقل رودخانه‌ایی (مثل رودخانه کارون)، تهیه‌ی غذا و حمل آلودگی‌ها (که خوشبختانه یک قسمت از این آلودگی‌ها را می‌توانند پالایش کنند) مورد استفاده قرار می‌گیرند. رودخانه‌ها برای همه نوع گیاهان و جانوران مهم هستند. رودخانه‌ها به آب‌های زیرزمینی نیز از طریق نفوذ آب از بستر خود کمک می‌کنند تا همیشه آب کافی داشته باشند.

حوزه‌های آبریز و رودخانه‌ها

وقتی که در مورد رودخانه‌ها فکر می‌کنید، خیلی مهم است که در مورد حوزه‌های آبریز نیز فکر کنید. حوزه‌ی آبریز چیست؟ هر جا که هستید بایستید و به سمتی نگاه کنید که هنگام بارندگی آب روی زمین به همان سمت می‌رود. با این کار شما در یک نقطه‌ی حوزه‌ی آبریز (از نوع شهری) نزدیک به خانه خود هستید و به سمت نقطه‌ی انتهایی نگاه می‌کنید. حوزه‌ی آبریز بخشی از یک خشکی است که تمام آب بارش یافته و یا آب جاری شده در این خشکی به یک نقطه‌ی انتهایی برسند. حوزه‌ی آبریز می‌تواند به کوچکی یک جای پا و یا به بزرگی یک کشور باشد. حوزه‌ی آبریز مرکزی ایران حدود دو سوم کل ایران را دربر می‌گیرد. همچنین یکی از حوزه‌های آبریز در استرالیا کمی از کل مساحت ایران کوچک‌تر است. هر حوزه‌ی آبریز بزرگ از چندین حوزه‌ی آبریز

کوچک تشکیل شده است. حوزه‌های آبریز مهم هستند چراکه جریان آب و کیفیت آب یک رودخانه به تمام اجزای داخل حوزه‌ی آبریز و تأثیر انسان‌ها در آن دارد. با آنچه که تعریف شد، می‌توان به این نتیجه رسید که داخل حوزه‌های آبریز جاده‌ها، جنگل‌ها و حتی شهرها نیز قرار دارند. مثلاً شهر تبریز داخل حوزه‌ی آبریز آجی‌چای (تلخه رود) می‌باشد و یا اهواز داخل حوزه‌ی آبریز رودخانه‌ی کارون می‌باشد.

جریان رودخانه‌ها دائماً تغییر می‌کنند



جریان آب دائماً در حال تغییر است، روزانه و حتی دقیقه به دقیقه این تغییر ادامه دارد. البته، مهمترین عامل در این تغییرات رواناب ناشی از بارندگی می‌باشد. بارندگی باعث خواهد شد تا آب داخل رودخانه‌ها بالا بیاید و برعکس، فقط هنگامی سطح آب در داخل یک رودخانه بالا می‌آید که در نقاط مرتفع و بالایی یک حوزه‌ی آبریز، بارندگی شده باشد. تقریباً می‌توان گفت که اندازه‌ی رودخانه‌ها بستگی به اندازه‌ی حوزه‌ی آبریز آنها دارد. رودخانه‌های بزرگ، حوزه‌های آبریز بزرگ دارند؛ رودخانه‌های کوچک نیز حوزه‌های آبریز کوچک‌تر دارند. به همین صورت، ابعاد مختلف رودخانه‌ها در برابر بارندگی‌ها نیز عکس‌العمل مختلف دارند. رودخانه‌های بزرگ افزایش و کاهش سطح آب آرام‌تری نسبت به یک رودخانه‌ی کوچک‌تر دارند. در یک حوزه‌ی آبریز کوچک، سطح آب در رودخانه در عرض چند ساعت و یا حتی چند دقیقه افزایش و کاهش می‌یابد. اما در رودخانه‌های بزرگ، روزها طول خواهد کشید تا سطح آب بالا بیاید و روزها نیز باید سپری شود تا سطح آب به حالت اولیه خود برگردد.

ذخیره‌ی آب شیرین: آب شیرین روی سطح زمین وجود دارد

یکی از بخش‌های مهمی که در چرخه‌ی آب وجود دارد و برای حیات انسان‌ها ضروری است، آب شیرین موجود بر روی سطح زمین است. می‌گویید نه؟! خوب کافیسست که از همسایه‌تان، از یک گوجه فرنگی، از یک ماهی قزل‌آلا و بالاخره از یک پشه‌ی مزاحم

بپرسید که رودخانه‌ها چقدر مهم هستند!! جریان آب سطحی شامل نهرها، آبگیرها، دریاچه‌ها، مخازن (دریاچه‌های ساخته دست بشر) و آب شیرین داخل تالاب‌ها هستند.

میزان آب داخل رودخانه‌ها و دریاچه‌ها با توجه به ورود و خروج آب آنها، متفاوت می‌باشد. ورودی آب به آنها می‌تواند از بارش، رواناب‌های سطحی اطراف، نشت آب از آب زیرزمینی به آب سطحی و انشعاب‌های وارد شده به رودخانه در مسیر آن باشد. خروجی‌های آب از دریاچه‌ها و رودخانه‌ها نیز عبارتند از تبخیر و ورود آب به آب‌های زیرزمینی. همچنین انسان نیز برای مصارف مختلف آب را مورد بهره‌برداری قرار می‌دهد. از طرف دیگر محل آب‌های سطحی نیز در طول زمان و مکان دچار تغییر می‌شود.

آب‌های سطحی برای ادامه‌ی زندگی



همان‌طور که در عکس دلتای نیل در مصر دیده

می‌شود، زندگی می‌تواند حتی در صحرا با حضور آب سطحی (و یا زیرزمینی) شکوفا شود. آب روی زمین حقیقتاً باعث پایداری و ثبات زندگی خواهد شد. وقتی آب سطحی به سمت پایین حرکت می‌کند، باعث ورود آب به آب زیرزمینی خواهد شد و آبخوان‌ها به وجود می‌آیند. شاید فکر کنید که ماهی‌ها می‌توانند در آب شور دریاها زندگی کنند و نیازی به آب شیرین ندارند ولی اگر آب شیرین به اقیانوس‌ها بازنگردد، به دلیل تبخیر، آب اقیانوس‌ها آنقدر شور خواهد شد که حتی دیگر ماهی‌ها نیز قادر به ادامه‌ی حیات نخواهند شد.

آب شیرین به طور نسبی در دنیا کمیاب است. فقط حدود ۳ درصد از کل آب‌های دنیا آب شیرین هستند و دریاچه‌ها و تالاب‌های آب شیرین در دنیا فقط حدود ۰/۲۹ درصد

از آب‌های شیرین در دنیا را تشکیل می‌دهند. ۲۵ درصد از کل آب شیرین در دنیا در دریاچه‌ی بایکال در جنوب سیبری و در روسیه می‌باشد. ۲۵ درصد دیگر آب شیرین در دنیا در دریاچه‌ی بزرگ (که شامل دریاچه‌های هورون، میشیگان، سوپریور، اری و اونتاریو می‌باشد) در مرز ایالات متحده و کانادا ذخیره شده است. رودخانه‌ها تنها ۰/۰۰۶ درصد از کل آب شیرین در دنیا را شامل می‌شوند. با این شرایط می‌توان تصور کرد که زندگی روی زمین زنده به چیزی است که فقط یک قطره در یک دیگ است!

نفوذ: حرکت به سمت پایین آب از سطح زمین به زیرزمین

آب زیرزمینی از بارندگی شروع می‌شود



در هر جایی از دنیا، بخشی از آب که به شکل باران و برف بارش می‌یابند به سطح زیرین خاک و سنگ نفوذ می‌یابند. مقدار این نفوذ بستگی به عوامل متعددی دارد. نفوذ آب به درون یخ‌های گرینلند تقریباً صفر است، در صورتی که در عکس بالا دیدید که یک نهر به شکل کامل داخل یک غار نفوذ می‌کند.

بخشی از آبی که نفوذ می‌کند در لایه‌ی سطحی کم عمق می‌ماند و ممکن است به درون یک نهر یا رود نشت پیدا کند. بخش دیگری از آب ممکن است به اعماق پایین‌تر برود و آبخوان‌های زیرزمینی را تغذیه نماید. اگر آبخوان‌ها به اندازه کافی متخلخل باشند که آب بتواند به داخل آنها نفوذ کند، مردم می‌توانند با حفر چاه از آب این آبخوان‌ها استفاده نمایند. آب می‌تواند مسافت زیادی را در زیر زمین سفر کند و

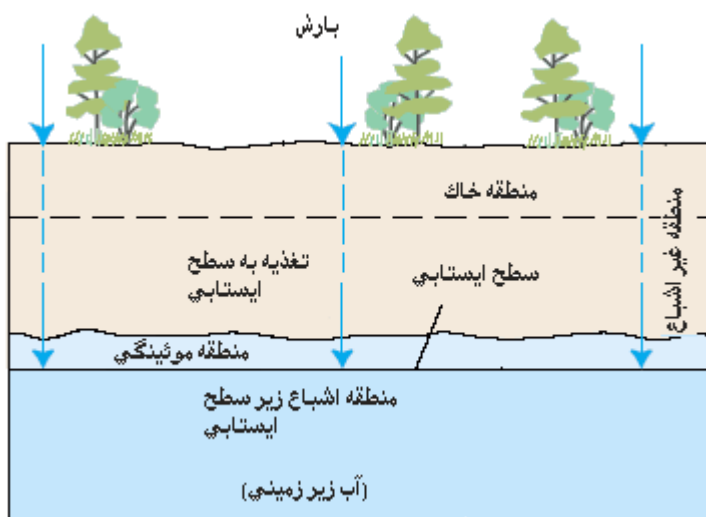
به‌عنوان ذخیره‌ی آب زیرزمینی برای مدت طولانی بدون بازگشت به سطح زمین و یا نشت به یک بدنه‌ی آبی دیگر مثل اقیانوس‌ها و یا رودخانه‌ها به حساب آید.

آب زیرسطحی

وقتی که آب بارندگی به سطح زیرین خاک نفوذ پیدا می‌کند، معمولاً دو لایه‌ی غیر اشباع و اشباع بوجود می‌آورد. در منطقه‌ی غیر اشباع، مقداری آب در بازشدگی‌های بین سنگ‌ها وجود دارد ولی در زیر آن آبی وجود ندارد. در بالای منطقه‌ی غیر اشباع، لایه‌ی خاک وجود دارد. لایه‌ی خاک دارای فواصلی است که به وسیله‌ی ریشه‌ی گیاهان بوجود آمده و باعث خواهد شد تا بارندگی‌ها از آن نفوذ نمایند. آب در این ناحیه توسط ریشه‌ی گیاهان به مصرف می‌رسد. زیر منطقه‌ی غیر اشباع، منطقه‌ی اشباع وجود دارد که آب کاملاً فضای بین سنگ‌ها و ذرات خاک را پر کرده‌است. انسان می‌تواند با حفر چاه تا این منطقه آب را پمپاژ کند.

ذخیره آب زیرزمینی: آب برای مدت‌های طولانی در زیر سطح زمین وجود دارد

آب ذخیره شده، بخشی از چرخه‌ی آب می‌باشد



مقدار زیادی از آب در زیر

زمین ذخیره شده است. این آب، اما هنوز می‌تواند حرکت کند، هر چند خیلی آرام، ولی هنوز به عنوان بخشی از چرخه‌ی عظیم آب به شمار می‌رود. بخش بزرگی از آب زیرزمینی دارای منشاء بارندگی می‌باشد که به سطح زیرین خاک نفوذ یافته. بالاترین

لایه‌ی خاک، منطقه‌ی غیر اشباع می‌باشد، جایی که مقدار آب در آن در طی زمان تغییر می‌کند، اما خاک را خیس نمی‌کند. زیر این لایه، منطقه‌ی اشباع وجود دارد که تمام خلل و فرج، ترک‌ها، فاصله‌ی بین سنگ‌ها و ذرات خاک پر از آب می‌باشد. کلمه‌ی “آب زیرزمینی” به این منطقه اطلاق می‌شود. حجم آب زیادی در این آبخوان‌ها ذخیره می‌شود و زندگی بسیاری از مردم در دنیا به آب زیرزمینی بستگی دارد.

برای پیدا کردن آب، زیر پای خودتان را ببینید..... سطح ایستابی



امیدوارم که قدر زحمات یک ساعته‌ی من

برای سوراخ کردن زمین در زیر آفتاب سوزان ساحل را بدانید! این بهترین راه برای نشان دادن برخی از مسایل است. مثلاً در یک عمق مشخص، در زیر زمین، همه‌جا از آب اشباع است، منتها اگر به اندازه‌ی کافی خاک نفوذپذیر باشد و اجازه‌ی داخل شدن آب به حفره را بدهد. سطح بالایی این منطقه را سطح ایستابی می‌گویند. سطح آب در این حفره برابر سطح آب در دریا است. اگر شما این حفره را در کنار دریای آزاد و یا ساحل اقیانوس‌ها حفر می‌کردید، به دلیل جذر و مد سطح آب دریا و یا اقیانوس بالا و پایین می‌رفت و در نتیجه سطح آب در این حفره نیز بالا و پایین می‌رفت.

این حفره مثال خوبی برای آب زیرزمینی است. اگر در این حفره آب شیرین بود، آن وقت می‌شد با یک سطل از آن برای مصارف مختلف آب برداشت کرد. خوب، حالا سعی کنید با یک سطل این حفره را از آب خالی کنید. اما می‌بینید که بلافاصله از آب پر می‌شود، چون ماسه‌ی ساحل بسیار نفوذپذیر است و آب موجود در دریا سریعاً به حفره می‌رسد (که البته برای چاه‌های آب شرب کنار ساحل این موضوع اصلاً خوب نیست، زیرا بجای آب شیرین، آب شور جای آن را می‌گیرد). به این چاه‌ها که سریعاً پر می‌شوند، چاه با آبدهی بالا می‌گویند. برای رسیدن به آب شیرین کافی است که یک

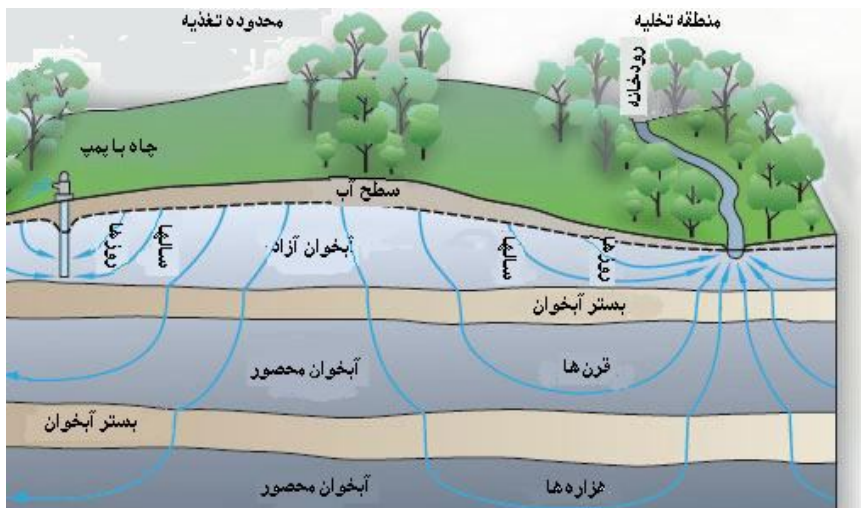
چاه به اندازه‌ای عمیق حفر شود که به آبخوان برسد. این چاه ممکن است که چندین ده متر و یا چند صد متر عمق داشته باشد، اما مهم این است که اصول آبدهی آنها همگی شبیه همان حفره‌ی کنار ساحل می‌باشد، دسترسی به آب در منطقه‌ی اشباع و جایی که تمام فضاها بین سنگ‌ها و ذرات خاک پر از آب است.

تخلیه آب زیرزمینی: خارج شدن آب از زیر زمین



شما همیشه بخشی از آب را که به چشم می‌توان دید را تجربه کرده‌اید، آب دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، یخ، باران و برف. اما حجم بزرگی از آب قابل دیدن نیست، جریان آبی که در زیر زمین در حال حرکت است. انسان هزاران سال است که از آب زیرزمینی استفاده کرده‌است و این کار برای آب شرب و آبیاری اراضی کشاورزی کماکان ادامه دارد. زندگی بر روی زمین به همان اندازه که به آب سطحی وابسته است، به آب زیرزمینی نیز بستگی دارد.

آب زیرزمینی در زیرزمین جریان دارد



بخشی از بارش که روی زمین اتفاق می‌افتد، به زیر زمین نفوذ کرده و تبدیل به آب زیرزمینی می‌شود. بخشی از این آب بسیار نزدیک به سطح است و تبدیل به نشت آب

به نهرها و یا رودخانه می‌شوند، اما بخش بزرگتری از آن به دلیل جاذبه‌ی زمین، به اعماق زمین نفوذ می‌کند.

همان‌طور که در شکل نشان داده شده است، جهت و سرعت آب در زیر زمین بستگی به مشخصات آبخوان و لایه‌های زیر زمین دارد (در سنگ‌های متراکم، آب زمان زیادی برای حرکت در بین آنها نیاز خواهد داشت). حرکت آب در زیر زمین بستگی به نفوذپذیری (آب تا چه میزان راحت‌تر و یا سخت‌تر می‌تواند در بین لایه‌های خاک حرکت کند) و تخلخل (مقدار فضای باز در بین خاک و سنگ) دارد. اگر سنگ و خاک به آب اجازه بدهند که نسبتاً آزاد در بین لایه‌ها حرکت نماید، آب زیرزمینی می‌تواند فواصل طولانی را در مدت چند روز طی نماید. اما آب زیرزمینی همچنین می‌تواند به اعماق پایین‌تر نفوذ کند و در نتیجه هزاران سال طول می‌کشد تا این آب مجدداً به زمین بازگردد.

چشمه‌ها: جایی که آب زیرزمینی به سطح زمین تخلیه می‌شود

چشمه چیست؟



یک چشمه، نتیجه‌ی پر

شدن یک آبخوان و سرریز شدن آن به سطح زمین است. ابعاد و اندازه‌ی چشمه‌ها از چشمه‌های کوچک آب که بعد از یک بارندگی ایجاد می‌شوند تا چشمه‌های بزرگی که منشاء رودخانه‌های بزرگ مانند کارون می‌شوند متغیر است.

چشمه‌ها در هر نوع سنگی می‌توانند شکل بگیرند، اما معمولاً آنها را می‌توان در سنگ آهک‌ها و دولومیت (نوعی سنگ آهک) که به راحتی می‌شکنند و می‌توانند در بارندگی‌ها حل بشوند و تولید اسید کنند، یافت می‌شوند. وقتی که سنگ حل می‌شود و شکسته می‌شود، آب در فضای بوجود آمده در سنگ‌ها جریان می‌یابد. اگر آب به شکل افقی جریان یابد، بالاخره در یک نقطه به سطح زمین می‌رسد و یک چشمه بوجود می‌آید.

آب چشمه‌ها همیشه تمیز و شفاف نیستند



Spring in Colorado, USA, USGS آب چشمه‌ها معمولاً شفاف و بی‌رنگ

است. اما برخی از چشمه‌ها، گاهی دارای رنگ چای هستند، مثل همان چشمه که در عکس دیده شد. رنگ قرمز و یا قهوه‌ایی آن نشان می‌دهد که آب در ارتباط با مواد معدنی در زیر زمین بوده است، مانند آهن. از طرف دیگر می‌توان به این نتیجه رسید که آب جریان یافته به جای عبور از خلل و فرج، از یک کانال بزرگ بدون فیلتر شدن در خاک برای حذف مواد رنگی عبور کرده است که به آن کارست می‌گویند.

چشمه‌های آبگرم

چشمه‌های آبگرم، چشمه‌های معمولی هستند که در آنها آب خروجی گرم و یا در برخی نقاط، آب جوش و به همراه حباب‌های گل است مانند چشمه‌های موجود در پارک ملی یلوستون، ویومینگ ایالات متحده آمریکا. بسیاری از چشمه‌های آبگرم، در مناطقی هستند که فعالیت‌های آتشفشانی جدید داشته‌اند و آب به دلیل نزدیکی به سنگ‌های داغ زیر سطح زمین، گرم می‌شود. سنگ‌ها هر چه دارای عمق بیشتری

باشند، گرم‌تر می‌شوند و هنگامی که آب به عمق فرو رفته به یک شکاف بزرگ برسد، راهی برای رسیدن به سطح زمین پیدا می‌کند و در نتیجه تبدیل به یک چشمه آبگرم خواهد شد. چشمه‌های آبگرم، در تمام نقاط دنیا اتفاق می‌افتند و حتی همزیستی با کوه‌های یخی دارند، چنانچه که در گرینلند می‌توان مشاهده کرد.

توزیع جهانی آب

برای توضیح نسبتاً کامل برای مقدار آب در جهان، می‌توانید به نمودار و جدول زیر نگاه کنید. حالا، شما می‌دانید که چرخه‌ی آب تشریح حرکت آب در دنیا است، بنابراین نمودار و جدول زیر وضعیت آب در یک نقطه که وضع فعلی می‌باشد را نشان می‌دهد و اگر شما به هزاران و یا میلیون‌ها سال پیش بازگردید، این اعداد ممکن است متفاوت باشند.

توجه کنید که ۹۶ درصد از کل حجم ۱۳۸۶ میلیون کیلومتر مکعب (یعنی به اندازه‌ی ۴۶ میلیون و ۲۰۰ هزار برابر اتاق خواب شما!) آب شور می‌باشد. از ۴ درصد باقی‌مانده، بیش از ۶۸ درصد در یخ و یخچال‌های طبیعی می‌باشد. منابع آب شیرین، مانند رودخانه‌ها و دریاچه‌ها، فقط ۰.۰۱۳۱۰۰ کیلومتر مکعب که فقط ۱ قسمت از ۷۰۰ قسمت کل آب می‌باشد. اما با این وجود، رودخانه‌ها و دریاچه‌ها مهم‌ترین منبع آب تمامی مردم روی زمین می‌باشند.

تقسیم آب در جهان

