

## سفر آب درون زمین

۱. بزرگترین ذخیره آب شیرین بعد از یخچالها کدامند؟

۱) آبهای زیرزمینی در همه جای کره زمین وجود دارند و بعد از یخچالها بزرگترین ذخیره آب شیرین زمین محسوب می شوند. این ذخایر آبی در مناطق کم آب مانند استانهای مرکزی ایران از اهمیت خاصی برخوردارند. بخش عمده آب مصرفی کشور ما از آبهای زیرزمینی تأمین می شود. در این فصل با آبهای زیرزمینی آشنا می شوید.

۲. آبهای زیرزمینی در کدام مناطق اهمیت دارند؟

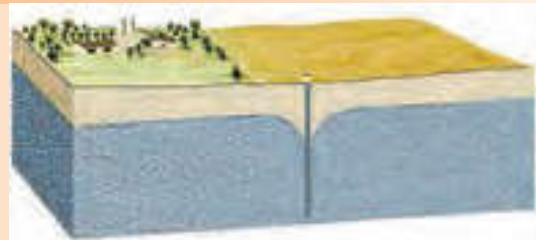
نکته: آبهای شور یخچالها < آبهای زیرزمینی > آبهای سطحی



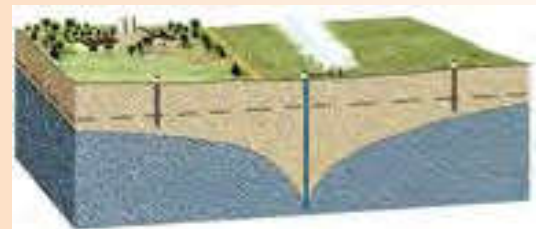
۳. آب مورد نیاز در تشکیل آبهای زیرزمینی از کجا تأمین می شود؟

آبهای زیرزمینی را می دانید آب مصرفی خانواده شما از کجا تأمین می شود؟ آیا اهمیت آبهای زیرزمینی را می دانید؟ در درس گذشته آموختید وقتی بارش صورت می گیرد، بخشی از آن تبخیر، مقداری در سطح زمین جاری و بقیه به داخل زمین نفوذ می کند. نفوذ آب از بستر رودها، دریاچه ها، آب حاصل از ذوب برفها و یخها در تشکیل آبهای زیرزمینی نقش دارند. بهره برداری از آبهای زیرزمینی در کشور ما از قدیم رواج داشته است. حفر چاه و قنات از رایج ترین راههای دستیابی به منابع آبهای زیرزمینی است. (شکل ۲). <sup>چشمه</sup>

۴. از رایج ترین راههای دستیابی به منابع آبهای زیرزمینی در کشور ما چیست؟



شکل ۱ - آبهای زیرزمینی



شکل ۲ - چاه بهره برداری  
توجه به شکل ۶

## ۱. ویژگی های خاک به چه عاملی بستگی دارد؟ ۲. ارتباط نسبت ماسه و رس خاک با نفوذپذیری آن چگونه است؟

خاک از ذرات با اندازه های مختلف تشکیل شده است. (اندازه ذرات خاک در ویژگی های

### ۳. نفوذپذیری خاک به چه چیزی بستگی دارد؟

مقدار نفوذ پذیری در سنگ ها و رسوبات به اندازه و تعداد فضاهای خالی و نحوه ارتباط آنها با یکدیگر بستگی دارد.

آن تأثیر دارد؛ مثلاً میزان فضاهای خالی و چگونگی نفوذ آب در خاک به اندازه ذرات آن بستگی دارد. اگر مقدار ماسه خاک، نسبت به رس آن بیشتر باشد، آب را در خود نگه نمی دارد و آب با سرعت به لایه های زیرین می رود؛ اما اگر در خاک، مقدار رس بیشتر باشد، آب به راحتی به درون زمین نفوذ نمی کند. <sup>۴</sup> به نظر شما در خاک مناسب کشاورزی، مقدار رس و ماسه باید

زمین هایی که مقدار نفوذپذیری خاک آن ها خیلی زیاد یا خیلی کم باشد، برای کشاورزی مناسب نیستند؛ زیرا نفوذپذیری زیاد سبب می شود آب به سرعت به قسمت های پایین تر خاک رفته و ریشه گیاهان نمی توانند آب جذب کنند و نفوذپذیری کم خاک نیز باعث می شود که آب نتواند وارد خاک شود و به ریشه گیاهان برسد. بنابراین باید نسبت ماسه و رس زمین های کشاورزی مناسب باشد.

چگونه باشد؟

### فعالیت

دامنه الف نفوذپذیری بیشتری دارد، زیرا ریشه گیاهان نفوذپذیری خاک را افزایش می دهند. همچنین پوشش گیاهی با کاهش سرعت جریان آب سطحی زمان کافی برای نفوذ آب را فراهم می کند. دامنه ب

– مقدار نفوذ آب را به درون زمین در دو دامنه شکل زیر با هم مقایسه، و درباره دلیل خود بحث کنید.

– احداث سد در کدام دامنه بیشتر مورد نیاز است؟ دلیل خود را ذکر کنید. دامنه ب

برای احداث سد باید از دامنه های فاقد پوشش گیاهی استفاده کنیم تا علاوه بر نفوذ کمتر آب در زمین، آب های سطحی بیشتری مهار شده دامنه الف و برای آشامیدن و کاربردهای کشاورزی و صنعتی ذخیره شود.



### آزمایش کنید

وسایل و مواد: لیوان یک بار مصرف

۲ عدد، مقداری ماسه و رس

روش آزمایش

۱- ته هر دو لیوان یک سوراخ ایجاد کنید.

۲- یکی از لیوان ها را با ماسه و دیگری را

با خاک رس پر کنید (حدود  $\frac{3}{4}$  حجم).

۳- در هر یک از لیوان ها مقدار یکسان آب

اضافه کنید.

۴- آب از کدام لیوان زودتر خارج می شود؟ لیوان دارای ماسه

نتیجه مشاهده ها را در گروه خود به بحث

بگذارید. ذرات ماسه بزرگ تر از رس می باشد بنابراین فضای خالی بین ذرات بیشتر شده و نفوذپذیری ماسه نیز افزایش می یابد.

### ۵. منظور از نفوذپذیری چیست؟ نفوذپذیری کدام خاک بیشتر و کدام یک کمتر است؟

۵) بعضی از مواد مانند شن و ماسه به راحتی آب را از خود عبور می دهند که به این قابلیت،

نفوذپذیری می گویند در حالی که برخی مواد مانند رس، آب را به راحتی از خود عبور نمی دهند؛

یعنی این مواد نفوذپذیری خیلی کمی دارند. ۵)

۱. چه عواملی در میزان نفوذ آب به درون زمین (نفوذپذیری خاک) تاثیر دارند؟ پوشش گیاهی بیشتر ← نفوذپذیری بیشتر  
اندازه ذره های خاک بزرگ تر ← نفوذپذیری بیشتر  
شیب زمین کمتر ← نفوذ پذیری بیشتر

### فکر کنید

الف) افزون بر پوشش گیاهی و اندازه ذره های تشکیل دهنده زمین، شیب زمین نیز در نفوذ آب به درون زمین تأثیر دارد؛ چگونه؟ هرچه شیب زمین کمتر باشد، سرعت جریان آب کمتر است؛ در نتیجه فرصت نفوذ آب به داخل زمین بیشتر می شود.  
ب) زمین هایی که مقدار نفوذپذیری خاک آنها زیاد است برای کشاورزی مناسب نیستند. چرا؟ زیرا نفوذپذیری زیاد خاک باعث هدایت سریع آب به لایه های پایین تر شده و آب از دسترس ریشه گیاهان دور می شود.

۲. چه موقع آب های سطحی می توانند آب های زیرزمینی را بوجود آورند؟

۳. سرعت حرکت آب های زیرزمینی چقدر و در چه جهتی می باشد؟

۴. سرعت حرکت آب های زیرزمینی را در رسوبات آبرفتی و رسی مقایسه کنید.

۵. غارهای آهکی چه موقعی بوجود می آیند؟

۲) آب های سطحی پس از نفوذ در درون زمین، فضاهای خالی بین ذره های تشکیل دهنده رسوبات و سنگ ها را پر می کنند و ذخایر آب های زیرزمینی را به وجود می آورند. ۳) آب ها در زیرزمین حرکت می کنند. سرعت حرکت آنها از ۵/۰ متر تا ۵۰۰ متر در سال متغیر است. جهت حرکت آب از شیب سطح زمین، پیروی می کند. ۴) سرعت حرکت آب های زیرزمینی در رسوبات دانه درشت مانند آبرفت ها زیاد و در رسوبات دانه ریز مانند رس ها بسیار ناچیز است. ۵) آب های زیرزمینی هنگام نفوذ در سنگ های آهکی، آنها را در خود حل و فضاهای خالی ایجاد می کنند. با ادامه این فرایند فضاهای خالی بیشتر و بزرگ تر می شود و غارهای آهکی به وجود می آید. ۵



شکل ۳- نحوه تشکیل غار آهکی

## آزمایش کنید

وسایل و مواد: بشر، استوانه مدرج، مقداری ماسه

روش آزمایش

- ۱- یک بشر را از ماسه پر کنید.
- ۲- با استوانه مدرج به آن آب اضافه کنید تا بشر از آب لبریز شود.
- ۳- مقدار آب مصرفی را بر حسب سانتی متر مکعب یادداشت کنید.
- ۴- حجم آب مصرف شده، نشان دهنده چیست؟ فضای خالی بین ذرات ماسه و نفوذپذیری آن



۱. مواد آبرفتی و رس را از نظر نفوذپذیری و ذخیره آب های زیرزمینی مقایسه کنید.  
(چه نوع خاکی برای تشکیل ذخیره ی آب های زیرزمینی مناسب است؟)

میزان فضای خالی و نفوذپذیری در سنگ ها و رسوبات مختلف، متفاوت است؛ به عنوان مثال (در آبرفت ها، میزان فضاهای خالی و نفوذپذیری زیاد است. بنابراین برای تشکیل ذخیره آب های زیرزمینی مناسب است در حالی که رس ها، گرچه دارای فضای خالی اند؛ اما به دلیل دانه ریز بودن برای بهره برداری از آب های زیرزمینی مناسب نیستند) ۱

فکر کنید

الف) میزان فضاهای خالی و نفوذپذیری را در دو شکل زیر با هم مقایسه کنید. (۱) > (۲)

ب) کدام یک برای تشکیل ذخیره آب زیرزمینی مناسب تر است؟ شماره ۲، به دلیل فضاهای خالی و نفوذپذیری بیشتر، برای تشکیل ذخیره آب زیرزمینی مناسب تر است. (۲)

نکته: مقدار فضاهای موجود در سنگ یا خاک را با کمیت تخلخل بیان می کنند. بنابراین **تخلخل** عبارت است از درصد حجم فضاهای خالی موجود در یک نمونه سنگ یا خاک به حجم کل آن نمونه.

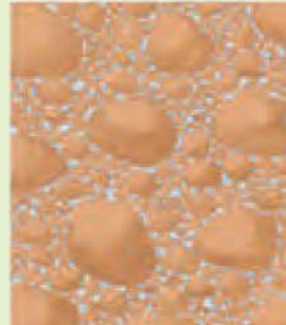
$$\text{تخلخل} = \frac{\text{حجم فضای خالی}}{\text{حجم کل نمونه}} \times 100$$

آیا متخلخل بودن یک رسوب یا سنگ لزوماً به معنای نفوذپذیر بودن آن است؟

خیر، رسوبات رسی با درجه تخلخل ۵۰ درصد، نفوذناپذیر هستند زیرا در آن ها فضاهای خالی با یکدیگر ارتباط ندارند. سنگ پا و پوکه معدنی نیز با درجه تخلخل زیاد نفوذناپذیر هستند.



آبرفتی یا شن و ماسه ای



رسی

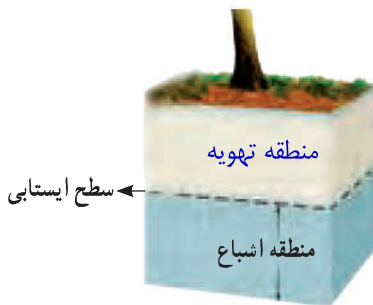
فعالیت

پاسخ ۱- دو منطقه، منطقه اشباع از آب و منطقه بالای که دارای رطوبت و هواست و به آن **منطقه تهویه** می گویند. به مرز این دو منطقه سطح ایستابی گفته می شود.

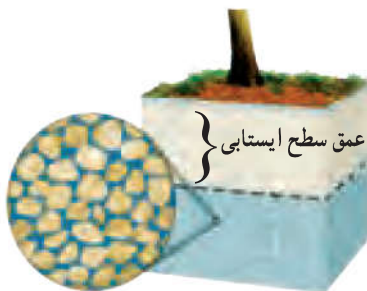
یک ظرف شیشه ای را تا  $\frac{3}{4}$  با ماسه پر کنید؛ سپس تا نیمه درون آن آب بریزید. به دقت آن را مشاهده کنید و به پرسش های زیر پاسخ دهید.

۱- داخل ظرف چند منطقه مجزا وجود دارد؟

۲- کدام منطقه را می توان به سفره آب زیرزمینی تشبیه کرد؟ منطقه اشباع را می توان به سفره آب زیرزمینی تشبیه کرد.



شکل ۴- منطقه اشباع و سطح ایستابی



شکل ۵- عمق سطح ایستابی

زیادتر خواهد بود (شکل ۵). ۲. منظور از منطقه تهویه چیست؟ منطقه ای که در آن فضاهای خالی بین ذره ها توسط رطوبت و هوا پر شده است.

۳. منطقه اشباع چیست؟ منطقه ای که فضاهای خالی بین ذره ها در آن کاملاً توسط آب پر شده است.

پورسالار ۵۷

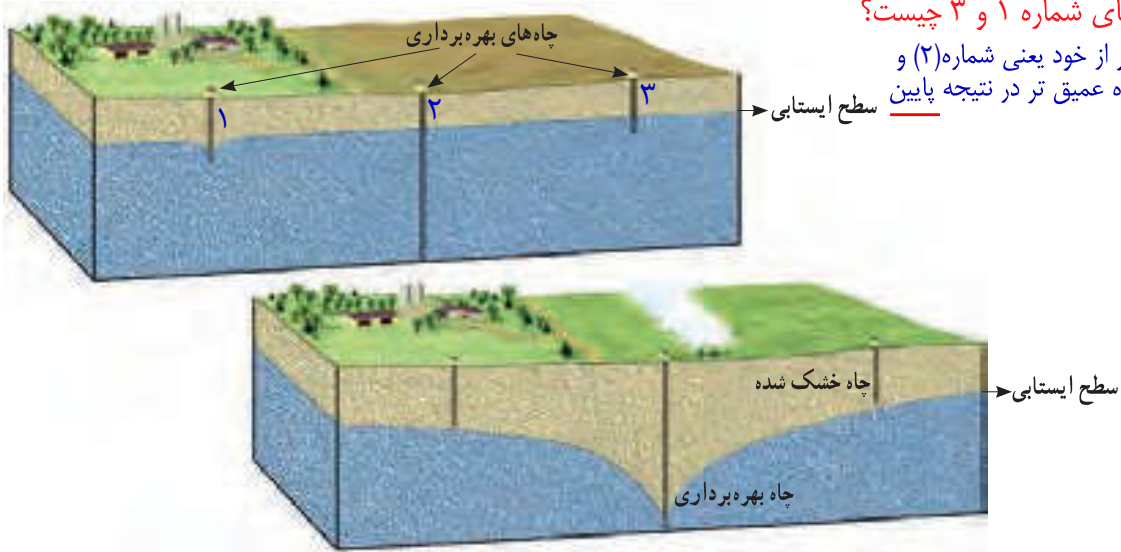
۴. لایه های آبدار زیرزمینی چگونه تشکیل می شوند؟  
۵. سطح ایستابی چیست؟

۱. آیا عمق چاه های آب در همه جا یکسان است؟ توضیح دهید.  
(عمق چاه مناطق ساحلی و مرکزی کشور ما را مقایسه کنید.)

## اطلاعات جمع آوری کنید

در مورد عمق چاه های آب محل سکونت خود، تحقیق، و نتیجه را در کلاس گزارش کنید.

۱) عمق چاه های آب در همه جا یکسان نیست. در مناطق نزدیک دریا این عمق کم است و ممکن است شما با چند متر حفر کردن به سطح ایستابی برسید؛ اما در نواحی خشک داخلی کشور، این عمق زیاد است و ممکن است بیش از ۱۵۰ متر باشد! ۱)



۲. علت خشک شدن چاه های شماره ۱ و ۳ چیست؟

نزدیک بودن به چاه عمیق تر از خود یعنی شماره (۲) و برداشت بیشتر آب توسط چاه عمیق تر در نتیجه پایین رفتن سطح ایستابی

شکل ۶- بهره برداری از آب های زیرزمینی

۳. آبخوان چیست؟ به سفره های آب زیرزمینی، آبخوان گفته می شود.

### فکر کنید

**نکته:** هر عاملی که مقدار آب های زیر زمینی را افزایش دهد عمق سطح ایستابی را کم می کند. عمق سطح ایستابی به چه عواملی بستگی دارد؟ توضیح دهید.  
دوری و نزدیکی به ساحل (آب های سطحی)، میزان بارندگی و آب وهوای منطقه، مقدار بهره برداری از آب های، زیرزمینی میزان نفوذپذیری خاک و تغذیه مصنوعی سفره زیرزمینی

با توجه به محل زندگی پاسخ متفاوت است؛ برای نمونه در مناطق بارانی و مرطوب بیشتر از آب های زیرزمینی و با حفر چاه و یا چشمه ها اما در مناطق خشک از حفر چاه و قنات و یا آب های سطحی مهار شده در پشت سدها که لوله کشی یا کانال کشی شده است.

## اطلاعات جمع آوری کنید

در استان محل سکونت شما برای تأمین آب مصرفی بیشتر از آب های زیرزمینی استفاده می شود یا آب های سطحی؟ دلیل خود را در کلاس ارائه کنید.

سفره های آب زیرزمینی (آبخوان) به طور کلی به دو نوع تقسیم بندی می شوند:

۱- سفره های آب زیرزمینی آزاد ۵. ویژگی سفره های آب زیرزمینی آزاد چیست؟ در چه مناطقی بوجود می آید؟

۵) در این نوع سفره ها یک لایه نفوذپذیر روی یک لایه نفوذ ناپذیر قرار دارد. این نوع آبخوان ها بیشتر در دشت ها و دامنه کوه ها ایجاد می شود. آب موجود در این آبخوان ها از طریق حفر چاه و قنات قابل بهره برداری است. ۶) در صورتی که در مناطق شیب دار، آب های

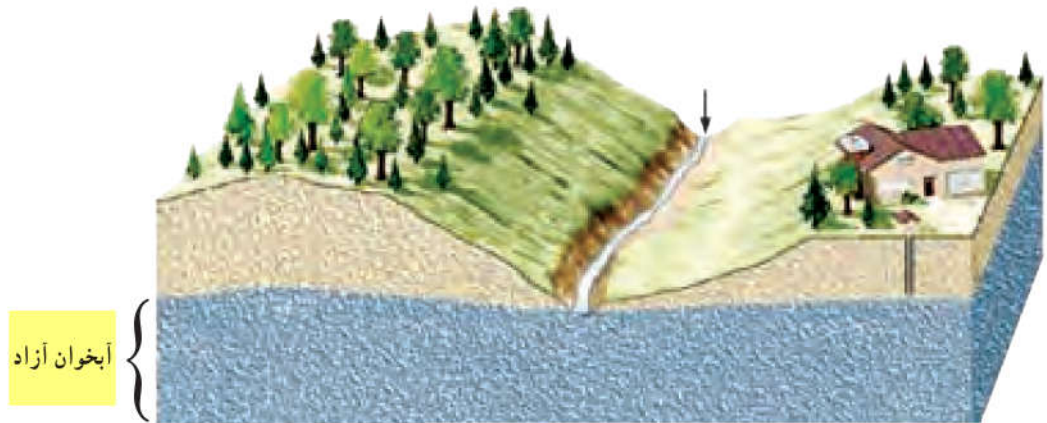


شکل ۷- چشمه

۶. چشمه چگونه تشکیل می شود؟  
(چشمه چیست؟)

۴. انواع سفره های آب زیر زمینی (آبخوان) را نام ببرید. } سفره های آب زیرزمینی آزاد  
سفره های آب زیرزمینی تحت فشار

زیرزمینی به طور طبیعی به سطح زمین برسند و جاری شوند، چشمه به وجود می آید (شکل ۷).  
 اغلب چشمه‌های آب گرم در اطراف آتشفشان‌ها ایجاد می‌شوند.



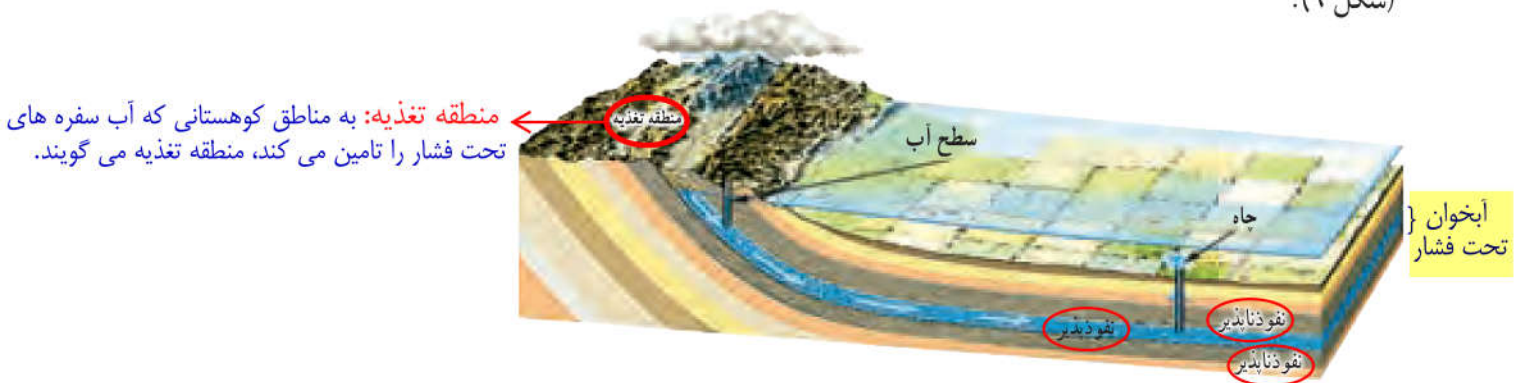
شکل ۸- سفره آب زیرزمینی آزاد

### گفت و گو کنید

برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی باعث بروز چه مشکلاتی می‌شود؟ علت آن را توضیح دهید. برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی باعث پایین رفتن سطح ایستابی می‌شود در نتیجه بهره برداری از آن‌ها دشوارتر می‌شود و گاهی باعث حفاری مجدد می‌گردد. همچنین برداشت بی‌رویه باعث نشست زمین‌های منطقه و در نتیجه آسیب دیدن بناها می‌شود.

۲- سفره‌های آب زیرزمینی تحت فشار ۱. ویژگی سفره‌های آب زیرزمینی تحت فشار چیست؟ در چه مناطقی بوجود می‌آید؟

۱) این نوع سفره آب زیرزمینی در جایی تشکیل می‌شود که یک لایه نفوذپذیر بین دو لایه نفوذناپذیر قرار بگیرد. این سفره بیشتر در نواحی کوهستانی و شیب‌دار ایجاد می‌شود (شکل ۹).



شکل ۹- سفره آب زیرزمینی تحت فشار

۲. ویژگی آب‌های زیرزمینی چیست؟

۲) آب‌های زیرزمینی غالباً بی‌رنگ، بی‌بو و فاقد مواد تیره‌کننده‌اند. از ویژگی‌های دیگر آنها ترکیب شیمیایی و دمای ثابت آنهاست. میزان آلودگی‌های میکروبی آنها نسبت به آب‌های سطحی کمتر و املاح معدنی محلول در آنها بیشتر است (۲).



## ۱. منابع آلوده کننده آب های زیر زمینی کدامند؟

فاضلاب های خانگی و شهری  
فاضلاب های صنعتی  
نفوذ آب های سطحی آلوده  
معادن فلزات سنگین و رادیواکتیو  
کودها و آفت کش های کشاورزی



شکل ۱۰- آلودگی آب های زیرزمینی

**نکته:** نفوذ فاضلاب های خانگی و شهری به درون زمین باعث آلودگی آب های زیر زمینی می شود به همین دلیل در اکثر شهرها با کمک سیستم فاضلاب شهری این فاضلاب ها جمع آوری می شود.

### فعالیت

منشأ رسوبات داخل کتری، بیکربنات کلسیم محلول در آب است که در اثر حرارت با سرعت بیشتری ته نشین می شود.

در منزل خود به رسوب تشکیل شده در درون کتری یا سماور دقت کنید. آیا می دانید منشأ آنها از کجاست؟  

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 \xrightarrow{\text{حرارت}} \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
 آب + کربن دی اکسید + کربنات کلسیم (رسوب)  
 چگونه می توانیم آنها را از بین ببریم؟ اگر مقداری سرکه داخل سماور یا کتری بریزیم، واکنش بالا در جهت عکس عمل می کند و رسوبات در آب دوباره حل می شود و از بین می رود. توجه به

### آزمایش کنید

وسایل و مواد: بشر، مقداری سرکه، یک عدد تخم مرغ  
روش آزمایش



- ۱- در بشر تا نیمه سرکه بریزید.
- ۲- یک تخم مرغ را در داخل آن قرار دهید.

۳- در طول روز مشاهدات خود را یادداشت و نتیجه گیری کنید.  
 حباب های گازی در اطراف پوسته تخم مرغ مشاهده می شود. یعنی پوسته در حال انجام واکنش شدن و حل شدن در سرکه می باشد. آیا می توانید از این روش برای رسوب زدایی سماور استفاده کنید؟ چگونه؟  
 بله، در این روش رسوب درون سماور در سرکه حل شده و به صورت محلول در می آید.

### ۲. منظور از آب سخت چیست؟

۲) **کلسیم** و **منیزیم** از مهم ترین املاح موجود در آب های زیرزمینی اند. در صورتی که میزان این دو عنصر در آب زیاد باشد، به آن **آب سخت** گفته می شود. اگر املاح آب از حد معمول بیشتر باشد برای سلامتی ما نیز مضر است. **نکته:** مواد شوینده مانند صابون در آب سخت خوب کف تولید نمی کنند.

### قنات (کاريز) ۳. حفر قنات به چه منظوری انجام می گیرد؟ در چه زمین هایی قنات حفر می شود؟

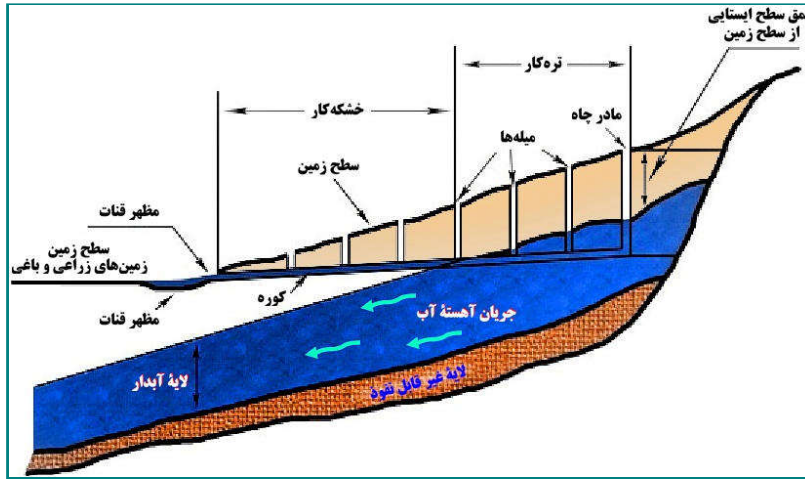
۳) در قدیم برای اولین بار در جهان ایرانیان برای بهره برداری از آب های زیرزمینی اقدام به حفر قنات کردند. آنها با حفر قنات در زمین های شیب دار از آب های زیرزمینی استفاده می کردند (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- قنات

### ۱. قنات (کاریز) چیست؟

چاه های پشت سرهمی که از چاه اول (مادر) به سفره آب زیرزمینی وصل شده و به وسیله مسیر زیرزمینی افقی (کوره)، آب را تا محل مورد نظر (روستا یا مزرعه) هدایت می کند. (از چاه های مسیر قنات (میله ها) برای لایروبی و تهویه استفاده می شود.)



### ۲. مظهر قنات چیست؟

به دهانه کانال قنات (کوره) که آب قنات از آن خارج می شود مظهر قنات می گویند (محل ظاهر شدن آب).

شکل ۱۲- نیمرخ قنات

### اطلاعات جمع آوری کنید

در کدام استان های کشورمان برای بهره برداری از آب های زیرزمینی بیشتر از کاریز استفاده می شود؟ قنات ها معمولاً در جاهایی که میزان بارش سالیانه کم باشد حفر می شوند به طور مثال در ایران شهرهایی مانند یزد، اصفهان، سمنان، قم و...

### چرخه آب

#### ۳. منظور از چرخه آب چیست؟

در سفر آب روی زمین و درون زمین دریافتید که (آب دائماً در حال گردش است و پیوسته بین اقیانوس ها، دریاها، هواکره و خشکی ها مبادله می شود. به این جریان آب در طبیعت، چرخه آب گفته می شود) (شکل ۱۳).



شکل ۱۳- چرخه آب

نکته: چرخه آب دو بار احتیاج به انرژی دارد: ۱- زمان تبخیر آب ۲- زمان حرکت ابرها

انرژی چرخه آب توسط خورشید در هنگام تبخیر آب و باد در حرکت ابرها تامین می شود. در هنگام بارش این انرژی کم کم آزاد می شود یعنی از زمانی که قطره باران شروع به پایین آمدن می کند تا زمانی که به اقیانوس یا دریا می رسد.

### گفت و گو کنید

با توجه به شکل چرخه آب، درباره چگونگی گردش آن با جزئیات بیشتری بحث کنید. انرژی مورد نیاز چرخه آب از کجا تامین می شود؟ خورشید