

## فصل سوم: منابع آب و خاک



### اهمیت آب:

آب باحالت‌های جامد، مایع و گاز، باعث تغییرات وسیعی در لایه سطحی و پیرامون کره زمین می‌شود. آب، نماد زندگی است و درسفیری پایان‌ناپذیر بین سنگ‌کره و هواکره، سبب تغییر پوسته زمین، فرسایش، تغییرات اقلیمی و... می‌شود.



منابع آب‌های سطحی } منابع آب: }  
 بارش‌های جوی در تأمین این منابع، نقش اساسی دارند. }  
 منابع زیرزمینی }

## چرخه آب

بخشی از بارش‌ها در یک حوضه آبریز، قبل از رسیدن به سطح زمین، توسط شاخ و برگ گیاهان گرفته می‌شود و **برگاب** را به وجود می‌آورد که مقداری از آن به صورت **تبخیر**، مجدداً به هوا کره برمی‌گردد. بخشی دیگر که به سطح زمین می‌رسد، یا تبخیر می‌شود، یا به صورت **رواناب**، به **سوی مناطق پست‌تر حوضه آبریز جریان می‌یابد**. بخشی از رواناب به داخل زمین، **نفوذ و منابع آب زیرزمینی را تغذیه می‌کند**. بخش عمده آب زیرزمینی، سرانجام از طریق **چشمه، چاه یا قنات**، مجدد به سطح زمین راه می‌یابد.



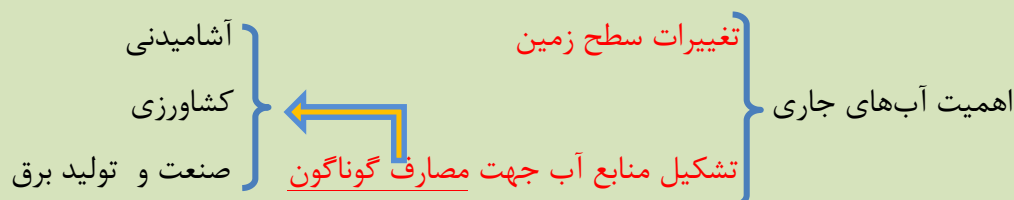
### باهم ببندیشید

چه عواملی بر مقدار برگاب و رواناب مؤثرند؟

عوامل مؤثر بر مقدار برگاب: میزان بارش، اندازه برگ‌های گیاهان منطقه، شکل برگ و میزان تراکم برگ‌ها و نوع گیاه  
عوامل مؤثر بر مقدار رواناب: میزان و سرعت بارش، شیب زمین، پوشش گیاهی و میزان نفوذپذیری زمین بستگی دارد.

تبخیر در چه بخش‌هایی از چرخه آب صورت می‌گیرد؟  
تبخیر تقریباً در همه بخش‌های چرخه آب صورت می‌گیرد.

### آب‌های جاری



## جمع آوری اطلاعات

شکل روبه‌رو، شش حوضه آبریز اصلی ایران را نشان می‌دهد. با جستجو در منابع معتبر، یک یا دو رودخانه اصلی در هر حوضه را مشخص کنید.



۱- حوضه مازندران در شمال کشور، سفیدرود- اترک-هراز - قره‌سو - تالش - گرگان

۲- حوضه دریاچه ارومیه در شمال غربی کشور، زرينه‌رود - سيمينه‌رود

۳- حوضه فلات مرکزی ایران در مرکز ایران، قره چای - زاینده‌رود - هلیل رود

۴- حوضه خلیج فارس و دریای عمان در جنوب، کارون - کرخه - لار - دز - زهره - جراحی - سیروان

۵- حوضه هامون یا مرز شرقی در شرق ایران، هیرمند - هریرود

۶- حوضه سرخس یا قره قوم در شمال شرقی، تجن - کشف رود

## آبدهی:

آبدهی (دبی) عبارت است از، حجم آبی که در واحد زمان (ثانیه) از مقطع عرضی رودخانه عبور می‌کند.



با تعیین سرعت آب در یک رود یا آبراهه و اندازه‌گیری سطح مقطع آن، می‌توان مقدار آبدهی (دبی) را با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد.

$$Q = A \times V$$

$Q$ : دبی برحسب مترمکعب بر ثانیه

$A$ : مساحت سطح مقطع جریان آب برحسب مترمربع

$V$ : سرعت جریان آب برحسب متر بر ثانیه

## پیوند با ریاضی

آب در رودی با سطح مقطع ۱۰۰ مترمربع، و با سرعت متوسط ۲ متر بر ثانیه در جریان است. آبدهی رود را محاسبه کنید.

$$Q = A \times V \longrightarrow Q = 100(m^2) \times 2(m/s) = 200(m^3/s)$$

اگر این رود به یک تالاب منتهی شود، در طی یک هفته، چند مترمکعب آب را وارد تالاب می‌کند؟

$$Q = \frac{V}{t} \longrightarrow 200(m^3/s) = \frac{V}{(7 \times 24 \times 60 \times 60)} = \frac{V}{604800} \longrightarrow$$

$$\longrightarrow V = 200 \times 604800 = 120960000 m^3$$

## میزان آبدهی رودخانه‌ها در فصل‌های مختلف:

بهار: ← به علت ذوب برف‌ها و افزایش بارندگی، افزایش می‌یابد.

تابستان: ← معمولاً آبدهی رودخانه کاهش می‌یابد.

مناطق مرطوب: ← مقدار بارندگی زیاد و تبخیر، کم است، رودخانه‌ها از نوع دائمی هستند.

رودخانه‌های دائمی: ← بخشی از آب که همیشه جریان دارد، آبدهی پایه را تشکیل می‌دهد.

آب رودخانه‌های دائمی: ← در زمانی که بارندگی نیست، از ذوب برف و یخ نواحی مرتفع و یا از

ورود آب‌های زیرزمینی به داخل آنها تأمین می‌شود.

مناطق گرم و خشک: ← مقدار بارندگی کم و تبخیر زیاد است، بیشتر رودخانه‌ها موقتی و فصلی

## فکر کنید:

۱- مقدار رسوب‌گذاری و فرسایش را

در نقاط A و A' مقایسه کنید.

نقطه A نسبت به محور میانی رود، نشان‌دهنده

دیواره محدب و کمترین سرعت رود است و

در نتیجه بیشترین رسوب‌گذاری و کمترین

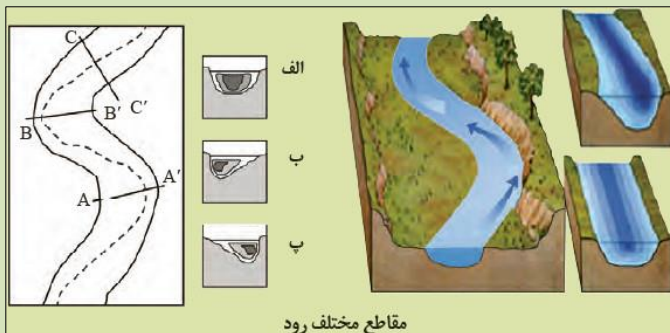
فرسایش را دارد اما نقطه A'، نسبت به محور

میانی رود، بیانگر دیواره مقعر و بیشترین سرعت

رود است و در نتیجه کمترین رسوب‌گذاری و بیشترین فرسایش را دارد.

۲- هریک از نیم‌رخ‌های الف و ب و پ مربوط به کدام مقطع رود می‌باشد؟

الف) CC'      ب) BB'      پ) AA'



مقاطع مختلف رود

## آب زیرزمینی

تاریخچه مصارف آب‌های زیرزمینی توسط انسان‌های نخستین:

شرب ← کشاورزی ← گردش آسیاب‌ها

احداث قنات ← از قدیم راه آوردن آب‌های زیرزمینی به سطح زمین و انتقال به روستاها و شهرهای

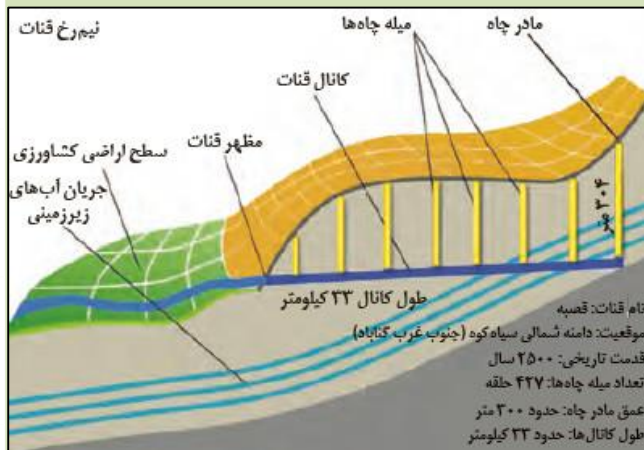
توسط مردمان ایران زمین

## تعریف آب زیرزمینی:

آب زیرزمینی، آبی است که در منافذ و فضاهای خالی

لایه‌های زیرزمین جمع می‌شود و از طریق چاه، چشمه

و قنات، قابل بهره‌برداری می‌گردد.



## جمع آوری اطلاعات

قدیمی ترین قنات جهان، در کدام استان کشور قرار دارد و نام آن چیست؟  
قنات قصبه (کاریز گناباد) یا کاریز کیخسرو عمیق ترین و قدیمی ترین کاریز جهان است. آنگونه که از منابع کهن و همچنین سفرنامه ناصر خسرو و منابع شفاهی برمی آید آن را کاریز کیخسرو می گفته اند.  
حدود ۴۰۰۰۰ رشته قنات در کشور ما وجود دارد. بیشترین تعداد قنات، در کدام یک از شش حوضه آبریز اصلی ایران حفر شده اند؟ دلیل آن چیست؟ بیشتر در حوضه آبریز داخلی (فلات مرکزی) قرار دارد به دلیل بارش کم و کمبود آب در این منطقه و...

## اهمیت آب های زیرزمینی:

آب زیرزمینی قابل بهره برداری، گرچه فقط حجم کمی از آب کره را تشکیل می دهد، ولی همین مقدار، بزرگ ترین ذخیره آب شیرین قابل بهره برداری در خشکی ها است.

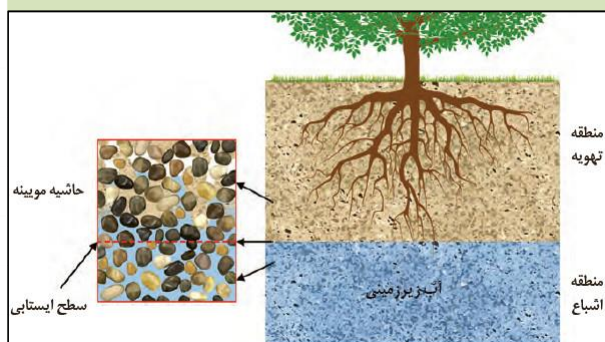
## سطح ایستابی:

### منطقه تهویه:

در هنگام نفوذ آب به داخل زمین، بخشی از آب نفوذی به سطح ذرات خاک یا سنگ می چسبد، به طوری که منافذ و فضاهای خالی، توسط آب و هوا پر می شود و منطقه تهویه شکل می گیرد.

### منطقه اشباع:

بخشی از آب نفوذی، به طرف عمق بیشتر حرکت می کند تا به سنگ بستر برسد و بر روی آن جمع شود و منطقه اشباع را ایجاد کند. که فضاهای خالی توسط آب پر شده است. سطح بالایی این منطقه، سطح ایستابی است.



## پیوند با فیزیک

چه نیرویی باعث تشکیل حاشیه موئینه می شود؟ حاشیه موئینه ناشی از کشش سطحی بین آب و ذرات رسوب است که باعث می شود آبی که در منطقه اشباع وجود دارد از سطح ایستابی در بین حفرات به سمت بالا حرکت کند.

اندازه ذرات خاک، چه تاثیری بر ضخامت حاشیه موئینه دارد؟ هرچه قدر اندازه ذرات خاک کوچک تر باشد اندازه منافذ هم کوچک تر خواهد بود و ضخامت حاشیه موئینه بیشتر خواهد بود.  
هنگامی که عمق سطح ایستابی کم باشد به طوری که حاشیه موئینه، به سطح زمین برسد، چه اتفاقی می افتد و چه مشکلاتی ایجاد می کند؟ تحت تاثیر نیروی موئینه آب به سطح زمین رسیده در اثر تبخیر آب املاح روی زمین باقی می ماند و سبب می شود زمین به شوره زار تبدیل شود. همچنین هنگامی که سطح ایستابی نزدیک سطح زمین قرار می گیرد می تواند باعث ناپایداری پی سازه ها شود.

بعضی مناطق کمتر از یک متر } عمق سطح ایستابی ← متفاوت

در برخی مناطق تا صدها متر می‌رسد

سطح ایستابی ← تقریباً از توپوگرافی سطح زمین تبعیت می‌کند.

ایجاد چشمه و برکه: ← هنگامی که سطح ایستابی با سطح زمین برخورد کند، آب زیرزمینی به صورت چشمه یا برکه سطح زمین ظاهر می‌شود.

ایجاد باتلاق و شوره‌زار: ← و در صورتی که سطح ایستابی بر سطح زمین منطبق شود یا در نزدیک آن قرار گیرد، باتلاق یا شوره‌زار شکل می‌گیرد.

**سطح ایستابی:**

## یادآوری

در سال‌های گذشته در مورد عمق سطح ایستابی خوانده بودید. چه عواملی بر تغییرات سطح ایستابی مؤثر است؟ عمق سطح ایستابی تابعی از مکان و زمان است زیرا به میزان بارش و تغذیه بستگی دارد. در فصل بارش که تغذیه بیشتر است سطح ایستابی در تراز بالاتر قرار می‌گیرد و با گذشت زمان که فصل بارش پایان می‌یابد و تخلیه و برداشت بیشتر از تغذیه است تراز سطح ایستابی افت می‌کند. همچنین تابعی از مکان است و در مک‌های مختلف عمق سطح ایستابی متفاوت است. سطح ایستابی در کوه‌های در عمق بیشتر و در دشت‌ها در عمق کمتر قرار دارد.

در مورد عوامل مؤثر بر تغییرات عمق سطح ایستابی در استان محل زندگی خود مطالبی تهیه کرده و در کلاس ارائه دهید.

**تخلخل و نفوذپذیری:**

تخلخل ← فضاهای خالی رسوبات و سنگ‌ها

منافذ اولیه: از ابتدای تشکیل در آنها وجود داشته

منافذ ثانویه: پس از تشکیل سنگ به صورت

ثانویه بر اثر شکستگی، هوازدگی، انحلال یا عوامل دیگر در آن به وجود آمده‌اند.

درصد فضاهای خالی (تخلخل) رسوب یا سنگ، طبق رابطه زیر، محاسبه می‌شود.

$$\text{تخلخل درصد} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی (m}^3\text{)}}{\text{حجم کل (m}^3\text{)}} \times 100$$

## پیوند با ریاضی

بر اثر بهره‌برداری از یک آبخوان در یک دشت به مساحت  $200 \times 10^6$  مترمربع و تخلخل ۳۰ درصد، سطح ایستابی ۱۰ متر افت کرده است. چه حجمی از آب تخلیه شده است؟ چون مساحت دو بُعد دارد (طول و عرض)، ولی حجم سه بُعد دارد (طول، عرض و ارتفاع) و افت سطح ایستابی نتیجه بهره‌برداری آب است، در نتیجه از ضرب مساحت و مقدار افت، حجم آب تخلیه شده را تعیین می‌کنند

در این مسئله بایستی حجم فضاهای خالی محاسبه شود:

$$\text{مترمکعب} = ۶۰۰"۰۰۰"۰۰۰ \times (\text{افت}) \times ۱۰"۰۰۰"۰۰۰ \times ۳۰\% = ۲۰۰"۰۰۰"۰۰۰ \text{ (مترمربع)}$$

چنانچه این حجم آب در طی ۳۰ روز پمپاژ شده باشد، میانگین آبدهی چاه‌ها چقدر بوده است؟

$$600 \times 24 \times 3600 = 2^{\circ}59'23''000 \text{ (ثانیه)} \rightarrow \frac{600 \times 24 \times 3600}{2^{\circ}59'23''000} = 221$$

یا

۶۰۰ میلیون مترمکعب را بر ۳۰ روز تقسیم می‌کنیم و عدد ۲۰ میلیون مترمکعب حاصل می‌شود یعنی هرماه ۲۰ مترمکعب آب زیرزمینی توسط چاه‌ها تخلیه شده می‌شود.

## نفوذپذیری

درصد تخلخل ← بیانگر مقدار آبی است که می‌تواند در سنگ یا آبخوان ذخیره شود

نفوذپذیری ← نفوذپذیری، نشانگر توانایی آبخوان در انتقال و هدایت آب می‌باشد.

عوامل مؤثر در نفوذپذیری }  
میزان ارتباط  
اندازه منافذ

نکته: برخی خاک‌ها، دارای تخلخل زیاد و نفوذپذیری کم هستند

مثال: رس‌ها بسیار متخلخل‌اند، ولی به علت ریز بودن ذرات، نفوذپذیری بسیار اندکی دارند.

## یادآوری

در سال‌های گذشته، با آبخوان و انواع آن آشنا شدید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ

دهید:

آبخوان چیست؟ آبخوان یا لایه آبدار به رسوبات و سنگ‌های متخلخل و نفوذپذیر و قابل پمپاژی گفته

می‌شود که بتواند مقادیری آب را در خود ذخیره نمایند.

در شکل زیر، نوع آبخوان‌های الف و ب را مشخص کنید.

الف: آبخوان آزاد: در این آبخوان لایه بالای منطقه اشباع

نفوذپذیر است. آبخوان‌های آزاد معمولاً در دشت‌ها و دامنه

کوه‌ها به وجود می‌آیند.

الف: آبخوان بسته (تحت فشار): آبخوان تحت فشار در

شرایطی ایجاد می‌شود که منطقه اشباع بین دولایه نفوذناپذیر قرار بگیرد که معمولاً در نواحی کوهستانی و

شیب‌دار دیده می‌شود.

فشار آب در آبخوان تحت فشار بیش از فشار اتمسفر است، به همین دلیل اگر چاهی در این آبخوان حفر

شود، آب فوران می‌کند.

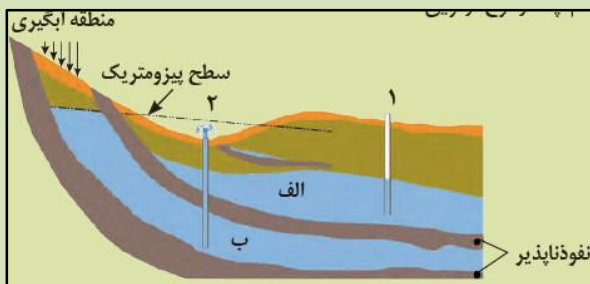
چاه‌های شماره ۱ و ۲ چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟ چاه شماره ۱ در آبخوان آزاد حفر شده و از نوع معمولی

است و سطح آب در چاه بیانگر سطح ایستابی است اما چاه شماره ۲ در آبخوان تحت فشار حفر شده و از نوع

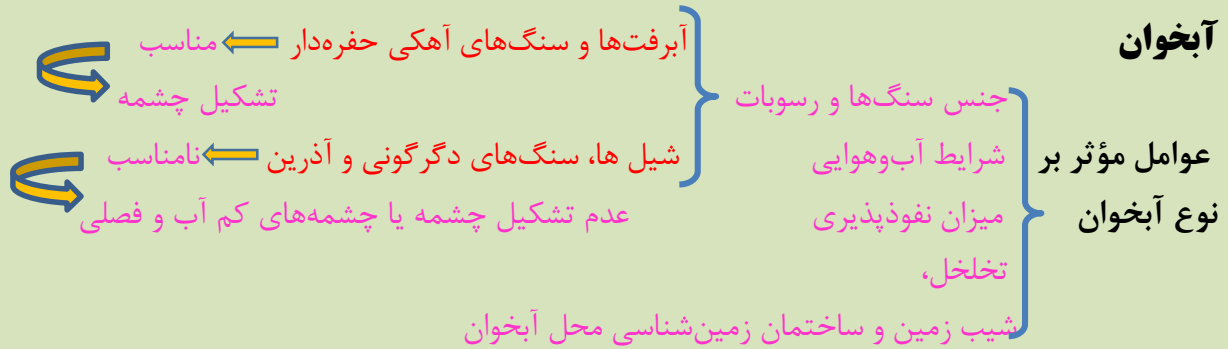
آرتزین است لذا آب در این چاه خودبه‌خود تا سطحی به نام سطح پیزومتریک بالا می‌آید.

کدام چاه از نوع آرتزین است؟

چاه شماره ۲



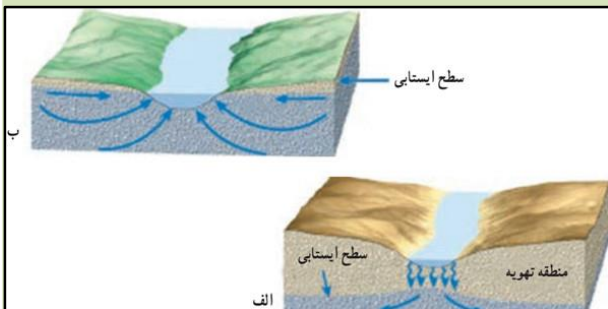
## آبخوان



**نکته:** اگر چاهی در یک لایه آبدار آزاد حفر شود، تراز آب در چاه، نمایانگر سطح ایستابی و در لایه آبدار تحت فشار، سطح پیزومتریک است.

## حرکت آب زیرزمینی

آب زیرزمینی به‌طور کلی، از مکانی با انرژی بیشتر (سطح ایستابی بالاتر) به مکانی با انرژی کمتر در مسیری منحنی شکل حرکت می‌کند. حرکت آب در داخل آبخوان، از کمتر از یک متر تا صدها متر در روز تغییر می‌کند.



## ترکیب آب زیرزمینی

ترکیب آب زیرزمینی از محلی به محل دیگر تغییر می‌کند. مهم‌ترین ترکیبات آب‌های زیرزمینی

- کلریدها
- سولفات‌ها
- بی‌کربنات‌های کلسیم، منیزیم
- سدیم، پتانسیم و آهن

عوامل موثر بر میزان غلظت نمک‌های حل‌شده در آب‌های زیرزمینی:

- جنس کانی‌ها و سنگ‌ها
- سرعت نفوذ آب
- دما
- مسافت طی شده توسط آب

**نکته:** آب، ضمن حرکت آهسته در زیرزمین، فرصت زیادی برای انحلال کانی‌های مسیر خود دارد.

## مقدار نمک‌های محلول در آب‌های زیرزمینی در سنگ‌ها و رسوبات:

سنگ‌های آذرین و دگرگونی: مقدار نمک‌های محلول در آب زیرزمینی موجود در این سنگ‌ها به‌طور معمول کم و برای آشامیدن مطلوب هستند.

سنگ‌های تبخیری: این سنگ‌ها مانند سنگ نمک و سنگ گچ، انحلال‌پذیری زیادی دارند و از این رو، آب این گونه آبخوان‌ها، عموماً دارای املاح فراوان هستند.

سنگ‌های کربناته: آب موجود در این سنگ‌ها معمولاً از نوع آب‌های سخت و درصد یون‌های کلسیم و منیزیم بیشتری دارد.



نکته: آب‌های سخت، به‌خوبی با صابون کف نمی‌کنند و رسوباتی را در لوله‌ها و ظرف‌ها ته‌نشین می‌کنند، به همین جهت، استفاده از آنها در صنعت و آشامیدن دارای محدودیت‌هایی است. رسوبات رودخانه‌ای و آبرفتی: ← لایه‌های آبدار موجود در این رسوبات به‌طور معمول حاوی آب شیرین هستند.

در نواحی خشک: ← در این نواحی مانند مناطق کویری ایران، در برخی نقاط شوری آب چنان زیاد است که برای بسیاری از مصرف‌ها، نامناسب است.

### گفت‌وگو

در مناطق خشک، هرچقدر بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی بیشتر باشد، کیفیت آب، نامطلوب‌تر است. دلیل آن را توضیح دهید.

در مناطق خشک با بهره‌برداری بیشتر از آب‌های زیرزمینی حجم آب سفره آب زیرزمینی کاهش می‌یابد و به‌مرور زمان میزان املاح افزایش می‌یابد و کیفیت آب نامطلوب‌تر می‌شود. در شهرهایی که نزدیک سواحل دریاها قرار دارند با پایین آمدن سطح ایستابی، چه مشکلاتی را ایجاد می‌کند؟ با برداشت از آب‌های زیرزمینی و پایین آمدن سطح ایستابی آب دریا به داخل آبخوان نفوذ کرده و سبب شور شدن آب زیرزمینی می‌شود.

### پیوند با شیمی

سختی آب، به علت نمک‌های محلول در آن است. یون‌های کلسیم و منیزیم، به‌عنوان فراوان‌ترین یون‌های موجود در آب، ملاک تعیین سختی آب هستند.

$$TH = \frac{2}{5} Ca^{2+} + \frac{4}{1} Mg^{2+} \quad \text{TH: سختی کل (میلی‌گرم در لیتر)}$$

نمونه‌آبی دارای ۵۰ میلی‌گرم در لیتر، یون کلسیم و ۳۵ میلی‌گرم در لیتر، یون منیزیم است. سختی کل آب چقدر است؟ تحقیق کنید که آیا این آب برای شرب مناسب است؟

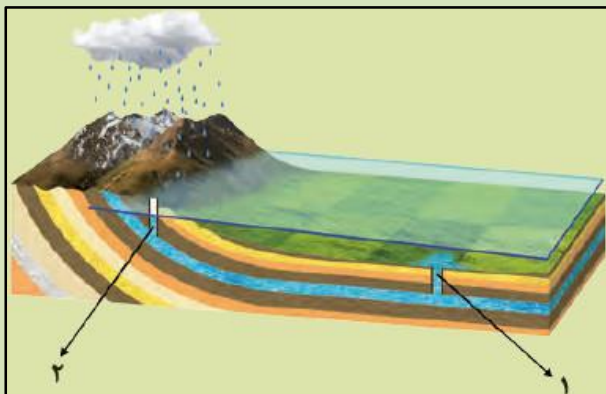
$$(2/5 \times 50) + (4/1 \times 35) = 268/5$$

بنابر اعلام سازمان بهداشت جهانی حد مجاز سختی آب آشامیدنی طبق استاندارد WHO ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر است لذا سختی ۲۶۸/۵ قابل قبول است.

### فکر کنید

مقدار املاح موجود در آب دو چاه ۱ و ۲، در شکل زیر را باهم مقایسه کنید.

مقدار املاح و شوری در چاه شماره یک بیشتر است زیرا آب نفوذی مسیر بیشتری را در زیرزمین طی کرده است و مواد بیشتری را در خود حل کرده است. در صورتی که آب چاه شماره ۲ به محل تغذیه نزدیک‌تر بوده و فرصت کمتری برای حل کردن مواد داشته در نتیجه شوری آن کم‌تر است.



## تجدیدپذیری آب

آب تجدید پذیر : آبی است که در مقیاس زمانی معین، پس از مصرف انسان، از طریق چرخه آب، جایگزین می‌شود.  
آب تجدید ناپذیر: بخشی از ذخایر آب که پس از مصرف، جایگزین نمی‌شود، آب تجدید ناپذیر است.

## انواع آب در مدیریت منابع آب

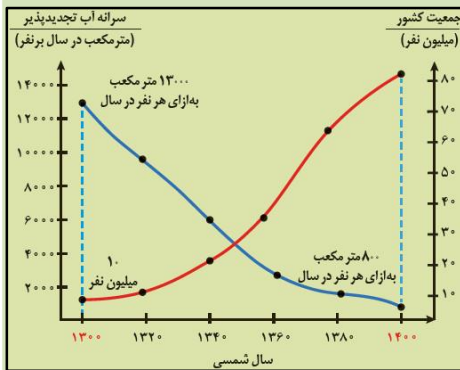
**روش جلوگیری از ایجاد بحران آب:** باید میزان بهره‌برداری از منابع آب، کمتر از میزان تغذیه آن منابع باشد

**پیامدهای وقوع بحران آب در کشور:** کاهش شدید ذخایر آب زیرزمینی

آب‌های فسیلی: آب‌های فسیلی به آب‌هایی گفته می‌شود که در طی چند هزار سال گذشته در اعماق زیاد محبوس‌اند و در چرخه آب قرار ندارند.

## تفسیر کنید

نمودار زیر، تغییرات سرانه آب تجدیدپذیر و جمعیت کشور در صدسال اخیر را نشان می‌دهد. نمودار را



تفسیر کنید. در سال ۱۳۰۰ هجری شمسی سرانه آب تجدیدپذیر برای ۱۳۰۰۰ مترمکعب به ازای هر نفر در سال بوده است ولی متأسفانه این رقم در سال ۱۴۰۰ هجری خورشیدی به کمتر از ۲۰۰۰ مترمکعب رسیده است. در سال ۱۳۰۰ هجری شمسی جمعیت کشور ۱۰ میلیون نفر و در سال ۱۴۰۰ به بیش از ۸۰ میلیون نفر خواهد رسید و این زنگ هشدار است که مردم و مسئولین باید آن را جدی بگیرند. با افزایش جمعیت سرانه آب تجدید پذیر به شدت کاهش یافته است (رابطه عکس)

## بیان (ترازنامه) \*آب:

**علت محاسبه بیان آب:** در مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب، برای آن که نوسانات حجم ذخیره منابع آب یک منطقه تعیین شود، بیان آب محاسبه می‌شود.

## فرمول محاسبه بیان آب:

توازن آب بر اساس اصل بقای جرم است. بین مقدار آب ورودی (I) به آبخوان و آب خروجی از آن (O) و تغییراتی که در حجم ذخیره آب به وقوع می‌پیوندد ( $\Delta S$ ). رابطه محاسبه بیان  $I - O = \Delta S$  به عبارتی، تغییراتی که در حجم آب داخل آبخوان اتفاق می‌افتد، با اختلاف آب ورودی و خروجی از آن برابر است

اگر مقدار آب ورودی به آبخوان، بیشتر از مقدار آب خروجی باشد، بیان، مثبت

## بیان مثبت و منفی:

اگر مقدار آب ورودی به آبخوان، کمتر از مقدار آب خروجی باشد، بیان، منفی

**علل منفی بودن بیان منابع آب کشور:** به علت بهره‌برداری زیاد از منابع آبی

**دشت ممنوعه:** بیان منابع آب در کل کشور و در بیشتر از ۶۰۹ دشت کشور، منفی بوده

است. بر این اساس، بسیاری از دشتهای کشور از نظر توسعه بهره‌برداری آب‌های زیرزمینی، به‌عنوان **دشت ممنوعه** اعلام شده است.

## جمع آوری اطلاعات

در منابع معتبر جستجو کنید و به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

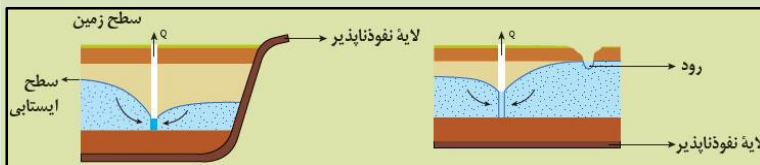
۱- پرمصرف‌ترین و کم‌مصرف‌ترین استان کشور از نظر مصرف آب تجدید ناپذیر، کدام استان‌ها هستند؟ استان‌هایی که آب تجدید ناپذیر خود را بیشتر استفاده نموده اند که بارش کمتر، جمعیت بیشتر و کشاورزی و صنایع بیشتری دارند مانند تهران، فارس، کرمان...

استان‌هایی مانند گیلان که بارش و میزان آب‌های سطحی بیشتری دارند کمتر از آب‌های تجدید ناپذیر استفاده می‌کنند.

آیا محل سکونت شما در محدوده دشت‌های ممنوعه واقع شده است؟ بله

## گفت‌وگو کنید

۱- شکل‌های زیر، گسترش مخروط افت چاه در اثر بهره‌برداری و تلاقی آن با یک‌لایه نفوذناپذیر و یک رود را نشان می‌دهد. در مورد تأثیر آنها بر روی شکل مخروط افت و میزان آب ورودی به چاه گفت‌وگو کنید. اگر در این چاه آب را به شدت پمپاژ شود موجب جریان انحنایی آب‌های زیرزمینی از اطراف به طرف چاه می‌شود و باعث می‌شود آب رودخانه هم از طریق جریان انحنایی به طرف چاه شده و آب رود را کم می‌کند و اگر پمپاژ آب در چاه ادامه یابد به دلیل برخورد چاه به یک‌لایه نفوذناپذیر کم کم سطح ایستابی آبخوان پایین رفته و میزان آب چاه کاهش می‌یابد تا جایی که چاه خشک می‌شود.



۲- اگر مخروط افت چاه با یک منبع آلاینده مانند یک چاه فاضلاب برخورد کند، چه اتفاقی می‌افتد؟ در این شکل مخروط افت

چاه با یک چاه فاضلاب برخورد کرده است. در اثر جریان انحنایی آب که از چاه فاضلاب به طرف راس مخروط افت چاه انجام می‌شود فاضلاب وارد چاه شده و موجب آلودگی آب چاه و آبخوان می‌شود.

## فرونشست زمین

علت فرونشست زمین ← برداشت بی‌رویه آب زیرزمینی ← در دشتهای با بیلان منفی آب‌های زیرزمینی

به صورت سریع ← فرو چاله



فرونشست ندریچی (شهرستان میناب استان هرمزگان)

آرام و نامحسوس ← نشست سطح وسیعی از منطقه

و ایجاد ترک و شکاف در سطح زمین

پیامدهای فرونشست زمین: خسارت‌های فراوان به زیربناها و انواع سازه‌ها

و زمین‌های کشاورزی

راهکار برای کاهش میزان فرونشست زمین: کاهش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی

تقویت تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها



فرونشست ناکهانی (شهرستان میناب استان هرمزگان)

## فکر کنید

فرونشست دشت‌ها، چه پدیده‌های مخربی را می‌تواند به همراه داشته باشد؟ فرونشست می‌تواند خسارت‌های فراوان به زیربناها و انواع سازه‌ها و زمین‌های کشاورزی مانند شکاف‌های عمیق در سطح زمین، کج شدن لوله‌های چاه، خرابی ساختمان‌ها شود.

تغذیه مصنوعی چیست و چگونه انجام می‌شود؟

تغذیه مصنوعی را می‌توان عملیات طراحی‌شده انسان برای انتقال آب از سطح زمین به داخل لایه آبدار، تعریف کرد.

روش‌های تغذیه مصنوعی

- ۱- روش‌های افزایش تراوش: در این روش با انجام عملیاتی که بر روی ناهمواری سطح زمین، شیب، پوشش گیاهی و ... انجام می‌گردد میزان تراوش آب به زمین افزایش داده می‌شود.
- ۲- روش‌های پخش سطحی: در این روش آب به سمت حوضچه‌ها یا استخرهای ساخته‌شده منحرف می‌شود تا از کف نفوذپذیر آنها به داخل زمین تراوش کند.
- ۳- تغذیه مصنوعی به وسیله چاهها: در این روش آب از طریق چاههای آبکشی معمولی یا چاههای تغذیه‌ای که به همین منظور حفر می‌شود، وارد زمین می‌گردد و باعث بالا آمدن سطح ایستابی می‌شود.
- ۴- تغذیه مصنوعی به وسیله قنات‌ها: تغذیه مصنوعی به روش تزریق کردن آب در مجاری قنات‌های خشک‌شده انجام می‌گیرد.
- ۵- تغذیه واداری: تأسیسات استخراج آب زیرزمینی به صورت یک گالری یا رشته‌ای از چاههای کم‌عمق در فاصله نسبتاً نزدیکی از یک رودخانه یا دریاچه و به موازات آن قرار داده می‌شود و با استخراج آب از این تأسیسات، سطح ایستابی پایین می‌رود و در نتیجه موجب واداشتن حرکت آب به طرف سفره آب زیرزمینی می‌شود.

## آلودگی منابع آب زیرزمینی

عوامل مؤثر بر کیفیت آب‌های زیرزمینی

ترکیب شیمیایی

مقدار املاح موجود در آب

نکته: ← برخی آلودگی‌ها توسط انسان به آن وارد می‌شود.

نقطه‌ای: در حالت نقطه‌ای، مواد آلوده‌کننده از یک نقطه مشخص، مانند

یک چاه فاضلاب (چاه جذبی) به طور مستقیم وارد آب زیرزمینی می‌شوند.

منابع آلاینده آب‌های زیرزمینی غیر نقطه‌ای: در حالت غیر نقطه‌ای، مواد آلوده‌کننده به وسیله رواناب

های آلوده از سطح مراتع، و یا زمین‌های کشاورزی به زمین نفوذ کرده و

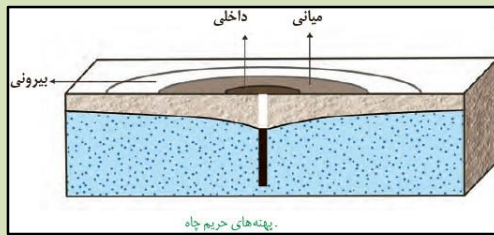
وارد آب زیرزمینی می‌شوند.

## حریم منابع آب

عوامل تهدیدکننده کیفیت فاضلاب‌های صنعتی و شهری (کیفیت) و کمیت آب‌های زیرزمینی بهره‌برداری زیاد (کمیت) کودهای کشاورزی (کیفیت) علت تعیین حریم ← حفاظت از منابع آب زیرزمینی

انواع حریم } حریم کمی که بر اساس شعاع تأثیر دو چاه در نظر گرفته می‌شود که حدود ۵۰۰ متر است. حریم کیفی چاه‌های تأمین‌کننده آب شرب، به صورت پهنه‌های حفاظتی تعریف می‌شود.

پهنه‌های حفاظتی ← محدوده‌ای در اطراف چاه است که آلاینده قبل از رسیدن به چاه از بین می‌رود.



سه بخش پهنه‌های حفاظتی } داخلی  
میانى  
بیرونی

### جدول زیر را کامل کنید.

پهنه‌های حفاظتی با توجه به ویژگی‌های

آبخوان (جنس، تخلخل و نفوذپذیری، توپوگرافی، هدایت هیدرولیکی و...)، نوع کاربری آبخوان، نوع آلاینده‌های منطقه و سطح آب زیرزمینی مشخص می‌شود. فعالیت‌هایی که در پهنه‌های حفاظتی حریم کیفی آب، صورت نمی‌گیرد و یا بسیار کنترل شده صورت می‌گیرد (جدول):

| ردیف | حریم   | فعالیت ممنوع   |
|------|--------|--|
| ۱    | بیرونی | گسترش صنایع، فعالیت‌های نظامی، مسابقات اتومبیل‌رانی و...، پمپ‌بنزین یا هر فعالیتی که تولید ترکیبات آلی، مواد رادیواکتیو، فلزات سنگین، نیترات (هیدروکربن‌ها هم از ترکیبات آلی هستند) کند.                     |
| ۲    | میانى  | ایجاد خطوط حمل‌ونقل مواد رادیواکتیو یا هر نوع ماده خطرناک برای آب، هرگونه ذخیره‌سازی بنزین، کود شیمیایی و...، حمل‌ونقل فاضلاب یا هر فعالیتی که تولید ترکیبات آلی، مواد رادیواکتیو، فلزات سنگین، نیترات کنند. |
| ۳    | داخلي  | هرگونه استفاده از وسیله نقلیه و حتی عبور عابر پیاده و ساخت پیاده‌رو، کشاورزی و جنگل‌داری، هرگونه استفاده از حشره‌کش و مواد رادیواکتیو و..... به‌طور کلی هرگونه فعالیت انسانی که آلاینده‌گی ایجاد کند.        |

## منابع خاک

تشکیل خاک: خاک، حاصل هوازدگی سنگ‌هاست.

اهمیت خاک: خاک، محیط مناسبی برای کشت گیاهان و محلی برای زندگی برخی موجودات زنده است.

تعریف خاک: خاک به‌عنوان سطحی‌ترین قشر زمین و بستر تولید محصول کشاورزی شناخته می‌شود که به‌طور کلی در معرض تغییرات فیزیکی، شیمیایی و زیستی است.

## یادآوری

در گذشته، با هوازدگی و انواع آن آشنا شدید. در این باره به پرسش‌های زیر پاسخ دهید:

۱- جنبه‌های مثبت و منفی هوازدگی را بیان کنید.

جنبه‌های مثبت هوازدگی: ۱- تشکیل خاک (مهمترین) ۲- ایجاد حفرات که باعث افزایش نفوذپذیری شده و

برای تشکیل آبخوان مفید است ۳- هوازدگی و ایجاد حفرات سبب می‌شود ریشه گیاهان راحت‌تر نفوذ کند

۴- تشکیل مصالح ساختمانی شن و ماسه ۵- تشکیل غارهای آهکی

جنبه‌های منفی هوازدگی: ۱- تخریب تدریجی سنگ‌های ساختمانی و انحلال سنگ‌های آهکی نمای

ساختمان‌ها ۲- از بین رفتن سنگفرش‌های خیابان، مجسمه‌ها، سنگ‌قبرها ۳- فرسایش خاک و پرشدن

دریاچه‌ی پشت سدها توسط رسوبات هوازده

۲- عوامل مؤثر بر هوازدگی فیزیکی و شیمیایی کدام اند؟

آب: با یخ زدن آب در درز و شکاف‌ها و ۹ برابر شدن حجم آب ایجاد شکستگی در سنگ  
فیزیکی  
هوا: اختلاف دمای هوا و سرد و گرم شدن سنگ‌ها سبب شکستگی در سنگ  
جانداران: ایجاد حفرات توسط جانوران یا رشد ریشه گیاهان

آب: عمل انحلال  
شیمیایی  
هوا: اکسایش

جانداران: پوسیدگی ریشه گیاهان یا تولید اسید بعد از مرگ و تجزیه بدن حیوانات

۳- هر یک از تصاویر زیر، کدام نوع هوازدگی را نشان می‌دهد؟



الف) پوسته شدن سطح سنگ در اثر گرما و سرمای شبانه روز (فیزیکی)

ب) انحلال سطحی سنگ کربناته (شیمیایی)

پ) ایجاد حفره‌ها (فیزیکی توسط عوامل زیستی)

## خاک و فرسایش

**آلی (هوموس):** پوسیده شدن باقیمانده گیاهان و اجساد جانوران پس از مرگ

### بخش‌های خاک

**معدنی:** شامل برخی کانی‌ها مانند کانی‌های رسی و کوارتز که حاوی عناصری مانند نیتروژن، فسفر، کلسیم و ... می‌باشد.

**درشت‌دانه (خاک‌های شنی)**

**متوسط دانه (ماسه و لای)**

**ریزدانه (خاک‌های رسی)**

ذرات تشکیل‌دهنده خاک  
برحسب اندازه

**نوع سنگ مادر**

**شیب زمین**

**فعالیت جانداران**

**اقلیم منطقه**

عوامل موثر در میزان

ترکیبات خاک

ذرات خاک ریزتر ← **آب بیشتری نگه می‌دارد**

مقدار نگهداری آب توسط خاک **اندازه ذرات**

ذرات خاک درشت‌تر ← **آب کمتری نگه می‌دارد**

( عبور آب از بین ذرات خاک )

**خاک رس:** بسیار ریزدانه است، فضای بین ذرات آن بسیار کوچک، گردش آب و هوا به خوبی صورت نمی‌گیرد و برای رشد گیاهان مناسب نیست.

**خاک‌های شنی:** درشت‌دانه، آب به راحتی از میان ذرات عبور می‌کند، زهکشی خوبی دارد و برای رشد گیاهان مناسب نیست، چون آب و مواد مغذی را در خود نگه نمی‌دارد.

**مخلوط مناسب خاک ماسه‌ای و رسی:** اگر این نوع خاک با کود مناسب یا گیاخاک، همراه شود ترکیب مناسبی است که موجب حاصلخیزی خاک می‌شود.

**خاک لوم:** به طور کلی، که ترکیبی از ماسه، لای رس است، خاک دلخواه کشاورزان و باغبان‌ها می‌باشد.

### ویژگی انواع

خاک‌ها

**نیم‌رخ خاک:** به مقطع عمودی خاک از سطح زمین تا سنگ‌بستر که افق‌های مختلف خاک در آن قابل مشاهده می‌باشد، نیم‌رخ خاک می‌گویند.

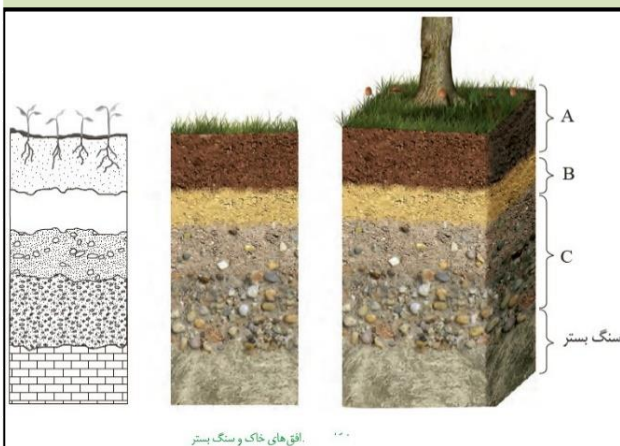
### افق‌های خاک و ویژگی آنها:

**افق A:** بالاترین لایه خاک، ریشه گیاهان در آن رشد می‌کنند، معمولاً حاوی گیاخاک (هوموس) به همراه ماسه و رس است. وجود مواد آلی باعث رنگ خاکستری تا سیاه این افق می‌شود.

**افق B:** خاک میانی، رس، ماسه، شن، در این افق املاح شسته شده از افق A، و مقدار کمی گیاخاک وجود دارد.

**افق C:** خاک زیرین، مواد سنگی در آن به میزان کم،

تخریب و تجزیه شده‌اند، لذا سنگ اولیه تغییر زیادی نکرده و به صورت قطعات خردشده، در زیر این افق، سنگ‌بستر قرار دارد که تخریب و یا تجزیه‌ای در آن صورت نگرفته است.



تفاوت خاک‌های مناطق مختلف } رنگ  
 بافت  
 ضخامت  
 ترکیب شیمیایی

خاک‌ها از نظر ارزش کشاورزی } باارزش کشاورزی ← خاک حاصل از تخریب سیلیکات‌ها و سنگ‌های فسفاتی  
 فاقد ارزش کشاورزی ← خاک‌های حاصل از تخریب سنگ‌ها دارای کانی‌های مقاوم (مانند کوارتز) که غالباً شنی و ماسه‌ای

**خاک حاصلخیز:** ← خاکی که موجب رشد بیشتر گیاه شود

علت حاصلخیزی خاک مناطق گرم و مرطوب ← وجود هوازدگی شیمیایی

نکته: فرایند تشکیل خاک، بسیار کند است ۲۵mm → ۲۰۰ سال

### فکر کنید

۱- درباره خاک مناطق مختلف آب‌وهوایی، جدول زیر را با کلمات (کم، زیاد) کامل کنید.

| خاک مناطق | مقدار گیاه‌خاک | ضخامت خاک |
|-----------|----------------|-----------|
| معتدل     | زیاد           | زیاد      |
| استوایی   | زیاد           | زیاد      |
| قطبی      | کم             | کم        |
| بیابانی   | کم             | کم        |

۲- بیشترین محصولات کشاورزی از مناطق معتدل به دست می‌آید. علت این امر چیست؟

خاک این مناطق به علت هوازدگی شیمیایی زیاد (وجود رطوبت و گیاهان) ضخیم است. از طرف دیگر، به علت بارش مناسب می‌تواند غنی از املاح هم باشد. درحالی‌که خاک ضخیم مناطق استوایی به علت بارش شدید و شست‌وشوی املاح مفید خاک، برای کشاورزی فقیر از املاح است.

### فرسایش:

**فرسایش**، فرایندی مداوم است که طی آن، ذرات خاک از بستر اصلی خود جدا و به کمک عوامل انتقال‌دهنده به مکان دیگری حمل می‌شود

آب‌های جاری

باد

**عوامل طبیعی فرسایش**

نیروی جاذبه

آب‌های زیرزمینی

کشاورزی

فعالیت‌های انسانی تشدید

معدن کاری

جاده‌سازی

سایر فعالیت‌های عمرانی





## گفت‌وگو:

درباره نقش فعالیت‌های انسان در افزایش و کاهش فرسایش خاک گفت‌وگو کنید. تحقیقات جدید نشان می‌دهند، انسان هم‌اکنون مهم‌ترین عامل فرسایش خاک‌های سطحی زمین محسوب می‌شود و نقش تخریبی آن در این زمینه از نقش عوامل طبیعی بیشتر است. مانند از بین بردن پوشش گیاهی، چرای بیش‌ازحد دام‌ها و لایه‌برداری از خاک برای معدن کاری و جاده‌سازی است. روند فرسایش خاک‌های سطحی زمین توسط انسان چند برابر سریع‌تر از همین فرایند به شکل طبیعی است. از طرف دیگر، انسان با جنگل‌کاری، تبدیل زمین‌ها به کشتزار، و حفاظت از خاک توانسته است فرسایش خاک را کاهش دهد.

## فکر کنید

در هر یک از تصاویر زیر، که نمونه‌هایی از فرسایش زمین را نشان می‌دهد، کدام عامل فرسایشی، دخالت بیشتری دارد؟



## فرسایش آبی

**فرسایش آبی خاک:** ← در مناطقی که آب بر روی خاک بدون پوشش، در جریان باشد، مقداری از ذرات خاک از بستر جدا و با آب حمل می‌شوند.

مهم‌ترین ویژگی بارندگی ← مؤثر در قدرت فرساینده‌گی  
شدت }  
مدت بارش }

## فرسایش خندقی

هنگامی که جریان آب، شدت پیدا کند، باعث **فرسایش خندقی** و از بین رفتن زمین‌هایی با ارزش کشاورزی می‌شود.

از بین رفتن زمین‌هایی با ارزش کشاورزی }  
از ارزش زمین‌های کشاورزی می‌کاهد }  
تخریب جاده‌ها، پل‌ها و ساختمان‌ها }



ساخت کانال }  
راه‌های کاهش انرژی آب و کاهش فرسایش آبی }  
ایجاد پوشش گیاهی }

## فکر کنید

هر یک از پیامدهای زیر، مربوط به کدام نوع بارندگی (آرام و کوتاه و طولانی شدید و طولانی) است؟

نفوذ آب به آبخوان ← آرام و طولانی  
فرسایش خاک ← خاک بدون پوشش گیاهی، هر نوع بارشی، حتی بارش آرام کوتاه سبب فرسایش  
وقوع سیل ← شدید و کوتاه، شدید و طولانی و آرام و طولانی نیز در صورتی که ادامه دار باشد.  
ایجاد رواناب ← شدید و کوتاه، شدید و طولانی، آرام و طولانی

سرعت رواناب  
عمق جریان  
میزان مواد معلق موجود در رواناب

**عوامل موثر در میزان فرسایندهای روانابها**

**نکته:** سرعت رواناب، عمق و مواد معلق بیشتر ← انرژی بیشتر ← قدرت فرسایندهای بیشتر  
**رسوب گذاری:** وقتی میزان مواد معلق، بیشتر از توان حمل رواناب باشد، رسوب گذاری شروع می شود.

## جمع آوری اطلاعات

در مورد فرسایش خاک و عوامل مؤثر بر آن، اطلاعاتی جمع آوری کنید و به پرسش های زیر پاسخ دهید.

۱- برای افزایش نفوذپذیری خاک، به منظور کاهش رواناب، چه اقدامی می توان انجام داد؟  
اقداماتی مانند افزایش پوشش گیاهی و جلوگیری از تخریب پوشش گیاهی در منطقه، جلوگیری از چرای بی رویه دام و آتش زدن زمین های کشاورزی

۲- آتش زدن زمین های کشاورزی، پس از برداشت محصول، چه تأثیری بر فرسایش خاک دارد؟  
وقتی زمین های کشاورزی آتش زده می شوند باعث از بین رفتن مواد آلی و کاهش رطوبت خاک می شود و سبب فشردگی خاک می شود که این امر با عبور ماشین های کشاورزی هنگام آماده سازی زمین، به افزایش تراکم و نفوذناپذیری خاک می انجامد. از طرف دیگر، این نوع تراکم خاک، باعث کاهش تبادلات گازی در خاک و کاهش شدید جمعیت انواع موجودات زنده ریز در خاک می شود. از بین رفتن کرم خاکی و بقایای گیاهی موجود در خاک به کاهش چسبندگی خاک، افزایش فرسایش خاک و در نهایت کاهش میزان باروری خاک مزرعه منجر می شود.

کاهش حاصلخیزی زمین ها و کاهش سطح زیر کشت  
پیامدهای فرسایش خاک  
ته نشینی مواد در آبراهه ها و مخازن سدها و کاهش ظرفیت آبرگیری آنها،

**حفاظت خاک:**  
سرمايه های ارزشمند کشور  
آب  
خاک  
اهمیت  
آب و خاک از عوامل ضروری برای رشد گیاه و افزایش محصولات کشاورزی و جنگلی است.

**اهمیت حفاظت از منابع آب** ← استفاده بهینه از این منابع و رسیدن به توسعه پایدار است

**هدف از حفاظت خاک** ← جلوگیری از تخریب تدریجی خاک است

**اهمیت حفاظت آب و خاک** ← جلوگیری از آلودگی هوا و فرسایش خاک

**نکته:** زمانی حفاظت خاک تحقق می‌یابد که سرعت فرسایش خاک، کمتر از سرعت تشکیل آن باشد.

## علم، زندگی، کار آفرینی

هیدروژئولوژی:  
زمینه‌های مطالعه علم هیدروژئولوژی

- چگونگی حرکت آب در درون زمین
- اکتشاف و شناخت ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی
- نحوه بهره‌برداری و فعالیت‌های عمرانی و معدنی مرتبط با آب‌های زیرزمینی

**رسوب‌شناسی:** مواد حاصل از فرسایش کوه‌ها توسط عوامل فرسایشی همچون آب، باد و یخ به مناطق پست یا حوضه رسوبی انتقال یافته و در آنجا بر روی هم انباشته می‌شوند. این مواد، پس از سخت شدن، به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند.

**مطالعات در رسوب‌شناسی و سنگ‌شناسی رسوبی شامل**

- فرایندهای انتقال
- ته‌نشینی
- تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی

## سؤالات پایان فصل

۱- نماد زندگی کدام است؟

الف) آب      ب) خاک      ج) هوا      د) درختان

۲- کدام گزینه زیر نادرست است؟

الف) اگر سطح استابی با سطح زمین برخورد کند، آب زیرزمینی به صورت چشمه یا برکه ظاهر می‌شود.  
ب) معمولاً درون شیل‌ها و سنگ‌های آذرین چشمه تشکیل می‌شود.

ج) اگر سطح ایستابی بر سطح زمین منطبق شود، باتلاق یا شوره‌زار تشکیل می‌شود.

د) در محل تقعر رود ماریچ، سرعت آب زیاد می‌شود.

۳- منافذ ثانویه در یک سنگ یا رسوب چگونه ایجاد می‌شود؟

الف) شکستگی      ب) هوازدگی      ج) انحلال      د) هر سه مورد

۴- کدام رسوب متخلخل می‌باشد اما نفوذپذیری کمتری دارد؟

الف) شن      ب) ماسه      ج) رس      د) آهک

۵- درصد تخلخل آبخوان بیانگر کدام مورد است؟

الف) توانایی آبخوان در هدایت آب      ب) مقدار آب ذخیره‌شده در آن  
ج) عدم توانایی آبخوان در هدایت آب      د) مقدار آب عبور داده‌شده در آن

۶- فرونشست سریع زمین کدام مورد را بیان می‌کند؟

الف) ایجاد شکاف در سطح زمین      ب) ایجاد ترک  
ج) نشست سطح وسیعی از منطقه      د) فرو چاله

۷- کدام مورد از منابع آلاینده آب زیرزمینی به صورت غیر نقطه‌ای نیست؟

- الف) روان آب آلوده از سطح مراتع  
 ج) روان آب آلوده زمین کشاورزی  
 ب) روان آبهای آلوده از جنگلها  
 د) چاه فاضلاب
- ۸- قدرت فرسایش آبهای جاری به کدام عامل ارتباطی ندارد؟  
 الف) مقدار املاح رود  
 ب) سرعت جریان  
 ج) مقدار گل ولای  
 د) عمق جریان
- ۹- میزان انرژی روانابها به کدام عوامل بستگی ندارد؟  
 الف) سرعت و میزان مواد معلق  
 ب) جرم آب و شیب زمین  
 ج) حجم رواناب و شوری آب  
 د) شدت بارش و مدت بارش
- ۱۰- کدام یک از ذرات رسوبی زیر در ترکیب خاک لوم وجود ندارد؟  
 الف) ماسه  
 ب) لای  
 ج) رس  
 د) شن
- ۱۱- همه موارد زیر بر روی غلظت نمکهای حل شده در آبهای زیرزمینی اثر دارند؛ به جزء؟  
 الف) مسافت طی شده توسط آب  
 ب) سرعت نفوذ و دمای آب  
 ج) جنس کانیها و سنگها  
 د) تحت فشار بودن آبخوان
- ۱۲- کدام نوع بارندگی سبب آبیگری بهتر آبخوانها می شود؟  
 الف) آرام و کوتاهمدت  
 ب) آرام و طولانی  
 ج) شدید و کوتاهمدت  
 د) متناوب و شدید
- ۱۳- کدام نوع بارندگی سبب آبیگری بهتر آبخوانها می شود؟  
 الف) آرام و کوتاهمدت  
 ب) آرام و طولانی  
 ج) شدید و کوتاهمدت  
 د) متناوب و شدید
- ۱۴- با افزایش ..... دبی در یک حوضه آبریز کاهش می یابد.  
 الف) بارندگی  
 ب) شیب زمین  
 ج) پوشش گیاهی  
 د) سرعت آب
- ۱۵- اگر یک مترمکعب از ماسه سنگ بتواند  $0/3$  مترمکعب نفت را در میان ذرات خود جای دهد تا به حد اشباع برسد می گویند.....  
 الف- درجه تخلخل آن  $70$  درصد است.  
 ب) درجه تخلخل آن  $30$  درصد است  
 ج- حجم فضای خالی آن  $0/7$  مترمکعب است.  
 د) میزان نفوذپذیری آن بسیار کم است
- ۱۶- بر اثر بهره برداری از یک آبخوان با مساحت  $50$  کیلومتر مربع پس از استخراج  $200$  میلیون مترمکعب آب سطح ایستایی  $10$  متر افت کرده است. درصد تخلخل این آبخوان کدام است؟  
 الف)  $35$   
 ب)  $40$   
 ج)  $55$   
 د)  $60$
- ۱۷- سختی کل در نمونه آبی، با غلظت  $40$  میلی گرم بر لیتر کلسیم و  $30$  میلی گرم بر لیتر منیزیم چقدر است؟  
 الف)  $239$   
 ب)  $223$   
 ج)  $209$   
 د)  $198$
- ۱۸- آبدهی رودخانه ای با عمق یکسان  $3$  متر و عرض  $5$  متر که سرعت آب  $4$  متر بر ثانیه چقدر است؟  
 الف)  $45$  مترمکعب در ثانیه  
 ب)  $50$  مترمکعب در ثانیه  
 ج)  $60$  مترمکعب در ثانیه  
 د)  $30$  مترمکعب در ثانیه
- ۱۹- مطالعه در زمینه چگونگی حرکت آب در درون زمین توسط کدام شاخه زمین شناسی صورت می گیرد؟  
 الف) ژئومورفولوژی  
 ب) زمین شناسی مهندسی  
 ج) هیدروژئولوژی  
 د) ژئوفیزیکدانها

