

فصل سوم:

منابع آب و خاک

@DaneshSad

– آب جاری –

نقش آب در طبیعت
۱) نماد زندگی
۲) ایجاد تغییرات وسیع در پوستهٔ زمین
۳) ایجاد فرسایش
۴) تغییرات اقلیمی و ...

منابع مهم تأمین آب مورد نیاز موجودات زنده
۱) آب‌های سطحی
۲) آب‌های زیرزمینی

عامل مؤثر و اصلی در تأمین این منابع ← بارش‌های جوّی

سرنوشت بارش‌های جوّی
۱) تبخیر می‌شود.
۲) به صورت رواناب هم‌سوی مناطق پست‌تر حوضه آبریز جاری می‌شود.
۳) به داخل زمین نفوذ می‌کند و منابع آب‌های زیرزمینی را تغذیه می‌کند.

حوضهٔ آبریز: به منطقه‌ای که آب‌های آن به وسیلهٔ رودخانه اصلی و شاخه‌های فرعی، زهکشی می‌شود، حوضهٔ آبریز می‌گویند.

آب جاری
در مقایسه با حجم آب‌کره ناچیز است.
همواره سطح زمین را در محل جریان فرسایش می‌دهد.

نکته

مهم‌ترین عامل تغییر شکل خشکی‌های زمین، **رودها** هستند.

– سرعت و آبدهی –

سرعت: فاصله‌ای که هر ذره آب در واحد زمان طی می‌کند.

سرعت رودخانه در نقاط مختلف رودخانه در **طول**، **عرض** و **عمق** آن متغیر است.

– سرعت در مقاطع مختلف یک رود –

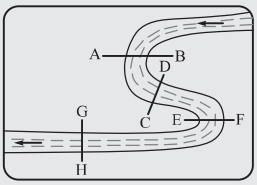


۱) سرعت در رودخانهٔ مستقیم
بیشترین سرعت جریان آب ← در وسط و نزدیک سطح آب
کم‌ترین سرعت جریان آب ← در نزدیکی کف و دیواره‌ها ← به دلیل اصطکاک آب با بستر و دیواره



۲) رودخانهٔ منحنی
بیشترین سرعت جریان آب و بیشترین فرسایش ← در دیوارهٔ **مقعر** رودخانه
کم‌ترین سرعت جریان آب و بیشترین رسوب‌گذاری ← در دیوارهٔ **محدب** رودخانه

مثال نیمرخ عرضی بستر رود در محل کدام برش‌ها شباهت بیشتری به هم دارند؟ (خارج کشور ۱۴۰۰)

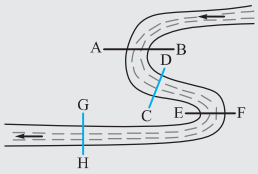


۱) AB و EF
۲) AB و CD
۳) CD و GH
۴) EF و GH

@DaneshSad

پاسخ گزینهٔ (۳)

رودخانه در مقطع CD و HG مستقیم است و انحنا ندارد. پس شکل بستر آن‌ها به ترتیب از راست به چپ با هم یکسان است.



– آبدهی (دبی) –

حجم آبی است 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، میزان آبدهی (دبی) محاسبه می‌شود:

$$Q = A \times V$$

Q : دبی (m^3/s)

A : مساحت سطح مقطع جریان آب (m^2)

V : سرعت جریان آب (m/s)

نکته

در یک نقطهٔ معین از رود، با تغییر عرض، عمق و سرعت آب، آبدهی رود نیز تغییر می‌کند.

مثال **عرض رودخانه‌ای در زیر پلی ۱۲ متر است. زمانی که آب با عمق ۰/۵ متر و با سرعت ۰/۵ متر بر ثانیه از زیر پل عبور می‌کند، دبی آب رود چند مترمکعب بر ثانیه است؟**

(سراسری ۹۶)

۱) ۳ ۲) ۴/۸ ۳) ۳۰ ۴) ۴۸

پاسخ گزینهٔ (۱)

$$Q = A \times V \Rightarrow Q = ۰/۵\ m \times ۱۲\ m \times ۰/۵\ m/s \Rightarrow Q = ۳\ m^3/s$$

مثال **آبدهی قناتی در هر دقیقه ۳۰۰۰ لیتر است. اگر عمق و عرض آب در دهانهٔ قنات به ترتیب ۴۰ و ۸۰ سانتی‌متر باشد، آب تقریباً با سرعت چند متر بر ثانیه خارج می‌شود؟**

(سراسری ۱۴۰۰)

۱) ۰/۶۶ ۲) ۰/۱۵ ۳) ۰/۹ ۴) ۰/۲

پاسخ گزینهٔ (۲)

ابتدا آبدهی را به واحد مترمکعب بر ثانیه تبدیل می‌کنیم:

$$۳۰۰۰\frac{L}{min} \times \frac{۱m^3}{۱۰۰۰L} \times \frac{۱min}{۶۰s} = ۰/۰۵\ m^3/s$$

سپس عرض و عمق آب در دهانهٔ قنات را بر صد تقسیم می‌کنیم تا به متر تبدیل شود و بعد در فرمول آبدهی می‌گذاریم:

$$Q = A \times V$$

$$Q = (\text{عمق آب} \times \text{عرض آب}) \times \text{سرعت آب}$$

$$۰/۰۵ = (۰/۸ \times ۰/۴) \times V \Rightarrow V \cong ۰/۱۵\ m/s$$

انواع رودخانه‌ها براساس میزان آبدهی

۱ رودخانهٔ دائمی
- در مناطق مرطوب که بارندگی زیاد و تبخیر کم است، شکل می‌گیرند.
- بخشی از آب که در این رودخانه‌ها **همیشه** جریان دارد، **آبدهی پایه** را تشکیل می‌دهد.
- در زمانی که بارندگی نیست آب این رودها از **ذوب برف و یخ نواحی مرتفع** و یا از **ورود آب‌های زیرزمینی** به داخل رود تأمین می‌شود.

۲ رودخانهٔ موقتی
- در مناطق گرم و خشک که بارندگی کم و تبخیر زیاد است، شکل می‌گیرند.
- این رودخانه‌ها فصلی هستند؛ در بهار آب دارند، و در تابستان اغلب خشک هستند.

نکته

بعضی از رودخانه‌های مناطق گرم و خشک هم از نوع دائمی هستند.

@DaneshSad

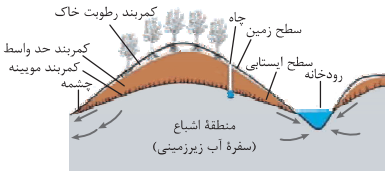
آب زیرزمینی

آب زیرزمینی
- مهم‌ترین منشأ: بارش‌های جوّی
- شیوهٔ بهره‌برداری: چاه، چشمه و قنات
- اهمیت: بزرگ‌ترین ذخیرهٔ آب شیرین قابل بهره‌برداری خشکی‌ها

توزیع آب در زیرزمین

منطقهٔ تهویه: هنگام نفوذ آب به داخل زمین، بخشی از آب نفوذی به سطح ذرات خاک یا سنگ می‌چسبد، به طوری که در قسمت بالایی خاک منافذ و فضاهای خالی توسط آب و هوا پر می‌شود؛ این منطقه را منطقهٔ تهویه می‌نامند.

کمربندهای منطقه تهویه (از سطح به عمق)
- ۱) کمربند رطوبت خاک ← مجاور سطح زمین و دربرگیرندهٔ ریشهٔ گیاهان است و آب لازم برای گیاه را تأمین می‌کند.
- ۲) کمربند حد واسط ← آب به علت جاذبهٔ مولکولی معلق است، ضخامت آن هنگام ورود آب باران یا ذوب برف زیاد می‌شود.
- ۳) کمربند مویینه ← مجاور آب زیرزمینی است، در این‌جا آب زیرزمینی به علت خاصیت مویینگی از مجاری نازک موجود در سنگ‌ها و رسوبات بالا می‌آید. ضخامت آن بین چند سانتی‌متر تا چند متر متغیر است.

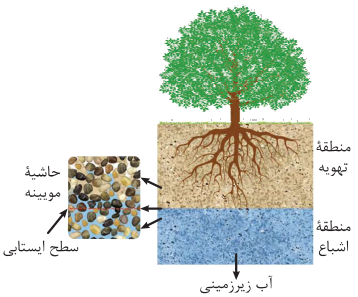


کمربندی‌های منطقهٔ تهویه

منطقهٔ اشباع: بخشی از آب نفوذی به اعماق بیشتر زمین و بخش بالایی سنگ بستر حرکت می‌کند، در این قسمت تمام منافذ و فضاهای خالی توسط آب پر شده است و منطقهٔ اشباع ایجاد می‌شود.

سطح ایستابی: سطح بالایی منطقهٔ اشباع (که با لایه‌ای نفوذپذیر محصور شده است) را سطح ایستابی گویند.

عوامل مؤثر بر تغییرات عمق سطح ایستابی
- میزان بارش سالانه و فصلی
- میزان نفوذ آب به زمین
- تغییرات میزان بهره‌برداری



نکته

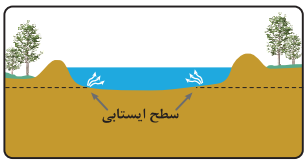
سطح ایستابی تقریباً از **توپوگرافی** سطح زمین تبعیت می‌کند.
- **در مناطق مرتفع و دامنهٔ کوه‌ها**: در عمق بیشتر
- **در دره‌ها و نقاط پست**: در عمق کم‌تر

- **حاشیهٔ مویینه**: نوار باریک و مرطوبی است که منطقهٔ اشباع را به ناحیهٔ بالایی (منطقهٔ تهویه) مرتبط می‌کند و سطح ایستابی در بین فضاهای خالی این منطقه در نوسان است.

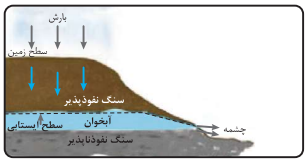
نکته

هر چه رسوبات دانه ریزتر ← منافذ کوچک‌تر ← فشار مویینه بیشتر ← ضخامت لایهٔ آب‌دار بیشتر ← ضخامت حاشیهٔ مویینه بیشتر

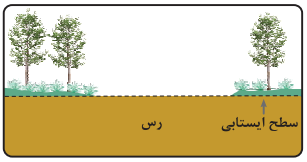
- **چشمه یا برکه**: اگر سطح ایستابی با سطح زمین برخورد کند، آب زیرزمینی به صورت چشمه یا برکه در سطح زمین ظاهر می‌شود.
- **باتلاق یا شوره‌زار**: اگر سطح ایستابی بر سطح زمین منطبق شود یا در نزدیک آن قرار گیرد، باتلاق یا شوره‌زار تشکیل می‌شود.



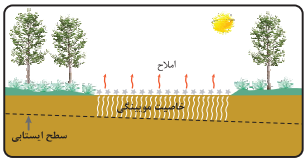
برکه



چشمه



باتلاق



شوره‌زار

@DaneshSad

تخلخل و نفوذپذیری

شرایط لازم برای تشکیل آبخوان
- ۱) تخلخل ← داشتن فضاهای خالی
- ۲) نفوذپذیری ← داشتن توانایی عبور آب

– تخلخل –

انواع منافذ موجود در سنگ

۱ **اولیه**: فضاهای خالی هستند که **از ابتدای تشکیل** سنگ در آن وجود داشته است.

۲ **ثانویه**: منافذی است که **پس از تشکیل** سنگ و بر اثر فرایندهایی مانند هوازدگی، شکستگی، انحلال و ... ایجاد شده‌اند.

عوامل مؤثر در مقدار تخلخل رسوبات و سنگ‌ها
- بافت (اندازه، شکل و طرز قرارگیری دانه‌ها)
- جورشدگی
- سیمان‌شدگی
- میزان هوازدگی
- تعداد درز و شکاف‌ها

محاسبهٔ مقدار تخلخل

درصد فضاهای خالی یک رسوب یا سنگ است و به صورت مقابل نشان داده می‌شود:

$$\text{درصد تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی}(m^3)}{\text{حجم کل}(m^3)} \times ۱۰۰$$

نکته

مقدار تخلخل از بسیار کم در سنگ‌های آذرینی، مانند گرانیت تا بسیار زیاد در رسوبات ناپیوسته، مانند شن، ماسه و آبرفت‌ها متغیر است.

مثال بر اثر بهره‌برداری از یک آبخوان در یک دشت به مساحت ۲۰۰×۱۰^۶ مترمربع و تخلخل ۳۰ درصد، سطح ایستابی ۱۰ متر افت کرده است. چه حجمی از آب تخلیه شده است؟

پاسخ

حجم کل آبخوان $V = ۲۰۰\times۱۰^۶ \times ۱۰ \Rightarrow V = ۲۰۰\times۱۰^۷ \, m^۳$

$$\text{درصد تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی}}{\text{حجم کل}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۳۰}{۱۰۰} = \frac{x}{۲۰۰\times۱۰^۷} \Rightarrow x = ۶\times۱۰^۸ \, m^۳$$

حجم آب تخلیه شده

مثال حجم یک نفت‌گیر ماسه‌سنگی محصور بین یک گنبد نمکی و یک لایهٔ شیل حدود $۳\times۱۰^۶ \, m^۳$ محاسبه شده است. اگر میزان تخلخل ماسه‌سنگ ۱۵ درصد باشد، در این نفت‌گیر حداکثر چند مترمکعب نفت می‌تواند ذخیره شده باشد؟ *(سراسری ۸۸)*

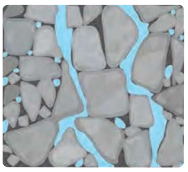
۱) $۱/۶۶\times۱۰^۵$ ۲) ۲×۱۰^۵ ۳) $۴/۵\times۱۰^۵$ ۴) ۵×۱۰^۴

پاسخ گزینهٔ (۳)

$$\text{درصد تخلخل} = \frac{\text{حجم فضاهای خالی}}{\text{حجم کل}} \times ۱۰۰ \Rightarrow \frac{۱۵}{۱۰۰} = \frac{x}{۳\times۱۰^۶} \Rightarrow x = ۴/۵\times۱۰^۵ \, m^۳$$

– نفوذپذیری –

توانایی آبخوان در **انتقال** و **هدایت آب** را نشان می‌دهد.



متخلخل و نفوذپذیر

عوامل مؤثر بر نفوذپذیری

۱ اندازهٔ منافذ

۲ میزان ارتباط منافذ با یکدیگر

تفاوت نفوذپذیری و تخلخل
- تخلخل بیانگر مقدار آب ذخیره‌شده در آبخوان است.
- نفوذپذیری نشانگر توانایی آبخوان در انتقال و هدایت آب است.

نکته

۱ رسوبات دانه‌ریز تخلخل زیاد و نفوذپذیری کمی دارند. ← (علت) کوچک‌بودن مجاری متصل‌کنندهٔ حفره‌ها و نیروی مویینگی زیاد در مجاری

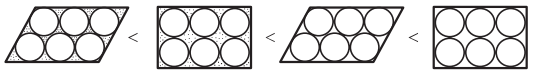
۲ رس‌ها بسیار متخلخل هستند ولی نفوذپذیری بسیار کمی دارند. ← (علت) ریزبودن ذرات آن‌ها

۳ پوکه معدنی و سنگ‌پا (سنگ آذرین بیرونی) بسیار متخلخل هستند اما آب از آن‌ها عبور نمی‌کند. ← (علت) عدم ارتباط منافذ آن‌ها با یکدیگر

۴ هر چه ارتباط بین منافذ خاک یا سنگ بیشتر باشد، توانایی هدایت و انتقال آب توسط آبخوان بیشتر خواهد بود.

@DaneshSad

مقایسهٔ لایه‌ها با توانایی آبدهی از بیشتر به کم‌تر:

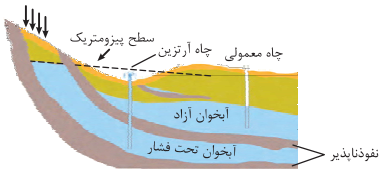


آبخوان

لایه یا لایه‌هایی از رسوبات یا سنگ‌های نفوذپذیر اشباع از آب در زیرزمین که آب بتواند نسبتاً به آسانی در آن حرکت کند.

انواع آبخوان

- آبخوان آزاد
  - سطح ایستابی، **سطح فوقانی** منطقهٔ اشباع را تشکیل می‌دهد.
  - وقتی چاهی در یک لایهٔ آبدار آزاد حفر شود، سطح آب چاه بیانگر سطح ایستابی در آن نقطه است.
  - فشار در سطح فوقانی منطقهٔ اشباع (سطح ایستابی) برابر فشار اتمسفر است.
- آبخوان تحت فشار
  - در این آبخوان لایهٔ نفوذپذیر، بین لایه‌های نسبتاً نفوذناپذیر محصور شده است (در بالا و پایین لایهٔ نفوذپذیر، لایهٔ نفوذناپذیر قرار دارد).
  - وقتی چاهی در یک سفرهٔ تحت فشار حفر شود آب در آن بالا می‌آید. در این حالت به ارتفاعی که آب تا آن‌جا بالا می‌آید سطح پیزومتریک می‌گویند.
  - فشار در سطح فوقانی منطقهٔ اشباع، بیشتر از فشار اتمسفر است.



منطقهٔ آبگیری (تغذیه): منطقه‌ای که آب باران از قسمتی از لایهٔ نفوذپذیر که در سطح زمین بیرون‌زدگی دارد، وارد آبخوان تحت فشار می‌شود.

چاه آرتزین: اگر سطح پیزومتریک بالاتر از سطح زمین قرار گیرد، آب خودبه‌خود از دهانهٔ چاه بیرون می‌ریزد. این چاه را **چاه آرتزین** گویند.

مقایسهٔ انواع رسوبات و سنگ‌ها از نظر تشکیل آبخوان

۱) **آبرفت‌ها و سنگ‌های آهکی حفره‌دار (آهک کارستی)**: قابلیت تشکیل آبخوان را دارند. ← تشکیل چشمه‌های پر آب و دائمی در سنگ‌های آهکی حفره‌دار

۲) **رس‌ها، سنگ‌های دگرگونی و آذرین**: آبخوان خوبی تشکیل نمی‌دهند. ← عدم تشکیل چشمه در آن‌ها یا تشکیل چشمه‌هایی با آبدهی بسیار کم و فصلی

حرکت آب زیرزمینی

از مکانی با انرژی بیشتر یعنی مکانی با ارتفاع و فشار بیشتر (سطح ایستابی بالاتر) در مسیری **منحنی‌شکل** به محلی با انرژی کم‌تر یعنی محلی با ارتفاع و فشار کم‌تر (سطح ایستابی پایین‌تر).

ترکیب آب زیرزمینی

به طور عمده شامل کلریدها، سولفات‌ها، بی‌کربنات کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم و آهن است.

عوامل مؤثر بر غلظت نمک‌های حل‌شده در آب‌های زیرزمینی

۱) **جنس کانی‌ها و سنگ‌ها**: سنگ‌های آذرین و دگرگونی، رسوبات آبرفتی و رودخانه‌ای املاح کم‌تری دارند، ولی سنگ‌های آهکی و تبخیری به دلیل انحلال‌پذیری زیاد، املاح و رسوبات زیادی دارند.

۲) **سرعت نفوذ آب**: هر چه سرعت نفوذ آب کم‌تر باشد، میزان املاح آب بیشتر خواهد بود. ← (علت) آب ضمن حرکت آهسته، فرصت بیشتری برای حل کانی‌های مسیر خود را دارد.

۳) **دمای آب**: هر چه دمای آب بیشتر باشد، میزان انحلال کانی‌ها و سنگ‌ها بیشتر است.

۴) **مسافت طی‌شده توسط آب**: هر چه آب مسافت بیشتری را طی کند، املاح بیشتری را با خود حمل خواهد کرد.

کیفیت آب زیرزمینی موجود در سنگ‌های مختلف

۱) **سنگ‌های آذرین و دگرگونی**
- دارای نمک‌های محلول کمی هستند.
- برای مصارف روزمره و آشامیدن مناسب هستند.

۲) **سنگ‌های تبخیری مانند سنگ گچ و سنگ نمک (کانی‌های ژیپس و انیدریت)**
- قابلیت انحلال بالا دارند.
- عموماً دارای نمک‌های فراوان هستند.
- برای مصارف روزمره، نامناسب هستند.

۳) **سنگ‌های کربناتی**
- برای آشامیدن و صنعت محدودیت دارند.
- آب سخت دارند.
- درصد یون‌های کلسیم و منیزیم بالا دارند.
- آب موجود در این آبخوان‌ها به خوبی با صابون کف نمی‌کند و رسوباتی در لوله‌ها و ظرف‌ها بر جای می‌گذارد.

۴) **رسوبات آبرفتی و رودخانه‌ای**
- املاح موجود در آن‌ها ناچیز است.
- دارای آب شیرین هستند و برای آشامیدن و ... مناسب هستند.

@DaneshSad

۵ نواحی خشک و کویری
- به علت تبخیر زیاد، شوری آب بسیار زیاد است.
- برای کشاورزی و مصارف دیگر نامناسب هستند.

نکته

آب‌های زیرزمینی در حوضه‌های بسته املاح زیادی دارند.

– سختی آب –

- علت سختی آب، نمک‌های محلول در آن است.
- در آب‌های سخت میزان یون‌های **کلسیم** و **منیزیم** زیاد است.
- سختی آب براساس غلظت یون‌های **کلسیم** و **منیزیم** سنجیده می‌شود.

فرمول محاسبهٔ سختی آب

TH: سختی کل (میلی‌گرم در لیتر)

$$TH = ۲/۵Ca^{۲+} + ۴/۱Mg^{۲+}$$

مثال اطلاعات زیر از آب چهار چاه به دست آمده است. سختی کل آب کدام چاه از بقیه بیشتر است؟ *(سراسری ۹۸)*

چاه / مقدار یون‌ها	یون کلسیم (میلی‌گرم در لیتر)	یون منیزیم (میلی‌گرم در لیتر)
A	۴۰	۸۰
B	۶۰	۶۰
C	۷۰	۶۰
D	۸۰	۵۰

۱) A ۲) B ۳) C ۴) D

پاسخ گزینهٔ (۱)

سختی آب طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$TH = ۲/۵Ca^{۲+} + ۴/۱Mg^{۲+}$$

چاه A: $۲/۵(۴۰) + ۴/۱(۸۰) = ۴۲۸$ mgr/ Lit

چاه B: $۲/۵(۶۰) + ۴/۱(۶۰) = ۳۹۶$ mgr/ Lit

چاه C: $۲/۵(۷۰) + ۴/۱(۶۰) = ۴۲۱$ mgr/ Lit

چاه D: $۲/۵(۸۰) + ۴/۱(۵۰) = ۴۰۵$ mgr/ Lit

مثال آب رودخانه‌ای با سختی کل تقریباً ۴۴۱ میلی‌گرم در لیتر، دارای ۶۰ میلی‌گرم در لیتر یون $Mg^{۲+}$ است. مقدار یون $Ca^{۲+}$ در این آب چند میلی‌گرم در لیتر است؟

۱) ۷۸ ۲) ۶۷ ۳) ۹۲ ۴) ۸۳

پاسخ گزینهٔ (۱)

$$TH = ۲/۵Ca^{۲+} + ۴/۱Mg^{۲+}$$

$$۴۴۱ = ۲/۵Ca^{۲+} + ۴/۱(۶۰)$$

$Ca^{۲+} = ۷۸$ میلی‌گرم در لیتر

TDS: نشانگر مقدار مواد جامد معلق در آب (مواد آلی، غیرآلی یا معدنی)

مقدار استاندارد آن ۲۰ تا ۹۰ ppm.

مقایسه
- TH: مقدار ترکیبات کربناتی و غیرکربناتی کلسیم، منیزیم و سایر فلزات سنگین
- TDS: مقدار کل مواد آلی و غیرآلی (سختی کل)

– آلودگی منابع آب زیرزمینی –

عوامل مؤثر بر کیفیت آب زیرزمینی
- ترکیب شیمیایی و مقدار املاح
- آلودگی‌هایی که توسط انسان به آب وارد می‌شود.

منابع آلایندهٔ آب زیرزمینی
- **۱) نقطه‌ای** ← مواد آلوده‌کننده از یک نقطهٔ مشخص، مانند یک چاه فاضلاب (چاه جذبی) **مستقیم** وارد آب زیرزمینی می‌شوند.
- **۲) غیرنقطه‌ای** ← مواد آلوده‌کننده توسط رواناب‌های آلوده از سطح مراتع، جنگل‌ها یا زمین‌های کشاورزی به زمین نفوذ کرده و وارد آب‌های زیرزمینی می‌شوند.

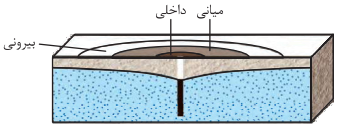
@DaneshSad

حریم منابع آب

- **حریم کیفی** منابع آب زیرزمینی (کیفیت) به وسیلهٔ کودهای شیمیایی، فاضلاب‌های صنعتی و شهری تهدید می‌شود.
- **حریم کمی** منابع آب زیرزمینی (کمیت) از طریق بهره‌برداری زیاد در معرض تهدید قرار می‌گیرد.

تعیین حریم منابع آب

- حریم کمی ← براساس شعاع تأثیر دو چاه در نظر گرفته می‌شود. حدود ۵۰۰ متر است.
- حریم کیفی ← به صورت پهنه‌های حفاظتی تعریف می‌شود.
  - منظور از **پهنه‌های حفاظتی** محدوده‌ای در اطراف چاه است که آلاینده قبل از رسیدن به چاه از بین می‌رود.
  - بخش‌های پهنه‌های حفاظتی ← داخلی، میانی، بیرونی



پهنه‌های حریم چاه

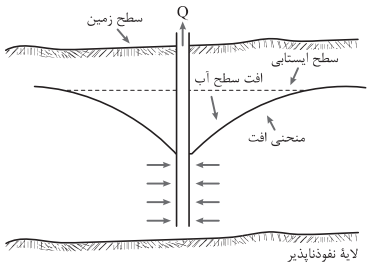
نکته

۱) حداقل حریم بهداشتی برای آلاینده‌های میکروبی شعاعی حدود ۱۰۰ متر در اطراف چاه آب است.
۲) حرکت و بقای ویروس‌ها و باکتری‌ها در خاک‌های درشت‌دانه و اشباع از آب به بیشترین مسافت طی‌شده می‌رسد.
۳) اگر سرعت حرکت آب آلوده کم باشد، اغلب میکروب‌های بیماری‌زا به علت دمای پایین خاک‌ها و کمبود مواد غذایی، پس از چند هفته از بین می‌روند و وارد چاه آب نمی‌شوند.

بهره‌برداری از آب زیرزمینی

روش بهره‌برداری از آب زیرزمینی
- چاه
- قنات

- **چاه**: حفره‌ای است که از سطح زمین تا منطقهٔ اشباع حفر شده.
- **چاه آرتزین**: آب آن خودبه‌خود بیرون می‌جهد.

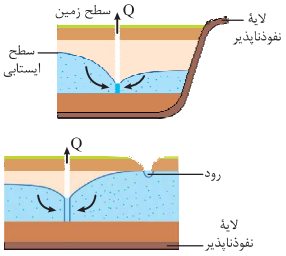


مخروط افت چاه آب

مخروط افت

با حفر چاه و بهره‌برداری از آب، سطح ایستابی (در آبخوان آزاد) یا سطح پیزومتریک (در آبخوان تحت فشار)، در اطراف چاه پایین می‌رود و افتادگی مخروطی شکلی به نام **مخروط افت** تشکیل می‌شود.

- در صورتی که در مجاورت یک چاه در حال بهره‌برداری، یک لایهٔ نفوذناپذیر وجود داشته باشد، در اثر پمپاژ آب از چاه، مخروط افت شکل نامتقارن پیدا می‌کند.
- در صورتی که مخروط افت چاه با یک منبع آلاینده مانند یک چاه فاضلاب برخورد کند، آلودگی از چاه فاضلاب به سمت مخروط افت و سپس چاه بهره‌برداری حرکت خواهد کرد.



بیلان (ترازنامه) آب

- در مدیریت و بهره‌برداری از منابع آب، برای آن‌که نوسانات حجم ذخیرهٔ منابع آب یک منطقه تعیین شود، بیلان آب محاسبه می‌شود.
- توازن آب براساس **اصل بقای جرم** است.

فرمول محاسبهٔ حجم ذخیرهٔ آب

$$\Delta S = I - O$$

ΔS: تغییرات حجم ذخیرهٔ آب
I: مقدار آب ورودی به آبخوان
O: مقدار آب خروجی از آبخوان

طبق رابطهٔ بیلان آب
۱) اگر مقدار آب ورودی به حوضهٔ آبریز (I) > مقدار آب خروجی (O) ← بیلان مثبت
۲) اگر مقدار آب ورودی به حوضهٔ آبریز (I) < مقدار آب خروجی (O) ← بیلان منفی

دشت ممنوعه: زمانی ایجاد می‌شود که بیلان آب در یک منطقه **منفی** باشد. ← (علت) بهره‌برداری زیاد از منابع آبی در سال‌های اخیر

نکته

برای جلوگیری از بحران آب باید میزان بهره‌برداری از منابع آب، **کم‌تر** از میزان تغذیهٔ آن منابع باشد.

در طی سال‌های گذشته بیلان منابع آب در کل کشور **منفی** بوده ← (علت) بهره‌برداری زیاد از منابع آبی

@DaneshSad

نکته

بسیاری از دشت‌های کشور به عنوان دشت ممنوعه اعلام شده است.

فرونشست زمین

فرونشست زمین

- نوعی حرکت قائم و رو به پایین سطح زمین است.
- عوامل مؤثر بر آن
  - ۱) ریزش زمین در محل سنگ‌های انحلال‌پذیر
  - ۲) گسل
  - ۳) عوامل انسانی مانند استخراج معادن، نفت، گاز و بهره‌برداری از آب زیرزمینی
- مهم‌ترین عامل ایجاد آن در مناطق خشک و نیمه خشک، بهره‌برداری از سفره‌های آب زیرزمینی
- انواع فرونشست زمین
  - سریع ← ایجاد فروچاله
  - آرام و نامحسوس ← نشست سطح وسیعی از منطقه و ایجاد ترک و شکاف در سطح زمین
- پیامد ناشی از فرونشست زمین
  - کاهش حاصلخیزی خاک
  - لوله‌زایی (بالا آمدن لوله‌های آب از سطح زمین)
  - ریزش و کج‌شدن جدارهٔ چاه‌ها
  - تغییر شیب رودخانه‌ها و جاده‌ها
  - تغییر شیب سطح زمین
  - افزایش سیل‌خیزی منطقه
- راه‌های جلوگیری از فرونشست زمین
  - ۱) کاهش بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی
  - ۲) تقویت آبخوان‌ها با تغذیه مصنوعی



فروچاله



ایجاد ترک و شکاف



لوله‌زایی

منابع خاک

اجزای تشکیل‌دهندهٔ خاک

- بخش معدنی ۸۰ درصد خاک است؛ شامل
  - عناصر: نیتروژن، فسفر، کلسیم و ...
  - کانی‌ها: کانی‌های رسی، کوارتز و ...
- بخش آلی (هوموس): حاصل تجزیهٔ باقی‌مانده‌های گیاهان و اجساد جانوران پس از مرگ آن‌هاست.

عوامل مؤثر بر نوع و ترکیب خاک‌ها

- ۱) نوع سنگ مادر
- ۲) شیب زمین
- ۳) فعالیت جانداران
- ۴) اقلیم منطقه و ...

تقسیم‌بندی انواع خاک‌ها براساس اندازهٔ دانه‌ها

- درشت‌دانه
- متوسط‌دانه
- ریزدانه

نکته

۱ خاک‌های طبیعی، ترکیبی از خاک‌هایی با اندازهٔ متفاوت در ذرات تشکیل‌دهنده است.

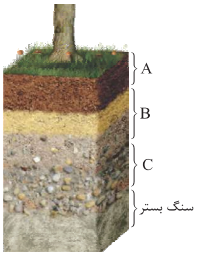
۲ مقدار آبی که خاک‌ها از خود عبور می‌دهند، بستگی **به اندازهٔ ذرات خاک** دارد.

@DaneshSad

- خاک‌های ریزدانه مانند رس ← آب را بیشتر در خود نگه می‌دارد و کم‌تر عبور می‌دهد. گردش آب و هوا به خوبی انجام نمی‌شود. ← برای رشد گیاهان مناسب نیست.
- خاک‌های درشت‌دانه مانند شن ← آب را بیشتر عبور می‌دهد و در خود نگه نمی‌دارد (زهکشی خوبی دارد). آب و مواد مغذی را نگه نمی‌دارد. ← برای رشد گیاهان مناسب نیست.
- **خاک حاصلخیز**: مخلوط مناسبی از خاک ماسه‌ای و رسی + کود مناسب یا گیاخاک

خاک لوم
- خاک دلخواه کشاورزان و باغبان‌ها است.
- ترکیبی از ماسه، لای و رس است.
- توانایی حفظ رطوبت را دارد و غنی از مواد مغذی است. (مهم‌ترین ویژگی خاک لوم)

نیم‌رخ خاک



- **تعریف**: مقطع عمودی خاک از سطح زمین تا سنگ بستر که دارای افق‌های مختلف است.
- خاک‌ها از نظر **بافت**، **رنگ**، **ضخامت** و **ترکیب شیمیایی** متفاوت هستند.
- خاک‌های حاصل **از تخریب سیلیکات‌ها** و **سنگ‌های فسفاتی**، از نظر کشاورزی و صنعتی ارزش زیادی دارند.

افق‌های مختلف خاک	ویژگی
افق A	بالاترین لایهٔ خاک است. غنی از گیاخاک (هوموس) است. رنگ خاکستری تا سیاه (به دلیل مواد آلی) دارد. ریشهٔ گیاهان در این لایه رشد می‌کند. دارای ذرات ماسه و رس است.
افق B	لایهٔ میانی خاک است. دارای رس، ماسه، شن، املاح شسته‌شده از افق A، و مقدار کمی گیاخاک است.
افق C	لایهٔ زیرین خاک است. دارای مواد سنگی است که به مقدار کم، خرد و تجزیه شده است. سنگ‌های اولیه تغییر کمی دارند و به صورت قطعات خردشده دیده می‌شوند.

خاک از نظر کشاورزی

- خاک حاصل از **تخریب سیلیکات‌ها و سنگ‌های فسفاتی** ← برای کشاورزی و صنعت **مناسب و با ارزش**

مثال کانی‌های رسی مانند **کائولینیت** بر اثر هوازدگی شیمیایی فلدسپارها ایجاد می‌شود.

- **اهمیت کائولینیت**: اهمیت در تشکیل خاک، استفاده در کاشی‌سازی و چینی‌سازی
- خاک حاصل از تخریب سنگ‌های دارای کانی‌های مقاوم مانند **کوارتز** (اکثراً شنی و ماسه‌ای) ← برای کشاورزی **نامناسب**

نکته

از نظر کشاورزی خاکی حاصلخیز است که باعث رشد بیشتر گیاه شود، مانند خاک‌های تشکیل‌شده در **مناطق گرم و مرطوب** که هوازدگی شیمیایی در آن‌ها اهمیت بیشتری دارد.

فرسایش

- هوازدگی مقدمهٔ فرسایش است.
- فرسایش فرایندی **مداوم** است.
- ذرات خاک طی فرسایش از بستر اصلی خود جدا شده و توسط عوامل انتقال‌دهنده به مکان دیگری حمل می‌شوند.
- فعالیت‌های انسانی، فرسایش را کاهش یا افزایش می‌دهند ولی آن را متوقف نمی‌کنند.
- مقدار فرسایش‌پذیری، در ایام مختلف سال ثابت نیست.

عوامل مؤثر بر فرسایش

۱. **عوامل طبیعی** مانند آب‌های جاری، باد، یخچال، نیروی جاذبه، آب‌های زیرزمینی
۲. **فعالیت‌های انسان** مانند کشاورزی، جاده‌سازی، معدن‌کاری و ... و نیز تأثیر سایر جانداران

- فرسایش ورقه‌ای: لحظهٔ برخورد هر قطرهٔ باران به زمین و پراکندگی ذرات خاک به موجب آن ← نقش مهمی در فرسایش و شست‌وشوی خاک در سطح حوضهٔ آبریز

@DaneshSad

فرسایش آب‌های جاری

- مهم‌ترین ویژگی بارندگی که در قدرت فرسایندگی مؤثر می‌باشد.
  - ۱) شدت بارش
  - ۲) مدت بارش
- زمانی که جریان آب شدت پیدا کند، باعث **فرسایش خندقی** و از بین رفتن زمین‌های کشاورزی می‌شود.
- راه‌های کاهش انرژی جریان آب
  - ۱) ساخت کانال
  - ۲) ایجاد پوشش گیاهی
- عوامل مؤثر در قدرت فرسایندگی رواناب
  - ۱) سرعت جریان
  - ۲) میزان مواد معلق موجود در رواناب
- هر چه سرعت رواناب و جرم و میزان مواد معلق **بیشتر** باشد، انرژی جنبشی آب و در نتیجه، قدرت فرسایندگی آن **بیشتر** می‌شود.
- قدرت فرسایش آب خالص، **کم‌تر** از آب دارای مواد معلق است.
- وقتی میزان مواد معلق، بیشتر از توان حمل رواناب باشد و یا از سرعت آب جاری کاسته شود، **رسوب‌گذاری** رود شروع می‌شود.
- درجه شیب بستر رود کم‌تر ← سرعت رود کم‌تر ← بستر عریض‌تر ← مقدار آب کم‌تر ← رسوب‌گذاری بیشتر


فرسایش خندقی

پیامد فرسایش خاک

- ۱) کاهش ضخامت خاک
- ۲) کاهش مواد معدنی و آلی
- ۳) از بین رفتن حاصلخیزی خاک
- ۴) کاهش ظرفیت آبگیری سدها با ته‌نشینی رسوبات در آبراهه‌ها و مخازن سدها

خاک‌های مارنی

از فرسایش‌پذیرترین خاک‌ها (به‌ویژه در مناطق خشک‌اند.)

خاک‌های مارنی

- مارن مخلوط ذرات منفصل آهکی و رسی است.
- ویژگی
  - ۱) دارای فرسایش‌پذیری بالا و تولید رسوب زیاد
  - ۲) کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش ظرفیت مخازن سدها
  - ۳) نفوذپذیری کم، فقر پوشش گیاهی و شکل‌های مختلف فرسایش مانند خندقی

– اهمیت حفاظت از آب و خاک –

۱ از عوامل ضروری برای رشد گیاه و افزایش محصولات کشاورزی‌اند.

۲ در جلوگیری از آلودگی هوا و فرسایش خاک نقش مؤثری دارند.

هدف از حفاظت آب: استفادهٔ بهینه از آن و رسیدن به توسعهٔ پایدار است.

هدف از حفاظت از خاک: جلوگیری از تخریب تدریجی خاک است؛ برای رسیدن به این هدف باید سرعت فرسایش خاک کم‌تر از سرعت تشکیل آن باشد.

نکته

فرایند تشکیل خاک کند است و به‌طور میانگین به ۳۰۰ سال زمان نیاز دارد تا به ۲۵ میلی‌متر خاک تشکیل شود.

– علم، زندگی، کارآفرینی –

هیدروژئولوژی

مطالعه در زمینه‌های:

۱ چگونگی حرکت آب در درون زمین

۲ اکتشاف و شناخت ویژگی‌های آب‌های زیرزمینی

۳ نحوهٔ بهره‌برداری از آب‌های زیرزمینی

۴ بررسی فعالیت‌های عمرانی و معدنی مرتبط با آب‌های زیرزمینی

رسوب‌شناسی

بررسی و مطالعهٔ فرایندهای:

۱ انتقال رسوبات

۲ ته‌نشینی رسوبات

۳ تبدیل رسوبات به سنگ‌های رسوبی

@DaneshSad