فصل چهارم: زمین شناسی و سازه‌های مهندسی

مکان یابی سازه‌ها (تیپ ۱و۲و۳)

بناهای قدیمی مثل تخت جمشید و بناهای چغازنبیل و اهرام مصر و دیوارچین و قنات‌های باستانی نشان دهنده چه چیزی هستند؟ ← نشان دهنده سازه‌های مهندسی

مواد مورد نیاز سازه‌های مهندسی از کجا به‌دست می‌آید؟ ← زمین

- **وظیفه زمین شناسی در ساخت سازه‌ها:**
  - ☑ تشخیص احتمال وقوع فرایندهای مخرب
  - ☑ ارائه روش مقابله در برابر فرایندهای مخرب به نحوی که آسیبی به تاسیسات و سازه‌های مهندسی وارد نشود

قبل اجرای پروژه‌های عمرانی (سد، نیروگاه و...) چیکار میکنن؟ ← انجام مطالعات زمین شناسی سنگ بستر

- **مطالعات زمین شناسی سنگ بستر**
  - ☑ ناهمواری‌های سطح زمین
  - ☑ استحکام سنگ‌ها
  - ☑ نفوذپذیری
  - ☑ پایداری دامنه‌ها در برابر ریزش
  - ☑ جنس مصالح به کار رفته

چیا تو پایداری سازه‌ها تاثیر دارند؟

- ☑ **مورفولوژی (شکل شناسی)** ← دره U شکل مناسب‌تر از V شکل
- ☑ پستی و بلندی‌های محل احداث سازه

- **آب به** لایه های زیرین سد / تکیه‌گاه / بدنه سد فشار وارد می‌کند.

تنش (تیپ ۴و۵و۶)

تنش چیه؟ ← یه نیرویی از خارج، یه فشاری داخل سنگ (نیرو بر واحد سطح) وارد میکنه!

در یک لحظه فقط یک نوع تنش میتونه وارد شه یا نه؟ ←
یا یه تنش وارد میشه یا ترکیبی از تنش‌ها

- **تنش**
  - ☑ **کششی** ← گسسته شدن سنگ
  - ☑ **فشاری** ← متراکم شدن سنگ
  - ☑ **برشی** ← بریدن سنگ

$$\text{تنش } (\frac{n}{m^2}) = P = \frac{F\ (\text{نیرو})\ (N)}{A\ (\text{سطح})\ (m^2)}$$

مقاومت سنگ چیه؟ ← حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش‌ها که سنگ میتونه تحمل کنه بدون اینکه بشکنه

- **هرچه مقاومت سنگ:**
  - ☑ **بیشتر باشد** ← سنگ پایدار تر است ← سطوح شکست کمتری ایجاد می‌شود
  - ☑ **کمتر باشد** ← سنگ ناپایدار تر است ← سطوح شکست بیشتری ایجاد می‌شود ← سبب ناپایداری سنگ یا خاک در پی سازه می‌شود

- **بریم واسه داستان نمونه برداری از زمین:**
  - **پرده اول: حفاری**
    توچنتا نقطه(یه نقطه نه)، گمانه(چاله‌های باریک و عمیق) حفر میکنن!
  - **پرده دوم: نمونه برداری و ارسال به آزمایشگاه**
    نمونه‌های سنگ یا خاک برداشته شده و به آزمایشگاه‌های تخصصی ارسال می‌شوند
  - **پرده سوم: بررسی مقدار مقاومت سنگ**
    مقدار مقاومت سنگ و خاک در برابر تنش مشخص میشه

- **کلک نخوری کیومرث:**
  - ☑ **گمانه** ← چاله باریک و عمیق
  - ☑ **مغزه** ← همون نمونه برداشته شده از زمین(استوانه ایه)

تو سر مته حفاری الماس داریم، ترکیب کن!

رفتار مواد جامد در برابر تنش+نفوذپذیری (تیپ ۷و۸و۹و۱۰)

مقدار و نوع تغییر شکل مواد جامد به چی بستگی داره؟ ← به رفتار آنها در برابر تنش

رفتار	نام دیگه؟	با رفع تنش به حالت اولیه...	باعث تشکیل چی میشه؟
کشسان	الاستیک	باز میگردد(اگه تنش ناگهانی و از حد مقاومت سنگ باشد، سنگ میشکند)	درزه و گسل
خمیرسان	پلاستیک	باز نمیگردد	تاقدیس و ناودیس

درچه صورت سنگ دارای رفتار کشسان(الاستیک) میشکند؟

- ☑ تنش ناگهانی باشد
- ☑ تنش بیشتر از حد مقاومت سنگ باشد

- **تکیه گاه**
  - **مناسب**
    - ☑ آذرین
      - ☑ گرانیت
      - ☑ گابرو(سد امیرکبیر)
    - ☑ دگرگونی
      - ☑ کوارتزیت(مناسب سازه‌های سنگین)
      - ☑ هورنفلس(مناسب سازه‌های سنگین)
    - ☑ رسوبی
      - ☑ ماسه سنگ
      - ☑ سنگ آهک بدون حفره ضخیم لایه
  - **نامناسب**
    - ☑ آذرین ← ☒
    - ☑ دگرگونی ← ☑ شیست(سست و ضعیف)
    - ☑ رسوبی
      - ☑ سنگ‌های تبخیری
      - ☑ سنگ گچ(انحلال پذیری)
      - ☑ ژیپس نمک(انحلال پذیری)
      - ☑ شیل(تورق و سست بودن)
      - ☑ سنگ‌های کربناتی
      - ☑ کلسیت(انحلال پذیری)
      - ☑ دولومیت(انحلال پذیری)
      - ☑ سنگ آهک حفره دار(انحلال پذیری)

@DaneshSad

سنگ‌های رسوبی رو با نفت ترکیب کن

با نوع آبخوان و املاح آبخوان ترکیب کن

◆ **سنگ‌های کربناتی:**
- ☑ اونایی که بیش از ۵۰ درصدشون رو کانی‌های کربناتی مثل کلسیت و دولومیت تشکیل میدن (چجوری؟)
- ☑ اغلب درزه دارن (پس) ← قابلیت تشکیل حفره انحلالی و غار دارن ← با گذر زمان و در جریان آب‌های نفوذی

فرایند کارستی شدن چیه؟ ← به فرایند خوردگی و حفره حفره شدن سنگ‌های کربناتی، کارستی شدن میگن!

◆ **سنگ آهک**
- ☑ **ضخیم لایه و بدون حفره انحلالی** ← مناسب
- ☑ **حفره دار(آهک کارستی)** ← نامناسب ← چه مشکلاتی ایجاد میکنه؟
  - ☑ فرار آب
  - ☑ نشست زمین

◆ سرعت انحلال چذیری سنگ‌های تبخیری (سنگ گچ و ژیپس نمک) > سنگ‌های آهکی

◆ با توجه به نکته قبل سرعت تشکیل حفره و غارهای انحلالی در سنگ‌های تبخیری بیشتر از سنگ‌های آهکی است.

مکان مناسب برای برای ساخت سد (تیپ۱۱و۱۲و۱۳و۱۴و۱۵)

◆ **کاربرد سد:**
- ☑ ذخیره آب
- ☑ مهار سیلاب
- ☑ تامین آب شرب
- ☑ کشاورزی
- ☑ تولید نیروی الکتریسیته

◆ **دو نوع سد داریم:**
- **تک منظوره** ← فقط یکی از استفاده‌های بالا رو داره
- **چند منظوره** ← به طور همزمان چند هدف رو تامین میکنه

◆ **مهمترین عوامل تعیین نوع سد و محل آن:**
- ☑ شرایط زمین شناسی منطقه
- ☑ مصالح مورد نیاز

◆ **در مطالعات زمین شناسی سد**
- ☑ **چیارو بررسی میکنن؟**
  - ☑ وضعیت مخزن
  - ☑ تکیه گاه
  - ☑ پی سد
- ☑ **از چه نظر بررسی میکنن؟**
  - ☑ پایداری
  - ☑ فرار آب
- ☑ **چیکار کنیم فرار آب از مخزن صورت نگیره؟** ← باید دیواره‌ها و کف مخزن نفوذ ناپذیر باشه یا کم نفوذ پذیر باشه

حواست باشه تکیه گاه چپ و راست رو درست تشخیص بدی!

◆ **سد**
- ☑ **بتنی** ← شن- ماسه- سیمان- میلگرد
- ☑ **خاکی** ← شن- ماسه- قلوه سنگ- خاک رس(هسته رسی)

◆ **سد**
- ☑ **بتنی، از لحاظ**
  - ☑ **کشاورزی**
    - ☑ درشت دانه(شن)
    - ☑ متوسط دانه(ماسه)
  - ☑ **دانه بندی** ← درشت دانه(شن و ماسه)
- ☑ **خاکی، از لحاظ**
  - ☑ **کشاورزی**
    - ☑ درشت دانه(شن)
    - ☑ متوسط دانه(ماسه)
    - ☑ ریزدانه(رس)
  - ☑ **دانه بندی**
    - ☑ درشت دانه(شن و ماسه)
    - ☑ ریزدانه(رس)

◆ **نکات سد خاکی**
- ☑ **دلیل استفاده از هسته رسی؟** ← تخلخل زیاد و نفوذپذیری کم داره و نهایتا باجذب کمی آب کاملا نفوذ ناپذیر میشه
- ☑ **لایه‌های**
  - ☑ **نفوذناپذیر** ← هسته رسی+لایه نفوذ ناپذیر
  - ☑ **نفوذپذیر** ← خاکریز نفوذ پذیر+زهکش+لایه نفوذپذیر

موقعیت لایه‌ها (تیپ ۱۶و۱۷و۱۸و۱۹)

◆ **موقعیت لایه‌های چین خورده چجوری مشخص میشه؟**
- ☑ **امتداد لایه**
  - ☑ **چیه؟** ← **فصل مشترک یک صفحه افقی با سطح هرلایه امتداد لایه است و آن را با زاویه‌ای که نسبت به شمال یا جنوب میسازد مشخص می‌کنند.**
  - ☑ **مثال!** N۳۰W ← **امتداد لایه در پهلوی غربی این چین ۳۰ درجه از شمال به سمت غرب انحراف داره**
- ☑ **شیب لایه**
  - ☑ **چیه؟** ← **زاویه‌ای که سطح لایه با سطح افق میسازد و شیب لایه بین صفر(لایه‌های افقی) تا ۹۰درجه(لایه‌های قائم)تغییر می‌کند**
  - ☑ **مثال!** ۵۰SW ← **شیب لایه ۵۰ درجه به سمت جنوب غرب**

◆ **بیا درک کنیم**

@DaneshSad

!باهم بیاندیشید جنجالی

◆ **حالت خوب چه حالتیه؟**
- ۱) محور سد کمترین تنوع لایه(یک لایه) رو داشته باشه (واسه همین شکل (الف) کتاب از شکل (ب) بهتره)
- ۲) لایه‌ها جوری باشن که کمترین فرار آب رو داشته باشیم(واسه همین حالت ناودیسی از حالت تاقدیسی بهتره)

#۱ مطلوب ترین ← شکل الف کتاب 
- ← محور سد و امتداد لایه‌ها موازی اند(یک لایه با محور سد ارتباط داره)
- ← شیب لایه‌ها به سمت داخل مخزن سد(احتمال فرار آب کمه)

#۲مطلوب ← شکل پ کتاب(حالت ناودیسی) 
- ← شیب لایه‌ها به سمت داخل مخزن سد(احتمال فرار آب کمه)

#۳نامطلوب ← شکل ب کتاب 
- ← محور سد بر امتداد لایه‌ها عمود است(چندلایه با محور سد در ارتباط اند)

#۴نامطلوب ترین ← شکل ت کتاب(حالت تاقدیسی) 
- ← شیب لایه‌ها به سمت خارج مخزن سد(احتمال فرار آب زیاده)

◆ **قرار گرفتن سنگ تبخیری(انحلال پذیر) در محدوده دریاچه سدها** ← تغییر نامطلوب کیفیت آب مخزن(تو ایران هم این مشکلو داریم)

◆ **رسوباتی که از طریق رود وارد مخزن سد می‌شوند**
- ☑ **معایب**
  - ☑ به تدریج از طرفیت مخزن سد می‌کاهند
  - ☑ بخش قابل توجهی از کارایی سد ازبین می رود
- ☑ **راهکار** ← لایروبی در فواصل منظم

مکان مناسب برای ساخت تونل و فضای زیرزمینی (تیپ۲۰و۲۱و۲۲و۲۳و۲۴)

◆ **تونل** ← حمل و نقل- انتقال آب- انتقال فاضلاب- استخراج مواد معدنی
◆ **مغار** ← تاسیسات زیرزمینی- نیروگاه- ایستگاه مترو(تونل مترو غلطه)- ذخیره نفت
◆ **ترانشه(ژرفناوه)**
- ☑ **تعریف** ← فرورفتگی مصنوعی یا طبیعی که ژرفای آن از پهنایش بیشتر است(طویل و عمیق)
- ☑ **کاربرد** ← جاده سازی- انتقال آب- قرار دادن لوله‌های نفت
- حواست باشه ترانشه عمیقه، گول عکس کتابو نخور

◆ **مقایسه از لحاظ اندازه:** مغار>تونل>ترانشه
◆ **... و عمیق:**
- ☑ **باریک** ← گمانه
- ☑ **طویل** ← ترانشه(ژرفا از پهنا بیشتره)

◆ **حفاری‌های زیرزمینی**
- ☑ **باید تو چه مکان‌هایی احداث بشن؟** ← زمین‌هایی با مقاومت کافی
- ☑ زمین شناس باید مطالعاتشو بر شناسایی مناطق با کمترین خرد شدگی، هوازدگی و نشت آب، متمرکز کنه!

عامل تاثیرگذار بر ایمنی وپایداری سازه‌های سطحی مانند سدها و سازه‌های زیر زمینی ← آب زیرزمینی

◆ **عامل مهم ناپایداری تونل‌ها و فضاهای زیرزمینی:**
- ☑ جریان آب زیرزمینی
- ☑ فشار آب زیرزمینی

◆ **تونل... سطح ایستایی.....**
- ☑ **بالایی** ← پایدار
- ☑ **پایین** ← ناپایدار

دیواره و سقف تونل رو کی با بتن میپوشونن؟ ← در شرایطی که سنگ‌های داخل تونل از نظر پایداری و نشت آب، وضعیت مناسبی نداشته باشند.

مکان‌های مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی (تیپ ۲۵و۲۶)

◆ **دلیل ساخت سازه روی دریا:**
- ☑ ایران از شمال و جنوب به دریا منتهی می‌شود
- ☑ بخشی از ذخایر عظیم نفت ایران از بستر دریا استخراج می‌شود

موقع ساخت سازه روی آب باید به چی توجه بشه؟
- جریان‌های دریایی
- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب

پایداری سازه‌ها (تیپ ۲۷و۲۸و۲۹و۳۰و۳۱)

◆ **بریم واسه داستان مطالعات مکان یابی سازه‌ها**
- پرده اول: **شناسایی گسل‌ها**
  با استفاده از ۱)عکس‌های هوایی و ماهواره ای و ۲)بازدیدهای صحرایی، گسل‌ها رو شناسایی میکنن!
- پرده دوم: **احتمال فعالیت مجدد گسل‌ها رو بررسی میکنن**
  از ۱)داده‌های ثبت شده توسط دستگاه لرزه نگاری و ۲)اطلاعات تاریخی زمین لرزه‌ها، استفاده میکنن.
  تا بتونن ۱)احتمال فعالیت مجدد گسل‌ها و ۲)وقوع زمین لرزه و ۳) تاثیر آن بر سازه رو مشخص کنن
- پرده سوم: **این اطلاعاتی که زمین شناسان در آوردن رو در اختیار مهندس عمران میذارن**
  مهندس عمران با این اطلاعات طراحی سازه رو انجام میده

◆ **کارهای**
- ☑ **زمین شناس در طراحی سازه**
  - ☑ شناسایی گسل‌ها
  - ☑ بررسی احتمال فعالیت مجدد گسل
  - ☑ بررسی پایداری محل احداث سازه
- ☑ **مهندس عمران در طراحی سازه** ← طراحی سازه با اطلاعات به دست آمده از زمین شناسان

@DaneshSad

◆ **خطر تهدید کننده سازه‌ها در مناطق شیب دار و کوهستانی** ← خطر ریزش کوه و سقوط مواد در دامنه‌های پر شیب کوهستانی

◆ **حرکات دامنه ای:**
- ☑ ریزش
- ☑ لغزش
- ☑ خزش
- ☑ جریان گلی

◆ **لغزش توده‌های سنگ و خاک:**
- ☑ ایجاد امواج خطرناک در مخزن
- ☑ کاهش ظرفیت و عمر مفید مخزن

◆ **راه جلوگیری از این اتفاق:**
- ☑ انتخاب محل مناسب برای ایجاد سد
- ☑ پایدارسازی دیواره‌های مخزن سد

◆ **پایدارسازی دامنه‌ها**
- ☑ **ایجاد دیوار حائل**
  - عادی (شکل الف کتاب)
  - گابیونی ← تورسنگی(شکل ب کتاب)
- **زهکشی** ← تخلیه آب اضافی
- ☑ **ایجاد پوشش گیاهی؛ تاثیر:**
  - مثبت ← کاهش انرژی رواناب
  - منفی ← تخریب خاک از طریق انحلال سنگ‌ها و ایجاد شکاف
- **میخ کوبی** ← با دستگاه (ماشین) یه سری میله آهنی رو میکوبونن تو سنگ (زمین)





حواست باشه ریزش و لغزش رو قاطی نکنی

مصالح مورد نیاز برای احداث سازه‌ها (تیپ ۳۲)

مواد مورد نیاز برای هر سازه باید دارای مقاومت، نفوذ پذیری و اندازه دانه مشخصی باشن

تو چه آزمایشگاهی مشخص میشن؟ ← آزمایشگاه مکانیک خاک و سنگ

◆ **آزمایشگاه:**
- ☑ **تخصصی** ← مقدار مقاومت سنگ در برابر تنش رو مشخص میکنن
- ☑ **مکانیک خاک و سنگ** ← مقدار مقاومت، نفوذپذیری و اندازه دانه رو مشخص میکنن

رفتار خاک‌ها و سنگ‌ها در سازه‌ها (تیپ ۳۳و۳۴)

◆ **طبقه بندی مهندسی خاک**

◆ **دانه بندی**
- ☑ **دانه درشت(شن و ماسه)** ← (اندازه) > ۰/۰۷۵ میلی متر
- ☑ **دانه ریز(رس و لای)**
  - ☑ **(اندازه)<۰/۰۷۵ میلی متر**
  - ☑ **پایداریشون به چیا وابسته‌اس؟** ← وابسته به میزان رطوبتشون
  - ☑ **اگه رطوبتشون زیاد بشه چی میشه؟** ← پایداری خاک کم میشه و حالت خمیری پیدا میکنه و تحت تاثیر وزنش روان میشه، مخصوصا در ماه های مرطوب سال

◆ درجه خمیری بودن

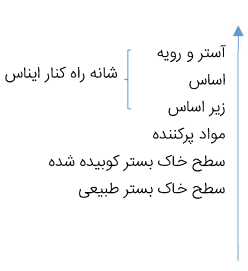
◆ مقدار مواد آلی

کاربرد مصالح خاک و خرده سنگی در راه‌سازی (تیپ ۳۵و۳۶و۳۷و۳۸)

◆ **روسازی**
- ☑ **استر**
  - آسفالت (شن و ماسه و قیر) ←
- ☑ **رویه**

◆ **زیرسازی**
- ☑ **اساس**
- ☑ **زیر اساس**
  - لایه زهکشه
  - شن وماسه+ سنگ شکسته+ بالاست
- ☑ **کاربرد**
  - نگهداری ریل ها
  - زهکشی
  - توزیع بار چرخ
- ☑ از کجا بدست میاد؟ ← خرد کردن سنگی که از معدن به دست میاد

◆ **لایه‌های جاده**



◆ **مقایسه از لحاظ ضخامت لایه‌ها** ← سطح خاک بستر طبیعی>مواد پر کننده>زیر اساس>اساس>آستر و رویه

حواست باشه کدوم لایه‌ها به هم چسبیدن!

علم،زندگی،کارافرینی

◆ **زمین شناسی مهندسی**
- ☑ **چیکار میکنه؟**

شاخه ای از زمین شناسی است که رفتار و ویژگی های مواد سطحی زمین از نظر مقاومت در برابر فشار های وارده و امکان ساخت سازه را در محلی خاص از زمین بررسی میکند

- ☑ **فایده اش چیه؟**

نقش بسیار مهمی در انتخاب مناسب ترین محل برای ساخت سازه ها دارد

@DaneshSad