



۴
فصل

زمین شناسی و سازه های مهندسی

پایداری زمین و ساخت سازه ها:

یکی از مسائل اصلی در ساخت و نگهداری سازه ها، پایداری زمین است. در ساخت سازه ها، مسائل مختلف زمین شناسی مطرح می باشد که باید مورد مطالعه قرار گیرد.

نقش زمین شناسی در کاهش خسارات مخاطرات طبیعی به سازه های ساخت دست بشر:

یکی از وظایف مهم زمین شناسی، تشخیص احتمال وقوع فرایندهای مخرب و ارائه روش های مقابله با آنها است به نحوی که، آسیبی به تأسیسات و سازه های عمرانی و معدنی وارد نشود.

تعریف سازه:

قبل از اجرای پروژه های عمرانی مانند سد، نیروگاه، بزرگراه، پل، مجتمع های تجاری و مسکونی، برج ها و ... که سازه نامیده می شوند، انجام مطالعات زمین شناسی سنگ بستر آن ها، ضروری است.

ناهمواری های سطح زمین

استحکام سنگ ها

نفوذپذیری

پایداری دامنه ها در برابر ریزش

جنس مصالح

مورفولوژی یا پستی و بلندی های محل احداث سازه

زمین پی سازه ها باید دارای کدام ویژگی های مناسب باشد و چرا؟

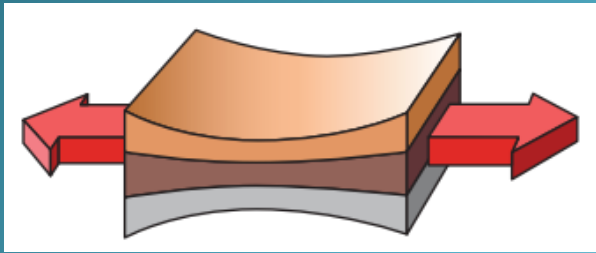
آبرفت یا سنگ های پی سد، باید در برابر تنش های ناشی از وزن سد، مقاوم باشند و دچار گسیختگی و نشست نشوند.

به عنوان مثال، در پشت یک سد، فشار زیادی از طرف آب به لایه های زیرین، تکیه گاه و همچنین بدنه سد، وارد می شود. سد نیز وزن زیادی دارد که گاه به چندین میلیون تن می رسد.

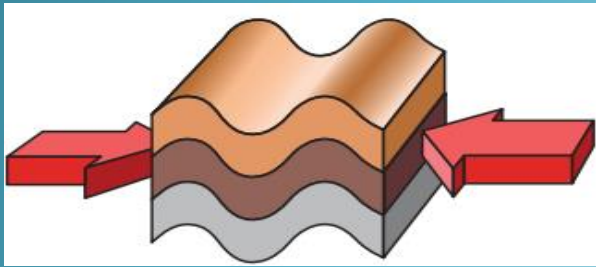
تنش

تنش چیست؟

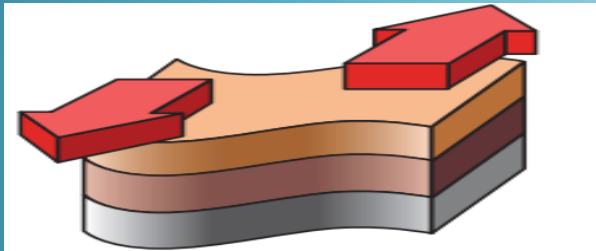
هرگاه سنگ تحت تأثیر نیرویی از خارج قرار گیرد، در داخل سنگ نیز، نیرویی بر واحد سطح وارد می شود که تنش نامیده می شود.



کششی



فشاری



برشی

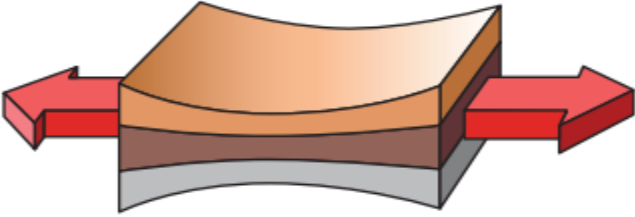
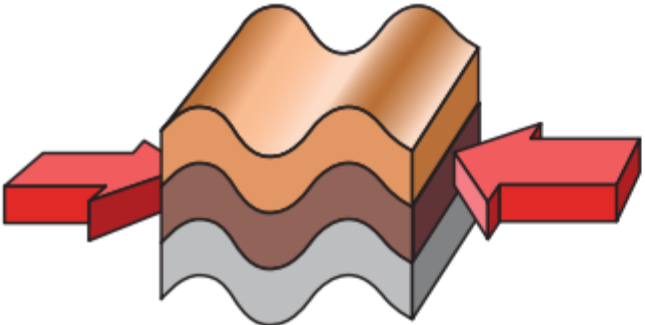

انواع تنش

تغییر شکل سنگ ها

تأثیر تنش بر سنگ ها:

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

جدول ۱-۴- انواع تنش

تغییر شکل	اثر بر روی سنگ	نوع تنش
	گسستگی سنگ	کششی
	متراکم شدن سنگ	فشاری
	بریدن سنگ	برشی

مقاومت سنگ چیست؟

مقاومت سنگ، عبارت است از حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش ها که سنگ می تواند تحمل کند، بدون آنکه بشکند.

ارتباط بین میزان مقاومت سنگ ها و خاک ها در برابر تنش:

هر چه مقاومت، در مقابل این تنش ها، کمتر باشد، سنگ ناپایدارتر است و سطوح شکست بیشتری در آن ایجاد می شود.

عوامل ناپایداری سنگ و خاک ها در پی سازها:

درزه ها یا شکستگی ها

رفتار مواد در برابر تنش

مواد جامد بر اثر تنش، تغییر شکل می دهند. مقدار و نوع تغییر شکل ایجاد شده، به رفتار آنها در برابر تنش بستگی دارد.



(پ)



(ب)



(الف)

شکل ۲-۴- الف) کش سان - ب) خمیرسان - پ) شکننده

۱- رفتار کش سان یا الاستیک

بعضی از سنگ ها با اعمال تنش، سنگ ها دچار تغییر شکل می شوند و با رفع تنش، به حالت اولیه خود بازمی گردند.

۲- شکستگی

اگر تنش از حد مقاومت سنگ بیشتر شود، سنگ دچار شکستگی می شود و درزه ها و گسل ها را به وجود می آورد.

۳- رفتار خمیر سان یا پلاستیک

بعضی از سنگ ها پس از رفع تنش، تغییر شکل یافته و به طور کامل به حالت اولیه خود بر نمی گردند.

میزان مقاومت انواع سنگ ها در برابر تنش

سنگ های مقاوم و مناسب برای ایجاد سازه

- سنگ های آذرین، می توانند تکیه گاه مناسبی برای سازه ها باشند. مانند پی سنگ سد امیرکبیر که از جنس سنگ گابرو است.

- بعضی از سنگ های دگرگونی، مانند کوارتزیت و هورنفلس می توانند تکیه گاه مناسبی برای سازه های سنگین باشند

برخی از سنگ های رسوبی، مانند ماسه سنگ ها، استحکام لازم برای ساخت سازه را دارند.

- برخی دیگر از آنها مانند شیست ها، سست و ضعیف هستند و برای پی سازه ها مناسب نیستند.

- سنگ های تبخیری مانند سنگ گچ، نمک و شیل ها در برابر تنش مقاوم نیستند.

سنگ های نامقاوم و نامناسب برای ایجاد سازه

یکی دیگر از عوامل مؤثر در مکان یابی سازه ها، نفوذپذیری خاک و سنگ است.

سنگ های کربناتی چیست؟

سنگ های کربناتی، به سنگ های رسوبی گفته می شود که بیش از ۵۰ درصد آن ها کانی های کربناتی (کلسیت و دولومیت) باشد. این سنگ ها، اغلب درزه دار هستند.

نحوه ایجاد غار:

با گذشت زمان و در جریان آب های نفوذی، بخش هایی از این سنگ ها در آب، حل و در آن حفره هایی تشکیل می دهند. پیشرفت عمل انحلال، ممکن است منجر به تشکیل حفره های انحلالی بزرگ در این سنگ ها و ایجاد غارها شود.

کدام نوع سنگ آهک، تکیه گاه خوبی برای سازه ها می باشد؟
سنگ آهک ضخیم لایه، که فاقد حفرات انحلالی باشد، پی و تکیه گاه خوبی برای احداث سازه می باشد.

کدام نوع سنگ آهک، مشکلات جدی برای سازه ها ایجاد می کند؟
سنگ آهک دارای حفرات انحلالی
مهم ترین مشکلات سنگ های آهک دارای حفره های انحلالی برای سازه ها:
فرار آب یا نشست زمین

انحلال پذیری در کدام نوع سنگ ها بیش تر است؟ چرا؟
سنگ های تبخیری (سنگ گچ و سنگ نمک)

بنابراین حفره ها و غارهای انحلالی در این سنگ ها، سریع تر از دیگر سنگ ها ایجاد می شود.

پیامدهای احداث سد بر روی لایه هایی از سنگ گچ:

ممکن است پس از چند سال، حفرات انحلالی در سنگ ایجاد و باعث فرار آب از مخزن سد و همچنین ناپایداری بدنه سد شود.

مکان مناسب برای ساخت سد

سد و اهمیت آن:

سد، سازه ای است که به منظور ذخیره آب، مهار سیلاب، تأمین آب شرب و کشاورزی و همچنین تولید نیروی الکتریسیته احداث می شود. بعضی از سدها چند منظوره اند، یعنی به طور هم زمان، چند هدف را تأمین می کنند.

انواع سدها از نظر نوع مصالح ساختمانی:

خاکی

بتنی

مهم ترین عوامل در تعیین نوع سد و مکان یابی آن:

شرایط زمین شناسی منطقه

و مصالح قرضه در دسترس

عوامل مورد بررسی در مطالعات زمین شناسی سد:
وضعیت مخزن، تکیه گاه ها و پی سد از نظر
پایداری و فرار آب مورد بررسی قرار می گیرد.
راه های جلوگیری از فرار آب در مخزن سد:
باید دیواره ها و کف مخزن نفوذناپذیر باشند یا
از نفوذپذیری بسیار کمی برخوردار باشند.

تأثیر نقش رسوبات رودخانه ای در سدها:

رسوباتی که از طریق رودخانه ها به مخزن سدها حمل می شوند، به تدریج **از ظرفیت مفید مخزن می کاهند.** بعضی از سدهای کشور بر اثر انباشته شدن از رسوبات، بخش قابل توجهی از کارایی خود را از دست داده اند.

مکان مناسب برای ساخت تونل و فضاهاى زیرزمینی

انواع حفاری های زیرزمینی:

برخی از فعالیت های عمرانی و معدنی در زیر زمین صورت می گیرد. این فعالیت ها، نیاز به فضای زیرزمینی دارد. حفاری های زیرزمینی به صورت **تونل و مغار** است.

تونل ها به چه دلایلی ساخته می شوند؟

تونل ها، به منظور حمل و نقل، انتقال آب، انتقال فاضلاب یا استخراج مواد معدنی **تعریف مغار و اهداف ساخت مغار:**

مغارها، فضاهاى زیرزمینی بزرگ تری هستند که برای ایجاد تأسیسات زیرزمینی مانند نیروگاه ها، ایستگاه های مترو، ذخیره نفت و یاموارد دیگر استفاده می شوند.

تونل ها و مغارها باید در چه مناطقی ساخته شوند؟

این گونه سازه ها، باید در زمین هایی با مقاومت کافی احداث شوند. بنابراین زمین شناس، باید مطالعات خود را بر شناسایی مناطقی با کمترین خرد شدگی، هوازدگی یا نشت آب، متمرکز کند.

عوامل مهم ناپایداری تونل ها و فضاهاى زیرزمینی :

جریان و فشار آب زیر زمینی

**علل اهمیت بر آورد میزان کنترل جریان آب زیرزمینی در ساخت تونل
وترانشه ها:**

زیرابخش بزرگی از مشکلات و خسارت ها در پروژه های عمرانی و معدنی، ناشی از برخورد با آب های زیرزمینی بوده است، در برخی موارد، پروژه هایی به علت این مشکلات، تکمیل نشده و متوقف شده اند.

کدام تونل ها از پایداری بیشتری برخوردارند؟

به طور کلی تونل هایی که در بالای سطح ایستابی قرار می گیرند، از پایداری بیشتری برخوردار هستند.

اگر سنگ های داخل تونل وضعیت مطلوبی نداشته باشند چه روشی به کار گرفته می شود؟

دیواره و سقف تونل با محافظی از بتن یا سایر مصالح پوشیده می شود .



شکل ۴-۶- پوشش داخلی تونل به وسیله قطعات بتن

زمین های نامناسب برای ساخت تونل:
زمین های سست، گسل دار، چین خورده، هوازده و آبدار برای ساخت تونل مناسب نیستند.

مکان مناسب برای ساخت سازه‌های دریایی

علل اهمیت سازه‌های دریایی در کشور:

همیشه سازه‌ها بر روی خشکی بنا نمی‌شوند. کشور ما از جنوب و شمال به دریا منتهی می‌شود.

از سوی دیگر، بخشی از ذخایر عظیم نفت ایران از دریا استخراج می‌شوند.
سازه‌های دریایی چیست؟

به سازه‌هایی **مانند اسکله‌ها، پایانه‌های نفتی، تونل‌های زیردریایی، پل‌ها و جاده‌ها،** در سواحل دریا یا در دریا احداث می‌شوند.

عوامل مهم در مکان‌یابی سازه‌های دریایی:

مطالعات زمین‌شناسی

توجه به جریان‌های دریایی

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب دریا

عوامل تهدید پایداری سازه های مختلف در کشور:
قرار گرفتن کشور در کمربند زلزله خیز و وجود گسل ها و وقوع زمین لرزه های احتمالی
مهم ترین موارد مطالعات مکان یابی سازه ها توسط زمین شناسان در زمینه پایداری سازه ها:

شناسایی گسل ها ،
پایداری محل احداث سازه در برابر حرکات دامنه ای و ریزش سنگ

نحوه شناسایی گسل ها توسط زمین شناسان:
با استفاده از عکس های هوایی و ماهواره های و بازدیدهای صحرائی، این گسل ها را شناسایی می کنند و با استفاده از داده های ثبت شده توسط دستگاه های لرزه نگاری و اطلاعات تاریخی زمین لرزه ها، احتمال فعالیت مجدد گسل ها و وقوع زمین لرزه و تأثیر آن بر سازه ها را مشخص می کنند.
این اطلاعات در اختیار مهندسان عمران قرار می گیرد تا طراحی سازه را بر آن اساس انجام دهند.

خطر سازه ها در مناطق شیب دار و کوهستانی: خطر ریزش کوه و سقوط مواد در دامنه های پر شیب

ایجاد دیواره ای حائل

استفاده از تورهای سیمی (گابیون)

زهکشی برای تخلیه آب اضافی

ایجاد پوشش گیاهی و میخ کوبی

روش های پایداری دامنه ها در نواحی کوهستانی

مهم ترین مصالح مورد نیاز برای احداث سازه ها:

در احداث سازه ها، از مواد سازنده زمین، مانند خاک و سنگ استفاده می شود.

مواد مورد نیاز برای هر سازه، باید دارای مقاومت، نفوذپذیری و اندازه دانه های مشخصی باشد که توسط آزمایش های لازم در آزمایشگاه های مکانیک خاک و سنگ مشخص می شوند.

مقایسه مصالح به کاررفته در سدهای بتنی و سدهای خاکی:

مصالح به کاررفته در سازه های مختلف، متفاوت است؛ به عنوان مثال در سدهای بتنی از سیمان، ماسه، شن، میل گرد و در سدهای خاکی از خاک رس، ماسه، شن و قلوه سنگ استفاده می شود.

مبنای طبقه بندی خاک‌ها:

طبقه بندی مهندسی خاک‌ها، بر مبنای **دانه بندی**، **درجه خمیری بودن** و **مقدار مواد آلی** آن‌ها انجام می‌شود.

دسته بندی خاک بر مبنای دانه بندی:

خاک‌ها به دو دسته **ریزدانه و درشت دانه** تقسیم می‌شوند. در خاک‌های ریزدانه، مانند رس و لای، اندازه ذرات، کوچک‌تر از 0.075 میلی‌متر و در خاک‌های درشت دانه، مانند ماسه و شن، اندازه ذرات، بزرگ‌تر از 0.075 میلی‌متر است.

ارتباط بین پایداری خاک‌های ریزدانه با میزان رطوبت:

پایداری خاک‌های ریزدانه، به میزان رطوبت آنها بستگی دارد. هر چقدر رطوبت خاک‌های ریزدانه بیشتر باشد، پایداری آنها کمتر می‌شود.

نتیجه افزایش رطوبت در خاک‌های ریزدانه و علت لغزش خاک‌ها در ماه‌های مرطوب:
اگر رطوبت در این خاک‌ها از حدی بیشتر شود، خاک به **حالت خمیری** در می‌آید و **تحت تأثیر وزن خود روان می‌شود.**

لغزش خاک‌ها در دامنه‌ها و ترانشه‌ها، به ویژه در ماه‌های مرطوب سال، ناشی از این پدیده است.

اهمیت خاک های دانه ریز و دانه درشت:

از خاک های دانه ریز و دانه درشت، در بسیاری از سازه ها مانند بدنه سدهای خاکی، زیر سازی جاده ها و باند فرودگاه ها استفاده می شود.

دو بخش اصلی مصالح خاک در احداث جاده ها

زیرسازی

زیر اساس

اساس

روسازی

آستر

رویه

به عنوان لایه زهکش عمل می کند، از مخلوط شن و ماسه یا سنگ شکسته استفاده می شود

لایه های آستر و رویه که بایستی مقاوم باشند، از جنس آسفالت می باشند که مخلوطی از شن، ماسه و قیر است.

تعریف بالاست و اهمیت آن:

یکی از کاربردهای مصالح خرده سنگی، در زیرسازی و تکیه گاه ریل های راه آهن است. این **قطعات سنگی** یا **بالاست**، علاوه بر نگهداری ریل ها و توزیع بار چرخ ها، عمل زهکشی را نیز به عهده دارند.

تامین بالاست خطوط راه آهن کشور:

کاربرد مصالح خاک و خرده سنگی در راه سازی

علل استفاده از خاک در بخش زیرسازی و روسازی احداث جاده ها:
زیراسطح طبیعی زمین، برای رفت و آمد وسایل نقلیه مناسب نیست و در مقابل عوامل جوی مانند بارش، تغییرات دما و نیروهای وارده از چرخ خودروها مقاومت کافی ندارد.