

دریاچه پشت سد کارون - ۳



سازه های مهندسی به چه سازه هایی گفته می شود؟ مثال بزنید-1

چرا شناخت مناسب و دقیق زمین شناسی محل احداث این سازه ها، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد؟-2

۶ فصل

زمین شناسی و سازه های مهندسی

1 سازه های مهندسی، به سازه هایی گفته می شود که توسط انسان ها، با گذشت زمان و با پیشرفت بشر، برای راحتی زندگی شان بر روی زمین یا درون زمین ساخته می شوند. این سازه ها می تواند شامل سدها، تونل ها، آسمان خراش ها، پل ها، موج شکن ها و غیره باشد. این سازه ها صرف نظر از اینکه در سطح یا درون زمین احداث می شوند، به طور دائم از زمین و محیط اطراف آن تأثیر می پذیرند. بنابراین شناخت مناسب و دقیق زمین شناسی محل احداث این سازه ها، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار می باشد؛ به طوری که در زمان های بسیار قدیم، انسان ها با توجه به شناسایی دقیق محل سازه ها، توانسته اند سازه هایی بنا کنند که هنوز پابرجاست. از نمونه های آن می توان به ستون های تخت جمشید، بنای چغازنبیل، اهرام مصر و دیوار چین اشاره نمود.





3- تنها عامل بازدارنده در روئ زمین های نامناسب نظیر زمین های باتلاقی، سست، کارستی و چه پیامدهایی به دنبال دارد؟-4

مهمترین وظیفه زمین شناسان در احداث سازه ها چیست؟-5
 در صورت تشخیص وجود مخاطرات زمین شناسی که باعث آسیب رسیدن به سازه می شود وظیفه زمین شناسان چیست؟-6



سد بتنی (سد شهید عباسپور - مسجد سلیمان)



تونل انتقال آب (تونل کانی سیب - پیرانشهر)



پل لالی (مسجد سلیمان، استان خوزستان)



موج شکن (چابهار)

مکان یابی سازه ها

در عصر شکوفایی دانش و تکنولوژی، هر روز که می گذرد ساختمان های مرتفع تر، سدهای عظیم تر یا تونل هایی در اعماق بیشتر احداث می شوند و اهمیت مطالعه پایداری زمین هر چه بیشتر آشکار می گردد. برای این پیشرفت نمی توان حد و مرزی در نظر گرفت. تنها عامل بازدارنده در اغلب موارد، نبود زمین مناسب است که بتواند به طور طبیعی وزن ناشی از سازه ها را تحمل نماید. احداث سازه بر روی زمین های نامناسب نظیر زمین های باتلاقی، سست، کارستی و غیره می تواند با مشکلات متعددی نظیر نشست نامتقارن پی سازه، ریزش و در نهایت تخریب سازه همراه شود (شکل های ۱-۶ و ۲-۶). بنابراین یکی از وظایف مهم زمین شناسان، شناسایی وضعیت زمین و سنگ بستر سازه ها و فرایندهای مخرب در اطراف آن می باشد. در صورت تشخیص وجود مخاطرات زمین شناسی که باعث آسیب رسیدن به سازه می شود، زمین شناس باید راهکارهای مناسب جهت مقابله و کاهش آسیب های احتمالی به سازه ها و تأسیسات مهندسی، ارائه نماید. 6



شکل ۲-۶ حفرات کارستی بزرگ ایجاد شده در مناطق شهری



شکل ۱-۶ نشست نامتقارن پی در برج پیزا



چه عواملی میتواند در طراحی و اجرای سازه های مهندسی مشکلات ز یادی را به وجود آورد؟-7

مکان های نامناسب برای احداث سازه را نام ببرید-8

زمین شناسان در ارتباط با طراحی و اجرای سازه های مهندسی چه مواردی را باید مورد بررسی و توجه قرار دهند؟-9
زمین شناس در شناسایی سطحی زمین چه اقداماتی انجام می دهد؟-10

نحوه به دست آوردن اطلاعات زمین شناسی بررسی های زیر سطحی با چند روش انجام می گیرد؟ توضیح دهید-11

7 وجود زمین هایی با شرایط متفاوت از نظر زمین شناسی و پایین بودن مقاومت سنگ ها و خاک ها در محل احداث سازه های مهندسی

نظیر سدها، فضا های زیرزمینی، پل ها و ساختمان های بلندمرتبه می تواند در طراحی و اجرای این سازه ها مشکلات زیادی را به وجود آورد.7

8 زمین های هوا زده، گسل خورده، سست و ریزشی و اشباع، نمونه هایی از مکان های نامناسب برای احداث سازه می باشند.8 به همین دلیل

ضروری است که در ارتباط با طراحی و اجرای سازه های مهندسی،9 زمین شناسان مواردی مثل مطالعه دقیق شرایط زمین شناسی محل،

انطباق هر چه بهتر طرح و اجرای پروژه با شرایط طبیعی و کنترل حرکات زمین در زمان احداث و در دوران بهره برداری سازه ها را مورد

بررسی و توجه قرار دهند.9

از این رو زمین شناس مهندس یکی از کارشناسان مهم در پروژه های عمرانی در زمان مطالعات و زمان اجرای آنها خواهد بود. برای

به دست آوردن اطلاعات لازم در پروژه های مهندسی نیاز به شناسایی سطحی و گاهی زیرسطحی زمین ضروری است.

10 برای شناسایی سطحی، با توجه به بازدیدهای صحرایی از محل احداث پروژه، اطلاعات زمین شناسی از محل توسط زمین شناس

انجام شده و نقشه زمین شناسی از منطقه ترسیم می گردد.10

گاهی با توجه به کمبود اطلاعات در مرحله شناسایی سطحی، لازم است مطالعات زیرسطحی نیز انجام شود. بررسی های زیرسطحی

به دو روش مستقیم و غیرمستقیم انجام می گیرد.

11 در روش مستقیم، علاوه بر مطالعات صحرایی می توان توسط حفر گمانه ها و چاهک های اکتشافی لایه های خاک و سنگ در اعماق

مختلف شناسایی شود (شکل های ۳-۶ تا ۸-۶). برای به دست آوردن ویژگی هایی مانند مقاومت سنگ ها، لازم است بررسی هایی بر

روی نمونه های به دست آمده در آزمایشگاه تخصصی انجام شود.

در روش غیرمستقیم بدون نمونه گیری از درون زمین، با استفاده از تجهیزات و ابزار ژئوفیزیکی مطالعات زمین شناسی مهندسی

انجام می شود.11

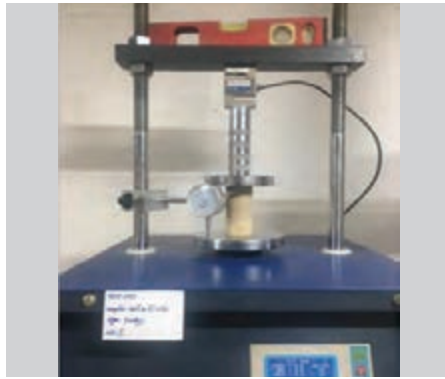
Project:	Run	F	T	Cl	Size	Remark
BHM-81107	20	15.00	15.00	100	65	
Box No. 4	21	15.50	16.00	100	93	
	22	16.00	16.50	100	93	
Dist. From 15	23	16.50	17.00	100	73	
	24	17.00	17.50	100	93	
To: 20	25	17.50	18.00	100	93	
	26	18.00	18.50	100	93	
	27	18.50	19.00	100	93	
	28	19.00	19.50	100	65	

شکل ۴-۶ مغزه گیری توسط گمانه های اکتشافی



شکل ۳-۶ حفاری گمانه اکتشافی توسط دستگاه حفاری

- 12- مهم ترین مطالعات زمین شناسی سنگ بستر برای ساخت سازه ها را بنویسید
- 13- آب پشت سد چه نیروهای میتواند به بدنه سد وارد کند
- 14- سنگهای پی سد باید دارای چه ویژگی هایی باشند
- مقاومت سنگ چیست؟-15 **خرداد 1402**
- ارتباط مقاومت سنگ با پی سازه ها دارد؟-16



۶-۶ ابزارهای مختلف آزمایشگاهی



۶-۵ ابزار مورد استفاده در حفاری های اکتشافی



۶-۸ نمونه هایی از تجهیزات لازم جهت مطالعات ژئوفیزیکی



۶-۷ تعدادی از تجهیزات صحرایی

جمع آوری اطلاعات

- انواع روش های مطالعات ژئوفیزیکی را مشخص کرده و سپس کاربرد آنها در پروژه های مختلف را مشخص نمایید.

عوامل مؤثر بر مکان یابی سازه ها

قبل از اجرای پروژه های عمرانی مانند سد، نیروگاه، تونل، بزرگراه، پل، مجتمع های تجاری و مسکونی و برج ها که سازه های مهندسی نامیده می شوند، انجام مطالعات زمین شناسی سنگ بستر آنها، ضروری است. در این مطالعات، ناهمواری های سطح زمین، مقاومت سنگ ها، گسل های منطقه، انحلال پذیری و نفوذپذیری سنگ ها، پایداری دامنه ها در برابر ریزش و جنس مصالح مورد نیاز برای ساخت سازه مورد بررسی قرار می گیرد¹²

یکی از عوامل مهم در مکان یابی ساختگاه سازه ها، مقاومت زمین پی آنها در برابر نیروهای وارده است؛ به عنوان مثال، پشت یک سد، فشار زیادی از طرف آب به لایه های زیرین، تکیه گاه و همچنین بدنه سد، وارد می شود¹³ سد نیز، وزن زیادی دارد که گاه به چندین میلیون تن می رسد؛ بنابراین سنگ های پی سد، باید در برابر تنش های ناشی از وزن سد، مقاوم باشند و دچار گسیختگی و نشست نشود¹⁴

15 مقاومت سنگ، عبارت است از حداکثر تنش یا ترکیبی از تنش ها که سنگ می تواند تحمل کند، بدون آنکه بشکند¹⁵ هرچه مقاومت سنگ، در مقابل این تنش ها، کمتر باشد، سنگ ناپایدارتر است و سطوح شکست بیشتری در آن ایجاد می شود. از این رو شکستگی سنگ ها و ایجاد درزه ها، باعث ناپایداری سنگ یا خاک در پی سازه ها می شود¹⁶

مقاومت انواع سنگ ها در برابر تنش وارده، متفاوت است¹⁷ سنگ های آذرین نظیر بازالت ها و گرانیت ها در صورتی که هوازده نشده باشند، مقاومت بسیار زیادی دارند، احداث سازه ها می تواند در این سنگ ها مناسب باشد. به طور مثال، پی سد امیر کبیر از جنس سنگ گابرو می باشد¹⁷

مقاومت سنگهای آذرین در مقابل تنش وارده چگونه است مثال بزنید؟-17

دو نمونه از سنگ های آذرین که برای احداث سازه ها مناسب هستند را نام ببرید -18 **بازالت ها و گرانیت ها**

سنگ های آذرین در چه صورتی برای احداث سازه ها مناسب هستند-19 **در صورتی که هوازده نشده باشند**

سنگ های رسوبی نظیر شیل ها (به علت تورق و سست بودن)، سنگ های دارای رس مانند گِلَسنگ ها و سنگ های ماری (به علت

افزایش حجم در مجاورت آب و تورم) و همچنین سنگ های تبخیری مانند سنگ گچ و سنگ نمک (به علت انحلال پذیری)، استحکام

لازم برای احداث سازه ها را ندارند. کدام سنگهای دگرگونی برای پی سازه ها مناسبند و کدام مناسب نیستند؟-21

نفوذپذیری چیست؟-22

چگونه در پروژه های مهندسی، می توان میزان نفوذپذیری سنگ و خاک را تعیین نمود؟-23

نفوذپذیری در سنگ ها متأثر از چیست؟-24

• نوع سیمان اتصال دهنده ذرات در سنگ های آواری نظیر ماسه سنگ ها و کنگلومراها

چگونه می تواند در مقاومت این سنگ ها تأثیر گذار باشد؟

فعالیت
تکمیلی

21 سنگ های دگرگونی مانند کوارتزیت، هورنفلس و گنیس مقاومت بسیار بالایی دارند و می توانند برای احداث سازه های سنگین مورد استفاده

قرار گیرند. برخی دیگر از سنگ های دگرگونی نظیر شیست ها به دلیل داشتن تورق، سست و ضعیف بوده و برای پی سازه ها مناسب نمی باشند. 21

یکی دیگر از عوامل مؤثر در مکان یابی سازه ها، نفوذپذیری خاک ها و سنگ های محل احداث سازه ها می باشد. نفوذپذیری به توانایی

انتقال مایعات از بین حفرات و درزه های سنگ، گفته می شود. 22 در پروژه های مهندسی، با استفاده از حفر گمانه های اکتشافی می توان میزان

نفوذپذیری سنگ و خاک را تعیین نمود. 23 چه زمانی نفوذپذیری در آبرفت ها بیشتر است-25

نفوذپذیری در سنگ ها متأثر از وضعیت درزه ها، شکستگی ها و حفرات موجود در آنها است. 24 در آبرفت ها هرچه خاک درشت دانه تر باشد، 25

نفوذپذیری آن بیشتر خواهد بود. 26 سنگ های کربناتی به سنگ های رسوبی گفته می شود که بیش از ۵۰ درصد آنها کانی های کربناتی مانند

کلسیت (CaCO₃) و دولومیت (CaMg(CO₃)) باشد. این سنگ ها اغلب درزه دار هستند. 26 سنگ های کربناتی به چه سنگهایی گفته می شوند؟-26

27 سنگ آهک ضخیم لایه و فاقد حفرات انحلالی، پی و تکیه گاه خوبی برای احداث سازه های مهندسی می باشد. 27 بخش 28 از سنگ های

کربناته در معرض جریان آب های نفوذی و با گذشت زمان، حل شده و در آنها حفره هایی تشکیل می گردد که به این حفرات ایجاد شده،

حفرات انحلالی کارستی 28 بعد. پیشرفت عمل انحلال در این سنگ ها، ممکن است منجر به ایجاد حفره های انحلالی بزرگ و غارها شود؛

بنابراین سنگ های کربناته در صورت دارا بودن حفرات انحلالی برای حفر تونل ها و احداث سدها مناسب نیستند، 30 زیرا مشکلات جدی

از قبیل فرار آب یا نشست زمین را به همراه خواهند داشت. 31 (شکل ۹-۶).

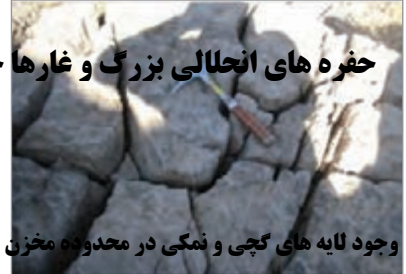
خرداد 1402 سنگ های آهک در چه صورتی پی و تکیه گاه خوبی برای احداث سازه های مهندسی می باشد؟-27



حفره های انحلالی بزرگ و غارها چگونه ایجاد می شوند-29 با پیشرفت عمل انحلال در سنگ های آهکی



وجود لایه های گچی و نمکی در محدوده مخزن و در باجه سدها چه مشکلاتی ایجاد می کند؟-34



35 (ج) ایجاد غارهای کارستی

35 (ب) تشکیل حفرات انحلالی

35 (الف) توسعه درز و شکاف انحلالی در آهک

35 شکل ۹-۶ مراحل توسعه انحلال در سنگ های کربناته را به ترتیب بنویسید

32 انحلال پذیری سنگ های تبخیری (سنگ گچ و سنگ نمک)، بیش از سنگ های آهکی است؛ بنابراین حفره ها و غارهای انحلالی در این

سنگ ها، سریع تر از دیگر سنگ ها ایجاد می شود. اگر سد بر روی لایه هایی از سنگ گچ احداث شود، طی مدت کوتاهی، حفرات انحلالی

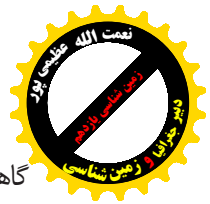
فراوانی درون سنگ ایجاد شده و باعث فرار آب از مخزن سد و همچنین ناپایداری بدنه سد می گردد. 33

علاوه بر موضوعات مطرح شده، حتی وجود لایه های گچی و نمکی در محدوده مخزن و در باجه سدها نیز مشکلاتی در کیفیت آب ایجاد

خواهد کرد. انحلال این نوع سنگ ها، باعث افزایش املاح در آب پشت سدها و شوری آنها می شود. 34

چرا حفره ها و غارهای انحلالی در سنگ های تبخیری سریعتر از سنگ های آهکی ایجاد می شود-32

حفرات انحلالی کارستی را تعریف کنید-28



چه موقع آب فراوان و گل و لای زیاد به داخل تونل ها وارد می شوند-36

عدم شناسایی حفرات انحلالی در هنگام حفاری سازه های زیرزمینی مانند تونل ها چه پیامدهایی دارد -37

علت فرار آب از سد لار چیست-38

همچنین عدم شناسایی حفرات انحلالی در پی سد لار چه مشکلاتی را ایجاد کرد-39



شکل ۱۱-۶ نمونه ای از حفرات انحلالی در نزدیکی سد لار



شکل ۱۰-۶ هجوم آب، گل و لای در زمان حفاری تونل ها

گاهی عدم شناسایی حفرات انحلالی در هنگام حفاری سازه های زیرزمینی مانند تونل ها باعث هجوم آب فراوان و گل ولای به داخل تونل و توقف پروژه حفاری می شود³⁷ (شکل ۱۰-۶). همچنین عدم شناسایی حفرات انحلالی پی سد لار در زمان ساخت³⁸ باعث فرار آب از زیر سد شده است³⁹ (شکل ۱۱-۶).

یکی دیگر از خطراتی که سازه ها را در مناطق شیب دار و کوهستانی تهدید می کند، خطر ریزش کوه و سقوط مواد در دامنه های پرشیب⁴⁰ است. حرکات دامنه ای ممکن است بسیار مهیب و فاجعه آفرین باشد، به طوری که سازه های مهندسی را تحت تأثیر قرار داده و باعث خرابی و آسیب به آنها شود. به طور مثال لغزش و سقوط توده های بزرگ سنگ و خاک در دیواره مخزن سدها، تاکنون موجب خرابی های عمده ای در سدهای بزرگ جهان شده است. لغزش توده های سنگ و خاک، افزون بر ایجاد امواج خطرناک در مخزن، باعث کاهش ظرفیت و عمر مفید مخزن می شود⁴¹ حرکت دامنه ای به طور ساده ناشی از عملکرد گراننش زمین، بر روی مواد هوازده موجود بر روی سطوح شیب دار می باشد⁴² و به شیوه های گوناگون خودنمایی می کند. سقوط ذرات سنگ و خاک از سراشیب های تند راه، ریزش و اگر توده سنگ و خاک در امتداد یک سطح گسیختگی حرکت کند، لغزش نامیده می شود⁴³ (شکل های ۱۲-۶ تا ۱۴-۶). با انتخاب محل مناسب برای ایجاد سد و پایدارسازی دیواره های اطراف مخزن⁴⁴ می توان از چنین اتفاقاتی جلوگیری کرد. امروزه با اقداماتی مانند ایجاد دیوار حائل، ایجاد پوشش گیاهی، میخ کوبی و زهکشی جهت تخلیه آب اضافی، دیوار گابیونی (تورسنگی) و غیره می توان دامنه ها را پایدار کرد⁴⁵ روش های پایداری دامنه ها در نواحی کوهستانی را بنویسید-45

خرداد ۱۴۰۳ از بین روشهای پایدارسازی دامنه ها، پوشش گیاهی میتواند اثر منفی نیز داشته باشد

جمع آوری اطلاعات

• در مورد تفاوت انواع حرکات دامنه ای ریزش، لغزش، خزش و جریان گل اطلاعاتی جمع آوری کنید.



• مطالبی پیرامون رابطه تغییرات سطح آب زیرزمینی و ایجاد حرکت دامنه ای گردآوری نمایید.

• تأثیرات مثبت و منفی پایداری دامنه ها با استفاده از پوشش گیاهی را توضیح دهید.



• مراحل پایدارسازی به روش میخ کوبی را در کلاس برای دوستان خود توضیح دهید و دلایل استفاده از این روش را تشریح نمایید.

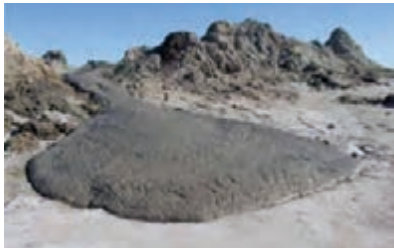
چه خطراتی سازه ها را در مناطق شیب دار و کوهستان ی تهدید می کند ؟-40

علت ایجاد حرکت دامنه ای چیست-42

منظور از ریزش و لغزش چیست-43

چگونه می توان از خطرات ناشی از حرکات دامنه ای بر روی سدها جلوگیری کرد-44

چگونگی بررسی احتمال فعالیت گسل ها و تاثیر آن بر سازه ها توسط زمین شناسان را توضیح -دهید- 46-
 زمین شناسان، در مطالعات مکان یابی سازه ها چگونه گسل ها را شناسایی می کنند-47
 زمین شناسان، چگونه احتمال فعالیت مجدد گسل ها و وقوع زمین لرزه را شناسایی می کنند-48



شکل ۱۴-۶ جریان گلی



شکل ۱۳-۶ لغزش مصالح



شکل ۱۲-۶ ریزش مصالح



پ) دیوار میخ کوبی شده



ب) دیوار گابیونی



الف) دیوار حائل

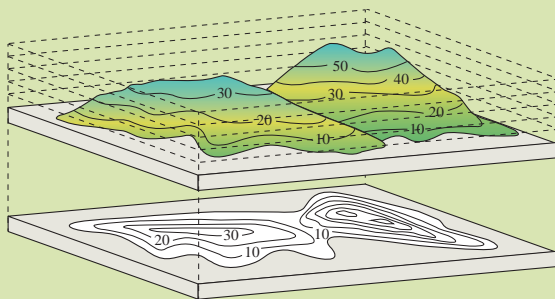
شکل ۱۵-۶ نمونه هایی از روش های پایدارسازی دامنه ها

فعالیت تکمیلی

● دلیل استفاده از زهکش ها برای پایداری دیواره ها و ترانشه ها چیست؟

یکی دیگر از موارد مهم در مکان یابی سازه ها توجه به وضعیت شکل های آن منطقه است. همان طور که در فصل های قبلی مطالعه کرده اید، کشور ما بر روی یکی از کمربندهای لرزه خیز جهان واقع شده است و در بیشتر مناطق آن گسل های فعال وجود دارند. این گسل ها و زمین لرزه های احتمالی می توانند پایداری سازه های مختلف را تهدید کنند. **46** از این رو زمین شناسان، در مطالعات مکان یابی سازه ها **47** استفاده از عکس های هوایی و ماهواره ای و بازدیدهای صحرائی **47** این گسل ها را شناسایی می کنند و **48** استفاده از داده های ثبت شده توسط دستگاه های لرزه نگاری و اطلاعات تاریخی زمین لرزه **48** 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 براساس آن انجام دهند **46** مورفولوژی (شکل شناسی) و توپوگرافی (پستی و بلندی ها) محل احداث سازه، در **پایداری** آن تأثیر قابل توجهی دارد.

جمع آوری اطلاعات



کاربرد نقشه های توپوگرافی در مشخص کردن مورفولوژی سطح زمین

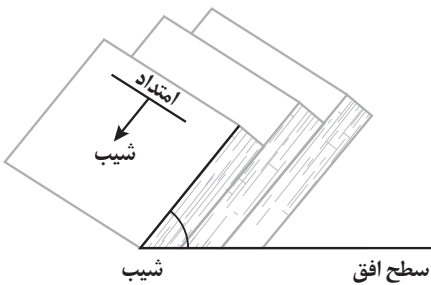
● با استفاده از نقشه های توپوگرافی تهیه شده، می توان پستی و بلندی های یک منطقه را تشخیص داد، به طوری که مناطق مرتفع (کوه ها) در این نقشه ها دارای منحنی های به هم نزدیک تر و تراز ارتفاعی بالاتری را نشان می دهند، در حالی که در مناطق کم ارتفاع و دشت ها فاصله



منحنی های توپوگرافی از هم بیشتر است.
 با توجه به مورفولوژی دره های V شکل و U شکل
 و ارتباط آن با احداث سازه هایی مثل پل و سد مطالبی
 جمع آوری کرده و در مورد مناسب یا نامناسب بودن آنها
 با دوستان خود، تبادل نظر کنید.

توجه به فرسایش پذیری رسوبات و واحدهای سنگی نیز در مکان یابی سازه هایی مانند سد بسیار اهمیت دارد.
49 یکی از مشکلاتی که سدها با آن برخورد خواهند نمود وجود رسوباتی است که توسط عوامل فرسایشی به پشت سدها حمل می شوند
 و با گذشت زمان این رسوبات در مخازن سدها انباشته و از عمر مفید این سدها کاسته خواهد شد. بنابراین موجب خواهد شد که با
 صرف هزینه زیاد و در زمان مناسب با استفاده از تجهیزات مختلف نظیر لای روب و بیل های مکانیکی مخصوص به تخلیه رسوبات و
 لای روبی پرداخته شود**49**

شرایط مختلفی از وضعیت شیب و امتداد لایه های سنگی برای انتخاب محل
 مناسب در سازه هایی مانند سد، تونل و غیره باید مورد بررسی قرار بگیرند. برای
 بررسی موقعیت لایه ها از مشخصات امتداد و شیب استفاده می شود.



شکل ۶-۱۶

50 امتداد لایه، عبارت است از محل برخورد سطح لایه با سطح افق که با جهت
 جغرافیایی بیان می شود.

شیب لایه، مقدار زاویه ای است که سطح لایه با سطح افق می سازد. شیب لایه
 بین صفر (لایه های افقی) تا ۹۰ درجه (لایه های قائم) تغییر می کند.**50**

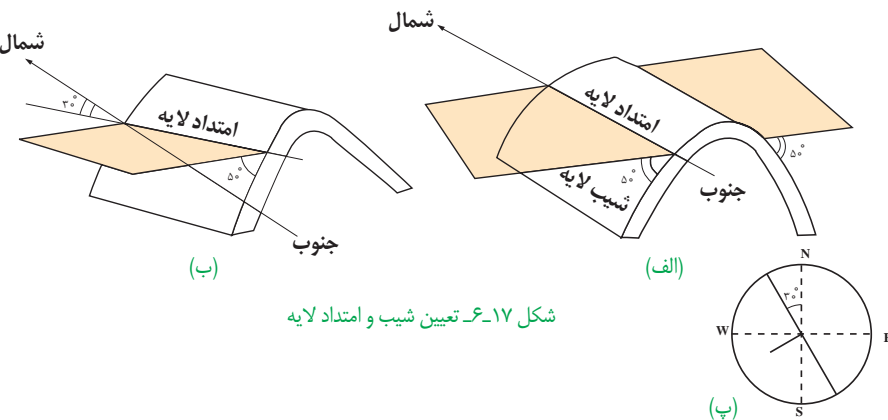
امتداد لایه های این چین شمالی - جنوبی است و شیب لایه در پهلو غربی آن ۵۰° به سمت غرب و در پهلو شرقی ۵۰° به سمت
 شرق است (شکل الف ۱۷-۶). امتداد لایه در پهلو غربی این چین ۳۰° از شمال به سمت غرب انحراف دارد N30W، شیب لایه
 ۵۰° به سمت جنوب غرب است 50SW، بنابراین موقعیت این لایه را به طور کلی به صورت 50SW و N30W نشان می دهند
 (شکل ب ۱۷-۶). علائم قراردادی برای نشان دادن امتداد و شیب یک لایه (شکل پ ۱۷-۶).

با توجه به شکل زیر به سوالات پاسخ دهید -51

الف) جهت جغرافیایی امتداد شکل الف و ب را مشخص کنید؟ در شکل الف امتداد لایه های این چین شمالی - جنوبی است و در شکل ب در پهلو غربی این چین ۳۰° از شمال به سمت غرب انحراف دارد N30W.

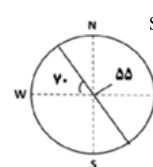
ب) شیب شکل الف و ب در چه جهتی است؟ در شکل الف شیب لایه در پهلو غربی آن ۵۰° به سمت غرب و در پهلو شرقی ۵۰° به سمت شرق است و در شکل ب شیب لایه ۵۰° به سمت جنوب غرب است 50SW.

ج) موقعیت لایه های شکل ب را بنویسید 50SW و N30W



شکل ۶-۱۷ تعیین شیب و امتداد لایه

با توجه به شکل، موارد خواسته شده را با علائم قراردادی بنویسید



امتداد: N20W یا S20E

الف) امتداد ۲۰-۷۰=۹۰

ب) شیب ۵۵NE

سد چیست و دارای چه اهمیتی است؟-52
 انواع سدها از نظر نوع مصالح ساختمانی را نام ببرید-53
 مهمترین عوامل در تعیین نوع سد و محل احداث آن چیست؟-54 **خرداد 1402**
 عوامل مورد بررسی در مطالعات زمین شناسی سد را بنویسید -55
 مکان مناسب برای ساخت سد راه های جلوگیری از فرار آب در مخزن سد را بنویسید -56

52 سد، سازه‌ای است که به منظور ذخیره آب، مهار سیلاب، تولید نیروی الکتریسیته، تأمین آب شرب و کشاورزی احداث می‌شود. بعضی

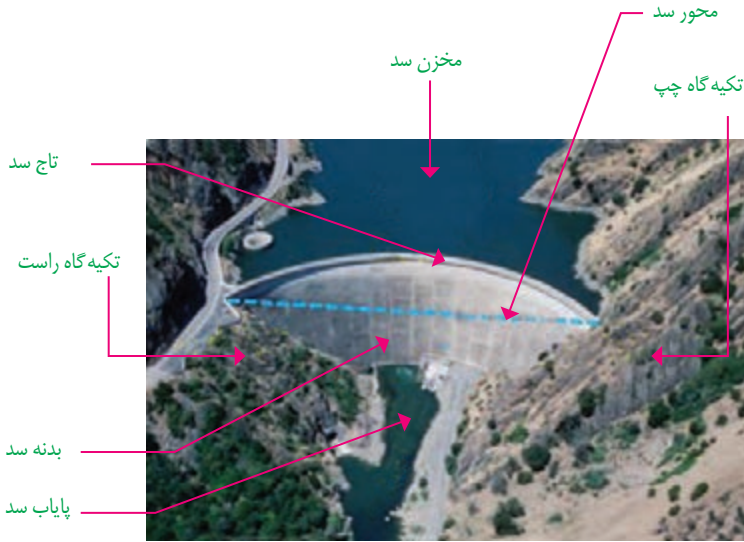
از سدها چندمنظوره‌اند، یعنی به طور هم‌زمان

چند هدف را تأمین می‌کنند.

سدها، از نظر نوع مصالح ساختمانی به کار رفته، به دو دسته خاکی و بتنی تقسیم می‌شوند. در شکل ۱۸-۶ بخش‌های مختلف سد نشان داده شده است. مهم‌ترین عامل در تعیین نوع سد و محل احداث آن، شرایط زمین‌شناسی منطقه، مقاومت سنگ‌های پی و دیواره‌ها، لرزه‌خیزی منطقه، شکل دره و مصالح مورد نیاز است. 54

در مطالعات زمین‌شناسی سد، وضعیت مخزن، تکیه‌گاه‌ها و پی سد از نظر پایداری و فرار آب

مورد بررسی قرار می‌گیرد. 55 برای آنکه فرار آب از مخزن سد صورت نگیرد، 56 دیواره‌ها و کف مخزن نفوذناپذیر بوده یا از نفوذپذیری بسیار کمی برخوردار باشند. 56



شکل ۱۸-۶- نمای از بخش‌های مختلف یک سد را نام ببرید 57

چرا اگر امتداد لایه‌های موجود در محل سد، عمود بر راستای محور سد باشد، منطقه برای احداث سد نامناسب است؟-58

● در مورد نزدیک‌ترین سد به محل سکونت خود، اطلاعاتی جمع‌آوری کنید و به موارد زیر

پاسخ دهید:

۱- هدف از احداث سد

۲- نوع سد

۳- جنس سنگ پی سد



جمع‌آوری اطلاعات

از عوامل مؤثر بر پایداری و نشت آب در محل سدها می‌توان به ساختارهای زمین‌شناسی اشاره نمود که در فصل‌های قبل با آنها آشنا شده‌اید. اگر امتداد لایه‌های موجود در محل سد، عمود بر راستای محور سد باشد، منطقه برای احداث سد نامناسب است، زیرا در صورت برخورد با لایه‌های ضعیف و سست (مارن و شیل)، لایه‌های حفره‌دار و کارستی و مناطق هوازده و گسله، سبب نشست نامتقارن در پی و دیواره‌ها، ناپایداری پی، فرار آب از مرز لایه‌ها و به خصوص لایه‌های نفوذپذیر به پایین خواهد شد. 58 در صورتی که امتداد لایه‌ها با محور سد موازی باشد، 59 ساخت سد مطلوب‌تر است زیرا می‌توان سد را بر روی لایه‌های مقاوم‌تر و نفوذناپذیرتر احداث نمود، در این حالت بدنه سد فقط با یک نوع سنگ در ارتباط می‌باشد. 59

اگر امتداد لایه‌ها با محور سد موازی باشد، ساخت سد مطلوب‌تر است یا خیر؟ چرا؟-59

شیب لایه ها در محور سد در چه صورتی با مشکلات کمتر و چه زمانی مشکلات بیشتری خواهد داشت؟ -60

انواع حفاری های زیرزمینی را نام ببرید -61

کاربردهای تونل چیست؟ -62

مغار چیست؟ -63

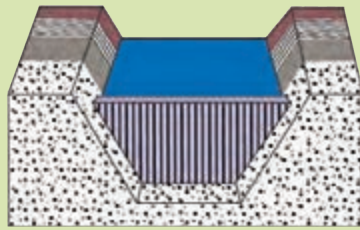


نقش زمین شناسان در مکان یابی تونل ها و مغارها چیست؟ -64

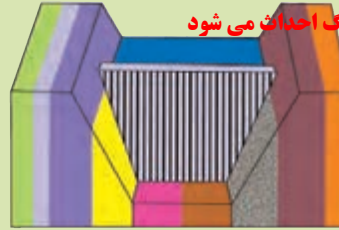
● با توجه به ارتباط امتداد محور سد با امتداد لایه بندی کدام گزینه برای ساخت سد مناسب تر است؟

گزینه ب زیرا امتداد لایه ها با امتداد محور سد موازی است در این صورت سد را می توان روی لایه های مقاوم و نفوذ ناپذیر احداث کرد و بدنه

سد روی یک سنگ احداث می شود



(ب)



(الف)

با هم
پیشنهاد

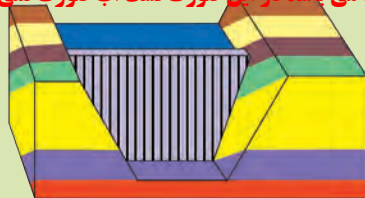
60 در صورتی که شیب لایه ها در محور سد به سمت بالادست (مخزن سد) باشد، احداث سد با مشکلات کمتری روبه رو خواهد شد؛ چراکه نشست آب به پایین دست اتفاق نمی افتد. وقتی شیب لایه ها به پایین دست باشد، درازمدت به دلیل اشباع شدن لایه ها و جریان آب در جهت شیب لایه ها به پایین دست، باعث سست شدن و جابه جایی سد (به علت وزن سد و نیروی آب پشت سد) و در نهایت شکستن آن خواهد شد. 60

● با توجه به وضعیت نسبی جهت شیب لایه بندی در مقایسه با بالادست سد کدام گزینه برای احداث

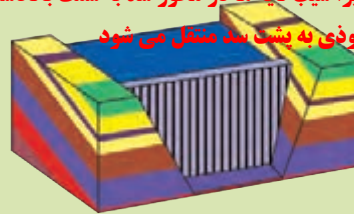
سد مناسب تر است؟

زینه ب - زیرا شیب لایه ها در محور سد به سمت بالادست سد می باشد در این صورت نشست آب صورت نمی گیرد و اگر لایه ای نفوذ پذیر

باشد آب نفوذی به پشت سد منحل می شود



(ب)



(الف)

با هم
پیشنهاد

مکان مناسب برای ساخت تونل و فضاهای زیرزمینی

برخی از فعالیت های عمرانی و معدنی به صورت زیرزمینی انجام می شود. این فعالیت ها، نیاز به فضای زیرزمینی دارند. حفاری های زیرزمینی به شکل تونل و مغار اجرا می گردند. تونل ها، به منظور حمل و نقل، انتقال آب، انتقال فاضلاب یا استخراج مواد معدنی مورد استفاده قرار می گیرند. 62

63 مغارها، فضاهای زیرزمینی بزرگ تری هستند که برای ایجاد تأسیسات زیرزمینی مانند نیروگاه ها، ایستگاه های مترو، ذخیره نفت و یا موارد دیگر استفاده می شود. 64 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 خردشدگی، هوازدگی و نشست آب، متمرکز کند. 64

65 وجود آب های زیرزمینی، بر ایمنی و پایداری سازه های زیرزمینی در زمان ساخت و بهره برداری مؤثر خواهد بود. جریان و فشار آب

نقش آب های زیرزمینی در ساخت تونل ها و مغارها را توضیح دهید-65



اگر سنگ های داخل تونل وضعیت مطلوبی نداشته باشند چه روشی به کار گرفته می شود؟-66 خرداد 1402
چرا ساخت تونل، در صورتی که امتداد لایه ها بر محور تونل عمود باشد، مطلوب تر از زمانی است که امتداد لایه ها موازی با محور تونل می باشد؟ -67

ریززمینی، از عوامل مهم ناپایداری تونل ها، ترانشه ها و سایر فضاهای زیرزمینی است. بخش بزرگی از مشکلات و خسارت ها در پروژه های عمرانی و معدنی، ناشی از برخورد با آب های زیرزمینی می باشد. در برخی موارد، پروژه هایی به دلیل مواجهه با این مشکل، تکمیل نشده و متوقف گشته اند؛ بنابراین برآورد میزان و کنترل جریان آب زیرزمینی در تونل ها و زمین زیر سازه و حتی درون سازه هایی مانند سدها، بسیار مهم است. به طور کلی، سازه های زیرزمینی که در بالای سطح ایستابی قرار می گیرند، از پایداری بیشتری برخوردار هستند 65

پاسخ دهید

● دلیل ناپایداری تونل ها در زیر سطح ایستابی چیست؟

به دلیل قرارگیری تونل در منطقه اشباع، جریان آب به داخل تونل به صورت دائمی انجام میشود و باعث خرد شدگی و هوازدگی و سست شدن سنگها و در نتیجه ناپایداری سازه میشود

66 در شرایطی که سنگ های داخل تونل از نظر پایداری و نشست آب، وضعیت مطلوبی نداشته باشند، دیواره و سقف تونل با محافظی از بتن یا سایر مصالح پوشیده می شود (شکل ۱۹-۶).



ب) پوشش های بتنی در مترو



الف) پوشش های بتنی در مغارها



پ) نحوه اجرای پوشش های بتنی در فضاهای زیرزمینی



شکل ۱۹-۶- پوشش داخلی تونل

ساخت تونل، در صورتی که امتداد لایه ها بر محور تونل عمود باشد، مطلوب تر از زمانی است که امتداد لایه ها موازی با محور تونل می باشد. 67 وقتی محور تونل بر امتداد لایه ها عمود است، هنگام عبور از لایه ضعیف یا سنگ های درزه دار با ضخامت محدود، مسیر کمتری از تونل ناپایدار بوده و نیاز به مقاوم سازی دارد. در شرایطی که محور تونل موازی با لایه بندی یک سنگ مقاوم باشد، وضعیت تونل در این حالت نیز مطلوب ارزیابی می شود. 67

۱- ترانشه (ژرف ناوه): 68 هرورفتگی مصنوعی یا طبیعی در سطح زمین گفته می شود که ژرفای آن از پهنایش بیشتر (طویل و عمیق) است. برای اهدافی مانند انتقال آب، جاده سازی، قرار دادن لوله های نفت و ... احداث می شود. 68

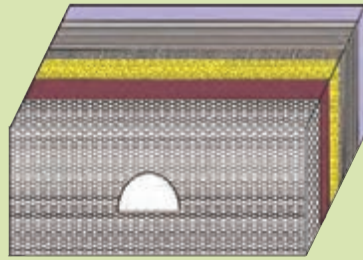


علل اهمیت سازه های دریایی در کشور ما چیست؟-69
چند مورد از سازه های که در سواحل دریا (ساحلی) یا در دریا (فراساحلی) احداث می شوند را نام ببرید-70
عوامل مهم در مکان یابی سازه های دریایی را بنویسید-71

با هم
پیندیشید

● با توجه به وضعیت نسبی محور تونل، کدام تونل از نظر پایداری مناسب تر خواهد بود؟

زیرا امتداد لایه ها بر محور تونل عمود می باشد هنگام عبور از لایه ضعیف یا سنگ های درزه دار با ضخامت محدود، مسیر کمتری از تونل ناپایدار بوده و نیاز به مقاوم سازی دارد



(ب)



(الف)

مکان یابی مناسب برای ساخت سازه های دریایی

همیشه سازه ها بر روی خشکی بنا نمی شوند. کشور ما از جنوب و شمال به دریا منتهی می شود. از سوی دیگر، بخشی از ذخایر عظیم نفت ایران از بستر دریا استخراج می شود. 69 سازه های دریایی مانند اسکله ها، پایانه های نفتی، تونل های زیردریایی، پل ها و جاده ها، در سواحل دریا (ساحلی) یا در دریا (فراساحلی) احداث می شوند (شکل ۲۰-۶). در مکان یابی این سازه ها مانند سازه های خشکی، باید مطالعات زمین شناسی و ژئوفیزیکی به طور ویژه، انجام پذیرد. افزون بر آن، توجه به جریان های دریایی و ویژگی های فیزیکی و شیمیایی آب دریا نیز ضروری می باشد. 71



(پ) سکوی نفتی (خلیج فارس)



(ب) طولانی ترین پل دریایی جهان (چین)



70 (الف) اسکله شهید رجایی (بندرعباس)



(ج) جاده ساحلی (بندر مقام) 70



(ث) آکواریوم زیردریایی (جزیره کیش)



(ت) موج شکن (جزیره قشم)

شکل ۲۰-۶ تعدادی از سازه های دریایی



خاک ها براساس اندازه ذرات به چند دسته اصلی تقسیم می شوند؟ آنها را نام ببرید-72

شاخص های مهندسی مصالح را نام ببرید-73 **اندازه ذرات - شاخص خمیری مصالح**

شاخص خمیری مصالح با کدام عامل در ارتباط است ؟ -74

75- علت لغزش خاک ها در ماه های مرطوب سال چیست؟ توضیح دهید (ارتباط بین پایداری خاک های ریزدانه با میزان رطوبت را شرح دهید)

شاخص های مهندسی مصالح

اندازه گیری شاخص های مهندسی مصالح می تواند در کاربرد آنها برای اجرای پروژه های مهندسی مؤثر باشد. یکی از شاخص های مهندسی مصالح، اندازه ذرات است. خاک ها براساس اندازه ذرات به سه دسته اصلی تقسیم می شوند که عبارتند از: خاک های درشت دانه (مانند شن)، اندازه این ذرات بزرگ تر از $4/75$ میلی متر می باشد. خاک های متوسط دانه و ماسه ای که اندازه این ذرات بین $4/75$ میلی متر تا $0/075$ میلی متر بوده و در این محدوده قرار دارند. خاک های ریزدانه شامل سیلت و رس بوده و اندازه این ذرات کوچک تر از $0/075$ میلی متر می باشد. 72

یکی دیگر از شاخص های مهندسی، شاخص خمیری مصالح می باشد. این شاخص مربوط به مصالح ریزدانه بوده و با افزایش میزان رطوبت، باعث کاهش پایداری آنها می 74. اگر رطوبت در این خاک ها، از حد معینی بیشتر شود، خاک به حالت خمیری در می آید و تحت تأثیر وزن خود روان می شود. پدیده لغزش در دامنه ها و ترانشه ها، به ویژه در ماه های مرطوب سال، ناشی از این پدیده 76.

پدیده لغزش در دامنه ها و ترانشه ها، به ویژه در ماه های مرطوب سال، ناشی از کدام شاخص مهندسی مصالح می باشد ؟ -76 **شاخص خمیری مصالح**

مصالح مورد نیاز برای احداث سازه ها

مصالح مورد نیاز برای احداث هر سازه باید دارای چه ویژگی هایی باشد ؟-77

مصالح مورد نیاز برای احداث هر سازه به **شاخص های مهندسی** آن وابسته می باشد. در احداث سازه ها، از مواد سازنده زمین، مانند خاک، شن، ماسه و سنگ استفاده می شود. 77 این مصالح برای هر سازه، باید دارای مقاومت، نفوذپذیری و اندازه دانه های مشخصی باشد که توسط آزمایش های لازم در آزمایشگاه های تخصصی مکانیک خاک و سنگ تعیین می شوند. مصالح به کاررفته در سازه های مختلف، متفاوت می باشد. 77 در سدهای بتنی و سدهای خاکی از چه مصالحی استفاده می شود ؟-78

78 در سدسازی با توجه به نوع سد، مصالح متفاوتی به کار گرفته می شود؛ به عنوان مثال در سدهای بتنی از سیمان، ماسه، شن، میلگرد و در سدهای خاکی خاک رس، ماسه، شن و قلوه سنگ مورد استفاده قرار می گیرد. 78

خرداد 1402 هرچقدر رطوبت خاک های ریز دانه بیشتر باشد چه تغییری در پایداری دامنه ها بوجود می آید ؟ **پایداری کمتر می شود**

پاسخ دهید

لایه های رسی نفوذناپذیرند یعنی آب از آنها عبور نمیکند، بنابراین خاک رس با جذب آب در منافذ خالی مانند یک دیواره نفوذناپذیر عمل می نمایند و سبب تجمع آب در پشت لایه ها میشوند و میزان فرار آب کاهش می یابد

● دلایل استفاده از مصالح رسی در هسته سدهای خاکی چیست؟

● کاربرد مصالح درشت دانه به عنوان لایه زهکش در سدهای خاکی چیست؟

برای جمع آوری و هدایت آبهای نشت یافته به نواحی پایین دست

79- پرکاربردترین مواد به عنوان مصالح ساختمانی در پروژه های عمرانی چیست و اجزای آن را نام ببرید ؟

79 بتن یکی از پرکاربردترین مواد به عنوان مصالح ساختمانی در پروژه های عمرانی است. مصالح و اجزای بتن عبارتند از سیمان، سنگدانه یا مصالح سنگی شامل شن، ماسه و آب 79

جهت تأمین آب کشاورزی در منطقه ای از استان خوزستان، پروژه های برای احداث سد خاکی تعریف شده است: خرداد 1403

(الف) مطالعات آغازین این پروژه توسط متخصصین کدام شاخه از زمین شناسی انجام میشود؟ **زمین شناسی مهندسی**

(ب) در نمونه برداری انجام شده از زمین پی سازه، بیشتر نمونه ها رس و به مقدار کمتری ماسه می باشد. ماسه در طبقه بندی مهندسی بر مبنای دانه بندی در کدام گروه قرار میگیرد؟ **دانه درشت**

(ج) چرا احداث سد خاکی در این منطقه پیشنهاد شده است؟ **مصالح مورد نیاز در منطقه (یا به دلیل نفوذناپذیر بودن رس یا استفاده از رس در هسته سد خاکی، در دسترس بودن رس در منطقه)**

چرا سنگدانه ها نقش مهمی در دوام بتن دارند؟ این مصالح را از کجا می توان تهیه کرد؟-80
 چه عاملی سبب توجه انسان به راه سازی شده است. -81 (چرا سطح طبیعی زمین، برای رفت و آمد وسایل نقلیه مناسب نیست)
 دویخش اصلی مصالح خاک در احداث جاده هارا نام ببرید-82
 بخشی از جاده سازی است که بعنوان لایه زهکش عمل می کند چه نام دارد **زیر سازی**
 سنگدانه ها نقش مهمی در دوام بتن دارند، چون حدود ۷۵ درصد از حجم بتن را تشکیل می دهند. این مصالح را می توان به صورت طبیعی (از بستر رودخانه ها)، از معادن و یا از مصالح موجود در کوه ها (با استفاده از سنگ شکن ها) به دست آورد (شکل ۶-۲۱).



شکل ۶-۲۱- مصالح مورد استفاده در بتن و بتن مصرفی

81 سطح طبیعی زمین، برای رفت و آمد وسایل نقلیه مناسب نیست، زیرا در مقابل عوامل جوی مانند بارش، تغییرات دما و نیروهای وارده از چرخ خودروها مقاومت کافی ندارد، همین امر سبب توجه انسان به راه سازی شده است. 81 برای احداث جاده، از مصالح خاک در زیرسازی و روسازی استفاده می شود که هرکدام از دو بخش تشکیل شده است. زیرسازی شامل دو بخش زیراساس و اساس و همچنین، روسازی شامل دو بخش آستر و رویه می باشد (شکل ۶-۲۲).

شکل مهم است



ب) بخش زیراساس و اساس



الف) لایه های مختلف راه بر روی بستر طبیعی

شکل ۶-۲۲- بخش های مختلف راه



وظیفه بخش های اساس و زیر اساس چیست و از چه مصالحی تشکیل شده اند؟-83
 وظیفه لایه آستر و رویه چیست و از چه موادی تشکیل شده است؟ -84
 بالاست چیست و کاربرد آن را بنویسید-86
 بالاست مورد نیاز خطوط راه آهن، از کجا به دست می آید؟ -87
 88 بخش های اساس و زیراساس، به عنوان لایه زهکش عمل می کنند و وظیفه آنها انتقال آب سطحی و نفوذی به خارج از بدنه جاده می باشد. برای ساخت آنها از مخلوط شن، ماسه و سنگ شکسته استفاده می شود ولی با توجه به اینکه در طراحی جاده ها، میزان نفوذپذیری بخش اساس، بیشتر از زیراساس است، لذا اندازه ذرات مصالح به کاررفته در بخش اساس، کمی درشت تر از مصالح زیراساس می باشد. 83
 84 لایه های آستر و رویه که بایستی در برابر نیروهای وارده، مقاوم باشند، از جنس آسفالت یعنی مخلوطی از شن، ماسه و قیر ساخته می شوند. 84
 85 یکی دیگر از کاربردهای مصالح خرده سنگی، در زیرسازی و تکیه گاه ریل های راه آهن می باشد. این قطعات خرده سنگی که بالاست نامیده می شوند، علاوه بر نگهداری ریل ها و توزیع بار چرخ ها، عمل زهکشی را نیز به عهده 85. بالاست مورد نیاز خطوط راه آهن، 87 معمولاً از خرد کردن سنگ ها و باطله هایی که از معادن استخراج می شود، به دست می آید (شکل ۲۳-۶).



شکل ۲۳-۶- بالاست استفاده شده در زیرسازی جاده ریلی

زمین شناسی مهندسی را تعریف کنید؟ -88 (در زمین شناسی مهندسی زمین شناسان چه چیزی را مورد بررسی قرار می دهند)

89- متخصصین رشته زمین شناسی مهندسی در کدام سازمان ها می توانند مشغول به کار شوند

• زمین شناسی مهندسی 88 شاخه ای از زمین شناسی است که رفتار و ویژگی های مواد سطحی زمین از نظر مقاومت در برابر فشارهای وارده و امکان ساخت یک سازه را در محلی خاص از زمین بررسی می کند. این علم، نقش بسیار مهمی در انتخاب مناسب ترین محل، برای ساخت سازه ها دارد. 88

89 متخصصین زمین شناسی مهندسی، در سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، آزمایشگاه های مکانیک خاک و سنگ، وزارت نیرو، وزارت راه و شهرسازی، صنعت، معدن و تجارت و شهرداری ها، می توانند نقش مهمی در هدایت پروژه های عمرانی داشته باشند. 89



علم،
زندگی،
کار آفرینی