

www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسين عمران

ارائه كتابها و جزوات رايجان مهندسي عمران

بهترين و برترين مقالات روز عمران

انجمن هاي تفصلي مهندسي عمران

خوشگاه تفصلي مهندسي عمران

زمین شناسی مهندسی

منبع : کتاب زمین شناسی مهندسی

تشریحی }
سوالات } چهار جوابی
عبارات ص یا غ }

فصل اول

۱- **تعریف علمی زمین شناسی:** علمی است که از ساختمان زمین و مواد تشکیل دهنده آن صحبت می کند.

۲- **اهمیت شناخت علم زمین شناسی:** با عنایت به پیشرفت علم در تمام زمینه های علمی و نیاز بشر و با توجه به موارد ذیل اهمیت این علم بیان می گردد:

a : وجود منابع سطحی و زیر سطحی (منابع آب-نفت- گاز – مواد معدنی -...)

b : نیاز مبرم به شناخت لایه های سطحی زمین در اجرای بعضی از پروژه ها

c : نیاز به شناخت ویژگی های سنگ و خاک ---از ویژگی های فیزیکی مکانیکی شیمیایی درارتباط با اجرای سازه های بزرگ از قبیل سد . تونل

d : نیاز به شناسایی مواد و مصالح مورد نیاز در اجرای پروژه ها

e : شناسایی خاک و سنگ به لحاظ جلوگیری از فرسایش و ریزش و خطرات ناشی از آن.

۳- **نقش زمین شناسی در اجرای پروژه های عمرانی:** مقدمه: در اجرای پروژه های عمرانی دو نقطه را بایستی همیشه در نظر قرار داد ۱-ضریب اطمینان ۲- مقرون به صرفه بودن اقتصادی

a : بررسی و انتخاب مسیر بزرگراه ها

b : طرح و انتخاب نوع فونداسیون

c : برنامه اکتشافات خاک

d : تعیین وضعیت شیبها و نوع شکستگی ها جهت جلوگیری از لغزش -ریزش و ...

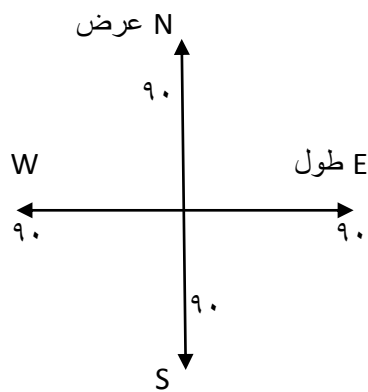
e : انتخاب مصالح ساختمانی

۱-زمین شناسی مهندسی }
ژئوتکنیک } ۲-مکانیک خاک
۳-مکانیک سنگ }

فصل دوم

۱- طول جغرافیایی: فاصله هر نصف النهار از نصف النهار مبداء را گویند $W : 180 - 0$ و $E : 180 - 0$

۲- عرض جغرافیایی: فاصله هر مدار از خط استوا را گویند $S : 90 - 0$ و $N : 90 - 0$



۱- اتمسفر: هوا کره

۲- هیدروسفر: آب کره

۳- لیتوسفر: سنگ کره

۳- تشکیلات درونی زمین:

۱- گازها: a : ثابت N_2 (ازت) و O_2 (اکسیژن)

b : متغییر مثل بخار آب

۲- گرد و غبار

۴- اتمسفر (هوا کره)

۱- تروپوسفر: اولین لایه هوا است ضخامت ۱۶-۱۲ KM ابرها در این لایه تشکیل می شوند تغییرات آب و

هوایی مربوط به این لایه است به ازای هر KM بمیزان ۶ درجه سانتی گراد از دمای آن کاسته می شود

۵- لایه های مختلف

تشکیل دهنده اتمسفر:

۲- استراتوسفر: (لایه لایه)

۳- مزوسفر: (حد وسط)

۴- یونوسفر: (لایه یونیزه)

۵- تروپوسفر: (لایه گرما زا) . اشعه مادون قرمز

هیدروسفر (کره آب): $\frac{3}{4}$ کره زمین را آب فرا گرفته - میزان ۳۵ gr/lit نمک را در آب دریا درجه شوری می

گویند.

a : آتشفشان های فعال خشکی ها

b : انحلال مواد قابل حل بستر دریاها

c : انحلال مواد در مسیر رودخانه ها

علل شوری آب دریا ها :

a : آب و هوای منطقه

b : عمر دریاچه ها

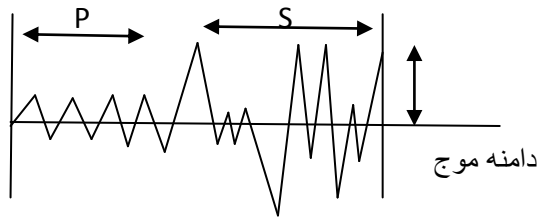
c : ترکیب آب رودخانه های تغذیه کننده

علل شوری آب دریاچه ها:

شناخت امواج زلزله در ساختمان جامد زمین (لیتوسفر):

۱- امواج p (موج طولی): اولین موجی است که به دستگاه لرزه نگاری می رسد. جهت ارتعاش آن بر جهت انتشار یک راستا (در یک امتداد) است. مثل حرکت فنر-ضربه زدن به یک شیء. سرعت آن زیاد است از اجسام به حالت جامد مایع و گاز عبور می کند.

۲- امواج S (موج عرضی): دومین موجی است که به دستگاه لرزه نگاری می رسد. جهت ارتعاش این امواج عمود بر جهت انتشار آن می باشد. دامنه موج آن بلندتر از دامنه امواج p است. فقط از جامدات عبور می کند.



کاربرد امواج:

- ۱- تعیین ضخامت لایه های زمین
- ۲- جنس لایه های زمین
- ۳- اندازه ذرات تشکیل دهنده
- ۴- تعیین فضای خالی: (وجود آب - نفت - گاز - در لایه ها)
- ۵- میزان تراکم

۱- قاره ای: ضخامت ۶۰ KM جنس آن سنگ های آذرین درونی که منشاء گرانیتی دارند

۱: پوسته (کراست) و بیشتر از سیلیکاتهای si و ap تشکیل یافته. متوسط ضخامت پوسته ۳۳ KM

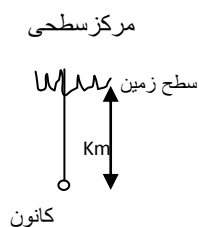
۲- اقیانوسی: ضخامت ۶ KM. جنس آن سنگ های آذرین بیرونی که منشاء بازالتی دارند و بیشتر از سیلیکاتهای Mg و Fe تشکیل یافته است.

۲- گوشته (مانتل): از سیلیکاتهای si و Mg تشکیل یافته است

۳- هسته (core): از اجزای Ni و Fe تشکیل یافته اند.

ساختمان درونی زمین:

کانون زلزله: نقطه ای که درون زمین قرار داشته باشد و امواج از آن نقطه متصاعد می شود



مرکز سطحی زلزله: منطقه ای است بالای کانون زلزله که خرابی ساختمان ها ناشی از آن است.

یادآوری: بر اساس عمق کانون زلزله ها به سه دسته زیر تقسیم می شوند:

a) عمق کانونی بیش از ۳۰۰ KM b) عمق کانونی بین ۳۰۰ - ۷۰ c) عمق کانونی کمتر از ۷۰ Km

شدت زلزله: مرتبط است به میزان خرابی ساختمان ها در یک منطقه

بزرگی زلزله: بر اساس میزان انرژی خارج شده از درون زمین می باشد و توسط دامنه امواج اندازه گیری می شود.

یادآوری: بزرگی زلزله به میزان خرابی ساختمان ارتباطی ندارد زیرا ممکن است زلزله ای با بزرگی کمتر میزان خرابی بیشتری را بوجود بیاورد. (چون فاصله کانونی آن کم است)

انرژی خارج شده

$$\log E = 11.4 + 1.5 M$$

بزرگی زلزله

$$\begin{cases} E = 10^{17.4} & M = 4 \\ M = ? \end{cases}$$

زلزله } ژئودینامیک درونی زمین:
آتشفشان }

کلیاتی راجعه ساختمان ها در برابر زلزله :

- ۱- فونداسیونها بایستی بر روی زمینهایی با مقاومت خوب بنا گردد و توسط شناژهای عمودی بر هم مهار گردد
- ۲- فونداسیونها نبایستی بر روی زمین های قابل تراکم اجرا گردد. مگر اینکه تمهیدات لازم جهت تثبیت و پایدار سازی فونداسیون صورت گیرد.
- ۳- همبستگی کامل بین فونداسیون ها و بخش های دیگر ساختمان بایستی رعایت گردد
- ۴- در زمین هایی که از نظر فیزیکی و جنس (ترکیب) نامتجانس هستند تجرای فونداسیون ها بر روی چنین زمین هایی نبایستی صورت پذیرد.
- ۵- تکیه نمودن یک بلوک بر روی بلوک دیگر ممنوع است
- ۶- در مورد سایت هایی که بشکل L و U هستند بایستی زمین بصورت شبکه مربع یا مستطیل تبدیل گردد.

۱-تعریف: پدیده های طبیعی هستند که از طریق دستگاه ها و مجاری طبیعی مواد درون زمین

آتشفشان ها: (جامد و مایع و گاز) به خارج زمین جریان میابد.

a: دودکش: مجرای آتشفشان که مواد از آن خارج می شوند
b: دهانه: بخش انتهایی مجرای آتشفشان را گویند
c: مخروط: مواد ریخته شده در اطراف تشکیل مخروط را می دهند

۲-قسمت های مختلف آتشفشان:

مواد تشکیل دهنده آتشفشان ها:

۱-مواد جامد ۲- مواد مایع ۳- مواد گازی شکل

۱-تخته سنگها: مواد گداخته ای هستند که پس از سرد شدن حالت جامد و تخته سنگ را دارند در صورتی که مواد گازی شکل از داخل آن متصاعد شود حالت متخلخل و حفره دار شده که به آن پومیس گویند (در اطراف دماوند)

۲- لایلی: ذراتی به ابعاد ۳۲ - ۴ mm را گویند

۳-بمب آتشفشانی: معمولا حالت خمیری شکل و دوکی دارند

۴-خاکستر آتشفشانی: ذرات بسیار ریز که در هوا پراکنده می باشند

مواد مایع و گداخته شده: حرارتی ۱۲۰۰ - ۶۰۰ درجه و سرعت ۷۰ - ۱۰ KM داشته دارای سه نوع ترکیب هستند:

۱-اسیدی: غلظت زیاد=سیلیس زیاد بیش از ۵۰%-----ریولیت

۲-بازیک: غلظت کم=سیلیس کم-----بازالت در اطراف دماوند

۳-خنثی: خنثی=تشکیل سنگهایی را می دهند-----آندزیت و تراکیت

حرارت=۷۰۰ - ۱۰۰ درجه

NH4 N2 H2O SO3 H2S HCP SO2

مواد گازی شکل: شامل:

ژئودینامیک بیرونی زمین : -----هوازدگی:

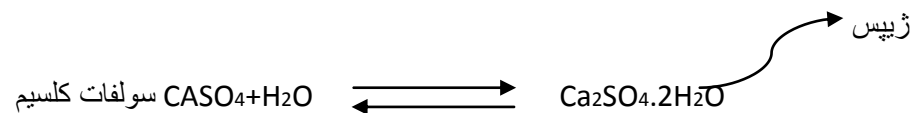
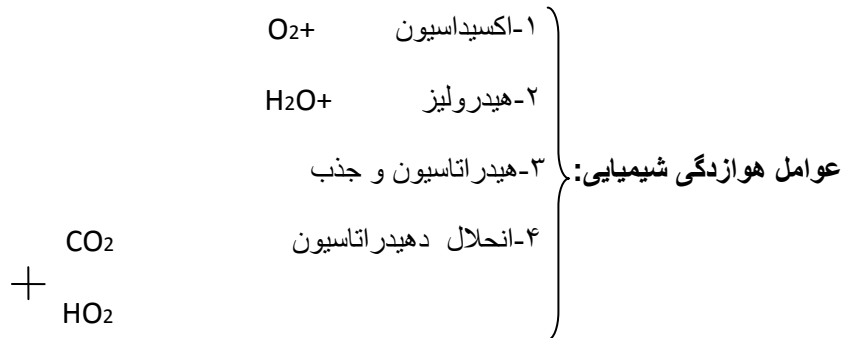
انواع: A- فیزیکی B- شیمیایی

۱- یخ بستن

۲- درجه حرارت: هدایت حرارتی سنگها کم و ضریب انبساط حرارتی کانی ها متفاوت

۳- رشد بلوری عوامل هوازدگی فیزیکی:

۴- فرسایش سطحی سنگها



فصل سوم

کانی شناسی: کانی: Mineral (مینرال) شناسی: Logy

تعریف کانی: موثد طبیعی و جامد پوسته زمین که دارای فرمول شیمیایی یکسان . یکنواخت (هموژن) هستند.

تعریف سنگ: مواد طبیعی و جامد پوسته زمین که دارای فرمول شیمیایی غیر یکسان (هتروژن) هستند.

کانی فلز دار: کانی هایی که به همراه آنها عناصر فلزی یافت می شود.

پخش عناصر در زمین: ۹۹% عناصر پوسته زمین از ۸ عنصر:

o-Si-AL-Fe-Ca-Na-K-mg

← زیاد کم →

ترکیب مواد تشکیل دهنده:

$Sio_2-AL_2O_3-caO-Na_2O-Feo-mgo-Fe_2O_3-Tio_2-p_2O_5$

← بیشترین کمترین →

۱: بر اثر سرد شدن مواد مذاب سیلیکاته (منشاء ماگمایی) تشکیل می شوند

نحوه تشکیل کانی ها: ۲: بر اثر جدا شدن گازها و بخارات از مواد مذاب سیلیکاته و انباشته شدن آنها در داخل

درز و شکاف سنگها

$(SiO_2) =$ کوارتز

۳: توسط عوامل رسوبی (در رودخانه ها و کنار سواحل و.. مانند اکسید سیلیسیم=سیلیس

تقسیم بندی کانی ها:

a: عناصر و آلیاژها: طلا و نقره و برنز(قلع +مس)

b: سولفیدها: (ترکیب عناصر با گوگرد)

Pbs: سولفید سرب(گالن) Zns: اسفالریت Cu₂s: کالکوزین Hgs: سینابر As₂S₃: زرنیخ زرد

Ass: زرنیخ قرمز FeS₂: پیریت(زرد رنگ) رنگ خاکه: سیاه * رنگ خاکه: از کشیدن یک کانی بر روی چینی

بدون لعاب اثری (خاکه) باقی می ماند که به آن رنگ خاکه میگویند*

*Fe₂O₃: هماتیت رنگ: سیاه رنگ خاکه: قرمز جگری *

c: اکسیدها: (عناصر + اکسیژن) SiO₂(کوارتز) Fe₂O₃(هماتیت) Fe₃O₄(اکسید آهن) Al₂O₃(اکسید آلومینوم. کوندوم)

*کوارتز: رنگ(بی رنگ(برکوهی)-آبی- زرد- قرمز - بنفش - دودی(قیمتی)) سختی = ۷-۵.۶

خاصیت الکتریسیته: لوازم برقی - کامپیوتر - هواپیما - لوازم آزمایشگاهی - عدسی - لنت ماشین - ظروف*

d: کربنات ها: (عناصر + CO₃) MgCO₃(مگنزیت) FeCO₃(سیدریت) PbCO₃(سروزیت)

CaCO₃(کلسیت): سختی: ۳ با چاقو خط می افتد با اسید کلریدریک سرد و رقیق می جوشد

ژیپس: سختی: ۲ با ناخن هم خط می افتد

e: سولفات ها: (عناصر + SO₄) CaSO₄(سولفات کلسیم بدون آب)(آنهدرید) CaSO₄·2H₂O(آبدار (ژیپس)) BaSO₄(بنتونیت) باریت. گل حفاری

f: کروماتها: (عناصر + CrO₄)

g: فسفات ها: (عناصر + PO₄) فیروزه - آپاتیت

h: کلرید ها: (عناصر + Cl⁻) Na+Cl NaCl: نمک

A: سیلیکات های فاقد آهن و منیزیم رنگ روشن SiO₂

B: سیلیکات های دارای آهن و منیزیم تیره رنگ پیروکسن

K: سیلیکاتها:

- ۱: **تعریف سنگ:** سنگ مواد جامد و طبیعی پوسته جامد زمینستند که از یک یا چند کانی تشکیل شده است .
- ۲: **انواع سنگها بر اثر منشأ:** سنگها بر اثر منشأ به سه گروه a: سنگهای آذرین b: سنگهای رسوبی c: سنگهای دگرگون
- ۳: **تعریف انواع ماگما:** مواد مذاب درونی زمین که بر اثر انجماد آنها سنگهای آذرین تشکیل می شوند و حرارتی معادل ۱۸۰۰-۱۲۰۰ c ماگما به پوسته تقسیم می شود

a: ماگمای اسیدی: غلظت زیاد. با حالت انفجاری به بیرون حرکت می کند. رنگ روشن $SiO_2 > 60\%$ فاقد Fe,mg

b: ماگمای باریک: غلظت کم. حالت روان دارد $SiO_2 > 60-45$ رنگ تیره دارای Fe,mg

۴: **ترکیب شیمیایی (اعناصر تشکیل دهنده) سنگها:** سنگها از ۸ عنصر $Si, O, Al, Na, Ca, Fe, K, mg$

a: وجود کوارتز یا عدم وجود کوارتز

b: میزان و نوع فلدسپات (کانیهای سیلیکاته) نوع Na دار یا K دار

c: میزان و نوع mg, Fe

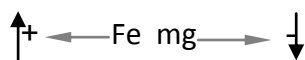
۵: **تعریف بافت در سنگهای آذرین:** نوع و اندازه و شکل و نحوه قرار گرفتن کانی ها در داخل سنگ را بافت می گویند

a: بافت درشت دانه:

b: بافت ریزدانه:

توضیح ۱: در صورتیکه مواد مذاب به آرامی در درون زمین سرد شود در این صورت کانیها فرصت تبلور و کریستالی شدن را داشته و بافت حاصله درشت دانه خواهد شد. (کانیهای متشکله سنگ با چشم معمولی قابل رویت نیستند) محصول این مواد سنگهای آذرین درونی

توضیح ۲: در صورتیکه مواد مذاب به سرعت به بیرون روان شده و سرد شوند در این صورت کانیها فرصت تبلور و کریستالی شدن را نداشته و بافت حاصله ریز دانه خواهد شد (کانیهای متشکله سنگ فقط با میکروسکوپ قابل رویت است) (سنگهای آذرین بیرونی)



ماکمای اسیدی ↑ + → کوارتز ← - ↓ کاهش ماگمای بازیگ
بازیگ

غلظت دارند ← → روان

منشا سنگ	نوع بافت اندازه	رنگ روشن	رنگ متوسط	رنگ تیره
آذرین درونی	درشت دانه	گرانیت	دیوریت	گابرو
آذرین بیرونی	ریز دانه	ریولیت	آندزیت	بازالت

سنگهای رسوبی:

۱: تعریف: سنگهایی هستند که از تخریب و فرسایش و تجزیه سایر سنگهای پوسته زمین بوجود می آیند.

- ۲: مراحل تشکیل سنگهای رسوبی
- ۱: فرسایش: مواد پوسته زمین بر اثر فرسایش و هوازدگی در مکان مشخص تشکیل میشوند
 - ۲: حمل و نقل: مواد حاصل از فرسایش توسط عواملی از قبیل (آب و باد و ...) به محل دیگر حمل شوند
 - ۳: رسوب گذاری: مواد حاصل از حمل و نقل در محلی روی هم انباشته شده و رسوب گذاری صورت می گیرد
 - ۴: مرحله سخت شدن: مواد حاصل از رسوب گذاری بر اثر فشار لایه های فوقانی جانبی به تدریج سخت شده و حالت سنگ شدگی پیدا می کند و محصولات حاصله را سنگهای رسوبی گویند.

۳: کانی های اصلی تشکیل دهنده سنگهای رسوبی:

کوارتز + کلسیت + رس + قطعات شکسته شده سایر سنگها و کانی ها
سیلیس کربنات کلسیم سیلیکات

a: لایه لایه

۴: مشخصات سنگهای رسوبی: b: حاوی سنگواره (گیاهی و جانوری)

c: معمولاً کدر و تیره رنگ (شفاف نیستند)

۱۰

تخریبی: شل - ماسه سنگها - کنگلومرا (قطعات مدور)

تقسیم بندی سنگهای رسوبی: تبخیری: سنگ گچ - سنگ نمک

شیمیایی: سنگ آهک - تراورتن

آلی: ذغال سنگ - نفت - گاز (c-li)

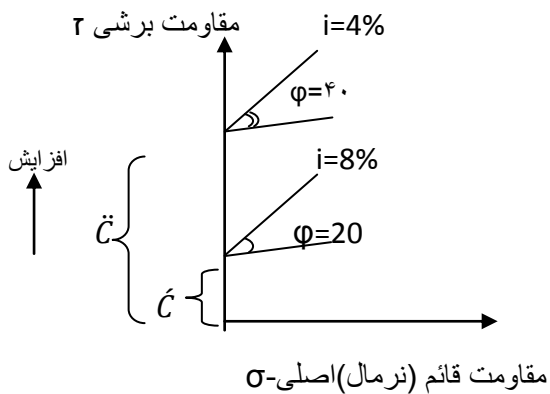
اشباع	اتان و بوتان
اتیلن	$Hc=H - c_2H_4$
استیلن	$Hc=cH \quad C_nH_{cn-2}$
حلقوی	

ویژگیهای شاخص مهندسی سنگهای آذرین درونی (گرانیت ها):

۱: تنش باقی مانده بالا

- | | | |
|---------------------------|-------------|--------------|
| a: بدون هوازگی (F) | } گروه ۱: b | } ۲: هوازگی: |
| b: جزئی هوازگی (FW) | | |
| گروه ۲: کمی هوازگی (SW) | | |
| گروه ۳: نسبتا هوازده (MW) | | |
| گروه ۴: خیلی هوازده (HW) | | |
| گروه ۵: کاملا هوازده (CW) | | |
| گروه ۶: خاک در جا (RS) | | |

۳: دگرسانی:



$$\tau = \sigma + Ct \tan \phi$$

c: چسبندگی

i: جذب آب

φ: زاویه اصطکاک داخلی

۱۱

C, φ: پارامترهای مقاومت برشی خاک

ویژگیهای شاخص مهندسی سنگهای آذرین بیرونی (آتشفشانی):

} }

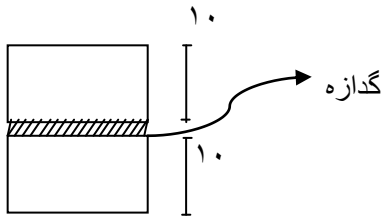
بازالت

کاربرد: آندزیت زیر سازی جاده ها و ریل قطار

$$\tau = \sigma + C \tan \phi$$

مشکلات: ۱: وجود شکستگی ها ۲: وجود حفره و منافذ ۳: لایه های ضعیف بین گدازه ها ۴: دگرسانی

۵: تراوایی خاکستر ۶: نفوذ لایه های نازک در بین گدازه ها



ویژگی های شاخص مهندسی سنگهای رسوبی:

۱: تاثیر سیمانی شدن

۲: شکنندگی

ماسه سنگها:

۳: تخلخل (فضای خالی): افزایش تخلخل: کاهش دانسیته . افزایش جذب آب . کاهش مقاومت

a: تاثیر انحلال های گذشته

b: انحلال در دراز مدت

سنگ آهک $CaCO_3$:

c: حضور لایه های نازک رس و شیل

۱: تغییر شکل بر اثر افزایش تخلخل

سنگ نمک و (گچ):

۲: انحلال و بروز مجاری زیر زمینی

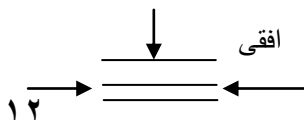
تبخیری

فصل ششم

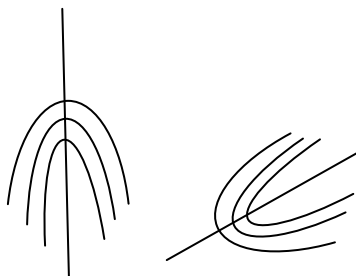
زمین شناسی ساختمانی: a: چین ها b: گسل ها

a: چین ها: لایه های زمین بر اثر فشار های درونی و جانبی تغییر شکل داده و از حالت افقی خارج شده و تبدیل به

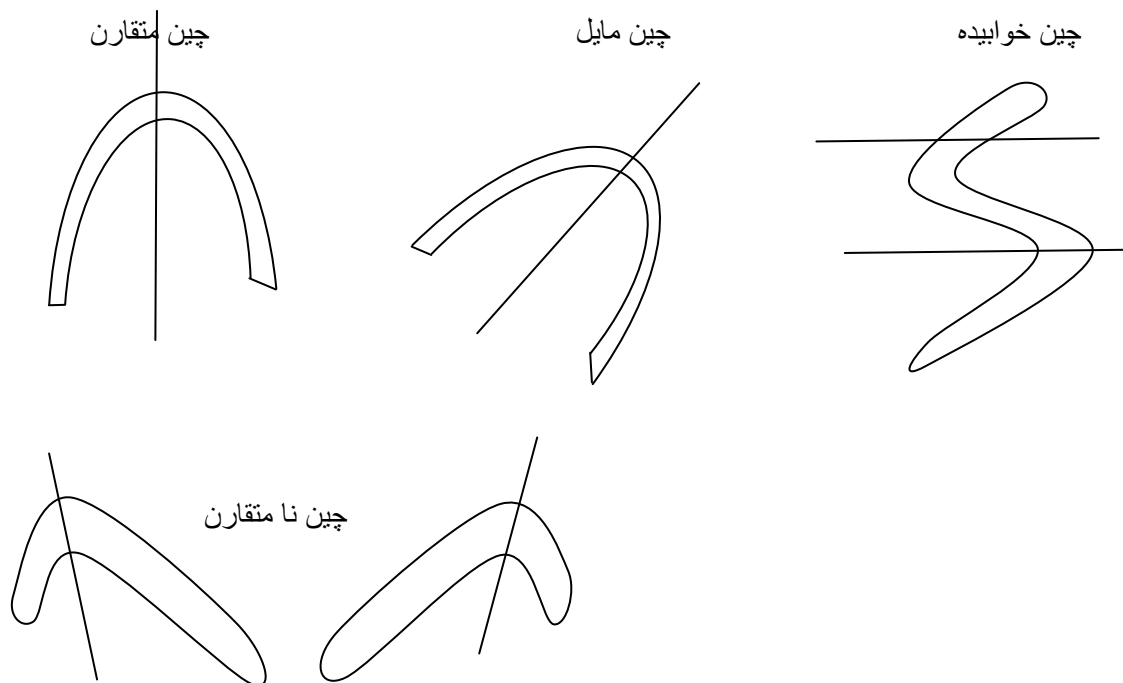
لایه های چین خورده می گردند این پدیده را چین خوردگی گویند.



سطح محوری: خطی است که چین را به دو قسمت متقارن تقسیم می کند.

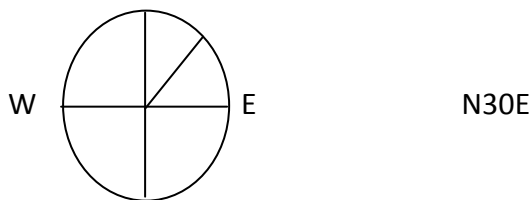


- طبقه بندی چین ها: a: چین های متقارن: سطح محوری قائم است و چین را به دو قسمت متقارن تقسیم می کند.
- b: چین های مایل: سطح محوری مایل است و با سطح افق زاویه ای بین ۹۰-۴۵ میسازد.
- c: چین های خوابیده: سطح محوری خوابیده است و با افق زاویه ای کمتر از ۴۵ می سازد.
- d: چین های نا متقارن: سطح محوری نسبت به یالها و پهلوئی چین حالت تقارن ندارد.



B: گسل ها: گسل ها از گسیختگی های مهم پوسته زمین هستند که بر اثر فشارهای درونی زمین لایه های پوسته زمین شکسته و جابجا (تغییر مکان) می شوند.

۱: امتداد گسل: زاویه ای است که سطح گسل نسبت به جهات جغرافیایی (شمال جغرافیایی) میسازد N



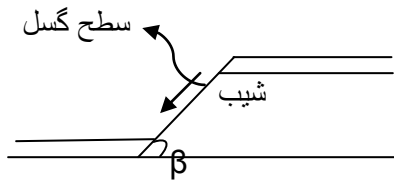
۱۳

شیب گسل: زاویه ای است که سطح گسل با سطح افق می سازد.

فرا دیواره (کمر بالا): لایه ای که روی سطح گسل حرکت می کند (قرار گرفته)

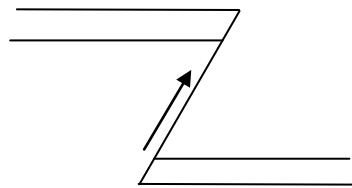
فرو دیواره (کمر پایین): لایه ای که زیر سطح گسل حرکت می کند (قرار گرفته)

سطح گسل: سطحی است که دو لایه بر روی آن لغزش (حرکت) مینمایند.

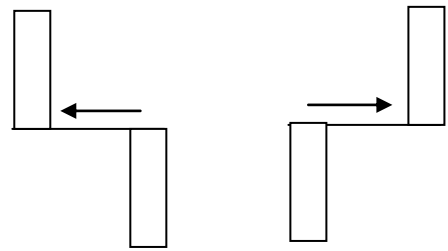


طبقه بندی گسل ها از نظر تغییر مکان ظاهری:

- ۱: گسل عادی (نرمال): در این گسل فرا دیواره نسبت به فرو دیواره بر روی سطح گسل بسمت پایین حرکت می کند
- ۲: گسل معکوس: در این گسل فرا دیواره نسبت به فرو دیواره بر روی سطح گسل بسمت بالا حرکت می کند
- ۳: گسل امتدادی یا موازی: دو لایه بر روی سطح گسل در امتداد یکدیگر حرکت نمایند (موازی)
- ۴: گسل رو رانده: یک نوع گسل معکوس است که زاویه آن با سطح افق کمتر از ۱۰ است

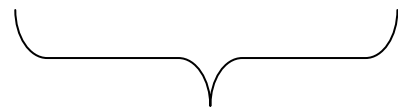


گسل معکوس



چپ گرا

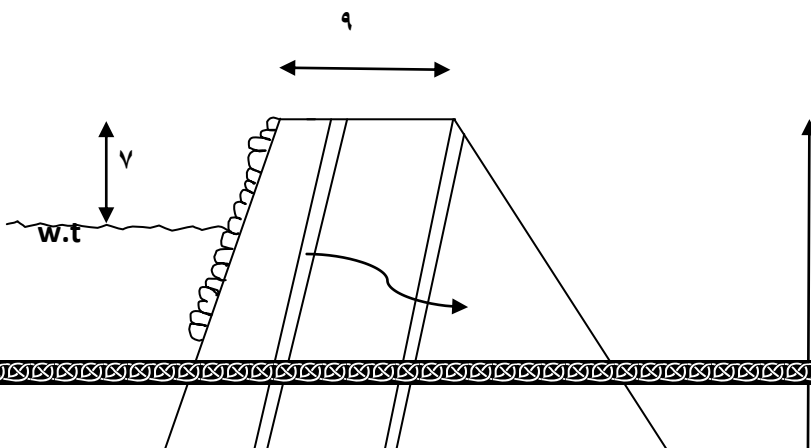
راست گرا

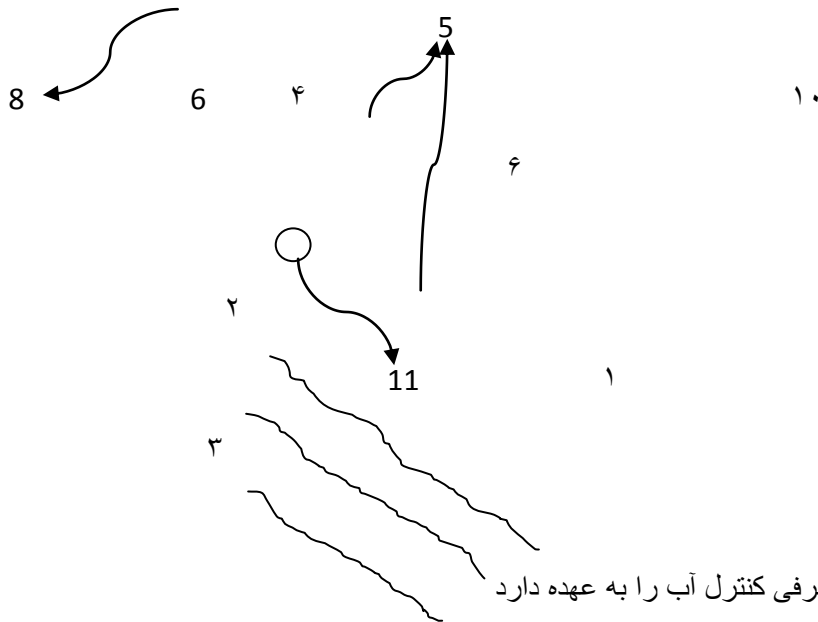


گسل امتدادی

۱۴

اصول مهندسی سد:





- ۱- پی: وزن سد را تحمل نموده و از طرفی کنترل آب را به عهده دارد
- ۲- پرده آئینه: نشست آب را از پی سد کاهش می دهد
- ۳- ورق آئینه: در جاهایی که پی نفوذ پذیر عمیق باشد از ورق آئینه استفاده می شود
- ۴- هسته: از نشست آب میان جسم سد جلوگیری کرده (مواد رسی است)
- ۵- فیلتر: از حرکت و جابجایی مواد ریزدانه جلوگیری می کند
- ۶- پوسته: بدنه اصلی سد را تشکیل می دهد
- ۷- ارتفاع آزاد: از سر ریز شدن آب و امواج جلوگیری می کند
- ۸- قطعات سنگی: از فرسایش آب و امواج جلوگیری می کند.
- ۹- تاج سد: مسیر دسترسی است
- ۱۰- ارتفاع سد: فاصله از تاج تا کف سد را گویند
- ۱۱- گالریما: فضاهای زیر زمینی که به منظور زهکشی جسم سد و نصب ابزار دقیق جهت تعیین سد مورد استفاده قرار می گیرد

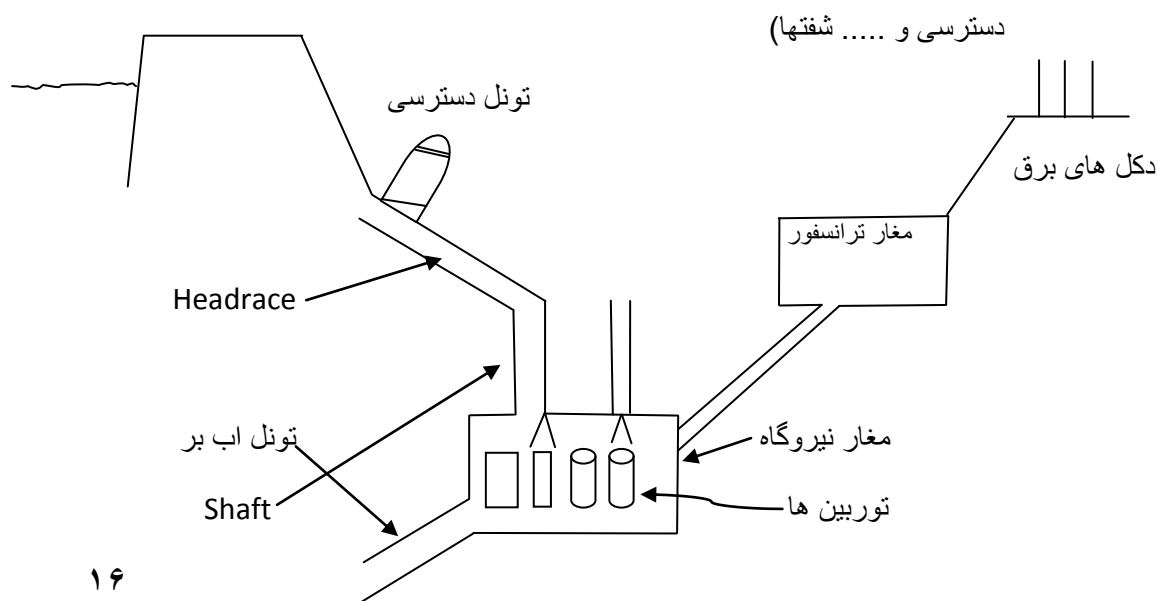
۱۵

- ۱: سدهای بالاتر از ۱۵ متر (از تاج تا پی) را سدهای بزرگ مینامند.
 - ۲: سدهای بین ۱۰-۱۵ متر منوط به موارد ذیل جزء سدهای بزرگ محسوب میشوند. (توضیح اینکه در ICOLD هنوز موارد واضحی طرح نشده است)
 - a: طول تاج بیش از ۵۰۰ متر باشد b: ظرفیت ذخیره سد از $10^6 m^3$ بیشتر باشد c: سیل طرح سر ریز
 - d: طرح سد از پیچیدگی های خاصی برخوردار باشد. $2000 \frac{m^3}{sec}$ بیشتر باشد.
- A: بر اساس اندازه
- طبقه بندی

- ۱- سدهای یک منظوره: آب آشامیدنی، کشاورزی تولید برق (وسایل جانبی):
 پرورش ماهی، قایق سواری)
 B: بر اساس نوع بهره برداری
- ۲- سدهای چند منظوره: ... موارد بالا بر اساس الویت بندی
- ۱- خاکی (کرخه)
 ۲- خاکی-سنگریزه ای (مسجد سلیمان)
 ۳- بتنی (کرج)
 C: بر اساس نوع مصالح

سازه های نیروگاه های آبی

- A:** سازه های سطحی (ساختمان سد - تولید سنگ ریزه - سر ریز - پرتال های تونل ها)
- B:** سازه های زیر زمینی (تونل آبرسان - مجرای آب - نیروگاه پخش کننده ها - محفظه ها و سالن ها - تونل های



۱۶

عوامل موثر در طراحی سد های خاکی:

A: فونداسیون: بیشتر اوقات نحوه اصلاح فونداسیون در سد های خاکی مکانیسم بسیار مشکلی را به دنبال دارد به طور

کلی روش اجرا در این مورد به قرار ذیل است:

- ۱- فونداسیون های بسیار ضعیف: به علت اینکه تنش برشی خاک پایین است لذا بایستی شیب دیوار ها در پایین دست و بالا دست را ملایم انتخاب نمود زیرا سطح بیشتری از سد با فونداسیون در تماس باشد.

۲-فونداسیون های ضعیف : از روش تزریق استفاده می شود ثانیاً می توان از دیوار آبیوند نیز استفاده کرد (سد کرخه -کنگلو مرا ضعیف)

۳-فونداسیون های آهکی: اولاً به علت پدیده انحلال سعی شود از فضاهای خالی تا حد ممکن خارج شده و به جای آن از بتن استفاده کرده .ثانیاً استفاده از پرده آبیوند توصیه می شود.

B: آب و هوا: در مناطقی هوا بسیار سرد است و درجه حرارت به زیر صفر می رسد اجرا سد با مشکل روبه رو می شود. در مناطق پر باران حداقل کاری که میشود ضخامت هسته اصلی را بسیار کم انتخاب می نمایند یا گاهی اوقات لازم است دو سه لایه که قبلاً کوبیده شده جمع شود.

در مناطق با هوای خشک : مشکل خاص جهت احداث سدهای خاکی وجود ندارد (با تامین آب و ...)

C: شکل و اندازه دره: در دره های تنگ و عمیق (V شکل) به علت شیب زیاد ارتفاعات اولاً اجرای جاده های دسترسی با هزینه بسیار بالا رو به روست ثانیاً بایستی از لحاظ اقتصادی وقتی از کاربرد ماشین آلات متنوع امتناع ورزید . در این نوع ژئومورفولوژی زمینی سد های بتنی توصیه می شود
در دره های عریض و رودخانه های عریض سد های خاکی بسیار مناسب است و توصیه می شود.

پدیده کارستیک در سد سازی (KARSTIK):

بیکربنات کلسیم(محلول) $(HCO_3)_2 Ca$ \longrightarrow $CaCO_3 + CO_2 + H_2O$ (سنگ آهک) با محلول کربنات کلسیم

عوامل تشکیل حفرات کارستیک در سد سازی:

۱-فضاهای ایجاد شده به صورت طبیعی یا مصنوعی (توسط بشر) در سطح یا در زیر زمین بررسی این فضا ها در

زیر زمین توسط آزمایشات ژئوفیزیکی (ارسال امواج)

۲-وجود سنگهای انحلال پذیر از قبیل سنگ آهک -سنگ گچ - سنگ نمک

۳-وجود آب کافی با درجه حرارت کم و PH اسیدی

۴-وجود درزها و شکاف ها و گسل ها

۱۷

۵-وجود مواد قابل حل و فرو ریزی

۶-فشار آب - سرعت آب

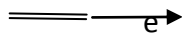
جلوگیری از تشکیل حفرات کارستیک در سد سازی :

۱-اجتناب از سایت هایی که سنگ های خرد شده و تکتونیزه شده برخوردارند

۲-پر کردن فضاهای خالی (فضاهای زیر زمینی) در مناطق ضعیف و گسسته (توریک)

۳-ایجاد فیلتر





۴- جلوگیری از گسترش باز شدگی درزها

۵- ایجاد سیستم های زهکشی

۶- نصب دستگاه های (ابزار دقیق) (فشار آب - سطح آب)

خصوصیات زمینی محل سد :

مختصات ژئوتکنیکی زمین (خاک یا سد) توسط آزمایشات ممکن می کنند.

سنگ بکر (دست نخورده - فاقد درز و شکاف)

مقاومت فشاری تک محوری

دانسیته (چگالی) - جذب آب

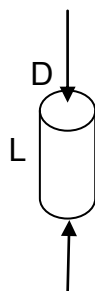
مقاومت در برابر سایش (دوام پذیری)

آزمایش تعیین امواج S و P

در موارد رسی تورم پذیری

میزان مواد قابل حل

$$L = 2D$$



$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

مقاومت برشی

مدول الاستیسیته (ضریب الاستیسیته)

سرعت امواج

نفوذ پذیری

توده سنگ

(درز و شکاف)

۱۸

دارع بندی

حد روانی-حد خمیری - شاخص خمیری - درصد رطوبت - وزن مخصوص چگالی

میزان مواد قابل حل - نفوذ پذیری - مقاومت یک محوری دو محوری و سه محوری برای

تعیین چسبندگی (C) و ضریب اصطکاک داخلی (φ)

لایه های خاکی

پدیده های غیر عادی در سد سازی :

- ۱- زمین لغزش و فرو ریزش ها
- ۲- آب چشمه ها – آبهای زیرزمینی
- ۳- فضاهای زیر زمینی (غار) ژئوفیزیک (آزمایشات)
- ۴- گالیرهای معدنی و تونل
- ۵- گازهای متصاعد شونده در فضاهای زیرزمینی

فصل دهم

اصول مکانیک سنگ:

بررسی رفتار و خصوصیات مهندسی سنگها در ارتباط با تنش های اعمال شده و بارهای وارده و برداشت بار از مباحثی است که در بحث مکانیک سنگ مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. برای مطالعه چنین رفتاری در طبیعت با دو گونه مختلف روبه رو خواهیم بود:

- ۱- سنگ بکر: سنگ بکر به سنگی گفته می شود که در مقیاس های بزرگ فاقد درزها و شکستگی و ناپیوستگی باشد
- ۲- توده سنگ: به مجموعه ای از سنگ گفته می شود که دارای شکستگی ها ناپیوستگی ها و درز و شکاف و سطوح ضعیف و... می باشد.

۱۹

تقسیم بندی مهندسی سنگها:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \text{۱- مقاومت تراکنشی تک محوری} \quad (kg/cm^2, Kpa, N/M^2)$$

$$\sigma_c = \frac{F}{A}$$

A: سنگ بکر (دیر و میلر)

$$2\text{-نسبت مدولي: } \frac{\Delta d}{\Delta L} = \frac{d}{L} = \text{نسبت پواسون} = \frac{E}{a} = \text{نسبت مدولي}$$

گروه	شرح مقاومت	Lb/in ²
a	خیلی بالا	>32000
B	بالا	32000-16000
C	متوسط	16000-8000
D	ضعیف	8000-4000
e	خیلی ضعیف	<4000

A: کوارتزیت - بازالت های متراکم

B: سنگهای آذرین و دگرگون مقاوم - ماسه سنگهای (رسوبی)

با سیمان سخت (مقاوم) - شل سخت و مقاوم - سنگهای آهنی و دولومیتی (مقاوم)

C: ماسه سنگهای متخلخل - سنگهای آهنی سست - شل سست - سنگهای دگرگونی نچندان مقاوم مثل (شیست)

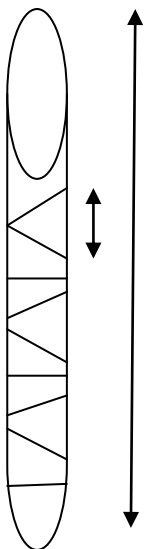
E,D: ضعیف - خیلی ضعیف - اغلب سنگهای متخلخل - شیل

های رسی - سنگ گچ - سنگ نمک - توف

تقسیم بندی مهندسی توده سنگ :

۱- تقسیم بندی (RQD) : تعیین کیفیت توده سنگ :

$$RQD = \frac{\text{طول نمونه های بیش از } 10 \text{ CM}}{\text{نمونه کل نمونه}}$$



20

RQD	کیفیت مخزن حفاری شده
<25	خیلی ضعیف
25-50	ضعیف
50-75	نسبتاً خوب
75-90	خوب

90-100	عالي
--------	------

۲-بارتون : پارامترهاي مورد نظر :

۱- کیفیت توده سنگ (RQD)

۲-تعداد دسته هاي درزه Jn

JOINT=درزه

۳- زبري سطحي درزه Jr

۴-میزان دگرساني در درزه Ja

۵-میزان حضور آب در داخل درزه ها Jw

۶-ضریب کاهش تنش (SRF)

$$Q = \frac{RQD}{J_n} * \frac{J_r}{J_a} * \frac{J_w}{SRF}$$