



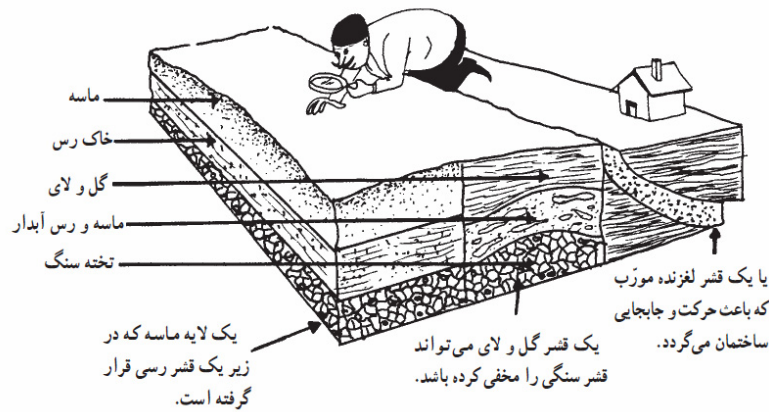
فصل ۱: شناخت زمین و پی سازی

◀ شناسایی زمین:

مهندس طراح قبل از هر چیزی باید زمین محل ساختمان را مورد آزمایش قرار دهد، زیرا زمین از لایه‌های مختلف تشکیل شده که هر کدام از این لایه‌ها، دارای خصوصیات متفاوتی است. بنابراین شکل ظاهری زمین نمی‌تواند بیان‌کننده‌ی مواد تشکیل‌دهنده در عمق آن باشد.

📌 **نکته:** شناسایی زمین زیر ساختمان جهت پی بردن به وجود حفره‌ها، چاه‌ها، مسیر قنات‌ها و مانند این‌ها نیز امری ضروری است.

📌 **نکته:** همان‌طور که می‌دانید، وجود یک قشر لغزنده‌ی مورب مانند یک لایه خاک رس باعث حرکت و جابه‌جایی زمین و ساختمان روی آن می‌شود.



◀ آزمایش خاک:

شناسایی خاک می‌تواند به وسیله‌ی نمونه برداری انجام شود، که توسط آن می‌توان به قشر زیرین خاک پی برد.

- نمونه برداری دارای نکات زیر می‌باشد:

- آسان‌ترین روش نمونه برداری، چاه زنی می‌باشد.

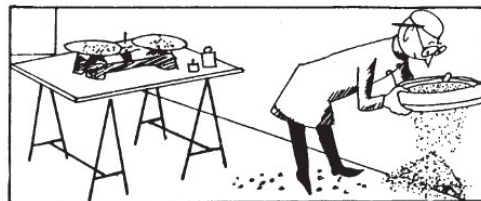
- بهترین روش نمونه برداری، از ابتدا تا انتهای چاه می‌باشد، یعنی حفاری باید تا رسیدن به خاک خوب ادامه یابد.

- ظروف نمونه برداری دارای ابعاد $30 \times 20 \times 20$ سانتی‌متر است، که پس از بستن در جعبه روی آن مشخصات محل و عمق یادداشت می‌شود.

◀ دانه بندی خاک:

دانه بندی خاک، توسط الک انجام می‌شود.

الک: قوطی کم عمقی است که در کف آن توری سیمی نصب شده است.





دانه‌های خاک براساس ابعاد به صورت زیر نامگذاری می‌شوند:

- دانه‌ها از ریز به درشت به ترتیب:

خاک رس، لای (سیلت)، ماسه، شن، قلوه سنگ، تخته سنگ

- ابعاد دانه‌ها:

- **خاک رس**، دانه‌های ریزتر از 0.002 میلی‌متر: $0.002 \text{ mm} <$ خاک رس

- **سیلت**، به ابعاد بین 0.002 میلی‌متر تا 0.06 میلی‌متر: $0.06 \text{ mm} <$ سیلت $< 0.002 \text{ mm}$

- **ماسه**، به ابعاد بین 0.06 میلی‌متر تا 2 میلی‌متر: $2 \text{ mm} <$ ماسه $< 0.06 \text{ mm}$

- **شن**، به ابعاد 2 میلی‌متر تا 60 میلی‌متر: $60 \text{ mm} <$ شن $< 2 \text{ mm}$

- **قلوه سنگ**، به ابعاد 6 سانتی‌متر تا 20 سانتی‌متر: $20 \text{ cm} <$ قلوه سنگ $< 6 \text{ cm}$

- **تخته سنگ**، به ابعاد بیش از 20 سانتی‌متر: $20 \text{ cm} >$ تخته سنگ



تجزیه و تحلیل دانه بندی خاک:

در آزمایشگاه، دانه‌های خاک از نظر اندازه و درشتی بررسی شده و نسبت وزنی آن‌ها نسبت به یکدیگر سنجیده می‌شود به این عمل « تجزیه و تحلیل دانه بندی خاک » گویند.

انواع زمین از نظر جنس و دانه بندی:

انواع زمین از نظر جنس و دانه بندی، به هشت گروه تقسیم می‌شوند که خصوصیات آن‌ها به شرح زیر می‌باشد:

۱- شن بوم:

شامل ← لای + ماسه + شن + قلوه سنگ

ویژگی: بهترین زمین شن بوم، زمینی است که دانه بندی آن پیوسته است و به آسانی متراکم می‌شود و در صورت تراکم وزن فضایی آن افزایش می‌یابد.



۲- زمین شن زار:

شامل ← $\frac{2}{3}$ شن + ماسه + کمی لای

ویژگی: آب در این نوع زمین‌ها، باقی نمی‌ماند و فرو می‌رود.

۳- زمین ماسه زار:

شامل ← $\frac{2}{3}$ ماسه + کمی شن + کمی لای

ویژگی: این گونه زمین‌ها را می‌توان غرقاب و متراکم کرد.
غرقاب: به اشباع کردن مواد و مصالح با آب غرقاب گفته می‌شود.

۴- زمین خاکی:

شامل ← $\frac{2}{3}$ ماسه + $\frac{1}{3}$ خاک رس و لای

ویژگی: می‌توان آن را متراکم کرد.

۵- زمین رسی و گل آهکی:

۵-۱ زمین گل آهکی:

شامل ← ۲۵ تا ۶۰ درصد وزنش خاک رس + ۴۰ تا ۷۵ درصد وزنش گرد سنگ آهک

۵-۲ زمین رسی:

شامل ← $\frac{1}{3}$ ماسه + $\frac{2}{3}$ خاک رس

ویژگی: این نوع خاک‌ها، فقط در صورت خشک بودن قابلیت بارگذاری دارند، چنان چه آب جذب کنند، باد کرده، خمیری و شل می‌شوند و ساختمان سازی روی آن‌ها توصیه نمی‌شود.

۶- زمین لایی:

شامل ← بیش از $\frac{2}{3}$ لای + کمی ماسه

ویژگی: چسبندگی ندارند، بنابراین تراکم پذیر نیستند و قابلیت بارگذاری نیز ندارند.

۷- زمین لجنی:

شامل ← بیش از $\frac{2}{3}$ لای + کمی ماسه + کمی خاک نباتی

ویژگی: تیره رنگ است، و قابلیت ساخت و ساز روی آن وجود ندارد.

نکته: تیرگی آن به واسطه ی وجود خاک نباتی می باشد.



بیشتر بدانیم:

منظور از خاک نباتی، فاسی است که شامل برگ و ریشه ی گیاهان است.

۸- زمین خاک دستی:

شامل ← نخاله ساختمانی + خاک حاصل از خاکبرداری + زباله

ویژگی: دارای پیوستگی و یکنواختی نیست، و ساختمان سازی، به هیچ عنوان روی آن توصیه نمی‌شود.

نکته: ساختمان سازی بر روی زمین رسی، گل آهکی، لایی، لجنی و خاک دستی توصیه نمی‌شود.

◀ **انواع زمین از نظر کندن و جا به جا کردن (از دید اجرایی):**

زمین‌ها از نظر کندن و جا به جا کردن (از دید اجرایی) به پنج دسته تقسیم می‌شوند که خصوصیات آن‌ها به شرح زیر می‌باشد:

۱- زمین بیلی:

روش کندن: با بیل به راحتی برداشته می‌شود، و نیاز به کندن ندارد.

ویژگی: این زمین شامل ماسه، شن و خرده سنگ است و چون مواد چسباننده مانند لای و خاک رس در آن نیست، بدیهی است که زمین فاقد چسبندگی است.

۲- زمین پاییلی:

روش کندن: با بیل و فشار پا کنده می‌شود، و نیاز به کلنگ ندارد.

ویژگی: شن و ماسه ی خاک دار مسیل‌ها و زمین‌های زراعی شامل این دسته می‌باشند.

۳- زمین کلنگی:

روش کندن: با کلنگ کنده می‌شود.

ویژگی: در صورتی که در زمین کلنگی خاکبرداری شود، پس از بارندگی بدنه‌ی باید آن بصورت عمودی باقی بماند. (بدنه‌ی آن ریزش نکند.) و چسبندگی دانه‌های آن به یک دیگر، از زمین پاییلی بیش تر می‌باشد، بنابراین این زمین‌ها قابلیت ساختمان سازی دارند.

۴- زمین دج:

روش کندن: بستگی به سختی که دارند، با کلنگ، پتک یا کمپرسور کنده می‌شوند.

ویژگی: در صورتی که در زمین دج، خاکبرداری شود، پس از بارندگی بدنه‌ی آن باید به صورت عمودی باقی بماند.

نکته: زمین‌های دج، از انواع زمین‌های شن بوم هستند که دانه‌های آن به یک دیگر چسبیده اند.

۵- زمین سنگی:

روش کندن: کندن این زمین‌ها با دیلم، پتک، کمپرسور و گاهی اوقات، با مواد منفجره امکان پذیر است.

ویژگی: این زمین‌ها بر حسب جنس سنگ و بزرگی سنگ‌ها، به چهار دسته زمین سست، نیمه سخت، سخت و خیلی سخت تقسیم می‌شوند، و قابلیت ساختمان سازی دارند.

◀ **عوامل مؤثر در تاب تحمل خاک:**

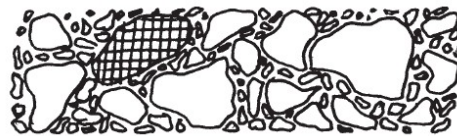
عوامل مؤثر بر تاب تحمل خاک (مقاومت خاک) شامل موارد زیر می‌باشند:



۱ - وزن مخصوص توده‌ی خاک:

وزن مخصوص خاک، به ریزی و درشتی دانه‌های تشکیل دهنده‌ی زمین بستگی دارد، در صورتی که در زمینی به جای دانه‌ی درشت خاک، دانه‌های ریز را جایگزین کنیم، به دلیل افزایش حجم فضای خالی در بین دانه‌های ریز، وزن مخصوص کاهش می‌یابد، در نتیجه تحمل خاک نیز کم می‌شود. بنابراین:

هرچه در یک زمین درصد دانه‌های درشت زیادتر باشد، پس از تراکم وزن مخصوص بالاتری نسبت به خاک ریزدانه خواهد داشت.

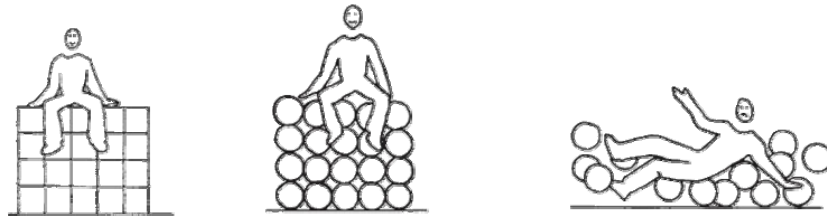


۲ - شکل دانه‌ها:

هرچه دانه‌های تشکیل دهنده‌ی خاک، گوشه دار (تیز گوشه و شکسته) باشد، قفل و بست ایجاد شده بین دانه‌ها افزایش یافته، روی یک دیگر نمی‌غلتند و به علت ناهموار بودن سطوح، اصطکاک بیش تری بین دانه‌ها ایجاد شده و زمین یک پارچه و متراکم می‌گردد. بنابراین قابلیت بارگذاری بیش تری نسبت به زمینی که شامل دانه‌های گرد گوشه است، دارد. بنابراین:

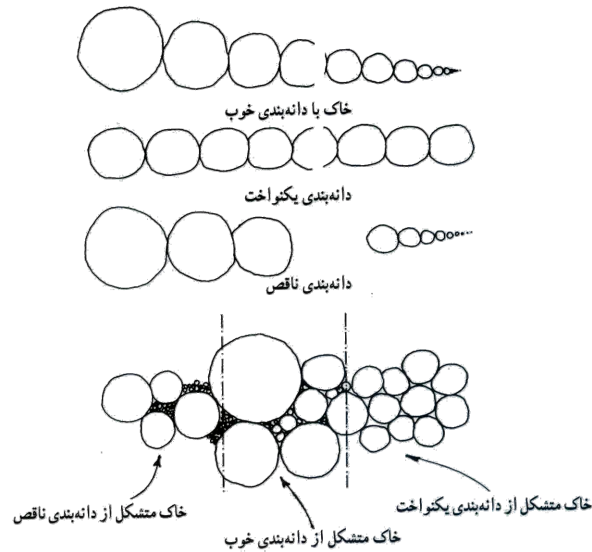
زمینی که دارای مقدار بیشتری دانه‌های گوشه دار و شکسته است تاب و تحمل بیشتری نسبت به زمین دارای دانه‌های گرد

گوشه دارد.



۳- دانه بندی خاک:

زمین‌ها از لحاظ دانه بندی، به سه دسته تقسیم می‌شوند: ۱- دانه بندی خوب، ۲- دانه بندی یکنواخت، ۳- دانه بندی ناقص





باتوجه به شکل، در زمین با دانه بندی خوب، همواره دانه‌هایی وجود دارند که فاصله‌ی میان دانه‌های دیگر را پر کنند. بنابراین این نوع زمین از نظر تراکم پذیری و مقاومت از دو زمین دیگر (با دانه‌بندی یکنواخت و ناقص) بهتر است.

هرچه طیف دانه بندی خاک تکمیل تر باشد امکان تراکم پذیری و قفل و بست بین ذرات خاک بیشتر می‌شود و وزن مخصوص آن افزایش می‌یابد.

< تأثیر آب بر خاک:

آب، نقش بسیار مهمی در خاک و مقاومت آن دارد و چون زمین دارای خاک رس، بیش‌ترین اثر پذیری را از جذب آب دارد، بنابراین عوامل زیر را بررسی می‌نماییم:

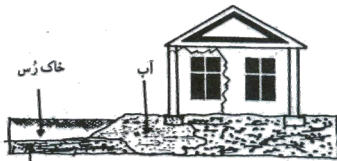
< تأثیر آب بر مقاومت زمین دارای خاک رس:

اگر زمینی دارای مقدار زیادی خاک رس باشد، پس از جذب آب متورم شده و افزایش حجم پیدا می‌کند و در صورت از دست دادن آب ترک می‌خورد و پس از بارندگی نیز، سطح آن لغزنده خواهد شد. بنابراین جذب آب تأثیر به‌سزایی در شکل ظاهری و استحکام این گونه زمین‌ها دارد.

کم شدن مقاومت خاک رس پس از نفوذ رطوبت، موجب لغزندگی و ریزش تپه‌ها نیز می‌گردد.

< تأثیر جذب آب توسط زمین بر مقاومت ساختمان:

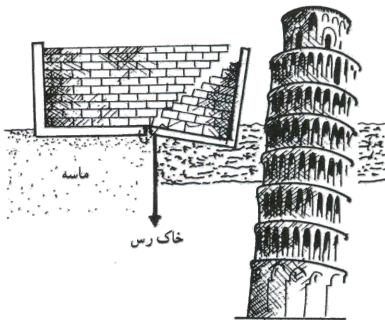
جذب آب به خصوص در زمین‌های رسی، موجب افزایش حجم خاک و در نتیجه حرکت دادن و بلند کردن ساختمان می‌شود. هم‌چنین، جذب آب یکی از دلایل مهم نشست ساختمان و نشست غیرمتجانس آن و نیز ایجاد ترک در ساختمان است که میزان نشست به مقدار خاک رس بستگی دارد. (هرچه خاک رس موجود در زمین زیادتر باشد، میزان نشست بیشتر می‌شود).



چسب و دانه‌بندی زمین

بر اثر افزایش رطوبت خاک و کم شدن مقاومت آن، ترک خوردگی و نشست در ساختمان ایجاد می‌شود.

نکته: دلیل کج شدن برج پیزا، مرطوب شدن ناگهانی زمین رسی زیر آن می‌باشد.



< انواع بارهای وارده بر ساختمان:

بارهای وارده بر ساختمان به دو دسته ی زیر تقسیم می‌شوند:

نداشتن دانش کافی در مورد زمینی که بر روی آن ساختمان بنا می‌کنیم موجب بروز نشست و ترک در ساختمان می‌شود.

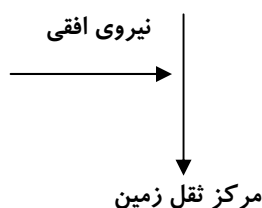
● **بار مرده:** بارهای ناشی از وزن اجزای ساختمان، مانند وزن دیوارها، سقف‌ها، پنجره‌ها و ...

● **بار زنده:** بارهای ناشی از وزن اجزای غیر مرتبط به ساختمان، مانند افراد، مبلمان، زلزله، برف و ...

< انواع نیروهای وارده بر ساختمان:

● **نیروی عمودی:** مجموعه‌ی بارهای مرده و زنده که در جهت مرکز ثقل زمین بر ساختمان وارد می‌آیند.

● **نیروی افقی:** نیروهایی که به صورت افقی بر ساختمان وارد می‌آیند، مانند باد و زلزله.





نکته: منظور از نیروی افقی، نیرویی است عمود بر مرکز ثقل زمین.

عناصری که نیروهای وارده بر ساختمان را تحمل می‌کنند، عبارتند از:

- **سازه (اسکلت ساختمان):** مجموعه اعضای ساختمان که نیروهای وارده بر ساختمان را تحمل و به زمین منتقل می‌کنند و موجب پایداری آن می‌شوند را اسکلت ساختمان گویند. مانند مجموعه‌ی تیرها و ستون‌ها.
- **عضو سازه‌ای:** هر عضو از مجموعه‌ی سازه‌ای را عضو سازه‌ای می‌نامند، و پایداری هر ساختمان به وجود کلیه‌ی اعضای سازه‌ای در کنار یکدیگر بستگی دارد.

تقسیم بندی دیوارها از نظر تحمل بار:

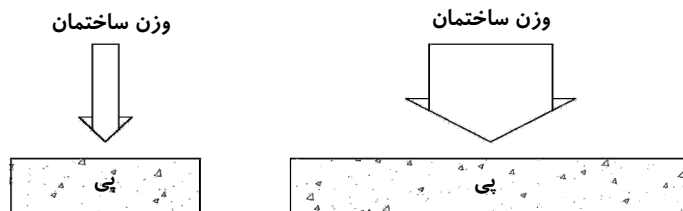
- **دیوار بار بر:** اگر نیروهای عمودی و افقی توسط دیوار جذب و به زمین منتقل شوند آن دیوار را دیوار باربر می‌نامیم. (دیوار باربر چون بار تحمل می‌کند، یک عضو سازه‌ای می‌باشد).
- **دیوار غیر باربر:** دیواری است که نقشی در انتقال نیروها (عمودی و افقی) ندارد و در صورت حذف آن از ساختمان، خدش‌های به ساختمان وارد نمی‌شود.

پی:

نیروهای عمودی و افقی وارد بر ساختمان، از طریق سازه‌ی ساختمان به پی منتقل شده و سپس از پی به زمین منتقل می‌گردد. بنابراین: پی مانع از واژگونی ساختمان می‌شود. هر ساختمان نیاز به پی سازی دارد و این پی‌ها معمولاً در زیر دیوارها و ستون‌ها قرار می‌گیرند. در واقع پی فصل مشترک دیوار و زمین می‌باشد که علاوه بر تحمل بار ساختمان شرایط درون خاک را نیز تحمل می‌کند.

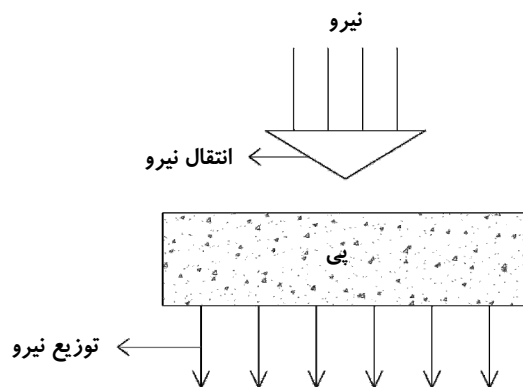
نکته: برای توزیع نیرو در زمین، «سطح» پی اهمیت ویژه ای دارد.

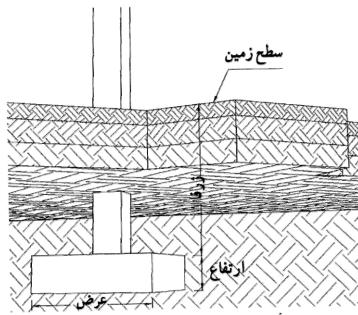
نکته: سطح پی، بستگی به وزن ساختمان (مجموعه‌ی بارهای ساختمان) و جنس زمین (ظرفیت باربری خاک زیرین) دارد. (هر چه زمین مقاوم تر باشد سطح پی کمتر و هر چه زمین سست‌تر باشد، سطح پی وسیع تر می‌شود).



هر چه وزن ساختمان زیادتر باشد، سطح پی افزایش می‌یابد.

نکته: نقش پی انتقال نیرو و همچنین توزیع آن به زمین زیرین است.





مفهوم ژرفا، ارتفاع و عرض شالوده

نکته: به فاصله‌ی بین سطح زمین تا روی پی، ژرفای پی گفته می‌شود.

نکته: سطح پی، باید پایین تر از عمق یخ‌بندان باشد.

نکته: پایین‌ترین عمقی از خاک را که آب و رطوبت در آن عمق، در سرمای سردترین روز سال منجمد می‌گردد، عمق یخ‌بندان می‌گویند.

باید توجه کرد این عمق بستگی به آب و هوای محدوده دارد.

انواع پی از نظر مصالح:

پی‌ها از نظر مصالح مصرفی، به سه دسته تقسیم می‌شوند:

۱- پی شفته ای

کاربرد: پی شفته ای، فقط برای ساختمان‌های یک طبقه و پی دیوار محوطه کاربرد دارد.

مصالح مصرفی و روش اجرا:

پی شفته ای = دوغاب آهک شکفته ۲۰۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم برای هر متر مکعب شفته + خاک حاصل از خاک برداری به همراه حداقل ۳۰

درصد دانه‌ی سنگی

نکته: پس از مخلوط کردن این مواد آن‌ها را در محل گود برداری (پی) در لایه‌های ۳۰ سانتی‌متری ریخته و می‌کوبند.

نکته: این پی در آب و هوای معتدل پس از یک هفته قابل بارگذاری (دیوار چینی) است.

نکته: بناهای سنتی، بر روی پی‌های شفته ای اجرا می‌شوند.

۲- پی سنگی:

کاربرد: پی سنگی، فقط برای ساختمان‌های یک طبقه یا پی دیوار محوطه کاربرد دارد، و زمانی که سنگ مناسب در محل موجود و عمق پی زیاد باشد، از این پی استفاده می‌شود.

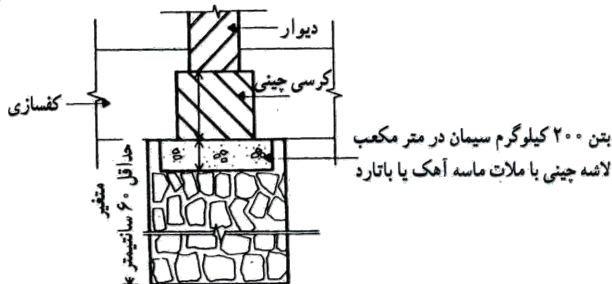
مصالح مصرفی و روش اجرا:

سنگ مورد استفاده باید از سنگ‌های لاشه و شکسته باشد، زیرا سنگ‌های قلوه رودخانه ای به دلیل صیقلی بودن سطوح، مناسب نمی‌باشند.

ملات مورد استفاده در پی سنگی، شامل: ملات ماسه سیمان، ملات ماسه آهک و ملات باتارد می‌باشد.

نکته: حداقل ارتفاع پی سنگی، ۶۰ سانتی‌متر می‌باشد و چون سطح پی سنگی ناصاف است، روی آن یک لایه‌ی بتن به عیار ۲۰۰ کیلوگرم

سیمان در متر مکعب اجرا می‌شود.



در هنگامی که زمینی مناسب در عمق واقع شده است می‌توان از پی‌های سنگی استفاده کرد.

۳- پی بتنی:

کاربرد: امروزه توصیه می‌شود که پی کلیه‌ی ساختمان‌ها، حتی ساختمان‌های یک طبقه بخصوص در مناطق زلزله‌خیز با بتن مسلح اجرا شود. این پی‌ها در ساختمان با دیوار باربر در تمام طول دیوارهای باربر ساختمان ادامه داشته و به یک‌دیگر متصل‌اند.

مصالح مصرفی و روش اجرا:

بتن: مخلوطی از سیمان، شن، ماسه شسته و آب آشامیدنی می‌باشد که نسبت اختلاط آن‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است و به دو صورت بتن مسلح و غیر مسلح اجرا می‌شود.

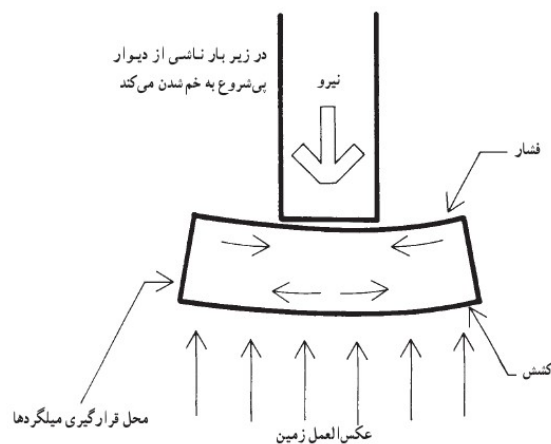
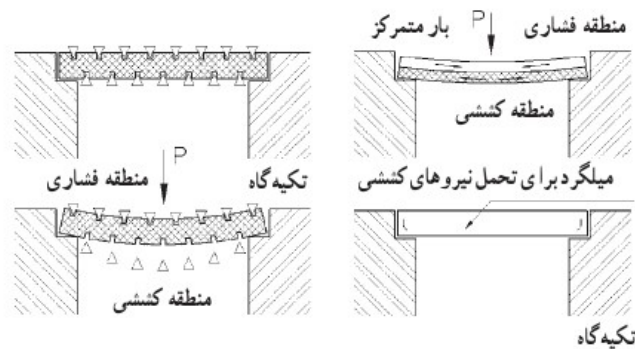
● بتن غیر مسلح:

بتنی که، در آن میل گرد قرار نمی‌دهند.

● بتن مسلح:

برای افزایش مقاومت کششی بتن، در داخل آن براساس محاسبات تعدادی میل گرد (آرماتور) قرار می‌دهند.

نکته: در صورتی که به یک قطعه‌ی بتنی، (تیر یا پی) نیرو (بار متمرکز) وارد شود سطح فوقانی آن فشرده و سطح تحتانی آن کشیده می‌شود چون بتن نیروی فشاری را تحمل می‌کند و در مقابل نیروی کششی ضعیف است، در قسمت تحتانی میل گردهای فولادی، برای تحمل نیروی کششی قرار می‌دهند تا ضعف آن جبران شود.

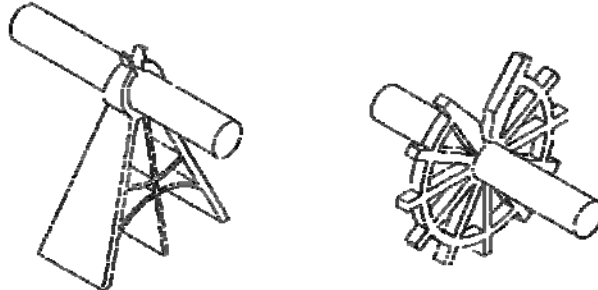


نکته: میل گرد باید حداقل ۲/۵ سانتی‌متر، در داخل بتن قرار گیرد. به این فاصله پوشش بتنی میل گرد (COVER) می‌گویند.

نکته: پوشش بتنی میل گرد جهت جلوگیری از خوردگی میل گردها در نظر گرفته می‌شود.



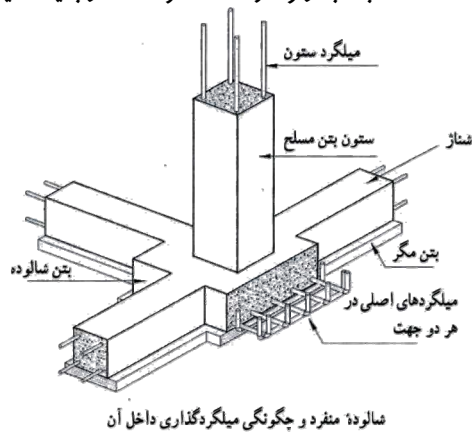
نکته: براساس نوع رطوبت خاک و نمک‌های همراه آن، میزان پوشش میل گرد تا ۱۰ سانتی‌متر افزایش می‌یابد.
نکته: برای ایجاد پوشش بتنی، از بالشتک بتنی یا پلاستیکی (فاصله نگه دار) استفاده می‌شود.



نکته: فاصله نگه‌دار چرخی، جهت آرماتورهای عمودی (آرماتور ستون) و آرماتورهای افقی (شناژ و تیر) استفاده می‌شود.
نکته: فاصله نگه‌دار پایه‌دار، جهت آرماتورهای افقی مانند تیر و شناژ و پی و ... استفاده می‌شود.
انواع شالوده‌ها (پی‌های سطحی):

این پی‌ها، جهت احداث ساختمان‌های کوتاه بر روی زمین مناسب و معمولی استفاده می‌شوند، و به سه طریق قابل اجرا می‌باشند:
۱- پی منفرد (تکی): این پی مناسب ساختمان‌های دارای اسکلت می‌باشد.

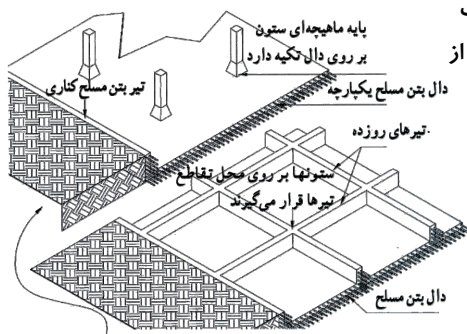
نکته: این پی‌ها به صورت منفرد در زیر ستون‌ها قرار می‌گیرند و جهت رفتار هماهنگ نسبت به زلزله و نشست توسط شناژ به یک دیگر متصل می‌شوند.



شالوده منفرد و چگونگی میلگردگذاری داخل آن

۲- پی گسترده (رادیه ژنرال یا صفحه‌ای): در صورتی که خاک محل احداث

ساختمان سست، و یا امکان حفاری نباشد، (مثلاً به دلیل بالا بودن آب‌های زیر زمینی) از پی گسترده استفاده می‌شود.



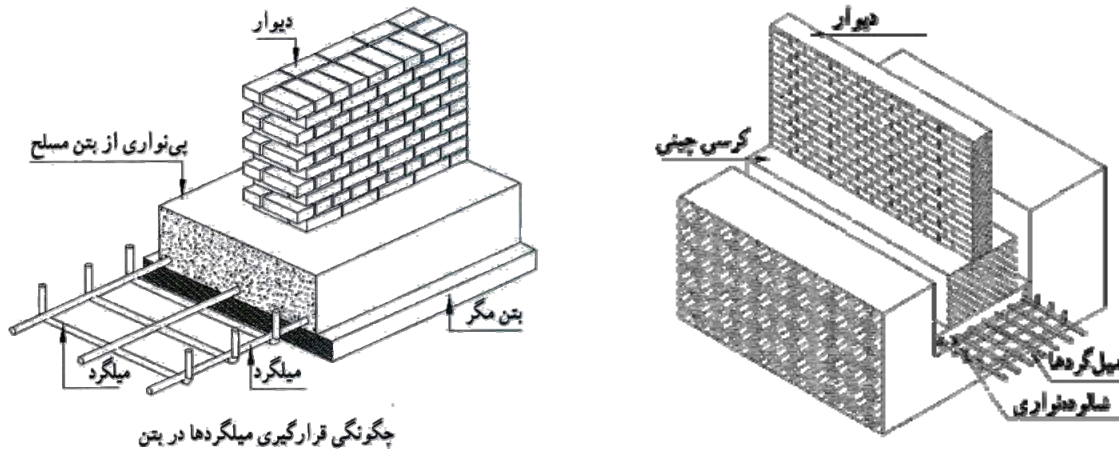
نکته: منظور از دال، یک صفحه‌ی یکپارچه‌ی بتن مسلح می‌باشد که پی گسترده می‌تواند به صورت دال یکپارچه یا به صورت دال و تیر مطابق شکل فوق اجرا گردد.

۳- پی نواری: جهت ساختمان‌های کوتاه، فاقد اسکلت که دارای دیوار باربر باشند استفاده شده و به صورت نواری ممتد اجرا می‌شود.
 (محل اجرای پی نواری زیر دیوارهای باربر ساختمان می‌باشد)

پی گسترده بتن مسلح متشکل از دال و تیر
 دو نمونه پی گسترده سطحی

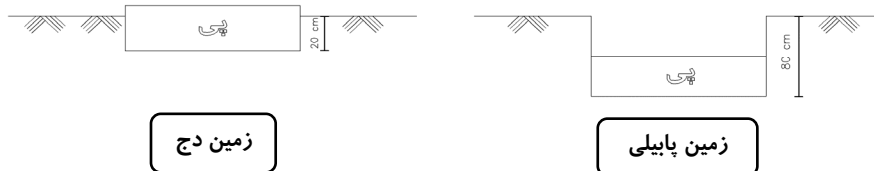


نکته: در زیر دیوار غیر باربر نیز، جهت انتقال وزن آن‌ها به زمین، از پی نواری می‌توان استفاده نمود.



خصوصیات شالوده‌ی نواری:

- شالوده می‌بایست، روی خاک دست نخورده ساخته شود.
- شالوده بایستی اندکی در قشر مقاوم خاک فرو رود، تا از لیز خوردن احتمالی شالوده‌ی ساختمان جلوگیری شود.
- عمق این فرو رفتگی برای زمین دج ۲۰cm و برای زمین پایبلی ۸۰cm می‌باشد.



- عمق بندان در مناطق معتدل، جهت جلوگیری از یخ زدگی آب درون خاک و ایمن شدن پی، ۶۰cm است.
- **علت اجرا:** تمامی شالوده‌های بتن مسلح که در سطح زیرین خود دارای آرماتور (میل گرد) هستند، نیاز به یک لایه‌ی بتن پاکیزگی (بتن مگر، بتن نظافتی) دارند.

بتن پاکیزگی، در ضمن از آلوده شدن بتن سازه‌ای (بتن پی) به خاک جلوگیری می‌نماید.

مشخصات: حداقل ضخامت بتن پاکیزگی، ۵cm است و حداقل عیار آن، ۱۵۰ کیلوگرم در متر مکعب بتن می‌باشد.

زمان اجرا: به دلیل این که برخی خاک‌ها که در زمان گود برداری مقاومت کافی و مناسب دارند، نسبت به عوامل جوی حساسیت نشان می‌دهند و یا در اثر ریزش باران گل شده و سست می‌شوند و یا این که در برابر هوا پوسته پوسته می‌گردند، باید به محض اتمام عملیات گود برداری، اقدام به ریختن بتن پاکیزگی نمود.

عیار بتن شالوده‌ی نواری:

عیار بتن شالوده‌ی نواری دارای میلگرد (بتن مسلح)، ۳۰۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب بتن می‌باشد.

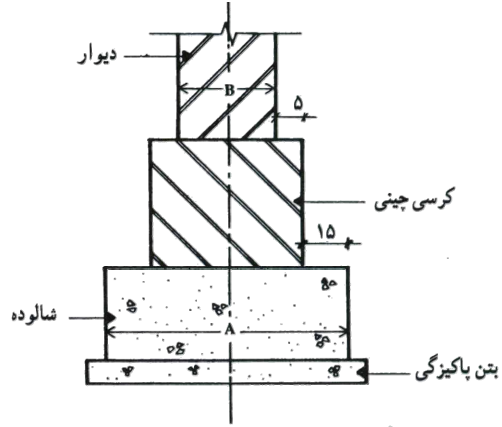
عیار بتن شالوده‌ی نواری فاقد میلگرد (بتن غیرمسلح) ۲۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب بتن می‌باشد.



ابعاد شالوده‌ی نواری غیر مسلح برای ساختمان یک طبقه:

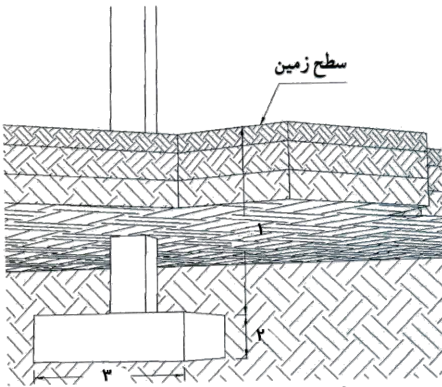
$۲ \times (۱۵ + ۵) + \text{عرض دیوار} = \text{عرض شالوده‌ی نواری}$

$۵۰ \text{ cm} = \text{حداقل ارتفاع}$

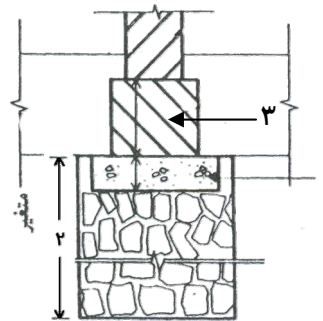


برای بدست آوردن عرض حدودی و حداقل شالوده در زمین خوب از رابطه $A = B + 2 \times (15 + 5)$ استفاده می‌کنیم.

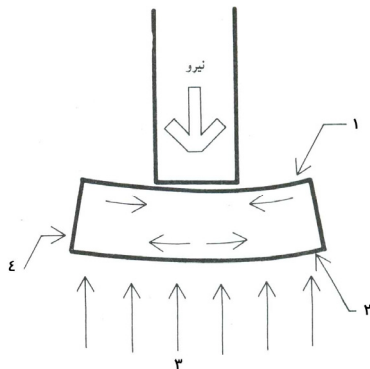
نام هر یک از بخش‌های تعیین شده و یا مقدارهای مربوطه را با توجه به جزئیات بنویسید:



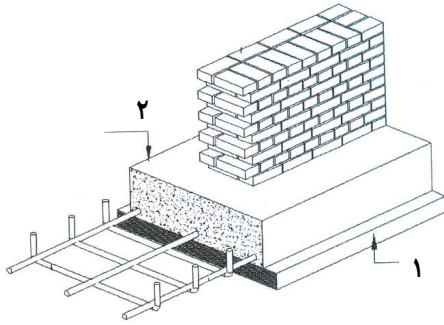
- ۱-
- ۲-
- ۳-



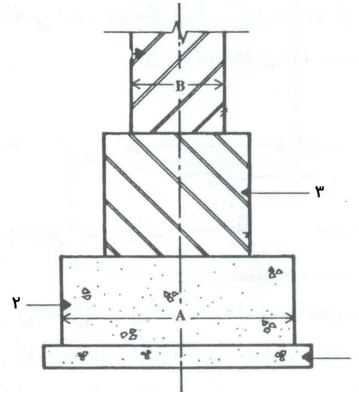
- ۱-
- ۲-
- ۳-



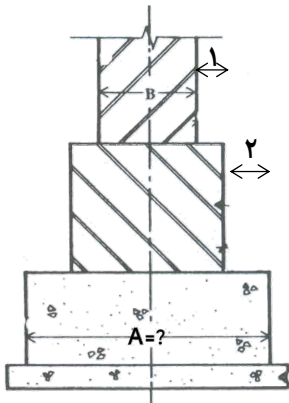
- ۱-
- ۲-
- ۳-
- ۴-



- -۱
- -۲

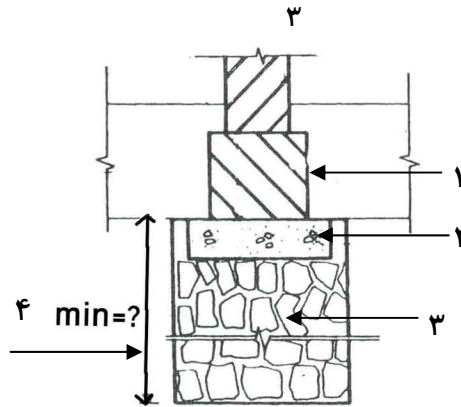


- -۱
- -۲
- -۳

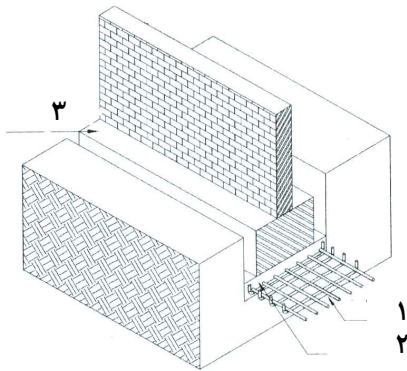


- -۱
- -۲

۳- فرمول به دست آوردن فاصله‌ی خواسته شده؟



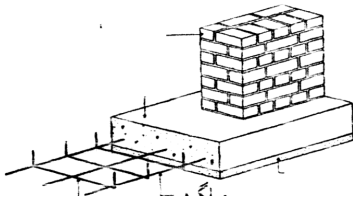
- -۱
- -۲
- -۳
- -۴



- -۱
- -۲
- -۳



سوالات فصل اول



۱- در شکل مقابل، کدام پی نشان داده شده است؟

- ۱) پی نواری بتن مسلح
- ۲) شالوده‌ی منفرد بتن مسلح
- ۳) پی گسترده‌ی بتن مسلح
- ۴) پی مرکب زیر دیوار با بتن مسلح

۲- زمین‌های سنگی برحسب جنس سنگ و بزرگی، به ... دسته تقسیم می‌شوند.

- ۱) سه
- ۲) چهار
- ۳) پنج
- ۴) شش

۳- کدام نوع دانه‌بندی خاک، برای ساختمان‌سازی مناسب‌تر است؟



۴- در عمل تجزیه و تحلیل دانه‌بندی خاک در آزمایشگاه، کدام مورد باید انجام شود؟

- ۱) نسبت وزنی دانه‌های متشکله‌ی خاک با یک‌دیگر، سنجیده شوند.
- ۲) شکل ظاهری زمین، مورد توجه قرار گیرد.
- ۳) اجزای تشکیل‌دهنده‌ی خاک، بررسی شوند.
- ۴) لایه‌های مختلف خاک، شناسایی شوند.

۵- کدام یک از زمین‌های زیر، قابلیت بارگذاری دارد؟

- ۱) زمین گل‌آهکی
- ۲) زمین لایی
- ۳) زمین لجنی
- ۴) زمین خاکی

۶- کدام گزینه، از عوامل مؤثر بر تاب تحمل خاک نیست؟

- ۱) اندازه‌ی دانه‌های خاک
- ۲) تیرگی رنگ خاک
- ۳) شکل ذرات خاک
- ۴) دانه‌بندی خاک

۷- «آن‌ها زمین‌های شن بومی هستند که دانه‌هایشان به هم‌دیگر چسبیده‌اند. بدنه‌ی گود کنده شده در این زمین‌ها به‌ویژه پس از بارندگی باید به‌صورت عمودی باقی بماند.»، تعریف مذکور مربوط به کدام گزینه است؟

- ۱) زمین سنگی
- ۲) زمین دج
- ۳) زمین کلنگی
- ۴) زمین پاییلی

۸- دانه‌های بین ۰/۰۶ میلی‌متر تا ۲ میلی‌متر، چه نام دارند؟

- ۱) ماسه
- ۲) شن
- ۳) سیلت
- ۴) خاک رس

۹- سطح پی، به کدام عوامل بستگی دارد؟

- ۱) رطوبت و جنس زمین
- ۲) جنس زمین و نوع پی
- ۳) جنس زمین و وزن ساختمان
- ۴) جنس پی و نوع سازه

۱۰- تجزیه و تحلیل دانه‌بندی خاک، براساس ... است.

- ۱) طبقه‌بندی خاک
- ۲) نمره‌ی الک
- ۳) نسبت وزنی دانه‌ها
- ۴) حجم

۱۱- کدام یک از زمین‌های زیر، دارای حدود دو سوم شن بوده و ماسه و لای کمی دارد و آب در آن فرو می‌رود؟

- ۱) رسی
- ۲) شن بوم
- ۳) ماسه‌زار
- ۴) شن‌زار

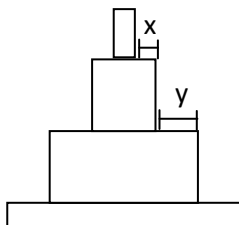
۱۲- رنگ تیره‌ی زمین لجنی، به‌واسطه‌ی وجود کدام گزینه است؟

- ۱) ماسه‌ی زیاد
- ۲) لای
- ۳) زیاله
- ۴) خاک نباتی



- ۱۳- نیرو و بار وارده از ساختمان، توسط کدام قسمت پی به زمین منتقل می‌شود؟
 (۱) سطح (۲) ارتفاع (۳) سطح و ارتفاع (۴) ژرفای پی
- ۱۴- ارتفاع شالوده‌های نواری با بتن غیر مسلح، نباید کم‌تر از ... منظور گردد.
 (۱) ۵۰ سانتی‌متر (۲) ۴۰ سانتی‌متر (۳) ۳۵ سانتی‌متر (۴) ۵۵ سانتی‌متر
- ۱۵- زمین‌ها از نظر کندن و جابه‌جا کردن از دید اجرایی، به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
 (۱) سه (۲) چهار (۳) پنج (۴) هشت
- ۱۶- اگر عرض دیواری ۲۲ سانتی‌متر باشد، حداقل عرض شالوده‌ی غیر مسلح آن چه قدر است؟ (شالوده‌ی غیر مسلح برای ساختمان یک طبقه در خاک مناسب مورد نظر می‌باشد).
 (۱) ۵۲ سانتی‌متر (۲) ۷۰ سانتی‌متر (۳) ۶۲ سانتی‌متر (۴) ۶۵ سانتی‌متر
- ۱۷- بارهای ناشی از وزن اجزای ساختمان، مانند وزن دیوارها و سقف‌ها را اصطلاحاً چه می‌نامند؟
 (۱) بار مرده (۲) بار زنده (۳) نیروهای افقی (۴) نیروهای عمودی و افقی
- ۱۸- برای آب و هوای معتدل، معمولاً عمق یخبندان چه قدر در نظر گرفته می‌شود؟
 (۱) ۵۰ cm (۲) ۶۰ cm (۳) ۷۰ cm (۴) ۸۵ cm
- ۱۹- پی، در ساختمان دارای چه نقشی است؟
 (۱) توزیع نیرو به زمین (۲) انتقال نیرو (۳) موارد ۱ و ۲، صحیح می‌باشند. (۴) هیچ کدام
- ۲۰- زمین رسی دارای ... است.
 (۱) ماسه و $\frac{1}{3}$ رس (۲) رس و $\frac{2}{3}$ لای (۳) رس و $\frac{1}{3}$ ماسه (۴) هیچ کدام

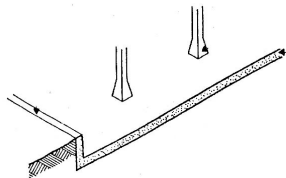
- ۲۱- کدام پی پس از یک هفته، قابلیت بارگذاری دارد؟ (در منطقه‌ی معتدل)
 (۱) بتنی (۲) شفته‌ای (۳) سنگی (۴) آجری
- ۲۲- اگر ساختمان کوتاه و دارای اسکلت باشد، از کدام پی زیر، جهت پی سازی آن استفاده می‌شود؟
 (۱) سطحی منفرد (۲) سطحی نواری (۳) گسترده (۴) همه‌ی موارد، صحیح است.
- ۲۳- کدام زمین حدود دو سوم ماسه است، کمی شن به همراه دارد و لای آن بسیار کم است؟
 (۱) خاکی (۲) شن‌زار (۳) شن بوم (۴) ماسه‌زار
- ۲۴- زمین‌ها از نظر ... به ... گروه تقسیم می‌شوند.
 (۱) جنس و دانه‌بندی-۵ (۲) جنس و دانه‌بندی-۸ (۳) کندن و جابه‌جا کردن-۸ (۴) کندن و جابه‌جا کردن-۶



- ۲۵- در شکل مقابل، $(X + Y)$ چند سانتی متر است؟
 (۱) ۱۰ (۲) ۱۵ (۳) ۲۰ (۴) ۲۵

- ۲۶- حداقل و حداکثر پوشش بتنی میل‌گرد در پی، چه قدر است؟
 (۱) $۲/۵ - ۵۰$ سانتی‌متر (۲) $۳/۵ - ۵۰$ سانتی‌متر (۳) $۲/۵ - ۱۰$ سانتی‌متر (۴) $۳/۵ - ۱۰$ سانتی‌متر

- ۲۷- شکل روبه‌رو، مربوط به کدام پی است؟
 (۱) پی گسترده‌ی بتنی مسلح از دال یک‌پارچه (۲) پی گسترده‌ی بتن مسلح متشکل از دال و تیر (۳) پی سطحی منفرد (۴) پی نواری





فصل ۲: دیوار چینی

◀ دیوار:

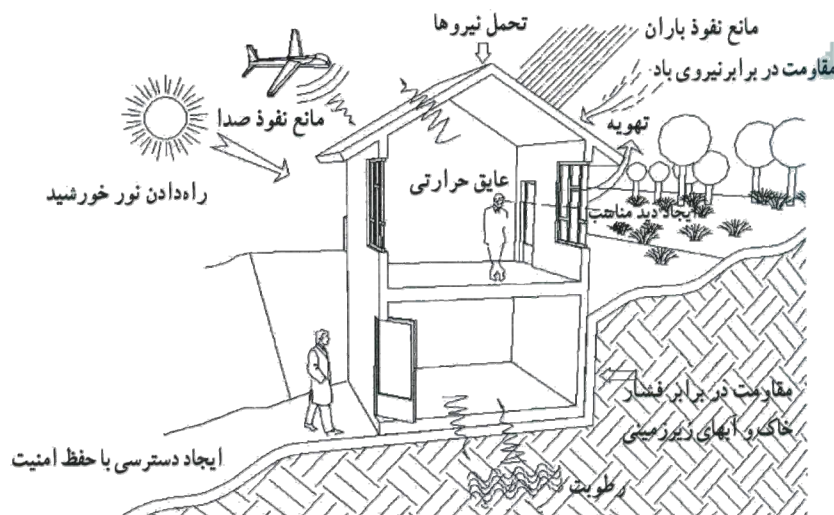
دیوار، یک ساختار ممتد، یک پارچه و محکم است که می‌تواند از جنس آجر، سنگ، بتن و چوب یا فلز و غیره ساخته شود و ضخامت آن، در مقایسه با طول و ارتفاع آن نازک می‌باشد.

◀ انواع دیوار از نظر محل قرار گیری:

دیوارها از نظر محل قرار گیری به دو دسته ی زیر تقسیم می‌شوند:

● **دیوار خارجی یا دیوار نما:** دیواری است که مشرف به حیاط، کوچه و خیابان است و به جهت ارتباط با فضای بیرونی باید شرایط خاص اقلیمی منطقه را تحمل نماید. جلوگیری از نفوذ رطوبت، سرما، سر و صدا، از جمله وظایف دیوار خارجی است.

● **دیوار داخلی:** فضای داخلی ساختمان را از یک دیگر جدا می‌کند.



در این تصویر خصوصیات جداره‌های ساختمان ذکر شده است.

◀ انواع دیوار از نظر سازه:

انواع دیوار از نظر سازه، به دو دسته ی زیر تقسیم می‌شوند:

● **دیوار باربر:** دیوار باربر، علاوه بر وزن خود، وزن سقف و کف‌ها را تحمل و منتقل می‌کند.

● **دیوار غیر باربر:** این دیوار، تنها وزن خود را تحمل و منتقل می‌کند.

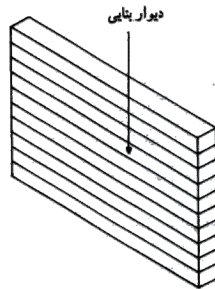
☞ **نکته:** دیوار تقسیم (پارتیشن) دیوار داخلی غیر باربری است که به عنوان جدا کننده‌ی اجزای اتاق‌های ساختمان انجام وظیفه می‌نماید.



انواع دیوار از نظر ساختار:

دیوارها از نظر ساختار، به چهار گروه زیر تقسیم می‌شوند:

- **دیوار بنایی ساده:** دیواری است که با مصالحی پرکننده، مانند آجر، سنگ، بلوک بتنی، بتن و چوب ساخته می‌شود و جهت چسباندن آن‌ها، از ملات استفاده می‌شود.



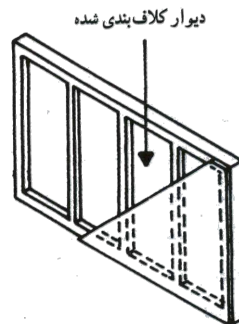
دیوار بنایی که از آجر، سنگ و یا بلوک بتنی ساخته شده است.

- **دیوار بنایی کلاف بندی شده:** که این دیوار از سه قسمت تشکیل شده است:

۱- **قاب:** قاب می‌تواند از چوب، بتن یا فلز ساخته شود، که باید پیوسته بوده و استحکام و پایداری لازم را تأمین نماید.

۲- **پرکننده:** در میان قاب‌ها، می‌توان از مصالح پرکننده، مانند آجر استفاده نمود.

۳- **پوشش:** بر روی دو طرف قاب با مصالح نازک، مانند تخته چوب یا ورق‌های آز بست سیمانی می‌توان پوشش ایجاد نمود.



دیوار کلاف بندی شده، که بوسیله قابهای چوبی، فلزی و یا بتنی کلاف بندی شده است.

- **دیوار بتن مسلح:** در دیوارهای باربر و غیرباربر، برای دست یابی به دیوار با ضخامت کم تر و کیفیت بهتر و به صورت یکپارچه، می‌توان از بتن مسلح کمک گرفت.

این نوع دیوارها، به دو صورت ساخته می‌شوند:

۱- **بتن درجا:** بتن این نوع دیوارها را در محل ساختمان می‌ریزند.

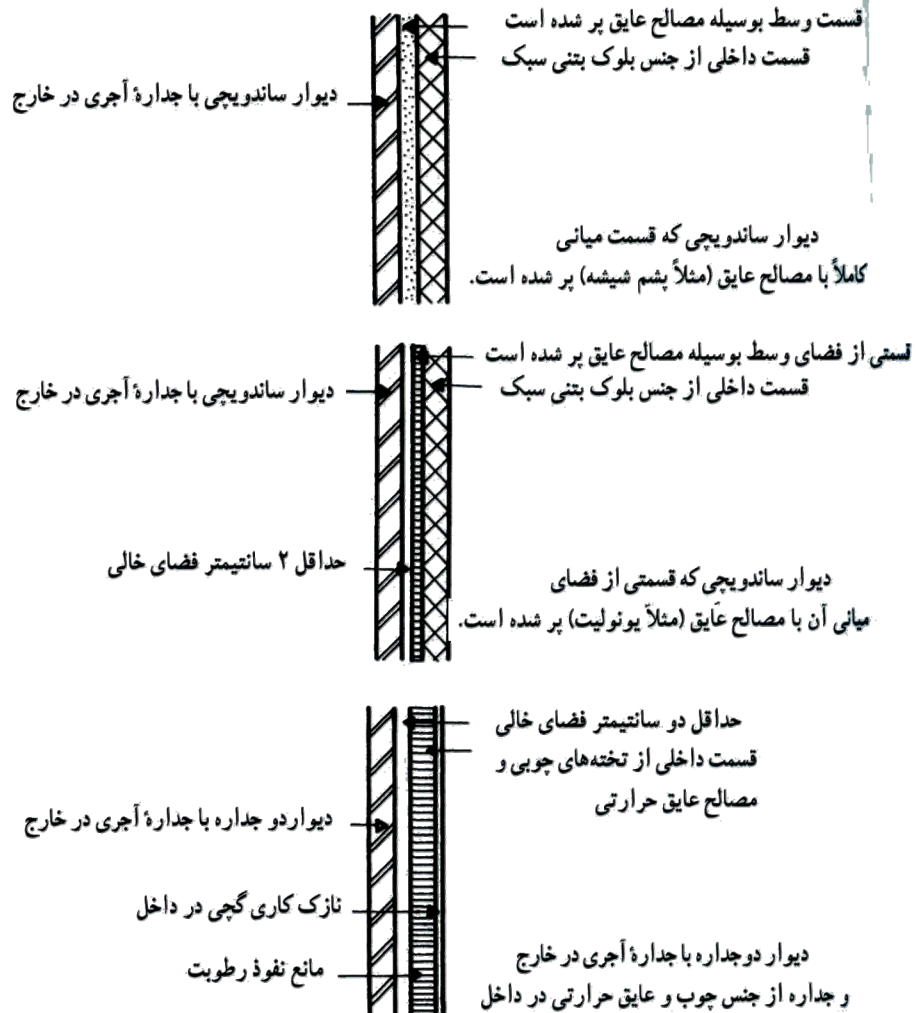
۲- **بتن پیش ساخته:** این نوع دیوارها مطابق مشخصات مورد نظر، در کارخانه تولید و در محل نصب می‌گردند.



● **دیوار مفصوم:** دیوارهایی که علاوه بر جدا سازی فضا، دارای ویژگی خاصی باشند، دیوار مخصوص نام دارند.

این دیوارها می‌توانند عایق رطوبت، عایق صدا یا عایق حرارت باشند. این دیوارها دارای انواع زیر می‌باشند:

۱- **دیوار ساندویچی:** این دیوار بر حسب خصوصیات مورد نظر، از لایه‌های مختلفی که در کنار هم قرار گرفته اند، می‌تواند ساخته شود.



نکته: همان گونه که در شکل مشاهده می‌شود، از یک لایه ی پشم شیشه یا یونولیت و یا فضای خالی (حد اقل ۲ سانتی متر) می‌توان به عنوان عایق حرارتی استفاده نمود.

۲- **دیوار حائل:** جهت جلوگیری از ریزش خاک در زمین‌های گود برداری شده، از دیوار حائل استفاده می‌شود.

۳- **دیوار پرده ای:** به منظور جلوه‌ی ساختمان و سبک بودن آن از شیشه به عنوان مصالح دیوار استفاده می‌شود.

ساختمان با مصالح بنایی:

ساختمان‌هایی که در آن‌ها، تمام یا قسمتی از بار قائم توسط دیوار با مصالح بنایی (آجر، سنگ، بلوک بتنی) تحمل می‌گردد. در ادامه انواع مصالح این‌گونه ساختمان‌ها با مصالح بنایی (آجر، سنگ، بلوک بتنی) و ضوابط اجرایی آن‌ها بررسی خواهد شد.



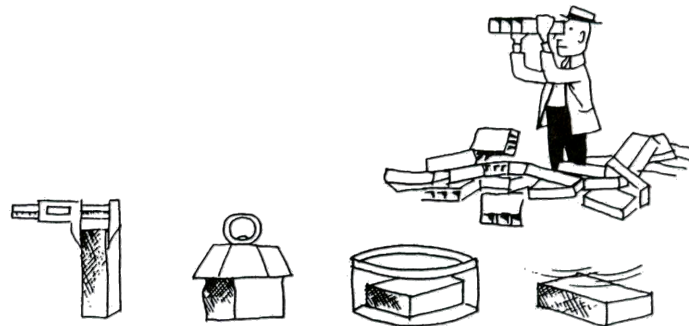
آجر:

در عملیات بنایی، می‌توان از انواع آجر نظیر آجرهای فشاری، ماشینی، آجر سفالی و سوراخ دار، آجر نما و آجر ماسه آهکی استفاده نمود.

خصوصیات اصلی آجر:

چهار خصوصیت اصلی آجر شامل موارد زیر است:

- ۱- مقاومت در برابر یخ بندان .
- ۲- تخلخل در آب .
- ۳- مقاومت مکانیکی.
- ۴- ابعاد صحیح (ابعاد استاندارد، $۶ \times ۱۱ \times ۲۲$ سانتی متر)



○ مقاومت در برابر یخبندان ○ تخلخل در آب ○ مقاومت مکانیکی ○ ابعاد صحیح آجر

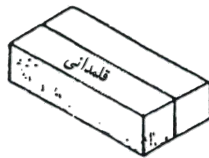
آشنایی با کیفیت مصالحی که با آن عملیات بنایی انجام می‌گردد از اهمیت زیادی برخوردار است.

نکته: آجر بایستی کاملاً پخته و یکپارچه و سخت باشد و هرگاه با یک آجر به آجر دیگری ضربه وارد می‌آید، صدایی زنگ دار تولید کند.

تقسیمات آجر:

برای دیوار چینی با آجر، نیاز به تقسیمات خاصی از آجر می‌باشد که در زیر، انواع آن معرفی می‌گردد:

۱- **آجر قلمدانی:** آجر با $\frac{1}{4}$ عرض را آجر قلمدانی می‌گویند، که تنها عرض آن نصف ($\frac{5}{5}$ سانتی متر) می‌شود. بنابراین ابعاد آن برابر است با: $۶ \times ۵/۵ \times ۲۲$ سانتی متر.



۲- **آجر نیم لایی:** آجر با $\frac{1}{4}$ ارتفاع را آجر نیم لایی می‌گویند، که تنها ارتفاع آن نصف ($\frac{3}{3}$ سانتی متر) می‌شود. بنابراین ابعاد آن برابر است با: $۳ \times ۱۱ \times ۲۲$ سانتی متر.

