# واحد یادگیری ۲
# مراحل اجرای ساختمان

## ۲ـ۱ـ گودبرداری

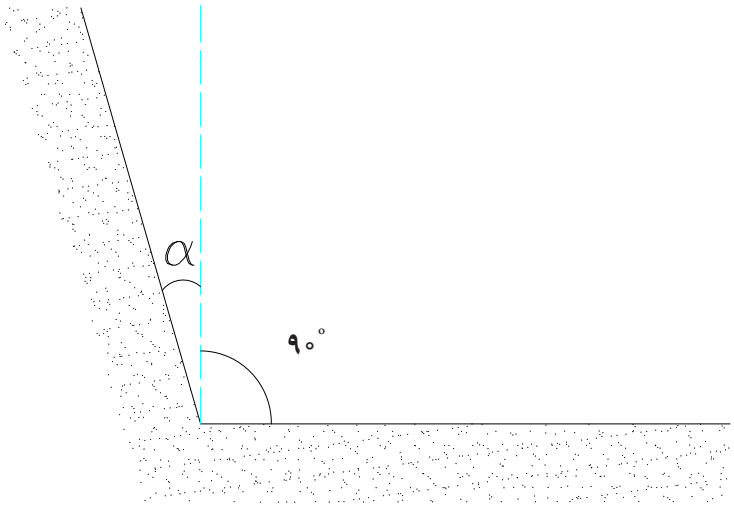
### ۲ـ۱ـ۱ـ هدف از گودبرداری

گودبـرداری در زمین‌هایـی انجـام می‌شـود کـه باید تمام یا قسـمتی از سـاختمان پایین تر از سـطح طبیعی زمین احـداث شـود. گاهـی ممکن اسـت عمق گودبـرداری بنابر جنـس زمین به چندین متر برسـد. گودبـرداری معمولاً بـا وسـایلی ماننـد بیـل مکانیکـی یا لـودر صـورت می‌گیـرد و در صـورت محدودیت زمین یـا در دسـترس نبودن ماشـین‌آلات ایـن کار بـا وسـایل دسـتی ماننـد بیـل و کلنگ و فرغـون انجـام می‌شـود. گودبـرداری در زمین‌های محـدود بـا گودبـرداری در زمین‌های نامحـدود با هم تفـاوت دارد.

## ۲ـ۱ـ۲ـ گود برداری در زمین‌های نامحدود

منظور از زمین نامحدود، زمین نسبتاً وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی نباشد. برای گودبرداری این گونه زمین‌ها از ماشین آلاتی مانند بیل مکانیکی، لودر و ... استفاده می‌شود و خاک با شیب مناسب برداشت و با کامیون به خارج محوطه حمل می‌گردد. چنانچه نیاز به گودبرداری در عمق نسبتاً زیاد باشد این کار در لایه‌های مختلف و به تدریج انجام می گیرد تا کف گود به عمق پیش بینی شده برسد.

**الف) شیب دیواره‌های محل گودبرداری:** برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های محل گودبرداری به داخل، معمولاً خاک‌برداری طوری صورت می گیرد که دیواره‌های کناری، خود دارای شیب ملایمی‌باشد که با خط عمود زاویه‌ای به اندازه آلفا ($\alpha$) بسازد (شکل ۲ـ۱).




**شکل ۲ـ۱ ▲**

اندازه زاویهٔ آلفا ($\alpha$) بستگی به نوع خاک محل دارد. هر قدر خاک سست‌تر و ریزشی باشد، اندازهٔ زاویه آلفا بزرگ‌تر خواهد شد. در جدول ۲ـ۱ اندازهٔ زاویهٔ آلفا برای خاک‌های مختلف نشان داده شده است. برای جلوگیری از صرف هزینهٔ اضافی، می‌توان با مهاربندی دیوارهای محل گود برداری، از زاویه شیب کوچک‌تری استفاده نمود.

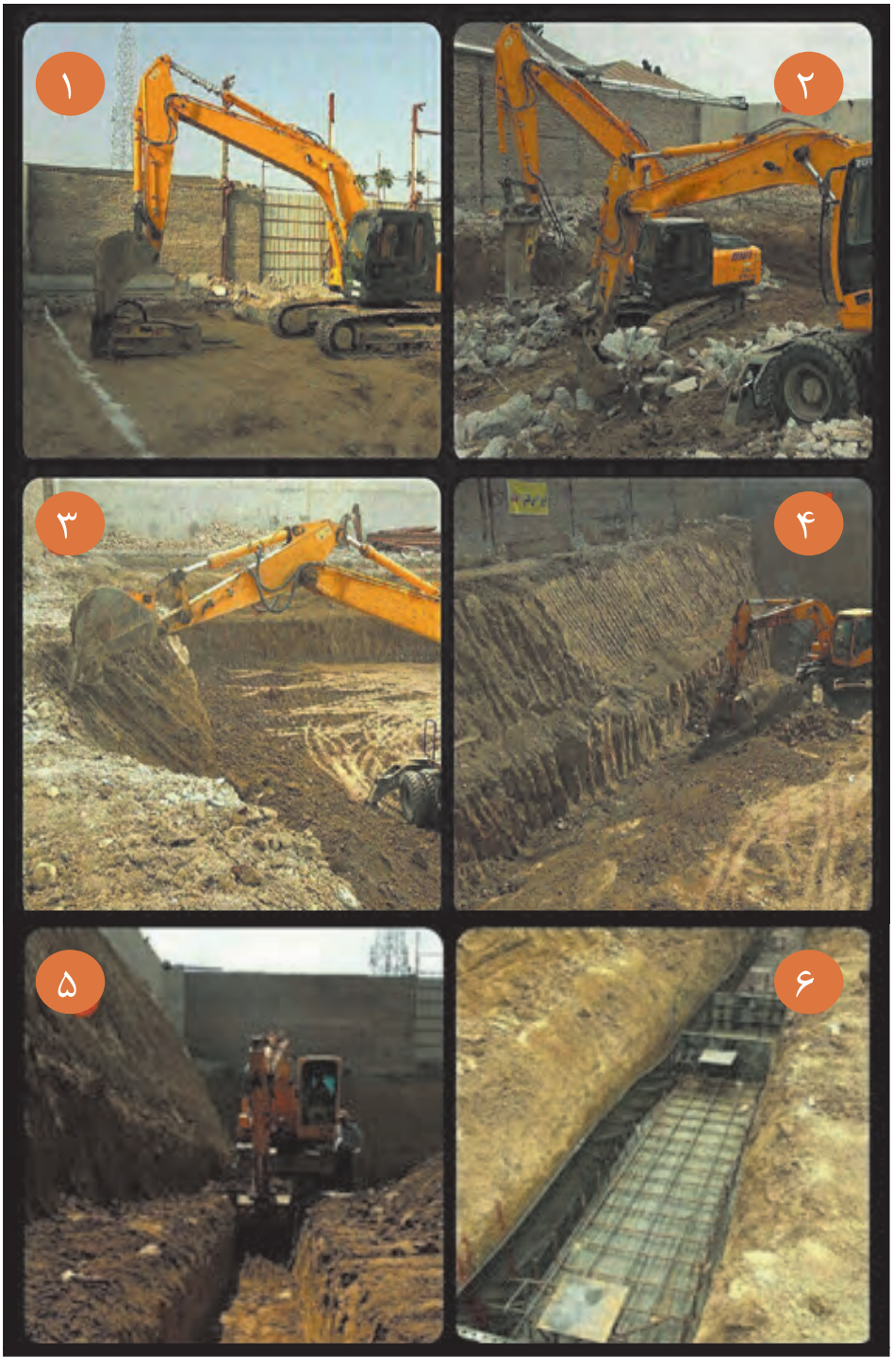
جدول ۲ـ۱

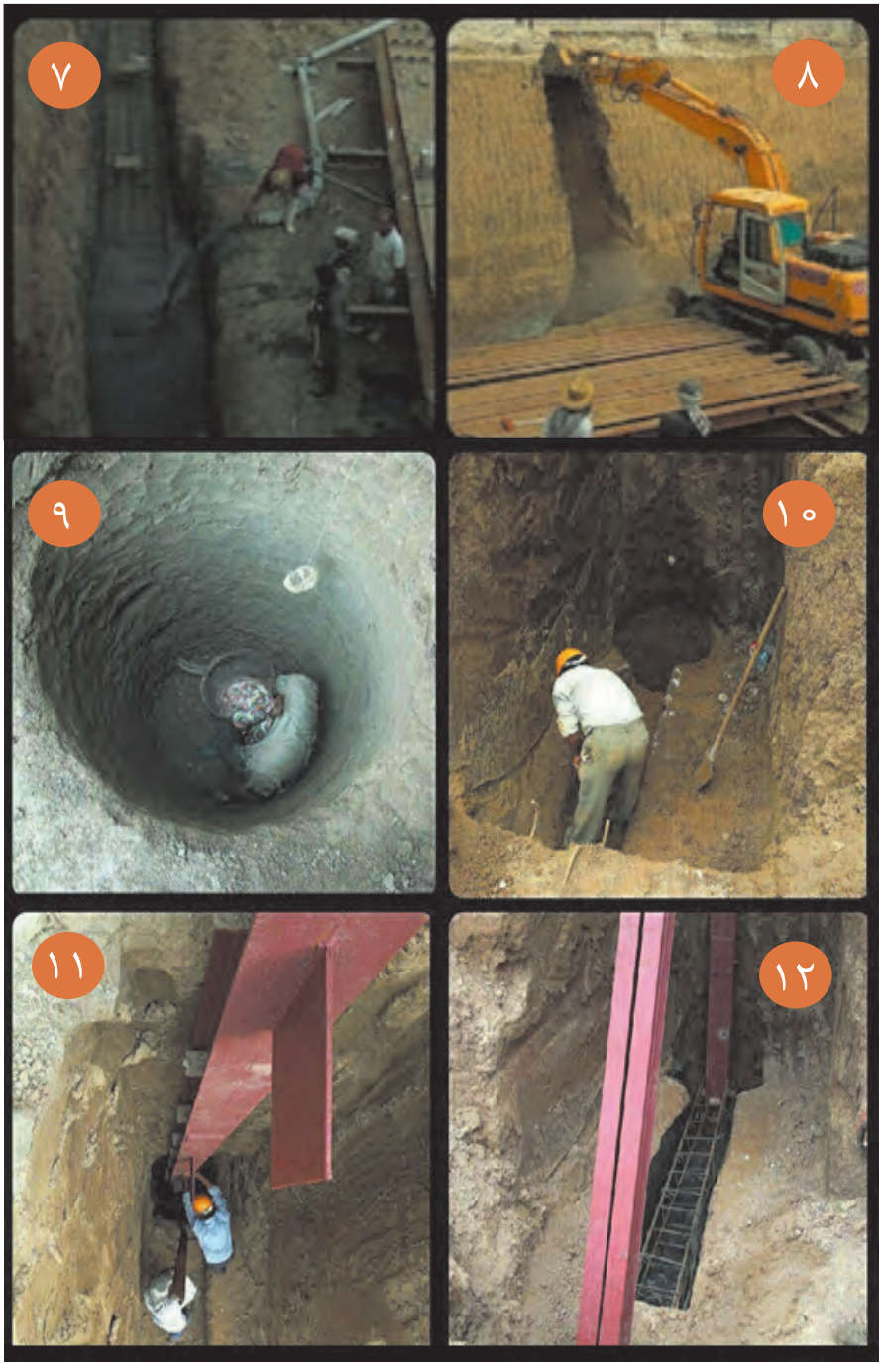
| نوع خاک | اندازه زاویه به درجه | شیب بر حسب درصد | شیب بر حسب درصد |
|---|---|---|---|
| زمین‌های دج | $5^{o}$ | حدود $\frac{1}{11}$ | حدود ۱۰ |
| زمین‌های سفت | $10^{o}$ | حدود $\frac{1}{6}$ | حدود ۲۰ |
| زمین‌های متوسط | $30^{o}$ | حدود $\frac{2}{3}$ | حدود ۷۰ |
| زمین‌های ماسه‌ای | $45^{o}$ | $\frac{1}{1}$ | ۱۰۰ |
| زمین‌های سست و خاک دستی | بیش از $45^{o}$ | - | - |

## ۲ـ۱ـ۳ ـ گودبرداری در زمین‌های محدود

منظور از زمین محدود، زمین نسبتاً کوچکی است که اطراف آن ساختمان‌هایی وجود داشته باشد. گودهایی که در مجاورت بناهای موجود ایجاد می‌شوند، نباید به هیچ عنوان به پایداری این بناها، چه در مرحلهٔ موقت اجرا و چه در مرحلهٔ نهایی، آسیب وارد کنند. در این موارد برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های گود و ایجاد پایداری لازم در آنها قبل از اقدام به عملیات ساختمانی، می‌توان از "سازهٔ نگهبان موقت" استفاده کرد. سازهٔ نگهبان موقت را با توجه به نوع خاک، عمق گود و فشار ناشی از ساختمان‌های مجاور می‌توان به شکل‌ها و روش‌های گوناگون اجرا کرد.

عکس‌های زیر یک نمونه از مراحل گودبرداری و اجرای سازه نگهبان در زمین‌های محدود را نمایش می‌دهد.




٧
٨
٩
١٠
١١
١٢

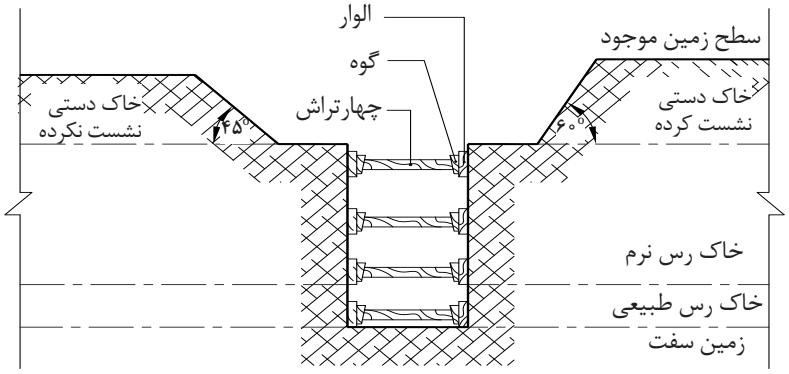
۱۳
۱۴
۱۵
۱۶
۱۷
۱۸
۱۹
۲۰

**شکل ۲ـ۲ ▲**

## ۲ـ۱ـ۴ـ پی کنی

پی‌کنی در ساختمان به دو منظور انجام می‌شود:
۱ـ دسترسی به زمین سخت و مقاوم زیرا بار ساختمان، ابتدا به پی و نهایتاً به زمین منتقل می‌شود در نتیجه زمین زیر پی باید مطمئن باشد و نشست نکند.
۲ـ برای محافظت پی ساختمان و جلوگیری از اثرات جوّی مانند یخ زدگی.
پی کنی در زمین‌هایی که از نظر جنس و مقاومت زمین و نیز وجود آب‌های سطحی و عمقی با هم تفاوت دارند، فرق می‌کند.
عمق پی به شرایط اقلیمی بستگی دارد. یعنی در مناطقی که در زمستان آب و هوای خیلی سرد دارند و یا بارندگی زیاد می‌شود و خطر یخ زدگی برای پی وجود دارد، عمق پی را بیشتر از مناطق معتدل و گرمسیر درنظر می‌گیرند.
به هر حال در هر نوع آب و هوایی عمق پی کنی نباید کمتر از ۵۰ سانتیمتر باشد.
پی کنی در انواع زمین‌ها شامل:
**الف) پی کنی در زمین‌های دج:** زمین دج یا مخلوط، زمینی است که خاک آن از انواع دانه‌های ریز و درشت تشکیل شده باشد. عمق پی این‌گونه زمین‌ها معمولاً بین ۸۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متر و در بعضی موارد ۱۲۰ سانتی‌متر است. پی کنی در زمین‌های دج نسبتاً آسان بوده و خطر ریزش، به خصوص در مورد عمق‌های معمولی، بسیار کم است..
**ب) پی کنی در زمین‌های ماسه‌ای:** چون عمل پی‌کنی در این گونه زمین‌ها همیشه با خطر ریزش روبروست، به خصوص اگر زمین مزبور خشک باشد، چنانچه عمق کم بوده و شدت ریزش نیز در آن زیاد نباشد، اصولی ترین و در عین حال ساده ترین روش برای جلوگیری از احتمال ریزش خاک این است که پی‌کنی با شیبدار انجام شود. در این موارد زاویه شیب برحسب شدت ریزش حداکثر تا ۴۵ درجه افزایش خواهد یافت. چنانچه شدت ریزش زیاد و عمق پی نیز نسبتاً زیاد باشد، پی کنی با شیب نه عملی است و نه مقرون به‌صرفه. در چنین مواردی لازم است گونه‌های پی با چوب بست و با قالب‌بندی مهار شود. برای این کار الوارهایی به ابعاد تقریبی ۵×۳۰×۴۰ سانتی‌متر در طرفین پی قرار داده و به کمک چهار تراش و با بهره گیری از گوه‌های چوبی، الوارها مهار می‌شوند.
لازم به یادآوری است که پی کنی در زمین‌های رسی خشک نیز همانند زمین‌های ماسه‌ای است با این تفاوت که زاویه شیب برای پی کنی حدود ۳۷ـ۲۵ درجه، برای زمین‌های رسی، خواهد بود. این اختلاف شیب، نسبت به زمین‌های ماسه‌ای، به علت چسبندگی دانه‌های خاک رس است.
**ج) پی کنی در زمین‌های سنگی:** پی کنی در زمین‌های سنگی مشکل و انجام آن با وسایل دستی از قبیل بیل و کلنگ امکان پذیر نیست و باید با ماشین آلات مکانیکی و مته‌های کمپرسوری انجام گیرد که هزینه‌ای سنگین خواهد داشت. حداقل عمق پی در زمین‌های سنگی در مناطق سردسیر ۷۵ سانتیمتر است. در مناطق گرمسیر می‌توان آن‌را تا ۵۰ سانتی‌متر هم تقلیل داد.
شاید فکر کنید که امکان دارد زمین سنگی فوق العاده مقاوم باشد و در این صورت ساختمان نیاز به پی نخواهد داشت. چنین فکری به کلی اشتباه است، زیرا عدم وجود پی در ساختمان باعث ناپایدار شدن

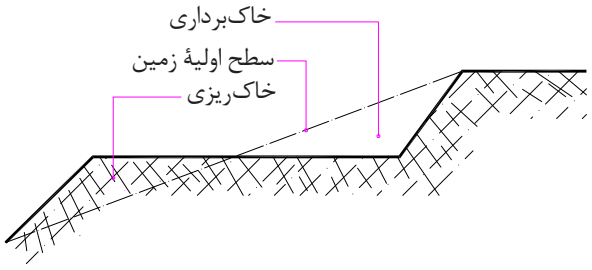
بنـا گردیـده و بـا کمتریـن نیـروی جانبـی بـه ویـژه زلزله‌های خفیف شـروع به لـرزش خواهـد کـرد. در حالی که وجـود پـی باعـث درگیـر شـدن سـاختمان در زمین شـده و از تـکان خوردن بنـا جلوگیـری می‌نماید.




**شکل ۲ـ۳ ▲**

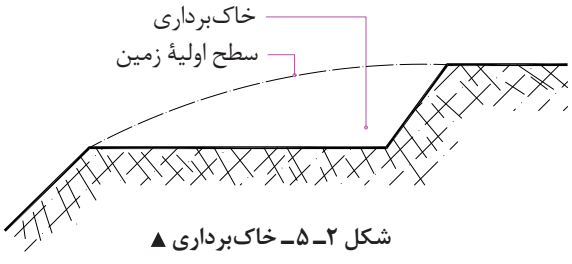
**د) پی کنی در زمین‌های شیب دار:** در مناطق کوهستانی زمین‌های مسطح به ندرت یافت می‌شود، و بنابراین در این مناطق پیش از شروع عملیات ساختمانی، باید محل ساختمان را تسطیح کرد. برای این منظور از سه روش استفاده می‌کنند و اغلب روشی را به کار می گیرند که از نظر اقتصادی مقرون به‌صرفه باشد.

* **خاک برداری و خاک ریزی:** این روش بسیار معمول و متداول است، زیرا باعث کاهش هزینه می‌شود. (شکل ۲ـ۴)



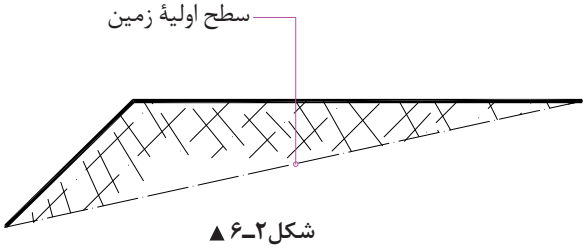

**شکل ۲ـ۴ـ خاک‌برداری و خاک‌ریزی ▲**

**الـف) خاک‌بـرداری:** برای تسـطیح، باید کلیه خاک‌های اضافه، برداشـته شـده و به محلی خارج از سـاختمان بـرده شـود. ایـن روش هزینـهٔ حمـل خـاک را بـه دنبـال خواهـد داشـت ولـی چـون بـه زمیـن دسـت نخورده می‌رسـیم، کاری اصولی اسـت. (شـکل ۲ـ۵)




**شکل ۲ـ۵ـ خاک‌برداری ▲**

**ب)خاک ریزی:** این روش توصیه نمی‌شود، زیرا زمین را با خاک دستی پر کرده‌ایم ولی چنانچه مجبور به خاک‌ریزی باشیم، باید با خاک مرغوب که دارای تراکم و دانه بندی مناسب و مقاومت مطلوب نیز هست این عمل را، طبق اصول فنی و با رعایت مرطوب کردن و غلتک زدن خاک در لایه‌های مختلف انجام دهیم در این موارد باید مقدار تراکم و مقاومت خاک به تأیید آزمایشگاه‌های مکانیک خاک برسد.




شکل ۲ـ۶ ▲

## ۲ـ۱ـ۵ ـ عوارض ناشی از عدم رعایت نکات فنی در مکانیک خاک

پروژهٔ ساختمانی را نباید بدون توجه اساسی به مقاومت خاکی که ساختمان روی آن بنا خواهد شد محاسبه و اجرا کرد. مقاومت خاک را در علم مکانیک خاک مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهند تا اول دقیقاً معلوم شود که خاک چقدر مقاومت دارد و آنگاه، بر اساس محاسبات اقدام به اجرای پروژه بر روی آن می‌نمایند. بدون توجه به مقدار نیروهای وارده بر خاک و مقاومت آن، خطرات شدیدی پروژه ساختمانی و عمرانی را تهدید می‌کند. در بسیاری از موارد، ضعیف‌بودن مقاومت خاک باعث از بین رفتن سرمایه و وقت زیاد و همچنین احتمال بروز خطرات جانی خواهد شد. از این رو خطرات ناشی از خاک را نباید نادیده گرفت.

## ۲ـ۲ـ پی سازی

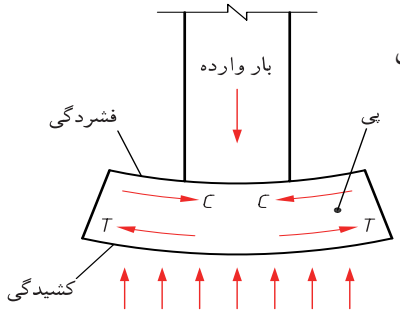
### ۲ـ۲ـ۱ـ تعریف پی

پی واسطه اتصال ساختمان به زمین است که نیروهای ناشی از ساختمان از طریق آن به خاک منتقل می‌شوند.

### ۲ـ۲ـ۲ـ پی سازی

پی باید به گونه ای اجرا شود که بتواند تمام وزن ساختمان، اشیایی که در آن قرار خواهد گرفت و وزن افرادی که در آن رفت و آمد خواهند کرد را تحمل نماید. پی در مقابل بارها و عکس‌العمل زمین، مطابق شکل ۲ـ۷ تغییر شکل می‌دهد. بر اثر بار وارده، پی تمایل به خمیده شدن دارد که قسمت‌های بالای آن فشرده و قسمت‌های زیرین کشیده می‌شود.

باید توجه داشت که خمیدگی پی، به شکل‌های دیگری هم اتفاق می‌افتد، اما در اینجا ساده ترین نوع آن بیان شده است. (شکل ۲ـ۷)




شکل ۲ـ۷ ◄

## ۲ـ۲ـ۲ـ۱ـ آماده سازی کف پی

قبل از پی سازی باید کف پی را آماده کرد به این معنی که کف باید مسطح و عاری از هرگونه مواد زاید باشد. برای کف‌های بتن آرمه اجرای یک لایه بتن سبک بتن مگر ـ بتن پاکیزگی به ضخامت حداقل ۵ سانتیمتر و عیار ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در متر مکعب بتن الزامی است بتن پاکیزگی خطر آلوده شدن بتن را به هنگام عملیات بتن ریزی مرتفع می کنند.

## ۲ـ۲ـ۳ـ انواع پی از نظر مصالح

پی‌های متداول از نظر مصالح تشکیل دهنده عبارت اند از: شفته آهکی، سنگی و بتنی (بتن آرمه).

**الف) پی‌های شفته آهکی:** از این نوع پی، برای ساختمان‌های کوچک و کم ارتفاع، مانند ساختمان‌های یک یا دو طبقه، می توان استفاده کرد. امروزه اجرای پی شفته آهکی دیگر متداول نیست زیرا دوام و مقاومت آن، چندان مطلوب نمی‌باشد. قبل از پیدایش سیمان و اجرای پی‌های بتنی، ساخت این نوع پی متداول بود. مصالح تشکیل دهندهٔ پی شفته آهکی عبارت اند از: آهک، خاک، دانه‌های سنگی و آب.

برای اجرای این پی، گرد آهک، خاک حاصل از پی کنی (در صورتی که مناسب تشخیص داده شود) و آب را کاملاً با هم مخلوط می کنند تا به صورت خمیری کاملاً نرم در آید، سپس آن را در گود پی و به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر می‌ریزند (لایهٔ اول). پس از آنکه لایه اوّل، مقداری از آبش را از دست داد و به اصطلاح "دو نم" شد، آن را قدری می کوبند و لایه یا لایه‌های بعدی را می‌ریزند.

میزان مصرف آهک، بستگی به مقدار خاک رس دارد. هر قدر خاک رس بیشتر باشد، باید آهک بیشتری نیز به کار برد. اما به‌طور معمول، ۲۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم آهک برای هر متر مکعب خاک کافی است. در هوای خیلی سرد، به علت یخ زدگی، و در هوای خیلی گرم، به علت سرعت تبخیر آب، نباید شفته ریزی به عمل آید، زیرا مقاومت مورد نیاز در پی ایجاد نمی‌شود.

**ب) پی‌های سنگی:** این نوع پی از سنگ‌های طبیعی، البته در نقاطی که سنگ فراوان و ارزان در دسترس باشد، ساخته می‌شود. برای پی‌های با ارتفاع زیاد، پی‌های سنگی مناسب هستند. مانند پی دیوارهایی که در کنار رودخانه یا کوه، برای جلوگیری از ریزش خاک ایجاد می کنند.

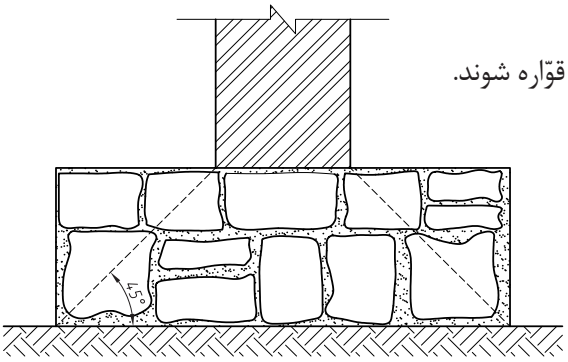
روش اجرای پی سنگی چنین است که اول کف پی را ملات ریزی کرده و سنگ‌های بزرگ را، با رعایت پیوند کامل، پهلوی هم چیده و بین آنها را با سنگ‌های لاشه‌ای کوچک تر پر می کنند و سپس لابه‌لای سنگ‌ها را با ملات پر می کنند به‌طوری که هیچ منفذی بین سنگ‌ها باقی نماند. با پر کردن یک لایه ملات به ضخامت حدود ۴ سانتیمتر روی رج اول، رج دوم، با رعایت پیوند کامل کار ادامه می‌یابد تا پی به ارتفاع یا سطح مورد نظر برسد. زاویه پخش بار در این نوع پی ۴۵ درجه است (شکل ۲ـ۸). در پی سازی با سنگ، باید به نکات ذیل توجه شود:

ـ سنگ‌های مصرفی، تمیز و عاری از گل و لای و پوسیدگی باشند.

ـ هنگام مصرف سنگ، مرطوب کردن سنگ، باعث پیوند بهتر ملات و سنگ می‌شود.

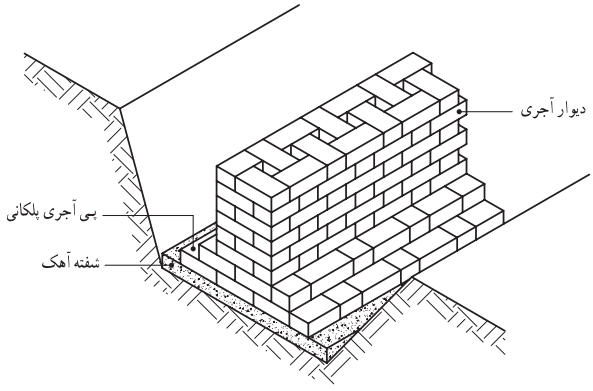
ـ ارتفاع هر قطعه سنگ نباید از عرض آن بیشتر باشد.

ـ از سنگ‌های صیقلی برای پی سازی استفاده نشود زیرا سنگ‌های صیقلی ناپایداری در پی به وجود می‌آورند.
ـ عرض پی سنگی، از هر طرف دیوار، حداقل ۱۵ سانتی‌متر بیشتر باشد.
ـ ملات مصرفی عبارت است از ملات ماسه آهک یا ملات ماسه سیمان.
ـ بند برشی در رج‌ها نباید به وجود آید.
ـ تیزی سنگ‌ها باید با پتک و چکش گرفته و سنگ‌ها قوّاره شوند.




شکل ۲ـ۸ ◄

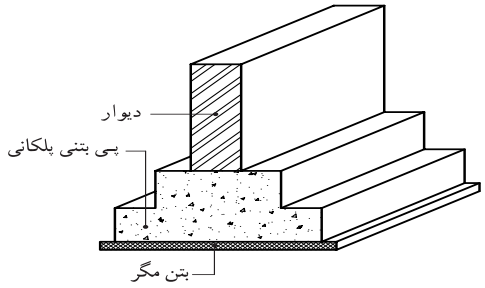
**ج) پی‌های آجری:** در ساختمان‌های کوچک که بارهای وارده بر پی نسبتاً کم است، می‌توان از پی آجری استفاده کرد. برای اجرای این نوع پی، ابتدا یک قشر ملات شفته آهک به ضخامت ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر روی زمین می‌ریزند و پس از آنکه شفته آهک آب خود را از دست داد، پی آجری را با ملات ماسه آهک یا ماسه سیمان اجرا می‌کنند. زاویه پخش بار در این نوع پی، حدود ۴۵ درجه است بنابراین می‌توان برای صرفه‌جویی در مصالح و وقت، پی آجری را به شکل پلکانی، مطابق شکل ۲ـ۹، ساخت. توجه به پیوند صحیح، باعث مقاومت بیشتر این پی در مقابل بارهای وارده می‌شود.



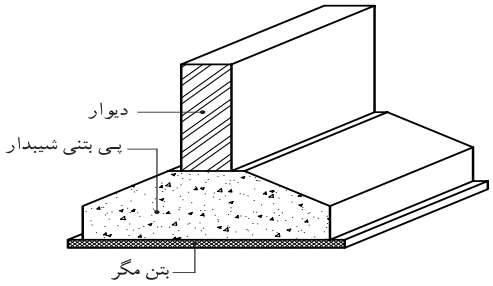

شکل ۲ـ۹ ◄

**د) پی بتنی:** پی‌های بتنی، بهترین پی در کارهای ساختمانی به شمار می‌آیند.
امروزه پی ساختمان‌های سنگین و چند طبقه را با بتن مسلح می‌سازند. برای ساختمان‌های سبک و یک طبقه هم پی‌های بتنی مناسب‌تر از انواع دیگر پی است. زاویه پخش بار در پی‌های بتنی، بین ۳۰ تا ۴۵ درجه است بنابراین می‌توان این نوع پی‌ها را پلکانی (مطابق شکل۲ـ۱۰)، یا به صورت هرم ناقص (مطابق شکل ۲ـ۱۱) ساخت و در مصرف بتن صرفه‌جویی کرد.
برای اجرای پی بتنی، در مواردی که شرایط پایداری برای دیواره‌های گود وجود داشته باشد، می‌توان بتن‌ریزی را در مجاورت خاک انجام داد.

برای اجرای پی بتنی، نیاز است که قبلاً قالب‌بندی (آجری، چوبی، فلزی) انجام گیرد. انتخاب نوع قالب بستگی به امکانات موجود دارد. قبل از قالب‌بندی، باید در کف گود، یک لایه بتن پاکیزگی (مگر) به ضخامت حداقل ۱۰ سانتی‌متر ریخته شود. پس از خودگیری این لایه بتن، قالب‌بندی و سپس آرماتورگذاری، طبق مشخصات فنی انجام می‌شود. بنا به نوع کار و شرایط محل کار، ممکن است ابتدا آرماتورگذاری و سپس قالب‌بندی انجام شود. پس از اطمینان از ایستایی و صحت اندازه‌های قالب، بتن ساخته شده طبق مشخصات فنی، در قالب ریخته می‌شود و با ویبراتور (دستگاه لرزاننده) آن را متراکم می‌کنند.




شکل ۲ـ۱۰ ▲




شکل ۲ـ۱۱ ▲

زمان بارگذاری روی پی‌های بتنی، بستگی به نوع سیمان مصرفی دارد. در شرایط متعارف و معمول، این زمان حداقل هفت روز پس از بتن ریزی است.

## ۲ـ۲ـ۴ـ بررسی ابعاد پی

طول عرض و ارتفاع پی‌ها بستگی دارد به:

- به بارهای وارده از سازه
- مقاومت خاک زیر پی
- مصالح تشکیل دهندهٔ پی

ابعاد پی برای ستون‌های فلزی و بتنی باید بر اساس محاسبات فنی دقیق تعیین شود. در این کتاب، فقط ابعاد پی را برای دیوارهای باربر آجری بررسی می‌کنیم.

**الف)طول پی:** طول پی به اندازهٔ طول دیوار است که روی آن قرار می‌گیرد.

**ب)عرض پی:** عرض پی، قدری بزرگ‌تر از عرض دیواری است که روی آن ساخته می‌شود زیرا هر چه سطح پی بزرگ‌تر باشد، فشار وارد بر آن کمتر است. همچنین فرض بر این است که بار وارده به وسیلهٔ دیوار بر روی پی با زاویه ۴۵ درجه منتقل می‌شود. به منظور صرفه‌جویی در مصالح می‌توان پی را به صورت پله‌ای یا شیب دار ساخت.

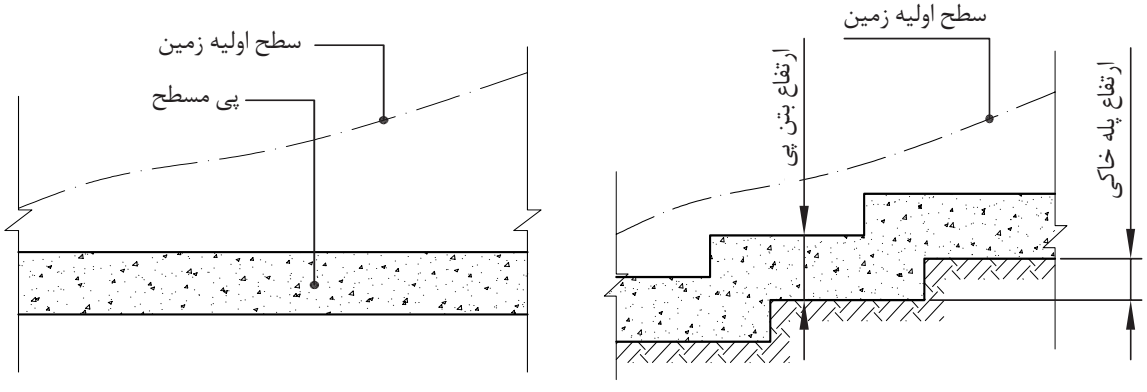
**ج)ارتفاع پی:** در پی‌های سنگی، بار دیوارها با زاویه‌ای حدود ۴۵ درجه بر پی وارد می‌شود. پس با معلوم بودن عرض پی، می‌توان ارتفاع آن را محاسبه کرد. مثلاً ارتفاع یک پی به عرض ۶۰ سانتی‌متر که قرار است روی آن دیواری به عرض ۳۰ سانتی‌متر قرار گیرد، باید حداقل ۱۵ سانتی‌متر باشد و با توجه به حدود ۵ سانتی‌متر حاشیه ایمنی برای آن، ارتفاع پی ۲۰ سانتی‌متر خواهد بود. البته این مقادیر تقریبی است و ابعاد دقیق پی باید بر اساس بار وارده و مقاومت زمین محاسبه شود.

## ۲ـ۲ـ۵ـ عمق پی (پی کنی)

به منظور مصون ماندن پی از آسیب پذیری در برابر فشار و ضربه و نیز عوامل طبیعی، هم‌چون یخ زدگی، روی پی باید مقداری پایین تر از کف تمام شدهٔ یک ساختمان و کف‌های مجاور باشد. این مقدار پایین‌تر بودن را، عمق پی یا عمق یخ زدگی پی می‌گویند. می‌توان در پی‌های خارجی ساختمان، این عمق را بیشتر و در پی‌های داخلی آن را کمتر درنظر گرفت. به‌طور کلی عمق پی بستگی به شرایط اقلیمی و موقعیت ساختمان دارد. بدین معنی که در ساختمان‌های بزرگ یا مؤسسات صنعتی که رفت و آمد وسایل‌نقلیه و ماشین‌آلات کارگاهی مانند جرثقیل و لیفت تراک و ... در آنها وجود دارد، چون نیروی ضربه ناشی از این ماشین آلات روی پی به مراتب بیشتر از نیروهای وارد بر ساختمان‌های معمولی است. لازم است عمق پی بیش تر باشد. همچنین در مناطق باران خیز مانند شهرهای شمالی کشور ما و نیز مناطق پربرف و کوهستانی آن، مانند شهرهای شمال غربی و غرب، به دلیل طولانی بودن دورهٔ یخ‌بندان، باید عمق پی بیشتر باشد تا از خطر یخ زدگی مصون بماند. در این مناطق عمق پی تا ۱۲۰ سانتی‌متر است. در مناطق معتدل یا گرمسیر، و برای ساختمان‌های معمولی، می‌توان عمق پی را تا ۵۰ سانتی‌متر تقلیل داد. به غیر از عوامل مذکور، عوامل دیگری در تعیین عمق پی مؤثرند که از آن جمله بالا یا پایین بودن سطح آب‌های زیرزمینی و جنس خاک زیر پی است.

## ۲ـ۲ـ۶ـ فرم پی با توجه به شیب زمین

معمولاً زمین‌ها به‌طور طبیعی، کم یا زیاد، شیب دارند. بنابراین قبل از شروع عملیات ساختمانی باید محل ساختمان و خصوصاً محل پی را تسطیح کرد. در زمین‌های کم شیب فرم پی را می‌توان به صورت مسطح درنظر گرفت، اما در زمین‌های با شیب زیاد معمولاً پی را به صورت پله‌ای می‌سازند تا مقرون به‌صرفه باشد. در ساخت پی‌های پله‌ای باید توجه داشت که ارتفاع پله‌های پی بیشتر از ضخامت بتن پی نباشد و این ارتفاع‌ها یکنواخت ساخته شوند.




شکل ۲ـ۱۲ ▲

## ۲ـ۳ـ کرسی‌چینی

### ۲ـ۳ـ۱ـ کرسی‌چینی و هدف از اجرای آن

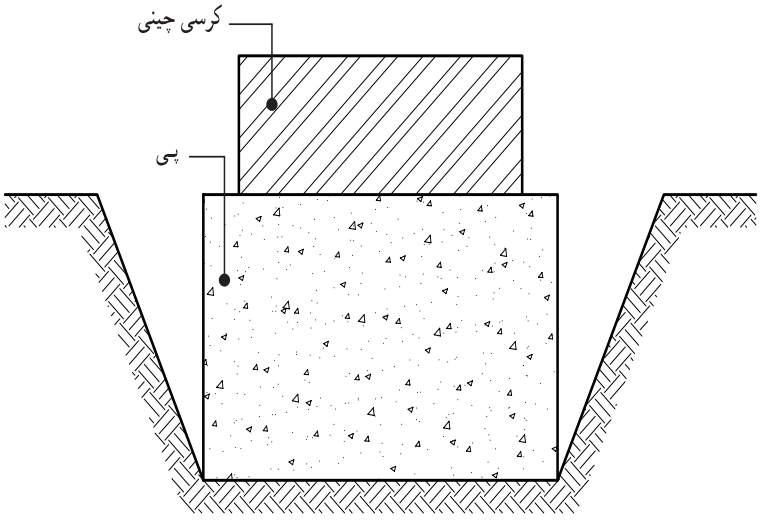
با چیدن چند رج آجر بر روی پی، می‌توان اختلاف ارتفاعی بین سطح داخل و خارج ساختمان (حیاط، کوچه، خیابان) به وجود آورد. به دیواری که این اختلاف ارتفاع را به وجود می‌آورد"کرسی" و به اجرای آن "کرسی‌چینی" گفته می‌شود (شکل ۲ـ۱۳).

**مزایای کرسی‌چینی در این است که:**

ـ انسان معمولاً تمایل دارد قدری بلندتر از کف زمین سکونت کند. گویی بدین ترتیب، احساس امنیت بیشتری می‌کند.

ـ اختلاف ارتفاع کف داخل با کف خارج از ساختمان، باعث اجرای صحیح و مناسب عایق بندی رطوبت می‌شود.

ـ اغلب زمین‌هایی که برای ساختمان سازی مورد استفاده قرار می گیرند، کاملاً تراز نبوده و دارای شیب هستند و چون به‌طور معمول فضاهای داخل ساختمان در یک تراز ساخته می‌شوند، کرسی‌چینی این امکان را فراهم می‌کند.




شکل ۲ـ۱۳ ▲

### ۲ـ۳ـ۲ـ عرض و ارتفاع کرسی

عرض کرسی از هر طرف دیوار باربر، بین ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر بیشتر درنظر گرفته می‌شود تا توزیع وزن دیوار، بر سطح بزرگ‌تری از پی انجام شود. این مقدار اضافی را "ریشه" یا "ناخن" می‌گویند.

عرض کرسی تابع ارتفاع آن نیز هست. هر قدر ارتفاع بیشتر باشد باید عرض آن هم بیشتر شود تا بتواند در مقابل فشارهای جانبی مقاومت کند.

حداقل ارتفاع کرسی، ۳ رج می‌باشد که از طرف داخل ساختمان، در کف سازی پنهان می‌شود و از طرف خارج، بدنه آن نماسازی می‌شود که به ازاره معروف است.

## ۲ـ۳ـ۳ـاجرای کرسی‌چینی

کرسی‌چینی باید با آجر مقاوم و توپر و با ملات ماسه سیمان و رعایت قواعد آجر چینی انجام شود. کرسی‌چینی را باید تا حد امکان، با پیوند کلّه انجام داد تا بار حاصل از دیوار را به شکل مؤثرتری توزیع کند و چنانچه به آجرهای راسته نیاز باشد، آنها را در وسط دیوار قرار داد.

## ۲ـ۳ـ۴ـعایق‌های رطوبتی

عایق‌های رطوبتی اصولاً برای پیشگیری از نفوذ رطوبت به داخل ساختمان، یا مصالح ساختمانی به‌کار می‌روند چون مصالح ساختمانی در مقابل رطوبت دوام خود را از دست می دهند و می‌پوسند. قسمت‌هایی از ساختمان را که در مجاورت رطوبت قرار دارد، عایق کاری می‌کنند.

## ۲ـ۳ـ۴ـ۱ـانواع عایق‌های رطوبتی

متداول ترین عایق رطوبتی در ایران قیر و گونی است، ولی از عایق‌های دیگری مانند: مشمع‌های قیری، گونی‌های قیر اندود، ورق‌های قیر اندود، پوشش‌های لاستیکی و دوغاب شیشه‌ای هم استفاده می‌شود.

## ۲ـ۳ـ۵ـشناخت انواع چتایی (گونی)

گونی‌ها و الیاف چتایی، قیر را در خود نگه می‌دارند. این خاصیت باعث می‌شود قیر در هوای گرم، در صورت ذوب شدن، جاری نشود. گونی‌های مورد استفاده برای قیر و گونی از نظر نوع بافت انواع مختلفی دارند ولی در هر حال، گونی باید نو، دارای بافت سالم، بدون آلودگی و بدون چروک باشد. گونی‌هایی که برای عایق کاری ساختمان به کار می‌روند، برحسب نوع بافت و وزن واحد سطح آن دارای درجات مختلفی هستند. گونی درجه ۱، ریز بافت و وزن یک مترمربع آن حدود ۳۱۰ گرم، درجه ۲ دارای بافت متوسط و یک مترمربع آن ۲۶۰ گرم وزن دارد. گونی درجه ۳ درشت بافت است و یک مترمربع آن حدود ۲۱۰ گرم وزن دارد.

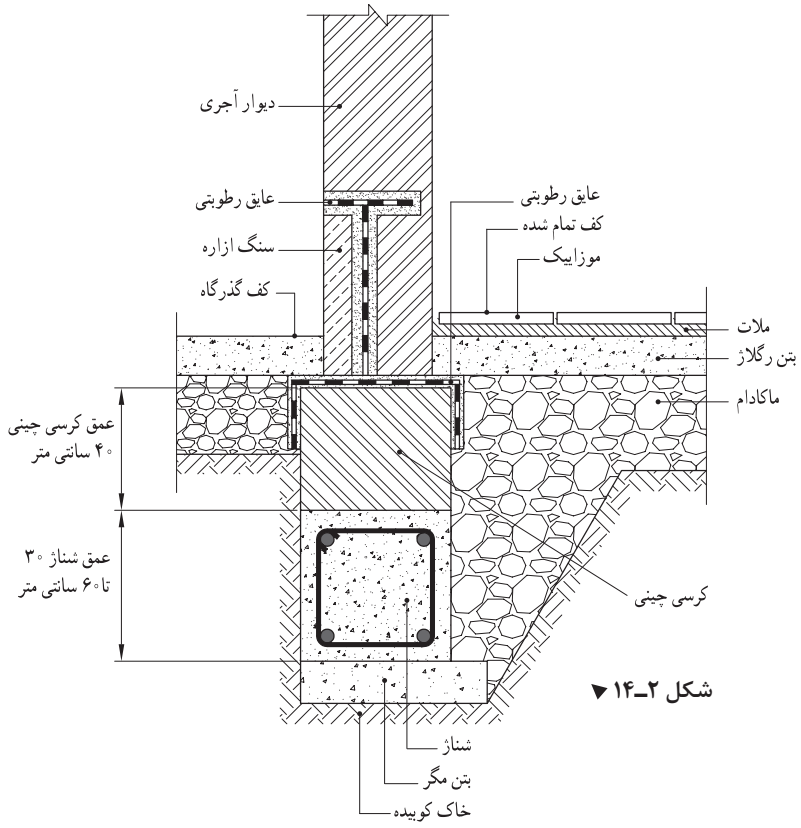
## ۲ـ۳ـ۶ـنحوهٔ ذوب قیر و مسائل حفاظتی آن

قیر را باید در بشکه سالم به تدریج حرارت داد تا ذوب و کاملاً روان شود. اگر به قیر بیش از حد لازم حرارت داده شود، می‌سوزد و خاصیت عایق بودن و چسبندگی خود را از دست می‌دهد. علامت قیر سوخته شده، رنگ آن است که قهوه‌ای می‌شود. قیر سالم دارای رنگ مشکی براق است و خاصیت چسبندگی دارد. اگر آب داخل بشکه قیر شود، در موقع گرم کردن قیر کف کرده و سر می‌رود. هنگام ذوب کردن قیر باید از وسایل حفاظتی مانند ماسک و عینک و دستکش و لباس ایمنی استفاده کرد. زیرا اگر هنگام حرارت دادن به قیر، ذراتی از آن به بیرون بشکه بپرد، ممکن است به دست و صورت چسبیده و باعث سوختگی عمیق پوست شود.

## ۲ـ۳ـ۷ـ روش اجرای قیر و گونی پی و کرسی

پس از کرسی‌چینی، سطح و مقداری از کناره‌های آن را با ملات ماسه سیمان نرم ۶ : ۱ به ضخامت ۲ سانتی‌متر اندود کرده و سطح آن را کاملاً صاف می‌کنیم. پس از خشک شدن ملات ، قیر مناسب آب و هوای محل را ذوب کرده و با آن، به مقدار حداکثر ۲ کیلوگرم در هر مترمربع، روی سطح کرسی و کناره‌های آن را به ارتفاع حداقل ۱۰ سانتی‌متر می‌پوشانیم. سپس گونی مصرفی را به عرض ۲۰ سانتی‌متر بیشتر از عرض کرسی (از هر طرف ۱۰ سانتی‌متر) آماده کرده و روی آن پهن می‌کنیم و یک لایه دیگر قیر روی گونی می‌کشیم. سپس در صورتی که عایق کاری در دو لایه باشد، لایه دوم را اجرا می‌کنیم.

**تذکر:** در صورتی که کرسی فقط از یک طرف آزاد باشد و طرف دیگر آن دیوار همسایه باشد، عرض اندود ماسه سیمان و عرض گونی، به اندازه عرض کرسی به اضافه ۱۰ سانتی‌متر خواهد بود.

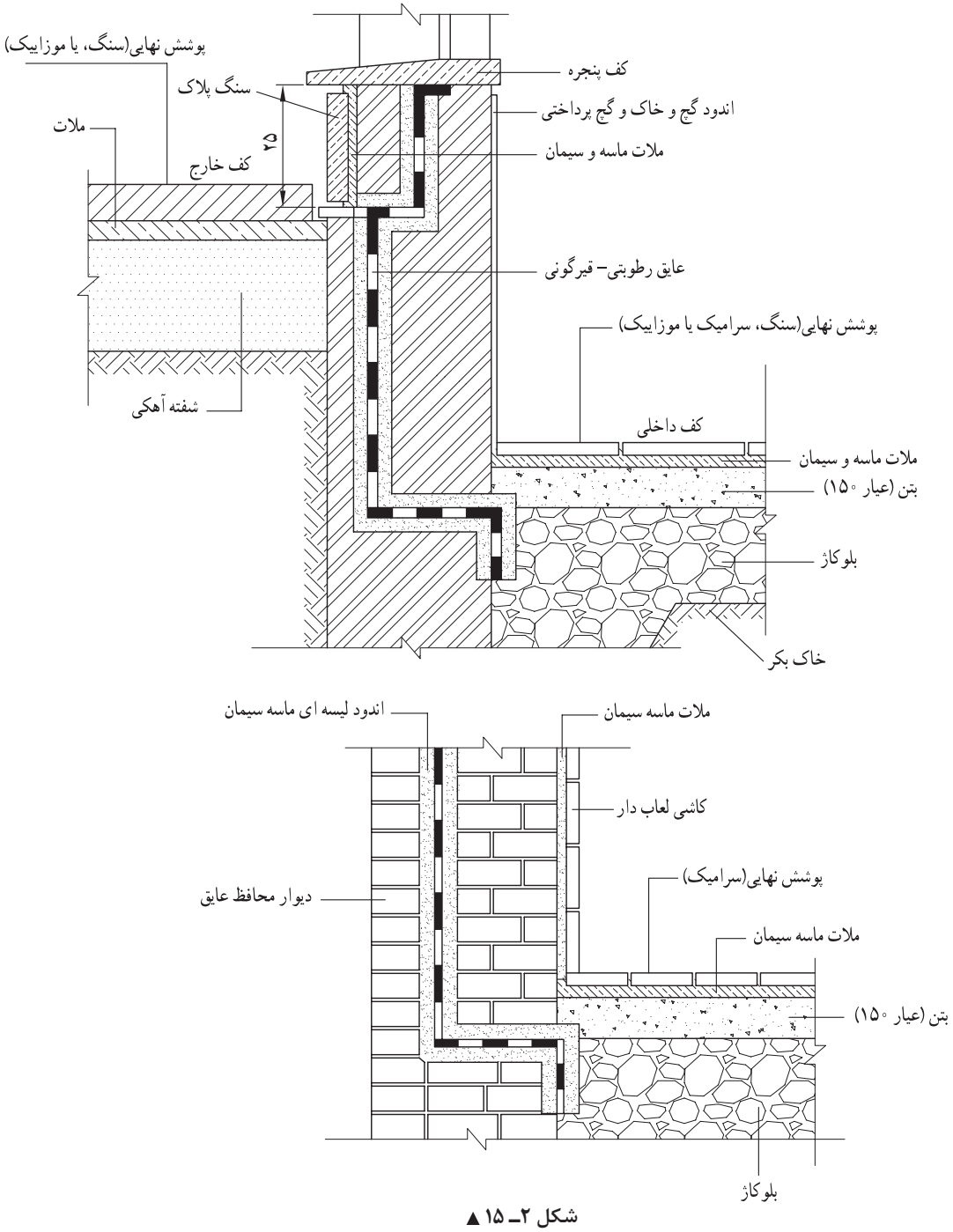



شکل ۲ـ۱۴ ◄

## ۲ـ۳ـ۸ـ لزوم عایق کاری و روش اجرای عایق کاری دیوار زیر زمین

رطوبت می‌تواند علاوه بر امکان نفوذ از کف زیر زمین، از طریق دیوارهای زیرزمین هم به داخل نفوذ کند که باید برای جلوگیری از آن، بدنه‌های خارجی زیرزمین نیز عایق کاری شود. هرگز نباید قیر و گونی در تماس مستقیم با خاک باشد زیرا مواد آهکی موجود در خاک ، قیر و گونی را فاسد می‌کند و همچنین، سنگ دانه‌های تیز، باعث سوراخ شدن قیر و گونی می‌شوند بنابراین، برای حفظ قیر و گونی از فاسد شدن یا سوراخ شدن، باید بین خاک و قیر و گونی، با دیواری به نام "دیوار محافظ عایق"، جدایی به وجود آورد.

این "دیوار محافظ"، قبل از اجرای دیوار اصلی زیرزمین، به ضخامت ۱۱ یا ۲۲ سانتی‌متر در پشت دیوار اصلی چیده و بدنه آن، با ملات ماسه سیمان اندود می‌شود. پس از خشک شدن ملات ماسه سیمان، یک قشر قیر ۷۰ـ۶۰ مذاب، حدود ۱/۵ کیلوگرم برای هر مترمربع، به‌طور یکنواخت روی آن کشیده می‌شود.




**شکل ۲ـ ۱۵ ▲**

و در حالی که قیر هنوز گرم است، گونی به صورت عمودی روی آن قرار می‌گیرد و طوری فشار داده می‌شود که در تمام نقاط، گونی کاملاً به قیر بچسبد. با پوشش حداقل ۱۰ سانتی‌متر از عرض، ردیف دوم گونی روی قیر قرار می‌گیرد و بقیه ردیف‌ها به همین ترتیب ادامه می‌یابد و در آخر، یک قشر دیگر قیر روی گونی کشیده می‌شود (دو لایه قیر و یک لایه گونی). در صورتی که دو لایه گونی مورد نظر باشد. به همین ترتیب لایه دوم گونی روی قیر کشیده می‌شود و بار دیگر با قیر مذاب اندود می‌گردد.

درعایق کاری دیوارها باید به چند نکته توجه داشت:

۱ـ در مناطق گرمسیر و گرم و معتدل و نیز مواردی که، به واسطه مجاورت با دودکش یا لوله‌های آب گرم‌کن، ممکن است قیر گرم شود، به جای قیر ۷۰ـ۶۰ باید مخلوطی به نسبت ۲/۳ قیر ۷۰ـ۶۰ و ۱/۳ قیر R ۸۵/۲۵ به کار برد.

۲ـ عایق عمودی باید کاملاً به عایق افقی روی کرسی متصل و با آن یک پارچه شود.

۳ـ اگر ارتفاع دیوار زیاد باشد و احتمال جدا شدن لایه‌های عایق از دیوار وجود داشته باشد، نباید از میخ یا اجسام نوک تیز که لایه‌های عایق را سوراخ می‌کند، برای ثابت نگه داشتن عایق، استفاده کرد. در این مورد بهتر است عایق کاری در چند مرحله انجام گیرد.

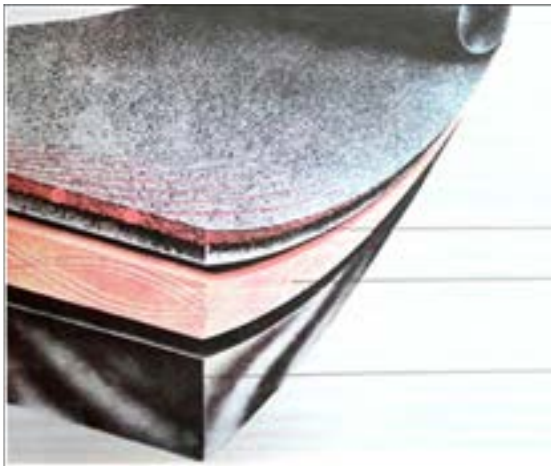
## ۲ـ۳ـ۹ـ ورق‌های قیر اندود

ورق‌های قیر اندود شامل سه نوع؛ ورق، مقوا و مشمع می‌باشد:

۱ـ ورق‌های قیر اندود که با لایه ای از مواد پشم شیشه‌ای با الیاف مصنوعی (فایبرگلاس) همراه است و در بازار به نام‌های تجاری ایزوگام و پیروزگام و ... معروف می‌باشد.

۲ـ مقوای قیراندود که لایه میانی آن از جنس مقوا می‌باشد و به وسیله قیر پوشش داده شده است. از مقواهای قیراندود به عنوان عایق رطوبتی در سطوح افقی روی کرسی‌چینی استفاده می‌شود، بعضی از انواع آن را به ابعاد ۱۰۰×۳۰ سانتی‌متر به فرم‌های تزیینی برش داده و برای پوشش نهایی در سقف‌های شیب‌دار به‌کار می‌برند.

۳ـ مشمع قیر اندود که لایه میانی آن از مواد مصنوعی نفتی با پوشش قیری ساخته شده است. این عایق به عنوان یک عایق رطوبتی در سطوح افقی به کار می‌رود.




شکل ۲ـ۶◄

## ۲ـ۴ـ دیوار چینی

### ۲ـ۴ـ۱ ـ تعریف یک رگی کردن بنا و هدف از آن

چیدن اولین رج دیوارها را بر روی کرسی (قیر و گونی)، یک رگی کردن بنا می‌گویند. این رج عامل تعیین‌کننده سایر رج‌های آجرکاری است، بنابراین باید در اجرای آن دقت کافی به عمل آید به‌طوری که طول و ضخامت دیوارها، محل درها، ستون‌ها و ... صحیح و مطابق نقشه باشد.

### ۲ـ۴ـ۲ـ روش یک رگی کردن

ـ از یک بر کوچه، خیابان یا در صورت موجود بودن میخ‌های رزرو، دو سر (ابتدا و انتهای) دیوار را طبق اندازه نقشه، بر روی یکی از اضلاع کرسی مشخص می‌کنیم.
ـ با ریختن ملات روی کرسی (قیر و گونی)، آجرهای ابتدا و انتهای دیوار را کار می‌گذاریم.
ـ با ریسمان‌کشی و ریختن ملات بر روی کرسی، بین آجرهای ابتدا و انتها را با پیوند مناسب و صحیح پر می‌کنیم.
ـ محل‌های باز دیوار مانند درها آجرچینی نمی‌شوند و ستون‌ها، تورفتگی‌ها و ... دقیقاً مطابق پلان ساختمان انجام می‌شوند.
ـ اعمال یاد شده را بر روی قسمت دیگری از کرسی انجام می‌دهیم. در صورتی که زاویه بین دو دیوار ۹۰ درجه باشد، می‌توانیم از گونیای بنایی استفاده کنیم یا به کمک متر با روش ۳، ۴، ۵ (فیثاغورث) یا مضربی از آن، زاویه‌ای ۹۰ درجه درست کنیم و دومین دیوار را بر روی کرسی مشخص می‌کنیم.
ـ پس از یک رگی کردن کل بنا، باید برای اطمینان از صحت اجرا، تمام اندازه‌ها و زوایا با دقت بازبینی شوند و در صورت وجود اشکال به رفع آنها مبادرت شود.

## ۲ـ۵ـ اجرای سقف

با توجه به شرایط منطقه در ساختمان از انواع سقف‌های زیر استفاده می‌شود:
ـ سقف شیبدار
ـ سقف مسطح
ـ سقف قوسی

تفکر

در منطقه شما از کدام‌یک از انواع سقف‌های فوق بیشتر استفاده می‌شود. چرا؟

در سال‌های آتی با نحوهٔ اجرای هر کدام از این نوع سقف‌ها، آشنا می‌شوید.

## ۲ـ۶ـ اجرای نازک کاری

پس از اجرای سقف مرحلهٔ نازک‌کاری که شامل پوشش نهایی سطوح ساختمان می‌باشد به اجرا گذاشته می‌شود. البته لازم است قبل از اجرای نازک‌کاری کارهای تأسیساتی برقی و مکانیکی انجام شده باشد.

## ارزشیابی واحد دوم

۱ـ هدف از گود برداری را شرح دهید.
۲ـ شیب زاویه دیواره گود برداری به چه عواملی بستگی دارد؟
۳ـ شمع‌بندی چوبی را برای گود برداری در یک زمین محدود، همراه با رسم شکل توضیح دهید.
۴ـ دیوارهای مانع فلزی را برای یک زمین محدود شرح دهید.
۵ـ پی‌کنی در ساختمان به چه منظوری اجرا می‌شود؟
۶ـ پی‌کنی در زمین‌های سنگی را شرح دهید.
۷ـ عدم رعایت نکات فنی در هنگام گودبرداری چه عواقبی را در بر دارد؟
۸ـ کشیدگی، فشردگی و عکس‌العمل بارهای وارده از بالا را در یک پی ساده، با ترسیم یک شکل، توضیح دهید.
۹ـ آمادگی سازی کف پی را شرح دهید.
۱۰ـ انواع پی از نظر مصالح را نام ببرید.
۱۱ـ ابعاد پی به چه عواملی بستگی دارد؟
۱۲ـ عمق پی یعنی چه؟ توضیح دهید.
۱۳ـ فرم پی را با توجه به شیب زمین، همراه با رسم شکل توضیح دهید.
۱۴ـ کرسی‌چینی و هدف از اجرای آن را توضیح دهید.
۱۵ـ روش اجرای کرسی‌چینی را شرح دهید.
۱۶ـ مشخصات گونی خوب را برای مصرف در عایق کاری بیان کنید.
۱۷ـ نحوه ذوب کردن قیر و دستورات ایمنی آن را شرح دهید.
۱۸ـ روش اجرای قیر گونی پی و کرسی را روی کاغذ بنویسید.
۱۹ـ روش یک رگی کردن بنا را توضیح دهید.
۲۰ـ لزوم عایق‌کاری دیوارهای زیرزمین را بنویسید.