

## کارگاه شناخت مصالح نگهداری معدن (آجر و دیوارکشی)

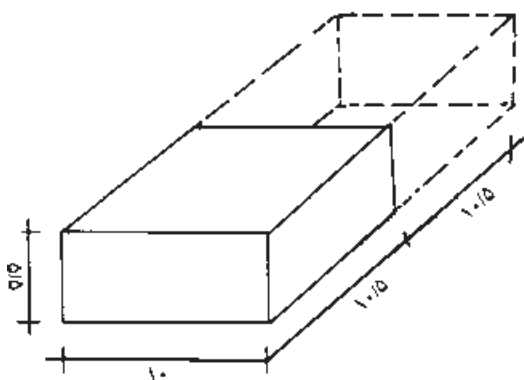
هدف‌های رفتاری: پس از پایان این برنامه‌ی کارگاهی از شما انتظار می‌رود که:

- ۱- نحوه‌ی ساختن آجر را شرح دهید.
- ۲- انواع مختلف آجر را شناسایی کنید.
- ۳- با آجر دیوارکشی کنید.

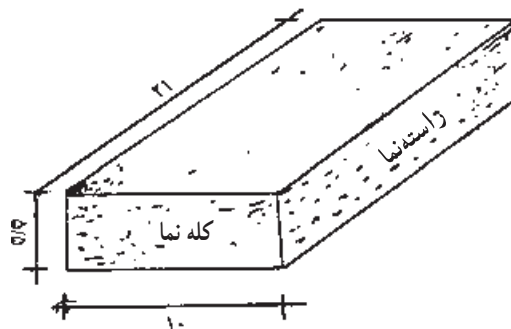
### آجر

یکی از مصالح ساختمانی است که از پختن خاک رس به دست می‌آید و در واقع نوعی سنگ مصنوعی است که شکل مکعب مستطیل دارد. به لحاظ ابعاد و اندازه، آجرهای جدید به ابعاد  $۱۰ \times ۵/۵ \times ۲۱$  سانتی‌متر ساخته می‌شوند. نمای  $۱۰ \times ۵/۵$  را «کله‌نما» و نمای  $۲۱ \times ۵/۵$  را، «راسته‌نما» می‌گویند.

آجر نیمه: اگر آجر را به دو نیم (از طرف طول) تقسیم کنیم، آجر نیمه به دست می‌آید که دارای ابعاد  $۱۰/۵ \times ۱۰ \times ۵/۵$  خواهد بود.

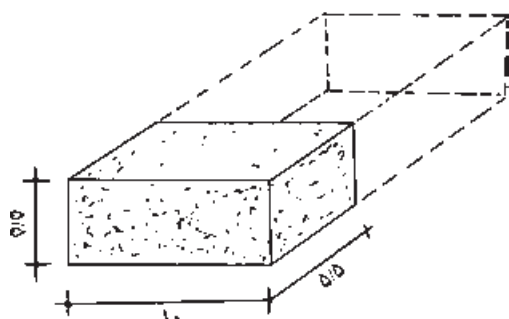


شکل ۳-۱۹- طرح آجر نیمه



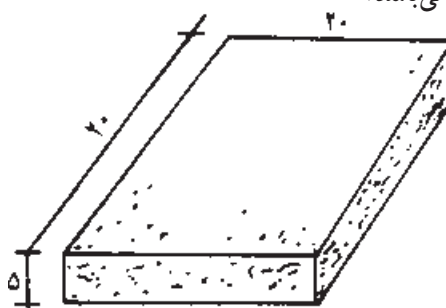
شکل ۱-۱۹- نمایی از یک آجر درسته

آجر کلوک (چارک): به اندازه‌ی یک چهارم (چارک) طولی یک آجر، یعنی دارای ابعاد  $۵/۵ \times ۱۰ \times ۵/۵$  سانتی‌متر است.

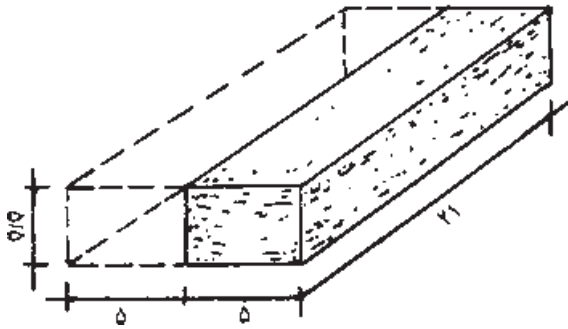


شکل ۴-۱۹- طرح آجر کلوک

انواع و اجزای آجر  
آجر چهار گوش یا مربعی: این آجر دارای ابعاد  $۲۰ \times ۲۰ \times ۵$  می‌باشد.

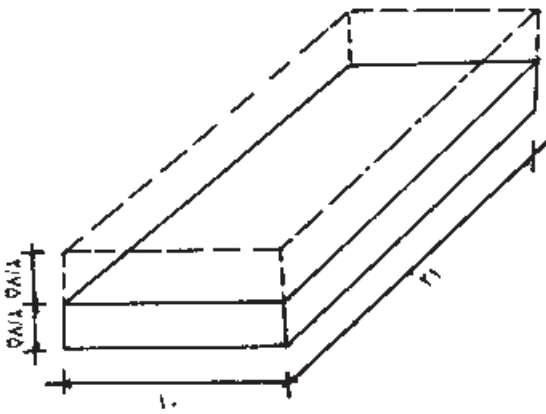


شکل ۲-۱۹- آجر مربعی



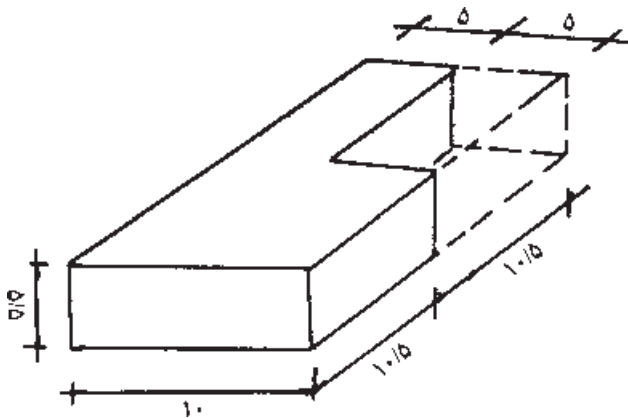
شکل ۷-۱۹- آجر قلمدانی

آجر نیم لایی: اگر آجر را به صورت طولی از ضخامت ۵/۵ سانتی متری آن نصف کنیم، آجر نیم لایی به دست می آید که ابعاد آن ۲۱×۱۰×۲/۷ سانتی متر است.



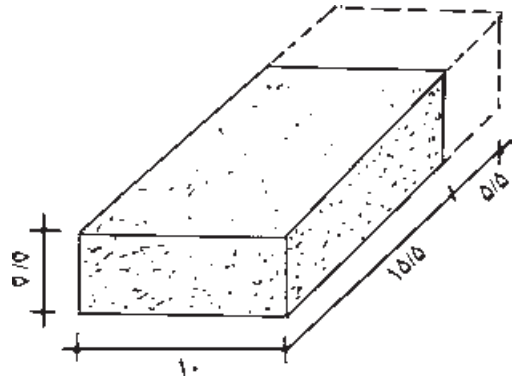
شکل ۸-۱۹- آجر نیم لایی

آجر لغازی یا دم کلاغی: در صورتی که  $\frac{1}{4}$  آجر به صورت  $\frac{1}{4}$  از سر نما، و  $\frac{1}{4}$  از راسته نما، از یک گوشه حذف شود، بقیه ی آجر را «لغازی» می گویند.



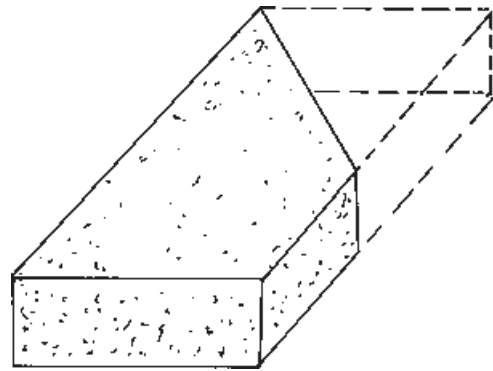
شکل ۹-۱۹- آجر لغازی یا دم کلاغی

آجر سه قدی: اندازه ی سه چهارم طول یک آجر می باشد، یعنی دارای ابعاد  $15/5 \times 10 \times 5/5$  سانتی متر است. که یک آجر از یک کلوک و یک سه قدی تشکیل شده است.



شکل ۵-۱۹- طرح آجر سه قدی

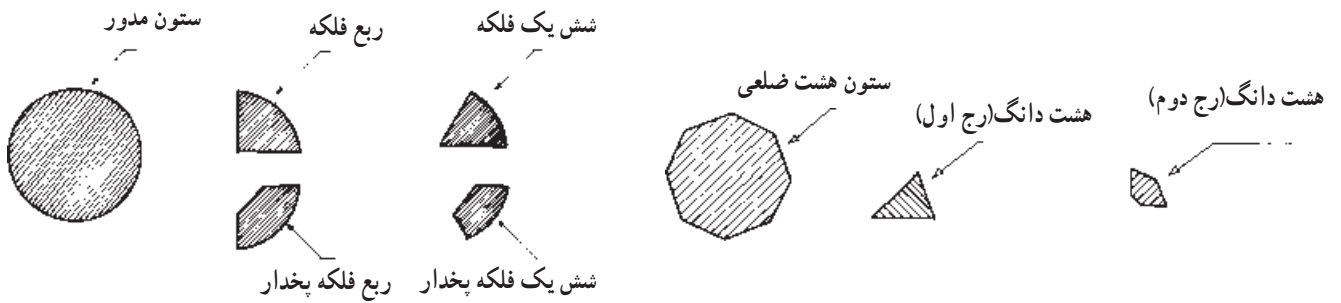
آجر کلاغ پر: اگر از سر یک آجر درسته به اندازه ی نصف از قطر یک کسر شود باقیمانده ی آن را «کلاغ پر» می گویند. اندازه ی دوزنقه  $(5/5 \times 10) \times (21 \times 10/5)$  سانتی متر است که می تواند  $10/5$  سانتی متر نسبت به مورد مصرف تغییر کند.



شکل ۶-۱۹- آجر کلاغ پر

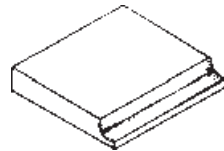
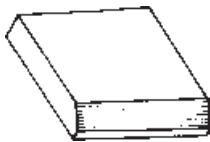
آجر قلمدانی: اگر آجر را به صورت طولی از عرض نصف کنیم، آجر قلمدانی به دست می آید که ابعاد آن  $21 \times 5 \times 5/5$  سانتی متر است.

# انواع آجر



آجر نیم گرد

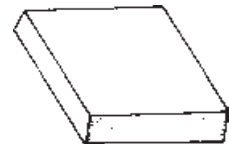
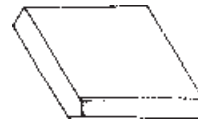
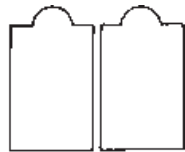
آجر بیخ



آجر نیم بیخ

آجر قاشقی

آجر نیم گرد

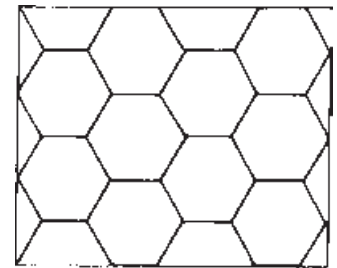
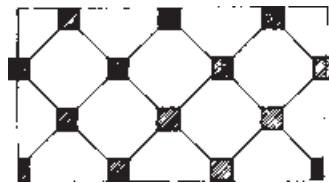
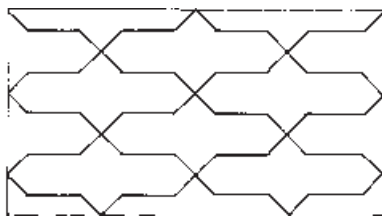


دندان موشی

نیم گرد کله موشی

دو بیخ، الماس تراش

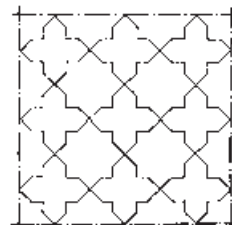
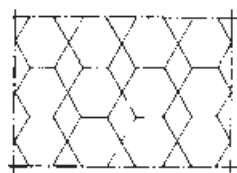
آجر پخدار



فرش بند رومی

هشت صابونی

فرش شش، شش جعفری

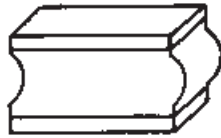


فرش شش لوز

فرش هشت چهار لنگه



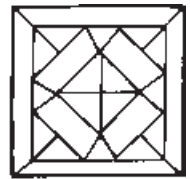
بغل تراش



فتیله تراش نیم گرد



شش با نقش بند رومی



تراش بازوبندی



نیم گرد دو طرفه



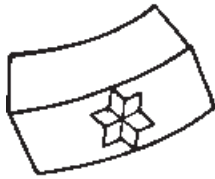
نیم گرد تراش



دوبر قاشقی



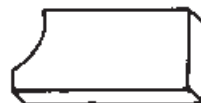
قاشقی تراش



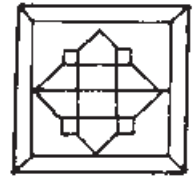
فلکه نقش دامر



سر قاشقی



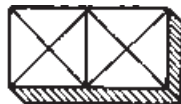
سر قاشقی باز



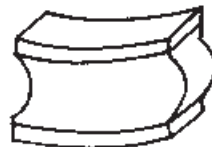
چهارلنگه با نقش چهارلنگه



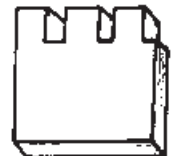
مقطع



حاشیه چشم گاوی



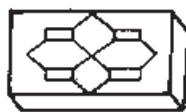
فتیله تراش فلکه مادگی



دندان موشی تراش (پنجه ای)



آجر سینه کفتری



نقش دار بازوبندی



قاشقی تراش فلکه



سروته باریک



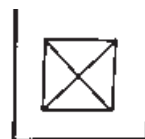
ستاره نقش دار



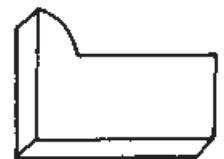
نیم گرد زه دار باز



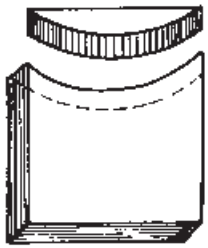
برش



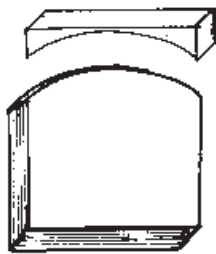
مربع قبه دار



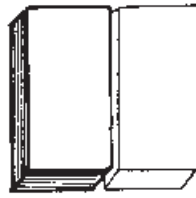
نیم گرد زه دار



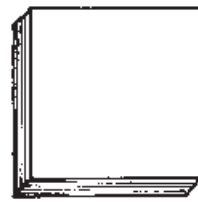
فلکه مادگی



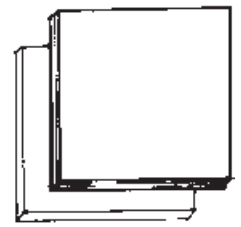
آجر فلکه نری



راسته بر



آجر ایرانی

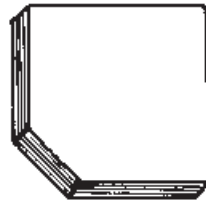


آجر نیم لایی

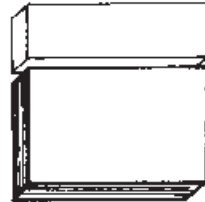


چارکه

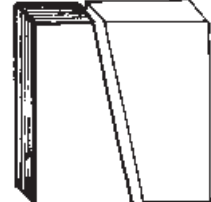
قفلی



لب بیخ



قلمی سه دانگی



سروته باریک



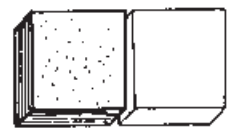
دوقدی به اضافه ملاتخور



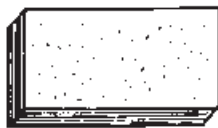
قناس



سه قدی



نیمه

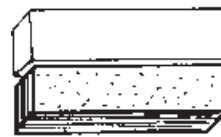


سالداتی

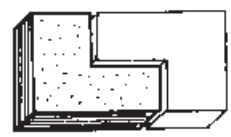


کلوک

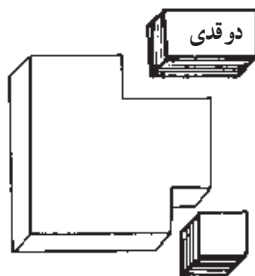
قفلی



قلمدانی

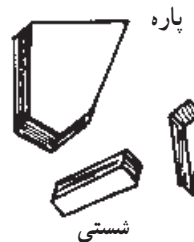


سه قدی قفلی



دوقدی

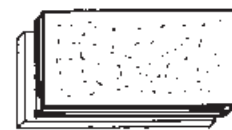
کلوک



پاره

شستی

گاز

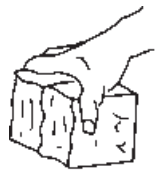


آجر نیم لایی

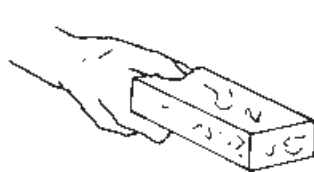
## مراحل عملی کار با آجر

چون در اکثر کارهای ساختمانی از آجر استفاده می‌شود، لذا آشنایی و نحوه‌ی به‌دست گرفتن آجر، حمل، تخلیه و دسته کردن آن به صورت بسیار وسیع انجام می‌گردد. برای این منظور اقدامات زیر باید انجام گیرد.

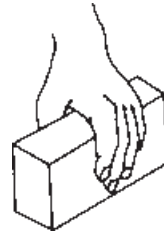
۱- به دست گرفتن و نگهداشتن آجر: آجر را محکم نگیرید و به انگشتان خود فشار ندهید تا به پوست دست شما آسیبی وارد نشود. آجر نباید در دست شما سُر بخورد سعی کنید دستتان خشک باشد.



درست



غلط

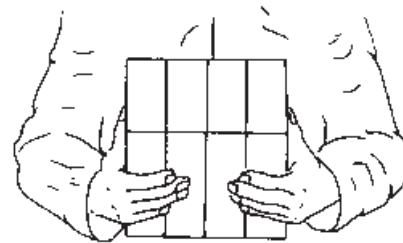
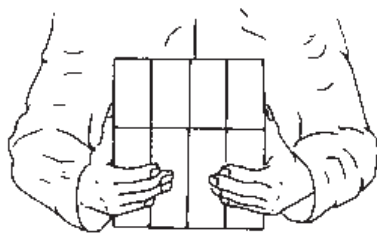


درست

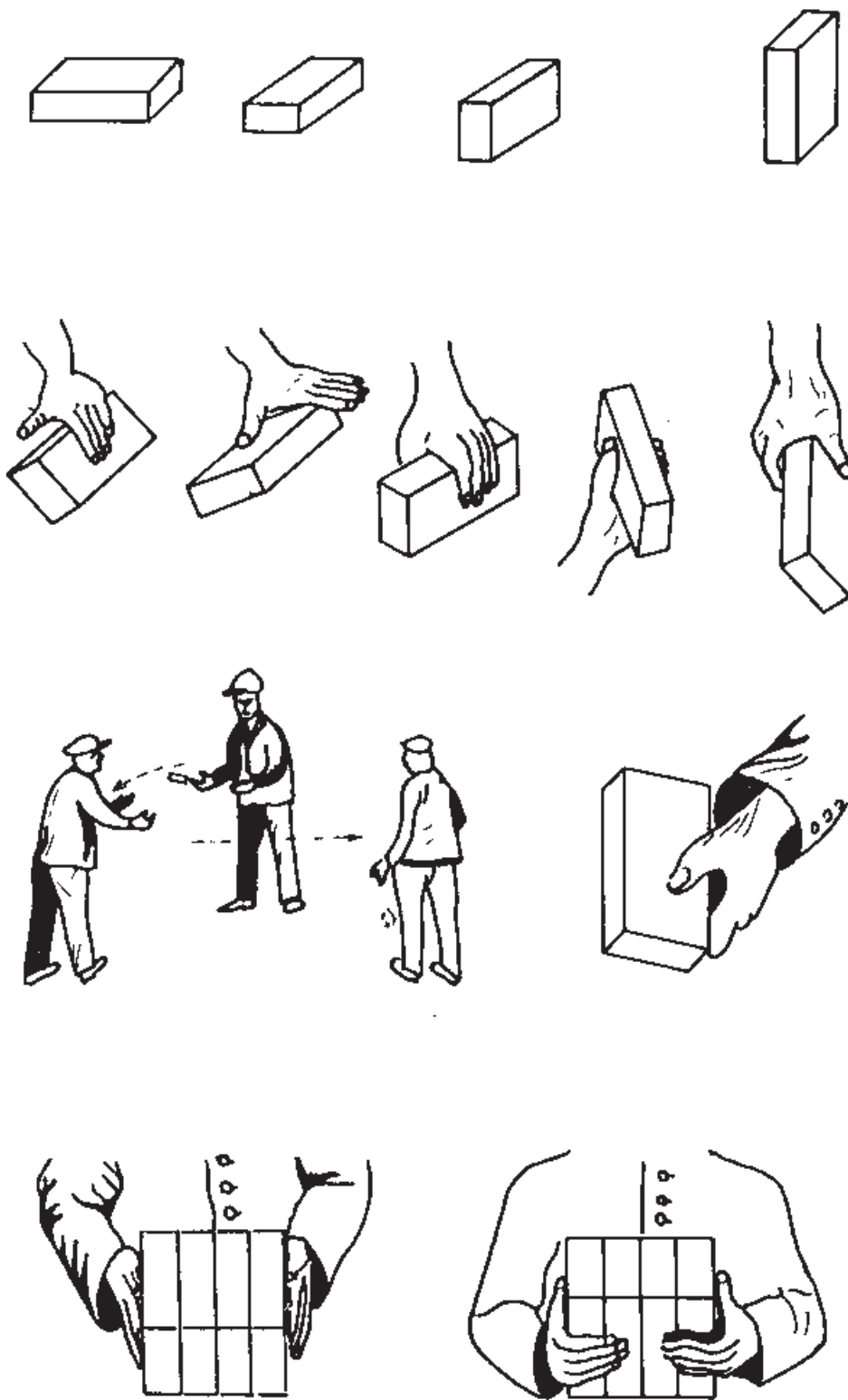


شکل ۱۱-۱۹- طریقه‌ی صحیح و ناصحیح گرفتن آجر

۲- برداشتن و به دست گرفتن چند آجر: آجرها را به طور موازی بین دو دست خود بگیرید و از شکل‌های ارائه شده، پیروی کنید.



شکل ۱۲-۱۹- طریقه‌ی برداشتن و به دست گرفتن چند آجر

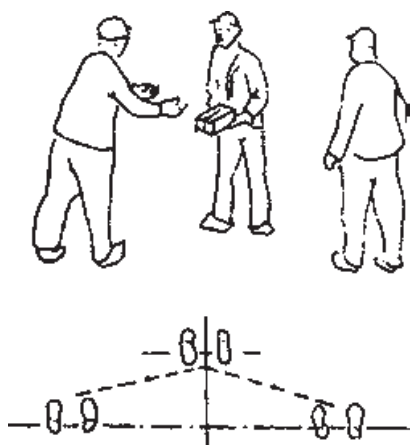


شکل ۱۳-۱۹- طریقه‌ی صحیح به دست گرفتن و جا به جا کردن آجر

انجام گیرد.

۳- دست به دست دادن آجر: این کار را به گونه‌ای انجام دهید که بیش‌تر گرداندن حول محور طولی، یعنی از طرف عرضی

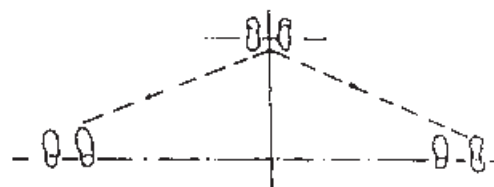




شکل ۱۴-۱۹- دست به دست دادن آجر



۴- پرتاب کردن آجر: مانند شکل های ارائه شده باید در وضعیت مناسب ایستاد و در چند مرحله پرتاب آجر را انجام داد.



شکل ۱۵-۱۹- پرتاب آجر

شکستن آجر با کمک تیشه انجام می شود که مطابق شکل های ارائه شده این کار را انجام دهید.

۵- شکستن آجر: گاهی اوقات برای آجرکاری قسمت های مختلف، به قطعات کوچک تر آجر نیاز است. کار

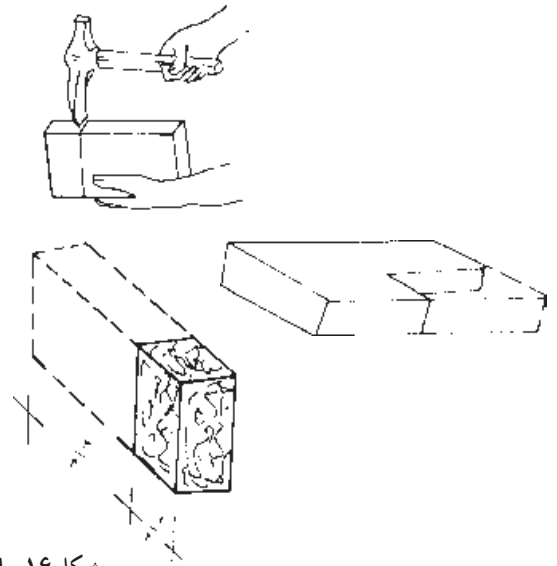




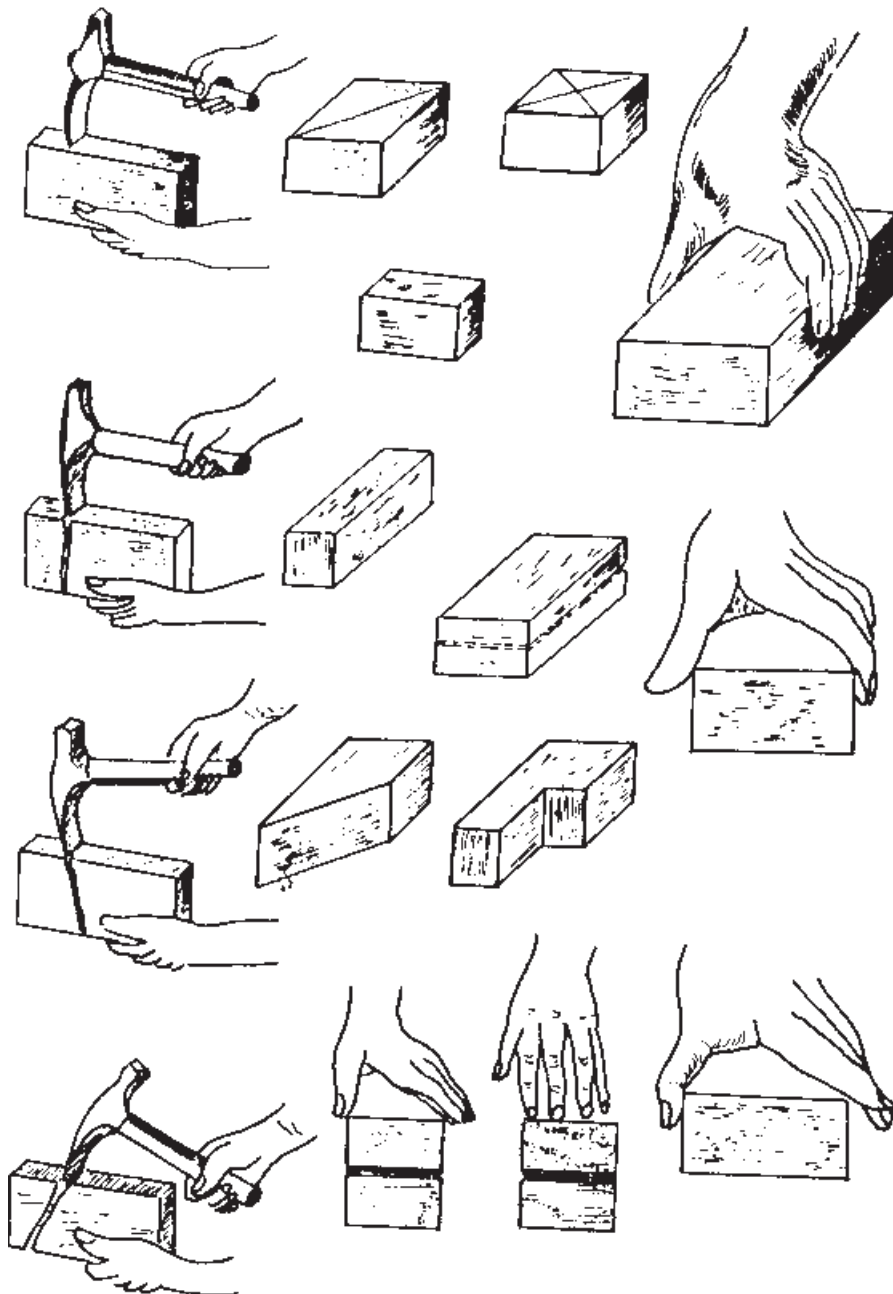
شکستن آجر به روش غلط



شکستن آجر به روش درست



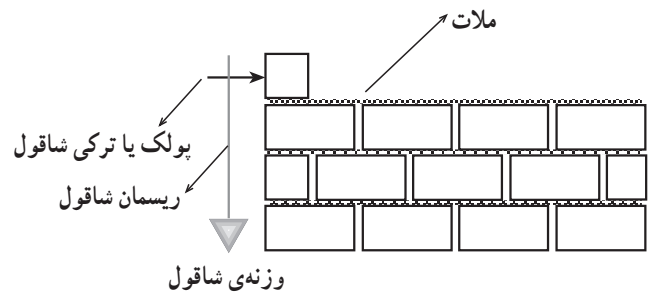
شکل ۱۶-۱۹- طریقه‌ی صحیح شکستن آجر درست



شکل ۱۷-۱۹- طریقه‌ی صحیح شکستن آجر

## شاقول کردن و نحوه‌ی اجرای دیوار سرافتاده و دیوار سرسفت

شاقول از سه قسمت پولک و ریسمان و وزنه تشکیل شده است. برای شاقول کردن دیوارها باید ریسمان به دقت از وسط سوراخ پولک عبور کرده و سمت کناری سوراخ پولک تکیه نداشته باشد. در این صورت چنانچه وزنه با آجر تحتانی به اندازه‌ی یک میلی‌متر یا کم‌تر فاصله داشته باشد، کار صحیح و در صورتی که به آجر تحتانی تکیه کند، آجر را باید به سمت بیرون حرکت داد که به آن «دیوار سرافتاده» گویند. در صورتی که فاصله‌ی وزنه با آجر تحتانی زیادتر از حد ذکر شده باشد، آجر را باید به سمت داخل حرکت داد که به آن «دیوار سرسفت» گویند، تا آجر به دقت در محل خود قرار گیرد. سپس این عملیات را باید بر روی آجرهای دیگر روی کار (دید مقابل) و آن سمت نیز، انجام داد. پس از اطمینان از صحت کار، آجر را در محل خود محکم کنید و آجر انتهایی سر دیگر کار را نیز به همین ترتیب کنترل کرده و سپس با ریسمان‌کشی و اجرای آجرچینی عملیات دیوارچینی را ادامه می‌دهیم.



تراز کردن سطح کار: تمام رج‌ها باید به دقت تراز روی ملات افقی قرار گیرد. سطح کار نیز باید در روی تمام رج‌های آجرکاری تراز باشد. برای کنترل این عمل، بعد از قراردادن دو آجر ابتدایی و انتهایی و شمشه و تراز مانند ابتدای کار کنترل می‌شود.

شمشه کردن نمای کار: پس از چیدن هر چند رج به وسیله‌ی شمشه، نمای آجرکاری کنترل می‌شود. این کار با قرارگرفتن شمشه به طور ضربدری صورت می‌گیرد. شکل زیر خطای پیچیدگی کار را نشان می‌دهد. البته لازم به ذکر است که اگر کار تراز و شاقول درست انجام گیرد و در استفاده از ریسمان کار خوب تراز و شاقول بشود و در استفاده از ریسمان کار، با دقت کافی انجام گیرد، خطای پیچیدگی به وجود نخواهد آمد.



شکل ۱۹-۱۹- مرحله‌ی اوّل طریقه‌ی ضربدری کنترل نما



شکل ۱۹-۲۰- مرحله‌ی دوم طریقه‌ی ضربدری کنترل نما با شمشه



شکل ۱۸-۱۹- نحوه‌ی دیوار چینی

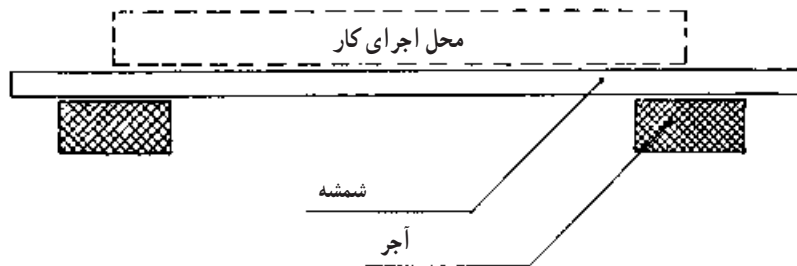
## نحوه‌ی دیوارکشی:

۱- ملات سیمان را بسازید و دقت داشته باشید، ملات

نباید زیاد سفت یا شل باشد.

۲- زیر کار را تمیز کرده و شمشه را در سمتی که بر(روی)

کار قرار خواهد گرفت، قرار داده و دو آجر در ابتدا و انتهای آن قرار دهید.



شکل ۲۱-۱۹- طریقه‌ی قراردادن شمشه

۳- ملات را در محل اجرای کار پهن کرده و سطح آن را

تراز کنید.

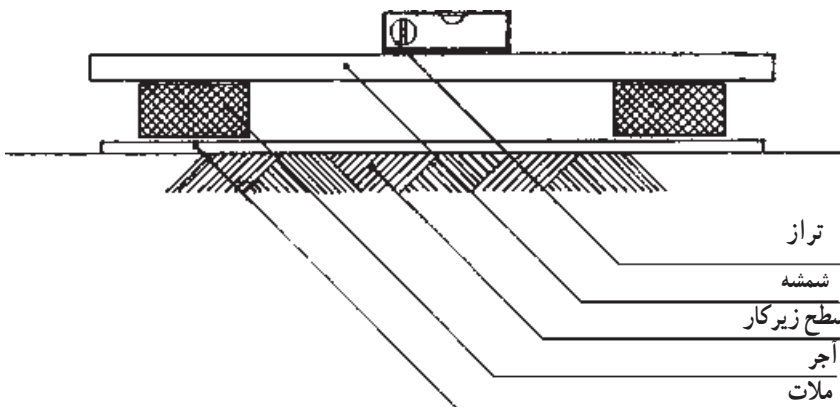
الف) عرض ملات پهن شده، باید ۴ تا ۷ سانتی متر عریض تر از عرض کار باشد. مثلاً دیواری که ۱۰ سانتی متر است، عرض ملات باید حدود ۱۴ تا ۱۷ سانتی متر باشد تا در موقع آجرچینی زیر آجرها خالی نماند.

ب) سطح ملات باید صاف باشد ولی باید سعی شود که ملات، پرداختی نشود تا باعث عدم چسبندگی کافی سطح آجر با ملات گردد.

ج) برای تراز کردن سطح ملات، یک آجر در ابتدای ملات و یک آجر در انتهای سطح ملات، قرار داده و شمشه را بر روی آجرها قرار می‌دهیم و تراز را روی شمشه قرار داده چنانچه آب داخل شمشه‌ی تراز به یک سمت متمایل بود، زیر آجر آن قسمت،

قدری ملات قرار داده و عملیات را تکرار می‌کنیم تا شمشه، کاملاً تراز شود. سپس بین زیر دو آجر روی ملات‌ها را با یکدیگر هم سطح می‌کنیم.

بعد از تراز کردن ملات، آجرها را به صورت «درسته» و «راسته‌نما» مانند (رج اول) در یک ردیف قرار داده و با قرار دادن شمشه در جلو، کار آن‌ها را یک ردیف می‌کنیم. سپس به وسیله‌ی متر آن‌ها را اندازه گرفته و با قراردادن انگشت در بین آجرها هرزه ملات آن‌ها را یکنواخت می‌کنیم. بعد از اتمام رج اول و اطمینان از صحت کار به وسیله‌ی کمچه، ملات را در روی آجرهای رج اول قرار داده و با گذاشتن شمشه ملات در بر کار، ملات را با ضخامت یکنواخت در روی سطح کار پهن می‌کنیم. ضخامت ملات به اندازه ضخامت شمشه ملات و معمولاً حدود ۱/۵ سانتی متر است.



شکل ۲۲-۱۹- نحوه‌ی تراز کردن شمشه



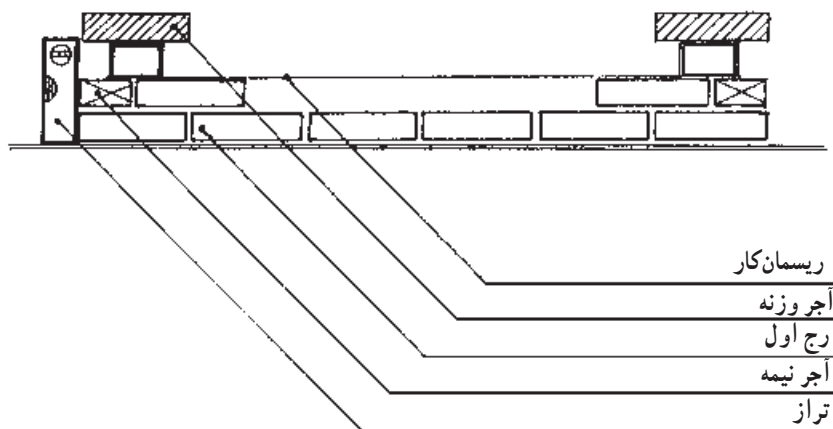
آن را به دور یک آجر دیگر می‌پیچیم (دو سه دور)، سپس آن را روی آجر انتهایی قرار داده و ریسمان کار را طوری می‌کشیم که کاملاً افقی بایستد. سپس یک آجر به‌عنوان آجر وزنه، روی آن قرار می‌دهیم. ریسمان کار باید با لبه‌ی آجری که از قبل تنظیم شده، حدود ۲ میلی‌متر فاصله داشته باشد. سپس رج دوم را از سر کار (سمتی که آجر  $\frac{1}{4}$  قرار دارد) با رعایت هرزه ملات انجام می‌دهیم. باید دقت کرد که پایین آجرها با آجر پایین آن در یک سطح قرار بگیرد و بعد بالای آن نیز حدود ۲ میلی‌متر تا ریسمان کار فاصله داشته باشد. بعد از قراردادن هر آجر ضربه‌ای آهسته با دست بر روی آن وارد می‌کنیم تا به ملات بچسبد پس از پایان رج دوم، رج سوم را دوباره با آجر درسته شروع می‌کنیم و موارد اجرایی را مانند رج دوم انجام می‌دهیم.

اجرای رج دوم: بعد از ملات کشی ابتدا، یک آجر  $\frac{1}{4}$  مطابق نقشه رج ۲ در ابتدای کار قرار داده و به‌وسیله‌ی تراز با رج اول قائم (شاقولی)، هم‌سطح می‌سازیم و یک آجر هم در کنار آن با رعایت هرزه ملات قرار می‌دهیم.

سپس آجر دیگری را در انتهایی کار و به اندازه‌ی  $\frac{1}{4}$  آجر به سمت داخل در طول کار قرار داده و یا به‌وسیله‌ی تراز با رج اول شاقول می‌کنیم.

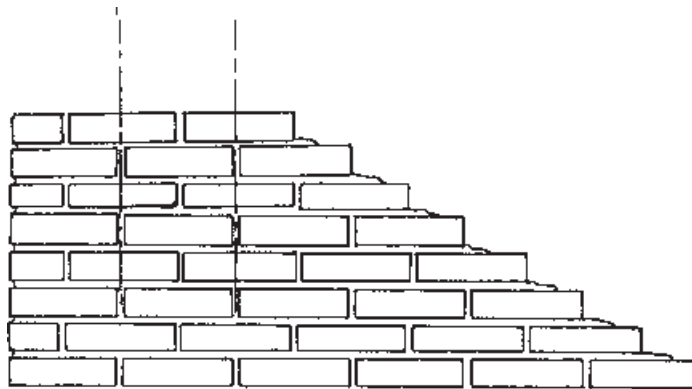
### کشیدن ریسمان کار

ابتدا یک سر ریسمان کار را به دور یک آجر، دو یا سه دور پیچیده و روی آجرهای ابتدای کار قرار داده، سپس یک آجر برای نگهداری بهتر آجر زیرین به‌عنوان وزنه‌ی اضافی روی آن قرار می‌دهیم. ریسمان کار را به اندازه‌ی طول کار باز کرده و



شکل ۲۳-۱۹- نحوه‌ی بین ریسمان کار

محور آجر فوقانی و بند قائم آجر زیرین



شکل ۲۴-۱۹- پیوند نیم و نیم دیوار ۱۰ سانتی‌متری

یادآوری است که لاریز در دیوارهای ۱۰ سانتی متری کم تر کاربرد دارد.

**روش اجرا:** ماسه‌ی خاک‌دار را تبدیل به ملات کرده و در محل اجرای کار رج اول را بنا کنید. پس از اجرای رج اول و ملات‌کشی روی آن در شروع رج دوم به وسیله‌ی کمچه آجر نما به اندازه‌ی  $\frac{1}{4}$  آجر از ابتدای کار عقب‌نشینی کنید. به طوری که محور آجر به دقت روی هرزه ملات آجر تحتانی قرار گیرد و عملیات شاقول کردن به وسیله‌ی تراز فقط از سمت نمای کار انجام گیرد. پس از اجرای رج دوم، چنانچه از سمت مقابل به کار نگاه کنیم، از هر دو طرف به صورت پله خواهد بود.



شکل ۲۵-۱۹- نحوه‌ی چیدن آجر

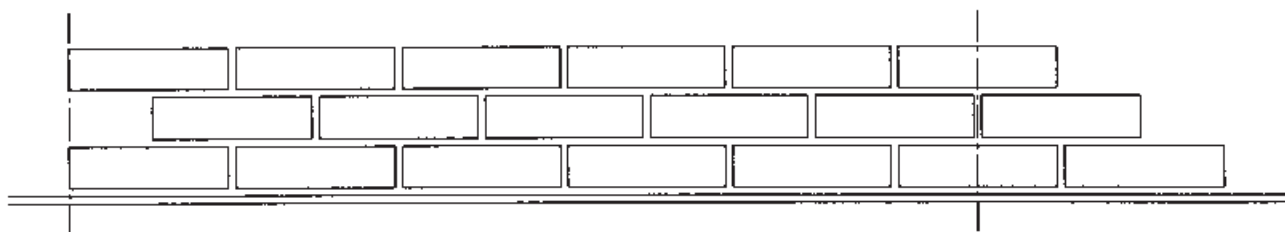
رج اول شاقول شود. ولی آجر انتهایی سمت راست فقط از سمت مقابل با آجر رج اول، شاقول خواهد شد. بعد از ریسمان‌بندی و اجرای رج سوم، رج چهارم را با  $\frac{1}{4}$  آجر عقب‌نشینی از هر طرف اجرا می‌کنیم. رج پنجم مشابه رج سوم

به شکل ۲۴-۱۹ خوب نگاه کنید. نمای آجرها به صورت راسته چیده شده و به اندازه‌ی نصف آجر یکدیگر را پوشانیده‌اند. به این پیوند «نمای راسته» می‌گویند.

**لاریز:** به شکل ۲۵-۱۹ خوب نگاه کنید. در سمت راست دیوار هر آجر به اندازه‌ی  $\frac{1}{4}$  از آجر دیگر عقب‌تر قرار گرفته و دیوار به صورت پله‌ای درآمده است. این فرم اجرای کار را «لاریز» می‌گویند.

**موارد استفاده‌ی لاریز:** لاریز معمولاً در دیوارهای طولانی که امکان اجرای یک‌باره‌ی آن وجود ندارد یا محل تقاطع دیوار حیاط به دیوار ساختمان و ... است، اجرا می‌شود. لازم به

رج سوم: بعد از ملات‌کشی به وسیله شمشه، ملات را روی رج دوم، رج سوم بنا می‌کنیم. در این رج در سمت چپ کار مانند رج اول و در امتداد قائم آن به وسیله‌ی آجر نما آغاز می‌شود و آجر سمت چپ باید از دو طرف سر دیوار و جلوی دیوار با آجر



شکل ۲۶-۱۹- نحوه‌ی چیدن برج‌های بعدی

به صورت لاریز است. به فرم سمت چپ کار، «لابند» می‌گویند که حالت انتظار دیوار برای پیوند شدن با دیوار دیگر است. این فرم کار در بیش‌تر ساختمان‌ها، اجرای رج به رج در تمامی ساختمان به کار نمی‌رود. باید توجه داشت که ارتفاع لابند در ساختمان

و ... تا پایان رج ششم کار به همین ترتیب صورت می‌گیرد. بنابراین در سمت راست دیوار در هر رج  $\frac{1}{4}$  آجر عقب‌نشینی شده ولی در سمت چپ یک رج در میان آجرها به اندازه‌ی  $\frac{1}{4}$  آجر عقب‌نشینی و دوباره در رج بعد جایگزین گردیده است. سمت راست کار

جلوی نفوذ آب را بگیرد. (غرق ملات) ضخامت این نوع دیوارها بستگی به ارتفاع دیوار و فشار خاک پشت دیوار دارد.

نباید از یک متر تجاوز کند و بعد از رسیدن به ارتفاع حدود یک متر، باید کار متوقف شده و دیوار با دیوار فوق پیوند اجرا شود.

لابند و لاریز در پیوند بلوکی دیوار ۳۲ سانتی متر لابند در پیوند بلوکی دیوار ۳۲ سانتی متر شکل ۲۸-۱۹، به صورت یک الگو در این پیوند تعیین کننده است عمل می کند. رج اول را با تعدادی الگو و به صورت پی در پی اجرا می کنیم.

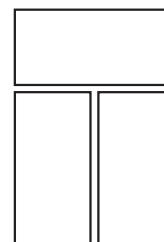
دیوار کشی مخصوص برای حوض - سدهای کوچک، آب انبارها

در این نوع دیوار کشی باید فاصله ی بند عمودی (هرز ملات) بین آجرها حداقل ۱/۵ و حداکثر ۲/۵ سانتی متر (ملات بند عمودی) باشد. و در هر بار آجرکاری باید ملات بین آجرها را پر کند، ملات باید تمام اطراف آجر را پوشاند و درزی بین آجرها باقی نماند تا

سطح کار رج دوم



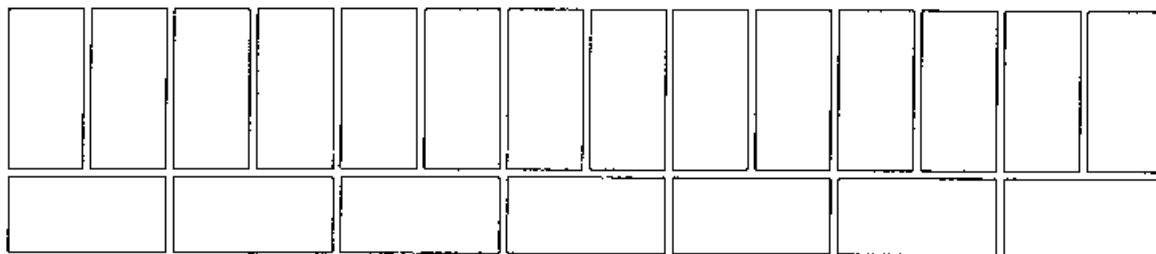
شکل ۲۸-۱۹- برکار رج دوم



شکل ۲۷-۱۹- الگوی رج اول

نمای دیوار برابر شکل زیر با  $\frac{1}{4}$  آجر اتصال برای ادامه ی کار و یا اتصال با دیوار دیگر به وجود خواهد آمد.

در رج دوم با معکوس کردن رج اول و  $\frac{1}{4}$  آجر جابه جایی مسئله ی لابند کردن و اتصالات پیوند، انجام می گیرد که در نهایت

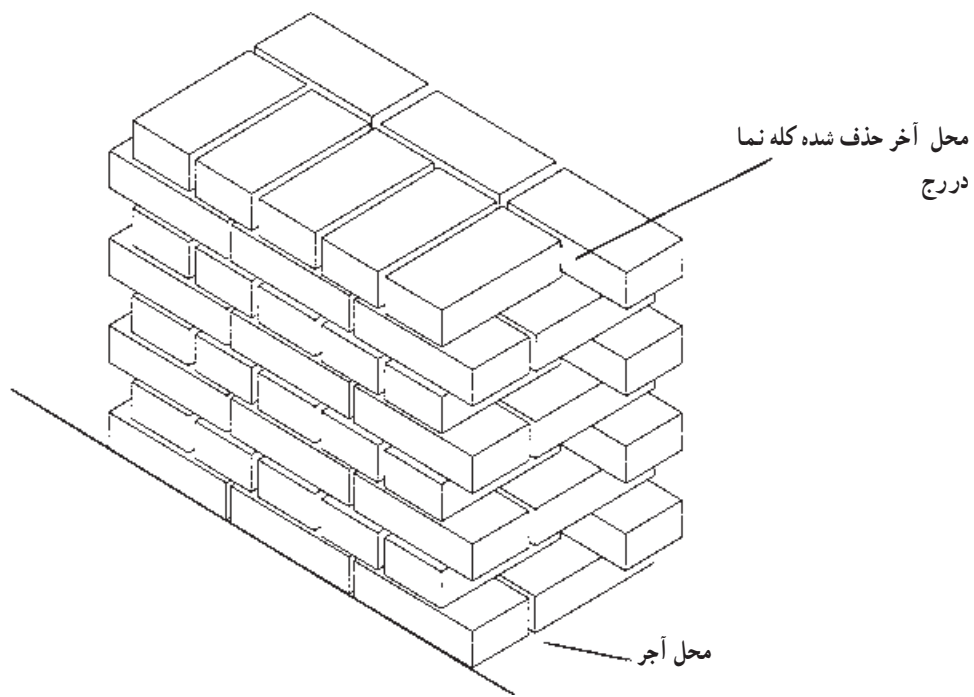


شکل ۲۹-۱۹- رج های زوج (۲-۴-۶ و ...)

$\frac{1}{4}$  آجر به خوبی دیده می شود. گاهی برای اتصال بهتر تا یک کله نما از طول دیوار کسر می شود که در نتیجه اتصال بیش تر شده و پیوند به صورت اشکال صفحه بعد خواهد بود.

در پیوند بلوکی هر دو رج به طور متناوب تکرار می گردد، رج اول مانند رج های فرد و رج دوم مانند رج های زوج در یک امتداد عمودی تکرار می شود (طبق شکل). پرسپکتیو یک دیوار آجری ۳۲ سانتی متری با پیوند بلوکی است که مقدار اتصال آن با

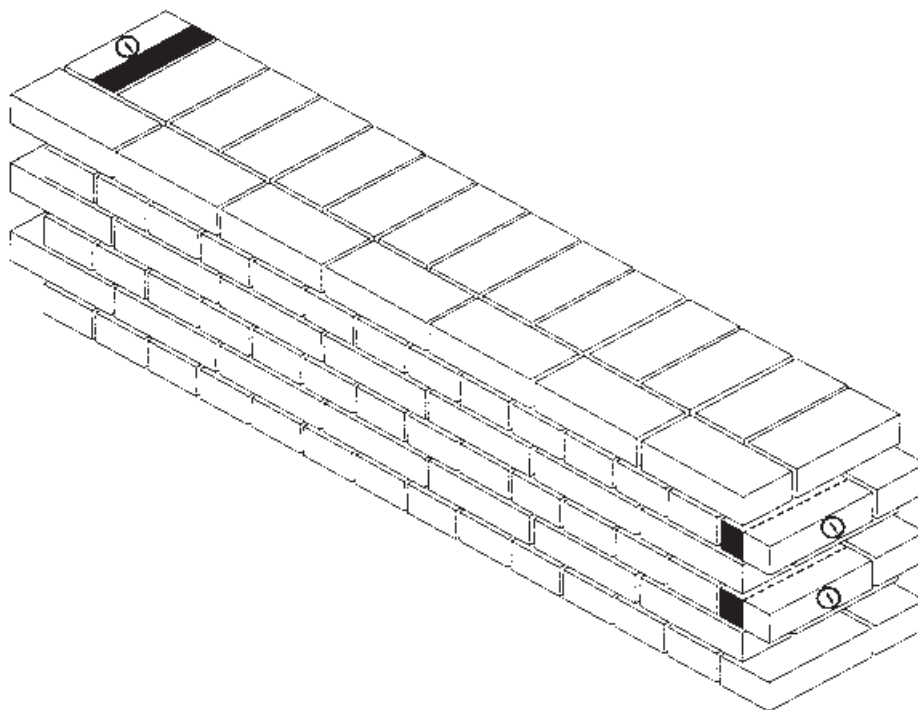




شکل ۳۰-۱۹- پرسپکتیو لابند بلوکی سر نما ی فرد

لاریز در دیوار ۳۲ سانتی متری پیوند بلوکی: در این کار با حذف یک کله در ابتدای رج دوم، نسبت به رج اول در نظر گرفته می شود.

پرسپکتیو دیوار ۳۲ سانتی متری پیوند بلوکی سر نما است، که دارای ضعف ریشه‌ی پیوند در یک سر نما است و در شکل آجر شماره‌ی ۱ مشخص می گردد.



شکل ۳۱-۱۹- پرسپکتیو لاریز در دیوار ۳۲ سانتی متری پیوند بلوکی



خواهد داشت. شکل لاریز مانند پرسپکتیو در شکل زیر خواهد بود.

در رج سوم با حذف دو آجر نسبت به رج دوم، مانند شکل فوق انجام می‌شود و رج چهارم نسبت به رج سوم یک کله آجر است که این تناوب به صورت یک رج در میان تا پایان کار ادامه

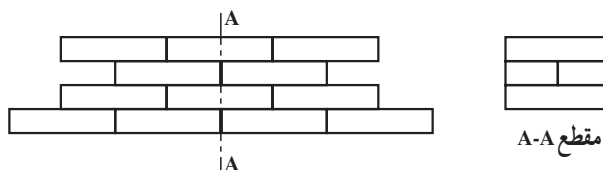


شکل ۳۲-۱۹- رج ۴

آجرها را چید ولی در معادن زیرزمینی کم‌تر از روش‌های دیگر استفاده می‌شود.

### نحوه‌ی استعمال آجر در معادن

آجر را در محفظه‌های زیرزمینی عموماً به صورت کله و راسته (مطابق شکل) می‌چینند. البته به روش‌های گوناگون می‌توان

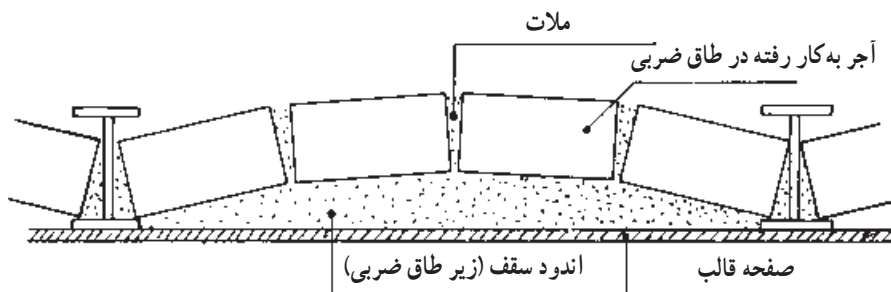


شکل ۳۳-۱۹- چیدن آجر به صورت کله و راسته

قسمت‌هایی از ساختمان به کار می‌برند که نیروهای وارده بر آن به صورت فشاری باشد. در پوشش سقف‌ها به طریق طاق ضربی با دادن خیز منفی به آجرها و ایجاد طول بیش‌تر از دهانه (فاصله دو تیرآهن ازهم) وضعیت مناسبی ایجاد می‌کنند.

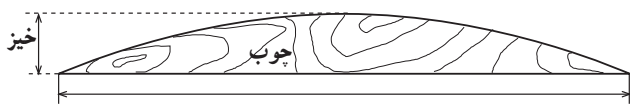
### طاق ضربی

طاق ضربی: آجر از مصالحی است که دارای مقاومت فشاری مساعد است و به‌عکس برای ساختمان‌سازی از مقاومت کششی مناسب برخوردار نیست. آجر را به‌طور معمول در



شکل ۳۴-۱۹- شکل طاق ضربی

۵ - خط افقی پای تیر آهن‌ها (در شکل ۳۵-۱۹ خط AB) ترسیم می‌شود و نقطه‌ی میانی آن (نقطه‌ی O) روی خط AB مشخص می‌شود. نقطه‌ی D به اندازه‌ی خیز طاق در بالای نقطه‌ی O علامت گذاری شده و در نتیجه مسیر تقریبی قوس طاق مشخص می‌گردد. استادکاران با داشتن مهارت کافی و تجربه، این کار را با چشم و بدون هیچ‌گونه عملیات ترسیمی انجام می‌دهند ولی افراد مبتدی بهتر است با ساختن شابلون‌های چوبی سبک خط قوس زیر طاق را روی گلوگاه رسم کنند و به کمک شابلون، رج‌های طاق را هم کنترل کنند. روش دیگر کنترل خیز طاق به این ترتیب است که با قرار دادن شمشه در زیر تیر آهن‌ها، فاصله‌ی خیز را با انگشتان دست کنترل کنند.



شکل ۳۶-۱۹ - شابلون چوبی برای طاق‌زنی

- ۶ - ملات گچ و خاک به ضخامت حدود ۱/۵ سانتی‌متر با دست، در مسیری که طاق نصب می‌گردد روی گلوگاه کشیده می‌شود (کف سوز کردن).
- ۷ - با دست قوی‌تر (در اکثر افراد دست راست) آجر آبخور شده در مسیر مورد نظر با ضربه بر روی ملات می‌چسبند، به طوری که آجر روی نیمه‌ی بال زیر تیر آهن قرار گیرد.
- ۸ - آجر نصب شده بر روی ملات، با دست ضعیف‌تر نگاه داشته و آجر بعدی با ضربه به پهلو آجر قبلی و گلوگاه چسبانده می‌شود و به همین ترتیب بقیه‌ی آجرها، نصب می‌شوند.
- ۹ - معمولاً حدود  $\frac{1}{4}$  از دهانه‌ی طاق که زده شد، طاق‌زنی از طرف دیگر شروع می‌شود تا دو قسمت در وسط دهانه به یکدیگر برسند.
- ۱۰ - در محل اتصال یک تکه آجر (کاربند) قرار می‌دهند و دو قسمت را به یک‌دیگر قفل می‌کنند. این تکه آجرها با توجه به اندازه‌ی آن به نام‌های مختلف نامیده می‌شوند (بند پولکی). با ضخامت کم شبیه سکه‌های پول (بند شستی) به ضخامت انگشت شست و بند کلوک به اندازه‌ی یک چهارم آجر است.

مقدار خیز لازم در طاق ضربی، تابع دهانه است. یعنی هرچه فاصله‌ی دو تیر آهن از هم کم‌تر باشد، به خیز کم‌تری نیاز است و هرچه فاصله‌ی تیر آهن‌ها از یک‌دیگر زیادتر باشد، خیز بیش‌تری لازم است. با ازدیاد خیز، استحکام بیش‌تری در طاق ایجاد می‌شود، اما در مواقعی که باید زیر طاق اندود شود، خیز بیش‌تر باعث ازدیاد ضخامت اندود می‌شود، که از نظر اقتصادی مطلوب نیست و در ضمن، امکان جدا شدن اندود ضخیم از زیر طاق بسیار زیاد است؛ بنابراین سعی می‌شود دهانه و خیز آن محدود باشد. به‌طور معمول دهانه‌ی طاق ضربی را بین ۹۰ و ۱۱۰ سانتی‌متر و خیز آن را حدود ۳ تا ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته و اجرا می‌کنند.

### مراحل اجرای طاق ضربی

- ۱- تیر آهن‌های سقف به شکل و اندازه‌ی پیش‌بینی شده با رعایت کلیه‌ی نکات فنی لازم، از نظر اتصال به دیوار یا پل، نصب می‌شوند و سپس آن‌ها را به‌طور کامل ضدزنگ می‌زنند.
- ۲- داربست لازم (تخته زیر پای بر روی خرک یا بشکه) را محکم مستقر می‌کنند. در این مورد لازم است به ارتفاع تخته‌ی زیرپایی توجه شود. تخته زیرپایی باید در ارتفاعی باشد که چشم مجری طاق ضربی (برای کنترل صحت طاق ضربی) در موقعیت مناسبی قرار گیرد. به‌طور معمول ارتفاع داربست را تا زیرسقف، برابر قد بنا به اضافه‌ی ۵ سانتی‌متر در نظر می‌گیرند.
- ۳- فاصله‌ی بین تیر آهن‌های روی دیوار به ارتفاع لازم (۲ تا ۳ رج) آجرچینی می‌شود (گلوگاه) در صورتی که گلوگاه از قبل چیده شده باشد، باید قبل از طاق‌زنی به منظور تمیز شدن از گرد و خاک و آبخور شدن، کاملاً خیس شود.
- ۴- با توجه به فاصله‌ی تیر آهن‌ها از یکدیگر مقدار خیز لازم طاق تعیین می‌شود (در شکل OD).



شکل ۳۵-۱۹ - نحوه‌ی تعیین خیز لازم طاق

۱۱- پس از پایان هر رج، ضمن کشیدن ملات گچ و خاک رج بعدی چسبانده می‌شود. در طاق‌زنی باید توجه شود که بند رج‌های پی‌درپی، روی هم قرار نگیرند. بنابراین اگر طول دهانه به اندازه‌ای بود که به کار بردن یکی از اجزای آجر نیاز باشد، باید این جزء در یک رج، در یک طرف و در رج بعدی در طرف دیگر قرار گیرد. برای تحمل بیش‌تر بارهای وارد شده، باید آجرهای هر

رج از طاق ضربی کامل در یک صفحه‌ی قائم قرار گیرند. پس از پایان طاق‌زنی برای پر کردن منافذ احتمالی (چشمه‌ها) بین آجرها دوغاب گچ بر روی طاق ضربی ریخته می‌شود.  
توجه: در هنگام زدن طاق ضربی، به علت جدا شدن آجر از ملات و سقوط آجر، کارگران اجرای طاق ضربی، باید از کلاه ایمنی استفاده کنند.

### دستور کار عملی

- ۱- آجر را به طور عملی شناسایی کنید و سپس اجزای آن را با تیشه درست کنید.
- ۲- تعدادی آجر را با دست حمل کنید دست به دست کنید و با وضعیت مناسب پرتاب کنید.
- ۳- با آجر، لوازم بنایی و ملات دیوارکشی، تمرینی انجام دهید.
- ۴- برای امتحان طاق ضربی بزنید.

## کارگاه شناخت مصالح نگهداری معدن (دیوارچینی سنگی)

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این برنامه‌ی کارگاهی از شما انتظار می‌رود که:

- ۱- سنگ طبیعی را شناسایی کنید.
- ۲- در کارهای سنگی سنگ‌های طبیعی مناسب را انتخاب کنید.
- ۳- خشکه چینی کنید.
- ۴- با قلوه سنگ رودخانه‌ای دیوار چینی کنید.
- ۵- با سنگ کوهی و قواره‌ای دیوار چینی کنید.

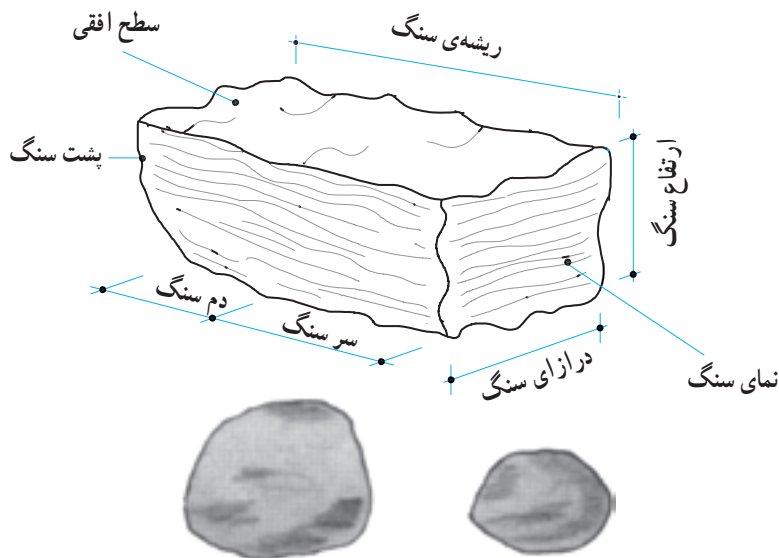
### انتخاب سنگ‌های طبیعی در کارهای سنگی

از سنگ‌های طبیعی برای پی‌سازی و دیوارسازی استفاده‌ی فراوان می‌شود.

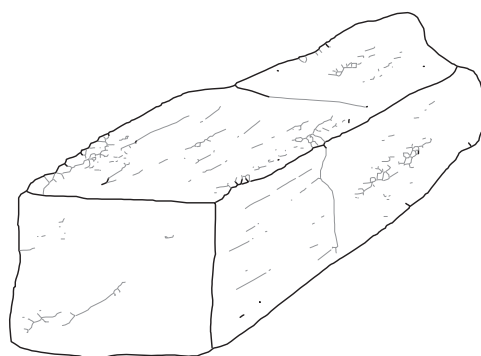
- ۱- از این رو این سنگ‌ها باید سالم، بدون شیار، رگه‌های سست و داشتن ترک و کرمو، بدون خلل و فرج و پوسیدگی باشد. در کل سنگ‌ها باید یک‌نواخت و یک‌دست باشند.
- ۲- سنگ‌های طبیعی باید در مقابل خطر یخ‌زدگی مقاوم بوده

و پوسته‌پوسته نشده و در مقابل سایش ناشی از باد نیز مقاوم باشد.

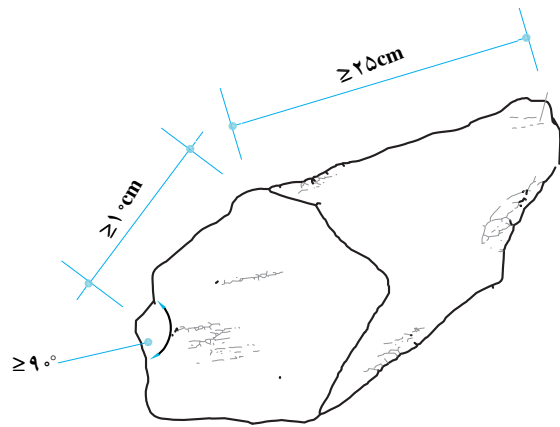
- ۳- سنگ‌های طبیعی نباید آب زیاد به خود جذب کنند یعنی یک سنگ نباید بیش‌تر از ۸٪ وزن خود آب مکیده و اگر بیش‌تر شود در آب حل می‌شود. از به‌کار بردن آن در زمین‌های مرطوب و کناره‌های رودخانه و مشابه جایز نیست و در نهایت سنگ‌های طبیعی باید دارای مقاومت فشاری کافی باشند.



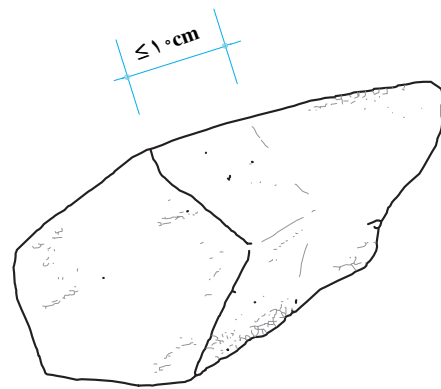
شکل ۱-۲۰- ابعاد یک سنگ طبیعی مناسب جهت دیوار چینی سنگی







سنگ چند وجهی نامنظم

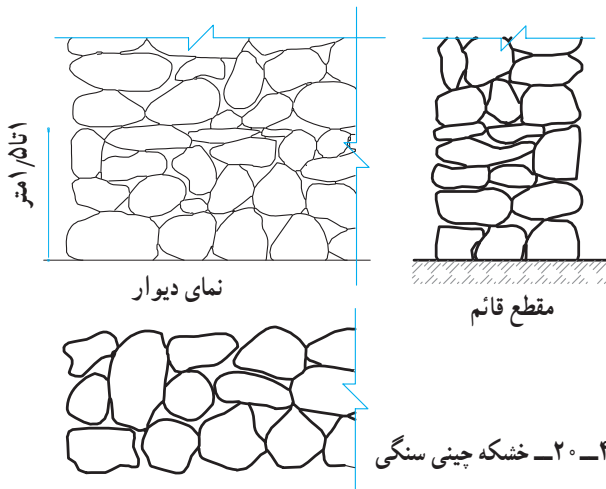


سنگ چند وجهی نامنظم سر تراش

شکل ۳-۲۰- سنگ چند وجهی

کرد. به طور قطعی آب باران و برف بر این خشکه چینی ها اثر می گذارد. به این ترتیب، دارای عمری کوتاه است و در مواقعی فشار بر روی دیوار می باشد از تورهای فلزی به نام گایون استفاده می شود. این تور دور تا دور دیوار سنگی را می پوشاند و مانع حرکت و جابه جایی سنگ ها می شود.

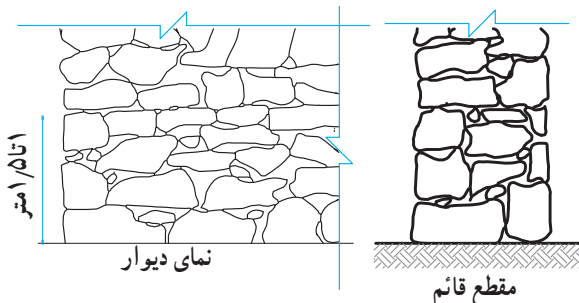
دیوار خشکه چینی سنگی و گایون<sup>۱</sup> کردن سنگ ها: در حصارکشی ها از دیوارهای سنگی در وضع خشکه چینی و بدون ملات استفاده می شود. عرض این دیوارها نباید از ۶۰ سانتی متر بیش تر شود. این دیوار، کوتاه بوده و فقط وزن خود را تحمل می کند به طوری که نمی توان بر این گونه دیوارها نیرو وارد



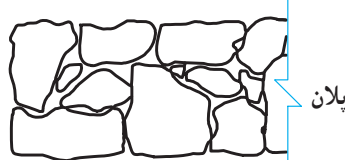
شکل ۴-۲۰- خشکه چینی سنگی



پلان



مقطع قائم

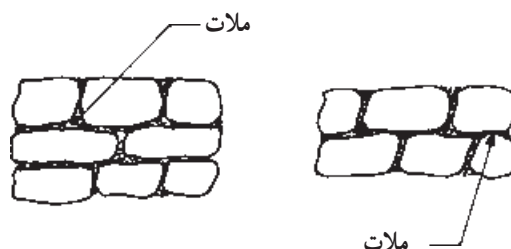


پلان

شکل ۵-۲۰- دیوار خشکه چینی سنگی

شدن آن‌ها در زیر بارهای فراوان بسیار است. به طوری که ملات باید اطراف هر سنگ را به خوبی بپوشاند تا نیروهای وارده به طور یکسان به تمام سطوح وارد شود.

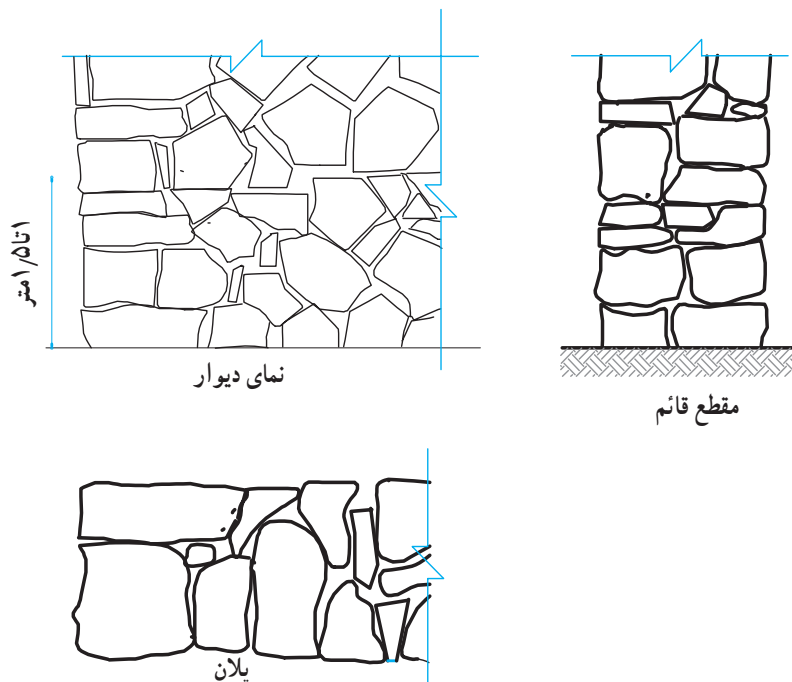
رعایت ملات خور در سنگ‌ها: در سنگ‌کاری رعایت غوطه‌ای ساختن سنگ، در ملات از مسائل مهم کار است. زیرا کمبود ملات و تماس سنگ‌ها به صورت خشکه‌چینی، خطر خرد



شکل ۶-۲۰- نمایش دیوار لاشه چینی با ملات

عمقی بزرگ باشد، به وسیله‌ی دو نفر جابه‌جا می‌شود و ملات در زیر آن به صورت غوطه‌ای قرار می‌گیرد و با کوبیدن ته دسته‌ی پتک و یا چکش زدن و حرکت لغزشی، ملات زیر همه‌ی سنگ‌ها را پر کرده و درزهای خارجی نیز به وسیله‌ی کمی ملات زده می‌شود. در ضمن با لاشه‌سنگ درزها پر می‌شود.

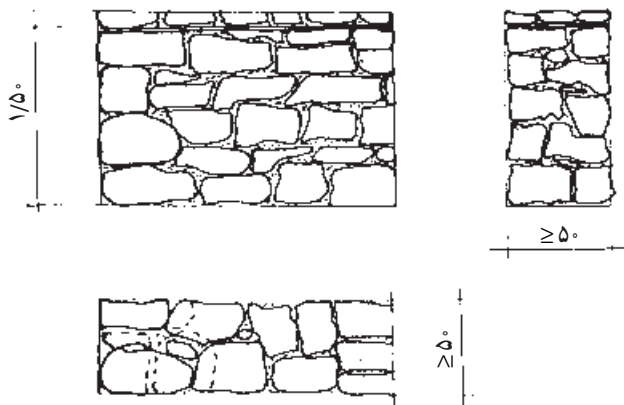
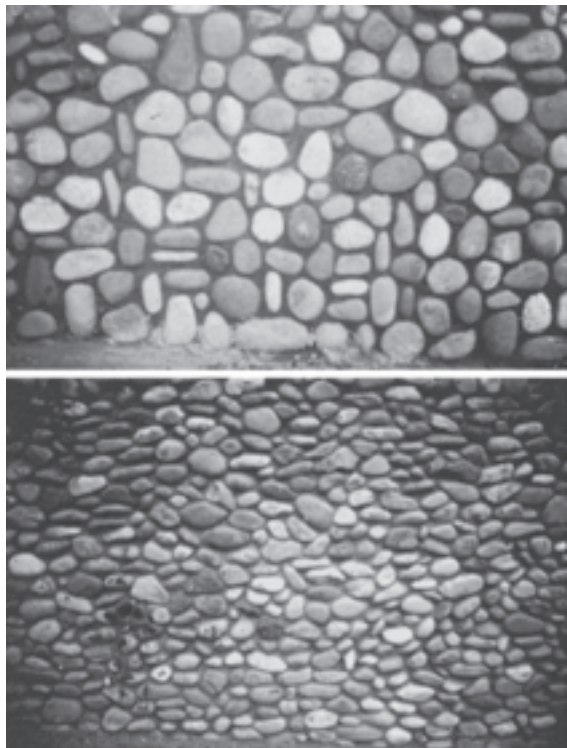
پیوند رج‌های زیرین: در رج‌های زیرین به خصوص در رج اول، از وجود سنگ‌های عمقی بیش‌تر استفاده می‌گردد. در نبش‌ها از سنگ‌های دونبش و عمقی که به اندازه‌ی دو برابر سنگ هم جوار خود باشد، استفاده می‌شود. این حالت در دیوارهای خشکه‌چینی بسیار مفید است و از ریزش نبش و یا باز شدن پیوند سنگ‌ها جلوگیری می‌کند. در کل چنانچه سنگ نبش و یا سنگ



شکل ۷-۲۰- دیوار چند وجهی نامنظم



زیاد انجام می‌گردد تا برجستگی سنگ‌های قلوه‌ای کم‌تر شود.



شکل ۹-۲۰- سنگ قلوه‌ای رودخانه‌ای

**دیوارچینی با سنگ کوهی و قواره:** این نوع سنگ به وسیله سنگ‌های لاشه‌ای بزرگ انجام می‌گیرد. به طور معمول به وسیله چکش تیزی سنگ گرفته شده و با ملات و رعایت اتصالات و بدون بند برشی در بناهای سنگی روستایی به کار می‌رود. در این سنگ کاری به علت اختلاف ارتفاع و اندازه‌ی سنگ‌ها رج چینی به وجود نمی‌آید. به خاطر این که تراکم دیوار و فشار قطعات سنگ بر روی یک‌دیگر یک نواخت باشد و سنگ کاری «سرخورده» انجام می‌شود.

**پیوند در سنگ کاری:** قفل و بست در سنگ کاری از مسائل مهم است. عدم پیوند باعث باز شدن و در اصطلاح لق شدن کار می‌گردد که در اثر حرکات زمین، دیوارهای سنگی دچار ریزش می‌شوند. به این ترتیب سنگ کاری باید هم از جهت نما و هم از جهت ضخامت، دارای پیوند باشد.

**توجه:** در روستاهای کوهستانی کُردستان، نوعی خانه‌سازی به شکل خشکه‌چینی انجام می‌گردد. نعل درگاه و پوشش سقف از تیرهای چوبی است. معمولاً در گذشته پس از پایان کار بر سطح دیوارهای داخلی و خارجی اندود کاه‌گل شده ولی در حال حاضر اندود ماسه‌ی سیمان می‌شود. این روش در کل به علت عدم استفاده‌ی ملات در بین رج‌های سنگ کاری غلط است.



شکل ۸-۲۰- نمای دیوار خشکه چینی بدون ملات

### دیوارسازی با سنگ قلوه‌ی رودخانه‌ای: سنگ‌های

مدور رودخانه در ابعاد بزرگ، جهت بناهای سنگی روستایی استفاده می‌شوند. این سنگ‌ها به علت نوع کروی آن‌ها فاقد اتصالات مساعد و درگیری با یک‌دیگر و ملات است. به این ترتیب نمی‌توان باری بر آن‌ها وارد کرد و اگر برای ساختمان استفاده شود، به علت عدم باربری، در زیر نیروهای فشاری اصولی نیست. در این سنگ چینی باید ملات در تمام جوانب سنگ قرار گیرد و تماسی بدون ملات در بین سنگ‌ها بوجود نیاید. در ضمن به علت کروی بودن آن‌ها بین سنگ‌ها با ملات پر می‌شود. ضخامت این دیوارها نباید از ۵ سانتی‌متر کم‌تر باشد. در کل از این نوع سنگ در دیوارهای بدون باربر و از نوع سنگ‌های قلوه‌ای کوچک به شکل مخلوطی رنگی و ساده برای دیوارهای تزئینی و بدون باربر استفاده می‌شود. بندکشی در این سنگ کاری با سطحی

## دستور کار عملی

- ۱- سنگ‌های طبیعی مناسب را جهت دیوارکشی انتخاب کنید.
- ۲- با سنگ‌های طبیعی دیوار خشکه چینی کنید.
- ۳- با سنگ‌های قلوه‌ی رودخانه‌ای دیوارچینی کنید.
- ۴- با سنگ‌های کوهی و قواره‌ای دیوارچینی کنید.

## کارگاه شناخت مصالح نگهداری معدن (بتن)

هدف های رفتاری: پس از پایان این برنامه ی کارگاهی از شما انتظار می رود که :

- ۱- بتن را به طور عملی تهیه کنید.
- ۲- در عملیات بتن ریزی شرکت کنید.
- ۳- کاربرد انواع میلگرد را در تهیه ی بتن مسلح توضیح دهید.

### آشنایی

همان طور که از قبل توضیح داده شد، بتن ماده ای است که از مخلوط کردن سیمان و آب به عنوان ماده ی چسبنده و شن و ماسه و یا سنگ دانه به عنوان جسم پرکننده ساخته می شود. در برخی از موارد برای اصلاح و یا کسب بعضی از خواص بتن، ماده ی چهارمی به عنوان ماده ی افزودنی نیز به آن اضافه می شود. مهم ترین مشخصه ی بتن، دسترس بودن مصالح تشکیل دهنده و مقاومت و هم چنین طول عمر آن است.

### طرز تهیه ی بتن:

**اندازه کردن مصالح سنگی:** مقدار مصالح سنگی را اغلب

از طریق وزن کردن آن به دست می آورند. در بتن های سبک، اندازه گیری حجمی برای مصالح سنگی کاربرد دارد. برای حجم های کم، بتن ریزی نیز اندازه گیری حجمی متداول است. باید توجه داشت که اندازه گیری وزنی همواره بهتر از حجمی است. اگر ماسه از طریق حجمی اندازه گیری شود باید اضافه ی حجم آن را در اثر جذب رطوبت محیط یا آب پاشی بر مصالح در اندازه گیری، به حساب آورد. مواد مضاف جامد نیز باید از طریق وزنی اندازه گیری شود. اما مواد مضاف مایع می تواند، هم از طریق وزنی و هم از طریق حجمی اندازه گیری گردد.

**تعیین ترکیب بتن:** منظور از تعیین ترکیب بتن آن است

که میزان اجزای مختلف آن یعنی سیمان آب، ماسه یا خرده سنگ

لازم را به نحوی تعیین کنیم که خواص مورد نظر را دارا باشد. ترکیب بتن اغلب به یکی از دو صورت زیر بیان می شود. **الف) طریقه ی نسبی:** در این روش ترکیب بتن را به صورت رابطه ی زیر بیان می کنیم.

$$L \div x \div y \div z = \frac{W}{C}$$

که در آن L وزن سیمان، x وزن ماسه، y وزن شن یا خرده سنگ و  $z = \frac{W}{C}$  نسبت وزن آب به سیمان است. به طور مثال یکی از ترکیبات معمول بتن به شرح زیر است.

$$1 \div 2/4 \div 4/5 \div \frac{W}{C} = 0/65$$

**ب) طریقه ی مطلق:** در این روش، وزن سیمان، ماسه و شن یا خرده سنگ و آب لازم جهت تهیه ی یک متر مکعب از بتن را به صورت درصد بیان می کنند. برای مثال یکی از ترکیبات متداول بتن به شرح زیر است :

سیمان	۲۷۰ کیلوگرم در مترمکعب
ماسه	۷۰۰ کیلوگرم در مترمکعب
خرده سنگ	۱۲۶۰ کیلوگرم در مترمکعب
آب	۱۷۰ کیلوگرم در مترمکعب
<b>جمع</b>	<b>۲۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب</b>

تعیین ترکیب بتن از مهم ترین مراحل تهیه آن است. قبل از آن که میزان اجزای مختلف بتن تعیین گردد باید هر کدام را جداگانه

آزمایش کرد.

بریزید. مخلوط را به شکل مخروطی درآورده و سر مخروط را گود کرده و به تدریج به آن آب اضافه کنید. عمل مخلوط کردن را حداقل سه بار در حین افزودن آب ادامه داده و بتن را زیر و رو کنید. وقتی مخلوط همگن و یک نواخت شد، بتن آماده است.

### بتن ریزی

**بتن ریزی فونداسیون ها:** قبل از بتن ریزی، باید سطح قالب با آب مرطوب شود یا به مواد رها ساز آغشته گردد تا آب بتن راه خود جذب نکند، در بتن ریزی فونداسیون ها باید دقت شود که هنگام اجرای عملیات بتن با ضربه به بدنه ی قالب برخورد نکند و حداکثر در لایه های ۳۰ سانتی متری ریخته شده و پس از ویبره شدن هر لایه لایه بندی ریخته شود. تا جایی که ممکن است باید بتن را به سرعت ریخت و در هنگام ریختن هر لایه دقت کرد که لایه ی قبلی به خوبی متراکم شده باشد.

**بتن ریزی پایه های کوچک:** قبل از این که اولین لایه ی بتن ریخته شود، میله ویبره را در انتهای قالب قرار می دهیم. (به علت عمق کم هر لایه، قراردادن میله ویبره قابل اطمینان است به طوری که تمامی حجم بتن لایه به خوبی متراکم خواهد شد.) این لایه باید بتواند با قسمت های سخت اتصال و یک پارچگی کامل پیدا کند. لایه های بتن به نحوی در قالب ریخته می شود که میله ویبره بتواند آن ها را ویبره کند. در انتها، میله ویبره را باید به طور پیوسته و به آرامی از بتن خارج کرده حداکثر عمق لایه های بتن در هر نوبت بتن ریزی ۳۰ سانتی متر است.

**بتن ریزی با تسمه ی نقاله و پمپ بتن:** ریختن بتن با تسمه ی نقاله وقتی انجام می گیرد که فرد مسئول بتواند باز و بسته شدن دریچه ی تسمه ی نقاله را به نحوی کنترل کند. اگر این امر امکان پذیر نباشد، بهتر است که بتن را روی تخته ای ریخت و آن را با بیل به داخل قالب ستون هدایت کرد. قبل از بتن ریزی هر لایه، باید اطمینان لازم از تراکم لایه ی قبلی حاصل شود. در بتن ریزی با پمپ باید قسمت انتقال شیلنگ تا حدامکان پایین باشد، تا از ریختن بتن از ارتفاع جلوگیری شود. به طور هم زمان می توان میله ویبره را پایین فرستاد و همراه با بالا آمدن شیلنگ، پمپ بتن آن را به آرامی بالا کشید. در بتن ریزی ستون ها خروجی

در کل می توان گفت برای این که بتن حاصله، حداقل خواص مورد نظر را دارا باشد، برای تهیه ی هر متر مکعب آن در مواردی که بتن در مجاورت هوا خشک می شود، ۲۵۰ کیلوگرم برای آب و هوای مرطوب ۲۲۰ کیلوگرم و برای بتنی که به وسیله ی لرزاننده به ارتعاش درآمده است، باید ۲۰۰ کیلوگرم سیمان به کار رود.

یکی از روش های تعیین ترکیب بتن معمولی روشی است که به نام روش «حجم مطلق» موسوم است. وزن مخصوص بتن معمولی هنگامی که به خوبی لرزانده شود، به حد مطلق خود نزدیک می گردد. (صرف نظر از میزان فضای خالی اندکی که در آن باقیمانده است.) بنابراین مجموع حجم اجزای آن که برای تهیه ی یک متر مکعب بتن به کار می رود، باید برابر یک متر مکعب شود. اگر  $C, S, W, G$  به ترتیب وزن سیمان آب، ماسه و شن یا خرده سنگ لازم برای تهیه ی یک متر مکعب بتن بر حسب کیلوگرم،  $\gamma_C, \gamma_W, \gamma_S, \gamma_G$  به ترتیب وزن مخصوص آن ها بر حسب کیلوگرم بر متر مکعب باشد، رابطه ی زیر برقرار خواهد بود:

$$\frac{C}{\gamma_C} + \frac{W}{\gamma_W} + \frac{S}{\gamma_S} + \frac{G}{\gamma_G} = 1$$

مراحل مختلف محاسبه ی ترکیب بتن به شرح زیر است:

اول - محاسبه ی نسبت سیمان به آب

دوم - محاسبه ی درصد آب

سوم - محاسبه ی درصد سیمان

چهارم - محاسبه ی میزان ماسه و شن یا خرده سنگ

### نحوه ی اختلاط دستی و شرایط آن

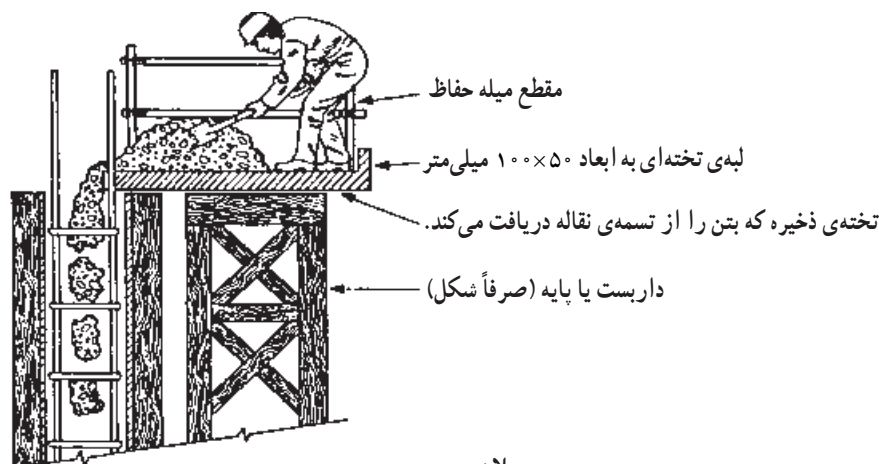
برای بتن ریزی با حجم کم و در مواردی که ماشین بتن ساز در دسترس نیست، از این روش استفاده می شود. سطح تمیزی را آماده کنید. برای این کار می توانید، با متصل کردن تخته ها به یک دیگر سطح صافی را ایجاد کنید. این سطح صاف را قبل از بتن ریزی روی زمین ثابت نگهدارید و پس از خیس کردن آن بتن سازی را شروع کنید. ابتدا ماسه ی لازم را بر روی کف می ریزیم و سپس سیمان را اضافه کرده و آن گاه آن را به صورت خشک، مخلوط کنید. روی مخلوط حاصله به مقدار لازم شن

قالب، می‌تواند به‌جاری شدن بتن در داخل قالب کمک کند و عمل بتن‌ریزی به‌نحوی انجام شود که بتن‌ریزان بتوانند داخل قالب را مشاهده کنند. برای دیواره‌های بلند، شیلنگ و بیراتور باید به اندازه‌ی کافی بلند باشد تا وایره بتواند در عمق دیواره حرکت کند. در هنگام اجرای کار باید ریختن بتن به‌طور یک‌نواخت و هم‌سطح انجام گیرد. دقت بسیار در ریختن و متراکم کردن اولین لایه‌ی بتن اتصالات و پیچ‌های تنه‌ی قسمت‌های افقی ساختمان ضروری است.

عمق لایه‌ی اول هیچ‌گاه نباید از ۳۰ سانتی‌متر بیش‌تر شود. در دیواره‌های نازک وجود یک سکوی ممتد در بالای دیوار برای بتن‌ریزی یا انباشتن بتن و سپس، ریختن آن به داخل قالب یک راه‌حل اساسی است. در نقاط انتهایی و اتصالات عمودی سازه عمل تراکم و ارتعاش باید به‌دقت انجام شود.

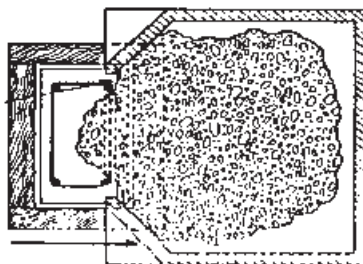
پمپ باید، با قدرت ارتعاش میله و بیراتور هماهنگ شود. جهت ایجاد تراکم لازم در بتن‌ریزی مداوم ستون‌ها لازم است، بعد از هر نیم ساعت بتن‌ریزی ۴۵ سانتی‌متر ارتفاع بالای ستون، دوباره وایره شود. در ستون‌های بزرگ به‌علت وسعت سطح بتن هم‌زمان برای بتن‌ریزی از چند کارگر استفاده می‌شود و هماهنگی کاملی بین بتن‌ریزان و متراکم‌کننده‌ها ایجاد گردد. هم‌چنین باید سعی شود که از تکیه‌دادن میله‌ی و بیراتور به شبکه‌ی میل‌گردها جلوگیری شود.

**بتن‌ریزی دیواره‌ها:** قبل از بتن‌ریزی باید اطمینان یابید که میل‌گردها، برای بتن‌ریزی و ارتعاش، مزاحمتی ایجاد نخواهند کرد. بنابراین در مواقع ضروری راه‌حلی برای ریختن بتن به قالب جست‌وجو کنید. در مرحله‌ی بعد می‌توانیم چگونگی انجام کار را برای بتن‌ریزان آموزش دهیم. نصب یک سپر چوبی در بالای



پلان

بریدگی در تخته‌ی ذخیره بتنی این اجازه را می‌دهد که لبه حدود ۲۵ میلی‌متر نسبت به میل‌گرد اصلی جلوتر باشد و این اطمینان را به‌وجود می‌آورد که بتن از دیواره‌ی قالب دور نگه داشته شود. لبه‌ی ۱۰۰×۵۰ میلی‌متری به‌عنوان یک پنجه عمل کرده از پخش بتن جلوگیری کرده و بتن را به داخل قالب هدایت می‌کند.



شکل ۱-۲۱- با استفاده از یک تخته‌ی ذخیره در بالای یک ستون، تشکیلات مشابهی را در مورد دیوارهای باریک می‌توان استفاده کرد. اما با یک تخته‌ی ذخیره طولی‌تر.

## روش‌های اجرایی:

۱- قسمتی را که قرار است به‌سازی شود، کاملاً مرطوب کنید. این کار مکش آب را کنترل می‌کند.

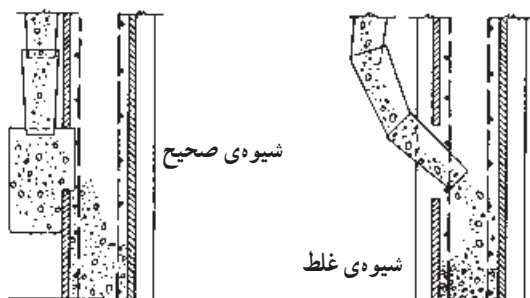
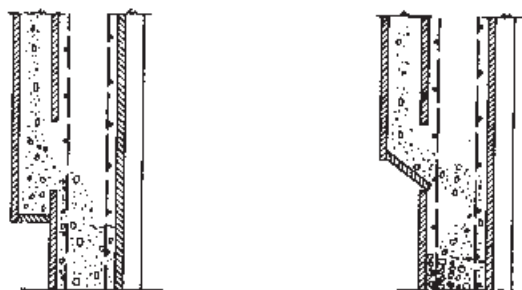
۲- درحالی که سطح هنوز مرطوب است، یک مخلوط خمیری روان را به وسیله‌ی برس با دسته‌ی دو گره‌ای روی سطحی حدود یک متر مربع بمالید (می‌توان از یک برس پلاستیکی نرم نیز استفاده کرد).

۳- ملات خمیری را با استفاده از تخته‌ی مال‌های با سطح اسفنجی روی سطح قطعه یا سازه بتنی بمالید تا ملات کاملاً وارد محل حباب‌ها شود.

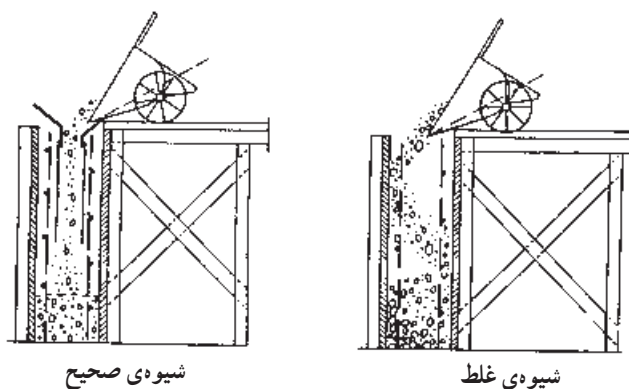
۴- درحالی که ملات هنوز خمیری است، سطح را با مخلوط خشکی با همان نسبت سیمان و ماسه نرم ( $\frac{1}{3}$ ) مالش دهید (مصالح خشک حباب‌ها را سفت می‌کند).

با استمرار عمل، ملات‌های اضافی سخت نشده از سطح پاک‌شده و بتن نمایان می‌شود.

۵- سطح را حداقل به مدت ۳ روز مرطوب نگهدارید. عمل ترمیم باید در زمان‌هایی باشد که تابش مستقیم آفتاب وجود نداشته باشد (عصرها، مواقع ابری).



شکل ۲-۲- شیوه‌های بتن‌ریزی در دیوارهای بلند

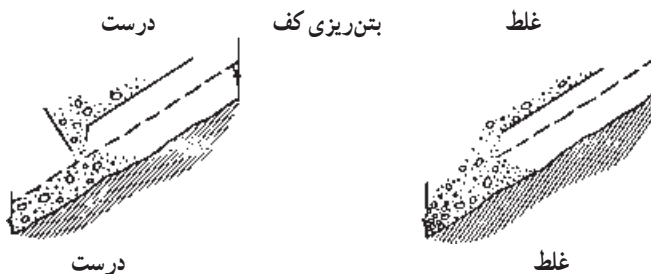
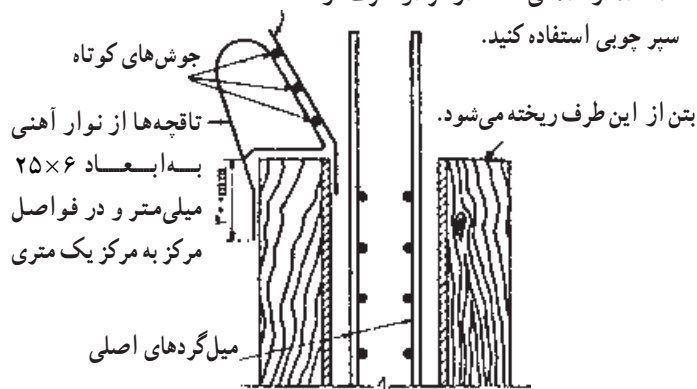
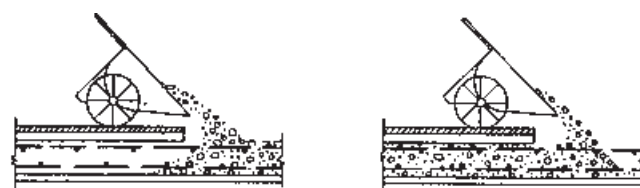


شکل ۳-۲۱- بتن‌ریزی در بالای دیوار

یک صفحه‌ی فلزی ۴۰۰-۳۰۰ میلی‌متری به تاقچه‌ی پایه‌ی نگهدارنده جوش داده شده است.

بتن در درپچه‌های باریک و ریختن بتن با استفاده از تسمه‌ی نقاله، در هر دو طرف از

سپر چوبی استفاده کنید.



بتن‌ریزی در روی سطح شیب‌دار

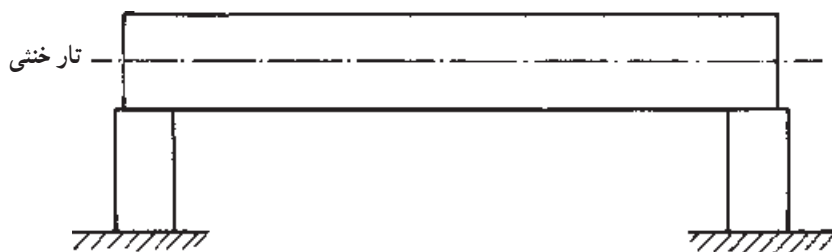
شکل ۴-۲۱- در قالب دیوارها نصب صفحات فلزی هادی برای انتقال بتن کمک مؤثری است.



این مقاومت در نظر گرفته نمی‌شود. مقاومت بتن در مقابل نیروهای برشی، تقریباً  $\frac{1}{3}$  مقاومت فشاری آن در نظر گرفته می‌شود. با توجه به این که قطعات بتنی، با هم تحت تأثیر انواع نیروهای فشاری، برشی و کششی قرار می‌گیرند، لازم است قطعات بتنی، برای مقاومت کافی در مقابل این نیروها، با عنصر مناسبی مسلح گردند. با در نظر گرفتن مشخصات فیزیکی مواد مختلف، فولاد با داشتن ضریب انبساط طولی  $0.000012$  - که تقریباً با ضریب انبساط طولی بتن ( $0.00001$  الی  $0.000015$ ) برابر است -؛ همچنین متناسب بودن ضریب ارتجاعی آن با ضریب ارتجاعی بتن و محاسن دیگر از قبیل فراوانی، شکل پذیری و غیره، مناسب‌ترین عنصر برای این منظور است. فولاد بیش‌تر به صورت انواع میل‌گرد همراه با بتن، بتن‌آرمه (بتن مسلح) را تشکیل می‌دهد.

### موارد استفاده از میل‌گردها در تیرهای بتنی

الف) تحمل نیروهای کششی: در شکل زیر یک تیر تخت بتنی یک دهانه را قبل از بارگذاری مشاهده می‌کنید. در وسط این تیر محوری است که به آن «تارمیانی» یا تار خنثی می‌گویند.



شکل ۵-۲۱- تیر بتنی قبل از بارگذاری

لایه‌ها هرچه از تار خنثی دورتر باشند، فشرده‌تر و لایه‌های زیر تار خنثی کشیده می‌شوند. و هر قدر این لایه‌ها از تار خنثی دورتر

تعمیر و ترمیم قسمت‌های کرمو: در قسمت‌های کرمو که عمق خالی آن‌ها از  $10^\circ$  میلی‌متر بیش‌تر است، به‌سازی به‌صورت وصله ضرورت دارد. در این مورد قسمت‌های کرمو را تا رسیدن به بتن سالم خرد کنید، سپس محیط اطراف قسمت کنده شده را با قلم ضربه بزنید تا لبه‌هایی تمیز، تیز و تقریباً راست گوشه به عمق  $10^\circ$  میلی‌متر ایجاد شود. عمق وصله تا حد امکان باید یک‌نواخت باشد و معمولاً لازم نیست که کندن قسمت‌های کرمو تا پشت میل‌گردها ادامه یابد، مگر کرمو شدن آن‌ها تا پشت میل‌گردهای فولادی گسترده شده باشند.

برای تعمیرات کم عمق کم‌تر از  $5^\circ$  میلی‌متر، استفاده از ملات بهتر است و به نوع ملات پرداخت مورد نظر بستگی دارد. برای تعمیر لکه‌های عمیق باید قبل از لکه‌گیری در بتن قدیمی میل‌گردهایی جهت تقویت لکه کاشته شود.

### هدف از به‌کار بردن فولاد در قطعات بتنی

از آنجایی که بتن جسمی شکننده است در مقابل نیروهای فشاری، مقاومتی در خور پسند دارد، اما مقاومت آن در مقابل نیروهای کششی ناچیز است و به همین دلیل، در محاسبات بتن‌آرمه،

پس از بارگذاری مطابق شکل زیر، تار خنثی نه فشرده می‌شود و نه کشیده، اما لایه‌های بتن بالای تار خنثی فشرده می‌شوند. این



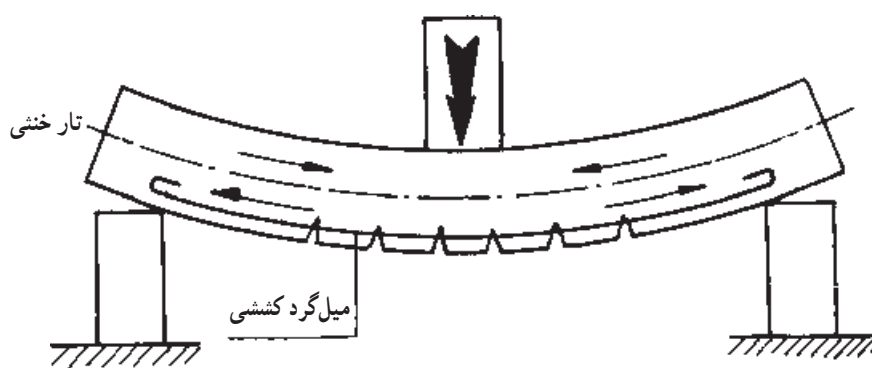
شکل ۶-۲۱- تیر بتنی پس از بارگذاری



تحمّل می‌شود. در تیر یک دهانه در ناحیه‌ی بالای تار خنثی، حداقل میل‌گردهای فشاری براساس استاندارد مربوطه (بدون محاسبه) قرار داده می‌شود. بعضی اوقات ممکن است سطح بتن به تنهایی قادر به تحمّل نیروهای فشاری نباشد یا این که بنا به ضرورت، لازم باشد، ابعاد بتن کوچک انتخاب شود؛ در این صورت، قسمتی از نیروهای فشاری، به وسیله‌ی میل‌گردهای فشاری تحمّل می‌شود. این میل‌گردها در ناحیه‌ی فشاری (نزدیک سطح آزاد بتن) قرار می‌گیرند و سطح مقطع آن‌ها در مقاطع مختلف تیر، براساس محاسبه تعیین می‌شود.

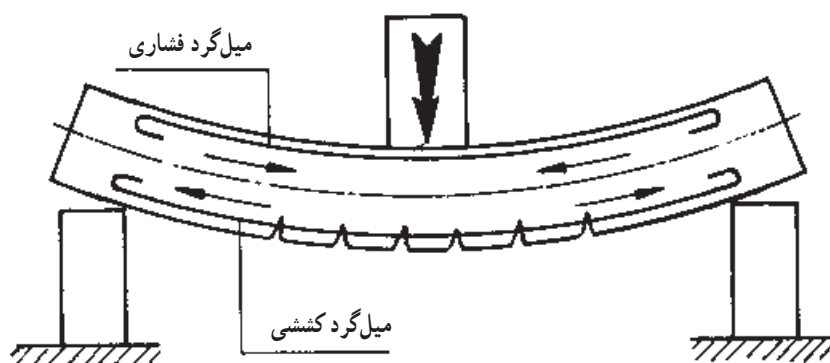
باشند، بیش‌تر کشیده می‌شوند. بدین ترتیب، مشخص می‌شود که در تیر ساده یک دهانه، پس از بارگذاری، حداکثر کشش در ناحیه‌ی وسط تیر در زیر تار خنثی و در پایین‌ترین لایه‌ی تیر به وجود می‌آید. بنابراین، لازم است در نزدیکی سطح زیرین بتن، میل‌گردهایی برای تحمّل نیروهای کششی قرار گیرند. سطح مقطع این میل‌گردها با توجه به مقدار نیروهای کششی وارد بر هر ناحیه محاسبه می‌شود.

ب) تحمّل نیروهای فشاری: با توجه به مقاومت خوب بتن در مقابل فشار، بیش‌ترین نیروهای فشاری، به وسیله‌ی بتن



شکل ۷-۲۱- نمایش میل‌گرد کششی در تیر بتنی

در شکل زیر میل‌گردهای کششی و فشاری را مشاهده می‌کنید.

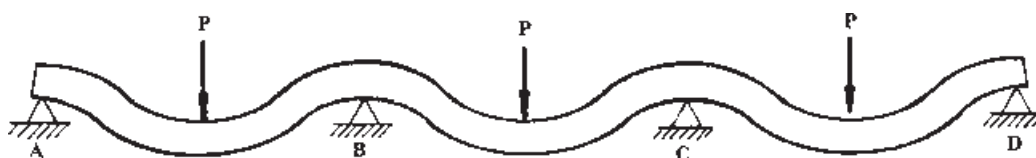


شکل ۸-۲۱- نمایش میل‌گردهای کششی و میل‌گرد فشاری در تیر بتنی

دیگر، شکل خم شدن تیرها ممکن است تغییر کند. برای روشن شدن این مطلب، به فرم خم شدن یک تیر که بر روی چند تکیه‌گاه

باید توجه داشت که در تیر یک دهانه‌ی ساده، ناحیه‌ی کشش و فشار، به گونه‌ای است که ذکر آن رفت، اما با شرایط

متوالی (تیر چند دهانه) قرار گرفته، توجه کنید.



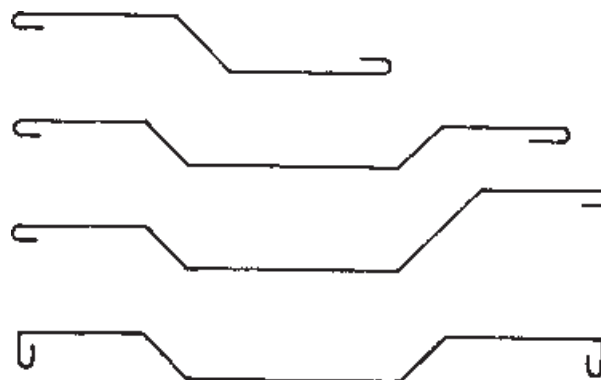
شکل ۹-۲۱- تیر چند دهانه تحت اثر نیرو

کششی وارد بر هر مقطع تیر). این تغییرات گاهی با کم و زیاد کردن میل‌گردهای راستا و در مواردی، با تغییر محل یک میل‌گرد از پایین به بالا یا از بالا به پایین، تأمین می‌شود. در شکل زیر دو نوع میل‌گرد راستا را می‌بینید.  
به میل‌گردهایی که بنا به نیاز خمیده می‌شوند و تغییر مسیر می‌دهند، «اتکا» گفته می‌شود.

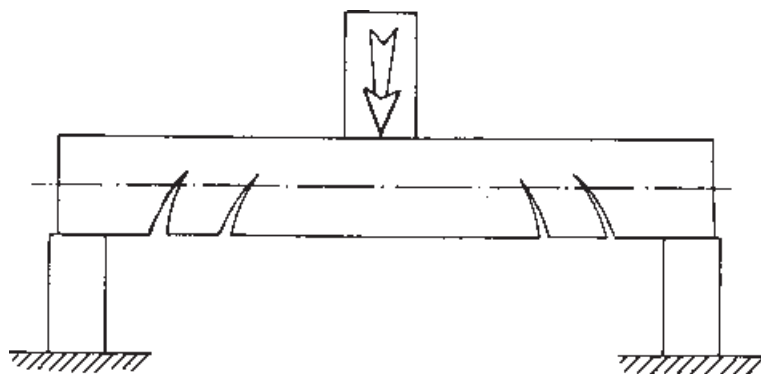
همان‌طور که در شکل دیده می‌شود، بر اثر بار وارده از بالا، تیر در قسمت پایین وسط دهانه کشیده و در قسمت بالا فشرده می‌شود ولی بر روی تکیه‌گاه‌ها به عکس، تیر در قسمت فوقانی کشیده و در قسمت تحتانی فشرده می‌شود.  
با توجه به مطالب مذکور، گاهی لازم است که در مقاطع مختلف قطعات بتنی، مقدار میل‌گردها تغییر کند. (متناسب با نیروی



شکل ۱۱-۲۱- دو نوع میل‌گرد راستا



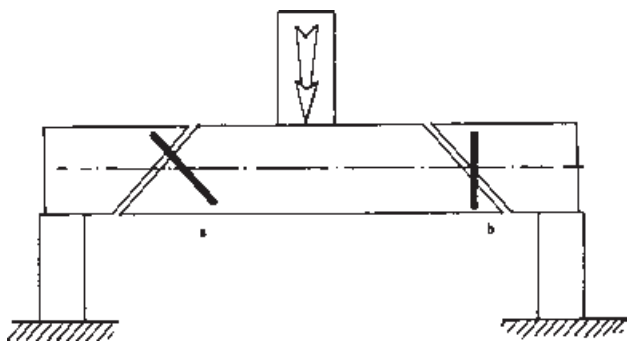
شکل ۱۰-۲۱- چند نمونه میل‌گرد خم شده (اتکا)



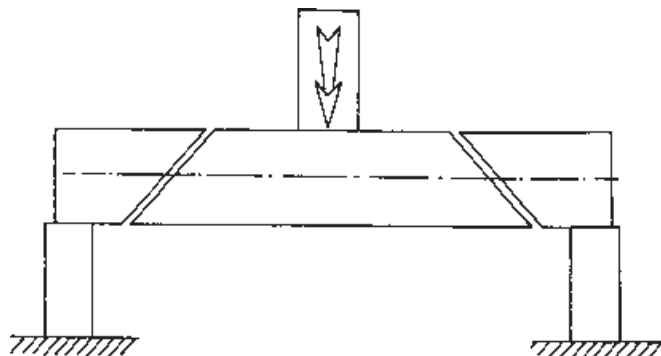
شکل ۱۲-۲۱

تار خنثی را قطع می کنند و در نهایت ممکن است موجب بریده شدن قطعه بتنی شود.

ج) تحمل نیروهای برشی: اگر نیروی برشی وارد بر سطح قطعه بتنی بیش تر از مقاومت برشی بتن باشد، مطابق شکل ترک هایی در تیر بتنی ایجاد می شود که با زاویه ی حدود ۴۵ درجه،



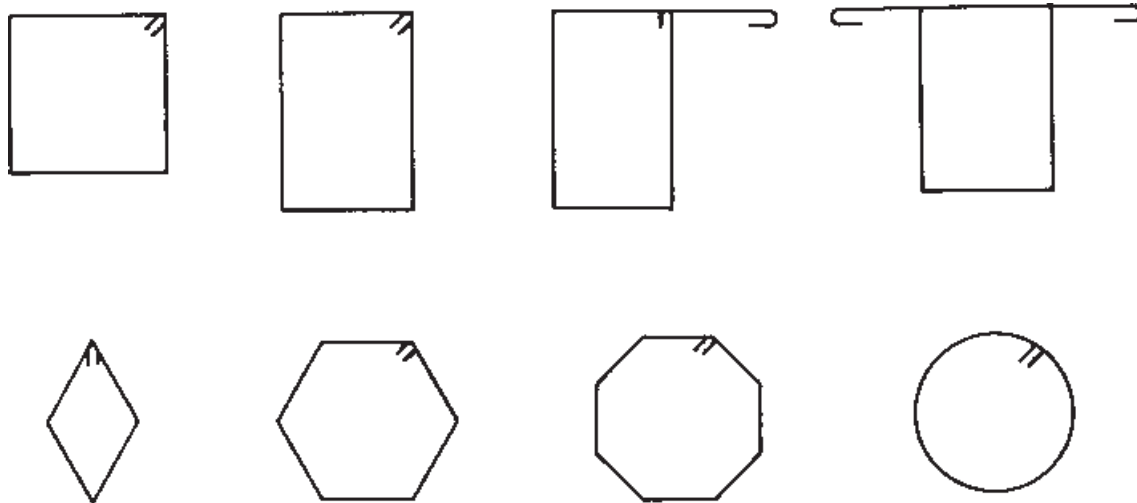
شکل ۱۴-۲۱- دو نوع میل گرد برای مقابله با نیروی برشی در تیر



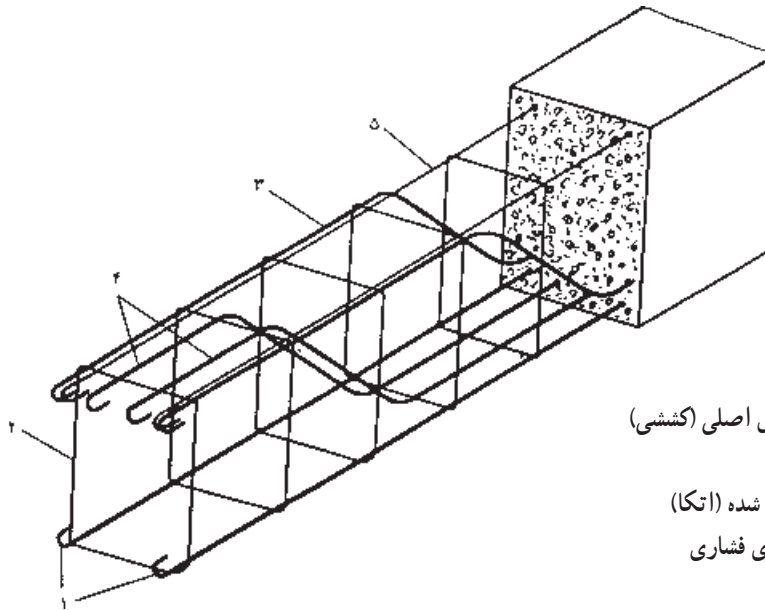
شکل ۱۳-۲۱

برای مقاومت در برابر نیروهای برشی، تعداد و قطر میل گرد ها باید با دقت محاسبه شوند. با توجه به این که در تیر بتنی، حداکثر نیروی برشی در نزدیکی تکیه گاه ها ایجاد می شود، قطع خاموت ها را بیش تر و فاصله ی آن ها را کم تر از نواحی دیگر در نظر می گیرند. در قسمت های دور تر از تکیه گاه ها، حداقل آیین نامه ای را به کار می برند. در شکل زیر چند نمونه خاموت دیده می شود.

خاموت (رکاب - کمر بند): خاموت ها میل گرد های شکل گرفته ای هستند که در تیر به صورت قائم قرار می گیرند. معمولاً خاموت ها را به شکل مقطع تیر می سازند و ضمن این که در مقابل نیروهای برشی وارد آمده مقاومت می کنند، میل گرد های فشاری و کششی را در جای خود نگه می دارند. براساس آیین نامه های بتن آرمه، حداقل قطر و فاصله خاموت ها مشخص می شود، اما



شکل ۱۵-۲۱- چند نمونه خاموت



- ۱- میل گرد راستای اصلی (کششی)
- ۲- خاموت
- ۳- ۴- میل گرد خم شده (اتکا)
- ۵- میل گرد راستای فشاری

شکل ۱۶-۲۱- میل گرد گذاری یک تیر بتنی



میل گرد آجدار تابیده (TOR)



میل گرد آجدار

شکل ۱۸-۲۱

۳- برای بتن های پیش تنیده و پس تنیده، از کابل های فولادی (سیم بکسل) با تنش های بسیار بالا استفاده می کنند.



شکل ۱۹-۲۱- کابل فولادی برای بتن پیش تنیده و پس تنیده

امروزه در مواردی که عوامل جوئی، سبب ایجاد خوردگی در میل گردهای فولادی و در نتیجه باعث ترکیدن بتن می شوند، از میل گردهای لاستیکی با تنش مجاز  $1400 \text{ kg/cm}^2$  استفاده می کنند.

## انواع میل گردهای مورد مصرف در بتن

میل گردها با توجه به نوع آلیاژ و شکل ظاهری، انواع مختلفی دارند که در ایران برای مصرف در بتن، از سه نوع آن در قطره های مختلف استفاده می کنند.

۱- میل گردهای نرمه با مقطع دایره و سطح کاملاً صاف که در اصطلاح به آن، «میل گرد ساده» می گویند. تنش حد جاری شدن این میل گرد  $2200 \text{ kg/cm}^2$  است.



شکل ۱۷-۲۱- میل گرد ساده

۲- میل گردهای آجدار و آجدار تابیده (TOR) با دو آلیاژ سخت و نیمه سخت موجود است. نوع سخت آن با تنش حد جاری شدن  $5000 \text{ kg/cm}^2$  و نوع نیمه سخت آن دارای حد جاری شدن  $3400$  تا  $4200$  کیلوگرم بر سانتی متر مربع است. در شکل ۱۸-۲۰ میل گردهای آجدار و آجدار تابیده را می بینید.

## تمیز کردن میل‌گردها

چون چسبندگی مناسب بین فولاد و بتن از عوامل مؤثر در مقاومت بتن مسلح است، باید میل‌گردهایی که در بتن مسلح به کار می‌روند، تمیز و عاری از گل، روغن، زنگ‌زدگی، پوسته، خوردگی یا سایر پوشش‌های غیر فلزی باشند.

برای تمیز کردن زنگ از سطح میل‌گرد، می‌توان از برس سیمی زبر استفاده کرد. اگر حجم میل‌گردهای زنگ زده زیاد باشد، از دستگاه ماسه‌پاش (سندبلاست) استفاده می‌کنند. این دستگاه با پرتاب شدید ماسه‌های ریز بر سطح میل‌گرد، باعث زنگ‌بری آن می‌شود.

توجه: میل‌گردهایی که زنگ‌زدایی می‌شوند، هنگامی در بتن قابلیت مصرف دارند که کلیه‌ی مشخصات لازم، از قبیل سطح مقطع و غیره را حفظ کرده باشند.

## پوشش بتن روی میل‌گردهای فولادی

چون میل‌گردهای فولادی به عوامل خورنده جوئی (رطوبت و رطوبت‌های اسیدی) بسیار حساس هستند؛ بنابراین، باید با پوشش کافی بتن روی آن‌ها، از زنگ‌زدگی آن‌ها جلوگیری کرد.

## دستور کار عملی

- ۱- برای تهیه‌ی بتن نسبت‌های سیمان، آب و ماسه را برای مقدار معینی بتن محاسبه کنید.
- ۲- به صورت دستی بتن تهیه کنید.
- ۳- در یک عملیات بتن‌ریزی که در یک محل یا کارگاه ساختمانی انجام می‌شود، حضور یافته و اگر امکان مشارکت در کار وجود ندارد، از اجرای عملیات گزارش تهیه کنید.
- ۴- قسمت‌های تخریب شده‌ی یک دیوار بتن را ترمیم کنید.
- ۵- به کمک مفتول سیمی چند نمونه خاموت درست کنید.
- ۶- چند نوع میل‌گرد مصرفی را در بتن معاینه کنید.

## کارگاه شناخت مصالح نگهداری معدن (چوب)

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این برنامه‌ی کارگاهی از شما انتظار می‌رود که:

- ۱- انواع چوب را به طور عملی شناسایی کنید.
- ۲- انواع معایب چوب را تشخیص دهید.

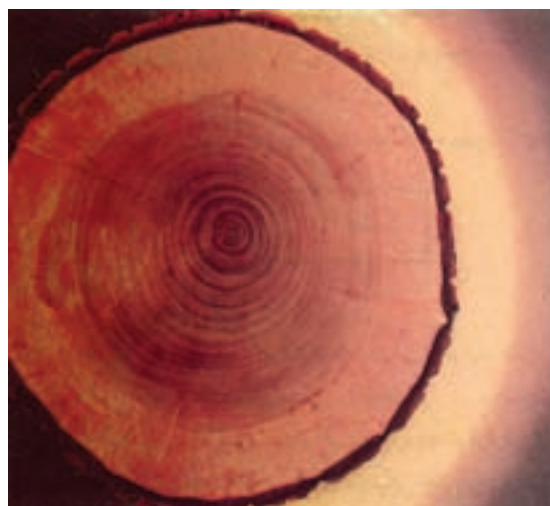
### چوب

یکی از مهم‌ترین مصالحی که برای نگهداری کارهای معدنی مختلف به کار می‌رود، چوب است. مقاومت خوب، وزن مخصوص کم و عمر طولانی آن سبب شده است که بتوان آن را در تمام قسمت‌های معدن به کار برد. به غیر از امتیازات چوب می‌توان متفاوت بودن مقاومت آن در امتدادهای مختلف، قابلیت جذب و تبخیر آب و در نتیجه انبساط و انقباض آن، پوسیدن و تغییرات وسیع مقاومت انواع مختلف را به عنوان معایب آن ذکر کرد.

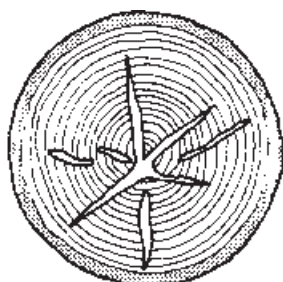
انواع چوب‌های معدنی: از جمله متداول‌ترین چوب‌هایی که در نگهداری معادن به کار می‌رود، می‌توان چوب‌های کاج، صنوبر، بلوط، شاه‌بلوط و سایر درختان جنگلی را نام برد. در کل تمام چوب‌هایی را که به اندازه‌ی کافی مقاومند و در برابر رطوبت

داخل معدن پایدارند می‌توان در داخل معدن به کار برد. معمول‌ترین چوب‌هایی که در معدن به کار می‌رود، چوب کاج و بلوط است. منتها کاج از بلوط ضعیف‌تر و قیمت آن نیز ارزان‌تر است. بدین جهت برای نگهداری کارهای معدنی که برای مدت زمان کوتاه مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند، از کاج و برای نگهداری کارهای دائم، از بلوط استفاده می‌کنند.

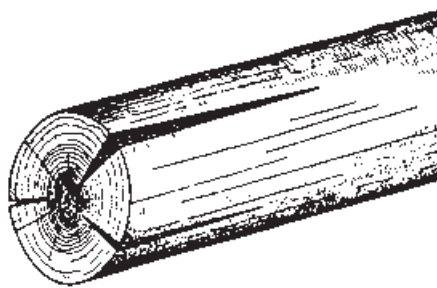
مقاومت انواع چوب در هوای مختلف نیز متفاوت است. بدیهی است که این مصالح در قسمت‌هایی از معدن که دارای هوای تمیز است، مدت‌زیادتری دوام دارند. برای مثال دوام چوب کاج در هوای خوب، حدود ۵ سال است در صورتی که در قسمت‌هایی از معدن که دارای هوای کثیف و مرطوب است، بیش از یک سال دوام نمی‌آورد. باید توجه داشت که حتی در مواردی که از چوب واحدی استفاده می‌شود، بسته به محل کاربرد



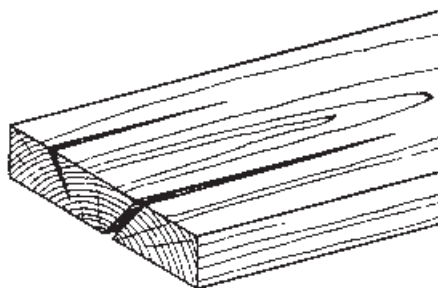
شکل ۱-۲۲- مقطعی عرضی تنه درخت کاج



ترک مغزی



ترک پوستی



شکل ۲-۲۲- ترک خوردن چوب که در اثر یک نواخت نبودن ساختمان و میزان رطوبت رخ می‌دهد.

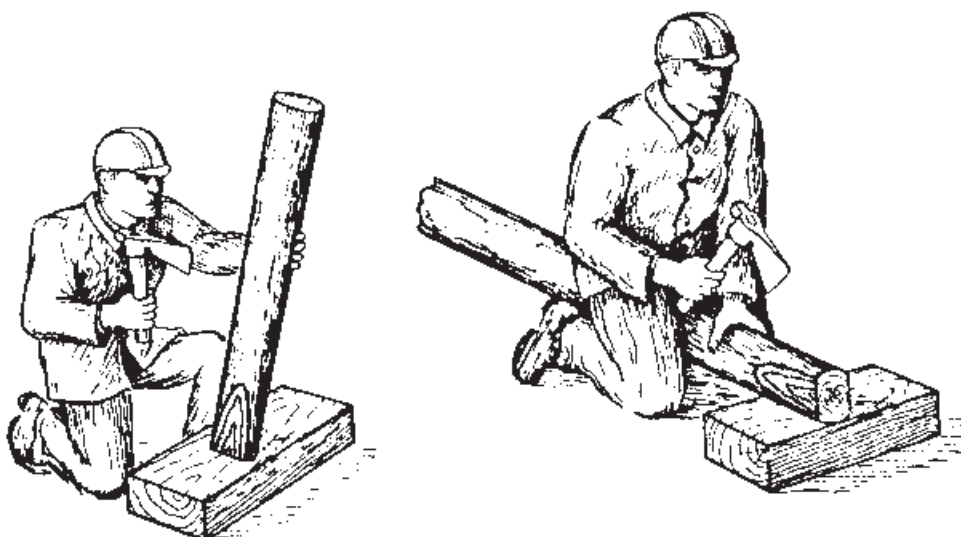
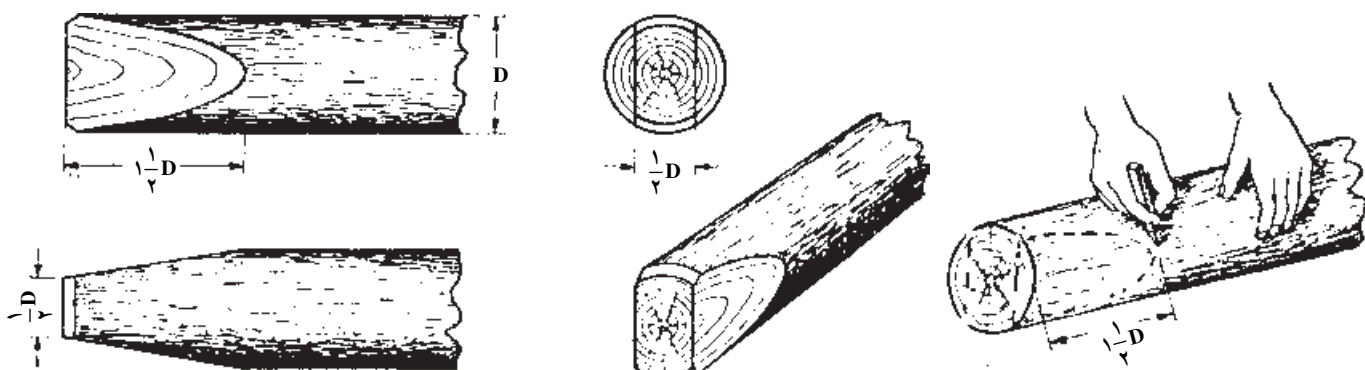
## طریقه‌ی بریدن چوب برای استفاده از آن در نگهداری معدن

- ۱- برای این منظور چوب مورد نظر را به اندازه‌ی معین با اره ببرید.
- ۲- ابعادی از چوب را که باید توسط تبر بریده شود، با قلم روی چوب مشخص کنید.
- ۳- توجه داشته باشید که انتهای چوب نباید کاملاً نوک تیز شود در این رابطه همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، حداقل  $\frac{1}{4}$  قطر چوب در وسط آن باید باقی بماند.
- ۴- یک تکه چوب یا الوار را به‌عنوان تکیه‌گاه انتخاب کنید و چوبی را که قرار است با تبر انتهایی آن بریده شود، روی تکیه‌گاه بگذارید.
- ۵- با وارد آوردن ضربه‌ی تبر در دو امتداد عمودی و افقی چوب، قسمت‌های مورد نظر را ببرید.
- ۶- از محکم بودن دسته‌ی تبر اطمینان حاصل کنید تا ضربات آن به بدن شما آسیبی وارد نکند.

و نیروهای مجاز آن متفاوت است. برای مثال از آن‌جا که چوب خشک نسبت به چوب مرطوب، مقاومت زیادتری دارد، بنابراین نیروهای مجاز چوب در شرایط خشک و مرطوب با یکدیگر متفاوت است.

**شکل و ابعاد چوب‌های معدنی:** چوب را معمولاً به‌حالت طبیعی و به‌صورت استوانه به‌کار برده و گاهی نیز آن را به‌صورت تخته درمی‌آورند. با توجه به ابعاد و محل مصرف، چوب به اسامی مختلف نامیده می‌شود. از جمله این اسامی می‌توان ستون، کلاهک و رشک را ذکر کرد. با توجه به ابعاد کار معدنی طول استوانه‌های چوب متفاوت است و قطر آن بین ۶ تا ۳۰ سانتی‌متر تغییر می‌کند. چوب‌های نازک که به‌نام (لارده) موسوم است، برای پُر کردن فضای بین وسیله‌ی نگهداری و دیواره‌ی کار معدنی مصرف می‌شود. چوب‌های کوتاهی که در کارگاه استخراج به‌کار می‌روند، به‌نام «گرده قوزی» نامیده می‌شوند و آن دسته از چوب‌های کوتاه و ضخیم که بیش‌تر برای تهیه‌ی تخته‌های معدنی به‌کار می‌روند «گرده کاتین» نام دارد.





شکل ۳-۲۲- آماده کردن چوب برای نصب در کارگاه استخراج

## دستور کار عملی

- ۱- چند نمونه از انواع چوب‌های معدنی را در عمل مشاهده و معاینه کرده و معایب آن را ذکر کنید.
- ۲- به صورت گروهی با ابزارهای لازم، چوب را ببرید و تکه‌تکه کرده و مطابق دستور پایه‌ی نگهداری تهیه کنید.

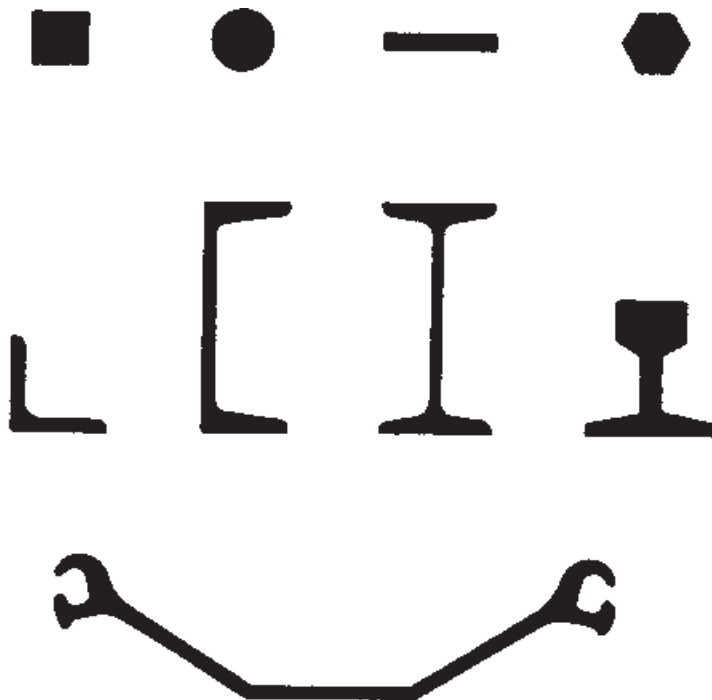
## کارگاه شناخت مصالح نگهداری معدن (فولاد)

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این برنامه‌ی کارگاهی از شما انتظار می‌رود که:  
 - انواع فولاد را از لحاظ شکل و مصارف آن توضیح دهید.

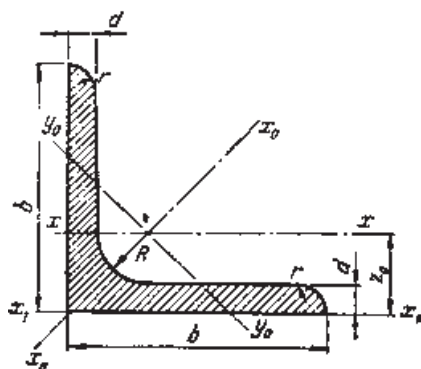
### فولاد

- الف - فولاد کم کربن یا فولاد نرم که کربن آن‌ها  $0/09$  تا  $0/25$  درصد است.  
 ب - فولاد متوسط با میزان کربن  $0/25$  تا  $0/55$  درصد.  
 ج - فولاد با کربن زیاد یا فولاد خشکه که بین  $0/6$  تا  $1/2$  درصد کربن دارد.  
 شکل‌های مختلف فولاد: فولاد به اشکال مختلف که به نام نیم‌رخ‌های فولادی مختلف معروف‌اند، به بازار عرضه می‌شود و متداول‌ترین آن‌ها در شکل زیر نشان داده شده است.

فولاد یکی از مهم‌ترین مصالحی است که به شکل‌های مختلف مثل تیرآهن، قاب‌های فلزی، پیچ و مهره و اشکال دیگر، برای نگهداری کارهای معدنی به کار می‌رود. برای تهیه‌ی نیم‌رخ‌های مختلف فولادی، چدن حاصله از کوره‌ی بلند ذوب‌آهن را در تبدیل‌کننده‌های مخصوص با کاهش میزان کربن آن، به فولاد تبدیل می‌کنند و شمش‌های فولادی را در دستگاه‌های نورد، به شکل‌های موردنظر درمی‌آورند. با توجه به میزان کربن فولاد، آن را به انواع زیر تقسیم می‌کنند:



شکل ۱-۲۳- نیم‌رخ‌های مختلف فولاد



شکل ۳-۲۳- نبشی

نبشی با ارتفاع بال و ضخامت جان مشخص می‌شود. در بعضی از انواع نبشی، طول هر دو بال مساوی است در صورتی که در انواع دیگر، مختلف است. برای نشان دادن مشخصات نبشی از فرم  $LX \times Y \times Z$  استفاده می‌کنند که در آن  $X$  و  $Y$  ارتفاع بال‌ها و  $Z$  ضخامت جان است.

نیم‌رخ سپری یا  $T$ : این نیم‌رخ که در ایران به نام نبشی سه پهلو نیز خوانده می‌شود، به شکل  $T$  است سپری اغلب در دو نوع ساخته می‌شود. در نوع اول آن قاعده دو برابر ارتفاع است در صورتی که در نوع دیگر، ارتفاع و قاعده با یک‌دیگر مساوی هستند.



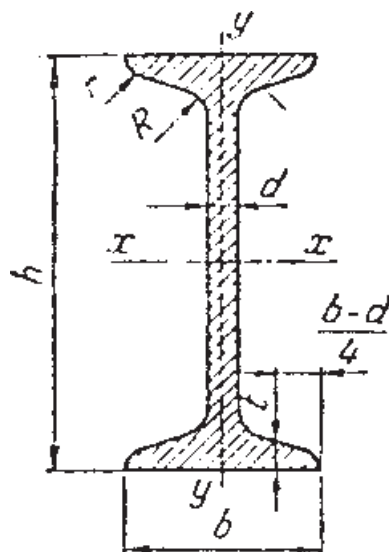
شکل ۴-۲۳- نیم‌رخ سپری

ورق و تسمه: ورق عبارت از ضخامت فولادی است که اغلب در سه استاندارد  $۱ \times ۲$ ،  $۱/۵ \times ۳$  و  $۱/۵ \times ۶$  متر ساخته می‌شود. ضخامت ورق‌های مختلف نیز متفاوت است و بین چند میلی‌متر تا چندین میلی‌متر تغییر می‌کند. ورق‌هایی که عرض آن‌ها کم یا کم‌تر از  $۱۶$  سانتی‌متر است، به نام تسمه خوانده می‌شود. ابعاد مقطع تسمه  $۵ \times ۱۰$  تا  $۶۰ \times ۱۵۰$  میلی‌متر و طول آن‌ها اغلب  $۶$  متر است.

میله‌های فولادی: میله‌های فولادی به شکل‌های مختلف (مربع، شش‌گوش، دایره و ...) و به صورت ساده یا آج‌دار ساخته می‌شود. میله‌هایی با مقطع گرد به قطر  $۵$  تا  $۲۲۰$  میلی‌متر، نیم‌رخ‌های چهارگوش به ضلع  $۶ \times ۶$  تا  $۱۵۰ \times ۱۵۰$  میلی‌متر و

نیم‌رخ‌های معمولی به نام نیم‌رخ  $I$  یا تیرآهن، نیم‌رخ  $U$  یا ناودانی، نبشی، سپری، ورق، تسمه و میله خوانده می‌شود. طول شاخه‌ی نیم‌رخ‌های مختلف فولادی، اغلب  $۶$  متر است. در این جا به شرح مختصر نیم‌رخ‌های فولادی می‌پردازیم.

نیم‌رخ  $I$  یا تیرآهن: این نیم‌رخ از جمله متداول‌ترین نیم‌رخ‌های فولادی است که تیرآهن‌ها را با شماره‌ای که معرف ارتفاع  $h$  آن برحسب سانتی‌متر است، مشخص می‌کند. برای مثال تیرآهن نمره‌ی  $۱۴$ ، تیرآهنی است که ارتفاع مقطع آن برابر  $۱۴$  سانتی‌متر است و یک متر از آن  $۱۴$  کیلوگرم وزن دارد. قسمت‌های بالا و پایین تیرآهن به نام بال و قسمت میانی آن به نام جان تیر خوانده می‌شود.

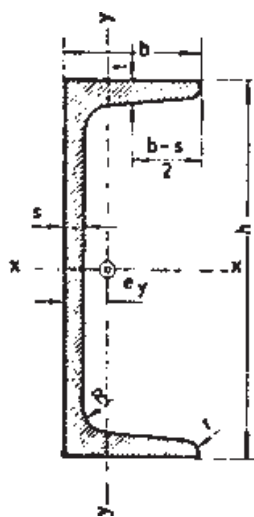


شکل ۲-۲۳- نیم‌رخ  $I$  یا تیرآهن

معروف‌ترین نیم‌رخ‌های  $I$  به شرح زیر است:  
نیم‌رخ معمولی یا  $IUP$ : این نیم‌رخ برای تحمل خمش مناسب و سبک است. نیم‌رخ معمولی در شماره‌های  $۸$  تا  $۶۰$  ساخته می‌شود.

نیم‌رخ  $IPE$ : این نیم‌رخ نسبت به نیم‌رخ معمولی، دارای بال پهن‌تر و مناسب‌تر است.

نیم‌رخ نبشی یا  $L$ : نبشی نیز از جمله‌ی دیگر نیم‌رخ‌هایی است که در قسمت‌های مختلف به کار می‌رود.



شکل ۵-۲۳- ناودانی

مقاطع شش ضلعی، به ابعاد ۱۳ تا ۱۰۳ میلی متر، ساخته می شود.  
**نیم رخ بال پهن IPB:** این نیم رخ همان طوری که از اسمش  
 پیداست، دارای بال های پهن تر و برای قطعات فشاری مناسب  
 است. نیم رخ بال پهن در شماره های ۱۰ تا ۱۰۰ ساخته می شود.  
**نیم رخ ذوب آهن اصفهان IPA:** این نیم رخ که ساخت  
 کارخانه ی ذوب آهن اصفهان است، در شرایط فعلی در شماره های  
 ۱۰ تا ۳۰ ساخته می شود.

**نیم رخ U یا ناودانی:** این نیم رخ به شکل U است و  
 اغلب با ارتفاع دهانه ی آن (h) مشخص می شود. نیم رخ U تا  
 ارتفاع ۴۰ سانتی متر ساخته شده و در صنعت به صورت UNP  
 نشان داده می شود.

### دستور کار عملی

نیم رخ های مختلف فولادی را در کلاس مشاهده و بررسی کنید.