فصل نوزدهم

کارگاه شناخت مصالح نگهداری معدن (آجر و دیوارکشی)

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

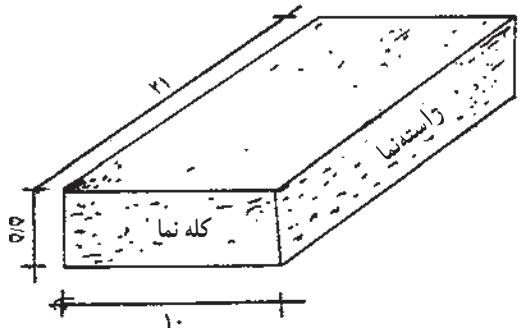
۱ــ نحوه‌ی ساختن آجر را شرح دهید.

۲ــ انواع مختلف آجر را شناسایی کنید.

۳ــ با آجر دیوارکشی کنید.

آجر

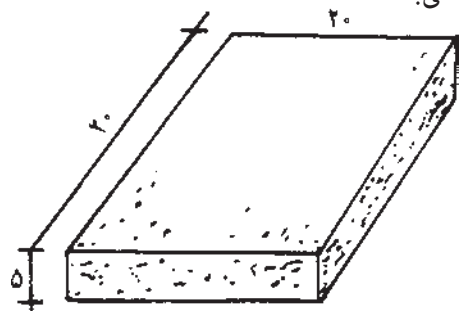
یکی از مصالح ساختمانی است که از پختن خاک رس به‌دست می‌آید و در واقع نوعی سنگ مصنوعی است که شکل مکعب مستطیل دارد. به لحاظ ابعاد و اندازه، آجرهای جدید به ابعاد ۵/۵×۱۰×۲۱ سانتی‌متر ساخته می‌شوند. نمای ۵/۵×۱۰ را «کله‌نما» و نمای ۵/۵×۲۱ را، «راسته‌نما» می‌گویند.



شکل۱ــ۱۹ــ نمایی از یک آجر درسته

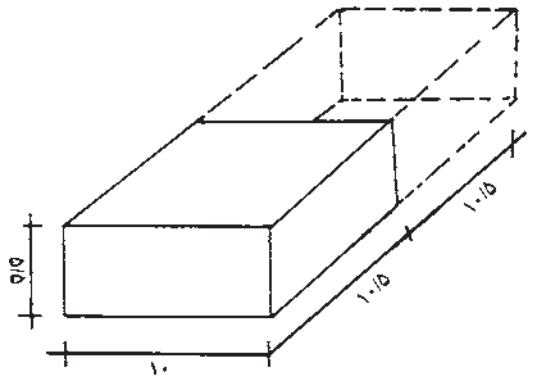
انواع و اجزای آجر

آجــرچهار گوش یا مــربعی: این آجر دارای ابــعاد ۲۰×۵×۲۰ می‌باشد.



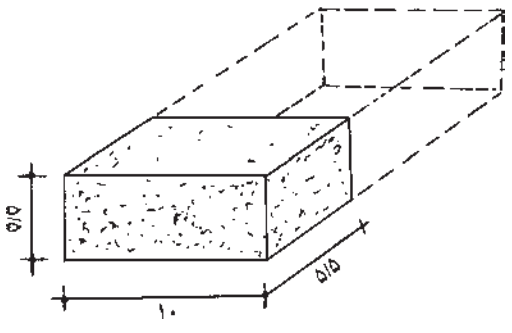
شکل۲ــ۱۹ــ آجر مربعی

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



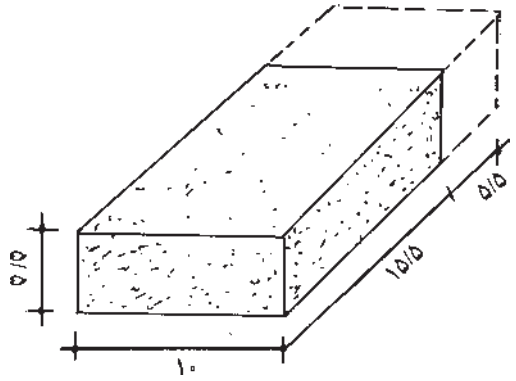
شکل ۳ ــ۱۹ــ طرح آجر نیمه

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



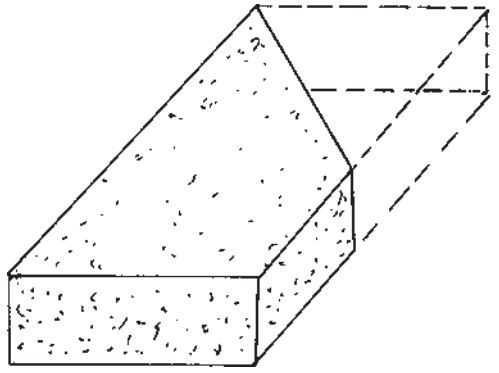
شکل۴ ــ ۱۹ــ طرح آجر کلوک

آجر سه قدی: اندازه‌ی سه چهارم طول یک آجر می‌باشد، یعنی دارای ابعاد ۱۵/۵×۱۰×۵/۵ سانتی‌متر است. که یک آجر از یک کلوک و یک سه قدی تشکیل شده است.



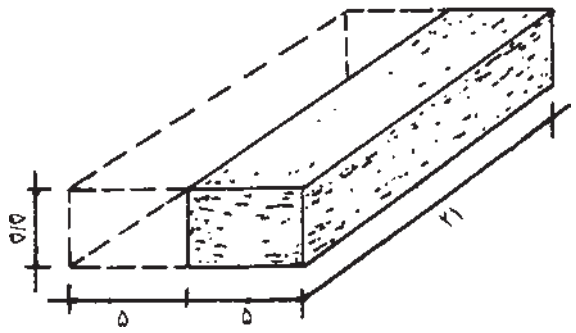
شکل ۵ ــ ۱۹ــ طرح آجر سه قدی

آجر کلاغ‌پر: اگر از سر یک آجر درسته به اندازه‌ی نصف از قطر یک نیمه کسر شود باقیمانده‌ی آن‌را «کلاغ‌پر» می‌گویند. اندازه‌ی ذوزنقه (۱۰×۵/۵)×(۲۱×۱۰/۵) سانتی‌متر است که می‌تواند ۱۰/۵ سانتی‌متر نسبت به مورد مصرف تغییر کند.



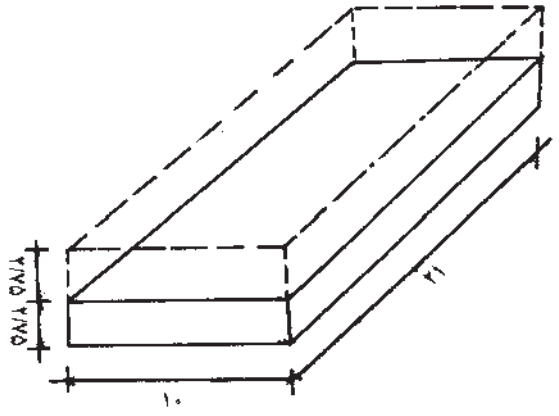
شکل ۶ ــ ۱۹ــ آجر کلاغ پر

آجر قلمدانی: اگر آجر را به‌صورت طولی از عرض نصف کنیم، آجر قلمدانی به‌دست می‌آید که ابعاد آن ۲۱×۵×۵/۵ سانتی‌متر است.



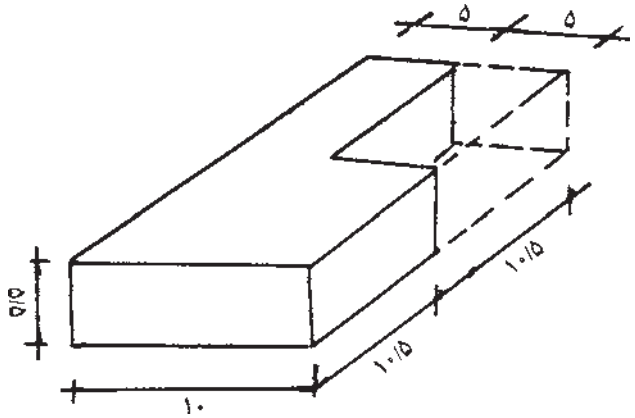
شکل ۷ ــ ۱۹ــ آجر قلمدانی

آجر نیم لایی: اگر آجر را به‌صورت طولی از ضخامت ۵/۵ سانتی‌متری آن نصف کنیم، آجر نیم‌لایی به‌دست می‌آید که ابعاد آن ۲۱×۱۰×۲/۷ سانتی‌متر است.



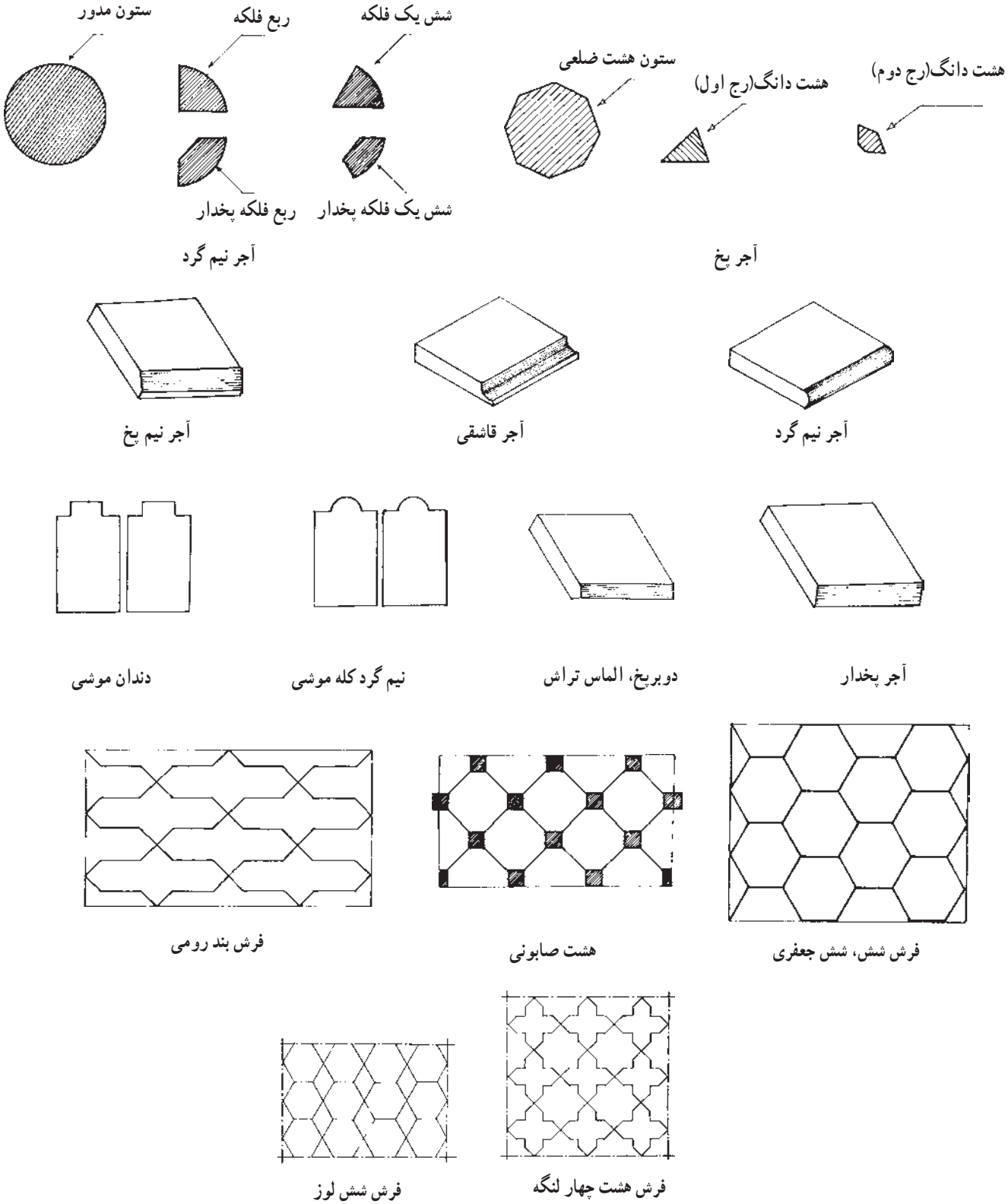
شکل ۸ ــ ۱۹ــ آجر نیم‌لایی

آجر لغازی یا دم کلاغی: در صورتی‌که $\frac{۱}{۴}$ آجر به‌صورت $\frac{۱}{۲}$ از سر نما، و $\frac{۱}{۲}$ از راسته‌نما، از یک گوشه حذف شود، بقیه‌ی آجر را «لغازی» می‌گویند.

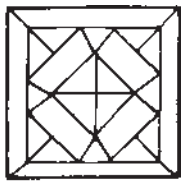


شکل ۹ ــ ۱۹ــ آجر لغازی یا دم کلاغی

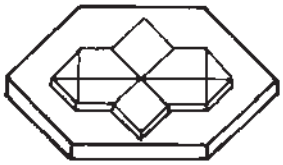
انواع آجر



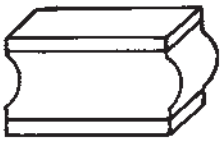
شکل ۱۰ ــ ۱۹ــ انواع آجر



تراش بازوبندی



شش با نقش بند رومی



فتیله تراش نیم‌گرد

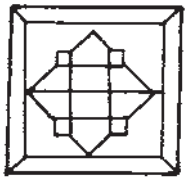
بغل تراش

قاشقی تراش

دوبر قاشقی

نیم‌گرد تراش

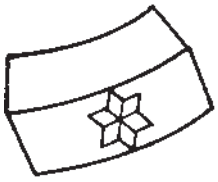
نیم‌گرد دو طرفه



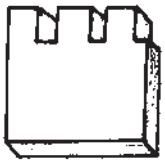
چهارلنگه با نقش چهارلنگه

سر قاشقی باز

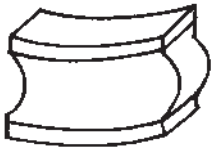
سر قاشقی



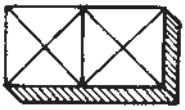
فلکه نقش دامر



دندان موشی تراش(پنجه‌ای)



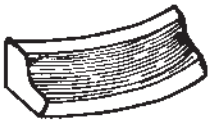
فتیله‌تراش فلکه مادگی



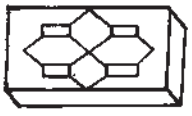
حاشیه چشم گاوی

مقطع

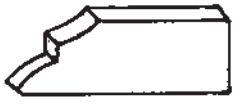
سروته باریک



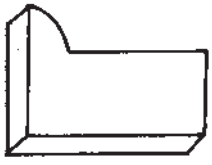
قاشقی تراش فلکه



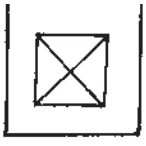
نقش‌دار بازوبندی



آجر سینه کفتری



نیم گرد زه دار



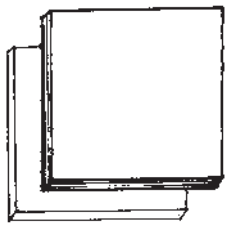
مربع قپه‌دار

برش

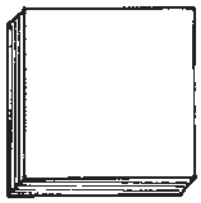
نیم گرد زه‌دار باز

ستاره نقش‌دار

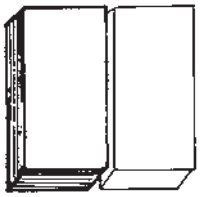
ادامه‌ی شکل ۱۰ــ۱۹



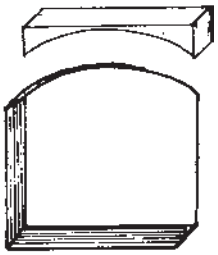
آجر نیم لایی



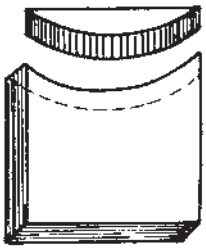
آجر ایرانی



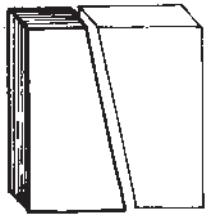
راسته بر



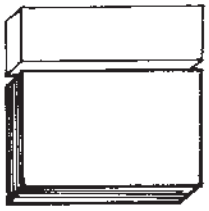
آجر فلکه نری



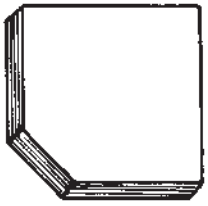
فلکه مادگی



سروته باریک

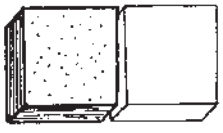


قلمی سه دانگی

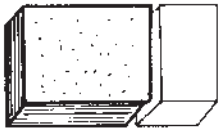


لب پخ

قفلی

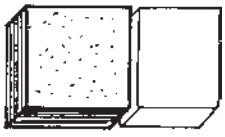


نیمه

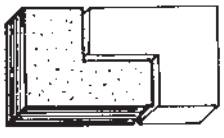


سه قدی

قناس

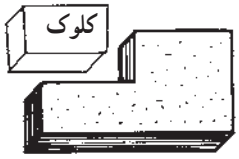


دوقدی به‌اضافه ملاتخور



سه قدی قفلی

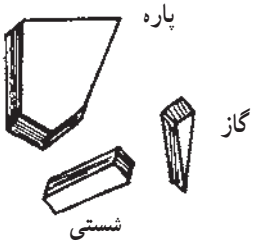
قلمدانی

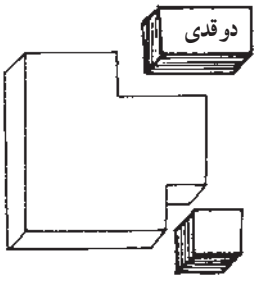


قفلی

سالداتی

آجر نیم لایی





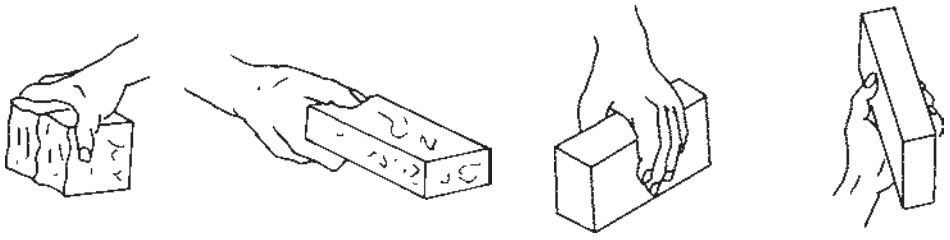
کلوک

ادامه‌ی شکل ۱۰ــ۱۹

مراحل عملی کار با آجر

چون در اکثر کارهای ساختمانی از آجر استفاده می‌شود، لذا آشنایی و نحوه‌ی به‌دست گرفتن آجر، حمل، تخلیه و دسته‌کردن آن به‌صورت بسیار وسیع انجام می‌گردد. برای این‌منظور اقدامات زیر باید انجام گیرد.

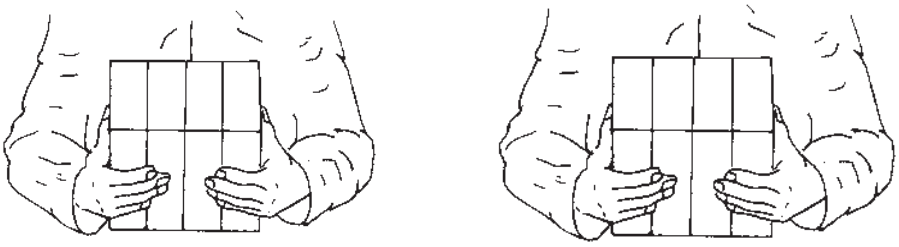
۱ــ *به‌دست گرفتن و نگهداشتن آجر:* آجر را محکم نگیرید و به‌انگشتان خود فشار ندهید تا به پوست دستِ شما آسیبی وارد نشود. آجر نباید در دست شما سُر بخورد سعی کنید دستتان خشک باشد.



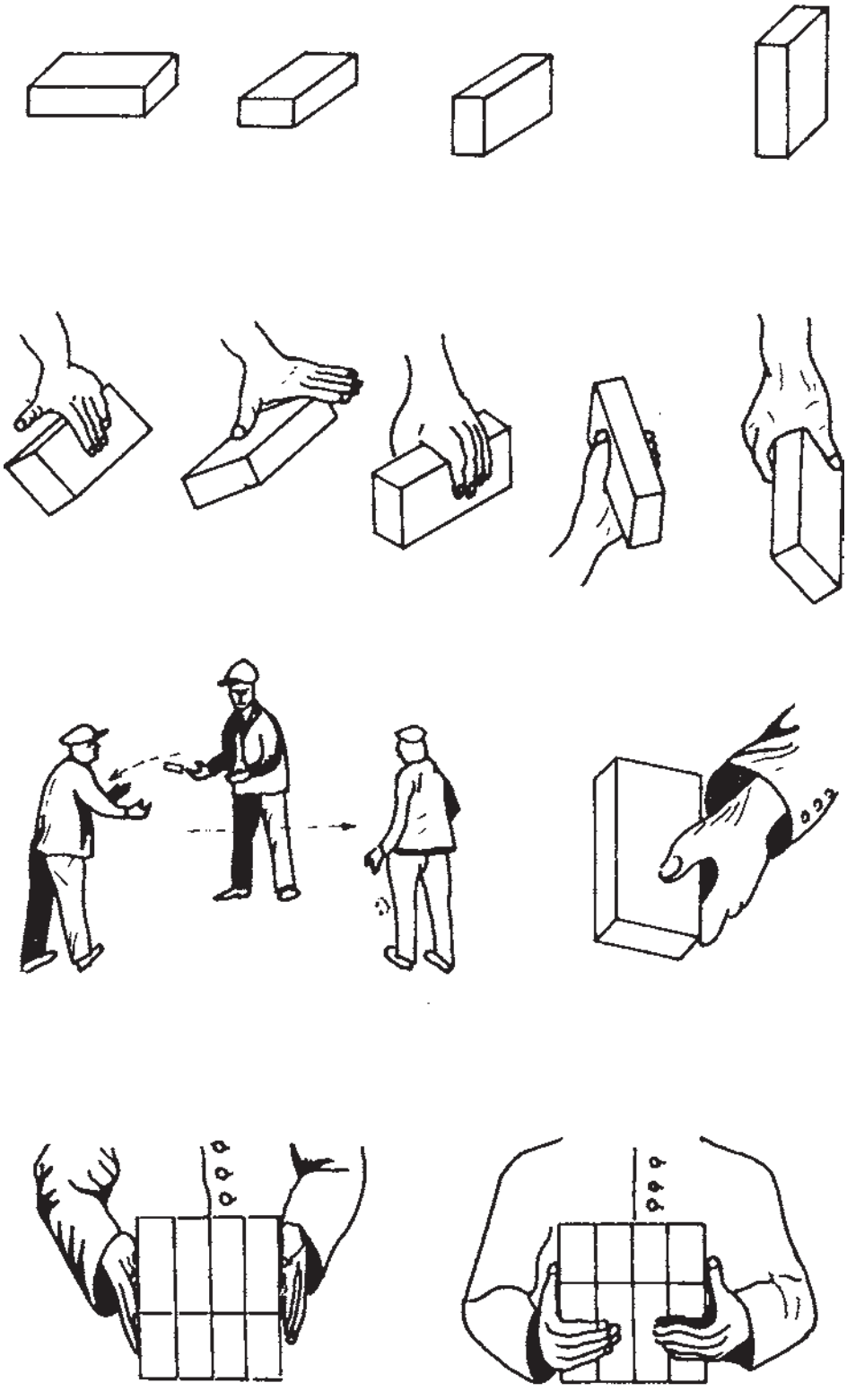
درست　　غلط　　درست

شکل ۱۱ــ۱۹ــ طریقه‌ی صحیح و ناصحیح گرفتن آجر

۲ــ *برداشتن و به‌دست گرفتن چند آجر:* آجرها را به‌طور موازی بین دو دست خود بگیرید و از شکل‌های ارائه شده، پیروی کنید.

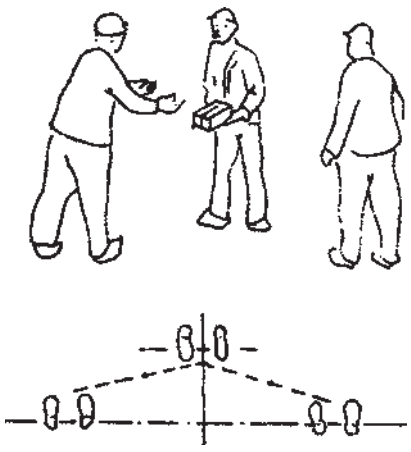


شکل ۱۲ــ۱۹ــ طریقه‌ی برداشتن و به دست گرفتن چند آجر



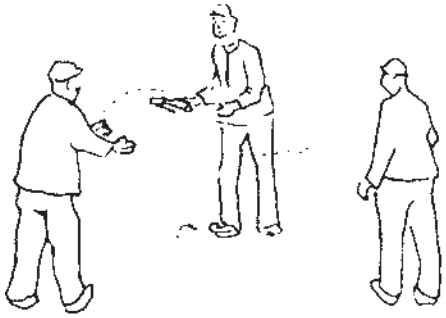
شکل ۱۳ــ۱۹ــ طریقه‌ی صحیح به دست گرفتن و جابه‌جا کردن آجر

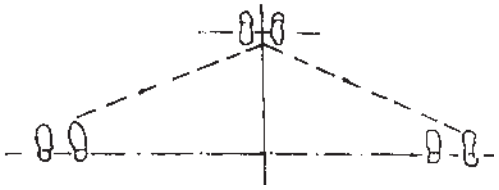
۳ــ دست به دست دادن آجر: این کار را به‌گونه‌ای انجام دهید که بیش‌تر گرداندن حول محور طولی، یعنی از طرف عرضی انجام گیرد.



شکل ۱۴ــ۱۹ــ دست به دست دادن آجر

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



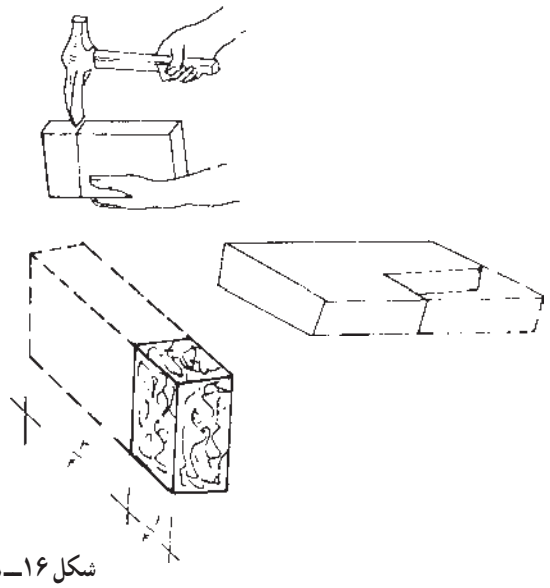


شکل ۱۵ــ۱۹ــ پرتاب آجر

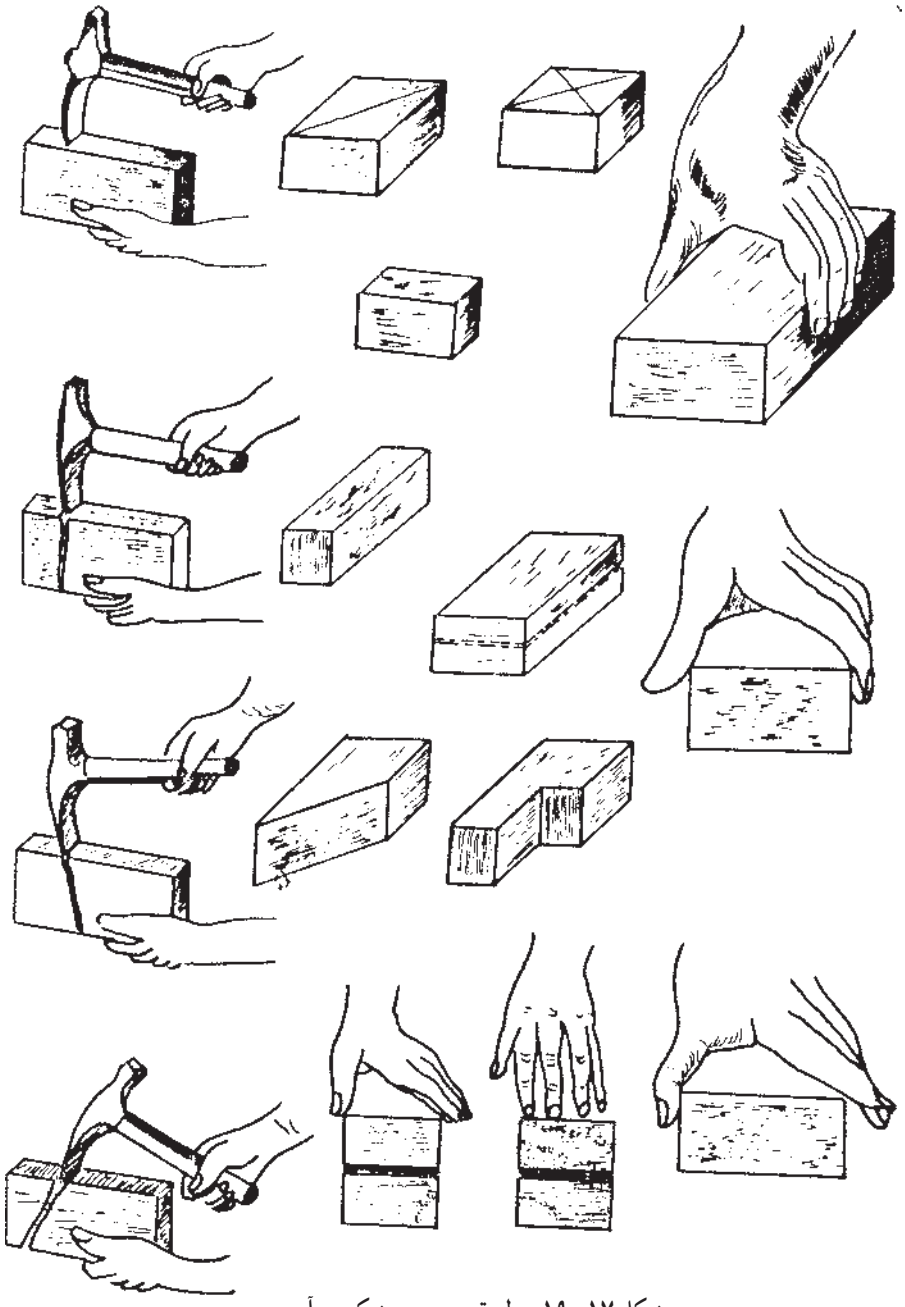
۵ ــ شکستن آجر: گاهی اوقات برای آجرکاری قسمت‌های مختلف، به قطعات کوچک‌تر آجر نیاز است. کار شکستن آجر با کمک تیشه انجام می شود که مطابق شکل‌های ارائه شده این کار را انجام دهید.

شکستن آجربه روش غلط

شکستن آجر به روش درست



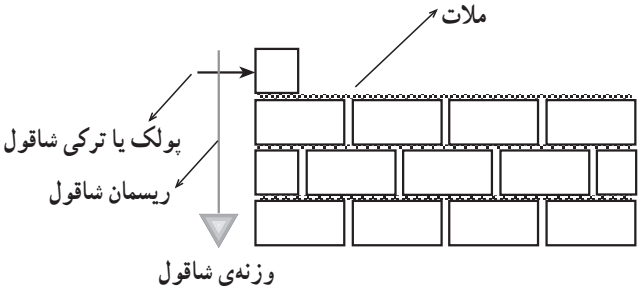
شکل ۱۶ــ۱۹ــ طریقه‌ی صحیح شکستن آجر درست



شکل ۱۷ــ۱۹ــ 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 درصورتی که به آجر تحتانی تکیه کند، آجر را باید به سمت بیرون حرکت داد که به آن «دیوار سرافتاده» گویند. درصورتی 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 صحّت 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.



شکل ۱۸ــ۱۹ــ نحوه‌ی دیوار چینی

تراز کردن سطح کار: تمام رج‌ها باید به‌دقت 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 به‌وسیله‌ی شمشه، نمای آجرکاری کنترل می‌شود. این کار با قرارگرفتن شمشه به‌طور 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 به‌وجود نخواهد آمد.

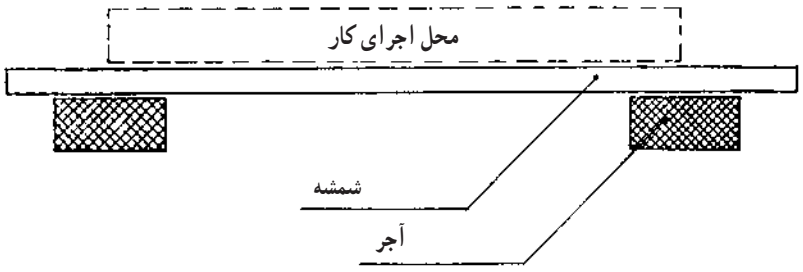
شکل ۱۹ــ۱۹ــ مرحله‌ی اوّل طریقه‌ی ضربدری کنترل نما

شکل ۲۰ــ۱۹ــ مرحله‌ی دوم طریقه‌ی ضربدری کنترل نما با شمشه

نحوه‌ی دیوارکشی:

۱ــ ملات سیمان را بسازید و دقت داشته باشید، ملات نباید زیاد سفت یا شُل باشد.

۲ــ 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 ۲۱ــ۱۹ــ طریقه‌ی قراردادن شمشه

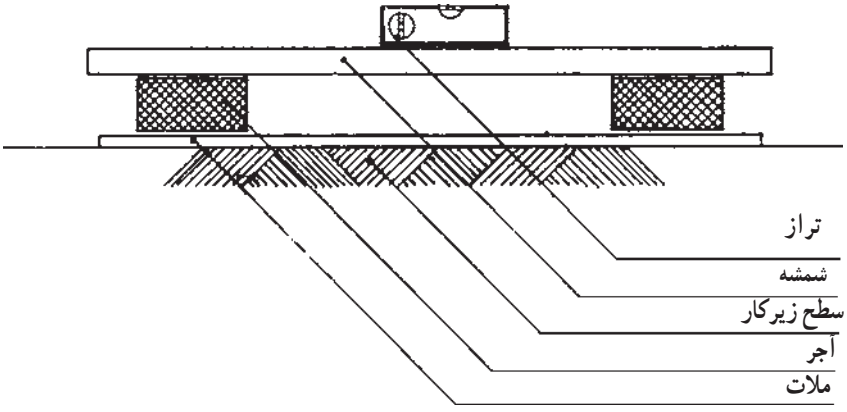
۳ــ ملات را در محل اجرای کار پهن کرده و سطح آن را تراز کنید.

الف) عرض ملات پهن شده، باید ۴ تا ۷ سانتی‌متر عریض‌تر از عرض کار باشد. مثلاً دیواری که ۱۰ سانتی‌متر است، عرض ملات باید حدود ۱۴ تا ۱۷ سانتی‌متر باشد تا درموقع 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 هم‌سطح می‌کنیم.

بعد از تراز کردن ملات، آجرها را به‌صورت «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 به‌وسیله‌ی 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 صحّت کار به‌وسیله‌ی 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 سانتی‌متر است.



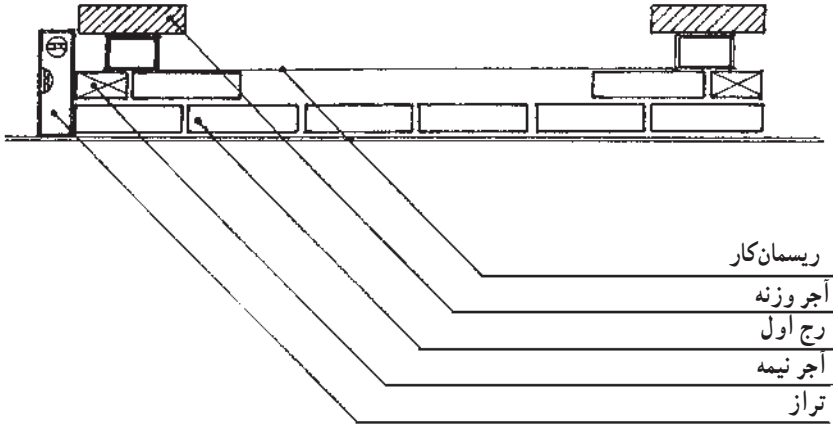
شکل ۲۲ــ۱۹ــ نحوه‌ی تراز کردن شمشه

اجرای رج دوم : بعد از ملات‌کشی ابتدا، یک آجر $\frac{1}{2}$ 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 انتهای کار و به اندازه‌ی $\frac{1}{2}$ آجر به‌سمت داخل در طول کار قرار داده و یا به‌وسیله‌ی تراز با رج اول شاقول می‌کنیم.

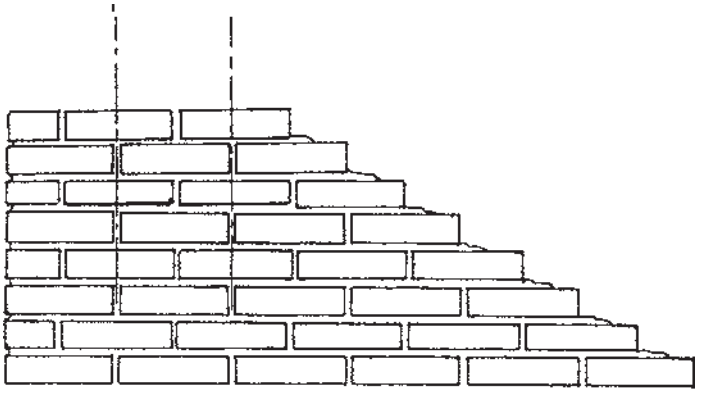
کشیدن ریسمان کار

ابتدا یک سر ریسمان‌کار 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. ریسمان‌کار را به اندازه‌ی طول کار باز کرده و آن‌را به‌دور یک آجر دیگر می‌پیچیم (دو سه دور)، سپس آن‌را روی آجر انتهایی قرار داده و ریسمان‌کار را طوری می‌کشیم که کاملاً افقی بایستد. سپس یک آجر به‌عنوان آجر وزنه، روی آن قرار می‌دهیم. ریسمان‌کار باید با لبه‌ی آجری که ازقبل تنظیم شده، حدود ۲ میلی‌متر فاصله داشته باشد. سپس رج دوّم را از سر کار (سمتی که آجر $\frac{1}{2}$ 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 ریسمان‌کار 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 دوّم، رج سوّم را دوباره با آجر درسته شروع می‌کنیم و موارد اجرایی را مانند رج دوّم انجام می‌دهیم.



شکل ۲۳ــ۱۹ــ نحوه‌ی بین ریسمان کار

محور آجر فوقانی و بند قائم آجر زیرین



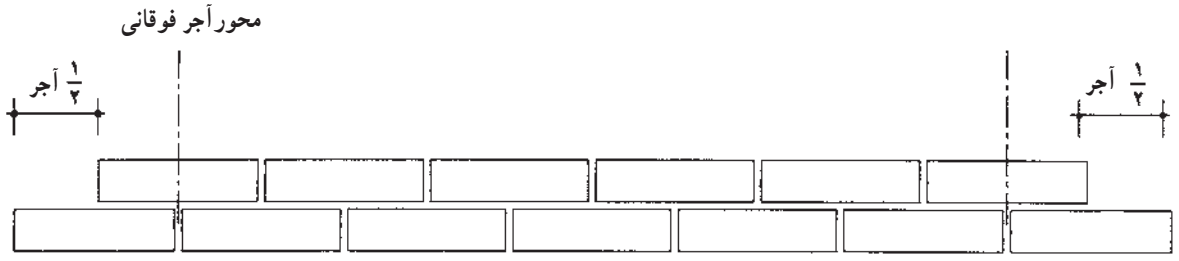
شکل ۲۴ــ۱۹ــ پیوند نیم و نیم‌دیوار ۱۰ سانتی‌متری

به شکل۲۴ــ۱۹ خوب نگاه کنید. نمای آجرها به‌صورت راسته چیده‌شده و به اندازه‌ی نصف آجر یکدیگر را پوشانیده‌اند. به این پیوند «نمای راسته» می‌گویند.

لاریز: به شکل۲۵ــ۱۹ خوب نگاه کنید. درسمت راست دیوار هر آجر به اندازه‌ی $\frac{۱}{۲}$ از آجر دیگر عقب‌تر قرار گرفته و دیوار به‌صورت پله‌ای درآمده است. این فرم اجرای کار را «لاریز» می‌گویند.

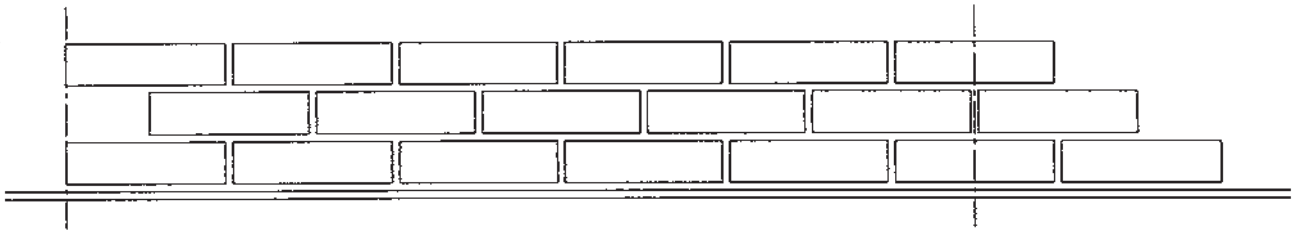
موارد استفاده‌ی لاریز: لاریز معمولاً در دیوارهای طولانی که امکان اجرای یک‌باره‌ی آن وجود ندارد یا محل تقاطع دیوار حیاط به دیوار ساختمان و ... است، اجرا می‌شود. لازم به یادآوری است که لاریز در دیوارهای ۱۰ سانتی‌متری کم‌تر کاربرد دارد.

روش اجرا: ماسه‌ی خاک‌دار را تبدیل به ملات کرده و در محل اجرای کار رج اول را بنا کنید. پس از اجرای رج اوّل و ملات‌کشی روی آن در شروع رج دوّم به‌وسیله‌ی کمچه آجر نما به اندازه‌ی $\frac{۱}{۲}$ آجر از ابتدای کار عقب‌نشینی کنید. به‌طوری که محور آجر به‌دقت روی هرزه ملات آجر تحتانی قرار گیرد و عملیات شاقول کردن به‌وسیله‌ی تراز فقط از سمت نمای کار انجام گیرد. پس از اجرای رج دوّم، چنانچه از سمت مقابل به‌کار نگاه کنیم، از هر دو طرف به‌صورت پله خواهد بود.



شکل ۲۵ــ۱۹ــ نحوه‌ی چیدن آجر

رج سوّم : بعد از ملات‌کشی به‌وسیله شمشه، ملات را روی رج دوّم، رج سوّم بنا می‌کنیم. در این‌رج در سمت چپ کار مانند رج اوّل و در امتداد قائم آن به‌وسیله‌ی آجر نما آغاز می‌شود و آجر سمت چپ باید از دو طرف سر دیوار و جلوی دیوار با آجر رج اوّل شاقول شود. ولی آجر انتهایی سمت راست فقط از سمت مقابل با آجر رج اوّل، شاقول خواهد شد. بعد از ریسمان‌بندی و اجرای رج سوّم ، رج چهارم را با $\frac{۱}{۲}$ آجر عقب‌نشینی از هر طرف اجرا می‌کنیم. رج پنجم مشابه رج سوّم



شکل ۲۶ــ۱۹ــ نحوه‌ی چیدن برج‌های بعدی

و... تا پایان رج ششم کار به همین ترتیب صورت می‌گیرد. بنابراین در سمت راست دیوار در هر رج $\frac{۱}{۲}$ آجر عقب‌نشینی شده ولی در سمت چپ یک رج درمیان آجرها به اندازه‌ی $\frac{۱}{۲}$ آجر عقب‌نشینی و دوباره در رج بعد جایگزین گردیده است. سمت راست کار به‌صورت 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 به‌کار نمی‌رود. باید توجه داشت که ارتفاع لابند در ساختمان

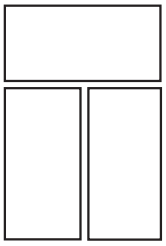
نباید از یک‌متر تجاوز کند و بعد از رسیدن به ارتفاع حدود یک‌متر، باید کار متوقف شده و دیوار با دیوار فوق پیوند اجرا شود.

دیوارکشی مخصوص برای حوض ــ سدهای کوچک، آب انبارها

در این نوع دیوارکشی باید فاصله‌ی بند عمودی (هرز ملات) بین آجرها حداقل ۱/۵ و حداکثر ۲/۵ سانتی‌متر (ملات بند عمودی) باشد. و در هر بار آجرکاری باید ملات بین آجرها را پرکند، ملات باید تمام اطراف آجر را بپوشاند و درزی بین آجرها باقی نماند تا جلوی نفوذ آب را بگیرد. (غرق ملات) ضخامت این نوع دیوارها بستگی به ارتفاع دیوار و فشار خاک پشت دیوار دارد.

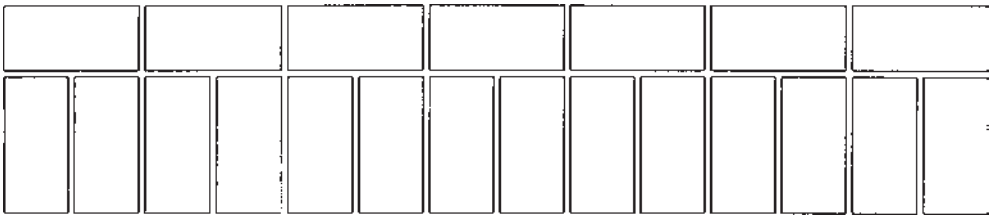
لابند و لاریز در پیوند بلوکی دیوار ۳۲ سانتی‌متر

لابند در پیوند بلوکی دیوار ۳۲ سانتی‌متر شکل۲۸ــ۱۹، به‌صورت یک الگو در این پیوند تعیین کننده است عمل می‌کند. رج اوّل را با تعدادی الگو و به‌صورت پی‌درپی اجرا می‌کنیم.



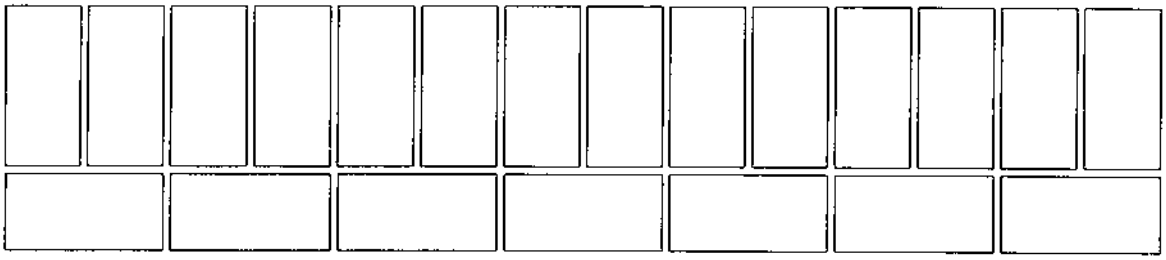
شکل ۲۷ــ۱۹ــ الگوی رج اوّل

سطح کار رج دوم



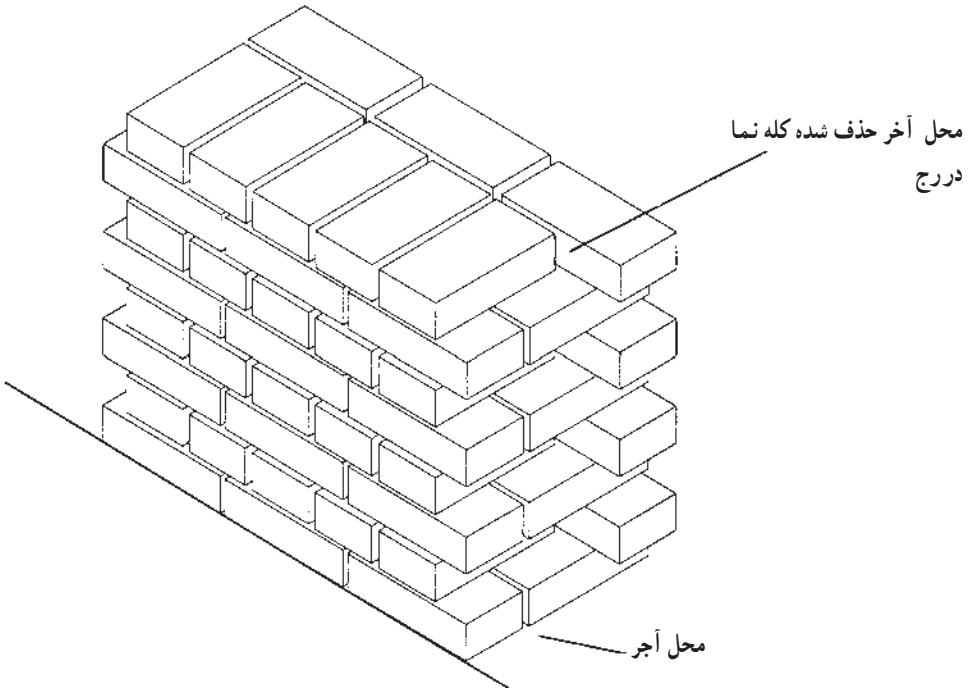
شکل ۲۸ــ۱۹ــ برکار رج دوم

در رج دوم با معکوس کردن رج اوّل و $\frac{۱}{۴}$ آجر جابه‌جایی مسئله‌ی لابند کردن و اتصالات پیوند، انجام می‌گیرد که در نهایت نمای دیوار برابر شکل زیر با $\frac{۱}{۴}$ آجر اتصال برای ادامه‌ی کار و یا اتصال با دیوار دیگر به‌وجود خواهد آمد.



شکل ۲۹ــ۱۹ــ رج‌های زوج (۲ــ۴ــ۶ و ...)

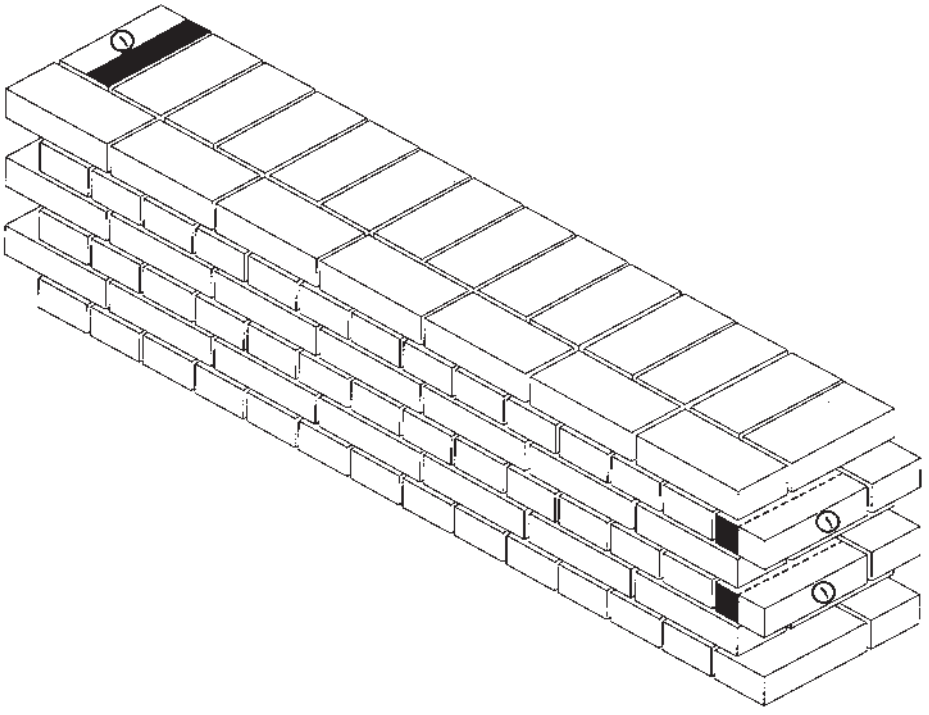
در پیوند بلوکی هر دو رج به‌طور متناوب تکرار می‌گردد، رج اوّل مانند رج‌های فرد و رج دوّم مانند رج‌های زوج در یک امتداد عمودی تکرار می‌شود (طبق شکل). پرسپکتیو یک دیوار آجری ۳۲ سانتی‌متری با پیوند بلوکی است که مقدار اتصال آن با $\frac{۱}{۴}$ آجر به‌خوبی دیده می‌شود. گاهی برای اتصال بهتر تا یک کله‌نما از طول دیوار کسر می‌شود که در نتیجه اتصال بیش‌تر شده و پیوند به‌صورت اشکال صفحه بعد خواهد بود.



شکل ۳۰ــ۱۹ــ پرسپکتیو لابند بلوکی سر نمای فرد

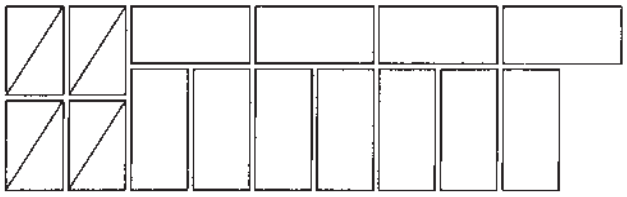
پرسپکتیو دیوار ۳۲ سانتی‌متری پیوند بلوکی سرنما است، که دارای ضعف ریشه‌ی پیوند در یک سرنما است و در شکل آجر شماره‌ی ۱ مشخص می‌گردد.

لاریز در دیوار ۳۲سانتی‌متری پیوند بلوکی: در این کار با حذف یک کله در ابتدای رج دوّم، نسبت به رج اوّل درنظر گرفته می‌شود.



شکل ۳۱ــ۱۹ــ پرسپکتیو لاریز در دیوار ۳۲ سانتی‌متری پیوند بلوکی

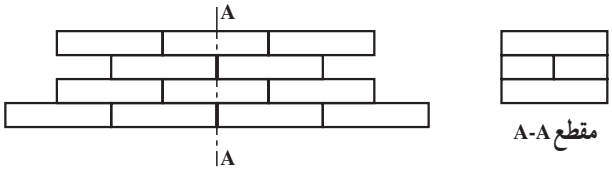
در رج سوّم با حذف دو آجر نسبت به رج دوّم ، مانند شکل فوق انجام می‌شود و رج چهارم نسبت به رج سوّم یک کله آجر است که این تناوب به‌صورت یک رج درمیان تا پایان کار ادامه خواهد داشت. شکل لاریز مانند پرسپکتیو در شکل زیر خواهد بود.



شکل ۳۲ــ۱۹ــ رج ۴

نحوه‌ی استعمال آجر در معادن

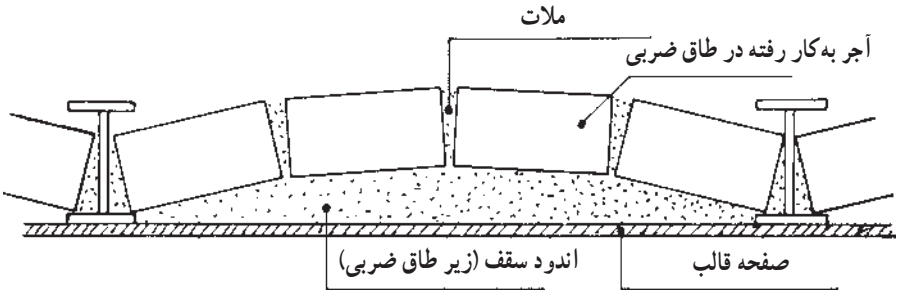
آجر را در محفظه‌های زیرزمینی عموماً به‌صورت کله و راسته (مطابق شکل) می‌چینند. البته به روش‌های گوناگون می‌توان آجرها را چید ولی در معادن زیرزمینی کم‌تر از روش‌های دیگر استفاده می‌شود.



شکل ۳۳ــ۱۹ــ چیدن آجر به‌صورت کله و راسته

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



شکل ۳۴ــ۱۹ــ شکل طاق ضربی

مقدار خیز لازم در طاق ضربی، تابع دهانه است. یعنی هرچه فاصله‌ی دو تیرآهن از هم کم‌تر باشد، به خیز کم‌تری نیاز است و هرچه فاصله‌ی تیرآهن‌ها 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 ازنظر 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 درنظر گرفته و اجرا می‌کنند.

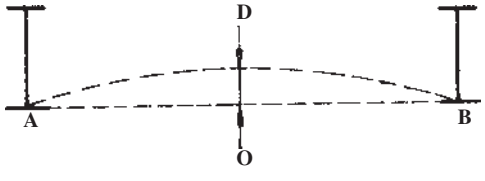
مراحل اجرای طاق ضربی

۱ــ تیرآهن‌های سقف به شکل و اندازه‌ی پیش‌بینی شده با رعایت کلیه‌ی نکات فنی لازم، ازنظر اتصال به دیوار یا پُل، نصب می‌شوند و سپس آن‌ها را به‌طور کامل ضدزنگ می‌زنند.

۲ــ داربست لازم (تخته زیر پایی 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 طاق‌ضربی (برای کنترل صحّت طاق ضربی) در موقعیت مناسبی قرار گیرد. به‌طور معمول ارتفاع داربست را تا زیرسقف، برابر قد بنا به‌اضافه‌ی ۵ سانتی‌متر درنظر می‌گیرند.

۳ــ فاصله‌ی بین تیرآهن‌های روی دیوار به ارتفاع لازم (۲ تا ۳ رج) آجرچینی می‌شود (گلوگاه) درصورتی که گلوگاه از قبل چیده شده باشد، باید قبل از طاق‌زنی به‌منظورتمیز شدن از گرد و خاک و آبخور شدن، کاملاً خیس شود.

۴ــ با توجه به فاصله‌ی تیرآهن‌ها از یکدیگر مقدار خیز لازم طاق تعیین می‌شود (در شکل OD).



شکل ۳۵ــ۱۹ــ نحوه‌ی تعیین خیز لازم طاق

۵ ــ خط افقی پای تیرآهن‌ها (درشکل۳۵ــ۱۹خط AB) ترسیم می‌شود و نقطه‌ی میانی آن (نقطه‌ی O) روی خط AB مشخص می‌شود. نقطه‌ی D به اندازه‌ی خیز طاق در بالای نقطه‌ی O علامت‌گذاری شده و درنتیجه 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 به‌کمک شابلون، رج‌های طاق را هم کنترل کنند. روش دیگر کنترل خیز طاق به این ترتیب است که با قرار دادن شمشه در زیر تیرآهن‌ها، فاصله‌ی خیز را با انگشتان دست کنترل کنند.

شکل ۳۶ــ۱۹ــ شابلون چوبی برای طاق‌زنی

۶ ــ ملات گچ و خاک به ضخامت حدود ۱/۵ سانتی‌متر با دست، در مسیری که طاق نصب می‌گردد روی گلوگاه کشیده می‌شود (کف‌سوز کردن).

۷ــ با دست قوی‌تر (در اکثر افراد دست راست) آجر آبخور شده در مسیر موردنظر با ضربه بر روی ملات می‌چسبد، به‌طوری که آجر روی نیمه‌ی بال زیر تیرآهن قرار گیرد.

۸ ــ آجر نصب شده بر روی ملات، با دست ضعیف‌تر نگاه داشته و آجر بعدی با ضربه به پهلوی آجر قبلی و گلوگاه چسبانده می‌شود و به همین ترتیب بقیه‌ی آجرها، نصب می‌شوند.

۹ــ معمولاً حدود $\frac{۱}{۲}$ از دهانه‌ی طاق که زده شد، طاق‌زنی از طرف دیگر شروع می‌شود تا دو قسمت در وسط دهانه به یکدیگر برسند.

۱۰ــ درمحل 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.

۱۱ــ 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 به‌کار 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، به‌علت جدا شدن آجر از ملات و سقوط آجر، کارگران اجرای طاق ضربی، باید از کلاه ایمنی استفاده کنند.

دستور کار عملی

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

۱ــ سنگ طبیعی را شناسایی کنید.

۲ــ در کارهای سنگی سنگ‌های طبیعی مناسب را انتخاب کنید.

۳ــ خشکه چینی کنید.

۴ــ با قلوه سنگ رودخانه‌ای دیوار چینی کنید.

۵ــ با سنگ کوهی و قواره‌ای دیوار چینی کنید.

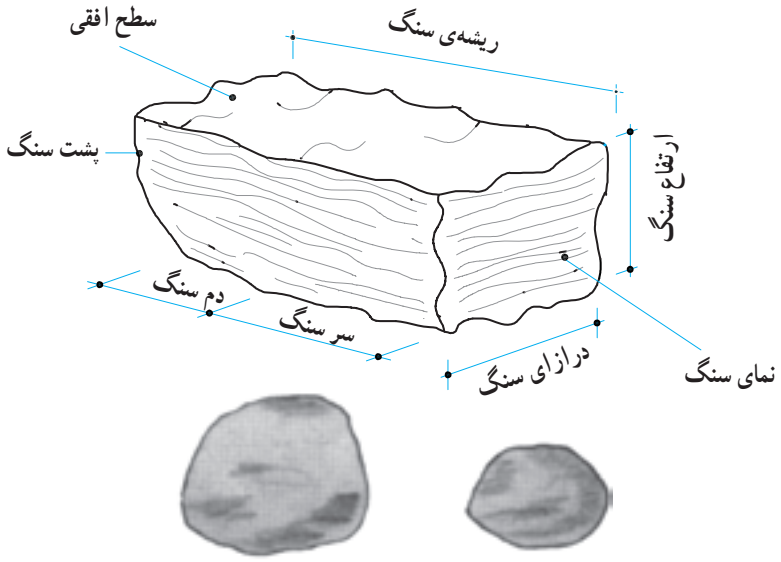
انتخاب سنگ‌های طبیعی درکارهای سنگی

از سنگ‌های طبیعی برای پی‌سازی و دیوارسازی استفاده‌ی فراوان می‌شود.

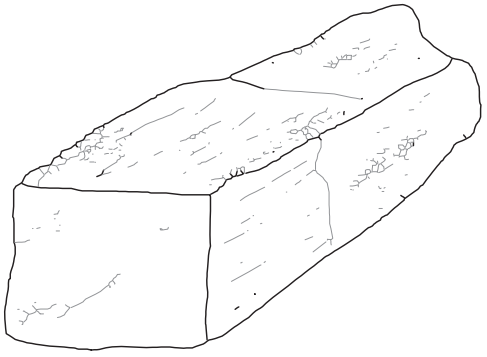
۱ــ از این رو این سنگ‌ها باید سالم، بدون شیار، رگه‌های سست و داشتن ترک و کرمو، بدون خلل و فرج و پوسیدگی باشد. درکل سنگ‌ها باید یک‌نواخت و یک‌دست باشند.

۲ــ سنگ‌های طبیعی باید درمقابل خطر یخزدگی مقاوم بوده و پوسته‌پوسته نشده و در مقابل سایش ناشی از باد نیز مقاوم باشد.

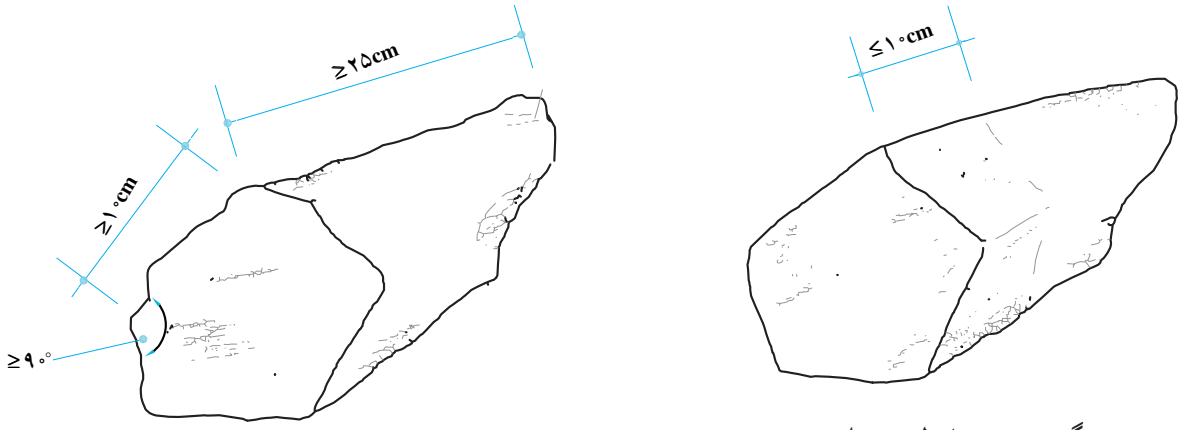
۳ــ سنگ‌های طبیعی نباید آب زیاد به‌خود جذب کنند یعنی یک سنگ نباید بیش‌تر از ۸٪ وزن خود آب مکیده و اگر بیش‌تر شود در آب حل می‌شود. از به‌کار بردن آن در زمین‌های مرطوب و کناره‌های رودخانه و مشابه جایز نیست و در نهایت سنگ‌های طبیعی باید دارای مقاومت فشاری کافی باشند.



شکل ۱ــ۲۰ــ ابعاد یک سنگ طبیعی مناسب جهت دیوار چینی سنگی



شکل ۲ــ۲۰ــ سنگ طبیعی مناسب دیوار چینی سنگی



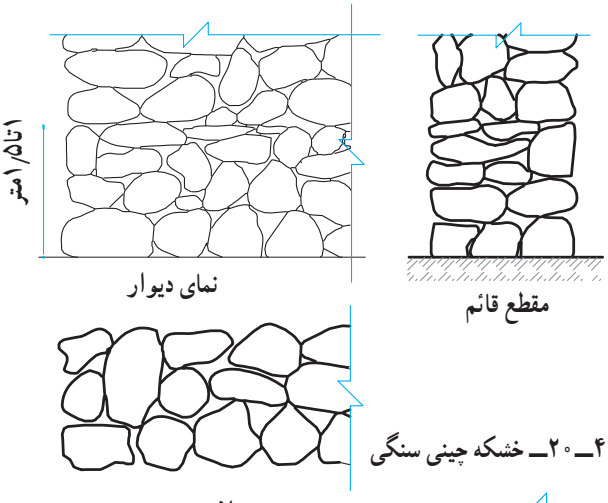
سنگ چند وجهی نامنظم سر تراش

سنگ چند وجهی نامنظم

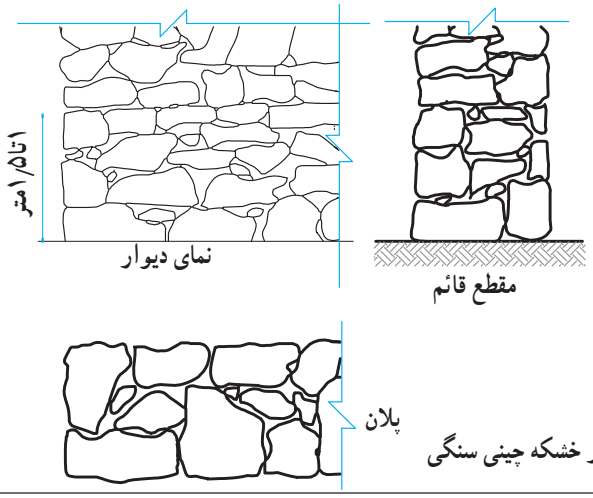
شکل ۳ــ۲۰ــ سنگ چند وجهی

دیوار خشکه‌چینی سنگی و گابیون[1] کردن سنگ‌ها:

در حصارکشی‌ها از دیوارهای سنگی در وضع خشکه‌چینی و بدون ملات استفاده می‌شود. عرض این دیوارها نباید از ۶۰ سانتی‌متر بیش‌تر شود. این دیوار، کوتاه بوده و فقط وزن خود را تحمل می‌کند به‌طوری که نمی‌توان بر این گونه دیوارها نیرو وارد کرد. به‌طور قطعی آب باران و برف بر این خشکه‌چینی‌ها اثر می‌گذارد. به این ترتیب، دارای عمری کوتاه است و در مواقعی فشار بر روی دیوارمی‌باشد از تورهای فلزی به نام گابیون استفاده می‌شود. این تور دور تا دور دیوار سنگی را می‌پوشاند و مانع حرکت و جابه‌جایی سنگ‌ها می‌شود.



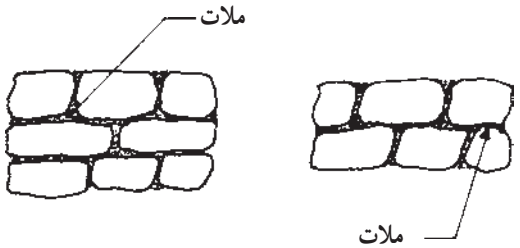
شکل ۴ــ۲۰ــ خشکه چینی سنگی



شکل ۵ــ۲۰ــ دیوار خشکه چینی سنگی

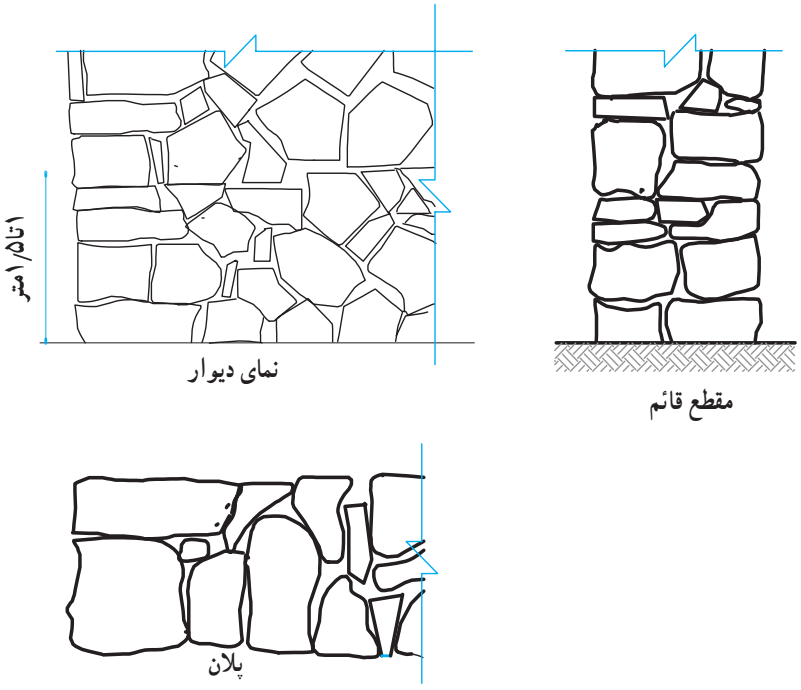
۱ــ Gabion= تور سنگ

رعایت ملات خور در سنگ‌ها: در سنگ‌کاری رعایت غوطه‌ای ساختن سنگ، در ملات از مسائل مهمّ کار است. زیرا کمبود ملات و تماس سنگ‌ها به‌صورت خشکه‌چینی، خطر خُرد شدن آن‌ها در زیر بارهای فراوان بسیار است. به‌طوری که ملات باید اطراف هر سنگ را به‌خوبی بپوشاند تا نیروهای وارده به‌طور یکسان به تمام سطوح وارد شود.



شکل ۶ــ۲۰ــ نمایش دیوار لاشه چینی با ملات

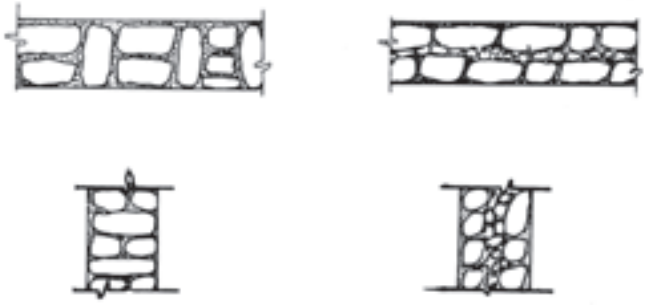
پیوند رج‌های زیرین: در رج‌های زیرین به‌خصوص در رج اول، از وجود سنگ‌های عمقی بیش‌تر استفاده می‌گردد. در نبش‌ها از سنگ‌های دونبش و عمقی که به اندازه‌ی دو برابر سنگ هم‌جوار خود باشد، استفاده می‌شود. این حالت در دیوارهای خشکه‌چینی بسیار مفید است و از ریزش نبش و یا باز شدن پیوند سنگ‌ها جلوگیری می‌کند. درکل چنانچه سنگ نبش و یا سنگ عمقی بزرگ باشد، به وسیله‌ی دو نفر جابه‌جا می‌شود و ملات در زیر آن به‌صورت 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 به‌وسیله‌ی کمچه ملات زده می‌شود. در ضمن با لاشه‌سنگ درزها پر می‌شود.



شکل ۷ــ۲۰ــ دیوار چند وجهی نامنظم

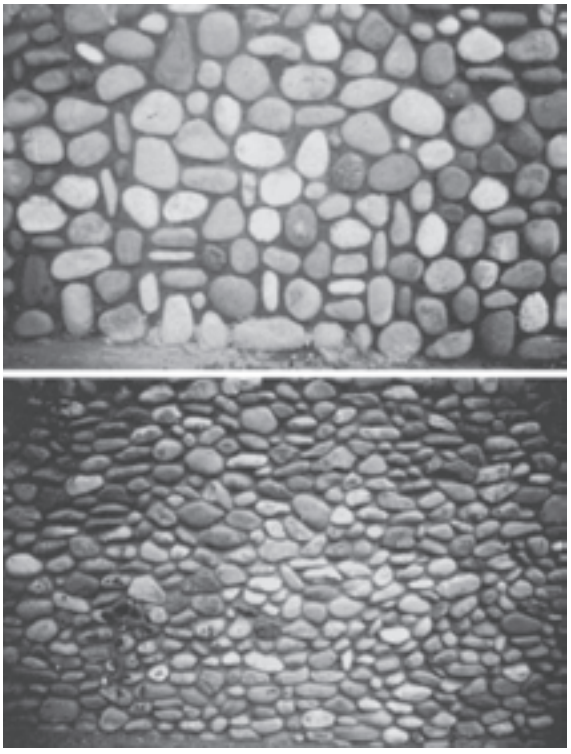
پیوند در سنگ‌کاری: قفل و بست در سنگ‌کاری از مسائل مهم است. عدم پیوند باعث بازشدن و در اصطلاح لق شدن کار می‌گردد که در اثر حرکات زمین، دیوارهای سنگی دچار ریزش می‌شوند. به این ترتیب سنگ‌کاری باید هم از جهت نما و هم از جهت ضخامت، دارای پیوند باشد.

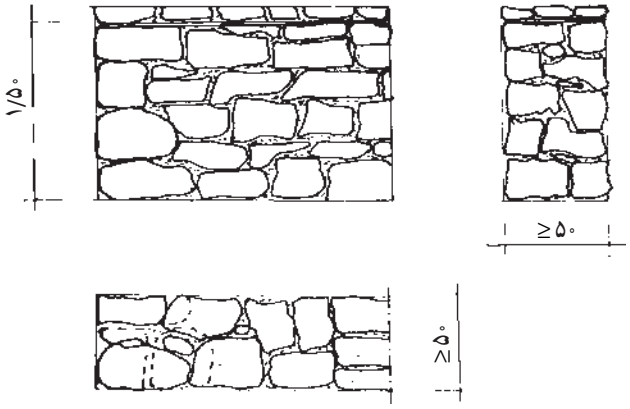
توجه: در روستاهای کوهستانی کُردستان، نوعی خانه‌سازی به شکل خشکه‌چینی انجام می‌گردد. نعل درگاه و پوشش سقف از تیرهای چوبی است. معمولاً در گذشته پس از پایان کار بر سطح دیوارهای داخلی و خارجی اندود کاه‌گل شده ولی درحال‌حاضر اندود ماسه‌ی سیمان می‌شود. این روش در کل به‌علت عدم استفاده‌ی ملات در بین رج‌های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



شکل ۸ــ۲۰ــ نمای دیوار خشکه چینی بدون ملات

دیوارسازی با سنگ قلوه‌ی رودخانه‌ای: سنگ‌های مدوّر رودخانه در ابعاد بزرگ، جهت بناهای سنگی روستایی استفاده می‌شوند. این سنگ‌ها به‌علت 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، به‌علت عدم باربری، در زیر نیروهای فشاری اصولی نیست. در این سنگ‌چینی باید ملات در تمام جوانب سنگ قرار گیرد و تماسی بدون ملات در بین سنگ‌ها بوجود نیاید. درضمن به‌علت کروی بودن آن‌ها بین سنگ‌ها با ملات پر می‌شود. ضخامت این دیوارها نباید از ۵۰ سانتی‌متر کم‌تر باشد. در کل از این نوع سنگ در دیوارهای بدون باربر و از نوع سنگ‌های قلوه‌ای کوچک به‌شکل مخلوطی رنگی و ساده برای دیوارهای تزئینی و بدون باربر استفاده می‌شود. بندکشی دراین سنگ کاری با سطحی زیاد انجام می‌گردد تا برجستگی سنگ‌های قلوه‌ای کم‌تر شود.





شکل ۹ــ۲۰ــ سنگ قلوه‌ای رودخانه‌ای

دیوارچینی با سنگ کوهی و قواره: این نوع سنگ به‌وسیله‌ی سنگ‌های لاشه‌ای بزرگ انجام می‌گیرد. به‌طور معمول به‌وسیله‌ی چکش تیزی سنگ گرفته شده و با ملات و رعایت اتصالات و بدون بند برشی در بناهای سنگی روستایی به‌کار می‌رود. در این سنگ کاری به‌علت اختلاف ارتفاع و اندازه‌ی سنگ‌ها رج‌چینی به‌وجود نمی‌آید. به خاطر این‌که تراکم دیوار و فشار قطعات سنگ بر روی یک‌دیگر یک‌نواخت باشد و سنگ‌کاری «سرخورده» انجام می‌شود.

دستور کار عملی

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

کارگاه شناخت مصالح نگهداری معدن (بتن)

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

۱ ــ بتن را به‌طور عملی تهیه کنید.

۲ــ در عملیات بتن‌ریزی شرکت کنید.

۳ ــ کاربرد انواع میلگرد را در تهیه‌ی بتن مسلح توضیح دهید.

آشنایی

همان‌طور که از قبل توضیح داده شد، بتن ماده‌ای است که از مخلوط کردن سیمان و آب به‌عنوان ماده‌ی چسبنده و شن و ماسه و یا سنگ‌دانه به‌عنوان جسم پرکننده ساخته می‌شود. در برخی از موارد برای اصلاح و یا کسب بعضی از خواص بتن، ماده‌ی چهارمی به‌عنوان ماده‌ی افزودنی نیز به آن اضافه می شود. مهم‌ترین مشخصه‌ی بتن، دسترس بودن مصالح تشکیل‌دهنده و مقاومت و هم‌چنین طول عمر آن است.

طرز تهیه‌ی بتن:

اندازه‌کردن مصالح سنگی: مقدار مصالح سنگی را اغلب از طریق وزن کردن آن به‌دست می‌آورند. در بتن‌های سبک، اندازه‌گیری حجمی برای مصالح سنگی کاربرد دارد. برای حجم‌های کم، بتن‌ریزی نیز اندازه‌گیری حجمی متداول است. باید توجه داشت که اندازه‌گیری وزنی همواره بهتر از حجمی است. اگر ماسه از طریق حجمی اندازه‌گیری شود باید اضافه‌ی حجم آن‌را در اثر جذب رطوبت محیط یا آب‌پاشی بر مصالح در اندازه‌گیری، به‌حساب آورد. مواد مضاف جامد نیز باید از طریق وزنی اندازه‌گیری شود. اما مواد مضاف مایع می‌توانند، هم از طریق وزنی و هم از طریق حجمی اندازه‌گیری گردد.

تعیین ترکیب بتن: منظور از تعیین ترکیب بتن آن است که میزان اجزای مختلف آن یعنی سیمان آب، ماسه یا خرده‌سنگ لازم را به‌نحوی تعیین کنیم که خواص موردنظر را دارا باشد.

ترکیب بتن اغلب به یکی از دو صورت زیر بیان می‌شود.

الف) طریقه‌ی نسبی: در این روش ترکیب بتن را به‌صورت رابطه‌ی زیر بیان می‌کنیم.

$$L \div x \div y \div z = \frac{w}{c}$$

که در آن L وزن سیمان، x وزن ماسه، y وزن شن یا خرده‌سنگ و $z = \frac{w}{c}$ نسبت وزن آب به سیمان است. به‌طور مثال یکی از ترکیبات معمول بتن به‌شرح زیر است.

$$۱ \div ۲/۴ \div ۴/۵ \div \frac{w}{c} = ۰/۶۵$$

ب) طریقه‌ی مطلق: در این روش، وزن سیمان، ماسه و شن یا خرده‌سنگ و آب لازم جهت تهیه‌ی یک متر مکعب از بتن را به‌صورت درصد بیان می‌کنند. 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
جمع	۲۴۰۰ کیلوگرم در مترمکعب

تعیین ترکیب بتن از مهم‌ترین مراحل تهیه آن است. قبل از آن‌که میزان اجزای مختلف بتن تعیین گردد باید هرکدام را جداگانه

آزمایش کرد.

درکل می‌توان گفت برای این‌که بتن حاصله، حداقل خواص موردنظر را دارا باشد، برای تهیه‌ی هر مترمکعب آن در مواردی که بتن در مجاورت هوا خشک می‌شود، ۲۵۰ کیلوگرم برای آب و هوای مرطوب ۲۲۰ کیلوگرم و برای بتنی که به‌وسیله‌ی لرزاننده به‌ارتعاش درآمده است، باید ۲۰۰ کیلوگرم سیمان به‌کار رود.

یکی از روش‌های تعیین ترکیب بتن معمولی روشی است که به‌نام روش «حجم‌مطلق» موسوم است. وزن مخصوص بتن معمولی هنگامی‌که به‌خوبی لرزانده شود، به‌حد مطلق خود نزدیک می‌گردد. (صرف‌نظر از میزان فضای خالی اندکی که در آن باقیمانده است.) بنابراین مجموع حجم اجزای آن که برای تهیه‌ی یک مترمکعب بتن به‌کار می‌رود، باید برابر یک مترمکعب شود. اگر C، W، S و G به‌ترتیب وزن سیمان آب، ماسه و شن یا خرده‌سنگ لازم برای تهیه‌ی یک مترمکعب بتن بر حسب کیلوگرم، γ_C، γ_W، γ_S و γ_G به‌ترتیب وزن مخصوص آن‌ها برحسب کیلوگرم بر مترمکعب باشد، رابطه‌ی زیر برقرار خواهد بود :

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

مراحل مختلف محاسبه‌ی ترکیب بتن به‌شرح زیر است :

اوّل ــ محاسبه‌ی نسبت سیمان به آب

دوّم ــ محاسبه‌ی درصد آب

سوّم ــ محاسبه‌ی درصد سیمان

چهارم ــ محاسبه‌ی میزان ماسه و شن یا خرده‌سنگ

نحوه‌ی اختلاط دستی و شرایط آن

برای بتن‌ریزی با حجم کم و در مواردی که ماشین بتن‌ساز در دسترس نیست، از این روش استفاده می‌شود. سطح تمیزی را آماده کنید. برای این‌کار می‌توانید، با متصل کردن تخته‌ها به یک‌دیگر سطح صافی را ایجاد کنید. این سطح صاف را قبل از بتن‌ریزی روی زمین ثابت نگهدارید و پس از خیس کردن آن بتن‌سازی را شروع کنید. ابتدا ماسه‌ی لازم را بر روی کف می‌ریزیم و سپس سیمان را اضافه کرده و آن‌گاه آن را به‌صورت خشک، مخلوط کنید. روی مخلوط حاصله به‌مقدار لازم شن 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 سه‌بار درحین افزودن آب ادامه داده و بتن را زیر و رو کنید. وقتی مخلوط همگن و یک‌نواخت شد، بتن آماده است.

بتن‌ریزی

بتن‌ریزی فونداسیون‌ها: قبل از بتن‌ریزی، باید سطح قالب با آب مرطوب شود یا به مواد رهاساز آغشته گردد تا آب بتن رابه خود جذب نکند، در بتن‌ریزی فونداسیون‌ها باید دقت شود که هنگام اجرای عملیات بتن با ضربه به بدنه‌ی قالب برخورد نکند و حداکثر در لایه‌های ۳۰ سانتی‌متری ریخته شده و پس از ویبره شدن هر لایه لایه‌بندی ریخته شود. تا جایی که ممکن است باید بتن را به‌سرعت ریخت و در هنگام ریختن هر لایه دقت کرد که لایه‌ی قبلی به‌خوبی متراکم شده باشد.

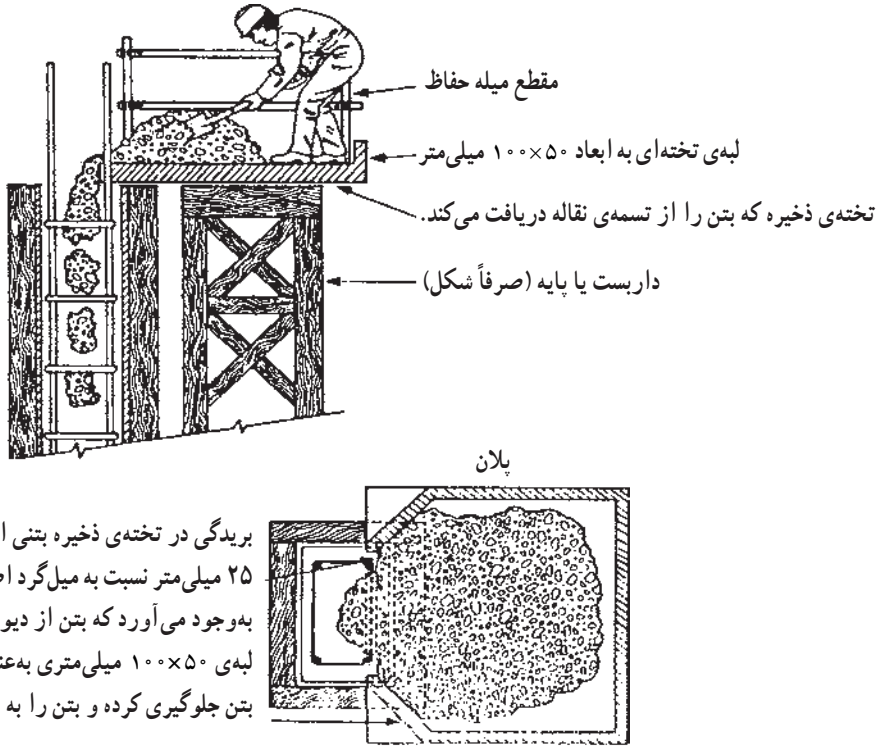
بتن‌ریزی پایه‌های کوچک: قبل از این‌که اولین لایه‌ی بتن ریخته شود، میله ویبره را در انتهای قالب قرار می‌دهیم. (به علت عمق کم هر لایه، قراردادن میله‌ی ویبره قابل اطمینان است به‌طوری که تمامی حجم بتن لایه به‌خوبی متراکم خواهد شد.) این لایه باید بتواند با قسمت‌های سخت اتصال و یک‌پارچگی کامل پیدا کند. لایه‌های بتن به‌نحوی در قالب ریخته می‌شود که میله‌ی ویبره بتواند آن‌ها را ویبره کند. در انتها، میله‌ی ویبره را باید به‌طور پیوسته و به‌آرامی از بتن خارج کرده حداکثر عمق لایه‌های بتن در هر نوبت بتن ریزی ۳۰ سانتی‌متر است.

بتن‌ریزی با تسمه‌ی نقاله و پمپ بتن : ریختن بتن با تسمه‌ی نقاله وقتی انجام می‌گیرد که فرد مسئول بتواند باز و بسته شدن دریچه‌ی تسمه‌ی نقاله را به‌نحوی کنترل کند. اگر این امر امکان‌پذیر نباشد، بهتر است که بتن را روی تخته‌ای ریخت و آن را با بیل به‌داخل قالب ستون هدایت کرد. قبل از بتن‌ریزی هر لایه، باید اطمینان لازم از تراکم لایه‌ی قبلی حاصل شود. در بتن‌ریزی با پمپ باید قسمت انتقال شیلنگ تا حدامکان پایین باشد، تا از ریختن بتن از ارتفاع جلوگیری شود. به‌طور هم‌زمان می‌توان میله‌ی ویبره را پایین فرستاد و همراه با بالاآمدن شلنگ، پمپ بتن آن را به آرامی بالا کشید. در بتن‌ریزی ستون‌ها خروجی

پمپ باید، با قدرت ارتعاش میله ویبراتور هماهنگ شود. جهت ایجاد تراکم لازم در بتن‌ریزی مداوم ستون‌ها لازم است، بعد از هر نیم ساعت بتن ریزی ۴۵ سانتی‌متر ارتفاع بالای ستون، دوباره ویبره 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 ویبراتور 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 جست و جو کنید. در مرحله‌ی بعد می‌توانیم چگونگی انجام کار را برای بتن‌ریزان آموزش دهیم. نصب یک سپر چوبی در بالای قالب، می‌تواند به‌جاری‌شدن بتن در داخل قالب کمک کند و عمل بتن‌ریزی به‌نحوی انجام شود که بتن‌ریزان بتوانند داخل قالب را مشاهده کنند. برای دیواره‌های بلند، شیلنگ ویبراتور باید به اندازه‌ی کافی بلند باشد تا ویبره 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 اوّلین 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 راه‌حلّ اساسی است. در نقاط انتهایی و اتصالات عمودی سازه عمل تراکم و ارتعاش باید به‌دقت انجام شود.



شکل ۱ــ۲۱ــ با استفاده از یک تخته‌ی ذخیره در بالای یک ستون، تشکیلات مشابهی را درمورد دیوارهای باریک می‌توان استفاده کرد. اما با یک تخته‌ی ذخیره طویل‌تر.

روش‌های اجرایی:

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

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

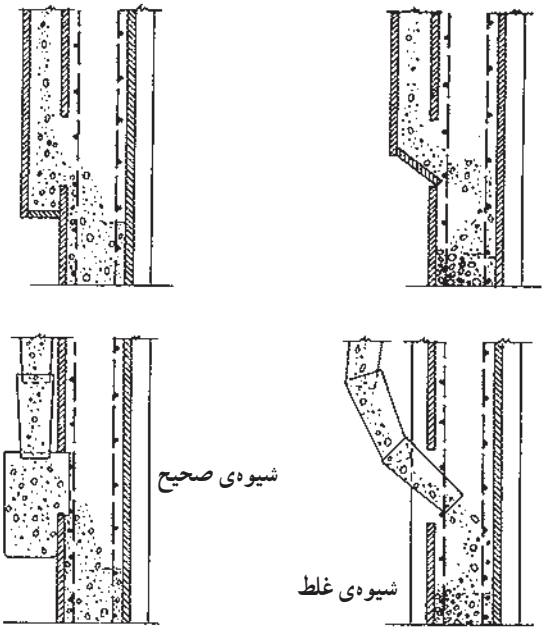
۳ــ ملات خمیری را با استفاده از تخته ماله‌ای با سطح اسفنجی روی سطح قطعه یا سازه بتنی بمالید تا ملات کاملاً وارد محل حباب‌ها شود.

۴ــ درحالی که ملات هنوز خمیری است، سطح را با مخلوط خشکی با همان نسبت سیمان و ماسه نرم ($\frac{۱}{۳}$) مالش دهید (مصالح خشک حباب‌ها را سفت می‌کند).

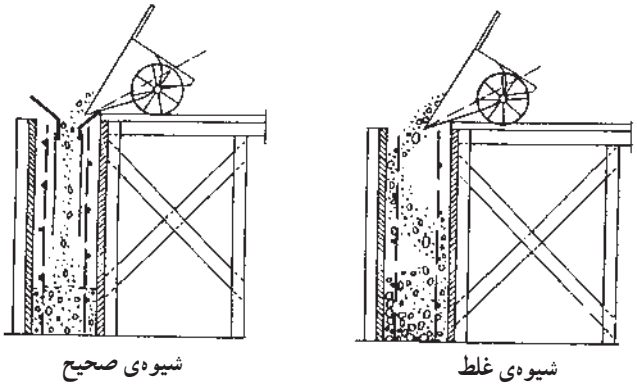
با استمرار عمل، ملات‌های اضافی سخت نشده از سطح پاک‌شده و بتن نمایان می‌شود.

۵ ــ سطح را حداقل به مدت ۳ روز مرطوب نگهدارید.

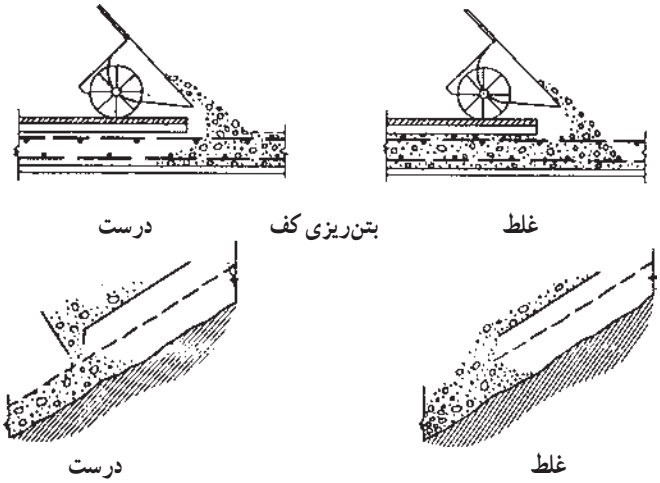
عمل ترمیم باید در زمان‌هایی باشد که تابش مستقیم آفتاب وجود نداشته باشد (عصرها، مواقع ابری).



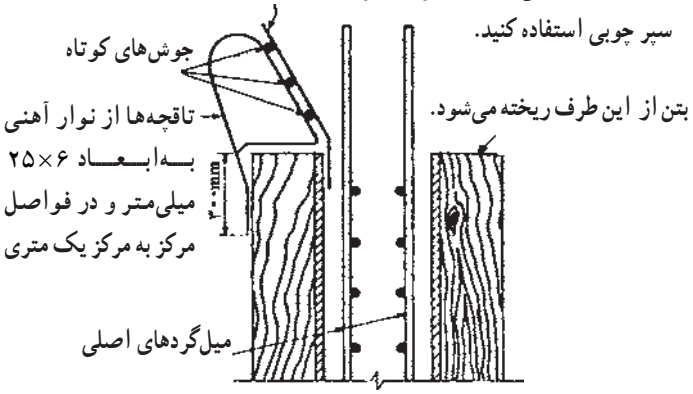
شکل ۲ــ۲۱ــ شیوه‌های بتن‌ریزی در دیوارهای بلند



شکل ۳ ــ۲۱ــ بتن ریزی در بالای دیوار



بتن‌ریزی در روی سطح شیب‌دار



شکل ۴ ــ۲۱ــ در قالب دیوارها نصب صفحات فلزی هادی برای انتقال بتن کمک مؤثری است.

تعمیر و ترمیم قسمت‌های کرمو: در قسمت‌های کرمو که عمق خالی آن‌ها از ۱۰ 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 ۱۰ 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 کم‌عمق کم‌تر از ۵۰ میلی‌متر، استفاده از ملات بهتر است و به نوع ملات پرداخت مورد نظر بستگی دارد.

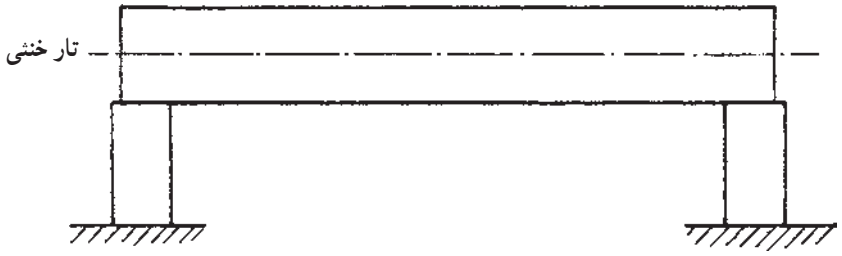
برای تعمیر لکه‌های عمیق باید قبل از لکه‌گیری در بتن قدیمی میل‌گردهایی جهت تقویت لکه کاشته شود.

هدف از به‌کار بردن فولاد در قطعات بتنی

از آن‌جایی که بتن جسمی شکننده است در مقابل نیروهای فشاری، مقاومتی درخور پسند دارد، امّا مقاومت آن در مقابل نیروهای کششی ناچیز است و به همین دلیل، در محاسبات بتن‌آرمه، این مقاومت درنظر گرفته نمی‌شود. مقاومت بتن در مقابل نیروهای برشی، تقریباً $\frac{۱}{۱۰}$ مقاومت فشاری آن درنظر 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 مسلّح گردند. با درنظر گرفتن مشخصات فیزیکی موادّ مختلف، فولاد با داشتن ضریب انبساط طولی ۰/۰۰۰۰۱۲ــ که تقریباً با ضریب انبساط طولی بتن (۰/۰۰۰۰۱ الی ۰/۰۰۰۰۱۵) برابر است ــ؛ همچنین متناسب بودن ضریب ارتجاعی آن با ضریب ارتجاعی بتن و محاسن دیگر از قبیل فراوانی، شکل‌پذیری و غیره، مناسب‌ترین عنصر برای این منظور است. فولاد بیش‌تر به‌صورت انواع میل‌گرد همراه با بتن، بتن‌آرمه (بتن مسلح) را تشکیل می‌دهد.

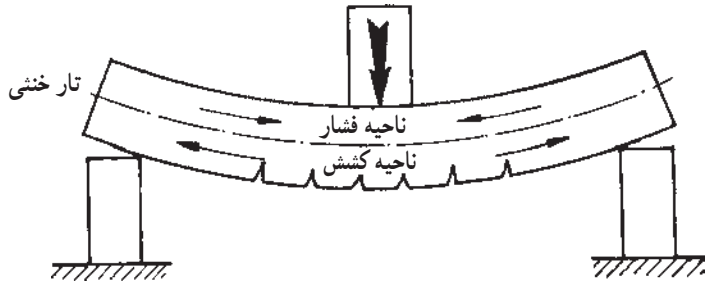
موارد استفاده از میل‌گردها در تیرهای بتنی

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



شکل ۵ــ۲۱ــ تیر بتنی قبل از بارگذاری

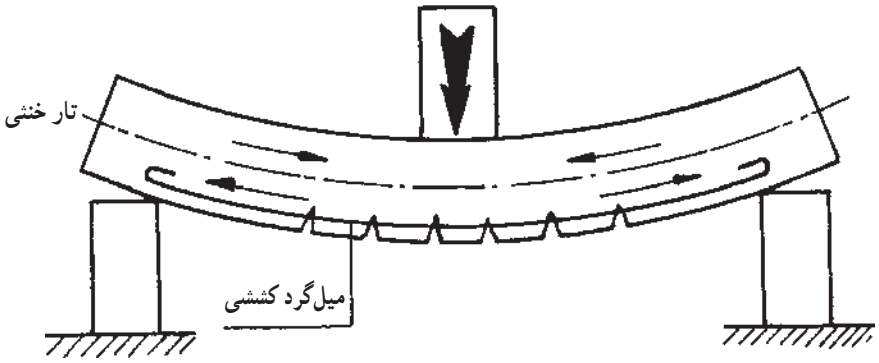
پس از بارگذاری مطابق شکل زیر، تار خنثی نه فشرده می‌شود و نه کشیده، امّا لایه‌های بتن بالای تار خنثی فشرده می‌شوند. این لایه‌ها هرچه از تار خنثی دورتر باشند، فشرده‌تر و لایه‌های زیر تار خنثی کشیده می‌شوند. و هرقدر این لایه‌ها از تار خنثی دورتر



شکل ۶ــ۲۱ــ تیر بتنی پس از بارگذاری

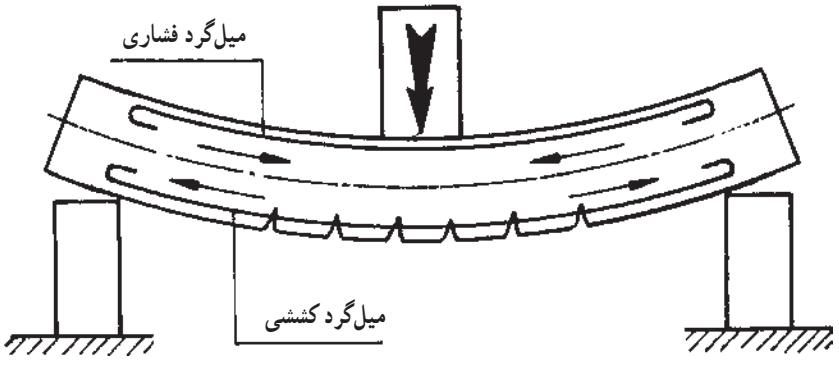
باشند، بیش‌تر کشیده می‌شوند. بدین‌ترتیب، مشخص می‌شود که در تیر ساده یک دهانه، پس از بارگذاری، حداکثر کشش در ناحیه‌ی وسط تیر در زیر تار خنثی و در پایین‌ترین لایه‌ی تیر به‌وجود می‌آید. بنابراین، لازم است در نزدیکی سطح زیرین بتن، میل‌گردهایی برای تحمّل نیروهای کششی قرار گیرند. سطح مقطع این میل‌گردها با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

ب) تحمل نیروهای فشاری: با توجه به مقاومت خوب بتن در مقابل فشار، بیش‌ترین نیروهای فشاری، به وسیله‌ی بتن تحمل می‌شود. در تیر یک دهانه در ناحیه‌ی بالای تار خنثی، حدّاقل میل‌گردهای فشاری براساس استاندارد مربوطه (بدون محاسبه) قرار داده می‌شود. بعضی اوقات ممکن است سطح بتن به‌تنهایی قادر به تحمّل نیروهای فشاری نباشد یا این‌که بنا به ضرورت، لازم باشد، ابعاد بتن کوچک انتخاب شود ؛ در این‌صورت، قسمتی از نیروهای فشاری، به‌وسیله‌ی میل‌گردهای فشاری تحمل می‌شود. این میل‌گردها در ناحیه‌ی فشاری (نزدیک سطح آزاد بتن) قرار می‌گیرند و سطح مقطع آن‌ها در مقاطع مختلف تیر، براساس محاسبه تعیین می‌شود.



شکل ۷ــ۲۱ــ نمایش میل‌گرد کششی در تیر بتنی

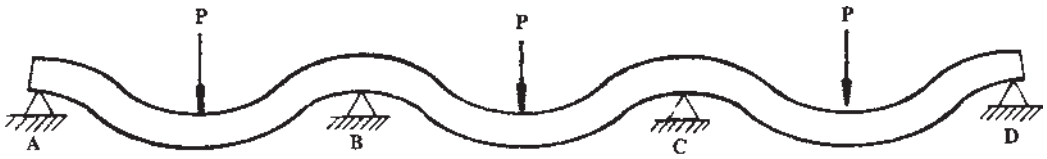
در شکل زیر میل‌گردهای کششی و فشاری را مشاهده می‌کنید.



شکل ۸ــ۲۱ــ نمایش میل‌گردهای کششی و میل‌گرد فشاری در تیر بتنی

باید توجه داشت که در تیر یک دهانه‌ی ساده، ناحیه‌ی کشش و فشار، به‌گونه‌ای است که ذکر آن رفت، امّا با شرایط دیگر، شکل خم‌شدن تیرها ممکن است تغییر کند. برای روشن شدن این مطلب، به فرم خم‌شدن یک تیر که بر روی چند تکیه‌گاه

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

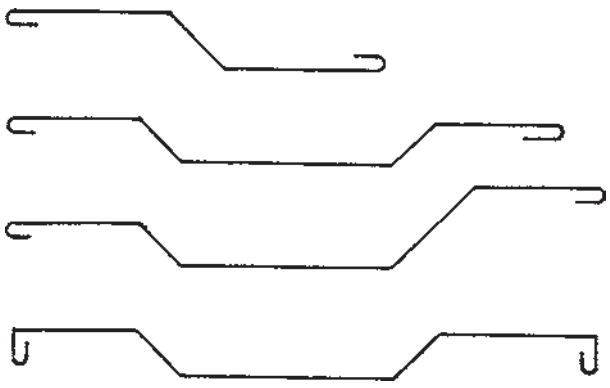


شکل ۹ــ۲۱ــ تیر چند دهانه تحت اثر نیرو

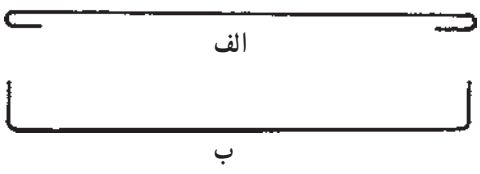
همان‌طورکه در شکل دیده می‌شود، براثر بار وارده از بالا، تیر در قسمت پایین وسط دهانه کشیده و در قسمت بالا فشرده می‌شود ولی بر روی تکیه‌گاه‌ها به عکس، تیر در قسمت فوقانی کشیده و در قسمت تحتانی فشرده می‌شود.

با توجه به مطالب مذکور، گاهی لازم است که در مقاطع مختلف قطعات بتنی، مقدار میل‌گردها تغییر کند. (متناسب با نیروی کششی وارد بر هر مقطع تیر). این تغییرات گاهی با کم و زیاد کردن میل‌گردهای راستا و در مواردی، با تغییر محلّ یک میل‌گرد از پایین به بالا یا از بالا به پایین، تأمین می‌شود. در شکل زیر دو نوع میل‌گرد راستا را می‌بینید.

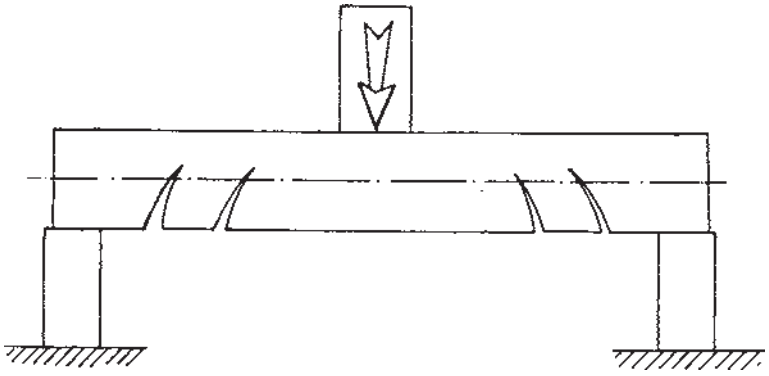
به میل‌گردهایی که بنا به نیاز خمیده می‌شوند و تغییر مسیر می‌دهند، «اُتکا» گفته می‌شود.



شکل ۱۰ــ۲۱ــ چند نمونه میل‌گرد خم شده (اتکا)

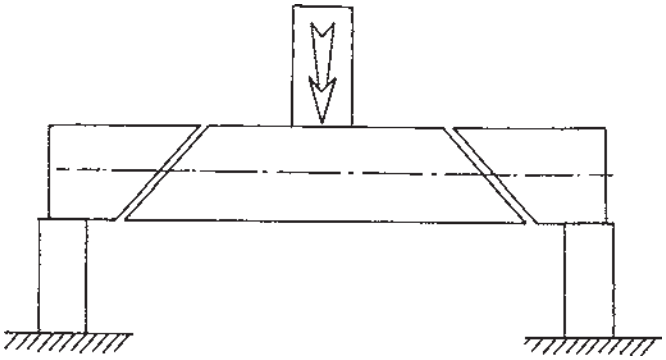


شکل ۱۱ــ۲۱ــ دو نوع میل‌گرد راستا

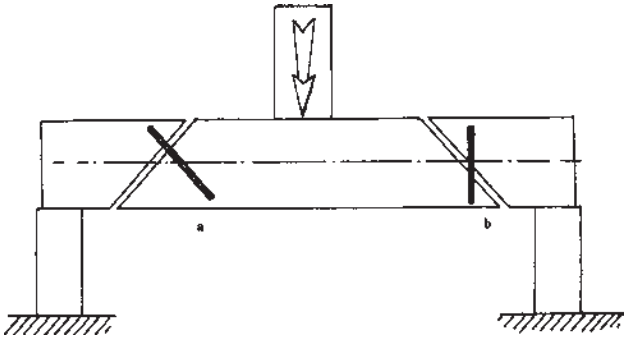


شکل ۱۲ــ۲۱

ج) تحمل نیروهای برشی: اگرنیروی برشی وارد بر سطح قطعه بتنی بیش‌تر از مقاومت برشی بتن باشد، مطابق شکل ترک‌هایی در تیر بتنی ایجاد می‌شود که با زاویه‌ی حدود ۴۵ درجه، تار خنثی را قطع می‌کنند و در نهایت ممکن است موجب بریده شدن قطعه بتنی شود.

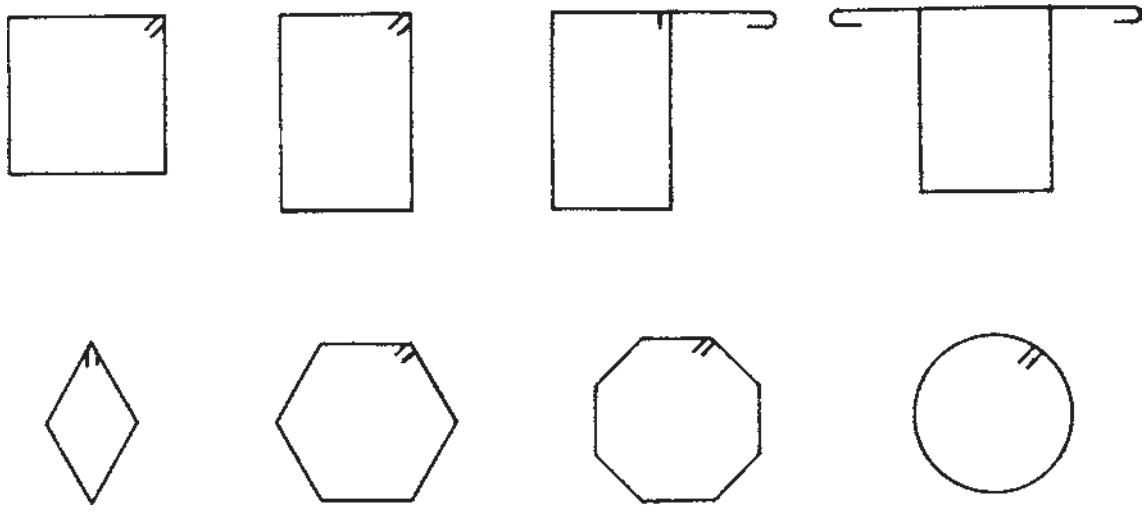


شکل ۱۳ــ۲۱

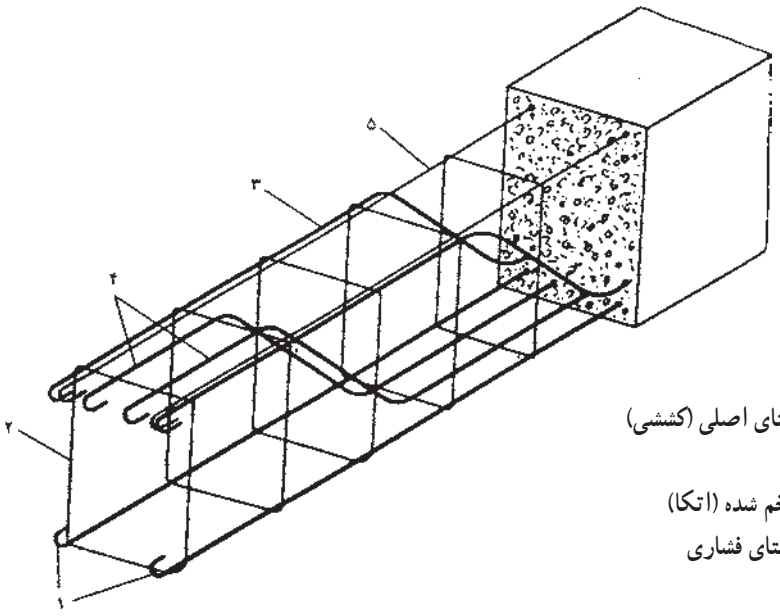


شکل ۱۴ــ۲۱ــ دو نوع میل‌گرد برای مقابله با نیروی برشی در تیر

خاموت (رکاب ــ کمربند): خاموت‌ها میل‌گردهای شکل گرفته‌ای هستند که در تیر به‌صورت قائم قرار می‌گیرند. معمولاً خاموت‌ها را به شکل مقطع تیر می‌سازند و ضمن این‌که در مقابل نیروهای برشی وارد آمده مقاومت می‌کنند، میل‌گردهای فشاری و کششی را در جای خود نگه می‌دارند. براساس آیین‌نامه‌های بتن‌آرمه، حدّاقل قطر و فاصله خاموت‌ها مشخص می‌شود، امّا برای مقاومت در برابر نیروهای برشی، تعداد و قطر میل‌گردها باید با دقت محاسبه شوند. با توجه به این که در تیر بتنی، حدّاکثر نیروی برشی در نزدیکی تکیه‌گاه‌ها ایجاد می‌شود، قطع خاموت‌ها را بیش‌تر و فاصله‌ی آن‌ها را کم‌تر از نواحی دیگر درنظر می‌گیرند. در قسمت‌های دورتر از تکیه‌گاه‌ها، حدّاقل آیین‌نامه‌ای را به‌کار می‌برند. در شکل زیر چند نمونه خاموت دیده می‌شود.



شکل ۱۵ــ۲۱ــ چند نمونه خاموت



۱ــ میل‌گرد راستای اصلی (کششی)
۲ــ خاموت
۳ــ۴ــ میل‌گرد خم شده (اتکا)
۵ ــ میل‌گرد راستای فشاری

شکل ۱۶ــ۲۱ــ میل‌گردگذاری یک تیر بتنی

انواع میل‌گردهای مورد مصرف در بتن

میل‌گردها با توجه به نوع آلیاژ و شکل ظاهری، انواع مختلفی دارند که در ایران برای مصرف در بتن، از سه نوعِ آن در قطرهای مختلف استفاده می‌کنند.

۱ــ میل‌گردهای نرمه با مقطع دایره و سطح کاملاً صاف که در اصطلاح به آن، «میل‌گرد ساده» می‌گویند. تنش حدّ جاری شدن این میل‌گرد $۲۲۰۰ kg/cm^2$ است.

شکل ۱۷ــ۲۱ــ میل‌گرد ساده

۲ــ میل‌گردهای آجدار و آجدار تابیده (TOR) با دو آلیاژ سخت و نیمه‌سخت موجود است. نوع سخت آن با تنش حدّجاری شدن $۵۰۰۰ kg/cm^2$ و نوع نیمه‌سخت آن دارای حدّ جاری شدن ۳۴۰۰ تا ۴۲۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است. در شکل ۱۸ــ۲۰ میل‌گردهای آجدار و آجدار تابیده را می‌بینید.

میل‌گرد آجدار تابیده (TOR)

میل‌گرد آجدار

شکل ۱۸ــ۲۱

۳ــ برای بتن‌های پیش‌تنیده و پس تنیده، از کابل‌های فولادی (سیم بکسل) با تنش‌های بسیار بالا استفاده می‌کنند.

شکل ۱۹ــ۲۱ــ کابل فولادی برای بتن پیش‌تنیده و پس‌تنیده

امروزه در مواردی که عوامل جوّی، سبب ایجاد خورندگی در میل‌گردهای فولادی و در نتیجه باعث ترکیدن بتن می‌شوند، از میل‌گردهای لاستیکی با تنش مجاز $۱۴۰۰ kg/cm^2$ استفاده می‌کنند.

تمیز کردن میل‌گردها

چون چسبندگی مناسب بین فولاد و بتن از عوامل مؤثّر در مقاومت بتن مسلّح است، باید میل‌گردهایی که در بتن مسلّح به‌کار می‌روند، تمیز و عاری از گِل، 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 جوّی (رطوبت و رطوبت‌های اسیدی) بسیار حسّاس هستند ؛ بنابراین، باید با پوشش کافی بتن روی آن‌ها، از زنگ‌زدگی آن‌ها جلوگیری کرد.

دستور کار عملی

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

۱ــ انواع چوب را به طور عملی شناسایی کنید.

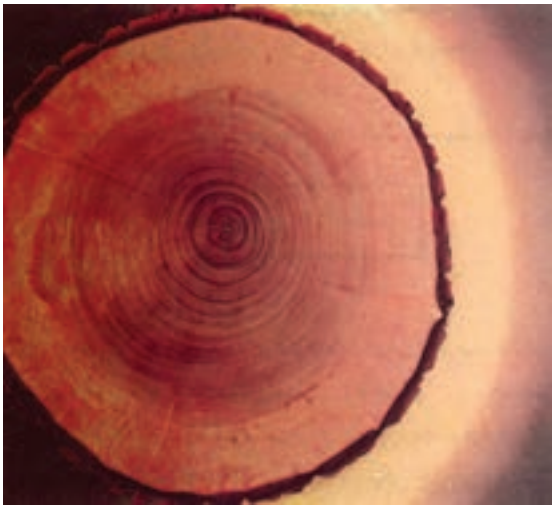
۲ــ انواع معایب چوب را تشخیص دهید.

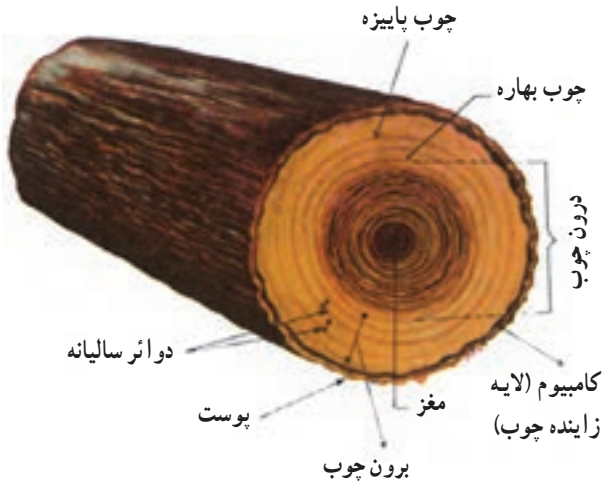
چوب

یکی از مهم‌ترین مصالحی که برای نگهداری کارهای معدنی مختلف به‌کار می‌رود، چوب است. مقاومت خوب، وزن مخصوص کم و عمر طولانی آن سبب شده است که بتوان آن را در تمام قسمت‌های معدن به‌کار برد. به‌غیر 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 به‌عنوان معایب آن ذکر کرد.

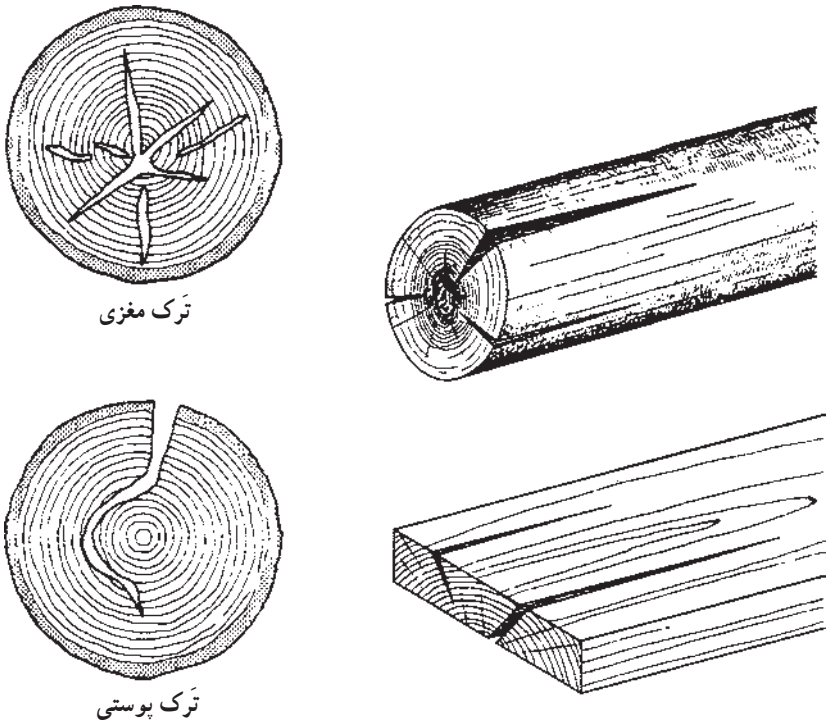
انواع چوب‌های معدنی: از جمله متداول‌ترین چوب‌هایی که در نگهداری معادن به‌کار می‌رود، می‌توان چوب‌های کاج، صنوبر، بلوط، شاه‌بلوط و سایر درختان جنگلی را نام برد. در کل تمام چوب‌هایی را که به اندازه‌ی کافی مقاومند و در برابر رطوبت داخل معدن پایدارند می‌توان در داخل معدن به‌کار برد. معمول‌ترین چوب‌هایی که در معدن به‌کار می‌رود، چوب کاج و بلوط است. منتها کاج از بلوط ضعیف‌تر و قیمت آن نیز ارزان‌تر است. بدین‌جهت 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، مدّت زیادتری 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 حتّی در مواردی که از چوب واحدی استفاده می‌شود، بسته به محلِّ کاربرد





شکل ۱ــ۲۲ــ مقطع عرضی تنه درخت کاج



شکل ۲ــ۲۲ــ ترک خوردن چوب که در اثر یک‌نواخت نبودن ساختمان و میزان رطوبت رخ می‌دهد.

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 آن‌را به‌صورت تخته درمی‌آورند. با توجه به ابعاد و محل مصرف، چوب به اسامی مختلف نامیده می‌شود. ازجمله 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 به کار می‌روند، به نام «گرده قوزی» نامیده می‌شوند و آن دسته از چوب‌های کوتاه و ضخیم که بیش‌تر برای تهیه‌ی تخته‌های معدنی به‌کار می‌روند «گرده کاتین» نام دارد.

طریقه‌ی بریدن چوب برای استفاده از آن در نگهداری معدن

۱ــ برای این منظور چوب موردنظر را به اندازه‌ی معین با ارّه ببرید.

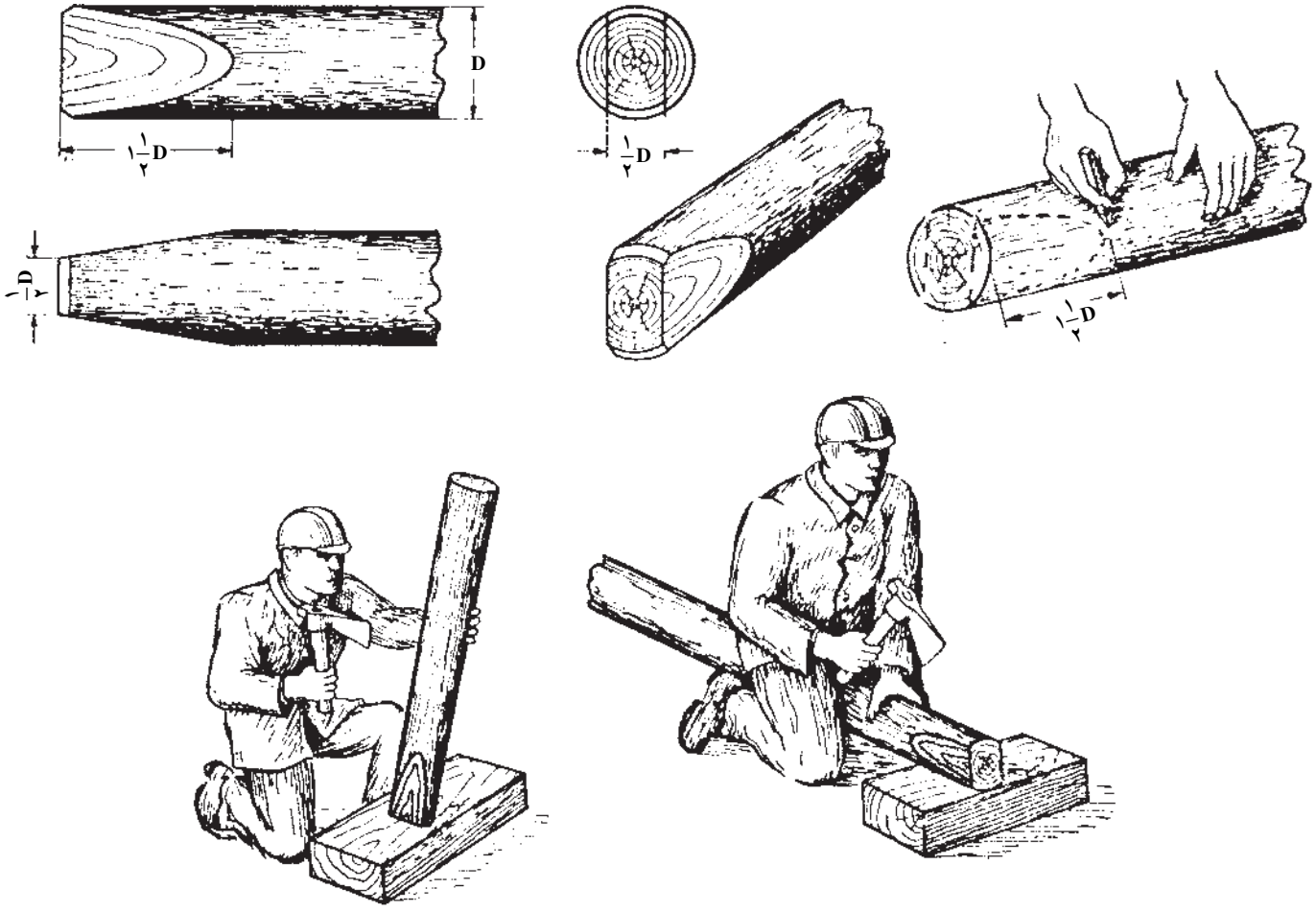
۲ــ ابعادی از چوب را که باید توسط تبر بریده شود، با قلم روی چوب مشخص کنید.

۳ــ توجه داشته باشید که انتهای چوب نباید کاملاً نوک‌تیز شود در این رابطه همان‌طور که در شکل مشاهده می‌شود، حداقل $\frac{۱}{۲}$ قطر چوب در وسط آن باید باقی بماند.

۴ــ یک تکه چوب یا الوار را به‌عنوان تکیه‌گاه انتخاب کنید و چوبی را که قرار است با تبر انتهای آن بریده شود، روی تکیه‌گاه بگذارید.

۵ ــ با وارد آوردن ضربه‌ی تبر در دو امتداد عمودی و افقی چوب، قسمت‌های موردنظر را ببرید.

۶ــ از محکم بودن دسته‌ی تبر اطمینان حاصل کنید تا ضربات آن به بدن شما آسیبی وارد نکند.



شکل ۳ــ۲۲ــ آماده کردن چوب برای نصب در کارگاه استخراج

دستور کار عملی

۱ــ چند نمونه از انواع چوب‌های معدنی را در عمل مشاهده و معاینه کرده و معایب آن را ذکر کنید.

۲ــ به صورت گروهی با ابزارهای لازم، چوب را ببرید وتکه‌تکه 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 :
ــ انواع فولاد را از لحاظ شکل و مصارف آن توضیح دهید.

فولاد

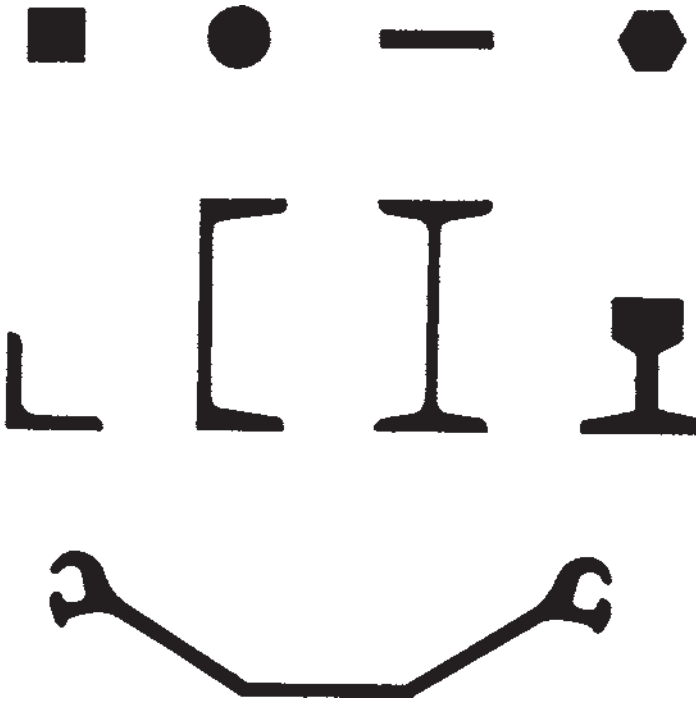
فولاد یکی از مهم‌ترین مصالحی است که به شکل‌های مختلف مثل تیرآهن، قاب‌های فلزی، پیچ و مهره و اشکال دیگر، برای نگهداری کارهای معدنی به‌کار می‌رود. برای تهیه‌ی نیم‌رخ‌های مختلف فولادی، چُدن حاصله از کوره‌ی بلند ذوب‌آهن را در تبدیل‌کننده‌های مخصوص با کاهش میزان کربن آن، به فولاد تبدیل می‌کنند و شمش‌های فولادی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

الف ــ فولاد کم‌کربن یا فولاد نرم که کربن آن‌ها ۰/۰۹ تا ۰/۲۵ درصد است.

ب ــ فولاد متوسط با میزان کربن ۰/۲۵ تا ۰/۵۵ درصد.

ج ــ فولاد با کربن زیاد یا فولاد خشکه که بین ۰/۶ تا ۱/۲ درصد کربن دارد.

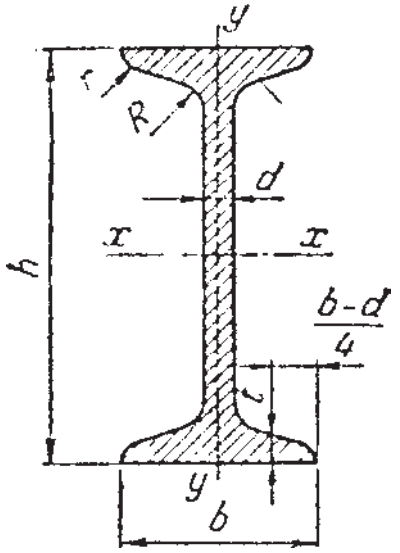
شکل‌های مختلف فولاد : فولاد به اشکال مختلف که به نام نیم‌رخ‌های فولادی مختلف معروف‌اند، به بازار عرضه می‌شود و متداول‌ترین آن‌ها در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۱ــ۲۳ــ نیم‌رخ‌های مختلف فولاد

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 این‌جا 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.



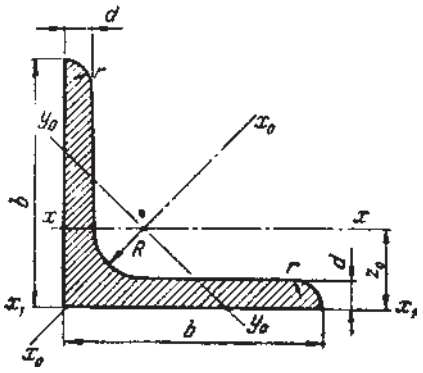
شکل ۲ــ۲۳ــ نیم‌رخ I یا تیرآهن

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 ۳ــ۲۳ــ نبشی

نبشی با ارتفاع بال و ضخامت جان مشخص می‌شود. در بعضی از انواع نبشی، طول هر دو بال مساوی است در صورتی‌که در انواع دیگر، مختلف است . برای نشان دادن مشخصات نبشی از فرم $L X \times Y \times Z$ 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 شکلT است سپری اغلب در دو نوع ساخته می‌شود. در نوع اول آن قاعده دو برابر ارتفاع است در صورتی‌که در نوع دیگر، ارتفاع و قاعده با یک‌دیگر مساوی هستند.

شکل ۴ ــ۲۳ ــ نیم‌رخ سپری

ورق و تسمه: ورق عبارت از ضخامت فولادی است که اغلب در سه استاندارد ۲×۳،۱×۱/۵ و ۶×۱/۵ 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 ۵×۱۰ تا ۶۰×۱۵۰ میلی‌متر و طول آن‌ها اغلب ۶ متر است.

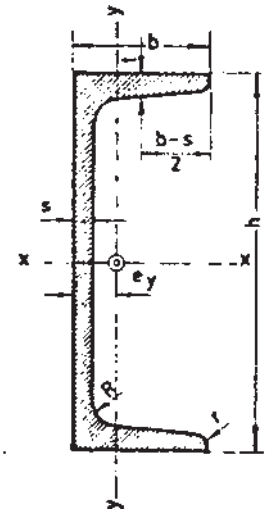
میله‌های فولادی: میله‌های فولادی به شکل‌های مختلف (مربع، شش‌گوش، دایره و ...) و به صورت ساده یا آج‌دار ساخته می‌شود. میله‌هایی با مقطع گرد به قطر ۵ تا ۲۲۰ میلی‌متر، نیم‌رخ‌های چهارگوش به ضلع ۶×۶ تا ۱۵۰×۱۵۰ میلی‌متر و

مقاطع شش ضلعی، به ابعاد ۱۳ تا ۱۰۳ میلی‌متر، ساخته می‌شود.

نیم‌رخ بال پهن IPB: این نیم‌رخ همان‌طوری که از اسمش پیداست، دارای بال‌های پهن‌تر و برای قطعات فشاری مناسب است. نیم‌رخ بال پهن در شماره‌های ۱۰ تا ۱۰۰ ساخته می‌شود.

نیم‌رخ ذوب آهن اصفهان IPA: این نیم‌رخ که ساخت کارخانه‌ی ذوب آهن اصفهان است، در شرایط فعلی در شماره‌های ۱۰ تا ۳۰ ساخته می‌شود.

نیم‌رخ U یا ناودانی: این نیم‌رخ به شکل U است و اغلب با ارتفاع دهانه‌ی آن (h) مشخص می‌شود. نیم‌رخ U تا ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر ساخته شده و در صنعت به صورت UNP نشان داده می‌شود.



شکل ۵ ــ ۲۳ ــ ناودانی

دستور کار عملی

نیم‌رخ‌های مختلف فولادی را در کلاس مشاهده و بررسی کنید.