

ضمیمه‌ی (۱)

ساختمان‌سازی

انسان برای زیستن، همواره به پناهگاه نیاز داشته است. او زندگی را از غارنشینی شروع کرده، به ساختمان‌های عظیم چندین طبقه زیرزمینی یا روی زمینی با تکنولوژی بسیار پیش‌رفته رسیده است. در بحث معادن نیز به علت نوع کار در این زمینه و شرایط موجود، اعم از دوری معادن از شهرها نیاز به ساخت ساختمان‌های اداری، تأسیساتی و مسکونی در حوالی معدن وجود دارد. و دانستن حداقل اطلاعات، برای ساخت یک ساختمان که نیازهای کارگران و عوامل معدن را تأمین کند، مورد نیاز هنجاریان است که در این فصل به اختصار به آن اشاره می‌کنیم.

پیاده‌کردن نقشه و هدف از انجام آن

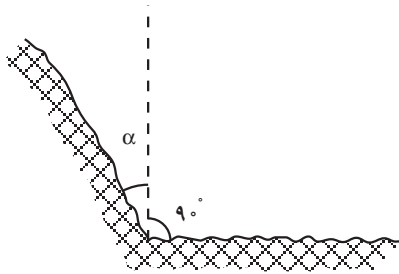
پس از این که مراحل مطالعه و طراحی طرح ساختمانی به پایان رسید و نقشه‌ی آن توسط مهندسان آماده شد، باید برای شروع عملیات ساختمانی، موقعیت و محل دقیق آن روی زمین مشخص شود. منظور از پیاده‌کردن نقشه، مشخص کردن گوشه‌ها و محورها و اضلاع طرح به روی زمین است که به وسیله‌ی مترکشی یا دوربین‌های نقشه‌برداری تعیین، میخ‌کوبی و سپس رنگ‌ریزی می‌شود. عمل پیاده‌کردن نقشه، باید کنترل شود یعنی پس از میخ‌کوبی گوشه‌ها و تعیین محورها و قبل از رنگ‌ریزی باید با اندازه‌گیری مجدد اضلاع و زوایا، از درستی آن‌ها مطمئن شد در غیر این صورت باید نسبت به اصلاح آن‌ها اقدام نمود.

گودبرداری

در کلیه‌ی ساختمان‌هایی که تمام یا قسمتی از بنا پایین‌تر از سطح طبیعی زمین احداث می‌شود، باید گودبرداری انجام شود. گاهی ممکن است عمق گودبرداری به چندین متر برسد. گودبرداری معمولاً با وسایلی مانند بیل مکانیکی و یا لودر و در صورت محدودیت زمین یا عدم دسترسی به ماشین‌آلات، از وسایل دستی مانند بیل و کلنگ و فرغون انجام می‌گیرد. گودبرداری در زمین‌ها به دو صورت نامحدود و محدود انجام می‌شود. منظور از زمین نامحدود، زمین وسیعی است که اطراف آن هیچ‌گونه ساختمانی وجود ندارد و تعریف زمین محدود به عکس آن است. در مورد تأسیسات معدن، زمین گودبرداری اغلب از نوع اول است یعنی به صورت نامحدود است. برای گودبرداری این نوع زمین‌ها از ماشین‌آلاتی مانند بیل مکانیکی، لودر استفاده می‌شود و خاک با شیب متناسب برداشته می‌شود. خاک‌های حاصل از گودبرداری با کامیون، به خارج از محل حمل می‌شوند.

شیب دیواره‌های محل گود برداری

برای جلوگیری از ریزش دیواره‌های محل گودبرداری، دیواره‌های کناری حاصل از خاک برداری یا تراشه‌های اطراف باید دارای شیب ملایمی باشد (شکل ۱). زاویه بین خط شیب با خط عمود به اندازه α است. زاویه‌ای است که بستگی به نوع خاک، عمق و نوع گودبرداری دارد. هر قدر خاک محل، سست‌تر و قابل ریزش‌تر باشد اندازه‌ی زاویه‌ی α باید بزرگ‌تر باشد، مگر این که با قالب‌بندی دیواره‌ها از زاویه‌ی شیب کوچک‌تری استفاده شود (شکل ۱).



شکل ۱- زاویه‌ی α موقعیت گود برداری

پی‌کنی

پی‌کنی در ساختمان به دو منظور انجام می‌شود:

- ۱- دست‌رسی به زمین سخت و مقاوم، زیرا بارهای ساختمان در نهایت به زمین منتقل می‌شود در نتیجه زمین زیر پی باید مطمئن باشد و نشست نکند.
 - ۲- برای محافظت پی ساختمان و جلوگیری از اثرات جوّی مانند یخ‌زدگی و نیروهای جانبی، پس از پیاده‌کردن نقشه روی زمین، شروع به پی‌کنی می‌کنیم. ابعاد و عمق پی‌کنی به مقاومت زمین و وجود آب‌های سطحی و شرایط اقلیمی بستگی دارد.
- در مناطقی که در زمستان آب و هوا خیلی سرد و بارندگی زیاد است خطر یخ‌زدگی برای پی وجود دارد. بنابراین عمق پی را بیش‌تر از مناطق معتدل و گرمسیر در نظر می‌گیرند. به هر حال در هر نوع آب و هوایی، عمق پی‌کنی نباید کم‌تر از 50 سانتی‌متر باشد.
- آماده‌سازی کف پی: قبل از پی‌سازی، باید کف پی را آماده کرد، به این صورت که کف پی باید کاملاً مسطح و عاری از هرگونه مواد زاید باشد. هم‌چنین نباید با خاک دستی یا با مصالح غیرمقاوم و مواد آلی پرشده باشد.

پی سازی

بعد از پی کنی و آماده سازی کف آن، به وسیله ی مصالح و ملات های مختلف، عملیات پی سازی ساختمان صورت می گیرد.

بارهای وارد از سقف ساختمان، به ستون ها و یا دیوارها و سپس به کرسی و نهایتاً به پی ساختمان وارد می شود پی نیز بارهای وارده را به زمین منتقل می کند. پس پی عامل انتقال کلیه ی بارهای ساختمان به زمین است. بنابراین باید به گونه ای طرح و اجرا شود که بتواند وزن زیاد ساختمان و اشیایی که در آن قرار دارد و وزن افرادی که از ساختمان استفاده و یا در آن رفت و آمد می کنند را تحمل نماید. در صفحات بعد بیش تر در مورد پی یا فونداسیون توضیح خواهیم داد.

دیوارها

از آنجا که هنرجویان در درس های دیگر، با چگونگی انجام پیوندهای سنگی، آجری و بلوکی، در انواع دیوارها آشنا شده اند از توضیح مجدد آن خودداری می شود و فقط به ذکر نام انواع دیوارها در ساختمان سازی می پردازیم.

در ساختمان دیوارهای باربر(بارقائم) و دیوارهای زیرزمین از دیوارهایی هستند که علاوه بر تحمل وزن خودشان، بارهای خارجی (اعم از بار مرده و زنده و...) را هم تحمل می کنند. در مقابل دیوارهای حایل و دیوارهای غیر باربر(جداکننده ها و دیوارهای محیطی) از جمله دیوارهایی هستند که فقط وزن خود را تحمل می کنند.

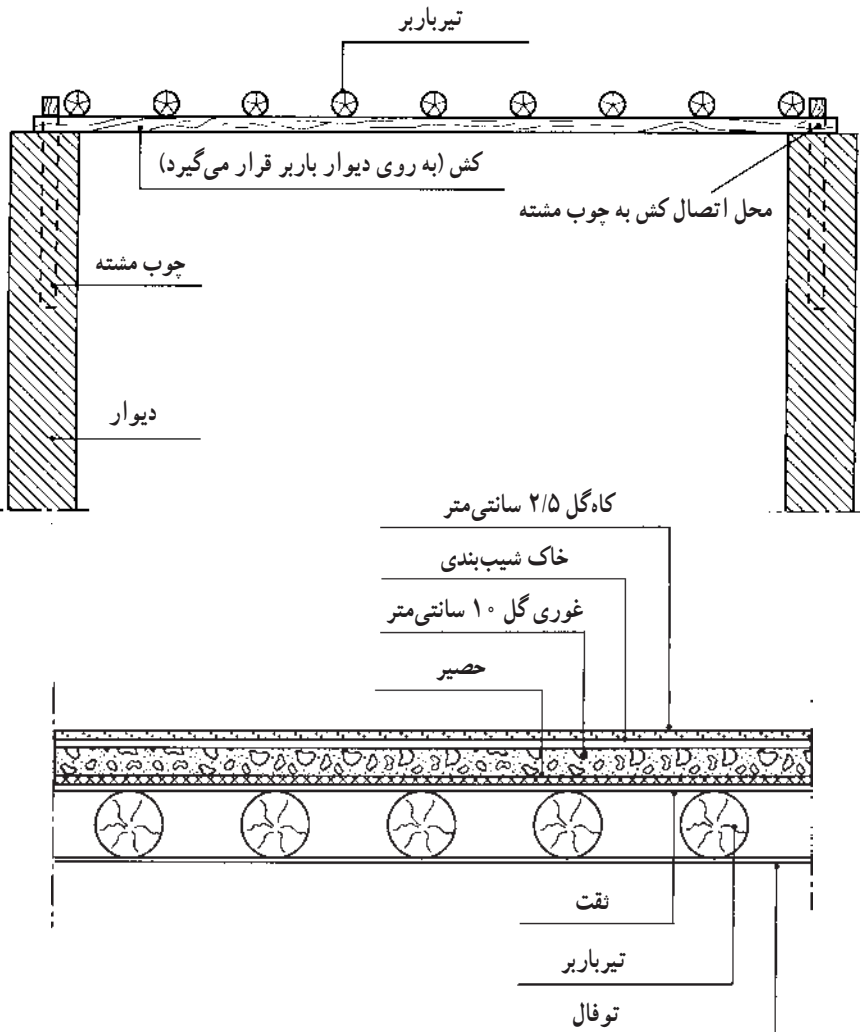
سقف و انواع آن

سقف پوششی است برای جلوگیری از نفوذ عوامل طبیعی به داخل ساختمان. از جمله ی عوامل طبیعی می توان تابش مستقیم آفتاب، باد، باران و برف را نام برد. هم چنین با انسجام سقف و دیوارها، ساختمان در مقابل نیروهای وارده، از مقاومت بیش تری برخوردار خواهد بود. سقف ها از نظر شکل ظاهری عبارت اند از سقف های تخت، شیب دار و قوسی. سقف هایی که زاویه ی شیب آنها با افق، بین ۰ تا ۱۰ درجه باشد، تخت نامیده می شود. سقف های شیب دار با افق زاویه ای بین ۱۰ تا ۷۰ درجه می سازند. ساخت انواع سقف های قوسی در قدیم متداول بود و امروزه کم تر اجرا می شود. از این نوع سقف می توان به طاق گهواره ای، چهارترک و انواع گنبدها اشاره کرد.

سقف تخت ضربی و کمانی بدون آهن: اجرای سقف های تخت ضربی بدون آهن، در قدیم

پیش از شناخت و استفاده از تیر آهن بسیار رواج داشت. امروزه در بعضی از روستاها هنوز هم از آن استفاده می‌کنند. مصالح مورد نیاز این سقف‌ها آجر و ملات گچ و خاک است. علت نام‌گذاری «ضربی» آن است که آجرها را با ضربه روی ملات گچ و خاک می‌چسبانند.

سقف‌های تخت چوبی: در نقاط خشک و نیمه‌خشک ایران، از قدیم ساختن سقف‌های تخت چوبی متداول بوده است و هنوز هم در بعضی مناطق، به همان روش سنتی اجرا می‌شود. اجرای آن به این ترتیب است که وقتی حدود $\frac{2}{3}$ ارتفاع دیوارها (خشتی، سنگی یا آجری) چیده شدند، چند تیرگرد چوبی به نام «چوب مُشته» را در وسط دیوارها به صورت قائم کار می‌گذارند و دیوار چینی را ادامه می‌دهند. به این ترتیب چوب‌های مُشته، به وسیله‌ی دیوارها احاطه و کاملاً محکم می‌شوند شکل (۲).

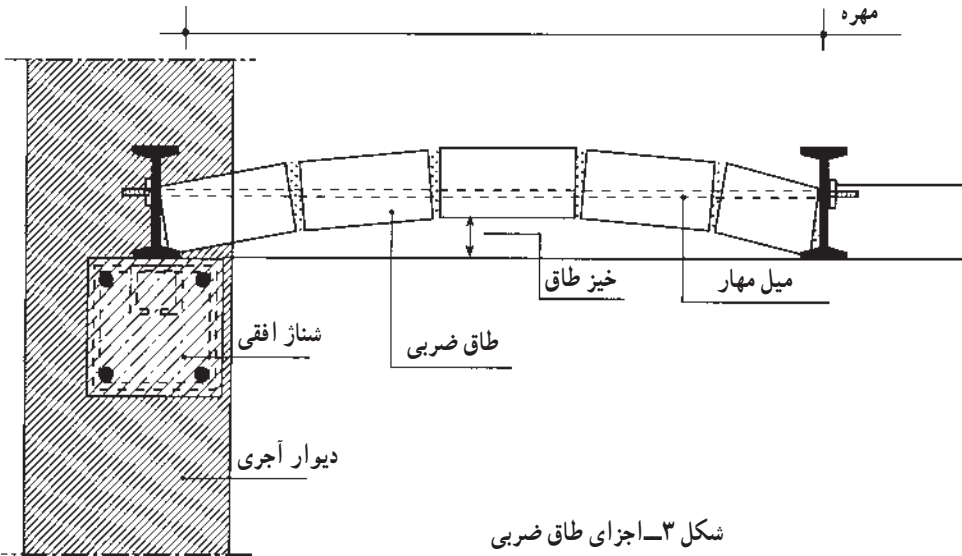


شکل ۲- مقاطع سقف تخت چوبی

تیریزی با مصالح بنایی: با قراردادن چند تیرآهن (تیرهای پوششی) بر روی دیوارها یا پل‌ها (تیرهای حمال) و زدن طاق ضربی با خیز منفی مناسب بین آن‌ها، سقفی به وجود می‌آورند که در ایران بسیار متداول است. قوس آجری بار خود را به تیرآهن وارد می‌کند و تیرآهن، بار را به تکیه‌گاه‌ها منتقل می‌نماید. در نقشه تعداد تیرآهن پوشش را براساس بارهای وارده (مرده و زنده) و طول دهانه، (فاصله‌ی دو تکیه‌گاه تیرآهن) پیاده و تعیین می‌کنند.

کلاف (شناز) افقی زیر سقف: معمولاً سر تیرآهن‌ها را مستقیماً و بدون هیچ‌گونه واسطه‌ای روی دیوارهای باربر آجری قرار می‌دهند و بین تیرآهن‌ها را با طاق ضربی می‌پوشانند. این روش با وجود این که بسیار متداول است، اما نقاط ضعفی دارد که انجام آن صحیح نیست. اولاً تقسیم فشار، نامناسب خواهد بود. زیرا سر تیرآهن بر روی یک یا دو آجر قرار می‌گیرد و امکان خردشدن آجر زیاد است. ثانیاً به دلیل عدم درگیری مناسب بین سقف و دیوارها، ساختمان در برابر زلزله از مقاومت خوبی برخوردار نخواهد بود. چون ایران یکی از کشورهای زلزله‌خیز است، باید پیش‌بینی‌های لازم برای ایجاد ایمنی ساختمان در برابر نیروهای زلزله به عمل آید. ایجاد کلاف بتنی بر روی دیوارها و اتصال تیرآهن‌ها به این کلاف، برای ایمن‌سازی ساختمان در مقابل نیروهای افقی زلزله بسیار موثر است.

اجرای تیریزی: پس از آن که کلاف بتنی خودگیری خود را انجام داد و صفحات فلزی در بتن محکم شدند، تیرآهن‌ها را بر روی صفحات قرار می‌دهند و آن‌ها را با جوش کاری محکم و ثابت می‌نمایند. با توجه به تراز بودن کلاف بتنی، صفحات تیرآهن‌ها هم تراز خواهند شد. مرحله‌ی بعدی کار مهار کردن تیرآهن‌ها به یکدیگر است. برای این منظور میل‌گردهایی به صورت ضربداری از روی تیرآهن‌ها عبور می‌دهند و آن‌ها را به بالای تیرآهن‌ها جوش می‌دهند به جای میل‌گرد از تسمه‌ی فلزی هم می‌توان استفاده کرد.

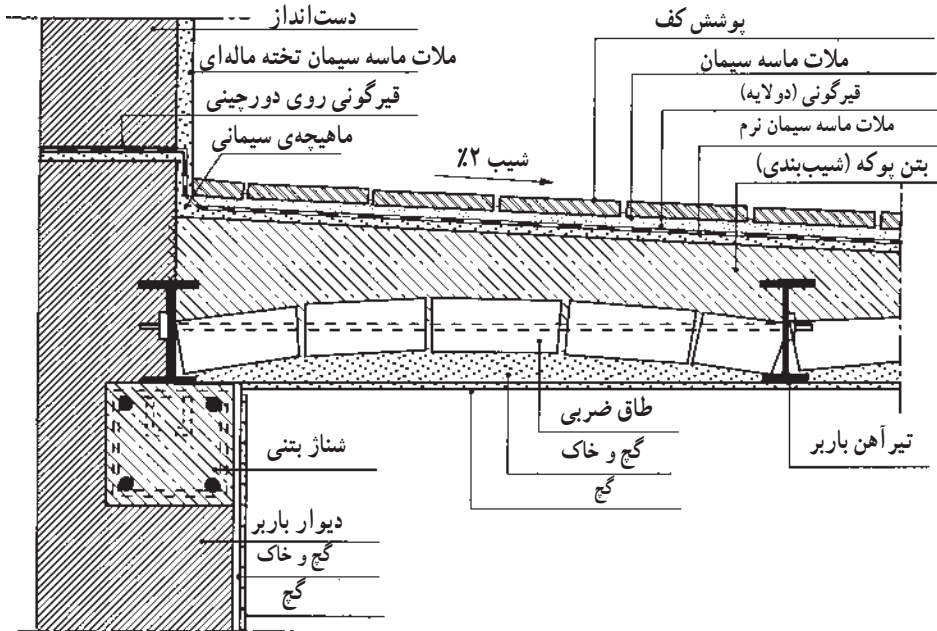


شکل ۳- اجزای طاق ضربی

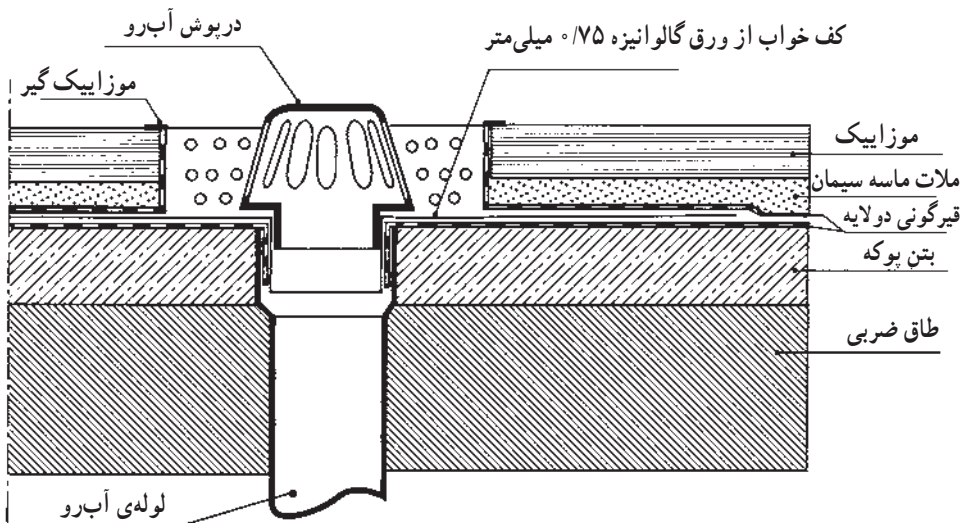
برای جلوگیری از زنگ زدگی، به تمام آهن‌ها سرنج می‌زنند و به بال پایین تیر آهن‌ها توری سیمی نصب می‌کنند تا چسبندگی اندود به تیر آهن بهتر انجام شود.

اجرای طاق ضربی: برای زدن طاق ضربی یک نواخت، بنا باید از تجربه‌ی کافی برخوردار باشد شکل (۳). برای آن که بنا بتواند طاق ضربی را اجرا نماید احتیاج به داربست مناسب دارد، زیرا ارتفاع مناسب داربست و تسلط بنا بر طاق می‌تواند در یک نواخت زدن طاق بسیار موثر باشد. فاصله‌ی مناسب بین داربست و تیر آهن برابر قد بنا + ۵ سانتی متر است. قبل از شروع طاق زنی باید بین تیر آهن سه رج آجر چیده شود. به این قسمت که طاق ضربی از آن شروع می‌شود «گلوگاه» گفته می‌شود. ملات گچ و خاک به قطر $1/5$ سانتی متر بر سطح دیوار (گلوگاه) با دست کشیده می‌شود (اصطلاحاً «کف کش» یا «کف سوز» می‌شود) و آجری که «آب خور» شده با ضربه به روی گچ و خاک می‌چسبد. به طوری که آجر، روی نیمه بال پایین آهن قرار گیرد، با دست چپ (دست ضعیف‌تر) آجر اولی نگه‌داری می‌شود. آجر بعدی که آب خور شده است، با دست راست (دست قوی‌تر) با ضربه روی ملات گچ و خاک پهلوی آجر قبلی چسبانده می‌شود. وقتی آجرها تا وسط دو تیر آهن (وسط دهانه) رسیدند، طاق زنی از طرف دیگر شروع می‌شود تا دو نیمه‌ی طاق به یک‌دیگر برسند (در وسط دهانه) در این جا برای پر کردن فاصله‌ی بین دو آجر، از تکه‌های کوچک آجر به نام «کار بند» استفاده می‌شود.

عایق رطوبتی سقف و نصب کف خواب: آب باران که بر روی سقف می‌ریزد باید به طرف ناودان سرازیر و به وسیله‌ی آن به خارج از ساختمان هدایت شود. تعداد و اندازه‌ی قطر آب‌رو یا ناودان بستگی به مقدار باران، سطح و شیب بام دارد (شکل ۴). شیب مناسب برای هدایت آب در بام، حدود ۲٪ است.



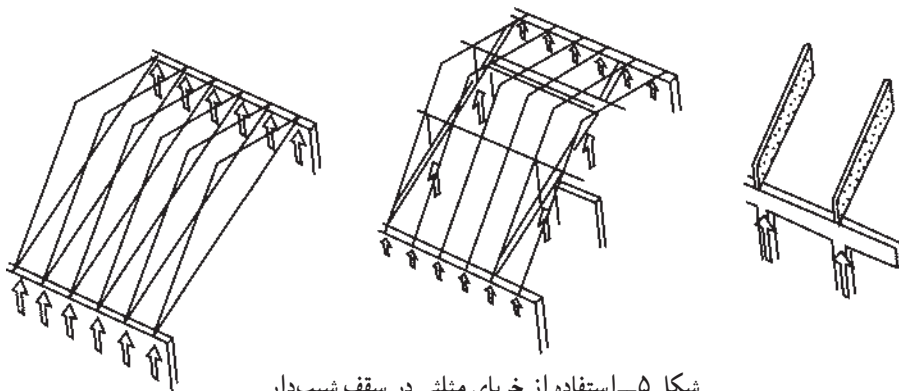
شکل ۴ - عایق رطوبتی سقف در میان دیگر اجزا



شکل ۵ - وضعیت آب‌رو در میان دیگر اجزا

پوشش بام: پوشش متداول بام‌های تخت عایق رطوبتی همراه آسفالت یا موزاییک است. ضخامت آسفالت (آستر و رویه) حدود ۵ سانتی متر است. در صورت پوشش سقف با موزاییک ابعاد آن هر قدر کوچک تر باشد، مناسب تر خواهد بود (شکل ۴).

سقف شیب دار: سقف شیب دار به سقف‌هایی می‌گویند که زاویه‌ی شیب آن‌ها با افق بین ۱۰ تا ۷۰ درجه باشد. تعیین شیب سقف به مقدار بارندگی نوع پوشش و طراحی منطقه‌ای (نظر طراح) بستگی دارد. سقف‌های شیب دار متداول عبارت‌اند از: یک طرفه، دو طرفه و چهار طرفه بعضی مواقع از فضای زیر سقف به عنوان انباری استفاده می‌شود.



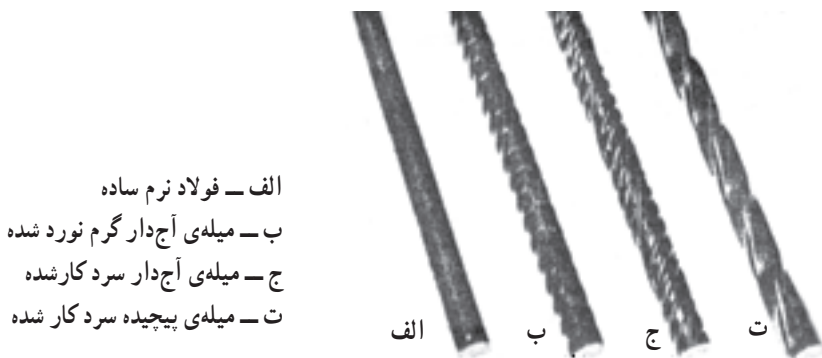
شکل ۵- استفاده از خرپای مثلثی در سقف شیب دار

طریقه‌ی شیب دار کردن سقف‌ها: سقف شیب دار از دو قسمت اسکلت و پوشش تشکیل می‌شود. یکی از راه‌های شیب دار کردن سقف، استفاده از خرپاهای مثلثی چوبی یا فلزی است. بار سقف به خرپاها و از خرپاها به دیوارها یا ستون‌ها وارد می‌شود و دیوارها بار را به پی ساختمان منتقل می‌نمایند (شکل ۵). در دهانه‌های بزرگ برای شیب دار کردن سقف تیرهای فلزی (تیر با اینرسی غیریک نواخت) را که به آن‌ها «سوله» می‌گویند به کار می‌برند. در صفحات بعد به توضیح بیش تر در مورد خرپاها خواهیم پرداخت.

بتن مسلح

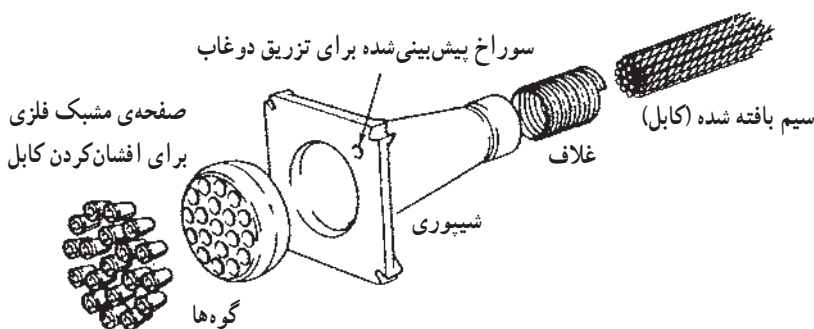
بتن در برابر نیروهای فشاری، مقاومت خوبی دارد ولی در برابر نیروهای کششی، مقاومت آن کم تر است. برای رفع این نقیصه، از فولاد در ساختار بتن استفاده می‌شود زیرا فولاد مقاومت خوبی در برابر نیروهای کششی دارد از این رو مجموعه‌ی فولاد و بتن مقاومت خوبی در برابر کشش و فشار خواهند داشت. به این مجموعه در اصطلاح، بتن مسلح می‌گویند از بتن مسلح نه تنها در بعضی

ساختمان‌های معدنی استفاده می‌شود، بلکه در نگه‌داری تونل‌ها و دیوارهای چاه‌ها و کارهای زیرزمینی نیز، استفاده‌ی زیادی می‌شود انواع سیم‌های بافته شده و فولادهایی که به صورت میله در بتن‌ها کاربرد دارند در شکل‌های (۶) و (۷) مشاهده می‌شوند.



الف — فولاد نرم ساده
 ب — میله‌ی آج‌دار گرم نورد شده
 ج — میله‌ی آج‌دار سرد کار شده
 ت — میله‌ی پیچیده سرد کار شده

شکل ۶- انواع فولادهای مورد استفاده در بتن مسلح

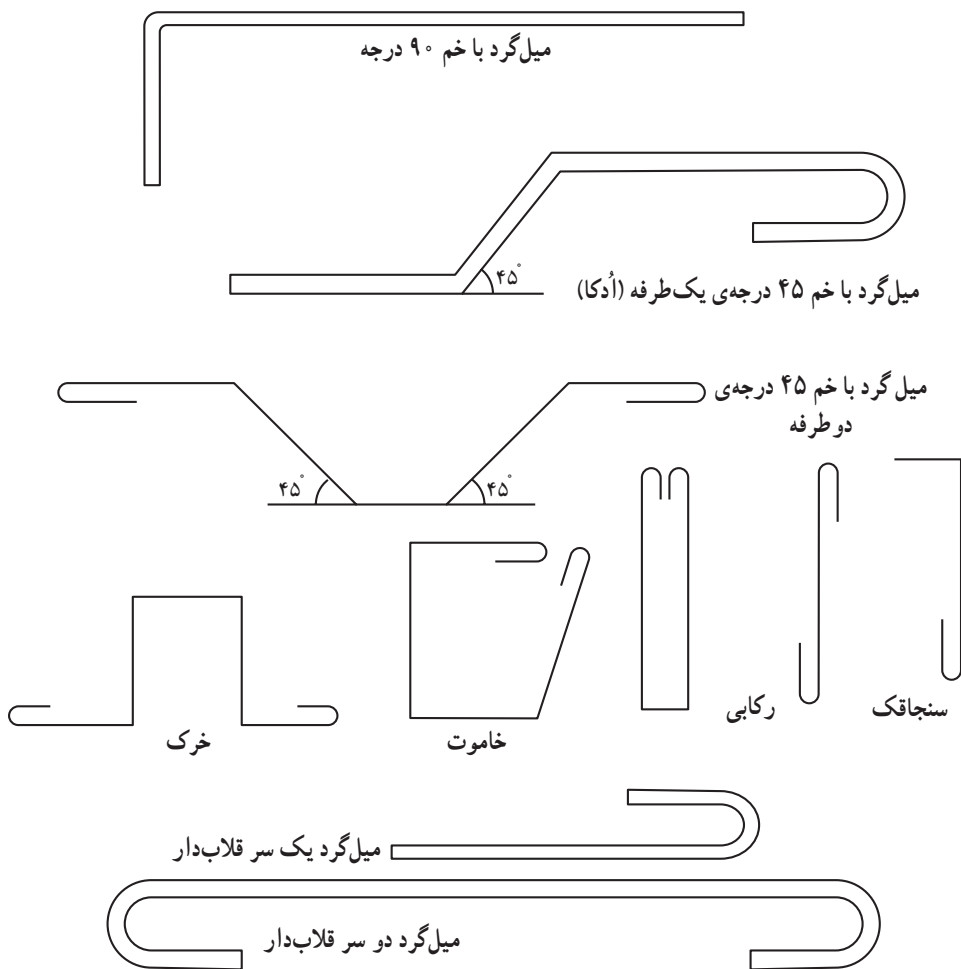


شکل ۷- نحوه‌ی قرار گرفتن یک دسته سیم بافته شده (کابل در بتن)

فرم‌های رایج کاربرد میل‌گرد در بتن

میل‌گرد راستا: برای افزایش مقاومت کششی بتن به کار برده می‌شود.
 خاموت: برای جلوگیری از بیرون‌زدگی آرماتورهای طولی در اثر کمانش و تحمل نیروهای برشی و جلوگیری از گسترش ترک به کار می‌رود.
 سنجاقک: برای تقویت مقاومت برشی خاموت‌ها و اتصال کامل بین میل‌گردهای طولی و خاموت به کار می‌رود.
 خرک: برای قراردادن دو شبکه‌ی متوالی افقی با فاصله‌ی معین در داخل قالب (در بتن‌ریزی‌های کف و فونداسیون) به کار می‌رود.

رکابی: برای در امتداد نگاه داشتن آرماتورهای طولی و یا عمودی در بتن ریزی دیوارها (به شکل حرف u انگلیسی) به کار می‌روند.

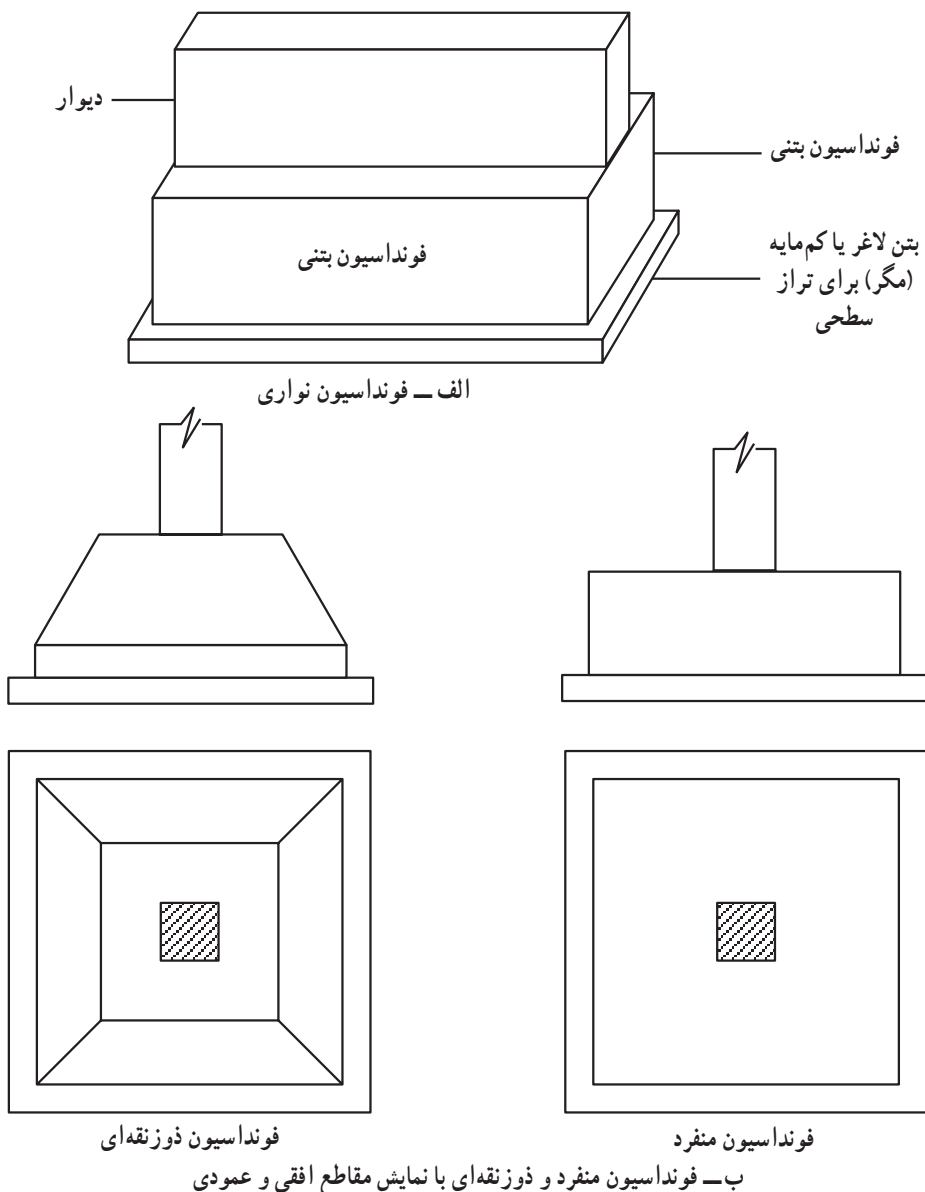


شکل ۸- فرم‌های رایج کاربرد میل‌گرد در بتن

تعریف فونداسیون

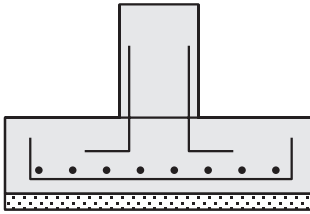
همانطور که قبلاً اشاره شد پی یا فونداسیون قسمتی از یک سازه است که غالباً زیرتر از سطح زمین قرار می‌گیرد و نیروهای ناشی از سازه را به خاک یا بستر سنگی انتقال می‌دهد. عمل‌کرد فونداسیون: تقریباً تمامی خاک‌ها، تحت تأثیر نیرو، به مقداری قابل ملاحظه فشرده می‌شوند که این مسئله باعث نشست سازه‌ی استوار بر آن‌ها می‌شود.

انواع فونداسیون‌ها: فونداسیون‌ها در حالت کلی به انواع فونداسیون‌های دیوار و ستون تقسیم‌بندی می‌شوند. فونداسیون دیوار یک نوار از بتن مسلح به عرض بزرگ‌تر از ضخامت دیوار است (حداقل عرض ۵۰ سانتی‌متر) که بار دیوار را به سطح گسترده‌تری منتقل می‌کند (فونداسیون نواری). انواع فونداسیون‌های منفرد معمولاً به صورت مربع و گاهی مستطیل هستند. در بعضی از فونداسیون‌ها ممکن است مقطع به شکل دوزنقه باشد (شکل ۹).



میل گرد گذاری ساده‌ی فونداسیون‌ها

در عمل میل گرد به صورت شبکه‌ای در کف فونداسیون قرار داده می‌شود (با احتساب فاصله‌ی پوشش بتن) برای ایجاد چسبندگی و انتقال مناسب نیرو از فولاد به بتن و بالعکس منتقل می‌شود و در کنارها میل گرد‌های شبکه با خم 90° درجه به طول معین فرم داده می‌شوند شکل (۱۰).



فرم فونداسیون

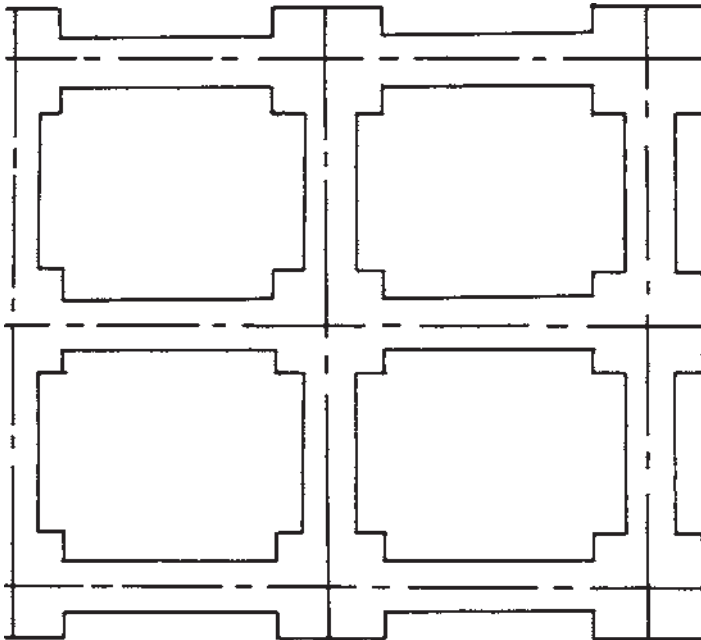


نحوه‌ی قرارگیری میل گرد‌ها در کف به صورت شبکه

شکل ۱۰ - میل گرد گذاری

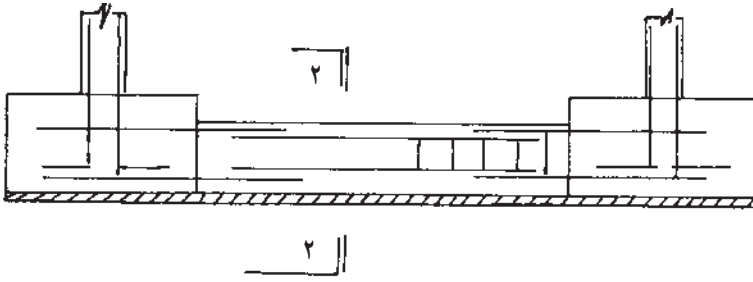
شناژ افقی تحتانی

وظیفه‌ی شناژ کلاف کردن و مهار نمودن فونداسیون‌ها است. و به منظور مقابله با نیروهای افقی (زلزله، باد و غیره) و یک‌نواختی نشست در ساختمان‌ها به کار می‌رود. در شکل‌های (۱۱) و (۱۲) و (۱۳) فرم‌های مختلف شناژ تحتانی نشان داده شده است.



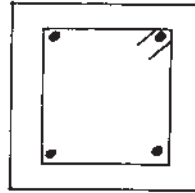
شکل ۱۱ - نحوه‌ی آکس (محور) بندی فونداسیون یک ساختمان

الف - هم سطح با سطح تحتانی پی



حداقل پوشش بتون ۷۵ میلی متر

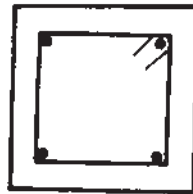
مقطع ۲-۲



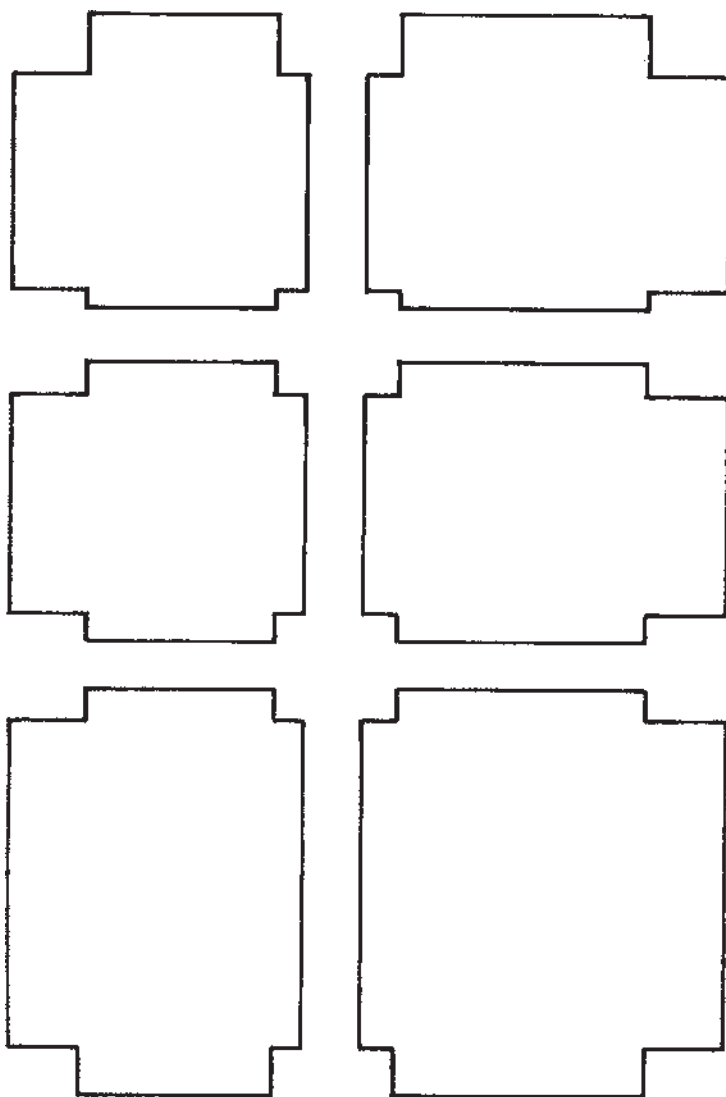
ب - کلاف های افقی تحتانی در ساختمان های با مصالح بنایی



مقطع ۳-۳



شکل ۱۲- نحوه ی فولادگذاری در شنازهای افقی تحتانی



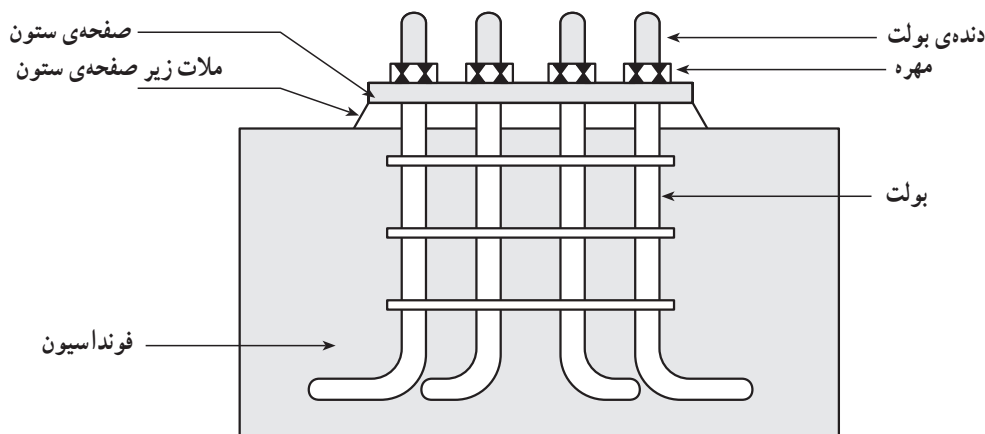
شکل ۱۳- پلان فونداسیون یک ساختمان ساده

ساختمان‌های اسکلت فلزی

ساختمان‌ها را از نظر اسکلت‌بندی به دو نوع اسکلت فلزی و اسکلت بتنی تقسیم می‌کنند. اولین مرحله در ساخت ساختمان‌های اسکلت فلزی استفاده از صفحه‌ی کف ستونی و بولت برای اجرای فونداسیون است. در صفحه‌ی بعد به ترتیب اجرا، به شرح آن‌ها می‌پردازیم.

استفاده از صفحه‌ی کف ستونی و بولت

در بعضی ساختمان‌ها ستون‌ها، نقش انتقال‌دهنده‌ی بارهای وارد شده را به فونداسیون به عهده دارند. ستون فلزی به وسیله‌ی صفحه‌ی ستون و صفحه‌ی ستون به وسیله‌ی میله‌ی مهار (بولت‌ها) به فونداسیون بتنی متصل می‌گردد و بارهای وارده از این طریق به زمین اعمال می‌شود (شکل ۱۴).



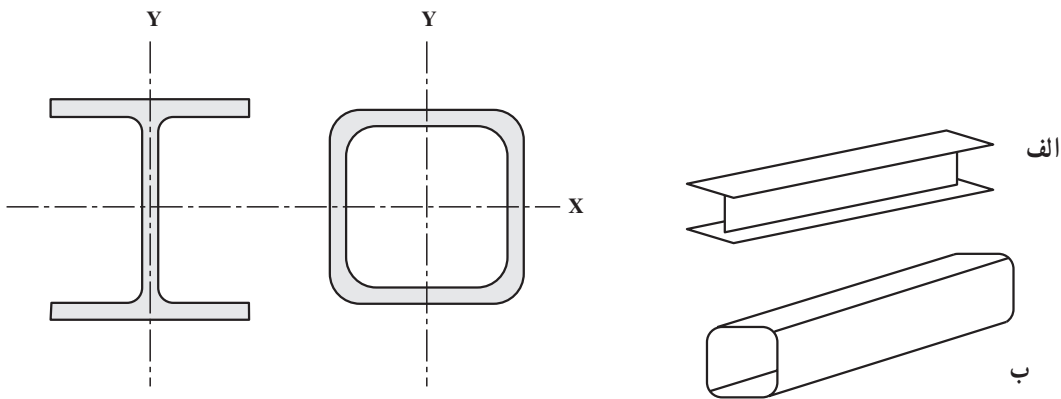
شکل ۱۴- نحوه‌ی قرارگیری صفحه‌ی ستون و بولت‌ها

ستون‌های فلزی

ستون عضوی است که معمولاً به صورت عمودی در ساختمان نصب می‌شود و بارهای کف ناشی از طبقات به وسیله‌ی تیر و شاه‌تیر به آن منتقل می‌گردد و به وسیله‌ی آن به فونداسیون و سپس به زمین انتقال می‌یابد.

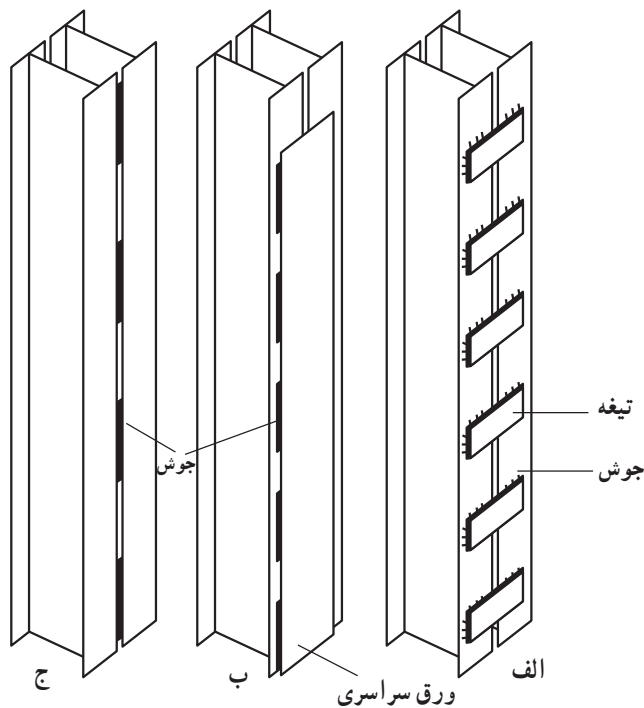
شکل ستون‌ها: شکل سطح مقطع ستون‌ها معمولاً به مقدار و وضعیت بار وارد شده بستگی دارد. برای ساختن ستون‌های فلزی، از انواع پروفیل‌ها و ورق‌ها استفاده می‌شود. عموماً ستون‌ها از لحاظ شکل ظاهری به دو گروه تقسیم می‌شوند:

نیم‌رخ (پروفیل) نورد شده شامل انواع تیر آهن‌ها و قوطی‌ها: بهترین پروفیل نورد شده برای ستون، تیر آهن بال پهن یا قوطی‌های مربع شکل است، زیرا از نظر مقاومت بهتر از مقاطع دیگر عمل می‌کند (شکل ۱۵). ضمن این که در بیش‌تر مواقع، عمل اتصالات تیرها به راحتی روی آن‌ها انجام می‌گیرد.



شکل ۱۵- دو نوع ستون. الف- تیر آهن بال بهن ب- قوطی مربع شکل

مقاطع مرکب: هرگاه سطح مقطع و مشخصات یک نیم رخ (پروفیل)، به تنهایی برای ایستایی تحمل بار وارد شده و لنگر احتمالی، یک ستون کافی نباشد، از اتصال چند پروفیل به یک دیگر ستون مناسب آن مقاطع مرکب ساخته می شود شکل (۱۶).



شکل ۱۶- مقاطع مرکب

پل‌ها و تیرهای پوشش






شاه‌تیرها (پل‌ها): شاه‌تیرها عضوهای فلزی افقی اصلی هستند که با اتصالات لازم به ستون‌ها متصل می‌شوند و به وسیله‌ی آن‌ها بار طبقات به ستون‌ها انتقال می‌یابد. هرگاه در شاه‌تیرهای فلزی، به جای تیر تکی از تیرهای دوبله استفاده شود، باید دو تیر در محل پل‌ها به یک‌دیگر به گونه‌ای مطلوب اتصال داشته باشند.

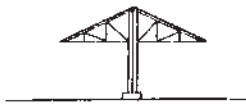
خرپاها

خرپای ساده از اتصال چند میله‌ی مستقیم که به‌طور مفصلی به هم متصل شده (به‌طوری که شبکه‌های مثلثی به‌وجود می‌آورد) تشکیل می‌گردد. ضمناً نیروهای وارد بر خرپاها، باید حتماً در محل اتصالات (مفصل‌ها) به خرپا وارد شوند.

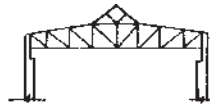
اصول ساخت خرپا: چون در خرپاها فرض می‌شود که اعضا در انتهای خود به اعضای دیگر لولا شده‌اند؛ بنابراین «شکل مثلثی» تنها شکل پایدار خواهد بود. اگر شبکه در یک صفحه واقع باشد، خرپا را «خرپای صفحه‌ای» می‌گویند. در جدول (۱۷) و شکل (۱۸) به‌طور کلی انواع خرپاها با خصوصیات آن‌ها آمده است.

جدول ۱۷- انواع معمول خرپاهای سقف

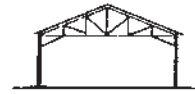
نوع	شکل خرپا	جنس	شرح
پرات (Pratt)		معمولاً فولاد در بعضی موارد چوب	دهانه حداکثر در حدود ۳۰ متر
هاو (Howe)		معمولاً چوب	دهانه حداکثر در حدود ۳۰ متر
فینک (Fink)		معمولاً فولاد	معمولاً دهانه به حداکثر حدود ۲۰ متر محدود می‌شود.
قوسی (Bowstring)		معمولاً فولاد	معمولاً برای سقف گاراژها به‌کار برده می‌شود و دهانه ممکن است به ۳۰ متر برسد.
دندان‌ه‌ای (Saw Tooth)		چوب یا فولاد	سمت شیب تند خرپا برای استفاده از نور خارج است که برای یک‌نواختی به طرف شمال قرار داده می‌شود و در مواردی به‌کار برده می‌شود که وجود ستون‌های زیاد، اشکالی ایجاد ننماید.



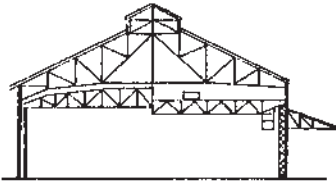
خرپای چتری



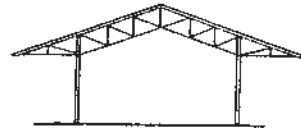
پوشش سقف مواد خام



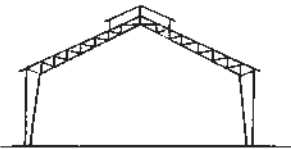
انبار



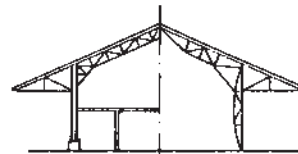
ساختمان صنعتی و تأسیساتی



انبار



هال



انبار



خرپای دندانه‌ای

شکل ۱۸- انواع خرپا در سقف سوله‌های صنعتی و تأسیساتی

ساختمان‌های اسکلت بتنی

مراحل اولیه‌ی کار اعم از گودبرداری، فونداسیون در کلیه‌ی پروژه‌ها تقریباً یکسان اجرا می‌شود در مبحث قبلی به شرح در مورد ساختمان‌های اسکلت فلزی پرداختیم. در این قسمت به نوع کار در ساختمان‌های اسکلت بتنی می‌پردازیم. که اولین مرحله بعد از فونداسیون، اجرای ستون روی فونداسیون است. که در زیر به ترتیب هر یک را توضیح می‌دهیم.

پی‌های صفحه‌ای

در زمین‌هایی که تحمل باربری کافی برای مقابله با نیروهای وارد در ابعاد پی‌های معمولی وجود

ندارد، از پی صفحه‌ای استفاده می‌کنند. این پی‌ها نیروها را در سطح گسترده‌ای پخش کرده، در نتیجه نیروی وارد را با توان باربری زمین متعادل می‌کند. قبلاً در قسمت بتن مسلح با انواع فونداسیون‌های بتنی به‌طور کامل آشنا شده‌ایم.

تعریف ستون و عمل‌کرد آن

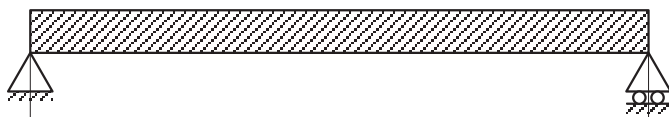
در عضوهایی که به‌طور عمده تحت تأثیر فشار محوری قرار دارند، از نظر اقتصادی به صرفه است که قسمت اعظم بار به‌وسیله‌ی بتن تحمل شود (نظیر ستون‌ها). اما به دلایل مختلف، همیشه فولاد در ستون بتنی به‌کار برده می‌شود (در عمل عضوهای بسیار کمی تحت تأثیر نیروهای محوری خالص قرار دارند). واگذاری قسمتی از تحمل نیروهای فشاری به فولاد، صرفه‌جویی در مقطع ستون بتنی است. به‌طور کلی وظیفه‌ی ستون بتنی، تحمل فشارهای محوری و گاهی جانبی و انتقال آن‌ها به قسمت پایین‌تر است.

تیربتن مسلح

تیرهای بتن مسلح که از دو نوع مصالح مختلف در ساخت آن‌ها استفاده شده است. این تیرها همگن نیستند. بنابراین روش تحلیل جداگانه‌ای برای آن‌ها وجود دارد. در تیرهای بتن مسلح به علت ضعف بتن در مقابل نیروهای کششی، میل‌گردهای فولادی در ناحیه‌ی کششی قرار داده می‌شوند. (با در نظر گرفتن پوشش مناسب بتن به منظور جلوگیری از خوردگی فولاد). در تیرهای بتن مسلح، کشش ناشی از خم‌بودن، به‌وسیله‌ی میل‌گردهای مسلح‌کننده و فشار ناشی از خم‌بودن، به‌وسیله‌ی بتن ناحیه‌ی فشاری تحمل می‌شود.

انواع تیرها

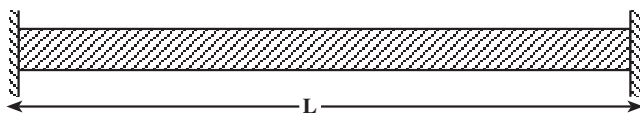
الف – تیر ساده: تیری است با مقطع مربع یا مستطیل که بر روی دو تکیه‌گاه ساده تکیه دارد و نیروی ناشی از لنگر خم‌بودن مثبت (در وسط دهانه را) تحمل می‌کند. این تیر برای پوشش دهانه‌های کوتاه و ساده به‌کار می‌رود شکل (۱۹).



شکل ۱۹- تیر ساده

ب — تیرهای دو سر گیردار: این تیرها در هر دو طرف تکیه‌گاه، لنگر (ممان) قبول می‌کند

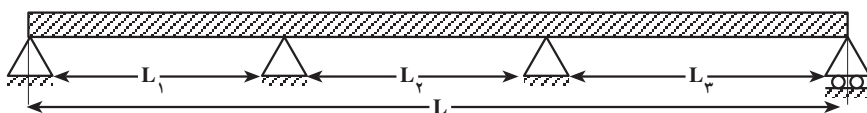
شکل (۲۰).



شکل ۲۰ — تیر دو سر گیر

ج — تیر ممتد: برای پوشش دهانه‌های وسیع استفاده می‌شود و قادر است، نیروهای فشاری،

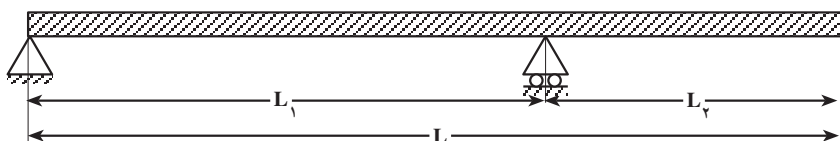
برشی، پیچشی و ممان‌های مختلف را تحمل کند شکل (۲۱).



شکل ۲۱ — تیر ممتد

د — تیر کنسولی یا تیر طره‌ای: که برای پوشش بالکن‌ها، سردرها، باران‌گیرها و قسمت‌های

جلوآمده‌ی سقف به کار می‌رود شکل (۲۲).



شکل ۲۲ — تیر کنسولی

هـ — تیرهای پوششی یا فرعی: تیرهایی هستند که بار خود را به تیرهای اصلی منتقل می‌سازند. این تیرها ممکن است با مقطع مربع مستطیل و یا مقطع «T» شکل باشند (مقطع T شکل برای دهانه‌های وسیع کاربرد زیادی دارد).

و — تیرهای «T» شکل: اگر شرایط به گونه‌ای باشد که بتوان از تیری با عمق بیش‌تر استفاده کرد، می‌توان مقطع T با عمق زیاد را انتخاب کرد که نتیجه‌ی آن صرفه‌جویی در وزن تیر و فولاد مصرفی است.

سقف بتن مسلح

همانطور که اشاره شده بود سقف قسمتی از سازه بتنی است که برای پوشش فضای مورد نظر به کار می‌رود و وظیفه‌ی آن جدا کردن فضاهای مختلف از یک‌دیگر است. انواع سقف‌های بتنی

شامل: سقف‌های یک پارچه، پیش‌ساخته (به صورت دال با عرض استاندارد)، قارچی، پوسته‌ای و دارای تیر و دال و به طور مختلط است.

سقف تیرچه بلوک

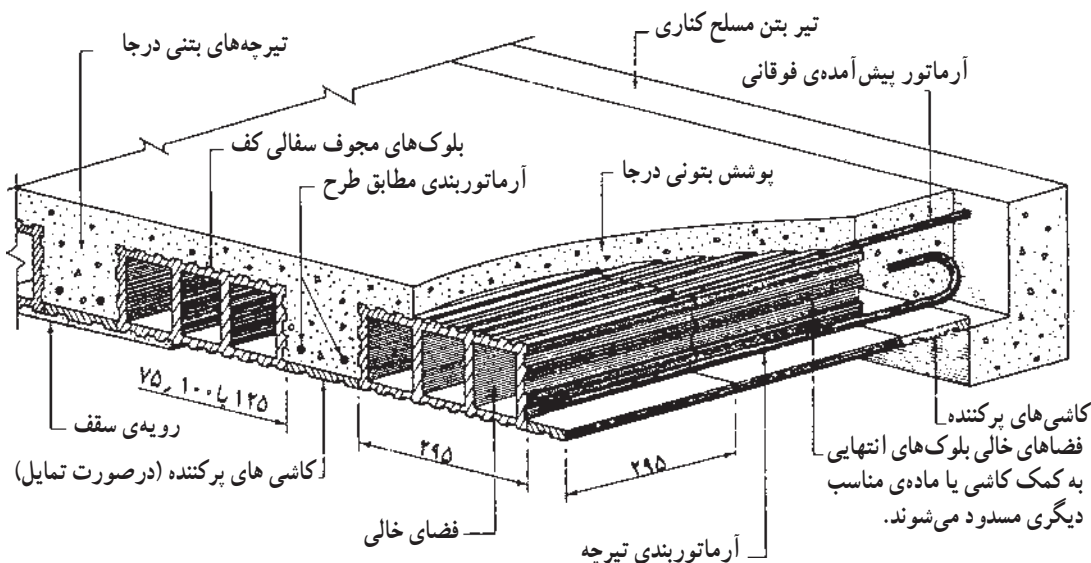
سقف تیرچه بلوک، دال یک طرفه‌ای است که برای کاهش بار مرده از بلوک‌های توخالی سفالی یا بتنی برای پر کردن حجم سقف استفاده می‌شود. سقف تیرچه بلوک تشکیل شده است از:

- ۱- تیرچه‌هایی که در فواصل مشخص به موازات یکدیگر، روی تیرهای باربر قرار می‌گیرند؛
- ۲- بلوک‌های توخالی که با توجه به شکل خاص خود بین تیرچه‌ها قرار داده می‌شوند.
- ۳- بتنی که فضای بین بلوک‌ها را پر کرده و روی سفال‌ها قشری به ضخامت 10° - ۵ سانتی‌متر تشکیل می‌دهد شکل (۲۳).

دیوارهای بتنی

دیوارهای بتنی در حالت‌های مختلف، در ساختمان‌ها و بناهای فنی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. همان‌طور که قبلاً توضیح داده شد از لحاظ رفتار سازه‌ای دیوارها را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی کرد.

- ۱- دیوارهای حایل، ۲- دیوارهای باربر (بار قائم)، ۳- دیوارهای زیرزمین، ۴- دیوارهای غیرباربر (جداکننده‌ها و دیوارهای محیطی).



شکل ۲۳- استفاده از سقف تیرچه بلوک در کف‌های بلوکی مجوف