ضمیمه‌ی(۱)

ساختمان‌سازی

مقدمه

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 هنرجویان است که در این فصل به‌اختصار به آن اشاره می‌کنیم.

پیاده‌کردن نقشه و هدف از انجام آن

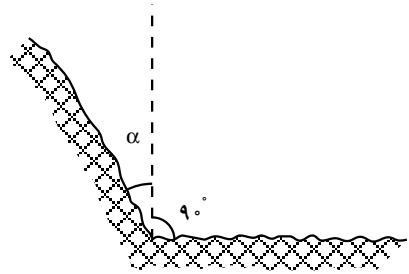
پس از این که مراحل مطالعه و طراحی طرح ساختمانی به پایان رسید و نقشه‌ی آن توسط مهندسان آماده شد، باید برای شروع عملیات ساختمانی، موقعیّت و محل دقیق آن روی زمین مشخص شود. منظور از پیاده‌کردن نقشه، مشخص‌کردن گوشه‌ها و محورها و اضلاع طرح به‌روی زمین است که به‌وسیله‌ی مترکشی یا دوربین‌های نقشه‌برداری تعیین، میخ‌کوبی و سپس رنگ‌ریزی می‌شود. عمل پیاده کردن نقشه، باید کنترل شود یعنی پس از میخ کوبی گوشه‌ها و تعیین محورها و قبل از رنگ‌ریزی باید با اندازه‌گیری مجدد اضلاع و زوایا، از درستی آن‌ها مطمئن شد در غیراین 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 خاک‌برداری یا تراشه‌های اطراف باید دارای شیب ملایمی باشد (شکل ۱). زاویه‌ی بین خط شیب با خط عمود به اندازه‌ی α است . α زاویه‌ای است که بستگی به نوع خاک،عمق و نوع گودبرداری دارد. هرقدر 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 ۱ــ زاویه‌ی α موقعیت گود برداری

پی‌کنی

پی‌کنی در ساختمان به دو منظور انجام می‌شود :

۱ــ دست‌رسی به زمین سخت و مقاوم، زیرا بارهای ساختمان در نهایت به زمین منتقل می‌شود درنتیجه زمین زیر پی باید مطمئن باشد و نشست نکند.

۲ــ 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، 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 وهوایی، عمق پی‌کنی نباید کم‌تر از ۵۰ 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.

پی‌سازی

بعد از پی‌کنی و آماده سازی کف آن، به‌وسیله‌ی مصالح و ملات‌های مختلف، عملیات پی‌سازی ساختمان صورت می‌گیرد.

بارهای وارد از سقف ساختمان، به ستون‌ها و یا دیوارها و سپس به کرسی و نهایتاً به پی ساختمان وارد می‌شود پی نیز بارهای وارده را به زمین منتقل می‌کند. پس پی عامل انتقال کلیه‌ی بارهای ساختمان به زمین است. بنابراین باید به گونه‌ای 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 می‌کنند را تحمل نماید. در صفحات بعد بیش‌تر در مورد پی یا فونداسیون توضیح خواهیم داد.

دیوارها

از آنجا که هنرجویان در درس‌های دیگر، با چگونگی انجام پیوندهای سنگی،آجری و بلوکی، در انواع دیوارها آشنا شده‌اند از توضیح مجدد آن خودداری می‌شود و فقط به ذکر نام انواع دیوارها در ساختمان‌سازی می‌پردازیم.

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 می‌کنند. در مقابل دیوارهای حایل و دیوارهای غیر باربر(جداکننده‌ها و دیوارهای محیطی) از جمله دیوارهایی هستند که فقط وزن خود را تحمل می‌کنند.

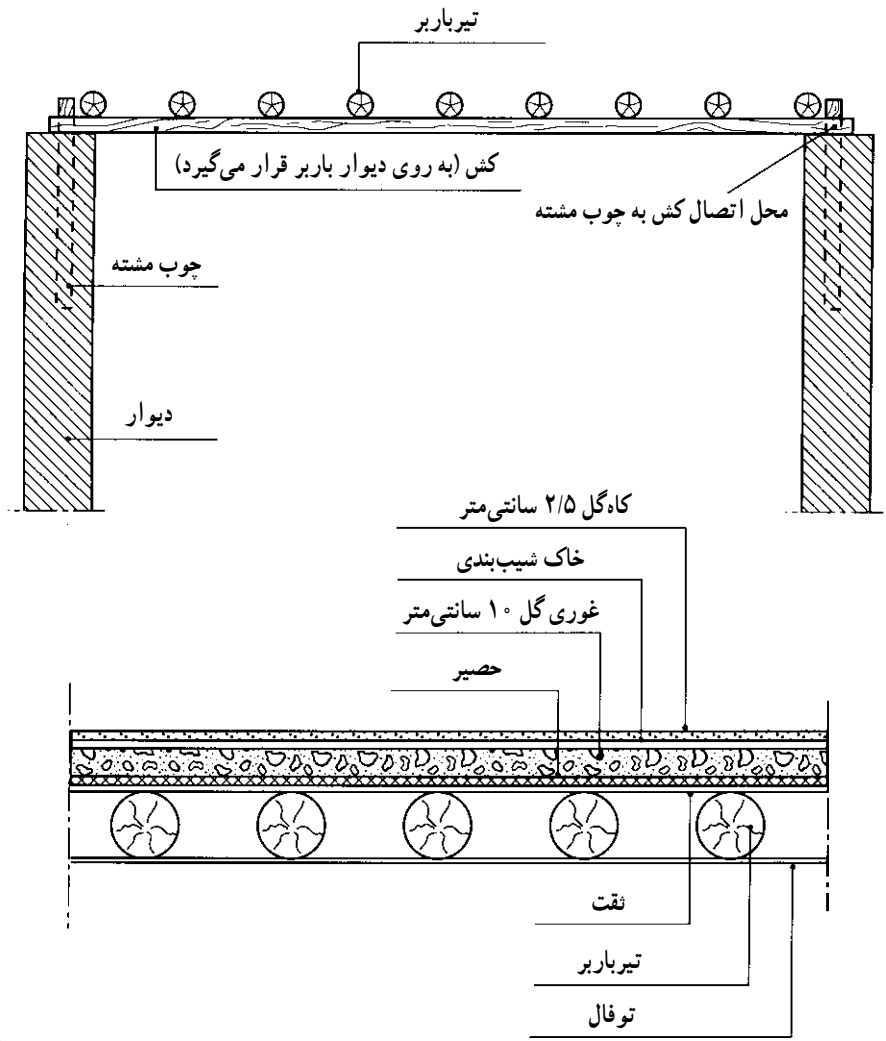
سقف و انواع آن

سقف پوششی است برای جلوگیری از نفوذ عوامل طبیعی به داخل ساختمان. از جمله‌ی عوامل طبیعی می‌توان تابش مستقیم آفتاب، باد، باران و برف را نام برد. هم‌چنین با انسجام سقف و دیوارها، ساختمان در مقابل نیروهای وارده، از مقاومت بیش‌تری برخوردار خواهد بود. سقف‌ها از نظر شکل ظاهری عبارت‌اند از سقف‌های تخت، شیب‌دار و قوسی. سقف‌هایی که زاویه‌ی شیب آن‌ها با افق، بین ۰ تا ۱۰ درجه باشد، تخت نامیده می‌شود. سقف‌های شیب‌دار با افق زاویه‌ای بین ۱۰ تا ۷۰ درجه می‌سازند. ساخت انواع سقف‌های قوسی در قدیم متداول بود و امروزه کم‌تر اجرا می‌شود. از این نوع سقف می‌توان به طاق گهواره‌ای، چهارترک و انواع گنبدها اشاره کرد.

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

پیش از شناخت و استفاده از تیرآهن بسیار رواج داشت. امروزه در بعضی از روستاها هنوز هم از آن استفاده می‌کنند. مصالح مورد نیاز این سقف‌ها آجر و ملاتِ گچ و خاک است. علّت 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 $\frac{۲}{۳}$ ارتفاع دیوارها (خشتی ، سنگی یا آجری) چیده شدند، چند تیرگرد چوبی به‌نام «چوب مُشته» را در وسط دیوارها به‌صورت قائم کار می‌گذارند و دیوار چینی را ادامه می‌دهند. به این ترتیب چوب‌های مشته، به‌وسیله‌ی دیوارها احاطه و کاملاً محکم می‌شوند شکل(۲).

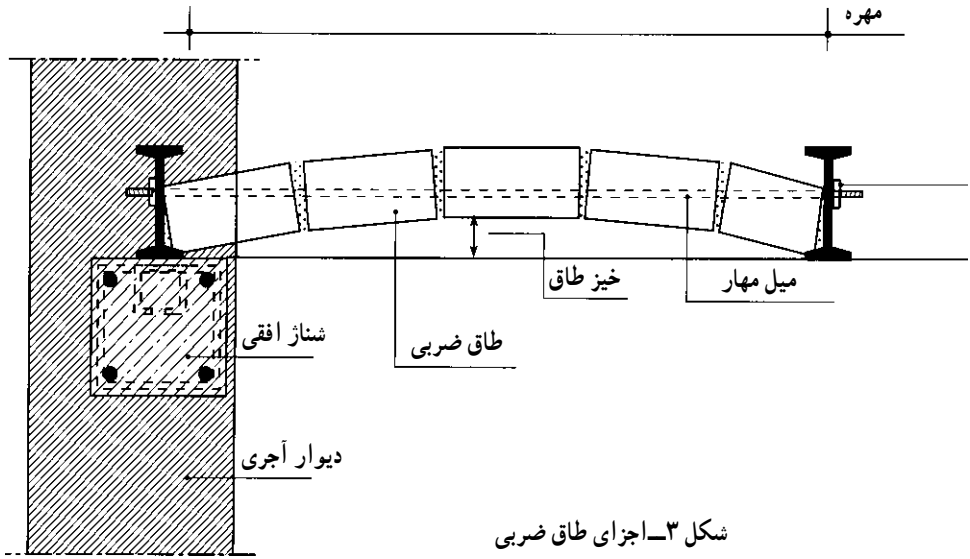


شکل ۲ــ مقاطع سقف تخت چوبی

تیرریزی 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 به‌وجود 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 (شناژ) 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 موثّر است.

اجرای تیرریزی: 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 جوش‌کاری محکم و ثابت می‌نمایند. با توجه به ترازبودن کلاف بتنی، صفحات تیرآهن‌ها هم تراز خواهند شد. مرحله‌ی بعدی کار مهارکردن تیرآهن‌ها به یکدیگر است. برای این منظور میل‌گردهایی به‌صورت ضربدری از روی تیرآهن‌ها عبور می‌دهند و آن‌ها را به بالای تیرآهن‌ها جوش می‌دهند به جای میل‌گرد از تسمه‌ی فلزی هم می‌توان استفاده کرد.

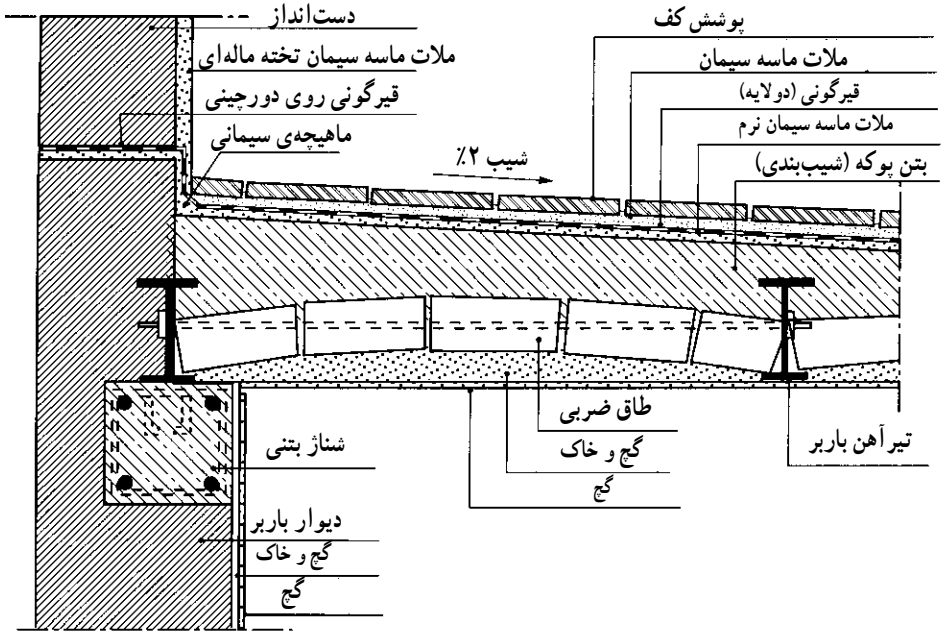


شکل ۳ــ اجزای طاق ضربی

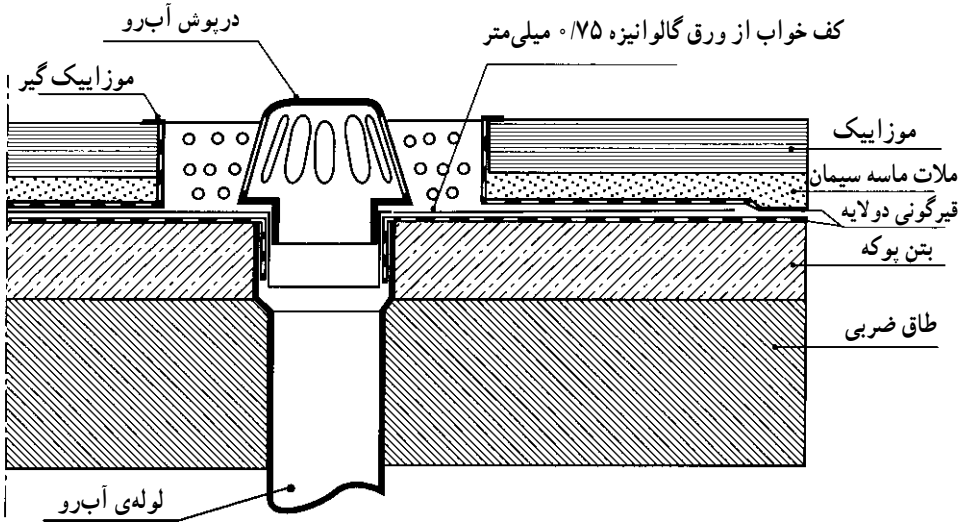
برای جلوگیری از زنگ‌زدگی، به تمام آهن‌ها سرنج می‌زنند و به بال پایین تیرآهن‌ها توری سیمی نصب می‌کنند تا چسبندگی اندود به تیرآهن بهتر انجام شود.

اجرای طاق ضربی: برای زدن طاق ضربی یک‌نواخت، بنّا باید از تجربه‌ی کافی برخوردار باشد شکل(۳). برای آن که بنّا بتواند طاق ضربی را اجرا نماید احتیاج به داربست مناسب دارد، زیرا ارتفاع مناسب داربست و تسلط بنّا بر طاق می‌تواند در یک‌نواخت‌زدن طاق بسیار موثّر باشد. فاصله‌ی مناسب بین داربست و تیرآهن برابر قد بنّا + ۵ سانتی‌متر است. قبل از شروع طاق‌زنی باید بین تیرآهن سه رج آجر چیده شود. به این قسمت که طاق ضربی از آن شروع می‌شود «گلوگاه» گفته می‌شود. ملات گچ و خاک به قطر ۱/۵ سانتی‌متر بر سطح دیوار (گلوگاه) با دست کشیده می‌شود (اصطلاحاً «کف‌کش» یا «کف‌سوز» می‌شود) و آجری که «آب‌خور»شده با ضربه به روی گچ و خاک می‌چسبد. به‌طوری که آجر، روی نیمه بال پایین آهن قرار گیرد، با دست چپ (دست ضعیف‌تر) آجر اولی نگه‌داری می‌شود. آجر بعدی که آب‌خور شده است، با دست راست (دست قوی‌تر) با ضربه روی ملات گچ و خاک پهلوی آجر قبلی چسبانده می‌شود. وقتی آجرها تا وسط دو تیرآهن (وسط دهانه) رسیدند، طاق‌زنی از طرف دیگر شروع می‌شود تا دو نیمه‌ی طاق به یک‌دیگر برسند (در وسط دهانه) در این جا برای پرکردن فاصله‌ی بین دو آجر، از تکه‌های کوچک آجر به‌نام «کاربند» استفاده می‌شود.

عایق رطوبتی سقف و نصب کف خواب: آب باران که بر روی سقف می‌ریزد باید به‌طرف ناودان سرازیر و به‌وسیله‌ی 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، حدود۲٪ است.



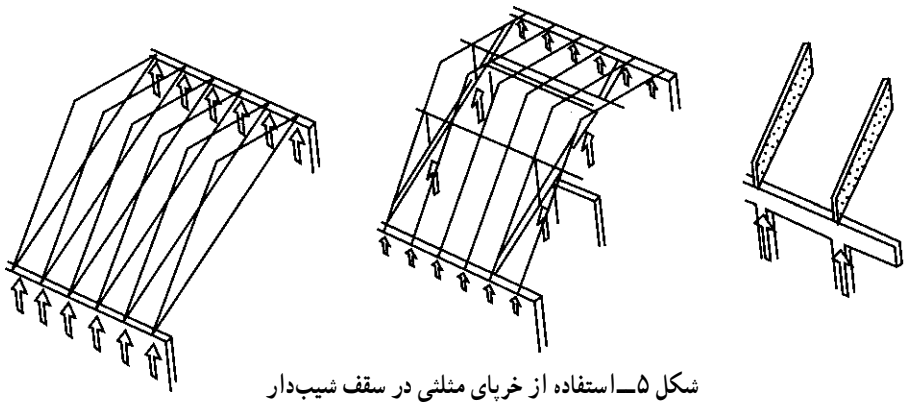
شکل ۴ ــ عایق رطوبتی سقف در میان دیگر اجزا



شکل ۵ــ وضعیت آب‌رو در میان دیگراجزا

پوشش بام: پوشش متداول بام‌های تخت عایق رطوبتی همراه آسفالت یا موزاییک است. ضخامت آسفالت (آستر و رویه) حدود ۵ سانتی‌متر است. در صورت پوشش سقف با موزاییک ابعاد آن هرقدر کوچک‌تر باشد، مناسب‌تر خواهد بود شکل(۴).

سقف شیب‌دار: سقف شیب‌دار به سقف‌هایی می‌گویند که زاویه‌ی شیب آن‌ها با افق بین ۱۰ تا ۷۰ درجه باشد. تعیین شیب سقف به مقدار بارندگی نوع پوشش و طرّاحی منطقه‌ای (نظر طراح) بستگی دارد. سقف‌های شیب‌دار متداول عبارت‌اند از : یک‌طرفه، دوطرفه و چهارطرفه بعضی مواقع از فضای زیر سقف به‌عنوان انباری استفاده می‌شود.



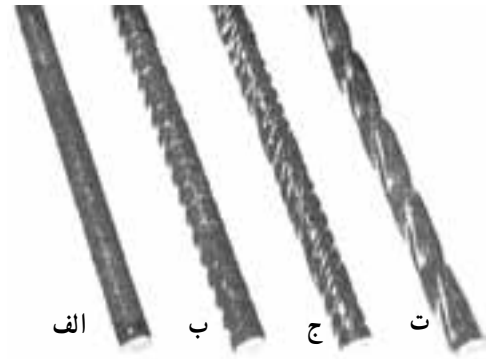
شکل ۵ــ استفاده از خرپای مثلثی در سقف شیب‌دار

طریقه‌ی شیب‌دارکردن سقف‌ها: سقف شیب‌دار از دو قسمت اسکلت و پوشش تشکیل می‌شود. یکی از راه‌های شیب‌دارکردن 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 (شکل۵). در دهانه‌های بزرگ برای شیب‌دارکردن سقف تیرهای فلزی (تیر با اینرسی غیریک‌نواخت) را که به آن‌ها «سوله» می‌گویند به‌کار می‌برند. در صفحات بعد به توضیح بیش‌تر در مورد خرپاها خواهیم پرداخت.

بتن مسلح

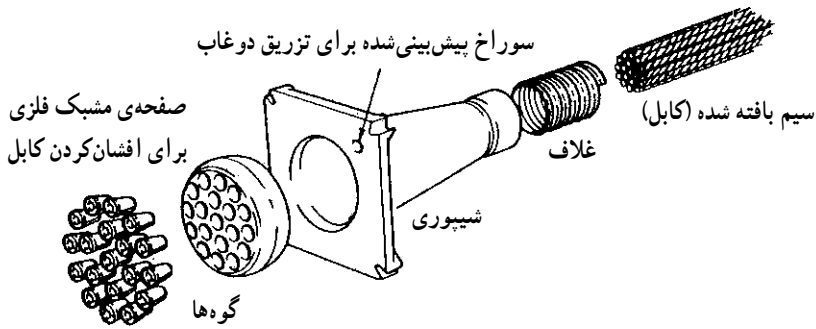
بتن در برابر نیروهای فشاری، مقاومت خوبی دارد ولی در برابر نیروهای کششی، مقاومت آن کم‌تر است. برای رفع این نقیصه، از فولاد در ساختار بتن استفاده می‌شود زیرا فولاد مقاومت خوبی در برابر نیروهای کششی دارد از این‌رو مجموعه‌ی فولاد و بتن مقاومت خوبی در برابر کشش و فشار خواهند داشت. به این مجموعه در اصطلاح،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

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



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

شکل۶ــانواع فولادهای مورد استفاده در بتن مسلح



شکل ۷ــ نحوه‌ی قرارگرفتن یک دسته سیم بافته شده (کابل در بتن)

فرم‌های رایج کاربرد میل‌گرد در بتن

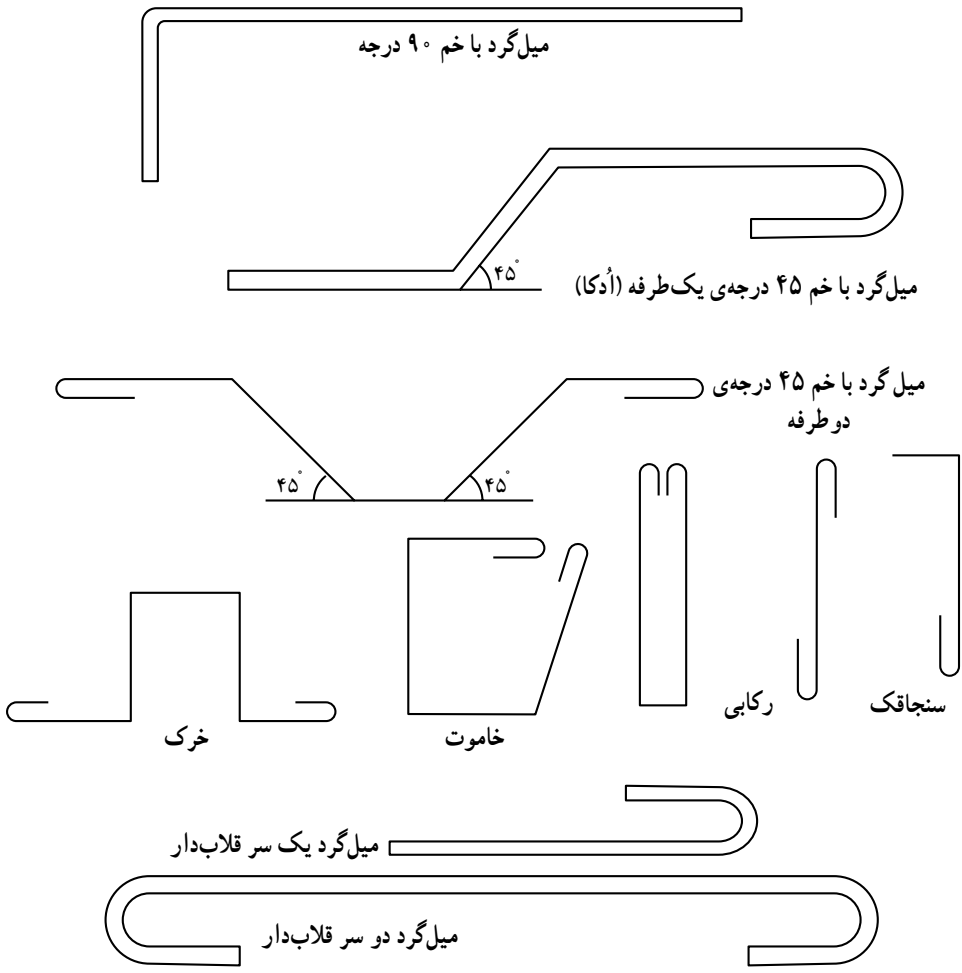
میل‌گرد راستا: برای افزایش مقاومت کششی بتن به کار برده می‌شود.

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 نگاه‌داشتن آرماتورهای طولی و یا عمودی در بتن‌ریزی دیوارها (به‌شکل حرف u انگلیسی) به کار می‌روند.



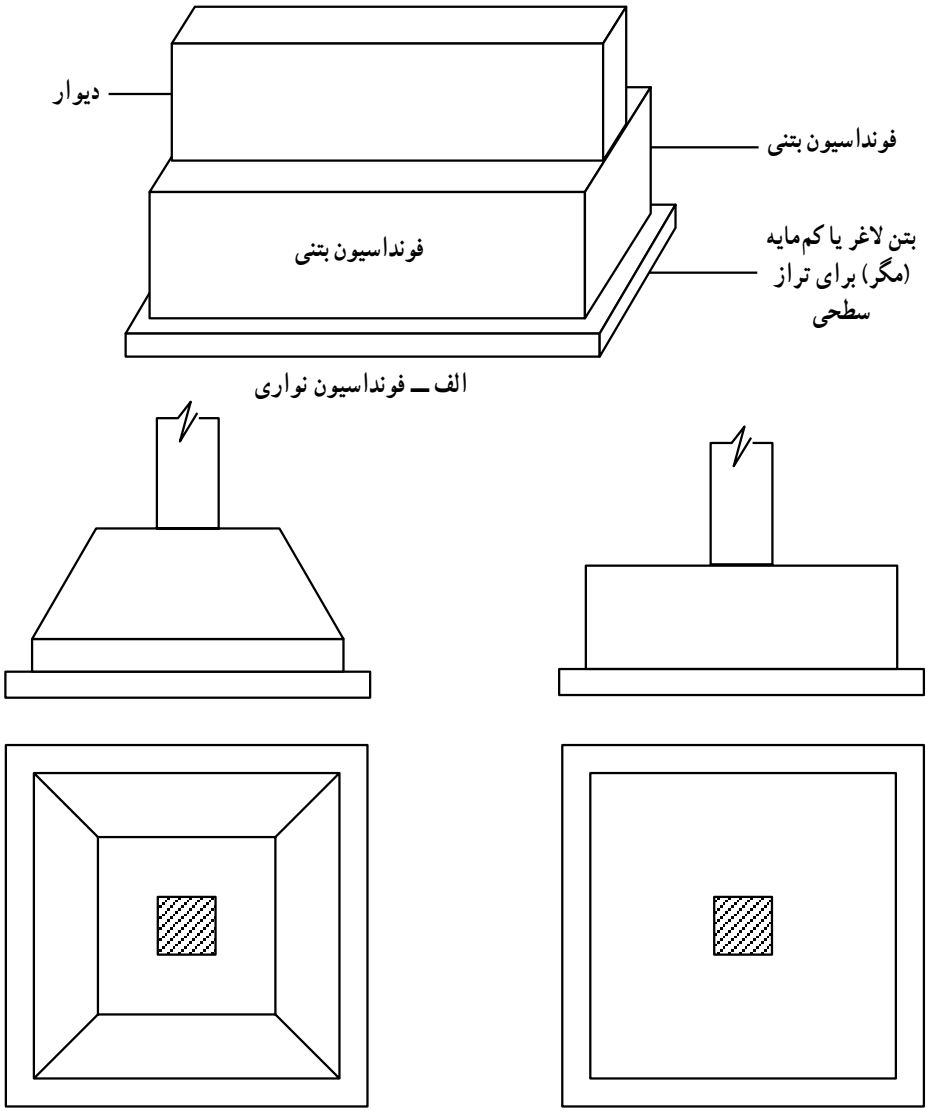
شکل ۸ــ فرم‌های رایج کاربرد میل‌گرد در بتن

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 به‌صورت مربع و گاهی مستطیل هستند. در بعضی از فونداسیون‌ها ممکن است مقطع به شکل ذوزنقه باشد شکل(۹).



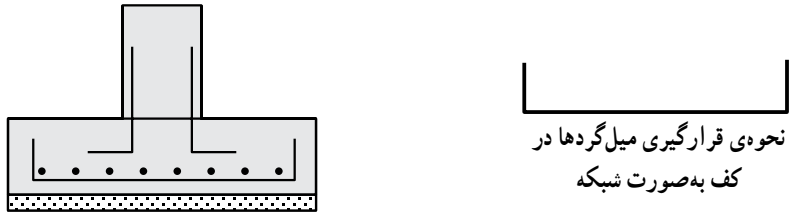
الف ــ فونداسیون نواری

ب ــ فونداسیون منفرد و ذوزنقه‌ای با نمایش مقاطع افقی و عمودی

شکل ۹

میل‌گرد گذاری ساده‌ی فونداسیون‌ها

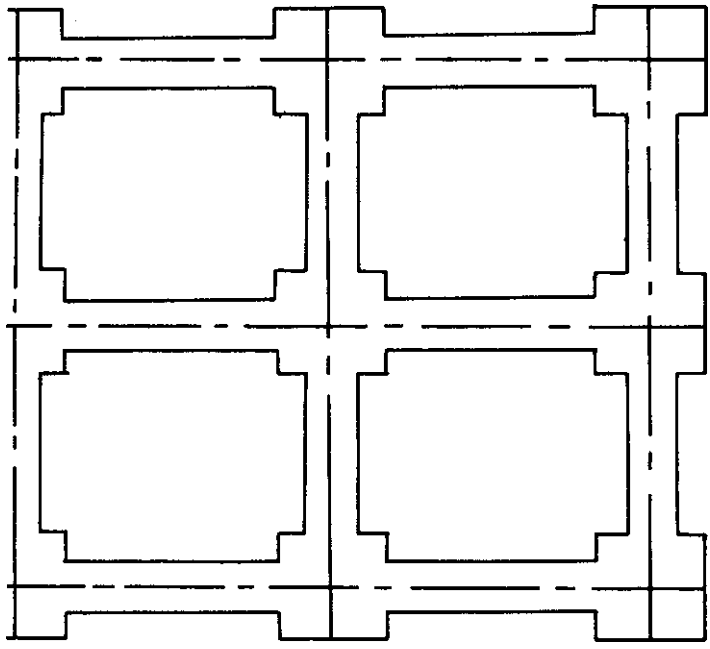
در عمل میل‌گرد به‌صورت شبکه‌ای در کف فونداسیون قرار داده می‌شود (با احتساب فاصله‌ی پوشش بتن) برای ایجاد چسبندگی و انتقال مناسب نیرو از فولاد به بتن و بالعکس منتقل می‌شود و در کناره‌ها میل‌گردهای شبکه با خم ۹۰ درجه به طول معین فرم داده می‌شوند شکل(۱۰).



شکل ۱۰ ــ میل‌گرد گذاری

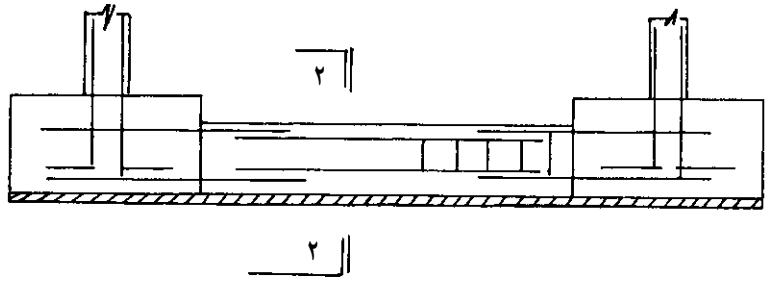
شناژ افقی تحتانی

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

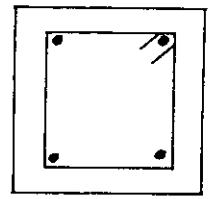


شکل ۱۱ــ نحوه‌ی آکس (محور) بندی فونداسیون یک ساختمان

الف ــ هم‌سطح با سطح تحتانی پی

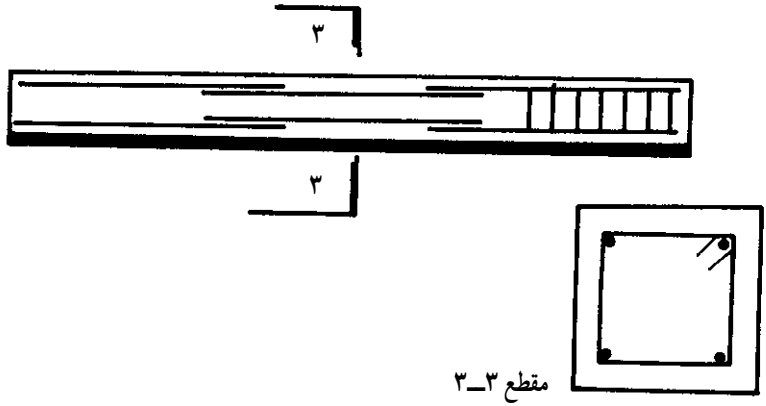


حداقل پوشش بتون ۷۵ میلی‌متر



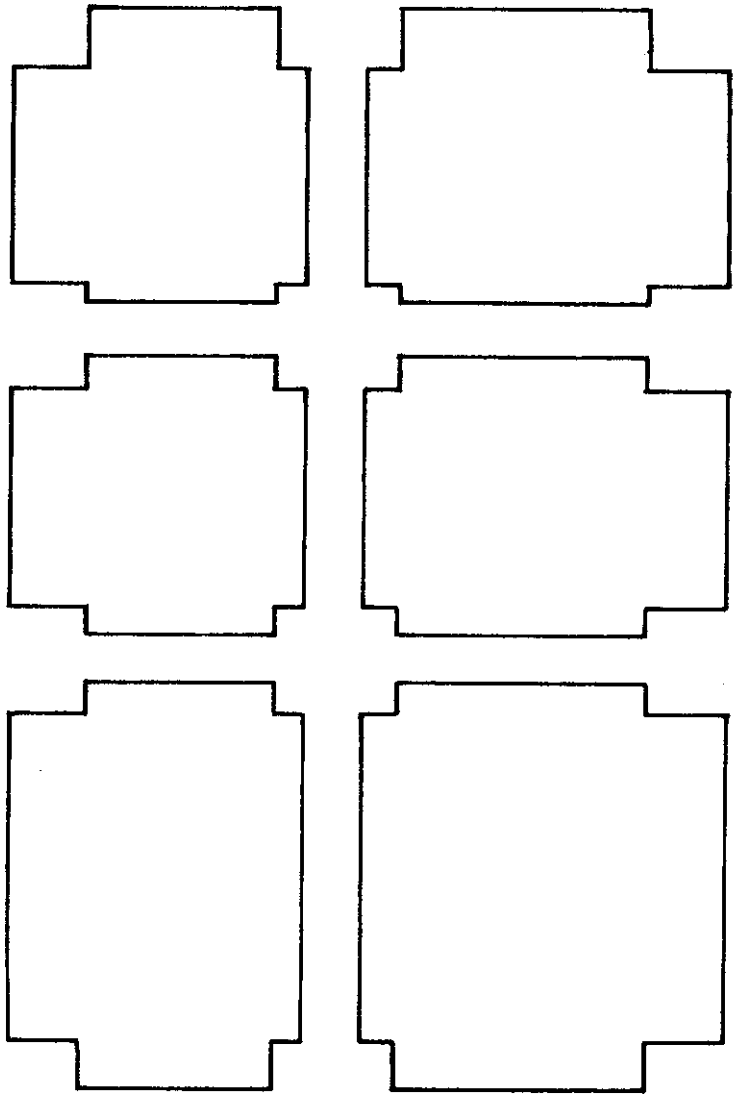
مقطع ۲ــ۲

ب ــ کلاف‌های افقی تحتانی در ساختمان‌های با مصالح بنایی



مقطع ۳ــ۳

شکل ۱۲ــ نحوه‌ی فولادگذاری در شناژهای افقی تحتانی



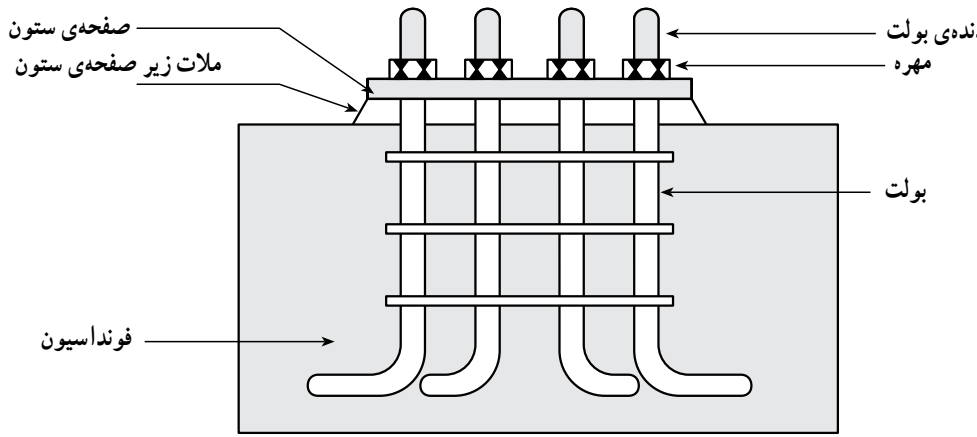
شکل ۱۳ــ پلان فونداسیون یک ساختمان ساده

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 . درصفحه‌ی‌بعد 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 به‌وسیله‌ی صفحه‌ی ستون و صفحه‌ی ستون به‌وسیله‌ی میله‌ی مهار (بولت‌ها) به فونداسیون بتنی متصل می‌گردد و بارهای وارده از این طریق به زمین اعمال می‌شود شکل (۱۴).



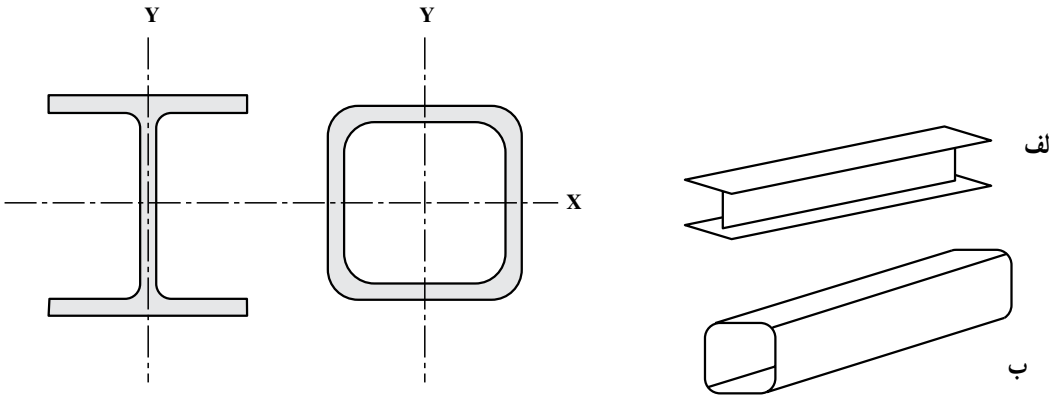
شکل ۱۴ــ نحوه‌ی قرارگیری صفحه‌ی ستون و بولت‌ها

ستون‌های فلزی

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

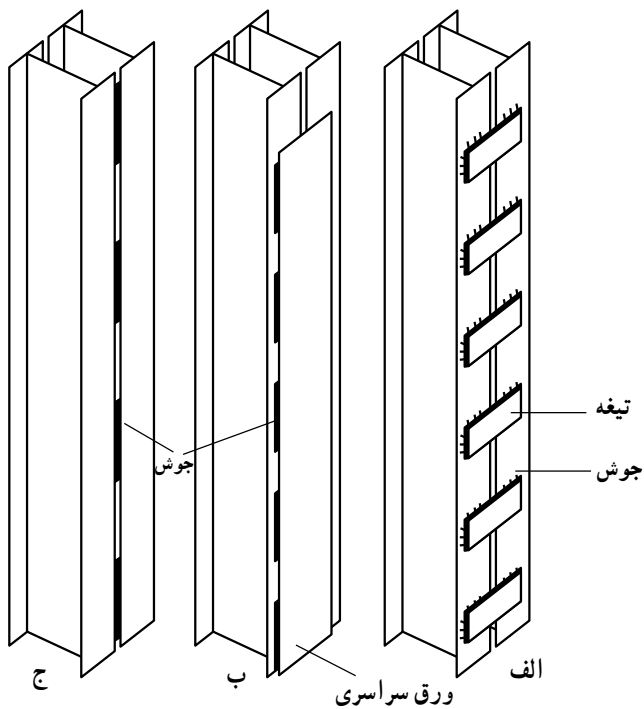
شکل ستون‌ها: شکل سطح مقطع ستون‌ها معمولاً به مقدار و وضعیت بار وارد شده بستگی دارد. برای ساختن ستون‌های فلزی، از انواع پروفیل‌ها و ورق‌ها استفاده می‌شود. عموماً ستون‌ها از لحاظ شکل ظاهری به دو گروه تقسیم می‌شوند :

نیم‌رخ (پروفیل) نورد شده شامل انواع تیرآهن‌ها و قوطی‌ها: بهترین پروفیل نورد شده برای ستون، تیرآهن 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 به‌راحتی روی آن‌ها انجام می‌گیرد.



شکل ۱۵ــ دو نوع ستون. الف ــ تیرآهن بال پهن ب ــ قوطی مربع شکل

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



شکل ۱۶ــ مقاطع مرکب

پل‌ها و تیرهای پوشش

شاه‌تیرها (پل‌ها): شاه‌تیرها عضوهای فلزی افقی اصلی هستند که با اتصالات لازم به ستون‌ها متصل می‌شوند و به‌وسیله‌ی آن‌ها بار طبقات به ستون‌ها انتقال می‌یابد.

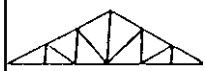
هرگاه در شاه‌تیرهای فلزی، به جای تیر تکی از تیرهای دوبله استفاده شود، باید دو تیر در محل بال‌ها به یک‌دیگر به گونه‌ای مطلوب اتصال داشته باشند.

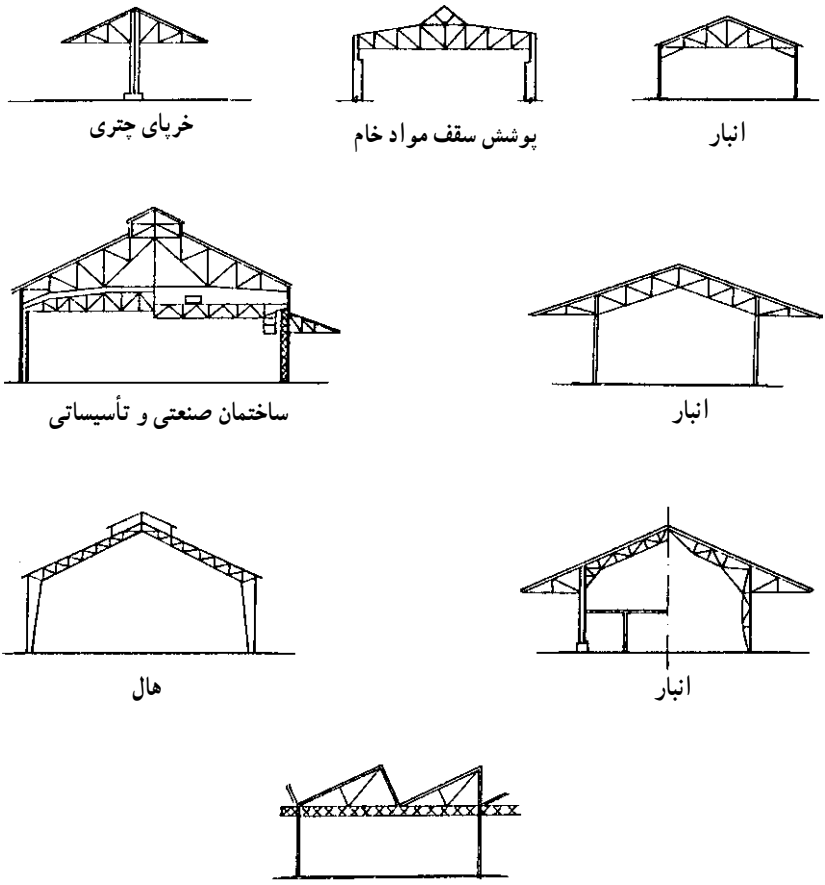
خرپاها

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) به طور کلی انواع خرپاها با خصوصیات آن‌ها آمده است .

جدول ۱۷ــ 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.



شکل ۱۸ــ 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

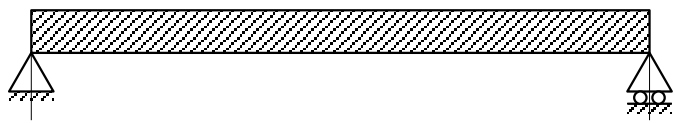
در عضوهایی که به‌طور عمده تحت تأثیر فشار محوری قرار دارند، از نظر اقتصادی به صرفه است که قسمت اعظم بار به‌وسیله‌ی بتن تحمل شود (نظیر ستون‌ها). اما به دلایل مختلف، همیشه فولاد در ستون بتنی به‌کار برده می‌شود (در عمل عضوهای بسیار کمی تحت تأثیر نیروهای محوری خالص قرار دارند). واگذاری قسمتی از تحمل نیروهای فشاری به فولاد، صرفه‌جویی در مقطع ستون بتنی است. به‌طورکلی 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 علّت ضعف بتن در مقابل نیروهای کششی، میل‌گردهای فولادی در ناحیه‌ی کششی قرار داده می‌شوند. (با درنظرگرفتن 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.

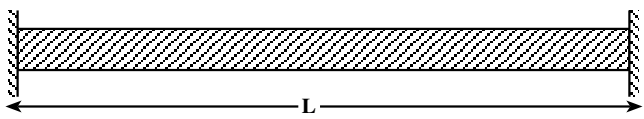
انواع تیرها

الف ــ 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).



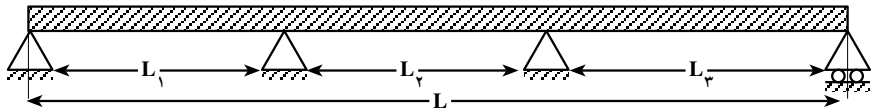
شکل ۱۹ــ تیر ساده

ب ــ تیرهای دو سر گیردار: این تیرها در هر دو طرف تکیه‌گاه، لنگر (ممان) قبول می‌کند شکل (۲۰).



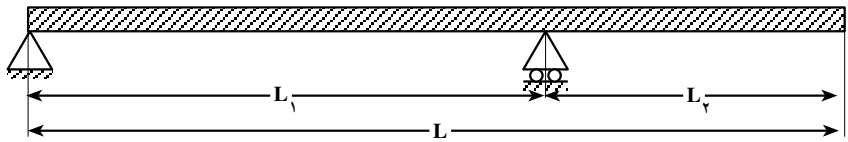
شکل ۲۰ــ تیردو سرگیر

ج ــ تیر ممتد: برای پوشش دهانه‌های وسیع استفاده می شود و قادر است، نیروهای فشاری، برشی، پیچشی و ممان‌های مختلف را تحمل کند شکل (۲۱).



شکل ۲۱ــ تیر ممتد

د ــ تیر کنسولی یا تیر طره‌ای: که برای پوشش بالکن‌ها، سردرها، باران‌گیرها و قسمت‌های جلوآمده‌ی سقف به‌کار می‌رود شکل (۲۲).



شکل ۲۲ــ تیر کنسولی

هـ ــ 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 ــ 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 جداکردن فضاهای مختلف از یک‌دیگر است. انواع سقف‌های بتنی

شامل : سقف‌های یک‌پارچه، پیش‌ساخته (به‌صورت دال با عرض استاندارد)، قارچی، پوسته‌ای و دارای تیر و دال و به‌طور مختلط است.

سقف تیرچه بلوک

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

۱ــ تیرچه هایی که در فواصل مشخص به موازات یک‌دیگر، روی تیرهای باربر قرار می‌گیرند ؛

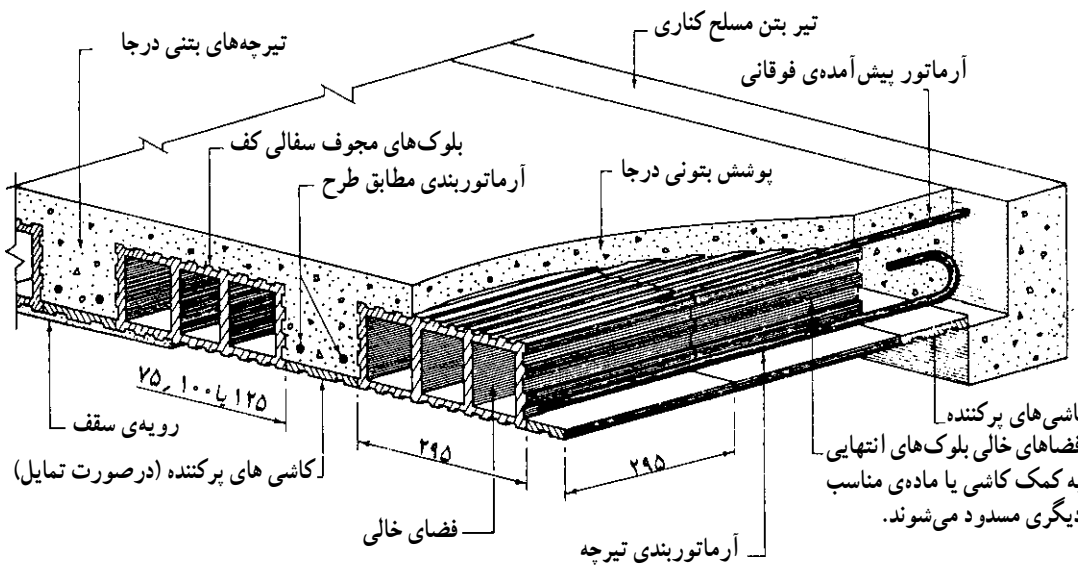
۲ــ بلوک‌های توخالی که با توجّه به شکل خاص خود بین تیرچه‌ها قرار داده می‌شوند.

۳ــ بتنی که فضای بین بلوک‌ها را پر کرده و روی سفال‌ها قشری به ضخامت ۱۰ــ۵ سانتی‌متر تشکیل می‌دهد شکل (۲۳).

دیوارهای بتنی

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

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



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