

فصل اول

آماده‌سازی و اجرای سازه

۱-۱- آماده کردن کارگاه

پس از تحویل کارگاه، پیمانکار باید براساس ضوابط و مندرجات قرارداد نسبت به آماده‌سازی کارگاه اقدام نماید. آماده‌سازی اولیه به منظور استقرار عوامل اجرایی و شروع کار به شرح زیر است:

۱-۱-۱- تخریب ساختمان‌های موجود: ساختمان‌های موجود و قدیمی که در محدوده عملیاتی پروژه و در محل اجرا و استقرار بناهای جدید بوده و به منظور انجام کار، تخریب آنها ضروری است، باید با نظر کارفرما طبق دستورات دستگاه نظارت، اندازه‌گیری، صورت‌مجلس و تخریب شوند. این موارد باید در مشخصات فنی خصوصی ذکر شوند. قبل از شروع به تخریب ساختمان‌ها باید مسائل ایمنی و اصول فنی در مورد قطع و کنترل انشعابات خطوط آب، برق، تلفن و غیره، با هماهنگی سازمان‌های مسئول مراعات شود. (جهت اطلاع بیشتر به مبحث ۱۲ مقررات ملی ساختمان مراجعه شود.)

۱-۱-۲- تسطیح محوطه، گودبرداری‌ها و زهکشی: چنانچه محوطه کارگاه دارای پستی و بلندی‌های زیاد باشد به نحوی که مانع از شروع اجرای عملیات شود، پیمانکار باید با نظر دستگاه نظارت نسبت به تسطیح محوطه تا تراز مورد نظر و پاک کردن آن اقدام نماید. گودبرداری محل سازه‌ها باید با توجه به رعایت نکات ایمنی و حفظ ساختمان‌های موجود همجوار و رعایت مقررات و دستورالعمل‌های شهرداری‌ها و وزارت کار صورت گیرد.

پیمانکار باید نسبت به ایجاد دیوارهای موقت و جداکننده محل کارگاه در سواره‌روها و پیاده‌روها اقدام نموده و شرایط ایمن‌سازی محوطه را برای عبور عابرین و وسائط نقلیه کاملاً فراهم نماید. پیمانکار مسئول جبران خسارات وارده به شخص ثالث در اثر عدم رعایت نکات ایمنی فوق‌الذکر خواهد بود.

۱-۱-۳- جانمایی نقاط نشانه و مبدأ: برای پیاده کردن قسمت‌های مختلف پروژه و تعیین حدود قانونی کار و مرز عملیات قرارداد براساس نقشه‌های اجرایی، مقدار کافی نقاط نشانه و مبدأ از طرف کارفرما و دستگاه نظارت طی صورت‌جلسه‌ای هنگام تحویل زمین در اختیار پیمانکار قرار داده خواهد شد.

۱-۱-۴- پر کردن چاه‌ها، قنوت و قطع اشجار: چاه‌های آب و فاضلاب و قنوت متروکه که در محوطه عملیاتی پروژه واقع شده‌اند و پر کردن آنها ضروری است باید با نظر دستگاه نظارت، پر و ساخته شوند. پاک کردن محوطه از ریشه درختان و اشجار باید با نظر دستگاه نظارت صورت گیرد.

۱-۱-۵- ساختمان‌ها و تأسیسات تجهیز کارگاه: پیمانکار باید پس از امضای قرارداد و تحویل زمین، نقشه جانمایی و استقرار ساختمان‌ها و تأسیسات کارگاه را تهیه و به تصویب دستگاه نظارت برساند. ساختمان‌های مربوط به تجهیز کارگاه و تأسیسات مربوط باید دارای استحکام کافی و از نظر فضا جوابگوی پروژه بوده و اصول ایمنی در آنها رعایت شده باشد.

۱-۱-۶- تحویل و کنترل مصالح: محل دپوی مصالح ساختمانی نظیر آجر، سیمان، شن و ماسه و آهن‌آلات باید در نقشه جانمایی کارگاه مشخص شود. کالاهای بسته‌بندی شده باید در محل‌های سرپوشیده و انبارهای مناسب نگهداری و دپو شوند. مصالح خراب و نامرغوب کلاً نباید به کارگاه وارد شود، در صورت ورود مصالح نامرغوب، پیمانکار باید بلافاصله آن را از کارگاه خارج سازد.

۱-۱-۷- عملیات خاکی: به طور کلی عملیات خاکی مشتمل است بر: تمیز کردن بستر و حریم منطقه مورد نظر از درختان و ریشه گیاهان، برداشت خاک‌های نباتی و نامرغوب، خاکبرداری، گودبرداری، خاکریزی و کوبیدن خاک و بالاخره کارهای حفاظتی به منظور اجرای عملیات فوق. ♦ **۱-۱-۷-۱- خاکبرداری و گودبرداری:** منظور از خاکبرداری و گودبرداری عبارتست از برداشت خاک‌های محوطه، گودبرداری بی ساختمان‌ها و محل ابنیه فنی تأسیسات، برداشت خاک از منابع قرضه با وسایل، تجهیزات و ماشین‌آلات مورد تأیید تا تراز و رقوم‌های خواسته شده در نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت.

قبل از انجام هر گونه عملیات خاکی، پیمانکار موظف است کרוکی محل اجرای عملیات را دقیقاً با حضور نمایندگان دستگاه نظارت و کارفرما، برداشت و صورت‌مجلس نماید و قبل از شروع عملیات و با توجه به برنامه زمان‌بندی پروژه و نحوه اجرای کار، نوع و تعداد ماشین‌آلات را به تأیید دستگاه نظارت برساند، اجرای هر گونه عملیات خاکی بدون تأیید کلی و مرحله‌ای دستگاه نظارت، به هیچ وجه مجاز نیست.

دستگاه نظارت می‌تواند هنگام بارندگی شدید یا مواقع اضطراری به منظور حفاظت عملیات، کارهای اجرایی را متوقف نماید.

◆ ۱-۱-۲-۲- انواع زمین‌ها: زمین‌ها از دید جنس و دانه‌بندی به هشت گروه زیر تقسیم‌بندی شده‌اند:

۱-۱-۲-۱- زمین شن بوم: مخلوطی از شن و ماسه و لای با کم و بیش دانه‌های قلوه‌سنگ که بهترین آن دارای دانه‌بندی پیوسته است. می‌توان آن را به آسانی متراکم کرد و به وزن فضایی آن افزود.

۱-۱-۲-۲- زمین شن‌زار: دارای حدود دو سوم شن است و کمی ماسه به همراه دارد و لای بسیار کمی دارد. آب در این‌گونه زمین‌ها باقی‌نمانده فرو می‌رود.

۱-۱-۲-۳- زمین ماسه‌زار: دارای حدود دوسوم ماسه است و کمی شن به همراه دارد و لای آن بسیار کم است این‌گونه زمین‌ها را می‌توان غرقاب و متراکم کرد.

۱-۱-۲-۴- زمین خاکی: دارای حدود دو سوم ماسه و حدود یک سوم خاک رس و لای می‌باشد و می‌توان آن را متراکم کرد.

۱-۱-۲-۵- زمین رسی و گل‌آهکی: (زمین گل آهکی ۴۰ تا ۷۵ درصد وزنش گرد سنگ آهک و ۲۵ تا ۶۰ درصد آن خاک رس است) زمین رسی دارای حدود دو سوم خاک رس و حدود یک سوم ماسه است. این‌گونه خاک‌ها در صورت خشک بودن قابل بارگذاری هستند و چنانچه آب بکند باد کرده خمیری و شل می‌شوند. لذا ساختمان‌سازی بر روی آنها توصیه نمی‌شود.

۱-۱-۲-۶- زمین لایی: بیش از دو سوم آن لای است و ماسه کمی دارد. این‌گونه زمین‌ها حالت چسبندگی ندارند و تراکم‌پذیر نیستند و قابلیت بارگذاری ندارد.

۱-۱-۲-۷- زمین لجنی: بیش از دو سوم آن لای است، ماسه آن خیلی کم است و کم و بیش خاک نباتی به همراه دارد که آن را تیره رنگ کرده و قابل ساختمان‌سازی نیست.

۱-۱-۲-۸- زمین خاک دستی: که از تجمع نخاله‌های ساختمانی و یا خاک حاصل از خاکبرداری و حتی زباله به وجود آمده است و به علت عدم پیوستگی و یکنواختی آن ساختمان‌سازی بر روی آن به هیچ وجه توصیه نمی‌شود.

◆ زمین‌ها از نظر کندن و جابه‌جا کردن در واقع از دید اجرایی به پنج دسته تقسیم شده‌اند که به شرح زیر می‌باشند:

الف- زمین بیللی: که با بیل برداشته می‌شود و نیازی به کندن ندارد. مانند ماسه و شن و خرده سنگ. بدیهی است که این زمین فاقد چسبندگی می‌باشد.

ب- زمین پابیلی: که با بیل و فشار پا کنده می‌شود و نیازی به کندن با کلنگ ندارد. مانند شن و ماسه خاکدار مسیل‌ها و زمین‌های زراعی.

ج- زمین کلنگی: که باید با کلنگ کنده شود. چسبندگی دانه‌های آن به یکدیگر از زمین پابیلی بیشتر است، بدنه گود کنده شده در زمین کلنگی، به ویژه پس از بارندگی باید به صورت عمودی بماند. اینگونه زمین‌ها قابلیت ساختمان‌سازی دارند.

د- زمین دج: بسته به سختی‌شان، با کلنگ، پتک یا کمپرسور کنده می‌شوند. آنها زمین‌های شن بومی هستند که دانه‌های آنها به همدیگر چسبیده‌اند. بدنه گود کنده شده در این زمین‌ها، به ویژه پس از بارندگی باید به صورت عمودی باقی بماند.

ه- زمین سنگی: این دسته از زمین‌ها برحسب جنس سنگ و بزرگی آن به چهار دسته زمین سنگی سست، نیم‌سخت، سخت و خیلی سخت تقسیم می‌شوند. کندن و جابه‌جا کردن آنها با دیلم و پتک و کمپرسور و گاهی اوقات مواد منفجره امکان‌پذیر است و قابلیت ساختمان‌سازی بر روی آنها وجود دارد.

◆ ۱-۱-۳- حفاظت و حراست تأسیسات موجود: هنگام عملیات اجرایی پیمانکار موظف است از تأسیسات و ابنیه فنی موجود در محل پروژه، بجز آنچه که تخریب آن در شرایط خصوصی پیمان یا نقشه‌های اجرایی پیش‌بینی شده، نظیر ساختماها، تأسیسات جدید، لوله‌های آب، گاز و نفت، کابل‌های برق، تلفن، تأسیسات، ابنیه تاریخی و نظامی مجاور، حفاظت و حراست نماید، به نحوی که هیچ‌گونه آسیب و صدمه‌ای به آنها وارد نماید.

پیمانکار موظف است به محض برخورد با این تأسیسات، مراتب را به کارفرما و دستگاه نظارت کتباً اطلاع دهد. قطع درختان موجود در محل اجرای پروژه، به غیر از درختانی که قطع آنها در پروژه پیش‌بینی شده، مجاز نیست و پیمانکار به هنگام اجرای عملیات باید نهایت دقت را به عمل آورد تا در اثر اجرای عملیات به سایر درختان آسیبی وارد نشود.

◆ ۱-۱-۴- برداشت خاک‌های فرسوده و یا نباتی سطحی: خاک‌های فرسوده و یا نباتی سطحی به خاک‌هایی اطلاق می‌شود که برای تحمل بارهای وارده از طرف سازه مناسب نباشند. لایه‌های خاک حاوی مواد آلی شامل ریشه‌های پوسیده گیاهان و درختان و نظایر آن جزو خاک‌های نباتی محسوب می‌شوند.

در زمین‌های چمنی یا پوشش نازک علفی، برداشت تا ۱۵ سانتیمتر خاک نباتی توصیه می‌شود، ولی در زمین‌های لجن گلی عملیات تا برداشت کامل ریشه و کنده درختان و رسیدن به بستر مناسب ادامه می‌یابد.

◆ ۱-۱-۵- خاکبرداری: منظور از خاکبرداری، برداشت هر گونه مصالح و مواد خاکی، مصالح قلوه سنگی، شن و ماسه و مصالح سنگی ریزشی و لغزشی از بستر رودخانه‌ها، صرف نظر از جنس و کیفیت آنها به منظور تسطیح، شیب‌بندی و آماده نمودن محل پی ساختمان‌ها، سازه‌های فنی، راه‌های ارتباطی محوطه و تأمین خاک از منابع قرضه است. در تمامی عملیات خاکبرداری باید دقت کافی به عمل آید، تا از خاکبرداری اضافی و از بین رفتن مصالح در کف و جداره‌ها، خصوصاً در مقاطعی که بتن‌ریزی در آنها انجام می‌گیرد، جلوگیری به عمل آید. چنانچه کار کندن با ماشین صورت گیرد، باید عملیات تا ۱۵ سانتیمتری عمق نهایی، انجام و بقیه عملیات برای تسطیح و رگلاژ کف کانال با دست صورت گیرد.

- ۱-۷-۶- پی‌کنی و گودبرداری: منظور از پی‌کنی و گودبرداری انجام عملیات خاکی برای کندن محل پی ساختمان‌ها و دیوارهای حایل، لوله‌ها، پایه پل‌ها در محوطه ساختمان‌ها و نظایر آن با دست یا ماشین‌آلات مناسب، طبق رقوم‌های خواسته شده در نقشه‌ها و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت است. پی‌کنی بیش از ابعاد افقی و عمودی به هیچ وجه مجاز نیست.
- به طور کلی عملیات گودبرداری، باید با دیواره قائم صورت پذیرد، مگر آنکه نوع خاک، حفاری جداگانه به صورت شیبدار را، اجتناب‌ناپذیر سازد. پی‌کنی و گودبرداری در محل‌هایی که در آن پی‌سازی پیش‌بینی شده، در صورت تأیید دستگاه نظارت می‌تواند طوری صورت گیرد که تا حد امکان به قالب‌بندی نیاز نبوده و بتوان از جبهه خاکبرداری شده با استفاده از پلاستیک یا روش‌های مشابه تأیید شده استفاده نمود. پی‌کنی و گودبرداری باید تا رسیدن به بستر مناسب ادامه یابد، مگر آنکه در مشخصات فنی خصوصی و نقشه‌های اجرایی یا دستورالعمل‌های دستگاه نظارت ترتیب دیگری مقرر شده باشد.
- ۱-۷-۷- خاکبرداری در زمین‌های لجنی: زمین‌های لجنی و آبدار، خاک‌های اشباع شده از آب و حاوی مواد آلی بوده که تحمل وزن ساختمان را نداشته و در اثر بارگذاری گسیخته می‌شوند. در زمین‌های لجنی، باید حتی‌الامکان از ماشین‌آلات کوچک، سبک و با سطح اتکای زیاد استفاده شود تا عملیات با سهولت بیشتر انجام شده و اشکالی پیش نیاید.
- ۱-۷-۸- خاکبرداری در زمین‌های سنگی: خاکبرداری در زمین‌های سنگی باید براساس نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت تا رقوم‌های خواسته شده و ابعاد مورد نظر انجام شود. پیمانکار موظف است به هنگام عملیات خاکبرداری و حفاری در سنگ، مراقبت‌ها و تدابیر لازم را به عمل آورد تا حتی‌الامکان ابعاد و رقوم‌های حفاری شده مطابق مندرجات نقشه و دستورالعمل‌های کارگاهی باشد، چنانچه در حالات خاص عملیات سنگ‌برداری اضافی اجتناب‌ناپذیر باشد، کارهای اضافی باید جداگانه صورت‌مجلس شده و به تأیید کارفرما برسد. استفاده از مواد ناریه در حفاری مناطق سنگی، باید با تأیید قبلی دستگاه نظارت صورت گیرد. حمل و انبار کردن مواد منفجره، باید طبق قوانین و مقررات انجام شود. نگهداری و انبار کردن این مواد باید با اطلاع و زیر نظر مقامات ذی‌صلاح بوده و مصرف این مواد، باید با اطلاع قبلی مقامات ذی‌صلاح باشد.
- چنانچه روی بسترهای سنگی پی‌سازی انجام می‌شود، این بستر باید عاری از هر گونه مصالح سست و جداشونده بوده و سطح کار قبلاً صاف شده باشد. شکاف‌ها و ناهمواری‌هایی که احتمالاً در بسترهای سنگی ایجاد شده‌اند، باید قبل از عملیات پی‌سازی مطابق دستور دستگاه نظارت با بتن و ملات، پر و تسطیح شوند.
- ۱-۷-۹- حفاظت بدنه پی‌ها و گودها: حفاظت بدنه پی ساختمان‌ها، زیرزمین‌ها و ترانشه‌ها عبارتست از قرار دادن و بستن حائل‌های موقت به منظور جلوگیری از ریزش‌های احتمالی و تأمین ایمنی کامل به هنگام عملیات ساختمانی. جزئیات اجرایی حفاظت بدنه پی‌ها و گودها، باید قبل از اجرا به تأیید دستگاه نظارت برسد.
- شکل و نوع حفاظت بدنه به عوامل مختلفی نظیر جنس خاک، عمق گودبرداری، ارتعاشات ایجاد شده در محل گود در اثر شرایط ترافیکی اطراف، مدت زمان تداوم عملیات، وجود آب‌های زیرزمینی و غیره خواهد داشت.
- در زمین‌های ریزشی و به هنگام عملیات، پیمانکار مسئول حفظ ایمنی کارگران بوده و باید در مهاربندی‌ها و نصب و ادارها نهایت دقت را به عمل آورد و قفل و بست‌های کامل را تأمین نماید.
- ♦ در مواردی که قرار است کارگران درون ترانشه یا گود کار کنند، باید بازرسی‌های زیر انجام شود:
- الف: حداقل روزی یک بار در صورتی که پرسنل به طور مرتب درون ترانشه کار می‌کنند.
- ب: پس از هر ریزش غیر منتظره مصالح به داخل ترانشه. (جهت اطلاع بیشتر به میحث ۷ مقررات ملی ساختمان «گودبرداری» مراجعه شود).
- ۱-۸-۱- خاکریزی: به طور کلی مصالح مناسب برای خاکریزی، باید از مصالح حاصل از گودبرداری‌ها و خاکبرداری‌های پروژه تأمین شود. استفاده از این خاک‌ها، باید با تأیید قبلی دستگاه نظارت صورت گیرد.
- برای خاکریزی، در وهله اول باید از خاک‌های حاصل از خاکبرداری استفاده شود. در صورت عدم وجود یا کمبود خاک‌های مناسب باید از منابع قرضه مورد تأیید استفاده شود. استفاده از خاک رس با درصد تورم بالا به منظور خاکریزی زیر پی یا کف ساختمان‌ها به هیچ وجه مجاز نیست. در ادامه به انواع خاکریزی اشاره می‌نمایم.
- ۱-۸-۱-۱- خاکریزهای باربر: خاکریز باربر به خاکریزی اطلاق می‌شود که بارهای استاتیکی وارده از شالوده و کف ساختمان و نیز بارهای دینامیکی حاصل از ماشین‌آلات و تأسیسات را تحمل نماید. این خاکریزها باید در دوران بهره‌برداری از ساختمان بارهای وارده را به بستر خود منتقل نمایند.
- ۱-۸-۱-۲- خاکریزهای پرکننده: برای پر کردن اطراف پی ساختمان‌ها، دیوارهای حایل، ترانشه لوله‌ها و مشابه آن از خاکریزهای پرکننده استفاده می‌شود.
- خاک‌های حاصل از گودبرداری و عملیات خاکی، باید در صورت مناسب بودن به مصرف برسند. در غیر این صورت باید با نظر و تأیید دستگاه نظارت از خاک قرضه مناسب برای خاکریزی استفاده شود. در صورت عدم دسترسی به خاک مناسب با تأیید قبلی دستگاه نظارت می‌توان از مصالحی نظیر بتن سبک و شفته آهکی استفاده نمود.

۱-۱-۹. پخش، تسطیح و کوبیدن: پیمانکار موظف است براساس برنامه زمان‌بندی منضم به قرارداد، تمامی ماشین‌آلات اعم از ماشین‌آلات پخش و تسطیح، آبپاشی و کوبیدن را با توجه به نوع مصالح آماده نماید. قبل از شروع عملیات خاکریزی باید سطوح و مناطقی که در نقشه‌های اجرایی و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت برای خاکریزی مشخص شده است، از مصالح نام مناسب، خاک نباتی، ریشه اشجار و گیاهان کاملاً تمیز و پاک شود.

بین آماده‌سازی بستر و اجرای عملیات خاکریزی، نباید فاصله زمانی زیاد وجود نداشته باشد. خاکریزی باید بلافاصله پس از آماده‌سازی شروع شود. عملیات خاکریزی باید به صورت لایه‌های افقی صورت گیرد. نحوه توزیع و پخش مصالح در لایه‌های خاکریزی، باید چنان باشد که در هیچ قسمت از کار، حفره و سوراخ به وجود نیامده و مصالح به صورت یکنواخت پخش شود.

تنظیم شیب شیروانی خاکریزها و شیب سطوح باید طبق نقشه، مشخصات و دستورالعمل‌های دستگاه نظارت انجام شود. پیمانکار باید دقت نماید که شیب شیروان‌ها به طور مرتب، رگلاژ و تسطیح شده و آثار بی‌نظمی یا رد ماشین‌آلات در آنها دیده نشود. مقاطع طولی و عرضی باید دقیقاً براساس قواره‌های لازم، اجرا و تنظیم شده و ناهمواری‌های خاکریز در محور طولی شمشه ۵ متری، نباید از ۳ سانتیمتر تجاوز نماید.

۲-۱. بتن مگر

نکته

بتن مگر که به آن بتن لاغر یا بتن کم سیمان نیز می‌گویند اولین قشر پی‌سازی است و مقدار سیمان در بتن مگر در حدود ۱۰۰ الی ۱۵۰ کیلوگرم در مترمکعب است.

♦ بتن مگر در پی‌سازی با دو دلیل انجام می‌گیرد.

برای جلوگیری از تماس مستقیم بتن اصلی با خاک: و علت اینکه بتن اصلی با خاک نباید با همدیگر تماس پیدا کنند این است که در خاک معمولاً مواد زائد زیادی وجود دارد که به مرور زمان می‌تواند بتن ما را خورده و باعث پوسیده شدن آرماتورهای بتن اصلی ما شود. برای رگلاژ کف پی و ایجاد سطح کافی برای ادامه پی‌سازی، وقتی زمین‌ها پستی و بلندی زیادی داشته باشد قبل از ریختن بتن مگر آن را رگلاژی کرده تا زمین برای بتن مگر آماده شود و بتن مگر این بحران را به خوبی برطرف کند و همه جای زمین را در هنگام پی رادیه و رقوم زمین را در هنگام پی‌های نوازی هم کد می‌کند و آن را تصحیح می‌کند.

ضخامت بتن مگر در حدود ۱۰ سانتی‌متر بوده و معمولاً قالب‌بندی از روی بتن مگر شروع می‌شود.

۳-۱. پی و فونداسیون

۱-۳-۱- پی‌های شفته‌ای: پی‌سازی با شفته فقط برای ساختمان‌های یک طبقه و یا پی دیوارهای محوطه استفاده می‌شود و از ساده‌ترین

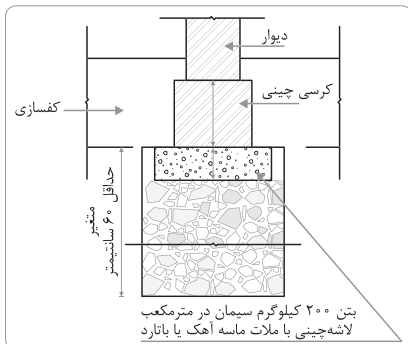
انواع پی‌سازی است.

ساخت پی شفته‌ای به این ترتیب است که پس از حفر زمین تا عمق لازم، معمولاً از همان خاک‌های حاصله از پی‌کنی استفاده کرده و با افزوده مقدار لازم دوغاب آهک به آن شفته تهیه می‌شود. به یاد داشته باشید که معمولاً مقدار آهک مورد نیاز بین ۲۰۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم دوغاب آهک شکسته در هر مترمکعب شفته می‌باشد و دانه‌های سنگی درون خاک به طور متوسط نباید کمتر از ۳۰ درصد باشد. این شفته را پس از مخلوط کردن در ضخامت‌های ۳۰ سانتیمتری در محل پی‌ریخته و می‌کوبند.

پس از یک هفته (البته در آب و هوای معتدل) پی شفته‌ای قابلیت بارگذاری یعنی دیوارچینی پیدا می‌کند. بناهای سنتی ما بر روی پی‌های شفته‌ای ساخته شده‌اند که امروزه استفاده از این نوع پی منسوخ شده است.

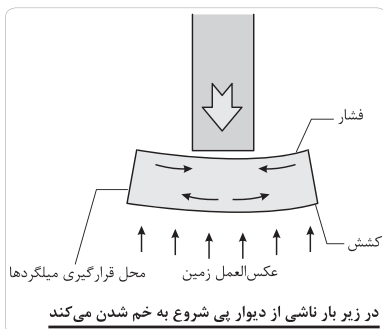
۲-۳-۱. پی‌های سنگی:

زمانی که سنگ مناسب در محل موجود و عمق پی زیاد باشد از پی‌های سنگی همان‌طور که در شکل ملاحظه می‌شود استفاده می‌کنیم. سنگی که برای پی‌سازی استفاده می‌کنیم از انواع سنگ‌های لاشه و شکسته می‌باشد. سنگ‌های قلوه رودخانه‌ای به علت صیقلی بودن سطح آن مناسب نمی‌باشند. پس از پی‌کنی سنگ‌های قلوه رودخانه‌ای به علت صیقلی بودن سطح آنها مناسب نمی‌باشند. پس از پی‌کنی سنگ‌های لاشه شکسته را در میان ملات ماسه و سیمان یا ملات ماسه و آهک و یا ملات باتارد جا می‌دهیم. استفاده از پی‌های سنگی نیز تنها در ساختمان‌های یک طبقه و یا دیوار محوطه توصیه می‌شود.

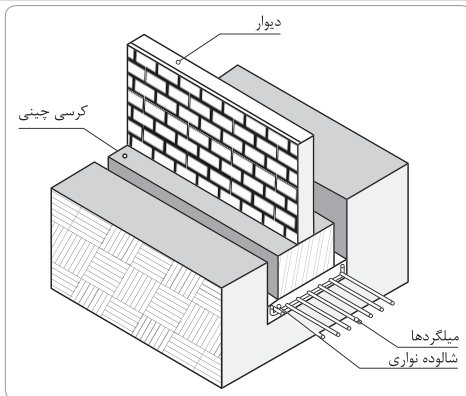


بتن ۲۰۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب لاشه‌چینی یا ملات ماسه آهک یا باتارد

شکل ۱-۱ در هنگامی که زمینی مناسب در عمق واقع شده است می‌توان از پی‌های سنگی استفاده کرد.



شکل ۲-۱ نحوه توزیع نیروها در مقطع شالوده نواری محل نیروهای کششی و بالطبع میلگردها را مشخص می‌کند.



شکل ۳-۱ چگونگی قرارگیری میلگردها در شالوده نواری بتن مسلح

۳-۱-۴- انواع پی از نظر عمق:

- * پی سطحی و در دسترس
- * پی نیمه عمیق: چاه بتنی
- * پی عمیق: شمع
- * عمق پی به عوامل زیر بستگی دارد:
- * عمق خاک مناسب
- * عمق یخ زدگی
- * عبور لوله‌های تاسیساتی

۳-۱-۵- انواع پی از نظر شکلی:

- * پی منفرد
- * پی نواری

۴-۱- اسکلت ساختمانی

۴-۱-۱- ساختمان‌های بتنی: اسکلت بتنی در بسیاری از مناطق مرطوب ایران استفاده می‌شود. بدلیل زنگ زدگی سازه‌های فولادی در

این مناطق، عمر مفید آنها کاهش پیدا می‌کند، به همین دلیل از اسکلت‌های بتنی در این مناطق بیشتر استفاده می‌شود. این نوع سیستم سازه‌ای، در سازه‌های حساس مثل نیروگاه‌ها، پالایشگاه‌ها و غیره نسبت به سازه‌های فولادی از کاربرد بیشتری برخوردار است، چون در مقابل شرایط محیطی و هم چنین آتش‌سوزی مقاومت بالایی دارند. این نوع سیستم سرعت اجرای پائین‌تری نسبت به سیستم فولادی دارد. ولی در تکنولوژی پیش‌ساختگی این مشکل به نسبت زیادی کاهش یافته است. ساختمان بتنی ساختمانی است که برای اسکلت اصلی آن از بتن آرمه (سیمان، شن، ماسه و فولاد بصورت میلگرد ساده و یا آجدار) استفاده شده باشد. در ساختمان‌های بتنی سقف‌ها به وسیله دال‌های بتنی پوشیده می‌شود، و یا از سقف‌های تیرچه و بلوک و یا سایر سقف‌های پیش‌ساخته استفاده می‌گردد. و برای دیوارهای جداکننده (پارتیشن‌ها) ممکن است از انواع آجر مانند سفال تیغه‌ای، آجر ماشینی سوراخ‌دار، آجر معمولی کوره‌ای و یا تیغه گچی و یا چوب استفاده شده و ممکن است از دیوار بتن آرمه هم استفاده شود در هر حال در این نوع ساختمان‌ها شاه‌تیرها و ستون‌ها از بتن آرمه (بتن مسلح) ساخته می‌شود.

۳-۱-۳- پی‌های بتنی: امروزه توصیه می‌شود که پی کلیه ساختمان‌ها را از بتن بسازند. بخصوص در مناطق زلزله‌خیز حتی برای ساختمان‌های یک طبقه هم پی‌های بتنی مسلح که در تمام طول دیوارهای باربر ساختمان ادامه داشته و به یکدیگر متصلند به کار می‌روند. چنانچه با دقت به شکل‌های ۲-۱ و ۳-۱ دقت نمایید، شکل و خصوصیات پی‌های بتنی را متوجه خواهید شد.

◆ سیستم اسکلتی بتنی به دو نوع زیر تقسیم‌بندی می‌شوند:

◆ ۱-۴-۱- درجا ریخته شده (*Cast in place*): برای ساختمان‌های بتنی خوب و مناسب است. این روش در محل پروژه اجرا می‌شود مانند ساختمان‌های متداول بتنی فعلی که از این نوع سیستم استفاده می‌شود. اما باید در موقع اجرا دقت زیادی اعمال شود. چرا که کوچک‌ترین اشتباهی می‌تواند نقص مهمی را ایجاد کرده و باعث عملکرد نامناسب ساختمان شود.

برای مثال ویریه کردن و بتن ریزی باید مرحله به مرحله صورت گیرد در غیر این صورت می‌تواند باعث بهم خوردن ترکیب دانه‌بندی و کاهش کیفیت بتن می‌شود. (جهت اطلاع بیشتر به مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان مراجعه شود.)

◆ ۱-۴-۲- پیش‌ساخته (*Pre cast*): در ساختمان‌های بتنی اجزای درجه دوم را پیش ساخته می‌کنیم ولی ستون‌ها در جا ریخته می‌شوند. چون اگر تیرستون را پیش ساخته استفاده کنیم نامناسب می‌باشد. اما این امر خود در صورتی که درست اجرا شود به خاطر مزیت صنعتی بودن می‌تواند چه در هزینه و چه در کیفیت تأثیرگذار باشد. (جهت اطلاع بیشتر به مبحث ۱۱ مقررات ملی ساختمان مراجعه شود.)

از مزایای سازه‌های بتنی میتوان به طول عمر مفید ساختمان‌های بتنی که بطور تقریب سه برابر سازه‌های فولادی است اشاره کرد. همچنین مقاومت بتن در برابر آتش‌سوزی تفاوت چشمگیری نسبت به سازه‌های فولادی دارند و نیز می‌توان به مقاومت بسیار عالی این سازه‌ها در برابر خوردگی ناشی از رطوبت اشاره کرد. که این امر نه تنها موجب کوتاه شدن عمر نمی‌شود، بلکه باعث افزایش مقاومت بتن نیز می‌شود. از جمله معایب ساختمان‌های بتنی می‌توان به ابعاد زیاد تیر و ستون و ایجاد محدودیت در طراحی معماری، مشکلات قالب‌بندی در شرایط خاص، ترد و شکننده بودن بتن نسبت به فولاد، سرعت پایین اجرا در برابر سازه‌های فولادی و هزینه‌ی بالای تعمیر در صورت بروز خطا به هنگام اجرا و... اشاره کرد.

۵-۱- آرماتوربندی

کلیه مصالح بانثی از جمله بتن، تاب و تحمل کشش را ندارند و در اندک مدت در مقابل نیروی کششی از همدیگر گسیخته می‌شوند. حداکثر نیرویی که بتن می‌تواند تحمل نماید ۳۲ کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع است و این در صورتی است که بتن با مشخصات عالی ساخته شده باشد که در کارگاه‌های معمولی کمتر می‌توان به این نتیجه رسید. برای اینکه تاب تحمل نیروی کششی در بتن را در حد دلخواه برسانیم از فولاد که معمولاً به صورت میل‌گرد آجدار یا ساده است استفاده می‌کنند. در مقاطعی که بتن تحت تأثیر نیروی کششی باشد فولادگذاری می‌شود. فولاد آلیاژی است که از آهن و کربن تشکیل شده هر قدر درصد کربن بیشتر باشد فولاد سخت‌تر و شکننده‌تر شده و خاصیت شکل‌پذیری آن کمتر می‌شود. فولادی که در ساختمان مصرف می‌شود باید به راحتی شکل‌پذیر باشد تا همیشه و همه جا به صورت دلخواه و سرد خم شوند. باید توجه داشت که سطح فولاد کاملاً تمیز بوده و عاری از مواد خارجی باشد. در نقشه‌های ساختمانی میل‌گرد ساده را با علامت Φ و میل‌گرد آجدار را با علامت Φ نشان می‌دهند و میل‌گرد را با قطر آن می‌خوانند مثلاً میل‌گرد ۱۸ میلی‌گردی است که قطر آن ۱۸ میلی‌متر است و در بازار میل‌گرد به قطرهای ۶ - ۸ - ۱۰ میلی‌متر وجود دارد و میل‌گردها معمولاً به طول ۱۲ متر و یا کلافی به بازار عرضه می‌شود.

۶-۱- قالب‌بندی

در کارگاه‌های ساختمان‌های بتنی سه کارگاه وجود دارد که همزمان به کار خود ادامه می‌دهند.

◆ این سه کارگاه عبارتند از: * کارگاه‌های بتن‌سازی * آرماتوربندی * قالب‌بندی.

از آنجا که بتن قبل از سخت شدن روان بوده لذا برای شکل دادن به آن احتیاج به قالب داریم. قالب‌هایی که برای بتن ساخته می‌شوند اغلب چوبی هستند و برای کارهای سری‌سازی از قالب‌های فلزی هم استفاده می‌کنند. قالب‌ها علاوه بر شکل دادن به بتن وزن آن را نیز تحمل می‌کنند بدین لحاظ اگر در اجرای آن دقت کافی نشود ممکن است در موقع بتن‌ریزی واژگون شده و موجب خسارت شود. تخته و چوبی که برای قالب‌بندی استفاده می‌شود باید کاملاً خشک و در برابر رطوبت تغییر شکل ندهد زیرا تغییر شکل قالب موجب تغییر شکل بتن گشته و بر شکل تیرها و ستون‌ها تأثیر می‌گذارد. در ایران معمولاً از تخته‌های چوبی که به نام چوب روسی معروف است برای قالب‌بندی استفاده می‌نمایند. تخته‌هایی که برای قالب‌بندی مصرف می‌شود باید از نوع چوب‌های صغدار یا جنگلی یا مشابه باشند و مصرف چوب سفید جز برای قالب شالوده و یا قالب بتن‌های بدون آرماتور مجاز نیست. ضخامت تخته‌های مورد مصرف در مورد ستون‌ها و کف تیرها حداقل سه سانتی‌متر و ضخامت تخته‌های تیرها و قالب دال‌ها حداقل دو سانتی‌متر هستند و پهنای تخته‌ها متناسب با ابعاد قطعه‌ای باید باشد که قالب برای آن ساخته می‌شود.

۱-۶-۱- انواع قالب‌بندی‌های

◆ ۱-۶-۱-۱- قالب‌بندی پی‌ها: در ساختمان‌های کوچک معمولاً برای قالب‌بندی پی‌ها از آجر استفاده می‌کنند بدین طریق که بعد از خاکبرداری و تعیین پی‌ها و محورها اندازه آنها را با آجر چیده و بعد شناخته را به آن متصل می‌کنند. ضخامت این آجرچینی حتی می‌تواند ۱۰ سانتی‌متر هم باشد. بهتر است برای این آجرچینی از ملات گل استفاده شود زیرا در این صورت بعد از سخت شدن بتن پی‌ها می‌توان آجرها را برداشته و مجدداً استفاده نمود ولی در این طریق ممکن است هنگام بتن‌ریزی دیوارهای قالب، تحمل وزن بتن را نداشته باشد و از همدیگر منتلاشی شوند که در این صورت باید قبل از بتن‌ریزی پشت کلیه آجرها با خاک یا نخاله آجر یا غیره، پر شوند به طوری که بتواند بخوبی وزن بتن را تحمل نماید. مشکل اساسی در این نوع قالب‌بندی آن است که آجر آب بتون مجاور خود را مکیده و آن را خشک نموده و فعل

و انفعالات شیمیایی در آن متوقف می‌شود برای جلوگیری از این مشکل بهتر است که رویه آجر را با یک ورقه نایلونی پوشانیده شود تا آجر و بتن مستقیماً در تماس نباشند. مزیت دیگر این نایلون آن است که بعد از سخت شدن بتن آجرها بپراحتی از قالب جدا شده و می‌تواند در محل‌های دیگر استفاده شود.

۱-۶-۲- قالب‌بندی ستون‌ها: اغلب ستون‌ها به صورت چهارضلعی هستند گاهی نیز ممکن است معمار ساختمان از نظر زیبایی مقاطع دیگر از جمله دایره - بیضی و غیره پیشنهاد نماید. برای قالب‌بندی ستون‌ها ابتدا ابعاد ستون را از روی نقشه تعیین نموده و دو ضلع قالب را به همان میزان از تخته‌های مناسب بریده و به چوب‌های چهارتراش که به آن پشت‌بندی گویند میخ می‌نمایند. با توجه به اینکه در قالب ستون‌ها دو ضلع مقابل داخل دو ضلع دیگر قرار می‌گیرند در نتیجه پهنای دو ضلع دیگر قالب باید به اندازه کلفتی تخته از ابعاد قید شده در نقشه بیشتر باشد تا از داخل، ابعاد مورد نظر را به ما بدهد. باید توجه داشت که پشت‌بند‌های اضلاع مقابل اولاً در حدود ۱۰ الی ۱۵ سانتی‌متر از پهنای قالب بیشتر باشد و در ثانی پشت‌بند‌های اضلاع مقابل درست مقابل همدیگر قرار بگیرند تا در موقع اتصال چهار ضلع ستون به یکدیگر با بستن سیم نجاری به این زائده‌ها امکان اتصال آنها به یکدیگر به سهولت امکان‌پذیر باشد. حداکثر فاصله این پشت‌بند‌ها از همدیگر نباید از ۸۰ سانتی‌متر تجاوز نماید. این پشت‌بند‌ها باید به وسیله میلگرد و مهره یا سیم نجاری به هم اتصال پیدا کنند.

در مورد ستون‌ها معمولاً به محض آنکه بتن حالت روانی خود را از دست بدهد و بتواند شکل هندسی خود را حفظ کند قالب آن را باز می‌کنند و این در حدود ۴۸ ساعت بعد از بتن‌ریزی است. در موقع باز کردن قالب باید توجه شود که قالب را با احتیاط طوری جدا نمایند که گوشه‌های تیز ستون خراب نشوند. برای جلوگیری از این کار بهتر است در گوشه‌های قالب، فیتیله‌های مثلثی شکل نصب نمایند تا در داخل قالب پتخ‌هایی ایجاد شود تا بتن ریخته شده در قالب تیز گوشه نبوده و در نتیجه شکننده نباشند.

قالب ستون بعد از ۴۸ ساعت باید تماماً باز شود زیرا در غیر این صورت آب دادن به بتن پراحتی میسر نیست و ممکن است بتن خشک شده و بسوزد باید توجه داشت که در موقع نصب قالب ستون‌ها باید کاملاً شاقولی نصب شود زیرا اگر ستون کاملاً شاقول نباشد بارهای وارده محوری نبوده و ممان‌های محاسبه نشده در آن به وجود آمده و موجب تخریب ساختمان می‌شود. حداقل ضخامت تخته مورد نظر برای استفاده قالب‌بندی ستون‌ها ۳ سانتی‌متر است. باید در پای هر ستون سوراخی به ابعاد 10×10 تعبیه شود تا تراشه‌های چوب و مواد اضافه را از آنجا خارج نموده و در موقع بتن‌ریزی آن سوراخ را مسدود نمود.

تثبیت موقعیت ستون باید تنها به وسیله تیرهای چوبی که در چهار جهت در پای ستون روی کف قرار داده شده انجام گیرد و ریختن بتن به ابعاد ستون برای تثبیت موقعیت آن به هیچ وجه مجاز نیست. قالب‌بندی هر ستون باید مستقیماً دارای ایستایی کافی باشد و تکیه دادن قالب‌بندی یا داربست آن به ستون‌های مجاور مجاز نیست.

۱-۶-۳- قالب تیرهای اصلی: در اغلب موارد بتن تیرهای اصلی و سقف، یکپارچه ریخته می‌شوند و آرماتورهای سقف و تیرهای اصلی به یکدیگر متصل هستند اگر ضخامت تیرهای اصلی از سقف بیشتر باشند اغلب این تفاوت ضخامت را از پایین منظور نموده و آنگاه آن را با سقف کاذب اصلاح می‌نمایند. تیرهای اصلی از دو قسمت تشکیل می‌شود که این دو قسمت عبارتند از کف و گونه‌های چپ و راست. ولی اگر ضخامت سقف تیرهای اصلی مساوی باشد فقط احتیاج به کف دارد و ساختن قالب آن بدین طریق است که پایه‌ها یا کلاک‌ها به تعداد لازم بین دو ستون قرار داده و کف تیر اصلی را به پهنای تعیین شده در نقشه که از قبل ساخته شده است روی این پایه‌ها نصب می‌نمایند و به آن میخ می‌کنند. تعداد این پایه‌ها باید آن قدر باشد که بخوبی بتوان وزن آرماتور و بتن و کارگران که روی آن کار می‌کنند و وسایل بتن‌ریزی را تحمل نمایند. معمولاً هر قدر تخته قالب‌بندی نازکتر باشد باید به همدیگر نزدیکتر باشند و فاصله آنها به هم کمتر باشد تا بتواند بارهای وارده را تحمل نماید. در همه حال فاصله این پایه‌ها که به آنها صلیب نیز گفته می‌شوند نباید از ۸۰ سانتی‌متر تجاوز کند و باید کاملاً دقت شود که کلیه قسمت‌های تیر در یک تراز باشند که آنها هم بدین طریق اول با شلنگ تراز ارتفاع معینی روی تمام ستون‌ها علامت‌گذاری نموده و کلیه ارتفاعات ابتدا و انتهای تیر را با این علامت مشخص نموده و بقیه نقاط را به وسیله ریسمان و یا تراز بنایی در یک سطح قرار می‌دهند. در قالب‌بندی تیرهایی که دهانه آنها بیش از ۴ متر به ازای هر متر طول ۳ میلی‌متر به طرف بالا در وسط دهانه خیز داده می‌شود و از دهانه ۱ متر به بالا مقدار خیز طبق نقشه اجرایی باید انجام شود. حداقل ضخامت تخته کف تیرها ۳ سانتی‌متر و حداقل ضخامت تخته دال‌ها و گونه‌ها ۲ سانتی‌متر است.

۱-۶-۴- قالب‌بندی سقف: در مورد سقف ساختمان‌های بتنی آنچه که در ایران معمول است اغلب تیرچه بلوکی است. گاهی نیز از دال بتنی پیش ریخته و یا بتن ریخته شده در محل استفاده می‌کنند. در مورد سقف‌های بتنی ریخته شده در محل و سقف‌های تیرچه بلوک برای هر کدام احتیاج به قالب‌بندی مخصوصی است. برای سقف‌های بتنی که احتیاج به قالب‌بندی مفصل‌تر و محکم‌تر دارد معمولاً از به هم میخ کردن تخته‌ها و تشکیل صفحاتی به ابعاد مورد نیاز استفاده می‌کنند که این تخته‌ها را روی داربست‌های چوبی قرار داده آن‌گاه شبکه‌های فلزی (آرماتوربندی) را روی آن قرار می‌دهند و بتن‌ریزی می‌نمایند. برای تنظیم قالب‌بندی و سهولت در قالب‌برداری از گوه استفاده می‌نمایند. بدین طریق که دو عدد گوه زیر هر پایه قرار می‌دهند و به وسیله چکش آن را در جای خود محکم نموده و آنگاه آن را به وسیله گچ در محل خود ثابت نگه می‌دارند تا خطر هر گونه جابجایی پایه‌ها به حداقل برسد. به وسیله همین گوه‌ها تراز تیر یا سقف را نیز تکمیل می‌نمایند زیرا هر قدر گوه به داخل برود پایه‌ها در سطح بالاتری قرار می‌گیرند. گوه باید از چوب سخت مانند بلوط یا گردو باشد و به وسیله یک عدد میخ ۷٫۵ سانتی‌متری تثبیت شود. حداکثر شیب کوه ۱ به ۴ است. حداقل ضخامت انتهای باریک آن یک سانتی‌متر و حداقل عرض آن مساوی تیری است که روی آن قرار می‌گیرد و گذاشتن پایه روی آجر خشک مجاز نیست.

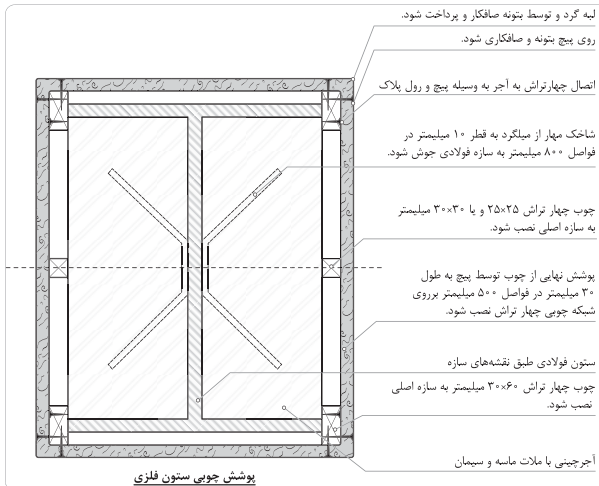
برای پایه‌های داربست بعضی مواقع از لوله‌های فلزی استفاده می‌کنیم که به وسیله اهرمی بالا و پایین می‌رود و به آن اصطلاحاً جک می‌گویند و مورد سقف‌های تیرچه بلوک احتیاج به بستن تمام سقف با تخته نیست فقط باید کمر تیرچه‌ها به فاصله‌های ۱٫۵ تا ۲ متر بسته شود تا از شکم دادن آنها جلوگیری شود که به آنها اصطلاحاً در قالب‌بندی کش گفته می‌شود.

۷-۱. باز کردن قالب

اصولاً قالب‌برداری از ساختمان‌های بتنی وقتی باید انجام شود که اجزای بتنی بتواند وزن خود را تحمل نماید. برای ستون‌ها و گونه تیرها همین قدر که شکل هندسی آنها تشکیل شد می‌توان قالب را باز کرد. ولی باید دقت شود که در مورد قالب‌برداری به گوشه آنها آسیب نرسد. زیرا به علت سست بودن بتن در اثر کوچکترین ضربه گوشه آنها خواهد ریخت ولی در مورد تیرها و سقف‌ها حداقل ۴-۷ هفته بعد از بتن‌ریزی باید قالب برداشته شود. در این مدت هر قدر هوا سردتر باشد قالب‌ها باید دیرتر برداشته شوند. زیرا همانطوری که گفته شد در هوای سرد بتن دیرتر سخت می‌شود. برای آنکه از سخت شدن بتن و باربر بودن آن مطمئن شویم بهتر است در موقع بتن‌ریزی چند نمونه از بتن را برداشته و در همان شرایط قطعه مورد نظر قرار دهیم. قبل از قالب‌برداری، مقاومت نمونه‌ها را آزمایش کرده و در صورت رضایت‌بخش بودن اقدام به قالب برداری نماییم. در این مورد هرگز نباید به مشاهدات چشمی اطمینان نمود و در موقع قالب‌برداری باید از برداشتن کلیه پایه‌ها در یک مرحله خودداری نمود. بهتر است قالب‌ها را در مرحله اول یک در میان برداشته و در مراحل بعد نیز بتدریج به قالب‌برداری ادامه دهیم. تقریباً مدت زمانی که باید از اجزاء مختلف ساختمان بتنی قالب‌برداری شود بدین طریق است. زمان‌های بالا برای هوای مناسب که درجه حرارت آن از $5^{\circ}C$ کمتر نباشد تعیین شده چنانچه پس از ریختن بتن یخبندان شود باید مدت نگهداری قالب را حداقل به اندازه‌ی مدت یخبندان اضافه کرد. قالب‌برداری باید جز به جز با کشیدن میخ‌ها انجام شود و ضربه زدن به قالب و برداشتن ناگهانی مجاز نیست. (جهت اطلاع بیشتر به میح ۹ مقررات ملی ساختمان مراجعه شود).

۸-۱. انواع سازه‌های ساختمانی

۸-۱-۱- ساختمان‌های فلزی: در این نوع ساختمان‌ها برای ساختن ستون‌ها و پل‌ها از پروفیل‌های فولادی استفاده می‌شود. در ایران معمولاً ستون‌ها را از تیر آهن‌های *IPB* دوپل و یا بال پهن‌های تکی (آهن‌های *H*) استفاده می‌نمایند و معمولاً دو قطعه را بوسیله جوش به همدیگر متصل می‌نمایند. سقف این نوع ساختمان‌ها ممکن است تیر آهن و طاق ضربی باشد و یا از انواع سقف‌های دیگر از قبیل تیرچه بلوک و... استفاده گردد. برای پارکینگ‌ها می‌توان مانند ساختمان‌های بتنی از انواع آجر و یا قطعات گچی و یا چوب یا سفال‌های تیفه‌ای استفاده نمود. در هر حال جداکننده‌ها می‌باید از مصالح سبک انتخاب شوند. در بعضی از پروژه‌ها برای اتصال قطعات از جوش استفاده نکرده بلکه بیشتر از پیچ و پرچ استفاده می‌نمایند و برای ستون‌ها می‌توان به جای تیر آهن از نبشی و یا ناودانی استفاده نمود. اسکلت فولادی یکی از پرکاربردترین انواع سیستم‌های ساختمانی در صنایع ساختمان‌سازی ایران و جهان است. از مهمترین مزایای این نوع اسکلت نسبت به گزینه‌های دیگر می‌توان به سرعت اجرای بالا، شکل‌پذیری مناسب و به تبع آن قدرت جذب انرژی مناسب اشاره کرد.



شکل ۱-۴ پوشش چوبی ستون فلزی

این اسکلت‌ها در انواع بلند و کوتاه ساخته شده و هیچ‌گونه محدودیتی از نظر ارتفاع برای این اسکلت‌ها وجود ندارد و در میح ۱۰ مقررات ملی ساختمان به طور مفصل در مورد طراحی این نوع ساختمان‌ها و جزئیات آنها البته اسکلت با فولاد گرم شده صحبت شده است. از دیگر

مزایای سازه‌های فولادی میتوان به تنوع مقاطع فولادی اشاره کرد که به شرایط و نیروی موجود می‌توان از هر کدام به جای خود استفاده کرد. همچنین انعطاف‌پذیری زیاد سازه‌های فولادی نسبت به سازه‌های بتنی خود مزیت بسیار چشمگیری است. این امر در مرحله ساخت به طراح این امکان را می‌دهد تا به راحتی از طرح معماری خود استفاده کند در حالی که در ساختمان‌های بتنی به علت زیاد بودن ابعاد قسمت‌های سازه‌ای تیر و ستون باعث ایجاد محدودیت در طرح و نیز مشکلات اجرا نظیر قالب‌بندی در شرایط خاص و حالات خاص می‌شود.

◆ تقسیم‌بندی اسکلت فولادی از لحاظ نورد کارخانه‌ای:

۱- فولاد گرم نورد شده *Hot formed steel* ۲- فولاد سرد نورد شده *Cold formed steel*

◆ ۱-۱-۸-۱- فولاد گرم نورد شده: فولاد را ذوب کرده، زیر غلتک فولاد ذوب شده را تبدیل به پروفیل می‌کنند، ضخامت آنها زیاد و وزن آنها نیز زیاد می‌باشد (فولاد مبارکه و ذوب آهن اصفهان).

◆ ۱-۱-۸-۲- فولاد سرد نورد شده: فولاد را گرم کرده، سپس فولاد را به صورت ورق نازک در ضخامتهایی بین ۳mm تا ۳mm نورد می‌کنند. ورق نازک حاصل را روی قرقره^۱ می‌پیچانند و سپس آن را باز می‌کنند. یکی از اهداف فولاد سرد نورد شده حذف جوش می‌باشد. طبق آیین‌نامه ایران جوشکاری روی ورق‌های بالای ۳mm مجاز است.

فولاد گرم نورد شده در واقع برای سیستم‌های با دهانه‌های زیاد (مثلاً عمتری) کاربرد دارد. دیوارها در این نوع سیستم‌های غیرسازه‌ای دارند و فقط هزینه اضافی را به دنبال خواهند داشت. در سیستم سرد نورد شده اجزا عملکردی سازه‌ای داشته و فاصله بین ستون‌ها کم شده و در نتیجه تعداد ستون‌ها افزایش پیدا می‌کند و در نهایت نیروی یک ستون بین چند ستون تقسیم می‌شود و ضخامت ستون‌ها پائین خواهد آمد، فولاد گالوانیزه شن در واقع همان فولاد سرد نورد شده است. در سیستم فولاد سرد نورد شده، درجه نامعینی سازه بالا می‌رود و با بالا رفتن درجه نامعینی پایداری سازه بیشتر می‌شود. پس می‌توان نتیجه گرفت سیستم فولاد سرد نورد شده سیستمی است که اجزای آن به روش‌های مهندسی خیلی نزدیک است. البته ذکر این نکته ضروری است که برای ساختمان‌های بلند مرتبه بایستی از فولاد گرم نورد شده استفاده کرد که مستلزم استفاده از اتصالات جوش و پیچ است.

◆ ۱-۲-۸-۱- ساختمان‌های آجری: ساختمان‌های کوچک که از چهار طبقه تجاوز نمی‌نماید می‌توان از این نوع سازه در ساختمان استفاده نمود. اسکلت اصلی این نوع ساختمان‌ها آجر بوده و برای ساختن سقف‌ها در ایران معمولاً از پروفیل‌های *IPE* و آجر بصورت طاق ضربی استفاده می‌گردد. و یا از سقف تیرچه و بلوک استفاده می‌شود. در این نوع ساختمان‌ها برای مقابله با نیروهای جانبی مانند زلزله باید حتماً از شنازهای روی کرسی چینی وزیر سقف‌ها استفاده شود. در ساختمان‌های آجری معمولاً دیوارهای حمال در طبقات مختلف روی هم قرار می‌گیرند و اغلب پارتیشن‌ها نیز همین دیوارهای حمال می‌باشند. حداقل عرض دیوارهای حمال نباید از ۳۵ سانتیمتر کمتر باشد. (جهت اطلاع بیشتر به بحث ۹ مقررات ملی ساختمان مراجعه شود).

◆ ۱-۳-۸-۱- ساختمان‌های خشتی و گلی: این نوع ساختمان‌ها در شهرها بعلاوه هزینه بالا زمین و مقاومت پائین، کمتر ساخته می‌شود و بیشتر در روستاهای دور که دسترسی به مصالح ساختمانی مشکل‌تر است مورد استفاده قرار می‌گیرد. اسکلت اصلی این نوع ساختمان‌ها از خشت خام و گل می‌باشد و تعداد طبقات آن از یک طبقه تجاوز نمی‌کند و در مقابل نیروهای جانبی مخصوصاً زلزله به هیچ وجه مقاومت نمی‌نمایند. باید از ساختن این نوع ساختمان‌ها مخصوصاً در کشور ما که از مناطق زلزله خیز دنیا می‌باشد جداً جلوگیری به عمل آید.

◆ ۱-۴-۸-۱- ساختمان‌های چوبی: این نوع ساختمان‌ها در مناطقی که چوب با قیمت ارزان در دسترس است ساخته می‌شوند، مانند شهرهای جنوبی کشور اتریش، بعضی ایالت‌های کشور آمریکا و شهرهای شمالی ایران. یکی از بهترین سیستم‌های ساختمانی برای کشورهایی با انبوه درختان و جنگل‌های زیاد، سیستم اسکلت چوبی است. اسکلت چوبی برای خانه‌هایی تا ۳ طبقه، در این کشورها بهترین گزینه است. بدلیل فراوانی چوب و در نتیجه ارزان‌ی آن، استفاده از اسکلت چوبی در این کشورها اقتصادی‌تر از سایر گزینه‌ها است.

یکی از مزیت‌هایی چوب این است که با استفاده از یک مدیریت صحیح می‌توان چوب را به عنوان یک منبع برگشت پذیر مورد استفاده قرار داد. به دلیل عدم وجود جنگل‌های انبوه و نیز عدم مدیریت صحیح در استفاده از چوب و قطع درختان جنگلی در سال‌های قبل، سیستم اسکلت چوبی در ایران کاربرد ندارد و گزینه‌های غیراقتصادی خواهد بود.

◆ ۱-۵-۸-۱- ساختمان‌های ترکیبی: ممکن است ساختمانی از ترکیب دو یا چند نوع از انواع سازه‌های فوق ساخته شود مانند ساختمان‌های فلزی-بتنی و یا فلزی-آجری و ...

◆ ۱-۶-۸-۱- سازه فضایی: سازه فضایی شکل‌های هندسی منظمی هستند که در کنار یکدیگر تکرار شده و با اتصال مکرر این اجزا شبکه‌ای مستحکم و یکپارچه با ساختاری سه بعدی ایجاد می‌کنند. سازه‌های فضایی شکل‌های هندسی منظمی دارند که در کنار یکدیگر تکرار شده و با اتصال مکرر این اجزا شبکه‌ای مستحکم و یکپارچه با ساختاری سه بعدی ایجاد می‌کنند. این اجزا از المان‌های طولی (با مقطع‌های مربعی، دایره‌ای، مثلثی و ...) و اتصال‌هایی که هر روز بر انواع آنها افزوده می‌شود تشکیل می‌شود. جنس المان‌های طولی متنوع بوده و بسته به نوع مصرف آنها متغیر خواهد بود ولی معمولاً از انواع پلاستیک و پروفیل، فولاد و آلومینیوم استفاده می‌شود.

◆ ۸-۱-۶- مزایای معماری در سازه‌های فضایی:

- ۱- سادگی و زیبایی منحصر به فرد سازه‌های فضاکار در معماری شکل منتظم سازه‌های فضایی یا سازه‌های فضا کار به لحاظ معماری جذاب، زیبا و بارز بوده و از این رو است که بسیاری از معماران در سالن‌ها، مراکز اجتماعات و ... سازه فضایی را به صورت نمایان به نمایش گذاشته و حتی در بسیاری از موارد جهت نما سازی ها، از سازه‌های فضا کار استفاده می‌نمایند.
- ۲- انعطاف پذیری زیاد به لحاظ معماری با استفاده از شکل‌های هندسی به ظاهر یکسان و تکرار شونده سازه‌های فضایی، می‌توان انواع فرمهای هندسی مطابق با طرح‌های گوناگون معماری را خلق نموده و طرح دلخواه آرشیتکت را طراحی و تولید نمود اشکال متداول معماری در سازه‌های فضاکار بصورت تخت، قوسی، چلیک، گنبدی، چتری، هرمی، سینوسی و ... است.
- ۳- عدم نیاز به استفاده از سقف کاذب در سازه‌های فضاکار نمای زیبایی شبکته‌های دولا به سازه فضا کار که در غالب اشکال هندسی تکرار شونده ظاهر می‌شود، نمای خوشایندی را عرضه می‌دارد که از نظر نمای ظاهری، بسیار زیبا و به لحاظ معماری با ارزش می‌باشد، و به همین دلیل بسیاری از آرشیتکت ها در سالن‌های اجتماعات، مساجد، فرودگاه‌ها و ... از سقف کاذب استفاده نکرده و نمای بدیع سازه فضایی را به نمایش می‌گذارند.
- ۴- امکان اتصال آویزهای متعدد از سقف سازه فضاکار با توجه به قدرت باربری زیاد در سازه‌های فضایی و تعدد گره‌های موجود در فواصل منظم، امکان مانور طراحی برای اتصال آویزهای متعدد در هر یک از نقاط دلخواه سازه فضا کار و خلق آثار منحصر به فرد معماری (داخلی) را فراهم می‌آورد.
- ۵- گسترش سازه‌های فضایی با حداقل تغییر در سازه قبلی با توجه به ویژگی عدم ضرورت نظم تکیه گاهها در سازه‌های فضا کار، قابلیت گسترش یا کاهش سطح سازه فضاکار اجرا شده، از هر طرف و به هر شکل، با حفظ سازه قبلی و با رعایت نکات طراحی، به سادگی و با حداقل هزینه امکانپذیر می‌باشد و این توانایی منحصر به فرد سازه فضایی، امکان فوق العاده ای در طراحی و چیدمان طرح‌های توسعه برای آرشیتکت ها و کارفرمایان فراهم می‌نماید و این ویژگی در هیچ یک از انواع دیگر سازه ها وجود ندارد.
- ۶- سازه‌ای مناسب برای نورپردازی وجود نقاط از پیش تعریف شده بر روی سازه‌های فضاکار (گره‌های سازه) و امکان اتصال نورافکن‌ها و دیگر منابع نورانی در تمامی سطح ایجاد شده، محیط را جهت نور پردازی و دکوراتیو، بسیار زیبا و مناسب می‌سازد.
- ۷- دارای صرفه جویی فضایی موجود بین لایه‌های سازه فضایی، محل مناسبی را جهت عبور تاسیسات الکتریکی، مکانیکی، حرارتی، برودتی و دیگر تاسیسات ساختمانی فراهم می‌سازد. علاوه بر آن، تعدد گره‌های سازه فضاکار، تکیه گاههای لازم برای عبور این شبکه‌های ارتباطی و تاسیساتی را بدون هیچگونه هزینه اضافی تامین نموده و این تاسیسات را از حداقل دید برخوردار می‌سازد.
- ۸- ضریب ایمنی بالا در سازه‌های فضا کار برای هر آرشیتکت، یکی از پارامترهای مهم، طراحی مجموعه ای ایمن، زیبا و پایدار می‌باشد. سازه فضایی به لحاظ داشتن ویژگی‌های منحصر به فرد، از حیث ایمنی نیز با کمتر سازه‌ای قابل مقایسه است.

◆ ۸-۱-۶-۲- مزایای سازه فضاکار شامل:

- ۱- سرعت بالا در تولید و اجرای سازه‌های فضاکار: بدلیل امکان استفاده حداکثر از سیستم پیش ساختگی و انبوه سازی، اجزای سازه در تولید سازه‌های فضایی و همچنین با توجه به امکان بکارگیری روش‌های متعدد در زمان بافت و نصب، این سازه ها از سرعت بسیار بالایی در تولید و اجرا برخوردار می‌باشند. تا حدی که در بسیاری از موارد، (پس از آماده شدن نقشه‌های ساختمان و سازه) ملاحظه شده که سازه فضاکار قبل از تکمیل عملیات اجرای فونداسیون، تولید شده و آماده حمل به محل پروژه بوده است.
- ۲- کنترل کیفیت بالا بدلیل تولید صنعتی سازه‌های فضایی: پیچ و مهره ای بودن کلیه اتصالات در سازه‌های فضایی (عدم نیاز به جوشکاری در محل پروژه) و ساخت کارخانه ای قطعات سازه به صورت پیش ساخته، کنترل کیفیت در حین تولید و پس از تولید را دقیقتر نموده و موجب افزایش کیفیت و دقت بسیار بالایی در کل سازه مورد نظر خواهد شد.
- ۳- امکان نصب هر نوع پوشش بر روی سازه فضایی: قابلیت اجرای کلیه پوشش‌های مختلف (که تا کنون وارد بازار شده) بر روی سازه‌های فضاکار از دیگر ویژگی‌های این سازه می‌باشد که از جمله آنها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود: ساندویچ پانل - ورق گالوانیزه (سینوسی-شادولاین) - اسپایدر (شیشه) - ورق پلی کربنات (دوجداره - فشرده) - فایبرگلاس - پانل نوری (UPVC - PVC) - دال بتنی و ...
- ۴- دارای صرفه جویی اقتصادی: یکی از دلایل گسترش روزافزون سازه‌های فضایی، اقتصادی بودن ساخت این سازه ها در مقایسه با دیگر سازه‌های صنعتی می‌باشد به طوری که این سیستم در دهانه‌های بزرگ دارای «صرفه اقتصادی مطلق» بوده و بسیار ارزان تر از سایر سیستم‌ها (تورق و ...) می‌باشد و در دهانه‌های کوچک دارای «صرفه اقتصادی نسبی» است که با توجه به سایر مزیت‌های آن، استفاده از سازه فضاکار را در این دهانه‌ها نیز توجیه‌پذیر می‌نماید.
- ۵- سهولت در بسته‌بندی و حمل و نقل ارزان سازه‌های فضایی: مشابهت واحدهای از پیش ساخته شده سازه‌های فضا کار و نوع قرارگیری آنها در کنار یکدیگر، موجب گردیده تا بسته‌بندی و بارگیری مصالح مربوط به مساحتی زیاد، در حجمی کم و به سادگی میسر شده و با هزینه‌ای ناچیز (در مقایسه با سازه‌های مشابه) به هر نقطه و با هر شرایط آب و هوایی منتقل شود.
- ۶- امکان سند بلاست و رنگ آمیزی الکترواستاتیکی: با توجه به ویژگی ابعادی المان‌های سازه فضاکار و امکان شات بلاست، سند بلاست و اجرای انواع پوشش‌های محافظ بر روی قطعات نظیر رنگ الکترواستاتیک پودری و آبکاری، به عنوان مزیتی دیگر برای سازه‌های فضا کار (در مقایسه با سایر سازه‌ها) مطرح است.

- ۷- برگشت پذیری سریع سرمایه: علیرغم آنکه در برخی از دهانه‌ها، ممکن است تفاوت اندکی در حجم سرمایه‌گذاری بر اساس استفاده از سازه فضایی یا سایر سازه‌های مشابه وجود داشته باشد، اما با توجه به ویژگی‌های به وجود آمده ناشی از سرمایه‌گذاری بر روی سازه‌های فضاکار، بر اساس نوع کاربری روند (جریان) بازگشت سرمایه سریعتر خواهد شد.
- ۸- امکان اجرای سازه فضایی در هر شرایط آب و هوایی: با توجه به تولید تمام قطعات و المان‌های سازه فضایی در کارخانه سازنده و سرعت نسبتاً زیاد بافت این سازه‌ها و عدم نیاز به تجهیز کارگاه‌های گسترده به هنگام نصب، لذا اجرای سازه‌های فضاکار در هر منطقه و هر شرایط آب و هوایی امکان پذیر است.
- ۹- جمع‌آوری سازه فضایی و نصب مجدد در محلی دیگر: اتصالات و قطعات سازه فضایی بر اساس پیچ و مهره بوده و لذا سازه فضایی اجرا شده، قابلیت دمونتاژ کامل از یک محل و مونتاژ آن در محل دیگر به همان شکل یا شکلی دیگر (تنها با تغییرات جزئی در قطعات سازه) وجود دارد.

درخواست ناشر از خوانندگان محترم: انتشارات نوآور از تمامی خوانندگان گرامی این کتاب تقاضا دارد که در صورتی که متنی را که اکنون در حال مطالعه آن هستید به هر شکلی غیر از نسخه چاپی در اختیار شما قرار گرفته است از قبیل فایل ورد، فایل اسکن شده، فایل پی دی اف، تصویر و غیره و یا بصورت کپی، جزوه و یا چاپ بی کیفیت و مواردی اینچنین، مراتب را از طریق تلفن‌های انتشارات نوآور به شماره ۰۲۱-۶۶۴۸۴۱۹۱ و ۰۹۱۲۳۰۷۶۷۴۸ و یا از طریق ایمیل info@noavarpub.com و یا از طریق تماش با ما در سایت www.noavarpub.com به این انتشارات ابلاغ نمایند تا از تضییع حقوق ناشر، پدیدآورنده و نیز خود مخاطبان محترم جلوگیری به عمل آید. و نیز به عنوان تشکر و قدردانی از کتب انتشارات نوآور هدیه دریافت نمایید.

خرید، فروش، تهیه، استفاده و مطالعه از روی نسخه غیر اصل کتاب، از نظر قانونی غیر مجاز، و شرعاً نیز حرام است.