دانشگاه پیام نور

ساختمان (۱)

رشته مهندسی معماری

مؤلفان:

دکتر وحید افشین مهر

مهندس محمد عرب ندوی زرندی

مهندس مهر آفرین اسدی

بسم الله الرحمن الرحيم

بخش اول - کلیات و مقدمات ساختمان

۱- تاریخ ساختمان از پیدایش تا امروز و تصویری از آینده
۲- تعریف ساختمان و شخصیت فیزیکی و هندسی آن
۳- شناخت بارهای وارد بر ساختمان
۴- مصالح ساختمانی
۵- انواع سازه و سیستم های ساختمانی
۶- استقرار ساختمان
۷- عملیات احداث بنا و تجهیزکارگاه

فصل اول:

تاریخ ساختمان از پیدایش تا امروز و تصویری از آینده

بشر نخستین ساختمان سازی را با ساخت سرپناه برای محافظت خود از عوامل بیرونی، حیوانات وحشی و آب و هوا تجربه کرد. او مصالح ساختمانی خود را از طبیعت اطرافش بدست می آورد. خانه های مناطق جنگلی و روستایی به صورت آلاچیق هایی پوشیده از شاخ و برگ درختان یا از چوب ساخته می شدند. بناهای مناطق کویری و خشک ، خشتی و گلی بودند و ساختمان های مناطق قطبی از برف و یخ ساخته می شدند. روشهای ساخت و شیوه های اتصال گوناگون از قبیل: دوختن، چسباندن، بستن و... که در طول تاریخ، به فکر انسان می رسید. فرم های گوناگون ساختمان ها را به وجود می آورند. در آن زمان ساختمان به شکل توده ای از مصالح بود و کسی چیزی از تفکیک عناصر باربر و غیر باربر (محافظت کننده) نمی دانست.

در کاوشهای باستان شناسی تپه سیلک کاشان، باقی مانده بناهای ساخته شده از خشت خام در هزاره سوم قبل از میلاد و پوشش هایی از سقف چوبی بدست آمده است. آجر به عنوان عنصری مهم از زمان مصر باستان تاکنون مورد استفاده قرار گرفته و ساختمان سازی های عظیم و شکوهمند با سنگ از زمان ساخت مجموعه کاخهای تخت جمشید تا دوران ساسانیان و پس از آن رواج داشته است.

با پیشرفت و تکامل انسان در طول تاریخ، ساختمان سازی هم تکامل پیدا کرد. رومی ها اولین گنبدهای سنگی را روی پلان های دایره ای ساختند و ساسانیان در ایران با استفاده از گوشواره اولین گنبدها را روی پلان مربع شکل بنا کردند.

ساخت نخستین طاق گهواره ای در معبد زیگورات چغازنبیل، معماری با عظمت تخت جمشید، انواع قوس های بیضی، تخم مرغی، جناغی و شاخ بزی که همگی منطق ریاضی قوی دارند، استفاده از تناسبات و پیمون، حاکی از فن آوری معماری ایرانی و غنای دانش ایرانیان در زمان خود است.

در اروپا در دوران قرون وسطی، طاق جناغی استفاده می شد و معماری گوتیک از طاق متقاطع با قوس های تیزه دار، امکان طاق زدن بردهانه ای طویل را میسر کرد.

توسعه مصالح هم به لحاظ ساخت و هم در نحوه به کارگیری آن در طول تاریخ ساختمان سازی همواره امکانات جدیدی را ایجاد کرده است. مثلاً ابتدا سنگ به صورت خشکه چینی و بدون ملات در ساختمان به کار می رفت لذا دیوارها کوتاه بود، اما بعدها با اختراع ملات و سنگهای برش خورده دیوارهای بلندتری ساخته شد. بعدها ستون های سنگی مثل ستون های چوبی به کار رفت. وقوع انقلاب صنعتی در قرن هجدهم روی تولیدات و به تبع آن معماری اثر گذاشت. اختراع چدن تاثیر به سزایی در معماری داشت. تا پیش از انقلاب صنعتی آهن به ندرت در ساختمان ها به کار می رفت . اما پس از آنکه به نحوه صنعتی تولید شد، رواج زیادی پیدا کرد. انگلیسی ها در قرن هجدهم، موفق به ساخت پل سورن با استفاده از چدن شدند، این پل که ۳۰ متر دهانه داشت در آن زمان تجربه ای جدید و دلیرانه به حساب می آمد.سپس با استفاده از تکنولوژی جدید، روز به روز دهانه های پل ها بزرگتر می شد، امروز پل ها ، دهانه هایی بیش از ۱۰۰۰ متر را پوشش می دهند.

پل سورن

به زودی چدن و آهن در بسیاری از عناصر ساختمانی، نقش موفق خود را نشان دادند. ستون های چدنی در ساختمان ها، ساخته شدند و بام ها و خرپا های چوبی ، جای خود را به خرپاهای چدنی و فلزی دادند. بعدها پوشش های سقف با استفاده از تیر آهنی و طاق های ضربی آجری رواج یافت.

در تاریخ معماری جهان تا مدتها دیوارهای قطور و سنگین وزن سقفها را تحمل می کردند. تا اینکه ضخامت دیوارها در نقطه اتصال به تیرها بزرگتر در نظر گرفته شد و باعث شد دیوارهای ضخیم و سرتاسری به شکل ستون در آیند. در ابتدای قرن نوزدهم با استفاده از تیرها و ستون های چدنی این نوع ساختمان سازی گسترش پیدا کرد و بعدها آهن و سرانجام فولاد در ساختمان به کار گرفته شد اما با مرتفع شدن ساختمانها ، ضخامت دیوارهای طبقه زیرین برای تحمل وزن ساختمان افزایش می یافت.

در اواخر قرن نوزدهم ممکن شد که تمام نیروهایی که در ساختمان وجود دارند، مستقیم به پی ساختمان منتقل شوند و به این ترتیب تیرها و ستون ها با ابعاد کوچکتری ساخته شدند وساختمان هایی با اسکلت فلزی رایج شد و تفکیک دو عامل باربر و محافظت کننده (غیر باربر)، فن ساختمان سازی را به سوی ساده ترین نوع سیستم قابها یعنی تیروستون رهنمون کرد.

ظریف در سازه فلزی، امکان ایجاد پنجره های وسیع را میسر کرد و بعدها دیوارهای پرده ای جای دیوارهای قطور و سنگین گذشته را گرفت.

اختراع آسانسور و پیشرفت تجهیزات و تاسیسات مکانیکی و الکتریکی مربوط به ساختمان به موازات پیشرفت سیستم های ساختمانی هر روزه امکانات تازه ای را در عرصه ساختمان و معماری به ارمغان می آورد.

انبوه سازی و تولیدات صنعتی پس از انقلاب صنعتی مسئله ساخت سریع اقتصادی ساختمان ها را مطرح کرد. ساختمان هایی که با عنوان چوب بست های پوشالی ساخته شدند، احتیاج به کارگر را به میزان قابل توجهی کاهش می دادند. و به سرعت کشورهای صنعتی را آباد می کردند. چوب بست هایی که با میخ به هم متصل شده بودند و خیلی ساده و سریع ساخته می شدند. در معماری جدید کشورهای پیشرفته ، نقطه شروعی برای روشهای صنعتی و پیش ساخته ی ساختمان سازی در آینده بود.

افزایش روز افزون جمعیت و نیاز به سر پناه برای آنها در کنار اختراعات جدید ، سرآغاز ساخت ساختمان های بلند و توسعه سیستم های ساختمانی بود.

با مطرح شدن جنبه اقتصادی ساختمان، نماهای بدون تزئین و مسطح به علت صرفه جویی در قیمت، جای نماهای پر زرق و برق و پرکار قدیمی را گرفتند و در اواخر قرن نوزدهم بخش مرکزی و تجاری شهر شیکاگو نمود جرات پیشرفت و کاربرد امکانات تازه فنی در معماری ساختمان های عظیم و متعدد بود.

در این زمان تدابیر تازه ای برای رفع مشکلات ساختمانی اندیشیده شد مثلاً مفاصل لولایی برای انعطاف پذیری بنا در برابر تخریب های ناشی از صلبیت ساختمان در شرایط متغیر به کار گرفته شد و برای خاک های سست از پی شناور استفاده شد.

به طور کلی می توان به دو ساختمان مهم تاریخ معماری اشاره کرد که در پیش برد صنعت جدید ساختمان اثر داشتند، ساخت قصربلورین که پس از آن شاهد توسعه شیشه های طاقی و دهانه هایی هستیم که روز به روز گسترش می یابند و نیز برج ایفل که مصداق مهندسی و استفاده از تکنولوژی ساختمان در قرن خود بود گستاو ایفل سازنده این برج، از حاصل تجربیات خود در خصوص تاثیر خصوصیات خاک و فشار باد بر پی ها و ستون ها درساخت این بنا استفاده کرد.

برج ایفل

قصر بلورین

تکنولوژی عرصه ساختمان و مصالح جدید، راه را برای خلق یک معماری نوین باز کردند.

بتن به عنوان یک ماده جدید ساختمانی به سرعت بر روی معماری اثر گذاشت. در قرن نوزدهم بود که از بتن برای ساخت پی و کفسازی (پر کردن فواصل بین تیرهای آهنی) استفاده شد. اندکی بعد بتن در ساختمان های بزرگ به کارگرفته شد و از حدود دهه اول قرن بیستم تقریبا در همه جا رواج فراوان یافت و در نتیجه آن ساخت پیش آمدگی (کنسول) های وسیع در ساختمانها قدرت معماری جدید را به رخ کشید. مقاومت در برابر آتش سوزی و کاربرد وسیع و متنوع بتن آن را رواج داد. بعدها در سازه های پوسته ای از آن استفاده شد. در این سیستم توسعه زیادی یافت. مقابله با آتش سوزی به وسیله بتن و تولید رنگهای ضد حریق در فولاد صورت گرفت.

معمار و محاسب که در قرن پیش تا حدود زیادی از هم فاصله گرفته بودند دوباره بهم نزدیک شدند، ساختمان های بلند مرتبه و شیشه های وسیع در این دوران چهره شهر را عوض کردند.

با طرّه ای کردن تیرها در ساختمان های دارای اسکلت، حس سبکی و تنوع درنماسازی افزایش یافت و چون در این حالت هیچ باری توسط دیوارهای خارجی تحمل نمی شد، در نتیجه این دیوارها می توانستند از هر مصالحی ساخته شوند.

به تدریج با پیشرفت سیستم سازه ای و دانش زمان دیوارها نازک ترو باریک تر شدند. ساختمانهایی با نمای شیشه ای جای دیوارهای توپر آجری را گرفتند. امروزه پوشش های آلومینیویم و انواع پلاستیک مانند مصالح تشکیل دهنده ی ۳Dwall ها و ساندویچ پنل هاو ... از مصالح سازنده دیوارها و نماها هستند.

ابتدا اسکلت ساختمانها در پوشش دیوارهای آجری یا سنگی آن مخفی می شدند. دردهه ۱۹۷۰ باقرارگیری معمار و محاسب در کنار یکدیگر معماری"های تک" شکل گرفت و سیستم های سازه ای و تاسیساتی

ساختمان به شکلی زیبا و جذاب در نمای ساختمان مطرح شد. سبکهایی مثل "های تک" که سازه را به رخ می کشید، احساس سبکی و انتقال بارهای ساختمان توسط سازه را نمودار می کرد.
در کنار سیستم پرکاربرد تیر و ستون، سیستم های جدید ساختمانی این قرن نظیر سیستم دیوار برشی، ساختمان های لوله ای و ... نیز برای ساخت ساختمان های بلند مرتبه استفاده شدند.
در قرن حاضر خانه ها دارای ستون های فولادی ظریف و دیوارهای نازک غیرباربر است و دیگر مثل گذشته از درها و جرزهای سنگین استفاده نمی شود.
در معماری قرن بیستم زیبایی نهفته در فن ساختمان و خلوص مصالح ساختمانی با ظرافت نشان داده شده است. امروزه معمار باید بتواند با استفاده از مصالح امروزی و فنون جدید و شناخت سبکهای معماری پاسخگوی نیاز جامعه و شرایط و دیدگاه کارفرما باشد.
آنچنان که گفته شد، در طول تاریخ درک سازه و شیوه ساختمان سازی بشر از یک سرپناه سنگی که چند دیوار و یک سقف روی خود داشت به سیستم های جدید و متنوع ساختمانی امروز رسیده است ساختمانها هم چنان در حال سبک تر و ساده تر شدن است. هرچند شاید سیستم های جدید ساختمانی توسعه همان سازه های قبلی و کشف وبهره برداری از قابلیت های بالقوه آنهاست. مثلاً سازه های چادری در واقع سازه ای مانند چادر سیرک دارد وسازه های فضا کار(space frame) که شکل پیشرفته ای از همان خرپاهای چوبی برای سقفها هستند. امروزه طراحی سیستم های ساختمانی بسیار فراتر از سیستم های سازه ای تیر و ستون و روشهای قدیمی می باشد. حضور سیستم های سازه ای پوسته ای غشایی، انواع گنبدهای مشبک و سازه های فضا کار، تجربیات نوینی را در دنیای معماری امکان پذیر می سازد و ضمن نوید آینده ای درخشان با پیشرفت روز افزون فن ساختمان و روی کار آمدن مصالح جدید یکی پس از دیگری ، امکانات جدیدی را پیش روی معمار می گشاید.

❖

نتیجه گیری

ساختمان سازی در طول تاریخ و همچنین امروزه تابع عواملی است که می توان از آن جمله به موارد زیر اشاره کرد:

- فرم و عملکرد ساختمان
- زیبایی شناسی
- فن آوری
- مصالح مصرفی
- سازه
- روش اجرا
- ساخت و نصب
- عوامل اقتصادی و سیاست های موجود
- عوامل اقلیمی و توجه به مساله انرژی که امروزه از بحث های مطرح معماری روز دنیاست.
- عوامل فرهنگی و سبک زندگی

هریک از این جنبه ها در طول تاریخ تکامل مخصوص به خود را داشته است. همچنین پیشرفت علوم وفنون به نوبه خود باعث شده شناخت بیشتری حاصل شود تا در زمینه های گوناگون این شناخت به کمک ما بیاید مثلاً آزمایش های خاک شناسی و ژئوتکنیکی منجر به پیشرفت ساخت در زمینه پی و توانایی ساختمان سازی در انواع زمین ها شد.

مصالح ساختمانی نیز به دو شکل توسعه پیدا کرده اند. مصالح جدیدی که درگذشته نبوده اند و محصول این قرن هستند و گروه دیگر همان مصالح قدیمی هستند اما با استفاده از فن آوری های جدید با کیفیت بهتر کارایی بیشتری تولید می شوند. هم چنین در مورد قطعات و اتصالاتی که در ساخت و ساز به کار می روند این مساله صادق است.

هم چنین فرهنگ و سبک زندگی مردم دائما در ساختمان سازی آن عصر تاثیر می گذارد. به این ترتیب که ساختمان های با جرزهای سنگین و درهای بزرگ قعله مانند دیروزی تبدیل به برج های با دیوارهای پرده ای و شیشه ای جوابگوی جمعیت انسانی کثیر امروزی شده اند.

سیستم های ساختمانی جدید نظیر انواع سازه های کابلی، پارچه ای و خرپایی نوین و توسعه تجهیزات وابسته به صنعت ساختمان مانند تاسیسات مکانیکی، الکتریکی و... گسترش و پیشرفت روز افزون فن ساختمان سازی را در برداشته است. به آن امید که پیشرفت فن صنعت ساختمان پاسخگوی خلق فضاهای جدید و کاراتر و همچنین فرم های بدیعی باشد که به هدف معماری نوین پاسخ بگوید.

فصل دوم:

تعریف ساختمان و شخصیت فیزیکی و هندسی آن

هر ساختمان از بخش های مختلفی تشکیل شده است. اصلی ترین بخش آن سازه ساختمان می باشد که در حکم اسکلت و استخوان بندی یک بنا می باشد.
هر ساختمان سیستم سازه ای مختص به خود دارد که وظیفه آن برپا نگه داشتن ساختمان و تحمل و انتقال نیروهای وارد بر آن به زمین به نحو مطلوب در طول عمر ساختمان است.
هدف از طراحی هر سازه جوابگویی به سه هدف زیر است:

۱- ایمنی ۲- عملکرد مطلوب ۳- دوام و ایستایی

علاوه بر بخش سازه ای و عناصر اصلی ساختمان نظیر دیوار ، کف ، سقف و ... که توسط مصالح ساختمانی مختلف ساخته می شوند، انواع اتصالات ، اجزای سازه آن را به هم متصل می کنند. در بخش هایی هم پوشش ها و ریزه کاری هایی که طبق آیین نامه و دستورالعمل ها اجرا می شود ، انجام می گیرد.
در نهایت همه این اجزاء فضاهایی با کارایی ویژه و فرمها و حجمهای چشم نوازی می سازند که بایستی پاسخگوی نیازهای روحی ، روانی ، جسمی و ... انسان بوده و با شرایط محیطی و اقلیمی خود هماهنگ و سازگار باشد تا بتوان آن را یک اثر معماری مطلوب دانست.
معمولاً مراحل طراحی و اجرای ساختمان را به شکلی که در جدول زیر آمده است ، فازبندی می کنند:

مرحله	عملیاتی که در هر مرحله انجام می شود
فاز صفر	مطالعات اولیه شامل : مطالعه و جمع آوری و تجزیه وتحلیل ابعاد و اندازه و استانداردهای فضاهای مورد نیاز (برنامه ریزی فیزیکی)، تحلیل خواسته های کارفرما، اصول و ضوابط شهرسازی و معماری و شرایط اقلیمی
فاز یک	• طراحی و تایید طرح اولیه بدون نظارت اجرایی ، ارائه آلترناتیوها – کانسپت های اولیه شامل : شکل گیری ایده اولیه و تهیه نقشه های پلان ، سایت پلان ، نماها و مقاطع مورد نیاز و ....
فاز دو	• تهیه نقشه های اجرایی و جزئیات فنی طرح شامل : تهیه نقشه های معماری فاز ۲ توسط مهندس معمار ، نقشه های سازه (تعیین ابعاد و اندازه ستون ها و سایز اجزا و محاسبات و تحلیل نیروها و ...) توسط مهندس عمران با صلاحیت ، تهیه نقشه های الکتریکی و مکانیکی، تهیه کلیه جزئیات اجرایی
فاز سه	• پروژه اجرا می شود.

نقشه های معماری معمولاً در مقیاس های $\frac{۱}{۱۰۰}$ و حداکثر $\frac{۱}{۵۰}$ تهیه می شوند. از این رو نمی توانند جزئیات اجرای هر قسمت را دقیق و کامل نشان دهند. به همین جهت نقشه های جزئیات در مقیاسهای $\frac{۱}{۲۰}$ و $\frac{۱}{۱۰}$ و حتی بعضی مواقع $\frac{۱}{۱}$ ترسیم می شود.
در نقشه های اجرائی پروژه جزئیات اجزا و اتصالات قسمتهای مختلف نشان داده می شود. مثلاً جزئیات اجرای در و پنجره ها ، دیوارها ، نعل درگاه ها ، سایه بان ها ، اتصالات تیر و ستون و پی ها و ...
به عنوان مثال وقتی قرار است کف سازی یک ساختمان که موزاییک و ملات ماسه سیمان است نشان داده شود آن را با نقشه های جزئیات مشخص می کنیم. ضخامت ملات که ۳ سانتی متر است را نمی توان در مقیاس$\frac{۱}{۱۰۰}$ و $\frac{۱}{۵۰}$ نشان داد. بدیهی است که با مقیاس $\frac{۱}{۱۰}$ به سادگی قابل ترسیم است.

۲-۱- انواع ساختمان:

ساختمان ها را می توان از دیدگاه های متفاوت به گروه های مختلف ، دسته بندی کرد.

۲-۱-۱- انواع ساختمان از نظر مصالح مصرفی:

ساختمان های بتنی ، فلزی ، مصالح بنایی (آجری ، خشتی ، گلی) ، چوبی و ...

۱. **ساختمان های بتنی** : ساختمانی هایی هستند که اسکلت آنها از بتن آرمه یا بتن مسلح (بتنی که خواص کششی آن به وسیله قرار دادن میلگرد در آن تقویت شده است) ساخته می شود.

سقف این ساختمان ها به صورت تیرچه بلوک یا بتن آرمه اجرا می شود. این ساختمانها عمر طولانی و مقاومت خوبی در برابر نیروها و همچنین حریق دارند . اما ساخت طولانی مدت و سنگینی وزن بتن از نکات منفی آنهاست.

۲. **ساختمان های فلزی** : اسکلت (تیر و ستون) آنها از پروفیل های فولادی است و برای اتصالات آنها در ایران معمولاً از جوش استفاده می شود و در برخی کشورها اتصالات با پیچ و مهره انجام می گیرد. سقف آن ها به صورت تیرچه بلوک یا به صورت طاق ضربی اجرا می شود. این ساختمان اجرای سریعی دارند و اعضای آنها فضای کمتری نسبت به اعضای ساختمان های اسکلت بتنی اشغال می کنند اما در برابر حریق و رطوبت مقاوم نیستند و به تمهیدات ویژه احتیاج دارند.

۳. **ساختمان های مصالح بنایی:**

- ساختمانهای آجری: این ساختمان ها بر اساس آیین نامه های موجود محدودیت هایی در طبقات و ارتفاع ساختمان دارند. در این ساختمان ها تحمل بار بر عهده دیوار های آجری است. ضمناً بایستی این دیوارها به وسیله شبکه میلگرد هایی که در آنها به کار می روند مسلح شوند. فراوانی و ارزانی مصالح از محاسن و محدودیت تعداد طبقات ساختمان و فضای زیادی که دیوارهای آجری اشغال می کنند از معایب آنهاست.

- بناهای سنتی، ساختمان های خشتی و گلی : این ساختمان ها از خشت خام و گل ساخته می شوند. تعداد طبقات آنها از یک طبقه تجاوز نمی کند و به علت ضعف مصالح ، در برابر زلزله مقاومت ندارند و باید از احداث آنها خودداری کرد. ممکن است گاهی در نواحی دوردست که تهیه مصالح مقام ،گران تمام می شود ضرورتاً ساخته شوند. در این صورت باید بر اساس دستورالعمل های فنی ویژه ای با به کارگیری عناصر مقاوم چوبی ، فلزی ، بتنی یا ترکیبی ، آنها را در برابر زلزله به طور نسبی ایمن کرد.

۴. **ساختمان های چوبی:** این ساختمان ها در مناطقی که چوب با قیمت ارزان در دسترس است ساخته می شوند(مانند بعضی ایالت های کشور

آمریکا) اما ساختمان های چوبی در ایران به علت کمبود منابع ، کمتر ساخته می شوند.

۵. **ساختمان های ترکیبی** :ممکن است ساختمانی به صورت ترکیبی از دو یا چند نوع از انواع فوق ساخته شود مانند ساختمانهای فلزی – بتنی یا فلزی – آجری و یا ...

• انواع ساختمان از نظر شکل : مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ ، ساختمان ها از نظر شکل به دوم گروه منظم و نا منظم تقسیم می شوند. این منظم بودن در پلان و ارتفاع مطابق استانداردها تعریف می شود.

۲-۱-۲- انواع ساختمان از نظر کاربری :

ساختمان های مسکونی ، اداری ، تجاری ، آموزشی ، درمانی و ...

۲-۱-۳- انواع ساختمان ها بر حسب اهمیت:

گروه ۱- ساختمان های با اهمیت خیلی زیاد:

در این گروه، ساختمان هایی قرار دارند که قابل استفاده بودن آنها پس از وقوع زلزله اهمیت خاص دارد و وقفه در بهره برداری از آنها به طور غیر مستقیم موجب افزایش تلفات و خسارات می شود مانند بیمارستان ها و درمانگاه ها ، مرکز آتش نشانی، مراکز و تاسیسات آبرسانی، نیروگاهها و تاسیسات برق رسانی ، برج های مراقبت فرودگاهها، مراکز مخابرات، رادیو و تلویزیون، تاسیسات انتظامی ، مراکز کمک رسانی و به طور کلی تمام ساختمانهایی که استفاده از آنها در نجات و امداد موثر می باشد. ساختمان ها و تاسیساتی که خرابی آنها موجب انتشار گسترده مواد سمی و مضر در کوتاه مدت و دراز مدت برای محیط زیست می شوند. جزء این گروه منظور می شوند.

گروه ۲- ساختمان های با اهمیت زیاد :

این گروه شامل سه دسته زیر است :

- ساختمان هایی که خرابی آنها موجب تلفات زیاد می شود مانند مدارس ، مساجد ، استادیوم ها، سینما و تئاترها، سالن های اجتماعات ، فروشگاههای بزرگ ، ترمینال های مسافری یا هر فضای سرپوشیده که محل تجمع بیش از ۳۰۰ نفر در زیر یک سقف می باشد.

- ساختمان هایی که خرابی آنها موجب از دست رفتن ثروت ملی می گردد مثل موزه ها ، کتابخانه های (به طور کلی مراکزی که در آنها اسناد و مدارک ملی یا آثار پر ارزش نگهداری می شود).

- ساختمان ها و تاسیسات صنعتی که خرابی آنها موجب آلودگی محیط زیست و یا آتش سوزی وسیع می شود مانند : پالایشگاه ها ، انبارهای سوخت و مراکز گازرسانی.

گروه ۳ – ساختمان های با اهمیت متوسط :

این گروه شامل تمام ساختمانهای مشمول آیین نامه ۲۸۰۰ به جز ساختمان های عنوان شده در سه گروه دیگر است مانند ساختمان های مسکونی و ادرای و تجاری، هتل ها، پارکینگ های چند طبق ، انبارها، کارگاهها، ساختمانهای صنعتی و ...

گروه ۴ – ساختمان های با اهمیت کم :

این گروه شامل دو دسته زیر است :

- ساختمان هایی که خسارت نسبتاً کمی از خرابی آنها حادث می شود و احتمال بروز تلفات در آنها بسیار کم است مانند انبارهای کشاورزی و سالن های مرغداری.

- ساختمان های موقت که مدت بهر برداری آنها از ۲ سال کمتر است.

۲-۲- شناخت اجزاء ساختمان :

- **پی یا فندانسیون :** پایه ای است که ساختمان برآن قرار می گیرد تا بارهای وارد به ساختمان را به شکل ایمن به خاک مناسب زیرین انتقال دهد.

- **کرسی :** کرسی چینی در واقع ایجاد سطح بزرگتری روی پی است ، ردیفهای پهن آجری روی پی چیده می شوند تا هم بار روی سطح وسیعتری زیر ستون توزیع شود و به پی منتقل گردد و هم ساختمان روی سطح بالاتری از زمین قرار گیرد تا در برابر رطوبت و سایر عوامل بهتر محافظت شود.

- **ستون :** عنصری سازه ای است که به صورت خطی (یک بعدی) نیرو را انتقال می دهد یعنی بار فشاری را که (در راستای محورش) به آن وارد می شود به پی انتقال می دهد.

ممکن است وضعیت انتهای ستون (اتصال ستون به تکیه گاه و پی) مفصلی یا گیردار یا آزاد باشد و به این ترتیب در برابر چرخش و حرکت های انتقالی حالتهای مختلفی داشته باشد.

- **تیر :** عنصری سازه ای است که به صورت خطی (یک بعدی) نیروها را انتقال می دهد. بارهای وارده ، عمود بر محور طولی آن اثر می کنند . بار وارده ممکن است باعث خمش آن شود.

- **دیوار :** دیوار سازه ای است قائم و پیوسته که ممکن است از سنگ ، آجر ، خشت ، بتن یا ... ساخته شود. نسبت ضخامت آن به طول و ارتفاعش کم است و به منظور تحمل و انتقال بار، محافظت از ساختمان (جلوگیری از نفوذ عوامل جوی مانند برف و باران و مانند آن و جلوگیری از انتقال حرارت و صوت) و یا تقسیم کردن فضاهای داخلی ساخته می شود.

• دیوارها از نظر محل قرار گیریشان به دو دسته تقسیم می شوند:

دیوار خارجی : حائل بین درون ساختمان و فضای بیرون آن

دیوار داخلی : دیوار جدا کننده فضاهای درون ساختمان

• همچنین دیوارها از نظر سازه ای به دو گروه تقسیم می شوند :

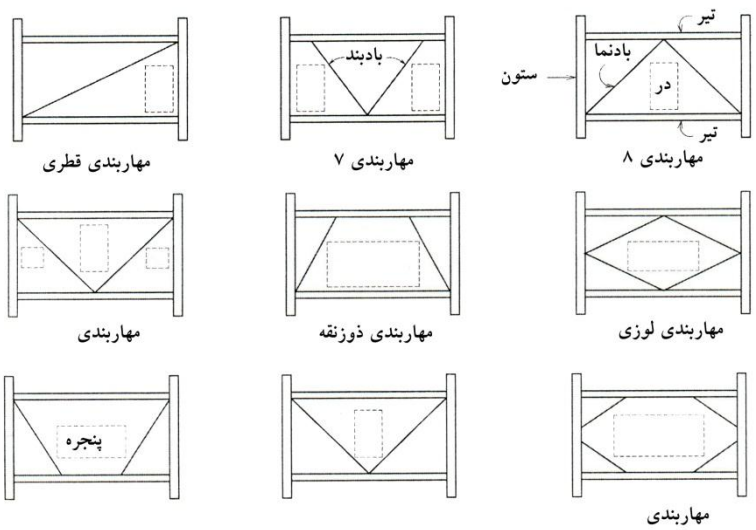
دیوار باربر : دیواری است که علاوه بر تحمل وزن خود ، وظیفه انتقال بار سقف ها و کف ها را بر عهده دارد.

دیوار غیر باربر : دیواری است که فقط وزن خود را تحمل می کند و سهمی در باربری ساختمان ندارد.

• دیوار برشی : یک قاب پر شده از بتن مسلح یکپارچه که دیواری با اتصالات صلب ایجاد کرده و برای مقاومت در برابر نیروهای جانبی در صفحه دیوار طراحی می شود را دیوار برشی گویند.

- **بادبند :** در ساختمان های اسکلت فلزی با استفاده از مقاطع فولادی ، قاب ها را در برابر حرکت حاصل از نیروهای جانبی به شکلهای گوناگون مهاربندی می کنند که بسته به طراحی سازه اشکال مختلفی دارند.

اشکال مختلف مهاربندی (بادبند) در ساختمان



مهاربندی ۸ — مهاربندی ۷ — مهاربندی قطری

مهاربندی لوزی — مهاربندی ذوزنقه — مهاربندی

مهاربندی

– **سقف :** قسمتی از ساختمان است که به منظور پوشش و تقسیم طبقات از هم ساخته می شود و در صورتی که حدفاصل بین ساختمان و محیط خارج آن باشد ، بام گفته می شود. بام ها ممکن است مسطح یا شیبدار باشند. همچنین بام ها باید طوری ساخته شوند که تغییر شکل و تابیده شدن غیرمجاز در آنها رخ ندهد و بار حاصل از سازه و پوشش بام ، عایق بندی و رویه های داخلی ، بار برف و فشار و مکش ناشی از باد را تحمل کند.

– **کف :** سطحی افقی که برای تحمل وزن افراد ، اثاثیه ، تجهیزات یا ماشین آلات طراحی و ساخته می شود کف باید به اندازه کافی سخت باشد تا زیر بار مرده ی سازه کف ، دیوارهای تقسیم ، تجهیزات ، بارهای زنده و مرده نسبتاً پایدار و افقی باقی بماند.

– **پلکان :** پلکان وسیله رفت و آمد و ارتباط میان سطح مختلف یک ساختمان و میان طبقات است و باید به گونه ای ساخته شود که امکان دسترسی آسان ، راحت ، ساده و ایمنی را توسط پله ها به بالا و پایین فراهم کند. در ضمن پله ها جزء امکانات فرار زمان آتش سوزی محسوب می شوند که در این صورت پله های فرار ضوابط خاص خود را دارند.

– **نعل درگاه :** نعل درگاه پوشش بالای دهانه ی باز در دیوارها ، ستون ها و ... است .نعل درگاه باید قادر باشد بدون خم شده (خمش) بار مثلثی قسمت آجر چینی بالای درگاهی را به ستون های دو طرف درگاه انتقال دهد. به دیوارهای دو طرف درگاه در اصلاح لغاز می گویند.

چهارچوب های در و پنجره نیز در لغاز کار گذاشته می شوند و به آن وصل می شوند. پوشش های قوسی نیز به نوعی نعل درگاه محسوب می شوند.

فصل سوم:

شناخت بارهای وارد بر ساختمان

تعریف:

بارهای وارد بریک ساختمان در واقع نیروهایی هستند که بر ساختمان اثر می کنند، این نیروها یا در اثر وزن اجزاء ساختمان یا توسط عوامل خارجی برساختمان وارد می شود.

به طور کلی بارهای وارد بر ساختمان به دو دسته بارها ی استاتیکی و بارهای دنیامیکی تقسیم می شوند.

۳-۱- بارهای استاتیکی (ساکن):

بارهایی هستند که مبنای طراحی سازه ها قرار می گیرند. مشخصه این بارها، آن است که به طور پیوسته و در طول زمان برسازه ی ساختمان اثر می کنند یعنی به طور مداوم بر سازه وارد می شوند و باعث تغییر شکل تدریجی آن در طول زمان می شوند.

بارهای استاتیکی خود به دودسته بارهای مرده و زنده تقسیم می شوند:

۳-۱-۱-بارهای مرده (ثابت) : بارهای مرده عبارتند از وزن تمام اجزای دائمی سازنده ساختمان ها مانند تیرها، ستون ها، کف ها،دیوارها، بام ها، راه پله ها و تیغه ها، وزن تاسیسات و تجهیزات ثابت نیز در ردیف این بارها محسوب می شوند.

محاسبه بار مرده در ساختمان به این ترتیب است که وزن هر متر مکعب از مصالح ساختمانی استفاده شده را از جداول کمکی موجود استخراج کرده و در ضخامت به کار رفته از آن در ساختمان، ضرب می کنند و بار را برحسب کیلو گرم بر متر مربع بدست می آورند.

به عنوان مثال برای محاسبه بارمرده ناشی از تیر بتن مسلح [۱] به ضخامت ۳۰ سانتی متر، اگر وزن مخصوص بتن مسلح را ۲۴۰۰ کیلو گرم برمتر مربع در نظر بگیریم [۲] به این ترتیب عمل می شود:

$۲۴۰۰ \times ۰/۳ = ۷۲۰ kg/m^۲$

و به این شکل بارمرده تمام اجزای سازنده ساختمان را محاسبه می کنند.

۳-۱-۲-بارهای زنده (غیر ثابت): بارهای زنده وارد بر ساختمان، بارهای هستند ناشی از عواملی غیر از وزن خود ساختمان . در واقع این بارها توسط عوامل خارجی و غیرسازه ای بر ساختمان وارد می شوند. این بارها که " سربار" نیز نامیده می شوند، شامل موارد زیر می شوند: بار ناشی از افراد ساکن در ساختمان ، اسباب و اثاثیه و مبلمان، ماشین و همچنین سایر عناصر غیر سازه ای، بار ناشی از برف، نیرو های ناشی از باد، زلزله، فشارآب و خاک و ... بارهای جراثقال ها و بارهایی که ضمن عملیات اجرای ساختمان ممکن است

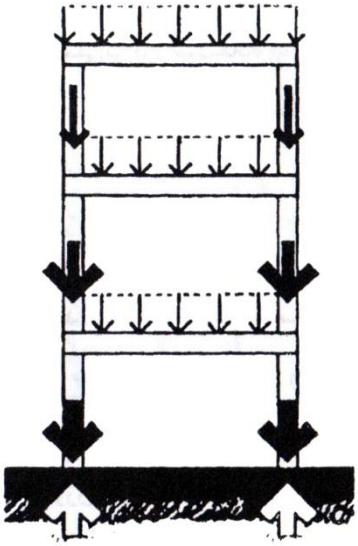
---

[۱] . بتن مسلح ، بتنی است که تاب تحمل تنش های کششی و خمشی به وسیله ی میلگردگذاری در آن افزایش یافته است. مقدار میلگرد مورد نیاز را مهندس محاسب با توجه به طرح تعیین می کند.

[۲] . این مقادیر از جدول موجود در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان (بارهای وارد بر ساختمان) استخراج شده است.

بر ساختمان وارد بیاید نیز جزء این گروه قرار دارند و باید به طور مناسبی در طراحی اجزاء مد نظر قرار بگیرند.

همان طور که می بینید، ماهیت بارهای زنده غیر ثابت است، به این ترتیب که مثلا اگر بار ناشی از افراد و ساکنین یک ساختمان را در نظر بگیریم ممکن است در یک زمان خاص سالنی پر از مدعوین و مراجعین و در زمانی دیگر خالی از جمعیت باشد. یا ممکن است اتاقی در زمانی پر از اسباب و اثاثیه گردد و در زمان دیگر خالی گذاشته شود. بنابراین، این نیروها ثابت نیستند و ممکن است به طور کامل یا جزئی وجود داشته باشند یا اصلاً حذف شوند اما چون این نیروها نیز به صورت آهسته برساختمان اثر می گذارند و عمل می کنند نیروهای استاتیکی به حساب می آیند. در مورد نیروهای استاتیکی در یک ساختمان، بار هر طبقه با افزوده شدن به طبقه زیرین خود از طریق ستون ها ودیوارها به پی انتقال می یابد بنابراین مقدار بار وارده از بالا به سمت پی افزایش می یابد.



تجمع بارهای استاتیکی، رو به پایین در ارتفاع یک ساختمان.

بنابراین بار مرده و زنده از دو جهت با هم تفاوت دارند. یکی اینکه بار مرده یا ثابت همیشه وجود دارد اما بار زنده، غیر ثابت است و تفاوت دیگر در تعیین مقدار آنهاست. میزان بارها ی مرده از طریق محاسبه بدست می آید در حالیکه بارهای زنده، باربرف، باد و ... براساس شواهد علمی بر مبنای مراجع مستند فنی و جداول مقررات ملی ساختمان تعیین می شوند. مقررات ساختمانی میزان آنها را براساس بررسی ها و تحقیقاتی که در مورد ساختمان های موجود انجام داده اند، معین می کنند.

بارهای زنده با توجه به نوع کاربری ساختمان و یا هر بخش از آن و مقداری که احتمال دارد در طول مدت عمر ساختمان به آن وارد گردد تعریف می شوند. بارهای زنده نباید کمتر از آنچه در ضوابط بحث ششم مقررات ملی ساختمان تعیین شده است، در نظر گرفته شود.

۳-۱-۳- بار برف: باربرف بنا بر تعریف، وزن لایه برفی است که براساس آمار موجود در منطقه احتمال تجاوز از آن در سال کمتر از ۲درصد (دوره بازگشت ۵۰ سال) است. بار برف مبنا، مقداری است که برای بار برف در مناطق مختلف کشور تعیین می شود.

در مقررات ملی ساختمان ،کشور ما از لحاظ میزان بار برف به ۶ منطقه از مناطق با برف نادر تا مناطق با برف فوق العاده سنگین تقسیم می شود.

علاوه بر اقلیم و منطقه ای که ساختمان در آن واقع شده است، شکل بام هم سهم مهمی در شدت باربرف دارد، بام با شیب تند بار کمتری را داراست اما بارش برف برروی یک بام مسطح باعث ادامه افزایش بار روی آن می شود چرا که برف روی یک سقف شیبدار وقتی به میزان خاصی برسد، روی آن می لغزد و هر قدر شیب سقف تندتر باشد این لحظه زودتر فرا میرسد.

۳-۱-۴- بار باد: ساختمان ها و سازه ها و کلیه اجزاء و پوشش های آنها باید با توجه به حداکثر سرعت باد در منطقه، ارتفاع و شکل هندسی ساختمان ها و میزان حفاظتی که موانع مجاور برای آنها در مقابل باد ایجاد می کنند، محاسبه شوند.

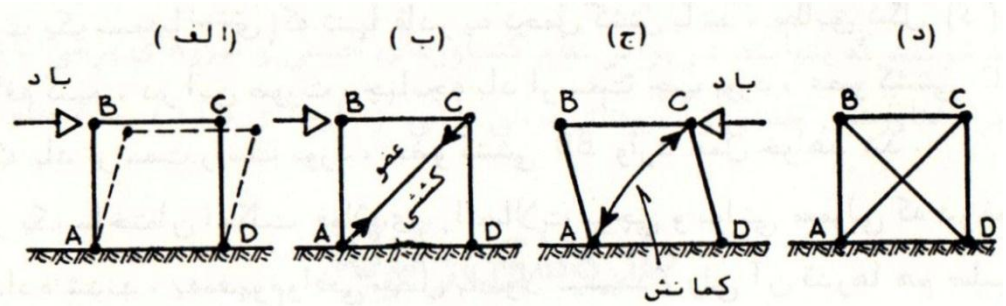
جریان یکنواخت آیرودینامیکی باد در اطراف ساختمان به صورت نیروی ساکن (استاتیکی) فرض می شود. به شرط مهاربندی مستحکم یک ساختمان در طبقات و دیوارهایش، در صورتی که ارتفاع یک ساختمان از دو برابر حداقل عرض آن بیشتر نباشد، می توان از اثرباد بر اعضای سازه صرف نظر نمود.

نیروهای فشار و مکش در اطراف ساختمان های سبک امروزی ممکن است سبب جداشدن پوشش ها و بلند شدن سقف ساختمان از جایش شود. از این رو در نظر گرفتن نیروی باد و برقراری اتصالات محکم میان اجزاء ساختمان حائز اهمیت است.

هم چنین فشار باد می تواند سبب واژگونی ساختمان شود، معمولا وزن ساختمان خود مانع از این اتفاق می شود اما اگر محاسبات سازه ای امکان واژگونی را نشان دهد، ساختمان بایستی به کمک پی های سنگین مهار شود. برای مهار ساختمان در برابر باربار از شیوه زیر استفاده می شود:

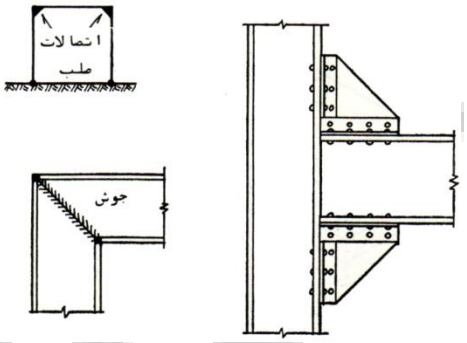
۱. استفاده از بادبند: باید تدابیر لازم برای مقاومت در برابر تغییر مکان جانبی ناشی از باد اندیشیده شود. به عنوان مثال اگر سازه دارای اتصالات مفصلی باشد، نیروی افقی باد باعث در هم شکستن یک قاب می شود و به همین دلیل بادبندها برای مقابله با نیروهای جانبی تعبیه می شوندباتوجه به شکل زیر اگر قابABCD را در نظر بگیریم وقتی نیروی باد به آن وارد می شود سازه گسیخته می شود (شکل الف)، اگر عضو قطری (کششی) AC را به آن بیافزاییم مانع از تغییر مکان قاب خواهد شد. (شکل ب) اما اگر باد از سمت مخالف بوزد عضو AC دچار کمانش می شود (شکل ج) و درصورتی که این عضو بیش از اندازه لاغر (نازک و ظریف) باشد، شکسته خواهد شد. باتوجه به اینکه افزایش ضخامت مقطعAC توجیه اقتصادی ندارد، برای جلوگیری از تغییر مکان جانبی قاب، بهتر است عضو BD رابه آن بیافزاییم تا در جهت دیگر نیز مهاربندی شود. (شکل

د) اعضا AC و BD با توجه به طول دهانه و عملکرد پروژه از نوع پروفیل مناسب (نبشی ، ناودانی و حتی تیر آهن) انتخاب می شوند و بایستی در عمل قادر به تحمل کشش باشند.



در ساختمانهای با اسکلت فولادی اتصالات پرچی و بولتی به قدری صلب نیستند که بتوانند در برابر تغییر مکان جانبی ناشی از باد مقاومت کنند اما در یک ساختمان نمی توان تمام قابها را مهاربندی کرد. بنابراین بر طبق نقشه های تهیه شده و محاسبات تنها مهاربندی دهانه های معین شده کفایت می کند. ضمن اینکه این کار دست طراح را برای طراحی نما و تعبیه باز شوها باز می گذارد. اما برای تقویت اتصالات، باید اتصالات بین تیرها وستون ها به اندازه ای صلب باشد که در برابر فشار باد، مقاومت کند. در زیر نمونه هایی از اتصالات قادر به تحمل نیروی باد را در شکل مشاهده می کنید.

۲.ایجاد اتصالات گیردار بین تیرها و ستون ها[۳]



۳.دیوار برشی[۴]: اگر ساختمان دارای اسکلت بتنی باشد، پرکردن یک قاب به صورت بتن مسلح یکپارچه باعث می شود اتصالات صلب باشد و دیگر از بادبندهای ضربدری در چنین ساختمانهایی استفاده نمی شود. این ساختمان ها با سیستم دیوار برشی ساخته می شوند. طبق تعریف، دیوار برشی، دیواری است که برای مقاومت در برابر نیروهای جانبی که در صفحه دیوار عمل می کند طراحی شده است و به آن دیافرگم قائم نیز گفته می شود.

۴.ایجاد هسته مرکزی صلب که همه طبقات باگیرداری به آن متصل شده است.

---

[۳]. اتصال صلب (گیردار) به این مفهوم است که اعضاء قابلیت چرخش نداشته و به صورت کاملاً گیردار به هم متصل شده باشند. به این ترتیب که ممان خمشی در آن به وجود می اید. اما در مورد اتصال مفصلی ، اعضاء قابلیت چرخش را دارند.

[۴] Shear Wall

۳-۱-۵- بارهای ناشی از فشار خاک و آب:

- بارهای وارد بر دیوارها ی حائل: دیوارهای زیر زمین ها و سایر سازه های مشابه باید با توجه به نیروی ناشی از فشار خاک و آب که بر آنها وارد می آید، طراحی شوند. فشار خاک باید باتوجه به مشخصات مکانیکی تعیین گردد، این فشار نباید از حد معینی کمتر درنظر گرفته شود.
- فشار برکنش برکف ها: در طراحی کف زیرزمین ها وسایر سازه های مشابه، اثر فشار برکنش آب زیرزمینی باید به صورت فشار کامل ایستایی بر تمام کف در نظر گرفته شود. این فشار باید براساس اختلاف رقوم زیر کف نسبت به بالاترین سطح آب زیرزمینی محاسبه شود.

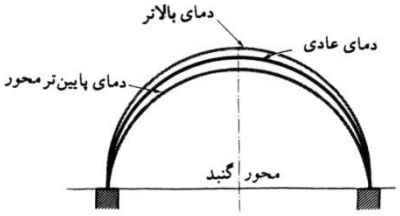
۳-۱-۶- بارهای ناشی از زلزله: ساختمان ها و اجرای آنها باید برای اثر ناشی از زلزله براساس ضوابط مبحث ششم مقررات ملی ساختمان و بر طبق آخرین ویرایش آیین نامه ۲۸۰۰ طراحی و ساخته شوند، زلزله مبنای طراحی که " زلزله طرح " نامیده می شود، زلزله ای است که احتمال وقوع آن در ۵۰ سال عمر مفید ساختمان کمتر از ده درصد باشد، به علاوه ساختمانهای با اهمیت خیلی زیاد یا ساختمان های بلندتر از ۵۰ متر و یا بیشتر از ۱۵ طبقه باید ضوابط ویژه ای را برای اثر ناشی از زلزله که احتمال وقوع آن در ۵۰ سال بیشتر از ۹۹/۵ درصد است جوابگو باشد.

۳-۱-۷- بارهای ناشی از تغییر درجه حرارت: انبساط و انقباض حرارتی که برای همه مصالح در اثر تغییر درجه حرارت فصول مختلف ، روز و شب پیش می آید، می تواند خطر آفرین باشد. یک پل بتنی به طول یک کیلومتر طی فاصله زمانی بین زمستان و تابستان تقریباً ۴۰ سانتی متر منبسط می شود. اگر از این انبساط جلوگیری شود. نیروهای عظیم حرارتی به وجود خواهد آمد که سبب خرابی پل می شود. به این منظور باید پل به گونه ای طراحی شود که امکان تغییر طول پل در زمان های مختلف وجود داشته باشد. به همین علت است که پل ها درزهای انبساط دارند. درز انبساط فاصله ای است که در زمان ساخت، در طول پل، برای انبساط هایی که بعداً اتفاق می افتد در نظر گرفته می شود و در یکی از دو انتهای پل تکیه گاه غلتکی تعبیه می شود تا جابه جایی بدون هر گونه خرابی بتواند انجام بگیرد.

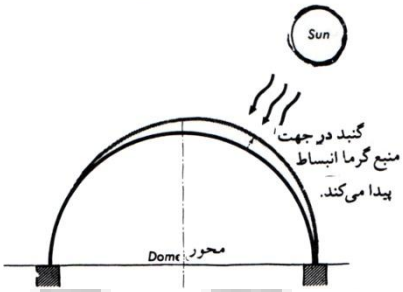
ساختمان های پیوسته طویل نیز عیناً به همین دلیل انبساط پیدا می کنند و لازم است در آنها به تنش های انبساطی توجه شود. به همین علت معمولاً قاب بتن آرمه ساختمان به طول هایی که بیش از ۳۰ متر دیوار آجری به طول هایی که بیش از ۱۰ متر نباشد، تقسیم می شوند. در این فواصل درزهای انبساط تعبیه می شوند. به طوری که بخش های سازه از نظر فیزیکی جدا شود و بتواند بدون اینکه به سازه خسارتی وارد شود منبسط گردد.

همچنین شرایط مشابهی برای گنبدهای بزرگ وجود دارد که در اثر تغییر درجه حرارت، تغییر شکل می دهند. همان طور که می دانید، گنبدها پایه های زیر زمینی متصل شده است و در نتیجه تغییر درجه حرارت در پوسته آن به سمت بالا و پایین حرکت می کند و در اصطلاح گنبد، نفس می کشد و گاه هم به گونه ای نا متقارن در اثر وجود منبع گرما در یک سمت خود، دچار اعواج می شود.

در نتیجه هر چه سازه صلبیت بیشتری در برابر تغییر مکان ناشی از تغییر درجه حرارت از خود نشان دهد، امکان در هم شکستن آن بیشتر است.



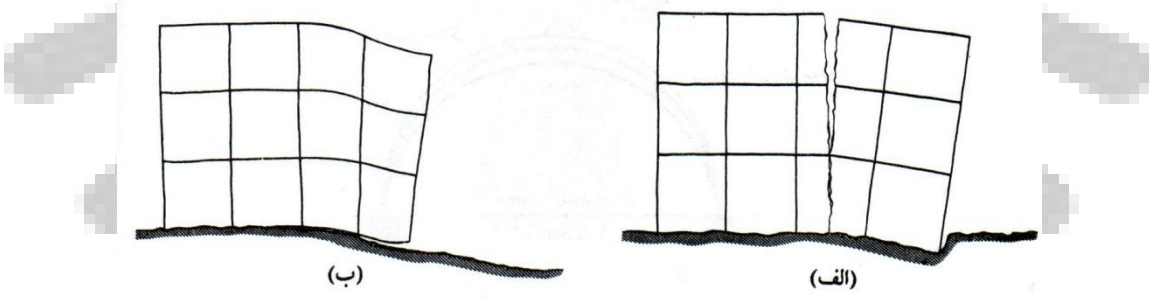
شکل ۹-۲ حرکات حرارتی گنبد



۳-۱-۸- بارهای ناشی از جمع شدگی: پس از مدت زمانی به طور یقین مصالح ساختمانی مانند بتن، جمع شدگی پیدا خواهند کرد و بدین ترتیب تنش هایی به وجود می آید که ممکن است ایجاد ترک کند. با یکی از دو روش زیر یعنی ایجاد درز انبساط و انقباض و یا با مسلح نمودن بتن با میلگرد به طوری که در برابر جمع شدگی مقاومت کافی داشته باشد می توان از به وجود آمدن ترکها جلوگیری کرد.

۳-۱-۹- بارهای ناشی از نشست ساختمان: وقتی پی یک قسمت از ساختمان، بیشتر از سایر قسمتها (به علت غیر یکنواخت بودن مقاومت خاک زیرین) در زمین فرو برود و در اصطلاح نشست کند باعث می شود یکی از دو حالت زیر برای ساختمان پیش بیاید.

- قسمت روی پی نشست کرده، از بقیه ساختمان بریده و جدا می شود.
- قسمت روی پی نشست کرده، به صورت معلق در می آید.



اگر قسمتی از ساختمان بیشتر از قسمت دیگر نشست کند. در این صورت در سازه تنش هایی ایجاد می شود. هرچه سازه صلب تر باشد، این تنش ها شدید تر خواهند بود. مگر اینکه دو قسمت ساختمان از نظر فیزیکی جدا از هم باشند. یک بلوک ساختمانی بلند چسبیده به ساختمان کوچکتر همین مسائل را دارد، در محل اتصال آنها ترک هایی پیدا می شود، در نتیجه هر دو ساختمان باید به طور فیزیکی مجزا شوند یا با سازه قابل ارتجاع به هم متصل گردند. در این نوع سازه ها که دو ساختمان بلند مرتبه و کم ارتفاع درکنار هم قرار می گیرند، به جای درز انبساط، از درز انقطاع استفاده می شود.[۵]

[۵]. درز انبساط، درزی است که از روی پی شروع می شود و تا روی بام ادامه دارد اما درز انقطاع، درزی است که پی را نیز قطع می نماید.

۳-۲- بارهای دنیامیکی (متحرک):

بارهای دنیا میکی بر خلاف بارهای استاتیکی هم ازنظر مقدار و هم از نظر محل اثر سریعاً تغییر می کنند و به صورت ناگهانی بر سازه اثر می کنند.

بارهای دنیا میکی به دو دسته بارهای ضربه ای و بارهای تشدید شونده تقسیم می شوند.

۳-۲-۱- بارهای ضربه ای: وقتی یک بار یک کیلویی را به آرامی روی ترازو قرار می دهیم. ترازو، وزن یک کیلو گرم را نشان می دهد اما اگر آن را باشتاب و به صورت ضربه آنی روی ترازو بکوییم، عقربه ترازو در ابتدا وزن بیشتری را نشان می دهد که در حدود چندین برابر وزن واقعی جسم می باشد. این مثال، تاثیر شدید و خطر ناک نیروهای آنی و ضربه ای (بارهای دینا میکی) را نشان می دهد. یعنی اثر بارهای دینامیکی خیلی بیشتر از اثر همان بارها به صورت استاتیکی است.

به همین ترتیب وقتی که زلزله باعث حرکت ناگهانی زمین می شود، پی ساختمان هم به یکباره تحت تاثیر نیروهای شدید قرار می گیرد و شروع به حرکت می کند. این در حالی است که قسمت بالای ساختمان مطابق اصل ماند[۶]، تمایل به سکون دارد.

بارهای دیگری نیز در ساختمان، ممکن است به صورت بار ضربه ای در نظر گرفته شود. در هنگام محاسبه بارهای زنده ی سازه هایی که در آنها شرایط ارتعاش و ضربه به صورت غیر متعارف وجود دارد ، در نظر گرفته شود. بایستی این بارها با ضرایب ضربه تعیین شده در مبحث ششم مقررات ملی ساختمان افزایش داده شوند. این بارها شامل موارد زیر می شود:

آویزهای کششی، نگهدارنده کف ها و بالکن ها، سازه های نگهدارنده ماشین آلات مثل وزن ماشین، ملحقات و بارهای متحرک آنها که با حرکت های خاص خود ممکن است موجب بارهای ضربه ای شوند و همچنین سازه های نگهدارنده آسانسورها.

۳-۲-۲- بارهای تشدید شونده: بارهای تشدید شونده بارهایی هستند که با ریتم مخصوص با نوسان طبیعی سازه ساختمان هماهنگ می شوند. طنین ناقوس ها از بارهای دینا میکی بزرگی در ناقوس برج حاصل می گردد و جریان هوای اطراف یک دودکش پیش ساخته باعث نوسان آن می شود.

همه ساختمانها حالت ارتجاعی و تمایل به نوسان دارند، مثلا وقتی که باد می وزد، ساختمان در واقع از یک سو به سوی دیگر نوسان می کند. زمان نوسان سازه (فرکانس طبیعی سازه) بستگی به اندازه و سختی آن دارد. اگر این زمان با اثر دینامیکی زمین لرزه هماهنگ شود، می تواند اثرات بسیار مخربی روی سازه داشته باشد.

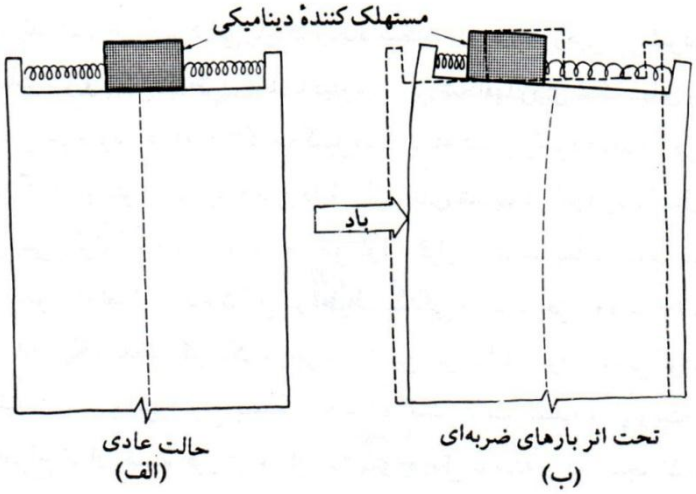
حضور بارهای تشدید شونده در ساختمان به بارهای ناشی از زلزله محدود نمی شود. ارتعاش ماشین آلات و دستگاهها در ساختمان هم ممکن است با فرکانس طبیعی سازه هماهنگ شود. همچنین نیروی پیچشی باد و حرکت نوسانی آن نیز ممکن است فرکانس طبیعی یک سازه تشدید شود و در نهایت موجب تخریب شوند. یکی از تمهیداتی که برای مقابله با نوسانات هماهنگ زلزله با فرکانس طبیعی ساختمان اندیشیده اند،

---

[۶]. اصل ماند یا قانون اول نیوتن بیان می کند که اجسام همواره تمایل دارند وضعیت سکون یا حرکت با سرعت ثابت خود را حفظ نمایند.

«مستهلک کننده های دینا میکی» هستند. مستهلک کننده های دینا میکی در واقع توده بزرگی از بتن هستند که با فنرهایی به دیوارهای ساختمان متصل می شوند و روی لایه ای روغن بر بام ساختمان می لغزند. در واقع تناوب مستهلک کننده های دینامیکی را با دوره تناوب ساختمان اما در جهت مخالف تنظیم می کنند تا ساختمان به کمک فنرهای اتصالی پایدار بماند و نیروهای وارده به این ترتیب مستهلک شوند.

در مورد دود کشی که بر اثر شکل منظم چرخش باد به دور خود دچار حرکت نوسانی می شود نه شدت باد، برای نامنظم ساختن این چرخش که نوسان دودکش را متوقف کند، ساخت ورقه مارپیچی به دور دودکش لازم است.



عکس‌العمل مستهلک کنندهٔ دینامیکی :

الف - در حالت عادی ب - تحت اثر بارهای ضربه‌ای

فصل چهارم:

مصالح ساختمانی

مواد و مصالح ساختمانی به صورت طبیعی یا همراه با فرآیند هایی به صورت مصنوعی از پوسته زمین بدست می آیند و ویژگی های آنها به سه دسته خواص فیزیکی ، خواص مکانیکی و خواص شیمیایی تقسیم می شوند.

خواص فیزیکی مصالح شامل جرم مخصوص ، تخلخل ، رنگ، قابلیت جذب آب، قابلیت هدایت حرارتی ، مقاومت در برابر یخ زدگی و ... می باشد.

خواص مکانیکی مصالح ساختمانی شامل مقاومت و پایداری آنها در برابر نیروهای خارجی نظیر کشش ، فشار ، پیچش ، خمش و ... می باشد.

خواص شیمیایی مصالح ، مقاومت مصالح در برابر اسیدها ، بازها و همچنین کاربرد شیمیایی آنهاست. زنگ زدگی ، اکسید شدن ، خوردگی و ... نیز در این گروه بررسی می شوند.

۴-۱- خاک ها:

۴-۱-۱-۱ انواع خاک از نظر اندازه ذرات : خاکها از نظر اندازه دانه های تشکیل دهنده اشان به خاک رس ، لای ، ماسه و شن تقسیم بندی می شوند. شن را درشت دانه ، ماسه را میان دانه و خاک رس را ریز دانه می نامند.

دانه بندی خاک در مصرف آن برای مقاصد مختلف کارهای ساختمانی و راهسازی اهمیت دارد که ضوابط آن در هر مورد در استانداردهای ملی تعیین شده است.

در نمودار زیر حدود اندازه دانه ها برای هر نوع خاک نشان داده شده است:

دانه بندی خاک ممکن است به وسیله الک کردن انجام شود. یک راه دیگر آن است که خاک دارای مخلوط رس ، لای و ماسه را در آب بریزند و به هم بزنند پس از مدتی دانه های درشت تر و سنگین تر ماسه ته نشین می شود و روی آن دو لایه مجزای لای و خاک رس قرار می گیرد. خواص مکانیکی خاک نیز توسط آزمایش های خاک تعیین می شود.

خاک خوب ، خاکی است که مخلوطی از دانه های ریز و درشت باشد تا قفل و بستی بین دانه ها حاصل شده و در نتیجه استحکام آن بیشتر و تاب تحمل بارهای سنگین توسط آن بیشتر باشد. دانه های گوشه دار بهترین مصالح برای ساختمان سازی هستند زیرا به علت اصطکاکی که بین دانه های آن وجود دارد ، روی هم نمی لغزند و استحکام بهتری ایجاد می کنند.

هر چه دانه های خاک ریزتر باشند ، شکل پذیری خاک بیشتر خواهد بود به همین دلیل اگر ماسه موجود در ملات ماسه سیمان فاقد ریز دانه باشد ،کار کردن با آن مشکل است زیرا چنین ملاتی زیر ماله شکل نمی گیرد.

- **خاکهای رسی (Clayey Soil)** :خاک رس ، مهمترین خاک مورد استفاده در صنعت ساختمان است و تنها چسب طبیعی محسوب می شود. مواد اصلی تشکیل دهنده خاک رس ، اکسید آلومینیوم (آلومین : Al_2O_3) ، اکسید سیلیسیم (سیلیس $(SiO_2$ و مقداری آب تبلور است. اکسید های دیگری نیز به صورت ناخالصی در خاک رس یافت می شوند که سبب رنگی شدن آن می شوند.

اغلب مصالح ساختمانی وقتی با آب مخلوط می شوند در هنگام خودگیری و سخت شدن کاهش حجم پیدا می کنند و این ویژگی سبب ترک خوردگی می شود. هر چه میزان جذب آب توسط خاک بیشتر باشد ، میزان انقباض آن نیز بیشتر می شود ، خاک رس در مجاورت آب به شدت متورم می شود و در نتیجه پس از جذب آب ، نفوذپذیری آن شدیداً کاهش می یابد و تا زمانی که خیس است آب نمی تواند در آن نفوذ کند. از این رو برای آب بندی بام ها، کف نهرها ، دیوارها ، کف آبگیرها و ... مورد استفاده قرار می گیرد. ویژگی دیگر خاک رس قدرت شکل پذیری آن بدون ترک خوردگی و تغییر است. هرچه دانه های خاک رس ریزتر باشند ، خاک مرغوب تر است.

امروزه خاک رس در تهیه مصالحی نظیر ملات گل ، ملات کاه ، ملات گچ و خاک ، ساخت خشت خام ، آجر ، سفال ، کاشی ، سرامیک و پوکه صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد و از طرفی به عنوان تشکیل دهنده محیط و بستر در زیر پی ها ، پایه پل ها ، ایجاد خاکریزها و زیرسازی جاده ها کاربرد دارد.

- **لای (Silt)** : لای ذرات ریزدانه با خاصیت خمیری بسیار اندک است . نوعی از این خاک که دارای حداقل خاصیت خمیری است ، آرد سنگ (Rock Flour) و نوع دیگر آن که خاصیت خمیری بیشتری دارد لای خمیری (Plastic Silt) می نامند. لای را اغلب با رس اشتباه می گیرند اما با آزمایش های ساده صحرایی می توان این دو را از هم شناخت.
- **ماسه (Sand)** : ماسه ها و شن ها از تجزیه کانی های مقاوم نظیر کوارتز به وجود می آیند. ماسه به ذرات سنگهای طبیعی گفته می شود که ابعاد آن بین ۰/۰۶ تا ۲ میلی متر باشد.

از ماسه برای تهیه انواع ملات ها ، آجر ماسه آهکی ، بتن و ... استفاده می کنند.

ماسه بر اساس منبع خود به دسته های زیر تقسیم می شوند:

- **ماسه رودخانه ای (River Sand)**: این ماسه گرد گوشه و دارای سطحی صاف است و معمولاً در بستر رودخانه ها پیدا می شود.

- **ماسه کوهستانی (Quarry Sand):** تیز گوشه است و در ساخت بتن چسبندگی بهتری با سیمان ایجاد می کند. در پای کوهها و حوالی بستر اولیه رودخانه ها بدست می آید.
- **ماسه بادی (Blown Sand)** : معمولاً کروی است. از دانه های بسیار ریز تشکیل شده است (حداکثر ۰/۲ میلی متر) به همین دلیل برای ساخت بتن مناسب نیست ، هرچند مقاومت خوبی دارد. این ماسه در کویرها و سواحل دریاها و حاشیه برخی رودها یافت می شود.

- **ماسه ساحلی:** این ماسه در سواحل دریا یافت می شود و همیشه با مقداری املاح همراه است.
- **ماسه شکسته (Stone Sand)** : این ماسه به طور مصنوعی و از خرد کردن سنگهای متراکمی مانند گرانیت بدست می آید. این دانه ها نیز تیز گوشه است و برای ساختن بتن مناسب است.
- **شن (Gravel)** : شن طبیعی عموماً از بستر رودخانه ها بدست می آید و از این رو اغلب گرد گوشه است. معمولاً با ماسه مخلوط می باشد که آنها را با الک از هم جدا می کنند و شن فاقد ساختار است یعنی ذرات شن خالص تماماً از هم جدا هستند. شن تیز گوشه برای تهیه بتن مناسب است.

- **قلوه (Boulder)** : مصالح سنگی درشت تر از شن را قلوه می گویند.

۴-۱-۲- انواع خاک از نظر چسبندگی :

خاک ها از یک دیدگاه به دو گروه چسبیده تقسیم می شوند. خاکهای چسبیده خاکهایی هستند که نیروی چسبندگی در آن باعث نگهداری دانه ها روی هم می شود اما در خاکهای غیر چسبیده دانه ها فقط به دلیل اصطکاک کنار هم نگه داشته می شوند. شن و لای و ماسه خاکهای غیر چسبیده و خاک رس ، خاک چسبیده به شمار می آیند.

۴-۱-۳- انواع سنگدانه ها از نظر توده ویژه :

- **سنگ دانه های معمولی** : سنگدانه های معمولی از بستر سیل رودها و رودخانه ها یا کوهها بدست می آیند. ممکن است به شکل طبیعی خود یا به صورت خرد شده به مصرف برسند. ظاهر آنها ممکن است گرد گوشه یا تیز گوشه باشد .
- **سبکدانه ها:** تخلخل زیادتری نسبت به سنگدانه های معمولی دارند و در ساخت بتن سبک باربر و عایق حرارتی ، ملات ها ، اندودها ی سبک ، بلوک های بتنی سبک و به تنهایی برای پر کردن فضاهای خالی مانده به منظور سبکی و عایق کاری حرارتی و صوتی استفاده می شوند.

سبکدانه ها به دو دسته طبیعی (مثل پوکه سنگ و برخی توف ها و ..) و مصنوعی (در ایران شامل پوکه رسی یا خاک رس منبسط شده (لیکا) و پرلیت منبسط شده) تولید می شوند.

- **سنگین دانه ها :** دانه هایی هستند که عمدتاً در ساخت بتن های سپر پرتوهای هسته ای و زیان بار به مصرف می رسند و ممکن است طبیعی (مثل باریت ، هماتیت ، ژئوتیت) یا مصنوعی (مثل آهن ، فولاد ، فروفسفرها ، ترکیبات بور) باشند.

۴-۲- آجر :

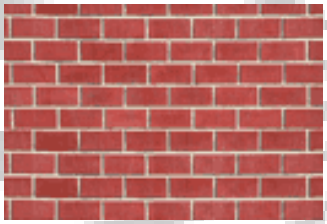
آجر سنگی ساختگی (مصنوعی) است که در انواع رسی ، ماسه آهکی ، بتنی و ... به شکلهای گوناگون تولید می شود. از آجر در دیوارچینی ، کف سازی ، نماسازی داخلی و خارجی ، ساخت انواع سقف ها ، شیب بندی بام (به وسیله ضایعات آجر) و ... استفاده می شود.

۴-۲-۱- انواع آجر بر حسب روش تولید :

- **آجرهای رسی دستی :** این آجرها مکعب مستطیل هایی توپر هستند که شامل آجر فشاری ، آجر قزاقی و آجر نما می شوند.

آجر فشاری

آجر قزاقی



آجر نما

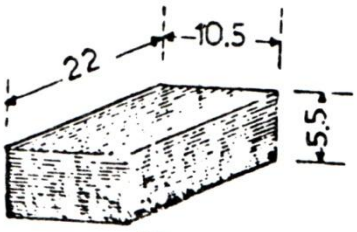
- **آجر های رسی ماشینی و نیمه ماشینی :** به اشکال مختلف برای ساخت نما ، بلوک های جدا کننده ، بلوکهای سقفی ، فندوله و ... به کار می روند.

نوع آجر	طول (mm)	عرض (mm)	ضخامت (آجر معمولی) (mm)	ضخامت (آجر نما) (mm)
آجر ماشینی	۲۲۰±۲	۱۰۵±۱	۵۵±۱	۳۰±۱
آجر دستی	۲۱۰±۴	۱۰۰±۳	۵۵±۲	۳۰±۲

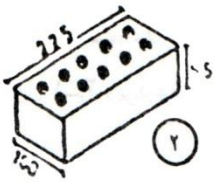
۴-۲-۲- انواع آجر بر حسب شکل :

- **آجر توپر :** آجری که حجم فرو رفتگی در آن از ۲۰ تا ۲۵ درصد حجم آجر تجاوز نکند و مساحت هر سوراخ نیز از $۳۰۰۰mm^۲$ بیشتر نباشد.
- **آجر سوراخدار :** آجری که حجم سوراخهای درونش از ۲۵ درصد حجم بیشتر باشد ولی مساحت سوراخ از $۳۰۰۰mm^۲$ بیشتر نشود.
- **آجر تو خالی (مجوف) :** آجری که حجم سوراخهای درون آن از ۲۵ درصد حجم آجر بیشتر باشد و هیچگونه محدودیتی در ابعاد سوراخ ها ندارد. این دسته از آجرها سبکتر بوده و هدایت حرارتی آنها نیز کمتر

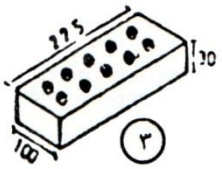
است و سرعت اجرای آنها به دلیل حجم بزرگترشان بیشتر ست . این آجرها در دیوارهای غیر باربر و سقف ها در ساختمانهای اسکلت فلزی و بتنی استفاده می شوند.



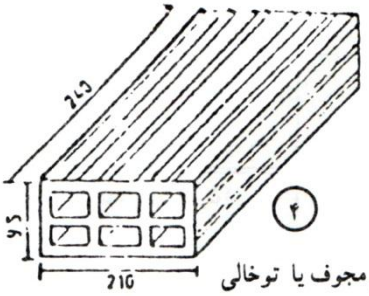
آجر توپر



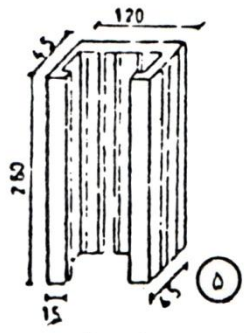
آجر سوراخ‌دار ۵ سانت



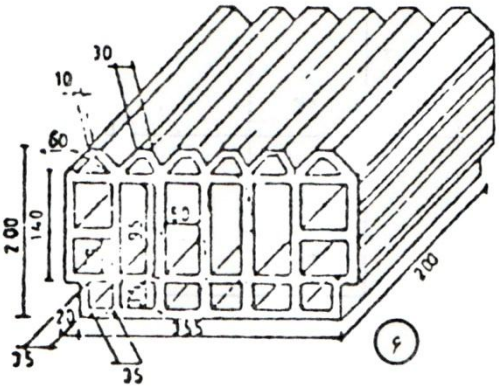
آجر سوراخ‌دار ۳ سانت



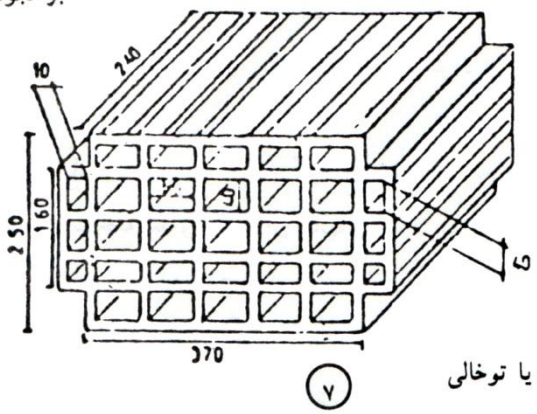
آجر مجوف یا توخالی



آجر مجوف یا توخالی



آجر مجوف یا توخالی



آجر مجوف یا توخالی

۴-۲-۳- انواع آجر بر حسب نوع مصرف :

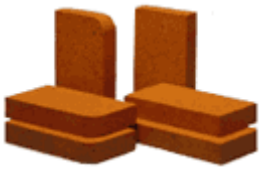
- **آجر معمولی :** برای کارهای عمومی ساختمانی ، سفت کاری ها و ... به کار می روند و معمولاً به ضخامت ۵/۵ سانتی متر تولید می شود و استفاده از آن در ساخت اعضای غیر باربر توصیه شده است.
- **آجر نما :** آجری است که از نظر ظاهری و رنگ حتی المقدور صاف و تمیز و یکدست است و در موقع مصرف در ساختمان احتیاج به اندود کاری و پوشش های دیگر ندارد و معمولاً در ضخامت های ۳ و ۴ و ۵/۵ سانتی متر تولید می شود.
- **آجر مهندسی :** آجری است متراکم و پر مقاومت با میزان جذب آب نسبتاً کم و برای ساخت اعضای باربر به کار گرفته می شود و فقط به روش ماشینی تولید می شود.

۴-۲-۴- انواع آجر بر حسب مصالح سازنده آن :

ترکیبات خاکی که ماده اولیه آجر می باشد در کیفیت و ویژگی های آجر حاصل موثر است.

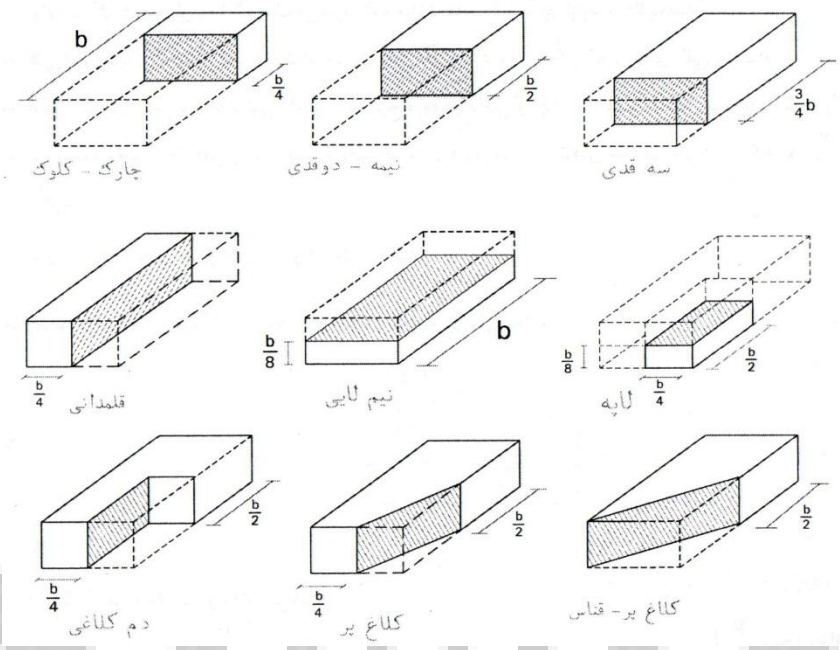
- **آجر رسی :** از پخت خشت در دمای حدود $1000\ ^{\circ}C$ به دست می آید.
- **آجر ماسه آهکی :** از عمل آوردن خشت ماسه آهکی با بخار تحت فشار زیاد بدست می آیند ، آجرهای ماسه آهکی در اکثر قسمتهای ساختمان (قسمتهای باربر و نما) به کار گرفته می شوند و به دلیل کیفیت خاصی که دارند می توانند در هر شرایط جوی استفاده شوند. این آجر ها معمولاً به صورت تو پر و سوراخدار به ابعادی در حدود آجر رسی یا مضاربی از آن ضمن در نظر گرفتن ضخامت لایه ملات ساخته می شوند. همچنین به صورت مجوف و نیز در قطعات نازک و کم ضخامت برای مصرف در نماسازی تولید می شوند. آجر های ماسه آهکی دارای مقاومت فشاری بالایی هستند. این آجر ها در برابر یخ زدگی و سایش ، آبهای زیر زمینی و بسیاری از سولفاتها مقاومند. اما در برابر اسیدهای معدنی مقاومت چندانی ندارند. کیفیت عایق حرارتی و مقاومت آنها در برابر آتش شبیه آجرهای رسی متراکم است.

- **آجر بتنی :** نوعی بلوک سیمانی توپر است.
- **آجر نسوز :** این آجرها معمولاً از خاکهای نسوز تهیه می شوند. در کارهای تاسیساتی مانند دیگ های آب گرم و بخار تابع شرایط ویژه به کار می روند.



۴-۲-۵- انواع آجر بر حسب تقسیمات:

تقسیمات آجر و اسامی آنها به صورت زیر می باشد:



۴-۲-۶- الزامات کاربردی آجر مصرفی در ساختمان :

آجر خوب باید دارای قدرت جذب به طور مناسب باشد یعنی نه آنقدر زیاد که در زمستان منجر به یخ زدگی شود و نه آنقدر کم که ملات به آن بچسبد. آجر باید خوب پخته شود و دارای سطوح عاری از ترک و لبه های صاف و قائمه باشد. دارای دانه های سنگی کوچک و ذرات آهک منبسط شونده و شوره زدگی بیش از حد نباشد. آجر خوب ، آجری است که هنگام ضربه زدن به آن صدای زنگ بدهد. مقاومت فشاری کافی داشته باشد و در برابر هوازدگی و آتش سوزی مقاوم باشد.

آجرها باید توسط اتصالات و بسته های فلزی ضد زنگ به هم متصل شوند یا تمام قسمتهای اتصالشان در داخل ملات یا دوغاب قرار بگیرد. در حمل و نقل آجرها باید دقت لازم صورت بگیرد . آجر ها و بلوک های انبار شده باید در محل تمیز و سرپوشیده به دور از تماس با خاک و رطوبت و یخ و برف باشند.

مصرف تکه آجر شامل سه قد ، نیمه ، چارک و کلوک در قسمتهای درونی و پشت کار و نیز در مکانهایی که مصرف آجر درست مقدور نیست مجاز است و آجرهای کهنه هم در صورتی که مطابق مشخصات و کاملاً تمیز باشند می توانند به کار بروند ولی بهتر است به همراه آجرهای تو در پشت کار از آنها استفاده شود. مصرف آجر های نما که دارای آلوئک یا ترک جزئی است تنها در پشت کار مجاز می باشد.

۴-۲-۷- اصطلاحات مربوط به آجر چینی :

-**زنجاب کردن:** اشباع کردن آجر در آب ، یک ساعت قبل از استفاده در دیوارچینی ضروری بوده و ریختن آب بر روی آجر مجاز نمی باشد. در صورت مصرف آجر به صورت خشک ، آب ملات را می مکد و از سخت شدن آن جلوگیری می کند (ملات می سوزد). زنجاب کردن مانع بروز آلوئک در آجر می شود ، البته میزان جذب آب در آجر نباید از ۳۰ درصد بیشتر شود.

- **آلوئک :** شکفته شدن آهک ، سبب انبساط می شود و در نتیجه باعث ترک خوردن از درون آجر می شود ، به این پدیده آلوئک می گویند.

۴-۲-۸- جدول آجرهای مناسب برای مصارف گوناگون :

ردیف	محل مصرف	آجر مناسب
۱	زیر لایه نم بندی دیوار یا مکان های مجاور با آب الف – محل پر آب با امکان یخ زدگی ب- محل کم آب	آجر ماسه آهکی ممتاز – آجر رسی ماشینی پر مقاومت آجر ماسه آهکی پر مقاومت – آجر رسی ماشینی پر مقاومت
۲	بالای لایه نم بندی دیوار ، کارهای عمومی طاق زنی و تیغه سازی	انواع آجر ماسه آهکی و رسی مشروط بر رعایت سایر شرایط و انطباق با مشخصات پروژه
۳	دست اندازها ، پله ها ، فرش کف ، نقاط واقع در فضای باز ، آبروها ، طوقه چاه ها و دودکش ها	آجر ماسه آهکی از نوع ممتاز و آجر رسی ماشینی پر مقاومت
۴	نمای ساختمان ها	آجر رسی ماشینی و قزاقی ، آجر ماسه آهکی ، قطعات نازک آجر ماسه آهکی و رسی
۵	فرش کف و پله های داخلی ساختمان ها	آجر ماسه آهکی پر مقاومت و ممتاز و آجر رسی ماشینی و دستی نما مشروط بر انطباق با مشخصات پروژه

۴-۳- خشت:

خشت به روشهای مختلفی تهیه می شود برای تهیه گل به طرق مختلفی به خاک آجر ، آب می افزایند که مقدار آن به روش تولید خشت بستگی دارد.

معمولاً خشت را به سه روش گل شل ، گل سفت و گل خشک فشاری تهیه می کنند. گل شل ، روش سنتی و دستی تهیه خشت است. در روش گل سفت ورز دادن توسط دستگاههای همزن مخصوص انجام می شود و در موقع خروج از دستگاه قالب بندی می شود. در روش گل خشک فشاری هم تهیه خشت توسط فشار زیاد دستگاه پرس صورت می گیرد. خشک کردن خشت نیز به دو روش سنتی و صنعتی صورت می گیرد.

خشت مصرفی در ساختمان باید :

- دارای سطوح صاف باشد.
- مقاومت فشاری خشت باید حداقل ۱۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع باشد.
- خشت باید در محیطی باشد که در معرض باد نبوده ، احتمال ریزش برف و باران روی آن نباشد و به طوری که رطوبت آن کمتر از ۴ درصد باشد خشک گردد.
- ابعاد خشت ها از ۲۰x۲۰x۵ تا ۲۵x۲۵x۶ سانتی متر بوده و باید با هم، هم اندازه باشند.

۴-۴- سفال و کاشی :

سفال فرآورده ای ساختمانی است که با استفاده از خاک رس ، شیل یا مواد مناسبی که منشاء رسی دارند در دمای بیش از C° ۹۳۰ پخته می شود و در ساخت دیوارهای باربر ، غیر باربر ، پوشش بام و ... استفاده می

شود . سفال ها برحسب محل استفاده به گروههای بام پوش سفالی ، سفال دیواری (غیر باربر) ، سفال نما و سفال سقف تقسیم می شوند. سفال باید کاملاً پخته ، یکنواخت و سخت دارای سطح صاف باشد و قابلیت ایجاد پیوند با ملات یا چسب را داشته باشد.

کاشی فرآورده ای سرامیکی ، متشکل از دانه های ظریف بلورین و متخلخل است که معمولاً در حرارتی بالاتر از C° ۱۰۰۰ پخته شده و در انواع لعابدار و بدون لعاب تولید می شود. رویه لعابی کاشی ممکن است براق ، نیمه براق ، مات ، ساده ، گلدار ، سفید یا رنگی باشد. همچنین کاشی به دو دسته کفی و دیواری تقسیم می شود. کاشی از نظر کیفیت سطح به سه درجه : ۱ و ۲ و ۳ درجه بندی می شود.

موادی که در بررسی کیفیت سطح انواع کاشی مد نظر قرار می گیرد شامل انواع ترکها ، ترکهای موئی لعاب ، نداشتن لعاب در بعضی قسمتها ، ناصاف بودن سطح ، فرورفتگی ، انواع سوراخ ، ذوب نشدن لعاب ، وجود خال ، لکه و ... می باشد که درجه کیفیت آن را تعیین می کند اما به هر حال انواع ترکها در هیچ یک از کاشی های درجه ۱ و ۲ و۳ قابل قبول نیستند.

۴-۵- سنگ :

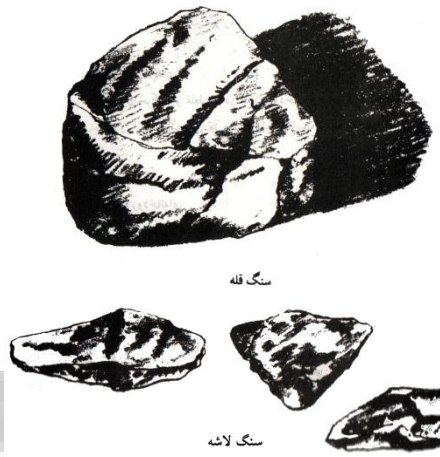
سنگ از جمله مصالح ساختمانی طبیعی است. سنگهای ساختمانی از نظر شکل و نحوه استفاده به دسته های مختلفی تقسیم می شوند.

۴-۵-۱- انواع سنگ ساختمانی از نظر شکل ظاهری :

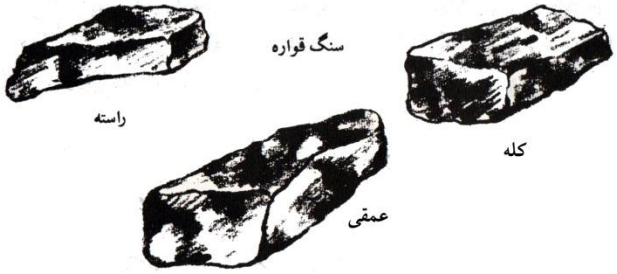
- **سنگ رودخانه ای** : سنگ هایی هستند گرد گوشه با سطح صیقلی که در اطراف رودخانه ها و ... پیدا می شوند.
- **سنگ قلوه رودخانه ای** : حداقل قطر آن از ۵cm بیشتر است . کوچکترین اندازه سنگ قلوه که در دیوارسازی مصرف می شود ۱۵ cm است . قلوه سنگ های کوچکتر به عنوان سنگهای پرکننده در میان دیوار مصرف می شوند.

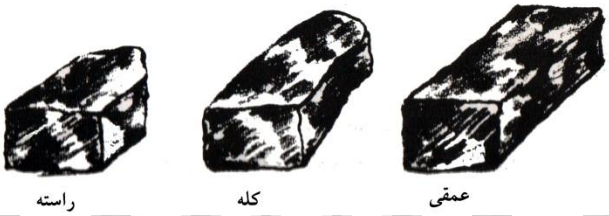
سنگ قلوه رودخانه‌ای

- **سنگ های کوهی** : بیشتر تیز لبه بوده ، مستقیماً از معدن سنگ و رگه کوه استخراج می شوند. این سنگها را به اندازه های لازم قواره می کنند.
- **سنگ لاشه** : در حین عملیات استخراج یا مراحل قواره کردن سنگ ها بدست می آیند ، شکل مشخصی ندارند.

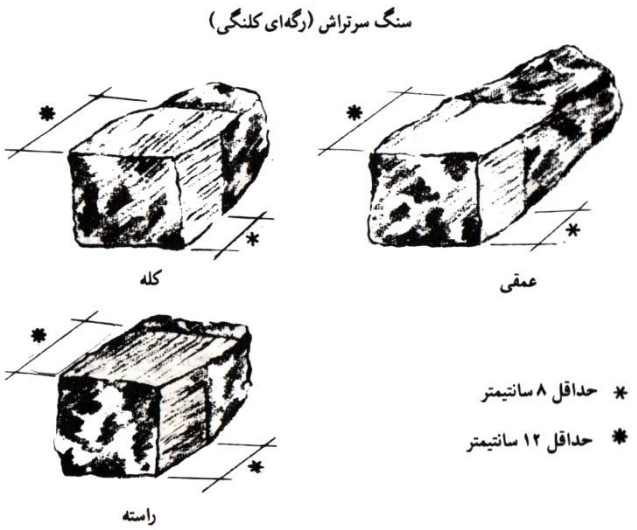


- **سنگ قواره :** هنگامی که گوشه های تیز و برنده سنگ لاشه را با چکش یا پتک بگیرند ، سنگ بدست آمده سنگ قواره نامیده می شود. کوچکترین اندازه آن ۱۵ cm است.

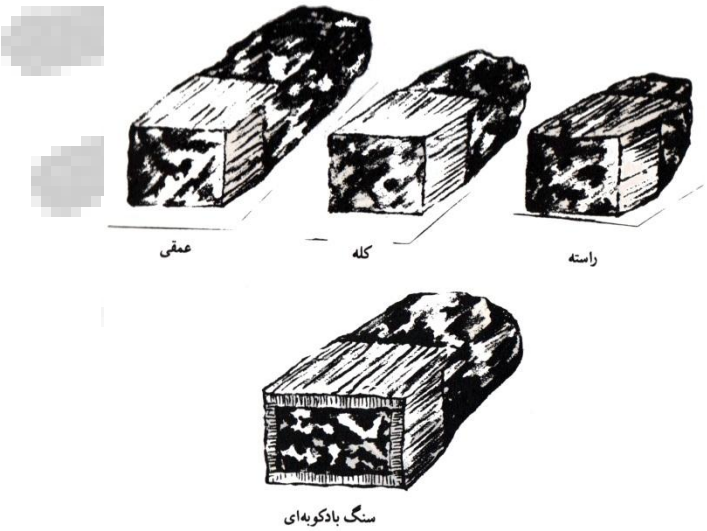




- **سنگ بادبر یا رگه ای :** به هنگام استخراج از معدن ، به کمک آن را به صورت تقریبی مکعب مستطیل درآورده ، سپس در کارگاه سطح نمای آن را حدوداً به صورت چهارگوش (مربع یا مستطیل) شکل می دهند . این کار برای منظم کردن رج های نمای دیوار انجام می شود. حداقل عرض و ارتفاع سنگ بادبر به ترتیب ۲۰ و ۱۵ سانتی متر و اندازه بر آن حداکثر ۴ cm می باشد.
- **سنگ سر تراش یا رگه ای کلنگی :** اگر سطوح قائم (جانبی) و سطوح افقی (ملات خور بالایی و پایینی) سنگ بادبر را در مجاورت نما به منظور داشتن درزهای ظریف تر در نمای دیوار ، با کمک کلنگ ویژه دست تراش کنند، آن را سنگ «سرتراش» می نامند. اندازه قسمتهای تراش خورده از طرف نمای سنگ حداقل ۸ cm و برای سطوح جانبی ۱۲ cm برای سطوح بالایی و پایینی (ملات خور) سنگ می باشد. بقیه ریشه (دُم) سنگ نیز با استفاده از چکش یا پتک کمی لاغرتر می شود تا عمل کنار هم قرار دادن سنگها به راحتی صورت گیرد.



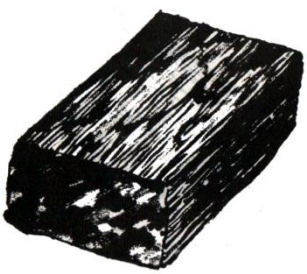
- **سنگ سرتراش گونیا شده :** نوعی سنگ سرتراشی است که سطح نمای آن کاملاً به صورت مربع یا مستطیل با زوایای 90° در آورده است. معمولاً چنین سنگی را به صورت « نما سرخود » باقی نمی گذارند بلکه نمای آن را تیشه برداری کرده و به آن شکلهای گوناگون می دهند.
- **سنگ بادکوبه ای :** نوعی سنگ سرتراشی است که بنا به سفارش ، دورتا دور سطح نمای آن برا به عرض ۳-۱/۵ cm با قلم تراش می دهند (چفت) و بقیه سطح نما را که می تواند برجسته تر از قسمت قلم تراش شده دور سنگ باشد تیشه داری می کنند. حداکثر مجاز این برجستگی ۴cm خواهد بود. به این سنگ ، سنگ رگه ای کلنگی لبه فتیله ای هم می گویند.



سنگ مکعبی

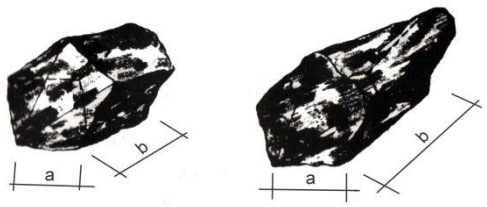
سنگ مکعبی : سنگ مکعب یا مستطیلی شکلی است که تمام وجوه آن تقریباً به صورت چهارگوش درآورده شده است.

سنگ تمام تراش : اگر سطوح قائم و افقی (تمام سطوح) را از نما تا انتهای ریشه دست تراش کنند ، به آن سنگ تمام تراش می گویند. معمولاً این سنگ در مواردی که بیش از یک سطح نمای سنگ مورد نیاز باشد به کار می رود.


سنگ تمام تراش

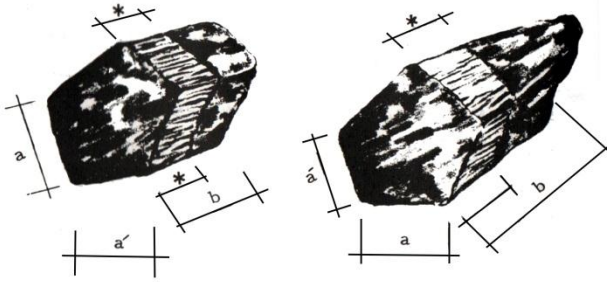
- **سنگ اندازه** : اگر سنگ تمام تراش مطابق اندازه مشخصی تهیه شده باشد « سنگ اندازه » می گویند.

سنگ اندازه



سنگ چند وجهی نامنظم (راسته و گله) سنگ چند وجهی نامنظم (عمقی)

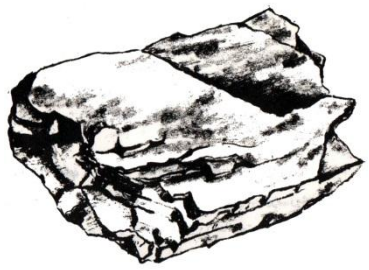
- **سنگ چند وجهی نا منظم** : نمای آن به صورت چند وجهی نا منظم بوده و هر یک از زوایای آن حداقل ۹۰° است.
- **سنگ چند وجهی نا منظم سرتراش** : نوعی سنگ چند وجهی نا منظم است ، که دور تا دور سنگ در تمام وجوه (از طرف نما به دم) به اندازه حداقل ۱۰ cm دست تراش می شود.



b ⩾ ۲۵ سانتیمتر * حداقل ۱۰ سانتیمتر b ⩾ ۳۵ سانتیمتر
a ⩽ ۲ a´ a ⩽ ۲ a´
سنگ چند وجهی نامنظم سرتراش (کله و راسته) سنگ چند وجهی نامنظم سرتراش (عمقی)

- **سنگ لایه لایه (تخته ای)** : سنگی است که در معدن و بستر طبیعی خود به صورت لایه لایه پیدا و استخراج می شود. به دلیل لاله لایه بودن استحکام چندانی ندارد و حداقل ضخامت قابل قبول این سنگها برای دیوار سازی سنگی ۸ cm است. از سنگهای طبیعی مثل انواع سنگهای رودخانه ای و کوهی که در بالانام برده شد ، در کف سازی ، تونل سازی ، پل سازی ، زیر سازی ، ساخت دیوارهای باربر و غیر باربر استفاده می شود. نوع دیگری از سنگها به عنوان تزئینی وجود دارند که با توجه به نوع و خاصیت صیقل پذیریشان در داخل ساختمان به عنوان کفپوش ، قرنیز ، دیوار ، وسایل

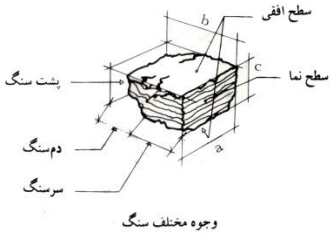
سنگ لایه لایه



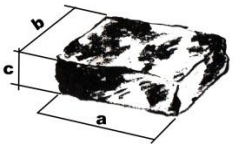
سنگ لایه لایه

سرویس یا در نما ، کف حیاط و پیاده رو ، پله ، درپوش و ... استفاده می شوند.

۴-۵-۲- وجوه مختلف سنگ :



وجوه مختلف سنگ



سنگ راسته

$a \geqslant b \geqslant c$

۲۰ سانتیمتر $\leqslant a \leqslant$ ۵۰ سانتیمتر

۱۵ سانتیمتر $\leqslant b$

a: درازای سنگ

b: ریشه سنگ (اندازه سنگ + دم سنگ)

c : ارتفاع سنگ (ضخامت سنگ)

سنگ کله گی، سنگی است که به اندازه دو سوم ضخامت دیوار در آن فرو رفته است.

۴-۵-۳- انواع سنگ های ساختمانی از نظر جنس :

بلوک سنگهای طبیعی که به مصرف کف سازی ، نما و تزئینات می رسد به چهار دسته تقسیم می شود:
گرانیت ها ، مرمریت ها ، سنگهای آهکی ، توف ها
در این قسمت ، سنگهای ساختمانی را به طور زیر معرفی می شوند:

- **سنگ تراورتن** : از جمله سنگهای تزئینی است و در رنگهای قرمز ، لیمویی (زرد) ، گردویی ، سفید وشکلاتی و کرم در کشور ما به وفور یافت می شود.
- **سنگ چینی** : از نظر ساختمان درونی و دانه بندی کریستال آن ، از یک معدن به معدن دیگر متفاوت است و معمولاً به سه دسته « چینی سفید » ، « چینی کریستال » ، « چینی خاکستری » تقسیم می شود.
- **سنگ شسیت** : این سنگ به صورت لایه لایه و سیاه است. در ایران فراوان است و از آن برای کف سازی پیاده روهای خیابان ها ، باغ ها و پارک استفاده می شود.
- **سنگ کوارتزیت:** عموماً از گرانیت سخت تر و دارای ظاهری زبر و بلوری است . رنگهای آن بیشتر قهوه ای سوخته ، سرخ ، زرد نخودی ، شیری و خاکستری است . در برابر هوا بسیار مقاوم است. از آن در ساختمانهای ارزان قیمت و روستایی یا در جاهایی که القای حالتی روستایی مد نظر باشد استفاده می شود.
- **سنگ گرانیت** : معمولاً به رنگ صورتی ، سفید ، خاکستری روشن و سیاه دیده می شود. سنگی است بسیار محکم ، بادوام ، خشن ، جلا پذیر و دارای مقاومت بالا در برابر هوازدگی. سنگ گرانیت کاربردهای وسیع در کارهای ساختمانی دارد. از گرانیت خرد شده برای تهیه بتن . زیر سازی جاده ها و راه آهن استفاده می شود.

سنگ ساختمانی و تزیینی گرانیت برای بناهای یاد بود ، دیوارها ، پله ها ، ستون ها و تزئینات و نمای داخل و خارج ساختمان ، کف سازی و جدول سازی به کار می رود.

- **سنگ مرمریت :** از سنگهای طبیعی و تزیینی است که در ایران به وفور یافت می شود. این سنگها بسیار سخت هستند . سنگ مرمریت زیبا و جلاپذیر و دارای رنگهای متنوع از سفید شیری تا سیاه است. از آن در نمای داخلی و خارجی ساختمان ، کف ها ، پله ها ، قرنیزها و درپوش ها استفاده می شود.
- **سنگ مرمر :** سنگ مرمر دارای انواع مختلفی می باشد و رنگهای متنوعی شامل سفید ، خاکستری ، سیاه ، سبز ، قرمز ، زرد و ارغوانی داد. سنگی است زیبا و جلاپذیر و شفاف که نور را از خود عبور می دهد. اما بسیاری از مرمر وقتی در معرض عوامل جوی قرار می گیرند، دوام و استحکام خود را از دست می دهند. سنگ مرمر عمدتاً برای تزیینات و نماسازی داخل ساختمان از جمله کف ها ، دیوارها و ستون ها و ... به کار می رود.
- **ماسه سنگ ها :** دارای رنگهای خاکستری ، قهوه ای ، قرمز ، ارغوانی هستند. از این نوع سنگ به صورت سنگ لاشه ، سنگ مالون ، در دیوارها ، پل ها ، جدول ها و ... استفاده می شود.

۴-۵-۴- الزامات کاربردی سنگ مصرفی در ساختمان:

سنگهای مصرفی در ساختمان باید دارای خصوصیات زیر باشند: حتی المقدور یک رنگ و یکنواخت باشند ، شیار ، ترک ، رگه ، خلال و فرج و پوسیدگی نداشته باشند . این سنگها باید قدرت مقاومت در برابر فشار ، ضربه ، ساییدگی ، یخ زدگی ، هوازدگی ، حرارت و آتش سوزی را داشته باشند، حداکثر درصد وزنی جذب آب توسط این سنگها نباید بیش از ۸ درصد و ضریب نرم شوندگی آنها نباید کمتر از ۰/۶ باشد.

سطوح و خطوط مرئی سنگ نباید لب پریدگی داشته باشند و شکل سنگها باید از شکل دیوار متابعت کند. حداقل ضخامت سنگهای نمای ریشه دار ، پله جدول و نظایر آنها ۱۵۰mm ، حداقل ضخامت سنگهای پلاک مصرفی در کف پله و درپوش ۴۰mm، پلاک کفپوش ۳۰mm ، پلاک نما ۲۰mm و سنگهای قرنیز دور اتاق ها ۱۰mm است.

اتصالات سنگها باید از بست های فلزی ضدزنگ باشد یا کاملاً داخل دوغاب قرار بگیرد و در حمل و نگهداری آنها دقت کافی بشود تا در تماس با خاک ، مواد مضر و یخ و برف نباشد و انواع گوناگون سنگها به طور جداگانه دسته بندی و انبار شوند.

۴-۵-۵- جدول سنگ های مناسب برای مصارف گوناگون:

ردیف	محل مصرف	نوع سنگ مناسب
۱	ابنیه فنی راه و کارهای آبی	سنگ های آهکی متراکم ، ماسه سنگ ها ، توف ها ، گرانیت ، دیوریت ، گابرو ، بازالت و دیگر سنگهای سخت بادوام
۲	پی سازی ها و شالوده ها	هر نوع سنگی که با ضوابط پروژه مطابقت داشته باشد.
۳	نمای خارجی ساختمان ها	سنگ های آهکی متراکم ، ماسه سنگ ها ، مرمرهای رنگی گوناگون ، توفهای آتشفشانی *، گرانیت ، زینیت ، دیوریت ، لابرادوریت ، گابرو ، بازالت و دیگر سنگهای منطبق با ضوابط پروژه.
۴	دیوارها	سنگ های آهکی ، دولومیت ، ماسه سنگ ها ، سنگها گچی * ، توفهای آتشفشانی * و سنگهای گوناگونی که برای تهیه سنگ شکسته مناسبند.
۵	پوشش سطوح داخلی دیوارها	سنگ های آهکی مرمرین شبه مرمر، مرمرها ، سنگهای گچی *، توفها*، کنگلومراهای کربناتی و سنگهای مشابه.
۶	سنگهای سفت کاری ، نما و پوشش ها	الف) ضد آتش – سنگ صابونی (تالکوم)*ف توف*، اندزیت، بازالت ، دیاباز ب)ضد اسید – گرانیت ، دیوریت ، کوارتزیت ، ماسه سنگها سیلیسی ، اندزیت ، تراکیت ، بازالت و دیاباژ ج) ضد قلیا- سنگ های آهکی متراکم ، دولومیت ، منیزیت، ماسه سنگها آهکی
۷	پله ها ، کف ها و دست اندازهای خارجی	ماسه سنگها، گرانیت ، دیوریت ، زینیت ، گابرو و بازالت
۸	پله ها ، کف ها و دست اندازهای داخلی	مرمر ، گرانیت و لابرادوریت

* مصرف سنگ منحصراً در کارهای غیر باربر است.

۴-۶- ملات ها:

ملاتها در واقع چسباننده های ساختمانی هستند . ملات جسمی خمیری است که از مخلوط یک چسبنده (مثل گل رس) ، دوغاب آهک ، دوغاب سیمان ، قیر و ...) و یک جسم پرکننده (نظیر خاک رس ، ماسه و ...) ساخته می شود.

ملات برای اندود کردن سطوح دیوارها ، سقف ، کف ، پشت بام ، برای دیوارچینی ، (آجری – سنگی و ...) ، به عنوان چسباننده قطعات به هم ، برای بندکشی و نصب کاشی و ... به کار می رود.

ملات خوب ، ملاتی است که دارای قابلیت نگهداری آب لازم باشد ، ملاتی از نظر کارکرد مناسب است که بتوان آن را بدون جدا شدن آب یا سایر مصالح سازنده اش اندود کرد و به کار برد. هر چه میزان ماده چسبنده ملات بیشتر باشد ، قدرت چسبندگی و مقاومت فشاری آن بیشتر می شود، هر چه میزان آب ملات بیشتر باشد ملات قدرت چسبندگی کمتر و مقاومت فشاری پایین تری خواهد داشت ، هرچه سطح بنایی

زبرتر باشد ، چسبندگی ملات و مصالح بیشتر می شود. وقتی ملات روی سطح ریخته می شود باید بلافاصله جسم بعدی روی آن قرار بگیرد در غیر این صورت ملات خاصیت چسبندگی خود را از دست می دهد و هم چنین بعد از قرار دادن مصالح بنایی روی ملات نباید آنها را جا به جا کرد زیرا حرکت دادن مصالح باعث شکست چسبندگی بین ملات و مصالح می گردد.

۴-۶-۱- انواع ملات از نظر گیرش:

ملاتها از نظر گیرش و سخت شدن به دو دسته هوایی و آبی (هیدرولیک) تقسیم می شوند:

- **ملاتهای آبی :** این ملاتها با آب ترکیب می شوند ، واکنش شیمیایی این ملاتها برای سفت و سخت شدن هم در هوا و هم در آب پایدار و سخت می مانند. ملاتهای آبی شامل ملاتهای آهکی و ملاتهای سیمانی هستند. ملاتهای آبی بایستی زودگیر ، غیرقابل نفوذ در برابر آب و مقاوم در برابر نمکها و سولفاتهای احتمالی باشند. هوای خشک و گرما باعث پوک شدن ملات و جدا شدن رج ها از هم می شود. به این ترتیب به مرور زمان قطعات به کار رفته جا به جا می شوند. در مواقع یخبندان هم باید با حفظ پوشش مناسب ملات ، از یخ زدگی آن جلوگیری به عمل آید.
- **ملاتهای هوایی:** این ملاتهای برای گرفتن و سفت و سخت شدن و سخت ماندن به هوا نیاز دارند. در واقع آب این ملاتها در هوا تبخیر شده و واکنش شیمیایی آنها در برابر هوا انجام می شود. ملاتهای هوایی دور از رطوبت مقاوم می شوند و در مجاورت رطوبت ، اگر اندود باشند ، طبله می کنند و اگر بین رج ها به کار رفته باشند ، سازه دچار نقص شده و در نهایت سبب تخریب بنا می شوند. ملاتهای هوایی شامل انواع ملاتهای گچ ، ملاتهای گلی و ملاتهای آهک هستند.

اگر چه آهک هوایی پس از سخت شدن در برابر آب پایدارست ولی چون برای سفت و سخت شدن به دی اکسید کربن هوا نیاز دارند از ملات های هوایی به شمار می رود. امروزه ملاتهای مخلوط آماده ، ملاتهای تزریقی و ... نیز به بازار آمده است.

۴-۶-۲- الزامات کاربردی ملات مصرفی در ساختمان:

در مناطق گرم و خشک که آب ملات به سرعت تبخیر می شود باید از ملاتهای کندگیر استفاده کرد و نیز می توان از مواد افزودنی نگهدارنده آب و ضد تبخیر استفاده کرد. در هوای سرد و یخبندان باید از ملاتهای زودگیر یا مواد افزودنی حباب ساز استفاده کرد.

در آب و هوای سرد باید قبل از ملات ریزی ، محل را از سرما محافظت کرد و در آب و هوای گرم باید محل ملات کاری را با گونی یا پارچه مرطوب پوشاند و حفظ کرد. سطح زیر ملات باید فاقد چربی ، گرد و غبار و آلودگی ، پوسته ، زنگ زدگی و ... باشد. همچنین خوب است سطح زیر ملات ریزی با آب مرطوب شود و سطوح قدیمی را خراش داد و زبر کرد.

۴-۶-۳- جدول انواع ملات های مصرفی در ساختمان:

۴-۶-۳- جدول انواع ملات های مصرفی در ساختمان

ردیف	نام دسته ملات	ماده چسبنده ملات	نوع ملات از نظر گیرش	نام زیر گروه	ویژگی ها و کاربرد
۱	ملات های آهکی	دوغاب آهک	آبی (برای عمل آوری ملات های آهکی باید به مدت ۲۸ روز مرطوب نگه داشته شوند)	ماسه آهک	مناسب برای اندود سطح رویه در مناطق مرطوب نامناسب برای لای درزها چون برای گرایش به دی اکسید کربن هوا نیاز دارد که در این شرایط نمی تواند به درون آن نفوذ کند.
				گل آهک و شفته آهک	برای جلوگیری از نشت آب و پایدار کردن زمین های سست برای بارگذاری بیشتر ، پی سازی در ساختمان و راهسازی این ملات مانند ملات آهک شکفته و خاک رس در هوای گرم بهتر و زودتر می گیرد و سفت می شود.
				گچ و آهک	برای اندود کردن مناطق مرطوب
				پوزولان و آهک	برای مناطقی که مقاومت در برابر حمله مواد شیمیایی و (سولفاتها) احتیاج است.
				ساروج	ملات پایدار در برابر آب و رطوبت
۲	ملات های سیمانی	دوغاب سیمان	آبی	خمیر سیمان	کارهای عمومی ساختمانی و اندود ها در شرایط معمولی
				ماسه بادی و سیمان	بیشتر برای بندکشی و آجر چینی ، و آجر های نما استفاده می شود. این ملات به نسبت ۴ به ۱ ساخته شده و بیشتر برای بندکشی و در لبه های نازک اتصالات و سایر جاهای کم قطر به کار می رود. از ماسه بادی یا ماسه ریزدانه حداکثر ۱mm استفاده می شود
				ماسه سیمان آهک (باتارد) یا حرامزاده	در کارهای بنایی به کار می رود. هر چه آهک ملات بیشتر شود ، قابلیت آب نگهداری آن افزایش و در عوض مقاومت فشاری اش کاهش می یابد. سیمان برای افزایش مقاومت به آن اضافه شده.
				ماسه سیمان پوزولان	کارهای ساختمانی در شرایط مقابله با سولفاتهای قوی
				اندود سیمانی (سیمان – خاک سنگ - گرد سنگ)	این ملات ها را به یکی از شکلهای تخته ماله ، شسته ، تگرگی و ... روی سطوح اندود می کنند.

۴-۶-۳- جدول انواع ملات های مصرفی در ساختمان

ردیف	نام دسته ملات	ماده چسبنده ملات	نوع ملات از نظر گیرش	نام زیرگروه	ویژگی ها و کاربرد
۳	ملات های گچی	دوغاب گچ	هوایی	خمیر گچ	برای کارهای عمومی ساختمانی در مناطق با رطوبت نسبی کمتر از ۶۰٪
				گچ و خاک	برای کارهای عمومی ساختمانی در مناطق با رطوبت نسبی کمتر از ۶۰٪
				گچ و ماسه	برای کارهای عمومی ساختمانی در مناطق با رطوبت نسبی کمتر از ۶۰٪
				گچ و پرلیت	جاذب صوتی – عایق حرارتی خوب – کاهش دهنده نفوذ حرارت با اسکلت فولای و بتنی هنگام حریق
				گچ مرمری	در برابر آب پایداری مناسبی دارد و برای اندود در مناطق مرطوب و مکانهایی که نیاز به شستشو دارند استفاده می شود ، اندودهای داخلی و خارجی مناطق مرطوب
				گچ و سیمان	
۴	ملات های گلی	گل رس	هوایی	ملات گل	هرچه میزان خاک رس در آن بیشتر باشد چسبناک تر می شود. در ساخت دیوار باغها و محل نگهداری دام در روستاها استفاده می شود.
				کاهگل	برای اینکه ملات گل ترک نخورد به آن کاه می افزایند . برای اندود کردن سقف و دیوارها به کار می رفته. برای آب بندی بام و استخرها و ...
۵	ملات های قیری	قیر		ملات ماسه ، آسفالت	از اختلاف قیر مناسب و ماسه به نسبتهای معین تولید می شود. در ساخت لایه رویه پیاده روها ، پوشش محافظ لایه نم بندی بام ها ، پرکردن درز قطعات بتنی کف پارکینگها و پیاده روها
				قیرهای معدنی	آب بندی و نم بندی ، پرکردن درزها و ترک رویه های بتنی و زیر آنها
				قیرهای خالص	مناسب برای راهسازی
				قیرهای دمیده یا اکسیده	مناسب برای ساخت لایه های آب بندی پیش ساخته ، اندودهای آب بندی ، پر کردن درزها، ترک های رویه های بتنی و زیر آنها
				قیر محلول یا پس بریده	مناسب برای رویه راهها ، اندود آب بندی و اندود های سطحی و نفوذی راه ها
				امولوسیون های قیر	مناسب برای ساخت پی و روبه راه و تثبیت خاک ، ساخت شفته و خشت قیری، اندود کردن سنگدانه های تر یا خشک
				قطران	لایه ها آب بندی و نم بندی پیش ساخته رویه های سیاه

۴-۷ آهک:

آهک جسمی سفیدرنگ بوده و یک ماده چسبنده است که هم در مجاورت هوا و هم در مجاورت رطوبت می گیرد و سخت می شود. آهک زنده (Cao) میل ترکیبی زیادی با آب دارد و در تماس با آن می شکفد ویا هیدارته می شودو به هیدوکسید کلسیم یا آهک شکفته [$Ca(oH)_2$] تبدیل می شود. آهک خالص سفید رنگ است ، وجود ناخالصی ها می توانند تا حدودی باعث تغییر رنگ آن بشوند.

هرگاه ناخالصی سنگ آهک از کربنات منیزیم باشد آهک منیزیومی یا دولومیتی و هرگاه ناخالصی از مواد رسی و سیلیسی باشد از پختن آن بسته به مقدار ناخالصی، آهک نیمه آبی یا آهک آبی تولید می شود.

۴-۷-۱- کاربرد آهک ساختمانی:

از آهک در ساخت انواع ملاتهای آهکی ، ساخت آجرهای ماسه آهکی ، بتن سبک آهکی (سیپورکس) و تثبیت خاک و شن در پی سازی و راهسازی استفاده می شود. ملاتهای آهکی نسبت به ملات های سیمانی پس از خشک شدن انقباض کمتری دارند و این از مزایای ملاتهای آهکی است در نتیجه می توان از آن در ملات سیمان استفاده کرد. از جمله مزایای افزودن آهک به ملاتهای سیمانی عبارتست از : افزایش قابلیت نگهداری آب در ملات یعنی خمیری شدن و کارایی بیشتر ملات ، کاهش نفوذپذیری در برابر رطوبت ، ثابت ماندن حجم آن پس از گرفتن ، چسبندگی بیتشر ملات به مصالح بنایی ، انعطاف پذیری بیشتر تحت تنش ، کاهش شوره زدگی ، روشن تر شدن رنگ ملات ، کاهش زمان خشک شدن در مناطق مرطوب و افزایش مقاومت خاک نیز از فواید ملاتهای آهکی است اما سرما باعث می شود سخت شدن ملاتهای آهکی دیرتر اتفاق بیافتد بنابراین نباید از مخلوط آهکی نیمه آبی در مناطق سردسیر استفاده شود.

ملاتهای آهکی به علت میل ترکیبی فراوان آهک با فلزات نباید در تماس مستقیم با فلزات قرار بگیرند.

❖ **شفته آهکی:**

جایگزین خاک ریزی پشت سازه است . از آنجا که خاک اطراف پی باید متراکم شود. استفاده از شفته آهک که قبلاً شکفته شده باعث تعدیل زمان اجرا و اقتصادی تر شدن پروژه می شود همچنین شفته آهک برای پر کردن درزها زمانی که خاکبرداری سازه ، قائم است استفاده می شود.

۴-۷-۲- الزامات کاربردی آهک مصرفی در ساختمان :

- آهک باید در جایی مصرف شود که هوا نمناک باشد یا دست کم آن را تا مدت ۲۸ روز با تجهیزاتی نمناک نگه دارند.
- در حمل و نقل و نگهداری آهک باید توجه شود که آهک از نفوذ دی اکسید کربن و تابش آفتاب مصون باشد.
- آهک باید به دور از آب ، در بسته بندی های ضد آب نگهداری شود.
- آهک انبار شده اگر مدتی بلا استفاده باقی بماند ، باید جهت استفاده آزمایشهای کیفیت روی آن صورت گیرد.

- آهک شکفته را می توان انبار کرد و حمل و نقل آن از آهک زنده آسانتر است و در انبار در صورت محفوظ ماندن از هوا از فعالیت آن کم نمی شود. آهک زنده به سرعت از هوا رطوبت گرفته و شکفته می شود به همین دلیل باید آن را در جای خشک نگهداری کرد و از نفوذ رطوبت و آب در آن جلوگیری نمود.

۴-۷-۳- جدول آهک نامناسب برای مصارف گوناگون:

موارد مصرف	نوع آهک
ملاتهای ماسه آهک ، گل آهک ، گچ آهک و باتارد پایدار سازی خاک در راهسازی ، خشت های پایدارشده با آهک ، شفته آهکی ، پی سازی در خاکهای معمولی ، بتن آهکی سنگین و متخلخل	آهک سفید (خمیر یا گرد آهک شکفته ای که به صورت دوغاب درآمده باشد)
ملات و اندود ساختمانهای دریایی ، پی سازی در خاکهای سولفات دار با سولفات زیاد	آهک آبی
پی سازی در خاکهای سولفات دار با سولفات کم	آهک نیمه آبی (خاکستری)
پایدار سازی خاک در راهسازی ، آجر ماسه آهکی بتن آهکی سنگین و متخلخل ، سیمان آهک پوزولان و آهک سرباره	آهک زنده کلسیومی پرمایه
شفته پی سازی ساختمان های کم ارتفاع	دوغاب آهک کم مایه

۴-۸ –گچ:

گچ از جمله چسباننده های ساختمانی (چسبنده هوایی) است که رنگ سفید یا متمایل به سفید دارد ، مقاومت گچ در برابر رطوبت ضعیف است ، ملات گچ عایق حرارتی و صوتی خوبی است و در برابر آتش ۲-۳ ساعت مقاومت می کند.

برای ساختن ملات گچ خالص حدود ۶۵ تا ۸۰ درصد وزن گرد گچ با توجه به جنس و ریزی دانه های گچ ، آب مصرف می شود ، به این منظور ابتدا آب مورد نیاز را در ظرفهای مخصوص (استامبولی) ریخته و سپس به مقدار لازم گچ را روی آن می پاشند سپس آن را به هم می زنند تا آب را به خود بگیرد.

۴-۸-۱- خواص گچ :

❖ **گیرش :** گیرش گچ ساختمانی که برای آستر اندود یا سفت کاری ها استفاده می شود نباید زودتر از ۴ دقیقه شروع شود و گرفتن آن نیز نباید دیرتر از ۱۰ دقیقه تمام شود. گیرش ملات گچ اندود (برای رو مالی) نباید زودتر از ۸ تا ۲۵ دقیقه آغاز شود و بیش از ۲۵ تا ۶۰ دقیقه به طول بیانجامد.

مدت زمان گیرش گچ به عوامل زیر بستگی دارد:

- نوع سنگ گچ و نحوه ی پخت آن
- ریز دانه های گچ : هر چه ذرات ریزتر باشند با آب بهتر ترکیب شده و گچ زودگیرتر می شود همچنین اندود مورد استفاده در سطوح خلل و فرج کمتر و ریزتری خواهد داشت.
- درجه حرارت محیط : هر چه آب ملات بیشتر باشد ، گچ زودگیرتر خواهد بود.

- اندازه آب ملات : هر چه آب ملات بیشتر باشد گچ دیرگیرتر می شود و استفاده از آب گرم ملات را اندکی زودگیرتر می کند.

به طور کلی از انواع ملات گچ باید پیش از آنکه کاملاً بگیرد و سخت شود استفاده کرد. افزودن خاک رس و آهک باعث می شود گچ دیرگیرتر شود. چنانچه گچ را نیز با دست ورز دهند، گچ کندگیر می شود و اگر این عمل همچنان ادامه یابد. گچ خاصیت گیرش خود را از دست داده و در اصطلاح "گچ کشته" بدست می آید.

❖ **مقاومت :** مقاومت ملات گچ به جنس گچ ، درصد آب مصرفی و گرمای محیط بستگی دارد. سخت شدن گچ در مناطق مرطوب تا چند ماه طول می کشد . هر چه مقدار آب ملاتهای گچی افزایش یابد زمان گیرش آنها افزایش یافته و مقاومت آن نیز به شدت کاهش می یابد.

۴-۸-۲- انواع گچ در ساختمان :

- **گچ ساختمانی** : زودگیر بوده ، در ساخت ملات ها ، دیوارهای گچی و سایر کارهای بنایی به کار می رود.
- **گچ اندود ساختمانی** : نسبت به گچ ساختمانی دیرگیرتر است و از آن برای اندود و سفید کاری و روکش نهایی سطوح استفاده می شود. برای افزایش زمان گیرش این گچ ، در کارخانه تا ده درصد وزن گرد گچ به آن گرد آهک شکفته اضافه می کنند.
- **گچ مخصوص سطوح بتنی** : مخصوص کار روی سطوح بتنی است و در دو لایه مصرف می شود. برای پوشش سطوح سیمانی و بتنی ابتدا آن را خراشیده می کنند یا با تور سیمی و رابیتس زیرسازی می کنند و سپس روی آن گچ مخصوص سطوح بتنی را اجرا می کنند ، در این صورت با گذشت زمان گچ ترک نمی خورد و طبله نمی کند.
- **گچ مرمری** : این گچ که در ایران با نام تجاری "عاج" تولید می شود با خمیر کردن گرد گچ در محلول زاج سفید و دوباره پختن آن بدست می آید . این گچ در برابر آب پایداری مناسبی داشته و از آن برای اندود کردن نقاط مرطوب و مکان هایی که نیاز به شستشو دارند استفاده می شود
- **گچ درزگیر "گیبتون"** : قدرت چسبندگی و نفوذ بالایی در سطوح صاف دارد و روی سطوح سیمانی و بتنی قابل اجراست.

۴-۸-۳- کاربرد گچ ساختمانی:

کاربرد گچ از سفید کاری دیوارها و سقف ها ، استفاده به صورت ملات در طاق های ضربی گرفته تا دیوارهای پیش ساخته گچی ، کارهای تزییناتی و عایق های صوتی طیف وسیعی را در بر می گیرد. از جمله فرآورده های گچی می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- بلوک های گچی : قطعات سبکی هستند که برای جدا کردن فضاهای داخلی ساختمانها به کار می روند و اتصالات آنها کام و زبانه یا ساده است و در سه نوع متخلخل ، نوع یک و نوع دو تولید می شوند که اختلافشان در وزن مخصوص آنهاست

- ورقهای گچی : این ورق ها در ابعاد و ضخامت های مختلف تولید می شود. دو طرف آنها یک لایه کاغذ مخصوص پوشیده می شود. برای اجرای دیوارهای غیر باربر و با ضخامت های کم در سقف و دیوار استفاده می شوند
- قطعات پیش ساخته گچی سقف کاذب
- قطعات سقفی برای تزئین یا به عنوان صداگیر در پوشش سقف.

۴-۸-۴- جدول گچ مناسب برای مصارف گوناگون:

موارد مصرف	نوع گچ مناسب
کارهای عمومی مانند ملاتهای گچ ، گچ و خاک ، گچ و ماسه ، تولید قطعات پیش ساخته و بلوکهای گچی ، در مناطقی که میزان رطوبت نسبی هوا کمتر از ۶۰ درصد باشد.	گچ ساختمانی * $Caso_4,_0.5\ H_2O$
اندود های داخلی در مناطقی که رطوبت هوا کمتر از ۶۰درصد باشد.	گچ اندود ** $Caso_4\ ,\ 0.3\ H_2O$
اندود های داخلی و نماسازی در مناطقی که رطوبت نسبی هوا بیش از ۶۰ درصد باشد.	گچ مرمری – ملات گچ و آهک

* در استاندارد ایران به نام گچ زیرکاری نام گذاری شده است.
** در استاندارد ایران به نام گچ پرداخت نامیده شده است.

۴-۸-۵- الزامات کاربردی گچ مصرفی در ساختمان :

- پس از ریختن گچ به داخل آب ، صبر کردن در حدود ۲ دقیقه توصیه می شود زیرا اگر هم زدن زود شروع شو ، گچ به یک توده کلوخی تبدیل می شود که نرم کردن آن مشکل است.
- اگر میزان گچ مصرفی در ملات از میزان متعارف آن (نسبت آب به گچ ۰/۶ است)کمتر شود . گچ پس از خشک شدن ترک می خورد.
- در دمای زیر ۵ درجه سانتیگراد نباید از ملات استفاده کرد زیرا در این صورت در آن ترک ایجاد می شود.
- برای ساختن اندود کلفتی از گچ ، باید آن را در دو نوبت ، هر دفعه ۴-۳/۵ سانتی متر و لایه دوم پس از خشک شدن لایه اول اجرا کرد.
- ترکهای ناشی از رعایت نکردن موارد فوق و نکات اجرایی در گچ ، افقی یا عمودی هستند اما ترکهای ۴۵ درجه منشا سازه ای دارند و یا در اثر نشست ساختمان و ... به وجود می آیند.
- استفاده از ملات گچ باید به چسباندن واحدهای بنایی باربر محدود شود.
- ملات گچ در مجاورت با رطوبت با فلزات ترکیب می شود. از این رو پیش از گچکاری ، قطعات فولادی باید با رنگهای ضدزنگ پوشانیده شوند.
- در مناطق مرطوب گچ و فرآورده های گچی نباید در مجاورت بتن مورد استفاده قرار گیرند.
- گچ را باید از اثر آب و رطوبت هوا حفظ کرد و همانند سیمان در ظروف مخصوص یا کیسه های آب بندی شده نگهداری کرد.

۴-۹- سیمان :

سیمان فرآورده ای شیمیایی و از انواع چسباننده های ساختمانی (چسباننده آبی) است و در تولید انواع ملاتهای سیمانی و ساخت بتن به کار می رود همچنین بلوکهای سیمانی ، موزاییک و فرآورده های آزبست سیمان از دیگر مصالح ساختمانی سیمانی است.

۴-۹-۱- انواع سیمان :

- سیمان های پرتلند که در ۵ نوع تولید می شوند.
- سیمان سفید : در واقع همان سیمان پرتلند نوع ۱ است و به نسبت به سیمان معمولی نرمتر است.
- سیمان های رنگی : در این سیمان ها رنگ انها به نوع اکسید ماده معدنی موجود در آن بستگی دارد.
- سیمان طبیعی : از مواد طبیعی (موجود در طبیعت) به دست می آید.
- سیمان آمیخته : سیمان هایی هستند که جزء اصلی آنها کلینکلر سیمان پرتلند بوده و دارای مقادیری از مواد مناسب مانند پوزولان های طبیعی یا مواد افزودنی ویژه جایگزین سیمان پرتلند می باشد.

سیمان های پرتلند آمیخته متداول در ایران عبارتند از : پوزولانی ، سرباره ای ، بنایی و آهکی .

سیمان های ویژه دیگری نظیر سیمان چاه نفت ، سیمان سوپر سولفات ، سیمان منبسط شونده ، سیمان با گیرش تنظیم شده ، سیمان با ماده حباب ساز ، سیمان آب بند کننده ، سیمان پلاستیک (خمیری) و ... نیز تولید شوند.

۴-۹-۲- الزامات کاربردی سیمان مصرفی در ساختمان :

- در مورد انبار و نگهداری سیمان ، چون سیمان پرتلند نسبت به رطوبت حساس است سیمان پرتلند نباید در تماس با رطوبت انبار شود بلکه باید در جای خشک روی سکوهای چوبی و بتنی قرار داده شود.
- نگهداری سیمان فله ، فقط در سیلو مجاز است.

۴-۹-۳- جدول سیمان مناسب برای مصارف گوناگون:

موارد مصرف	نوع سیمان مناسب
کارهای عمومی و معمولی بتنی و بنایی در مواردی که خطر حمله سولفاتها وجود نداشته باشد.	سیمان پرتلند نوع ۱ (معمولی)
کارهای عمومی بتنی و بنایی که در مقابل تاثیر متوسط سولفاتها قرار می گیرد بتن ریزی های حجیم بتن ریزی های در هوای گرم	سیمان پرتلند نوع ۲ (سیمان با حرارت متوسط ، اصلاح شده) – سیمان پرتلند – سرباره (با ۱۵ تا ۲۵ درصد سرباره) – سیمان پرتلند – پوزولانی (با ۱۵ تا ۲۵ درصد پوزولان)
در مواردی که برداشتن قالبهای بتن زودتر از موعد یا بارگذاری پس از مدت کوتاهی بتن ریزی مد نظر است. کارهای بتنی و بنایی در هوای سرد	سیمان پرتلند نوع ۳ (سیمان زودگیر ، سیمان با حرارت زیاد)

کارهای بتنی و بنایی حجیم که در معرض حمله سولفاتهای نباشد بتن ریزی در هوای گرم	سیمان پرتلند نوع ۴ (سیمان با حرارت کم)
مقابله با سولفاتهای قوی	سیمان پرتلند نوع ۵ (سیمان سوپر سولفات) سیمان پرتلند سرباره(با بیش از ۲۵ درصد سرباره) سیمان پرتلند پوزولانی (با بیش از ۲۵ درصد پوزولان)
مقابله با سولفاتهای قوی به همراه یون کلر مقابله با واکنش سنگدانه ها ساخت بتن متراکم با نفوذپذیری کم	سیمان پرتلند سرباره (با بیش از ۵۰ درصد سرباره) سیمان پرتلند پوزولانی (با بیش از ۴۰ درصد پوزولان)
کارهای بنایی ، ملات ها و اندودها در شرایط عادی	سیمان بنایی سیمان آهکی – پوزولانی سیمان آهکی – سرباره
ملات ها و اندود های سیمانی تزئینی ، بتن های نمایان	سیمان سفید و رنگی

۴-۱۰- بلوک های سیمانی:

بلوک سیمانی یا بلوک بتنی از اختلاط سیمان و آب با شن ریزدانه و ماسه یا دیگر سنگندانه های مناسب و لرزاندن و متراکم کردن مخلوط و عمل آوری و مراقبت از آنها ساخته می شود. بلوکهای سیمانی در چهار دسته دیواری ، سقفی ، نما دار و سبک تولید می شود.

بلوکهای سیمانی از نظر شکل ظاهری به انواع تو خالی باربر و غیر باربر و توپر ویژه ای نیز برای دودکش ، نعل درگاه ، فرش کف ، جدول خیابان و ... تولید می شود.

بلوکهای مصرفی باید کاملاً سالم و بی عیب باشند و سطوح آنها هنگام اندودکاری چسبندگی کافی با اندود ایجاد کند . از مزایای بلکوهای سیمانی ، صرفه جویی در مصرف مصالح ، زمان اجرا ، حمل آسان ، عایق بودن نسبی به لحاظ حرارتی و صوتی و سهولت در مسلح کردن آن است.

۴-۱۱- موزائیک :

موزائیک ، کفپوش متراکم شده ای است که از مصالح سنگی و سیمان و معمولاً به شکل چهارگوش ساخته می شود. موزائیک در انواع سنگ دار ، شیار دار ، شسته و پلاکی تولید می شود.

ضریب اصطکاک سطح رویه ی موزائیک باید در حدی باشد که احتمال سرخوردن روی آن وجود نداشته باشد.

۴-۱۲- بتن :

بتن سیمانی ، ماده ای است که از مخلوط کردن سیمان و آب به عنوان ماده چسبنده و سن و ماسه (سنگدانه) به عنوان جسم پرکننده ساخته می شود.

نوع و کیفیت مواد تشکیل دهنده بتن در خصوصیات بتن حاصل تاثیر می گذارد:

- **سیمان :** هر نوعی از سیمان خصوصیاتی دارد که برای تهیه بتن با ویژگی های خاصی استفاده می شود. مثلاً سیمان نوع ۵ که ضد سولفات است برای تهیه بتن هایی که در معرض حمله شدید سولفاتها قرار دارد و سیمان نوع ۲ برای احتیاط در برابر حمله سولفاتها و حفاظت میلگردهای آرماتور ، در برابر حمله نمکهای کلر به کار می رود.
- **سنگدانه ها :** $\frac{3}{4}$ حجم بتن را تشکیل می دهند. از این رو کیفیت و سالم بودن آنها در مقاومت و دوام بتن موثر است. دانه های سنگی شکسته با سطح زبر ، مقاومت بیشتر و کارایی (روانی) کمتری نسبت دانه های غیر شکسته ایجاد می کند. از نظر دانه بندی بتنی خوب است که سنگدانه های درشت و ریز را تواماً داشته باشد. سنگدانه ها باید عاری از مواد مضر نظیر رس ، املاح نمکی ، ذرات ریزنباتی و برخی ناخالصی های دیگر باشند و قبل از مصرف باید آنها را الک کرد یا شست.
- آب : آب مناسب برای تهیه بتن ، آبی است که PH آن بین ۶ تا ۸ بوده ، طعم شوری نداشته باشد و به طور کلی قابل شرب باشد.

۴-۱۲-۱- ساخت بتن :

برای ساختن بتن مصالح تشکیل دهنده آن را به نسبت های مشخص در مخلوط کن ریخته و خوب مخلوط می کنند تا مخلوطی همگن و یکنواخت بدست آید ، زمان لازم برای این کار حدود ۲ دقیقه است.
دستگاههای مخلوط کن بتن شامل مخلوط کن ثابت و متحرک می شوند. از انواع مخلوط کن های ثابت می توان : بتونیر (ظرفیت ۵۰ تا ۷۵۰ لیتر) ، بتن ساز مرکزی (ظرفیت ۴۵ تا ۱۲۰ تن در ساعت) و از انواع مخلوط کن متحرک تراک میکسر را نام برد. تراک میکسر مخزنی است که روی کامیون یا تریلر نصب می شود . برای فواصل کوتاه بتن آماده و برای فواصل طولانی مخلوط خشک داخل آنها ریخته می شود.
بتن ممکن است در یک مرکز بتن سازی ساخته و به صورت آماده به کارگاه آورده شود و یا در کارگاه ساخته شود. برای جا به جایی حمل بتن از سطل ، پیمانه ، تسمه نقاله ، دامپر (وسیله انتقال بتن به صورت افقی) و پمپ (برای حمل افقی بتن تا ۴۰۰ متری و حمل عمودی تا ۶۰ متری به کار می رود) استفاده می شود.
برای خروج هوای محبوس داخل بتن و فشرده تر شدن سنگدانه ها به هم بتن را به صورت دستی یا ماشینی (به وسیله ویبراتور) می لرزانند و متراکم می کنند به این ترتیب تخلخل بتن کاهش یافته و مقاومت فشاری و برخی خواص بتن افزایش می یابد. ویبره کردن بتن باید به محض رویت حباب هوا بر روی سطح بتن و غشای درخشان روی ملات متوقف شود.

۴-۱۲-۲- کارایی بتن :

بتن با کارایی مطلوب ، بتنی است که تخت شرایط کارگاهی بتوان آن را به راحتی در قالب ریخته و متراکم نمود به طوری که به خوبی میلگردها را در برگرفته ، گوشه ها و زوایای قالب را پر کند و سنگدانه ها از هم جدا نشده یا بتن آب نیفتد. کارایی بتن تازه به عوامل مختلفی از جمله میزان آب ، نوع سنگدانه ها و دانه بندی آنها ، نسبت سنگدانه به سیمان ، وجود افزودنی ها ، ریزی گرد سیمان ، درجه حرارت محیط و مدت زمان ساخت ، حمل و ریختن است.

با افزایش آب در ساخت بتن کارایی و روانی بتن تازه افزایش می یابد اما مقاومت فشاری آن کاهش پیدا می کند.

۴-۱۲-۳- مقاومت بتن :

هرچه بتن سفت تر باشد ، مقاومت فشاری آن بیشتر ولی کارایی و روانی آن کمتر است. در نتیجه ریختن آن در قالب و متراکم کردنش مشکل خواهد بود. در صورت لزوم برای حل این مشکل ، از مواد افزودنی مناسب استفاده می کنند. مواد افزودنی ، موادی هستند که برای اصلاح برخی خواص بتن ، کمی قبل از ساخت به آن اضافه می شود.

پس از شروع هیدراتاسیون سیمان ، بتن در عرض ۲۸ روز به مقاومت فشاری مطلوب خود می رسد. با افزایش درجه حرارت ، بتن زودتر به مقاومت فشاری مشخصه خود می سد ، اما با افزوده شدن درجه حرارت، رطوبت بتن نیز بایستی حفظ شود. رطوبت محیط باعث کاهش تبخیر آب بتن و در نتیجه کاهش مقاومت بتن می شود. مقاومت بتن در رطوبت و بخار سریعتر رشد می کند ، به همین ترتیب بتن های پیش ساخته با همین روش و به وسیله بخار به سرعت مقاومت لازم را به دست می آورند.

۴-۱۲-۴- محافظت از بتن:

بتن ریخته شده در قالب را باید به نحو مطلوب از سرما و یخ زدن و در گرما از تبخیر سریع آب آن محافظت کرد. مرطوب نگه داشتن سطح خارجی بتن با آب زدن دائم و پوشانیدن آن با گونی یا نایلون در روزهای اولیه بتن ریزی برای کسب مقاومت نهایی بتن توصیه می شود.

برای بقای بتن باید آن را از گزند عوامل شیمیایی در محیط حفظ کرد. از مهمترین عوامل شیمیایی مضر بر دوام بتن و به خصوص بتن آرمه ، سولفاتها ، کلیریدها و همچنین اسیدها هستند. در محیط های صنعتی و خصوصاً در دودکش ها و کف سالنهای تولید فرآورده های لبنیاتی و .. این خطر وجود دارد.

امروزه از قطعات پیش ساخته بتنی که قبلاً کیفیت آنها در کارخانه کنترل شده است برای ساخت پی ، دیوار ، سقف های پیش ساخته ، جدول ها و بلوکهای سیمانی یا تیرچه های سقفی استفاده می کنند.

۴-۱۲-۵- پایایی بتن :

پایایی یا دوام بتن ساخته شده از سیمان پرتلند به توانایی بتن در مقابله با عوامل جوی ، حملات شیمیایی ، سایش ، فرسایش و هر گونه فرآیند منجر به اضمحلال و تخریب اطلاق می شود. بتن پایا در شرایط محیطی مورد نظر ، شکل ، حداقل کیفیت اولیه و قابلیت بهره برداری مورد نظر از سازه های بتنی را حفظ می کند.

عوامل کاهش دهنده پایایی بتن شامل موارد زیر است:

- دوره های یخ زدن و آب شدن مکرر در مناطق سردسیر
- عوامل شمیایی خورنده
-سایش و فرسایش
- سنگدانه های واکنش زا

عوامل افزایش دهنده پایایی بتن (کاهش نفوذپذیری بتن) نیز شامل موارد زیر است :
- استفاده از سیمان مناسب
- بهینه سازی عیار سیمان
- انتخاب صحیح و مناسب نسبت های اختلاط بتن
- استفاده از افزودنی های شیمیایی مانند روان کننده ها ، مواد حباب ساز و ...
- کاهش و محدود نمودن نسبت آب به مواد سیمانی
- تأمین حداکثر تراکم بتن با وسایل و روش های مناسب
- عمل آوری دقیق و کافی با روش های مناسب.

خوردگی فولاد مدفون در بتن نیز از سایر انواع اسیب دیدگی های بتن است . اگر بنا به دلایلی لایه های محافظ خوردگی بتن روی میلگردهای مدفون در آن از بین برود با حضور اکسیژن و آب ، خوردگی در فولاد به صورت پیش رونده ادامه می یابد و تنش های داخلی در بتن بر اثر زنگ زدگی باعث ترک خوردن و ور آمدن آن می شود.

سایش و فرسایش بتن در اثر عبور وسایل نقلیه یا حرکت آب از روی سطح بتن از جمله دلایل خوردگی فولاد مدفون در بتن هستند.

۴-۱۲-۶- انواع بتن :

بتن مورد استفاده در کارهای ساختمانی با توجه به نوع سیمان و مقدار آن ، نوع سنگدانه و نحوه ساخت آن به انواع مختلف تقسیم می شود. از نظر نوع سیمان مصرفی ، بتن بر اساس مقاومت فشاری آن یا مقدار سیمان مصرفی (عیار بتن) رده بندی می شود. مثلاً بتن ۱۵۰ ، بتن ۲۰۰ ، بتن ۲۵۰ ، بتن ۳۰۰ ، بتن ۳۵۰ و این اعداد میزان سیمان مصرفی در یک متر مکعب بتن را مشخص می کنند و یا به صورت C۶، C۸ ، C۱۰ ، C۱۲ ، C۱۶ ، C۲۰ ، C۲۵ ، C۳۰ ، C۴۰ ، C۴۵ ، C۵۰ رده بندی می شود که این اعداد نیز مقاومت فشاری مشخصه بتن بر حسب مگاپاسگال (MPa) را نشان می دهند.

در صورتی که بتن در سازه های میلگرد دار و سیم دار استفاده شود ، بتن سخت شده را بتن آرمه می نامند. در بتن آرمه از بتن رده ۱۶ به بالا استفاده می کنند.

۴-۱۳- آب :

آب در ساختن بتن ، ملاتها ، شفته و نظایر آنها مصرف می شود و اندازه آن در کیفیت مقاومت ملاتها و بتن تاثیر می گذارد همچنین بعضی از اعضای ساختمان ممکن است در اثر رطوبت دچار صدمه و خوردگی ، شوره زدگی و خرابی شوند.

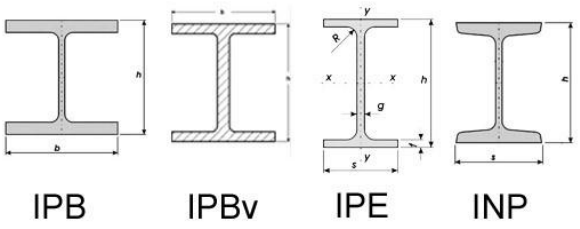
قبلاً نوع آب و منبع تامین آن باید به تصویب دستگاه نظارت برسد. آب مصرفی در هر پروژه بایستی صاف و تمیز ، عاری از مواد زیان آور باشد. عموماً آب آشامیدنی برای مصارف ساختمانی مورد استفاده قرار می گیرد. مصرف آبی که دارای خزه است برای ساخت بتن و ملاتها مناسب نیست همچنین آبهای گل آلود را باید قبلاً تصفیه نمود.

در هر کارگاه ساختمانی باید آب به اندازه کافی در دسترس باشد.

۴-۱۴- فلزات :

فلزات ساختمانی به دو گروه آهنی و غیر آهنی تقسیم می شوند. انواع فولاد و چدن که آلیاژهای آهن هستند از پرمصرف ترین مصالح فلزی می باشند. فولاد در نیمرخ های گوناگون ، در ساخت اسکلت فلزی به صورت میلگرد یا آرماتور در بتن آرمه و چدن در لوله و اتصالات ، قطعات و درپوش و پله و ... به کار می رود.
فولاد آلیاژی است از آهن و کربن که از ذوب مجدد آهن خالص به دست می آید. استفاده از مصالح مقاوم در برابر کشش و فشار و احداث ساختمانهای بلند مرتبه ، مصرف فولاد را در صنعت ساختمان سازی توسعه داده است.

۴-۱۴-۱- نیمرخ های نورد شده :



- **تیر آهن نیمرخ I** : از معمول ترین نیمرخ های مصرفی در سازه های فلزی است . مقاومت آن در برابر خمش زیاد است.
- **نیمرخ معمولی - پروفیل نرمال INP** : به تیر آهن باریک معروف است. عرض بال کم و شیب آن به سمت جان می باشد. معمولاً به عنوان تیر خمشی برای دهانه های کوچک استفاده می شود. همچنین به عنوان شمشیری (تیر مورب) در پله ، نعل درگاه ، و برای تیر و ستون به صورت مرکب به کار می رود.
- **پروفیل IPE** : به تیرآهن نیم پهن معروف است ، کاربرد آن در تیر و ستون به صورت مرکب ، نعل درگاه و شمشیری است و همچنین برای ساخت تیرلانه زنبوری به کار می رود.
- **نیمرخ بال پهن ، پروفیل IPB** : به عنوان قطعات فشاری و ستون ها در ساختمان های اسکلت فلزی بسیار مناسب است .
- **نیمرخ U یا ناودانی** : این نیمرخ به صورت تک در مقابل خمش ضعیف است و برای جبران این ضعف آن را در تیرهای مرکب و مشبک، همچنین به صورت جفت به کار می برند. به صورت UNP یا CNP نمایش داده می شود. موارد استفاده آن در ساخت ستون و بادبند است. ناودانی در اعضای کششی و فشاری به کار می رود.
- **نیمرخ نبشی** : نبشی به دو صورت ، با بالهای مساوی یا بال های نامساوی ساخته می شود. در سازه های فلزی برای ساخت اشکال مرکب و ایجاد اتصالات تیر و ستون ، ستون مرکب ، سقف کاذب ، نماسازی و ... به کار می رود. نبشی ها را با سه عدد a x b x t نشان می دهند (a طول ، b عرض و t ضخامت).
- **نیمرخ سپری** : به دو شکل با قاعده و ارتفاع برابر و با قاعده ی دو برابر ارتفاع تویلد می شود. موارد مصرف

آن مانند نبشی است. سپری ها اضعای خمشی نیستند و بیشتر در اعضایی استفاده می شوند که بار محوری باشند.

- **نیمرخ Z :** به دو نبشی نیر معروف است و کاربرد آن در اتصالات سقفهای شیبدارست . این پروفیل برای زیرسازی و بستن ورق های فلزی یا ورق های آزبست سیمانی در سقفهای شیبدار به کار می رود. همچنین از این پروفیل در اتصال ستون فلزی به دیوار آجری نیز استفاده می شود.
- **نیمرخ های چهارگوش و شش گوش :** نیمرخ های چهارگوش از قطع ۶X۶ تا۱۵۰ X ۱۵۰ میلی متر و نیمرخ های شش گوش با ابعاد ۱۳ تا ۱۰۳ میلی متر ساخته می شوند.
- **نیمرخ های تو خالی :** نیمرخهای توخالی (قوطی ها ، لوله ها و ...) به عنوان اعضای فشاری در اسکلت های ساختمانی به ویژه ساخت خرپا ، ستون ، داربست ، نرده و ... استفاده می شوند. ممکن است این نیمرخ ها مقاطع گرد ، مربع ، مستطیل یا ... داشته باشند.
- **لوله های فولادی :** پس از روکش شدن برای شوفاژ و آبرسانی سرد و گرم استفاده می شوند.
- **نیمرخ های سرد نوردیده :** برای ساخت در و پنجره و .. استفاده می شوند.
- **تیر لانه زنبوری :** جان این تیر مشبک است برای کنترل برش در تیر ، چشمه های ایجاد شده روی تیر را در حد ۱/۵ الی ۲ چشمه در تیر را در دو سر تکیه گاه با ورق می پوشانند ، همچنین چشمه هایی که به بادبند نزدیک هستند را با ورق پوشش نی دهند. از فضای های خالی جان تیرآهن لانه زنبوری می توان برای جاسازی تاسیسات استفاده کرد.

۴-۱۴-۲- سیم ، میلگرد و مفتول : سیم دارای مقطعی برابر حداکثر $\frac{1}{4}$ اینچ و میلگرد دارای مقطع دایره ای است و مفتول داراری مقاطع چهارگوش یا شش گوش می تواند باشد.

- مفتول (سیم) : میلگرد با قطر کمتر از ۶ میلی متر را مفتول می گویند ، مفتول ها به شکل تک یا گروهی که اصطلاحاً " سیم بکسل یا رشته یا کابل فولادی " گفته می شوند. در ساخت بتن های پیش تنیده استفاده می شوند.
- مش (شبکه ها یا تورهای جوش شده از مفتول) شبکه ای از دو سری مفتول (سیم) عمود بر هم است که با جوش مقاومتی در کارخانه به هم وصل شده اند. قطر اسمی این سیم ها از ۴ تا ۱۲ میلی متر می باشد و موارد استفاده آنها در ساخت سقفها ، دال ها و پوسته های نازک است که امکانات آرماتوربندی (میلگرد گذاری) وجود ندارد.

میلگرد هایی که در بتن مصرف می شوند را با عددی مشخص می کنند که برابر$\frac{1}{8}$ اینچ های موجود در قطر است ، برای مثال قطر میلگرد شماره ۵ (□۵) برابر ۵/۸ = (۱/۸ X ۵) اینچ است . میلگردها در شماره های ۳ تا ۱۱ به صورت ساده یا آجدار تولید و عرضه می شوند.

میلگرد به صورت کلاف ، شاخه و شبکه های جوش داده شده یا بافته شده برای مصرف عرضه می شود و براساس قطر اسمی معرفی می گردد . قطر اسمی میلگرد معادل قطر دایره هم مساحت با سطح میلگرد بر حسب میلی متر است.

میلگرد های با قطر کمتر که برای مصارف گوناگون از جمله بستن آرماتورهای ضخیم تر به همدیگر یا برای مقابله با تنش های برشی و پیچشی و جلوگیری از گسترش ترک در ستون ها و تیرها به کار می رود، خاموت نامیده می شوند.
در این باره در بخش ساختمان های اسکلت فلزی بعداً توضیحات بیشتری داده خواهد شد.

۴-۱۴-۳- ورق (Plate) : ورق ها در ساخت قطعات مرکب مثل تیرهای مرکب ، ستون های مرکب و تقویت آنها استفاده می شود. ورق هایی که عرض آنها از ۱۶۰ میلی متر کمتر است تسمه نام دارد.
ورق های فولادی ممکن است ضخیم ، نازک ، به صورت تخت ، موجدار ، ساده ، روغنی یا گالوانیزه تولید شوند.
اگر ضخامت این ورق ها بالاتر از ۰/۲۵ میلی متر و کمتر از ۶/۳۵ میلی متر باشند Sheet و اگر ضخیم تر از۶/۳۵ میلی متر باشند Plate نامیده می شوند.
ورق گالوانیزه : در سقفها و دیوارهای ساختمان ، کانال های هوا و ... به کار می رود و در برابر خوردگی مقاوم است.
ورق موجدار یا کرکره ای : این ورق ها سختی و استحکام بیشتری دارد. موجها (چین ها) به صورت پروفیل های مستطیلی ، ذوزنقه ای یا V شکل و .. هستند. از این ورق ها برای سقف شیروانی و دیوارها استفاده می شود.

۴-۱۴-۴- لوازم اتصال فلزات :
لوازم اتصال فلزات شامل پیچ ها ، مهره ها ، پرچ و واشر می شود که در ساخت اسکلتهای فلزی به کار می روند.
پیچ : سه نوع دارد ، پیچ پر مقاومت فولادی ، پیچ های دوسر ساخته شده از فولاد آبدیده ، پیچ های ساختمانی فولادی بازپخت شده.
مهره : دارای انواع فولادی ، فولادی آلیاژی ، فولادی زنگ نزن است.
پرچ : در سه نوع درجه ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب برای کارهای عمومی ساختمانی ، استفاده از فولادهای معمولی با مقاومت زیاد و فولادهای پر مقاومت کم آلیاژ و پایدار در برابر خوردگی ناشی از عوامل جوی مناسب هستند.

- واشر ها : به همراه پیچ های ، پیچ های دو سر و مهره ها در کارهای فلزی ساختمان استفاده می شوند تا سطح فضای باربری را افزایش داده و از ساییدگی جلوگیری شود.

۴-۱۴-۵- چدن :
چدن مقاومت فشاری خوب اما مقاومت کششی کمی دارد. موارد مصرف آن لوله های آبرسانی و فاضلاب ، دیگ حرارت مرکزی ، رادیاتورهای ویژه جاهای نمناک و ... است .
لوله های چدنی ، دیواره ای ضخیم و مقاومت ذاتی بالا در برابر خوردگی دارند ، عمری طولانی دارند و برای توزیع آب و گاز و فاضلاب و ... به صورت زیر زمینی یا روکار استفاده می شوند. همچنین لوله ها و کانال های

اسپیرال و دوجداره و به عنوان کانال های تاسیسات و تهویه ، کانال های هوایی آب و فاضلاب و ... به کار می رود.

۴-۱۴-۶- فلزات غیرآهنی :

عمده ترین این گروه در ساختمان عبارتند از آلومینیوم، مس ، سرب ، روی و قلع.
از سایر فلزات مانند نیکل و منزیم در ساخت آلیاژها و یا به عنوان پوشش استفاده می شود.

- آلومینیوم : مزیت آن سبکی وزن و زنگ نزن بودن است ولی مقاومت فشاری و ضریب ارتجاعی کمی دارد. حساسیت در برابر افزایش گرما ، مصرف آن را محدود می کند.

آلیاژهای آلومینیوم در کارهای ساختمانی به دو گروه تقسیم می شود:
آلیاژهای آلومینیوم با مقاومت نسبتاً کم : مناسب برای ساخت ورق ساده یا موجدار ، پوشش شیروانی ها ، درزبندی و درزپوش ، کارهای تزئینی ، در و پنجره ، برخی منابع مایعات و ....
آلیاژها آلومینیوم با مقاومت زیاد : مناسب برای قطعات باربر اصلی در کارهای ساختمانی و اسکلت سبک سازه ها ، برای اتصالات کارهای آلومینیومی از پیچ و جوش و در صورت امکان پرچ استفاده می شود.
مس : از مس و آلیاژهای ان (برنج و مفرغ) در آب بندی و درزبندی و کارهای تزئینی ، ساخت یراق آلات و لوله ها و شیرآلات استفاده می شود.

- سرب : ورق سرب به عنوان مغزی عایق های پیش ساخته و هم چنین آب بندی سرناودان ها و کنار و کنج های بام استفاده می شود.
- روی : برای پوشاندن ورق ، لوله و سایر قطعات فولادی و جلوگیری از زنگ زدن آن استفاده می شود
- قلع : برای پوشش قطعات فولادی ساختمانی (البته کمتر از روی) و همچنین تولید انواع آلیاژها استفاده می شود.

۴-۱۴-۷- الزامات کاربردی فلزات مصرفی در ساختمان:

کلیه قطعات فلزی باید عاری از زنگ زدگی و پوسته شدن باشند مگر اینکه با برس زدن و ماسه پاشی کاملاً تمیز شده باشند.
میلگردهای فولادی باید تمیز و عاری از پوسته های رنگ ، روغن ، گرد و خاک و آلودگی ها باشند. میلگردها نباید زنگ زده باشند.
مصالح فلزی باید در مکان هایی تمیز و عاری از رطوبت و گرد و خاک و سایر مصالح مرطوب انبار شوند.

۴-۱۵- چوب :

چوبهایی که در ساختمان به کار می روند به صورت طبیعی یا مصنوعی هستند. چوب طبیعی در اسکلت ساختمانهای چوبی ، ساخت در و پنجره ، نرده ، ایجاد داربست و حائل برای جلوگیری از ریزش ساختمان ، شمع کوبی ، قرنیزها ، کفپوش ، سقف پوش ، بام پوش و ... و چوبهای مصنوعی نیز در همین موارد و همچنین در عایق کاری های حرارتی استفاده می شوند. بسیاری از معایب چوبهای طبیعی در چوبهای

مصنوعی کاهش یافته است.

۴-۱۵-۱- خواص چوب:

از جمله خواص چوب در ساختمان می توان به موارد زیر اشاره کرد:

فراوانی در طبیعت ، دارای منبع تجدید شونده ، سبکی ، مقاومت در برابر سایش ، خاصیت ارتجاعی که عملکرد مطلوب سازه چوبی را در برابر زلزله سبب می شود ، سهولت ساخت ، دوام و سازگاری طبیعی , عایق حرارت و صوتی خوب که به دلیل خاصیت آکوستیکی در دیوارهای سالن های سینما ، سخنرانی ، استودیوهای رادیو و تلویزیون و ... استفاده می شود ، مقاومت نسبی بالا ، مهار نیروهای کشش حاصل از رانش (در دهانه طاق ها) ، تبدیل بار متمرکز به بار گسترده و مقاومت بسیار خوب در برابر زلزله ، گردباد ، بار برف های سنگین و ....

از جمله معایب استفاده از چوب در ساختمان می توان به موارد زیر اشاره کرد:

سهولت آتش گیری ، تغییر خواص در نتیجه رطوبت و تخریب شدن آن توسط حشرات و قارچها ، گرانی و کمبود چوب در ایران که باعث می شود ساخت اسکلت چوبی کامل در ایران متداول نباشد اما در نقاطی که چوب بیشتری وجود دارد در ساخت ستون ، تیر و خرپا استفاده شده است.

مواد و مصالح اتصال دهنده و نصب چوب در ساختمان شامل میخ ، پیچ و بست ها هستند که باید با شرایط آب و هوایی محیط منطبق باشند.

۴-۱۵-۲- کاربرد چوب در ساختمان :

- **تخته چندلا :** تخته چندلا از قرار دادن لایه های بریده شده از درخت (به صورت ورق های چوبی با ضخامت ۲-۱ میلی متر) که جهت الیاف در لایه های مجاور عمود بر هم باشد و به وسیله چسب مناسب پرس شده باشند بدست می آید. تخته های سه لایی برای روکش در و نظایر آن و تخته های پنج لائ هفت لا و بالاتر برای کارهای قالب بندی و اسکلت سازی و ... استفاده می شوند.
- تخته خرده چوب (نئوپان) : از مخلوط ذرات چوب با مواد اتصال دهنده (چسب ها) تحت فشار و حرارت محکم شده و به صورت ورق هایی مسطح با ابعاد معین تولید می شوند. نئوپان مقاومت مکانیکی نسبتاً خوبی دارد و بسیار ارزان است. نئوپان به راحتی اره شده ، پیچ و میخ در آن فرو می رود و به سه دسته سبک ، متوسط و سنگین گروه بندی می شود. نئوپان سبک در عایقکاری حرارتی و انواع دیگر آن برای ساخت در و تجهیزات چوبی داخلی استفاده می شود.
- تخته فیبر : نوع نازک تخته فیبری برای روکش در ، انواع ضخیم تر برای تقسیم فضاهای داخلی ، مبلمان و تزئینات داخلی و نوع سبک وزن در عایقکاری حرارتی و صوتی استفاده می شود.
- پارکت : پارکت کفپوشی است از باریکه های نازک چوب های سخت و خوش نقش مثل گردو ، بلوط و زیتون که بایستی چوب آن در برابر ضربه و سایش مقاوم باشد.
- بلوک های چوبی: نوعی پارکت ضخیم است با ابعاد مختلف که معمول ترین اندازه آن ۵۰X۵۰X۹۰ میلی متر است.
- کفپوش های چوب پنبه ای : که به دو شکل لینولیوم و کاشی چوب پنبه ای تولید می شود.

- انواع در و پنجره های چوبی
- صفحات چوب - سیمان : این صفحات سبک و در برابر آتش ، آب ، یخبندان ، پوسیدگی و صوت مقاوم هستند. قابلیت رنگ خوردن ، چسب خوردن ، پیچ کردن و میخ خوردن را دارند . در داخل بنا به عنوان پوشش کف و سقف و در خارج برای نصب روی آجر و بتن استفاده می شوند.
- صفحات چوب - گچ : این صفحات ارزان بوده و برای تقسیم بندی داخلی فضاها و پوشش کف و سقف به کار می روند.
- صفحات چوب - لاستیک : این صفحات در برابر رطوبت ، کشش و ضربه مقاومند.
- و سایر پوشش های سقفی ، دیواری و ... مانند کانتکس ، آندولین و غیره

۴-۱۵-۳- الزامات کاربردی چوب مصرفی در ساختمان :

چوب مصرفی در ساختمان باید از نظر بافت و ظاهر یکنواخت , عاری از تابیدگی و پیچیدگی ، فاقد ترک و صمغ باشد و رطوبت نوع آن با مورد مصرفی تطابق داشته باشد.

چوب مورد استفاده در قالب بتن باید از نوع صمغ دار مثل کاج و صنوبر و چوب قالب بندی اعضایی از سازه مثل پی ها از چوب سفید هم می تواند باشد ، قالب شمع[۷] ها ، پشت بند[۸]ها ، شلاقی[۹] ها باید از چوبهای محکم و مستقیم و بدون ترک باشد. چوبی که در ساخت در و پنجره و نرده و به طورکلی ، کارهای درودگری به مصرف می رسد بهترست خشک بشود و از تغییر رطوبت محفوظ بماند. این چوب باید خشک و فاقد شیره گیاهی بوده و از انواعی نظیر کاج و صنوبر باشد.

چنانچه قرارست چوبی در معرض رطوبت قرار گیرد باید در تهیه چوب مصنوعی سازنده آن از چسب ضد آب استفاده شده باشد. حمل و باراندازی چوب باید در محل تمیز و سرپوشیده به دور از رطوبت ، یخ و برف ، مواد قابل اشتعال و مضر باشد.

۴-۱۶- شیشه :

شیشه برحسب کیفیت ، شکل ، نمای سطح و محل مناسب مصرف در انواع ایمنی ، مسلح ، تنیده ، نشکن ، متورق ، مقاوم در برابر صوت ، شیشه ضد گلوله ، شیشه های بازتابنده یا انعکاسی (رنگی و پوشش دار) ، ویژه (آینه ای ، شیشه های مقاوم در برابر حرارت ، شیشه عایق حرارتی ، مات و سرامیکی) تولید می شوند. مصالح نصب شیشه ها بتانه ، مواد پلاستیکی (ماستیک ها و سیلنت ها) و لاستیکی ، نوار پلاستیکی و لاستیکی دور شیشه ، پیچ ، میخ و زوارهای مصرفی مخصوص نصب شیشه هستند. شیشه را می توان برید ، تراشید ، سوراخ کرد و با گرم کردن خم کرد و جوش داد. بریدن، تراشیدن و سوراخ کردن شیشه با ابزار سخت (به اصطلاح نوک الماسه) انجام می شود.

- **شیشه پنجره (جام) و شیشه های تخت (Window Glass)** : شیشه پنجره ، شیشه ای است

---

[۷] . نوعی پی عمیق

[۸] . تخته چوب هایی که به دیواره ی گود ها تکیه داده می شود تا مانع از فروریختن خاک سست از اطراف گود به داخل آن شوند.

[۹] تیرهای متقاطع چوبی

صیقل نخورده که بیشترین استفاده را در ساختمان دارد و به شیشه جام معروف می باشد. شیشه جام باید کاملاً صاف ، شفاف ، عاری از موج ، حبابهای هوا یا هر نوع عیب دیگر بوده و ضخامت آن در تمام سطحش یکنواخت باشد. شیشه های جام معمولاً در دو ضخامت SS و DS هر کدام در درجه های A و B و C و D عرضه می شوند. برای نصب این شیشه ها در ساختمان از قابهای چوبی ، فلزی یا پلاستیکی استفاده می شود. شیشه های ساده جام با ضخامت های ۳ و ۴ و ۵ و ۶ و ۸ و ۱۰ و ۱۲ میلی متر تولید می شوند. شیشه تخت نیز مشابه شیشه پنجره است که به صورت ورق پیوسته تا عرض ۴۵۷ سانتی متر تولید می شود. هر دو سطح این شیشه را صیقل می دهند و در درجه و ضخامت های مختلف به بازار عرض می شوند.

جام های شیشه را برای حمل و نقل باید با پوشال به طور محکم بسته بندی کرده و بین آنها برگهای کاغذ می گذارند و در جعبه های چوبی قرار دهند.

- **لوله های شیشه ای (Glass Pipe)**: در مواردی برای نصب کابل های برق تو کار ، کابل تلفن ، انتقال مایعات و گازهای خورنده استفاده می شوند.
- **بلوک های شیشه ای (Glass Blocks)** : از آنها برای موزاییک شیشه ای دیوارها استفاده می شود. برای گرما بندی و گذراندن نور آجر های شیشه ای تو خالی می سازند. این آجرهای شیشه ای تو خالی یک سیستم عایق صدا با مقاومت حرارتی مطلوب را تشکیل می دهند.
- **کاشی شیشه ای** : نوعی بلوک شیشه ای توپر است و برای رساننده نور از بام به زیر یا از کف به زیر زمین استفاده می شوند. کاشی های شیشه ای به صورت لعابدار و در ابعاد و رنگهای مختلف با طرح موزاییکی از شیشه های نیمه مات رنگی تولید می شوند و در نمای داخلی یا خارجی ساختمان یا سرویس های بهداشتی استفاده می شوند.
- **الیاف شیشه و پشم شیشه (Glass Wool)**: پشم شیشه عبارتست از الیاف بسیار نازک تارهای شیشه که تقریباً به همدیگر متصل بوده به عنوان عایق حرارتی و صوتی مورد استفاده قرار می گیرد.
- **شیشه ایمنی (سکوریت)(Safety Glass)** : این شیشه ها در برابر خرد شدن مقاوم هستند و معمولاً ضخامتی برابر$\frac{1}{4}$ اینچ (۶/۳۵میلی متر) دارند. این شیشه ها که به شیشه طلق دار نیز معروفند از دو لایه شیشه تخت که به یک لایه واسط از جنس ماده آلی عمدتاً پلی وینیل بوتیرال (PVB) که تحت فشار و حرارت به هم چسبیده اند تشکیل شده است.
- **شیشه آبدیده (Tempered Glass)** : این شیشه ها تا ضخامت های ۱ اینچ (۲۵/۴ میلی متر) تولید و عرضه می کنند و ضمن مقاومت مکانیکی بالا ، تحمل تنش های کشش بالا را دارند. از این شیشه برای ساخت دربهای آویزان ، کشویی و نظایر آن استفاده می کنند.
- **شیشه توری دار (Wired Glass)** : در داخل این شیشه ها از نوعی توری فلزی مرغی استفاده می کنند . این شیشه ها دارای ایمنی بالاتری نسبت به شیشه های معمولی هستند و برای پنجره های بالکن و دیوارهای حائل استفاده می شوند.
- **شیشه های پرسی** : این شیشه ها در تهیه بلوک شیشه ای استفاده می شوند.
- **شیشه مشجّر (Figured Glass)**: شیشه مشجر یا طرح دار ، شیشه ای نیمه شفاف است که از

شیشه های شفاف یا رنگی تولید می شود و با عنوان شیشه قیصری یا تزئینی در بازار معروف است. این شیشه در پنجره ها و دیوارهای حائل که نیاز به شیشه مات دارند مورد استفاده قرار می گیرند. شیشه مشجر ساده در ضخامت ۳ ، ۴ ، ۵ ، ۶ ، ۸ ، ۱۰ و ۱۲ میلی متر و شیشه مشجر رنگی در ضخامت های ۴ ، ۵ ، ۶ ، ۸ و ۱۰ میلی متر به رنگهای زرد ، سبز و آبی تولید می شود.

- **شیشه جاذب گرما** : این شیشه که تشعشعات مادون قرمز را جذب می کند در مناطق حاره ای برای کاهش عبور انرژی خورشیدی ، ساخت چراغ بادی ساختمانها و منازل و پنجره کاربرد دارد.
- **شیشه انعکاسی (Reflective Glass)** : این شیشه معمولاً برای کاهش حرارت ناشی از زنندگی تابش خورشید و عبور نور به کار می رود و باعث صرفه جویی در مصرف انرژی می شود. این شیشه در پنج نوع طوسی ، آبی ، برنزی ، طلایی و نقره ای عرضه می شود همچنین در چهار نوع تک قطعه ای ، دو قطعه ای ، عایق بندی ، ایمنی متورق و چقر تولید می شود.
- **شیشه با پوشش سرامیکی** : این شیشه ها استحکام بالایی دارند و در برابر یخ زدگی و حرارت مقاومند . به صورت تخت در رنگهای مختلف با ضخامت های ۶ تا ۱۲ میلی متر و سطح ۴ متر مربع تولید می شوند. از این شیشه ها در نمای ساختمانهای عمومی و صنعتی ، ساخت پانل های دیواری چند لایه و در داخل ساختمان استفاده می کنند.

۴- ۱۷ – عایق ها:

۴- ۱۷ – ۱ -عایق رطوبتی :

معمولاً در پی ساختمانها ، کف و بدنه زیر زمین ها ، بام و منابع آب نیاز به استفاده از عایق های رطوبتی می باشد. مصالح عمده ای که به این عنوان به کار می روند عبارتند از خاک رس ، مواد قیری و قطرانی ، فلزات و آلیاژهای آنها ، فرآورده های پنبه کوهی – سیمان (ورق های بزرگ موجدار به همراه اتصالات آنها) ، کاشی های سفالی و سیمانی ، الیاف شیشه ، مواد پلاستیکی و لاستیکی ، چوب و ملاتهای ویژه (که افزودن مواد عایق به ملاتها حاصل می شود.)

پس از اتمام عایق کاری و اجرای قشر محافظ رویه آن سطوح شیبدار با پاشیدن آب روی آن آزمایش می کنند و سطوح تخت کف سرویس ها را نیز با آب بستن آزمایش می کنند.

عایق های رطوبتی را در حین اجرا و در دوره بهره برداری از ساختمان باید از سرمای زیادی (یخ زدگی) ، گرمای زیاد ، اشعه ماوراء بنفش خورشید ، حرکات سازه ای و ساختمانی ، صدمات شیمیایی ، ریشه دوانی گیاهان ، فشار بخار آب و ... حفظ کرد. سرمای زیاد باعث ترک خوردگی عایق می شود و گرمای زیاد سبب روان شدن قیر می شود. قیر مصرفی در عایق خصوصاً در لایه نهایی باید مناسب منطقه انتخاب شود.

۴–۱۷–۲- عایق حرارتی :

عایق های حرارتی ساختمان معمولاً از مواد سبک ساخته می شوند. همچنین ممکن است به وسیله ایجاد فاصله ی هوایی بین دو جدار یک عضو ساختمانی تامین گردد.

مصالح عایق های حرارتی شامل پشم سنگ ، پشم شیشه ، سنگدانه های منبسط شده بوده و به صورت عایق

های پتویی ، عایق های قطعه ای ، بلوک های عایق ، عایق های منعکس کننده ، عایق های پاشیدنی ، تزریقی و ... تولید می شوند.

۴-۱۷-۳- عایق صوتی :

مصالح آکوستیکی قادرند با جذب سر و صدا ، میزان انعکاس امواج صوتی را به کمتر از نصف آن تقلیل دهند این مصالح ممکن است پیش ساخته باشند یا در محل اجرا شوند و معمولاً شامل موارد زیر می شوند :
کاشی های و صفحات پیش ساخته (کاشی هایی ساخته شده از الیاف ، فیبرهای سلولزی و ...) که بیشتر در سقف استفاده می شوند و مواد و مصالحی که در محل اجرا می شوند مانند اندودهای گچی آکوستیکی و ترکیبی.

۴-۱۸- قیر:

چسباننده های سیاه شامل مواد قیری و قطرانی هستند. قیر در دمای عادی جامد است و بر اثر گرما نرم و روان می شود . ویژگی های عمومی مواد قیری و قطرانی عبارتند از غیر قابل نفوذ بودن در برابر رطوبت و آب ، عایق بودن الکتریکی ، پایداری در برابر اسیدها ، بازها و نمک ها ، قابلیت ارتجاع ، چسبندگی به سایر مصالح و تشکیل قشر نازک بر روی آنها. البته این مواد معایبی هم دارند ، تجزیه شدن در گرمای زیاد و تبدیل شدن آنها به ذغال همراه با اشتعال ، از دست رفتن چسبندگی آنها در محیط های آلوده به خاک و مواد نرم و مرطوب و تغییر شکل در برابر فشار و برخی حلال ها از آن جمله است.

۴-۱۸-۱- انواع مواد قیری و قطرانی:

قیرهای عمدتاً به دو نوع تقسیم می شوند : قیرهای طبیعی و قیرهای ساختگی.
قیرهای طبیعی از معدن بدست می آیند ولی قیرهای ساختگی از پالایش نفت خام حاصل می شوند. قیرهای ساختگی شامل قیرهای جامد و قیرهای مایع هستند.

- **قیرهای جامد:** قیر جامد آخرین محصولی است که از تقطیر نفت خام بدست می آید و بر حسب درجات نفوذ مختلف (بین ۱ تا ۳۰۰) تولید می شود. مثلاً قیرهای ۲۸۰/۳۲۰ ، ۲۲۰/۲۵۰ ، ۱۸۰/۲۰۰ ، ۱۳۰/۱۵۰ ، ۸۵/۱۰۰ ، ۶۰/۷۰ در ایران قیرهای ۵۰/۴۰ ، ۷۰/۶۰ ، ۱۰۰/۸۰ بیشتر در راهسازی و قیر ۷۰/۶۰ در آب بندی بام در نواحی معتدل به مصرف می رسند.
- **قیر جامد اکسید شده (دمیده) Oxidijed (Blown) Asphalt** : این قیرهای از اکسید شدن مخلوطی از قیرهای نرم و با مواد روغنی سنگین بدست می آیند و بر حسب نقطه نرمی و درجه نفوذشان نامگذاری می شوند مانند ۸۵/۲۵ R ، ۹۰/۱۵ R که اعداد ۲۵ و ۱۵ درجه نفوذ و ۸۵ و ۹۰ درجه نرمی آنهاست.
- **قیرهای مایع و محلول (پس بریده : Cut Back)** : این قیرهای از حل کردن یکی از قیرهای جامد در حلال های مختلف بدست می آیند . قیرهای محلول در بسته به زمان گرفتشان تحت عنوان های زیر گروه بندی می کنند :

- قیرهای محلول زودگیر (Rapid Curing = RC) : شامل RC۰,RC۱,RC۲,RC۳,RC۴,RC۵
- قیرهای محلول کندگیر (Medium Curing = MC) : شامل MC۰, MC۱, MC۲, MC۳, MC۴, MC۵
- قیرهای محلول دیرگیر (Slow Curing = SC) : شامل SC۰, SC۱, SC۲, SC۳, SC۴, SC۵

- **امولوسیون های قیر (Emulsions) :** مخلوطی از دانه های خیلی ریز قیر و آب است و انواع مختلفی داشته ، برای اندود کردن سنگدانه های تر یا خشک ، پایدارسازی خاک ، ساخت شفته و خشت قیری ، اندود کردن ماسه های ریز دانه و جلوگیری از روان شدن ماسه های روان در هر نوع آب و هوایی و ساخت پی و رویه راه استفاده می شود.
- **قطران :** وقتی مواد آلی نظیر چوب ، ذغال سنگ و ... به دور از هوا گرما داده شوند گازهایی حاصل می شوند که اگر آنها را سرد کنند ، قطران خام بدست می آید و در صورتی که قطران خام را پالایش و تقطیر کنند ، زفت قطران (Pitch) بدست می آید که معمول ترین قطرانی است که در صنعت ساختمان و راهسازی مصرف می شود.

۴-۱۹- پلاستیک ها :

پلاستیک ماده ای مصنوعی است که از مواد معمولی مانند زغال سنگ ، نمک ، روغن ، نفت ، گاز طبیعی ، پنبه ، چوب و آب ساخته می شود. از این مواد ، مواد نسبتاً ساده ای به نام منومر تولید می شود و از واکنش و به پیوستن منومرها ، پلیمرها تولید می شوند. به طور کلی پلاستیک ترکیبی از جسم چسبنده و جسم پرکننده است .(گردهای آلی یا معدنی ، رشته های نخی ، پارچه ها و ورق ها)

۴-۱۹-۱- خواص پلاستیک ها :

ویژگی مطلوب پلاستیکها که گسترش روز افزون آنها در صنعت ساختمان سبب شده است عبارتند از : شفافیت نورگذرانی ، ثبات رنگ ، پایداری در برابر هوازدگی ، ثبات اندازه ، طاقت ، ضربه پذیری ، پایداری در برابر سایش ، جذب آب کم ، شکل پذیری ، چسب پذیری ، پایداری در برابر واکنش های شیمیایی به علاوه اکثر پلاستیکها از مصالح ساختمانی سنتی سبک ترند و تعداد از آنها را می توان به صورت اسفنج و متخلخل درآورد و فرآورده های بسیار سبکی از آنها تولید کرد.

۴-۱۹-۲- انواع پلاستیک ها:

مواد پلاستیکی به دو دسته اصلی تقسیم می شوند: ترمو پلاستیکها (Thermo plastics) و ترموست ها (Thermosets).

- **ترمو پلاستیک ها (پلاستیک های گرمایی یا گرما نرم ها):** پلاستیکهایی هستند که هر گاه گرم شوند ، نرم می شوند و هنگام سرد شدن دوباره سخت می شوند و به دفعات می توان آنها را سرد و گرم کرد. اما تکرار متناوب گرما و سرما ممکن است باعث تغییر رنگ یا از دست رفتن مواد نرم کننده در پلاستیک شود که این مساله باعث بروز تغییراتی در شکل ظاهری و دیگر ویژگی های آنها می شود. برخی از این پلاستیکها عبارتند از : آکریلیکها ، پلی اتیلن ها ، پلی وینیل کلراید (PVC) ، پلی استایرن ، نایلن (پلی آمیدها) ،

آکریلونیتریل ، بوتادین ، استایرن (ABS) ، پلی پروپیلن.

- **ترموست ها (گرما سخت ها)** : پلاستیک هایی هستند که به دلیل ساختار ملکولی اشان ، حرارت مجدد موجب برگشت آنها به حالت خمیری نمی شود. مهمترین این پلاستیکها عبارتند از : آلکیدها، آمینوزها (اوره فرمالدهید و ملامین فرمالدهید) ، اپوکسی ، پلی یورتان.

از نظر خواص فیزیکی و مکانیکی پلاستیک های به چهار دسته ی سخت ، نیمه سخت ، نرم و کشسان گروه بندی می شوند.

۴-۱۹-۳- کاربردی پلاستیک های ساختمانی :

مصارف پلاستیک در ساختمان به سه صورت سازه ای ، نیمه سازه ای و غیر سازه ای بوده و به عنوان ماده کمکی نیز در ساختمان کاربرد دارد و گاهی سازنده بخشی از مواد مرکب ساختمانی (کامپوزیت ها) می باشد.

از پلاستیک ها در ساختمان در موارد زیر استفاده می شود : تهیه هسته مرکزی دیوارهای ساندویچی ، ماده چسباننده برای ساندویچ ها ، سقفهای پیش ساخته ، دیوارهای ساختمان کفپوش ، قاب پنجره ، واشرهای آب بندی ، درهای لایه ای ، ورق های ساده و موجدار ، نرده ، پانل ها ، ملات و اندود ، مواد افزودنی بتن ، مبلمان ، لوله ها، لوازم اتصال ، مخازن ، دستشویی ، عایق ها ، کانال ها ، مواد پوشاننده ، چسب ها ، مواد درزگیری و آب بندی پلاستیک ها را می توان با پیچ و مهره ، اتصالات و بند و بست های فلزی به یکدیگر یا به مصالح دیگر متصل نمود. در این صورت مصالح فلزی باید از نوع زنگ نزن باشند ، یکی دیگر از مصالح نصب چسب است که باید با پلاستیک مورد نظر سازگار باشد تا موجب خرابی و تجزیه قطعات پلاستیکی نگردد. گاهی برخی پلاستیک ها را از طریق گرم کردن و جوشکاری به یکدیگر متصل می کنند.

۴-۱۹-۴- جدول پلاستیک های مناسب برای مصارف گوناگون:

ردیف	محل مصرف	نوع مواد پلاستیکی مناسب و متداول
۱	ورق های موجدار مسلح پوشش دیوارهای خارجی و بام با اتصالات مربوطه	رزین های پلی استر ، اپوکسی ، آکریلیک ، ملامین ، فنولی ، پی وی سی (پلی وینیل کلراید) ، پلی استایرن (بیشتر به صورت مسلح یا تقویت شده)
۲	شیشه ، نورگیر و شبکه های آفتابگیر	آکریلیک (ساده و رنگی) ، پلی کربنات ، پی وی سی ، رزین های ایونومر و پلی استر
۳	دیوار پوش ها و سقف پوش ها	استایرن ، آکریلیک ، وینیل ها (شامل پی وی سی)
۴	کفپوش ها و پله ها	رزین های اپوکسی ، وینیل ها (شامل پی وی سی)
۵	نبشی لب پله ، قرنیز ، دست انداز پلکان	پی وی سی ، پلی تن (پلی اتیلن یا پی ای)
۶	در و پنجره ، قفسه آشپزخانه و روکش سیم	پی وی سی
۷	دیوارهای جدا کننده	آکریلیک ، پلی پروپیلن (پی پی) ، پلی کربنات و پلی استر
۸	عایق حرارتی جاذب صورت ، قالب ماندگار و سنگدانه های سبک	پلی استایرن منبسط ، پلاستیک های متخلخل از رزین های پلی یورتان (پی یو) ، فنولی و وینیل (شامل پی وی سی)
۹	لوله های فاضلابی سخت و اتصالات آن	اکریلونیتریب بوتادین استایرن (ابی اس)
۱۰	لوله های آب و فاضلاب و برق سخت و اتصالات	پی وی سی سخت ، فلور و پلاستیک ها و فنیلین اکسید
۱۱	لوله های برق ، آبرسانی ، کم فشار و پرفشار	پی ای و پی وی سی نرم
۱۲	لوله های مقاوم در برابر مواد شیمیایی	پلی وینیل ایدن فلوراید
۱۳	مصالح درزبندی (واتر اسپاپ) و درزپوش ها	پی وی سی
۱۴	ورقه های آب بندی و بخار بندی و پوشش مصالح و کارهای نو	پی وی سی و پی ای
۱۵	کلید ، پریز و سرپیچ لامپ	فنل فرمآلدئید (بکلیت ، فقط به رنگهای تیره) و فرمآلدئیداوره (سفید و رنگی)
۱۶	مواد پوششی ، رنگهای پلاستیکی و ضد رنگ	رزین های آمینو ، اپوکسی ، فنولی ، پی یو ، پی وی سی ، ملامین ، سیلیکون ، استات سلولز ، الکید و امولوسیون رزین های : بوتادین استایرن ، پلی وینیل استات ، اپوکسی و اکریلیک
۱۷	چسب	رزین های آمینه ، اپوکسی ، فنولی و فرمآلدئید اوره
۱۸	مصالح درزبندی و لیف شیشه	پی وی سی و پی یو پیش ساخته متخلخل ، خمیرهای اکریلیک ، پلی سولفید و استایرن بوتادین
۱۹	اتصالات لوله کشی ، سردوش و قطعات شیر	استال همویلی مر
۲۰	قالب بندی بتن	اکریلیک تقویت شده

فصل پنجم:

انواع سازه و سیستم های ساختمانی

در این مبحث انواع سازه و سیستم های ساختمانی تحت عناوین زیر به اختصار معرفی می شوند:

- سازه های مصالح بنایی
- سازه های اسکلتی
- سایر سازه ها و سیستم های ساختمانی

سازه های مصالح بنایی، سازه هایی هستند که در آنها تحمل بارسقف و طبقات بر عهده ی دیوارهای باربر است سازه های اسکلتی، در واقع یک سیستم تیروستون هستند که در آنها تحمل بارسقف و طبقات بر عهده ی اسکلت ساختمان (تیرها و ستون ها) است.

و درباره انواع مختلف سایر سیستم های ساختمانی در ادامه توضیح داده خواهد شد. اما به طور کلی ساختمان ها از عناصر سازه ای تشکیل شده اند و عناصر سازه ای و اصلی و اساسی ساختمان عبارتند از:

- عناصر خطی مانند ستون وتیر، این عناصر نیروها را در یک جهت انتقال می دهند و یک بعدی هستند.
- عناصر سطحی مانند دیوار و دال، این عناصر نیروها را در دو جهت انتقال می دهند و دوبعدی هستند.
- عناصر فضایی مانند پوش نما یا هسته مرکزی که این عناصر نیروها را در سه جهت انتقال می دهند و سه بعدی هستند.

از دیدگاه عملکرد سازه های ساختمانی در یکی از چهارگروه زیر جا می گیرند:

۱. سازه با عملکرد شکلی: سازه ای است که انتقال نیروها در آن تاثیر فرم ویژه و پایداری فرم آن باشد مانند سازه های کابلی، سازهای چادری، سازه های بادی، سازه های قوسی مصالح مورد استفاده در این سازه ها معمولا انعطاف پذیر و غیر صلب هستند.
۲. سازه با عملکرد برداری: سازه ای است که انتقال نیرو در آنها از طریق تجزیه برداری انجام می شود و اعضای سازه کوتاه، توپر و مستقیم الخط هستند مثل خرپاهای تخت. خرپاهای قوسی و منحنی مانند گنبدهای ژئودزیک و خرپاهای فضایی
۳. سازه با عملکرد مقطعی: سازه ای است که تجزیه و تحلیل نیروها در آن با تحلیل مقطعی از آن مشخص می شود مانند سازه ای تیروستون، سازه های قابی، دال های تخت
۴. سازه با عملکرد سطحی: سازه ای است که انتقال نیرو در آن از طریق مقاومت سطحی و فرم ویژه سطح انجام می شود مانندسازه های پوسته ای. مصالح این سازه های انعطاف پذیر بعضاً صلب است.

۵-۱- ساختمان های با مصالح بنایی:

ساختمان های با مصالح بنایی، ساختمان هایی هستند که با آجر، بلوک سیمانی یا سنگ ساخته می شوند و در آنها تمام یا قسمتی از بارهای قائم توسط دیوارها با مصالح بنایی تحمل می شود، اگر قسمتی از بارهای قائم توسط عناصر فلزی یا بتن مسلح و قسمتی از آنها توسط دیوارهای با مصالح بنایی تحمل شود بایستی مقررات ساختمانهای با مصالح بنایی برای آنها هم رعایت شود.

مشروط بر آنکه ساختمان با مصالح بنایی با آیین نامه های ساختمانی مربوط مطابقت داشته باشد و از ایمنی کافی برخوردار باشد، ساخت این ساختمانها از مزایایی نیز برخوردارست که موارد زیر از آن جمله اند:

- در دسترس بودن تولید کافی مصالح سنتی در اکثر نقاط کشور، که تنها لازم است این مصالح با کیفیت مناسب استاندارد شود.
- ساخت آنها در مقایسه با ساختمان های بتنی و فولادی نیاز به استادکار سطح بالا ندارد.
- اجرا با مصالح بنایی در مقایسه با بتن در شرایط جوی مختلف آسان تر و کم حساسیت تر است.
- با توجه به ضخامت دیوارهای این ساختمانها، از نظر جلوگیری از انتقال حرارت و صرفه جویی در انرژی مناسب هستند.
- هزینه کمتر و اقتصادی تر بودن این ساختمانها نسبت به ساختمانهای فولادی.و...
- امکان تعمیر و ترمیم آسان
- احتمال پوسیدگی و زنگ زدگی کمتر و مقاومت بیشتر در برابر حریق در مقایسه با ساختمانهای فولادی.

عمده ساختمان های با مصالح بنایی با آجر ساخته می شوند از این رو ابتدا به تعریف ساختمان های آجری پرداخته و پس از ذکر قوانین و ضوابط ساخت ساختمان های با مصالح بنایی، تعریف و ضوابط ساختمان های خشتی و گلی نیز توضیح داده خواهد شد.

ساختمان آجری ممکن است با کلاف یا بدون کلاف ساخته شود. ساختمان آجری با کلاف ساختمانی است که با آجر ساخته می شود و در آن بارهای قائم و جانبی توسط دیوارها تحمل می شود. کلاف بندی برای یکپارچه عمل کردن ساختمان انجام می شود. نوارهای بتنی مسلح، میلگردها یا تیرآهن ها، در داخل دیوار به صورت افقی و عمودی به هم بسته می شوند تا قالب هایی را درون دیوار ایجاد کنند که ساختمان را در برابر نیروهای جانبی مقاوم کند.

ساختمان آجری بدون کلاف، همان ساختمان بنای سنتی آجری است که بارهای قائم و جانبی در آن توسط دیوارهای آجری تحمل می شود. اما چون این ساختمان ها در برابر زلزله و ... یکپارچه عمل نمی کنند، ساخت آنها در مناطق با خطر نسبی زلزله زیاد یا خیلی زیاد ممنوع است.

اما در هر حال توصیه می شود این ساختمان ها(ساختمان های مصالح بنایی) روی زمین های ناپایدار یا در معرض سیل احداث نشود. منظور از زمین ناپایدار زمینی است که امکان نشست زیاد، سنگ ریزش و لغزش داشته باشد یا از خاک رس حساس تشکیل شده باشد.

۵-۱-۱-ضوابط کلی فرم، پلان و ارتفاع ساختمان های با مصالح بنایی:

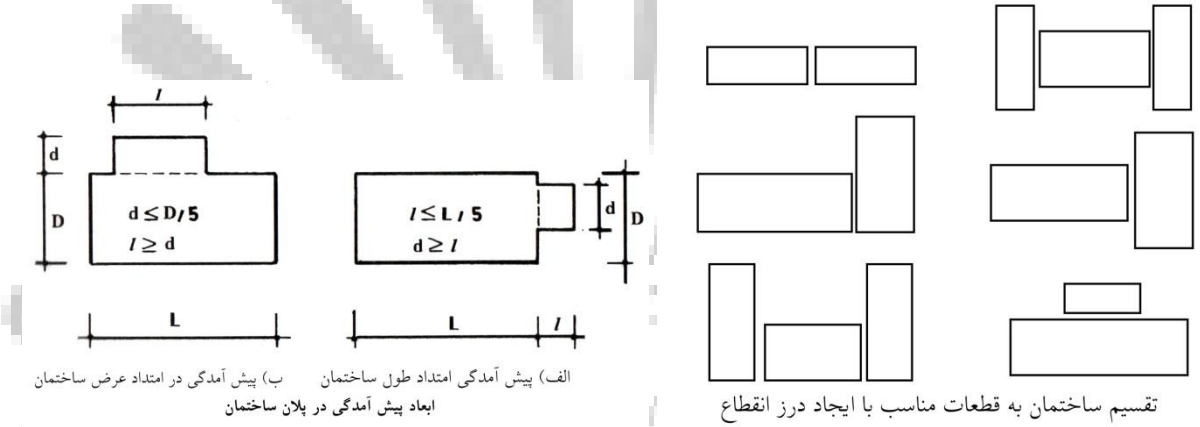
سازه در ساختمان های با مصالح بنایی باید دارای شرایط زیر باشد:

- تمام اجزاء ساختمان دارای پیوستگی و انسجام باشد تا در برابر نیروها به صورت یکپارچه عمل کند.
- دیوارهای باربر باید در یک راستای قائم تا پی ادامه داشته باشند.
- ساختمان دارای سازه ای مناسب باشد. (در غیر این صورت درز انقطاع تعبیه شود)

- از قراردادن اجزای ساختمانی، تأسیسات یا اجسام سنگین روی طرّه ها، اجزای لاغر و دهانه های بزرگ بام خودداری شود.

- در مورد پلان ساختمان، به طور کلی ساختمان باید دارای ویژگی های زیر باشد:
  - طول ساختمان از سه برابر عرض آن یا ۲۵ متر تجاوز نکند.
  - نسبت به هر دو محور اصلی قرینه یا نزدیک به قرینه باشد.
  - پیش آمادگی و پس رفتگی های نا مناسب نداشته باشد.

در مواردی غیر از سه حالت فوق بایستی درزانقطاع برای تقسیم ساختمان به قطعات مناسب تر در نظر گرفته شود. همچنین به طور کلی بهترست ساختمان فاقد پیش آمادگی در مقطع قائم باشد و از ایجاد اختلاف سطح در یک طبقه ساختمان پرهیز شود مگر اینکه حد فاصل اختلاف سطح با کلاف بندی تقویت شده یا دو قسمت ساختمان با درزهای انقطاع از هم جدا شوند.



الف) پیش آمدگی امتداد طول ساختمان ب) پیش آمدگی در امتداد عرض ساختمان

ابعاد پیش آمدگی در پلان ساختمان

تقسیم ساختمان به قطعات مناسب با ایجاد درز انقطاع

سایر ضوابط در مورد ارتفاع و مسائل دیگر سازه های مصالح بنایی به شرح زیر است:

- در ساختمان های با مصالح بنایی حداکثر تعداد طبقات (بدون زیرمین) ۲ طبقه و تراز روی بام نسبت به متوسط تراز زمین بایستی حداکثر ۸ متر باشد. وحداکثر یک طبقه زیر زمین مجاز می باشد .
- حداکثر ارتفاع طبقه (از روی کلاف افقی زیرین تا زیر سقف) ۴ متر است. و در صورت تجاوز از این حد بایستی کلاف افقی اضافی در داخل دیوارها و در ارتفاع حداکثر ۴ متر از روی کلاف زیرین در نظر گرفته شود. که در این حالت ارتفاع طبقه تا ۶ متر نیز قابل افزایش است.

۵-۱-۲- ضوابط پی های ساختمان های با مصالح بنایی:

- پی ها باید حتی الامکان در یک سطح افقی ساخته شوند. اما اگر به علت شیبدار بودن زمین یا علل دیگر، پی ها در یک تراز قرار نمی گیرند باید هر کدام در یک تراز افقی قرار گرفته و پی ها به صورت پلکانی اجرا شوند و از ایجاد شیب بیش از ۱۵ درصد در پی اجتناب شود.
- در مورد دیوارهای باربر، عرض پی های نواری باید حداقل ۱/۵ برابر عرض کرسی چینی و عمق آن حداقل ۵۰ سانتی متر باشد.

- پی های دیوارهای آجری باید از بتن یا حداقل شفته آهکی با عیار ۳۵۰ کیلو گرم آهک در متر مکعب شفته یا سنگ لاشه با یکی از ملاتهای گل آهک، باتارد و یا ماسه سیمان ساخته شود.
- در مناطق سرد سیر و دارای یخبندان تراز روی پی حداقل ۴۰ سانتی متر زیر سطح زمین قرار می گیرد، کرسی چینی باید از روی سطح پی تا حداقل ۳۰ سانتی متر بالاتر از کف تمام شده محوطه پیرامون ساختمان باشد.
- در زمین های مرطوب در صورت استفاده از آجر در کرسی چینی، مصرف آجرهای ماسه آهکی یا رسی مرغوب (آجر مهندسی) الزامی می باشد.

۵-۱-۳- ضوابط دیوارها و جان پناه های ساختمان های با مصالح بنایی:

❖ **دیوار ها:**

- آجر، بلوک سیمانی یا سنگ مصرفی در دیوارها باید از جنس مرغوب، دارای قدرت باربری و دوام مناسب باشد.
- دیوارهای باربر یا سازه ای، دیوارهایی هستند که بارهای قائم یا جانبی یا هر دو را در یک ساختمان عمل می کنند. این دیوارها حداقل ۲۰ سانتی متر ضخامت داشته و دارای کلاف افقی در تراز سقف هستند.
- دیوارهای باربر در یک ساختمان باید به طور یکنواخت و در دو جهت عمود برهم قرار بگیرند، همچنین از نظر مقدار سطح مقطع و مقاومت در برابر نیروهای قائم و جانبی زلزله کافی باشند.
- در ساختمان های آجری تمام دیوارهای خارجی (باربر و غیر باربر) باید ۳۵ سانتی متر یعنی به طول یک و نیم آجر باشند.
- در مورد دیوارهای غیر سازه ای یا تیغه ها که همان دیوارهای جداکننده هستند، وزن آنها ممکن است مستقیم به وسیله شالوده یا به واسطه کف ها از طریق دیوارهای باربر تحمل شود. این دیوارها ممکن است از آجر، بلوکهای سفالی یا گچی ساخته شوند. اما بایستی به طریقی مطمئن مهار شوند. به این منظور معمولاً پشت بندها یا عناصر قائم فولادی ، بتن مسلح یا چوبی در داخل آنها قرار می گیرد و دو سر عناصر به صورت مناسبی در کف و سقف طبقه مهار می شود.
- در ساخت دیوارهای آجری باربر باید توجه داشت که از یک نوع آجر استفاده شود و قبل از آجرچینی، آجرها در آب خیسانده شود تا آب ملات را به خود جذب نکنند. به علاوه امتداد رگهای چیدن آجر کاملاً افقی بوده و دیوار چینی به صورت کاملاً قائم و شاغولی باشد.
- حداکثر طول مجاز دیوار باربر بین دو پشت بند، ۳۰ برابر ضخامت آن است. به شرط آنکه از ۸ متر بیشتر نشود.
- حداکثر طول مجاز دیوار غیر باربر بین دو پشت بند، ۴۰ برابر ضخامت آن است. به شرط آنکه از ۶ متر بیشتر نشود وگرنه حداکثر مقدار مجاز، مقدار کمتر این دو خواهد بود.
- حداکثر ارتفاع مجاز دیوارهای غیرباربر (تیغه ها) از تراز کف مجاور ۳/۵ متر است و در صورتی که ارتفاع دیوار بیشتر شود باید کلافهای افقی و قائم در آن تعبیه شوند.

- لبه قائم تیغه ها نباید آزاد باشد. این لبه باید به یک تیغه، دیوار عمود برآن یا اجزای سازه ای، ستونکی از فولاد، بتن آرمه یا چوب ضمن ایجاد اتصال کافی درگیر شود. اما اگر طول تیغه کمتر از ۱/۵ متر باشد، لبه آن می تواند آزاد باشد.
- در جدول زیر حداقل مقدار نسبی دیوار در هر طبقه ذکر شده است. مقدار دیوار نسبی هر طبقه در امتداد (امتدادهای طولی و عرضی ساختمان) عبارتست از نسبت مساحت مقطع افقی دیوار به مساحت زیر بنای آن طبقه
- $\frac{\text{مساحت افقی دیوارها در طبقه}}{\text{مساحت زیر بنای آن طبقه}} = \text{دیوار نسبی هرطبقه}$
- تنها دیوارهایی با ضخامت ۲۰ سانتی متر و بیشتر و دارای کلاف افقی در تراز سقف در جدول مورد نظر می باشد.

نوع وتعداد طبقات ساختمان	زیر زمین	طبقه اول	طبقه دوم
ساختمان های آجری			
یک طبقه	٪۶	٪۴	–
دو طبقه	٪۸	٪۶	٪۴
ساختمان های با بلوک سیمانی			
یک طبقه	٪۱۰	٪۶	–
دو طبقه	٪۱۲	٪۱۰	٪۶
ساختمان های سنگی			
یک طبقه	٪۶	٪۵	–
دو طبقه	٪۸	٪۸	٪۵

❖ جان پناه ها:

ارتفاع جان پناه های اطراف بام ها و بالکن ها از روی کف تمام شده در صورتی که ضخامت دیوار آن ۱۰ یا ۲۰ سانتی متر باشد – به ترتیب نباید از ۵۰ و ۹۰ سانتی متر بیشتر شود، اگر ارتفاع جان پناه از این مقادیر بیشتر شود باید جان پناه توسط عناصر قائم و افقی فولادی یا بتن مسلح تقویت شده و در کف بام یا بالکن گیردار شود.

همچنین دودکش ها و بادگیرهای با مصالح بنایی و مانند آن نیز نباید از ارتفاع ۱/۵ متر کف بام تجاوز کند و در غیر این صورت بایستی به وسیله عناصر قائم فولادی یا بتن مسلح نگهداری شده و در کف بام گیردار شود.

۵-۱-۴- ضوابط ملات مصرفی در ساختمان های با مصالح بنایی:

نوع دیوار	نوع ملات مناسب
دیوارهای سنگی و بلوک سیمانی	ملات ماسه سیمان با عیار حداقل ۲۰۰ کیلو گرم سیمان در هر متر مکعب ملات
دیوار آجری	ملات حرامراده (باتارد) با ۱۰۰ کیلو گرم سیمان و ۱۲۵ کیلوگرم آهک
جان پناه، بالکن، قسمت طره ای دودکش ها	منحصراً ملات ماسه سیمان حداقل ۲۰۰ کیلو گرم سیمان در هر مترمکعب ملات

- در ساختمان های با مصالح بنایی استفاده از ملات گل یا گل آهک مجاز نیست.
- ملات مصرفی ماسه سیمان باید حداکثر تا یک ساعت پس از تهیه مصرف شود.
- در دیوارهایی که با سنگ مکعب مستطیل شکل، آجر یا بلوک سیمانی ساخته می شوند اجزاء سازنده باید به گونه ای چیده شوند که بندهای قائم روی هم قرار نگیرند و درزهای قائم که در اصطلاح " هرزملات " گفته می شوند، کاملاً با ملات پر شوند.

۵-۱-۵- ضوابط سقف ها در ساختمان های با مصالح بنایی:

- عناصر سقف (تیر و تیرچه فولادی یا بتنی یا چوبی یا دال بتنی) باید در تکیه گاهها به عناصر زیرسری (تیرهای حمال، کلاف بندی افقی و ستون ها) به گونه ای اتصال بیابند که نیروهای زلزله بدون اینکه سقف را جا به جا کنند به عناصر قائم (دیوارها و از آنجا به پی و زمین) منتقل شوند.
- عناصر سازه ای راه پله نیز باید در پاگرد های هم سطح ساختمان، با کلاف بندی افقی سقف مهار شوند.
- سقف های ساختمان های با مصالح بنایی می تواند به صورت تخت، شیبدار یا قوسی با رعایت قوانین مربوطه ساخته شود. سازه این سقف ها ممکن است طاق ضربی، تیرچه بلوک، خرپا، سقف کاذب یا از نوع سقفهای قوسی و گنبدی باشد که در هر مورد باید تدابیر لازم برای کلاف بندی ها، اتصال محکم پیچ و مهره ای در خرپا و جلوگیری از رانش در قوس ها اندیشیده شود.

۵-۱-۶- ضوابط کلاف بندی در ساختمان های با مصالح بنایی:

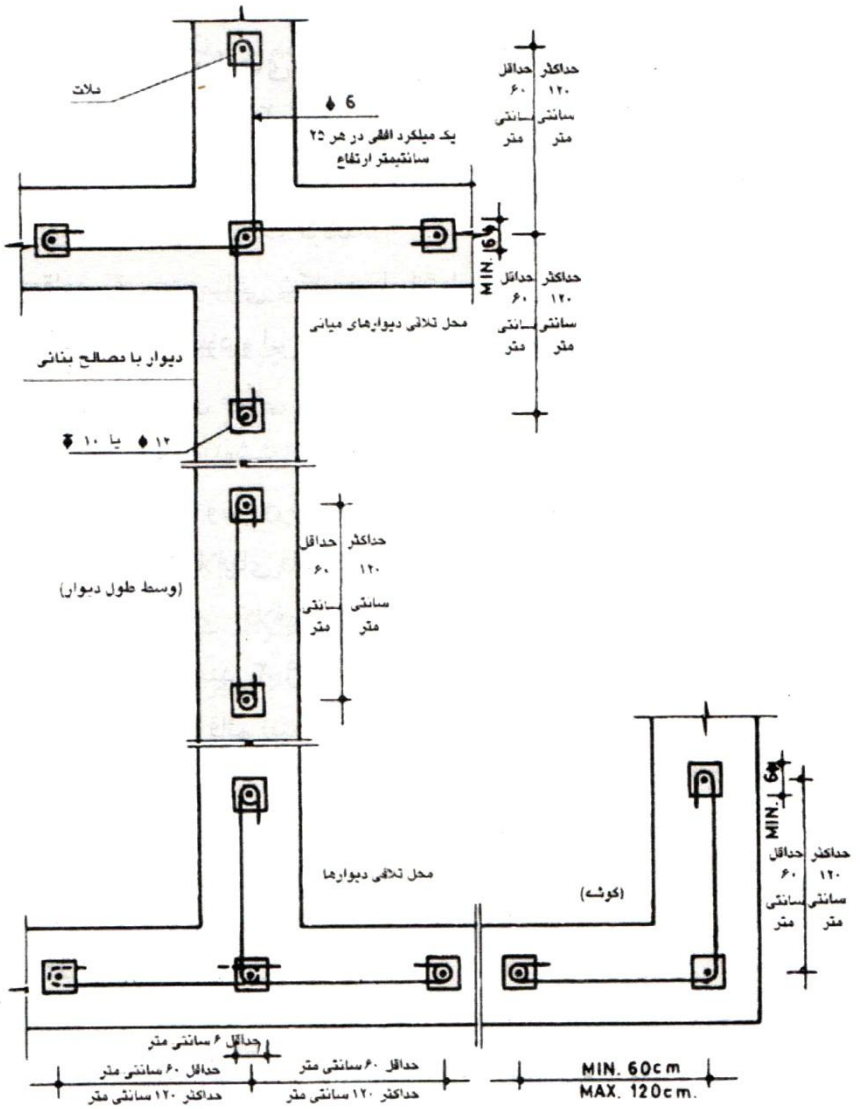
❖ **کلاف افقی:** کلاف های افقی در ترازهای زیر دیوار و زیر سقف در تمام ساختمان های با مصالح بنایی (یک یا دو طبقه) باید ساخته شوند.

- کلافهای زیر دیوارها باید با بتن مسلح ساخته شود و برای کلاف های زیر سقف می توان از کلاف بتن مسلح یا پروفیل های فولادی معادل تیرآهن نمره ۱۰ استفاده نمود.

- اضلاع مختلف کلاف در هر تراز،باید به هم متصل شوند تا کلاف بندی یکپارچه و شبکه مانند به گونه ای به هم پیوسته تشکیل شود. کلاف سقف نباید درهیچ جا منقطع شود و میلگردهای کلاف در سقف در مواردی مثل دودکش ها و کانال ها از دو طرف آنها عبور کند.
- ستون های فولادی یا بتن مسلح در ساختمان های با مصالح بنایی باید به نحو مناسب در بالا به عناصر یا کلاف سقف و در پایین به کلاف زیر دیوارها متصل شوند.
- برای کلاف افقی در تراز زیر دیوار، باید عرض کلاف از عرض دیوار یا ۲۵ سانتی متر کمتر نباشدو ارتفاع کلاف از $\frac{2}{3}$ عرض دیوار یا ۲۵ سانتی متر کمتر نباشد.
- همچنین برای کلاف افقی درتراز سقف روی دیوارهای باربر، عرض کلاف باید از عرض دیوار یا ۲۰ سانتی متر کمتر نباشد.
- میلگردهای طولی که در کلاف افقی بتن آرمه استفاده می شوند حداقل ۴ عدد بوده و در صورت تجاوز عرض کلاف از ۳۵ سانتی متر، ۶ عدد خواهد بود. فاصله هر دو میلگرد مجاور نباید از ۲۵ سانتی متر بیشتر باشد. میلگردهای طولی که در کلاف افقی بتن آرمه به کار می روند میلگرد آجدار با قطر ۱۰ میلی متر و میلگرد ساده با قطر ۱۲ میلی متر می باشند.
- این میلگردها با خاموتهایی به قطر حداقل ۶ میلی متر به یکدیگر بسته می شوند که فاصله خاموتها از هم برابر ست با ارتفاع کلاف یا ۲۵ سانتی متر هر کدام که کمتر باشد.
- پوشش بتنی که اطراف میلگرد های طولی قرار می گیرد برای کلاف زیر دیوارها نباید از ۵ سانتی متر و برای کلاف زیر سقف نباید از ۲/۵ سانتی متر کمتر باشد.

❖ **کلاف قائم:** در تمام ساختمانهای با مصالح بنایی اجرای کلاف قائم به نحوی که در آیین نامه (۲۸۰۰) آمده است ضروری بوده وتنها در ساختمانهای یک طبقه دارای اهمیت کم، اجرای آنها صورت نمی پذیرد.

- کلافهای قائم باید در گوشه های اصلی ساختمان، در طول دیوار، ترجیحاً در محل تقاطع دیوارها به گونه ای واقع شوند که فاصله محور تا محور آنها از هم حداکثر ۵ متر باشد.
- ابعاد کلافها قائم اگر از بتن مسلح هستند حداقل ۲۰ سانتی متر و اگر از مقاطع فولادی هستند تیرآهن نمره ۱۰ یا پروفیل معادل آن به شرط اتصال به میلگردهای افقی باشند.
- میلگردهای طولی در کلاف های قائم بتن آرمه، اگر از نوع میلگرد آجدار است با قطر حداقل ۱۰میلی متر و اگر از میلگرد ساده است با قطر حداقل ۱۲ سانتی متر به کار می رود.
- بایستی اجرای کلافهای قائم بتن مسلح همزمان با چیدن دیوارها سازه ای و به صورت یکپارچه صورت بگیرد.
- شکل زیر نمونه اجرایی را نشان می دهد که در آن به جای کلاف های قائم از میلگرد استفاده شده است در اینجا فاصله هر دو میلگرد قائم بین ۶۰ تا ۱۲۰ سانتی متر ست، میلگردهای قائم در فاصله حداکثر ۲۵ سانتی متری از هم با خاموتهایی به حداقل قطر ۶ میلی متر به هم بسته شده و میلگردهای طولی در دو انتها باید با خم ۹۰ درجه در کلاف شالوده و سقف مهار شوند.



جزئیات میلگردهای قائم و افقی مهاری دیوارها

۵-۲- ساختمان های اسکلتی:

در یک ساختمان اسکلتی یا تیر پایه ای (تشکیل شده از تیر وستون)، بارهای مرده و زنده از طریق اسکلت ساختمان (سیستم تیروستون) به فونداسیون انتقال می یابد. عموماً تیرها و ستون ها به همراه یکدیگر در یک ساختمان اسکلتی قابهایی (عمدتاً مستطیل شکل و بازاویه قائمه نسبت به هم) تشکیل می دهند که نیروها از طریق آنها انتقال می یابد. این قاب ها ممکن است بتنی، فولادی یا چوبی باشنددیوارها در چنین ساختمانی، باری را حمل نمی کنند و صرفاً نقش پوششی و محافظ دارند. ممکن است نقش عایق حرارتی و صوتی را نیز برعهده داشته باشند. به این منظور معمولاً از دیوارهای سبک استفاده می شود تا بار مرده ی ساختمان کاهش یابد. ساختمان های اسکلتی به ویژه برای سازه های متوسط و بلند و ساختمان های صنعتی کوتاه مانند کارخانه های یک طبقه مناسب هستند.

۵-۲-۱- وظایف اعضا در ساختمان های قاب اسکلتی:

- **تیرهای اصلی:** این تیرها بین ستون ها گسترده می شوند و بارهای مرده و زنده را به ستون ها منتقل می نمایند.
- **تیرهای فرعی:** بین تیرهای اصلی گسترده می شوند و باری که بر آنها وارد می شود را به تیرهای اصلی منتقل می کنند. وظیفه آنها کاهش دهانه ی کف یا سقف در قاب است.
- **ستون ها:** اعضایی عمودی هستند که باری را که تیرها به آنها وارد می کنند به فونداسیون انتقال می دهند.
- **کف ها:** می توانند جزئی از اسکلت ساختمان باشند یا نباشند. کف ها سطح لازم برای قراردادن وسایل و رفت و آمد اشخاص را فراهم می کنند. وزن بارهای مرده و زنده را به تیرهای تکیه گاه منتقل می کنند. همچنین ممکن است به لحاظ صوتی یا حرارتی عایق بندی شوند.
- **بام:** مانند کف است اما عمده وظیفه آن ایجاد پوششی مقاوم در برابر عوامل جوی برای کف بالاترین طبقه است.
- **دیوارها:** در چنین ساختمانهایی همان طور که گفته شد، دیوارها نقش پوشش و حفاظ در برابر عوامل جوی و... را دارند، ممکن است دیوارها به لحاظ صوتی و حرارتی عایق بندی شوند.

۵-۲-۲- گروه بندی ساختمان ها از نظر سیستم سازه ای:

ساختمان ها بر حسب سیستم سازه ای در یکی از گروههای زیر طبقه بندی می شوند:

الف- سیستم دیوارهای باربر[۱۰]: سیستم سازه ای است که فاقد قاب ساختمانی برای تحمل بارهای قائم می باشد. دیوارهای باربر، نیروهای قائم را تحمل می کنند و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط دیوارهای برشی (دیوارهای باربر) و قاب های مهاربندی شده تامین می شود.

ب- سیستم های ساختمان های اسکلتی: که به طور کلی شامل سه گروه اصلی به شرح زیر است. هر یک از این گروهها مشخصات مختص به خود را دارد که تعیین کننده ابعاد اعضای سازه، نوع و مقاومت اتصالات مربوط می باشد.نوع گروه سازه ای باید روی نقشه های محاسباتی قید شود و طراحی و تحلیل کلیه اتصالات در هر کدام از گروههای زیر باید جوابگوی به مفروضات مربوط به آن گروه انجام شود.

گروه۱- سیستم قاب ساختمانی ساده[۱۱]: در این سیستم بارهای قائم توسط قاب های ساختمانی با اتصالات ساده انتقال می یابد. اتصالات تیر به ستون بدون صلبیت است و اتصال تیرهای اصلی و فرعی به ستون، فقط برای انتقال برش ناشی از بارقائم طراحی شده است و تیرها می توانند تحت اثر آن،آزادانه دوران کنند. در نتیجه مهار نیروهای جانبی در این سیستم توسط دیوارهای برشی یا قاب های مهاربندی شده، صورت می گیرد.

---

[۱۰] Bearing Wall System
[۱۱] Building Frame System

گروه ۲- سیستم قاب خمشی[۱۲]: در این سیستم تحمل بارهای قائم توسط قاب های ساختمانی و مقاومت در برابر نیروهای جانبی توسط قاب های خمشی تامین می گردد. به این ترتیب که در این قاب ها، فرض می شود که اتصالات تیر وستون به اندازه کافی صلب است. به طوری که در تغییر شکل قاب در اثر نیروهای جانبی، زاویه اولیه بین تیروستون بدون تغییر باقی می ماند.

سازه هایی با قاب خمشی کامل و سازه هایی با قاب های خمشی در پیرامون یا قسمتی از پلان و قابهای با اتصالات این گونه در سایر قسمتهای پلان از این گروه اند.

قاب خمشی، قابی است که در آن رفتار اعضاء و اتصالات عمدتاً خمشی می باشد.

گروه ۳- قاب های نیمه صلب: در این سیستم تیرها در دو انتهای خود، در محل اتصال دارای صلبیت نسبی هستند. یعنی در این گروه فرض می شود که اتصال تیرها و شاه تیرها به ستون دارای ظرفیت خمشی به مقداری مشخص ما بین صلبیت گروه۲ وانعطاف پذیری گروه ۱ است.

البته سیستم دیگری نیز وجود دارد که به صورت ترکیبی کار می کند و به سیستم دو گانه یا ترکیبی معروف است:

سیستم دوگانه یا ترکیبی[۱۳]: در این سیستم بارهای قائم توسط قابهای ساختمانی و بارهای جانبی توسط مجموعه ای از دیوارها برشی یا قاب های مهاربندی شده به علاوه مجموعه ای از قاب های خمشی تحمل می شود.

❖

استفاده از قابهای گروه ۲ در ساختمان ها در همه حالات مجاز است اما استفاده از قاب های گروه۱ تنها در صورت استفاده از دهانه های مهاربندی شده یا استفاده از دیوارهای برشی یا قاب های خمشی مجاز است. و استفاده از قاب های گروه ۳ در صورتی که طبق محاسبات، اتصالات نیمه صلب (به تنهایی یا در ترکیب با سیستم مهاربند و دیوار برشی) قادر به تحمل بارهای قائم و جانبی باشد، مجاز می باشد.

---

[۱۲] Moment Resisting Frame

[۱۳] Dual System

۵-۲-۳- ساختمان های اسکلتی فلزی[۱۴]:

محاسن ساختمان های اسکلت فلزی	معایب ساختمان های اسکلت فلزی	اجزاء سازنده
مقاومت بالای فولاد در فشار و کشش خاصیت ارتجاعی فولاد، انعطاف پذیری و شکل پذیری آن بزرگ بودن نسبت مقاومت به وزن مخصوص در فولاد که باعث می شود مقاطع کوچکتر و سازه سبکتر شود. اشغال فضای کمتر درون ساختمان توسط عناصر سازه ای و در نتیجه فضای مفید بیشتر همگن بودن فولاد قابلیت کاربرد بهتر فولاد در ارتفاع امکان بهتر کنترل کیفیت فولاد نسبت به بتن و سایر مصالح سرعت نصب و اجرا امکان پیش ساختگی قطعات سهولت اتصال قطعات و تغییر اعضا امکان توسعه سازه های فولادی	خوردگی و زنگ زدگی فولاد مقاومت کم فولاد در برابر آتش سوزی هزینه اولیه زیاد عمر مفید کمتر نسبت به بتن امکان کمانش قطعات (با افزایش طول قطعات فشاری ، خطر کمانش بیشتر می شود)	انواع پروفیل های نورد شده شامل INP, IPE , IPB نبشی، سپری، ناودانی (UNP.CNP)پروفیل Z ، پروفیل های تو خالی، تیر لانه زنبوری و ... عناصر اتصال دهنده: ورق ، قطعات تقویتی، ورق های اتصال در گره، نبشی ها، لچکی های اتصال وسایل اتصال: پیچ، پرچ و جوش

قسمتهای مختلف یک سازه فلزی، شامل فونداسیون، صفحه ستون، تیر و بادبندها و نبشی های اتصال و لچکی ها می باشد.

انواع اتصالات در ساختمان های اسکلت فلزی شامل موارد زیر است:

الف- اتصال پیچی: سریع ترین، آسان ترین و عملی ترین نوع اتصال است.

ب- اتصال جوشی: متداول ترین نوع اتصال در ساختمان های فلزی است.

ج- اتصال پرچی.

الف: اتصال جوشی:

جوشکاری به این شکل است که محل اتصال اعضای فولادی را گرم کرده و فلز مذاب را به داخل اتصال گرم شده ی آنها می ریزند تا پس از سرد و جامد شدن فلز جوشکاری، اتصال محکم و یکپارچه ای (جوش) حاصل شود.

[۱۴] Steel Structure

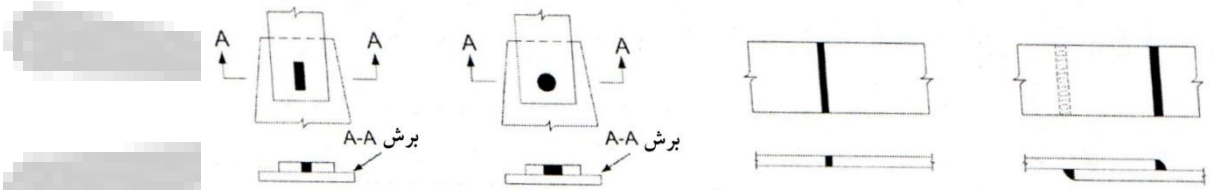
این جوش کاری که در اسکلتهای فولادی استفاده می شود.جوشکاری گدازی است.

- **انواع جوش ها:**

۱- **جوش گوشه یا زاویه:** جوش گوشه یا زاویه برای متصل کردن قطعاتی است که به صورت زاویه دار به هم وصل می شوند. این جوش معمولاً در زوایای قائم و به صورت یک نوار سه گوش به کار می رود، در ضمن ساده ترین و پرکاربردترین نوع جوش است، حدود ۸۵٪ جوش های به کار رفته در ساختمان، جوش گوشه می باشند.

برای جوش کاری ، سطوح اتصال باید تمیز و خشک و بدون رنگ آمیزی باشند، در هنگام جوشکاری فلز اصلی را به یک الکترود و مفتول جوشکاری را به الکترود دیگر دستگاه تأمین برق وصل می کنند، وقتی مفتول جوشکاری به درز اتصال نزدیک می شود، یک قوس الکتریکی به وجود می آید، در اثر این قوس الکتریکی، فلز مفتول جوشکاری ذوب شده و به شکل یک نوارسه گوش جاری می شود.

مقاومت جوش گوشهای بر حسب سطح جوش سنجیده می شود.
سطح جوش= طول جوش×ضخامت جوش
ضخامت جوش= ۰/۷ طول ضلع کوچکتر مثلث جوش.



۱- جوش گوشه ۲- جوش شیاری ۳- جوش انگشتانه ۴- جوش کام

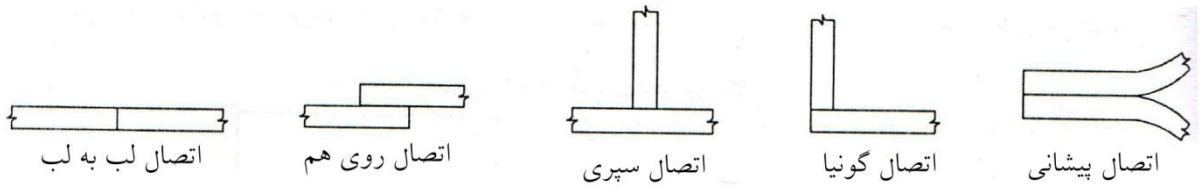
۲- **جوش لب به لب (شیاری):** در این روش شکاف میان ورق ها با فلز جوشکاری پر شده و به صورت لب به لب به هم متصل می شوند. جوش لب به لب برای متصل کردن قطعاتی به کار می رود که در کنار هم در یک سطح قرار می گیرند.
مقطع جوش لب به لب به ضخامت صفحاتی که به هم متصل می شوند و اینکه جوشکاری از یک یا هر دو قسمت امکان داشته باشد، بستگی دارد. ضخامت گلویی در جوش با ضخامت نازکترین صفحه اتصال برابر است. که به این ترتیب اندازه جوش لب به لب را مشخص می کند.
مقاومت جوش لب به لب از روی سطح مقطع گلویی سنجیده می شود.
سطح مقطع گلویی= طول جوش×ضخامت گلویی

۳- **جوش انگشتانه:** جوشی است که درون یک سوراخ به صورت توپر اجرا می گردد.

۴- **جوش کام:** جوشی است که درون یک شکاف به صورت توپر اجرا می گردد.

همچنین جوش ها از نظر مکانی که اجرا می شوند به سه دسته تقسیم می شوند:
جوش افقی، جوش عمودی و جوش بالای سر، که جوش افقی از همه آسان تر و جوش بالای سر(سقفی) از همه دشوارتر اجرا می شود.

در شکل زیر انواع اتصالات جوشی را می بینید که از دیدگاه شکل اتصال حاصل معرفی شده اند:



- نکات اجرایی جوشکاری:
- سطوح مورد جوشکاری باید عاری از مواد زائد (گرد و خاک، زنگ زدگی و ...) باشند.
- جوشکاری در دمای زیرصفر درجه سیلیسوس به ویژه در جریان باد ممنوع است. مگر در جریان هوای یکنواخت بتوان سطوح مجاور را به نحوی گرم نمود و این گرما را در تمام مدت جوشکاری حفظ کرد که در این صورت تا دمای C° ۱۸- نیز جوشکاری ممکن است اما در زیر این دما مطلقاً ممنوع می باشد.
- بین قطعاتی که مستقیماً به طریق گوشه به هم متصل می شوند نباید درزی بیش از ۲ میلی متر وجود داشته باشد.
- جوشکاری باید به شکلی انجام شود که قطعات مربوطه از شکل اصلی خارج نشده و درزها دچار تابیدگی واعوجاج نشوند.

- کنترل جوش:

از نظر	**به وسیله**
ابعاد و اندازه	گرده سنج، مترو ...
کیفی	مهندس ناظر در حین عملیات و نیز بعد از اتمام کار
چسبندگی کامل جوش به فلز	روش های ماوراء صوت، پرتونگاری و ذرات مغناطیسی

ب- اتصال پیچی:

۱- **پیچ های سیاه فولادی (پیچ های سرسیاه با سرشش گوشه):** این پیچ ها در داخل سوراخهایی که قطر آنها ۲میلی متر از بدنه پیچ بزرگتر است، به کمک مهره سفت می شوند. سپس برای محکم کردن انتهای برجسته بدنه و پیچ روی مهره، چکش کاری می شود. در این اتصال امکان حرکت های جزئی وجود دارد.

۲- **پیچ های دقیق (جذب):** این پیچ ها هم مانند پیچ های سیاه فولادی در داخل سوراخهایی باقطر ۲ میلی متر بیشتر از بدنه پیچ به وسیله چکش کاری روی مهره سفت می شوند. اما این پیچ ها مقاومت بیشتری برای یک اتصال پیچی برقرار می کنند و حرکتی در این اتصال وجود نخواهد داشت.

۳- **پیچ های اصطکاکی با مقاومت بالا:** این پیچ ها از فولاد با مقاومت بالا ساخته می شوند. این مقاومت بالای پیچ و اصطکاک افزایش یافته ناشی از جفت شدن کامل صفحات اتصال به هم باعث می شود این پیچ ها در عمل تنش های بزرگتری نسبت به پیچ های معمولی کار آمد باشند.

برای توزیع مناسب تنش در مقاطع متصل شده به وسیله اتصال پیچی و جلوگیری از پاره شدن فلز، باید فاصله مرکز پیچ ها از هم حداقل ده و نیم برابر قطر آنها و فاصله پیچ ها از لبه اعضا حداقل $1\frac{3}{4}$ قطر آنها باشد.

ج- اتصال پرچی:

پرچ، میخی است دارای طول و قطر معین و نسبتاً ضخیم و سرآن کروی یا صاف می باشد.

برای انجام اتصالات پرچی، ابتدا پرچ را تا سرخ شدن گرم نموده، درون سوراخ تعبید شده روی قطعات فلزی قرار می دهند و بعد قسمت اضافی پرچ که از سمت دیگر خارج شده را با چکش می کوبند. این کار باعث می شود، میله پرچ گسترده شده، سوراخ اتصال را کاملاً پر کند و در نهایت پس از سرد شدن سبب ایجاد اتصال محکمی میان قطعات می شود.

۵-۲-۴- ساختمان های اسکلت بتنی[۱۵]:

بتن که ماده اصلی به کار رفته در ساختمان های اسکلت بتنی می باشد، در واقع سنگی مصنوعی است که مقاومت فشاری قابل توجه و مقاومت کششی ناچیزی دارد. برای تقویت خواص کششی بتن آن را بامیلگرد (آرماتور) مسلح می کنند، که در این صورت به آن بتن آرمه نیز می گویند.

قسمت های مختلف یک سازه بتنی می تواند شامل فوندانسیون، ستون، دیوارها بتنی، تیرها، سقف به صورت تیرچه بلوک یا سقف یکپارچه بتنی باشد.

محاسن ساختمان های اسکلت بتنی	معایب ساختمان های اسکلت بتنی	اجزاء سازنده	آیین نامه های کاربردی
مقاومت در برابر خوردگی مقاومت در برابر آتش سوزی مقاومت فشاری بالا عمر مفید بیشتر (نسبت به فولاد) عایق بودن به لحاظ حرارتی و صوتی هزینه اولیه کمتر فرم پذیری (شکل هر قالبی که در آن ریخته شود را به خود می گیرد)	ابعاد سازه های بزرگتر که باعث کاهش فضای مفید ساختمان می شود. نیاز به آزمایش و کنترل مواد اولیه به صورت دقیق تر و بیشتر اتصالات دشوارتر دشواری تعویض یا مرمت عضوی از اعضای ساختمان اجرای آن زمان بیشتری می برد و نیاز به نیروی اجرایی بیشتری دارد. تاثیر عوامل جوی در هنگام کار و وابسته بودن اجرا به شرایط مقاومت کششی کم	بتن به عنوان ماده اصلی انواع میلگردهای فولادی عناصر اتصال دهنده سازه های بتنی به علت ساخت یکپارچه اگر به طور صحیح اجرا شوند، اتصال لازم را برقرار می کنند اما برای اتصال بهتر سازه با اجزاء دیگر در موارد لازم از میلگردها استفاده می شود.	آیین نامه آبا (آیین نامه بتن ایران) آیین تامه بتن آمریکا ACI مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان (آیین نامه ساختمان های بتنی)

[۱۵] Reinforced Concrete Structure

- **انواع میلگردهای مصرفی در ایران:**

رده میلگردهای فولادی یعنی عددی که پس از حرف S می آید، مقاومت مشخصه میلگرد برحسب N/mm^2 است. مانند S۲۴۰، S۴۰۰، S۵۰۰، رده میلگردها باید در تمامی اسناد فنی (دفترچه های محاسبات، نقشه ها و ...) ذکر شود.

میلگرد از نظر روش ساخت به سه گروه: فولاد گرم نورد شده، فولاد سرد اصلاح شده و فولاد گرم اصلاح شده یا فولاد ویژه تقسیم می شود. و از نظر خواص مکانیکی و شکل پذیری نیز به سه رده: نرم، نیم سخت و سخت دسته بندی می شوند.

میلگردها از نظر شکل رویه به دو دسته کلی میلگردهای ساده میلگردهای آجدار تقسیم می شوند. رویه ی ساده فقط در میلگردهای S۲۴۰ وجود دارد و بقیه انواع میلگردها آجدار می باشند. آج یعنی برجستگی هایی که به صورت طولی یا در امتدادی غیر از طول میلگرد، در هنگام نورد، روی آن ایجاد می شود. آج ها به صورت دوکی شکل (آج با مقطع متغیر) یا به صورت یکنواخت (آج با مقطع ثابت) و از نظر امتداد به صورت مارپیچ یا جناقی روی میلگرد ایجاد می شوند. نوع دیگری از میلگردها به نام میلگرد با رویه آجدار پیچیده وجود دارد که از پیچاندن میلگرد آجدار بدست می آید.

به طور کلی چسبندگی کافی بین فولاد نرم و بتن وجود دارد اما برای فولاد های تسلیم بالا که تحت کشش های قوی تری قرار می گیرند. غالباً روی سطح میلگردها ، آج های طولی یا مورب ایجاد می کنند.

جدول رده بندی مکانیکی و موارد مصرف میلگردهای فولادی:

رده	علامت مشخصه استاندارد ملی ۳۱۳۲ ایران	نوع Type	تنش گسیختگی fs_u (N/mm۲) (حداقل مقدار مجاز مقاومت کششی حداکثر فولاد)	مقاومت مشخصه Fs_k (N/mm۲) (حد جاری شدن)	طبقه بندی از نظر شکل رویه	رده از نظر سختی	نوع آج	کاربرد
s۲۴۰	س ۲۴۰	میلگرد ساده plain round bars	۳۶۰	۲۴۰	ساده	نرم	ساده	به عنوان میلگرد دور پیچ در سازه های بتن آرمه استفاده می شود. استفاده از آن به عنوان میلگرد سازه ای مجاز نیست.
s۳۴۰	آج ۳۴۰	میلگرد آجدار deformed bars	۵۰۰	۳۴۰	آجدار ما پیچ	نیم سخت	آجدار (یکنواخت دوکی)	میلگرد سازه ای
s۴۰۰	اج ۴۰۰	میلگرد آجدار deformed bars	۶۰۰	۴۰۰	آجدار جناقی	نیم سخت	آجدار (یکنواخت دوکی)	میلگرد سازه ای
s۵۰۰	آج ۵۰۰	میلگرد آجدار deformed bars	۶۵۰	۵۰۰	آجدار مرکب	سخت	آجدار (دوکی)	میلگرد سازه ای

قطر میلگردهای ساده (Ø) و آجدار (Φ) از هر نوع I و II و III، می تواند ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۰، ۲۲، ۲۵، ۲۸، ۳۲، ۳۶، ۴۰ میلی متر و قطر میلگردهای آجدار I V (Φ)می تواند ۱۴، ۱۶، ۱۸، ۲۲،۲۰، ۲۵، ۲۸میلی متر باشد. قطر زمینه میلگرد گذاری آجدار با d_1 و قطر داخلی آنها با d_2 بر حسب میلی متر نشان داده می شود.

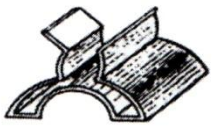
حداکثر طول میلگرد ها ۱۲ متر است . که اگر طول میلگرد گذاری از ۱۲ متر بیشتر شود، باید دو قطعه میلگرد، به اندازه ۴۰Φ همیوشانی داشته باشد.

میلگردهای خاص نیز وجود دارند که از انواع آنها می توان به میلگردهای گالوانیزه، ضدزنگ، پلاستیکی و ... اشاره نمود.

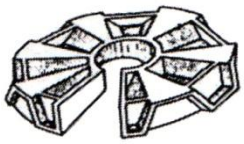
- **الزامات کاربردی مصرف میلگردها درساختمان:**

- قبل از استفاده از میلگردها باید قسمت های سست ،زنگ زده و پوسته شده، کاملاً برس زده شود و آرماتورها آنقدر پوشش بتنی (کاور) داشته باشند که از زنگ زدگی فولاد در مجاورت رطوبت جلوگیری شده و تا اندازه ای در برابر حریق نیز مقام شود. چراکه محافظت از میلگردهای فولادی داخل بتن بر عهده ی بتن پوشش دهنده ی آن است.
- زنگ زدگی سطحی برای فولاد خطری ندارد اما اگر به صورت پوسته شدن باشد باید پوسته های رنگ را از روی میلگرد پاک کرد. حداکثر ضخامت زنگ زدگی مجاز باید برابر $\frac{1}{6}$ قطر میلگرد یا ۰/۵ میلی متر باشد.
- به طور کلی ضخامت پوشش بتنی نباید از مقادیر زیر کمتر باشد:
  - قطر میلگردهای مصرفی
  - حداکثر قطر شن مصرفی (برای شن تا قطر ۳۲ میلی متر)
- در ضمن در نقشه های اجرایی باید ضخامت پوشش بتنی تمام میلگردها و خاموتها مشخص شود و اگر بتن در تماس دائم با دیواره ی خاکی مقاوم مجاور خود است. ضخامت پوشش آن نباید کمتر از ۷۵ میلی متر اجرا شود.
- در دمای زیر $5^{\circ}c$ باید از خم کردن میلگردها خوداری نمود و خم کردن میلگرد باید با وسایل مکانیکی و روش سرد انجام شود. استفاده از حرارت برای خم کردن میلگردهای خم شده مجاز نمی باشد.

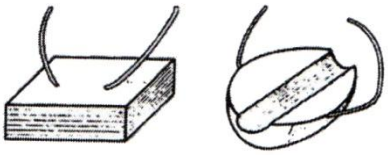
- برای اینکه میلگردها در هنگام بتن ریزی تغییر مکان ندهند و پوشش بتنی روی میلگردها یکنواخت باشد از قطعاتی فلزی یا پلاستیکی به نام فاصله نگه دار (spacer) ، لقمه ، زیرسری، وادار یا بالشتک استفاده می کنند . این قطعات در فاصله های مناسب به شبکه میلگرد متصل می شوند.



فاصله نگه‌دار گیره‌ای برای شبکه‌ی شطرنجی



فاصله نگه‌ار پلاستیکی برای میل گردهای ایستاده (قائم)

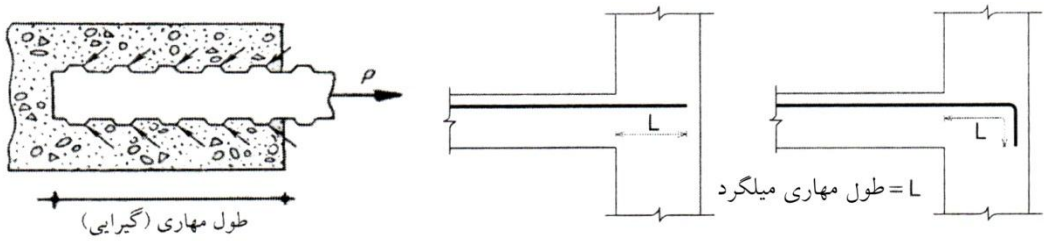


لقمه‌ای بتنی با مفتول اتصال

- **اتصالات سازه های بتنی:**

در سازه های فولادی اغلب اتصالات مفصلی هستند و برای گیردار کردن آنها باید تمهیداتی اندیشید اما در سازه های بتنی اتصالات گیردار بوده و سازه صلب تر می باشد. معمولاً میلگرد باید به اندازه کافی داخل بتن قراربگیرد تا گیرداری لازم بین قطعات حاصل شود، ممکن است میلگرد به صورت مستقیم یا

با انتهای قلاب شده در داخل بتن قرار گیرد که در این صورت حداقل قطر خم و حداقل طول مستقیم در انتهای آزاد خم تابع استانداردهای آیین نامه هاست.



طول مهاری برای آجدار در کشش نباید کمتر از ۳۰ سانتی متر و برای میلگرد آجدار در فشار نباید کمتر از ۲۰ سانتی متر در نظر گرفته شود.

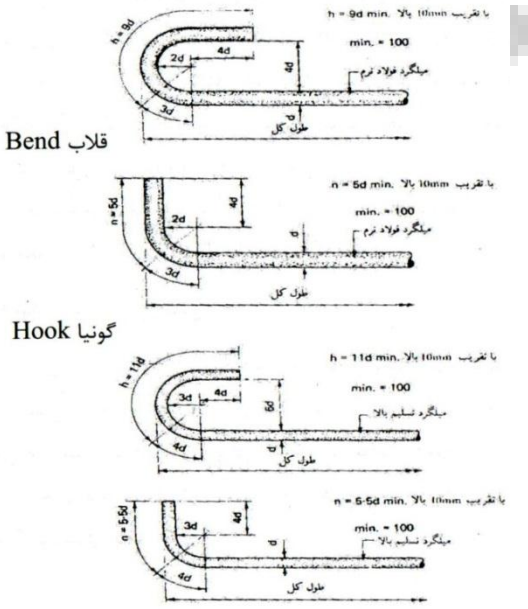
جدول حداقل قطرخم آیین نامه ACI

قطر میلگرد (db)	حداقل قطر خم (d)
Φ ۱۰ تا Φ۲۵	۶ db
Φ ۲۸ تا Φ۳۶	۸ db
Φ ۳۸ تا Φ۵۸	۱۰ db

جدول حداقل قطر خم در آیین نامه آبا

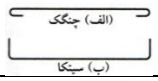
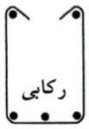
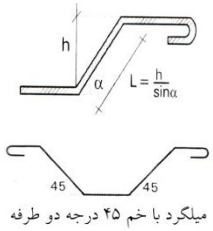
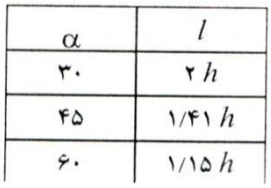
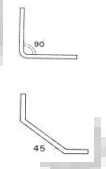
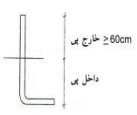
قطر میلگرد (db)	حداقل قطر خم (d)
کمتر از ۲۸ میلی متر	۶ db
۲۸ تا ۳۴ میلی متر	۸ db
۳۶ تا ۵۵ میلی متر	۱۰ db

قطر داخلی خم ها برای خاموتهای به قطر کمتر از ۱۶ میلی متر نباید کمتر از ۴ db و برای خاموتهای به قطر ۱۶ میلی متر و بیشتر نباید از مقادیر جدول بالا کمتر اختیار شود.



خمها و قلابهای استاندارد

شکلهای رایج کاربرد بتن:

ردیف	نام میلگرد	شکل	کاربرد	توضیحات
۱	راستا		افزایش مقاومت کششی تیرها وشناژها* افزایش مقاومت فشاری ستون ها	در راستای محور طولی اعضای سازه قرار می گیرد.
۲	خاموت (رکاب یا تنگ)		در ستون ها و تیرها برای جلوگیری از بیرون زدگی میلگرد طولی در اثر کمانش، مقاومت در برابر برش و جلوگیری از گسترش ترک	خاموتها عمود بر تیر اصلی وبه شکل مقطع قرار می گیرند. خاموت بسته را تنگ می گویند.
۳	سنجاقک		تقویت مقاومت برشی خاموتها اتصال کامل بین میلگرد های طولی و خاموتها	
۴	خرک		نگه داشتن شبکه میلگردهای فوقانی در ارتفاع (خصوصاً در پی ها)	
۵	رکابی		در امتدادهم نگه داشتن آرماتورهای طولی خصوصاً در دیوارهای بتنی، همچنین در تیرها	
۶	اُدکا (اتکا)		مقاومت در برابر لنگرهای منفی** در بالای تکیه گاهها تحمل نیروی برشی	
۷	ستکا ماهیچه		اتصال دیوار عمودی به دیوار افقی اتصال دیوار عمودی به فونداسیون مانند ستکا	در انتقال نیرو ها بهتر عمل می کند
۸	بولت		اتصال صفحه ستون به پی در ساختمان فلزی	
۹	ریشه		اتصال صفحه ستون به پی در ساختمان بتنی	

*شناژ ها نوارهای بتنی مسلحی هستند که پی های مجزا را در یک ساختمان به هم وصل می کنند.

**لنگر یا ممان منفی لنگری است که تارهای زیرین (تیر) را به فشار و تارهای بالای را به کشش وا می دارد.

- **قالب بندی بتن:**

قالب در واقع جعبه ای است که بتن خیس داخل آن ریخته شده و متراکم می شود و پس از گذشت زمان مناسبی سخت می شود.

قالب بندی باید قادر به تحمل بار بتن خیس باشد و دوغاب از درزهای آن نریزد و عبور نکند زیرا در این صورت سطح بتن دچار زاییده های کوچک شده و به اصطلاح " کرمو" می شود.

قالب بندی ممکن است آجری، فلزی یا چوبی باشد. از قالب های فلزی می توان ۴۰ -۳۰ بار استفاده کرد، قالب بندی فلزی کاری سریع و مطمئن است و برای انبوه سازی استفاده می شود. چوب مناسب ترین ماده برای قالب بندی بتن است. چوبهای مصرفی باید ۲۰-۱۵٪ رطوبت داشته باشند تا تغییر رطوبت قالب بندی به حداقل ممکن کاهش یابد

حایل موقت نیز به سیستم های موقت تکیه گاه برای قالب بندی اطلاق می شود.

اصولاً قالب ها را پس از گذشت مدت زمان مناسب با توجه به فصل سال، از اسکلت بتنی جدا می کنند.

- **متراکم ساختن بتن :**

پس از انجام بتن ریزی، بتن را باید کاملاً متراکم یا تحکیم کرد. هدف از این کار انتقال حبابهای هوای محبوس شده به سطح کار است تابتن حتی المقدور متراکم و عاری از فضاهای خالی شود برای این کاربتن را ویبره می کنند.

- **عمل آوری بتن:**

عمل جلوگیری از تقلیل سریع آب بتن رادر اصطلاح عمل آوری بتن گویند. برای این کار تا یک هفته (حداقل) پس از بتن ریزی، سطح بتن را باگونی های مرطوب، کاغذ ساختمانی یا ورق های پلاستیک می پوشانند تا از تبخیر آب جلوگیری شود. در هوای بسیار خشک علاوه بر پوشاندن سطح بتن، روی پوشش را آبپاشی هم می کنند.

۵-۲-۵- ساختمان های اسکلت چوبی:

محاسن ساختمان های اسکلت چوبی	معایب ساختمان های اسکلت چوبی	اجزاء سازنده
مقاومت طبیعی چوب عایق بودن به لحاظ حرارتی، صوتی و... داشتن خاصیت ارتجاعی در برابر زلزله مقاومت در برابر بارهای دینا میکی مانند باد، برف و ... سهولت اجرا ماده سازنده آن هماهنگ با چرخه طبیعت بوده و از منابع تجدید پذیر می باشد.	عدم مقاومت در برابر آتش سوزی تغییر در برابر رطوبت خطر تخریب توسط حشرات و قارچها گرانی و کمیاب بودن در ایران	تخته چوب های چند لایه (معمولاً از چوب کاج، صنوبر و ...) روغن ها و مواد محافظ در برابر مرطوبت ، حشرات و قارچها که روی الوار چوبی زده می شود. اتصالات: میخ کوبی، صفحات اتصالی و پیچ، پیچ و مهره – پیچ های تاخیری (پیچ هایی با سرنوک تیز شش گوشه) برای اتصال به بتن

۵-۳- سایر سیستم های ساختمانی

۵-۳-۱- سازه های کابلی:

یک سازه کابلی در واقع سازه ای است که نیروها را فقط به صورت کشش منتقل می کند.

این سازه از کابل ها و ستون ها (دکل ها) تشکیل شده است. کابل ها اعضایی هستند که به صورت کششی عمل می کنند و برای آنها از میلگرد یا کابل های فولادی زنگ نزن استفاده می شود و ستون ها (دکل های قائم یا مایل) نیروهای کششی کابل ها را مهار کرده، به تنش فشاری تبدیل نموده و در نهایت آن را به پی ها منتقل می کنند.

ستون ها در این سازه ها ممکن است فولادی یا بتنی باشند، سقف این سازه ها ممکن است بتنی، چادری یا... باشد. در این سیستم، کابل ها به لبه پوشش بام بسته می شوند. از سوی دیگر با اتصال مفصلی به تکیه گاههای معمولاً مایلی بسته می شوند و سپس مهار می شوند.

سازه های کابلی قادرند دهانه های بزرگ مانند سقف نمایشگاه ها، سالن های ورزشی، صنعتی و ... را پوشش دهند و فضایی بدون ستون بادیدی وسیع در داخل به وجود آورند. همچنین سازه های کابلی برای ساخت پل ها به کار می روند. انعطاف پذیری کابل ها (به دلیل قطر کم در برابر طول زیاد)، مقاومت خمشی خوبی را ایجاد می کند. دو نوع نیرو در کابل وجود دارد. یکی نیروی رانش که با بلوک های مهار کننده سنگین و پشت بند ها مهار می شوند و ممکن است سقفهای کابلی را با استفاده از یک حلقه بتنی دور سقف یا دیوارهای محیطی سنگین یا برج های بتنی و ... نیز مهار و پایدار کنند و دیگری نیروی وزن خود کابل که باعث افت کابل می شود.

کابل ها ناپایدارند و با تغییر بار، شکل آنها تغییر می کند، خرپای آویزان از کابل های پل معلق برای مهار حرکتهای ناشی از تغییر بار به کار می رود و کابل ها نیز نقش تحمل خرپاها و نیز پایدار کردن آنهارا دارند.سازه های کابلی قادرند با سایر سیستم های ساختمانی ترکیب شوند و به دلیل کارخانه ای بودن اجزاء و اجرای آنها به صورت مونتاژ در محل به سرعت ساخته می شوند.

عدم امکان استقرار بناها در نزدیکی سازه های کابلی به دلیل استفاده از کابل های نگه دارنده از نکاتی است که باید در توسعه اطراف این سازه ها در نظر داشت.

سازه های کابلی قادرند فرم های زیبا، ظریف ومتنوعی را به وجود آورده و احساسهای گوناگونی را در ناظر پدید آورند. شکل دایره ای آن، حس مرکز گرایی و استفاده از پوشش قابهای چند ضلعی، حس تکاپو را در وجود ناظر می انگیزد.

۵-۳-۲- سازه های چادری:

این سازه ها از کابل ها و ستون ها و چادر یا پوسته های فایبر گلاس به عنوان پوشش تشکیل شده است. کابل ها کشش و ستون ها یا قوس های فشاری نگه دارنده سازه، فشار را تحمل می کنند.

چادر عشایر، یک سازه چادری است بایک دیرک دروسط (اعضای فشاری) و مهار شدن به وسیله طناب ها (اعضای کششی). چادر سیرک نیز به همین ترتیب می تواند ده ها متر دهانه را بپوشاند و فشار باد را تحمل کند. اما به دلیل وزن سبک خود در برابر بارهای متغیر تکان می خورد و در برابر باد به لرزش وارتعاش می افتد.

سازه های چادری، اکثراً سازه های موقتی هستند اما برای استفاده به عنوان سقفهای دائمی باید بسیار پیش تنیده شوند. عملکرد سازه های غشایی را با ایجاد کشش در آن، قبل از بارگذاری، تا حدود زیادی بهبود می بخشند.

چادرها ممکن است به وسیله دیرکهای بلند و کابل های پیش تنیده، سرپا نگه داشته شوند مثل سقف استادیوم ها. سازه های ساخته شده با چادر مقاومت کمی در برابر نور خورشید دارند که استفاده از پوسته های فایبر گلاس مقاومت این سازه ها را تاحود ۲۰ سال نسبت به نور خورشید تامین می کند. از طرفی این سازه ها در برابر باد نیز تمایل به فروریختن دارند مگر آنکه به وسیله کابل هایی در محل هایی مناسب به خوبی مهار شوند. مقاومت کم در برابر آتش سوزی نیز از نقاط ضعف آنهاست. لیکن زیبایی وسبکی این سازه ها، قابلیت توسعه و به صرفه بودن آنها به لحاظ اقتصادی استفاده از آنها را رواج داده است.

انحناها، قوس ها، ایجاد فرم های نرم و آرامش و نشاطی که به ناظر القا می شود از مشخصات بصری این سازه هاست.

باید توجه داشت که در این سازه ها نیز کابل های نگه دارنده از قرار گرفتن سایر ابنیه تا چندین متر در اطراف سازه جلوگیری می کند و از این فضا می توان برای محوطه سازی و فضای سبز استفاده کرد.

۵-۳-۳- سازه های بادی (پنوماتیک):

این سازه ها از غشاهایی تشکیل شده اند که بارها را از طریق پوسته هایی با تنظیم فشار داخلی به تکیه گاه انتقال می دهند. در سازه های متکی بر هوا، پوسته سقف یک لایه است که فشار داخلی آن کمی بیشتر از فشار هوای بیرون است. سازه های هوایی یا بادی مانند قایق های پلاستیکی – بالن ها و ... هستند. تمامی این سازه ها تمایل به شکل نیمکره دارند. انحنای آنها باید حداقل دریک جهت محدب باشد البته از اشکال دیگر مانند فرم ها ی زین اسبی و بیضی دوران یافته نیز می توان استفاده کرد.

میدان های ورزشی، کارگاهها و فضاهای تجمع بسیاری با این سیستم ساخته شده اند.

گروهی از این سازه ها به صورت غشاهای بسته باد شده و بعضی به صورت سازه های هوایی متکی بر هوا یعنی سقفهای بالنی یا حباب ها هستند. بالن هایی از جنس بافته پلاستیکی که استخرهای شنا، زمین های تنیس و سایر تاسیسات موقتی را می پوشانند می توانند با فشار کمی باد شوند و اشکالی را به صورت استوانه ای پایدار تشکیل دهند. برای ورود به این سازه ها از درهای گردان استفاده می شود تا حتی المقدور

فشار داخلی ثابت نگه داشته شود. کاهش فشار متناوباً توسط درجه فشار کنترل و جبران می شود.

همچنین از بالن ها به عنوان قالب بتن برای ساخت خانه های اسکیمویی و ... استفاده می شود. به این ترتیب که شبکه فولادی تقویت کننده روی بالن قرار می گیرد و بعد روی آن لایه بتنی به قطر چند سانتی متر توسط بتن پاش ریخته می شود، وقتی بتن سخت شد، هوای درون قالب را تخلیه نموده و آن را به خارج از محل انتقال می دهند.همچنین ممکن است بتن روان را روی میله های متحرک تقویت کننده بتن روی بالن باد نشده قرار دهند و بعد آن را باد کنند. که این سیستم دهانه های بزرگی را پوشش می دهد.

گاهی نیز برای تقویت غشا، کابل هایی مابین غشاها قرار می گیرد و به این ترتیب سازه، نازکتر، سبک تر و اقتصادی تر می شود، با این سیستم می توان گنبدهایی با پوشش وسیع برای دهانه های بزرگ ایجاد کرد.

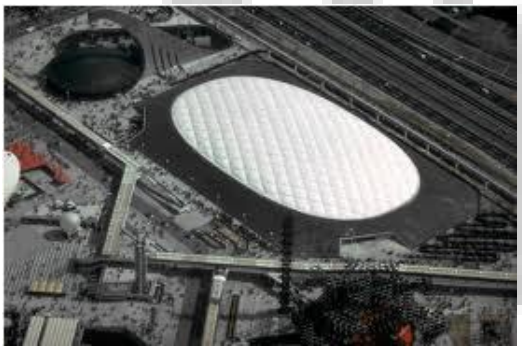
امروزه با استفاده از تکنولوژی های پیشرفته موجود، ساخت سقفهای متکی بر هوا و تقویت شده با کابل برای دهانه های بیشتر از ۱۸۰۰ مترو سطوح زیر پوشش بیش از ۲ میلیون مترمربع امکان پذیر است.

مخارج هر متر مربع سقفهای حبابی متکی بر هوا کمترین هزینه ها در میان سقفهای با دهانه بزرگ است و در برابر آتش سوزی مطمئن تراز آنچه تصور می شود است. زیرا غشاهای آنها باعث افزایش دامنه آتش سوزی نمی شوند. سازه های غشایی سبک است و فروریختن و افتادن آنها ساعتها طول می کشد. از مشکلاتی که در زمینه این سازه ها وجود دارد میتوان به موارد زیر اشاره کرد: کاهش فشار به دلیل پارگی در سطح پوسته، وزن برف، قطع برق، در صورتی که از وسایل مکانیکی استفاده شود.

این سازه ها اغلب غیر دائمی هستند و به صورت کارخانه ای تولید می شوند.

ایجاد فرم های نرم، تحرک و پویایی، آرامش و سادگی از مشخصات بصری این سازه هاست.

دید وسیع و بدون مانع در داخل سازه به علت عدم استفاده از ستون و اجزای باربر از نکات مثبت این نوع سازه است. این سازه امکان گسترش عمودی ندارند و بهترست در یک سطح اجرا شوند.



غشا های شفاف، نیم شفاف و مات حالات متنوعی از نور طبیعی، توزیع درجه حرارت و حتی درجات مختلف فضاهای خصوصی وعمومی را ایجاد می کند. پوسته های فایبر گلاس، پوشش تفلون ، پوسته های پلی وینیل بارنگهای متفاوت و پلی استر با پوشش پی وی سی برای این سازه ها قابل استفاده است.

این غشا ها محیط های مصنوعی قابل تطبیق با زندگی بشر را در هر نقطه از جهان ایجاد می کند و از نظر صرفه جویی در مصرف انرژی نیز مناسب هستند و طراحی آنها به صورت پلان آزاد از مزیت های آنهاست. سقفهای غشایی نه تنها از پارچه و پلاستیک بلکه از فولاد، آلومینویم و بتن مسلح هم ساخته شده اند که درباره هریک توضیح داده خواهد شد.

۵-۳-۴- خرپاهای تخت:

در خرپاها تمام اعضاء، کششی یا فشاری عمل می کنند. اعضای خرپا ظریف هستند و بار مرده آنها ناچیز است. از این رو نیروی خمشی درآن قابل چشم پوشی است ولی ممکن است در این اعضا کمانش به وجود بیاید. نیروها در محل گره ها وارد و به وسیله اعضای فشاری به تکیه گاهها منتقل می شود، اتصالات اعضای آنها مفصلی است و با استفاده از پیچ، پرچ، یا جوشکاری به صفحات اتصال در محل تقاطع آنها صورت می گیرد. واحد هندسی خرپا مثلث است و در صورت تبدیل به واحد هندسی غیر از مثلث، خرپا ناپایدار می شود. خرپاها می توانند دهانه های وسیع را پوشش دهند و میدان دید بدون مانع بصری به وجود آورند. از آنها برای ساخت سقفهای وسیع فروشگاه ها ،سالن های ورزشی و اجتماعات و ... و نیز ساخت انواع پل ها استفاده می شود. خرپاها اکثراً فولادی یا چوبی هستند و پوشش آنها ممکن است بتنی یا چوبی، یا طاق ضربی باشد و برای پوشش سقفهای تخت یا شیبدار به کار می روند. ممکن است به صورت نمایان یا پوشیده در سقف به کار روند. ساخت آنها به صورت کارگاهی است.

خرپاها به لحاظ بصری، تنوع، کثرت، تکرار، استحکام و اطمینان را تداعی می کنند. خرپاها سازه هایی هستندکه تا حدودی شکل پذیرند یعنی می توان اشکال تخت، قوس ها، گنبدها و ... را به وسیله آنها پوشش داد. همچنین به دلیل عدم استفاده از دیوارهای باربر ، این سازه برای ساخت فضاهای نیمه باز مناسب است. استفاده از سطوح مختلف و تعداد طبقات در این گونه سازه های قابل اجراست.

خرپا های موازی معمولاً در طراحی سازه های فولادی برای پوشاندن سالن های بزرگ به کار می روند.خرپاهای سبک که " تیرچه با جان باز" نامیده می شوند. برای پوشاندن دهانه های کوچک در سازه کف و هم در سازه سقف به کار می روند.

خرپاها حتی به صورت عمودی در ساختمانهای بلند فولادی به کار می روند تا قابهای ساختمان را در برابر نیروهای جانبی نظیر باد، زلزله و ... مقاوم کنند.

۵-۳-۵- خرپاهای فضایی (Space Frames):

نوعی خرپای سه بعدی است که دهانه های آن در دو جهت گسترش یافته است. در این سازه نیز اعضا تنها تحت کشش یا فشار قرار می گیرند. خرپاهای سه بعدی از واحدهایی تشکیل شده است که ممکن است چهار ضلعی، هشت ضلعی و به طور کلی چند ضلعی باشد. یعنی سازه فضا کار از مدول های یکسان و تکرار شونده با لایه های موازی در بالا و پایین تشکیل شده است و برای پوشش سطوح بزرگ به کار می رود.

تکیه گاه این سازه ها می تواند به صورت مرکزی یا در گوشه ها قرار بگیرد، ارتفاع سازه در طول دهانه محدودیت چندانی ندارد.

این سازه ها دارای تنوع و زیبایی هستند، برای اجرا می توان کل قاب را روی زمین ساخته و سپس نصب کرد یا آن را در محل اجرا نمود. ممکن است. اتصالات این خرپاها از لوله های فلزی باریک، میلگردهای فولادی و رابط های کروی گوی مانند باشند. اعضا ممکن است فولادی یا آلیاژی از فولاد باشند وپوشش های مختلفی داشته باشند.

این سازه ها که برای پوشش سقفهای تخت یا هرمی استفاده می شوند به دلیل فرم زیبای خود به صورت نمایان کاربرد دارند.

اعضای این سازه ها که در کارخانه جداگانه ساخته شده و در کارگاه مونتاژ می شوند. ممکن است برای ساخت سازه های دائم یا موقت استفاده شوند. ضمن اینکه قابلیت جمع شدن و برپایی مجدد در جای دیگر را هم دارند.

۵-۳-۶- گنبدهای ژئودزیک:

گنبد ژئودزیک، سازه فضاکار کروی است که تنش های فشاری را از طریق نصف النهارها و تنش های کششی یا فشاری را از طریق مدارهای کره منتقل می کند.

کل سطح کروی گنبد ژئودزیک از چند ضلعی های متنظم ساخته می شود. ۸ ضلعی و ۲۰ ضلعی به دلیل شکل مثلثی پایه به طور ذاتی پایداری بیشتری دارند و بیشتر برای گنبدهای مشبک استفاده می شوند.

در اینجا نیز ممکن است از سیستم میله های مهاری و رابط های کروی استفاده شود که امکان چرخش آزادانه به انتهای میله ها را بدهد.

این سازه نیازی به دیوار باربر یا ستون نداشته، بارها را مستقیماً به پی ها منتقل می کند وبرای ساخت فرم های $\frac{۱}{۴}$، $\frac{۱}{۲}$، $\frac{۳}{۴}$ گنبد استفاده می شود. بارها در گنبد ژئودزیک از طریق نیروهای محوری (کشش و فشار) موجود در اعضای قاب به پی ها منتقل می شوند، به طور کلی خصوصیات آن مانند سازه های فضا کار است. اعضای سازه ای به صورت دائم یا موقت قابل استفاده قابل برپایی مجدد هستند.

گنبدهای نیم کره مقدار جزئی نیروی رانشی بیرونی ایجاد می کنند.

آرامش استحکام، اطمینان و فرم های نرم خرپایی از مشخصات بصری این سازه هاست. استقرار سطوح و طبقات در این سازه ها به راحتی ممکن نیست و نیاز به شرایط خاص دارد.

۵-۳-۷- سازه های پوسته ای یا غشایی:

نمونه این سازه ها در طبیعت، تخم مرغ، گردو و سخت پوستانی مثل لاک پشت است. سازه ی پوسته ای، به صورت یک پوسته یا دال نازک خمیده است که بارها را فقط به صورت کشش، فشار و برش به تکیه گاهها منتقل می کند. در واقع این سازه ها به قدری نازکند که خمش در آنها به وجود نمی آید ولی آنقدر ضخیم هستند که قادر به تحمل کشش و برش باشند. غشاها در اثربار عمودی (فشار) که به آنها وارد می شود، دچار انحنا می شوند و داخل بافت آنها برش ایجاد می شود این سازه ها به دلیل ماهیت خود مقاومت کششی قابل توجهی دارند، البته این کشش در نقاط مختلف آنها متفاوت است، در یک پوسته قسمتی که انحنای بیشتری دارد، باربیشتری را نسبت به محلی که انحنای کمتری دارد، تحمل می کند. به طور کلی باید به توزیع باربر روی پوسته ها دقت کرد تا غشا برای تحمل بارهای جدید تغییر شکل ندهد.

غشاها ذاتاً پایدارند مگر آنکه در اثر کمانش (نسبت کم ضخامت خود به سطحشان) تغییر شکل دهند و ناپایدار گردند به طورکلی خصوصیات زیر را می توان برای سازه های پوسته ای برشمرد:

جذابیت و زیبایی، سادگی اشکال، مقاومت و پایداری ذاتی ناشی از اشکال پوسته ای، صرفه جویی در مصرف مصالح و در مقابل هزینه زیاد و قالب بندی دشوار و زمان بر این سازه ها که دو مورد اخیر از ویژگی های منفی آنهاست.

روش ساخت سازه های غشایی از طریق قالب بندی قطعه به قطعه و پیش ساختگی قطعات توام با پیش تیندگی است. این پیش تنیدگی باعث می شود تنش های کششی ناشی از بارگذاری های بعدی محدود شود، روش دیگر ساخت این سازه ها، روش بتن پاشی روی قالب ها (بالن های باد شده به عنوان قالب) می باشد.

این سازه ها به فرم های گنبدی، استوانه ای، زین اسبی، پوسته های متقاطع و شکل آزاد ساخته می شوند و برای ساخت آنها می توان از تخته های چند لایه، فلز، پلاستیکهای شیشه ای ولی اغلب بتن استفاده کرد.

مناسب ترین مصالح سازه پوسته ای بتن می باشد. چرا که دال بتن مسلح به عنوان یک پوسته مقاوم و صلبی عمل می کند که هم نیاز سازه ای را جوابگوست و هم نقش پوشش دهنده را ایفا می کند.

این سازه ها در محل کارگاه اجرا می شوند و زمان ساخت به تکیه گاه ممتد روی زمین نیاز دارند. این تکیه گاهها بسته به طرح معماری آن برای دهانه های مختلف قابل اجراست.

سازه های پوسته ای بیشتر از نقطه نظر صلبیت نسبی شکل و پیچیدگی قالب بندی لازم برای ساخت آنها به دو دسته تک انحنایی و دو انحنایی تقسیم می شوند. سازه های تک انحنایی، پوسته هایی هستند که حول

یک محور خطی خم می شوند و به عنوان بخشی از یک استوانه یا مخروط، به صورت طاق های گهواره ای و مانند آن هستند و پوسته های دو انحنایی به صورت گنبد یا بخشی از کره هستند. پوسته های دو انحنایی مقاومت و استحکام سازه ای بیشتر و تغییر شکل کمتری دارند اما قالب بندی ساخت آنها بسیار پیچیده تر و در نتیجه گران تر است. ضخامت پوسته ها با توجه به تنش های خمشی تعیین می شود، به طور کلی باید ضخامت پوسته های بتن مسلح طوری باشد که اولاً برای پوشاندن میلگردهای تقویتی داخل پوسته در هر بخش آن کافی باشد ثانیاً باتوجه به نازک بودن پوسته از کمانش آن جلوگیری کند.

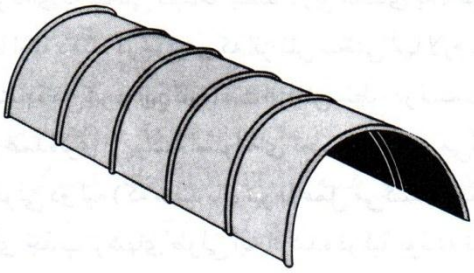
از آنجا که سازه های غشایی، نیروها را درجهت مدارها و نصف النهارهایشان تحمل می کنند، افزایش ضخامت در محل مدارها و نصف النهارها بدون افزایش یکنواخت ضخامت، مقاومت کمانشی آنها را به طور قابل توجهی افزایش می دهدالبته این راه حل برای سخت ترکردن گنبدهای فلزی بسیار مناسب و برای گنبدهای بتنی بسیار پر هزینه است.

در ساخت یک گنبد باید به نکات زیر توجه کرد:

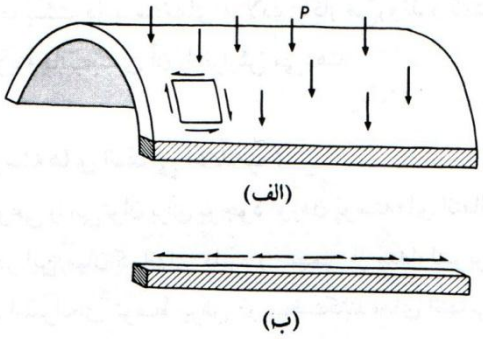
- باید کم ضخامت باشد تا رفتار خمشی زیادی نداشته باشد.
- انحنای آن درست اجرا شود تا از استحکام کافی برخوردار باشد.
- دارای تکیه گاههای لازم باشد تا خمش ناچیز شده و روی سطح محدودی از پوسته اعمال شود.

- **پوسته های استوانه ای:**

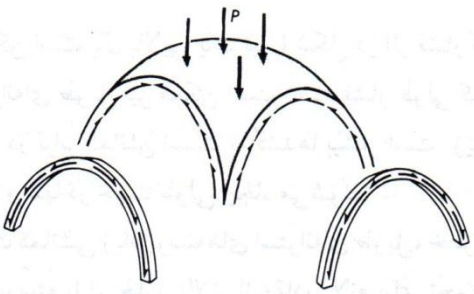
پوسته های استوانه ای به سختی گنبدها نیستند زیرا انحنای یک طرفه آنها سبب می شود رفتاری شبیه به تیرها نشان دهند و در مواردی که افزایش سختی آنها لازم باشد از تیرهای طولی در امتداد لبه های آنها استفاده می شود برای مقابله با خطر کمانش نیز به جای افزایش ضخامت کل پوسته، ساخت پوسته با تیرهای سخت کننده عرضی (نوارهای ضخیم در عرض پوسته) مقرون به صرفه تر است و توصیه می شود. البته اجرای این سخت کننده ها نیز در پوسته های فولادی ساده تر بوده به دلیل هزینه قالب بندی آن در پوسته های بتنی کمتر استفاده می شوند.



پوستهٔ استوانه‌ای با نوارهای ضخیم در جهت عرضی



برش بر تیرهای کناری طولی



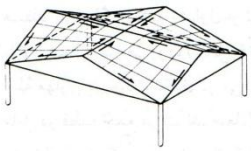
برشهای مرزی در پوستهٔ انتقالی

- **پوسته زین اسبی:**

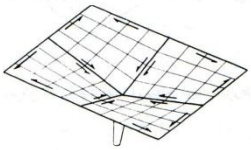
پوسته های زین اسبی ممکن است مستقیماً روی زمین قرار بگیرند یا بر روی تکیه گاه هایی در چهار گوشه واقع شوند. تنش ها در پوسته زین اسبی متناسب با جهت منحنی آن می باشد. برای سقف های پوسته ای، منحنی محدب، تنش های فشاری و منحنی مقعر تنش های کششی ایجاد می کند. انحنای رو به بالای این پوسته ها در جهت طولی به مقاومت آنها (خصوصاً مقاومت در برابر کمانش) می افزاید.

از پوسته های سهموی هذلولی یا زین اسبی با اشکال متنوع برای پوشاندن سطوح با اشکال مختلف، استفاده می شود. از پوسته های سهموی هذلولی با خیز زیاد به عنوان عناصر بام یا عناصر نسبتاً قائم استفاده می شود.

شیوه ای که بار در یک پوسته سهوی هزلولی انتقال پیدا می کند، به شرایط تکیه گاهی آن بستگی دارد، دو نمونه از این وضعیت را در شکلهای زیر مشاهده می کنید:



برش در تیرهای مرزی سقف سهموی هذلولی که توسط ستونهای خارجی تحمل می‌شود



برش در تیرهای مرزی سقف چتری سهموی هذلولی

پوستهٔ سهموی هذلولی که بر روی سخت‌کننده‌های انتهایی قرار دارد

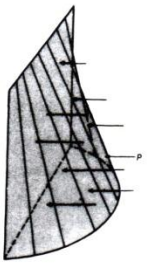
- **پوسته کنگره دار:**

فرم های جالب پوسته ای را می توان بر حسب احتیاجات سازه ای یا ملزومات زیبایی با افزودن منحنی های دو موضعی به یک سطح ساده ایجاد کرد. مثلاً ممکن است به منظور تاکید بیشتر بر ظاهر یک پوسته و سخت کردن مرزهایش، پوسته را به شکل کنگره دار ساخت.

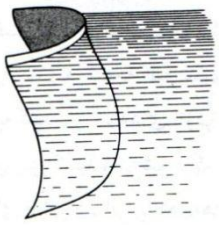
البته ایجاد منحنی در پوسته رفتار پوسته را تغییر می دهد. یک پوسته بدون منحنی بارها را درجهت مدارها و نصف النهارهایش تحمل می کند اما ایجاد منحنی موضعی این خاصیت را از بین می برد و تحت تاثیر بارها پوسته تمایل به باز شدن پیدا می کند از انواع سازه های پوسته ای می توان سقفهای با نور شمال، باسطح مقطع منحنی و انحنای کم، دیوارهای حائل تحت اثر رانش خاک به شکل مخروط یا استوانه قائم و همچنین سدهایی با ارتفاع زیاد و ضخامت کمتر از چند متر را نام برد.

مقطع عرضی پوستهٔ استوانه‌ای با نور شمال

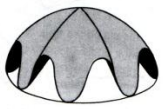
بیضوی کنگره‌دار



دیوار حائل شبه مخروطی



سد از پوستهٔ نازک



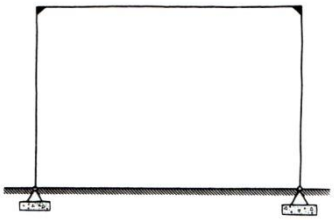
گنبد کروی کنگره‌دار

۵-۳-۸- سازه های قابی (سیستم تیرو ستون):

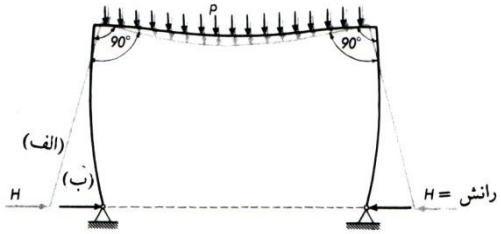
- **سیستم تیر و ستون:**

در یک قاب ساده، هر سه عضو تحت تأثیر نیروهای فشاری و خمشی هستند اما در ستون ها فشار و در تیرها خمش غالب است. ستون ها نیروهای فشاری را در پی ها منتقل می کنند و به پی آنها را در سطح زمین پخش می کنند. این سازه ها بارهای عمودی را به خوبی تحمل می کند اما برای مقاومت در برابر بارهای افقی (زلزله، باد و ...) مناسب نیستند چرا که مصالح بنایی که ستون ها و دیوارها را می سازندمقاومت خمشی کمی دارند و اتصالات چندان مقاومی هم بین عناصر افقی و عمودی ساختمان برقرار نشده است.

حال اگر اتصالات (بین تیروستون)، اتصالات صلب باشد، یک قاب صلب به وجود می آید که در برابر بارهای عمودی و افقی مقاوم تر است. این مساله باعث می شود دو انتهای تیر تقریباً مهار شود و مقاومت خمشی بیشتری به وجود بیاید و تیرها وستون ها همگی در تحمل تمامی تنش ها نقش داشته باشند.

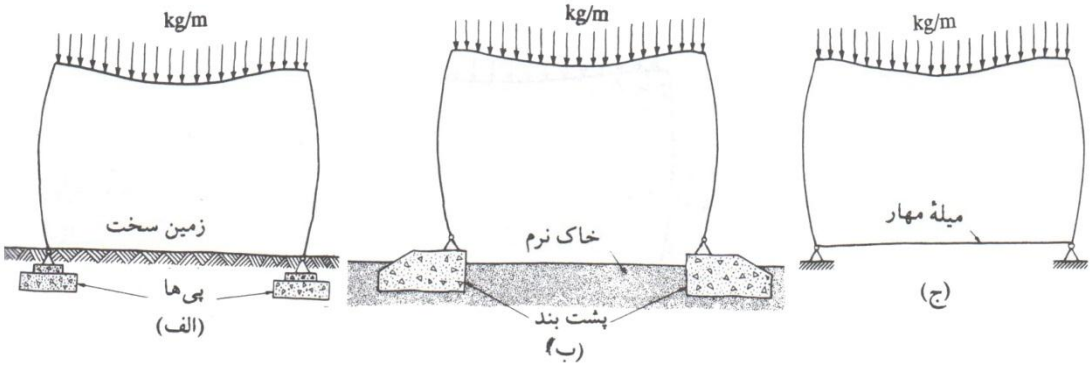


قاب ساده مفصلی (اتصال به تکیه‌گاه مفصلی است).

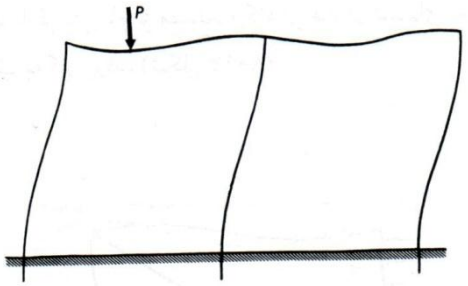


تغییر شکل قاب با اتصال مفصلی در تکیه‌گاه

برای جذب رانش قاب ها از یک میله مهار (کابل) یا پشت بندها ی طبیعی از مصالح بنایی و سنگ استفاده می کنند.



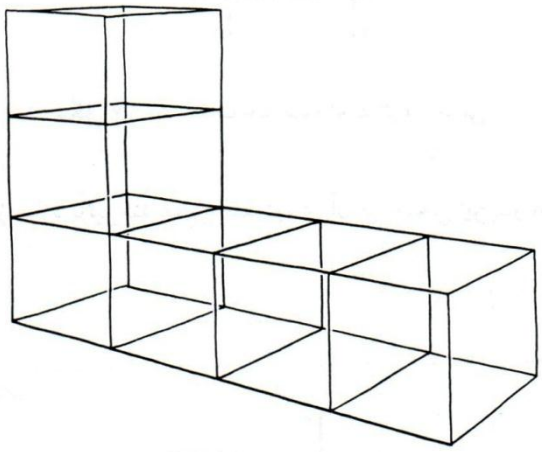
قاب ها ممکن است چند دهانه باشند که در این صورت از نظر مقاومت در برابر نیروهای جانبی، کارایی بالاتر دارند و صلبیت تیرها باعث می شود، تغییر شکل های جانبی عملاً یکسان باشند.



تغییر شکل جانبی قاب چند دهانه

قابهای چند طبقه نیز معمولاً در ساختمان های بلند استفاده می شوند و رفتار آنها در برابر بارهای عمودی مشابه قابهای یک دهانه است.

اگر تعداد قاب های مستطیلی در ساختمان افزلیش یابد تعدادی از این قاب ها که به موازات هم قرار گرفته اند و توسط تیرهای افقی به هم متصل شده اند، سازه های صندوقه ای را تشکیل می دهندو به صورت قاب های سه بعدی به حالت یکپارچه در برابر تمام بارهای افقی از هرجهت مقاومت می کنند. از این سیستم در سازه های فولادی و بتنی استفاده می شود.



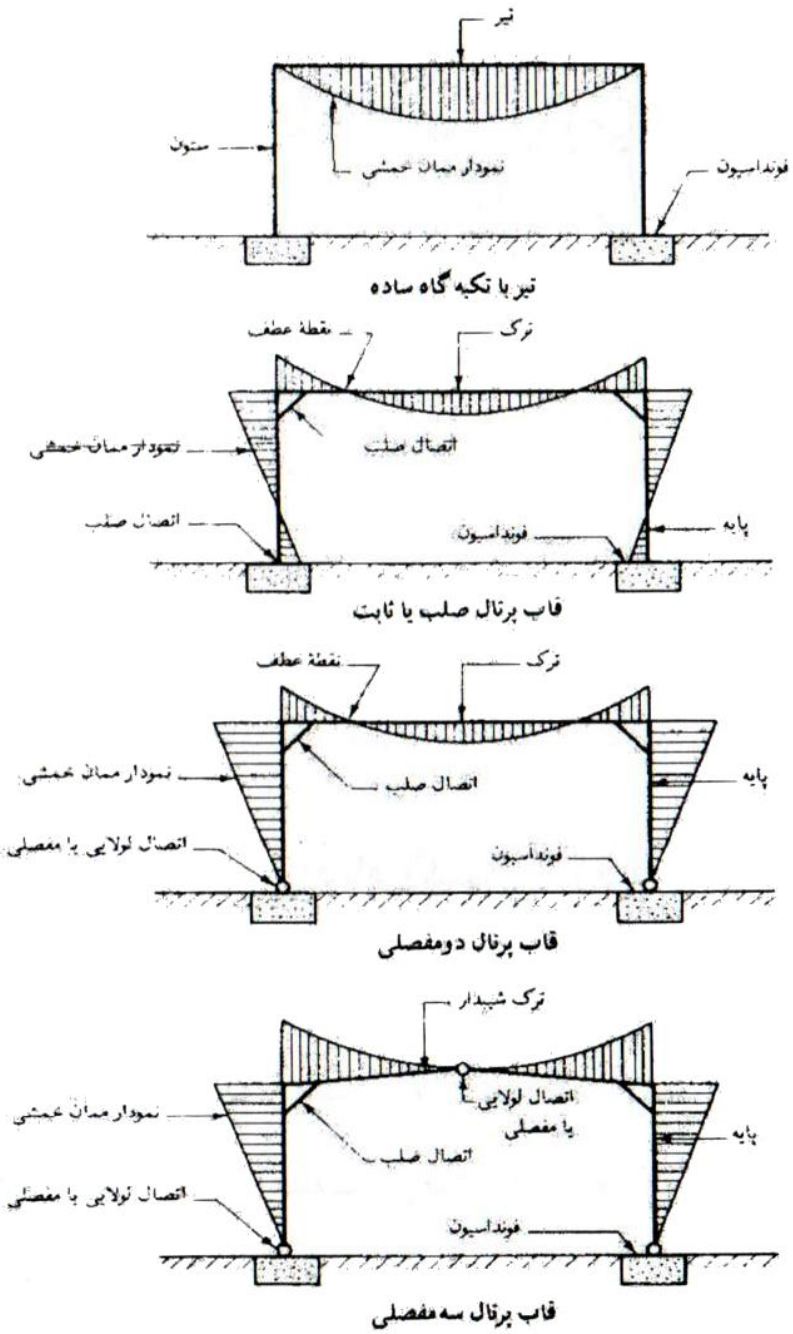
سه بعدی

❖ قاب پرتال:

قاب پرتال قابی است پیوسته و صلب که اتصالات تیرو ستون در آن گیردار است و در واقع این قاب یک قطعه یکپارچه ساختمانی است و تنش ها در کل سازه قاب توزیع می شود.

قاب پرتال از نظر اتصالات به سه دسته تقسیم می شوند.

- قاب پرتال ثابت (صلب): تمام اتصالات این قاب صلب است و تنش ها بسیار کوچک و یکنواخت در قاب توزیع می شود.
- قاب پرتال دو مفصلی: در محل اتصال ستون ها (پایه ها) اتصال مفصلی است تا تمایل پایه ها به چرخش را مهار کند. در این قاب لنگرهای خمشی بزرگتر نسبت به قاب صلب ایجاد می شود.
- قاب پرتال سه مفصلی: در محل اتصال ستون ها (پایه ها) و در مرکز تیر اتصال مفصلی است، لولاییکه در تیر به کار رفته است از ممان (لنگر) خمشی تیرکم می کند اما تغییر شکل خمشی را افزایش می دهد.



قابهای پرتال – مقایسه ممانهای خمشی

قاب های پرتال از نظر مصالح سازنده ممکن است بتنی، فولادی یا چوبی باشند.

۵-۳-۹- ساختمان های لوله ای:

ساختمان های لوله ای شکل با به کارگیری تعداد قالب لوله ای شکل (با مقاطعی به جزء مقطع مستطیل شکل) ساخته شده اند. این سازه ها مثل لوله های فو لادی طره شده از زمین با مقطع مستطیل شکل هستند.

۱۰-۳-۵- هسته مرکزی:

گاه ساختمان ها دارای یک هسته مرکزی بتنی با دیوارهای برشی و قاب های فولادی هستند، ممکن است هسته مرکزی فولادی باشد و باعناصر مورب فولادی (بادبندها) یا صفحات پیش ساخته بتنی درون دهانه قاب ها تحکیم شود.

۱۱-۳-۵- سازه های صفحه ای و شبکه ها:

صفحات به شکل های گوناگون در ساختمان کاربرد دارند مثلاً به عنوان صفحه هایی که به صورت سقف یا کف با تکیه گاههای ساده یا گیردار یا به صورت شبکه در هم بافته هستند.

به جای صفحات ساده، گاهی ورق های تاشده در ساخت سازه ی بام ها به کار می روند که این ورق ها، قدرت باربری تا چند صد برابر وزن مرده خود را دارند. نیرویی که ممکن است منجر به تخریب این سازه ها شود (مثل یک سازه ورق تا شده از کاغذ) ناشی از کمانش ورق های نازک در نقاط تحت تنش های فشاری است.

فصل ششم:

استقرار ساختمان

۶-۱- الزامات عمومی ساختمان:

- برای اخذ پروانه ساختمانی، محل استقرار ساختمان باید به مسیرهای رفت و آمد عمومی دسترسی داشته باشد و همچنین اتصال آن به شبکه لوله کشی آب و فاضلاب و شبکه برق و گاز و تلفن ممکن باشد.
- احداث ساختمان، ارتفاع آن و نحوه استقرار بنا در زمین در بافت های تاریخی باید مطابق ضوابط سازمان میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی باشد.
- احداث ساختمان در زمین های نزدیک دریا، جنگل یا پارکهای حفاظت شده ملی باید با رعایت فاصله حداقل ۳۰ متر بین ساختمان و اراضی مذکور انجام شود.
- رعایت حریم های مصوب در حاشیه خطوط انتقال برق، گاز، نفت، مسیل ها، قنوات و ... برای تمامی گروههای ساختمانی الزامی می باشد.
- رعایت طرح های توسعه شهری مرتبط با محل ساخت پروژه، تراکم ساختمانی و زیر بنای مجاز ضروری است.
- مشخصات بروکف[۱۶] زمین باید در جهت رفع بی نظمی متناسب با نمای کلی خیابان ها و محله ها منظر شهری باشد ارتفاع کف زمین بایستی در هماهنگی با ارتفاع خیابان دسترسی یا زمین همسایه بوده وباید از خاکبرداری و خاکریزی بیهوده اجتناب شود. تعیین بروکف و لزوم اصلاح آن باید با تایید شهرداری ها یا مراجع صدور پروانه ساختمان براساس مقررات موجود انجام گیرد.
- هر فضای اقامت یا فضای دیگری که نیازمند نور طبیعی است بایستی ضمن رعایت ضوابط مندرج در مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان، حداقل یک یا چند در و پنجره شیشه ای داشته باشد، به طوری که مستقیم رو به خیابان و معبر عمومی یا حیاط (مطابق ضوابط شهر سازی) باز شود.
- هنگام ساخت واحداث کارگاههای ساختمانی باید ایمنی لازم برای کار در حین اجرا برقرار شده و از پیاده روها، تاسیسات و تهجیزات شهری، آب، برق، درختان، گیاهان و سایر عناصری که در پروانه ساختمان نگهداری از آنها الزامی شده است، مراقبت به عمل آید.

❖

علاوه بر موارد فوق که از الزامات ذکر شده در مقررات ملی ساختمان هستند، عوامل مختلفی وجود دارند که در انتخاب محل استقرار بنا دخیل هستند. به طور کلی برای اینکه انسان در محیط اطرافش احساس راحتی کند باید در نقطه آسایش باشد _یعنی طراحی ساختمان با عوامل اقلیمی مانند درجه حرارت، نسبی جریان هوا و ... هماهنگ باشد و شرایط به گونه ای تعدیل شود که آسایش انسان را فراهم نماید.

[۱۶] منظور از بر امتداد زمین نظیر محور یک خیابان یا امتداد شمال و جنوب مغناطیسی و مقصود از کف، ارتفاع نقاط مختلف پروژه از سطح معینی به عنوان نقطه نشانه است.

انتخاب جهت استقرار ساختمان تابع عوامل مختلفی است، از جمله: عوارض طبیعی زمین، کنترل و کاهش صدا، باد، تابش، لزوم ایجاد فضای خصوصی، دسترسی ها، دید، منظره و ... در ادامه به بررسی برخی از مهمترین عوامل استقرار بنا پرداخته خواهد شد:

۶-۲- بررسی عامل خورشید:

برای بیشترین بهره گیری از نور خورشید، معمولاً نمای اصلی ساختمان به سمت جنوب قرار می گیرد. البته اهمیت تابش آفتاب به نوع اقلیم بستگی دارد. جهت ساختمان باید به گونه ای باشد که در مناطق سردسیر در طول سال حداکثر انرژی خورشیدی و در مناطق گرم، حداقل انرژی خورشیدی در طول سال، دریافت شود.

۶-۳- بررسی عامل باد:

یکی از عوامل اثرگذار در ساخت و تعیین جهت ساختمان، جهت و مشخصات باد غالب منطقه است.ساختمان های بلند که دیوارهای اطراف آنها در فضای باز قرار می گیرد از تهویه بهتری برخوردارند. اما بایستی دیوارها در برابر نفوذ بارندگی در زمستان محافظت شوند و همچنین تدابیر لازم در برابر نیروهای جانبی ناشی از باد اندیشیده شود.

از طرفی در سایتی که دارای درختان و دیواره هایی در اطراف ساختمان است، جریان باد تا حدود زیادی قابل کنترل است. دیواره ها و درختچه ها می توانند نقش باد شکن را ایفا کنند. تا محیطی آرام و حفاظت شده در اطراف ساختمان ایجاد شود. البته نباید اثر این عوامل به گونه ای باشد که مانع از جریان هوا در تابستان بشود.

محل قرارگیری و جهت ساختمان در جریان باد در اطراف بنا نقش دارد. در اثر عناصر محوطه و جهت وزش باد، مناطق پر فشار و کم فشار در اطراف ساختمان به وجود می آید. همچنین ممکن است با توجه به اقلیم منطقه جهت گیری های خاص برای استفاده از کوران هوا یا اجتناب از گرد باد و طوفان لحاظ شود.

۶-۴- بررسی عامل زمین:

- به طور کلی باید از احداث ساختمان در مجاورت یا روی مجاور گسل های فعالی که احتمال به وجود آمدن شکستگی در سطح زمین، در هنگام رخ دادن زلزله را در پی دارد، اجتناب شود. در غیر این صورت باید تمهیدات فنی ویژه ای اندیشیده شود.
- در زمین هایی که ممکن است در اثر زلزله، دچار ناپایداری های ژئوتکنیکی مانند روانگرایی، نشست زیاد، زمین لغزش یا سنگ ریزش گردند یا در زمینی که از خاک رس حساس تشکیل شده باشد. باید مطالعات ویژه ای روی زمین انجام شود. تا امکان ساخت بنا و شرایط لازم برای آن بررسی شود. در زمین هایی که احتمال روانگرایی وجود دارد، باید با استفاده از روشهای مناسب بهسازی خاک، ایمنی پی های ساختمان را بر قرار کرد.

- در مورد ساختمان هایی که روی شیب و در دامنه احداث می شوند، هرگونه خاکبرداری و خاکریزی باید ضمن تحلیل و بررسی پایداری شیب صورت بگیرد و تمهیدات لازم برای پایدار سازی کلی شیب انجام گیرد تا احتمال رانش زمین و سرخوردن ساختمان روی خاک لغزنده زیرین از میان برود.
- پدیده های دیگری مانند نشست خاک (فرو رفتن غیر مجاز و بیش از حد ساختمان در خاک) و لغزش (لغزیدن ساختمان و جا به جایی آن روی یک سطح افقی) نیز ممکن است در اثر جنس و مقاومت خاک و بر اثر زلزله در محل احداث بنا رخ دهد که باید قبل از شروع عملیات ساختمانی بررسی و آزمایش شده و نسبت به بهسازی آن اقدام شود.
- به دلیل دسترسی مستقیم خودرو ، زمین های قرار گرفته در پایین جاده های واقع در دامنه کوه دارای دسترسی بسیار مناسب هستند. اما ساخت و ساز در زمین های بالای جاده مشکل تر بوده و باید تدابیر لازم برای جلوگیری از ریزش خاک و دفع آب بارندگی به وسیله دیوارها و حصارهای بتنی لحاظ شود.
- در زمین های جنوبی به منظور احداث خانه های شهری، ورودی ساختمان رو به خیابان قرار گرفته و یک حیاط خصوصی و آفتاب گیر در پشت ساختمان ایجاد می شود و در زمین های شمالی، ساختمان باید در انتهای زمین قرار بگیرد.
- در زمین های دارای شیب تند، ساخت پلکانی بنا روی آن توصیه می شود.
- عوامل دیگری نیز در شکل گیری و استقرار بنا موثر می باشد طراحی هر ساختمان باید با توجه به خیابانها و قطعات مجاور صورت بگیرد و به طور کلی سازگار و هماهنگ با بافت شهر یا روستای مربوط به خود باشد.

فصل هفتم:

عملیات احداث بنا و تجهیز کارگاه

۷-۱- تعاریف:

در ابتدای این فصل، به تعریف چند عنوان پرکاربرد پرداخته می شود:

پیمان: مجموعه ی مدارک واسنادی است که در مراحل مختلف عقد قرارداد استفاده می شود.

کارفرما: شخصیتی حقوقی است که اجرای عملیات را ضمن امضای پیمان نامه به پیمانکار واگذار می کند. ممکن است نمایندگانی تعیین کند که در این صورت آنها در حکم خود کارفرما خواهند بود.

پیمانکار: شخصیتی حقوقی است که اجرای عملیات را ضمن امضای پیمان نامه به عهده می گیرد. ممکن است نمایندگانی تعیین کند که در حکم او خواهند بود.

دستگاه نظارت: شخص، اداره، شرکت یا موسسه ای است که از طرف کارفرما به منظور حسن انجام کارها تعیین می شود و به صورت کتبی به پیمانکار معرفی می گردد. ناظر مقیم کتباً از طرف کارفرما یادستگاه نظارت معرفی شده و باید همیشه در کارگاه حاضر بوده و نظارت مستقیم بر اجرای عملیات کارگاه را داشته باشد.

مهندسین مشاور: شخصیتی حقوقی است که ضمن امضای پیمان نسبت به انجام خدمات مربوط به حوزه یطرح و نظارت بر اجرا ، از طرف کارفرما اقدام می نماید.

۷-۲- شرح خدمات مهندسان مشاور:

به طور کلی خدماتی که توسط مهندسان مشاور ارائه می شود را می توان در قالب جدول زیر خلاصه نمود:

مرحله اول	**قسمت اول: شناسایی و بررسی اولیه** در این مرحله مطالعات پروژه براساس هدفهای پیش بینی شده طرح جامع یا طرح مورد نظر در برنامه های عمرانی صورت می گیرد.	۱- جمع آوری اطلاعات و انجام مطالعات پایه	شامل: • مذاکره با کارفرما • بازدید محلی و کسب اطلاعات از شرایط و موقعیت زمین از نظر اندازه- محدوده، همسایگی ها، شیب زمین، عوارض طبیعی، آثار زیست محیطی، در طرحهای جامع و تفصیلی و..
		۲-بررسی شناسایی کلی کالبدی و ضوابط مقررات	شامل: • گرد آوری اطلاعات و بررسی ابنیه مجاور و کاربری آینده آنها بررسی ضوابط و مقررات شهرسازی و طرحهای مصوب شهری و اثرات آنها در پروژه مشخص نمودن آیین نامه ها استانداردها و معیارهایی که در طرح معماری محاسبات، سازه و تاسیسات استفاده می شود.
		۳-بررسی و مطالعه مصالح ساختمانی و روشهای ساخت	بررسی انواع سیستم های تأسیساتی و مصالح ساختمانی ،سیستم های سازه ای، روشهای متداول ساخت که می تواند در پروژه استفاده شود.
	قسمت دوم : تهیه طرح مقدماتی	۱-مطالعات تکمیلی	شامل: • تعیین تعداد و انواع آزمایش ها، حدود و مقیاس نقشه ها و عکس ها و سایر خدماتی که باید طبق برنامه زمان بندی توسط کارفرما انجام شود و ارائه پیشنهاد انجام آنها • بررسی تکمیلی در خصوص نوع مصالح مصرفی ساختمانها تهیه نقشه های کاداستر در مقیاس ۱/۱۰۰۰

	در این مرحله مطالعات پروژه براساس مدارک و گزارشهای مصوب قسمت اول صورت می گیرد.	۲-مطالعات و طراحی معماری	شامل: • مطالعه ارتباطات خارجی ساختمان ها، محوطه و خیابان بندی پروژه و طرح مقدماتی قرارگیری ساختمانها با توجه به عوارض طبیعی و ساختمانها با توجه به عوارض طبیعی و ساختمانهای موجود، راههای دسترسی به شبکه ارتباطی جمع آوری آبهای سطحی و زهکشی، شبکه های تاسیساتی، امکانات اطفای حریق و تخلیه ساختمانها، رعایت مقررات ایمنی و پناهگاهها و سایر عوامل تعیین کننده در طرح • مطالعه نهایی ارتباطات افقی و عمودی با توجه به عملکرد فضاهای داخلی و الزامات برای استقرار، تراکم طبقات، نورگیری، سیستم های تاسیساتی، تجهیزات، مقررات ایمنی، اطفای حریق، تخلیه اضطراری ساختمان و ... • طراحی معماری ساختمانها و محوطه و هماهنگی های لازم با بخشهای سازه سیویل، تاسیسات و ... به تفکیک هر تیپ
		۳-مطالعات و طراحی سازه	شامل: • تعیین مبانی محاسباتی سازه ساختمانها (بارگذاری ها و ...) تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده از آزمایش های ژئوتکنیک و مقاومت مصالح • طراحی مقدماتی سازه شامل تعیین نوع، حدود و ابعاد فونداسیون ها، ضخامت دیواره های باربر، ابعاد ستون ها، دانه و ابعاد تیرها، ضخامت محل درزهای ساختمانی و سایر عوامل تعیین کننده در طراحی
		۴-مطالعات و طراحی تاسیسات و تهیه مشخصات تجهیزات	شامل: • مشخص کردن مبانی طراحی تاسیسات پروژه ضمن توجه به عملکرد هر ساختمان، محاسبات جمعیتی با شرایط اقلیمی، محیطی – بهره برداری و الزامات خاص طراحی مطالعه سیستم های مختلف تاسیساتی و برآورد و کل کارهای تاسیساتی و بررسی فنی اقتصادی هر یک و انتخاب گزینه برتر در مورد تاسیسات بهداشتی، تاسیسات برق رسانی و تاسیسات گرمایی • تهیه طرح تاسیساتی
		۵-تعیین کردن مشخصات لازم و بررسی فنی – اقتصادی تجهیزات و ارائه پیشنهاد نقشه های مقدماتی و گزارش مطالعات	شامل : • پلان جانمایی ساختمانها و محوطه و راههای دسترسی سواره، پیاده و میلمان شهری، پروفیل بخشهایی از محوطه که شیب آنها در جاگذاری ساختمانها تعیین کننده است • پلان کلیه طبقات به تفکیک هر تیپ با مشخص کردن آرایش تجهیزات قسمتهای مهم ساختمان در آنها، پلان بام کلیه ساختمانها به تفکیک هر تیپ • کلیه نماهای ساختمان ها با نشان دادن مصالح به کار رفته در نما سازی به تفکیک هر تیپ ارائه طرح بدنه شهری و سیمای معبر اصلی و فضاهای پر و خالی کل معبر • مقاطع طولی و عرضی از قسمتهای لازم • نقشه های تفصیلی معماری مربوط به هر قسمت • پلان کلی سیویل محوطه شامل خیابان بندی – شبکه جمع آوری دفع آبهای سطحی، زه کشی و ...همراه با مقاطع و جزئیات لازم • تهیه و ارائه جدول نازک کاری و مصالح مصرفی در فضاها نقشه های مقدماتی سازه شامل محور بندی، پلان فونداسیون، پوشش طبقات، حدود ابعاد فونداسیون ها ستون ها و تیر ها • نقشه های مقدماتی شبکه تاسیساتی شامل پلان هایی جانمایی دستگاهها در موتورخانه های اصلی و فرعی، تعیین محل عبور سیستم های توزیع انرژی و پیش بینی سایر نیازهای تاسیساتی موثر در طرح معماری و سازه • مشخصات کلی مصالح مصرفی در نما سازی، نازک کاری، محوطه سازی و مشخصات دستگاههای تاسیساتی و تهجهیزاتی
مرحله دوم : <u>تهیه طرح اجرایی</u> اساس خدمات این مرحله، مدارک و گزارش های مصوب مرحله اول به علاوه		انجام محاسبات فنی و تهیه نقشه های اجرایی	شامل: • محاسبات فنی در موارد معماری، سازه، تاسیسات مکانیکی ، الکتریکی – محوطه، تهیه نقشه های اجرایی به طور کامل با انتخاب مقیاس مناسب بدون هیچ گونه ابهام ضمن نشان دادن تمام اطلاعات، محور بندی ها اندازه و کد گذاری های لازم • مشخص کردن ابعاد و محل کلیه سوراخها، شفت ها،کانال ها و سقفها و کفهای کاذب و ... به صورت هماهنگ در نقشه های معماری، سازه،

گزارش های مصوب مرحله اول به علاوه گزارش مکانیک خاک، نقشه های سازه تاسیسات مکانیکی، برقی و تجهیزات می باشد. **چنانچه مطالعات تکمیلی در خصوص نقشه برداری و آزمایشها لازم باشد با پیشنهاد مشاور و تایید آن انجام خواهد شد.**		تاسیسات و... • جزئیات اجرایی کارهای معماری، سازه و تاسیسات • مختصات و تراز بندی شبکه گذرهای سواره، دفع آبهای سطحی، مقاطع طولی، عرضی گذرهای سواره رو، جزئیات، تاسیسات زیر بنایی و ... در کارهای محوطه • جدول میلگردها و پروفیل های فولادی مصرفی در سازه، مشخص کردن تعداد، اندازه و سایر اطلاعات مورد نیاز مشخصات و دستگاههای برقی، مکانیکی، جزئیات لازم آنها همراه بادیاگرامها، نمودارها و جداول لازم سیستم ها برحسب نوع نیازهای پروژه
	تهیه مشخصات فنی	شامل: مشخصات فنی عمومی و مشخصات فنی خصوصی مورد نیاز در پروژه که در نقشه ها یا دفترچه مشخصات فنی درج می گردد.
	ارائه مدارک و گزارش مرحله دوم	شامل: • دفترچه محاسباتی فنی به همراه نتایج گزارشهای مطالعات زلزله، زمین شناسی، ژئو تکنیک، مقاومت مصالح و ... • مشخصات فنی

۷-۳- عملیات تجهیز کارگاه:

دریک تعریف کلی تجهیز کارگاه عبارتست از عملیات، تدارکات و اقداماتی که به صورت موقت برای دوره ی اجرا انجام می شود تا عملیات موضوع پیمان، طبق اسناد و مدارک پیمان آغاز بشود و انجام گیرد.

احداث ساختمان های لازم برای انجام کار اجرا، سرویس دهی به افراد و غیره جزء عملیات تجهیزات کارگاه می باشد. عملیات آماده سازی کارگاه را می توان به صورت جدول زیر بیان کرد:

ردیف	مرحله	عملیات هر مرحله
۱	تحویل و کنترل نقشه ها و مدارک اجرائی	• نقشه ها شامل قسمتهای معماری، سازه، تاسیسات الکتریکی، مکانیکی • دفترچه مشخصات فنی، دفترچه محاسبات ایستایی • نتایج آزمایش های خاک و ...
۲	تحویل و کنترل زمین	• بررسی و کنترل مشخصات و ابعاد زمین • بررسی و کنترل مشخصات عوارض طبیعی (درختان – توپوگرافی و ...) • بررسی و کنترل مشخصات عوارض مصنوعی (چاه آب، ابنیه موجود و ...)
۳	اخذ مجوزهای لازم و کنترل آنها	
۴	حصار کشی	در ادامه توضیح داده خواهد شد
۵	پاک سازی محل	• تخریب ساختمان ها و تاسیسات موجود • ریشه کنی بوته ها و در ختان و برداشت خاک نباتی (۳۰ سانتی متر) بانظر دستگاه نظارت • تسطیح و جا به چایی خاک و نخاله ناشی از تخریب • پرکردن چاه های آب و فاضلاب و قنوات متروکه که در محدوده عملیاتی پروژه واقع شده اند.
۶	پیاده کردن نقشه	• توجیه نقشه • تعیین نقاط مبداء و نشانه • تعیین خط مبنا

در ادامه در خصوص مراحل تجهیز کارگاه که پس از اخذ مجوز های لازم (مطابق جدول فوق) صورت می گیرد توضیحاتی داده خواهد شد:

- **حصار کشی**:

حصار کشی عملی است که به منظور ایجاد یک سد فیزیکی و بصری برای محدوده زمین صورت می گیرد. ارتفاع حصار اطراف محدوده زمین باید حداقل ۱/۸ متر بوده تعداد ورودی های آن به حداقل کاهش یابد. نوع حصار به درجه امنیتی مورد نظر، نوع همسایگی، میزان مخارج و مدت قرارداد و عواملی از این دست بستگی دارد.

- **عملیات تخریب:**

عملیات تخریب به طور کلی شامل تخریب بناها، برچیدن سرویس های بهداشتی، لوله ها، سیم ها، بوته کنی و ریشه کن کردن درختان و ... می شود. تخریب ساختمان ها و تاسیسات موجود بایستی با توجه به مسائل ایمنی و اصول فنی در خصوص قطع و کنترل انشعابات خطوط برق، آب، تلفن و لوله ها، سیم ها و سایر موارد با هماهنگی سازمان های مربوطه صورت بگیرد.

- **تسطیح و جابه جایی خاک و نخاله های ناشی از تخریب:**

ممکن است محوطه کارگاه دارای پستی بلندی های زیادی باشد که مانع از شروع اجرایی عملیات بشود، در این صورت پیمانکار باید با نظر دستگاه نظارت نسبت به تسطیح محوطه تا تراز معین و پاک کردن آن اقدام نماید.

- **پیاده کردن نقشه:**

پیاده کردن نقشه روی زمین قبل از گود برداری یا هر نوع عملیات اجرایی صورت می گیرد و فقط قبل از آن خاک زراعی برداشته می شود. برای پیاده کردن نقشه بایستی بروکف معین باشد. مقصود از برامتداد معینی نظیر محور یک خیابان یا امتداد شمال و جنوب مغناطیسی و مقصود از کف، ارتفاع نقاط مختلف پروژه از سطح معینی به عنوان نقطه نشانه است.

نقطه نشانه، بنچ مارک یا B.M[۱۷] مبنای اندازه گیری طول، عرض و ارتفاع سایر نقاط در کارگاه است که برای پیاده کردن قسمتهای مختلف پروژه و تعیین حدود قانونی کار و مرز عملیات قرارداد برطبق نقشه های اجرایی مشخص می شود. بنچ مارک، پیکانی است که در بالای آن علامتی افقی قراردارد و به صورت دیرکی دریک قطعه بتنی یا به صورت یک ستون بتنی در محل ساختمان ایجاد می شود. این نشانه ها باید توسط پایه های بتنی حداقل ۱۵×۱۵ سانتی متر وارتفاع ۷۰ سانتی متر با حداقل ۲۰ سانتی متر ارتفاع آن از زمین تسطیح شده، قرار داده شوند. نقشه برداری زمین کارگاه، معمولاً قبل از اجرا و هنگام تهیه طرح توسط مشاور صورت می گیرد، اما گاهی به دلیل عدم اطمینان ممکن است پیمانکار خود توسط گروه نقشه برداری، زمین کارگاه را در نظر خطوط تراز، محدوده زمین، عوارض و اطلاعات لازم موجود نقشه برداری کند و در صورت لزوم پروفیل های لازم

[۱۷] Bench mark

را به صورت شبکه شطرنجی در محدوده زمین برداشت شده و همچنین رقوم و مختصات نقاط مبنا را نسبت به نقاط نشانه (B.M) مشخص کند.

اولین کار برای پیاده کردن نقشه ساختمان، ایجاد یک خط مبناست تا بتوان به وسیله آن، کل نقشه ی ساختمان را پیاده نمود. بعد از ایجاد خط مبنا و علامتگذاری وکنترل آن، خطوط اصلی ساختمان را پیاده می کنند و هر یک از گوشه ها بایک میخ چوبی قوی علامتگذاری می شود. سپس زوایای قائمه و درستی طول خطوط رسم شده را بررسی می کنند.

روش اول - استفاده از خرک های نقطه گیری : خرک های نقطه گیری از اتصال تخته های عمود بر هم ساخته می شوند، خرک های نقطه گیری در تمام محل های تلاقی دیوارها (گوشه ها) و پی ها برای مشخص کردن موقعیت دیوارها و پی استفاده می شوند، این خرک ها را خارج از مکان پی های فونداسیون مثلاً به فاصله حدود یک متر از محل پی کنی می کوبند.

تمام سطوح ساختمان نسبت به نقطه نشانه (نقطه مبنا) سنجیده می شوند. در نهایت با کوبیدن میخ هایی روی بازوی سه پایه و استفاده از رسیمان و شاغول، امتدادهای ساختمان را پیاده می کنند. به این روش، روش گونیایی بنایی می گویند.

روش دوم- روش قضیه فیثاغورث: در این روش برای کنترل زوایای قائمه و پیاده کردن ساختمان از قضیه فیثاغورث استفاده می شود.

روش سوم- روش اندازه گیری قطری: در این روش قطرها برای کنترل زوایای قائمه اندازگیری می شوند که بایستی هم اندازه باشند.

روش چهارم- روش دوربین نقشه برداری: برای گونیا کردن از دوربین نقشه برداری استفاده می شود.

- **ساختمان ها و تاسیسات تجهیز کارگاه:**

پیمانکار پس از امضای قرارداد و تحویل زمین، نقشه جانمایی ساختمان ها و تاسیسات کارگاه را تهیه کرده و پس از تصویب دستگاه نظارت، ساختمان های مربوطه و تاسیسات لازم را ضمن برخورداری از ایمنی و استحکام کافی به منظور جوابگویی به نیاز های پروژه احداث می نماید.

- **تحویل و کنترل مصالح:**

محل دپوی مصالح ساختمان باید در نقشه جانمایی کارگاه مشخص شود. کالاهای بسته بندی شده باید در محل سر پوشیده و انبارهای مناسب نگه داری شوند. مصالح خراب و نامرغوب نباید وارد کارگاه شوند و مصالحی که در مرغوبیت آن تردید وجود دارد بایستی مورد آزمایش قرار بگیرند. همچنین آزمایشگاههای کنترل کیفیت مصالح باید در نزدیکی محل دپوی مصالح قرار بگیرند.

۷-۴- دسته بندی عملیات احداث بنا:

به صورت جدول زیر می توان عملیات احداث بنا را دسته بندی کرد:

ردیف	نام عملیات	عملیات مربوطه
۱	عملیات خاکی (دستی – ماشینی)	• خاکبرداری • خاکریزی و پر کردن بین محل خاکبرداری و دیوارهای فونداسیون (باید با حضور مهندس ناظر صورت بگیرد) • مسطح نمودن زمین، تسطیح، زه کشی، محوطه سازی اطراف ساختمان پر کردن و مسطح کردن توسط بولدوزر • (در این مرحله پس از اجرای سقف اول، با حضور مهندس ناظر انجام می شود به این ترتیب که نصف خاک خاکبرداری شده برای پرکردن پشت دیوارها و بقیه اش برای مسطح کردن مورد استفاده قرار می گیرد.)
۲	پی کنی	این مرحله با توجه به نوع زمین مربوطه (از نظر جنس خاک، مقاومت خاک و ...) شرایط مخصوص به خود را دارد.
۳	سفت کاری	سفت کاری به عملیات مربوط به ساخت اسکلت بنا گفته می شود که شامل موارد زیر است: • تمام مراحل ساخت پی ها (از هر نوع مصالح) • انواع آجر کاری، شفته ریزی، ملاتها و کار با آجرهای مختلف • کلیه کارهای سنگی شامل مصرف سنگ درپی، دیوار، کف سازی و ... • کلیه کارهای اسکلت فلزی و بتنی • بلوک چینی
۴	نازک کاری	• کلیه عملیات به منظور پوشش بدنه، کف، سقف و ... • کلیه اندود کاری ها با ملاتهای مختلف و سفید کاری • آسفالت و پوشش بام • فرش کردن کف ها • بندکشی ها
۵	عایق کاری	اجرای عایق های رطوبتی،حرارتی و صوتی
۶	کارهای چوبی	• اجرای قالب های چوبی جهت بتن ریزی • شمع کوبی • سپر کوبی • در و پنجره چوبی • خرپا کوبی
۷	کارهای فلزی	• تهیه میلگرد و کار گذاشتن آن دربتن • اجرای اسکلت فلزی • اجرای خرپاهای فلزی • اجرای تیرآهن های سقف • درو پنجره فلزی • نرده های پله و تراس
۸	کارهای متفرقه ساختمانی	• رنگ آمیزی • اجرا و نصب شیشه ها • اجرای درزهای انبساط و انقطاع طبق جزئیات اجرایی ... • ...
۹	کارهای تاسیسات مکانیکی (موارد مربوطه در نقشه های مکانیکال یک ساختمان به طور دقیق نشان داده می شود)	• کلیه لوله کشی ها از جمله لوله کشی آب سرد و گرم، لوله های فاضلاب و دستشویی ها، لوله کشی گاز، شیرها، آبگرمکن ها، رادیاتورها، تهویه، نصب دستگاههای حرارت مرکزی، کانال های هوا، هواکش، فن کوئل ها، کولرهای آبی و گازی، انواع دستگاههای مبرد و برج های خنک کننده، لوازم و شیرآلات بهداشتی، وسایل آتش نشانی، دودکش ها و ...

۱۰	کارهای تاسیسات برقی (موارد مربوطه در نقشه های الکتریکال یک ساختمان به طور دقیق نشان داده می شود)	• تامین نور لازم ساختمان و چگونگی تقسیم برق به قسمتهای مختلف (سیم کشی) • شبکه روشنایی شامل کار گذاشتن انواع چراغها، شبکه لوازم الکتریکی کوچک، شبکه لوازم الکتریکی بزرگ که برای به کار افتادن آنها نیاز به موتور خانه است و شبکه برای لوازم جدید (پیش بینی آینده) • کابل های فشار ضعیف، متوسط، قوی، تابلوهای برق، کلید و پریزها • سیستم آنتن مرکزی، در بازکن ها، وسایل صوتی • کابل های تلفن، سیستم اعلام و اطفاء حریق.

بخش دوم- عناصر و جزئیات ساختمانی(پی-دیوار-پوشش ها)

۸- خاک شناسی و طراحی پی
۹- دیوار
۱۰- پوشش های سقف، بام و کف

فصل هشتم:

خاک شناسی و طراحی پی

۸-۱- مقدمه و تعاریف

در بررسی محوطه ساختمان، سطح طبیعی زمین و عوارض توپوگرافی آن، پوشش گیاهی طبیعی، شواهد موجود زمین مردابی، علائم و تغییرات سفره های آب زیر زمینی وسیلاب، فرسایش زمین، نهرها و زمین های پست مجاور جریان ها و نهرها در مکان هایی که ممکن است خاکهای آبرفتی نرم وجود داشته باشد، ارزیابی می شوند. مجموعه این مواردماهیت کلی خاک زیرین را می سازد. به ترکیبی از خاکهای سست و پوشش گیاهی در حال رشد یا فساد خاک سطحی گفته می شود. این خاک نرم بوده و برای پی سازی ساختمان مناسب نیست در نتیجه آن را از روی محوطه ساختمانی بر می دارند. به خاک موجود زیر خاک سطحی، خاک زیرین گفته می شود.

به عنوان مقدمه طراحی پی برای ساختمان باید ماهیت و تنوع لایه های خاک زیرین محوطه ی پروژه را بررسی و مشخص نمود. چرا که خصوصیات خاک های زیرین بر عملکرد ساختمان تاثیر می گذارند. برخی از این خصوصیات را می توان در محل ساختمان و برخی را در آزمایشگاه های تخصصی مکانیک خاک بداست آورد.

به طور کلی نقش عمده پی، انتقال بارناشی از وزن ساختمان به خاک زیرین می باشد به طوری که بر خاک تنش فوق العاده ای وارد نشده و تغییراتی در خاک به وجود نیاید که باعث نشستهای مشکل آفرین برای سازه شود. از آنچه گفته شد بر می آید که نوع پی مناسب رابطه بسیار نزدیکی با خصوصیات خاک زیرین خود دارد. بنابراین باید پی و خاک جمعاً روی هم به عنوان یک مجموعه تفکیک ناپذیر انتقال و تحمل فشار سازه در نظر گرفته شوند.

۸-۲- ویژگی های خاک

سطح زمین به طور کلی شامل گروه های زیر می شود:

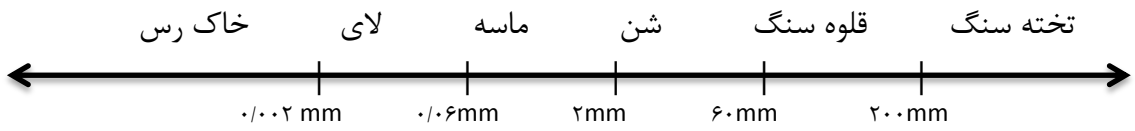
- سنگ ها:رسوبات زمین شناسی سخت وصلب و کاملاً به هم چسبیده نظیر گرانیت، ماسه سنگ و سنگ آهک هستند.
- خاک ها: رسوبات زمین شناسی چسبیده نسبتاً نرم وسستی نظیرشن و ماسه و خاک رس هستند. و شامل انواع چسبنده و غیر چسبنده می باشند.
- خاک های آلی و تورب
- خاک های دستی و خاک ریز

که این دو گروه اخیر برای احداث ساختمان مناسب نیستند.

گروه بندی خاک ها ممکن است از دیدگاههای مختلفی صورت بگیرد مثلا به لحاظ ابعاد ذرات، محل تشکیل، ترکیبات شیمیایی، چسبندگی و...

۸-۲-۱- تقسیم بندی خاک ها به لحاظ ابعاد و ذرات:

می توان دانه بندی خاک را روی نمودار زیر نشان داد:



خاک ها مطابق استاندارد ۱۴۵ – M اشتو به گروههای هفتگانه A۱تا A۷ طبقه بندی می شود که این خاک ها به دو دسته تقسیم می شوند:

خاک های درشت دانه: گروه A۱، A۲، A۳

خاک های ریز دانه: گروه A۴،A۵،A۶،A۷

۸-۲-۲- تقسیم بندی خاک ها به لحاظ نحوه تشکیل:

از این دیدگاه خاک ها به دو گروه خاکها برجا و خاکهای حمل شده تقسیم می شوند.

- خاکهای برجا: این خاک ها در نتیجه هوازدگی طبقات موجود زیر خاک حاصل شده اند و حمل و نقل نشده اند.
- خاک های حمل شده:این خاک ها در محل فعلی خود تشکیل نشده اند و بعداً به وسیله عوامل مختلفی به محل فعلی حمل شده اند. در نتیجه یکنواختی خاکهای برجا را ندارند.

۸-۲-۳- تقسیم بندی خاک ها به لحاظ چسبندگی:

خاکها از نظر چسبندگی به دو دسته خاکهای غیر چسبنده، شامل لای، ماسه، شن و خاک های چسبنده مانند خاک رس تقسیم می شوند. لای در حالت غیر اشباع چسبندگی زیادی دارد اما وقتی در آب اشباع می شود، چسبدگی خود را زدست می دهد.

خاکهای غیرچسبنده، فاقد حالت خمیری بوده وقتی خشک می شوند. چسبندگی خود را از دست می دهد اما خاک چسبنده مثل رس نرم و چسبناک بوده و حالت خمیری دارد. به آهستگی خشک می شود وقتی خشک می شود به شدت دچار انقباض و جمع شدگی می شود.

اصولاً خاکها شامل دو گروه چسبنده ریزدانه و غیر چسبنده درشت دانه هستند که هریک خصوصیاتی دارند. به طور کلی خاک متخلخل بوده و مقداری آب در میان حفره های آن وجود دارد. این دو دسته از خاکها به دلیل خاصیت نفوذپذیری (آبگذری) متفاوتشان، در مورد جذب و از دست دادن آب درون حفره های خود، رفتارهای متفاوتی بروز می دهند. خاکهای چسبنده ریزدانه، ساختار موینیه ظریفی دارند که باعث می شود آب مدتی در آنها باقی بماند و به تدریج از آن خارج شود. بنابراین وقتی ساختمانی روی این خاکها ساخته می شود، خاک زیر ان تحت بارهای وارده به مرور اب درون خود را از دست داده و در نتیجه به تدریج نشست می کند. این نشست به گونه ای است که حتی ممکن است تا سالها پس از تکمیل ساختمان ادامه پیدا کند. این نشست " نشست تحکیمی " می گویند.

این پدیده لزوم توجه به اثر دو مورد را هنگام ساخت و ساز روی خاکهای ریزدانه (رس) درپی دارد:

اول اینکه بنا برآنچه گفته شد. خاک رس (خاک چسبنده ریزدانه) هنگام تابستان در اثر از دست دادن آب، منقبض و در هنگام زمستان براثر بارش های فصلی منبسط می شود. در نتیجه در مکان هایی که در معرض

عوامل جوی می باشند، حرکات فصلی رخ می دهند.همچنین در مواردی که سطح ایستایی آب های زیر زمینی، کم عمق و نزدیک به سطح زمین است.

خاکهایی مانند لای ها، نرم اهک ها، ماسه نرم ها و برخی خاکهای رس لاغر در اثر یخ زدگی در نزدیکی سطح، منبسط می شوند. تورم ناشی از یخبندان عامل مهمی در تعیین ارتفاع پی می باشد. چرا که باید همواره سطح پی – برای مصون ماندن از عوارض ناشی از یخ زدگی – زیر خط یخ بندان قرار بگیرد. که این ارتفاع با توجه به اقلیم و منطقه مورد نظر مشخص می شود.

دوم اینکه درختان و بوته های نزدیک به محل پی های ساختمان نیز با جذب آب توسط ریشه هایشان، باعث انبساط و انقباض خاک می شوند. از آنجا که خاک رس آب را به تدریج جذب کرده و همین طور دیر آن را از دست می دهد، انقباض و انبساط آن نیز چندین سال طول می کشد. بنابراین حتی پس از بوته کنی، بازگشت زمین به وضعیت عادی سالها طول می کشد. البته این انقباض و انبساط تا عمق معینی روی می دهد. این عمق تقریباً با ارتفاع درختان و بوته های ریشه کن شده متناسب می باشد. ضمن طراحی پی ساختمان و عمق آن باید امکان این انبساط تدریجی خاک رس و پس از خشک شدن در نظر گرفته شود تا از نشست های ناهمسان خاک جلو گیری شود. درباره نشست های خاک در قسمت ۸-۲-۵ توضیحات بیشتری داده خواهد شد. در مقابل خاکهای غیر چسبنده درشت دانه، زه کشی و نفوذ پذیری (آبگذری) قابل توجهی دارند. وقتی این خاکها تحت فشار بار وارده از سوی ساختمان قرار می گیرند، آب به سرعت از میان ذرات آنها خارج می شود و سریعاً تحکیم می شوند.

مقصود از تحکیم شدن، خارج شدن آب موجود بین ذرات خاک می باشد که در این حالت خاک دچار نشست می شود و مقدار و مدت زمان به طول انجامیدن پدیده نشست در خاکهای گوناگون، متفاوت است که بستگی به جنس خاک دارد. میزان تحکیم با آزمایش های ویژه ای محاسبه می گردد.

به دلیل تحکیم سریع در خاکهای غیر چسبنده درشت دانه، خاک زیر پی هم به سرعت نشست می کند به طوری که بعداً با تکمیل ساختمان بیشتر نشست نمی کند. به این نشست " نشست آنی " می گویند.

پیش از توضیح بیشتر درباره نشست خاک به تعریف یکی از عوامل مهم در این زمینه، یعنی مقاومت خاک پرداخته می شود:

۸-۲-۴- مقاومت خاک:

تعیین ابعاد پی تا حدزیادی به قابلیت زمین برای تحمل فشار یعنی مقاومت خاک در برابر بارهای ساختمان بستگی دارد. در نتیجه تعیین مقاومت مجاز خاک اهمیت زیادی دارد.

عوامل تعیین کننده مقاومت خاک عبارتنداز چسبندگی خاک، زاویه اصطکاک داخلی، دانه های خاک، تراکم پذیری خاک، موقعیت سطح آبهای زیرزمینی، ناهمگنی دانه های خاک و غیر یکنواختی آن، شیب لایه های خاک، نا صافی و زیری سطح خاکی که پی روی آن قرار می گیرد.

در واقع خاک زیرین تکیه گاهی است که باید ثبات ساختمان را با وجود همه بارهای مرده و زنده ای که از سوی ساختمان به اعمال می شود، تامین نماید. یعنی این خاک باید از مقاومت کافی برخوردار باشد تا بتواند نیروی عکس العمل لازم را فراهم نماید و از خراب ساختمان در اثر نشست های نامتعادل و از شکست خاک زیرین در اثر برش خاک جلوگیری شود.

برای اینکه خاک زیرین در اثر برش،دچار شکست نشود، باید از مقاومت برشی برخوردار باشد. مقاومت خاک در برابر لغزش قسمتی از آن روی قسمت دیگر، مقاومت برشی خاک گفته می شود. مقاومت برشی خاک در طراحی سازه اهمیت به سزایی دارد زیرا از آن در محاسبه ظرفیت باربری خاک و فشاری که خاک برقطعاتی مانند شمع ها (قعطه های مهاری که به دیواری گودال های حفاری شده زده می شود و نقش آن ها جلوگیری از ریزش دیواره هاست) در گودها وارد می سازد، استفاده می شود.

مقاومت برشی خاک به طور کلی به ترتیب ذرات خاک بستگی دارد اگر خاک به صورت دانه ای باشد، مقاومت اصطکاکی بین ذرات آن با اعمال فشار افزایش یافته و متناسب با بار وارده شده، مقاومت برشی آن هم بیشتر می شود. اما در خاکهای ریزدانه مانند خاک رس چون ذرات کوچک هستند، مقاومت اصطکاکی ندارند و در نتیجه با افزایش بارواردە، مقاومت خاک افزایش نیافته و مقاومت برشی هم (در خاکهای رس و ماسه ای) در اثر اعمال بار تنها اندکی افزایش می یابد.

از روش های بالابردن مقاومت خاک، استفاده از تسلیح کننده های نوین مانند تسمه فلزی در ژئوسنتیک ها است. در این روش به کمک اصطکاک ایجاد شده بین سطح تسمه و خاک، کشش ایجاد شده در خاک، برای خاک قابل تحمل می شود.

۸-۲-۵- تراکم پذیری و نشست خاک:

هرچقدر قابلیت متراکم شدن زمین بیشتر و مقاومت فشاری خاک بیشتر باشد، میزان نشست در آن بیشتر است. خاکهای رسی و زمین های باتلاقی از زمین های قابل تراکم هستند و زمین های ماسه ای و شنی و سنگی قابلیت تراکم و نفوذ پذیری کمتر مقاومت فشاری بیشتری دارند، درنتیجه میزان نشست ساختمان هایی که بر روی آنها احداث می شود، کمتر است.

عمده ترین علل نشست خاک شامل موارد زیر است:

- تراکم خاک در اثر بار ساختمان
- تغیرات حجمی و فصلی در خاک
- تغییر حالت زمین در اثر قطع درختان
- حرکات توده ای خاک در مناطق بی ثبات مثل زمین های خاکریز و مناطق معدنی
- زمین هایی که در اثر گودبرداری مجاور یا کاهش سطح آب دچار بی ثباتی شده اند.

ممکن است به علت ظرفیت های متفاوت باربری خاک زیرین وتفاوت دربارگذاری بر بخشهای مجاور پی ساختمان نشست خاک به صورت ناهمگون اتفاق بیفتد. که در این رابطه می توان با محاسبه بارهای پیش بینی شده روی پی و بررسی خاک زیرین مشکل را حل کرد.

البته هیچگاه نمی توان پدیده نشست خاک را به طور کامل حذف کرد چرا که همواره ساختمان به دلیل بارهایی که برخاک زیرین خود وارد می کند تا حدی دچار نشست می شود. مسأله مهم در طراحی پی ساختمان، محدود ساختن این نشست در حد قابل قبول و مجاز می باشد.

۸-۲-۶- رطوبت خاک:

مقدار آبی که در خاک وجود دارد در تعیین مقاومت خاک نقش دارد درصد کمی از رطوبت در خاک به چسبندگی مواد تشکیل دهنده آن کمک می کنند اما اگر مقدار آبی که در خاک وجود دارد، از حد مجاز

بیشتر شود باعث لغزش ذرات روی هم و روان شدن خاک می شود، که در این حالت مقاومت خاک کاهش می یابد.

به منظور کنترل و تثبیت آبهای زیر زمینی، زهکشی تحت الارضی انجام می گیرد. که در این باره در بخش ۸-۳- توضیح داده خواهد شد.

۸-۲-۷- زاویه طبیعی شیب خاک:

وقتی توده ای از خاک به صورت طبیعی در جایی انباشته شود (بدون در نظر گرفتن رطوبت و عوامل چسبنده) زاویه ای با سطح افق می سازد که به این زاویه، زاویه شیب خاک می گویند.

اینکه خاک از چه جنسی باشد، روی زاویه طبیعی شیب خاک تاثیر می گذارد. خاکهای با مقاومت بالاتر متراکم تر و دارای دانه بندی مناسب تر، زاویه ی شیب بیشتری دارند.

خاک	زاویه شیب خاک
شن ریز و خشک	۲۰-۱۰ درجه
شن ریز و مرطوب	۲۵-۱۵ درجه
خاک زراعی	۴۵-۳۰ درجه
زمین کاملاً فشرده	۵۰-۴۰ درجه
مارن خشک (رس و گچ)	۴۵- ۳۰ درجه
خاک رس خشک	۵۰-۳۰ درجه

۸-۳- آزمایش خاک:

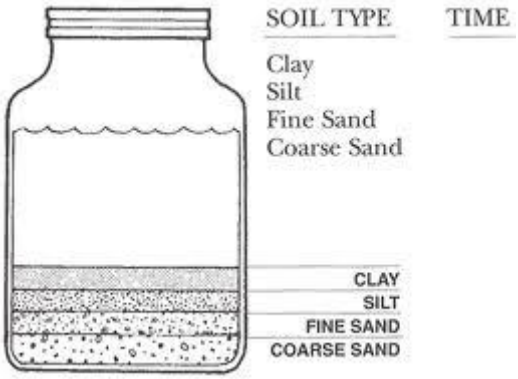
برای بررسی خاک زیرین از روشهای مختلفی استفاده می شود، آسان ترین روش این کار، نمونه برداری برای شناخت خاک است که به آن روش گمانه زنی، چاه زنی یا سنداژ می گویند.

در این روش گودال های آزمایش یا چاههای گمانه به صورت دستی یا ماشینی تا عمق ۲ الی ۴ متر و حداقل به عمق پی های پیش بینی شده حفر می شوند و ماهیت خاک زیرین با بررسی دیواره های گودال ها و کنترل نهایی آزمایشگاه مشخص می شود. جزئیات خاک زیرین که باید توسط آزمایش خاک تعیین شود شامل موارد زیر می باشد:

- نوع خاک
- استحکام یا مقاومت خاک
- ساختار خاک
- وضعیت رطوبت موجود در ریشه ها در عمق های مختلف خاک
- تغییرات جمعی – فصلی

- حرکات احتمالی زمین

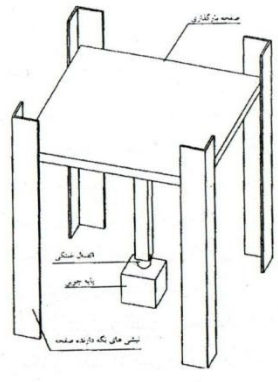
از روش های آزمایش خاک، برای تفکیک خاکها به درشت دانه و ریزدانه و دسته بندی گروه های مختلف خاک درشت دانه از هم، استفاده از سری الک های مشخصی است که آزمایش سرند یا الک نامیده می شود.
در کارگاه یا محلی که فاقد آزمایشگاه است. خیلی تقریبی و ساده می توان خاک ها را طبقه بندی کرد و سپس در آزمایشگاه با آزمایشهای دقیق نتایج را تصحیح وتکمیل نمود. معمولاً بابه کاربردن سه الک ۷۵، ۴/۷۶ و ۰/۰۷۵ میلی متری خاکهای درشت دانه را می توان باز شناخت و خاکهای ریزدانه را نیز به دوگروه خاکهای آلی و غیر آلی تقسیم نمود.
آزمایش الک، اندازه دانه ها و شرایط توزیع ریزدانه ها را مشخص نمی کند و تنها دانه ها را به لحاظ ابعاد دسته بندی می کند، برای تکمیل اطلاعات از روش ته نشین کردن دانه ها در محلول استانداری استفاده می کنند که این روش، آزمایش هیدرو متری نام دارد.



در خصوص تشخیص مقاومت خاک نیز روش های مختلفی به کار می رود. در ساختمان های بزرگ تنش مجاز خاک، توسط آزمایشگاه مکانیک خاک مشخص می شود و در ساختمان های کوچک، از روشهای زیر استفاده می شود:

۱- روش تجربی: بازدید چشمی یا ضربه زدن به خاک که وضعیت خاک توسط فرد با تجربه حدس زده می شود.

۲- آزمایش به روش بارگذاری: یک صفحه بارگذاری بدون هیچ اتصالی توسط چهار نبشی نگه دارنده قرار می گیرد تا نیرو به طوری که بتواند در آن مسیر بلغزد و بین پایه میز و معکب چوبی یک گوی فلزی (اتصال غلتکی) قرار می گیرد تا نیرو به صورت عمودی به مکعب چوبی وارد شود. سپس روی صفحه تا حدی بارگذاری می کنند تا خاک به نشست مجاز خود برسد. در نهایت با تقسیم مقدار بار به سطح مکعب چوبی مقاومت خاک را بدست می آورند.



میز آزمایش خاک

نتیجه این آزمایش در ضریب اطمینان ۱/۳ ضرب می شود و البته باید این آزمایش در تراز خاکی انجام شود که پی قرارست روی آن ساخته شود.

۳- آزمایش به طریق وزن مخصوص: ابتدا وزن مخصوص خاک را بایک آزمایش ساده محاسبه کرده و سپس تنش مجاز خاک را بدست می آورند.

امروزه برای آزمایش خاک و شناخت لایه های زیرین آن علاوه بر روش های شناسایی به وسیله گمانه زنی های مکانیکی از روشهای ژئو فیزیکی، الکتریکی و لرزه نگاری، دستگاه فرورنده و روشهای فشارسنجی نیز استفاده می شود. مزیت این روش ها در آن است که خاک را به صورت همگن مورد ارزیابی قرار می دهند ولی در روشهای گمانه زنی مکانیکی به هر حال اطلاعات بدست آمده، مربوط به همان و میزان خاک برداشت شده می باشد.

۸-۴- انواع زمین به لحاظ جنس و دانه بندی

به طور کلی هر قطعه زمینی که در آن ساخت و ساز صورت می گیرد. یک دست و یکنواخت نبوده و از نظر اندازه و انواع دارای دانه بندی های متفاوتی است.

از یک دیدگاه می توان انواع زمین را به صورت زیر تقسیم بندی کرد:

نوع زمین	دانه های تشکیل دهنده	ویژگی ها
شن بوم	مخلوطی از شن و ماسه ولای و کمابیش دانه های قلوه سنگ	به راحتی متراکم نمی شوند
ماسه زار	۲/۳ ماسه، کمی شن، اندکی لای	به کمک غرقاب کردن متراکم می شوند
شن زار	۲/۳ شن، بقیه ماسه و لای	قابلیت نگهداری آب را در خود ندارند.
زمین خاکی	۲/۳ ماسه،۱/۳ خاک رس و کمی لای	قابل تراکم می باشد
زمین و سی وگل آهکی	۲/۳ خاک رس،۱/۳ ماسه	در صورت خشک بودن می توان روی آن بارگذاری کرد اما در صورتی که خاک رس آب بمکد متورم و خمیری شکل شده قابلیت بارگذاری خود را از دست می دهد.
زمین لایی (سیلت)لجنی خاک دستی	۲/۳ لای – مقدار کمی ماسه ۲/۳ لای – مقدار کمی ماسه و خاک بنای تجمع نخاله های ساختمانی یا خاک حاصل از خاکبرداری	قابلیت تراکم، چسبندگی و بارگذاری را ندارند قابلیت بارگذاری ندارند. به علت عدم پیوستگی قابلیت بارگذاری ندارد. ساختمان سازی روی آن به هیچ وجه توصیه نمی شود.

فصل نهم:

پی

۹-۱- تعریف و ویژگی ها:

پی یا فونداسیون در واقع پایه ای است که ساختمان برروی آن قرار می گیرد و نقش آن اینست که بارهای ساختمان را به شکلی ایمن به خاک مناسب زیرین منتقل کند.

فونداسیون در ساختمان باید شرایط زیر را برآورده کند:

۱- باید بتواند کلیه بارهای مرده و زنده را تحمل کرده و به زمین انتقال دهد به طوری که هیچگونه نشست یا جابه جایی غیر مجاز در هیچک از قسمتهای ساختمان یا تاسیسات و یا در ساختمان های مجاور صورت نگیرد. منظور آن است که خاک زیر پی بیش از نشست مجازی که برای آن در نظر گرفته شده، فرونشیند. همچنین از نشست های ناهمگون که باعث گسیختگی و ترک در ساختمان می شود، جلوگیری شود.

۲- باید بتواند در برابر جمله سولفاتها و سایر مواد زیان آور موجود در خاک زیرین مقاومت کند.

۳- باید با عمقی مناسب ساخته شود و به گونه ای باشد که با متورم شدن، منقبض شدن یا یخ زدن خاک زیرین آسیب نبیند.

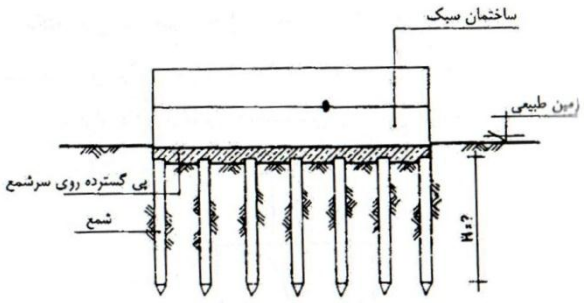
۴- در طراحی و محاسبات آن شرایط اقتصادی رعایت گردد.

۹-۲- انواع فونداسیون ها:

پی ها عموماً به چهار گروه تقسیم می شوند:

۱- پی های سطحی یا شالوده ها: این فونداسیون ها، بارها را در نقطه ای نزدیک به طبقه همکف ساختمان به خاک زیرین منتقل می کند با عمق کم اجرا می شوند و انواع مختلفی دارند (منفرد – نواری – گسترده) که در ادامه بیشتردرباره انواع آن بحث خواهد شد.

۲- پی های عمیق یا شمع ها: این فونداسیون ها به دلیل عدم توانایی و نا مناسب بودن خاک در زیر طبقه همکف ساختمان، بارها را در نقطه نسبتاً پایین تری از طبقه همکف ساختمان به خاک زیرین مناسب منتقل می کنند مانند فونداسیون های شمعی، دیوارکها، دیوارهای جدا کننده در این پی ها بارها بارهای سازه به وسیله شالوده که یک سازه میانجی است به زمین منتقل می شود.



مطابق مقررات ملی ساختمان ایران، پی های عمیق به پی هایی اطلاق می شود که نسبت عمق قرارگیری به کوچکترین بعد افقی آنها از ۱۰ بیشتر شود.

۳- پی های نیمه عمیق: کاربرد این پی ها در ساختمان های است که چند طبقه زیر زمین دارد، همچنین برای احداث بنا روی زمین های سست که برای رسیدن به خاک سفت باید تا عمق مناسب حفاری شوند، استفاده می شوند مانند پی های صندوقه ای و پی های چاهی.

۴- پی های ویژه: برای زمین های بسیارسست یا سازه های خاص مانند سازه های دریایی و ... به کار می رود انتقال بار در آنها توسط کشش، فشار اصطکاک صورت می گیرد مانند مهارها و ستون ها شنی. گاهی تونل ها و سازه های نگهبان (سپرهای فلزی، دیوارهای جدا کننده) را هم جزء این گروه حساب می کنند.

پی ها را می توان از دیدگاههای مختلفی تقسیم بندی کرد، مثلاً از نظر مصالح به کار رفته در ساخت آنها، از نظر شکل و ... که در ادامه به معرفی انواع آنها می پردازیم:

۹-۲-۱- انواع پی به لحاظ مصالح:

پی های شفته ای، آجری، سنگی و چوبی پی های سنتی نامیده می شوند.

- **پی آجری:** پی های آجری با استفاده از قطعات آجر و ملات (ماسه سیمان، ماسه، آهک یا باتارد) به صورت لاریز (پله ای، مرحله ای) ساخته می شوند. روی پی کرسی چینی انجام می شود و ضمن ازاره سازی تا شروع دیوار ادامه می یابند. [۱۸]

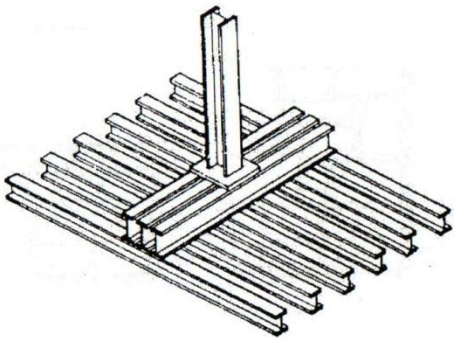
- **پی سنگی:** در مناطقی که سنگ فراوان است. با استفاده از سنگهای مدور (رود خانه ای) یا سنگهای به ست آمده از انفجار کوه، پی های سنگی ساخته می شود.

ملات این پی ها ممکن است از جنس ملاتهای آبی (ملات ماسه آهک – باتارد – ماسه سیمان) باشد.

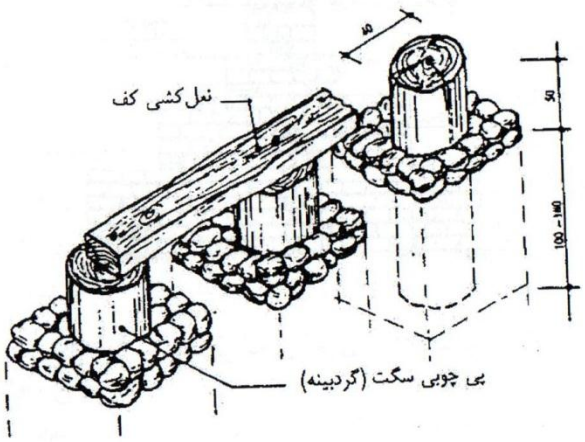
با غوطه ور کردن سنگها در ملات مانع از سر خوردن آنهمی شوند. به این منظور باید ضخامت ملات در تمام قطعات سنگ حداقل ۴ سانتی متر باشد

- **پی شبکه فولادی:** گاهی برای ستون ها فولادی از این پی ها استفاده می شود اما پی های بتن مسلح بسیار مقرون به صرفه تر ومناسب تر هستند. همچنین شبکه به طور کامل به وسیله بتن پوشیده می شود.

[۱۸] درباره کرسی چینی " و"ازاره" درقسمت ۹-۶ به تفصیل سخن گفته خواهد شد.



جزئیات پی فولادی



- **پی چوبی:**در مناطق شمال ایران به دلیل فراوان بودن چوب، از این پی ها استفاده می شده است.
روش ساخت آنها، به این ترتیب است که محل نشست پی چوبی را به ابعاد حدود ۱۲۰×۱۲۰×۱۲۰سانتی متر مکعب در زمین حفر می کنند. یک رج سنگ تخت در کف گود برداری می چینند و اطراف تیر قطور و انتهای تیری که روی سنگ تخت گذاشته می شود از عمق تا ارتفاعی بالاتر از سطح زمین با قیر یا قطران می پوشانند و سپس ضمن توجه به اینکه نباید عایق تیر زخمی شود، سنگهای قطور روی تیر قرار می دهند. تیر باید کاملاً ثابت بماند. این تیرها به صورت همراستا و همتراز در فاصله ی ۲/۵ – ۲ متری از هم تکرار می شوند. به وسیله تخته قطور برسر تیرهای پی با میخ کردن یا اتصال میخ اسکوپ از پهلو بین تیر و تخته نعل، نعل کشی انجام شده و زمینه برای استقرار تیرهای ستون اسکلت روی نعل آماده می شود.
- **پی بتنی:** بهترین پی در ساختمان سازی است. برای بتن ریزی آن لازم است ابتدا لایه بتن مگر (۵cm) روی کف اجرا شود و سپس قالب بندی صورت گیرد.
زمانی که می تواند بارگذاری روی این پی انجام شود. بستگی به نوع سیمان مصرفی بتن دارد اما معمولاً یک هفته پس از بتن ریزی زمان مناسبی می باشد.

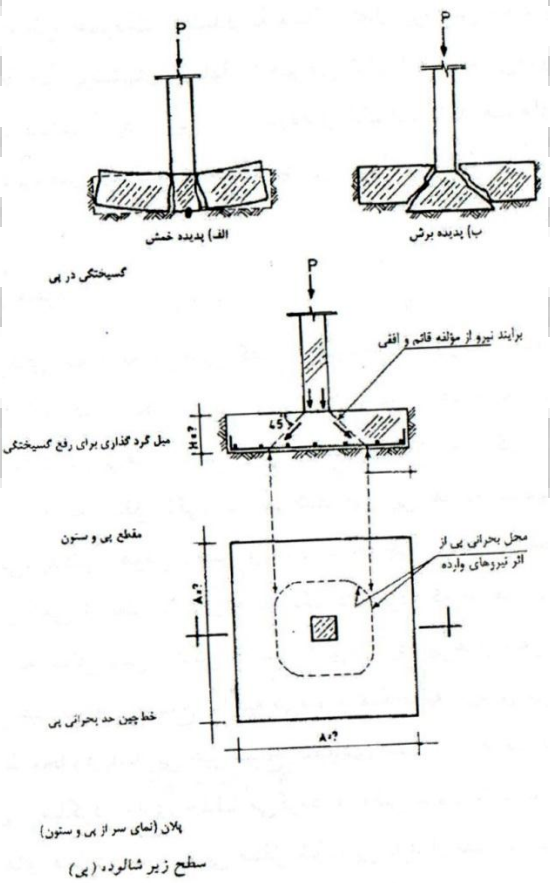
- **پی شفته آهکی:** این پی برای ساختمان های کوچک و کم ارتفاع و دیوارهای محوطه استفاده می شود اما به طور کلی مقاومت لازم را ندارد و امروزه چندان مورد استفاده قرار نمی گیرد.
ساخت این نوع پی به صورت تجربی انجام می شود و در ۲ الی ۳ مرحله شفته ریزی تا رسیدن به سطح زمین صورت می گیرد.

برای این کارگرد آهک، خاک و آب را مخلوط کرده در لایه های ۳۰ سانتی متری درون گود پی می ریزند، پس از اینکه لایه اول تقریباً خشک شد، آن را کمی می کوبند و سپس لایه بعدی را می ریزند.
پی شفته آهکی برای مناطق گرمسیر مناسب تر از مناطق سردسیر است زیرا در هوای گرم زودتر خودش را می گیرد. این نوع پی پس از یک هفته (در هوای معتدل) قابلیت بارگذاری یعنی دیوار چینی را پیدا می کند.

۹-۲-۲- انواع پی به لحاظ شکل:

۱- **پی منفرد (مجزا یا بالشتکی):** این فونداسیون ها معمولاً برای سازه های قابی و اسکلتی (تیرپایه ای) به کار می روند. هر کدام از این پی ها بارواره را مستقلاً به زمین منتقل می کنند و به شکلهای معمولی، پلکانی و هرمی اجرا می شوند. در مواردی که نیروها به صورت بار متمرکز (نقطه ای) توسط ستون ها منتقل می شود کاربرد دارد.

درباره ی تغییر شکل حاصل از فشار دارد از اطراف این فونداسیون ها چنین است که عکس العمل فونداسیون در برابر بارهای وارده و زمین مانند حالت نعلبکی است که می خواهد به فنجان تبدیل شود بنابر این چون به حالتی کروی تمایل به تغییر شکل دارد وجود میلگردهای اصلی در هر دو جهت ضروری است.



برای مقابله با خمش زیر پی را به صورت مش و شبکه افقی آرماتوربندی می کنند.

از میلگردهای عمود بر محل برش برای مقابله با برش استفاده میشود.

- **شناژ (کلاف بندی):**

معمولاً پی های منفرد برای مهاربندی جانبی توسط کلاف های بتن مسلح (شناژ بتن مسلح)به همدیگر وصل می شوند. این کلاف ها یکسره وهم محور با ستون ها اجرا می شود.

آیین نامه ایران قوانین زیر را برای کلاف بندی بتن مسلح پی ها مقرر داشته است:

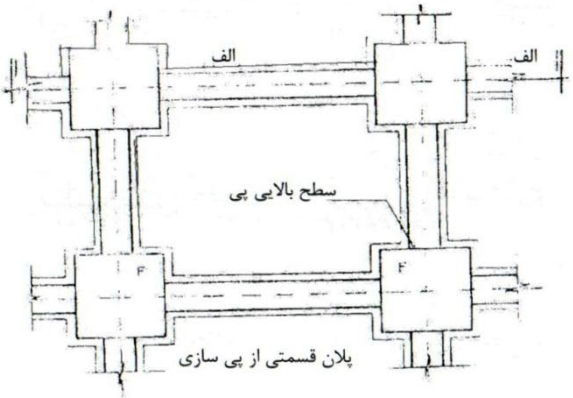
- حداقل ارتفاع کلاف ۳۰ سانتی متر باشد.
- حداقل فولاد طولی آن ۴ عدد میلگرد Φ۱۲ باشد.
- خم میلگرد های طولی در گوشه ها باید به صورت یک در میان خم ۹۰ درجه با قلاب باشد.
- کلاف های بتن مسلح باید بتوانند ۵ درصد بیشترین نیروی قائم وارد در پی های اطراف خود را به صورت کششی تحمل نمایند و در زمین های کم مقاومت مقدار این نیروی کششی ۱۰ درصد خواهد بود.
- نمره ی خاموت هایی که در شناژ به کار می روند به عرض شناژ بستگی دارد و مطابق جدول زیر می باشد:

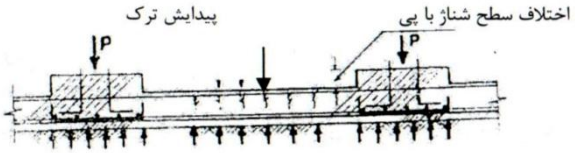
عرض شناژ	حداقل قطر خاموت
کمتر از ۴۰ سانتی متر	۶ میلی متر
۶۰-۴۰ سانتی متر	۸ میلی متر
بیشتر از ۶۰ سانتی متر	۱۰ میلی متر

- حداکثر فاصله میان خاموت ها در شناژ برابر ۳۰ سانتی متر و در نقاط تمرکز فشار ۲۵-۲۰ سانتی متر می باشد. همچنین نوارهای شناژ می توانند در راستای فوقانی یا تحتانی پی اجرا شوند. اگر بخواهند شناژها را در سطح فوقانی پی اجرا شوند. اگر بخواهند شناژ را در سطح فوقانی پی اجرا کنند ابتدا زیر آنها را با ماسه ی غیر متراکم پر می کنندو پس از اینکه بتن خود را گرفت، ماسه ها را از زیر آن خارج می کنند تا شناژ به صورت معلق باقی بماند.

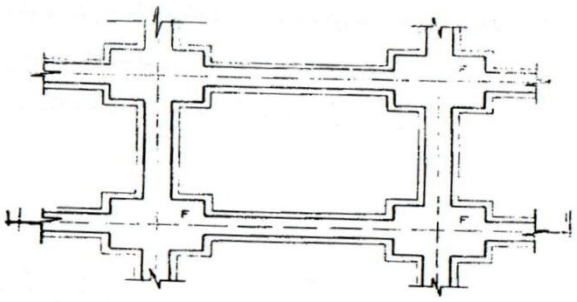
عملکرد شناژ اجرا شده در سطح فوقانی (معلق) به صورت کششی و عملکرد شناژ اجرا شده در سطح تحتانی مانند پی زیر ستون ها فشاری خواهد بود.

نکته ی دیگر آنکه میلگرد گذاری شناژها باید همزمان با پی ها صورت بگیرد و همچنین بتن ریزی پی و شناژ نیز باید به طور همزمان انجام شود.





ارتفاع کلاف بندی شناژ از سطح زیر پی – برش الف



جزئیات کلاف بندی پی و شناژ در تراز سطح بالا

- **لایه تسطیح (بتن مگر):**

بتن مگر لایه ای از بتن با عیار kg/cm^3 ۱۵۰ به ضخامت حداقل ۵ سانتی متر است که روی کف گودها می ریزند. به این لایه، لایه تسطیح گفته می شود.

بتن مگر در پی به دلیل زیر اجرا می شود:

۱- حفره هایی که هنگام حفاری به وجود آمده را پر کند و از کشیده شدن شیره بتن توسط خاک به خاطر خاصیت مویینگی در خاک جلوگیری کند.

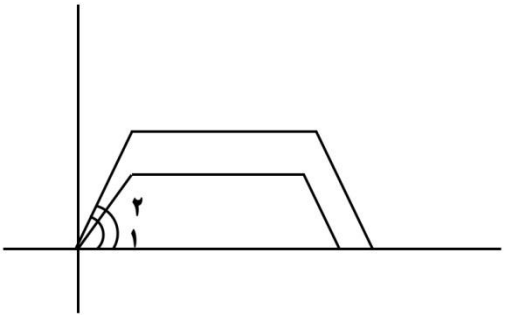
۲- سطح کاملاً تراز شده، یکنواخت و صاف و تمیزی را برای قالب بندی و میلگرد گذاری به وجود بیاورد.

۳- این لایه کف گودها را از اثرات جوی و حمله سولفاتها محافظت می کند.

بهترین زمان اجرای لایه تسطیح با فاصله پس از گودبرداری است.

- **اشکال مختلف پی های منفرد:**

چنانچه گفته شد زاویه پخش بار با توجه به جنس خاک متفاوت می باشد و هر چه قدر مقاومت خاک بیشتر و ذرات آن پیوسته تر باشد، توزیع بار با زاویه ای بازتر انجام می شود.



بنابراین می توان برای صرفه جویی در کاربرد مصالح پی ها را مطابق زاویه پخش بار در مصالح سازنده ی آن به صورت شیبدار یا پله ای شده بنا کرد.

در زیر زاویه پخش بار و به تبع آن شیب دار کردن پی های مختلف را می بینید:

αپی آجری =۶۰-۴۵

α پی سنگی =۴۵

αپی بتنی= ۴۵-۳۰(البته این کار در مورد پی های بتنی انجام نمی شود چرا که مقرون به صرفه نیست)

پدستال (ستونک): پدستال در واقع ستونی بتنی است که بین ستون اصلی و پی قرار می گیرد. کاربرد آن در مواقعی است که پی در عمق زمین قرار گرفته و قسمتی از ستون پایین تر از زمین طبیعی واقع می شود. و در واقع برای جبران اختلاف ارتفاع به وجود آمدهاز آن استفاده می شود.

شکل

عمق پی کنی در شرایط مختلف:

عمق پی	اقلیم
۰/۶-۱ m	معتدل
۱/۵-۱ m	سردسیر
۱/۵-۲ m	خیلی سرد

۲- پی نواری:

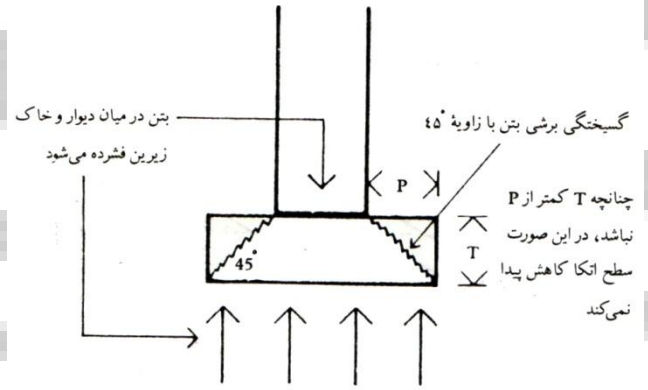
اگرچند ستون در فاصله ی کمی از هم قرار گرفته باشند یا ظرفیت باربری خاک زیرین کم باشد، در این حالت مطلوب تر و اقتصادی تر آن است که فونداسیون به صورت یک دال نواری از بتن مسلح و به طور مشترک برای ستون های فوقانی ساخته شود. این پی ها می توانند به صورت یک نوار زیر دیوارهای باربر قرار بگیرند.

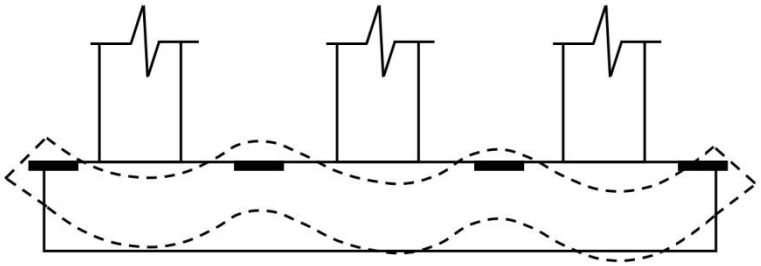
پهنای این پی باید به حدی باشد که بار وارده باعث تراکم غیر مجاز بر سطح خاک زیرین آن نشده و پی قادر به تحمل آن باشد. ضخامت بتن نیز نباید از پیش آمدگی دیوار در هر طرف نوار کمتر باشد زیرا با رعایت این مطلب،اگر بتن در اثر برش، دچار گسیختگی شود. زاویه ی ۴۵ درجه برش، عملکرد تکیه گاهی پی بر روی

خاک زیرین را از بین نخواهد برد. حداقل عمق پی نواری معمولاً ۴۵ سانتی متر و پهنای آن هم ۴۵ سانتی متر در نظر می گیرند تا امکان آجرچینی و کرسی چینی روی پی وجود داشته باشد.

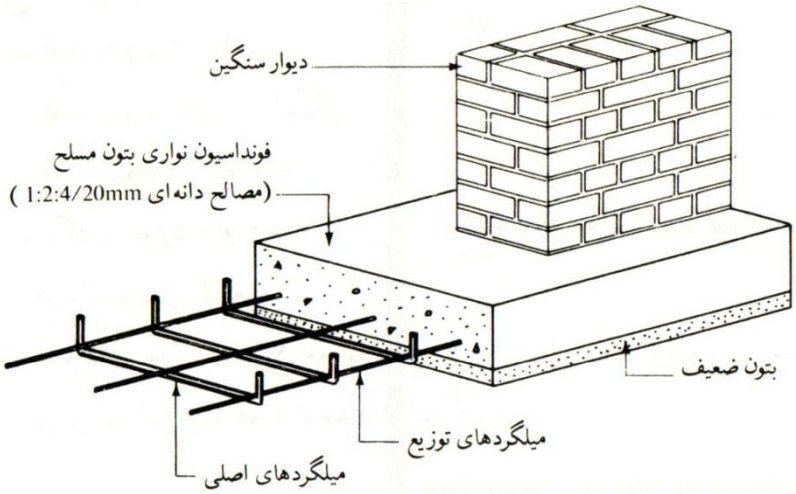
نکته ای که در مورد این نوع فونداسیون وجود دارد که آن است که مرکز ثقل این نوار باید روی خطی قرار بگیرد که از مرکز ثقل بارهای وارده عبور کند و ضخامت پی نواری نیز به حدی باشد که در اثر بار تغییر شکلهای نا همگون در آن ایجاد نشود.

شکل زیر تغییر شکل پدید آمده در پی نواری را نشان می دهد. همان طور که می بینید آرماتوربندی به دلیل وجود کشش در سطح فوقانی پی ضروری است.

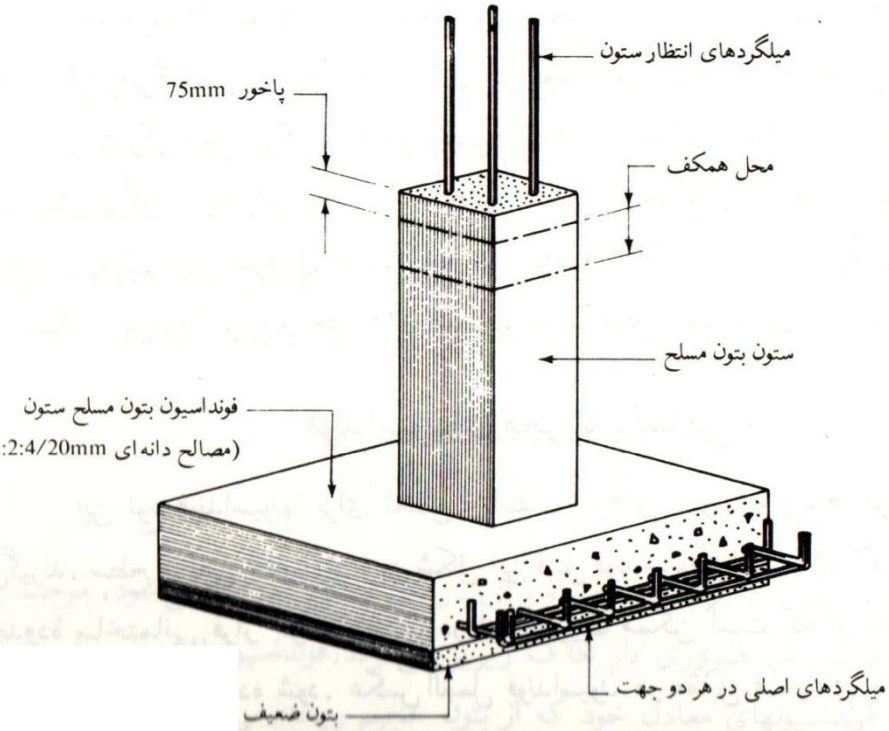




مقطع پی نواری – تغییر شکل در اثر بارهای وارده



فونداسیون نواری بتون مسلح



در مواردی که از پی نواری استفاده می شود، ترجیح برآن است که به جای استفاده از نوارهای یک طرفه در یک جهت و کلافهای رابط در جهت دیگر، از نوارهای دو طرفه استفاده شود. همچنین سختی نوارها به گونه ای در نظر گرفته شود. که بارهای وارده تا حد امکان به طور یکنواخت توزیع شوند.

۳- پی گسترده:

فونداسیون گسترده در مواردی استفاده میشود که ظرفیت باربری خاک زیرین بسیار کم باشد. معمولاً بر روی زمین های قابل تراکم (مانند خاک های رس بسیار نرم، رسوبات آبرفتی و مواد خاکریز) بنا میشود در این موارد پی های نواری نمی توانند پایداری لازم را تامین کنند و همچنین این فونداسیون ها برای بارهای ستون های سنگینی به کار می رود که به پایه های وسیعی نیاز دارند و نیز در مواردی که احتمال نشست های ناهمسان بزرگ و نشست های معدنی وجود دارند.

وظیفه اصلی این فونداسیون آن است که بار را روی سطح وسیعی در زیر کل سطح ساختمان به طور گسترده توزیع کند. به این پی ها، پی های رادیه ژنرال نیز گفته می شود.

پی های گسترده به طور کلی به سه دسته تقسیم می شوند:

۱- فونداسیون گسترده از دال یکپارچه:

این فونداسیون به صورت گسترده و دال مانند بر روی کل سطح محل احداث ساختمان با ضخامت یکسان اجرا می شود. این کار معمولاً در مواردی که بارهای بسیار سنگینی از سوی ساختمان اعمال می شوند مورد استفاده قرار می گیرد. البته این روش می تواند غیر اقتصادی باشد.

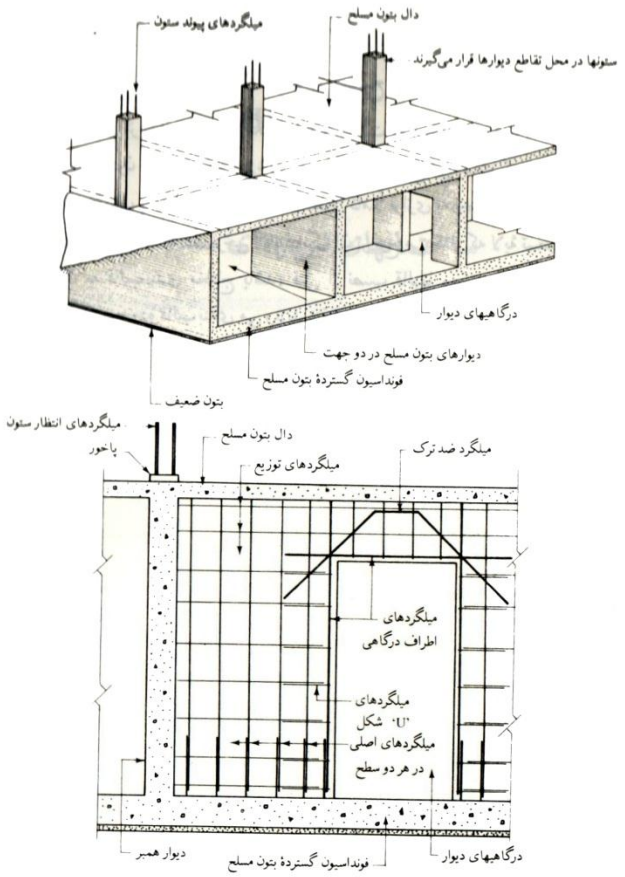
فشار باربرستون ها موجب می شود در زیر ستون و سطح فوقانی فونداسیون در حد فاصل ستون ها نیروی کششی به وجود بیاید. برای رفع این مشکل از شبکه های آرماتوربندی استفاده می شود.

۲- فونداسیون گسترده از دال و تیر:

همان طور که در بالا گفته شد، استفاده از یک دال گسترده با ضخامت یکسان به صورت یکپارچه در زیر سطح ساختمان چندان اقتصادی نیست. اما از طرفی هدف از فونداسیون گسترده نیز آن است که بار وارده از سوی ستون ها بر سطح کل فونداسیون اعمال شود. از این رو از تیرهایی استفاده می شود. به این ترتیب ضخامت دال نیز کاهش می یابد. تیرها ممکن است به صورت فوقانی یا تحتانی استفاده شوند که هریک ویژگی ها و مزایای مربوط به خود را دارند. مثلاً با اجرای تیرهای تحتانی می توان از هزینه خاکبرداری کاست و با استفاده از تیرهای فوقانی (دال معلق) فضای مفیدی را در زیر طبقه همکف ایجاد کرد.

۳- فونداسیون گسترده سلولی (حجره ای):

این نوع پی نیز از دال های فوقانی و تحتانی تشکیل می شود اما توسط تیغه های عرضی عمودی در دو جهت فضای داخلی آن به بخشهای مجزا تقسیم می شود. و به صورت سلولها و حجره هایی درون آن تقسیم بندی می شود. به این ترتیب پی تقویت نیز می گردد و بار توسط این دیواره های داخلی نیز انتقال می یابد. این روش زمانی که به اجرای فونداسیون گسترده نیاز باشد اما استفاده از روش دال و تیر غیر اتصادی باشد، استفاده می شود. فایده ی این روش آن است که می توان از فضای های خالی درون حجره ها به عنوان انبار، محل قرارگیری تاسیسات یا ... استفاده کرد.



۴- پی مرکب:

وقتی یک ستون آنقدر به مرز محوطه ی ساختمانی نزدیک باشد که بارگذاری برپی زیر آن به صورت خارج از مرکز صورت بگیرد، یعنی امکان نداشته باشد پی را دقیقاً زیر ستون و مرکز ثقل های آنها را منطبق بر هم قرارداد. در این حالت برای مقابله با واژگونی زیر فشار، پی ستون های مجاور را با هم ترکیب می کنند.

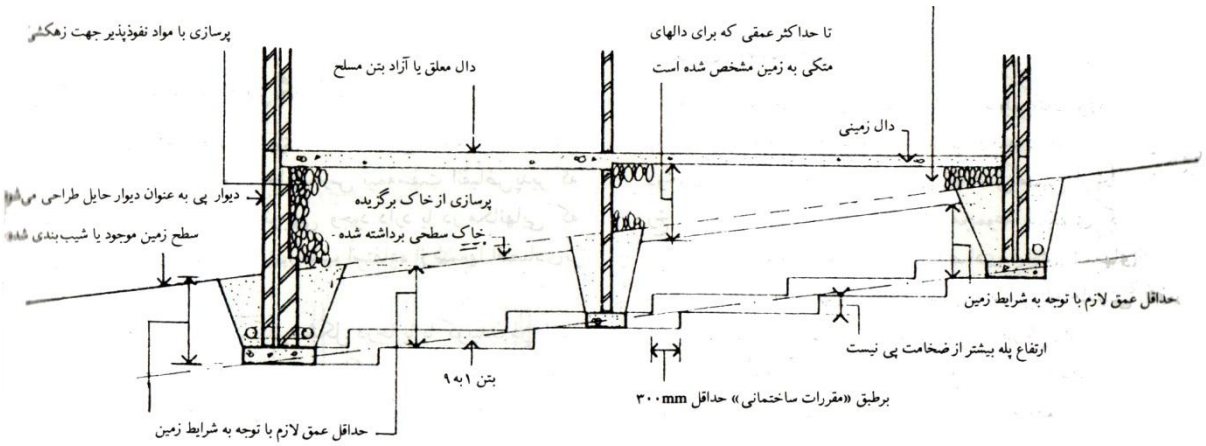
فونداسیون مرکب به شکل ساده به صورت پیوسته (فونداسیون نواری) برای ستون های که بار یکسانی را تحمل می کنند یا برای مواقعی که ستون خارجی بارسبکتری را تحمل می کند، مناسب است.

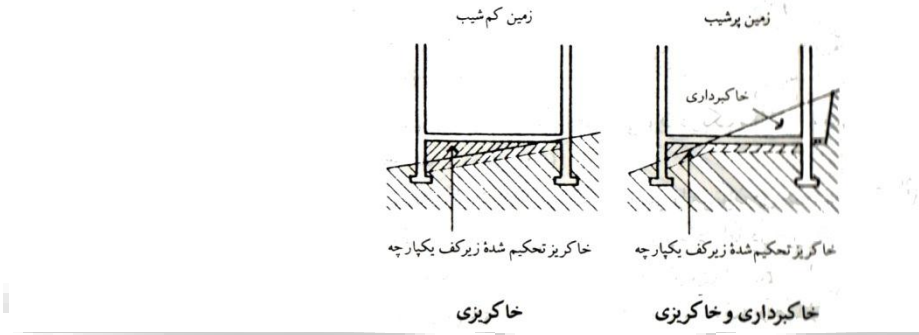
این فونداسیون در واقع یک دال بتن مسلح زیر ردیف ستون هاست.

۵- پی ها عمیق پله ای :

در زمین های شیبدار اگر شیب کم باشد می توان پی ها را در یک سطح بنا کرد و کف را کلاً بالاتر از سطح زمین قرار داد اما اگر شیب زیاد باشد روش معمول خاکبرداری و خاکریزی می باشد و در مورد پی ها نیز بهترست به صورت پله ای اجرا شوند. پله های پی باید دارای ارتفاع یکنواختی بوده و ارتفاع آنها از ضخامت بتن پی بیشتر نشود ، همچنین این ارتفاع (برای آجرچینی) مضرب صحیحی از ردیفهای آجری باشد.

پله باید به اندازه حداقل دو برابر ارتفاع خود یا به اندازه ی ضخامت پی بتنی یا ۳۰۰میلی متر (که هر کدام بزرگتر بود) روی پله تحتانی امتداد یافته و با آن پیوند بخورد.





*** پی ها ی عمیق (شمعی):**

پی های عمیق ، پی هایی هستند که نسبت عمق به عرض آنها از ۱۰ تجاوز کند. این پی ها شامل انواع شمع ها ، دیوارک ها ، دیوارهای جداکننده می باشند و زمانی به کار می روند که نیروهای وارد از سوی پی به زمین از مقاومت مجاز زمین بیشتر باشد و استفاده پی های وسیع نیز مقدور نباشد.

پی های عمیق در ساختمان ها معمولاً به وسیله یک سازه ی میانی (شالوده یا سرشمع) بارهای سازه را به زمین منتقل می کنند.

۶ – پی های شمعی :

شمع ستونی معمولاً بتنی است که به صورت درجا یا با کوبیدن داخل زمین قرار می گیرد تا بارها را از میان خاکهای با ظرفیت باربری ضعیف و نامطمئن به خاک پایدارتر زیرین منتقل سازد. مواد زیر معمولاً استفاده از شمع ها را ایجاب می کند:

- وجود خاکهای ضعیف و قابل تورم و فروریزش (مثل ماسه بادی) یا بسیار تراکم پذیر و دارای نشست پذیری زیاد در لایه های فوقانی خاک
- مکان هایی که احتمال حرکات زمینی قابل توجهی وجود دارد.
- احداث ساختمانهای بلند که بار متمرکزی بیش از ظرفیت باربری خاک تحمیل می کنند یا تحت تاثیر نیروهای جانبی قرار دارند و به پی های عمیق نیاز است.
- احداث سازه هایی نظیر خطوط انتقال برق ، اسکله ها ، سازه های دریایی
- وجود آب شستگی و فرسایش در محل پایه های پل ها

- بالا بودن سطح ایستایی
- امکان حفاری های آینده در مجاورت بناهای موجود.

شمع ها ممکن است چوبی ، بتنی یا فلزی باشند . جنس آن ها با توجه به شرایط تحت الارضی ، سطح ایستایی و نوع باری که باید تحمل کنند معین می شود.

در زمینهای سست و خاک دستی جهت تقویت ، پایداری و بالا بردن مقاومت خاک در فواصل معینی شمع کوبی با دستگاه صورت می گیرد.

شمع ها به لحاظ شیوه ی انتقال بار آنها به دو دسته تقسیم می شوند: همانطور که گفته شد وظیفه اصلی شمع انتقال بارها به بخش های پایین تر زمین می باشد. شمع ها این انتقال را یا از طریق اصطکاک موجود در طول سطح جانبی شمع با خاک رس و لای و ... انجام می دهند که به آنها "شمع های اصطکاکی" گفته می شود و یا این کار را با اتکای انتهایی نوک یا پاشنه شمع بر شن متراکم ، خاک رس سخت یا سنگ انجام می دهند که به این دسته از شمع ها "شمع های اتکایی" می گویند.

شمع ها را از منظر دیگری نیز می توان گروه بندی کرد ، در زیر به انواع شمع ها بر اساس تاثیری که بر خاک زیرین خود می گذارند اشاره می شود:

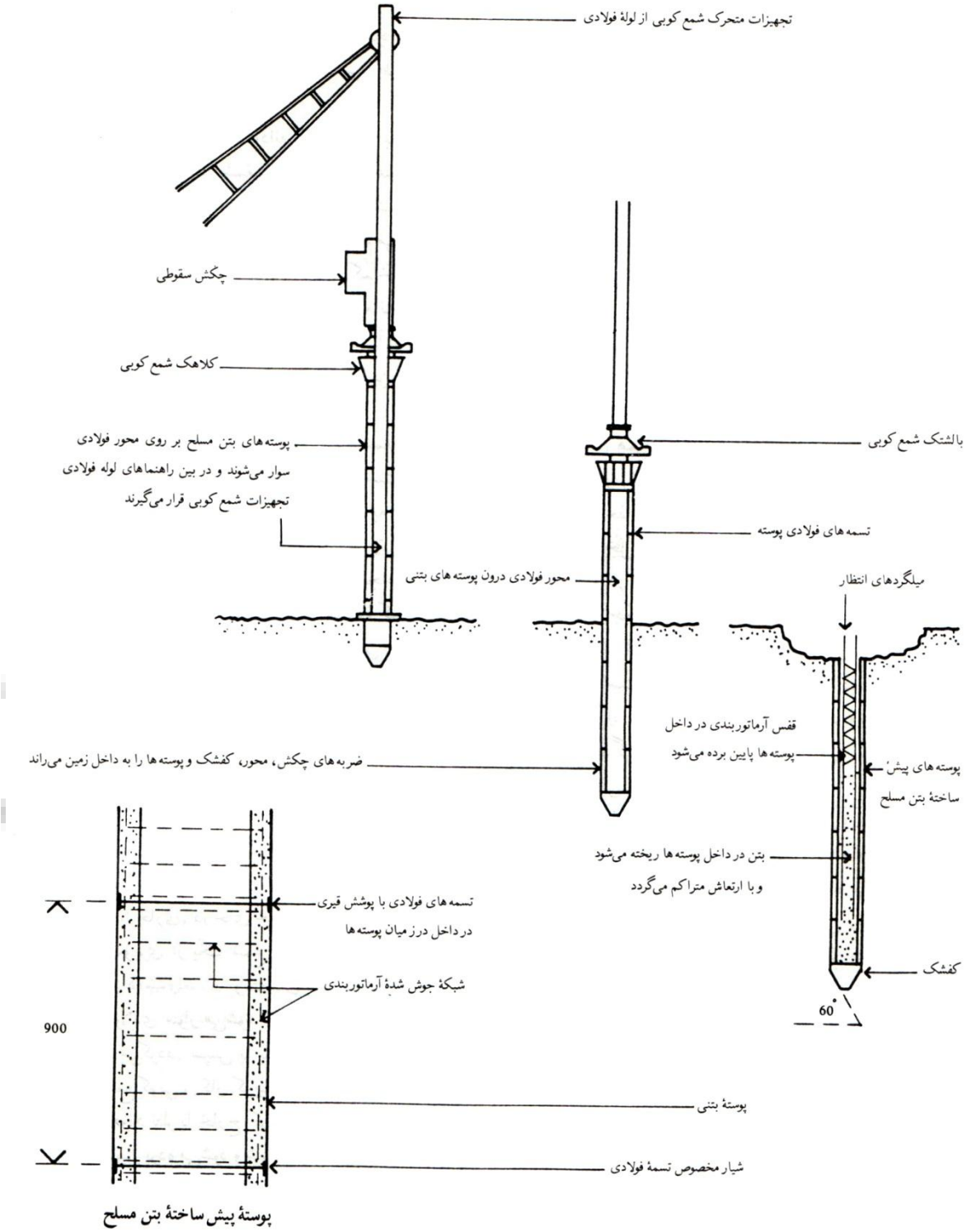
۱- **شمع های جابه جایی :** این شمع ها با کوبیدن یا نوعی فشار دیگر به داخل زمین رانده می شوند و باعث جابه جایی خاک زیرین می شوند مثل شمع های یکپارچه و شمع های لوله ای که به داخل زمین کوبیده می شوند و انتهای تحتانی آنها توسط یک کفشک یا توپی مسدود می باشد.

۲- **شمع های غیر جا به جایی:** این شمع ها با حفاری یک سوراخ در زمین وارد می شوند و به طوری که جابه جایی زیادی در خاک زیرین موجب نشوند. این شمع ها با لوله ی پوشش ساخته می شوند. همراه با پر شدن چاه این پوشش ممکن است از چاه خارج شود یا همان جا باقی بماند.

۳- **شمع های کوبشی :** در این روش شمع های پیش ساخته در محل مورد نظر کوبیده می شوند یا در اجرای شمع های کوبشی شن مسلح به صورت گرد ، چهار گوش یا چند ضلعی برای ایجاد حداکثر مقاومت در کارخانه با کنترل دقیق تولید می شوند تا شمع هایی با مقاومت و مقطع یکسان تولید شوند پس از بالا کشیدن شمع ها در مکان خود آنها را توسط چکش شمع کوبی مکانیکی متصل به تجهیزات شمع کوبی متحرک به داخل زمین می کوبند. برای اینکه قسمت فوقانی شمع های پیش ساخته به پی بتن مسلح متصل شود ۳۰ سانتی متر از قسمت فوقانی شمع را برای بیرون آمدن میلگرد ها خرد می کنند و سپس آرماتور بندی آن به آرماتوربندی پی متصل می گردد.

عملکرد این شمع ها در خاکهای ضعیف به صورت اتکایی و در خاکهای چسبنده درشت دانه به صورت اصطکاکی – اتکایی می باشد.

معمولاً از این شمع ها در مکانهایی که در مجاورت آنها ساختمانهایی موجود است استفاده نمی کنند زیرا ضمن اجرای آنها ارتعاشات زیان آوری برای ساختمانهای اطراف تولید می شود و جا به جایی آنها نیز در خیابانهای باریک مشکل است.



پوستهٔ پیش ساختهٔ بتن مسلح

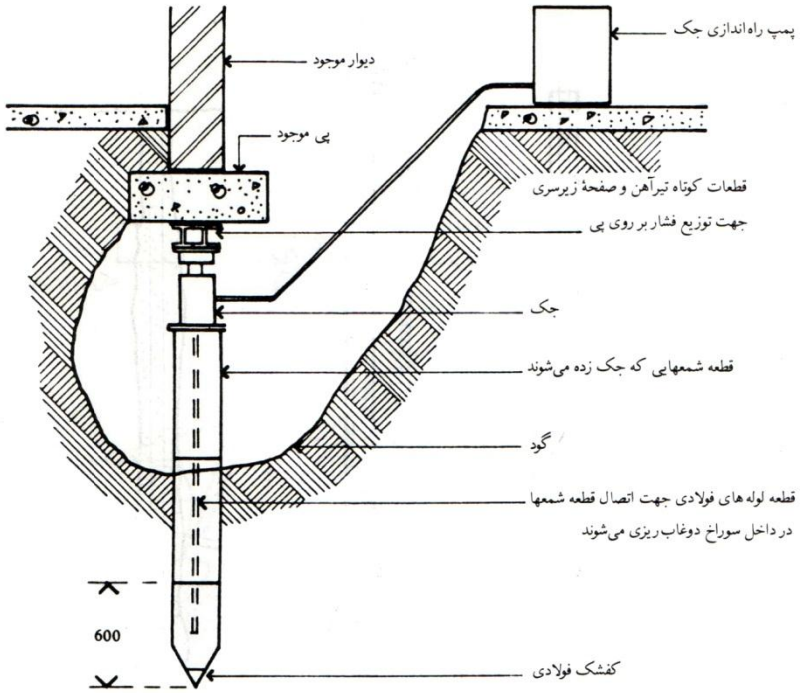
۴- **شمع های کوبشی درجا** : شمع های کوبشی درجا شامل دو نوع می شوند ، نوع اول دارای یک پوشش دائمی فولادی یا بتنی است و نوع دوم فاقد پوشش دائمی می باشد.

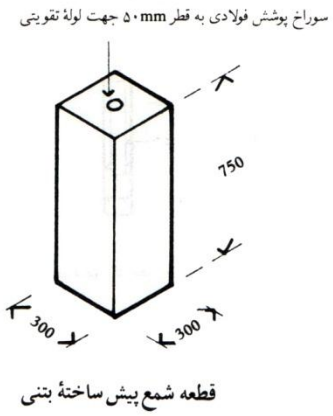
علی وجود این پوشش دائمی ، تحکیم خاک زیرین اطراف پوشش شمع ضمن شمع کوبی است. ممکن است که این پوشش برای محفوظ ماندن بتن ریزی داخلی از احتمال ریزش خاک ضعیف زیرین به داخل چاه

شمع و حفاظت بتن تازه در برابر آب جاری یا ساکن در محل خود باقی گذاشته شود در این نوع شمع بتن به وسیله ی یک چکش سقوطی در لوله کوبیده می شود.

۵- **شمع های جکی** : در این حالت قطعات شمع به کمک جک به داخل زمین زیر پایه (ستون) رانده می شوند و بر روی سر شمع تا زیر پایه بتنی دیوار یک کلاهک بتنی ریخته می شود.

این روش برای شرایط کاری تنگ و محدود مناسب است. در این شیوه در هر طرف دیوار یک جفت شمع با جک کار می گذارند تا با قرار گرفتن پل های فولادی یا بتن مسلح بر روی آنها تکیه گاهی برای دیوار فراهم شود. قطعات پیش ساخته بتنی با جک به داخل زمین رانده می شوند و برای ایجاد اتصال محکمی در میان این قطعات ، در داخل سوراخ پوشش فولادی درون قطعه دوغاب ریزی می شود.





قطعه شمع پیش ساختهٔ بتنی

۶- **شمع های در جا** : در این روش ابتدا به وسیله مته های خاک یا مته ها مارپیچ مکانیکی چاهی زمین حفاری می شود و برای اینکه بتوانند شمع نیز پایین فرستاده می شوند تا دیواره های چاه فرو نریزند . لوله های پوشش همراه با بتن ریزی شمع تدریجاً بیرون کشیده می شوند. مزایای استفاده از شمع های در جا عبارتند از : امکان استفاده از تجهیزات سبک و ساده برای کار و امکان بررسی دقیق لایه های خاک زیرین از روی خاکهای استخراج شده ضمن حفاری و نقاط ضعف این روش نیز عدم امکان بررسی کافی بودن تراکم بتن و پوشش بتنی کافی برای آرماتوربندی است.

- فواصل شمع ها:

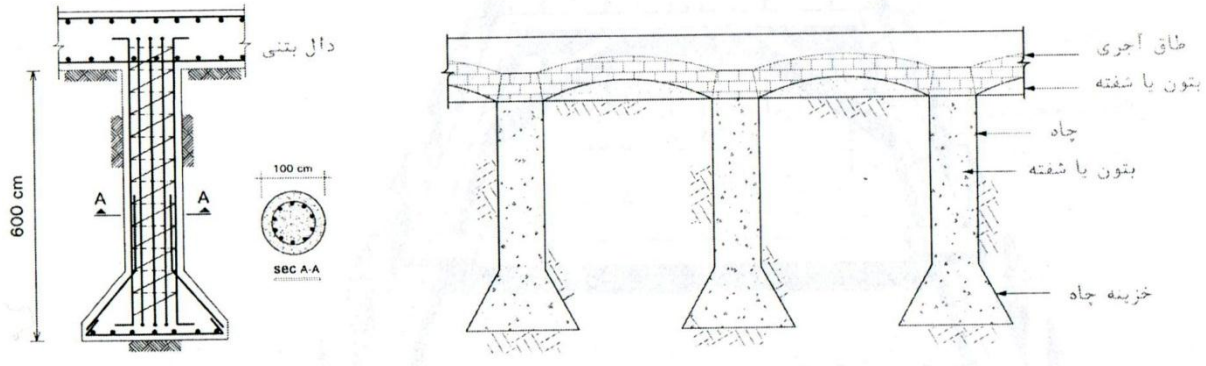
فاصله شمع ها از هم به بار وارده و پلان ساختمان بستگی دارد ، معمولاً شمع ها در زیر حفاری و کوبیدن گوشه ها و محل تقاطع دیوارها باربر داخلی و خارجی و فواصل میانی این نقاط واقع می شود همچنین فاصله ی شمع ها از هم باید به اندازه کافی زیاد باشد تا شمع ها به تعداد لازم و تا عمق نفوذ مورد نظر صورت بگیرد به گونه ای که موجب آسیب رساندن به سازه ی مجاور یا دیگر شمع های گروه نشود. شمع ها معمولاً

در گروههای نسبتاً نزدیک ایجاد می شوند تا در کلاهکهای شمع که آنها را به یکدیگر متصل می سازند صرفه جویی گردد.

یک قانون کلی در این رابطه بیان می کند که فاصله مرکز به مرکز شمع های اصطکاکی نباید از قطر شمع کمتر باشد و در مورد شمع های اتکایی نیز نباید از دو برابر حداقل پهنای شمع کوچکتر باشد.

- **پی های نیمه عمیق (چاهی):**

این پی ها حدفاصل پی های عمیق و پی های سطحی هستند. برای احداث آنها در امتداد پی ها ساختمان به فواصل مشخصی چاههایی با قطر حداقل ۷۵ سانتی مترحفر می کنند تا جایی که به زمین بکر و محکم برسند آنگاه کف چاه را خزینه کرده با شفته ، بتن و بتن آرمه پر می کنند.



روش دیگر اجرای پی های نیمه عمیق به این شکل است که پس از حفاری در زمین یک غلاف به درون زمین می رانند ، آرماتورهایی درون غلاف جاگذاری کرده و پس از بتن ریزی و عمل آوردن بتن ، غلاف را بیرون می کشند یا اینکه آن را در محل باقی می گذارند. پی های عمیق توسط عکس العمل های قائم کف و اصطکاک جداره های پی ، بارهای وارده را انتقال می دهند ، از انواع پی های نیمه عمیق می توان پی های صندوقه ای را نام برد.

مزایای پی های چاهی عبارتند از :

- در زمین های ماسه ای و شنی متراکم به کار بردن پی های چاهی آسان تر از شمع کوبی است.
- یک پی چاهی می تواند جایگزین چندین شمع بشود ، در ضمن نیازی به سر شمع نیز ندارد.
- ارتعاشات شمع کوبی می تواند به ساختمانهای مجاور آسیب برساند و همچنین سر و صدای زیادی ایجاد می کند اما اجرای پی های چاهی سر و صدا ندارد و خطری هم ایجاد نمی کند.
- پی های چاهی نسبت به شمع ها ، قطر بزرگتری دارند ، در نتیجه مقاومت بیشتری در برابر بارهای جانبی از خودشان نشان می دهند.
- شمع کوبی در زمین های رسی ممکن است باعث تورم خاک یا حرکت جانبی شمع ها شود ، اما در اجرای پی های چاهی چنین مشکلی به وجود نمی آید.

۹-۳ عوامل موثر در طراحی پی :

به طور کلی انتخاب و طراحی فونداسیون های ساختمان های کوچک به دو عامل بستگی دارد:

۱- مجموعه بارهای ساختمان ۲- ماهیت و ظرفیت باربری خاک زیرین

۹ – ۳ – ۱ – عوامل موثر بر ژرفای پی :

هر پی ژرفا یا عمقی دارد که با توجه به عوامل موثر زیر تعیین می شود:

۱- عمق یخبندان : در هر زمینی تا تراز معینی خاک یخ می زند ، برای آنکه پی از اثرات یخ زدگی محفوظ بماند لازم است که پی در عمق مناسب که پایین تر از عمق یخ زدگی در آن منطقه است ، حفر و احداث شود.

۲- عمق خاک مناسب زیرین : لازمست که پی روی خاکی که مقاوم و برای باربری مناسب یا بهسازی شده است بنا شود.

۳- تراز مناسب در برابر تغییرات حجمی فصلی خاکهای رسی : با توجه به آنچه درباره ی تغییرات حجمی فصلی خاکها (ی رسی) گفته شده این تغییرات حجمی می تواند به پی های سطحی ساختمانهای کم ارتفاع آسیب برساند در نتیجه باید برای احداث پی به ترازی برسند که در آن تراز آماس یا جمع شدگی ناشی از تغییرات فصلی هوا یا ریشه درختان و بوته ها جا به جایی های بیشتر از حد قابل قبول ایجاد نکند.

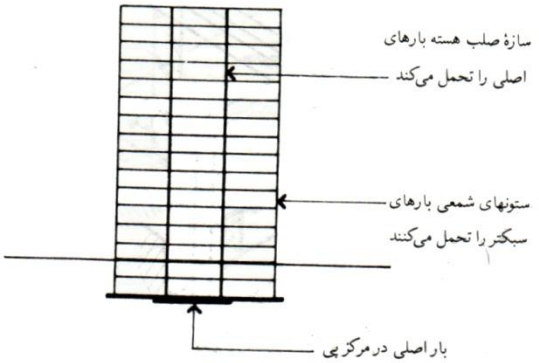
اقتصادی ترین و موثرترین پی برای ساختمانهای کوتاهی که در مجاورت پوشش گیاهی عمیق ریشه و بر روی خاکهای رسی قابل انقباض احداث می شوند کارکرد دارد ، سیستمی از شمعهای کوتاه و تیرهای زمینی است و عمقی که شمعها را پایین می برند باید به حدی باشد ریشه گیاهان قادر به ایجاد تغییرات حجمی قابل توجه در آن عمق در خاک زیرین نباشد و این گیاهان در فاصله استاندارد از پی قرار گرفته باشند.

۴- تراز ایستایی زمین و مسائل حاصل از حفاری برای پی در زیر سطح آب های زیر زمینی

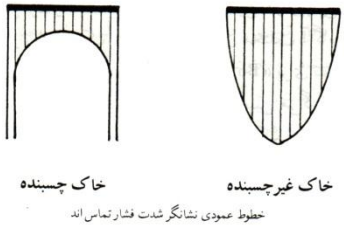
۵- اثرات حفاری ها در محدوده ی نزدیک پی روی ساخت و سازهای دیگر یا عبور خدمات شهری و مواردی از این دست و همچنین حداقل پهنای پی را با توجه به نسبت بارکل ساختمان در هرمتر به ظرفیت باربری خاک زیرین آن تعیین می کنند.

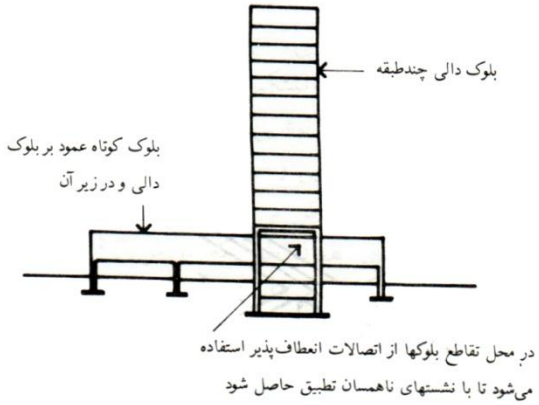
۹ – ۳ – ۲- طراحی پی با توجه به انواع خاک زیرین و نشست های آلی :

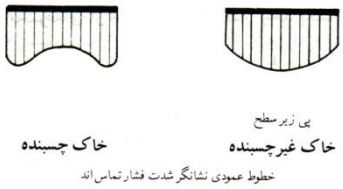
یکی از عوامل مهم در طراحی پی نحوه توزیع فشارهای تماس میان پی و خاک است. توزیع این فشارها با توجه به نوع خاک زیرین متفاوت می باشد. به توجه به شکلهای زیر که نحوه ی تغییر شکل انواع خاکها در زیر پی را نشان می دهد:

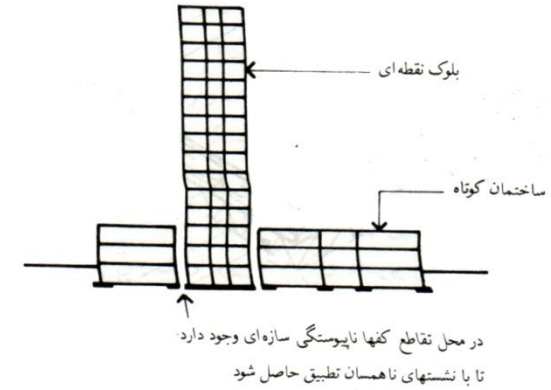


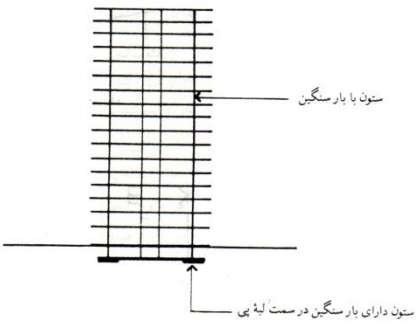
ش. ۱۰











روی خاکهای غیر چسبنده (مانند ماسه) پی باید به گونه ای طراحی شود که ستون هایی با بار سنگین در سمت لبه پی (جایی که فشار تماس حداقل است) و ستون های با بار سبک در مرکز پی (جایی که بیشترین فشار تماس وجود دارد) قرار بگیرند تا نشست حاصل از آن یکنواخت باشد. بر عکس روی خاکهای چسبنده (مانند خاک رس) پی باید طوری طراحی شود که بارهای اصلی به سمت مرکز پی (جایی که حداقل شدت فشار وجود دارد) بارهای سبک به سمت لبه های پی (جایی که بیشترین فشار وجود دارد) متمایل باشد.

گسیختگی پی ساختمان ممکن است به یکی از دلایل زیر باشد:

- نشست بیش از حد در نتیجه تراکم زیرین
- فرو ریزی خاک زیرین در نتیجه گسیختگی برشی

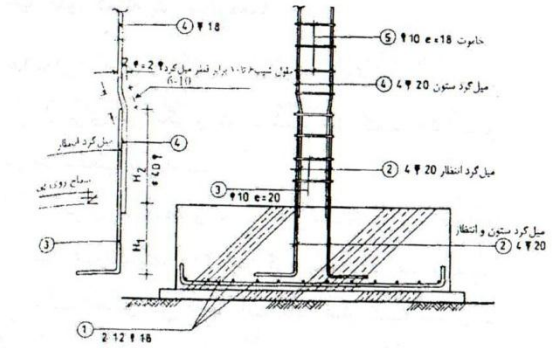
- نشست ناهمسان از بخش های مختلف پی [۱۹]

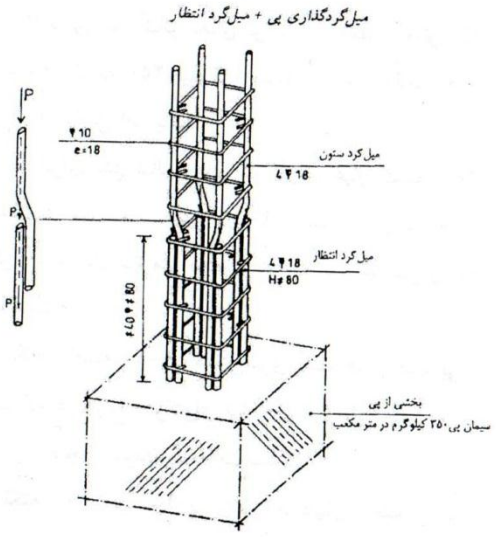
از این رو باید بار گذاری مطابق با شدت باربری مجاز در پایه پی ها صورت بگیرد. حداکثر بارگذاری خالص مجازی که ظرفیت باربری نهایی خاک زیرین مقدار و نوع نشست قابل انتظار و توانایی سازه در تحمل نشست را برآورده می کند شدت باربری مجاز پی ها می باشد.

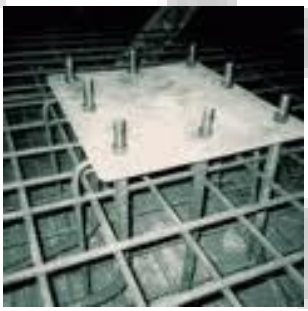
۹ – ۴ – اتصال فونداسیون به ستون :

الف – اتصال فونداسیون به ستون بتنی :

برای اینکه محل قرارگیری ستون را روی پی مشخص کنند و ستون ها دقیقاً در محل درنظر گرفته شده ی خودشان اجرا شوند و قالب ها را در جای صحیح قرار دهند قبل از اجرای میلگردهای ستون ، یک ستونک بتنی به نام رامکا دقیقاً منطبق بر محور ستون روی پی قرار می دهند ، ابعاد این ستونک برابر ستون و ارتفاع آن ۱۰ سانتی متر می باشد.







ب – اتصال فونداسیون به ستون فلزی :

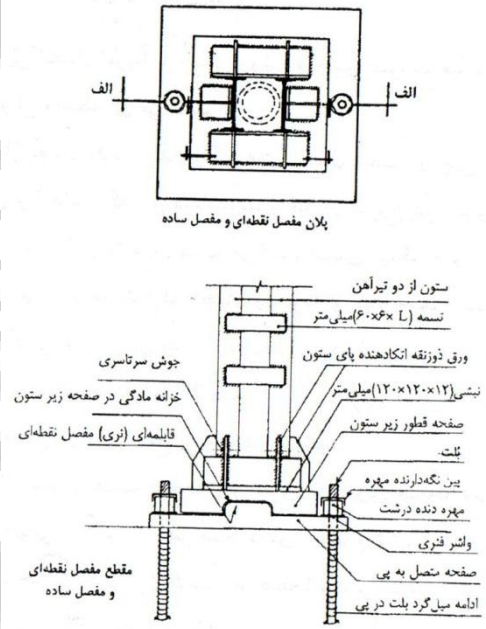
برای انجام این کار مراحل زیر را اجرا می کنند :

[۱۹] نشست های ناهمسان فقط در اثر بارگذاری غیر مجاز پی و نوع خاک زیرین اتفاق نمی افتد. بلکه ممکن است در ساختمان های جدید در محل اتصال یک برج به یک ساختمان کوتاه رخ دهد که برای این منظور باید عدم پیوستگی سازه ای و نوعی اتصال انعطاف پذیر (درز انقطاع میان دو سازه) تعبیه شود.

۱- **نصب کردن بلت ها :** پیش از آنکه بتن ریزی پی ها را شروع کنند ، بعد از قالب بندی و میلگرد گذاری فونداسیون ها، میلگردهای اتصال (بلت ها) را در محل خود قرار می دهند. برای اینکه گیرداری و اتصال بهتری برقرار شود انتهای میلگردهای اتتظار را به صورت L یا چنگکی درمی آورند. همچنین از بلت ها برای مستقر کردن صفحه ها و بستن مهره ها در یک سطح تراز استفاده می کنند.

۲- **نصب صفحه زیر سری (بیس پلیت)**[۲۰] : صفحه ی زیر سری دارای سوراخهایی بزرگتر از قطر بلت ها می باشد. صفحه زیرسری را به وسیله ی ملاتی به نام گروت[۲۱] که زیر صفحه ی زیرسری و روی پی (به ضخامت ۵ سانتی متر) ریخته می شود، تراز می کنند . بعد از قرار گیری صفحات زیرسری، مهره ها را قرار داده و محکم می کنند.

۳- **استقرار ستون روی صفحه زیر سری** : در مرحله بعد ستون های فلزی را به وسیله جرثقیل روی محل تعیین شده قرار می دهند سپس به کمک لچکی ها و نبشی ها آنها را به صفحه زیر سری گذاشته شده جوش می دهند.



۹ – ۵ – سازه نگهبان :

سازه های نگهبان سازه هایی هستند که برای نگهداری خاک ، آب و ... ساخته می شوند و از عناصر سازه ای با خاک یا سنگ تشکیل می شوند. این سازه های نگهبان از نظر طراحی به سه دسته ی زیر تقسیم می شوند:

۱- **دیوارهای نگهبان وزنی** : دیوار ممکن است سنگی ، بتنی ساده ، بتنی مسلح ، همراه با پشت بند یا بدون آن ، دارای شالوده نواری ، دارای پاشنه یا فاقد آن باشند. از این جهت به این دیوارها ، دیوارهای نگهبان وزنی گفته می شود که در واقع آنها به خاطر وزنشان (به تنهایی یا همراه با توده خاک وسنگ) نگهداری مصالح را

[۲۰] Base plate صفحه زیرسری برای افزایش سطح تماس و کاهش تنش زیر ستون فلزی استفاده می شود.

[۲۱] Grout مخلوطی از سیمان و آب به همراه رزین می باشد ، گاه به آن ماسه اضافه می کنند تا شدت جمع شدگی را کاهش داده و مقاومت آن بیشتر شود.

به عهده می گیرند. دیوارهای وزنی بتنی ممکن است ضخامتشان در ارتفاع متغییر یا ثابت باشد. دیوارهای حایل بتن آرمه و دیوارهای حایل پشت بند دار از آن جمله اند.

۲- دیوارهای توکار :دیوارهای توکار بر خلاف گروه قبلی وزن قابل ملاحظه ای نداشته و نگهداری مصالح توسط آنها به دلیل وزنشان نیست بلکه اینها دیوارهای نسبتاً نازکی از فولاد ، بتن آرمه یا چوب هستند که به وسیله مهاربند ، دستک یا رانش مقاوم خاک مهار می شوند و در آنها ظرفیت خمشی دیوار نقش اصلی در نگهداری مصالح نگه داشته شده را به عهده می گیرد.

این دیوارها شامل : دیوارهای سپری فولادی یا بتن آرمه مهار شده یا دستک دار ، دیوارهای سپری فولادی طره ای ، دیوارهای دیافراگمی و .. می باشند.

۳- سازه های نگهبان ترکیبی : اینها ترکیبی از دو گروه فوقانی می باشند . نمونه هایی از آنها شامل موارد زیر می شود: فرازبندی های سپری دوجداره ، خاکهای مسلح با تسمه های فلزی ، ژئوگریدها و پارچه گونه ها ، تزریق کاری ، سازه های خاکی تقویت شده با فولاد پیش تنیده ، سازه های متشکل از چندین ردیف مهارهای زیرزمینی یا میخ های کوبیده شده در خاک و ....

۹ – ۶ – کرسی چینی :

کرسی چینی اجرای ردیف های پهن آجری ، بلوکی یا سنگی همراه با ملات سه سیمان یا باتارد یا ماسه آهک می باشد که نقش عمده ی آن انتقال مناسب تر بار از دیوار به پی می باشد. علاوه بر آن کرسی چینی دلایل و مزایای دیگری نیز دارد که در زیر به آن اشاره می کنیم :

۱- توزیع بار دیوار بر روی سطح بزرگتری از پی : در واقع کرسی چینی تدریجاً سطح اتکای دیوار را افزایش می دهد ضمن اینکه باید متناسب با مقاومت زمین و مشخصات پی باشد.

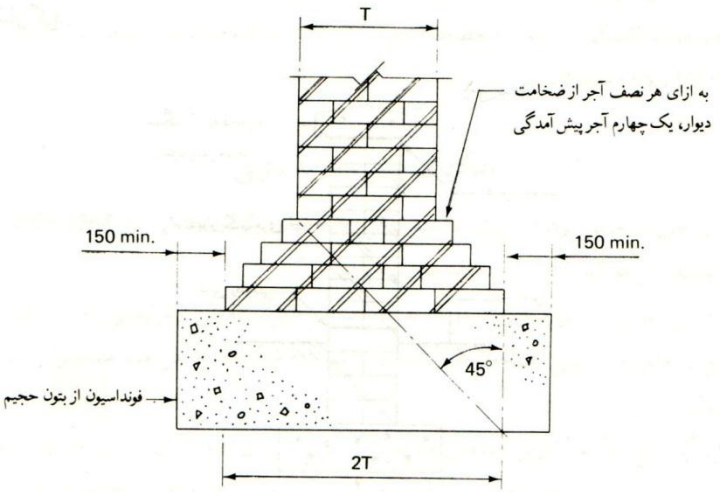
۲- جلوگیری از نفوذ رطوبت از پی به دیوار

۳- مسطح کردن زمین های شیبدار و اجرای دیوار روی آن

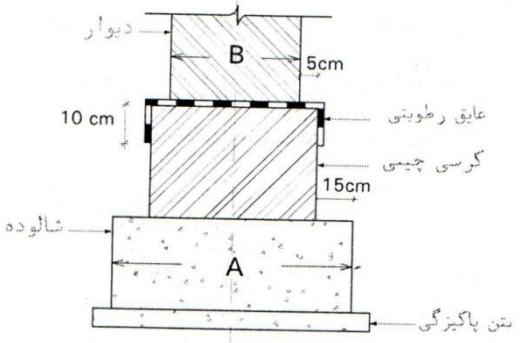
۴-ایجاد فضای مناسب جهت عبور لوله های تاسیساتی و ...

۵-جلوگیری از تبادل حرارت و صوت

نکات اجرایی در کرسی چینی : در کرسی چینی آجری حتی الامکان آجرها به صورت کله ای چیده می شوند و در صورت نیاز به آجرهای راسته آنها را در مرکز دیوار قرار می دهند.



- هر چه ساختمان عمیق تر باشد ارتفاع کرسی چینی نیز بیشتر خواهد بود.
- کف تمام شده ساختمان معمولاً ۳۰ الی ۹۰ سانتی متر بالاتر از کف محوطه اطراف ساخته می شود که این فاصله بین شالوده تا کف را با مصالح بنایی (آجر – سنگ – بلوک بتنی) و ملات (ماسه سیمان ، باتارد یا ماسه آهک) کرسی چینی می کنند و سپس دیوارها را روی آن احداث می نمایند. از مزایای این کار محافظت از دیوارها در مقابل نفوذ رطوبت است.

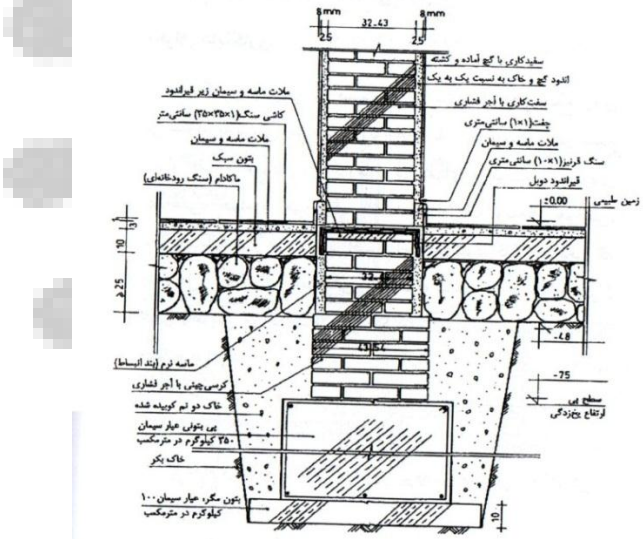


-ملات از ماسه کوارتزی و رزین اپوکسی (ضخامت ۶ mm) نیز در پی ها جهت عایقکاری استفاده می شود.

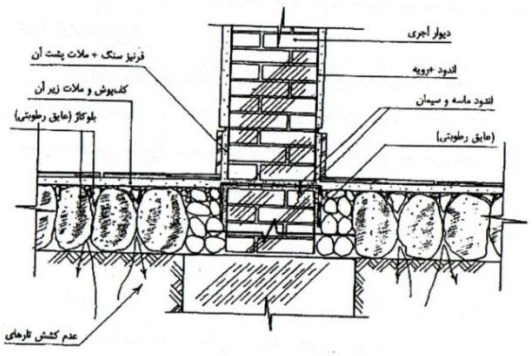
- **اجرای عایقکاری پی و کرسی :**

عایقکاری روی پی : برای جلوگیری از نفوذ رطوبت عایق کاری پی به صورت زیر انجام می گیرد: از آنجا که سطح پی از کف تمام شده ساختمان پایین ترست روی پی را تا حد بالایی بلوکاژ (قلوه چینی) ، کرسی چینی کرده (اگر لایه عایق پایین تر از حد بالایی بلوکاژ قرار گیرد جلوی نفوذ رطوبت کاملاً گرفته نمی شود) و سپس روی کرسی چینی را با ملات سیمان نرم (۶ : ۱) به ضخامت ۲ سانتی متر اندود می کنند پس از خشک شدن ملات قیر مناسب را ذوب کرده و به مقدار حداکثر ۲ کیلوگرم در مترمربع روی سطح کرسی و کناره های آن را به ارتفاع حداکثر ۱۰ سانتی متر قیر می پوشانند سپس گونی را به عرض بیشتر از کرسی چینی (از هر طرف ۱۰ سانتی متر بیشتر) آماده کرده و روی کرسی پهن می کنند و یک لایه دیگر قیر می ریزند سپس لایه دوم عایق را به همین ترتیب اجرا می کنند. قیر گونی به اندازه ۲۰ – ۱۵ سانتی متر به پایین کرسی (برگشت عایق به طرفین) اجرا می شود.

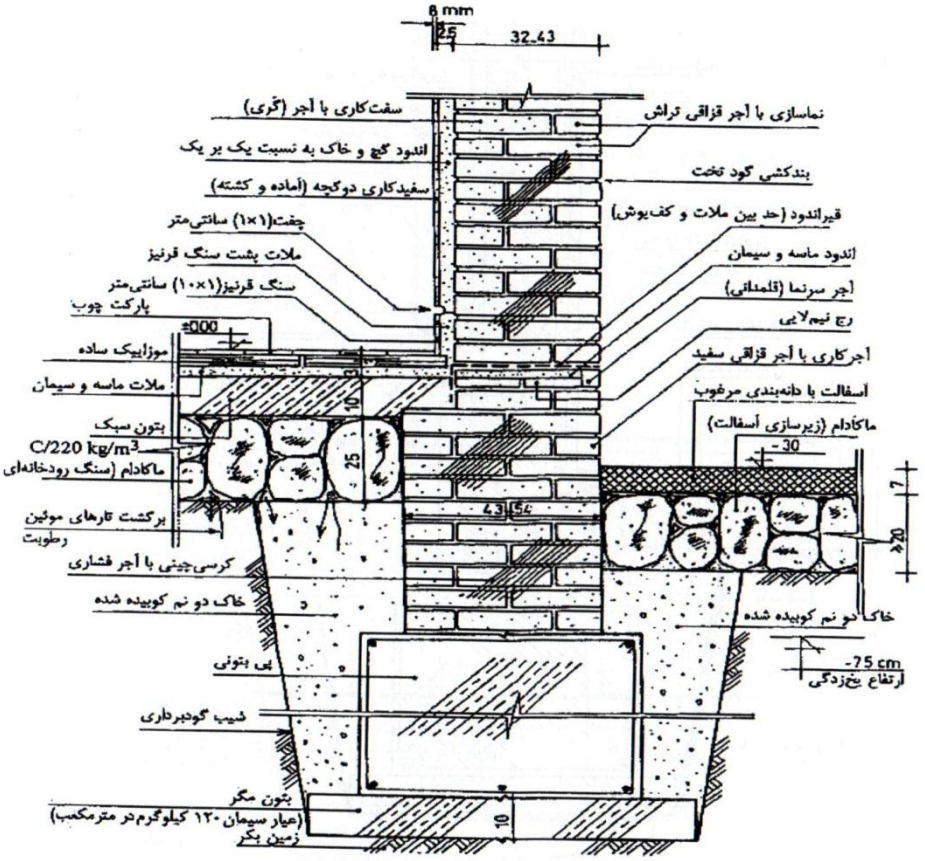
با مرطوب کردن اندود ماسه سیمان می توان آن را مقاوم نمود در غیر این صورت اندود زیر بارهای وارده خرد می شود و خود موجب شکستن عایق رطوبتی می شود.



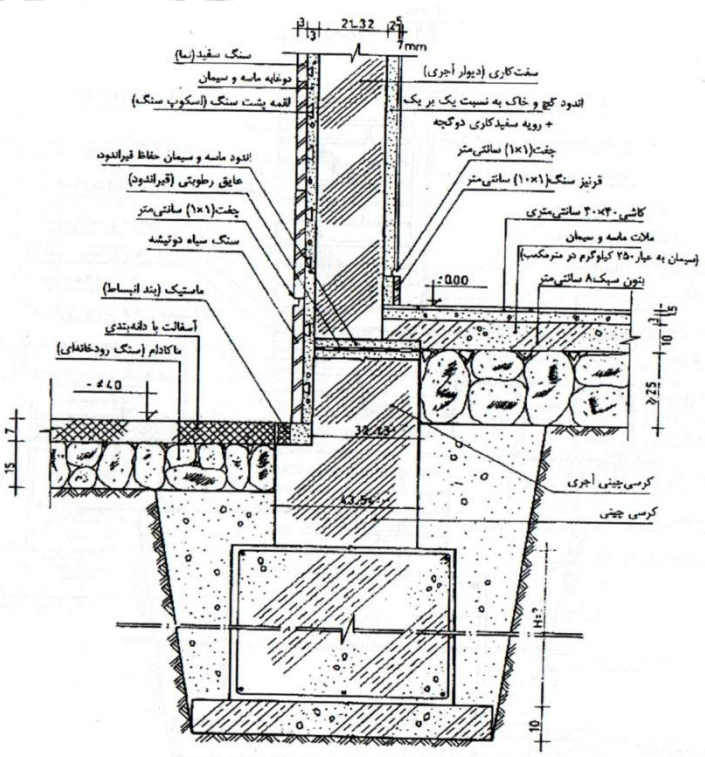
جزئیات ۱- پی سازی+ کرسی چینی+ عایق رطوبتی+
۲- بلوکاژ و کف سازی۳- اندودکاری+ قرنیز سنگ

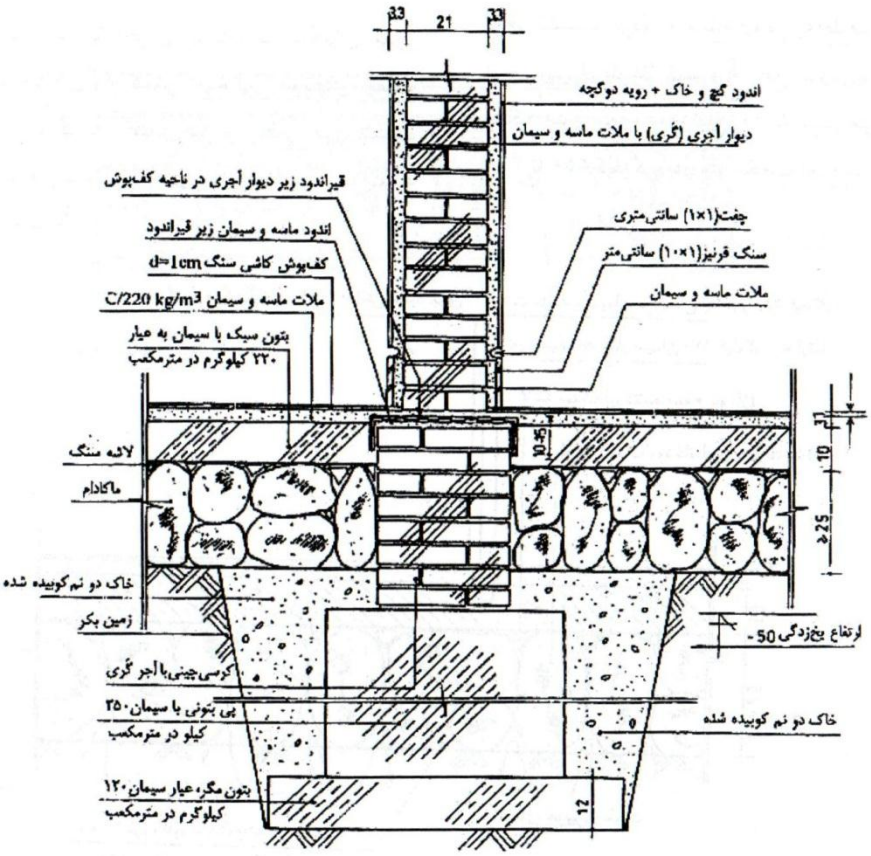


اجرای عایق رطوبتی زیر دیوار



جزئیات پی و کرسی چینی + کف‌سازی محوطه و فضا ۲) عایق رطوبتی+ نماسازی داخلی و خارجی





جزئیات پی+ کرسی+ عایق رطوبتی+ دیوار سازی

بلوکاژ+ کفپوش+ قرنیز پای دیوار+ اندودکاری

- به دلیل تماس مستقیم و دائمی با رطوبت ، آجر چینی کرسی ها باید با آجرهای مقاوم با میزان کم جذب آب انجام بگیرد. ضمناً با توجه به اینکه رطوبت موجب کاهش مقاومت آجر می شود عرض کرسی باید حداقل به اندازه ی نیم آجر از دیوار روی آن بیشتر در نظر گرفته می شود.

- محور کرسی چینی و دیوار روی آن باید حتی الامکان منطبق بر هم باشند.

- حدفاصل کرسی چینی با کف و دیوار یک لایه عایق رطوبتی است که نقش آن جلوگیری از نفوذ رطوبت کرسی به سایر قسمتهاست. از آنجا که بتن و مصالح بنایی و ملات ها ، مصالحی نم کش هستند ، اگر حدفاصل شالوده و دیوار ساختمان نم بندی[۲۲] نشود باعث نم زدگی دیوارها می شود.

- لایه افقی عایق رطوبتی دیوارها باید بالاتر از کرسی چینی و در ارتفاع حداقل ۱۵ سانتی متر بالاتر از تراز محوطه و به صورت پیوسته و یکپارچه اجرا شود ، عایق کاری قائم دیوارها به اندازه حداقل ۱۰ سانتی متر الزامی است و حتماً باید پیوستگی عایق افقی و قائم دیوارها و عایق کف ها با دیوارها باید رعایت گردد.

- باید از بندکشی درز زیرین لایه نم بند اجتناب شود چرا که این کار باعث ایجاد پلی از قسمت مرطوب زیر لایه نم بند به بالای دیوار می شود که رطوبت را انتقال می دهد. مصالحی که به عنوان لایه نم بند برای کرسی چینی به کار می روند عبارتند از : فلزات شامل سرب ، مس ، ورق فولاد و گالوانیزه ، مواد قیری و

[۲۲] نم بندی: یعنی جلوگیری از نفوذ نم بدون اینکه رطوبت به شکل آب وجود داشته باشد و زیر فشار باشد.

قطرانی همراه با منسوجاتی مانند گونی کنفی و مواد پلاستیکی ، مقوا و نمدها و .. استفاده می شوند تا در برابر نشست های جزئی ساختمان مقاومت کنند آسفالت ماستیک نیز تا حدودی نم بند می باشد اما در برابر حرکات جزئی اجزای ساختمان ترک می خورد و در نتیجه رطوبت از محل این ترک ها به بالای دیوار نفوذ می نماید. مواد پلاستیکی نیز بهترست در نم بندی محل های خشک و کم بارش استفاده شوند ، ضمناً در دیوارهایی که تحت تاثیر بارهای افقی هستند عایق کاری پله ای جهت جلوگیری از لغزش آنها توصیه می شود.

نکته دیگر اینکه عایق رطوبتی قیروگونی در مجاورت آهک آسیب می بیند . در نتیجه از ملات های آهکی در اطراف آن نباید استفاده نمود .

- همان طور که گفته شد برای جلوگیری از نفوذ رطوبت از زمین و پی به دیوارهای (خارجی) ساختمان در کف سازی پنهان می شود و از طرف خارج ، نماسازی می شود که به آن "ازاره" گویند. "ازاره" سنگ پلاک ، بادبر یا بتنی (مصالح مقاوم) است که جهت محافظت دیوار خارجی از آثار نم زدگی ، ضربه های احتمالی ، تماس با آب برف و باران و ... روی کرسی چینی اجرا می شود. حداقل ارتفاع سنگ ازاره ۳۰ سانتی متر است که البته این ارتفاع با توجه به میزان برف و بارندگی هر منطقه متغیراست و معمولاً ۳ سانتی متر ضخامت دارد ، اجرای ازاره نیز معمولاً قبل از کف سازی خارجی صورت می گیرد.

اگرسنگ ازاره بالاتر از سطح کرسی چینی قرار بگیرد باید حدفاصل آن با آجرچینی دیوار به لحاظ رطوبتی عایق شود در غیر این صورت همان عایق کرسی تا روی ازاره ادامه پیدا می کند.

- **قرنیز پای دیوار** : سمت دیگر دیوار در قسمت داخلی از محل اتصال دیوار به کف تا ارتفاع ۷ الی ۱۰ سانتی متر با استفاده از مصالحی مانند پلاکهای سنگی ، موزائیک ، سرامیک یا چوب (به ضخامت ۱/۵- ۱ سانتی متر) اجرا می شود.

ضمناً قرنیزها احتیاجی به عایق کاری ندارند مگر در مورد فضای سرویس ها که کف آنها در معرض طوبت قرار دارد. نقش قرنیز علاوه بر ایجاد زیبایی ، محافظت از پای دیوار در برابر ضربه و جلوگیری از نفوذ رطوبت می باشد.

فصل دهم:

دیوار

۱۰-۱- تعریف و عملکرد دیوار:

دیوار بخشی قائم و پیوسته از ساختمان یا سازه است که نسبت به طول و ارتفاع خود ضخامت کمی دارد و نقش آن محدود کردن و تقسیم فضا و حفاظت ساختمان از فضای خارجی است.

یک دیوار یا ستون ممکن است تحت تاثیر بارهای خارج از محور حرکات پی،بارهای جانبی، حرکات ناشی از تغییرات دما، رطوبت و ... قرار بگیرد.

بنابراین باید طوری ساخته شود که از حالت قائم خارج نشده و پایداری خود را تحت شرایط مختلف از دست ندهد همچنین مقررات ساختمانی استانداردهایی را در خصوص نسبت ارتقاع به ضخامت (نسبت های لاغری) برای تأمین پایداری دیوار مشخص می کنند.

فرم دیوار نیز در استحکام آن می تواند موثر باشد، به این ترتیب که دیوارهای زیگزاگ یا مارپیچ به خاطر فرم خود و پشت بندی زوایای آنها استحکام بیشتری نسبت به دیوارهای صاف و مستقیم دارند.

علاوه بر استحکام اولیه باید تدابیر لازم برای حفاظت دیوارها نیز اندیشیده شود.

دیوارها از نظر سازه ای به دو گروه دیوارهای باربر و غیر باربر و از نظر عملکرد به دو دسته دیوارهای خارجی و داخلی تقسیم می شوند. همچنین می توان دیوارهای باربر و غیر باربر و از نظر عملکرد به دو دسته دیوارهای خارجی و داخلی تقسیم می شوند. همچنین می توان دیوارها را از دیدگاه ساختار و همچنین از نظر مصالح سازنده ی آنها به انواع آجری، سنگی، بلوکی، چوبی و ... تقسیم بندی نمود.

۱۰-۲- انواع دیوار به لحاظ سازه ای:

۱۰-۲-۱- دیوار باربر: دیواری است که علاوه بروزن خود، بار ناشی از سقف طبقات را نیز تحمل می کند.

۱۰-۲-۲- دیوار غیر باربر: دیواری است که تنها وزن خود را تحمل می کندو نقشی در تحمل بار سایر اجزای ساختمان ندارد.

دیوارهای خارجی ساختمان هایی با سیستم قابی با دیوارهای باربر سنتی متفاوت هستند. سازه های قابی روی دیوار خود نیز اثر می گذارند، مصالح مختلفی که به صورت پانل های پوشاننده و سبک به کار می

۱۰-۳- انواع دیوارها به لحاظ ساختار (کلاف بندی):

دیوار ممکن است به صورت یکپارچه از مصالح بنایی ساخته شود که دیوار بنایی ساده نام دارد و همچنین دیوار ممکن است به صورت دیوار بنایی کلاف بندی شده باشد ، به این ترتیب که برای اجرای این دیوارها ابتدا با استفاده از مقاطع چوبی ، فلزی یا بتنی، پایداری و استحکام لازم را برای قرارگیری مصالح پر کننده به وجود می آورند و سپس فواصل آنها به وسیله صفحات نازکی پوشانده می شود.

۱۰-۳-۱- کلاف بندی قائم:

مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ در تمام ساختمان های با مصالح بنایی دو طبقه و همچنین در ساختمانهای یک طبقه با اهمیت زیاد کلاف بندی قائم صورت بگیرد. کلافهای قائم باید در داخل دیوارها و در گوشه های اصلی ساختمان و ترجیحاً در نقاط تقاطع دیوارها به نحوی تعبیه شوند که فاصله محور تا محور آنها بیشتر از

۵ متر نباشد. کلافهای قائم می توانند از بتن آرمه یا مقاطع فلزی ساخته شوند. اگر از بتن آرمه هستند هیچ یک از ابعاد مقاطع کلاف نباید کمتر از ۲۰ سانتی متر باشد. حداقل قطر میلگردهای طولی در کلاف قائم بتن آرمه میلگرد ساده Φ۱۲ میلگرد آجدار Φ۱۰ می باشد همچنین میلگردهای طولی باید حداقل ۴عدد در گوشه ها قرار بگیرد.

میلگرد های طولی باید با خاموت (به قطر حداقل ۶ میلی متر) به هم بسته شود. حداکثر فاصله تنگ ها از یگدیگر ۲۰ سانتی متر است و اطراف میلگردهای طولی باید حداقل ۲/۵ سانتی متر پوشش بتنی (کاور) وجود داشته باشد.

می توان به جای کلاف بندی قائم، ضمن رعایت موارد زیر، میلگردهایی را در داخل دیوار را اجرا کرد تا پایداری لازم فراهم شود:

- اجرای دیوار با ملات ماسه سیمان باشد.
- فاصله دو میلگرد از هم از ۶۰ سانتی متر کمتر نباشد.
- میلگردهای قائم حداکثر در فاصله ی ۲۵ سانتی متری از هم با میلگرد افقی (به قطر ۶ میلی متر) به هم بسته شوند.
- اطراف میلگرد ها به وسیله هرز ملات کاملاً پر شود.
- اطراف هر میلگرد، فضایی خالی ایجاد و ضمن چیده شدن دیوار با ملات پر شود.
- میلگردهای قائم به وسیله کلاف های افقی بالا و پایین مهار شوند.

۱۰-۳-۲- کلاف بندی افقی:

مطابق آیین نامه ۲۸۰۰ ساختمان های آجری در نقاط زلزله خیز باید مطابق شرح زیر کلاف بندی شود:

ویژگی ها	کلاف بندی افقی در ترازپی	کلاف بندی افقی در تراز زیر سقف
جنس مصالح	بتن آرمه	بتن آرمه
حداقل عرض	عرض دیوار یا ۲۵ سانتی متر هر کدام کمتر بود	برابر عرض دیوار و حداقل ۲۰ سانتی متر در دیوار خارجی می توان عرض کلاف را جهت نماسازی تا ۱۲ سانتی متر کمتر از عرض دیوار لحاظ نمود
حداقل ارتفاع	$\frac{2}{3}$عرض دیوار یا ۲۵ سانتی متر هر کدام کمتر بود.	ارتفاع کلاف روی دیوار باربر تا ۱۲ سانتی متر قابل کاهش است
میلگرد (گذاری اصلی)	برای کلاف با عرض کمتر از ۳۵ سانتی متر:۴Φ۱۲ برای کلاف با عرض بیشتر از ۳۵ سانتی متر: ۶Φ۱۲	مشا به تراز پی
فاصله میلگرد ها از یکدیگر	۲۵ سانتی متر	مشا به تراز پی
مشخصات تنگ ها	Φ۶ فاصله آنها از هم برابر ارتفاع یا ۲۰ سانتی متر هر کدام کمتر بود.	مشا به تراز پی

۱۰-۴- انواع دیوار به لحاظ عملکرد و محل قرارگیری:

۱۰-۴-۱- دیوار کرسی چینی:

کلیه بارهای وارده از سوی ساختمان روی این دیوار اعمال می شود. عرض آن همیشه یک درجه از دیواری که روی آن قرار می گیرد، بیشتر می باشد و معمولا، بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی متر است. در بخش ۹ درباره " کرسی چینی" مفصلاً توضیح داده شد.

۱۰-۴-۲- دیوار خارجی:

دیواری است که فضای داخل و خارج را از هم جدا می کند. در نتیجه به دلیل تماس با عوامل جوی باید از مصالح مقاوم ساخته شود.

۱۰-۴-۳- دیوار داخلی (تقسیم یا پارتیشن):

این دیوارها فضای داخلی ساختمان را به بخش های مورد نظر تقسیم می کنند. تیغه یا دیوار تقسیم به دیوارهای غیر باربر داخلی اطلاق می شود.

در مورد دیوار داخلی طبقه همکف، اگر کف سازی صحیح اجرا شود. می توان این دیوارها را روی کف و بدون شالوده بنا کرد معمولاً برای زیرسازی زیر دیوار در سرویس های بهداشتی از یک لایه (به ضخامت ۳۰ سانتی متر) بتن به عیار kg/m^3 ۱۵۰ استفاده می شود.

در مورد دیوار داخلی طبقات باید توجه داشت، مصالح مصرفی حتی المقدور سبک باشد تا بار مرده کاهش یابد مانند آجرهای مجوف ۱۰ سانتی متری، استحکام و ایستایی دیوارهای داخلی تیغه ای باید به وسیله ایجاد ارتباط مطمئن با اجزاء ساختمانی باربر و مقاوم فراهم شود و ضمناً عایق حرارتی و صوتی و مناسب و موثری نیز باشند.

شکل تایل دیوار داخلی همکف و در طبقات تیغه

دیوارهای تیغه ای ممکن است از آجر، سنگ، بلوک، آجرهای شیشه ای، بلوک های شیشه ای و ... ساخته شوند یا به صورت پیش ساخته از صفحات گچی، رابیس و از مصالح جدید یا ... باشند.

۱۰-۴-۴- دیوار زیر زمین:

اجرای دیوار زیر زمین از این نظر که دیواری است که در ممانعت از نفوذ رطوبت به دیوارها و طبقات ساختمان نقش مهمی دارد بسیار حائز اهمیت است.

دیوار زیر زمین یک ساختمان دو حالت دارد:

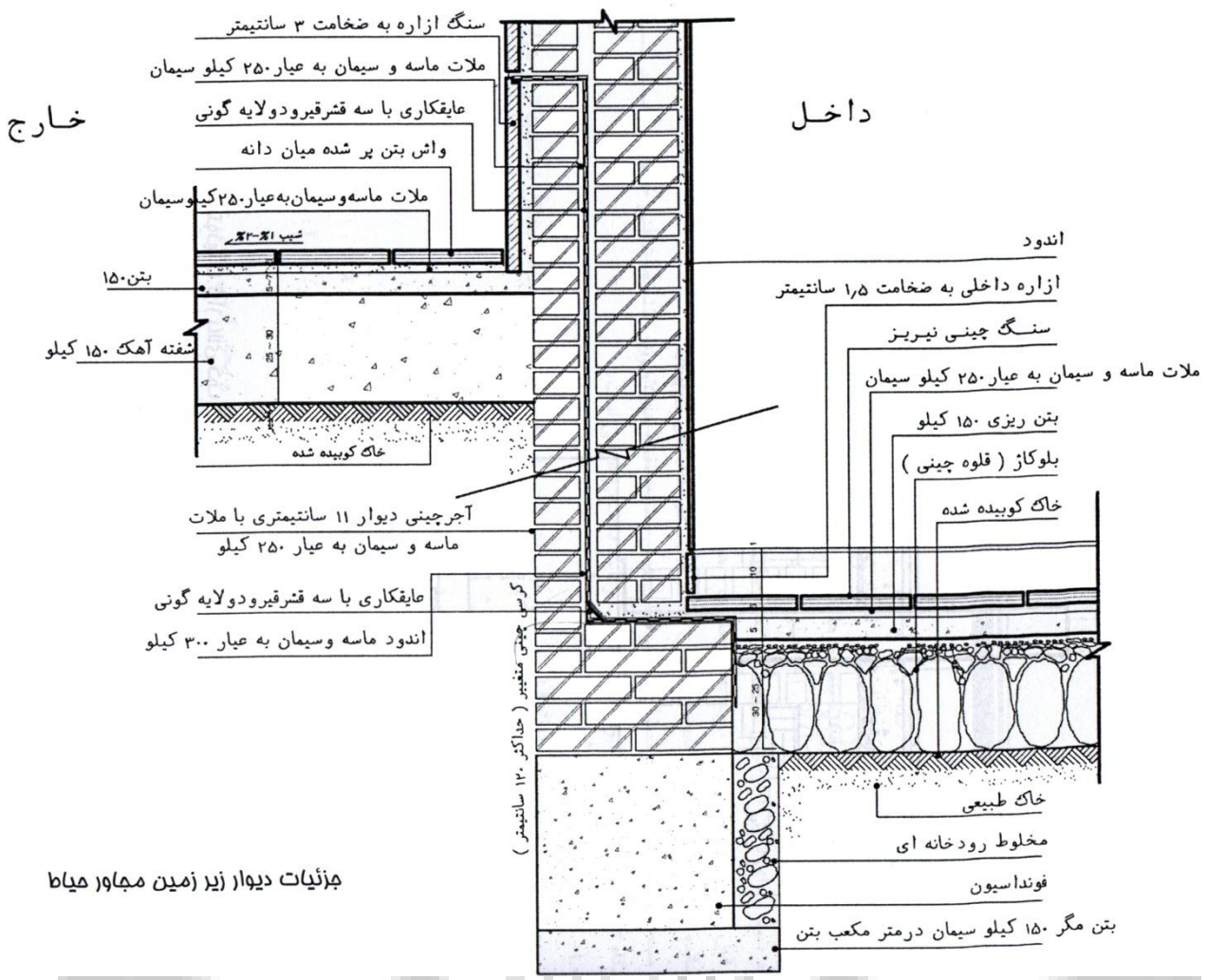
حالت اول – ساختمان مجاور نیز دارای زیر زمین است. در نتیجه این دیوارهم بار طبقات را به پی و در نهایت به زمین انتقال می دهد و هم دیواری است که محافظ عایقکاری اجرا شده می باشد.

حالت دوم- ساختمان مجاور وجود ندارد و در این حالت دیوار زیر زمین باید علاوه بر انتقال بارو حفاظت از عایقکاری، نیروهای وارد – از سوی خاک پشت خود را نیز تحمل نماید.

روش اجرای دیوار زیر زمین به این ترتیب است که:

ابتدا دیوار محافظ ۱۱ سانتی متری اجرا می شود. بعد در رویه این دیوار، اندود ماسه سیمان لیسه ای (پلاستر سیمانی) به ضخامت ۲ سانتی متری کار می شود و پس از اجرای عایق رطوبتی روی آن ، دیوار اصلی (۳۵ سانتی متری) احداث می گردد.

عایق کاری رطوبتی افقی نیز به این ترتیب است که عایق روی کرسی چینی به اندازه حداقل ۱۵ سانتی متر از طرفین اضافه در نظر گرفته می شود و در داخل بلوکاژ برگردانده می شود.

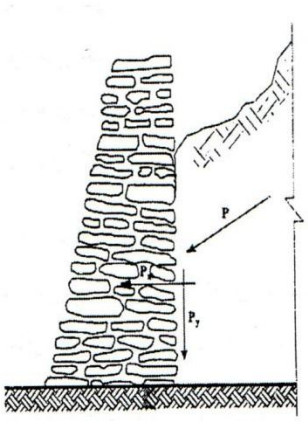


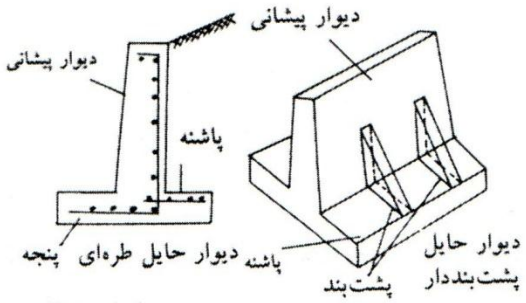
جزئیات دیوار زیر زمین مجاور حیاط

۱۰-۴-۵- دیوار حائل:

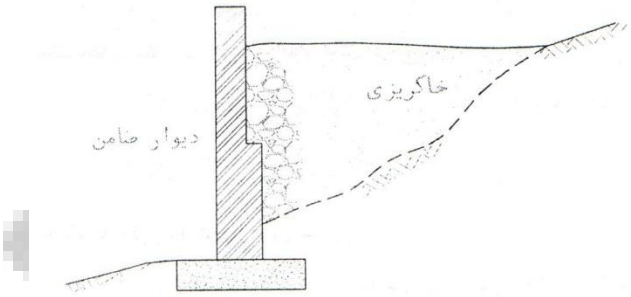
دیوارهای حائل ممکن است به نام دیوارهای ضامن، تکیه یا پشتواره، نامیده شود. دیوارهای حائل می توانند از سنگ، آجر، بتن یا ... ساخته شوند، نقش آنها محافظت مصالح خاکی ریخته شده در پشت آنها، ایجاد مقاومت در برابر فشار و رانش حاصل از این مصالح است و به منظور جلوگیری از حرکت خاک در زمین های شیبدار و بدنه ترانشه ها (گودها) ساخته می شوند.

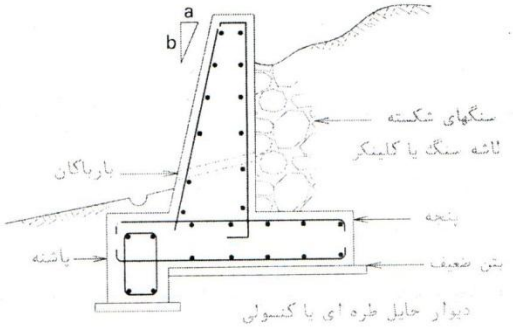
ضخامت این دیوارها به منظور تأمین پایداری بیشتر از بالا به پایین بیشتر می شود که شیب آن تقریباً ۱:۶ است.





انواع مختلف دیوار حایل.





- دیوارهای حائل قفسه ای یا صندوقه ای یا سبدی از مجموعه قفسه یا اسکلت بندی های پیش ساخته بتنی یا چوبی تشکیل شده است که برای تثبیت خاک در سطوح شیبدار به کار می روند. شیب سطح این دیوارها ۱:۶ یا ۱:۸ می باشد.

- پشت دیوارهای حائل یا ۵۰-۴۰ سانتی متر سنگ ریزی می کنند و در نقاط مناسب داخل دیوار سوراخهایی را برای تخلیه و زهکشی آب قرار می دهند. به این سوراخ بارباکان (barbucan) می گویند.

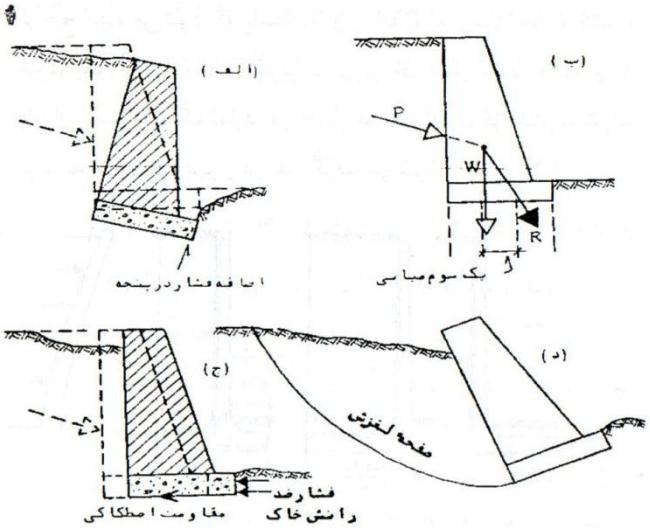
- گابیون بندی نیز یک روش است که در آن دیوارهای سنگی خشکه چینی شده توسط تورهای سیمی به ضخامت حدود ۳ میلی متر بسته می شوند و از این دیوارها به عنوان دیوارهای ضامن یا محافظ ضامن استفاده می شود.

دیوار های حائل یا از بتن غیر مسلح هستند که دیوارهای وزنی یا ثقلی نامیده می شوند و یا دیوارهای بتن مسلح.

در دیوارهای وزنی یا ثقلی، عاملی که موجب پایداری و مقاومت دیوار در برابر فشارهای جانبی می شود، وزن خود دیوار است.

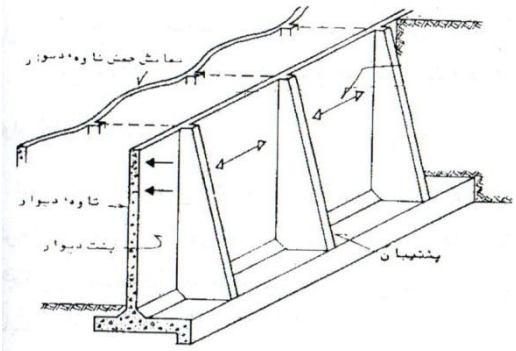
نظر به عدم توانایی تحمل تنش کشش در این دیوارها، ابعاد این دیوار و مقطع آن به گونه ای انتخاب می شود که محور برآیند بارهای محوری و گشتاور خمشی در $\frac{1}{3}$میانی آن دارد شود.

(قانون $\frac{1}{3}$) تا کشش در آن ایجاد نشود.

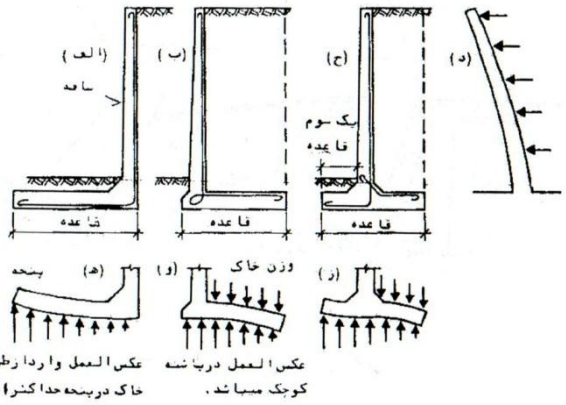


اما دیوارهای بتن مسلح به این دلیل که قادر به تحمل کشش هستند. با ضخامت وزن کمتری ساخته می شوند. بنابراین در جاهایی که فضای محدودی در اختیار است یا ارتفاع دیوار حائل زیاد است. از این نوع دیوارها استفاده می شود. دیوارهای بتن مسلح ممکن است به دو صورت دیوار طره ای یا دیوار تکیه (پشتیبان) باشند.

برای ارتفاع تا حدود ۸ متر، دیوار طره ای احداث می شود. این دیوار به صورت دالی طره شده است که در آن آرماتورهای اصلی عمودی و توزیعی قرار می گیرند. اما اگر ارتفاع دیوار بیشتر باشد، تعداد دیوار پشتیبان برای آن در نظر گرفته می شود. این پشتیبان ها تیرهایی هستند که با دال و پی یکپارچه می شوند و دیوار یک دال سراسری است و پشتیبان ها نقاط تکیه گاهی آن هستند و میلگردهای اصلی در دال دیوار به صورت افقی اجرا می شوند.



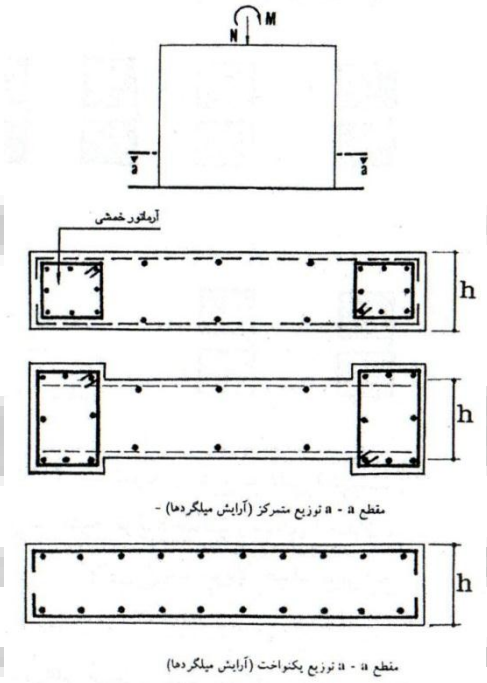
دیوار تکیه



۱۰-۴-۶- دیوار برشی:

دیوار برشی، دیواری است که دربرابر نیروهای جانبی (باد، زلزله، و ...) در صفحه خود مقاومت می کند دیوارهای برشی ممکن است در ساختمان با قاب مفصلی یا قاب خمشی احداث شوند، طراحی این دیوارها در پلان باید به گونه ای باشد که حتی المقدور به صورت متقارن قرار بگیرد تا مرکز ثقل طبقه بر مرکز سختی دیوارها ی برشی منطبق گردد.

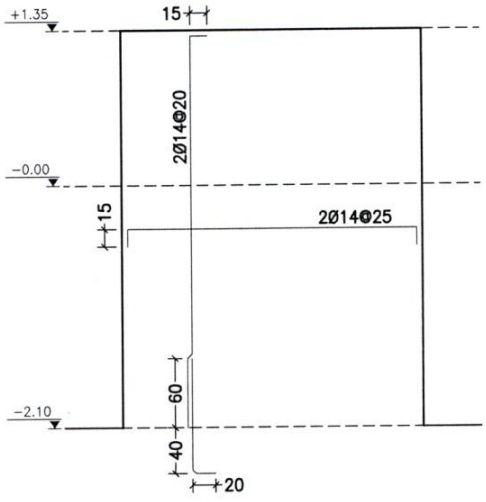
آرماتورهای این دیوار نیز در دولبه ی خارجی دیوار قرار می گیرد تا در صورت تغییر جهت گشتاور ناشی از نیروی زلزله (حرکت رفت و برگشتی زلزله) کارایی خود را حفظ نماید. در دیوار برشی قطر میلگردها می تواند از پایین به بالا کاهش یابد.



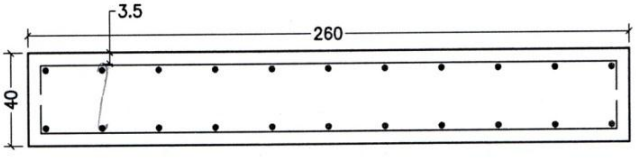
مقطع a - a توزیع متمرکز (آرایش میلگردها) -

مقطع a - a توزیع یکنواخت (آرایش میلگردها)

نیروهای اثر گذار روی دیوار برشی



SW3

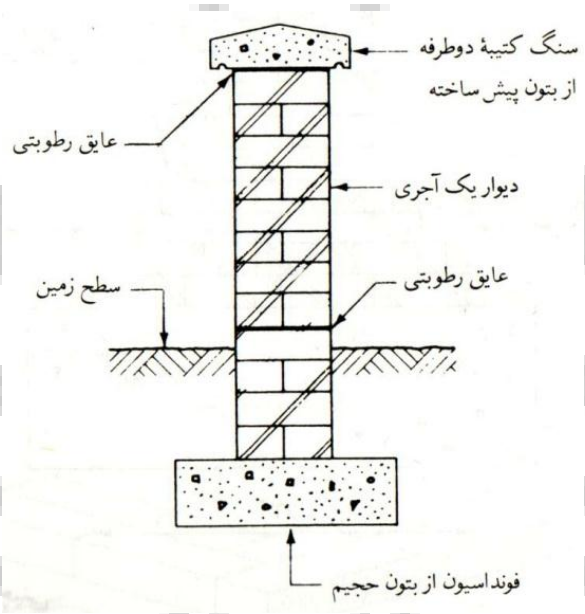


Typical Wall Section SW3

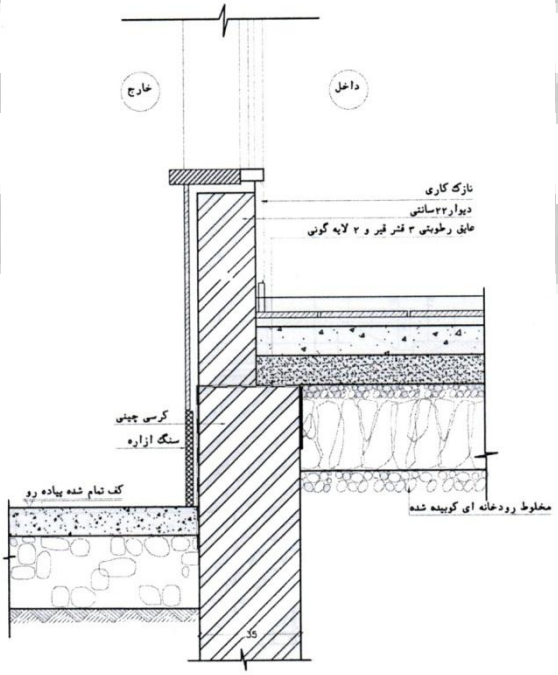
جزئیات اجرای دیوار برشی

۱۰-۴-۷- دیوار محوطه:

طراحی این دیوارها از این نظر اهمیت دارد که در معرض بدترین شرایط آب و هوایی قرار دارند.
این دیوارها به عنوان دیوار حائل نیز عمل می کنند.
وجود آب در دیوار آجری می تواند منجر به خسارتهای ناشی از آسیب دیدگی ملات و شوده زدگی و یخ زدگی شود. اجرای لایه های کافی عایق های رطوبتی و سنگهای کتیبه لبه دار مجهز به آب چکان در این دیوار حائز اهمیت است.



۱۰-۴-۸- دیوار کرسی چینی:



جزئیات کرسی چینی و ازاره

۱۰- ۵ – دیوار دو جداره:

دیوار دو جداره، دیواری است که از دو جدار یا پوسته تشکیل می شود که در بین آنها فضایی خالی است.

۱۰-۵-۱- اصول کلی ساخت دیوار دو جداره:

۱- باید آجر و بلوک های مصرفی مطابق قوانین و استانداردها بوده و با کمک ملات و پیوند مناسب چیده شوند.

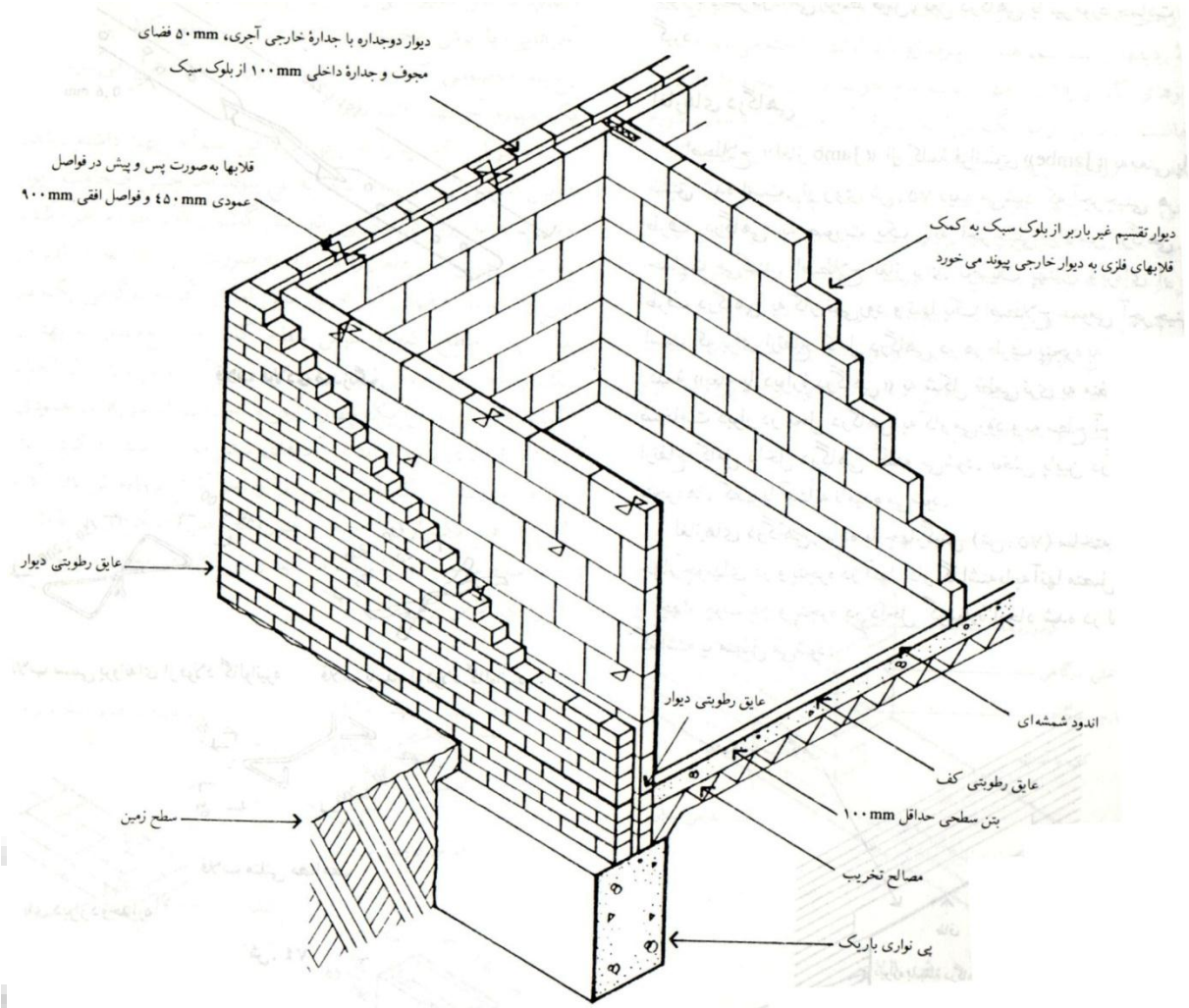
۲- دیوار دو جداره، شامل یک جدار خارجی می شود که باید در برابر عوامل آب و هوایی مقاوم باشد، همچنین فضای خالی مانع از نفوذ باران می شود و شامل یک جداره داخلی که با حمایت کف و دیوار اتصال یکپارچه پیدا می کند و نقش عایق حرارتی نیز خواهد داشت.

۳- نکته ی حائز اهمیت در دیوار دو جداره آن است که فضای خالی بین جداره به عنوان یک پل حرارتی عمل نکند یا راهی برای عبور رطوبت نشود.

۴- فضای خالی میان دوجدار نباید از ۵ سانتی متر کمتر و از ۷/۵ سانتی متر بیشتر باشد.

۵- ضخامت هر دیوار نباید کمتر از ۱۰ سانتی متر و ضخامت کل دیوار دو جداره کمتر از ۲۵ سانتی متر باشد.

۶- بست های گالوانیزه یا میلگردهای ضد زنگ به قطر حداقل ۸ میلی متر باید دو جدار دیوار را به شکلی ایمن به همدیگر متصل کنند. این بست ها (قلابهای استاندارد) عبارتند از قلاب پروانه ای، قلاب سیمی مثلثی و مضاعف و قلاب تسمه ای.



۷- در مورد بست های پیوند دهنده ی دو دیوار، فواصل اتصال آنها باید به صورت زیر باشد. در جهت افقی حداقل هر ۶۰ سانتی متر و در جهت قائم حداقل هر ۵۰ سانتی متر یکبار، به همدیگر وصل شوند. تعداد این بست ها نباید کمتر از ۴ بست در هر متر مربع باشد. ضمناً در محل باز شوها و کنج ها باید مهارهای اضافی پیش بینی شود و در هر ۳۰ سانتی متر ارتفاع یک بست ، دو سمت دیوار کنار بازشو را به هم متصل نماید.

۸- جداره های دیوار دو جداره باید از طریق کف و بام به صورت جانبی حمایت شوند. این دیوارها باید با تسمه هایی به کف و سقف (بام) متصل شوند و برای ایجاد پایداری باید در امتداد طول دیوارها و در انتهای آنها از دیوار پشت بند، جرز یا دود کش استفاده کرد.

۹- اگر از عایق بندی نیمه پر در فضای خالی میان دوجدار استفاده می شود باید حالت تخته ای – صفحه ای و صلبیت کافی داشته باشد تا بدون ایجاد شکم دادگی و تغییر شکل روی جداره داخلی بایستد.

ارزان ترین و قابل دسترس ترین عایق های حرارتی موجود برای فضای خالی میان دو جدار عبارتند از:الیاف شیشه، پشم سنگ و EPS (پلی استیرن اسفنجی)، به صورت صفحه ای، در سالهای اخیر از عایق های آلی گران قیمت نظیر XPS (پلی استیرن تزریقی)، PIR (پلی ایزوسیانورات) یا PUR (پلی اورتان) استفاده شده است. به دلیل برخورداری این عایق ها از ضریب انتقال حرارتی (U) پایین، ۵ سانتی متر فضای خالی میان دو جداره کافی است.

در مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان ایران میزان ضخامت لایه هوا برای عناصر ساختمانی مختلف ذکر شده است.

۱۰-۵-۲- روش ساخت و نصب دیوارهای دوجداره با عایق حرارتی:

۱- پر کردن دوجدار با ماده عایق: به این ترتیب که عایق همراه با دوجدار دیوار کار گذاشته می شود و به تدریج بالا می آید. برای نگهداری آن نیز از قلاب ها استفاده می گردد.

۲- ساختن در دیوار با فاصله از هم: در این روش چون در دو طرف دیوار داربست زده می شود، هزینه ها افزایش می یابد.

۳- روش تزریقی: این روش که موثرترین راه عایق بندی حرارتی دیوارهای دوجداره است. به این ترتیب می باشد که در جداره ی خارجی سوراخهایی ایجاد می کنند و سپس با دمیدن نوعی ماده عایق فضای خالی میانی را پر می کنند. فقط باید توجه شود که درزهای اطراف در گاهی ها مسدود شوند.

۱۰-۵-۳- مزایای دیوار دو جداره:

۱- به عنوان یک عایق رطوبتی عمل می کند به این صورت که تحت هر شرایطی باران های شد به سطح داخلی دیوار نفوذ نمی کند.

۲- عایق حرارتی خوبی است.

۳- عایق صوتی خوبی است.

۴- به اندود خارجی نیازی ندارد.

۵- استفاده از مصالح ارزان تر و متنوع تر را در ساخت جدار داخلی میسر می سازد.

۱۰-۶- دیوارهای دیافراگمی:

اگر یک دیوار مصالح بنایی را در نظر بگیرید،در واقع یک طره ی عمودی است که از پایه ثابت خود روی پی بالا آورده شده – نیروی جانبی تمایل دارند دیوار را خم کنند.

همان طور که گفته شد، مصالح بنایی مقاومت کششی ندارند، و حمایت جانبی دیوارها با کار گذاشتن کف ها و بام در داخل دیوار با ایجاد جزرهای پشت بند یکپارچه با دیوار با وجود می آیند.

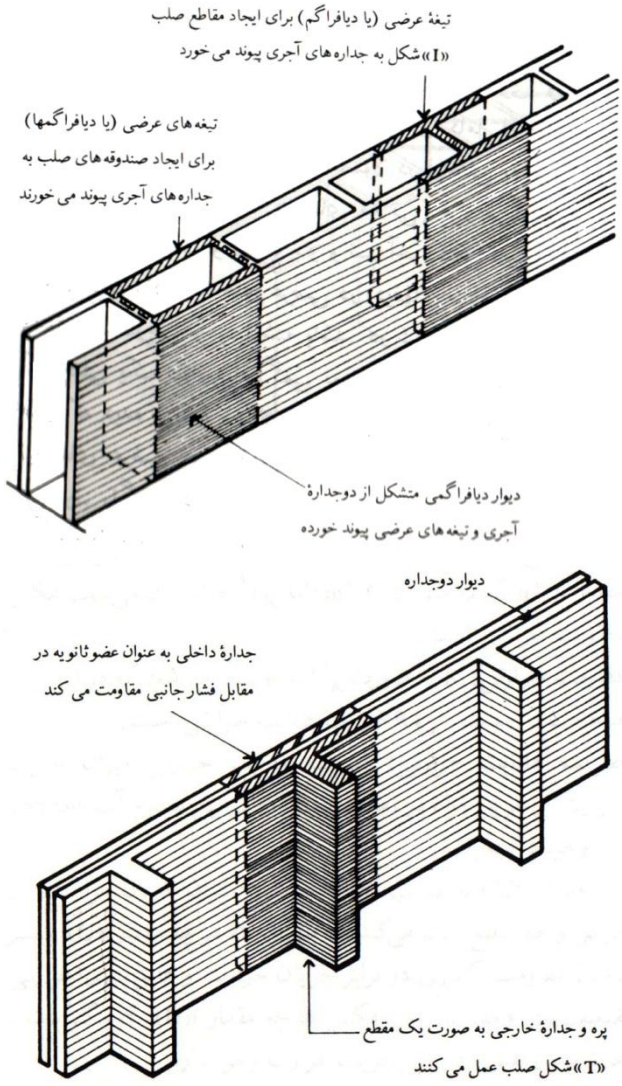
اما گاهی دیوارها ارتفاع بیشتری دارند مثلاً در فضاهایی مثل سالن های ورزش، کارخانجات، انبارها و ... که دیوارها عموماً ارتفاعی بیش از ۵ متر دارند.

از قاب های پرتال استفاده می شود این قاب ها پوشش های ورقی فولادی یا سیمان آزبستی به همراه عایق دارند.

دیوارهای دیافراگمی،دیوارهایی اقتصادی، بادوام و مقاوم در برابر آتش سوزی و نفوذ باران هستند همچنین به عنوان عایق صوتی و حرارتی عمل می کنند.

دیوار دیافراگمی در واقع دوجدار (آجری) است که توسط تیغه های عرضی یا دیافراگهای درون فضای خالی میانی به هم متصل می شوند. این دیوار از نظر سازه ای از یک مجموعه صندوقه صلب یا مقاطع I شکل، تشکیل می شود.

دیوار پره ای نیز به صورت یک دیوار دوجداره معمولی است که برای تقویت دیوار در برابر واژگونی دوجدار آن با پیوند آجری جرزهای ثبت بند ایجاد می شود این دیوار از نظر سازه ای مانند مجموعه ای از مقاطع T شکل عمل می کند.



۱۰-۷- دیوارکشی پرده ای:

سیستم دیوارکشی پرده ای به این صورت است که در آن نوعی پوشش سبک و غیر باربر به اسکلت ساختمان متصل می شود. در ساخت دیوارهای پرده ای یک سری واردها ی عمودی وجود دارند که به کمک قیدهای افقی به هم متصل می شوند و درون آنها صفحاتی از شیشه پلاستیک یا ... که نقش دیوار را دارند، قرار می گیرد.

ممکن است این دیوارها به صورت نماهای تمام شیشه ای باشند یا از پانل های نازک تشکیل شده باشند. این دیوارها حالت سبکی را در ساختمان تداعی می کنند.

دیوارهای پرده ای باید از خصوصیات زیر برخوردار باشد:

۱- مقاومت وایستایی: این دیوارها باید بتوانند علاوه بر تحمل وزن خود، در برابر فشار و مکش بادنیز مقاوم باشند. وادارهای عمودی و اتصالات وظیفه ی تامین این مقاومت را به عهده دارند.

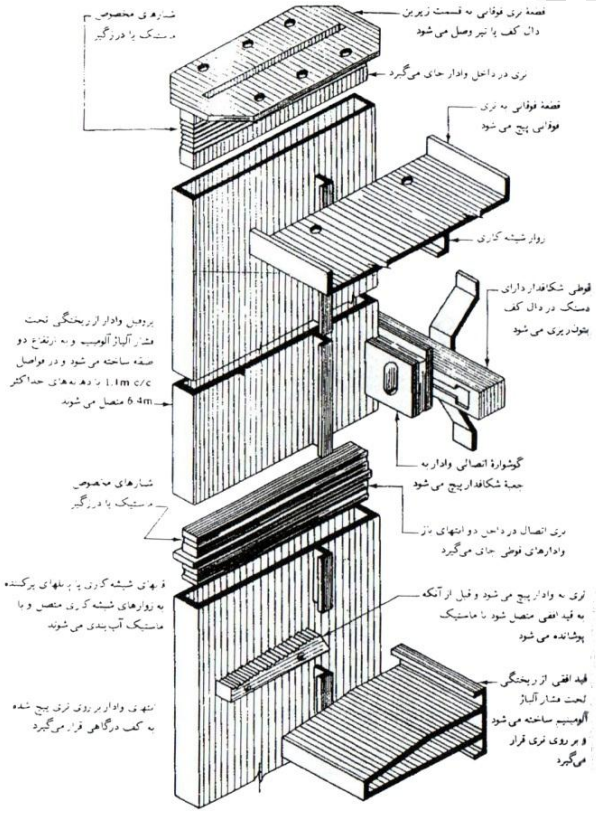
۲- مقاومت در برابر عوامل جوی: اتصال دیوارها باید به گونه ای باشد که امکان حرکت برای قطعات در اثر انبساط و انقباض و ... به وجود آید و همچنین بین دیوارها درز و منفذی وجود نداشته باشد، از این رو در بین قطعات پوششی غالباً از ماستیک، درزگیر ، لایی های پیش ساخته PVC یا لاستیک مصنوعی استفاده می شود.

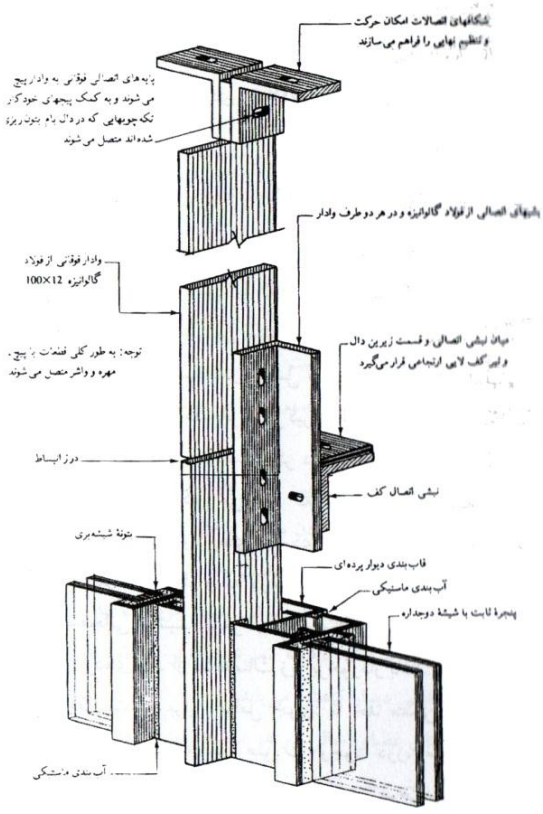
۳- کمک به حفظ درجه حرارت داخلی مطلوب: با استفاده از شیشه پنجره های تو رفته یا زاویه دار در تقسیم دیوار کشی پرده ای این کار میسر است.

۴- مقاومت در برابر آتش سوزی: با استفاده از مواد مناسب در پانل های پر کننده تامین می شود.

۵- عایق بودن به لحاظ صوتی: با کاهش سطح شیشه ها یا استفاده از پنجره با شیشه های دوجداره یا ضخیم ممکن خواهد بود.

۶- ایجاد امکان حرکات حرارتی و ساختمانی: ساختمان بیشتر از پوشش خارجی (دیوار پرده ای) در معرض حرکات ناشی از نشست قراردارد. و از سویی دیوارهای پرده ای در سطح خارجی ساختمان بیش از اسکلت ساختمان در معرض عوامل جوی و حرکات حرارتی قراردارد. برای اینکه قطعات امکان این حرکت ها را داشته باشند به این منظور از اتصالات کام و زبانه پیچ های شکاف دار و درزهای آب بندی شده با ماستیک استفاده می شود.





۷- سهولت نصب اتصالات:

وادارها به عنوان اعضای اصلی سیستم دیوار کشی پرده ای، به صورت توپر یا از پروفیل های قوطی ساخته می شوند. این وادارها به وسیله مهارهای قابل تنظیم با رابط های واقع در سطح طبقات به اسکلت ساختمان وصل می شوند.

قاب بندی ها و پانل های پر کننده، به صورت اجزاء جداگانه و یا پیش ساخته تولید و عرضه می شوند.

۱۰-۸- دیوارهای ساندویچی: این دیوارها به صورت لایه های مختلفی هستند که در کنار هم قرار گرفته اند و برخی از این لایه ها به عنوان عایق های رطوبت حرارت وصدا و ... عمل می کنند و انواع مختلفی دارند.

ملاتهای مصرفی در انواع دیوارها جدول زیر آمده است:

نوع دیوار	ملات	ملاحظات
دیوار آجری	ملات ماسه سیمان با عیار ۲۰۰ kg/m^3	در ساختمانهای با مصالح بنایی استفاده از ملات گل یا گل – آهک مجاز نمی باشد.
	ملات مایه آهک با عیار حداقل ۲۵۰ kg آهک	
	ملات باتارد به عیار ۱۰۰kg سیمان و ۱۲۵kg آهک در متر مربع ملات	
دیوار سنگی	ملات ماسه سیمان با عیار حداقل ۲۰۰ kg/m^3	
دیوار بلوک سیمانی	ملات ماسه سیمان با عیار حداقل ۲۰۰ kg/m^3	

۱۰-۹- انواع دیوار برحسب مصالح آن:

دیوارها ممکن است سنگی، آجری، چوبی، بتنی، فلزی، خشتی، گلی (چینه یا جرز) باشد.

۱۰-۹-۱- دیوار آجری:

همان طور که گفته شد آجر ساختمانی دارای ابعاد استانداردcm ۶ ×۱۱×۲۲ یا ۲۲×۱۰/۵×۵/۵ cm^3 که برای نما سازی با ضخامت های مختلف به کار می رود دارای انواع است. ازجمله آجر فشاری، آجر سفالی، آجر سوراخدار، آجر ماشینی و آجر ماسه آهکی همچنین از دیدگاه دیگری آجرها به انواع آجر معمولی (ساختمانی)، آجرنما، آجر مهندسی و آجر نیمه مهندسی تقسیم می شوند.

آجر معمولی (ساختمانی) از سختی کافی برای تحمل ایمنی بارها معمول برخوردار است اما بافت مات و رنگ ضعیفی دارد که آن را برای استفاده در نمای ساختمان مناسب نمی سازد. آجرنما با ظاهر مناسب خود این ضعف را جبران می کند ضمن اینکه تحمل بارهای بارهای وارده، تاثیرات باران، باد، یخ زدگی و ... را نیز دارد. آجر مهندسی نیز از خاک رس مرغوب به صورت سخت و یکپارچهبا مقاومت بیشتری ساخته می شود.

برای ایجاد طرحها و فرم های ویژه در نما، آجرها را تراش می دهند، تراش دادن آجر با وسایلی مانند شیشه، اره های برقی یا قلم های مخصوص صورت می گیرد که به این کار در اصطلاح " تیشه داری " می گویند.

تقسیمات آجر نیز به شرح زیر است:

سه قد

نیم قد (دو قد)

چارک (کلوک)

لاپه

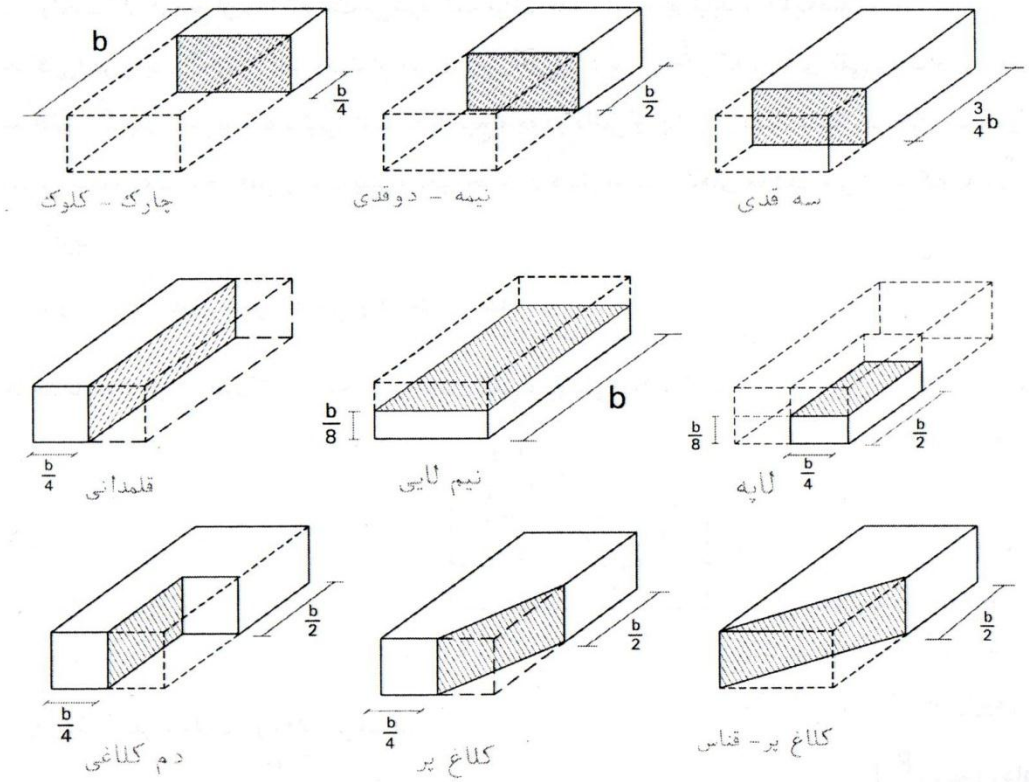
نیم لایی

قلمدانی

کلاغ پر

کلاغ پر قناس

دم کلاغی



انواع دیوار آجری	ضخامت
دیوار تیغه یا نیم آجر	۱۱cm
دیوار یک آجر	۲۲cm
دیوار یک ونیم آجر	۳۵cm
دیوار دو آجره	۴۵cm
دیوار دو و نیم آجره	۵۵cm
دیوار سه آجره	۷۰cm

آجر در صورتی که با نسبت های صحیحی از مواد اولیه (خاک رس، آب، شن وماسه) تهیه شده باشد و در کوره نیز ضمن حرارت لازم و کافی پخته شود. مقاومت ۱۰۰kg/cm^۲ را بدست می آورد. علاوه برآن طرز چیدن ردیف های آجری در یک دیوار نیز در مقاومت آن دیوار نقش دارد.

- **پیوندهای آجری:**

هدف از ایجاد این پیوندها آن است که:

۱- استحکام دیوار تامین می شود.

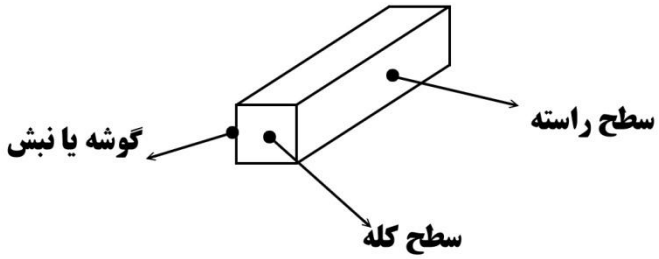
۲- نمای خوشایندی ایجاد گردد.

اصول کلی پیوندهای آجری به این ترتیب است که از نباید هیچ یک از درزهای عمودی یک ردیف مستقیماً در بالا یا پایین ردیف های همجوار قرار بگیرد.

۳- آجرها در ردیف های همجوار باید با هم به اندازه ی حداقل ۱/۴ طول آجر همپوشانی داشته باشند.

در صورتی که آجر چینی با پیوند مناسب صورت بگیرد، توزیع بارها در سطح وسیعتری صورت می پذیرد. زاویه گسترش بار در آجرچینی فعل و بستی ۶۰ درجه می باشد. وجود درزهای عمودی پیوسته نشان دهنده ضعف یک دیوار است. یعنی اگر در دیواری آجرها به صورت ستونی عمودی روی هم قرار گیرند، آن دیوار به هیچ وجه استحکام نخواهد داشت چرا که با در رفتن فقط یک آجر، تمام دیوار به سادگی فرو می ریزد.

در هر آجر دو سطح کله وراسته وجود دارد:



در زیر به انواع پیوندهای آجری اشاره می شود:

۱- پیوند کله: ذز این پیوند آجرها همگی سطح کله خود را نمایان می سازند. ساخت در این پیوند آجرها همگی سطح کله خود را نمایان می سازند. دیوارهای با ضخامت یک آجر به این شکل امکان پذیرست. اما این پیوند ظاهر خوشایندی ایجاد نمی کند و کاربرد کمی دارد.

۲- پیوند راسته: در این پیوند همه آجرها سطح راسته خود را نمایان می کنند. برای دیوارهای نیم آجری و جداره های نیم آجره ی دیوارهای دو جداره استفاده می شود.

۳- پیوند انگلیسی (بلوکی): این پیوند بسیار قوی است و در آن آجرها به صورت یک در میان در یک ردیف سطح کله و در ردیف دیگر سطح راسته خود را به نمایش می گذارند.

۴- پیوند هلندی (کله و راسته): در این پیوند آجرها در هر ردیف یک در میان کله و راسته چیده می شوند. نمای این پیوند از پیوند انگلیسی زیباتر است و به تعداد آجر کمتری نیز نیاز دارد، اما به اندازه ی پیوند انگلیسی قوی نیست.

برای پر کردن رج های آجری در انتهای هر ردیف در پیوندهای انگلیسی و هلندی از آجرهای برش خورده ای استفاده می شود که به آنها " آجر رج بند " گفته می شود. به آجرهایی با این اندازه " آجر قلمدانی " می

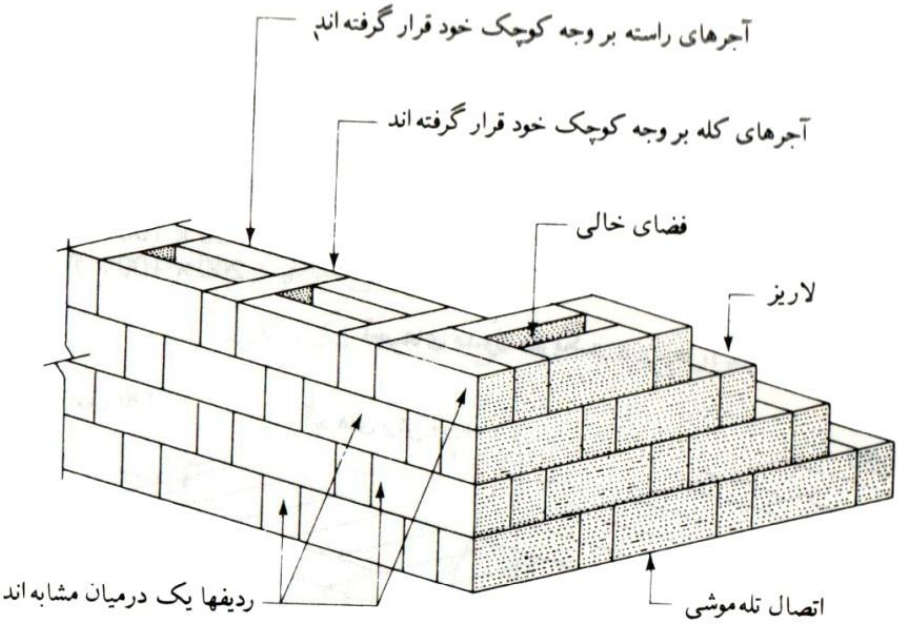
گویند البته ممکن است غیر از آجر قلمدانی از آجرهای سه قد، چارک یا کلوک نیز استفاده شود. پیوندهای فوق بسیار متداولند اما انواع دیگری از پیوندها نیز وجود دارند:

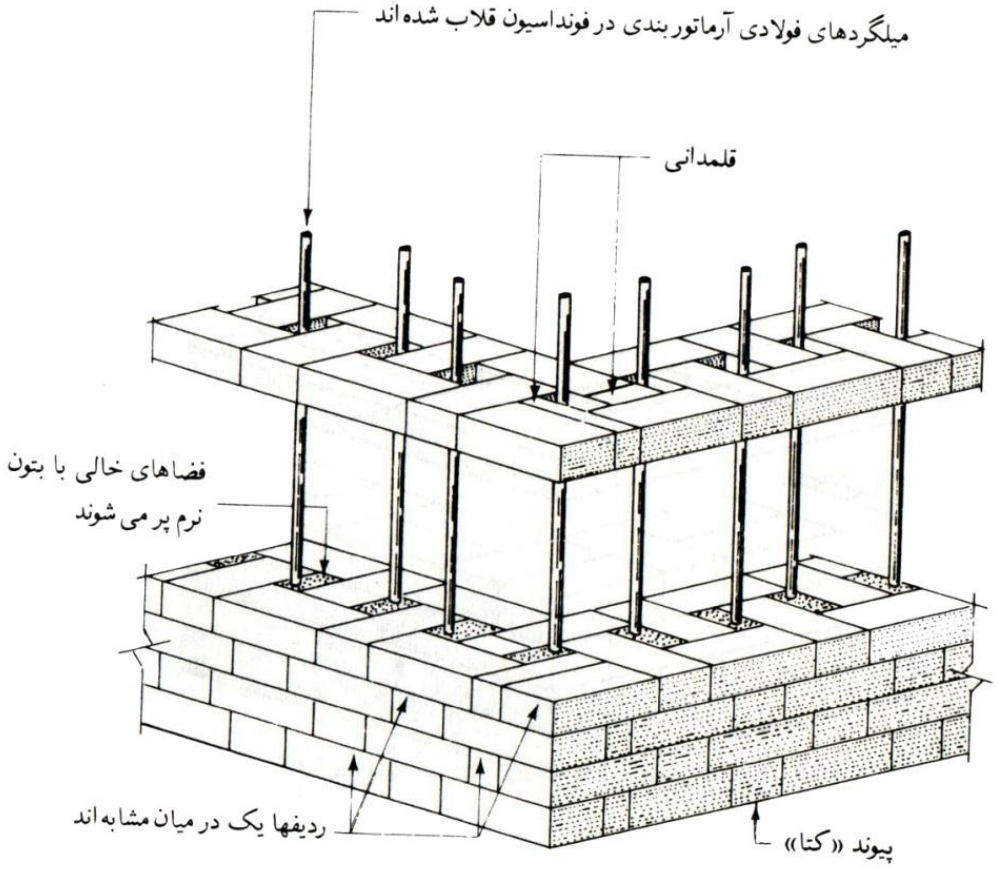
- پیوند هلندی مجرد: ترکیبی از پیوند های انگلیسی و هلندی است.

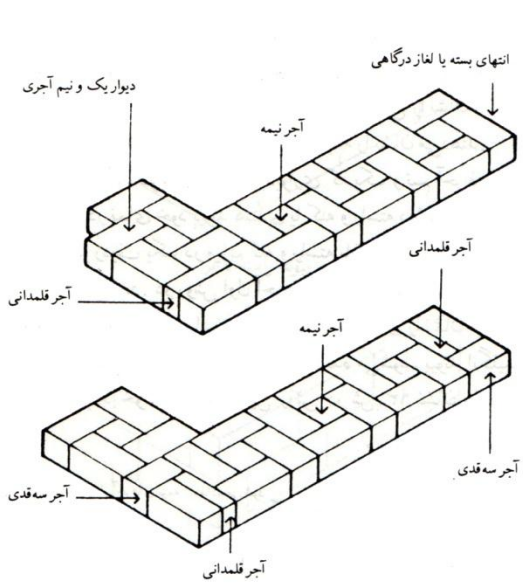
در قسمت جلو دیوار پیوند هلندی و در قسمت عقب پیوند انگلیسی استفاده می شود. بنابراین یک دیوار حداقل یک و نیم آجره احداث می شود.

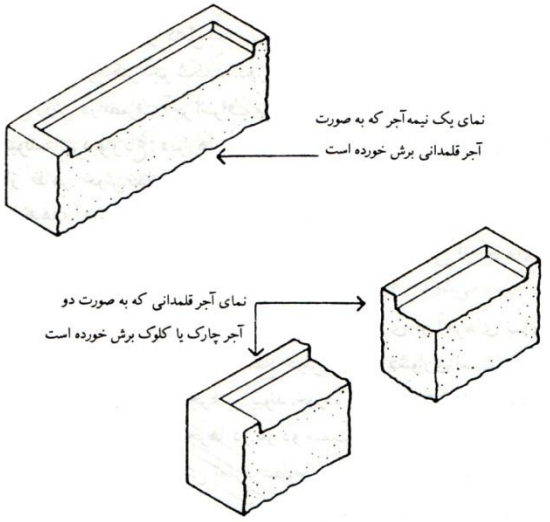
- پیوند باغ هلندی: در هر ردیف سه آجر راسته و یک آجر کله چیده می شود و نمایی زیبا اقتصادی ایجاد می کند.
- پیوند دیوار باغ انگلیسی: سه ردیف آجر راسته و یک ردیف آجر کله چیده می شود.
- پیوند تله موشی: آجرهای راسته کله برروی کوچکترین وجه خود چیده می شوند. فایده آن صرفه جویی در مصالح و کاهش مقدار بار است این پیوند برای پشت کار آجری روکش هایی مانند آردواز استفاده می شود.
- پیوند کتا[۲۳] یا آجر چینی مسلح: این پیوند جهت دیوارهای حائل استفاده می شود و در واقع مقاومت دیوارهای یک ونیم آجری را افزایش می دهد. در این پیوند در فواصل خالی بین آجرها میلگرد های فولادی در فونداسیون قلاب می شوند و این فضاهای خالی را با بتن نرم پر می کنند.

[۲۳] Quetta

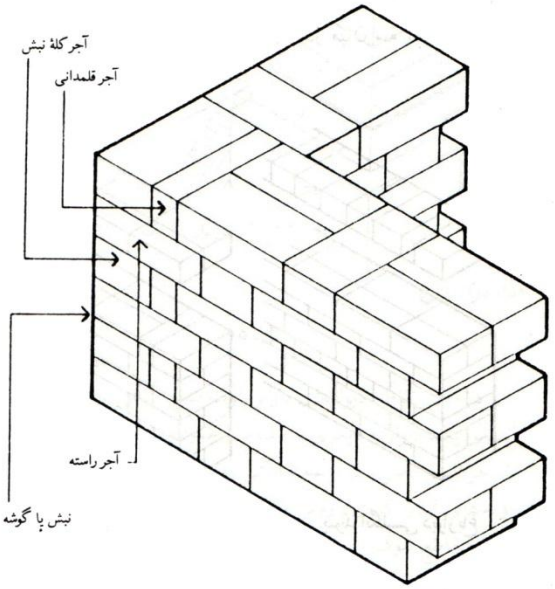

آجرهای راسته بر وجه کوچک خود قرار گرفته اند
آجرهای کله بر وجه کوچک خود قرار گرفته اند
فضای خالی
لاریز
ردیفها یک درمیان مشابه اند
اتصال تله موشی

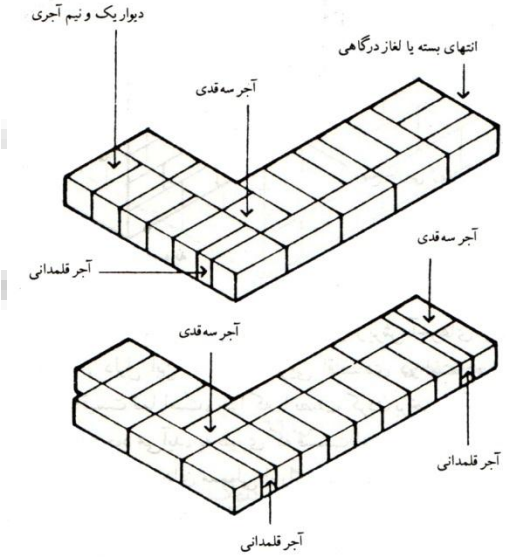

میلگردهای فولادی آرماتوربندی در فونداسیون قلاب شده اند
قلمدانی
فضاهای خالی با بتون
نرم پر می شوند
ردیفها یک در میان مشابه اند
پیوند «کتا»





پیوند هلندی یا کله و راستهٔ دوسویه





پیوند انگلیسی یا بلوکی

توجه به نکات زیر در اجرای پیوند های آجری و دیوارهای آجری ضروری است:

۱- حتی الامکان آجرهای تکه شده در ساخت دیوارهای باربر استفاده نمی شود چرا که کاربرد آجرهای سالم سبب قفل و بست بهتر آجر چینی و مقاومت بیشتر دیوار خواهد شد.

۲- ردیف های آجری باید کاملاً افقی چیده شوند و اتصال میان آنها با استفاده از ملات مناسب صورت بگیرد.

۳- دیوار چینی باید کاملاً قائم و شاغولی باشد.

۴- بندکشی بندهای قائم یک رج در میان دقیقاً در برابر هم و به صورت شاغولی قرار بگیرند.

۵- اگر دیوار چینی به صورت صحیح انجام گیرد. دیوار از نشست های نا همگون و شکست های احتمالی آن در اثر بارهای متمرکز (نقطه ای)محفوظ خواهد بود. خصوصاً در محل تقاطع دیوارها (کنج ها) ایجاد قفل بست کامل بسیار مهم و ضروری است. به این منظور باید یک رج در میان از قطعات اتصال یا لا بند[۲۴] استفاده شود.

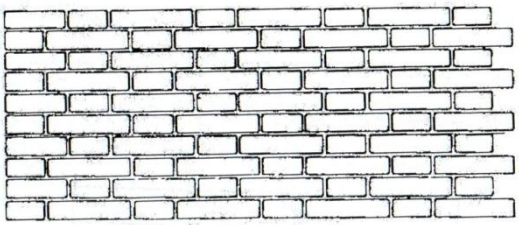
۶- اجرای دیوار چینی باید به صورت یکنواخت به لحاظ ارتفاع انجام بگیرد. به طوری که ارتفاع دیوار چینی در یک قسمت ساختمان نباید نسبت به سایر دیوارها بیشتر از یک متر اختلاف پیدا کند.

۷- آجر کاری در دمای زیر $5^{\circ}C$ مجاز نیست در شرایط آب و هوایی سرد باید دیوارهای تازه چیده شده پوشانده شده و گرم نگه داشته شوند.
در شرایط متعارف آجرکاری با ملات ماسه سیمان یا با تارد باید دست کم دو روز مرطوب نگه داشته شده و از خشک شدن آن جلوگیری شود.

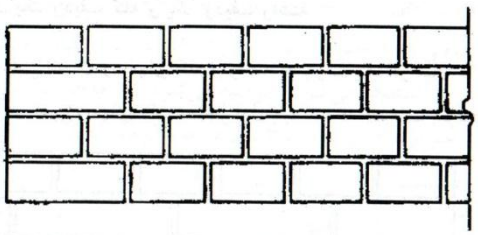
۸- دیوارها باید به صورت پیوسته در یک سطح و به محازات هم ساخته شوند در صورتی که انجام این عمل مقدور نباشد قسمتهای بالا و پایین باید به صورت لاریز به هم مرتبط شوند. اجرای " لاریز" که در شکل ریز نشان داده شده است. معمولاً در گوشه ها یا در فواصل دیوارهای طولانی استفاده می شود. در این صورت ساخت لاریز، دیوار به قطعات کوچکتری تقسیم می شود و کنترل دیوار چینی ساده تر می شود.

۹- در اتصال قسمتهایی که " لاریز " توصیه می شود با توجه داشت که به هیچ عنوان از عمل به اصطلاح " هشت گیر " استفاده اجرایی نشود. اجرای " هشت گیر " در شکل زیر نشان داده شده است:

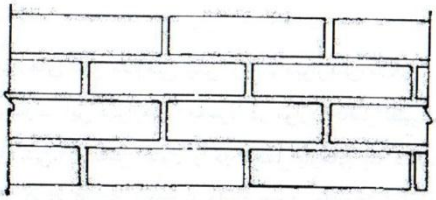
[۲۴] به ایجاد قفل و بست آجرها در محل تقاطع دیوارها به صورت یک در میان لابند می گویند.



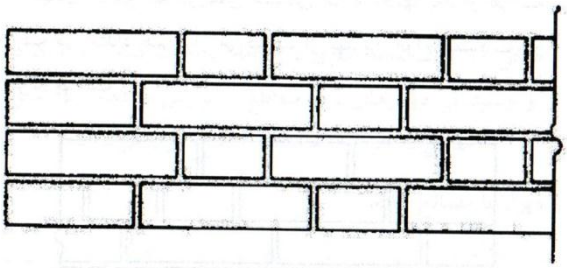
طرز تعبیه هشت و گیر در یک دیوار آجری



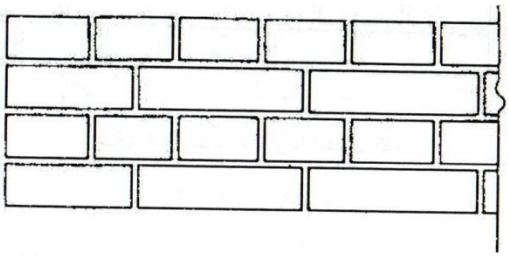
نمای دیوار با اتصال کله



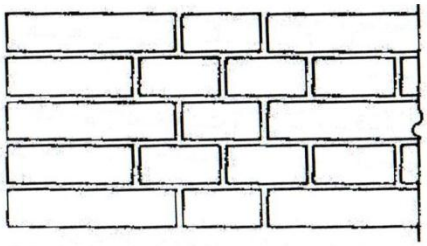
نمای دیوار با اتصال راسته



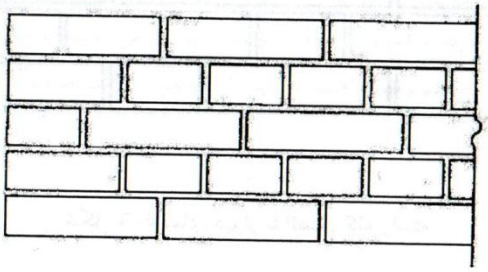
نمای دیوار با اتصال کله راسته



نمای دیوار با اتصال یک ردیف کله و یک ردیف راسته



دیوار با اتصال هلندی



دیوار با اتصال خاجی

۱۰- برای کارکرد بهتر آجر، دیوار چینی لازم است آجرها زنجاب شوند. زنجاب کردن یعن آجرها پیش از مصرف در آب خیسانده و اشباع شوند. علت انجام این کار یکی آن است که بعداً روی آجرها آلوئک ایجاد نشوند دیگر اینکه ملات آجر چینی نسوزد، یعنی آب ملات توسط آجرها جذب نشود. چرا که اگر ملات، آب خود را پیش از سخت شدن و گرفتن از دست بدهد کارایی خود را از دست خواهد داد.

۱۱- آجرهای مصرفی در نما نیز لازم است " آب ساب " شوند.آب ساب شدن یعنی آجر ابتدا زنجاب شده و سپس سطح آن با سنگ سمباده ساییده شود تا نمایی صاف و یکنواخت حاصل گردد.

۱۲- شرایط دیوارچینی در انواع دیوارها:

نوع دیوار	مصالح مصرفی	ضخامت
دیوار داخلی باربر	آجر مرغوب و ملات ماسه سیمان (۱:۶) آجر مرغوب و ملات با تارد (۱:۲:۸)	۲۰cmحداقل
دیوار داخلی غیر باربر (تیغه)	آجر معمولی یا سفالی مجوف با ملات گچ و خاک	۶cm
	آجر معمولی یا سفالی مجوف با ملات گچ و خاک آجر معمولی یا سفالی مجوف با ملات با تارد ۱:۲:۸ آجر معمولی یا سفالی مجوف با ملات ماسه سیمان ۱:۶	۱۰cm
	آجر معمولی یا سفالی مجوف با ملات ماسه آهک ۱:۳ آجر معمولی یا سفالی مجوف با ملات با تارد ۱:۲:۸ آجر معمولی یا سفالی مجوف با ملات ماسه سیمان ۱:۶	۲۰cm

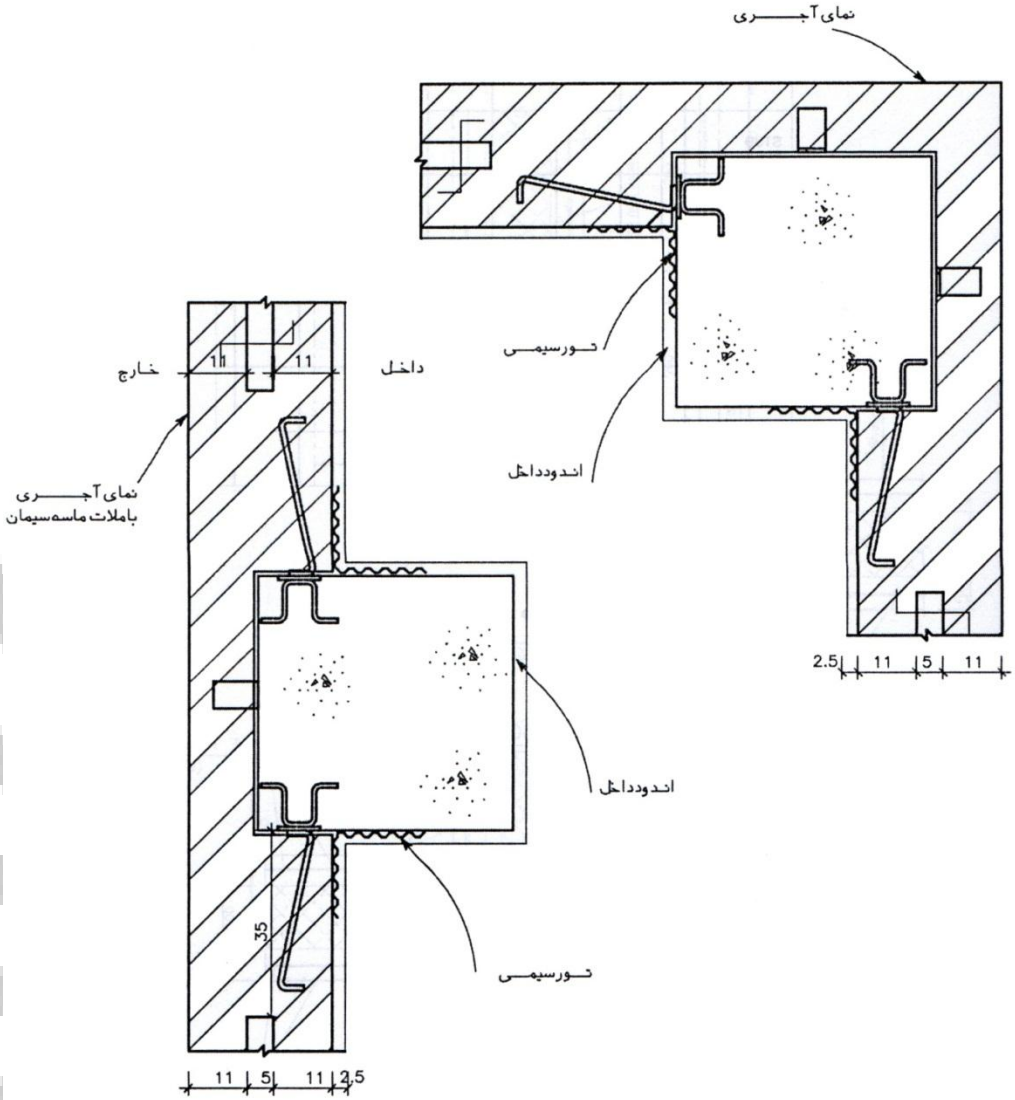
۱۳- عملکرد دیوار یا ستون آجری با ضریب لاغری و نحوه گیرداری آن مرتبط است.

به طور کلی نباید ضریب لاغری دیوارهای آجری باربر با ملات ماسه سیمان بیشتر از ۱۸ و ضریب لاغری دیوار آجری باربر با ملات ماسه آهک بیشتر از ۱۲ باشد.

۱۴- اتصال ستون به دیوار:

وقتی دیوار چینی در مجاورت ستون های فلزی یا بتنی قرارمی گیرد و در این نقاط درز پیش بینی نشده است. باید نحوه ی اتصال ستون به دیوار مطابق جزئیات نقشه های اجرایی صورت بگیرد. در غیر این صورت بایستی به شرح زیر عمل شود:

۱- اتصال دیوار آجری با ستون بتنی: در هر متر از ارتفاع صفحه ای به ابعاد ۶mm×۱۰۰×۱۰۰ که شاخکهای مناسبی دارد، در هنگام بتن ریزی داخل ستون بتنی کار گذاشته می شوند. شاخک های U شکل دیوار آجری، درون ملات بین آجرها، داخل دیوار آجری قرار می گیرند. از این صفحات برای اتصال میلگرد های z شکل به طول ۵۰ سانتی متر که یک سر آن روی صفحه جوش شده و سر دیگر آن روی دیوار قرار می گیرد استفاده می شود.



۲- اتصال دیوار آجری با ستون فلزی:در هر متر از ارتفاع یک قطعه اتصال T شکل از میلگرد حداقل به قطر ۸ mm و به اندازه۳۵۰ mm ×۱۵۰ به ستون فلزی جوش می شود (۱۵۰mm از این قطعه به ستون جوش می شود) این قطعه باید داخل ملات دیوار چینی قرار گیرد.

۱۵- ملات دیوار چینی و بندکشی دیوارهای آجری:

نوع ملات دیوارهای آجری با توجه به باربر بودن یا غیر باربر بودن دیوار مورد نظر انتخاب می شود پس از گیرش کافی ملات و پیش از سخت شدن آن درزهای آجر چینی را به عمق ۲ سانتی متر خالی می کنند و عمل بندکشی را آغاز می نمایند.

اصلاح بندکشی به نازک کاری درزهای ملاتی میان آجرها اطلاق می شود که به منظور ایجاد بندهای تمیز و خوش نما در آجر چینی اجرا می شود.

در این باره بخش ۱۰ - ۱۱- بیشتر توضیح داده خواهد شد.

۱۵- ملاتهای آجر چینی:

نقش ملات در آجر چینی آن است که تنش ها، کشش،فشار و برش را به صورت یکنواخت به آجرهای مجاور منتقل نماید.

ملات آجر چینی بایستی از مقاومت کافی، دوام، کارایی و چسبندگی خوب برخوردار باشد و ضمن امکان تولید اقتصادی خود را حالت خمیری تا زمانی که آجر روی آن کار گذاشته شود حفظ نماید.
اگر ملات مصرفی ضعیف تر از آجرها باشد، ترکهای نشستی در طول درز آجرها پیش می روند البته این ترک ها قابل ترمیم است اما اگر ملات از آجرها قوی تر باشد ترکهای نشستی عمودی روی درزها و آجرها ایجاد می شوند و سبب تخریب و تضعیف دیوار می شود.
جدول زیر انواع و موارد مصرف ملاتهای آجرچینی را نشان می دهد.

نوع ملات	محل مصرف
ماسه سیمان ۱:۳ (ماسه : سیمان)	آجرچینی فونداسیون ها و مکان های در معرض عوامل جدی
آهک ۱:۳ (ماسه : آهک) با تارد یا حرامزاده) ماسه : آهک: سیمان): ۶: ۱ : ۱	فقط استفاده داخلی مکان های در معرض عوامل شدید جوی
۹ : ۲ : ۱	اغلب شرایط به جز مکانهای در معرض عوامل شدید جوی
۱۲ : ۳ : ۱	فقط مناسب برای استفاده داخلی

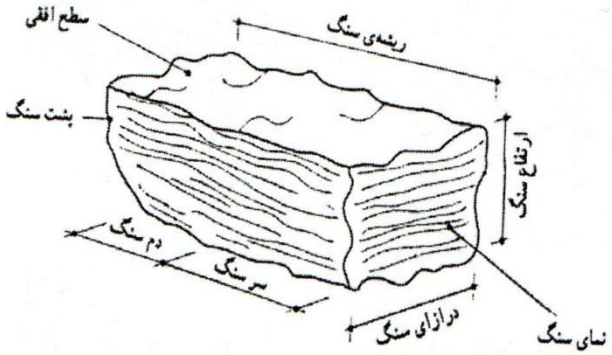
۱۰-۹-۲- دیوار سنگی:

۱۰-۹-۲-۱- اصول کلی انتخاب سنگ:

لازم است در ابتدای بحث دیوارهای سنگی به بیان ویژگی های سنگهای مناسب پرداخته شود. تا مشخص شود که به طور کلی چه سنگهایی برای ساخت دیوارهای سنگی مناسب می باشند،سنگ های مناسب برای دیوارهای سنگی باربر عبارتند از کلیه سنگ های آتشفشانی (گرانیت، دیوریت، گابرو و ...) ، سنگ های آهکی متراکم، ماسه سنگ های سیلسیی، مرمریت ها، کوارتریت ها و دولومیت ها.
و توفهای آتشفشانی، سنگ گچ و سنگ صابونی (تالکوم) باید صرفاً در کارهای غیر باربر به مصرف برسند.
به طور کلی سنگ مصرفی باید از ویژگی های زیر برخوردار باشد:

- بافت سنگ باید بدون شیار، ترک ورگه های سست بوده و بدون خلل و خرج و پوسیدگی باشد.
- مکش آب سنگ بیش از ۵ درصد وزن آن نباشد.
- ضریب نرم شدن سنگ در آب، در مورد سنگهای باربر و نما باید حداقل ۷۰ درصد باشد.
- دارای مقاومت فشاری متناسب با مورد مصرفش باشد و تاب فشاری سنگها برای کارهای بنایی باربر نباید کمتر از $۱۵۰ kg/cm^۲$ باشد)
- در برابر عوامل جوی (فرسایش، یخ زدگی و ...) پایدار باشد.
- آلودگی هایی مانند گل و لای و چربی به همراه نداشته باشد.

- از مصرف خرده سنگ و سنگ های دارای زوایای کمتر از ۹۰ درجه اجتناب شود.
- سنگهای کاس (توگود) که خطر شکسته شدن دارند، به کاربرده نشوند.



۱۰-۹-۲-۲- دوام و نگهداری دیوار سنگی

در گذشته از مقاومت فشاری ذاتی سنگ برای ساخت سازه های بزرگ استفاده می شد، اما امروزه در استفاده از سنگ به عنوان مصالح نما، روی مقاومت فشاری سنگ تکیه نمی شود. شرایط پایداری آن(رعایت نسبت لاغری، نیاز به دیوارهای پشت بند، جرزها، دودکش ها و ... و شرایط حمایت جانبی توسط کف ها و بام ها در ارتفاع دیوار) همانند دیوارهای آجری یا بلوکی می باشد.

عموماً سنگ های طبیعی برای دیوار چینی ازدوام کافی برخوردار هستند سنگ گرانیت در مقابل تمام عوامل جوی معمول مقاوم بوده و قادرست برای صدها سال، پرداخت طبیعی خود را حفظ کند. ماسه سنگ های سخت نیز در برابر عوامل جوی بسیار مقاومند اما به خاطر بافت درشت خود ذرات غبار و آلودگی را به خود می گیرند و به مرور لک می شوند. برای تمیز کردن آنها ممکن است هر چند وقت یکبار از شن پاشی، فرآیندهای شیمیایی یا سایر روشهای شست و شو استفاده شود. دیوارهای ساخته شده از سنگ آهکی نیز از دوام کافی در طول عمر ساختمان برخور دارند اما رنگ این سنگها به مرور زمان بر اثر تغییرات آب و هوایی تغییر کرده ظاهری سیاه سفید پیدا می کند. سطح این سنگها را با آب فشانی، بخار و برس کشی می شویند تا قشر کثیف روی سنگ زدوده شود.

سنگهای طبیعی غیر قابل اشتغال هستند و جز تمیزکاری دوره ای به مراقبت خاصی احتیاج ندارند. اما برای عایق بندی حرارتی آنها باید از مواد عایق در اجرای دیوار استفاده نمود.

۱۰-۹-۲-۳- انواع نماسازی با سنگ:

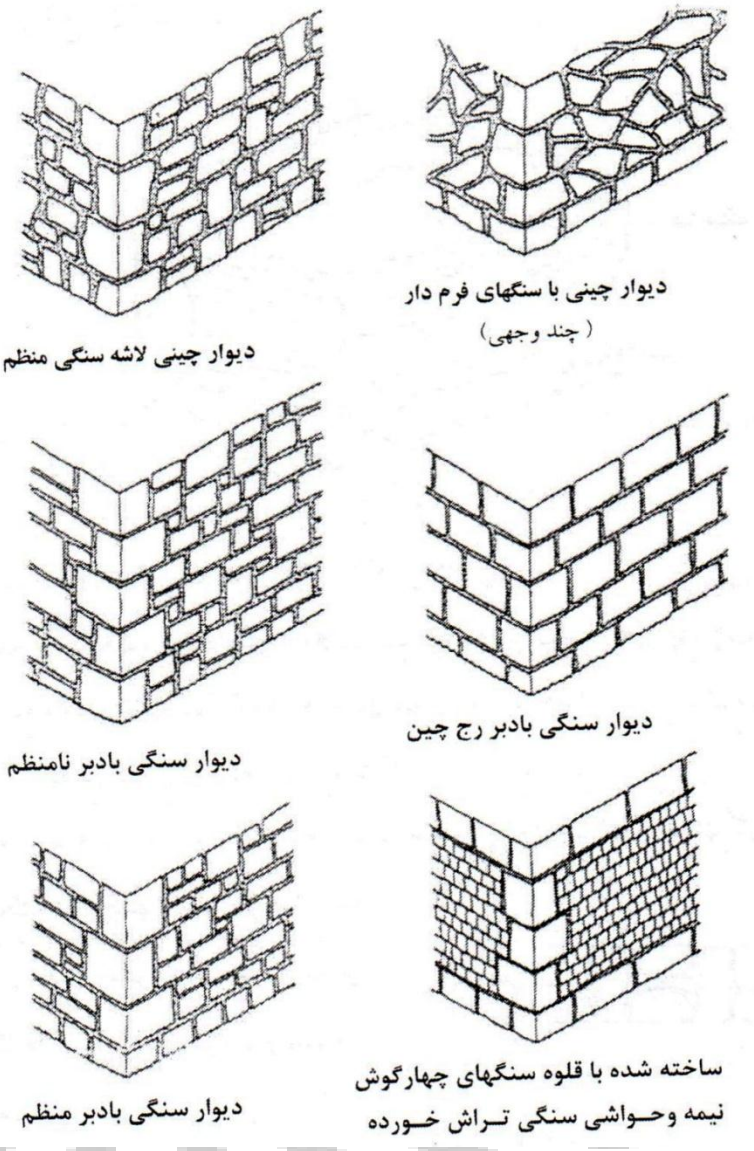
سنگهایی که در ساخت دیوار به کار می روند ممکن است به دو صورت نما چینی و لاشه چینی مورد استفاده قرار گیرند.

نماسازی با سنگ را از منظر دیگری نیز تقسیم بندی می کنند که به صورت زیر است.

نما سازی دستی که توسط بنا با ابزارهای مختلف انجام می گیرد

و نما سازی ماشینی (برقی) که با ابزارهای مختلف مانند اره برقی، سنگ سمباده، فیبری و... انجام می شود و با توجه به ابزار و نوع تراش نماهای گوناگونی بدست می دهد.

به نمای اره شده ای که با دستگاههای ساب پرداخت و ساییده شده، نمای پرداختی و ساب خورده می گویند. این روش نما سازی گران ترین نوع نماسازی بوده و بیشتر برای سنگهای تمام تراش و طرحهای ویژه به کار می رود.



۱۰-۹-۲-۴- اجرای دیوار سنگی (دیوار با نمای سنگ)

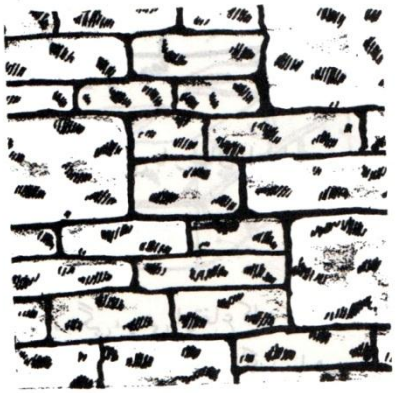
دیوار سنگی ممکن است کاملاً از بلوکهای سنگی ساخته شود یا پلاکهای سنگی به عنوان نما به دیوار متصل شود. دیوارهای دوجداره سنگی نیز مانند دیوارهای دوجداره آجری و بلوکی در دولایه اجرا شده توسط قلابهای فولادی ضد زنگ به هم متصل و مهار می شوند و همچنین در بالا سر در گاهی ها، آستانه و لغازها از عایق رطوبتی استفاده می شود.

سنگهای طبیعی (مانند سنگ آهک، ماسه سنگ و ...) باید به صورت نشسته بر بستر[۲۵] طبیعی خود در دیوار چینی قرار گیرند تا قادر به تحمل تنش های فشاری باشند و سنگهای قوس باید به گونه ای چیده شوند. که بستر آنها با شکل شعاعی و همگرا به سمت مرکز قوس منطبق باشد.

همچنین سنگ چینی دیوار باید به صورت یکنواخت بوده و به گونه ای باشد که رج های سنگی هیچ وقت در هیچ قسمتی بیش از یک رج از قسمت های دیگر آن بالاتر نباشد. در زیر به توضیح چند اصطلاح متداول در دیوار چینی پرداخته می شود:

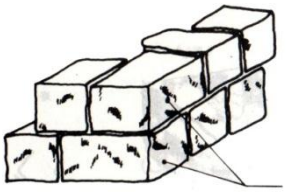
- **رج:** قطعات سنگ بین دوبند (درز) افقی سراسری در طول دیوار قرار گرفته و ارتفاع (فاصله بین دو بند افقی) آن برابر ارتفاع سنگ گوشه (نبش) باشد تشکیل یک رج سنگی را می دهد. رج های دیوار سنگی ممکن است مساوی یا نا مساوی باشند.

دیوار سنگی با رجهای نامساوی



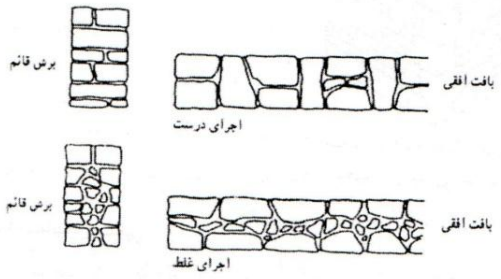
دیوار سنگی به رج برده شده

دیوار سنگی با رجهای مساوی

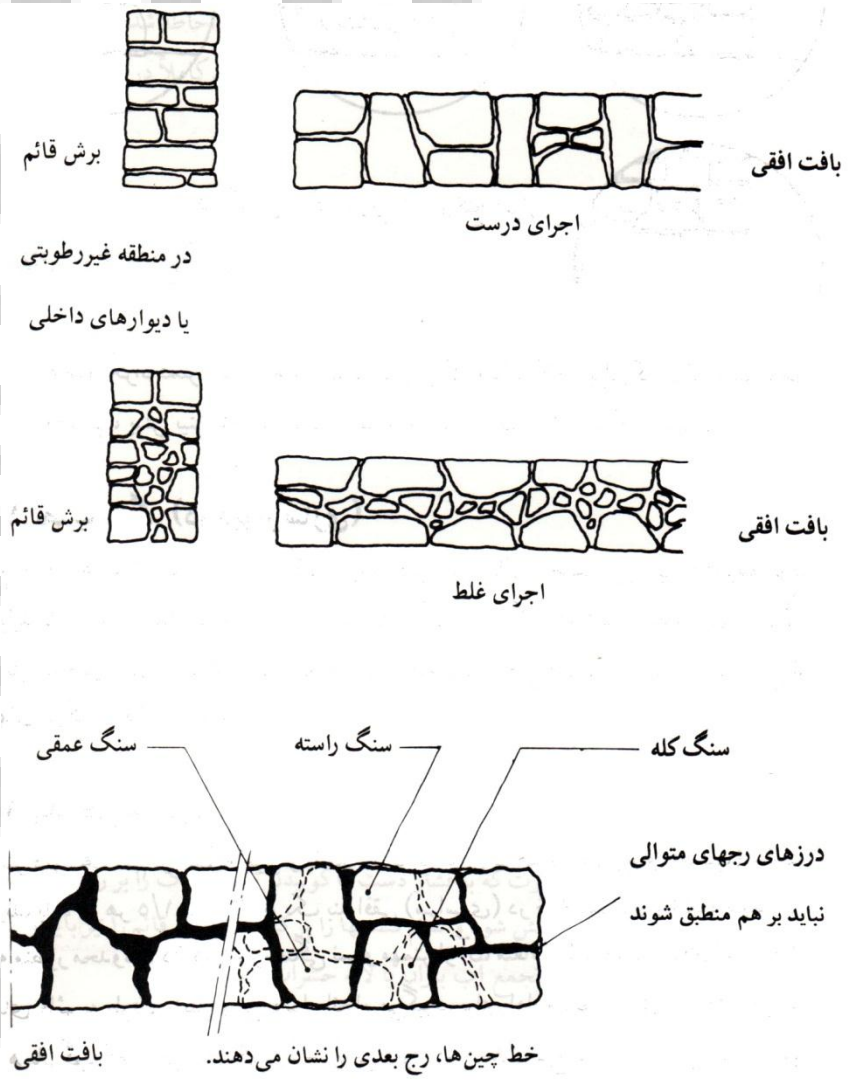


[۲۵] بستر سنگ به سطحی از سنگ گفته می شود که موازی با طبقات سنگی (چنیه) معدن آن است.

- **بند افقی سراسری:** دیوار چینی (خشکه چینی یا دیوار چینی با ملات) باید در هر ۱/۵ متر ارتفاع دیوار، یک بند افقی سراسری در ضخامت دیوار ایجاد شود دلیل اجرای این بند ایجاد نظم بیشتر در چنیش سنگها، انتقال نیروهای بهتر به طرف پایین و پی دیوار می باشد.

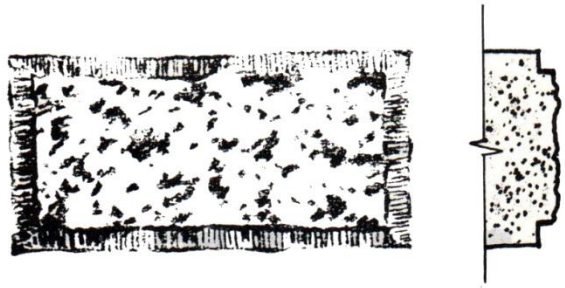


- **بافت دیوار:** قفل و بست سنگها باید هم در نما و هم در ضخامت دیوار رعایت شود.

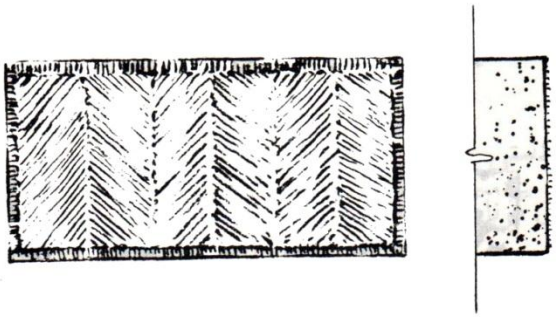


عرض محل تکیه یک سنگ دیگر حداقل باید ۱۰ سانتی متر باشد. و سطح نمای سنگهای هم اختلاف زیادی نداشته باشند تا زیبایی و همگنی دیوار حفظ شود. بالای دیوار را نباید با ملات پوشاند، بلکه باید پوشش مناسب (سنگی، بتنی، فلزی) از دیواری محافظت کند.

– **بندها:** در سطح پشت، جلو، بافت قائم و افقی دیوار، هرگز نباید درزها با هم تشکیل چهار راه بدهند. نباید بیشتر از سه درز با هم برخورد کننده و طول درز قائم بیشتر از مجموع ارتفاع دو سنگ روی هم قرار گرفته، بشود. همچنین از ایجاد درزهای مورب که موجب انتقال نا درست نیروها می شود، اجتناب شود.



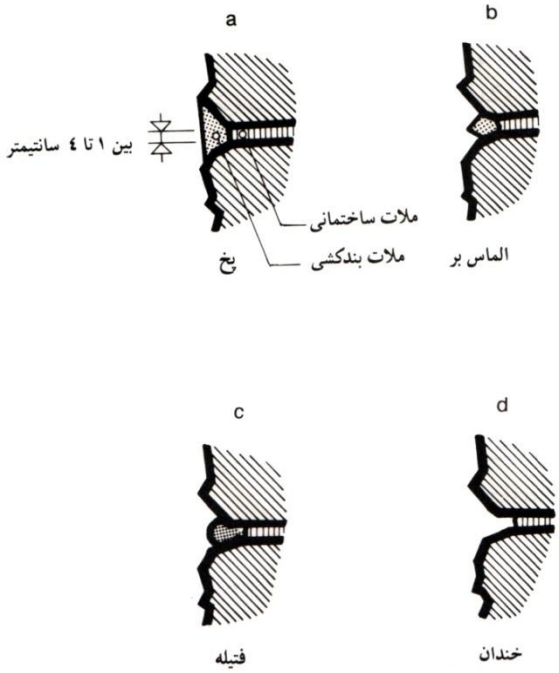
نمای قلم کاری شده



نمای ماشینی (برقی)

– **انواع بند کشی دیوار سنگی:** بند کشی درزهای نما باید متناسب با اقلیم، نما سازی، محل احداث دیوار، نوع و مقاومت سنگ و همچنین طور نوع و مقاومت سنگ و همچنین نوع و مقاومت ملات صورت بگیرد ضخامت بندکشی دیوارهای سنگی هرگز نباید از ۱۰mm کمتر از ۲۵mm بیشتر شود گر درنقشه ها غیر از این باشد

در شکل زیر انواع بند کشی دیوارکشی دیوار سنگی مشخص شده ویژگی های هریک در زیر آن آمده است.



شکل بندکشی الماس بر(الماس تراش)
احتمال نفوذ آب و خطر خرد شدن
ملات بندکشی در آن وجود دارد.

بند کشی پخ (همباد)
خطر خرد شدن ملات بندکشی در
موقع یخبندان وجود دارد.

بندکشی خندان
(درز تو خالی)
بدون ملات بند کشی اجرا می شود.
در بیشتر مناطق قابل قبول است.

بند کشی قتیله
تاحدود زیادی مقاوم است
ظاهری زیبایی دارد.

محافظت از سنگ:

- پس از نصب سنگ نباید هیچ ضربه ای به سنگ وارد شود. تیشه کاری، قلم کاری و ... همه باید قبل از نصب روی سنگ انجام شود. سنگ های مصرفی باید تمیز و عاری از آلودگی بوده ، در زمان انبار در کارگاه و تا پایان عملیات بنایی از عوامل جوی محافظت شوند.
- مرطوب نگه داشتن سنگ: هنگام بنایی باید نخست سنگ ها را مرطوب نموده و سپس از آنها استفاده کرد. قبل از نصب هر رج سنگ ، رج زیرین را بایستی تمیز و مرطوب نموده، سپس روی آن ملات را پخش کرد. دیوار تمام شده نیز باید متناسب با اقلیم و فصل تا مدتی پس از بنای مرطوب نگه داشته شود.
- **قفل و بست سنگها:** باید با استفاده مناسب از سنگهای بلند ریشه (کله و عمقی) و سنگهای کوتاه ریشه (راسته) قفل و بست لازم را میان سنگها به وجود آورد. در دیوارهای خارجی ساختمان (محلی که در معرض رطوبت قرار دارد) اندازه ریشه سنگهای عمقی نباید از $\frac{2}{3}$ ضخامت دیوار و از ۱۵cm کمتر در نظر گرفته شود و پشت این سنگ عمقی یک سنگ راسته یا کله قرار بگیرد تا مانع از نفوذ رطوبت به داخل ساختمان شود.
- نسبت تعداد سنگهای کله به بقیه سنگها، نباید در هیچ حالتی کمتر از $\frac{۱}{3}$ باشد همچنین فاصله محورهای دو سنگ کله از هم نباید بیشتر از ۱/۵ متر شود.

- ضخامت دیوار سنگی: از این جهت که بیشتر سنگهای طبیعی عایق حرارتی خوبی نیستند ضخامت دیوار سنگی را ۴۵cm در نظر می گیرند. یعنی برای افزایش زمان عبور سرما و گرما، آن را ضخیم تر در نظر می گیرند. مقدار این افزایش ضخامت دیوار سنگی در بالای آن نباید از ۴۰cmکمتر اختیار شود. مگر در نقشه ها غیر از این حداقل باشد.
- عدم تماس سنگها: در دیوارهای سنگی که با ملات ساخته می شوند. جهت انتقال بهتر نیروها لازم است تماس سنگها با هم از طریق ملات باشد و سنگها مستقیماً با هم در تماس نباشند. سنگها باید به خوبی به ملات بچسبند و سنگهای تو کار کاملاً در ملات غرق شوند.
- بنایی در سرما: انجام بنایی با سنگ در مواردی که دمای هوای محل کار یا مصالح مصرفی از ۵c+ کمترست مجاز نمی باشد، مگر شرایط مساعد فراهم گردد.
- دیوار خشکه چین سنگی: دیوارهای خشکه چین، معمولاً برای دور نمای حصار استفاده می شوند و فقط وزن خود را تحمل می کنند. عمر این دیوارها کوتاه است. حداقل ضخامت قابل قبول آنها ۶۰ سانتی متر و نسبت ضخامت به ارتفاع در آن ها حداقل $\frac{۱}{3}$ است. سنگهای مصرفی در این دیوار، بهتر است. دارای سطوح چهار گوش و مرتب با شند و در رگهای منظم و افقی روی بستر آماده شده قرار گیرند تا حداکثرتماس با کف یا لایه زیرین در آنها برقرار شود. در هرصورت سنگ باید در سه نقطه با کف در تماس باشد. در خشکه چینی فاصله بندها نباید بیش از ۳۰mm باشد.
- بنای رج اول: در رج زیرین (سنگهایی که بلا فاصله روی پی یا در زیر سازی دیوار استفاده می شود) خصوصاً در دیوارهای خشکه چین باید از سنگهای بزرگ بلند ریشه (کله و عمقی) استفاده کرد.
- ارتفاع سنگهای پای دیوار یعنی فاصله اولین درز افقی تا زمین نباید کمتر از ۳۰سانتی متر باشد. همین طور در گوشه ها و محل های تقاطع دیوارها از ستگهای کله و عمقی (بلند ریشه) استفاده می شود بهتر آن است که ارتفاع این سنگها تقریباً ۲ برابر ارتفاع سنگهای مجاور باشد.

۱۰-۹-۲-۵- ملات دیوار چینی سنگی:

به طور کلی دو نوع ملات برای ساخت دیوارهای سنگی پیشنهاد می شود:

۱- ملات ماسه سیمان با عیار حداقل ۲۰۰kg سیمان در متر مکعب ملات (یک حجم سیمان و شش حجم ماسه)

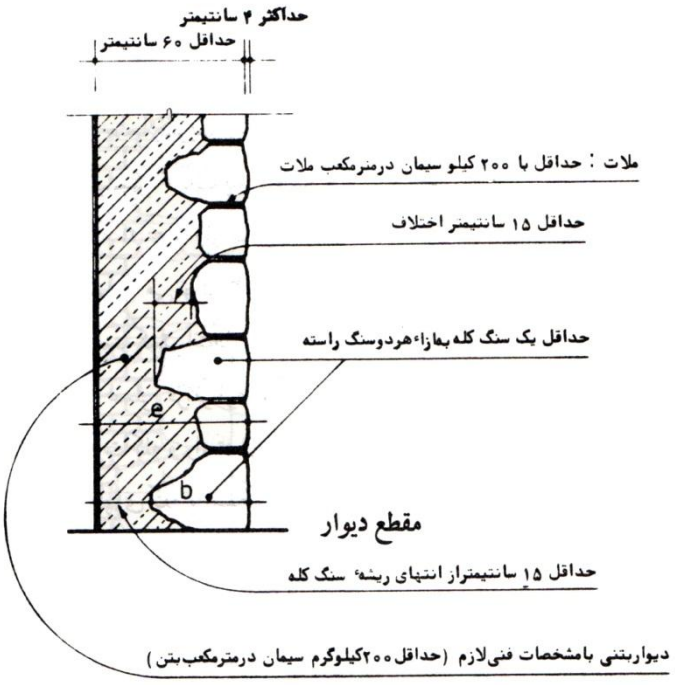
۲- ملات حرامزاد (باتارد) با نسبتهای مختلف ماسه سیمان آهک که متداول ترین آنها یک حجم آهک، یک حجم سیمان و ۶ حجم ماسه است.) که با آب به مقدار کافی مخلوط می شود.(۱:۱:۶)حجم ماده پرکننده ملات باید حدود $\frac{۱}{4}$ ۲ تا ۳ برابر ماده چسباننده و نه بیشتر از آن باشد. اما در صورتی که نسبت اختلاط ملات با تارد مصرفی مشخص نشده باشد، باید از ملات باتارد ۱:۲:۱۰ استفاده نمود. انتخاب ملات با توجه به امکانات محلی، آب و هوا، اقلیم، نوع دیوار (باربر و غیر باربر) رنگ و جنس سنگ، کاربرد دیوار و ... صورت می گیرد.

ضخامت ملات بین دو سنگ نباید بیشتر از ۴ سانتی متر باشد.

۱۰-۹-۲-۶- دیوارهای نیمه سنگی:

۱- دیوار نیمه سنگی (سنگ و بتن): نمای این دیوار با سنگ و قسمت آن از بتن ساخته می شود. اصول کلی ساخت این دیوار ها به شرح زیر است:

- سنگ مصرفی باید سخت و همساز با بتن و ملات ماسه سیمانی باشد.
- سنگ ها باید به صورت کله و راسته به کار رفته و قفل و بست لازم را داشته باشد.
- ضخامت دیوار ترکیبی باید حداقل ۶۰ (در مواردد استثناء ۵۰cm) باشد. ضخامت قسمت بتنی پشت سنگهای کله نیز حداقل ۱۵cm می باشد.
- ملات این دیوارها باید حتماً ملات، ماسه سیمان با عیار حداقل ۲۰۰kg سیمان در متر مکعب ملات باشد.
- پس از نصب هر رج سنگی بلافاصله پشت آنها را (در قالب) بتن ریزی کرده، ویبره می کنند. بنابراین اجرای بخش های سنگی و بتنی همزمان صورت می گیرد.
- حسن این دیوارها به علت وجود قالب و بتن ریزی، زمان ساخت کوتاه مدت و مخارج کمتر آن است.همچنین بسیاری از بافت های سنگی در بخش سنگی آنها قابل اجراست. این دیوارها مقاومت حرارتی و استحکام خوبی نیز دارند.
- سازگاری بتن و سنگ امتیاز بزرگ این دیوارهای ترکیبی ست. هرچند باید محاسبات تحمل بارهای وارده در هربخش (سنگی، بتنی) دیوار به درستی تعیین گردد.



۲-دیوار نیمه سنگی (سنگ – آجر) : نمای این دیوار از سنگ و قسمت پشت آن از آجر ساخته می شود. اصول کلی ساخته می شود. اصول کلی ساخت این دیوارها به شرح زیر است:

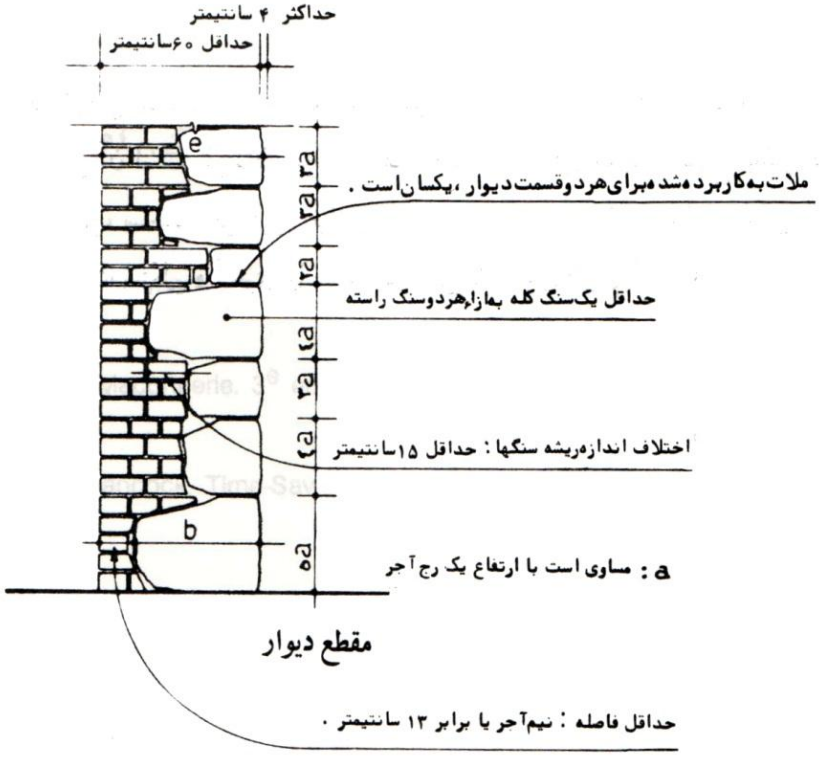
- ارتفاع سنگها در آن بایدضریب صحیحی از مدول زیر باشد:

۷cm= یک بند ملات + ارتفاع آجر

۱- h=n× ۷ ارتفاع سنگ (سانتی متر)

ارتفاع سنگ ها نباید کمتر از ۱۳ سانتی متر و بیشتر از ۳۴ سانتی متر باشد تا وزن سنگ در حد قابل قبولی باشد.

- سنگها باید به صورت کله وراسته و تا قفل و بست لازم دیوار به کاروند.
- ضخامت دیوار آجری پشت سنگهای کله باید حداقل نیم آجر باشد. که با حساب ضخامت ملات بین قسمت آجری و سنگی حداقل به ۱۳cm افزایش می یابد در نتیجه حداقل ضخامت دیوار با اندازه ریشه سنگهای کله ۱۳ cm خواهد بود.
- ضخامت دیوار ترکیبی باید حداقل ۶۰cm (در موارد استثناء ۵۰cm) باشد. در مناطق مرطوب برای جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل بهترست ضخامت دیوار، تقریباً ۲ برابر ریشه سنگهای کله انتخاب شود.
- ملات این دیوارها باید ملاتی باشد که برای قسمت سنگی دیوار تعیین می شود بنابراین کلیه بافت دیوار باید با یک نوع ملات ساخته شود.
- پس از نصب هر رج سنگی، بلا فاصله پشت آنها آجر می چینند. رجهای آجری باید کاملاً افقی و مطابق اصول آجر چینی اجرا شود و نباید فضای خالی میان دیوار باقی بماند. ارتباط بین سنگها و قسمت آجری فقط باید از طریق ملات برقرار شود.بنا براین اجرای دو بخش سنگی و آجری همزمان انجام می گردد.
- حسن این دیوار ترکیب شدن سنگ با آجر است که ضعف سنگ در پایین بودن مقاومت حرارتی را جبران می کند. و ضعف این دیوار، عدم توزیع یکنواخت نیروها می باشد. بنابراین اجرای آن به مهارت، تجربه و محاسبات دقیق احتیاج دارد.



۱۰-۹-۳- دیوارهای بلوکی:

بلوک به عنوان واحد دیوار چینی به کار می رود. تعریف آن برای تمایز از دال ها و پانل ها به صورت است که ارتفاع آنها نباید از طول یا شش برابر ضخامتشان تجاوز کند. و انواع آن شامل بلوکهای رسی، بتن پیش ساخته و بتن اسفنجی می باشند.

۱- **بلوکهای سفالی**: این بلوک ها مانند آجرهای رسی در کوره پخته می شوند. و به صورت تو خالی یا مجوف ساخته می شوند. بلوک شش حجره استاندارد. به طور عمده جهت جداره داخلی دیواره های دو جداره و بلوک های سه حجره جهت ساخت تیغه ها استفاده می شوند. بلوکهای دیگری نظیر بلوک گوشه، بلوک رج بند، بلوک اتصال[۲۶]، بلوک مخصوص عبور تاسیسات و ... نیز برای سهولت اجزاء ساخته می شوند.

۲- بلوک های پیش ساخته بتنی:

۱- در سه نوع تولید می شوند.

بلوک	نوع	مصالح ساخت	کاربرد
پیش ساخته بتنی	A	مصالح دانه ای تراکم مانند شن شکسته، سرباره شکسته و آجر خرد شده	مصارف عمومی – زیر عایق رطوبتی زیر زمینی
	B	مصالح دانه ای خاکستر پودر شده و درهم جوش مواد سوختنی، سرباره اسفنجی،پوکه صنعتی، سنگ رستی، کلینکر یا سرباره کوره ذوب اهن بتن اسفنجی، ورمیکولیت منبسط	مصارف عمومی – دیوارهای باربر
	C	مشابه نوع B	دیوارهای غیر باربر

۳- بلوک های بتن اسفنجی:

بلوک های بتنی پیش ساخته در اندازه های مختلفی ساخته می شوند متداول ترین آنها به اندازه های شکلیmm۲۰۰×۴۰۰ و mm۲۲۵×۴۵۰ و باضخامت های ۷۵، ۱۰۰، ۱۴۰ و ۲۱۵ میلی متر می باشد.

بلوک ها بتنی اساساً با پیوند راسته چیده می شوند و اتصال آنها پیوند بلوکی یا باکار گذاشتن قلاب یا تسمه های برجسته در دیوار می باشد. ملات مصرفی نیز باید از مواد به کار رفته در دیوار چینی ضعیف تر باشد. برای کارهای بالاتر سطح زمین معمولاً ملات باتارد۱:۲:۹ مناسب است. هنگامی بلوک های بتنی خشک می شوند، منقبض می گردند بنابراین تا پیش از صورت گرفتن انقباض اولیه نباید بلوک چینی آغاز شود.

همچنین باید آنها را از خیس شدن محفظت نمود. زیرا انبساط و انقباض های بعدی سبب ایجاد ترک در بلوک ها و اندود های مانند گچ می شود.

۱۰-۹-۳-۱-مزایا و معایب:

[۲۶] بلوک اتصال، بلوک مخصوصی است که از مواد میخ خور مانند چوب، خاک رس یا ... به منظور کارهای نجاری استفاده می شود.

- **مزایا:**
  - اجرای سریع
  - عایق نسبی حرارتی و صوتی
  - یکپارچکی
  - سبکی نسبی وزن ساختمان
- **معایب:**
  - احتمال ترک خوردگی اندود در اثر نفوذ رطوبت
  - احتمال ترک خوردگی ناشی از جمع شدگی بتن در اثر دست دادن آب آن
  - ترک خوردگی های مشهود تر نسبت به آجرچینی در محل درزهای ملات به علت واحدهای بزرگتر دیوار چینی جهت مقابله با این معایب، در فواصل حداکثر دو برابر ارتفاع دیوار، درزهای حرکت عمودی به صورت پیوسته و پر از ماستیک یا درزهای شکل گرفته در پیوند بلوک چینی – اجرا می شوند.

۱۰-۹-۳-۲- بنایی با بلوک:

- دیوارهای بلوک بتنی به جز در گوشه ها در بقیه تقاطع ها نیاز به قفل و بست ندارد و به جای قفل و بست از تسمه های فلزی **U**شکل به طول ۷×۵۵×۷، عرض ۳ سانتی متر و ضخامت ۰/۵ سانتی متر استفاده کرد.

خم تسمه ها در داخل سوراخ بلوک در تقاطع قرارداد می شود و داخل سوراخ از ملات پر می گردد. در تقاطع دیوارهای غیر باربر می توان به جای تسمه فلزی و از توری سیمی به طول یک و نیم بلوک استفاده نمود.تسمه فلزی و توری سیمی باید به صورت یک رج در میان نصب و اجرا شوند.

- بلوک ها باید کاملاً تراز چیده شوند. جدار بلوک ها باید کاملاً قائم و درزهای قائم در رج های متوالی یک در میان در مقابل هم قرار گیرند. بلوک نصب شده نباید پس از اینکه ملات خودش را گرفت حرکت داده شود. و زمانی که ملات هنوز شل است نباید آن را قطعه قطعه کرد. در صورت نیاز به استفاده از نیم بلوک باید از اره و مشابه آن استفاده شود.
- در محل باز شوها و چهار چوب های در پنچره از بلوک های مخصوص استفاده می شود. لازم است دیوار چیده شده پس از اتمام کار روزانه یا وقفه در عملیات بنایی با پوشش های مناسب از حرارت زیر، نور مستقیم خورشید، وزش بادو ... محافظت شود تا از تبخیر سریع آب ملات در هوای گرم و یخ زدگی های احتمالی در هوای سرد جلوگیری شود.
- برای اجرای صحیح در گوشه ها و کنترل ابعاد توصیه می شود پس از آماده شدن پی در تراز مورد نظر ابتدا رج اول بدون ملات به صورت نهایی چیده شود.
- دیوار چینی باید از دو گوشه شروع شده و کناره ها معمولاً ۴ رج از رج های میانی جلوتر باشد.
- بلوک چینی دیوارها باید همزمان صورت بگیرد. به طوری که هیچگاه یک قسمت از دیوار، بیش از ۵ ردیف یا یک متر از قسمتهای دیگر بالاتر نباشد.

- بلوک های بتنی به صورت پیوند راسته کار گذاشته می شوند زیرا نیازی به پیوند دادن بلوک ها در ضخامت دیوار نیست. پیوند راسته، راسته لاغر، راسته خارج از مرکز از انواع آن هستند.
- ملات ریزی در دیوار چینی با بلوک سیمانی به یکی از دو روش زیر انجام می گیرد:

۱. ملات به صورت یکنواخت روی سطح ملات خور بلوک بخش می شود. در این روش همه حفره های بلوک از ملات پر می شود. دیوارهای باربر، کرسی چینی و ستون ها به این طریق ملات ریزی می شوند.
۲. ملات به طور یکنواخت روی جداره های خارجی و داخلی به صورت دو نوار جدار از هم پخش می شود. در این روش به علت خالی بودن داخل بلوک ها دیوار عایق رطوبتی و حرارتی خواهد بود.

انتخاب یکی از این دو روش با توجه به نظر دستگاه نظارت و موقعیت کار صورت خواهد گرفت.

- بتن ریزی داخل دیوار زمانی شروع می شود که ملات بین درزها تا حدودی سفت شده باشد این مدت در تابستان حداقل یک روز و در زمستان با توجه شرایط طولانی تر می باشد. لازم است بتن حتماً ویبره شده و سپس در داخل فضای خالی بلوکها ریخته شود.
- دیوار بلوکی مسلح: در مواقعی که نیاز به تامین مقاومت کافی و ایستایی بیشتر می باشد و همچنین در مناطق زلزله خیز سازه های بلوکی باید مسلح شوند.

اگر بلوک چینی با بلوکهای توپر انجام می شود. باید میلگردهای افقی یا بندهای قائم در ستون های قائم و میلگرد های فرعی به صورت افقی داخل ملات رج ها قرارگیرد.

اگر بلوک چینی با بلوک های تو خالی انجام می شود. باید میلگردهای قائم اصلی داخل فضاهای خالی قرار گیرد و سوراخها با ملات پر شود و میلگردهای فرعی مطابق روش اول در ملات رج ها قرار گیرد.

در صورت ساخت دیوار به صورت دو جداره، فضای خالی میان جداره ها برای قراردادن میلگردها ی اصلی استفاده می شود و میلگردهای فرعی در داخل ملات بین رج ها قرار می گیرد.

قطر آرماتورهای اصلی آجدار حداقل ۱۲ میلی متر و قطر آرماتورهای فرعی حداکثر ۶ میلی مترمی باشد.

۱۰-۹-۴-دیوار چوبی:

از مزایای دیوارهای قابدار چوبی اجرای سریع، تمیز و خشک آن است. لازم است چوب آن از پوسیدگی و آتش سوزی محافظت شود و عایق بندی بشود. مقاومت چوب برحسب نوع آن متفاوت است. همچنین باید چوب مصرفی از مشکلات چوب نظیر گره، ترک، انحراف تارهای چوب و ... عاری باشد.

دیوارهای قابی چوبی سبک هستند لذا نسبت به ساخت دیوارهای آجری مشابه، وابستگی کمتری به پی تکیه گاه خود دارند و نتیجه برای مقابله با بارهای جانبی بایستی به طور محکمی به پی مهار گردد. به همین دلیل پایه دیوار قابدار چوبی به دیوار آجری پی تکیه گاه خود پیچ می شود و یکی از عوامل پایداری دیوار قابدار چوبی پی محکم آن است همچنین اندازه الوارهای مصرفی و روش قاب بندی دیوار نیز در مقاومت آن موثر است.

مقاطع کوچک چوبی به صورت عمودی و در فواصل متناسب با بارهای وارده دیوار را تشکیل می دهند. مصالح پوششی قاب بندی به اعضای افقی بالا و پایین قاب بندی دیوار متصل می شوند. دیوار قاب دار چوبی

به صورت یک قاب چوبی مهاربندی می شود.مهاربندی طولی را می توان با قیدهای چوبی قطری، یا تخته بندی مورب یا روکش تخته چند لایی ایجاد نمود تا صلبیت کافی حاصل شود.

۱۰-۹-۵- دیوار خشتی:

دیوار خشتی از مخلوط خاکهای ریزدانه و درشت دانه حاوی شن، ماسه دانه های سیلسیی با آب ساخته می شود. و ضعف اساسی آنها نفوذ رطوبت و آب به داخل خشت خام است. در صورت استفاده باید این دیوارها را در برابر زلزله و حرکات جانبی مقاوم سازی نمود.

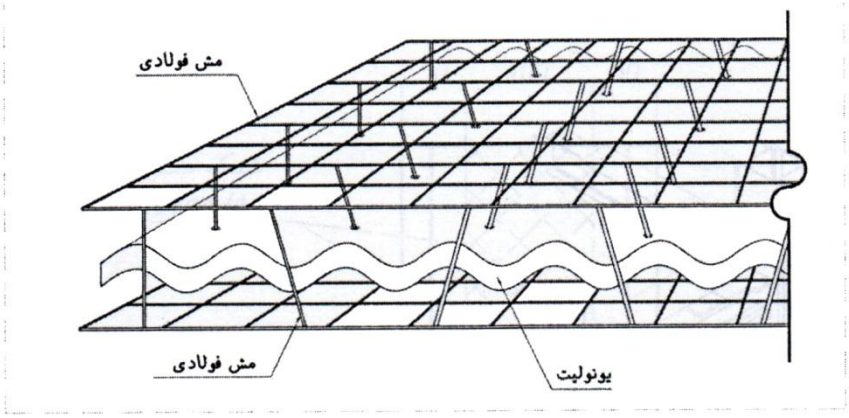
۱۰-۹-۶- دیوارهای ۳dپانل:

دیوارهای ۳dپانل از انواع دیوارهای ساندویچی هستند این پانل ها متشکل از دو لایه شبکه آرماتور بندی هستند که با میلگردهای زیگراگی به هم وصل می شوند با قراردادن یک لایه فوم (پلی استایرن) به ضخامت حداقل ۴cm بین دو سطح شبکه میلگرد عملیات پاشیدن بتن (شاتکریت) به راحتی از دو طرف بر روی سطوح انجام می شود. در عرض و ارتفاع پانل ها استفاده از مدول ۳۰cm توصیه می شود. (عرض های ۹۰،۱۲۰،۱۵۰ سانتی متر و ارتفاع ۲۷۰،۳۰۰ سانتی متر) این پانل ها دارای استحکام سازه ای حاصل از ترکیب فولاد و بتن هستند و مثل یک قطعه مسلح عمل می کنند و می توانند به عنوان یک سازه باربر به کار بروند پلی استا یرن داخلی نقش عایق حرارتی و صوتی را دارد. این پانل ها کاربردهای وسیعی دارند از پارتیشن گرفته تا دیوارهای باربر ساختمانهای صنعتی و اداری.

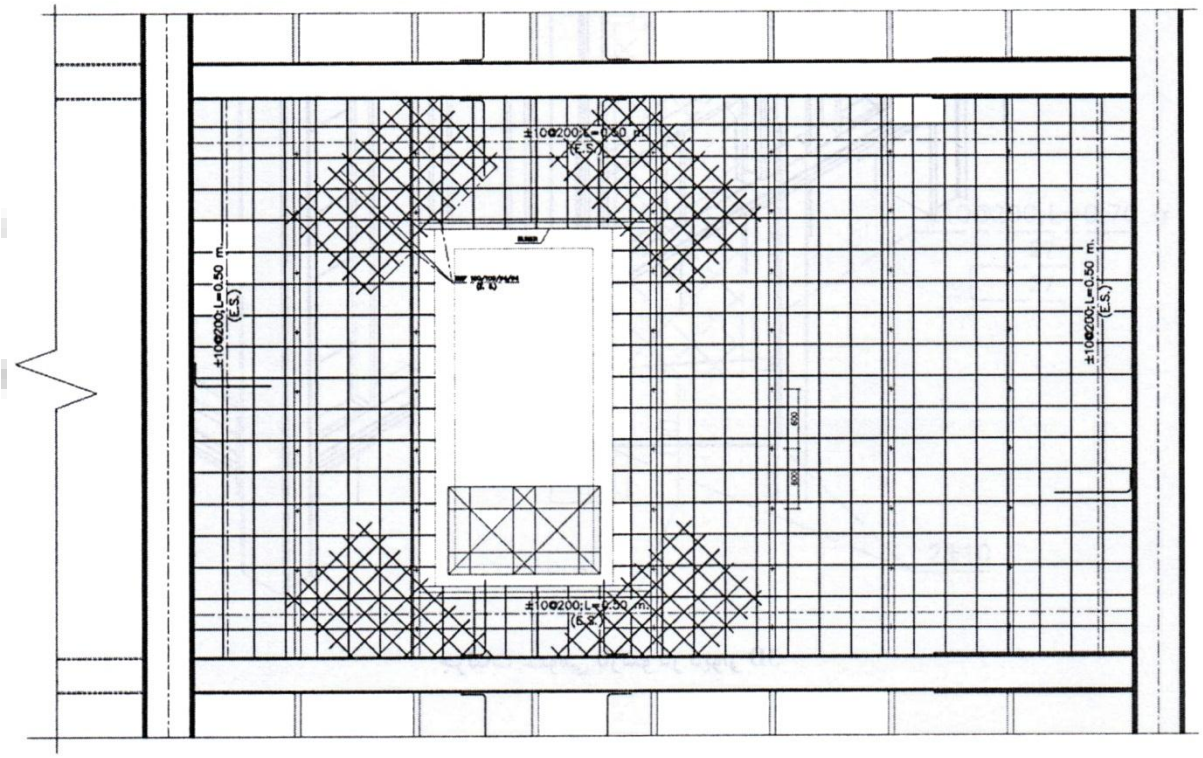
این دیوارها علاوه براینکه جداکننده فضاهای معماری هستند، نقش سازه ای باربری، دیوار برشی در برابر بارهای جانبی و ... را هم ایفا می کنند.

۱۰-۹-۶-۱-اجرای دیوارهای ۳dپانل:

ابتدا آرماتور های انتظار مطابق پلان معماری در کف بتنی به همراه عایق رطوبتی کار گذاشته می شوند. سپس پانل ها برش داده شده و با اتصالات شبکه ای از دو طرف به هم بسته می شوند. محل قرارگیری در و پنجره قبل از بتن پاشی روی سطح پانل بریده می شود و گوشه های در پنجره توسط اتصالات شبکه ای تقویت می شوند. قبل از بتن پاشی کلیه کارهای تاسیساتی، برق و مکانیکی انجام می شود تا سطح دیوارها با ضخامت لازم توسط بتن پوشانده می شود. برای پرداخت نهایی سطوح می توان از مصالح مختلفی نظیر گچ، کاشی، کاغذ دیواری ، رنگها و مصالح نما سازی استفاده کرد.



جزئیات دیوار فوما



جزئیات طرح تقویت اطراف باز شوها

۱۰-۹-۶-۲- مزایای استفاده از پانل های ساندویچی:

- سبکی
- سرعت حمل و نقل و سهولت نصب در ارتفاع
- مقاومت زیاد در برابر نیروهای برشی ناشی از زلزله
- عایق بودن حرارتی، صوتی، رطوبتی

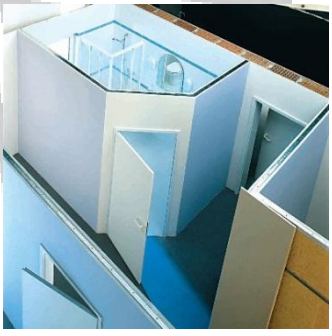
- مقاومت زیاد در برابر آتش سوزی به علت وجود بتنی در طرفین پانل
- نفوذ ناپذیری در برابر حشرات
- نصب آسان
- فضای مفید بیشتر به دلیل ضخامت اندک پانل ها
- عبور تاسیسات از زیر شبکه پانل و نصب چهار چوب درها و پنجره ها پیش از بتن پاشی
- ضد زلزله بودن
- اجرای آسان

۱۰-۹-۷- سیستم های دیوار سازی جدید:

دیوارهایی که اخیراً با جدید ترین سیستم در صنعت ساختمانی متداول شده اند اغلب با توجه به ویژگی هایی نظیر صرفه جویی در مصرف انرژی و تامین فضای مفید بیشتر و توجه به سبک سازی ساختمان تولید می شوند. از این رو عایق های صوتی و حرارتی خوبی بوده و ضخامت اندکی دارند و همچنین اجرای آسان و نصب سریع نیز از مشخصه های آنهاست.از جمله انواع این دیوارها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- دیوار با مصالح بلوک بتنی اسفنجی هوادار (سیپورکس یا هبلکس) این بلوک ها با ملات ماسه سیمان اجرا می شوند و با توجه به ابعاد و متخلخل بودن بلوکهای فوم، نم و رطوبت توسط آنها منتقل نمی شود.

- دیوارهای تیغه گچی (گچ برگ) با استفاده از ملاتهای گچی یا میخ و پیچ مخصوص به هم متصل می شوند.

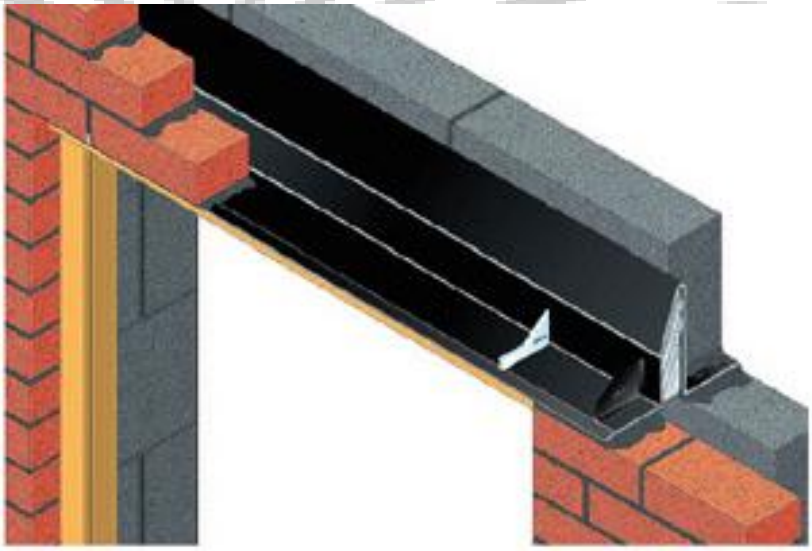


- صفحات چوب -گچ، چوب -لاستیک
- دیوارهای کانتکس

- تخته های گلوکام

۱۰-۱۰- در گاهی و نعل درگاه:

نعل درگاه تیر یکپارچه ای است دربالای درگاهی که وظیفه تحمل بار (مثلثی شکل) آجرچینی دیوار بالای در گاهی و انتقال آن به دیوارهای طرفین را بر عهده دارد. نعل درگاه باید بتواند بدون اینکه دچار خمش غیر مجاز شود، این بار را تحمل کند.



نعل در گاههای متداول از تیرآهن یا بتن ساخته می شوند.

طول گیرداری تیرآهن نعل درگاه نباید کمتر از۲۵ cm باشد. همچنین بهترست مطابق آیین نامه به منظور حفظ ایمنی ساختمان در برابرزلزله و برای نصب بهتر، تیر آهن مستقیماً روی آجری کاری نصب نشود زیرا در این حالت فشاری که تیر آهن به آجر چینی وارد می آورد باعث خردشدن گوشه های آجر چینی زیر آن خواهد شد، بنابراین استفاده از یک زیر سری بتنی یا ورق فولادی زیر تیرآهن توصیه می شود.

دو انتهای نعل درگاهی باید در داخل آجر چینی یا بلوک چینی بالای لغازها کار گذاشته شود. به طوری که بار خود را به لغازها منتقل کند. سطحی از دیوار که دو انتهای نعل در گاهی بر آن قرار می گیرد تکیه گاه نامیده می شود. هرچه نعل درگاه عریض تر باشد به همان نسبت نعل درگاه باید بار بیشتری را تحمل کند در نتیجه تکیه گاه بزرگتری نیاز دارد. بنابراین تکیه گاه نعل درگاه به طول دهانه بستگی دارد. برای آنکه بتوان نعل درگاهی را به خوبی در آجر چینی کار گذاشت. عمق آن معمولاً مضربی از ارتفاع ردیف آجری (۷۵mm) در نظر گرفته می شود. اندازه تکیه گاه برای دهانهای کوچک، ۱۰cm متوسط و بزرگ حداکثر ۲/۲۵ است.

و دیوارهای دو جداره در محلی که نعل درگاه در فضای خالی پل ایجاد می کند. وجود لایه ای از عایق رطوبتی به طور که حداقل ۱۵ سانتی متر از طرفین نعل درگاه امتداد بیابد، ضروری است.
اگر عرض دیوار روی نعل درگاه بیشتر از نیم آجر باشد، برای اجرای نعل درگاه از دو محور تیرآهن به موازات هم استفاده می کنند که در هر یک ۵۰cm به وسیله ۲ عدد میل مهار یکی در بالا و یکی در پایین به هم بسته می شود و فضای بین آنها به صورت طاق ضربی با آجر پر می شود.

۱۰-۱۰- ۱- نعل درگاه و مصالح مختلف ساخت:

برای ساخت تیر یا نعل درگاه ممکن است. در مصالح مختلفی استفاده می شود.

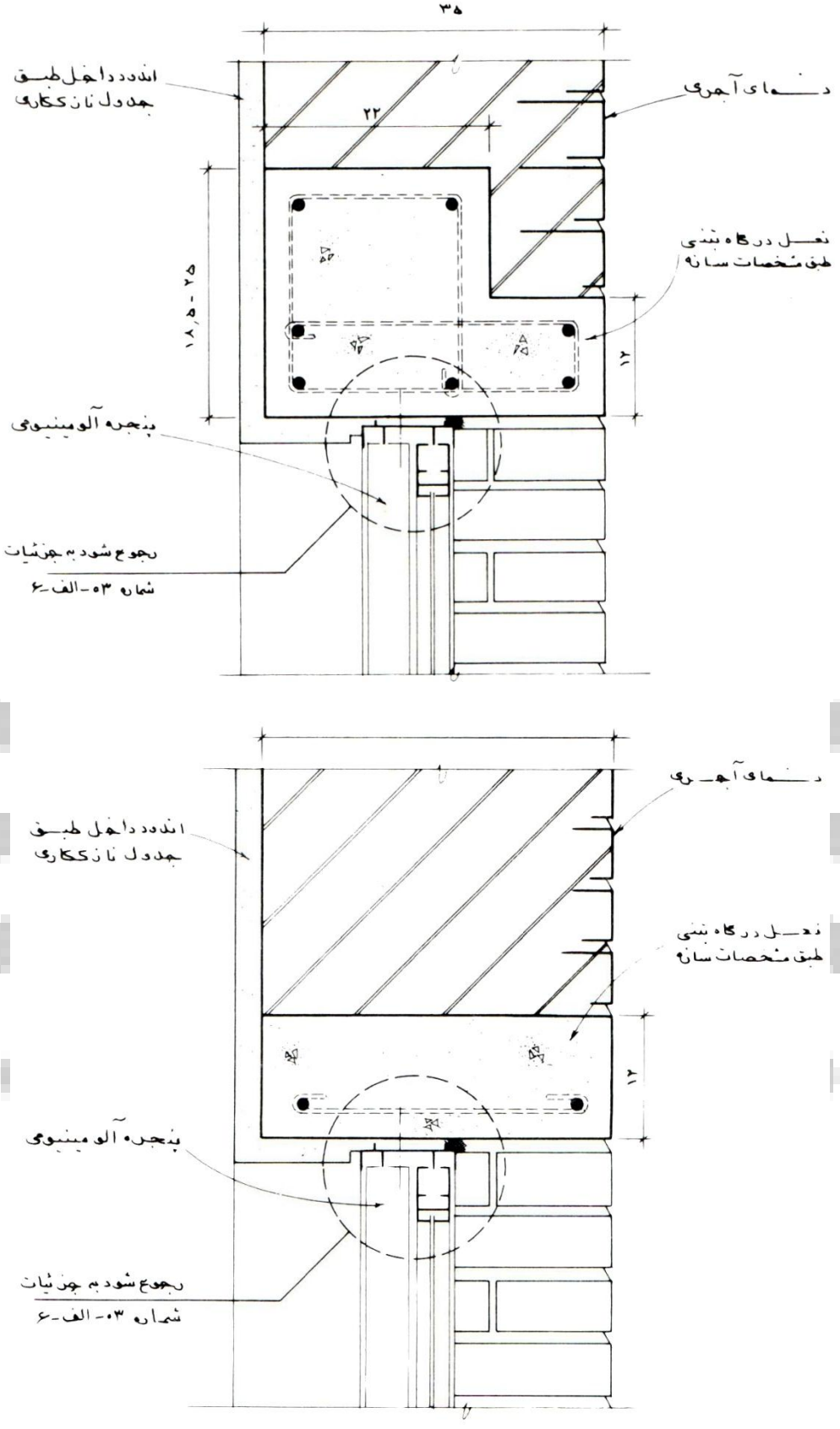
- **نعل درگاه چوبی:** برای بارهای سبک و دهانه های کوچک مناسب است.
- **نعل درگاه فولادی:** در دهانه های کوچک، برای حمل بار جدار خارجی دیوار دو جداره از فولاد تسمه یا نبشی و برای حمل بار جداره داخلی از نعل درگاه فولادی یا بتنی استفاده می شود.

برای نعل درگاه دهانه های متوسط از فولاد ناودانی یا تیر آهن، و برای نعل در گاهی دهانه های بزرگ از تیرآهن طراحی شده که برای آن مناسب باشد، استفاده می گردد.

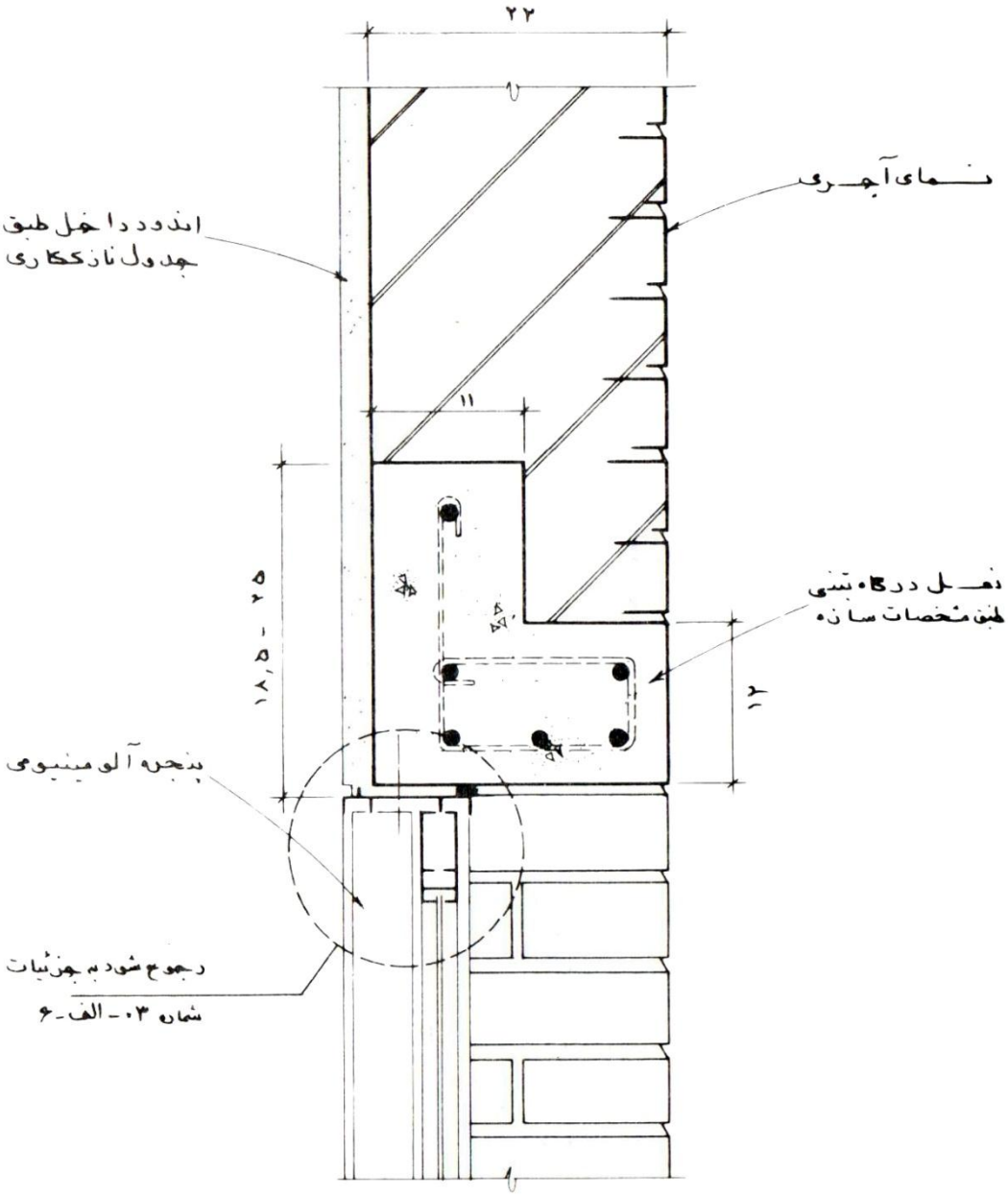
برای جلوگیری از زنگ زدن نعل درگاهی هایی که در معرض باد و باران و ... قراردارند باید آنها را گالوانیزه نمود یا با لایه رنگ قیری و ضد زنگ پوشاند

مزیت استفاده از نعل درگاه فولادی وزن کم و سهولت کار با آن است.

نعل درگاه بتنی: نعل درگاه بتنی ممکن است به صورت تیر بتن مسلح در جا یا پیش ساخته برای دهانه ای مورد نظر به کار رود، برای دهانه های کوچک و متوسط نیز از نعل در گاهی های بتن پیش تینده استفاده می شود.

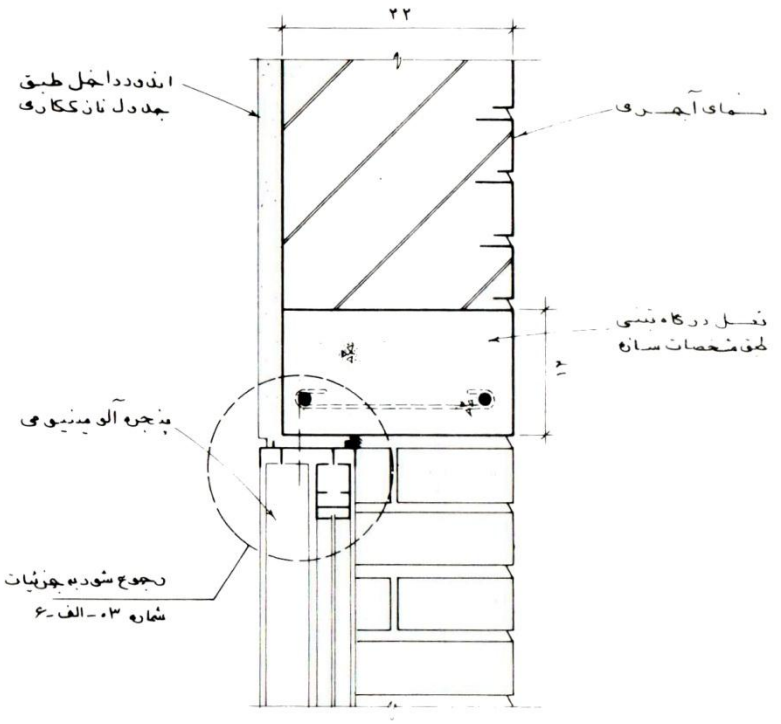

اندود داخل طبق
جدول نازککاری
۲۲
۱۸,۵ - ۲۵
نعل درگاه بتنی
طبق مشخصات سازه
۱۲
پنجره آلومینیومی
رجوع شود به جزئیات
شماره ۰۳-الف-۶
دنمای آجری
اندود داخل طبق
جدول نازککاری
نعل درگاه بتنی
طبق مشخصات سازه
۱۲
پنجره آلومینیومی
رجوع شود به جزئیات
شماره ۰۳-الف-۶

جزئیات نعل درگاهی



ارتفاع نعل درگاه در قسمت خارج ۱۲ سانتیمتر (رجوع شود به جزئیات شماره ۰۳ - ۶) و در قسمت داخل تا بنی ان ارتفاع ردیفهای آجرچینی با حداقل ۱۸,۵ سانتیمتر (ارتفاع سه ردیف آجرچینی) بوده قطر و تعداد میلگردهای معیار بتن برا ساس نقشه های محاسباتی با توجه به عرض دهانه و بار گذاری تعیین میگردند.

جزئیات نعل درگاهی بتنی



ارتفاع نعل درگاه بنایی از ارتفاع ردیف های آجرچینی با جداول ۱۲ سانتیمتر
(ارتفاع دو ردیف آجرچینی) بوده خطی و تعداد میلگرد های سیار
بتن آن براساس نقشه های محاسباتی با توجه به عرض دهانه و
بارگذاری تعیین میگردد.
چنانچه جمعا ۱۲ سانتیمتر ارتفاع در نمای ساختمان مورد نظر بوده
و مطابق محاسبات به ارتفاع بیشتر نیاز باشد مقطع نعل درگاه
مطابق جزئیات شماره ۰۴ - ۶ اجرا خواهد گردید.

- **نعل درگاه سنگی:** نعل درگاه سنگی ممکن است به صورت تخت یا قوس ها ی کمانی (نیم دایره ای) اجرا شود. برای دهانه های کوچک حداکثر یک متری می توان از سنگ یک تکه استفاده نمود که دو انتهای آن در داخل لغازها قرار می گیرد. اما به طور کلی از آنها مقاومت کششی سنگ بسیار کم است، استفاده از این نوع نعل درگاه محدود می باشد.

برای دهانه های بزرگتر معمولاً از سه یا پنج قطعه سنگ تراشیده که به صورت یک قوس تخت به کار می روند استفاده می شود. جهت جلوگیری از افت، اتصال قفل دستی بین سنگها برقرار می کنند.

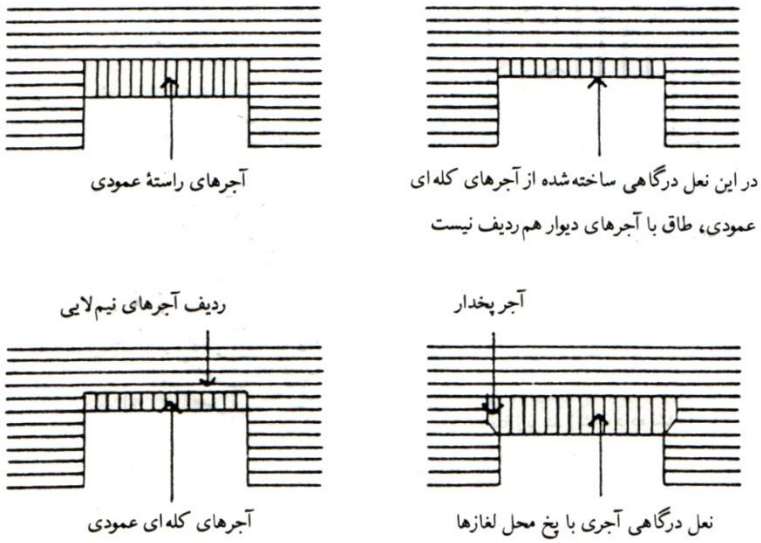
به طور کلی کاربرد نعل در گاهی سنگی برای دهانه های نسبتاً کوچک و به طور محدود است. چرا که سنگها تمایل به نشست و خارج شدن از امتداد افقی را دارند.

برای دهانه عریض تر استفاده که از نوعی قوس متناسب توصیه می شود.

- **نعل درگاه آجری:**

نعل درگاه آجری از یک ردیف آجری به صورت کله یا راسته در بالای درگاه ساخته می شود. آجرها اگر به صورت ساده به وسیله ملات در بالای دیوار چیده شوند، از استحکام کافی برخوردار نیست و باید به نوعی حمایت شوند.

نعل در گاهی ساخته شده از آجرهای راسته عمودی معمولاً به عنوان قوس تخت یا لنتو معرفی می شوند.

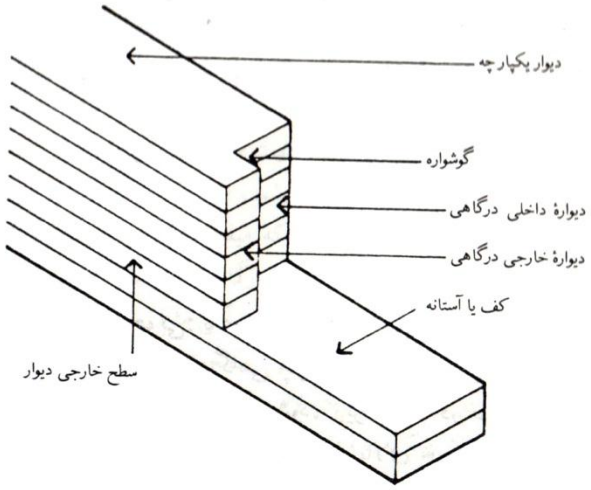


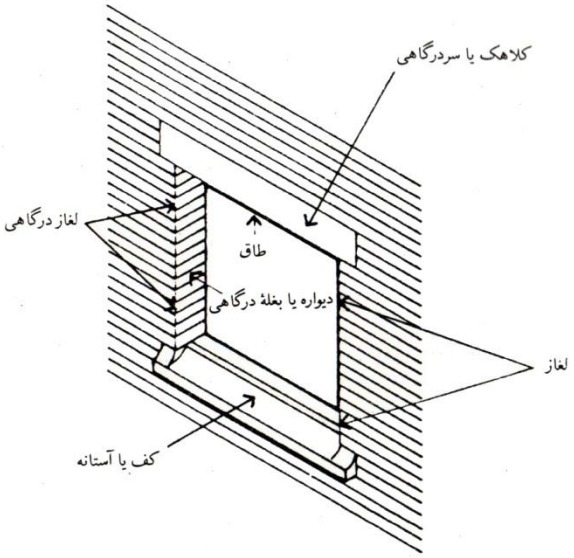
درباره درگاهی های آجری و بلوکی، باید تعدا موقعیت و ابعاد آنها طوری در نظر گرفته شود که مجموع در گاهی های دیوار در فاصله ی بین خط مرکز دیوارهای پشت بند یا جرزها از دو سوم طول دیوار مزبور بیشتر نشود.

همچنین تکیه گاه انتهایی نعل درگاهی هایی با دهانه آزاد ۱۲۰cm یا کمتر، ۱۰۰cm و دهانه های بزرگتر از ۱۲۰cm، به اندازه ی ۱۵۰cm در نظر گرفته شود.

به منظور جلوگیری از درزهای مستقیم عمودی در دیوار، لغازهای در گاهی جهت تامین پایداری لازم در آجر چینی دیوار به وجود می آیند و دیوار بالای سر درگاهی توسط توس، یا تیر حمایت می شود.

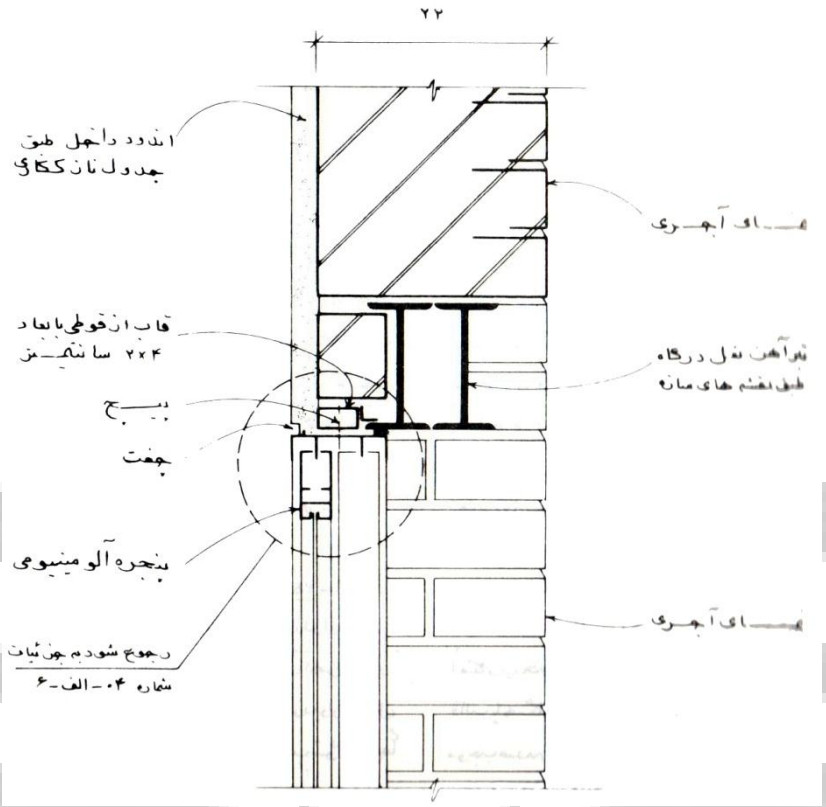
لغاز ها ممکن است به صورت ساده یا گوشواره دار باشند.



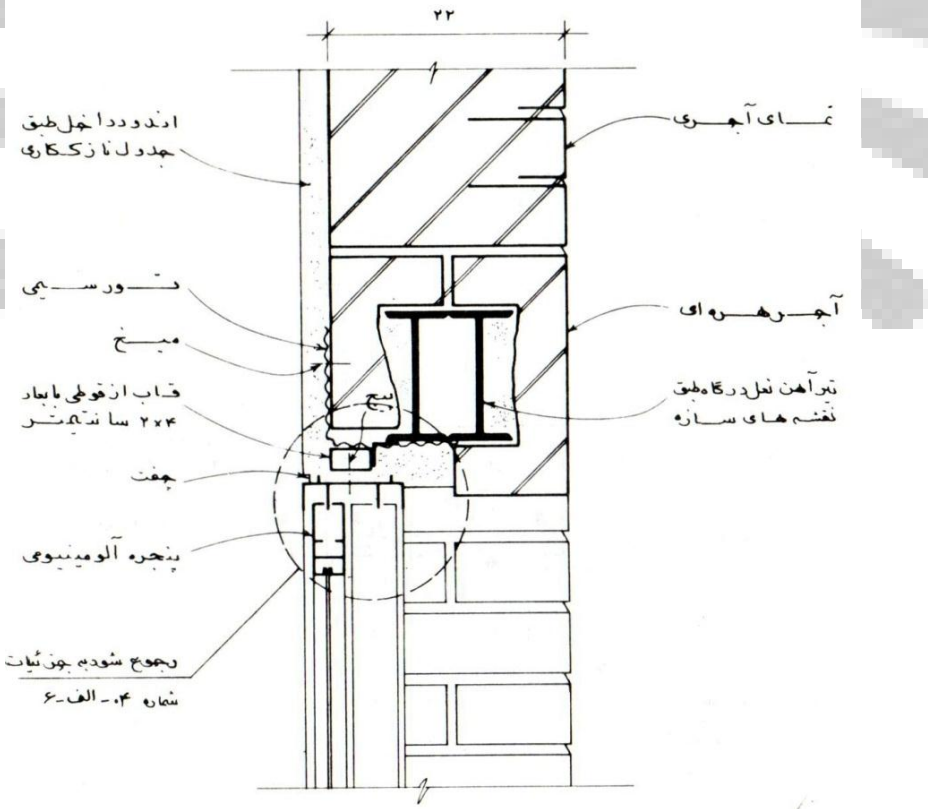


لغاز ساده دارای پیوند زوایا یا نبش است و لغاز گوشواره دار از چهار چوب پنجره در برابر باران و ... محافظت می کند.

جزئیات نعل درگاه آجری



جزئیات نعل درگاهی آجری



۱۰-۱۰-۲- تقویت نعل درگاه:

در نعل در گاههای کوچکتر از ۹۰ سانتی متر استفادهاز آجرهای برش خورده به صورت پخدار که سطح اریب آنها بر روی آجر پخدار لغاز می نشیند موجب افزایش مقاومت نعل در گاهی می شود.

از آنجایی که نعل درگاه تحت بارواردہ، دچار خمش می شود و مصالح ساختمانی نیز عمدتاً ظرفیت کششی پایینی دارند. برای تقویت نعل درگاه های بزرگتر از ۹۰cm از میلگردهای فولادی که در هنگام بتن ریزی در آن کار گذاشته می شود. استفاده می شود.

برای ایجاد چسبندگی میلگرد با بتن، میلگردها با زاویه ۹۰ درجه به سمت بالا خم می کنند یا به صورت قلاب در می آورند. همچنین باید دو انتهای میلگردها ۵ تا ۷/۵ سانتی متر از هر انتهای نعل درگاه کوتاهتر باشد.

به صورت تجربی برای دهانه ای به ابعاد ۱/۸m، به ازای هر نیم آجر از ضخامت دیوار روی نعل درگاه یک میلگرد Φ۱۲ کار می گذارند.

در ساخت نعل درگاهی باید ملات میان آجرها را کاملاً محکم کرد.

۱۰-۱۰-۳- نعل در گاهی دیوار دو جداره:

شکل نعل در گاهی دیوارهای دوجداره ممکن است کلاهی یا پخدار باشند. نعل درگاهی دیوارهای یکپارچه از پروفیل های قوطی ساخته می شوند. برای در گاهی های داخلی از پروفیل های سپری، قوطی و ... استفاده می شود.

برای عایق حرارتی کردن، نعل در گاهی های کلاهی ، دیوارهای دو جداره با پلی استیرن اسفنجی پر می شوند و برای ایجاد قفل و بست لازم در گاهی های کلاهی و قوطی شکل از طرف داخل با رابیتس پوشانده می شانده می شوند و نعل درگاهی های پخدار با سوراخ مشبک می گردند.

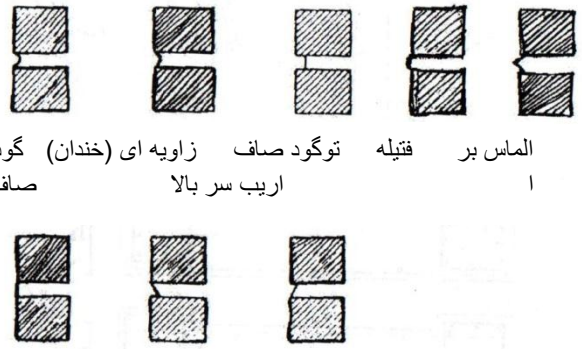
۱۰-۱۱- بند کشی:

نازک کاری درزهای ملاتی میان آجرها که به منظور ایجاد بندهای تمیز و خوش نما درآجر چینی صورت می گیرد را به اصطلاح بندکشی می گویند.

در آجر چینی پس از گرفتن ملات به قدر کافی و پیش از سخت شدن آن، درزها را به عمق ۲ سانتی متر خالی کرده و کاربندکشی را آغاز می کنند. ضخامت بندها باید از ۱ سانتی متر بیشتر باشد. درزهای ملاتی آجر چینی باید با رنگ و بافت مناسب بندکشی شوند. برای بندکشی مخلوطی از آهک، سیمان و ماسه یا خاک سنگ مورد استفاده قرار می گیرد. رنگ تمام شده ملات را با استفاده از ماسه یا خاک سنگ ویژه و سیمان رنگی به صورت دلخواه در می آورند. پس از بندکشی ملاتهای بیرون زده را با برس یا یک پارچه زیر پاک می کنند تا بندها به صورت صاف اجرا شوند.

۱۰-۱۱-۱- انواع بندکشی:

بند کشی معمولاً به شکلهای زیر انجام می گیرد:



بندهای توگود (گونیا) باکشیدن تیغه بند کشی در طول درز آجر چینی به وجود می آید. ملات بندکشی درون درزها آجر چینی در این بندها متراکم می شود و مقاومت بهتری در برابر آب و هوا بدست می دهد. شکل بند کشی باید به طوری باشد که آبهای سطحی را به صورت طبیعی دفع کند. همچنین شکل بندکشی با توجه به اقلیم محل ساختمان و به لحاظ جمع شدن آب و امکان یخ بندان در محل بندکشی باید مورد توجه قرار بگیرد.

۱۰-۱۱-۲- نقش بندکشی در ساختمان:

بندکشی دو نقش عمده را در دیوار چینی به عهده دارد:

۱- جذب انقباض و انبساط سطحی و توزیع یکنواخت آن در نمای ساختمان

۲- جلوگیری از نفوذ رطوبت به داخل دیوارها وسایر قطعات پوششی.

۱۰-۱۱-۳- ملات بندکشی:

به منظور محافظت از دیوارها در برابر خاصیت موینیگی رطوبت به ملات بندکشی باید پرمایه، دارای تراکم و نفوذ پذیری کافی باشد. ملات سیمان آن باید از نوع ملاتی باشد که در ساختمان استفاده شده است و حداقل عیار آن ۴۰۰kg و حداکثر قطر سنگدانه ها در آن ۱ میلیمتر توصیه می شود.

پوشاندن رویه ی بافت در شت آجری یا بلوکی دیوار به منظور پوشش ظاهری و همچنین ایجاد مقاومت در برابر نفوذ باران با استفاده از مخلوط روانی از آهک سیمان و ماسه را اندود کاری می گویند. مخلوط اندود در یک، دو یا سه لایه بر روی سطح خارجی دیوار اجرا می شود و زمانی که هنوز مرطوب است با رویه ای صاف، زبر یا بافت دار تکمیل می گردد.

توصیه می شود مخلوط اندود خارجی از همان تراکم و نفوذ پذیری مصالح دیوار زیرین خود برخوردار باشد.

۱۰-۱۲- عایق کاری دیوار:

به طور کلی رطوبت از سه طریق به ساختمان نفوذ می کند:

۱- نفوذ آب باران از طریق بام به بالای دیوار و نشست آن به ساختمان زیر بام

۲- نفوذ آب از طریق بدنه ی ساختمان و برخورد باران با دیوارهای خارجی

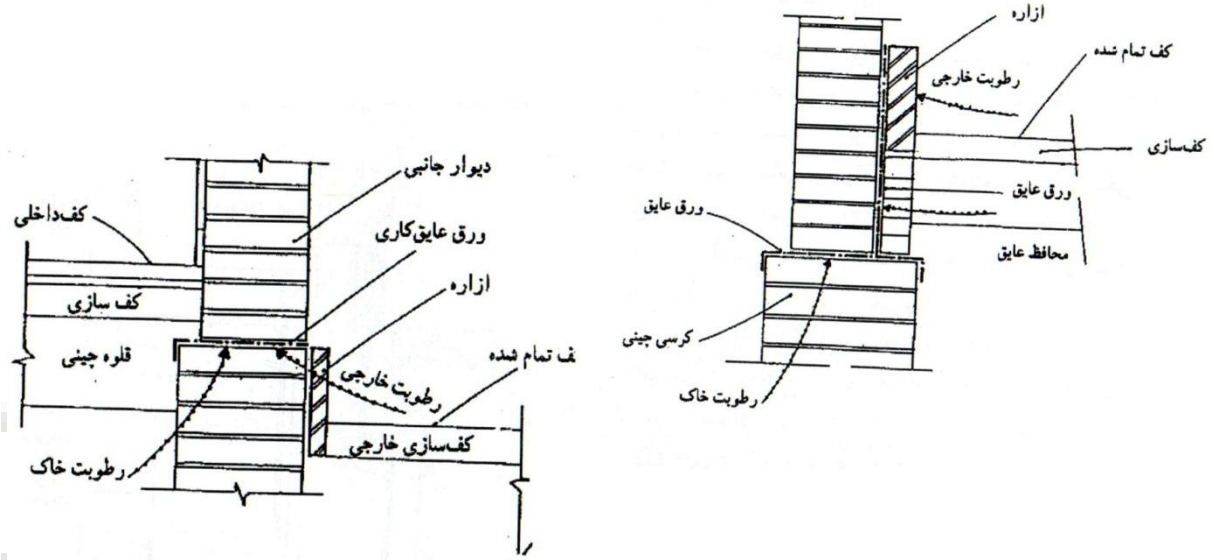
۳- نفوذ رطوبت از طریق پی و خزش آن به سمت بالا در ساختمان از طریق خاصیت موینیگی

عایق کاری معمولاً از روی قلوه چینی (بالای کرسی چینی حداقل ۱۰cm پایین تر از کف تمام شده) شروع می شود و تا روی سنگ ازاره ادامه پیدا می کند. در این مسیر عایق کاری کوتاه ترین راه را می پیماید.

در مورد اختلاف ارتفاع طبقه همکف و کف حیاط دو حالت مفرض است:

- اگر سطح طبقه همکف از کف حیاط پایین تر باشد: سنگ ازاره بالاتر از کرسی چینی قرار می گیرد. در این حالت نیز کرسی چینی عایق می شود و به کمک عایق کاری عمودی از بالاترین نقطه ازاره روی کرسی چینی سطح مقاومی در برابر رطوبت توسط خاک فراهم می آید.

- اگر سطح طبقه همکف از کف حیاط بالاتر باشد: کرسی چینی تا لبه ازاره ادامه پیدا می کند در این حالت عایقکاری کرسی چینی (افقی) و عایقکاری دیوار (عمودی) همزمان اجرا می گردد. مسیر عایق نیز موارد دیگر از روی ازاره، روی کرسی چینی تا لبه قلوه چینی (تا ارتفاع ۱۵cm) ادامه پیدا می کند.



موارد ۱و۳ با تعبیه عایق های رطوبتی مناسب در عرض دیوار قابل جلوگیری است برای جلوگیری از نفوذ رطوبت از طریق پی کرسی چنی را عایق می کنند. اما در مورد شماره ۲ با ایجاد حفاظی از اندود سیمانی یا پوشش های مناسب بر روی سطح دیوار و یا توسط ساخت دیوارهای دوجداره از نفوذ رطوبت جلوگیری می کنند، برای جلوگیری از نفوذ رطوبت به دیوار از عایق کاری عمودی استفاده می کنند.

وقتی ارتفاع دیوار زیاد باشد و احتمال این وجود داشته باشد که لایه های عایق از دیوار جدا شود. ارتفاع عایق کاری را با اجرای پلکانی دیوار کاهش می دهند.

برای نگه داری لایه های عایق نباید از پنچ و اجسام نوک تیزی از این دست استفاده نمود چرا که باعث سوراخ شدن عایق می شوند.

۱۰-۱۲-۱- محل اجرای عایق رطوبتی:

۱- عایق هایی که در زیر زمین اجرا می شوند تا از نفوذ خاک جلوگیری کنند.

۲- عایق هایی که درست در بالای سطح زمین اجرا می شوند تا از خزش رطوبت به بالای دیوار از طریق موینیگی جلوگیری کنند. به چنین رطوبتی نم بالا رونده می گویند.

۳- عایق هایی که در دهانه ها جان پناه ها و مواردی از این دست قرار می گیرند تا از نفوذ مستقیم آب باران به بدنه ساختمان جلوگیری کنند.

۱۰-۱۲-۲- مواد عایق رطوبتی:

این مواد بایستی:

- کاملاً نفوذ ناپذیر باشند.
- کم ضخامت باشند.
- بادوام باشند به طوری که در طول عمر ساختمان احتیاجی به عوض کردن آنها نباشد.
- به اندازه کافی مقاوم باشند تا بدون بیرون زدگی از دیوار، بارهای وارده را تحمل کنند.
- به اندازه کافی انعطاف پذیر باشند. تا بدون شکسته شدن با نشست های ساختمان هماهنگ شوند.
- انواع عایق های رطوبتی مصرفی در ساختمان به شرح زیر است:

ورق ها: ساخته شده از سرب و مس ،

نمد قیر اندود: نصب آن سریع و با کمترین درز انجام می شود. از قیر با پوشش های مختلفی نظیر کنف، پارچه ، آزبست، پنبه نسوز و سرب تهیه می شود اما نقطه ضعف آنها این است که به راحتی پاره می شوند،

آسفالت ماستیکی : در دولایه و بدون درز استفاده می شود،

پلی تن: ورقه پلی تن سیاه رنگ و سبک به ضخامت حداقل ۰/۵ میلی متر است . به آسانی نصب می شود اما به راحتی نیز سوراخ یا پاره می شود.

سنگ لوح : با رعایت قفل و بست مناسب و به کمک ملات ماسه سیمان ۱:۳ در دو ردیف چیده می شود . نفوذ ناپذیر و مقاوم است.

۱۰-۱۲- ۳- اجرای عایق کاری:

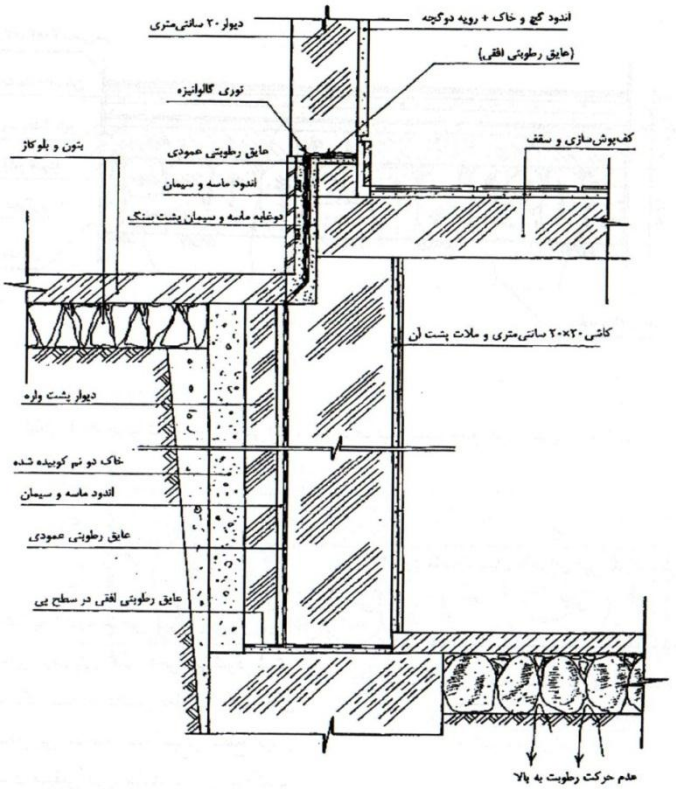
عایق بندی حرارتی خارجی: صفحات عایق بندی به عنوان زمینه اندود کاری بر روی شمشه هایی از مواد چسبنده یا ملات با اتصالات ضد زنگ به دیوار متصل می شوند و قفل و بست صفحات عایق با لایه اندود از طریق سطح شیاردار آنها، رابتیس یا توری برقرار می شوند. چون اندود روی لایه ای از عایق بندی حرارتی ایجاد می شود در معرض نوسانات حرارتی شدیدتری قرار می گیرد و در نتیجه احتمال ایجاد ترک در آن بیشتر است. برای رفع این مشکل ضمن نصب محکم توری روی دیوار که اندود را مسلح می کند. در فواصل حداکثر ۶ متری درزهای انبساط ایجاد می کنند و با استفاده رنگ رویه میزان ترک خوردگی را کاهش می دهند.

***عایق کاری دیوار زیرزمین:**

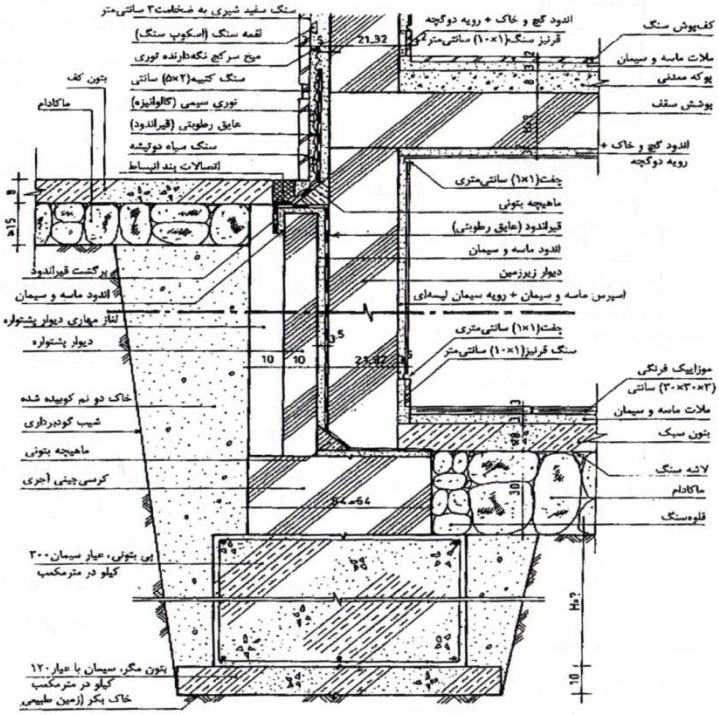
ابتدا به اندازه عرض دیوار باربر و دیوار محافظ عایق، روی پی، عایق رطوبتی افقی اجرا می شود.

بعد از آن دیوار محافظ یک آجره یا دیوار یک نیمه دارای لغاز به فاصله های حدود ۲-۱/۵ متر روی پی ساخته می شود. سپس روی دیوار محافظ با اندود ماسه سیمان صیقلی پوشانده شده و بعد از گیر، قیراندود عمودی در دو لایه اجرا می شود.

برای اتصال ملات پشت سنگ به قیراندود، هنگامی که قیر مذاب داغ است باید بر سطح عایق، توری گالوانیزه نصب شود.



اجرای عایق رطوبتی افقی و عمودی زیرزمین



جزئیات عایق رطوبتی زیر زمین تا ارتفاع ترشح آب از بدنه ساختمان

۱۰-۱۲-۴- قرنیز:

قسمتهای داخلی دیوارها تا ارتفاع ۱۰-۷ سانتی متر در محل اتصال به کف مصالحی مانند بلوک های سنگی، سرامیک، چوب، موزاییک اجرا می کنند که به آن قرنیز می گویند. کاربرد قرنیز موارد زیر است:

- محافظت از پای دیوار در برابر ضربه و برخورد
- جلوگیری از نفوذ رطوبت حاصل از شست و شوی کف اتاق به دیوار
- ایجاد زیبایی

۱۰-۱۲-۵- ازاره:

اجرای به مصالحی مقاوم مانند پلاکهای سنگی، بتنی، که در قسمتهای خارجی دیوار تا ارتفاع خاصی در محل اتصال دیوار به کف اجرا می شوند ازاره می گویند.حداقل ارتفاع ازاره از کف تمام شده در خارج ساختمان ۳۰ سانتی مترست. البته این مقدار با توجه به میزانبرف و بارندگی هر منطقه متغیر است.

کاربرد ازاره موارد زیر است:

- جلوگیری از تماس مستقیم آب باران و برف با ساختمان
- جلوگیری از خطر یخبدان و تخریب ناشی از انبساط جذب شده در داخل مصالح دیوار
- جلوگیری از فرسایش دیوار و عایق عمودی آن

۱۰-۱۲-۶- راهکارهایی برای عایق بندی رطوبتی، حرارتی و صوتی:

- مقاومت در برابر رطوبت: استفاده کردن از مصالح عایقی مانند: اندود سیمانی، آجرهای کلینک، پوشش های سنگی و لایه های عایق رطوبتی ...
- مقاومت در برابر حرارت: پارا مترهای موثر در میزان انتقال حرارت در یک دیوار موارد زیر است:
- ضخامت جنس دیوار
- اختلاف درجه حرارت دو طرف دیوار

برای کاهش انتقال حرارت از لایه های عایق حرارتی استفاده می کنند. دیوارهای دو جداره نسبت به دیوارهای توپر با همان ضخامت عایق های بهتری هستند.

- مقاومت دربرابر صوت: استفاده کردن از مصالح عایق صوتی مانند بلوک های مجوف، دیوارهای دو جداره یا عایق های صوتی.

فصل یازدهم:

پوشش های سقف ، بام و کف

۱۱-۱- تعریف ، منطق و عملکرد بام:

سقف ساختمان عنصر پوشش دهنده و جدا کننده ی طبقات در آن است درصورتی که این سقف مربوط به طبقه ی آخر باشد، بام نامیده می شود.سقف ها باید قادر باشند علاوه بر تحمل وزن خود، بارهای ناشی از برف و باد و ... را نیز تحمل کنند. و از انجا که در معرض عوامل جوی قرار داشته و به عنوان پوشش ساختمان عمل می کنند، در برابر آب و هوا مقاومت مطلوب را داشته و از دوام کافی برخوردار باشند. بام ها نقش عایق رطوبتی و حرارتی و صوتی را نیز با در برگرفتن لایه های عایق در ساختمان ایفا می کنند.

از جمله نیروهایی که سقف در مواجه با آن است، فشارهای مثبت و منفی باد است. فشار منفی باد موجب مکش و بلند شدن سقف می شود. در نتیجه باید با افزایش بار مرده مصالح پوششی مانع از اثر منفی نیروی باد شده یا مصالح پوششی سبک وزن را با اتصالات صحیح اجرا نمود.

ویژگی های مصالح ساختمانی مصرفی و شکل ساخت بام ها (تخت یا شیبدار ، قاب مثلث بندی) تعیین کننده مقاومت آنها خواهد بود. به عبارتی شکل مثلث بندی سازه ی بام در مقاومت بام نقش دارد.

نوع بام	درجه	سیستم های سازه ای سقف
تخت یا مسطح	کمتر از ۵	طاق ضربی – تیرچه – پوسته بتنی – دال (یک طرفه، دو طرفه)و ... سقف کرومیت – سقف کامپوزیت - خرپا
شیبدار	بیشتر از ۵	سفال چینی – خرپا – تیرچه بلوک -

در هر صورت وجود یک شیب ملایم[۲۷] در بامهای مسطح به منظور هدایت آب باران و ... به سمت آبروها ضروری ست زیرا در غیر این صورت آب در قسمت مرکزی بام که در نتیجه تغییر شکل خمشی ناشی از بار نشست کرده به شکل یک استخر کم عمق جمع شده و سبب از بین رفتن عایق رطوبتی و تخریب بام می شود. توصیه می شود شیب بام در زمان اجرا دو برابر مقدار حداقل تعیین شده باشد و مقدار مجازی نیز برای شیب هایی که با هم تلاقی می کنند در نظر بگیرند تا پس اجرا نتیجه مطلوب حاصل شود.

در بامهای شیبدار بایستی قطعات پوشاننده ، همپوشانی لازم با یکدیگر را داشته باشند و برای قطعات پوششی کوچکتر شیب بیشتری نیاز است تا آب باران به سمت لبه بام هدایت شود. سازه ی بام در اثر تغییرات بارگذاری بار برف و باد حرکات ناشی از تغییرات حرارتی و جا به جایی رطوبت دچار تنش می شود. به این منظور برای جلوگیری از تخریب ، درزهای انبساط در آن تعبیه می کنند . مصالح سنتی عموماً دارای درزهایی بوده اند که سازگاری حرکات سازه ی بام با تغییرات را فراهم می آورده اند. اما باید در مصالح جدید

[۲۷] حداقل شیب پوشش بام برای ورق های مسی، آلومینوی و روی ۱:۶۰ وبرای ورق سرب آسفالت ماستیکی و نمد قیر اندود ۱:۸۰ است.

و پوشش های پیوسته درزهای حرکت کافی پیش بینی شود. علاوه براین مزیت، مصالح سنتی اگر درست اجرا شوند عمر مفید بیشتری نسبت به ورق های روکوب فلزی مانند سرب، مس، روی آلومینیوم و ... دارند.

دهانه ای که سقف روی آن اجرا می شود نیز در انتخاب سیستم سازه ای آن نقش دارند.

مثلاً دهانه های کوچک (تا ۷ متر) قا بلیت اجرای سازه ای سنتی، پوشش های سفال یا صفحات و ... برای بابهای تخت و شیبدار را دارد، دانه های متوسط (۲۴- ۷ متر) معمولاً با بتن مسلح، خرپا، پروفیل های فولادی صفحات موجدار سیمان آزبستی و ... اجرا می شوند و برای دهانه های بزرگ بیش از ۲۴ متر یا سازه های مخصوص طراحی می شوند و یا سقف های زنبوره ای و تکنیک های گنبد سازی استفاده می شود.

بام هر ساختمان از سه قسمت تشکیل شده است، قسمت باربر یا سازه ای، پوسته صلب داخلی که به قسمت باربر اتصال یافته و بار لایه رویی را تحمل می کند و لایه خارجی که در معرض عوامل جوی بوده بوده و بام پوش نام دارد.

۱۱-۲- انواع سقف

۱۱-۲-۱- انواع سقف به لحاظ سازه ای

۱۱-۲-۱-۱- طاق ضربی: در این نوع سقف تیرآهن ها اعضای باربر و آجرها اعضای پرکننده هستند. روش اجرای این سقف به این ترتیب است که پس از رسیدن دیوارها به ارتفاع مورد نظر، روی آنها قالب بندی و آرماتور گذاری انجام گرفته و به صورت کلاف بتن ریزی می شود.

در هنگام بتن ریزی ورق های فلزی معین در نقشه در محل نصب تیر آهن ها در بتن کلاف محکم می شود و سپس تیر آهن های سقف را روی آنها ثابت می کنند. تیر آهن های سقف توسط تسمه ها و میلگردهای به قطر حداقل ۱۰ میلی متر به صورت ضربدری به هم وصل می شوند. مطابق آیین نامه ایمنی ساختمان ها در برابر زلزله بایستی در هر ۲۵ متر مربع لااقل یک ضربدر مطابق فوق و حداقل سطح مقطع تسمه یا میلگردهای مصرفی ۱ سانتی متر مربع باشد. آخرین تیر آهن سقف نیز توسط میلگردها یا ورق هایی که قبلاً در کلاف بتن مسلح قرار گرفته اند و در دو نقطه به کلاف مهار می شود. حالت دیگر آن است که تیرآهن ها در هر ۲- ۱/۵ متر توسط میلگرد به تیرآهن ما قبل خود مهارشود.
فاصله ی تیرآهن های طاق ضربی معمولاً بین ۱۱۰cm- ۸۰ است و بین آنها باآجر و ملات گچ و خاک پر می شود.

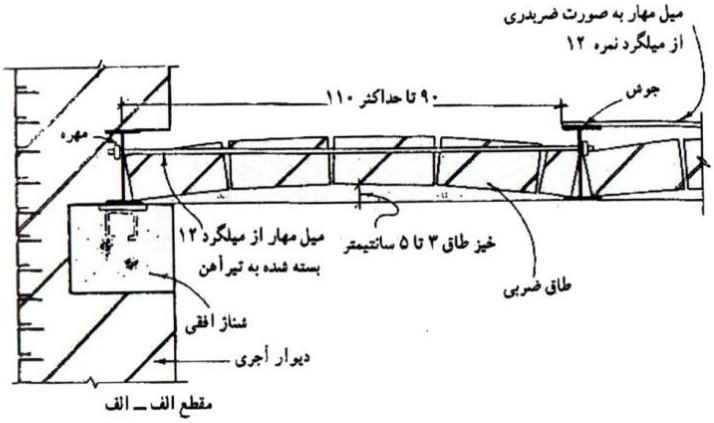
- تیر آهن ها پس از نصب و قبل از زدن طاق ضربی ضد زنگ زده شود.
- طول تکیه گاه تیرآهن ها نباید از ارتفاع تیر یا ۲۰ سانتی متر کمتر باشد. در جایی که سرتیر آهن روی دیوار آجری قرار می گیرد، خصوصاً در مواردی که به علت بارز یا دو دانه ی وسیعبارهای وارده قابل توجه است.

یک زیر سر بتنی تعبیه می کنند و بهتر آن است که سراسر دیوار در تراز تیرآهن ها یک شناژ بتنی سراسری پیش بینی شود.

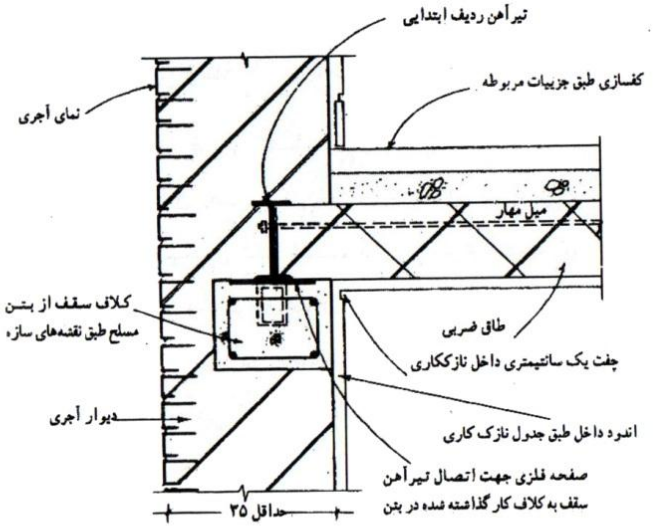
- رج های آجری باید در صفحه ای عمودی بر سطوح جانبی تیرآهن با خیزی بین ۳-۴cm به صورت یکنواخت اجرا شوند و بندهای درز آجری رو به روی هم واقع نشوند.
- با توجه به متفاوت بودن ضمن آجر و فولاد و انقباض و انبساط های متفاوت آنها معمولاً پس از اندود کردن سقف ترکهای مویی در آن ایجاد شده و تیر آهن ها خود را در سقف نشان می دهند برای دفع این عیب استفاده ی توری سیمی گالوانیزه در اطراف تیرآهن ها توصیه می شود.
- پس از اتمام اجرای پوشش آجری سقف روی آن را دوغاب گچ می ریزند تا بین درزهای آجرها از آن پر شده و پوسته ای بر روی سطح طاق ضربی تشکیل شود و پوشش نهایی و کفسازی را در صورت صورت لزوم اجرا می نمایند.

- لازم است برای اجرای کفسازی مسطح، خیز طاق ضربی با مصالح سبک به صورت تراز و صاف در بیاید.
- مصالح مصرفی در طاق ضربی از پایین به بالا:

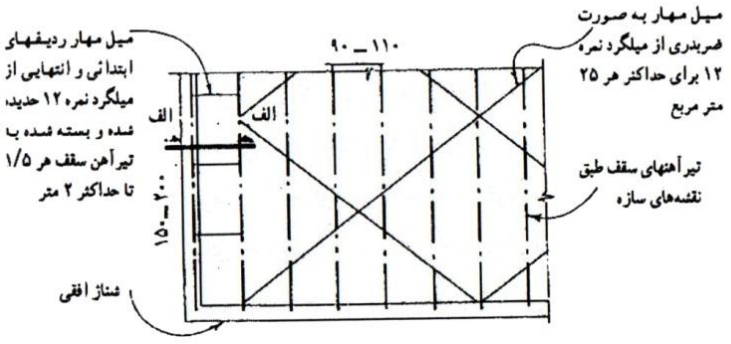
۱- اندود رویه (سفید کاری)
۲- اندود گچ و خاک ۱-۲cm
۳- سقف طاق ضربی
۴- پوکه معدنی ۱۰cm
۵- ملات ماسه سیمان ۲cm
۶- موزاییک یا سنگ ۲cm



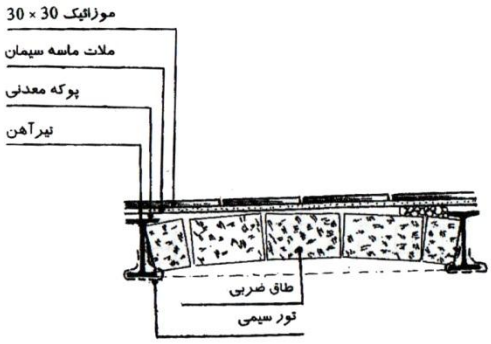
جزئیات نحوه قرارگیری میل مهار در آخرین تیرآهن



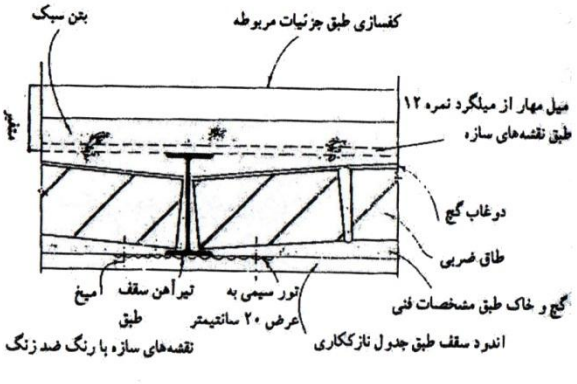
جزئیات اتصال تیرهای طاق ضربی به کلاف زیر سقف



نحوه تیر ریزی و قرار گیری میل مهار در ساختمان با
طاق ضربی



جزئیات سقف طاق ضربی طبقات



جزئیات اجرائی طاق ضربی

- **سقف شیبدار طاق ضربی:**

ابتدا قطعات کوچک (ناودانی، قوطی و یا ...) را روی تیرآهن های طاق ضربی جوش می دهند و بعد پرلین ها را روی قطعات پروفیل مذکور قرارداده و پوشش را اجرا می کنند.

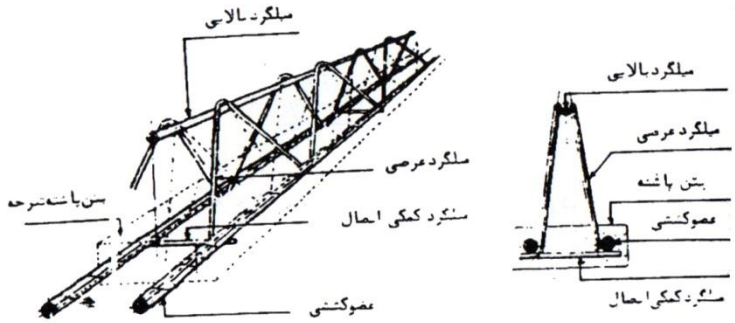
۱۱-۲-۱-۲- سقف تیرچه بلوک:

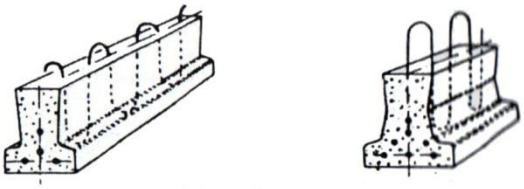
سقف های تیرچه بلوک اصطلاحاً به سقفهایی گفته می شود که از یک سری تیرچه های بتنی پیش ساخته یا پیش فشرده که نقش عنصر باربر و تعدادی بلوک بتنی یا سفالی که نقش عنصر پرکننده را دارند را تشکیل می شوند.

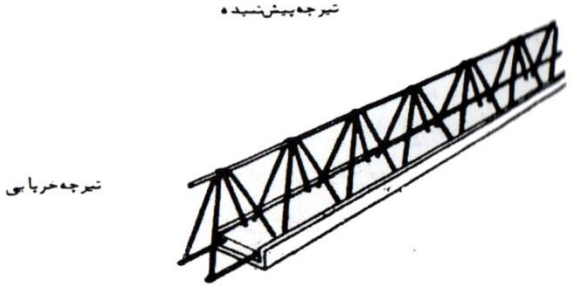
در این سیستم سقف، در تیرچه های پیش ساخته فشار توسط بتن در بالا و کشش توسط میلگردهای تحتانی تیرچه ها تحمل می شود و فواصل میلگرد توسط عناصر پرکننده ی سبک مانند بلوک ها پر می شوند.

- **مزایا و معایب:**
- مزایای سقف تیرچه بلوک نسبت به طاق ضربی در سبکی، عایق بودن (حرارتی و صوتی) پوشش دهانه های بزرگتر، مقاومت در برابر آتش سوزی مسطح بودن زیرسقف، اقتصادی تر بودن آن در مقایسه باطاق ضربی برای دهانه های متوسط و وسیع و عدم لرزش سقف در دهانه های بزرگتر است.هر چند اجرای آن مدت زمان بیشتری طول می کشد و احتیاج به قالب بندی و نصب داربست دارد.
- **اجزای تشکیل دهنده سقف تیرچه بلوک و نقش آنها:**

۱- **تیرچه ها:** همان طور که در بالا گفته شد، تیرچه ها عناصر باربر این نوع سقف بوده و ممکن است پیش ساخته یا پیش فشرده باشند. تیرچه های پیش ساخته متشکل از بتن و فولاد و مقطع تقریبی آن Tشکل است که در دو نوع تیرچه خرپایی و تیرچه پیش تنیده تولید می شود.







در تیرچه های پیش ساخته، تعداد میلگرد در قسمت تحتانی تیرچه در کنار هم و در داخل کاور (حدود۴cm) بتنی قرار گرفته اند و توسط یک رشته میلگرد مارپیچی به یک میلگرد فوقانی جوش داده می شود.

و در تیرچه های پیش فشرده میلگردهای طولی بسته به تعداد و ارتفاع تیرچه در دو، سه سطح یا بیشتر قرار می گیرند و همه ی آن در یک پوشش بتنی واقع شده توسط بتن اتصال آنها به هم تأمین می شود.

در تیرچه های پیش فشرده از آنجا که میلگرد های طولی تیرچه در هنگام ساخت کشیده شده اند. در نتیجه بتن تیرچه ها نیز تحت مقداری فشار ناشی از هم کشیدگی این میلگردها قرار می گیرد.

به طوری که بعداً تیرچه ها در معرض بار، قادر به تحمل کشش بیشتری خواهند بود.

در تیرچه ها عناصر دیگری نیز وجود دارد، از آن جمله:

- **عضو کششی:** میلگردهای تحتانی تیرچه که بایستی قادر به تحمل نیروهای وارده در فاصله محور تا محور تیرچه ها بین دو تکیه گاه موقت باشند.
- **میلگردهای عرضی:** نقش این میلگرد ها در تیرچه مانند نقش عضو مورب در خرپاست وظیفه میلگردهای عرضی شامل این موارد است: تحمل بار وارده به سقف به کمک اعضای کششی و بالایی، ایجاد پیوستگی لازم میان میلگرد کششی خرپا و بتن در جا، مهار نیروی برشی در تیر
- **میلگردهای بالایی:** نقش میلگردهای بالایی شامل تحمل بار سقف به کمک سایر اعضای خرپا در بین دو تکیه گاه موقت است، باید توجه داشت در صورتی که میلگرد در بتن کاور و بالاتر از سطح بلوکها واقع شود،

نقش فولاد افت و حرارتی سقف را ایفا می کند و در صورتی که پایین تر از سطح بلوک ها واقع شود نقشی نخواهد داشت.

- **بتن پاشنه تیر و پیش ساخته:** بتن پاشنه به منظور تامین تکیه گاه بلوکها و خود داری از قالب بندی قسمت پایین جان تیرT شکل در کارخانه ریخته می شود و همین طور نقش پوشش برای آرماتورهای کششی و مقاوم سازی آنها در برابر آتش را دارد.

۲- **بلوک:** نقش پرکننده میان تیرچه ها را دارد. جنس آن ممکن است از سفال، بتن، پلاستیک یا یونولیت باشد. بلوکها نقش قالب بتن پوششی را نیز دارند علاوه برانها نقش عایق را نیز ایفا می کنند.
عرض بلوکها بین ۴۰ تا ۶۵ سانتی متر متغیر و ارتفاع آنها تابع عمق سقف است.

۳- **میلگرد ممان منفی:** از آنجا که روی تکیه گاهها بیشترین مقدار برش وجود دارد. از میلگردهای ممان منفی (برشی) در تکیه گاه تیرچه ها استفاده می شود.

۴- **میلگرد افت و حرارتی:** برای مقابله با تنش های بتن کاور و همچنین جذب تنش های ناشی از افت و تغییر درجه حرارت و جلوگیری از ترک برداشتن دال بتنی روی سقف در اثر انقباض و انبساط، این میلگردها استفاده می شوند.
در فواصل معین در دو جهت عمود بر هم بلوکها و در بالای تیر نواری T شکل نصب می شوند. و با سیم به میلگرد های فوقانی تیرچه های پیش ساخته یا سایر اجزای تیرچه های پیش فشرده متصل می شوند.

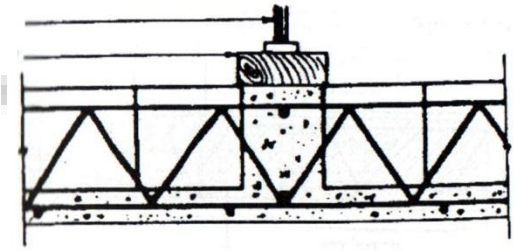
۵- **پوشش بتنی فوقانی**: فاصله بین تیرچه ها و سطح روی بلوکها از یک لایه بتن به ضخامت ۵ الی ۱۰ سانتی متر پوشیده می شود. این بتن معمولاً تحت فشار است و نیازی به میلگرد ندارد.
اما جهت حفظ آن در برابر تغییرات درجه حرارت و انقباض و انبساط بتن و جلوگیری از ترک برداشتن بتن، تعدادی میلگرد در آن قرار می دهند.

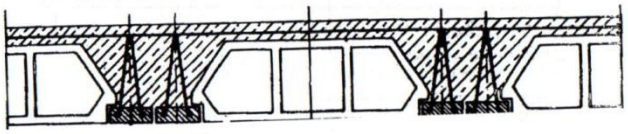
۶- **کلاف میانی (تیرچه های مهاری عرضی)**[۲۸]:
در صورتی که بارزنده سقف بیش از $۳۵۰ kg/m^۲$ و طول دهانه از ۴/۵ متر بیشتر باشد.معمولاً از یک کلاف میانی در وسط دهانه در جهت عمود بر تیرچه ها استفاده می شود. اگر طول دهانه بیش از ۷ متر شود در هر سه متر یک کلاف میانی تعبیه می شود. کلاف میانی به منظور توزیع یکنواخت باروری سقف تیرچه بلوک، جلوگیری از پیچش در T شکل و همچنین در محل هایی که بار منفرد وجود دارد استفاده می شود. مشخصات این تیرچه به مقدار بار وارده و طول دهانه بستگی دارد.

- **مشخصات فنی و شرایط اجرایی سقف تیرچه بلوک:**
- فاصله محور تا محور تیرچه ها نباید بیش از ۷۰ سانتیمتر باشد.
- حداکثر دهانه ای که با سقف تیرچه بلوک پوشانده می شود بیش تر از ۷ متر نباشد. توصیه می شود در مواردی که دهانه ی مورد پوشش بیشتر از ۷ متر است از تیرچه های مضاعف (اجرای دو تیرچه در کنارهم)استفاده شود.
- عرض تیرچه نباید کمتر از ۱۰ سانتی متر یا $\frac{1}{3/5}$ برابر ضخامت کل سقف می باشد.

[۲۸] Tie Beam

- حداقل فاصله دو بلوک در یک تیرچه نباید کمتر از ۶/۵ سانتی متر باشد.
- طول بلوکها تابع عرض، ارتفاع و فاصله تیرچه ها از هم و ضخامت سقف می باشد معمولاً برای تیرچه ها با فاصله ی محور به محور ۵۰ سانتی متر و عرض ۱۰ سانتی متر، طول بلوک حدود ۴۰ سانتی متر می باشد، عرض بلوکها معمولاً ۲۵ سانتی متر و عمق آن تابع ضخامت سقف معمولاً بین ۴۰-۱۲ سانتی متر می باشد.
- بتن پوششی روی بلوکها نباید از ۵ سانتی متر یا $\frac{1}{12}$ فاصله محور به تیرچه ها کمتر باشد.
- ضخامت سقف برای تیر با تکیه گاه ساده نباید کمتر از $\frac{1}{۲۰}$ دهانه و ضخامت سقف برای تیر با تکیه گاه گیردار از $\frac{1}{26}$دهانه کمتر باشد. می توان ضخامت کمتری برای سقفهای با تکیه گاه گیردار در نظر گرفت و اگر سقف دارای خیز نباشد این مقدار می تواند بازهم کاهش پیدا کند.
- اگر سقف تیرچه بلوک به صورت کنسول اجرا شود نباید نسبت ضخامت آن به طول آزادش کمتر از $\frac{1}{10}$ باشد.
- میلگردهای حرارتی در جهت عمود بر تیرچه و به فاصله ی ۳۳ سانتی متراز هم قرار می گیرند و به میلگرد فوقانی تیرچه ها بسته می شوند. قطر این میلگردها در صورتی که از نوع معمولی باشند ۶ میلی متر و در صورت انتخاب از نوع مقاومت بالا ۵ میلی متر است.
- حداقل عرض کلاف میانی برابر عرض بتن پاشنه در تیرچه و ارتفاع آن برابر ارتفاع سقف است معمولاً ۴ میلگرد در کلاف میانی ۲تا در بالا و ۲ تا در پایین آن قرار می گیرند و حداقل قطر آنها در صورت استفاده از میلگرد آجدار ۶ میلی متر و در مورد میلگرد ساده ۸ میلی متر است. این میلگردها توسط خاموت در جهت قائم به هم بسته می شوند.





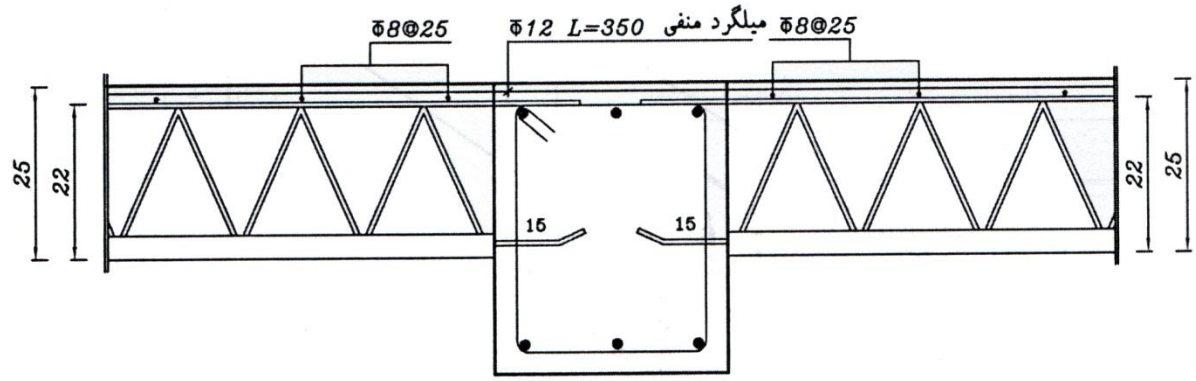
- در صورتی که اجرای یک حفره یا سوراخ در سقف مطابق نقشه ها ضروری باشد.به طوری که تیرچه های طولی را قطع کند. انتهای آزاد تیرچه ها باید روی تیرچه های مهار عرضی (کلاف های میانی) مطابق مشخصات گفته شده در بالا قرار گیرند.

***اجرای سقف تیرچه بلوک**

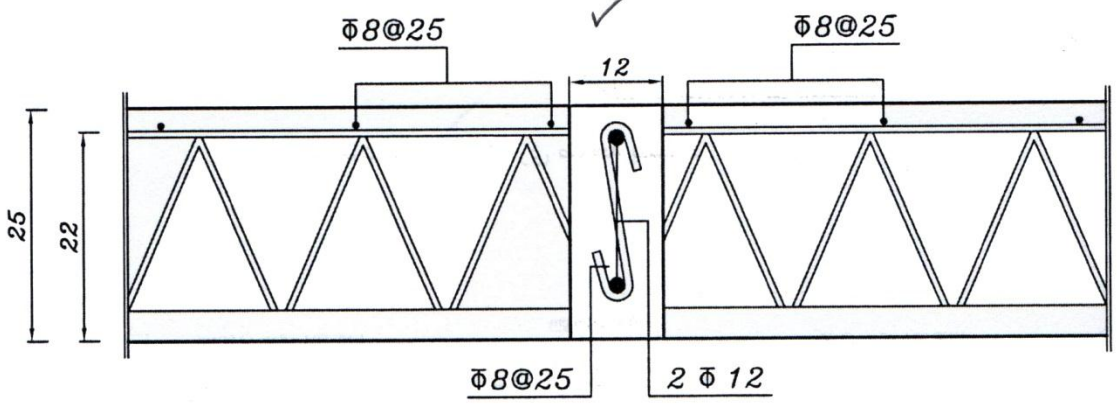
- ابتدا تیرچه ها (پیش فشرده یا ساده) تهیه می شوند و سپس بلوکهای مجوف به تعداد لازم از نوع و ارتفاع مورد نظر سفارش داده می شوند. ساخت سقف ساختمان پس از آنکه دیوارهای باربر و تیرهای باربر اصلی ساختمان اجرا شد آغاز می شود.

ابتدا تیرچه ها را با فاصله مرکز به مرکز ۵۰cm روی تیرهای باربر یا دیوار باربر قرار می دهند سپس داخل آنها را بلوک می گذارند. برای تحمل بار مرده سقف پیش از بتن خود را بگیرد به شیوه ی زیر عمل می کنند. به فاصله ی ۱/۸m در زیر تیرچه ها از تخته های زیر سری افقی در جهت عمود بر تیرچه استفاده می شوند و در زیر هر تخته هم به فاصله ی ۱ متر پایه های چوبی قرار می دهند باید دقت شود تخته ها کاملاً افقی و پایه ها محکم روی زمین یا کف مورد نظر قرار گیرند.

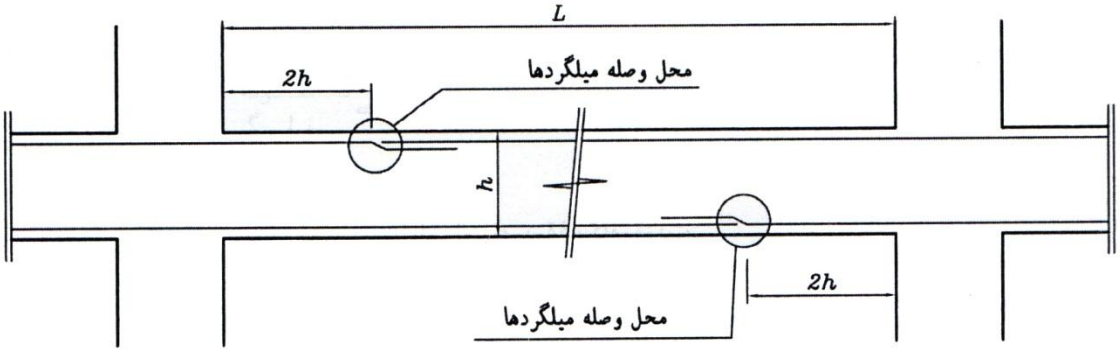
معمولاً برای جلوگیری از خمشی که در سقف به مرور زمان به وجود می آید یک خیز ۴ میلی متری به سمت بالا در آن ایجاد می کنند.
در همین مرحله در صورتی که دهانه ها وسیع باشندکلاف میانی را نیز قالب بندی و آرماتورگذاری می کنند.
پس از نصب تیرچه ها و بلوکها، میلگردهای حرارتی (۳ رشته در هر متر) و در جهت عمود بر تیرچه قرار گرفته و با سیم به میلگردهای فوقانی بسته می شوند و در صورت لزوم میلگردهای اضافی را در محل های تعیین شده قرار می دهند و آنها را به میلگردهای حرارتی می بندند.
در نهایت فضای بین بلوک ها را از نخاله ها و خرده سفال ها و ... پاک می کنند. سقف باید کاملاً مرطوب و سپس مطابق مشخصات بتن ریزی به وسیله پمپ یا خرطومی انجام بگیرد.
بتن ریزی نباید در هوای سرد (نزدیک به صفر درجه) و هوای خیلی گرم (بیش از ۳۵ درجه) صورت بگیرد و باید در صورت بتن ریزی در هوای سرد، از ضدیخ بتن استفاده نمود و در هوای گرم هم باید با استفاده از یخ و آب سردانه های سنگی را خنک کرد. برای کنترل کیفیت بتن در این مرحله از نمونه برداری برای تعیین مقاومت فشاری استفاده می شود. بتن باید ۴ روز پس از ریخته شدن مرطوب نگه داشته شود. تا از تبخیر آب بتن و ضعیف شدن بتن جلوگیری شود.
تخته های زیر سری و پایه های چوبی ۱۰ تا ۱۵ روز پس از بتن ریزی (بسته به ابعاد دهانه)بر چیده می شوند.



نحوه اتصال تیرچه به تیر باربر از دو جهت در سازه بتنی

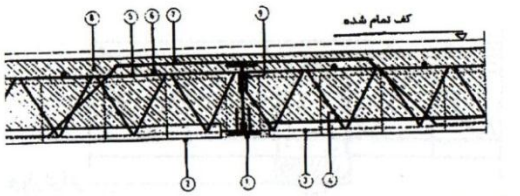


برش عرضی از کلاف میانی سقف تیرچه بلوک

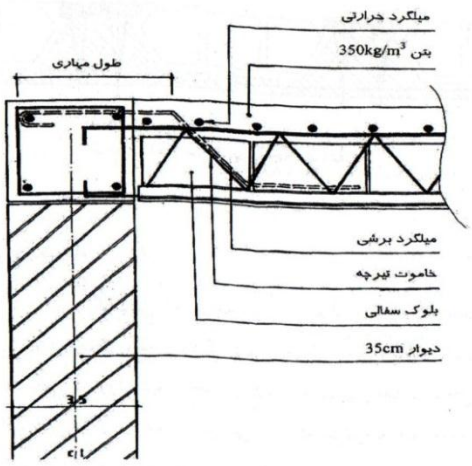


جزئیات نحوه وصله میلگرد در تیر بتنی

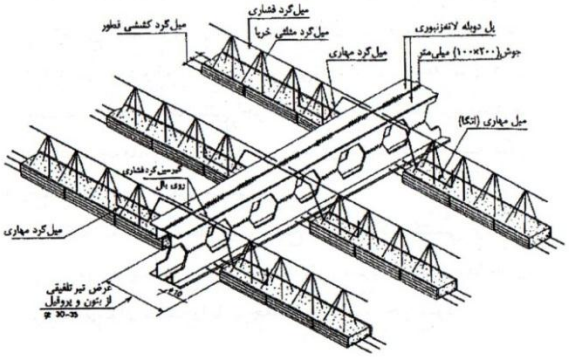
*انواع اتصال سقف تیرچه بلوک به دیوار و تکیه گاه:



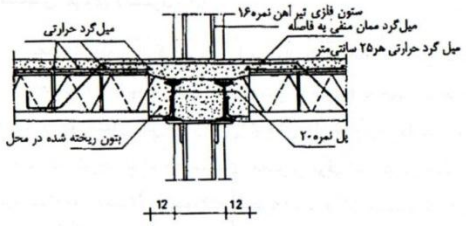
جزئیات اجرایی سقف تیرچه بلوک



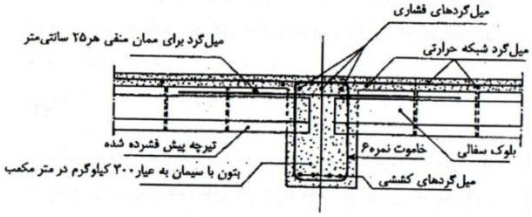
تکیه گاه تیرچه روی دیوار باربر



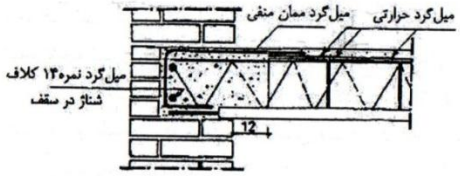
جزئیات استقرار تیرچه و نشست میل گردهای نمایان فشاری و کششی در بال پل جزئیات تیر دوبله لانه زنبوری و چگونگی استقرار میل گرد مهاری در دو تیرچه



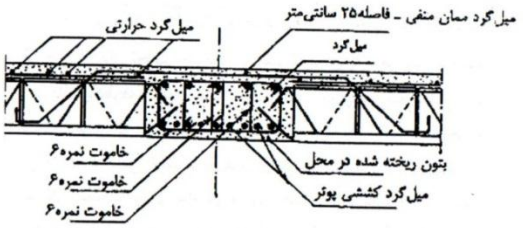
جزییات اتصال سقف مجوف به پل فلزی



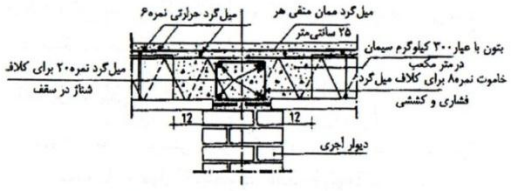
جزئیات اتصال سقف تیرچه بلوک پیش فشرده شده با پل بتونی



جزئیات اتصال سقف با دیوار خارجی آجری



جزییات اتصال سقف مجوف با پل بتونی



جزئیات نشست سقف مجوف با دیوار داخلی

۱- اتصال سقف تیرچه بلوک با تیر لانه زنبوری در سازه فلزی:

سرتیرچه ها را با فاصله محور به محور۴۵ سانتی متر در داخل تیر اصلی سر میلگرد های پایینی تیرچه به سمت داخل روبه بالا سر میلگردهای بالایی تیرچه به سمت پایین به تیرلانه زنبوری جوش داده می شود.

۱- اتصال سقف تیرچه بلوک و دیوار باربر آجری

در حالتی که تیرچه روی دیوار باربر آجری قرار گیرد، حتماً کلاف افقی روی دیوار اجرا می شود و سرتیرچه ها ضمن خم کردن عمودی میلگردهای بالایی و پایینی تیرچه در داخل کلاف افقی قرار می گیرد. کلاف افقی دور تا دور دیوار را می گیرد و حرکات جانبی به وجود آمده در آن در اثر زلزله را مهار می کند.

اگر سر تیرچه بدون اینکه روی کلاف بندی قرارگیرد مستقیماً روی مصالح دیوار واقع شود. به دلیل وارد آمدن فشار روی یک نقطه خاص از دیوار.در آن نقطه ترک عمودی در دیوار ایجاد می شود.

۲- اتصال سقف تیرچه بلوک و دیوار بتنی در این حالت سرتیرچه ها داخل بوتر بتنی قرار می گیرد.

۱۱-۲-۱-۳- سقف سازه فضا کار[۲۹]:

این سقف که بصورت مدولار اجرا می شود از قابهای هرمی شکل تعیین شده ساخته می شود و دهانه های وسیعی را پوشش داده، برای سالن های ورزش و تفریح، مرکز خرید و کارخانجات و ... کاربرد دارد.

قطعات سازنده ی این نوع سقف در کارخانه تولید و با اتصالات پیش بینی شده در محل ساختمان مونتاژ می شوند.

همچنین این سقف ها قابلیت گسترش و توسعه را یک یا دو جهت را دارند. و به دلیل تولید صنعتی سرعت نصب بالایی دارند و در مجموع اقتصادی هستند.

- سقف زنبوره ای: قابهای هرمی شکل معکوس هستند که با یک قاب نبشی فولادی و لوله های موربی که به چهار گوشه آن جوش می شوند ضمن یک اتصال چهار سو در رأس ساخته می شود.واحدهای این سقف توسط نبشی های قاب به هم پیچ می شوند و به کمک میله های مهار از چهار سوهای رأس به هم وصل می شوند می توان میله ها از طوری تنظیم کرد که در سطح فوقانی سقف یک خیز رو به بالا جهت شیب بندی مناسب بام ایجاد گردد. این سقفها نیز در دو جهت قابل گسترش است. شبکه های اقتصادی ستون ها زیرین آن ۱۲×۱۲ یا۱۸×۱۲ یا ۱۸×۱۸ هستند. بام این سقفها را می توان با چند لایه قیر گونی یا صفحات پشم چوب و... عایق بندی نمود. همچنین می توان روی آن نورگیرهایی تعبیه کرد.

ستون های فولادی توسط جوش دادن یک صفحه سرستون فولادی در بالای ستون به پایه تکیه گاه در متصل می شوند. این پایه ها از نبشی فولادی هستند. و دستکهایی به آن جوش داده می شوند که در داخل بال قابهای نبشی قرارگرفته و به آنها پیچ می شوند. همچنین این سقف ها قابلیت اجرا به صورت تخت، شیبدار و طره ای را دارند.

۱۱-۲-۱-۴- سقف دال بتنی:

دال سطح تختی است که ممکن است در سطح کف (برای پوشش کانال ها، کف زیر زمین ها، سطوح فرودگاهها) و یا روی تیرهای بتنی، فولادی یا دیوار باربر آجری اجرا شود.

انواع دال ها به شرح زیرست.

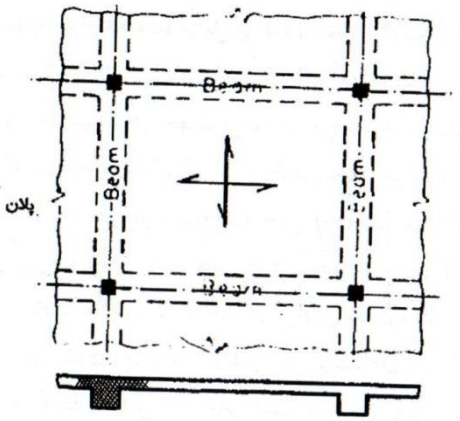
---

[۲۹] space frame

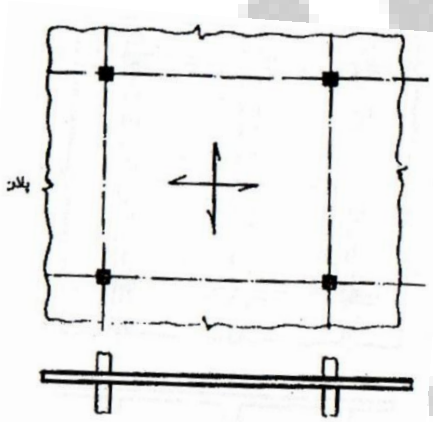
دال یک طرفه

دال دو طرفه

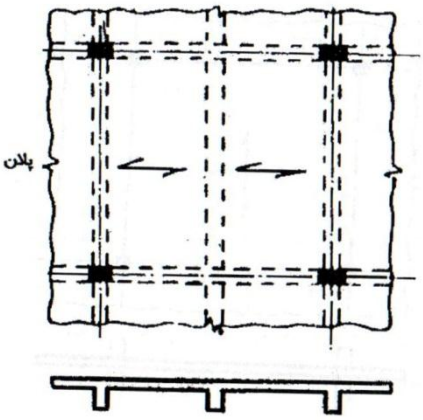
دال تحت مجوف یا سقف کاسه ای یا مقعر پیش ساخته. (دال وافل)

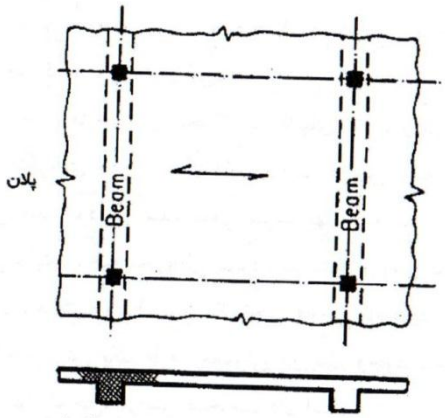


پلان سقف و مقطع دال دو طرفه



دال تخت





پلان سقف و مقطع دال یکطرفه

۱۱-۲-۱-۵- بام های پوسته ای:

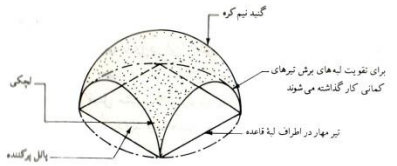
پوسته ها به دلیل ضخامت اندکی که دارند در برابر خمش مقاومت زیادی دارند، مصالح مصرفی در این بامها ممکن است چوب، فولاد یا بتن باشد.

پوسته ها بتنی معمولاً غشاء نازکی هستند که مسلح و خمیده شده اند ودر قالب بندی چوبی بتن ریزی می شوند.

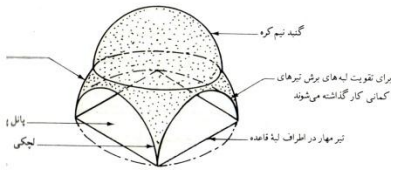
هر چند ساخت بام های پوسته ای به نسبت گران ترست اما ویژگی هایی مانند شکل پذیری ،سرعت اجرا و تطابق آنها با هر شکل هندسی و انعطاف پذیری آن نسبت به پلان معماری از مزایای آنهاست.

به طور کلی می توان بام های پوسته ای را در سه گروه طبقه بندی کرد:

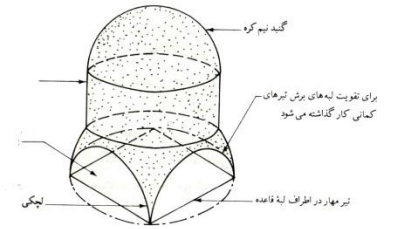
۱- گنبد ها (پوسته دو انحنایی) :



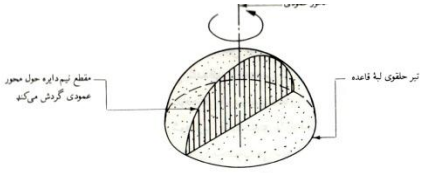
گنبد ولچکی‌ها از یک نیم کره



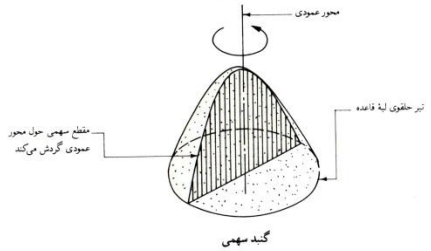
گنبد ولچکی‌ها از نیم کره‌های مختلف



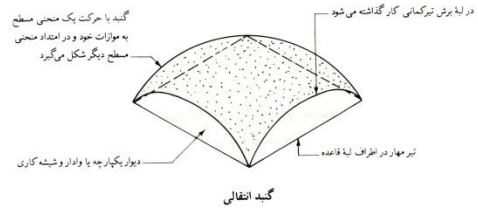
گنبد ولچکی‌ها به همراه قسمت استوانه‌ای



گنبد نیم کره



گنبد سهمی



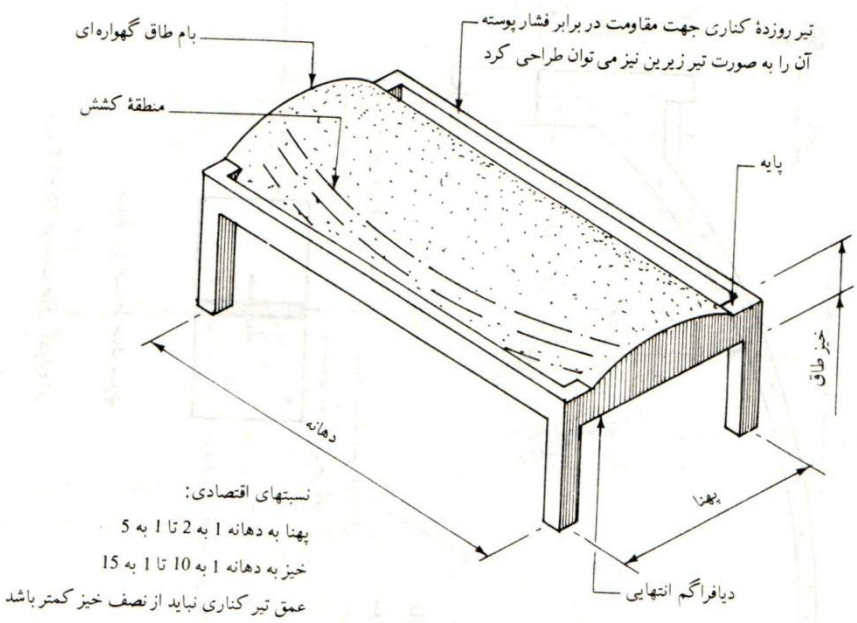
گنبد انتقالی

برای ساختن گنبدها، یک چند ضلعی در دایره پایه ایجاد می شود و صفحات برشی عمودی،گنبد نیم کره را قطع می کنند. تمام گنبدها تحت بارگذاری تمایل به تخت شدن دارند برای جلوگیری از این رخداد، لبه های برش را با تیر یا قطعات مشابه تقویت می کنند. به طور کلی اگر آن ارتفاع گنبدی از $\frac{1}{6}$ قطر آن بیشتر باشد یک تیر حلقوی به دور آن اجرا می کنند.

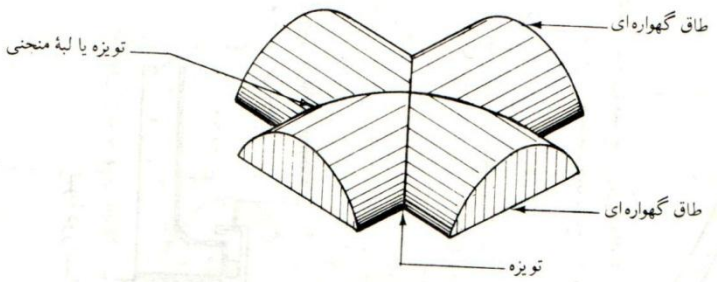
۲- طاق های قوسی یا طاق گهواره ای یا طاق نیم استوانه ای: پوسته های هستند که یک انحنایی بوده و انحنای آنها در یک جهت گسترش یافته است.صلبیت طاق گهواره ای به انحنای پیوسته آن بستگی دارد. ور نتیجه طاقهای که برای ایجاد نورگیر شکسته می شوند صلبیت کمتری دارند و در مقابل دهانه ی ۳۰ متری طاق کامل یا طاقهای شمال نوری ۱۵-۱۲ متر قابل اجرا هستند.

اگر طاق های قوسی به صورت متقاطع اجرا شوند به فصل مشترک آنها تویزه می گویند.

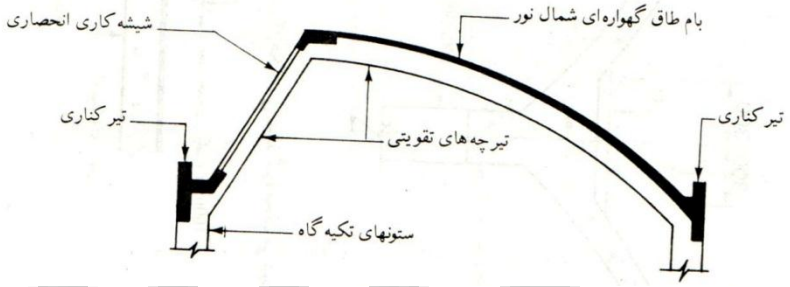
طاق های قوسی نیز مانند گنبدها تمایل به تخت شدن دارند. بنابراین در طول لبه های آنها از یک تیر استفاده می کنند.



اصول طاق گهواره‌ای



تقاطع طاقهای گهواره‌ای



دهانه معمول طاق گهواره ای ۳۰-۱۲ متر، پهنای آن حدود نصف دهانه و خیز آن حدود پهناست طاق های گهواره ای کوتاه (طاقی که عرض دهانه آن از امتداد طول آن بیشتر باشد.)به تویزه های تقویتی احتیاج دارد. پوسته طاق گهواری تحت بارگذاری تمایل دارد شکل خود را از دست بدهد. قطعات تقویتی دارای آرماتوربندی بیشتر هستند یا ضخامت پوسته را به طور موضعی افزایش می دهند. پهنای قسمتهای ضخیم تر حدود $\frac{1}{5}$ فاصله تویزه ها در نظر گرفته می شود.

مناسب ترین روش ایجاد عایق حرارتی برای سازه بام پوسته ای بتنی، استفاده از یک لایه اندود سبک شمشه ای برروی پوسته است پوشش بامهای پوسته ای ممکن است ورق های غیر آهنی، آسفالت، نمدقیراندود، غشا

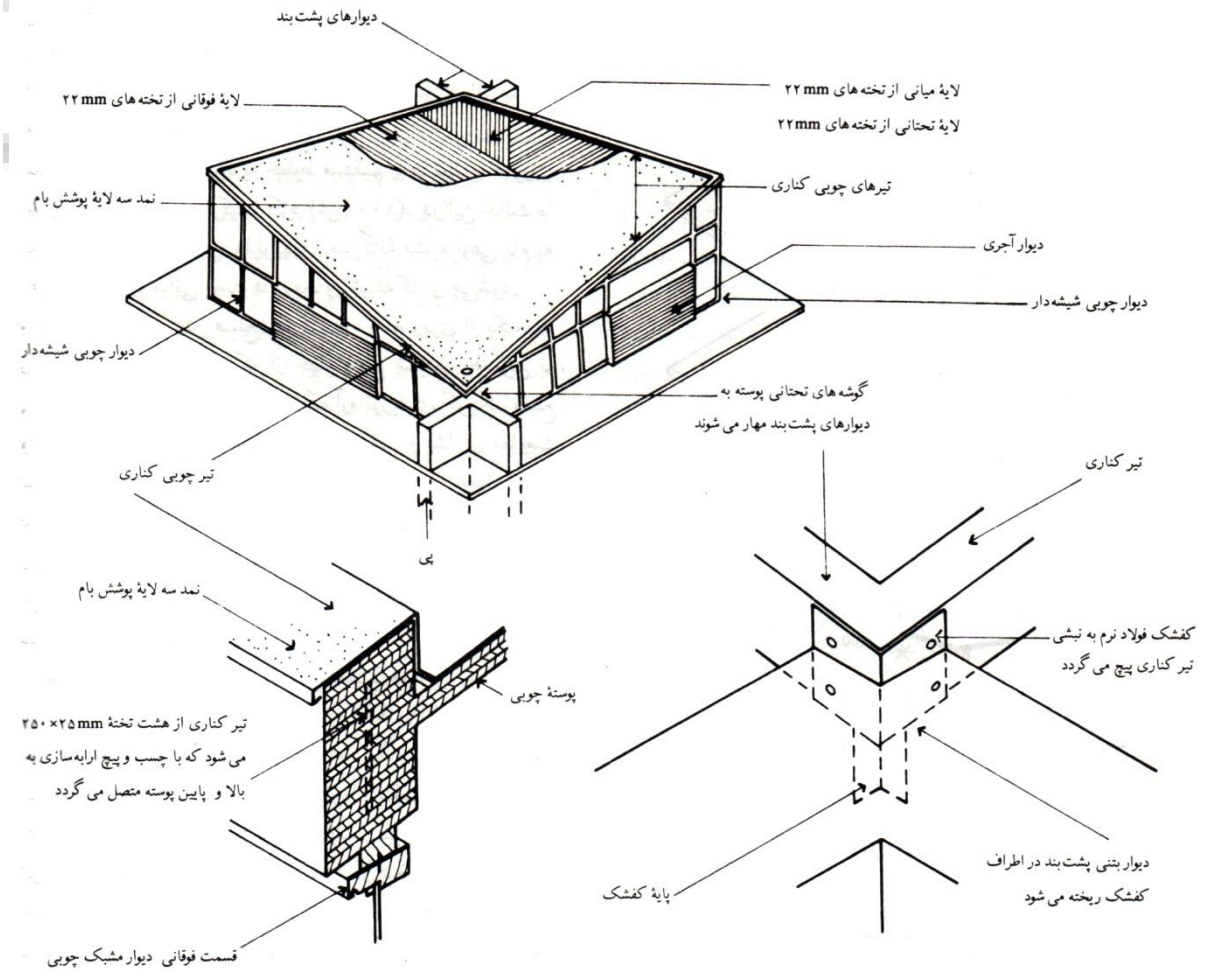
پلاستیکی یا پوششهاای پایه لاستیکی باشد اغلب از نمد چند لایه استفاده می شود زیرا سبک و ارزان است اما آسفالت ماستیکی نسبتاً سنگین بوده و چندان مورد استفاده نیست.

۳- بام پوسته ای شبه مخروطی (هیپر بولیک یا پارابولوئید): این بامها پوسته های دو انحنایی هستند که از حرکت یک سهمی بر روی سهمی دیگری ایجاد می شوند.این بامها به دلیل شکل خود نسبت به اشکال گنبدی مقاومت بیشتری در برابر کمانش دارند. بهترین حالت بهره گیری از مقاومت ذاتی این شکل ها زمانی است که نسبت خیز به دهانه قطری آنها از ۱ به ۱۵ بیشتر باشد در واقع هر چه خیز بام پوسته ای بیشتر باشد مقاومت بیشتری دارد و می توان آن را نازک تر ساخت.

بامهای هیپربولیک چوبی را نیز می توان با استفاده از تیرهای کناری متورق ساخت.تیرهای کناری تمایل پوسته باز شدن را مهار می کنند.

مشخصه سازه ای شکل های زینی در این است که هر نقطه از سطح از برخورد دو خط مستقیم واقع برسطح به وجود می آید به طوری که سطح آن از یک شبکه خطوط مستقیم تقاطع تشکیل می شود بنابراین قالب بندی آن نیز بر همین مبنا صورت می گیرد.

خیز پوسته های شلجمی هذلولی به اختلاف ارتفاع بالاترین و پایین ترین نقطه آن گفته می شود که اگر سه گوشه سطح آن با ارتفاعهای مختلف بالا آمده باشه خیز آن مقدار متوسط اختلاف میان نقاط بالا و پایین است. حد اقتصادی خیز این پوسته حداقل $\frac{1}{5}$ دهانه قطر است.



- **اجرای بام های پوسته ای :**

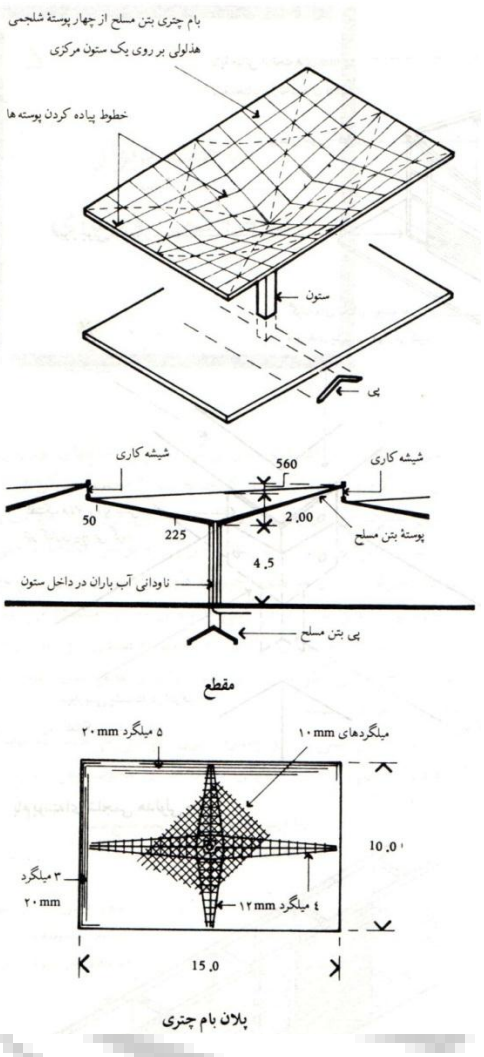
این بامها توسط قالب بندی که باید از تکیه گاه تحمل کننده بار برخوردار باشد ساخته می شوند . برای بتن ریزی قوس ها و فرم های منحنی نیز از قالب های مخصوص استفاده می شود. قالب بندی فوقانی زمانی ضرورت می یابد که زاویه شیب بام بیشتر از 45° باشد . آرماتوربندی معمولاً به صورت شبکه های فولادی و میلگرد با قطر کم در مسیر منحنی های تنش قالب بندی قرار می گیرد و این آرماتور ها با سیم به هم بسته شده و پس از عایق کاری پوشش لازم روی آنها قرار می گیرد.

بتن ریزی به شکل نواری یک متری از یک جهت آغاز می شود. این نوار از یک تیر کناری شروع و پس از عبور از تاج طاق بر تیر کناری دیگر ختم می شود.

۱۱ – ۲ – ۱ – ۶ – بام های فولدن پلیت (بام صفحه ای چیندار):

این بام از خم کردن یا چین دادن یک دال مسطح حاصل می شود . به طوری که بام مانند تیری در امتداد چین ها قرار می گیرد. برای آنکه حاصل کار اقتصادی باشد باید نسبت عمق بام با دهانه و پهنای آن متناسب باشد . این نسبت بسته به بزرگتر بودن دهانه یا پهنا $\frac{1}{10}$ تا $\frac{1}{15}$ دهانه یا $\frac{1}{10}$ پهنا هر کدام بزرگتر بود در نظر گرفته می شود.این بام ها هم در سطح زیرین و هم بالایی به قالب بندی نیاز دارند. برای امکان بتن ریزی و ویبره کردن آن دریچه هایی در سطح فوقانی قالب بندی ها پیش بینی می کنند و پس از اجرا دریچه ها و پس از اجرا دریچه ها با قطعات کشویی پوشانده می شود.

۱۱ – ۲ – ۱ – ۷ – بام چتری : این بامها از چهار سطح سهموی هذلولی بر روی یک ستون ایجاد می شوند. شبکه ای از آرماتوربندی درون آنها وجود دارد که سبب مقاومت سطح پوسته در برابر تنش های کششی و فشاری می شود . در قسمت میانی چهار صفحه و اطراف لبه ها آرماتورهای تقویتی بیشتری استفاده می شود. ممکن است برای پوشش سطح کف زیرین مجموعه ای از بامهای قیری با هم ترکیب شده و قسمت میانی آنها شیشه کاری می شود.



۱۱ – ۲ – ۱ – ۸ – بام با سازه های کششی :

این سازه ها ممکن است به صورت دائم یا موقت برای پوشش دهانه استفاده شوند. این بامها معمولاً از یک سیستم یا شبکه کابلی تشکیل می شوند. این سازه ها سبک هستند اما برای غلبه بر مکش و فشار باد بر آن یک سری کابلهای دیگری عمود بر کابلهای معلق اصلی به کار می رود. نقطه اوج این سازه ها معمولاً با وسیله ی یک قوس در ارتفاع معین نگه داشته می شود .

۱۱ – ۲ – ۱ – ۸ : قوس :

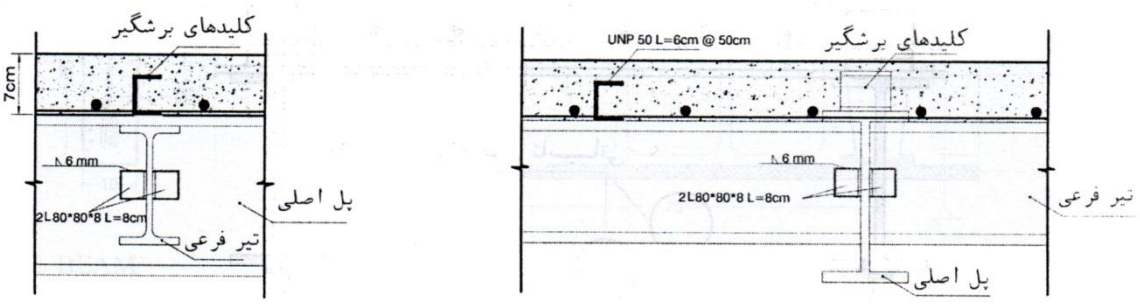
قوس ها از مجموعه ای از آجرها و سنگهای گوه ای شکل ساخته می شوند به طوری که در مجموع تنها به وسیله ی نیروهای فشاری بار را به پایه های دو طرف انتقال می دهند. هنگام ساخت قوس باید تکیه گاهی موقتی ایجاد شود که این تکیه گاههای موقت را قالب قوس می نامند.

شکل انواع قوس ها را در زیر مشاهده می کنید:

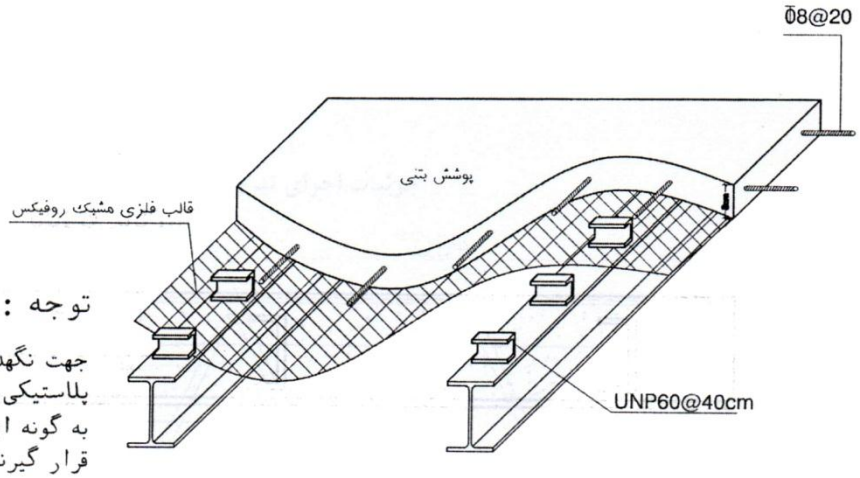
- **قوس تخت (لنتو) :** این قوس از ردیف کله ای آجر ها ساخته می شود و اگر دهانه آن بیش از یک متر باشد به نوعی تکیه گاه دائمی نظیر تسمه فلزی یا نبشی نیاز دارد. در صورتی که این تیکه گاه ایجاد نشود بار به جای انتقال به ستون های اطراف به طاق درگاهی منتقل می شود. در درزهای افقی بالای درگاهی نوعی آرماتوربندی (شبکه سیمی یا توری فلزی جهت مسلح کردن دیوار آجری) کار گذاشته می شود. همچنین در درزهای عمودی قلابهای فلزی کار گذاشته می شود و انتهای دیگر آنها در بتن مسلح جا داده می شود. معمولاً در قوس ها ساخته شده از آجر، درزها گوه ای شکل هستند . برای جلوگیری از پهن شدن بیش از حد انتهای درزها آجر چینی این قوس ها به صورت ردیف کله ای انجام می شود. ممکن است بعداً روی این قوس با سنگ یا آجر نما ، نماسازی شود اما گاهی قوس ها با آجر درز ساخته می شوند. این آجرها به دلیل شکل گوه ای خود در نهایت درزها ی یکنخواختی ایجاد می کنند که به سمت مرکز قوس همگراست.
- قوس نیمه دایره ای (رومی)
- قوس سنتی (۵و۷ و ..)
- قوس گوتیک یا جناغی

۱۱- ۲ – ۱ – ۹ – سقف مرکب (کامپوزیت) :

این سقف از ترکیب پروفیل های INP آهن و بتن ساخته می شود.اتصال تیر آهن ها و دال بتنی به وسیله سپرهایی که به تیرآهن جوش داده می شود (میخ اتصال) برقرار می شود.



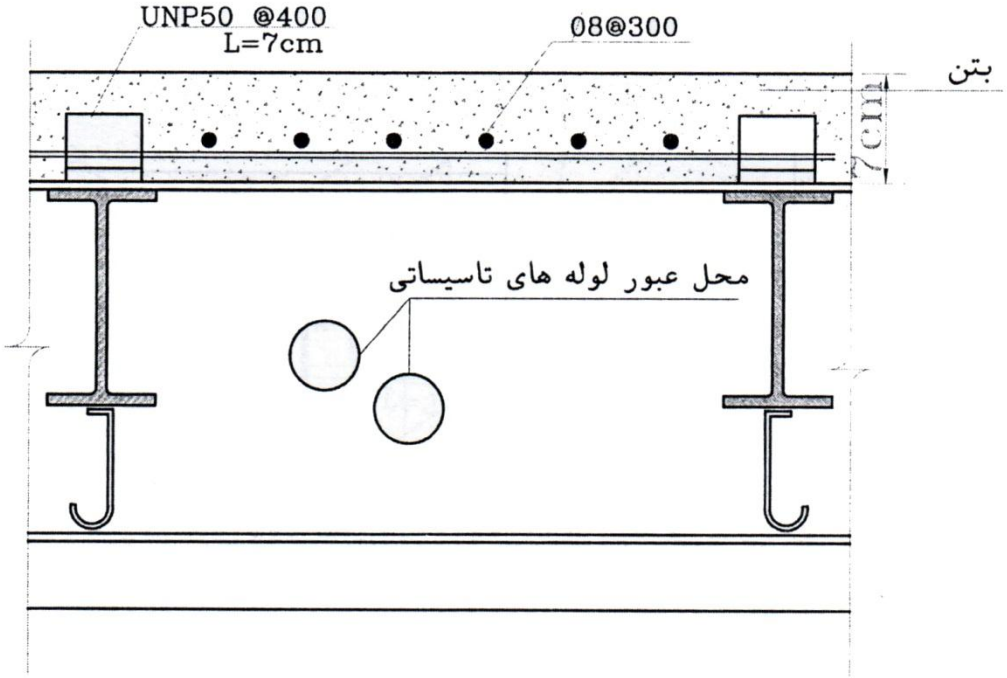
جزئیات اجرای سقف کامپوزیت (در محل اتصال تیر فرعی به تیر اصلی)



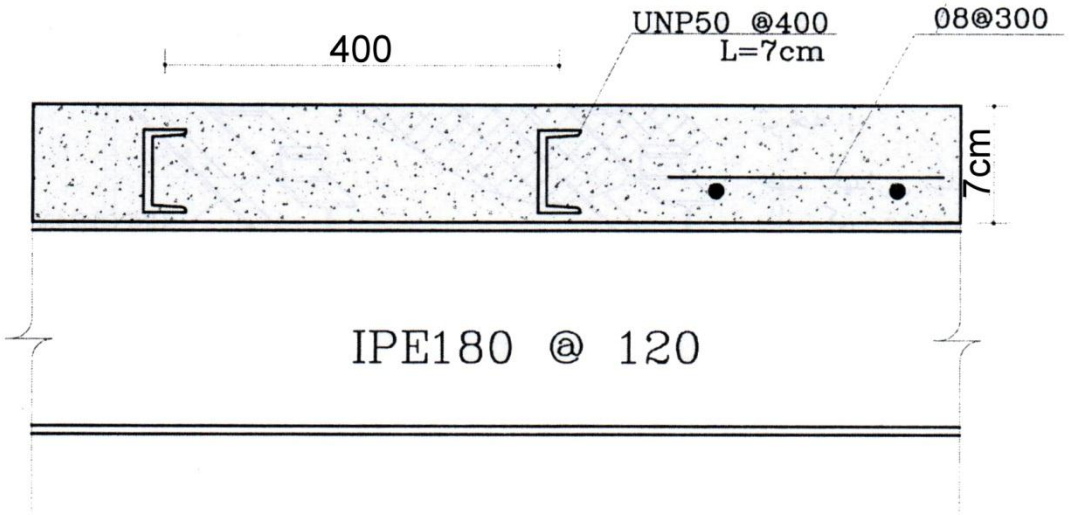
توجه :

جهت نگهداری میلگردها از لقمه های پلاستیکی مخصوص استفاده شود به گونه ای که میلگردها در وسط دال قرار گیرند

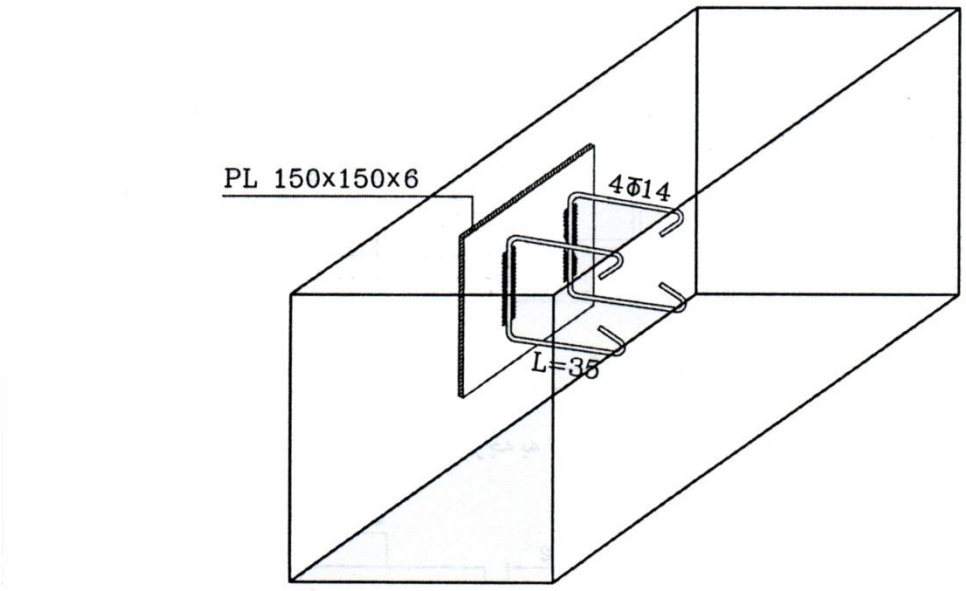
جزئیات اجرای سقف کامپوزیت



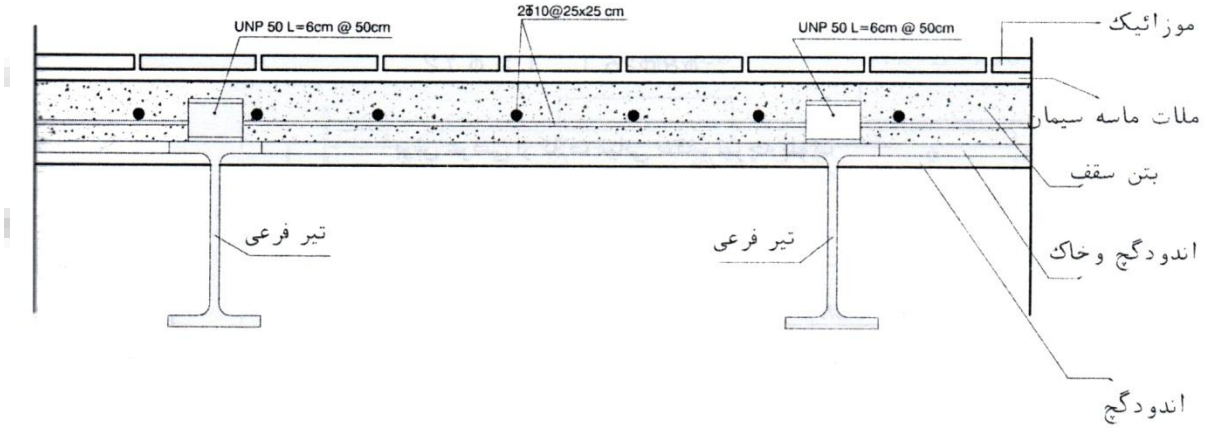
جزئیات عبور لوله های تاسیسات از زیر سقف کامپوزیت



مقطع عرضی از سقف کامپوزیت



جزئیات نحوه کار گذاری صفحه پلیت در تیر بتنی



جزئیات اجرای سقف کامپوزیت

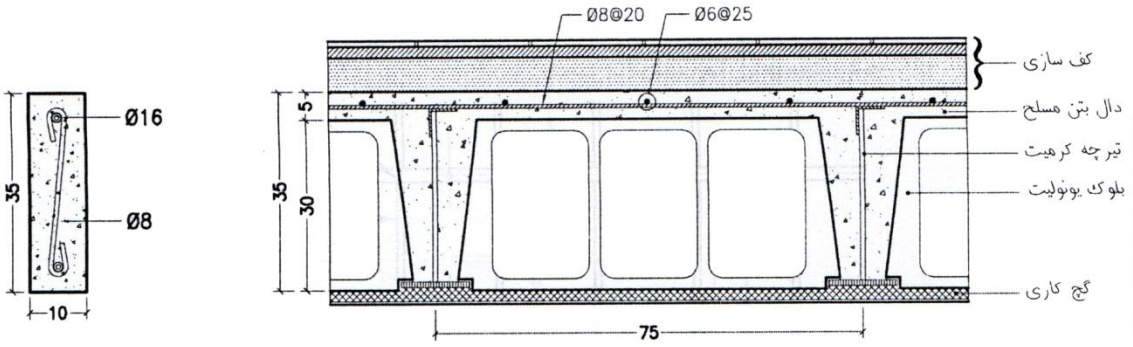
۱۱ – ۲ – ۱ – ۱۰ – سقف کرومیت :

سیستم سقف کرومیت از سیستم های جدید اجرای سقف در صنعت ساختمان است و اولین سیستم ساخت سقف بدون شمع بندی در ایران می باشد. در سیستم سقف کرومیت از تیرچه های فولادی با جان باز استفاده می شود که فضای ما بین آنها توسط بلوکهای سیمانی ، فوم پلی استایرن ، طاق ضربی ، قالب فولادی (کامپوزیت) و ... پر می شود.

مزایای این نوع سقف عبارتست از :

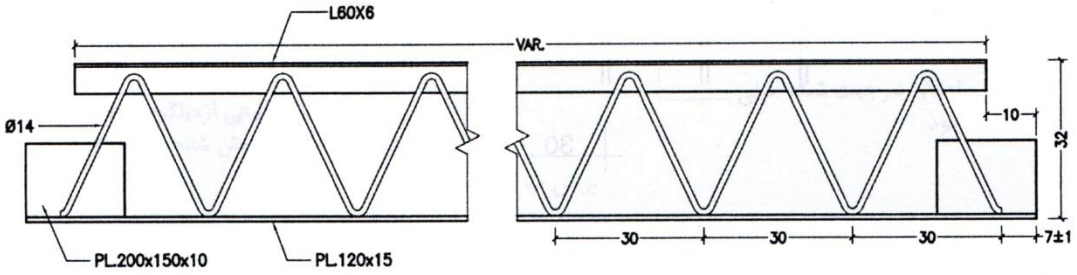
عدم نیاز به شمع بندی ، امکان طراحی و اجرای دهانه های وسیع (تاکنون سقف با دهانه ی ۱۲/۵ متر نیز توسط آن پوشش داده شده است) سرعت و سهولت اجرا، امکان حذف کردن کش ها زیرا این سقف خود

حالتی یکنواخت و یکپارچه دارد ، پایین بودن تنش در بتن چرا که با توجه به خود ایستا بودن تیرچه ها تنش ایجاد شده در بتن بسیار پایین است ،مصرف کمتر بتن به دلیل فاصله زیادتر میان تیرچه ، حذف سایه فولادی تیرچه ها در نازک کاری ، چرا که سطح بلوک از تیرچه ها در این سقف پایین تر است و پوشش گچ و خاک در زیر تیرچه ها نسبت به سایر موارد بیشترست و در نتیجه گرد و غبار هوا کمتر جذب می نماید.

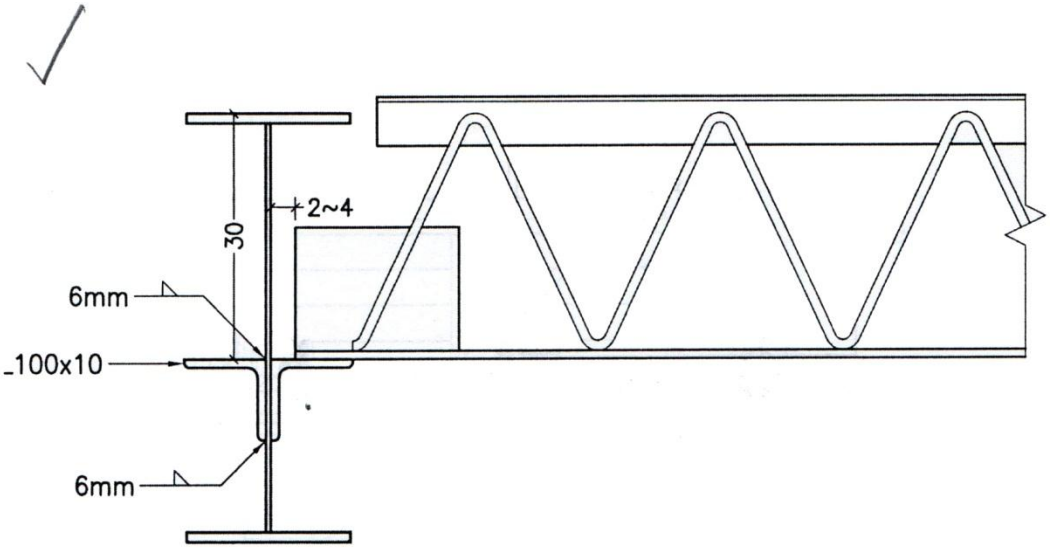


TIE BEAM

جزئیات اجرایی سقف کرمیت



جزئیات اجرای تیرچه کرمیت



جزئیات اجرای تیرچه در تیر های عمیق

۱۱ – ۲ – ۲ – درز انبساط :

به منظور جلوگیری از ایجاد تنش هایی که موجب خرابی ناشی از انبساط و انقباض ساختمان می شوند ، درزهای انبساط در ساختمان پیش بینی می شود. باید توجه شود که درزهای انبساط با مصالح بنایی ، ملات یا ... پر نشود درزهای انبساط باید در تمام ارتفاع ساختمان ادامه پیدا کند ولی امتداد آن در پی جز در حالتهای خاص ضروری نیست. محل و فواصل احداث درزهای انبساط در ساختمان به نوع زمین ، نوع ساختمان ، مصالح مصرفی ، تعداد طبقات (ارتفاع ساختمان) و همچنین آب و هوای محل احداث بنا بستگی دارد. در ساختمان های آجری معمولاً هر ۶۰ متر یکبار درز انبساط پیش بینی می شود. به طور خلاصه در موارد زیر درز انبساط در یک ساختمان ایجاد می شود:

- به طور کلی جهت مقابله با تنش های حاصل از تغییر درجه حرارت.
- محل اتصال یک ساختمان به ساختمان موجود
- محل اتصال ساختمانهایی که شامل چند قسمت می شوند.
- محل اختلاف طبقه در ساختمان هایی که قسمتی از آن با تعداد طبقات بیشتر و قسمتی دارای تعداد طبقات کمتر باشد.

اندازه درز انبساط معمولاً حدود ۲/۵-۲ سانتی متر است که باید به وسیله مصالحی با خاصیت ازتجاعی پر شوند و با ورق های فلزی (فولادی ، گالوانیزه یا مسی) یا آب بندی ها لاستیکی و انواع ماستیک آب بندی شوند. عایق کاری درزهای نما با ماستیک یا نوارهای لاستیکی صورت می گیرد و اگر روی آنها با مصالح فلزی پوشانده شود، اطمینان بیشتری حاصل می شود. پوشش درزها نباید مانع ایجاد حرکت در درز شود ولی به گونه ای باشد که درز را از عوامل جوی حفظ کند و در کف هم از مقاومت لازم برای عبور و مرور برخوردار باشد

در بام ها پوسته ای طاق گهواره ای نیز با توجه به عوامل فوق الذکر درزهای انبساط در فواصل ۳۰ متری اجرا می شوند.

۱۱ – ۲ – ۳ – انواع سقف به لحاظ فرم و کارکرد:

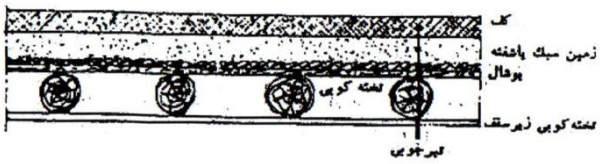
۱۱ – ۲ – ۳ – ۱ – بام مسطح :

برای تخلیه آب باران و برف یک شیب ۱ در ۸۰ به سمت آب روها در بام مسطح لازم است اما با توجه به به تغییر شکل خمشی تیرها این مقدار به ۱ در ۶۰ یا ۱ در ۴۰ افزایش می یابد. به طور کلی مقدار این شیب تابعی از اقلیم منطقه و میزان بارش متوسط سالیانه است. هر چند بام مسطح یا تخت در مناطق دارای آب و هوای خشک متداول است. ممکن است شیب بام در دو جهت مخالف به یک آب رو در لبه ی بام یا آب روی مشترک مرکزی همگرا می شود.

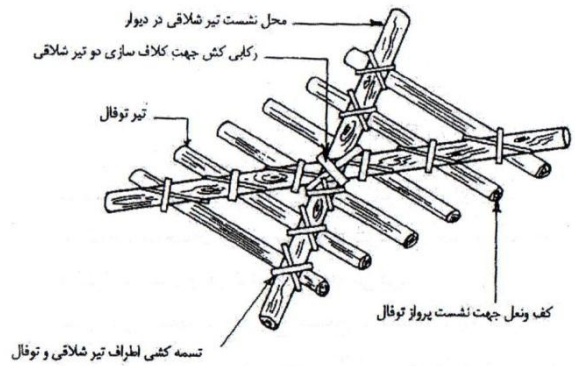
شیب یک طرفه را می توان به وسیله زیرسازی چوبی یا تخته هایی از عایق حرارتی در زیر کار ایجاد کرد اما شیب دو طرفه ساختار پیچیده تری دارد و با گستردن یک لایه اندود شمشه ای روی سقف قابل ایجاد است. توصیه می شود که عایق رطوبتی در زیر عایق حرارتی اجرا شود تا از تغییرات حرارتی شدید محافظت بشود. انواع بامهای مسطح عبارتند از بامهای مسطح آسفالته ، بامهای مسطح با پوشش مسی و بامهای مسطح با پوشش سربی. بامهای مسطح چوبی نیز به صورت تخت اجرا می شوند و در بخش تقسیم بندی سقف ها به لحاظ جنس توضیح داده خواهند شد.

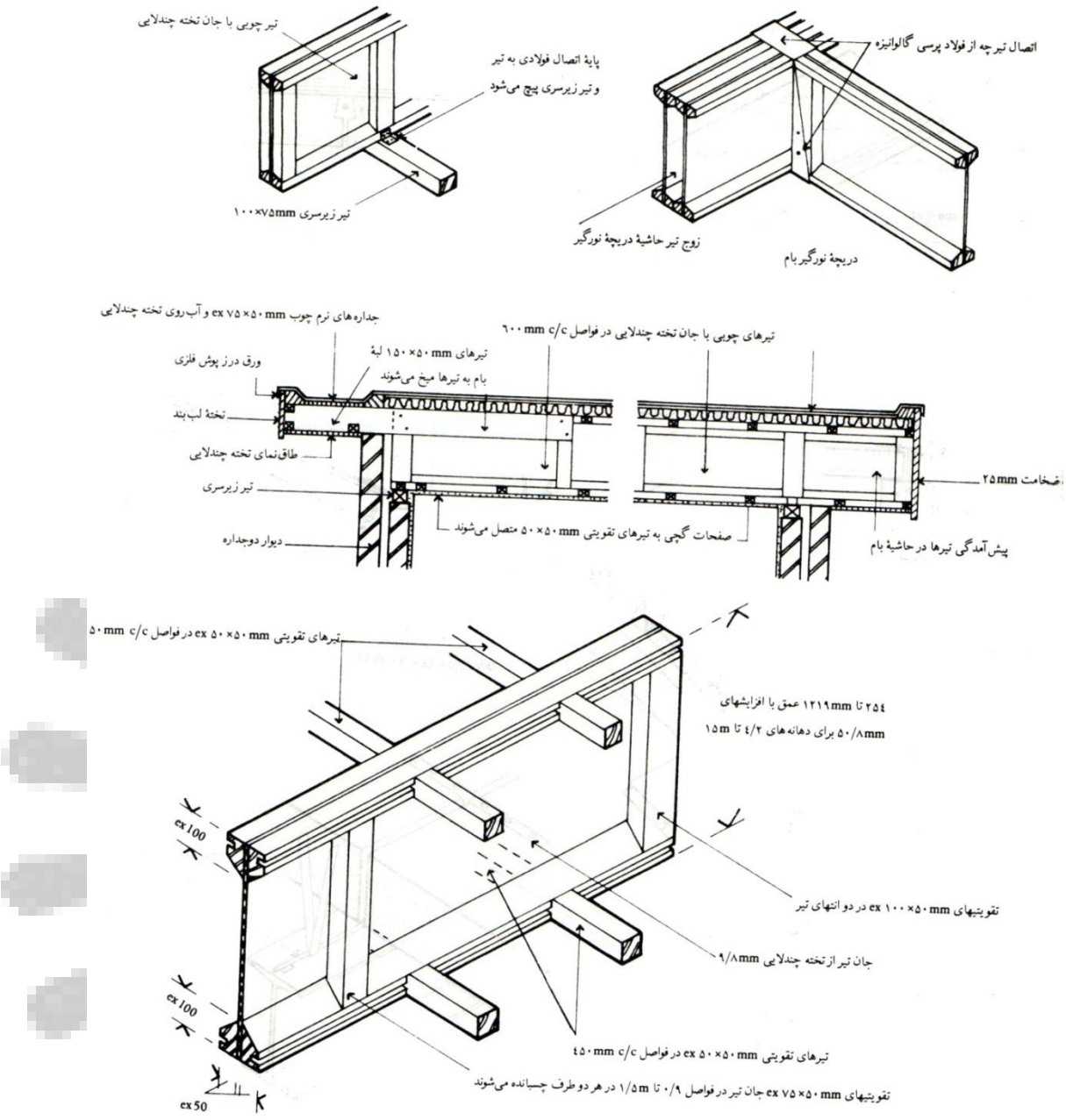
- **بام مسطح چوبی یا تیر چوبی:**

در گذشته از تیر چوبی برای احداث سقف ساختمان ها بسیار استفاده می شده است. روال کار نیز به این ترتیب بوده است که روی تیرهای چوبی گرد را با تخته های نازکی که طول آنها به اندازه ی فاصله ی مرکز به مرکز تیرهای چوبی است می پوشانند روی تخته ها با پوشال و روی آنها با کاهگل ، شفته یا بتن کم عیار پوشانده می شود ، گاهی هم روی تخته ها یک لایه حصیر یا نی بافته شده روی آن کشیده می شود و سپس کفسازی انجام می گیرد. تیرهای چوبی به قطر حدود ۲۰ سانتی متر کاملاً قائم به اندازه دهانه ی مد نظر به فاصله ی مرکز تا مرکز ۵۰ سانتی متر از هم روی دیوار در تراز هم قرار داده شوند. برای جلوگیری از خراب شدن تیرها ، سر آنها را با مواد قیری می پوشانند یا اطراف سر آنها را می سوزانند اما بهترین روش آن است که زیر آن سقف کاذب اجرا شود.



نمونه ای از سقفهای چوبی ساده





دو تیر چوبی به قطر ۲۵ سانتی مترا به صورت قطری روی هم جاسازی می کنند و در چهار کنج دیوار گیر دار می کنند به این تیرها ، "تیرهای شلاقی" گفته می شود که با میخ بلند یا تسمه کشی در وسط مهار می شوند. تیرهای شلاقی سقف کاذب را در برابر تغییرات حرارتی ، رطوبت و ... محافظت می کنند.

۱۱- ۲ – ۳ – ۲ –بام شیبدار:

در دهانه های وسیع برای جلوگیری از به کاربردن تیرهای سنگین و حجیم در اقلیم هایی که بام ساختمان نیازمند هدایت آب باران و برف است (اقلیم های سردسیر و کنار دریا) در صورتی که سقف ساختمان به عنوان کف طبقه بعدی استفاده نشود از سقف های شیبدار استفاده می کنند . به لحاظ سازه ای سقفها ممکن است به صورت خرپا های فلزی یا چوبی ، سقفهای بتنی شیبدار و طاق ضربی شیبدار اجرا شوند.

کاربرد این سقفها در ساختمان صنعتی ، انبار های بزرگ ، آشیانه هواپیما و ... است. جهت شیب و مقدار آن در سقفهای شیبدار باید به درستی تعیین شود تا بتواند از یخ زدگی بام جلوگیری کند.

در زیر به انواع بامهای شیبدار از نظر شیب بندی اشاره می شود:

- بام های یکطرفه : - بام های دو طرفه

مناسب برای ساختمان های کم عرض

یا وقتی یک طرف ساختمان مانعی باشد

یا جلوگیری از یخ زدگی بام توسط حرارت خورشید.

- بام های چهار طرفه - بام های شکسته :

ساخته شده از چند سطح با شیب های مختلف

- بام های چادری :

روی قاعده منظم چهارگوش یا شش گوش یا هشت گوش احداث می شود

- بام با شیب های دندانه دار

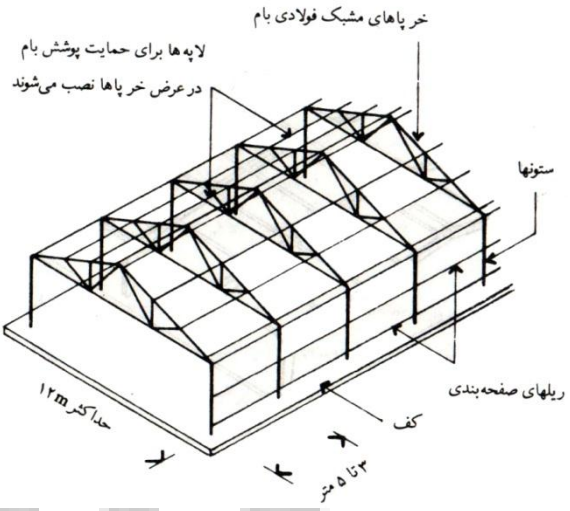
مناسب برای کارخانجات و ... جهت استفاده از نور

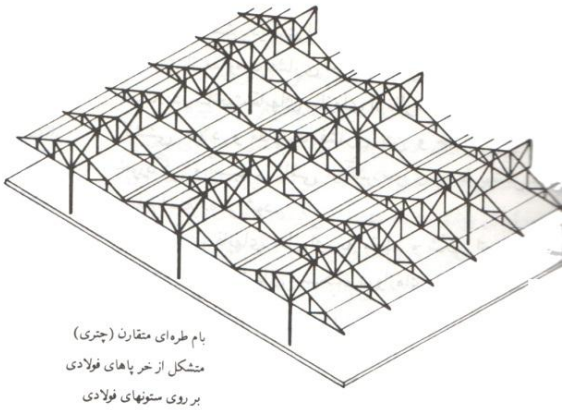
از نظر جنس و پوشش نیز انواع سقف به قرار زیر است:

- پوشش های پنبه کوهی و سیمان (ورق موجدار ، اردواز و توسکانا)
- ورق های آلومینیوم یا موج سینوسی یا ذوزنقه ای
- ورقهایی که از آمیختن قیر و پنبه کوهی تولید می شوند.
- انواع پوشش های سفالی
- پوشش با ورق های پلاستیکی شفاف
- پوشش با ورق های فولادی (ورق های فولادی گالوانیزه با موج ریز یا درشت سینوسی و ذوزنقه ای ، ورق های فولادی گالوانیزه صاف ، ورق های فولادی با پوشش پلاستیک ، ورق های رنگ شده از جمله ورق موجدار با عایق حرارتی رطوبتی و بخار بند ، ورق های تهیه شده با لعاب پخته)

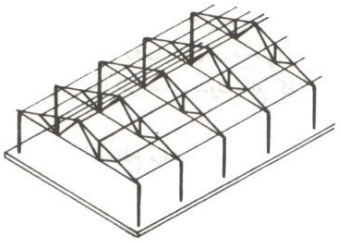
در ادامه انواع سقف های خرپایی (چوبی – فلزی) و سفال چینی معرفی شده و دتایل های آن معرفی می شوند.

سقفهای خرپایی ممکن است به صورت بام شیبدار متقارن ((تک دهانه) ، خرپایی مشبک چند دهانه فولادی (با آب روی مشترک) ، بام مشبک چند دهانه ی طره ای (چتری)

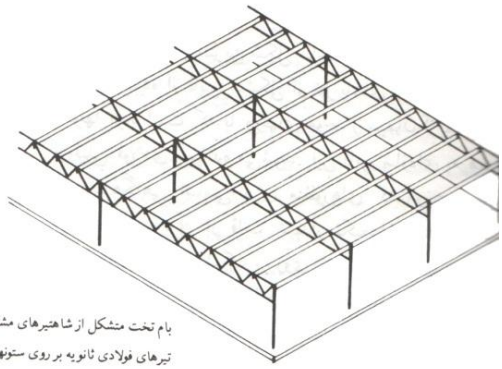




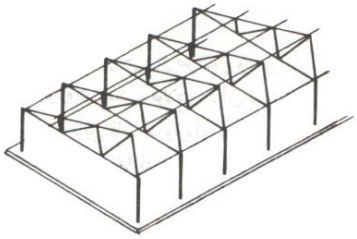
بام طره‌ای متقارن (چتری)
متشکل از خرپاهای فولادی
بر روی ستونهای فولادی



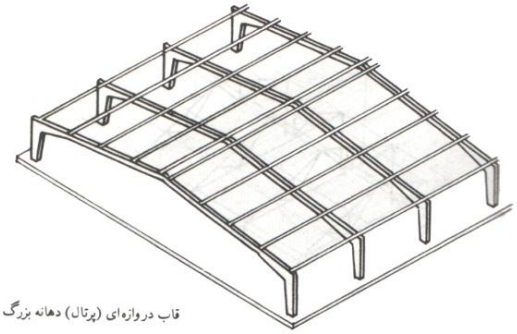
بام متقارن متشکل از خرپاهای فولادی بر روی ستونهای فولادی



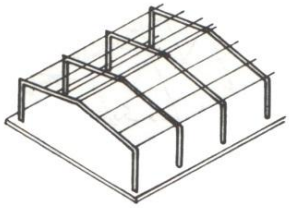
بام تخت متشکل از شاهتیرهای مشبک و
تیرهای فولادی ثانویه بر روی ستونهای فولادی



بام شمال نور متشکل از خرپاهای فولادی بر روی ستونهای فولادی



قاب دروازه‌ای (پرتال) دهانه بزرگ



قاب دروازه‌ای (پرتال) دهانه کوچک یا متوسط

شیب خرپا حداقل 17° در نظر گرفته می شود و خرپا ها در فواصل ۳ تا ۵ متری از هم قرار گرفته و برای نصب ورق های پوششی در عرض آنها لاپه ها نصب می شوند. در خرپا های فولادی اتصال پیچی ثابت پای ستون ها به پی های بتنی مقاومت کافی را ایجاد می نماید ضمن آنکه باد بندها مقاومت جانبی لازم را فراهم آورند. برای بهره گیری از نور یکنواخت در درون ساختمان از بام های شمال نور استفاده می کنند. ورق های پروفیلی شفاف یا مات پلاستیکی (معمولاً در $\frac{1}{3}$ میانی شیب بام) نصب می شوند تا نور کافی ساختمان تامین نمایند.

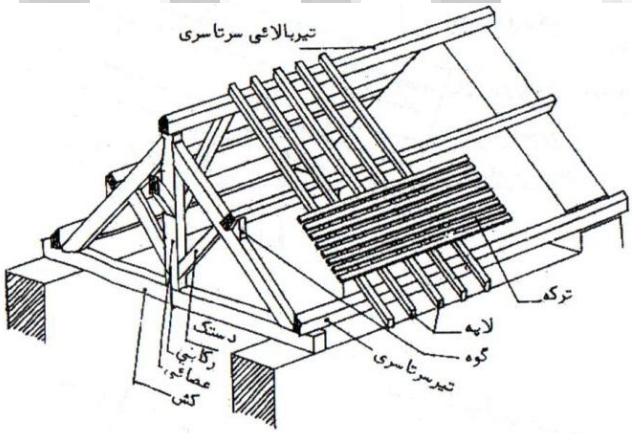
دهانه اقتصادی برای خرپای متقارن ۱۲ متر و حداکثر فاصله اقتصادی خرپا ها و ستون ها و لاپه ها و پروفیل ریل های صفحه بندی ۵ – ۳ متر است.

- **اجرای سازه ی انواع سقف شیبدار**

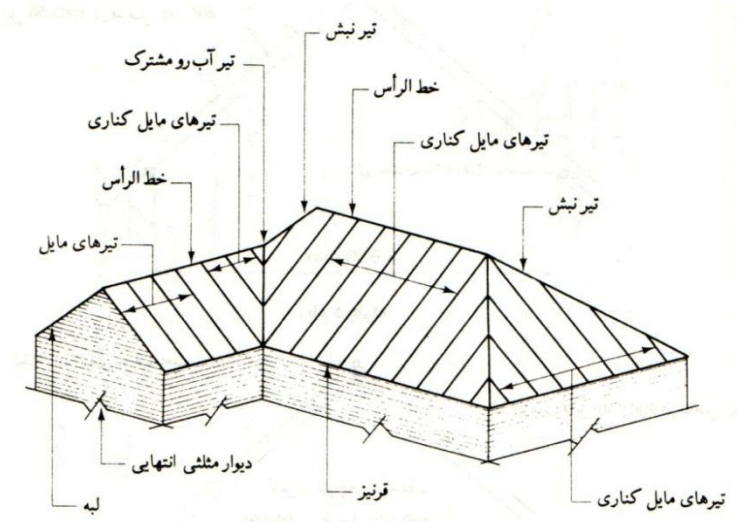
- **خرپای چوبی :**

در زیر ابتدا اجزای خرپای چوبی معرفی می شوند.

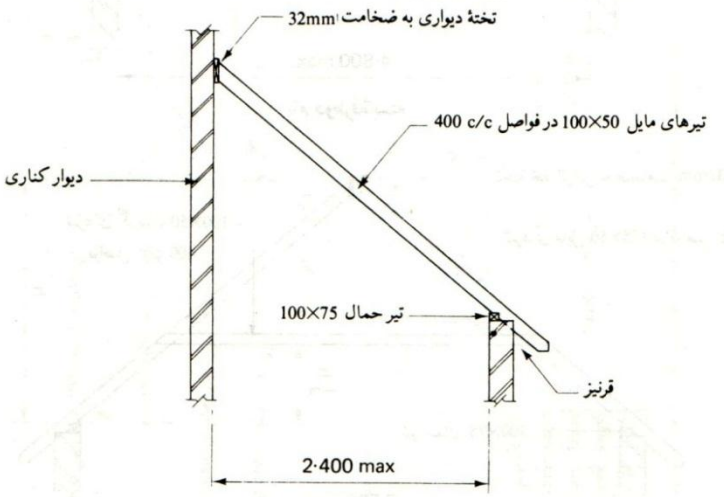
- **لاپه :** اولین قسمت از بام های شیبدار است که پس از ترکه ها روی تیرها
- قرار می گیرد. به بامی که در آن تیرهای مایل توسط تیرچه های فشاری و لایه تقویت شده باشد بام لاپه ای یا مضاعف می گویند.
- **تیر :** در یک سقف خرپای چوبی ، تیرها برای انتقال نیرو و وزن پوشش بام و نگهداری لاپه ها به کار می روند. فاصله تیرها از هم ۲ تا ۲/۵ متر و ضخامت تیرها به دهانه و بار موجود بستگی دارد.
- **دستک :** وقتی طول اعضای خرپا زیاد است برای جلوگیری از قطور شدن بیش از حد آنها استفاده می شود.
- **عصایی :** در صورتی که دهانه زیاد باشد اعضای خرپا به وسیله یک تیر عمودی به هم وصل می شوند که به آن عصایی می گویند . قسمتی از نیروها توسط آن با کش متصل می شوند. اتصال عصایی و کش عموماً توسط تسمه فلزی و پیچ و مهره (رکابی) صورت می گیرد.
- **ترکه :** آخرین قسمت از بام شیبدارست که برای اتصال پوشش رویی به آن به کار می رود.



نمونه یک خرپای چوبی



لغت‌شناسی بام‌سازی



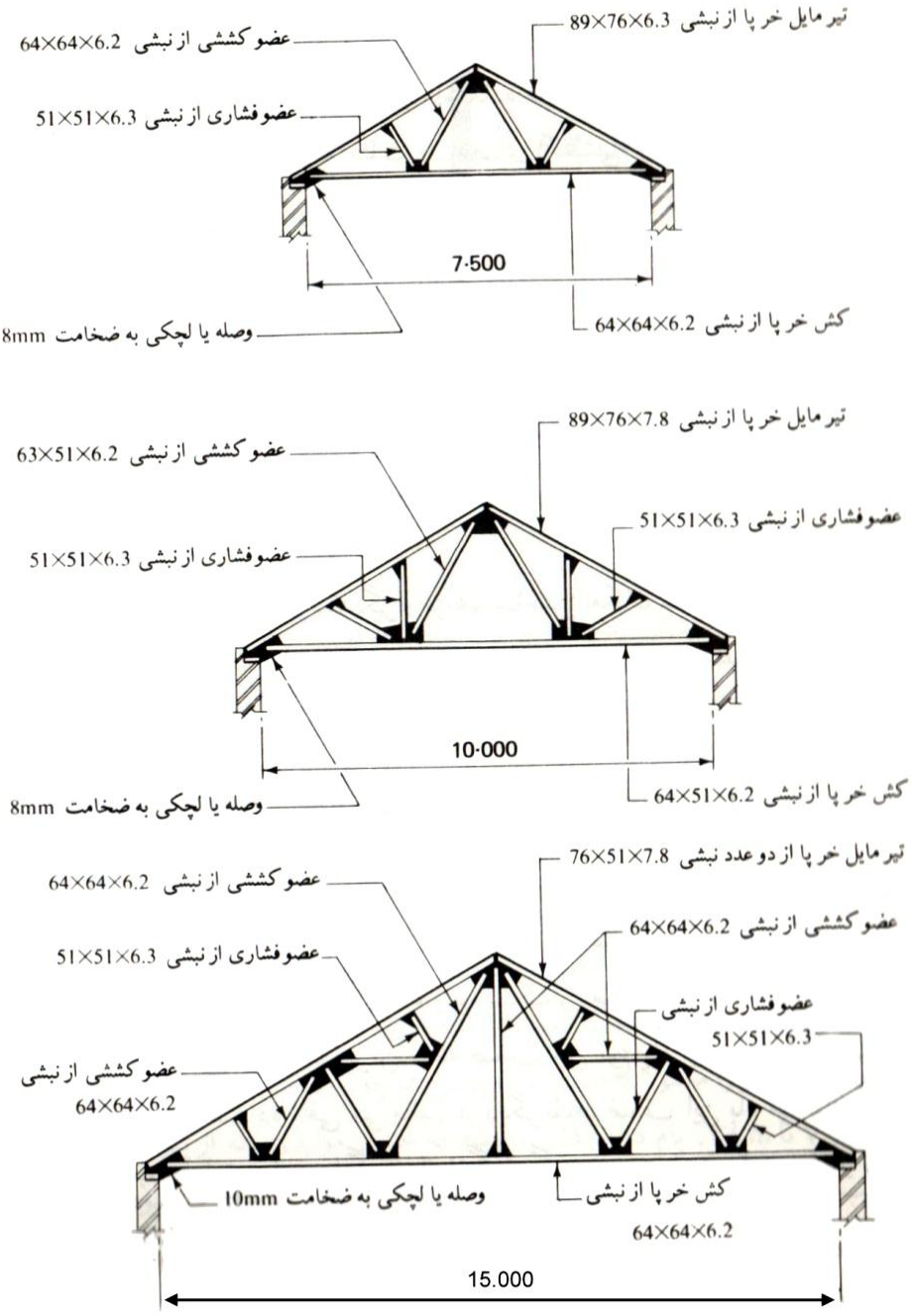
بام یک‌طرفه یا تک‌شیبه

اعضای خرپای چوبی در تمام نقاط اتصال باید با پیچ و مهره یا اسکوپ های فولادی به طور محکم به هم بسته شوند و تمام سطوحی که با مصالح بنایی در تماسند با قیر (عایق رطوبتی) اندود شوند. تمامی مصالح بنایی یا بتنی که با خرپای چوبی در تماسند باید تکیه گاه هایشان یک لایه مقوای قیر اندود ، نئوپرین یا ... قرار داده شود ضمناً باید امکان تهویه هوا در خرپاهای چوبی به منظور محافظت چوب از قارچ ها و ... فراهم باشد. میخ های لاپه نیز باید از تمام ضخامت لاپه بگذرد و به مقدار لازم در اعضای خرپا فرو روند. خرپاهای متوالی باید توسط اعضای ضربدری در جهت عمود بر سطح خرپا با هم مرتبط باشند.

- **خرپای فلزی :**

در اجرای خرپای فلزی باید بال بالایی پرلین ها در یک شیب و یک صفحه فرضی قرار گیرند. فاصله لاپه ها با ابعاد ورق ها متناسب است. خرپا باید حداقل در یک طرف کاملاً به کلاف بتن آرمه بسته شوند یعنی پیچ های لازم اتصال دهنده آنها درون کلاف بتنی قرار گیرد.

اتصال پوشش به این خرپا نیز توسط لاپه های نبشی انجام می شودو فواصل لاپه ها و سیب خرپا توسط انواع پوششی که برای سقف مطرح می شود تعیین می گردد. بهترست برای جلوگیری از ایجاد تنش های خمشی موضعی در تیرهای مایل خرپا ، لاپه ها روی محل تقاطع اعضای فشاری یا کششی نصب شوند. روش سوم استفاده از پروفیل های Z است که در این صورت نیازی به نبشی اتصالی نیست



- **سقف شیبدار طاق ضربی :**

در این نوع سقف ابتدا پروفیل های ناودانی ، تیرآهن ، قوطی و ... را روی تیرآهن های طاق ضربی جوش می هند سپس پرلین ها را روی قطعات پروفیل های مذکور قرار داده و پوشش را اجرا می کنند.

- **سقف بتن آرمه شیبدار :**

در این حالت در هنگام بتن ریزی سقف گوه های چوبی که به شکل هرمی ناقص هستند را در نقاط معینی در دال سقف قرار می دهند بعداً پروفیل های آهنی را به گوه های مذکور متصل می کنند تا پوشش را روی آن اجرا کنند در غیر این صورت امکان دارد از چکش فشنگی یا صفحه فلزی رابط برای نصب پروفیل های آهنی استفاده کنند.

- **سفال چینی :**

سفال چینی نیز از تکنیک های پوشش سقف شیبدارست که از دیرباز در نواحی شمالی ایران متداول بوده است. برای ممانعت از نفوذ آب از بین سفال ها باید از روش های سفال چینی و همپوشانی درزهای جانبی استفاده نمود. به منظور حصول همپوشانی لازم ، شیب سفال باید کمتر از شیب تیرها اجرا شود. شیب هایی که برای اجرای سفال چینی مناسبند ' ۴۵ – ۱۷ هستند.

در سفال چینی هم مثل آجرچینی نباید درزهای عمودی زیر هم قرار بگیرند. برای قسمت های مختلف بام مانند خط الرأس ، آب رو مشترک ،خط نبشی و ... از اشکال مختلف سفال به صورت کلاهک و ... استفاده می شود.

سفال ها در انواع مختلف تک پوششی (هر سفال در یک ردیف با لبه سفال های مجاور خورد همپوشانی می کند) ، سفال های بتنی و سفالهای خاک رس تولید می شوند. سفال ها در گذشته دست ساز بوده اند اما امروزه به صورت ماشینی و انبوه تولید می شوند. به طور کلی حداقل شیب سفالهای ماشینی نسبت به خط افق '۳۵ و سفال های بتنی با همپوشانی جانبی در شیب های بیش از °۳۰و سفال های بتنی با همپوشانی جانبی قفل و بستی در شیب های ۱۵ تا ۲۵ درجه چیده می شوند.

محاسن بام پوش های سفالی زیبایی ، دوام ، عایق بندی نسبی حرارتی و سهولت در تعویض قطعات شکسته و از معایب آن سنگینی نسبی آن است. امروزه بام پوش های سیمانی به شکل قطعات سفالی تولید می شوند.

۱۱-۲-۴- سقف کاذب :

سقف کاذب سقفی است که به اسکلت ساختمان متصل می شود و بار آن به سازه ی اصلی ساختمان وارد می شود در نتیجه فضای خالی میان سقف سازه ای و سقف کاذب به وجود می آید . سقف های کاذب با مصالح سبک ساخته می شوند و با اتصال معین یا کلاف بندی به سازه متصل می شوند تا ضربه تکان ناشی از زلزله در آنها گرفته شود .

غالباً از این فضای خالی می توان برای جاسازی لوله های آب و تاسیسات ، کانال های کولر و ... همین طور سیستم های اطفاء حریق ، روشنایی ، تهویه و ... بهره برد. سقف کاذب سبب بهبود عایق صوتی و حرارتی در

هر طبقه و موجب حفاظت اسکلت ساختمان خصوصاً در مورد ساختمانهای اسکلت فلزی از حریق می شود و همچنین امکان کنترل صوت و جذب آن را فراهم می آورد. سقف کاذب ضمن ایجاد رویه ای برای پوشش قسمت زیرین سقف ساختمان سقفی کوتاهتر و با تناسبات مورد نیاز برای فضاهای داخلی ایجاد می کند.

به طور کلی انواع سقف های کاذب و پوشش های آنها عبارتند از :

- سقف کاذب با رابیتس و اندود
- سقف کاذب با لمبه آلومینیوم
- سقف کاذب با لمبه چوبی
- سقف کاذب با کانتکس (نی فشرده شده)
- سقف کاذب با ورق های آزبست و سیمان صاف
- سقف کاذب با قطعات پیش ساخته گچی
- انواع سقف کاذب آکوستیک

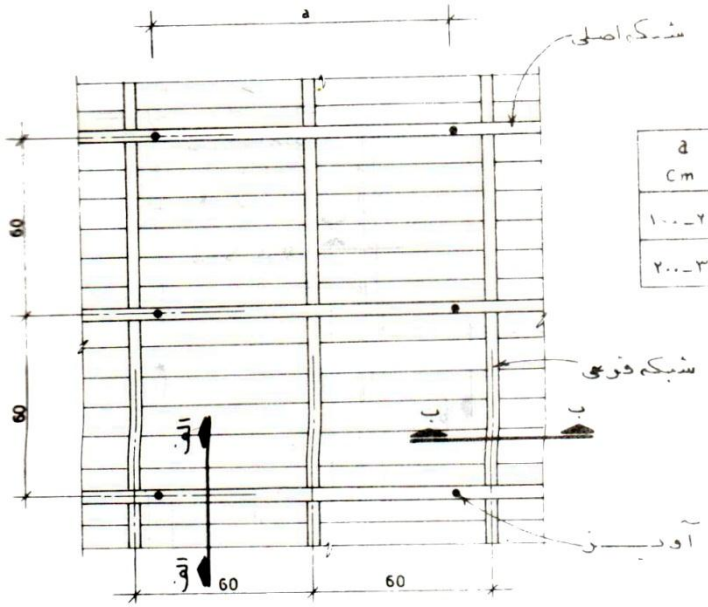
سقف کاذب بر اساس نحوه ی ساخت آنها به سه دسته ی بدون درز ، درز دار و باز تقسیم می شوند. اجزای سقف کاذب عبارتند از یک سری آویزهای فلزی قائم ، پروفیل های اصلی افقی و گاهی پروفیل های فرعی افقی و در نهایت پوشش زیرین. آویزها در سقف های اسکلت فلزی به سازه اصلی ساختمان (خرپا ، طاق ضربی و ...) وصل می شوند. در مورد سقف های بتنی نیز باید جای آویزها از قبل در سقف پیش بینی شوند. اگر جای آویزهای قائم در سقف بتنی از قبل تعبیه نشده باشد می توان از چکش های فشنگی برای نصب آویزها استفاده کرد.تعداد آویزهای قائم در انواع سقف کاذب ۳ عدد در هر متر مربع است.

- **سقف کاذب آجری:**

این سقف چون باری جز وزن خودش را تحمل نمی کند توسط سپری یا نبشی به سقف اصلی اتصال می یابد و اگر دیوارهای طرفین تاب تحمل باری را نداشته و نازک باشند در این صورت تیر آهن یا سپری ها سقف کاذب را توسط میلگرد به تیر آهن های سقف اصلی اتصال می دهند. میلگردهای آویز میلگردهای ساده به قطر ۸ میلی متر هستند. در صورتی که سقف سازه ای بتنی باشد میلگردهای آویز قبل از بتن ریزی و در هنگام قالب بندی با فواصل معین به آرماتورهای اصلی سقف وصل می شوند.

- **سقف کاذب با لمبه چوبی:**

جزئیات سقف کاذب چوبی

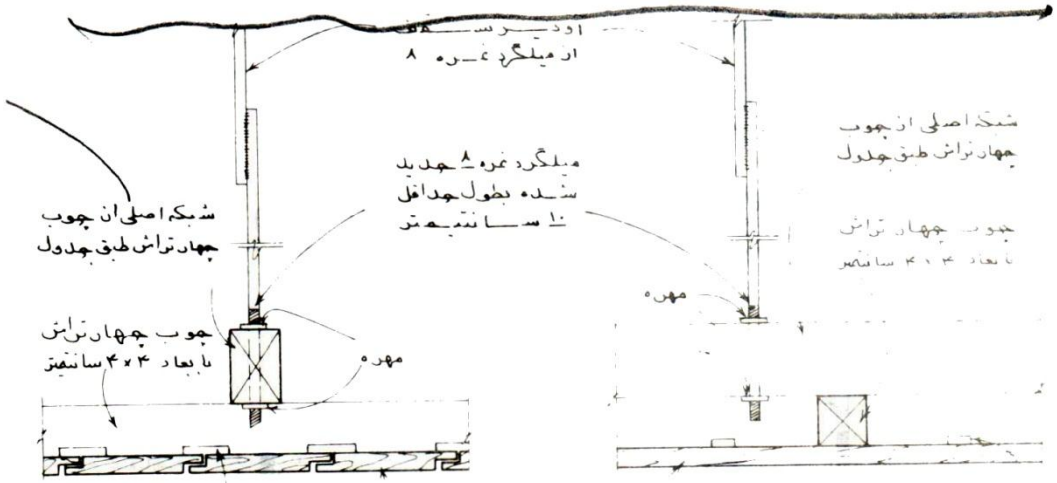


a Cm	شبکه اصلی Cm	شبکه فرعی Cm	آویز
۱۰۰_۲۰۰	۴×۶	۴×۴	Φ۸
۲۰۰_۳۰۰	۴×۸	۴×۴	Φ۸

جـــدول

دپـــلان

مقیاس ۱:۲۰



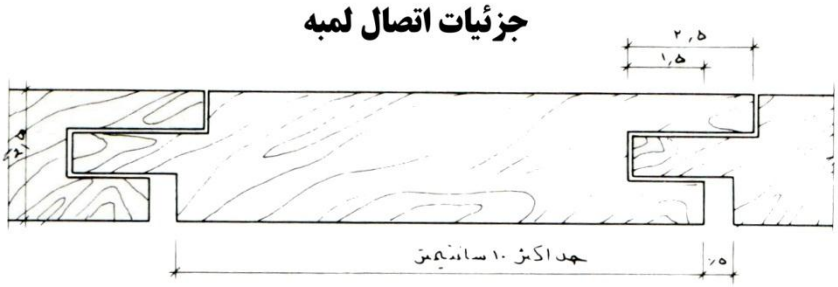
مقطـــع الف-الف

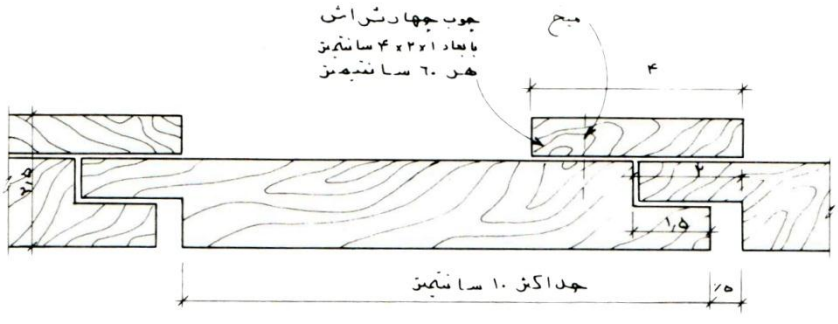
مقیاس ۱:۵

مقطـــع ب-ب

مقیاس ۱:۵

جزئیات اتصال لمبه





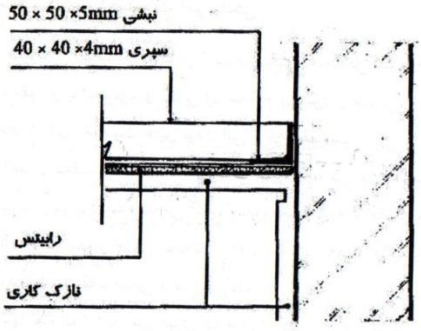
- **سقف کاذب ترکیبی :**

در صورتی که سقف ترکیبی باشد میلگرد می تواند از بین درز دو تخته زیر قالب بندی رد شده با رعایت پوشش بتن با بتن سقف درگیر شود.

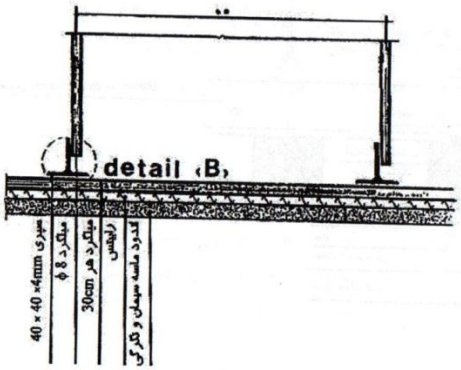
- **سقف کاذب تیرچه بلوک :**

در سقف های تیرچه بلوک ، قبل از بتن ریزی سقف محل سقف کاذب در زیر آن مشخص و مناسب ترین محل عبور میلگرد فاصله بین بلوک با تیرچه یا دوبند سفال است. میلگرد های آویز را در این حالت خم کرده و به آرماتورهای تیرچه اتصال می دهند. به هر حال فاصله میلگردهای آویز از دو محور افقی و عمودی ۵۰ سانتی متر و دقیقاً در یک راستا است تا بعداً شبکه سقف کاذب به درستی نصب شود.

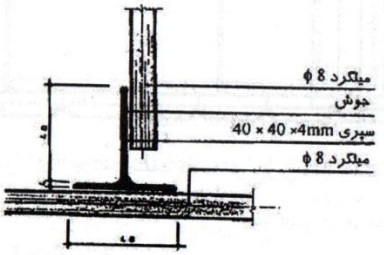
- **سقف کاذب رابیتس :** برای اتصال سقف کاذب به سقف اصلی در وسط از سپری و در گوشه ها از نبشی استفاده می شود. سپری ها در جهت تیرهای اصلی پوشش به میلگردهای آویز وصل می شوند. در جهت فرعی و عمود بر سپری میلگردهای شبکه به صورت مش و در فواصل معین به سپری ها وصل می شوند. در محل برخورد سقف کاذب با دیوار به منظور جلوگیری از ترکهای موئی ناشی از نشست سقف کاذب ، سر میلگردهای شبکه روی بال سپری یا نبشی قرار می گیرد. پس از پایان اجرای شبکه میلگردها صفحات رابیتس برای پوشش و چسبندگی اندود در زیر سقف نصب می گردند.



جزئیات سقف کاذب رابتیس



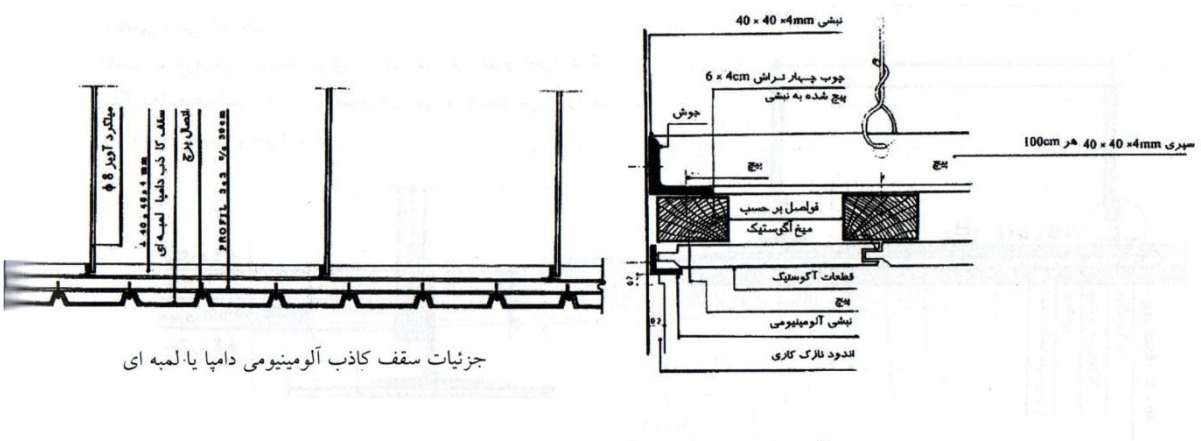
جزئیات سقف کاذب رابتیس در گوشه



جزئیات B ـ اتصال آویز به سپری و سپری به میلگرد

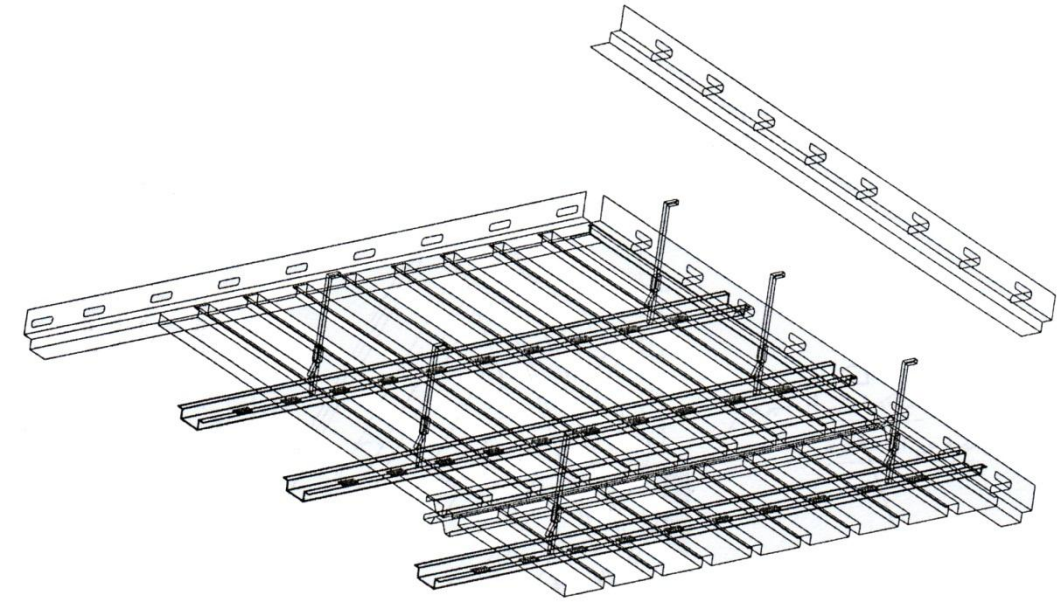
- **سقف کاذب آلومینیومی (دامپا یا لمبه ای) :**

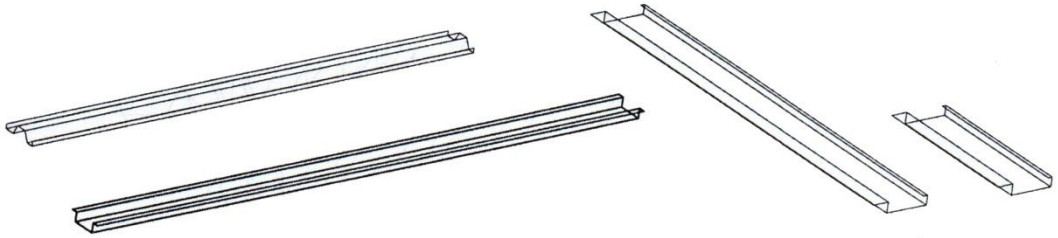
این سقف ها سبک ، زیبا و بدون هزینه از نظر تعمیرات و نگهداری هستند در ضمن آلومینیوم اکسید نیز نمی شود. در محل هایی که مرطوبند(مثل سرویس های بهداشتی) این نوع سقف بیشتر استفاده می شود. روش اجرای آن به این صورت است که ابتدا میلگردهای آویز و سپری ها در فاصله ای معین اجرا می شوند سپس سپری ها به پروفیل های قوطی به ابعاد ۳x۳ یا ۴x۴ سانتی متر متصل می شوند و در نهایت ورق های آلومینیومی با پرچ یا پیچ به پروفیل زیرین وصل می شود.

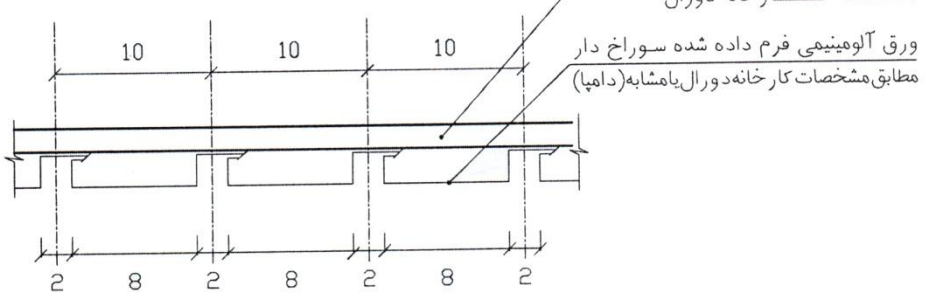


جزئیات سقف کاذب آلومینیومی دامپا یا لمبه ای

جزئیات سقف کاذب آگوستیک







جزئیات سقف کاذب دامپا

- **سقف کاذب با صفحات آکوستیکی :**

صفحات آکوستیکی معمولاً از جنس مصالح سبک و متخلخل هستند مانند چوب پنبه ، مقوا ، پلاستوفوم و ... . اتصالات آنها مانند سقف کاذب با رابیتس است. تنها تفاوت آنها در نظر گرفتن قیدهای نازک در سقف می باشد.

۱۱ – ۳ – پوشش سقف :

۱۱ – ۳ – ۱ – انواع پوشش های سقف شیبدار :

۱- ورق های سیمان – پنبه نسوز[۳۰] :

این پوشش شامل سه دسته هستند:

- **پوشش با ورق های موجدار :** همپوشانی ورق های موجدار باید در جهت موج و عمود بر جهت موج رعایت گردد. تصویر افقی همپوشانی در جهت موج همواره ۴۷ میلی متر بوده و تابع هیچ عاملی نمی باشد (به اندازه نیم موج)، اما همپوشانی در راستای عمود بر موج تابع شیب سقف و عوامل جوی است . این مقدار بین ۱۰ تا ۲۰ سانتی متر متغیر است. در شیب های کمتر از ۱۸ درصد خمیر آب بندی به صورت نوارهایی به فاصله ۱۵ سانتی متر از حاشیه موج بالا رونده قرار می گیرد و ورق بعدی با فشار روی آن نصب می شود. در واقع فاصله بین دو ورق را کاملاً با خمیر آب بندی پر می کنند.

باید توجه داشت جهت نصب ورق ها باید همواره برخلاف جهت وزش باد باشد و کار نصب از پایین ترین نقطه ی سقف انجام می گیرد. اتصالات آنها به وسیله ی گیره های فولادی گالوانیزه ، مهره شش گوش ، یک عدد واشر قیری و یک عدد واشر فلزی صورت می پذیرد. در محل برخورد شیب و خط الرأس از پروفیل مخصوص استفاده می شود.

- **پوشش های با ورق آردواز[۳۱] :**ابعاد تولیدی ورق های آردواز معمولاً ۳۰x۶۰ و ۲۰x۳۰ هستند.

برای نصب این ورق ها ابتدا زیرسازی با چوب نراد خارجی انجام می شود. چهار تراش ها در فواصل ۱۰۰ – ۹۰ سانتی متر مطابق جزئیات نقشه به سازه سقف متصل می شوند و بسته به ابعاد ورق آردواز ، چهارتراش های کوچکتری را با میخ در فواصل ۲۰ – ۱۰ سانتی متر عمود بر چهارتراش های قبلی می کوبند سپس ورق های آردواز ضمن رعایت همپوشانی لازم (به وسیله کرامپون مسی و دو عدد میخ برای هر ورق) نصب می شوند.

همپوشانی طولی این ورق ها $\frac{۲}{۳}$ طول ورق و همپوشانی عرضی آنها $\frac{۱}{۲}$ عرض ورق می باشد و از آنجا که سطح مفید هر ورق $\frac{۱}{۳}$ سطح آن است ، سطح کل ورق های نصب شده سه برابر سطح پوشش می باشد. تعیین کننده ی شیب ورق ها آردواز وضعیت آب و هوایی منطقه و ابعاد ورق ها می باشد.

۱-Asbestos Cement

۲- Ardoise (Francis)

-پوشش با ورق های توسکانا:

ابعاد ورق های توسکانا ۳۹/۵cm x ۶۳/۶ است. معمولاً شیب آنها به منظور تخلیه آب برف و باران و دید خوب ، کمتر از ۳۰ درصد جرا نمی شود. زیرسازی آنها شبیه زیرسازی آردواز است با این تفاوت که فاصله چهارتراش های فرعی را بیشتر (۳۶ cm) در نظر می گیرند. پوشش هر مترمربع با ۴/۶۵ عدد توسکانا توسط اتصال با پیچ صورت می گیرد.

۲- پوشش سقف های شیبدار با ورق های آلومینیوم:

ورق های آلومینیومی ممکن است موج سینوسی یا ذوزنقه ای داشته باشند. همپوشانی آنها در جهت موج در ورق های سینوسی ۱/۵ موج و در ورق های ذوزنقه ای ۱ موج است. در جهت عمود بر موج هم با توجه به شیب سقف همپوشانی آنها ۲۰-۱۵ سانتی متر است. در مورد اتصالات آنها گیره ها باید در رأس موج ها بسته شوند.

۳- پوشش سقف شیبدار با ورق های فولادی گالوانیزه (آهن سفید):

این ورق ها ممکن است موجدار یا صاف باشند. در مورد ورق های موجدار گالوانیزه ، این ورق ها نباید مستقیماً روی پرلین ها قرار بگیرند. اگر در نقشه های اجرای برای سقف قشر میانی مانند عایق حرارتی پیش بیتی نشده باشد در این صورت باید واشر سربی یا نئوپرین [۳۲] در محل گیره ها و مابین ورق و پرلین قرار گیرد. در مورد همپوشانی نیز ، همپوشانی در جهت موج برای این ورق ها بسته به وضعیت آب و هوای منطقه ۱ ، ۱/۵، یا ۲ موج و در جهت عمود بر موج بین ۲۵-۱۰ سانتی متر بسته به عوامل جوی و شیب سقف متغیر است. برای اتصال این ورق ها از گیره های مشابه سقف آزبست و سیمان با واشر های مربوطه استفاده می کنند. در صورتی که مقطع لاپه ها S باشد از پیچ خودکار استفاده می کنند . پیچ ها باید پس از عبور بال بالایی لاپه از داخل یک قطعه چوب به ضخامت ۵ سانتی متر رد شود. عرض این قطعه چوب با فاصله داخل به داخل لبه برگشته S تا جان پروفیل برابر است. گیره ها نیز با فاصله حداکثر ۴۰ cm در رأس موج ها نصب می شوند و همان طور که گفته شد در جهت عمود بر پرلین نیز ورق ها با پرچ ، پیچ خودکار یا نوعی اتصالی مطمئن به هم وصل می شوند.

- پوشش با ورق های صاف گالوانیزه :

این ورق ها با میخ روی خرپا چوبی کوبیده می شوند و با خمیر آب بند درزبندی می شوند. فاصله میخ ها باید حداکثر ۴۰cm و ورق ها در امتداد لاپه ها ۴ پیچه و امتداد عمود برآن (امتداد شیب) ۲ پیچه به یکدیگر متصل می کنند.

۴- پوشش با قطعات سفالی :

شیب این گونه سقف ها عموماً ۴۵ درصد می باشد . سفال های لعابدار برای مناطق برفی و بارانی استفاده می شود زیرا سفالهای بدون لعاب در اثر جذب رطوبت در هنگام سرما ، یخ می زند و ترک می خورد. زیرسازی این نوع سقف ها شبیه سقفهای آردواز است.

---

[۱]-Neoprene

۵- پوشش سقف شیبدار با ورق های پلاستیکی شفاف :

اتصالات این سقفها به وسیله پیچ خودکار یا زدن میخ به همراه استفاده از واشر صورت می گیرد . فاصله لاپه ها معمولاً بین ۶۵-۵۵ سانتی متر است و در محل خم شدن ورق ها حداقل شعاع ورق ها هنگام خم شدن ۲ متر است. همپوشانی این ورق ها در جهت موج بسته به شیب سقف ۱الی ۲ موج می باشد ، به این ترتیب که هر چه شیب بیشتر باشد طول همپوشانی کمتر است و همپوشانی در جهت شیب ۱۸-۱۰ سانتی متر (معمولاً ۱۵cm) می باشد.

انواع دیگر پوشش های سقف عبارتند از صفحات پوشال فشرده ، صفحات پشم چوب ، عایق نمد قیراندود مرکب با اجرای لایه مانع بخارند (نمد پوشی چند لایه با اتصال به وسیله قیر برای بام یا بام شیبدار)

۱۱ – ۳ – ۲ – پوشش بام های مسطح :

۱- نمد پوشی چند لایه بام :

نمدهای قیراندود با زمینه ی الیاف گوناگون برای این منظور به کار می روند. ممکن است از مواد ورقه ای مانند ورق قیر ، لاستیک مصنوعی ، پلی اتیلن ، رزین هیدروکربن ، مواد پر کننده و الیاف پلیمری ،PVC استفاده شود. این مواد در برابر ضربه ها مقاوم و دارای خاصیت کشسانی بیشتر و سبک تر هستند. این نمدها روی قیر غلتانده شده و برای هر لایه نمد ، لایه های آستر ، مانع بخار و سدهای بخار استفاده می شود. همپوشانی جانبی این ورق ها ۵۰ mm و همپوشانی انتهایی ۱۰۰ mm برای توپهای نمد قیر اندود است.

لایه نمد قیراندود رویه به دلیل رفت و آمد و تغییرات درجه حرارت معمولاً خیلی زود فرسوده می شود از این جهت آن را با لایه ای (در حدود ۱/۵ - ۱ سانتی متر) از سنگدانه های رنگی معدنی انعکاسی می پوشانند یا با مواد منعکس کننده توسط نور و گرما مانند رنگهای آلومینیومی اندود می کنند.بهترین شیوه بام پوشی ، استفاده از سه لایه نمد با زمینه ی الیاف شیشه است. در محل دیوارهای جان پناه ، پایه های کناری نور گیرهای بام و از این نوع موارد لبه نمد قیر اندود به ارتفاع حداقل ۱۵ سانتی متر به سمت بالا برگردانده می شود. در محل تقاطع به بام و برجستگی ها یک نوار سه گوش ۵۰x۷۵ mm چوبی ، تخته فیبری یا پلی اورتان نصب می شود تا پرخش قائم پوشش به سمت بالا موجب تخریب آن نشود. اگر در سازه ی بام درز انبساط وجود دارد بباید از یک برجستگی زوجی استفاده نمود و نمد پوشش بام روی دیواره ی آن خوابانده شود سپس درز آنها از یک سو با نمد بام پوشانده می شود تا علاوه بر آب بندی شدن درز ، سازه امکان حرکت کردن نیز داشته باشد. همچنین از پوشش های غیر چسبان ورقه ای در بام (PVC و ...) و آسفالت ماستیکی برای پوشش بام استفاده می شود. پوشش آسفالتی بام با شیب حداقل ۱ در ۸۰ استفاده می شود. نوع آسفالت و ضخامت آن با توجه به محوطه ی مورد نظر تعیین می شود و به صورت آب چکان سه لایه آسفالت به ضخامت ۲ سانتی متر روی لبه برگردانده می شود. همچنین از ورقهای سربی ، مسی ، آلومینیومی و .. نیز به عنوان روکوب برای بامها استفاده می شود. ورق های فلزی باید بر روی لایه ای پیوسته از نمد قیراندود بر سطح بام کار گذاشته شوند زیرا نمد امکان انقباض و انبساط ورق را فراهم می آورد و در ضمن آن را از پاره شدن در نقاط برجسته و بام بتنی محافظت می کند . وقتی شیب بام به دیواری مانند دیوارجان پناه منتهی می شود باید آن را به سمت بالا برگردانده و روی آن را با ورق درزپوش پوشاند.

۲- کاهگل و آجر فرش :

در گذشته برای پوشش بام خانه ها و امروزه نیز در مناطق روستایی از ملات کاهگل استفاده می شود . دیواره و کف منابع آب موقت در کارگاههای ساختمانی را نیز با خاک رس پر مایه اندود می کردند. خاک رس نقش عایق را داشته و وجود کاه مانع از ترک خوردگی آن می شود. افزودن آهک به خاک رس موجب کاهش انقباض و انبساط ناشی از خشک و تر شدن آن می گردد. در برخی مناطق از شفته برای شیب بندی بام و در عین حال آب بندی آن استفاده می شود. افزودن قیر به خاک رس باعث بهتر چسبیدن آن به سطوح قائم می شود.

- سقف ها را می توان با هر یک از پوشش های خشکی که در مورد دیوارها به کار می رود روسازی کرد مانند صفحات گچی ، گچ های پاششی ، این گچ ها به وسیله پیستوله روی سقف پاشیده شده و توسط ماله بافت زیر آنها مسطح می شود ، همچنین کاشی کاری یکی از انواع پوشش ها برای سقفهای تیرچه ای یا سقف ها یکپارچه با فرضیه ی ورقه ای است که در آن اتصال کاشی ها به تیرچه ها با میخکاری پنهان و اتصالات فاق و زبانه ای انجام می گیرد اتصال کاشی ها به زمینه ی دالهای بتنی سخت با شمشه هایی از جنس مواد چسبنده مناسب صورت می گیرد. پوشش های چوبی سقف نیز که از چوب طبیعی یا تخته فیبری مصنوعی آغشته به مواد قیری و قطرانی ساخته می شود در برخی کشورها رایجند. شیشه نیز به عنوان پوشش بام استفاده می شود. شیشه می تواند به عنوان نورگیر یا به صورت تخت و مسلح با توری فلزی در بام به کار رود . از الیاف شیشه و پشم و نمد شیشه هم برای عایق های رطوبتی استفاده می شود همچنین از ورق های صاف ، موجدار شفاف و نیم شفاف پلاستیکی به عنوان نورگیر بام به همراه ورقه های فلزی و آزبست - سیمان استفاده می شود. نوعی وینیل پاشیدنی نیز جهت پوشش نهایی عایق ها و کارهای تعمیراتی استفاده می شود.

گچ بری ، معرق کاری ، کاغذهای سقفی یا رنگ آمیزی نیز از سایر روشها ی پوشش سقف است.

۱۱-۴- عایق کاری

به طور کلی محل هایی از ساختمان که عایقکاری رطوبتی می شود عبارتند از :

- بام (شیبدار - تخت - قوسی - گنبد و ..)
- کف ها
- پی ها
- دیوارها (دیوار زیر زیر زمین و دیوارهایی که در تماس با زمین نمناک هستند)
- بدنه و کف استخرها ، منابع آب
- دودکش ها

قسمتهایی از ساختمان مثل پی و کف و بدنه زیر زمین ها احتیاج به نم بندی [۳۳] و قسمتهایی مانند بام و منابع آب بدنه و کف استخرها و برخی زیر زمین ها که سفره آب زیر زمینی در آن محل ها بالاست به آب

[۳۳] نم بندی : به جلوگیری از نفوذ نم به ساختمان گفته می شود ، بدون اینکه رطوبت به شکل آب وجود داشته و آن قسمت از ساختمان تحت فشار باشد (Damp Proofing)

بندی[۳۴] احتیاج دارند. مصالح (به ویژه عایق های حرارتی) جهت حفظ کیفیت خود بخاربندی[۳۵] می شوند که این کار با استفاده از لایه بخاربندانجام می شود.

خشک شدن اندو سیمانی ، اندودهای سنگدانه روی بامهای بتنی به طور کامل مدتی به طول می انجامد و اگر در این مدت آب جذب کنند ممکن است درون آسفالت یا نمد قیراندود آب محبوس شود و در نتیجه گرمای خورشید این آب تبخیر شده ، فشار بخار آب موجب آبله زدن و ترک خوردگی پوشش بام و در نهایت نفوذ آب به داخل بام می شود برای رفع این مشکل از لابه بخاربند (هواکش نمدی) استفاده می شود. به وسیله این لایه فشار بخار از کنار بام یا هواکش ها خارج می شود.

به طورکلی مصالحی که برای نم بندی ، آب بندی و بام پوش ساختمان ها به کار می روند شامل خاک رس ، مواد قیری و قطرانی ، فرآورده پنبه کوهی - سیمانی - شیشه ، مواد پلاستیکی و لاستیکی ، چوب ، ملات های ویژه ، فلزات و آلیاژهای آنها ، کاشی های سفالی و سیمانی می شود که در قسمت پوشش سقف به آنها شاره شد.

ردیف	محل مصرف	مصالح مناسب	ملاحظات
۱	سطوح افقی و قائم پی‌ها، دیوار زیرزمین‌ها، کف و بدنه استخرها و منابع آب	قیرگونی (درجا)- مشمع قیر اندود با قیر (درجا)، ملات‌های ویژه	نوع قیر انتخابی مطابق جدول ۲-۷-۶-۵ خواهد بود
۲	بام‌های تخت با شیب کم	قیرگونی (درجا)- مشمع قیر اندود با قیر (درجا)، ملات‌های ویژه - کاهگل	عایق‌های نمایان باید با قشری از ماسه به رنگ روشن یا رنگ منعکس کننده مانند آلومینیومی پوشانده شوند. حداقل شیب ورقه‌ها و شینگل‌ها برای مقوای قیر اندود ۱۸ و برای سایر مصالح ۱۴ است.
۳	بام‌های شیب‌دار	- ورقه‌های صاف از مس، فولاد روی اندود و قلع اندود (یا قلع و سرب اندود)، آلومینیوم، فولاد زنگ نزن و قیرگونی - ورقه‌های موجدار شامل فولاد روی اندود، آلومینیوم، پنبه کوهی - سیمان، مقوای قیر اندود، پلاستیک، کاشی سفالی و کاشی سیمانی - شینگل از انواع چوبی، نمد قیر اندود، آلومینیوم و پنبه کوهی - سیمان	
۴	گنبدها	ورقه‌های فلزی نظیر ردیف ۳، شینگل‌ها، قیرگونی، خمیرها و امولسیون‌ها	
۵	نورگیر بام	شیشه و پلاستیک نورگذران[۱] و پشت پیدا[۲]	
۶	تعمیرات بام	شینگل از نمد قیر اندود، وینیل پلاستیک شفاف پاشیدنی در رنگ‌های مختلف، قیر و گونی، خمیرها و امولسیون‌ها	

[۳۴] آب بندی : به جلوگیری از نفوذ آب به ساختمان گفته می شود که ممکن است گاهی ساختمان تحت فشار آب باشد (water proofing)

[۳۵] بخار بندی : به جلوگیری از نفوذ بخار آب به ساختمان گفته می شود (Vapor Barriers)

۱۱- ۴ - ۱ - انواع عایق کاری رطوبتی :

الف : عایق کاری رطوبتی بام تخت - تراس ها و بالکن ها (با شیب تا ۱:۶)

۱- عایق کاری با خاک رس : عایق کاری با کاهگل که به علت دوام کم آن در برابر بارندگی و یخ زدگی منسوخ شده است ، همچنین استفاده از گل نیمچه کاه در آجر فرش از روشهای قدیمی عایق کاری بام بوده است . کاه گل از مخلوط کردن کاه با خاک رس و ورزدادن آن با آب کافی تهیه نی شئد. خاک رس نقش عایق را داشته و کاه در این مخلوط موجب جلوگیری از ترک خوردن کاهگل می شود.

۲- عایق کاری با قیر و گونی : متداول ترین روش آب بندی در ساختمان است به این منظور قیر جامد را حرارت داده و همان طور که گرم است روی بستری از اندود سیمان می مالند ، لایه ای گونی روی آن می کشند و دوباره قشری قیر گرم بر روی گونی می مالند و در صورت نیاز این کار تکرار می شود. رعایت نکات زیر در آن الزامی است :

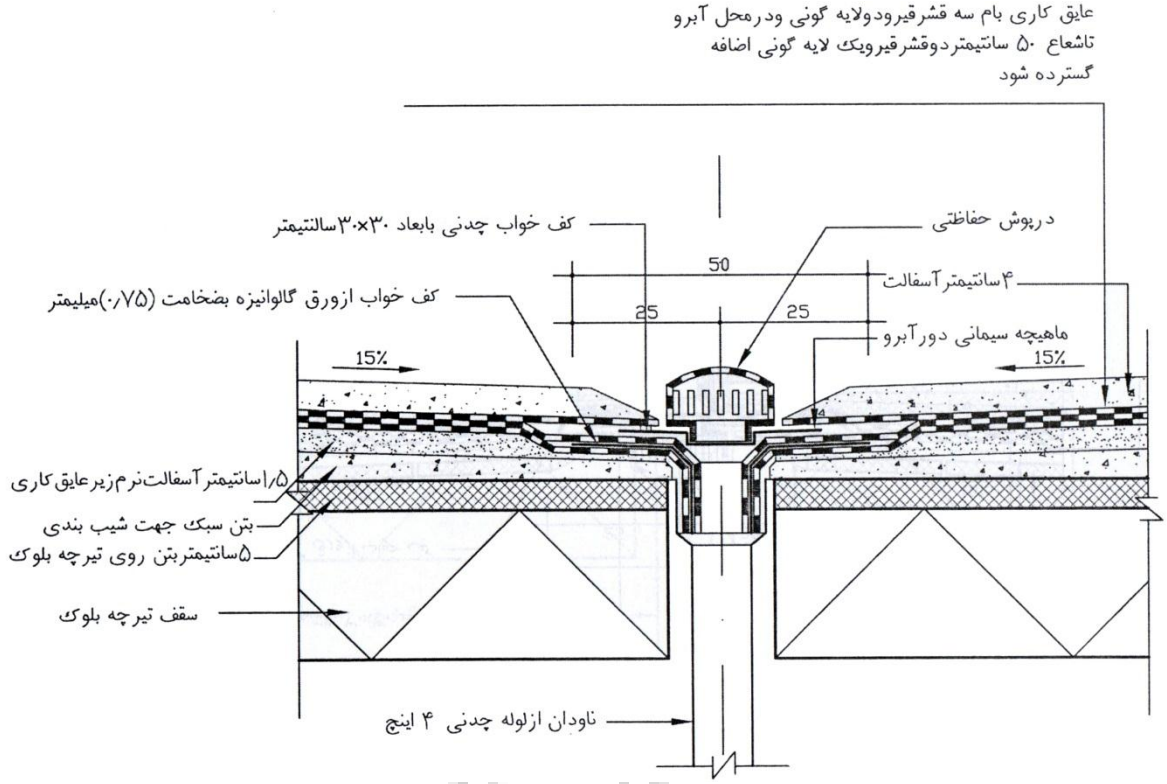
- عایق کاری در دمای کمتر از $4^{\circ}C$+ هنگام بارندگی و روی سطوح مرطوب مجاز نمی باشد.
- عایق کاری باید زیر سازی مناسب داشته باشد . عمدتاً با استفاده از بتن سبک ، پوکه و مانند اینها شیب ۱ تا ۳ درصد به وجود می آورند و برای زیرسازی عایقکاری بام اندود ماسه سیمان نرم (۳ : ۱) یا ماسه آسفالت نرم به ضخامت ۲ cm – ۱/۵ ریخته و سطح آن را صاف می کنند . سطح زیر عایق کاری باید صاف و تمیز باشد.
- لایه های عایق باید از هر طرف ۱۰ cm با هم همپوشانی داشته و با قیر مناسب کاملاً به هم بچسبند. همپوشانی لایه باید به گونه ای باشد که قرار گرفتن لایه رویی مطابق شیب بندی بام باشد.
- استفاده از میخ برای محکم کردن لایه های عایق مجاز نیست.
- در عایق کاری با بیش از یک لایه ، لایه های متوالی عایق باید عمود بر هم قرار بگیرند.
- در لبه بالکن ، دیوار جان پناه ها و ... باید ماهیچه سیمانی از ملات ماسه سیمان ۳ : ۱ به ضخامت ۵ cm ایجاد و عایق کاری روی آن اجرا شود.
- لایه های عایق در اطراف دست انداز بام ، هواکش ، دودکش ، لوله های تاسیسات ، محل عبور کانال کولر و ... باید ۴۰ cm بالاتر از سطح بام اجرا شده و به عرض حداقل ۱۰ cm به طور افقی روی دیوار برگردانده شده و لایه محافظ (مثل موزاییک یا آسفالت) روی آنها اجرا شود. ضمناً باید ابتدا عایق کاری حرارتی یا پوششی از مصالح مجوف برای دودکش ها صورت بگیرد و سپس روی آن عایقکاری رطوبتی بشود تا عایق با سطح گرم در تماس نباشد.

- عایقکاری محل لگنچه ناودان : لایه اول عایق رطوبتی باید تا داخل لوله آبرو ناودان اجرا شده سپس کف خوابی به ابعاد حداقل ۵۰x۵۰cm از ورق مسی یا فولاد گالوانیزه روی این لایه عایق قرار می گیرد . لایه های بعدی عایق روی این کف خواب اجرا شده و تا داخل لوله کف خواب ادامه یافته و صافی آب رو به روی آنها قرار می گیرد.

- آسفالت ممکن است به صورت مایع یا جامد مورد استفاده قرار بگیرد. در دیوارهای جان پناه یا مجاورت دیوار ، یک درز افقی آجر چینی دیوار به عمق ۲/۵ سانتی متر را خالی کرده و لایه از آسفالت به ارتفاع ۱۵ سانتی متر به صورت قرنیز دور تا دور بام ایجاد می کنند و لبه آن را به داخل درز افقی آجر چینی برمی

گردانند برای جلوگیری از نفوذ رطوبت و آب بایستی پوشش آسفالتی بام تقریباً هر ۲۰ سال یکبار تجدید شود.

- سطح عایقکاری شده باید پس از اتمام کار با لایه محافظ پوشانده شود.



۳- عایقکاری با گونی قیراندود : این عایقکاری با استفاده از قیروگونی قیراندود به صورت لایه لایه انجام می گیرد و شیوه آن مانند عایقکاری با قیر و گونی است.

۴- عایقکاری با مشمع و مقوای قیراندود یا قطران اندود: مشابه عایقکاری با گونی قیراندود است.

۵- عایقکاری با مصالح پیش ساخته: مطابق دستورالعمل مصالح مربوطه عمل می شود.

ب - عایقکاری رطوبتی بامهای شیبدار و قوسی و گنبدها :

هرگاه شیب بام بیش از ۶ : ۱ باشد بام شیبدار گفته می شود در این وضعیت دو حالت اتفاق می افتد :

۱- عایق کاری بام شیبدار ، قوسی و گنبدها:

عایقکاری این دسته از بامها به مهارت احتیاج دارد و نمی توان آن را به خوبی با قیر و گونی عایق کرد لذا باید از عایق هایی استفاده نمود که در برابر سرما ترک نخورده و در برابر گرما و تابش آفتاب نرم و روان نشوند . زیرسازی آنها نیز باید و صاف و تمیز باشد. بهترین محافظ عایق برای بامهای قوسی و گنبدی فلزات به ویژه مس است. کاشی کاری روی عایق گنبد بر ایجاد زیبایی ، از عایق محافظت می کند.

۲ - عایقکاری بام شیبدار دارای پوشش :

بام شیبداری که پوشش شده باشد به لحاظ رطوبتی عایق است و نیاز به عایق اضافی ندارد اما :

- اگر شیب بام کم و منطقه بوران خیز است و امکان ورود آب به زیر سقف وجود دارد باید محل درز قطعات پوشش با ماستیک مناسب و مورد تایید به خوبی آب بندی شود.

- محل برخورد قطعات شیبدار با دیوارهای قائم نظیر دیوار همسایه ، دیوار دودکش - محل عبور هوا روها ،

محل تخلیه آب به آبروها و ناودان ها ، دست اندازها و ... باید به وسیله ماستیک یا قطعات فلزی [۴۶] (گالوانیزه) درزبندی و آب بندی شوند.

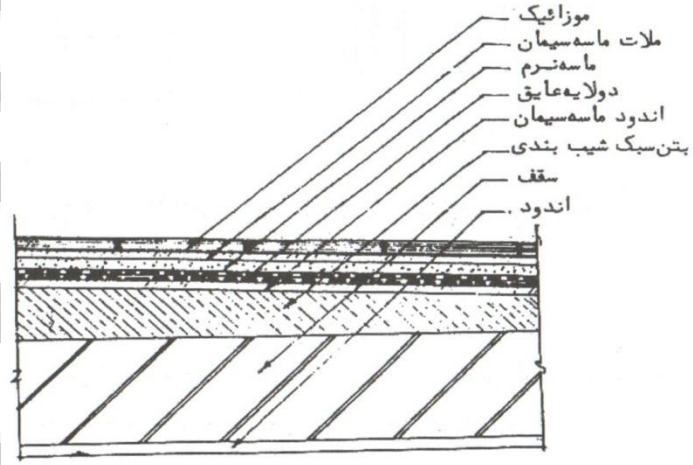
- کناره های بام باید با ورقه های فلزی پوشانده شده و در انتهای خارجی به صورت آبچکان خم کاری یا فتیله شوند تا آب روی نمای ساختمان نریزد.

۱۱-۴-۲ : نکات اجرایی عایق کاری کاری رطوبتی :

- دیوارهایی از ساختمان که در معرض بوران قرار می گیرند پس از مدتی از سمت داخل خیس می شوند ، از این رو در مناطق بارانی باید علاوه بر تعبیه ی پیش آمدگی در سمت وزش باد ، قسمتهایی که در معرض بوران هستند را عایقکاری کرد. در مواردی که بارندگی کم و کوتاه مدت است به ملات اندود سیمانی نما ، اندکی آهک می افزایند و به این ترتیب تا حد زیادی آب بندی دیوارهای مذکور صورت می گیرد. اما در مناطقی که در معرض بوران شدیدتر هستند از مواد آب بند کنند بتن ، ملاتهای پلیمری (مثل ملاتهای رزین اپوکسی) و رنگهای ضد آب بر روی نما استفاده می کنند.

- در سرویس ها ، حمام و آشپزخانه، محافظ عایقکاری دیوار و کف کاشی و کفپوش های سرامیکی و ... است . برای جلوگیری از ترک خوردگی لایه محافظ و جا به جایی کاشی ها و ... به هنگام گرما قبل از پوشش عایق از توری سیمی به عنوان نگهدارنده در پشت کاشی استفاده می شود.

- برای دست انداز بام ، دیوار زیر زمین ، دیوار شالوده و نظایر آن اجرای تیغه آجری ۱۱ سانتی متری و بیشتر نقش محافظ را اجرا می کند.



جزئیات عایق کاری یک بام مسطح با محافظ فرش موزائیک

مواد پلاستیکی و لاستیکی به صورت مخلوط با مواد قیری و قطرانی برای ساخت عایق های رطوبتی استفاده می شوند. این مواد به شکل ورقه ای و بافته برای تقویت لایه های عایق به کار می روند یا به حالت امولوسیون و خمیربرای تعمیرات استفاده می شوند. ورقه های پلاستیکی برای آب بندی و نم بندی استفاده می شوند. ملاتهای ویژه نیز نوعی دیگر از مصالح عایق کاری هستند که با افزودن مواد آب بند کننده به مخلوط ملات ها ساخته می شوند کاربرد آنها در سطوح قائم در معرض برف و باران و کف و بدنه استخرها و منابع آب است. ملاتهای ویژه از مخلوط کردن ماسه بر عنوان ماده پرکننده و چسب های پلیمری ساخته می

۵-Flashing

شوند امروزه از انواع عایق های پیش ساخته با مواد قیری و پلاستیکی به همراه مقوا ، گونی ، منسوجات پنبه ای ، شیشه ای و نظایر آن در ساختمان استفاده می شود همچنین در کشورهای صنعتی استفاده از قطعات کوچک عایق های پیش ساخته (شینگل [۳۷]) رایج است.

۱۱ - ۴ - ۳ - عایق کاری حرارتی :

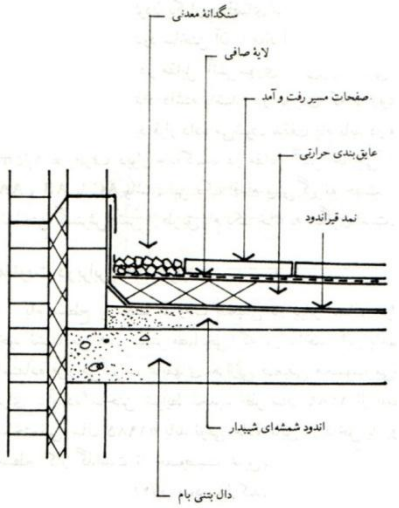
محل ماده ی عایق حرارتی در بام به نوع سازه ی بام ، ماهیت ماده عایق بندی ، مصالح بام ، سهولت نصب و ... بستگی دارد. بهترین محل نصب عایق حرارتی روی سازه سقف و زیر پوشش بام است.

بام سرد :

اگر عایق حرارتی در زیر سازه ی بام قرار بگیرد دمای بام در حد هوای خارج باقی مانده و بام سرد نامیده می شود در این حالت سازه تحت نوسانات دمایی روزهای داغ و شبهای سرد قرار می گیرد و فشار بخار رطوبت هوای گرم ممکن است به داخل عایق بندی حرارتی وارد شده و ضمن میعان احتمالِ خوردگی آرماتوربندی سقف بتنی . پوسیدگی سقف چوبی به جود می آید. در این بامها با تعبیه یک لایه بخار بند در سمت گرم عایق بندی محل تهویه برای بام چوبی این مشکل را حل می کنند. ممکن است به عنوان بخاربند از یک ماده ناتراوا در برابر رطوبت استفاده کنند یا خود عایق حرارتی از جنس ناتراوا (مانند پلی استیرن تزریقی) باشد.

بام گرم :

در این بام عایق حرارتی در بالای عایق رطوبتی قرار می گیرد تا از عایق رطوبتی در باربر نوسانات حرارتی محافظت کند به این بام ، بام معکوس یا واژگون گفته می شود. در این روش برای عایق بندی حرارتی از مواد آلی اسفنجی یا دانه های جوش خورده شیشه اسفنجی استفاده می شود. زیرا عایق حرارتی در معرض عوامل جوی قرار دارد. در صورت خیس شدن عایق حرارتی کارایی آن بسیار کاهش می یابد. برای حفاظت از این عایق روی بام با لایه ای از سنگدانه های معدنی روی آن پوشانده می شود . این کار باعث می شود در زمان بارش جریان آب به طرف خروجی ها دیرتر انجام شود و احتمال آب گرفتگی بام کاهش می یابد . ضعف این بام در آن است که امکان بررسی ، تعمیر و و تجدید عایق رطوبتی دشوارست. هنگامی که عایق حرارتی زیر بام نصب می شود عایق باید تا زیر سقف بام امتداد یابد تا پل های سرمایی به حداقل کاهش یابد.



۶- Shingle

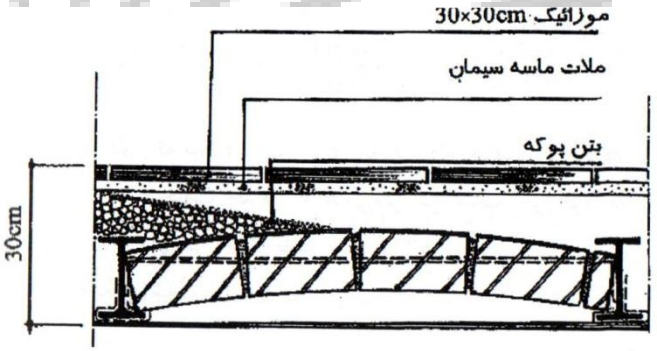
به طور کلی فایده بام گرم در آن است که احتمال تعرق هوای گرم و مرطوب روی سطح سازه (با توجه به اثر آن در خوردگی سازه فلزی و آرماتور های بتن) را کاهش می دهد اما نقطه ضعف آن در این است که اختلاف دمای پوشش در روز و شب زیاد می شود و همین امر سبب تنش های طولانی و خستگی پوشش می شود.

در بام گرم سقف در معرض آسیب های ناشی از تعرق نیست چرا که عایق بندی حرارتی مانند سدی در برابر نفوذ بخار آب به داخل عایق بندی حرارتی بالای خود عمل می کند.

۱۱- ۵ - پوشش کف :

۱۱- ۵ - ۱ - کف سازی طبقه همکف :

روی خاک کوبیده شده کف حدود ۲۵ الی ۳۰ سانتی متر قلوه سنگ درشت یا سنگ لاشه شکسته به صورت خشکه چینی اجرا می شود سپس روی آن یک لایه شن درشت یا ماکادام می ریزند. در نهایت به وسیله یک لایه بتن سبک به ضخامت ۱۰ cm زمینه برای پوشش کف آماده می شود. اگر پوشش نهایی موزاییک باید ابتدا ملات ماسه سیمان به ضخامت ۵ / ۲ سانتی متر ریخته شده و سپس روی آن با موزاییک فرش می شود



جزئیات کف سازی طبقات (سقف طاق ضربی)

۱۱ - ۵ - ۲ - کف سازی طبقات :

به ترتیب از پایین به بالا

۱. سقف سازه ای

۲ . بتن پوکه

۳ . ملات ماسه سیمان

۴ . کفپوش (موزاییک ، سنگ ، پارکت ، سرامیک و ...)

۱۱ – ۵ – ۳ – کف سازی بام :

از پایین به بالا :

۱ . سقف سازه ای

۲ . بتن پوکه

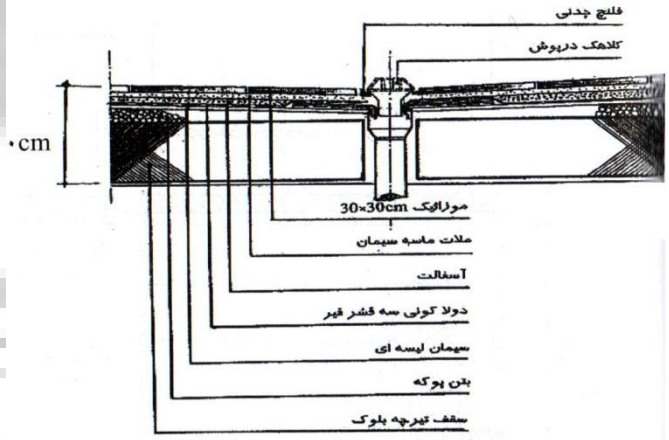
۳ . سیمان لیسه ای

۴ . دولاگونی و سه قشر قیر

۵ . ماسه بادی یا آسفالت

۶ . ملات ماسه سیمان

۷ . کفپوش بام (موزاییک)



جزئیات آبرو بام (سقف تیرچه بلوک)

۱۱ – ۵ – ۴ – کفپوش ها :

مصالح نهایی پوشش کف ، برای کف ، قرنیز ، پله به کار می رود. انتخاب و کاربرد پوشش کف به نوع فضا و مورد استفاده آن ، مقاومت در برابر آب و هوا ، مقاومت در برابر بارهای وارده ، ویژگی های جذب صوت ، نرمی ، رنگ ، صافی ، پایداری در برابر مواد شیمیایی ، سهولت تعمیرات ، سایش بستگی دارد.

انواع کفپوش ها عبارتند از : سنگ ، بتن ، موزاییک،انواع آجر ، سرامیک ها ، لاستیک ها ، انواع چوب ، چوب پنبه ، مواد نساجی ، مواد قیری.

به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت از هر نوع کفپوش باید سطح زیر فرش با عایق رطوبتی مناسب عایقکاری می شود و روی آن با قشری از بتن پوشانده شود. کفپوش های ممکن است در جا یا نصبی باشند.

در زیر به نکات اجرایی انواع رایج پوشش های کف پرداخته می شود:

۱- پوشش کف با آجر سیمانی و موزاییک:

- سطح زیرین باید کاملاً تمیز شده و قبل از شروع کار مرطوب شده باشد.
- موزاییک قبل از نصب حداقل ۱۵ دقیقه در آب قرار گیرد.
- راه رافتن روی موزاییک ، فرش پیش از دوغاب ریزی مجاز نیست. بندهای فرش موزاییک را دوغاب سیمان و پودر سنگ یا سیمان (بر جسب رنگ موزاییک) و خاک سنگ پر می کنند. روی سطح موزاییک دوغاب ریزی شده ، ماسه نرم ، خاک اره ، پودر خاک سنگ می پاشند و روی آن را با گونی پاک می کنند.

۲- پوشش کف از آجرهای سیمانی و موزاییک بدون ملات و کفپوش های موزاییکی در جا شسته :

نصب این کفپوش ها روی بستری از ماسه نرم (به ضخامت ۳cm - ۵ / ۲) نصب می شود. در اطراف آبروها تا شعاع ۸۰ cm به جای ماسه از شن نخودی استفاده می شود. آجرها ممکن است به صورت خشکه چین یا با ملات کم عیار و کم آب روی سطح ماسه ریزی شده قرار گیرند. روال کار آن است که در سطوح دارای کفشور ابتدا کرم بندی و شیب بندی انجام شده سپس از نقاط ارتفاع بیشتر به سمت کفشور ریسمان کشی شود و سپس موزاییک نصب شود. شیب کف سرویس ها ، حمام و آشپزخانه حداقل ۱/۵° در نظر گرفته می شود. سطح موزاییک را پس از ساب زنی و تمیزکاری با واکس مخصوص براق می کنند.

۳- کفپوش سنگی :

- قطعات سنگ روی قشری از ملات ماسه سیمان (حداقل ۵ : ۱) نصب می شوند.
- هر سنگ پیش از مصرف باید کاملاً تمیز و در آب خیسانده شود و ملات نباید آنقدر پر آب باشد که بانصب سنگ از اطراف آن بیرون بزند.
- برای چسبندگی بیشتر سنگ های پلاک به سطح زیرین آنها به وسیله ماشین شیارهایی در پشت سنگ ایجاد می کنند.
- ضخامت بندها باید بین ۲۰ mm - ۵ باشد.

- **فرش با لاشه سنگ :** سطوح جانبی سنگها باید قائم باشد و استفاده از سنگهایی که ضخامت آنها متغیر و بسیار کم است مجاز نیست. درز این سنگها نیز با ملات ماسه سیمان ۵ : ۱ ، سیمان معمولی یا رنگی و سنگدانه های مناسب بندکشی شده و در نهایت ساب زده می شوند.

۴- کفپوش سرامیکی :

- سرامیک باید پیش از نصب مدت زیادی در آب قرار داده شده و زنجاب شود.
- سرامیک بر بستری از ملات ماسه سیمان ۶ : ۱ یا ۵ : ۱ به ضخامت حدود ۵ / ۲ سانتی متر و یک قشر اندود تحته ماله سیمان و خاک سنگ به ضخامت ۵ میلی متر نصب می شود.
- حداقل ۲۴ ساعت بعد از نصب سرامیک ، فواصل آنها را با دوغاب پر می کنند و پس از سخت شدن دوغاب رویه آن را با یک پارچه مرطوب پاک می کنند.
- سرامیک به ترتیب گفته شده در بالا روی کف بتنی یا شفته آهکی با ملات ماسه سیمان صورت می پذیرد اما برای نصب سرامیک روی سطوح گچی ، چوبی مواد قیری و ... از چسب های آلی یا معدنی استفاده می شود.
- در ساخت ملات برای پوشش سرامیک و کاشی باید از مصرف آهک ، گچ ، خاک و پودر سنگ اجتناب نمود و بهترست از پودر کوارتز (پودر سنگ شیشه) به جای ماسه در ملات استفاده شود.
- برای بندکشی از سیمان سفید یا رنگی استفاده می شود.
- در هر متر طول و عرض در سطح کاشی و سرامیک درزی برای انقباض و انبساط تعبیه شود. این شکاف مانند سایر بندها بوده و در صورت نیاز با پودر پلاستیکی پوشانده می شود.

۵- کفپوش با چوب و پارکت :

- چوب های کفپوش روی لایه ای از ملات ماسه سیمان ۳ : ۱ یا ۴ : ۱ قرار می گیرند که روی سطح بتنی را

می پوشاند.
- زیرسازی کفپوش باید کاملاً خشک باشد و با روغن الیف ، روغن مالی شود. سپس دو قشر ماستیک مخصوص روی سطح زده شده و بعد فرش کف انجام می شود و در نهایت سطوح پارکت را با دستگاه مخصوص ساب زده و صیقلی می کنند. کنار دیوار را نیز به ارتفاع ۱۰ - ۷ cm قرنیزهای چوبی پیچ می کنند. اشکال تیغه های پارکت ، جناغی ، حصیری ، شطرنجی و ... هستند و کفپوش های چوبی شامل انواع کفپوش الواری ، کفپوش نواری ، کفپوش بلوک چوبی هستند.
کفپوش بلوک چوبی نوعی پارکت ضخیم است که به وسیله آسفالت ماستیک روی کفسازی فرش می شود و زیر سازی آن مانند پارکت است. این کفپوش ها احتیاج به مراقبت و نگهداری داشته و باید سالی یکبار واکس زده شوند.

۶- کفپوش های پلاستیکی و لاستیکی :

کفپوش های پلاستیکی شامل : موزاییک های پلاستیکی ، روکش های پلاستیکی ، کاشی وینیلی ساده و آزبست دار ، کفپوش وینیلی فوم دار هستند ، این کفپوش ها به کمک چسب مخصوص روی کف نصب شده و درزهای آن با سیمان مخصوص به یکدیگر چسبانده می شود. روی آنها را نباید با حلال های قوی تمیز کرد و از واکس زدن آنها نیز بایستی خودداری نمود.
رزین های اپوکسی تیز برای پوشش کف استفاده می شوند. رزین اپوکسی مخلوط شده با رنگینه و ماده سخت کننده تا ضخامت ۶ الی ۱۲ میلی متر روی سطح چوبی یا بتنی پخش می شود. کفپوشهای لاستیکی نیز کفپوشهایی نرم و نسبتاً جاذب صدا هستند که برای طبقات بالای همکف مناسبند در فضاهای باز استفاده از این کفپوش ها توصیه نمی شود. این کفپوش ها به کمک چسب های ویژه روی کف چسبانده می شوند.

۷- کفپوش های چوب پنبه ای :

شامل دو نوع کفپوش لینولیوم و کاشی چوب پنبه ای هستند.

- **کفپوش لینولیوم :** قابل اجرا روی هر گونه کفسازی به شرطی که خشک باشد . ماده چسباننده روغن برزک برای آن استفاده می شود.
- **کفپوش چوب پنبه ای :** کفپوش نرم است و به محیط احساس گرمی و آرامش می دهد . با چسب مخصوص روی کف چسبانده شده و با غلتک سنگین آن را می فشارند سپس سطح آن را واکس می زنند . پایداری آن در مقابل آب خوب و در برابر چربی ها و روغن ها بسیار کم است. تا حدودی عایق صوتی است اما به طور کلی نسبت به سایر کفپوش ها دوام چندانی ندارد.

۸- کفپوش های نساجی :

شامل دو گروه پرز دارد و بدون پرز است. نصب آنها با چسب به صورت کامل یا در نقاط معین یا توسط میخ کردن حلقه هایی در پشت آنها یا بدون وسایل فوق صورت می گیرد. این کفپوش ها هر کدام در نوع خود دارای مقاومت در برابر گرما ، اسید ها ، قلیاها ، ملات ها ، کپک زدگی ، نور مستقیم یا غیر مستقیم آفتاب ، ساییدگی و ... هستند.

۹- کفپوش های قیری :

قیر در کفپوش به شکل آسفالت ماستیک و کاشی آسفالتی یا آسفالت تایل استفاده می شود. آسفالت ماستیک قابل اجرا روی انواع زیرسازی ها (چوبی - بتنی - فولادی) است و زیر کفپوش های قیری باید اندود قیری (پرایمر) صورت بگیرد.

۱۰- کفپوش آجری ، آجر ماسه آهکی :

این کفپوش ها برای پوشش کف کارخانه ، پیاده روها ، پارک ها ، محوطه سازی ، خیابان ها و ... استفاده می شود. آجر ماسه آهکی روی بستری از ماسه بادی ، ملات ماسه سیمان ، ماسه آهک یا باتارد فرش شده و دوغاب ریزی با سیمان با ماسه بادی یا خاک سنگ و پودر شده است نصب می شود. بافت فرش آجرها ممکن است جناقی ، حصیری یا ساده انجام شود.

۱۱- کفپوش منزیتی :

این کفپوش روی چوب و بتن قابل اجراست و برای چسبیدن بهتر آن قبل از اندود آستر ، توری یا رابیتس را روی زیرسازی قرار می دهند. این کفپوش ها ضد آب ، ضد آتش ، ضد لغزش و در عین حال نرم هستند.

۱۱ - ۵ - ۵ - انواع کف سازی در ساختمان :

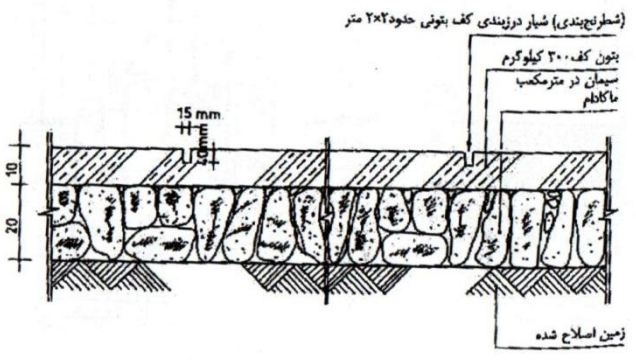
- انواع کف سازی از نظر محل قرار گیری در ساختمان را می توان در گروههای زیر مطرح کرد :

۱- محوطه سازی خارج ساختمان : پیاده رو سازی ، روسازی (خیابان ، جاده و ...)

۲- کف سازی داخل ساختمان (همکف ، زیر زمین ، طبقات ، بام ، سرویس ها و ...)

- انواع کف سازی به لحاظ عملکرد مکان خشک ، مرطوب ، ویژه

محوطه سازی یعنی تسطیح و آماده کردن محوطه ساختمان ، پروژه ، مسیرهای ارتباطی شامل خیابان سازی ، پیاده رو سازی ، شبکه های توزیع برق و گاز و ایجاد فضای سبز ، کف محوطه در محل هایی رفت و آمد اتومبیل وجود دارد باید بتن ریزی بیشتر و مقاوم تری داشته باشد چرا که آسفالت مقاومت بتن را نداشته و همچنین در تابستان موجب گرم شدن محیط می شود بنابراین کف سازی محوطه از نوع بتنی ، سیمانی یا سنگی توصیه می شود همچنین باید کف های بتنی دارای درز انبساط باشند.



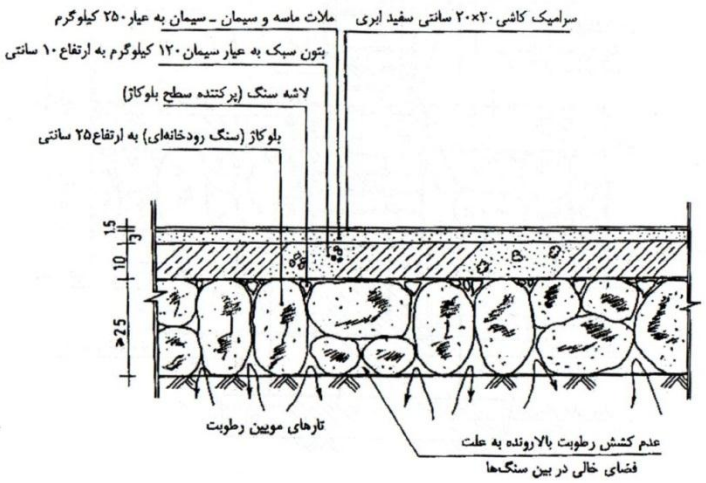
شکل ٦-٦ جزئیات کف سازی بتونی در محوطه سازی

۱۱ – ۵ – ۶ – کف کاذب :

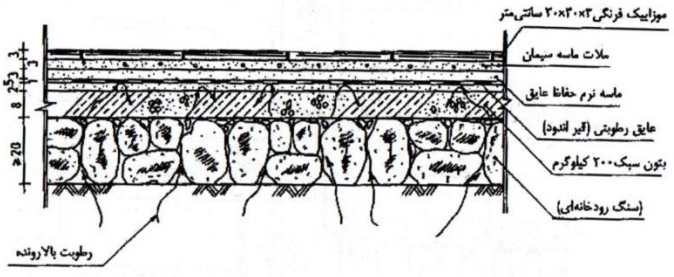
کف کاذب معمولاً در فضاهای خاصی که قصد دارند سطح مورد استفاده آن کاربردی از کف سازه ای بالاتر و مجزا باشد کاربرد دارد. کف کاذب در سالن ها ، مراکز کامپیوتر و مخابرات ، برج مراقبت ، اتاق های فرمان ، دیسپاچینگ[۳۸] رادار و ماهواره ها و ... اجرا می شود.

۱۱ – ۵ – ۷ – عایق کاری کف و انواع روشهای آن :

کف زیر زمین و همکف ساختمان به علت مجاورت با خاک ، نمناک می باشد. برای اینکه از کشش رطوبت به علت خاصیت مویینگی خاک در آن جلوگیری شود و همچنین از کفپوشهای حساس نسبت به رطوبت (کفپوش های چوبی و پلاستیکی) محافظت گردد کف ساختمان باید عایق کاری شود. این عایق کاری با عایق کاری شالوده یکپارچه اجرا می شود. در زمین های خشک اجرا بلوکاژ با سنگهای رودخانه ای از کشش رطوبت خفیف جلوگیری می کند اما در زمین های مرطوب لازم است پس از بلوکاژ کف و تسطیح آن توسط سنگ لاشه ، به ارتفاع ۱۰ - ۸ سانتی متر بتن سبک ریخته شود.



شکل ۸–۸ جزئیات: عایق رطوبتی توسط بلوکاژ (سنگهای مدور) در زمین با رطوبت خفیف



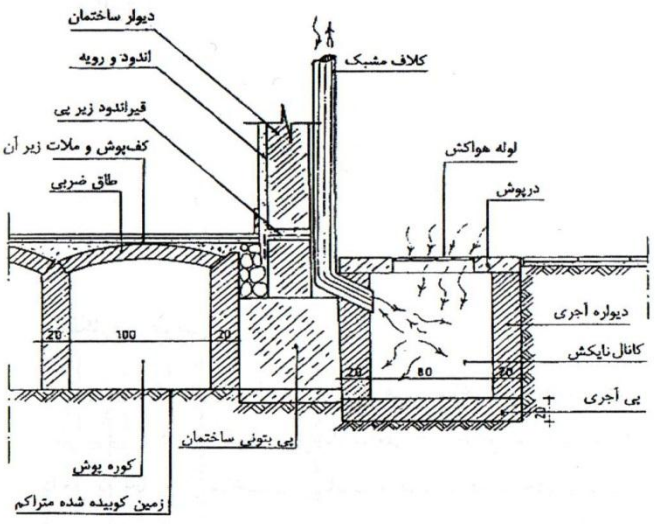
شکل ۹–۸ جزئیات: عایق رطوبتی در زمین مرطوب، سبب عدم نفوذ رطوبت به کف

[۳۸] Dispatching center

روال کار به این شکل است که زیر فرش کف طبقات زیرین ساختمان که مستقیماً با زمین تماس دارند تا ارتفاع ۳۰cm - ۲۵ سنگ لاشه یا قلوه سنگ درشت چیده و روی آن یک لایه مخلوط شن و ماسه می ریزند تا فضای خالی ، بین آنها پر شود و به اندازه ۲ سانتی متر روی کل سطح را بپوشاند این کار سبب قطع لوله های موئین و نفوذ رطوبت به سمت بالا می شود.

اگر منطقه ای که ساختمان در آن احداث می شود بسیار مرطوب باشد از روش " کف معلق " استفاده می شود. برای این کار دیوارهایی به موازات هم به ضخامت یک آجر با فاصله ی ۷۰ - ۵۰ cm از یکدیگر و هر یک به ارتفاع حدود ۹۰ - ۵۰ cm می سازند و روی آن را با طاق ضربی می پوشانند در انتها کفسازی اصلی روی سقف اجرا می شود. فضای خالی مابین دیوارها به هم راه دارد و گربه رو نامیده می شود. این فضاها به وسیله مجراهایی به خارج ساختمان ارتباط داده می شوند در مناطقی که چوب فراوان است کف معلق با تیر ، تیرچه و تخته نیز قابل اجراست . چون جریان هوا در زیر این کف وجود دارد و تهویه می شود در نتیجه کف آن خشک تر است.

برای ایجاد عایق رطوبتی سنتی در ساختمان های مناطق مرطوب درگذشته از روش های اجرای نایکش و کوره پوش استفاده می شده است . برای اجرای نایکش ، اطراف ساختمان کانالهایی به عرض ۱۲۰ سانتی متر و حدوداً تا ۳۰ سانتی متر پایین تر از سطح زیر پی احداث می کنند و لوله های هواکش هایی وسیع هر ۳ متر یکبار با زانوی ۳۰ درجه در دیوار کانال نایکش کار می گذارند. همچنین نایکش با پنجره های مشبک در سطح درپوش بتنی همچنین لوله هواکش در مقابل پنجره مشبک اجرا می کنند تا دیواره پی تهویه شده و خشک نگه داشته شود. برای تهویه کوره پوش ، پنجره هایی از کف حیاط تعبیه تا هوا از این پنجره ها به فضای کوره پوش برسد و آن را خشک نگه دارد.



شکل ۲-۸ اجرای نایکش در اطراف خارجی ساختمان اجرای کوره

عایق کاری کف که با قیرگونی ، انواع مشمع و مقداری قیراندود صورت می گیرد مقاومت خوبی در برابر فشار آب دارد. مواد پلاستیکی به عنوان عایق کف ممکن است به صورت پوشاندن روی بتن کف سازی با لایه ای از رزین اپوکسی یا همپوشانی ورق های نازک پلی تن به کار روند.

ماستیک قیری یا آسفالت ماستیک کفپوشی است که در صورت اجرا دیگر نیازی به نم بندی ندارد. از

قیرهای خالص ، مذاب ، امولوسیون های قیری و قطرانی و قیر های مایع هم جهت نم بندی استفاده می کنند. عایق کاری با قیر مذاب زیر سازی خوبی برای کفپوش های چوبی است چرا که به عنوان چسب نیز قابل استفاده است. در صورتی که کف پارکینگ در طبقات شسته می شود کف پارکینگ را نیز مانند کف طبقات عایق کاری می کنند ، فقط چون لایه های عایق در کف پارکینگ تحت فشار بیشتری است باید عایق کاری در تعداد لایه های بیشتری صورت بگیرد.