



شناخت مواد و مصالح ساختمانی

خصوصیات عمومی مصالح:

- خواص فیزیکی
- خواص شیمیایی
- خواص مکانیکی
- خواص کاربردی
- خواص معمارانه
- هزینه ها و مسائل اقتصادی

خواص فیزیکی:

- **اطلاعات پایه ای** (ابعاد و اندازه ها، وزن، جرم مخصوص، جرم مخصوص فضایی، تخلخل، سطح ویژه)
- **تأثیر فیزیکی آب و رطوبت** (قابلیت جذب آب، ضریب نرمی، ضریب خشک شدن، مقاومت در برابر تغییر رطوبت محیط، عدم نفوذ آب، مقاومت در برابر یخبندان)
- **واکنش مصالح در برابر تغییرات حرارتی** (شوک، تغییرات تدریجی دما، افزایش و کاهش های بیش از حد معمول، ضریب هدایت حرارتی و مقاومت حرارتی، خاصیت انعکاس، جذب و انتشار حرارت از سطوح، ضریب انبساط و انقباض خطی و سطحی و حجمی، ظرفیت حرارتی) و آتش (مقاومت در برابر آتش، سرتابی)
- **تأثیر متقابل نور، صوت و الکتروسیته** (قابلیت جذب و انعکاس و عبور نور، قابلیت جذب و انعکاس صوت، میزان هدایت الکتریکی)

خواص فیزیکی:

• قابلیت جذب آب:

- خصوصیتی از مصالح است که موجب جذب بخار آب از هوا می شود. این ویژگی به دمای هوا و رطوبت نسبی، نوع خلل و فرج، تعداد و ابعاد آنها و در نهایت به طبیعت ماده مورد نظر وابسته میباشد
- سطوح بعضی از مصالح به نام نگاه دارنده آب یا هیدروفیل شناخته می شوند و برخی دیگر، آب را دفع مینمایند
- مصالح نگاه دارنده آب (هیدروفیل)، مستعد تحلیل رفتن در آب هستند، در حالی که مصالح دافع آب به شدت در برابر اثرات آب و مواد همراه آن مقاومت می کنند
- در شرایط مشابه، میزان تأثیر آب بر مصالح بستگی به سطح ویژه به همراه حفره ها و آوندهای آنها دارد
- در مصالح با تخلخل مساوی، آنهایی که دارای حفره ها و آوندهای کوچک تر هستند، به مراتب بیشتر از مصالح دارای حفره ها و آوندهای بزرگ، تحت تأثیر آب قرار می گیرند

خواص فیزیکی:

- **سرتابی:** خصوصیتی از مصالح است که بیانگر توانایی تحمل در برابر حرارت بسیار زیاد در مدت زمان طولانی است بدون آنکه ذوب بشود یا شکل خود را از دست بدهد
- **ضریب نرمی:** برای مصالحی که به شدت جاذب آب هستند و بسیار تحت تأثیر آن قرار می گیرند، مانند خاک رس نزدیک به عدد صفر است و در مقابل، ضریب نرمی مصالحی که مقاومت خود را تحت تأثیر آب حفظ می کنند، مانند شیشه و فلزات برابر با یک می باشد. مصالح با ضریب نرمی $0/8$ و بیشتر به عنوان مصالح ضد آب شناخته می شوند. مصالح با ضریب نرمی کمتر از این مقدار نباید به طور دائم در مقابل تأثیرات رطوبت قرار گیرند

خواص فیزیکی:

• **سطح ویژه:** سطح کلی یک گرم از ماده را بر حسب سانتیمتر مربع، سطح ویژه میگویند. این پارامتر در مصالحی نظیر خاک، گچ و سیمان از اهمیت ویژه ای برخوردار است. زیرا با سطح ویژه بیشتر، سطح تماس دانه ها با آب افزایش میابد و نتیجه مطلوبتری هنگام استفاده حاصل میشود

• **ظرفیت حرارتی:** ظرفیت حرارتی ویژگی جذب حرارت در مصالح است که سبب بالا رفتن دمای آنها میشود. این خصلت بر مبنای گرمای ویژه سنجیده میشود و به جنس، جرم و تفاوت دمای مصالح با دمای محیط بستگی دارد. این خصلت زمانی اهمیت پیدا میکند که میزان ثبات و ذخیره سازی حرارت در مصالح مثلاً در جداره های ساختمان مدنظر است

خواص شیمیایی:

- **دوام و پایداری شیمیایی مصالح (اکسیداسیون یا زنگ زدگی، خوردگی)** در مقابل تأثیر اسیدها و بازها، تأثیر آب، تأثیر روغنها، تأثیر حلالها، تأثیر نمک های سولفات، سولفورها، کلرات، کلرور، نیتراتها
- **گرمزایی و گرماگیری:** واکنشهای شیمیایی که در مصالح رخ میدهند گاهی سبب آزاد شدن گرما و گاهی نیز باعث جذب گرما میشوند. در این گونه موارد باید تمهیدات لازم را در نظر گرفته شود تا گرمای آزاد شده یا جذب شده در مصالح ایجاد اختلال نکند. فرآیند گیرش سیمان عملی گرمازا و تولید چسباننده های ساختمانی عملی گرماگیر است.
- **تبلور:** تبلور تمایل یک ماده برای تشکیل بلور است که در روند گذر آن ماده از حالت سیال (گاز یا مایع) به حالت جامد روی میدهد. تبلور مصالحی نظیر سیمان سخت شده به علت تشکیل جسمی سخت تر باعث افزایش مقاومت آن میشود
- **تأثیر شیمیایی مصالح بر یکدیگر بر اثر مجاورت آنها با یکدیگر**
- **سمیت برخی از مصالح**

خواص مکانیکی:

• **مقاومت:** مقاومت فشاری، مقاومت کششی، مقاومت برشی، پیچشی، مقاومت خمشی (خاصیت

چکش خواری)

• **سختی**

• **مقاومت در برابر سایش**

• **تغییر شکل مکانیکی:** تغییر شکل مصالح بر حسب بار وارده (شکل پذیر، شکل ثابت، تغییرات در

طول زمان، خاصیت تورق)

خواص کاربردی مصالح:

- ویژگی های کاربردی مصالح، پهنه وسیعی از اطلاعات علمی و تجربی می باشد که در نتیجه نهایی کار، تأثیر چشمگیری را به وجود می آورد
- پیش بینی مسایل مربوط به نحوه خرید، حمل، تخلیه و انبار داری مصالح، به نحو چشمگیری در هزینه های اجرائی پروژه مؤثر می باشد
- ابعاد و اندازه مصالح و تخصص لازم برای به کار گیری مصالح و به اجرا در آوردن طرح، نکات مهم بعدی هستند
- نیاز به ماشین آلات جانبی برای استفاده از مصالح خاص، پیچیدگی نصب و یا نیاز به انجام کارهای واسطه ای برای امکان بهره برداری از قطعه یا مصالح، امکان تولید در محل کارگاه یا خرید و حمل، دقت لازم در استفاده از هر مصالح با تنوع بیش از حد انواع، خود در تعیین برنامه پیشرفت پروژه و هزینه های مربوط با آن نقش عمده ای را ایفا می کند
- لذا یک مهندس معمار مجرب با در نظر داشتن کلیه مسایل اجرایی، انتخاب اصلح را انجام می دهد

سایر خواص مصالح:

• خواص معمارانه مصالح

• هزینه ها و مسائل اقتصادی

• نحوه بسته بندی

• حمل و نقل

• ابزارهای مرتبط

• نحوه انبار کردن

• آزمایشات متعارف

خاک

خاک :

- ساختمانی که ساخته می شود بر روی بستری از خاک مناسب قرار می گیرد. همچنین در راهسازی، خاک مطلوب یکی از مصالح عمده و اساسی می باشد؛ لذا شناسایی آن از اهمیت ویژه برخوردار است
- خاک به عنوان یک توده نامتجانس و نتیجه عمل فرسایش آب زدگی و هوازدگی دانه های کانی است که یا به هم پیوسته اند و یا به طور ضعیف به هم چسبیده اند
- این توده به همراه خود فضاهایی خالی دارد که ممکن است محتوی آب، هوا و یا مواد آلی با درصدهای مختلف باشد
- هر چه مقدار مواد آلی بیشتر باشد، رنگ خاک تیره تر میگردد

ضرورت استفاده و کاربرد خاک:

• در ساختمان سازی، خاک از یک طرف به عنوان مصالح، مورد توجه مهندسين و طراحان قرار ميگيرد و از سوي ديگر به عنوان يك محيط طبيعي كه در اختيار آدمي قرار گرفته است، مورد توجه و استفاده است

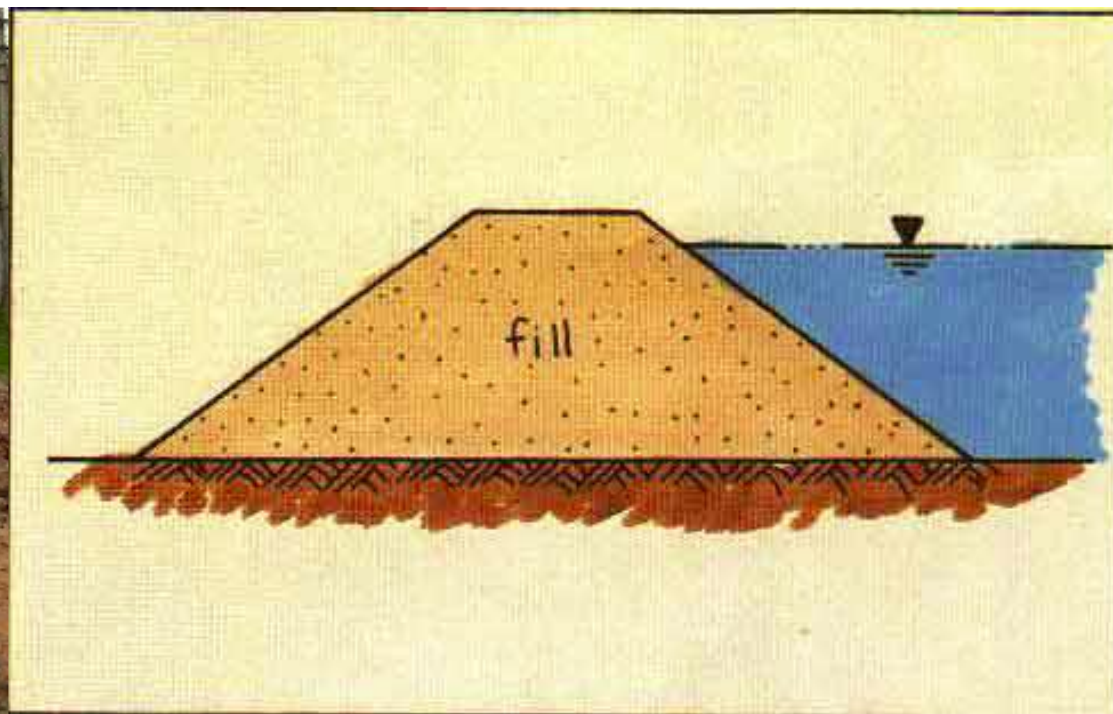
• **كاربرد خاک به عنوان مصالح (كاربرد اختياري):** ايجاد خاكريز پشت ديوارهاي حائل، زهكشيتها، روسازي راه و فرودگاه و نيز به عنوان ماده اصلي تهيه ملاتها، آجر، سراميك، كاشي، چيني، نسوزها، بتن و... .

• **كاربرد خاک به عنوان محيط و بستر (كاربرد اجباري):** زير پي ها و بستري كه ساختمان روي آن احداث ميشود، زيرسازي جاده ها، زير پايه پلها، محل قرار دادن لوله ها و تاسيسات مكانيكي و الكتريكي و... .

ضرورت استفاده و کاربرد خاک:



خاک به عنوان بستر



ایجاد خاکریز

خواص خاک:

- **خواص فیزیکی:** وزن مخصوص، رنگ، دانه بندی، ساختمان (ساختار) خاک، جذب آب، شکل پذیری (خاصیت پلاستیسته)
- **خواص شیمیایی:** خواص شیمیایی خاک به ترکیبات معدنی، مواد آلی و محیط بستگی دارد و برای خاکهای مختلف، متفاوت است. هر چه میزان اکسیدهای بازی در خاک بیشتر باشد، مقاومت آن در برابر اسیدها و نیز نقطه ذوب آن کاهش مییابد
- **خواص مکانیکی:** خواص مکانیکی خاکهای مختلف نظیر مقاومت برشی، سختی، میزان تغییر شکل در اثر بارهای وارده و ... باید با استفاده از آزمایشهای گوناگون مشخص شود. با توجه به متخلخل بودن خاک و وجود آب در بین حفره های آن و با توجه به خصلت تراکم ناپذیری آب، این مایع به خصوص در خاکهای ریزدانه میتواند از نشست آنی خاک در برابر بارهای وارده جلوگیری کند. این پدیده، تحکیم نام دارد و میزان آن توسط آزمایشهای ویژه محاسبه میگردد

خواص فیزیکی:

• دانه بندی:

• اندازه و شکل دانه های خاک بر ویژگیهای آن تاثیر می گذارند. خاکهای ریزدانه دارای وزن مخصوص و مقاومت کمتری هستند و آب بیشتری جذب کرده و برای کارهای عمرانی مناسب نیستند. خاک خوب دارای دانه بندی متشکل از ریز و درشت بوده و استحکام خوب دارد و و برای کارهای عمرانی مناسب است

• **دسته بندی ذرات بر حسب اندازه** نیز انجام میشود (ریزدانه (مانند رس و لای)، ماسه، ریگ، شن، قلوه سنگ)

• **دسته بندی بر حسب شکل ذره** (دانه های بزرگ، دانه های سنگی گوشه دار، دانه های سنگی نیمه گوشه دار، دانه های سنگی نیمه گرد، دانه های سنگی گرد، دانه های پولکی که دانه های سنگی گوشه دار بیشترین مقاومت را دارند)

• **جذب آب:** یکی از مشخصه های بارز خاک، جذب آب است. با جذب آب پاره ای از خواص خاک تغیر مییابد. خاک خشک خاصیت چسبندگی و قالب گیری ندارد، ولی با جذب آب، قابلیت چسبندگی، خمیری و قالب گیری پیدا میکند. برخی از خاکها چندین برابر وزنشان آب جذب میکنند. خاکهای دانه ریز جذب آب بیشتری دارند. زیرا آب به علت خاصیت موئینگی از شکافهای موئینه و باریک بیشتر بالا میرود. همچنین هر چه خاک خالص تر باشد، جذب آب آن بیشتر است

خواص فیزیکی:

• **شکل پذیری (خاصیت پلاستیسته):** پنج عامل در میزان شکل پذیری خاک مؤثرند که عبارتند از: میزان آب موجود در خاک (خاک فقط در صورت مرطوب بودن (گل)، شکل پذیر است)، اندازه دانه های خاک (هر چه دانه های خاک ریزتر باشند، شکل پذیری آنها بیشتر است)، شکل دانه های خاک (هر چه دانه های پولکی شکل در خاک بیشتر باشد، لغزندگی آنها روی هم بیشتر شده و شکل پذیری خاک نیز افزایش میابد)، صیقلی بودن دانه ها (هر چه دانه ها صیقلی تر باشند، اصطکاک بین آنها کاهش می یابد و شکل پذیرترند)

• **انقباض هنگام خودگیری:** کلیه مصالح ساختمانی که هنگام مصرف با آب مخلوط میشوند (به جز گچ و سیمان انبساطی)، هنگام خودگیری و سخت شدن کاهش حجم پیدا میکنند. این ویژگی سبب ایجاد ترک در آنها می شود. در گذشته برای جلوگیری از ایجاد ترک در گل به آن گاه اضافه می کردند. هر چه میزان جذب آب خاک بیشتر باشد، میزان انقباض آن نیز بیشتر میشود

انواع خاک:

- دسته بندی انواع خاکها براساس اندازه دانه های آنها صورت میگیرد. در نمودار زیر حدود اندازه دانه ها برای هر نوع خاک (بر حسب میلیمتر) مشخص شده است

قلوه	شن			ماسه			لای			خاک های رسی
	درشت	متوسط	ریز	درشت	متوسط	ریز	درشت	متوسط	ریز	
		۲۰	۶		۰/۶	۰/۲		۰/۰۲	۰/۰۰۶	
	۶۰			۲			۰/۰۶			۰/۰۰۲

انواع خاک:

• خاکهای رسی (Clay Soil):

- خاک رس مهمترین خاک مورد استفاده در صنعت ساختمان است و تنها چسب طبیعی محسوب میشود
- خاک رس خالص سفید رنگ است، ولی ناخالصیهایی نظیر زغال (سیاه)، گرافیت (خاکستری)، اکسید آهن (سرخ) و هیدرواکسید آهن (زرد) باعث رنگی شدن آن میشوند. بیشتر خاک رس موجود در طبیعت سرخ رنگ است
- دانه های خاک رس اغلب صفحه ای (پولکی) شکل هستند، یعنی یکی از ابعاد آنها از دو بعد دیگر بسیار کوچکتر است
- هر چقدر دانه های خاک رس ریزتر باشند، آن خاک مرغوبتر است
- خاک رس پس از اشباع شدن میتواند تا ۸ برابر حجم خود آب جذب کند و تا زمانی که خیس است، آب نمیتواند در آن نفوذ کند. بنابراین میتواند نقش آب بندی را ایفا کند. لذا در گذشته از آن برای آب بندی بام ها، آبنگورها و ... استفاده میکردند

انواع خاک:

• لای (Silt):

- لای، ذرات ریزدانه با خاصیت خمیری بسیار اندک است
- نوعی از این خاک را که دارای حداقل خاصیت خمیری است و عموماً از ذرات کوارتز تشکیل شده، آرد سنگ (Rock Flour) مینامند
- نوع دیگر را که خاصیت خمیری بیشتری دارد و دارای مقدار قابل ملاحظه ای ذرات پولکی شکل است، لای خمیری (Plastic Silt) گویند
- لای اغلب با رس اشتباه میشود، ولی با آزمایشهای ساده صحرائی می توان این دو را از هم تشخیص داد

انواع خاک:

• ماسه (Sand):

- ماسه ها و شنها از تجزیه کانیهای مقاوم نظیر کوارتز به وجود می آیند. از ماسه برای تهیه انواع ملاتها، بتن، آجر ماسه آهکی و... استفاده میکنند. ماسه بر حسب منبع تهیه آن به چند دسته تقسیم میشود:
- ماسه رودخانه ای (River Sand): این ماسه مدت طولانی تحت تأثیر حرکت آب قرار گرفته و بنابراین گرد گوشه و دارای سطحی صاف است
- ماسه کوهستانی (Quarry Sand): این ماسه در حوالی بستر اولیه رودخانه ها یافت میشود. ماسه کوهستانی تیز گوشه است و در ساخت بتن چسبندگی بهتری با سیمان خواهد داشت
- ماسه بادی (Blown Sand): این ماسه از دانه های بسیار ریز تشکیل شده است و در کویرها، سواحل دریاها مانند دریای مازندران، خلیج فارس و در حاشیه برخی از رودها یافت میشود. ماسه بادی گرچه از مقاومت خوبی برخوردار است، ولی به علت ریزی دانه های آن مصرف چندانی ندارد و برای ساخت بتن مناسب نیست
- ماسه شکسته (Stone Sand): این ماسه به صورت مصنوعی و از خرد کردن سنگهای متراکم نظیر گرانیت به دست میآید. دانه های ماسه شکسته تیز گوشه است و سطوح بسیار خشنی دارد. از این رو برای ساخت بتن مناسب است

انواع خاک:

• **شن (Gravel):** شن طبیعی عموماً از بستر رودخانه ها به دست می آید، از این رو اغلب گرد گوشه است و با ماسه مخلوط می باشد که آنها را با الک از هم جدا میکنند. ذرات شن خالص تماماً از هم جدا هستند، بنابر این شن فاقد ساختار است. همان گونه که اشاره شد، در دانه های رسی اندازه یکی از ابعاد از دو بعد دیگر بسیار کوچکتر است، ولی در شن و ماسه هر سه بعد به طور متناسب بزرگ هستند و مساحت زیاد سطح باعث تماس بیشتر با رطوبت می شود. شنی که دانه های آن گوشه دار باشد، برای تهیه بتن مناسب تر است

• **قلوه (Boulder):** مصالح سنگی درشت تر از شن را قلوه میگویند

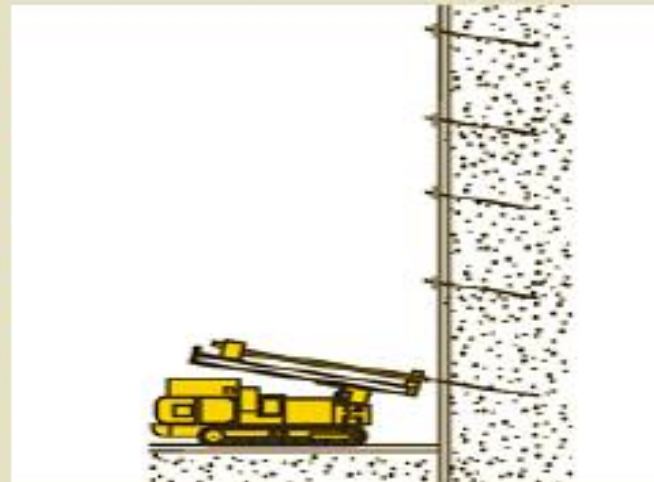
روشهای بهبود خاک:

- **افزودنیهای فیزیکی:** این افزودنیها نظیر گاه، موی چهارپایان و... در خاک رس باعث مسلح شدن خاک و افزایش مقاومت کششی آن در سازه های قدیمی میشود. یکی دیگر از افزودنیهای فیزیکی در خاک، قیر است. اختلاط خاک با قیر معمولاً برای خاکهای درشت دانه نظیر شن و ماسه مناسب است. خاکهای ریزدانه در صورتی قابل تثبیت با قیر هستند که بتوان آنها را کاملاً از حالت کلوخه بودن خارج کرد و دانه های آن را با قیر اندود کرد. هر اندازه که مخلوط خاک و قیر متراکم تر شود، استقامت و باربری آن بیشتر خواهد بود.
- **افزودنیهای شیمیایی:** این افزودنیها با ایجاد فعل و انفعال با ذرات خاک باعث بهبود ویژگیهای مکانیکی از جمله افزایش ظرفیت باربری، کاهش نشست پذیری و کاهش نفوذ پذیری خاک میشوند. از جمله این مواد می توان به آهک، سیمان و ... اشاره کرد.
- **ژئوگرید (Geogrid) و ژئوسنتتیک (Geosynthetic):** این مسلح کننده ها توسط اصطکاک ایجاد شده بین سطح خود و خاک، باعث افزایش مقاومت کششی خاک میشوند
- **مسلح کردن خاک با لاستیکهای فرسوده**
- **میخ کوبی (Nailing)، میل مهار (Anchor)، ریز شمعها (Microphile) و...**

روشهای بهبود خاک:



تصویر شماره ۲۰.۲. چند تصویر از ژئوگرید و کاربرد آن



تصویر شماره ۲۱.۲. چند تصویر از میخ کوبی خاک

سنگهای ساختمانی

ضرورت استفاده و کاربرد سنگها:

- در بسیاری از نقاط ایران، سنگ از مصالح بوم آورد محسوب میشود که سهل الوصول، فراوان، ارزان و بادوام است
- انواع مختلف سنگها در پی سازی و نیز در داخل و خارج ساختمان برای کف سازی، پوشش نما، دیوار چینی، ازاره، تزئینات و... به کار میروند
- سنگ در ساخت ابنیه سنگین نظیر پلها، تونلها، بهمن گیرها، دیوارهای حایل، سنگ چین ها و همچنین در راه سازی نقش ویژه ای دارد. در دیوارهای چینه ای به صورت خشکه چین و در نماسازی با ملات استفاده میشوند
- یکی از فرآورده های سنگ، شن و ماسه است که در ترکیب با مواد چسبنده، مصالح ساختمانی جدید تولید میکنند. نظیر انواع ملاتها، محصولات بتنی، موزائیک، آسفالت و...

گروه بندی زمین شناسی سنگها:

- **سنگهای آذرین:** سنگهای آذرین بر اثر سرد شدن مواد بسیار داغ درون زمین (ماگما) به وجود می آیند، از این رو آنها را سنگهای آتشفشانی، سنگهای خروجی یا اولیه نیز مینامند (نظیر گرانیت، دیوریت، سینیت، پرفیر گرانیت، پرفیر دیوریت و پرفیر سینیت، بازالت، پرفیریت ها)
- **سنگهای رسوبی:** این سنگها لایه لایه اند که ممکن است رنگ یا جنس هر لایه با لایه دیگر متفاوت باشد. ممکن است بقایای موجودات دریایی در لایه های آنها یافت شوند. ممکن است در حین رسوب، مقداری خاک و لای در بین لایه های این سنگها قرار گیرد (مانند انواع تراورتن و ماسه سنگ ها)
- **سنگهای دگرگونی:** برخی از سنگهای آذرین یا رسوبی تحت تأثیر فشار، حرارت زیاد، عوامل جوی و... دچار تغییر و دگرگونی میشوند و سنگهای دگرگونی را به وجود میآورند. این سنگها بر حسب آنکه تحت چه فشار و دمایی دگرگون شده اند، انواع مختلفی دارند. مقاومت سنگهای دگرگونی عموماً زیاد است و بیشتر آنها بافت کریستالی دارند. سنگ مرمر و شیست از این دسته اند

انواع سنگ ها بر اساس شکل:

• ساختگی (سنگ های کار شده):

- ۱- قواره
- ۲- حکمی
- ۳- دوتیشه
- ۴- چند نما
- ۵- چند وجهی
- ۶- پلاک (لوح)
- ۷- بادبر

• طبیعی (سنگ های خام):

- ۱- سنگ های رودخانه ای
- ۲- سنگهای کوهی
- ۳- سنگهای لاشه
- ۴- سنگهای لایه لایه

سنگهای کارشده و کاربرد آن:

- قبل از استفاده از سنگ در ساختمان ، معمولاً بر روی آن عملیاتی انجام می شود که کار آیی و زیبایی آن را افزایش می دهد. به این علت این دسته از سنگ ها را سنگ های کارشده می گوئیم. از سنگ های کارشده ، موارد زیر ساخته می شود:
- **سنگ قواره:** که با حذف گوشه های تیز و زاید سنگ لاشه به دست می آید. ابعاد آن نباید کمتر از ۱۵ سانتی متر باشد.
- **سنگ بادبر یا رگه ای:** این نوع سنگ ها به صورت تقریباً مکعبی در می آیند. سطح نمای آنها را تقریباً مربع یا مستطیل شکل میسازند. حداکثر برجستگی (بار) سطح نمای آنها ۴ سانتی متر است و حداقل عرض و ارتفاع آن به ترتیب ۲۰ و ۱۵ سانتی متر است. اگر به منظور ایجاد درزهای ملات خورظریف تر ، قسمت های ملات خور این نوع سنگ ها را به کمک کلنگ مخصوص بتراشند به آن **سنگ سرتراش** می گویند و اگر چهار وجه ملات خور را کاملاً و بادقت گونیا نمایند آن را **سنگ سرتراش گونیا شده** می نامند.
- **سنگ بادکوبه ای:** این سنگ در حقیقت سنگ سرتراشی است که دورتادور وجه نمای آن را به عرض ۱/۵ تا ۳ سانتی متر با قلم تراش داده اند و بقیه سطح نما را تیشه داری می کنند.
- **سنگ اندازه یا حکمی:** اگر سنگ به اندازه مشخصی که در نقشه منظور شده است، در آید، به آن ((سنگ اندازه)) می گویند.

سنگهای کارشده و کاربرد آن:

- **سنگ های چند نما یا تمام تراش:** اگر همه سطوح قائم و افقی سنگ را دست تراش نمایند، به آن سنگ ((دست تراش)) می گویند.
- **سنگ چند وجهی:** این سنگ ها به صورت چند وجهی نامنظم در آمده و در نما کنار یکدیگر قفل و بست می شوند. در این نوع سنگ ها ابعاد وجوه نباید کمتر از ده سانتی متر باشد
- **سنگ پلاک:** در کارخانه، سنگ های فله را به ضخامت و ابعاد مورد نیاز می برند. به این دسته سنگ ها که معمولاً چهار گوش و دارای لبه های قائم هستند، سنگ ((پلاک)) می گویند. سنگ های پلاک بر حسب پرداخت سطح نمای آنها به نام های کلنگی، چکشی، تیشه ای (یک تیشه و یا دو تیشه)، ساخته و پرداخته یا ساب خورده شناخته میشوند. ضخامت سنگ های پلاک بر حسب نوع و کاربرد آنها انتخاب می شود. برای نمونه سنگ های گرانیت مرغوب را تا ۳ میلی متر ضخامت برش داده و پرداخت می کنند انتخاب سطح نهایی سنگ علاوه بر مسایل زیباشناسی و محل کاربرد سنگ، به جنس سنگ بافت آن بستگی دارد
- برخی از سنگها جلاپذیر نیستند، بنابراین از روش های دیگری برای ایجاد جلوه در آنها استفاده می شود

انواع سنگ های ساختمانی براساس منشاء:

- ۱۰. مخلوط کوهی
- ۲۰. مخلوط رودخانه ای
- ۳۰. گرانیت ها
- ۴۰. ماسه سنگ ها
- ۵۰. سنگ های آهکی
- ۶۰. مرمر
- ۷۰. کوارتزیت
- ۸۰. سنگ های رسی
- ۹۰. سنگ گچ

انواع سنگ (بر اساس معادن):

• گرانیت ها:

- ۱. گرانیت شکلاتی خرمدره
- ۲. گرانیت سبز زفره پیرانشهر
- ۳. گرانیت سبز بیرجند
- ۴. گرانیت گل پنبه ای همدان، کرمان، مروارید مشهد، تکاب، شیرکوه یزد، جوکار، بروجرد، زاهدان
- ۵. گرانیت سفید نطنز
- ۶. گرانیت مشکی نطنز
- ۷. گرانیت مشکی تویسرکان، چایان، همدان، نطنز، پیرانشهر و الموت
- ۸. گرانیت قرمز یزد و اصفهان
- ۹. گرانیت گرم نهبندان
- ۱۰. گرانیت کلار دشت

انواع سنگ (براساس معادن):

• دگرگونی:

- ۱. لاشه
- ۲. لاشه اصفهان
- ۳. سیاه نجف آباد
- ۴. مرمریت گوهره خرم آباد
- ۵. قرمز سندج
- ۶. مرمریت گرم یا صورتی آباده
- ۷. مرمریت کرمان
- ۸. مرمریت صورتی بجستان
- ۹. مرمریت جوشقان
- ۱۰. مرمریت خور
- ۱۱. مرمریت صلصالی
- ۱۲. مرمریت بوژان
- ۱۳. مرمریت گندمک شیراز
- ۱۴. مرمریت کاشمر
- ۱۵. چینی قروه
- ۱۶. چینی کریستال قروه
- ۱۷. چینی سفید تبریز
- ۱۸. چینی الیگودرز
- ۱۹. چینی ازنا
- ۲۰. چینی سفید ابری لای بید
- ۲۱. چینی سفید سیرجان

انواع سنگ (بر اساس معادن):

• رسوبی:

- ۱. بادبر اصفهان
- ۲. بادبر مرمریت جوشقان
- ۳. تراورتن کرم نطنز
- ۴. تراورتن لیموئی آذر شهر
- ۵. تراورتن لیموئی ماکو
- ۶. تراورتن لیموئی اصفهان
- ۷. تراورتن قرمز آذر شهر
- ۸. تراورتن شکلاتی
- ۹. تراورتن سفید تیشه ای

انواع سنگ:



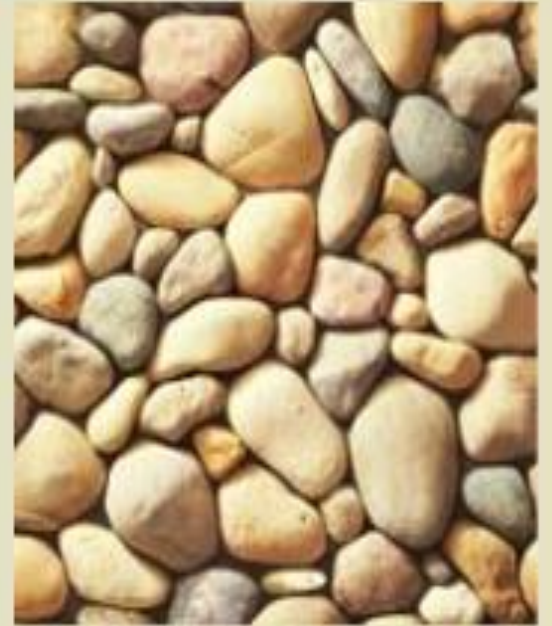
تصویر شماره ۱۶.۴.
سنگ بادبر



تصویر شماره ۱۵.۴.
سنگ قواره



تصویر شماره ۱۴.۴.
سنگ لاشه

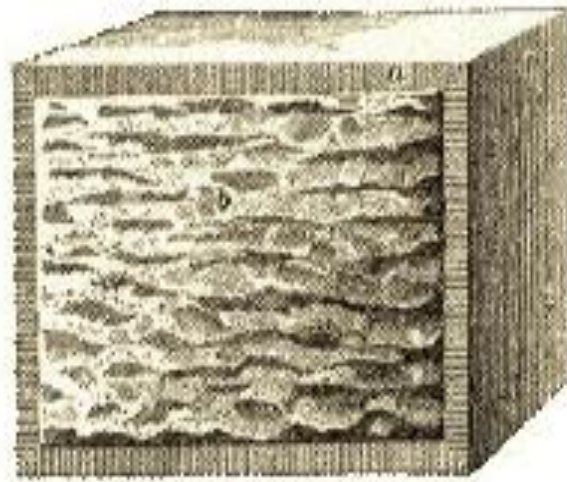


تصویر شماره ۱۳.۴.
سنگ قلوه رودخانه‌ای

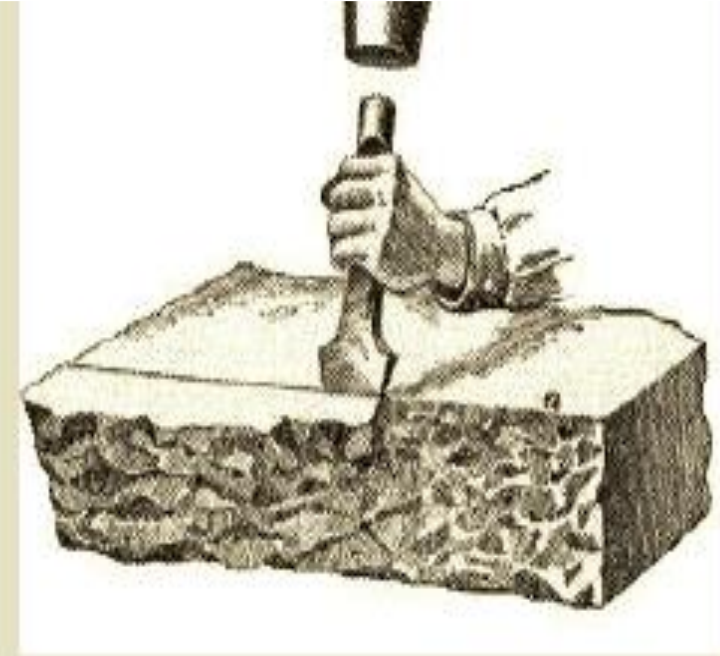
انواع سنگ:



تصویر شماره ۱۹.۴. دیوار
چینی با سنگ بادکوبه‌ای

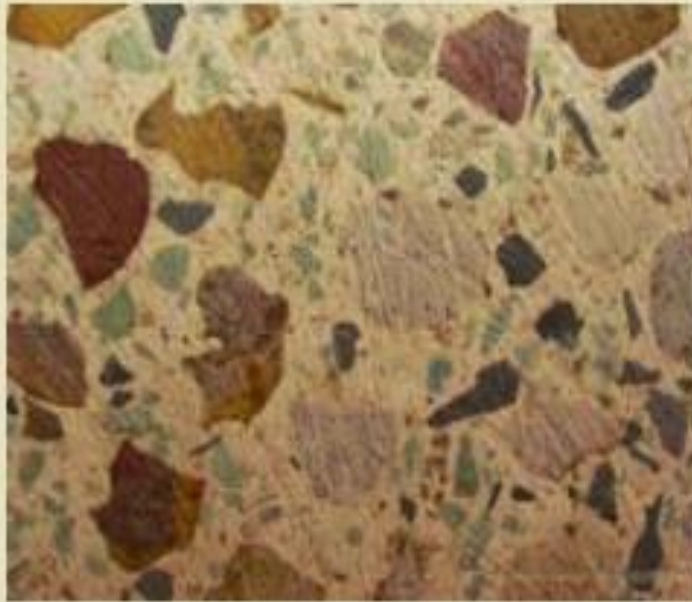


تصویر شماره ۱۸.۴. سنگ
بادکوبه‌ای



تصویر شماره ۱۷.۴. تراشیدن
لبه‌های سنگ بادکوبه‌ای

انواع سنگ:



تصویر شماره ۲۲.۴. نمایی از
موزائیک



تصویر شماره ۲۱.۴. ساب
زدن سنگ



تصویر شماره ۲۰.۴. سنگ
پلاک

انواع سنگ:



تصویر شماره ۲۹.۴. سنگ
مرمریت ابری



تصویر شماره ۲۸.۴. سنگ
مرمر اونیکس



تصویر شماره ۲۷.۴. پله‌ای از
سنگ گرانیت

کاربرد سنگ در عملیات ساختمانی:

- پی سازی
- لاشه چینی و کرسی چینی
- نماسازی
- پلاک برای قرنیز و دیوار سازی داخلی
- پله سازی
- قرنیز و کتیبه
- موزائیک و کف سازی
- دانه بندی های سبک و متوسط و سنگین در بتن
- سنگهای ترکیبی و چسبی (مصنوعی)
- محوطه سازی

خواص سنگ:

• ۱- مقاومت فشاری، کششی، برشی، خمشی :

• اغلب سنگ ها دارای مقاومت خوب هستند. برای بسیاری از مصارف، مقاومت ۳۵ مگاپاسکال کافی است. برای معدودی موارد ، مقاومت برشی مورد نظر است

• ۲- سختی و کارپذیری :

• سختی سنگ، کارپذیری آن را تحت تأثیر قرار میدهد و آماده کردن سنگ سخت گران تر تمام می شود

• ۳- دوام یا پایداری:

• دوام (پایداری) سنگ در زیبایی آن نقش دارند.

• ۴- رنگ و رگه :

• برخی سنگ ها در برابر عوامل جوی تغییر رنگ میدهند یا در نمای آنها لکه هایی ظاهر می شود و باید از مصرف این سنگها پرهیز کرد.

خواص سنگ:

• ۵- تخلخل و بافت:

- تخلخل، حاکی از مقاومت سنگ در برابر یخزدگی و نفوذ آب های حاوی مواد خورنده است و بافت، بیانگر ریزی دانه های سنگ می باشد و بر کارپذیری و قیمت سنگ تأثیر دارد، زیرا سنگ های ریزدانه را بهتر می توان تیشه داری کرد، از طرفی بافت سنگ بر زیبایی آن تأثیر میگذارد.

• ۶- سهولت استخراج از معدن:

- سهولت در استخراج، نخستین مسئله در قضاوت در مورد متناسب بودن آن برای ساختمان
- است.

• ۷- دسترسی:

- نزدیکی سنگ به محل مصرف نیز مهم است. دسترسی به سنگ بر قیمت تمام شده آن تأثیر مستقیم دارد. گاهی اوقات ناچار به حمل سنگ از فواصل دور نیز می شویم.

خواص سنگ:

• ۸- جذب آب:

• ۹- مقاومت در مقابل یخ بندان:

• ۱۰- مقاومت در برابر اسیدها و بازها:

• ۱۱- تورق:

• بلوک های سنگ طبیعی باید به اندازه های باشند که بتوان از آنکه تکه های سنگ سالم برید . سطح ظاهر سنگ باید عاری از ترک و سایر نقاط ضعف باشد

• ۱۲- هوازگی:

• هوازگی عمیق و نامنظم نیز غیر مطلوب است

سيمان

تعریف سیمان:

- سیمان ماده ای متشکل از مواد آهکی نظیر سنگ آهک و سایر مواد شامل اکسیدهای سیلیسیم و آلومینیوم یعنی رس ها و شیل ها می باشد .
- سیمان گرد نرمی است که مخلوط آن با آب قابلیت چسباندن ذرات به یکدیگر و در نهایت به وجود آوردن جسمی صلب و یکپارچه را دارد.
- عمده مصرف سیمان در صنعت ساختمان، به عنوان ملات چسباننده و نیز اتصال دانه های سنگی به یکدیگر در تهیه بتن است.
- سیمان علاوه بر ساختمان سازی، در راه سازی، ساخت تونل، پل، لوله ها و قطعات سیمانی پیش ساخته و... نیز کاربرد دارد.

خواص سیمان پرتلند:

- **خواص فیزیکی:**
- **وزن مخصوص:** وزن مخصوص سیمان معمولی $\frac{gr}{cm^3}$ ۳/۱ است. هر چه وزن مخصوص سیمان بیشتر باشد، مقاومت آن افزایش مییابد.
- **نرمی سیمان:** نرمی سیمان از عوامل تأثیرگذار بر مقاومت سیمان است. هر چه ذرات سیمان ریزتر باشد، سیمان نرمتر و مرغوبتر است. در سیمان ریزدانه مجموع سطوح خارجی (جانبی) دانه ها در یک واحد وزن بیشتر میشود، در نتیجه ترکیب سیمان با آن سریعتر انجام میگردد و حرارت بیشتری آزاد میشود و مقاومت بتن یا ملات سیمان نیز سریعتر افزایش مییابد، همچنین چسبندگی خمیر سیمان بیشتر میشود.
- **انقباض:** همه انواع سیمان به هنگام سخت شدن منقبض میشوند. اگر بتن و محصولات سیمانی در روزهای اولیه مصرف مرطوب شوند، این انقباض و ترکهای احتمالی ناشی از آن، کاهش مییابد. از طرفی پرکننده هایی که همیشه با سیمان مصرف میشوند، میزان انقباض آن را کاهش میدهند ولی استفاده بیش از حد از این پرکننده ها تأثیر منفی بر مقاومت سیمان خواهد داشت. همچنین نرمی پیش از حد سیمان نیز انقباض آن را افزایش میدهد.
- **مقاومت در برابر آتش:** سیمان و فرآورده های آن در برابر آتش مقاومند.

خواص سیمان پرتلند:

• خواص شیمیایی:

• آب دریا و آبهای سولفات دار به سیمان پرتلند معمولی صدمه میزنند که در این موارد از سیمانهای ویژه استفاده میکنند. شکر و نمک هم به محصولات سیمانی آسیب وارد میکنند.

• **خوردگی:** سیمان بر آهن، مس و رنگهای ساختمانی بی اثر است ولی مخلوطهای سیمانی رقیق تا حدی بر روی سرب، آلومینیوم، روی و شیشه تأثیر گذراند. همچنین چون سیمان پرتلند خورنده است تماس آن با چشم، پوست و دستگاه تنفسی ایجاد ناراحتی میکند. وجود خاک و گل بر زمان سخت شدن، چسبندگی و کیفیت سیمان مؤثر است بنابراین هنگام استفاده از مخلوطهای سیمانی، محل مصرف باید عاری از این مواد باشد

• **حرارت آبگیری (هیدراتاسیون):** زمانی که سیمان با آب مخلوط میشود بر اثر فعل و انفعالات شیمیایی، ایجاد حرارت میکند. هر چه سیمان تندگیرتر باشد و مقاومت آن زودتر افزایش یابد، گرمای آن نیز سریعتر و بیشتر است. این حرارت تولید شده میتواند در زمستان از یخ زدن آب در شکافهای موئینه بتن تازه ریخته شده جلوگیری نماید. بنابراین در زمستان با سیمانهایی که سریع گرما پس میدهند، بتن میسازند. ولی در مواقعی که حجم بتن ریزی زیاد باشد نظیر سد سازی، گرمای زیاد به بتن آسیب میرساند. زیرا درون بتن را داغ کرده و سبب افزایش حجم آن میگردد. ولی چون سطح بتن در اثر مجاورت با هوا زود سرد میشود بنابراین بتن نمیتواند منبسط شود و در اثر اختلاف درجه حرارت، در آن تنش ایجاد شده و ترک میخورد. لذا باید بر حسب نوع و محل مصرف، در انتخاب سیمان مناسب دقت شود.

خواص سیمان پرتلند:

• خواص مکانیکی:

• **مقاومت فشاری:** مقاومت فشاری سیمانهای مختلف متفاوت است و به ترکیب شیمیایی سیمان، میزان نرمی، چسبندگی آن و... بستگی دارد. رشد مقاومت سیمانهای پرتلند در روزهای اولیه بتن ریزی سریع و در روزهای بعد کمتر است. رطوبت و بخار آب از عوامل مؤثر در رشد مقاومت سیمان هستند. به طوری که در زیر بخار آب در ۱۴ ساعت میتوان به مقاومت سیمان ۲۸ روزه رسید.

• **مقاومت کششی:** توان سیمان در برابر نیروهای کششی بسیار اندک است بر همین مبنا در آن از میلگرد یا مسلح کننده استفاده میکنند.

درصد مقاومت فشاری انواع سیمان پرتلند:

نوع سیمان	۱ روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۹۰ روزه	نرمی سیمان ($\frac{cm^2}{gr}$)
یک	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰	۱۸۰۰
دو	۷۵	۸۵	۹۰	۱۰۰	۱۸۰۰
سه	۱۹۰	۱۲۰	۱۱۰	۱۰۰	۲۶۰۰
چهار	۵۵	۵۵	۷۵	۱۰۰	۱۹۰۰
پنج	۶۵	۷۵	۸۵	۱۰۰	۱۹۰۰

سخت شدن مخلوط های سیمانی و عوامل مؤثر در آن:

- **زمان گیرش (خودگیری) سیمان** به دو مرحله تقسیم میشود:
- **۱. گیرش اولیه** که حدود ۳۰ دقیقه بعد از اختلاط با آب آغاز میشود.
- **۲. گیرش نهایی** که حدود ۱۲۰ دقیقه زمان لازم دارد و پس از آن هر گونه عملیات مکانیکی بر روی ملات سیمان یا بتن غیر مجاز است.
- بعد از گیرش نهایی، سختی و مقاومت خمیر سیمان مرتباً افزایش مییابد؛ این مرحله را سخت شدن گویند. عوامل مؤثر بر خودگیری و سخت شدن سیمان بدین قرارند:
- **– میزان مواد اولیه:** مصرف اکسید آلومینیوم بیشتر، گیرش ملات سیمان را سریعتر میکند ولی سنگ گچ گیرش آن را کند میکند.
- **– نرمی سیمان:** هر چه ذرات سیمان نرمتر باشد، گیرش آن بهتر و سریعتر صورت میگیرد.
- **– دمای پخت:** پختن سیمان با حرارت بیش از حد، ملاتش را کندگیر میکند.
- **– دمای محیط:** گیرش سیمان در محیط گرم سریعتر صورت میگیرد.
- **– میزان آب:** مقدار آبی که برای هیدراتاسیون کامل سیمان لازم است، حدود ۲۵–۳۵٪ وزن آن میباشد. آب افزون بر این مقدار، بین ذرات سیمان باقی مانده و به مرور زمان تبخیر میشود و باعث پوک شدن و کاهش استحکام ملاتهای سیمانی میگردد. همچنین آب بیش از حد سبب تأخیر در گیرش ملاتهای سیمانی میشود.
- **– مدت زمان انبار کردن:** هر چه سیمان پس از تولید دیرتر مصرف شود، گیرش آن کندتر میشود.

انواع سیمان پرتلند:

- سیمان پرتلند نوع ۱ (سیمان معمولی)
- سیمان پرتلند نوع ۲ (سیمان ممتاز)
- سیمان پرتلند نوع ۳ (سیمان زودگیر)
- سیمان نوع ۴ (سیمان کم حرارت)
- سیمان نوع ۵ (ضد سولفات)

انواع سیمان پرتلند:

- **سیمان پرتلند نوع ۱ (سیمان معمولی):**

- این سیمان پرکاربردترین نوع سیمان محسوب میشود و در تمام کارهای ساختمانی، پل سازی، تونل سازی و... وقتی خواص ویژه ای از سیمان مد نظر نباشد، مورد استفاده قرار میگیرد. ولی نباید از آن در شرایط آب و هوایی خاص و در آبها و خاکهای دارای اسید و سولفات استفاده کرد.

- **سیمان پرتلند نوع ۲ (سیمان ممتاز):**

- مواد اولیه این سیمان از نوع مرغوب بوده و در ساخت آن نیز دقت بیشتری به عمل میآید. مقاومت این سیمان در برابر سولفاتها از سیمان نوع ۱ بیشتر است و میتوان از آن برای ساخت کانالهای فاضلاب استفاده کرد ولی مصرف آن در کارهای دریایی و آبهایی که سولفات زیاد دارند، مجاز نیست. حرارت آبگیری آن نیز از سیمان نوع ۱ کمتر است بنابراین برای بتن ریزی با حجم نسبتاً زیاد و نیز بتن ریزی در هوای گرم مناسب است.

انواع سیمان پرتلند:

- **سیمان پرتلند نوع ۳ (سیمان زودگیر):**

- این سیمان زودگیر در مواقعی استفاده میشود که مقاومت اولیه بالایی مدنظر بوده و نیاز به قالب برداری فوری باشد، نظیر بتن ریزی در آب و زودگیر بودن با خودگیری سریع متفاوت است؛ در بتنی که با این سیمان ساخته میشود گیرش اولیه مشابه سیمان پرتلند معمولی است ولی پس از آن مقاومت بتن سریعتر افزایش مییابد. به طوری که مقاومت ۳ روزه سیمان نوع ۳ برابر مقاومت ۷ روزه سیمان نوع ۱؛ و مقاومت ۷ روزه آن برابر مقاومت ۲۸ روزه سیمان نوع ۱ است. علت این امر ریز بودن ذرات این نوع سیمان است. همچنین به علت بالاتر بودن حرارت آبگیری سیمان نوع ۳ نسبت به سیمانهای دیگر، استفاده از آن در هوای سرد پیشنهاد میشود. از این سیمان در ساخت قطعات پیش ساخته نیز استفاده میکنند

- **سیمان نوع ۴ (سیمان کم حرارت):**

- این سیمان دارای کمترین حرارت آبگیری است بنابراین از آن در بتن ریزیهای حجیم نظیر سد سازی و نیز در هوای گرم استفاده میشود. البته طبیعی است که رشد مقاومت آن هم کم بوده و باید مدت زمان بیشتری از بتن آن مراقبت کرد.

انواع سیمان پرتلند:

• سیمان نوع ۴ (سیمان کم حرارت):

• مقاومت این سیمان در برابر حمله سولفات‌ها بالاست چون مقدار آلومینیات کلسیم در آن کمتر است. سولفات‌ها ممکن است در خاکها و آجرهای رسی، آبهای زیرزمینی و آب دریا وجود داشته باشند بنابراین از این سیمان میتوان در کارهای دریایی، ساختن پلها، اسکله ها و... استفاده کرد. مقاومت این سیمان همانند نوع ۱ است ولی کندتر به مقاومت نهایی میرسد و حرارت کمتری نیز آزاد میکند. رنگ آن نیز از سیمانهای دیگر تیره تر است. سیمان نوع ۵ نباید در مجاورت کلرور کلسیم قرار گیرد زیرا در این صورت مقاومت آن در برابر سولفات‌ها کاهش مییابد.

سیمانهای ویژه:

- **سیمان سرباره (روباره کوره آهنگدازی):** سرباره، دورریز کوره های بلند ذوب فلزات است. این سرباره ها را همراه با کلینکر و سنگ گچ آسیاب می کنند و سیمان حاصل را، سیمان سرباره یا سیمان متالوژی مینامند. میزان سرباره نباید کمتر از ۳۰٪ و بیشتر از ۶۰٪ وزن سیمان حاصل باشد. سیمان سرباره در مقایسه با سیمان پرتلند معمولی در مقابل عوامل شیمیایی، رطوبت و حرارت مقاومتر است، حرارت آبدگیری کمتری دارد و طبیعتاً رشد مقاومت آن نیز کندتر است ولی مقاومت نهایی آن با سیمان معمولی برابر است. تنها مشکل آن این است که مقاومت آن در هوای سرد و یخبندان به سرعت افت میکند. مزیت اصلی سیمان سرباره این است که از سیمان معمولی بسیار ارزانتر (تقریباً نصف قیمت آن) است

- **سیمان تراس یا سیمان پوزولانی:** پوزولان (گرفته شده از نام منطقه ای در ایتالیا) یا تراس ماده ای سیلیسی است که در طبیعت به صورت سنگ یافت میشود. اگر سنگ پوزولان را پودر کرده و با گرد آهک شکفته مخلوط کنند، خاصیت چسبندگی مییابد که این مخلوط را سیمان طبیعی می نامند. ولی در صورتی که ۲۰-۴۰٪ پوزولان را همواره با کلینکر سیمان پرتلند و مقداری سنگ گچ مخلوط و آسیاب کنند، سیمان پوزولانی حاصل میشود. سیمان پوزولانی در مقایسه با سیمان پرتلند معمولی ارزانتر، نرمتر و در برابر نفوذ آب و حمله سولفات مقاومتر است. و لذا میتوان از آن در سازه های دریایی استفاده کرد. خودگیری اولیه این سیمان از سیمان پرتلند معمولی کندتر و در نتیجه کم حرارت تر است و سخت شدن نهایی آن تا ۱۲ ماه به طول میانجامد ولی مقاومت نهایی آنها برابر است. همچنین بتنی که با این سیمان ساخته شود کمتر ترک میخورد. بر اساس استاندارد آلمان سیمان پرتلند معمولی، سیمان سرباره و سیمان پوزولانی از لحاظ مقاومت هم ردیف هستند.

سیمانهای ویژه:

- **سیمان آلومینیومی (برقی):** افزایش اکسید آلومینیوم در سیمان باعث میشود که واکنشهای ترکیبی آهک افزایش یافته و مقدار آهک زنده در سیمان بسیار کاهش یابد. به این ترتیب سیمان در برابر حمله سولفاتها نیز مقاوم میشود. این سیمان را سیمان نسوز یا فوندو نیز میگویند چون میتواند حداکثر حرارتی معادل ۱۳۷۰ درجه سانتیگراد را تحمل کند. از این رو آن را برای عایقکاری کوره ها و بتن ریزی ماشین آلات سنگین و حرارت زا به کار میبرند
- **سیمان بنایی:** در کارهای بنایی، ساخت ملات، نازک کاری و... احتیاج به سیمان مرغوب پرتلند با هزینه و کیفیت بالا نیست. سیمان بنایی از ترکیب سیمان پرتلند معمولی با مقداری پودر سنگ بسیار ریز و برخی مواد افزودنی دیگر ساخته میشود. مقاومت آن از سیمان پرتلند معمولی کمتر است ولی چسبندگی خوبی دارد و ارزنتر است
- **سیمان چاه کنی (چاه نفت):** سیمان چاه نفت مخلوط سیمان پرتلند معمولی با سیمان پوزولانی است که برای آب بندی و درزگیری چاه نفت به کار میرود. این سیمان دیرگیر است و تحمل دما و فشار بسیار بالا را دارد به طوری که در حرارت زیاد چاههای خیلی گود نفت نیز، مانند روی زمین میگیرد و سخت میشود
- **سیمان انبساطی (ورم کن):** کلیه مصالح ساختمانی به جز گچ هنگام سخت شدن اندکی کاهش حجم پیدا میکنند ولی سیمان انبساطی هنگام سخت شدن حدود ۱٪ ازدیاد حجم مییابد. علت این امر بیشتر بودن مقدار آلومینات و سولفات آن نسبت به سیمان پرتلند معمولی است. از این سیمان جهت اندود دیوار آب انبارها و نیز آبنندی درز استخرها استفاده میکنند.

سیمانهای ویژه:

- **سیمان ضد آب:** هنگامی که سیمان باید به مدت چند ماه انبار شود، برای جلوگیری از اثر آب و رطوبت بر آن، سیمان ضد آب تولید میکنند. بدین صورت که هنگام تولید طی فرآیند خاصی لایه ای ضد آب دور ذرات سیمان ایجاد میکنند. هنگام اختلاط سیمان با آب جهت مصرف، این لایه ضد آب از بین میرود و سیمان با آب واکنش میدهند ولی شروع این واکنش و خمیری شدن سیمان چند دقیقه دیرتر از سیمان پرتلند معمولی است.
- **سیمان سفید:** در تولید سیمان سفید باید عناصر رنگی از قبیل اکسیدهای آهن، مس، کرم، تیتان و منگنز در مواد اولیه به حد صفر برسند. برای این منظور از سنگ آهک خالص و خاک کائولن سفید که فاقد اکسیدهای رنگی آهن است، استفاده میکنند. هزینه آن تا ۲ برابر سیمان معمولی و نرمی و مقاومت آن بسیار بالاست. از این سیمان در نما سازی، ساخت آجر موزائیک، کاشی کاری، کارهای هنری و... استفاده میکنند و معمولاً همراه با سنگدانه های مخصوص به کار میرود.
- **سیمان رنگی:** جهت تهیه سیمان رنگی رنگهای معدنی را همراه با کلینکر سیمان آسیاب می - کنند. میتوان این رنگها را هنگام مصرف نیز به سیمان اضافه کرد. رنگها نباید بر خواص سیمان تأثیر گذار باشند. با سیمان پرتلند معمولی تنها میتوان رنگهای سرخ، قهوه ای و سیاه تهیه کرد، برای ساخت سیمانهای رنگی دیگر باید از سیمان سفید استفاده کرد. مواد رنگی مورد استفاده در سیمان عبارتند از: اکسید آهن (زرد، قرمز، قهوه ای، سیاه)، اکسید منگنز (قهوه ای، سیاه)، اکسید کروم (سبز)، آبی کبالت (آبی)، لاجورد اصل (سرمه ای) و کربن (سیاه).

انبار کردن سیمان:

- کیسه های سیمان باید در فضایی مسقف، دور از رطوبت و هوا انبار شوند به طوری که حدود ۱۰ سانتیمتر از زمین و دیوار جانبی فاصله داشته باشند و بهتر است که روی کیسه ها با نایلون پوشانده شود. نباید بیشتر از ۱۲-۱۰ کیسه روی هم چیده شوند تا تحت فشار ناشی از وزن خود قرار نگیرند و کلوخه نشوند.
- کلوخه شدن سیمان میتواند در اثر هوازگی نیز باشد یا اینکه ممکن است در اثر حرارت، سنگ گچ موجود در سیمان دو مولکول آب خود را آزاد کند و این آب جذب سیمان شده و آن را کلوخه کند. چنانچه کلوخه های سیمان در بین انگشتان به راحتی خرد نشوند، آن سیمان برای بتن سازی مناسب نیست.
- به طور کلی نگهداری سیمان کیسه ای بیشتر از ۶ هفته حتی در شرایط مطلوب، مقاومت آن را تا ۲۰٪ کاهش میدهد. در صورت امکان استفاده از سیمان فله ای و نگهداری آن در سیلوهای استاندارد، بهتر از سیمان کیسه ای است. زیرا این سیلوها عایق هوا و رطوبت هستند و با دمیده شدن هوا از زیر سیلو (دستگاه ایر اسلاید) از کلوخه شدن سیمان در اثر وزن خود جلوگیری به عمل میآید. همچنین سیمان فله ارزانتر و مقرون به صرفه تر است. البته باید توجه کرد که اگر سیمان بیشتر از ۶ ماه در سیلو بماند، لایه سختی به ضخامت ۵ سانتیمتر در سطح آن ایجاد میشود که از این لایه نباید در ساخت بتن استفاده کرد. بهتر است سیمان بیشتر از ۳ ماه در سیلو نگهداری نشود.
- سیمان آلومینیومی باید جدا از سیمانهای دیگر انبار شود زیرا این سیمان نباید به هیچ ماده ای آلوده گردد.

انبار کردن سیمان:



تصویر شماره ۱۲.۱۹. نحوه
انبار کردن سیمان

تین

تعریف بتن :

• بتن یکی از مصالحی است که امروزه به مقدار وسیعی در پروژه های ساختمانی استفاده می شود. اجزای اصلی تشکیل دهنده بتن عبارتند از: شن، ماسه ، سیمان و آب که شن و ماسه بوسیله دوغاب سیمان به یکدیگر چسبیده و به ماده یکپارچه ای تبدیل می شوند. **مقاومت بتن** بستگی به تغییرات کمی و کیفی مواد متشکله آن به شرح زیر دارد :

• ۱ – سیمان از نظر مقدار و نوع آن

• ۲ – آب از نظر مقدار و کیفیت آن

• ۳ – مصالح سنگی (شن و ماسه) از نظر جنس ، شکل و نوع دانه بندی آنها

• ۴ – طرز ساخت ، بکار بردن ، حمل و انتقال ، تخلیه و نگهداری

• غیر از عوامل فوق الذکر عمر بتن با گذشت زمان تا حد معینی افزایش می یابد . باید دانست که افزایش مقاومت در روزهای اول بعد از بتن ریزی سریعتر و شیب منحنی (مقاومت- زمان) در ابتدا زیاد و به تدریج کم می شود ولی از نظر محاسبات، مقاومت ۲۸ روزه بتن را مقاومت نهایی در نظر گرفته و در بتن معمولی، مقاومت ۷ روزه حدود ۶۰٪ مقاومت ۲۸ روزه و مقاومت ۱۴ روزه را حدود ۷۰٪ مقاومت ۲۸ روزه اعمال می نمایند. بعد از یکسال، افزایش مقاومت بتن خیلی کند می شود و باید دانست که هر چه مقاومت بتن بالا رود ، الاستیسیته آن نیز افزایش می یابد.

مواد تشکیل دهنده بتن و تأثیر آنها در بتن:

- بتن را میتوان یک نوع سنگ مصنوعی دانست که از در هم ریختن و مخلوط کردن یک ماده چسباننده و یک ماده پر کننده ساخته شده است.
- ماده چسباننده بتن، دوغاب سیمان (آب + سیمان) و ماده پر کننده آن، سنگدانه (شن و ماسه) است.
- نقش هر یک از این مواد در مخلوط بتن به قرار زیر است:
 - ۱. آب سبب ایجاد واکنش فیزیکی و شیمیایی (هیدراتاسیون و هیدرولیز) در سیمان و خمیر شدن آن میشود. (میزان آب ۱۶ تا ۱۷٪ حجم بتن است).
 - ۲. دوغاب سیمان به صورت شیره ای اطراف سنگدانه ها را پوشانده، باعث یکپارچه شدن و چسبیدن آنها به یکدیگر میشود. (مقدار سیمان ۱۶-۷٪ حجم بتن است).
 - ۳. سنگدانه ها اسکلت اصلی بتن را تشکیل داده و نیروی وارد بر بتن را تحمل میکنند. (مقدار سنگدانه ها بیش از ۷۰٪ حجم بتن است).

مواد تشکیل دهنده بتن و تأثیر آنها در بتن:

- مقدار کمی و کیفی آب، سیمان و سنگدانه ها تأثیر عمده ای بر مقاومت بتن دارد.
- در کل مقاومت بتن به عوامل زیر وابسته است:
 - ۱- سیمان از نظر نوع، کیفیت و مقدار
 - ۲- آب از نظر کیفیت و مقدار
 - ۳- سنگدانه ها از نظر جنس، دانه بندی، شکل و... .
 - ۴- نحوه ساخت بتن، حمل بتن ساخته شده تا محل مصرف، عمل آوردن و نگهداری از بتن
 - ۵- عمر بتن و گذشت زمان نیز در ازدیاد مقاومت بتن مؤثر است

آب بتن:

- برای تهیه بتن باید از آب آشامیدنی بدون بو و مزه استفاده کرد
- گندآبها، پسابها، فاضلاب شهری و آب مردابها را نباید در ساخت بتن به کار برد
- سختی آب نباید آنقدر کم باشد که آهک سیمان را در خود حل کند و نیز باید فاقد ناخالصیهای نظیر مواد آلی و... باشد. زیرا این ناخالصیها ممکن است بر سیمان و زمان گیرش آن تأثیر داشته باشند
- همچنین آب ناخالص میتواند سبب زنگ زدگی میلگرد بتن مسلح شود.
- علاوه بر کیفیت آب، مقدار آن نیز در ساخت بتن مطرح است.

آب بتن:

- مقدار آب در بتن به عوامل زیر بستگی دارد:
- غلظت بتن مورد نیاز: هر چه بتن غلیظتری مورد نیاز باشد، آب کمتری مصرف میشود. بتن را به سه حالت سفت (برای ساخت بلوک بتنی)، خمیری (برای ساختن بتن مسلح که غلظت آن مانند عسل است و به آن بتن عسلی هم میگویند) و شل (برای اطراف ستونهای فلزی و...) میسازند.
- مقدار سیمان مصرفی: هر چه میزان سیمان کمتر مصرف شود، آب کمتری مورد نیاز است.
- اندازه سنگدانه های مصرفی: هر چه سنگدانه ها درشت تر باشند، آب کمتری مورد نیاز است.
- رطوبت سنگدانه های مصرفی: هر چه سنگدانه ها مرطوب تر باشند، آب کمتری مورد نیاز است.
- شکل سنگدانه های مصرفی و زبری سطح آنها: هر چه شکل دانه ها کروی تر و سطح آنها صاف تر باشد، آب کمتری مورد نیاز است.
- نوع قالب: قالب فلزی کمتر از قالب چوبی آب بتن را جذب میکند.
- میزان آب بتن را یا نسبت به وزن سیمان و یا نسبت به مجموع وزن سیمان و سنگدانه ها مشخص میکنند. آب اضافه در بتن به تدریج تبخیر میشود و بتن را پوک کرده و از مقاومت آن میکاهد.

سیمان بتن:

- همان گونه که اشاره شد مقدار سیمان، نوع و کیفیت آن بر مقاومت بتن تأثیر گذار است
- افزایش مقدار سیمان مقاومت بتن را افزایش میدهد
- با این حال تأثیر کیفیت سیمان (سیمان مرغوب) بر مقاومت بتن به مراتب بیشتر از تأثیر مقدار آن در واحد حجم بتن است.
- میزان سیمان باید به حدی باشد که دوغاب آن روی سنگ دانه ها را کاملاً بپوشاند و نیز فضاهای خالی بین سنگدانه را پر کند
- مصرف سیمان مازاد بر این مقدار در افزایش مقاومت بتن تأثیری ندارد و از نظر اقتصادی نیز به صرفه نیست
- بتن را بر حسب عیار سیمان موجود در آن به سه دسته زیر تقسیم میکنند:

• ۱. بتن کم مایه (بتن مگر): $\frac{kg}{m^3}$ ۱۰۰-۱۵۰ سیمان

• ۲. بتن معمولی: $\frac{kg}{m^3}$ ۱۵۰-۲۵۰ سیمان

• ۳. بتن پر مایه: $\frac{kg}{m^3}$ ۲۵۰-۴۰۰ سیمان. (در مصارف خاص، بتن با عیار سیمان $\frac{kg}{m^3}$ ۵۰۰ نیز تولید میشود)

سنگدانه های (Aggregate) بتن:

- سنگدانه های مورد استفاده در بتن از درشت دانه (شن) و ریزدانه (ماسه) تشکیل شده اند که از خرد شدن سنگها به صورت طبیعی یا مصنوعی به دست می آیند
- بعد دانه های ماسه معمولاً بین $0.075 - 2$ میلیمتر است و بعد دانه های شن مورد استفاده در بتن نیز باید بین $0.075 - 4.75$ میلیمتر باشد
- سنگدانه ها عامل اصلی ایجاد مقاومت در بتن هستند
- برای آزمایش پیوستگی مناسب بین سیمان و سنگدانه ها، یک مقطع بتنی را تحت فشار می شکنند
- در این صورت باید قسمتی از مصالح سنگی بدون جدا شدن از سیمان شکسته شوند. ولی اگر تمامی سنگدانه ها بشکنند دلیل بر سست بودن آنها است

ویژگیهای سنگدانه های بتن:

- - سالم و بدون پوسیدگی باشند.
- - متخلخل نبوده و آب جذب نکنند. با آب ترکیب یا در آن حل نشوند
- - در برابر رطوبت، یخبندان و مواد شیمیایی مقاوم باشند
- - تمیز و عاری از گرد و غبار، لای، رس، مواد آلی، نمکها و... باشند. این ناخالصیها مانع چسبندگی سیمان و سنگدانه ها میشوند و ممکن است در گیرش سیمان نیز تأثیر داشته باشند. از طرفی خاک رس تا ۸ برابر وزن خود آب میمکد و سبب خشک شدن دوغاب سیمان میگردد. برای تمیز کردن سنگدانه ها معمولاً قبل از استفاده آنها را با آب شستشو میدهند.
- - مقدار دانه های تیز و گوشه دار در آنها زیاد باشد. در این صورت بر میزان چسبندگی آنها با سیمان افزوده میشود و فضای خالی بین آنها (فرج) نیز کمتر شده و مقاومت بتن افزایش مییابد
- - مقاومت سنگدانه ها باید از مقاومت بتن مورد نیاز بیشتر باشد. به طوری که حداقل مقاومت فشاری آنها ۸۰۰ باشد
- - سختی آنها بیشتر از ۳ باشد

نسبت مخلوط سیمان به سنگدانه برای انواع مختلف بتن

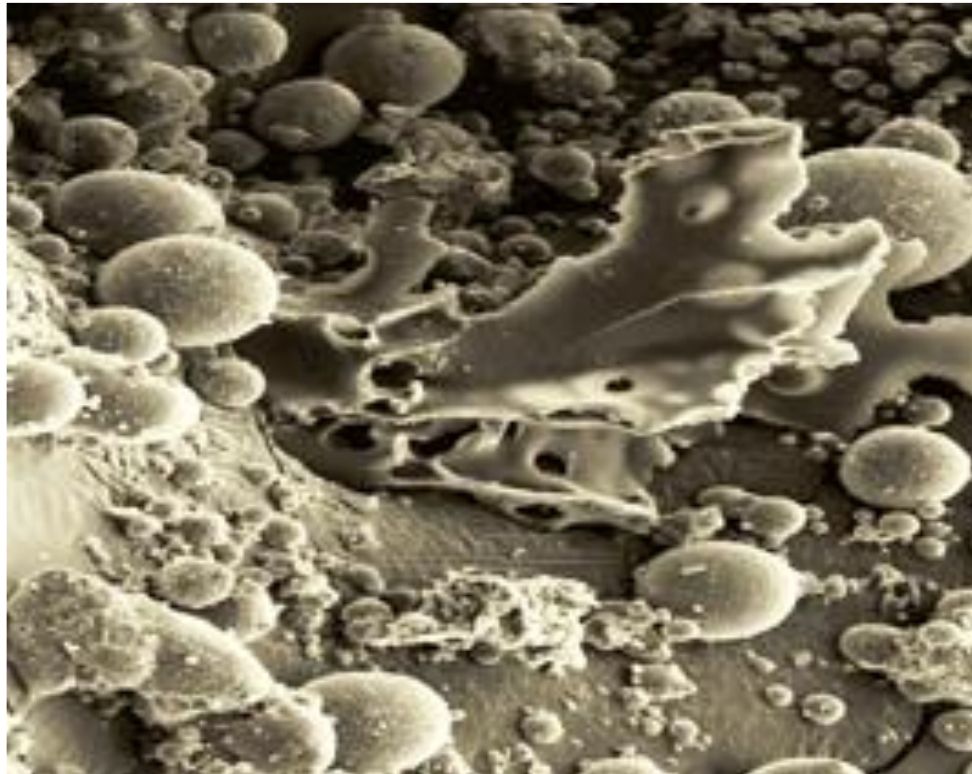
نسبت سیمان به سنگدانه	بتن میان وزن	بتن سبک
۱ به ۵	بتن سفت برای کف سازی	بتن خیلی سبک برای گرمابندی
۱ به ۲ تا ۱ به ۳	مالات اندود، بتن ریزدانه	بتن پوک کفی، بتن گازی
۱ به ۴ تا ۱ به ۵	بتن آرمه، بتن راه و سنگ‌های بتنی	بتن پوشالی برای بارگذاری کم و سنگ‌های بتنی
۱ به ۶	بتن پی منفرد	-
۱ به ۸ تا ۱ به ۱۲	بتن‌های پیوسته و سنگ بتنی برای دیوار سازی	سنگ بتنی برای دیوار سازی

نحوه ترکیب اجزاء بتن و ساخت آن:

- امروزه برای تولید بتن از دستگاههای ویژه ای استفاده میشود و ساخت آن به طریق دستی توصیه نمیشود.
- در دستگاههای بتن ساز ابتدا شن و ماسه با هم مخلوط شده و برای رسیدن به یکنواختی مناسب، خوب همزده میشوند. سپس سیمان به آنها اضافه شده و باز هم چندین بار زیر و رو میگردند. در نهایت دستگاه در حین چرخیدن و همزدن، آب را به مواد اضافه کرده و حداکثر ۱/۵ دقیقه آنها را هم میزند. اگر این زمان بیشتر شود، سنگدانه های درشت تر از ملات جدا میشوند
- ۲۰ دقیقه پس از ساخت بتن باید آن را مورد استفاده قرار داد و در قالب ریخت (این زمان بر حسب نوع سیمان و شرایط محیطی متفاوت است). پس از ساخت بتن باید با توجه به نوع کاربرد آن، از لحاظ خمیری و روانی کنترل شود.
- برای آزمایش روانی بتن از یک مخروط ناقص به قطر تحتانی ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتیمتر استفاده میکنند. بدین صورت که مخروط را از سر آن در سه لایه مساوی از بتن پر میکنند و هنگام ریختن هر لایه، به مخروط ۲۵ ضربه چوب میزنند تا بتن کاملاً در آن جا گیرد. سپس مخروط را بر میدارند. میزان نشست بتن از ارتفاع اولیه، بر حسب سانتیمتر را عدد اسلامپ گویند که معرف روانی بتن است

نحوه ترکیب اجزاء بتن و ساخت آن:

ساختمان بتن



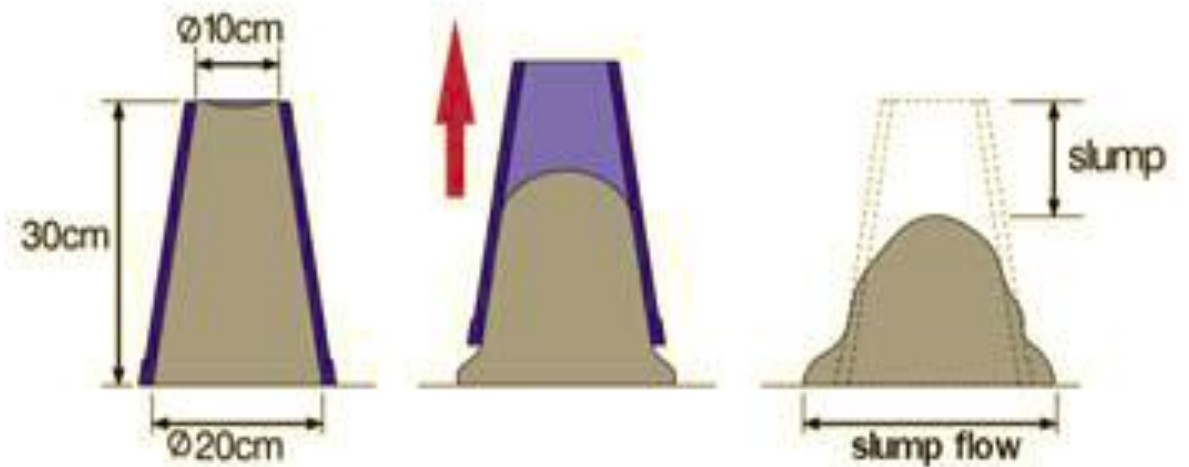
دستگاه بتن ساز



نحوه ترکیب اجزاء بتن و ساخت آن:

میزان اسلامپ بتن

دیاگرام نشان دهنده آزمایش (Slump)



روانی توصیه شده برای بتنهای با کاربرد گوناگون:

کاربرد	توصیف روانی	روانی
بتن پیش ساخته با لرزش زیاد	خیلی کم	۰-۵
بتن ریزی شالوده‌ای و ساده، در سطح وسیع	کم	۲-۸
بتن ریزی معمولی در ستون، دیوارها و بتن ریزی با پمپ	متوسط	۵-۱۳
فقط در شرایط استثنائی و مواقعی که امکان لرزاندن بتن نیست	زیاد	۱۳-۲۰

خواص بتن:

• خواص فیزیکی:

- **وزن مخصوص:** هر چه دانه‌های سنگی سبکتر باشند، بتن حاصل سبک تر و مقاومت مکانیکی آن کمتر است. وزن مخصوص بتن های مختلف بین $\frac{gr}{cm^3}$ ۵-۳/۰ می باشد
- **مقاومت در برابر یخبندان:** بتنی که تخلخل آن بین ۲۵-۸٪ باشد، در برابر عوامل جوی و یخبندان تا حدی مقاوم است ولی اگر درون بتن پوک باشد، آب از شکافهای موئینه بتن وارد آن شده و با یخ زدن و ازدیاد حجم، سبب ایجاد ترک در بتن میگردد. جهت مقاوم کردن بتن در برابر یخبندان به آن مواد افزودنی حباب زا اضافه میکنند
- **بافت بتن:** بتن سخت شده در حالت عادی بدون بافت است ولی میتوان با استفاده از قالبهایی که جدار داخلی آنها طرحدار است، سطح بتن را بافتدار کرد.

خواص بتن:

• خواص شیمیایی:

- **اثر اسیدها و بازها بر بتن:** در مناطق صنعتی و مرطوب گازهای اسیدی نظیر دی اکسید کربن و دی اکسید گوگرد باعث حل شدن قسمتی از سیمان سخت و خروج آن از بتن به صورت خمیری نرم میشوند. محلولهای رقیق بازهائی نظیر سود و پتاس بر بتن تأثیری ندارد ولی تماس مستقیم بتن با برخی بازهای غلیظ باعث آسیب آن میشود. نمکهای ذوب یخ نیز میتوانند تأثیرات نامطلوبی بر بتن ایجاد کنند

خواص بتن:

- **خواص مکانیکی:**

- **مقاومت فشاری:** این مقاومت عمدتاً ناشی از سنگدانه های بتن است و مقدار آن در بتنهای مختلف، متفاوت است. میزان مقاومت فشاری بتن را از طریق اعمال فشار بر سطح کاملاً صاف نمونه استوانهای یا مکعب مستطیلی بتن اندازه گیری میکنند و فشار را تا زمانی که بتن ترک بردارد، ادامه میدهند. مقاومت بتن در سه دوره: بعد از سه روز، بعد از ۷ روز و بعد از ۲۸ روز سنجیده میشود. مقاومت بتن ۲۸ روزه را مقاومت مبنا برای بارگذاری در نظر میگیرند. (در برخی از کشورها مقاومت بتن ۹۰ روزه مد نظر قرار میگیرد). در بتن معمولی مقاومت ۷ روزه حدود ۶۰٪ مقاومت ۲۸ روزه آن است و مقاومت بتن ۹۰ روزه، ۲۵٪ از بتن ۲۸ روزه بیشتر است

- **مقاومت کششی:** این پارامتر در بتن اندک و فقط ۱۰٪ مقاومت فشاری آن است. گاهی نیز ترکهای ریز ناشی از انقباض بتن در هنگام خودگیری، مقاومت کششی آن را به صفر میرسانند. بر همین مبنا جهت اصلاح این مقاومت و جلوگیری از ایجاد ترک در بتن از فولاد استفاده میکنند.

خواص بتن:

• خواص مکانیکی:

• **مقاومت خمشی:** مقاومت خمشی بتن $1/9 - 1/3$ برابر مقاومت کششی آن است

• **مقاومت برشی:** مقدار این مقاومت از طریق محاسبات به دست میآید و حدود $1/5 - 2$

برابر مقاومت کششی بتن است

• **سختی:** این پارامتر در بتن بستگی به جنس سیمان، سختی سنگدانه ها و دانه بندی

آنها دارد. هر چه جنس سیمان بتن بهتر، سنگدانه ها سخت تر و دانه بندی آنها

متراکمتر باشد، سختی بتن افزایش می یابد

انواع بتن:

• بتن ها بر اساس تفاوت در وزن و خواص مواد تشکیل دهنده آنها

به سه دسته کلی تقسیم میشوند:

• بتن سبک

• بتن معمولی

• بتن سنگین

بتن سبک:

- انواع بتنهای سبک دارای وزن مخصوصی حدود $\frac{gr}{cm^3}$ $1/8 - 3/4$ هستند و به سه روش ساخته میشوند:
- ۱. با حذف ریزدانه از دانه بندی بتن معمولی (بتن بدون ریزدانه - بتن اسفنجی)
- ۲. جانشین کردن سنگدانه های بتن معمولی با دانه های دیگری نظیر سرباره کوره آهن گدازی، پلی استایرن منبسط شده، پرلیت، شیل، ورمیکولیت، سنگ پا (کف سنگ بازالتی)، دانه رس منبسط شده و انواع پوکه های معدنی و صنعتی دیگر
- ۳. ایجاد حباب هوا یا گازهای دیگر در دوغاب سیمان (بتن گازی)
- از بتنهای سبک در ساختمان سازیهای صنعتی، ساخت قطعات پیش ساخته با وزن کم، تیغه چینی، گرمابندی، شیب بندی و... استفاده میکنند

ویژگیها و مزایای بتن سبک نسبت به بتن معمولی:

- کاهش بار مرده ساختمان و سازه به علت وزن کم
- صرفه جویی در هزینه حمل و دستمزد بنایی
- سرعت بالا
- نفوذ به داخل تمامی حفره ها و پر کردن روزنه ها به دلیل سیال بودن
- مقاومت بیشتر در برابر زلزله، آتش سوزی و یخبندان نسبت به بتنهای معمولی و مقاومت فشاری کمتر
- انقباض کمتر نسبت به بتن معمولی هنگام خودگیری و خشک شدن
- سطح صاف و صیقلی بتنهای سبک نسبت به سایر مصالح
- عایق در برابر حرارت و صوت به دلیل تخلخل
- دفع آب بر خلاف بتن معمولی و امکان کاربرد در ایزولاسیون کف و بام
- ضایعات بتن سبک بر خلاف سایر مصالح به عنوان پوکه مورد استفاده قرار میگیرد

انواع بتن سبک:

- **بتن بدون ریزدانه (بتن اسفنجی):**

- در ساخت بتن اسفنجی از سنگدانه های ریز نظیر ماسه استفاده نمیشود. همچنین ساخت این بتن نسبت به انواع دیگر بتن آب کمتری نیاز دارد. بنابراین پس از ساخت، آب در مدت یک ساعت کاملاً تبخیر میشود
- در ساختار این بتن حدود ۱۵-۲۵٪ حجم آن فضای خالی وجود دارد و این امر عبور آب از داخل آن را ممکن میسازد. بنابراین زیرسازی این بتن نباید از مصالح غیر قابل نفوذ باشد.
- در مناطق ماسه ای، بتن اسفنجی مستقیماً روی ماسه قرار میگیرد. در واقع با وجود بتن اسفنجی نیازی به ساختن جویهای فراوان در سطح شهر و در کنار خیابانها نیست، زیرا این بتن هر گونه بارندگی را مستقیماً به زمین و سفره های آب زیرزمینی منتقل میکند
- همچنین در مناطق سردسیر، عبور آب از این بتن، مانع یخ زدگی سطح معابر میشود. لذا از بتن اسفنجی در ساخت پیاده روها، محوطه سازی پارکها، پارکینگها، معابری که مشکل آبریزی دارند و نیز در مکانهایی که نیاز به زمین خشک است، مثل زیرسازی چمن های استادیوم فوتبال استفاده میکنند

انواع بتن سبک:

• بتن گازی:

- برای ساخت بتن گازی به خمیر بتن موادی نظیر گرد آلومینیوم اضافه میشود
- این مواد هنگام گرفتن دوغاب سیمان زیر فشار بخار آب، در آن گاز تولید میکنند. بنابراین دوغاب سیمان هنگام گرفتن، ازدیاد حجم مییابد.
- بلوکهای ساخته شده با بتن گازی به علت تخلخل بالا، عایق حرارتی مناسبی هستند و به عنوان دیوار جدا کننده به کار میروند.
- همچنین از قطعات مسلح شده بتن گازی برای کاربردهای نیمه سازه ای نظیر پانلهای سقفی استفاده میکنند

انواع بتن سبک:

• بتن کفی (بتن حبابدار):

- برای ساخت بتن کفی، در کمپرسور کف ساز، امولوسیون ویژه ای میریزند و از آن کف میسازند.
- کف حاصل را در مخلوط بتنی که سنگدانه های آن از ماسه به درشتی حداکثر ۲ میلیمتر است، میریزند و اندکی با هم مخلوط میکنند.
- این بتن عایق حرارت و صوت بوده و در برابر یخبندان نیز مقاوم است، میتواند جایگزین بتن گازی شود و نیز در ساخت تیغه و شیب بندی بام مورد استفاده قرار گیرد.
- بتن کفی هنگام خشک شدن انقباض زیادی دارد. سطح خارجی آن نیز باید پرداخت شود تا از جذب آب توسط آن جلوگیری به عمل آید.

انواع بتن سبک:

• **بتن خرده آجری:**

• با خرده های آجر باقیمانده در کارخانه آجر پزی هم بتن سبک میسازند.

• مقاومت فشاری این خرده آجرها نباید از ۱۰ مگا پاسکال کمتر باشد.

سایر انواع بتن:

• بتن معمولی:

• بتن معمولی دارای وزن مخصوصی بین $2/5 - 1/8$ است و در ساخت آن از شن و ماسه طبیعی یا شکسته (مصنوعی) استفاده میکنند.

• بتن سنگین:

• بتن سنگین دارای وزن مخصوصی حدود $5 - 2/5$ است و از سنگدانه های سنگین نظیر سنگهای آهنی، باریت (Borite) و... ساخته میشود. از این بتن در ساخت رآکتورهای هسته ای و پناهگاهها استفاده میکنند.

بتن های ویژه:

- امروزه تعداد انواع بتن با ویژگیهای خاص به بیش از ۱۰۰ نوع میرسد که در ادامه به صورت مختصر به برخی از آنها اشاره خواهد شد:
- **بتن ممتاز (پر مقاومت):** بتن ممتاز با سنگ سیلیسی و سیمان ممتاز ساخته میشود به طوری که مقاومت فشاری ۲۸ روزه آن به بیش از ۶۰ مگا پاسکال میرسد.
- **بتن پلیمری:** برای تهیه این بتن مقداری پلیمر نظیر لاستیک، پلی استر و... به مخلوط بتن اضافه میکنند. این پلیمرها باعث کاهش نفوذ آب و گاز به درون بتن سخت شده میشوند. از این بتن میتوان برای پر کردن شکافهای ایجاد شده در نمای بتنی استفاده کرد.
- **بتن الیافی:** در ساخت این بتن از الیافی نظیر پنبه نسوز، کف مخصوص، الیاف شیشه، الیاف فولاد، پروپیلن و... استفاده میکنند. این الیافها مقاومت کششی، سختی بتن و شکل پذیری آن را افزایش میدهند و از ترکهای ناشی از انقباض بتن هنگام گرفتن نیز جلوگیری میکنند. از این بتن بیشتر در کف سازی یا در سطوح پر انحنای استفاده میشود.

بتن های ویژه:

• بتن گوگردی:

- گوگرد به عنوان یک ماده ارزان قیمت در بتن مورد استفاده قرار میگیرد و سبب میشود که در مدت ۸-۶ ساعت به ۹۰٪ مقاومتش برسد.
- از بتن گوگردی در قطعات پیش ساخته استفاده میکنند ولی از معایب آن مقاومت کم در برابر یخبندان، شکنندگی و اثر خوردگی بر فولاد است.
- هنگام استفاده از این بتن، قالبها را بیشتر پر میکنند، زیرا گوگرد ضمن سرد شدن منقبض میشود. در نهایت بتن اضافی با اره بریده میشود.
- بتن غلتکی: بتن غلتکی یا بتن متراکم شده با غلتک، بتنی است که با ارتعاش توسط غلتکهای ویژه ای محکم و سخت شده است به طوری که عدد اسلامپ آن صفر است. کاربرد این بتن در سد سازی، اجرای سریع روسازی بزرگراهها و... میباشد.

انواع محصولات بتنی:

- **بتن مسلح (بتن آرمه):**

- مقاومت کششی بتن بسیار کم است از این رو جهت اصلاح این پارامتر در بتن از فولاد که مقاومت کششی بالایی دارد استفاده میکنند.
- فولاد و بتن ضریب انبساط حرارتی تقریباً یکسانی دارند در نتیجه در اثر تغییرات دما در آنها لغزش ایجاد نمیشود.
- فولاد به صورت میلگردهای آجدار کاملاً تمیز در بتن قرار میگیرد تا پیوستگی کامل بین میلگرد و بتن به وجود آید و با هم فشرده یا کشیده شوند. میلگردهای طولی نیروی کششی و میلگردهای عرضی (خاموت) نیروی برشی را تحمل میکنند.
- برای ساخت بتن مسلح از بتن خمیری (بتن عسلی) استفاده میکنند تا امکان متراکم کردن بتن اطراف میلگردها به خوبی فراهم شود. همچنین اندازه سنگ دانه ها در بتن نباید از حداقل فاصله میلگردها بیشتر باشد. اگر اطراف میلگردها در بتن فضای خالی وجود داشته باشد، علاوه بر کاهش پیوستگی و کارآمدگی بتن مسلح، این امر موجب خوردگی فولاد و زنگ زدن آن میشود.

انواع محصولات بتنی:

- **بتن پیش تنیده و پس تنیده:**
- پیش تنیده کردن بتن موجب می‌گردد که بتن تحت کشش قرار نگیرد و همواره تحت فشار باقی بماند.
- برای ساخت این محصول کابلهای فولادی را درون قالب قرار داده و با دستگاه آنها را از دو طرف میکشند و دو انتهای آنها را توسط قطعات مخصوص ثابت نگه میدارند. سپس بتن زودگیر را در قالب ریخته و هوای آن را خارج میکنند. پس از سخت شدن بتن، کابلهای بیرون زده از در دو انتها را میبرند.
- بتن پیش تنیده ترک نمیخورد زیرا همیشه در هم فشرده میشود. این بتن را میتوان به طول ۱۲۰ متر بدون درز اجرا کرد و برای بارهای یکسان، ابعاد و سطح مقطع آن از بتن معمولی کمتر است.
- از این محصول بتنی در پلهای قوسی، پوشش گنبدی، مخازن استوانهای و... استفاده میکنند.
- در صورتی که بعد از بتن ریزی در قالب و سخت شدن آن، کابلهای فولادی را از دو طرف به سمت بیرون بکشند و ثابت کنند، بتن پس تنیده حاصل میشود.

انواع محصولات بتنی:

• بتن پیش ساخته:

- بتن پیش ساخته در کارخانه، نسبت به بتنه‌ای ساخته شده در کارگاه جنس بهتری دارد.
- در کارخانه، بتن را در قالبهایی به ابعاد مختلف ریخته و در محفظه های بخار آب یا در گرمخانه در حرارت ۸۰ درجه سانتیگراد قرار میدهند تا سخت شوند.
- بدین روش، بتن پس از ۱۰-۵ ساعت ۷۰٪ مقاومت ۲۸ روزه اش را به دست می آورد.
- این قطعات پیش ساخته بتنی سرعت اجرای کار را بالا برده و عملیات ساخت و ساز را اقتصادی تر میکنند.
- در ساختن بناهای پیش ساخته، معمولاً بتن پی را درجا میریزند سپس قطعات بتن پیش ساخته را روی پی سوار میکنند. این قطعات را میتوان در نما، کف، سقف و دیوارها مورد استفاده قرار داد. قطعات نما دارای سطح صافتر و مرغوبتری هستند.

انواع محصولات بتنی:

- **بتن پیش ساخته عبور دهنده نور (لایتراکان):**
- لایتراکان مخفف عبارت (Light Transmiting Concrete) است.
- این ماده ترکیبی از فیبرهای نوری و ذرات بتن میباشد که به صورت بلوک و صفحات پیش ساخته تولید میشود.
- فیبرها به علت اندازه کوچکیشان با بتن مخلوط شده و تبدیل به یک جزء ساختاری میشوند.
- بدین ترتیب نتیجه کار صرفاً ترکیب دو ماده شیشه و بتن نیست، بلکه یک ماده سوم جدید به دست میآید که هم از حیث ساختار درونی و هم از حیث سطح بیرونی کاملاً همگن و یکنواخت است.
- فیبرهای شیشه سبب نفوذ نور به داخل بلوکها میشوند. جالبترین ویژگی این محصول این است که ضمن عبور نور از آن، دارای سایه نیز میباشد. همچنین رنگ نوری که از پشت این بتن دیده میشود، ثابت است. به عنوان مثال اگر نور سبز به بلوک بتابد، در پشت آن سایه ها سبز دیده میشوند.
- فیبرهای شیشه ای هیچ تأثیر منفی روی مقاومت بتن ندارند بنابراین میتوان از آنها در سازه های باربر نیز استفاده کرد. همچنین این صفحات و بلوکها میتوانند در اندازه های مختلف و با عایق حرارتی خاص نصب شده روی آنها تولید شوند.

انواع محصولات بتنی:

• لوله های بتنی:

- از بتن میتوان لوله های عظیم انتقال آب ساخت.
- بدین صورت که بتن را در قالب لوله میریزند، آن را لرزانده و متراکم میکنند. سپس آن را از قالب خارج کرده و در محل نمناک قرار میدهند تا سفت و سخت شود.
- اگر در ساخت بتن از سیمان تراس یا پوزولانی استفاده کنند یا به بتن گرد دیاتمه اضافه کنند، لوله بتنی آب بندی نیز می شود.

افزودنیهای بتن:

• افزودنیها موادی هستند که جهت بهبود برخی خواص بتن به آن اضافه میشوند. این مواد را به مقدار کم در هنگام ساختن بتن به آب آن، اضافه میکنند. مواد افزودنی نباید بر سیمان اثری داشته باشند یا موجب زنگ زدن میلگردها در بتن مسلح شوند:

• روان کننده ها (تقلیل دهنده های آب)

• تسریع کننده ها

• کندگیر کننده ها

• هوازها

• چسب بتن

افزودنیهای بتن:

- **روان کننده ها (تقلیل دهنده های آب):**

- این مواد تأثیرات زیر را در بتن ایجاد میکنند:

- ۱. رسیدن به مقاومت بالاتر به وسیله کاهش نسبت آب به سیمان (با استفاده از دوده سیلیسی و مواد افزودنی فوق روان کننده میتوان بتن هایی با مقاومت بیش از ۳۰۰ مگاپاسکال تولید کرد)
- ۲. کاهش مقدار سیمان مصرفی با حفظ کارایی (روانی) بتن و در نتیجه کاهش حرارت آبگیری در توده بتن.
- ۳. سادگی بتن ریزی به وسیله افزایش کارایی (روانی) بتن.
- ۴. ایجاد بار منفی در سطح ذرات سیمان که موجب میگردد ذرات سیمان یکدیگر را دفع کنند و پراکندگی یکنواختی در مخلوط حاصل گردد.
- ۵. کاهش سایش بین سنگدانه ها

افزودنیهای بتن:

• تسریع کننده ها:

- این مواد سبب تسریع در گیرش ابتدایی بتن شده و رشد مقاومت آن را سریعتر می کنند.
- از این مواد در بتن ریزی در هوای سرد استفاده میشود.
- مهمترین آنها کلرورکلسیم به میزان کمتر از ۲٪ وزن بتن است که انقباض بتن را نیز کاهش میدهد ولی باعث خوردگی فولاد و آلومینوم می شود.
- بنابراین در بتنهای مسلح و نیز در بتن هایی که در معرض آبهای سولفات دار هستند بهتر است از تسریع کننده های دیگر نظیر کربنات سدیم، کربنات پتاسیم و... استفاده شود.

افزودنیهای بتن:

• کندگیر کننده ها:

- کندگیر کننده ها زمان گیرش ابتدایی بتن را به تأخیر می اندازند.
- بنابراین رشد مقاومت بتن کاهش مییابد ولی بر میزان مقاومت نهایی تأثیری ندارد.
- این مواد عمل آبگیری را کند میکنند. بنابراین نیاز به آب کمتری در بتن است و نسبت آب به سیمان کاهش مییابد.
- کاربرد کندگیر کننده ها عبارتست از: بتن ریزی در هوای گرم، زمانی که فاصله بین ایستگاه بتن تا محل قالب زیاد است و نیز زمانی که بتن ریزی به صورت مداوم ادامه دارد و نیاز است که بتن قبلی زود خشک نشود تا بین آن و بتن جدید پیوستگی به وجود آید، نظیر بتن ریزی در پلها، در سقف و... .

افزودنیهای بتن:

• هوازاها:

• مواد هوازا حبابهای بسیار ریز میکروسکوپی از هوا را به طور یکنواخت و جدا از هم در سراسر دوغاب سیمان ایجاد میکنند.

• این حبابها سبب افزایش دوام بتن در برابر یخ زدن ها و آب شدن های مکرر، آب بندی و نفوذ ناپذیری بیشتر بتن، کم کردن اصطکاک داخل بتن و در نتیجه افزایش کارایی (روانی) آن و تسهیل بتن ریزی میشوند.

افزودنیهای بتن:

• چسب بتن:

• این چسب از رزینهای مصنوعی پلیمری نظیر اکریلیک، استات و... ساخته میشود و باعث افزایش مقاومت فشاری و خمشی، دوام بتن، کاهش میزان نفوذ آب در آن، اتصال بتن تازه به بتن کهنه، افزایش روانی بتن، افزایش چسبندگی بتن، جلوگیری از ترک خوردن آن و... میشود.

• دانه های سیمان در بتن تمایل دارند که به دور هم گرد آمده و حالت آماج به خود بگیرند در نتیجه آب به همه ذرات سیمان نمی رسد.

• مواد همزوج ساز نظیر کلسیم لینگنین سولفات سبب میشوند که آبگیری سیمان بهتر انجام گیرد و آب انداختن بتن به حداقل برسد.

اجرای بتن:

• حمل و نقل بتن:

- امروزه بتن به صورت استاندارد در کارخانه ساخته شده سپس به محل مصرف حمل میشود.
- در پروژه های بزرگ میتوان ایستگاههای بتن ساز (Batching Plant) را در کارگاه مستقر کرد.
- در حمل بتن از کارخانه از ماشینهای مخصوص (Mixer Truck) استفاده میشود که چرخش مخزن بتن این ماشینها مانع از ته نشین شدن سنگها شده و روانی بتن را حفظ میکند. این ماشینها همچنین از تأثیر هوای گرم (تبخیر آب بتن) و هوای سرد (کاهش گرمای بتن) بر بتن جلوگیری میکنند.
- بتنی که از مخلوط کن خارج میشود نباید بیشتر از ۳۰ درجه سانتیگراد گرما داشته باشد.
- عمل تخلیه بتن بر حسب نوع و محل کار میتواند مستقیماً از ماشین به محل بتنریزی صورت گیرد یا از قیف مخصوص، دمپر، ناودانی تخلیه و یا پمپ بتن استفاده شود.

اجرای بتن:

• حمل و نقل بتن:

- بتن را به وسیله پمپ میتوان تا فاصله ۹۰۰ متری افقی و ۱۵۰ متری عمودی پمپ کرد. البته در این حالت روانی بتن باید زیاد باشد که خود به کیفیت بتن لطمه میزند.
- زمان گیرش بتنی که حمل میشود باید اندکی بیشتر از مجموع زمانهای ساختن، حمل تا محل مصرف، ریختن و عمل آوردن بتن باشد.
- در غیر این صورت به بتن مواد کندگیر کننده میافزایند.
- زمان حمل بتن از محل ساخت تا محل مصرف، در هوای سرد و نمناک نباید بیشتر از یک ساعت و در هوای گرم و خشک بیشتر از نیم ساعت طول بکشد.
- در صورت زیاد بودن فاصله حمل، سنگدانه ها و سیمان توسط ماشین مخصوص که دارای مخزن گردنده است به محل مصرف حمل میشوند و در آنجا درون مخزن گردنده آب میریزند.

اجرای بتن:

• قالب بندی بتن:

- جنس و بافت سطح درونی قالب تأثیر مستقیمی بر بافت نهایی بتن دارد.
- بسته به بافت دلخواه در سطح بتن از قالبهای چوبی، فلزی یا پلاستیکی استفاده میکنند.
- سطح درونی قالب چوبی باید پیش از ریختن بتن، نمناک شود تا آب بتن را جذب نکند.
- سطح درونی قالب فولادی نیز باید با روغن چرب شود تا به بتن نچسبد.
- قالب باید به اندازه کافی محکم باشد تا فشار بتن را تحمل کند و درزها و محل اتصالات قالب نیز باید از نشست بتن جلوگیری کنند.
- زمان باز کردن قالبها بر حسب نوع بتن و شرایط سازه بتنی متفاوت است ولی معمولاً بین ۲۴ ساعت تا یک هفته به طول می انجامد.

اجرای بتن:

• بتن ریزی:

- در بتن ریزی اختلاف ارتفاع بین محل تخلیه بتن و درون قالب نباید از یک متر بیشتر باشد در غیر این صورت دانه های درشت جدا شده و ته نشین میشوند.
- در ستونهایی که ارتفاع آنها زیاد است باید بتن از بازشوهایی موسوم به پنجره در بدنه قالب ستون ریخته و مترکم گردد. سپس این بازشو کاملاً بسته شده و بتن ریزی از بازشو بالایی که فاصله آن از بازشو پایینی یک متر است، ادامه میابد.
- لایه های مختلف بتن ریزی باید سریع اجرا گردد تا لایه قبلی خشک نشود و اتصال لازم بین آنها ایجاد گردد.

اجرای بتن:

• بتن ریزی:

• **بتن ریزی در هوای گرم:** باعث افزایش میزان آب مورد نیاز، افت سریعتر اسلامپ، افزایش احتمال ایجاد ترک در بتن، نیاز شدید به عمل آوردن سریع و... میشود.

• **بتن ریزی در هوای سرد:** در شرایط یخبندان بتن باید متراکم و توپر ساخته شود تا آب در آن نفوذ نکند و یخ نزند. در غیر این صورت ازدیاد حجم آب یخ زده سبب ایجاد ترک در بتن میشود. استفاده از سایبان در هوای گرم و پتوی عایق حرارت در هوای سرد و نیز استفاده از باد شکن میتواند تا حدی تأثیر شرایط جوی نامناسب را تعدیل کند.

اجرای بتن:

• متراکم کردن بتن:

- زمانی که بتن در قالب ریخته شد به جهت اینکه کاملاً در محل خود جا بیفتد و هوای درون آن خارج شود، بلافاصله بتن را متراکم میکنند.
- متراکم کردن بتن فضاهای خالی درون آن را کم میکند (کمتر از ۲٪ حجم بتن) در نتیجه وزن مخصوص بتن افزایش یافته و مقاومت آن بالا میرود.
- برای متراکم کردن بتن، اگر بتن سفت باشد آن را با دستگاههای پرس مخصوص میکوبند (بتن کوبیده) و هرگاه خمیری باشد آن را با دستگاه ویراتور می لرزانند (بتن لرزیده).
- دستگاه ویراتور باید به صورت عمودی وارد بتن شود و نباید به قالب یا آرماتورها تکیه کند.
- حدود نیم تا یک دقیقه برای لرزاندن بتن کافی است، کم لرزاندن بتن آن را متراکم نمی کند و زیاد لرزاندن آن نیز باعث جدا شدن سنگدانه ها از دوغاب سیمان و ته نشین شدن آنها میشود.
- پس از لرزاندن، هوای اضافی بتن به صورت کف ریزدانه موسوم به شیر بتن در سطح آن ظاهر میشود. در این مرحله سطح بتن را ماله کشی میکنند تا کاملاً صاف شود.

اجرای بتن:

• عمل آوردن بتن:

- آخرین مرحله در انجام کارهای بتنی حفاظت از بتن در برابر تابش آفتاب، وزش باد، گرمای هوا، یخ زدن و... و در نتیجه جلوگیری از تبخیر آب بتن و ترک خوردن آن است که به آن عمل آوردن بتن میگویند و بلافاصله پس از تراکم کردن بتن آغاز می شود.
- زمان عمل آوردن بتن در واقع زمانی است که دوغاب سیمان در بتن، تحت درجه حرارت ۳۵-۱۰ درجه سانتیگراد و رطوبت مناسب سخت میشود.
- این زمان ۱۳-۱۴ روز میباشد ولی نگهداری و عمل آوردن بتن در ۲۴ ساعت اولیه حیات آن بسیار حائز اهمیت است. زیرا اگر در این زمان آب بتن تبخیر شود، دوغاب سیمان کند روان شده و بتن در اصطلاح میسوزد و مقاومتش کاهش مییابد.

اجرای بتن:

• عمل آوردن بتن:

- مرطوب نگهداشتن سطح خارجی بتن با آب ریختن دائم و پوشاندن آن با نایلون یا گونی خیس صورت میگیرد، این عمل در افزایش رشد مقاومت بتن بسیار مؤثر است.
- علاوه بر این عمل آوردن بتن تأثیر زیادی روی خواص بتن سخت شده نظیر دوام، مقاومت، آب بندی، سختی، ثبات حجمی، مقاومت در برابر یخ زدن و آب شدن دارد.
- عمل آوردن و نگهداری از بتن در سلامت سطح ظاهری بتن نیز بسیار مؤثر است زیرا در صورت سوختن بتن سطح آن پوسته پوسته شده و ترک میخورد. مضاف بر اینها بارندگی شدید نیز بر روی سطوح بتنی خشک نشده باعث آبله رو و کرمو شدن آن میشود.

راهنمای شناخت بتن مرغوب:

- برای به دست آوردن بتن مرغوب باید از کیفیت مواد تشکیل دهنده آن، نسبت مناسب اختلاط مواد اولیه و اجرای مناسب (حمل، ریختن، نگهداری و...) اطمینان حاصل شود.
- نسبت کم آب به سیمان در کیفیت و مقاومت بتن بسیار مؤثر است و بتن باید قابل ویریه باشد (خیلی شل نباشد مگر برای مصارف خاص).
- مقدار اکسیدهای منیزیم و پتاسیم و نیتروژن آهک آزاد باید در بتن به حداقل برسد. آهک آزاد در بتن سبب می‌گردد که آب هنگام عبور از لوله های موئین داخل بتن و خروج از سطح دیگر آن، ایجاد شوره و سفیدک کند.
- در نهایت سطح بتن باید یکنواخت باشد و پوسیدگی، ترک، گرم شدن و... در سطح آن مشاهده نشود.

آجر

ضرورت استفاده و کاربرد آجر:

• شکل ظاهری، رنگ و بافت آجر سبب شده است بنایی که با آن ساخته میشود جزئی از طبیعت محسوب شود. همچنین خواص مطلوب آجر موجب گردیده که از مراحل اولیه ساختمان سازی تا مرحله نهایی بتوان از آن استفاده کرد. از آن جمله میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- – استفاده از آجر در پی سازی و دیوار باربر به علت مقاومت فشاری مناسب.
- – استفاده در تیغه چینی و نما سازی به علت مقاومت در برابر دما و رطوبت.
- – استفاده در کف سازی به سبب مقاومت سایشی مناسب.
- – ابعاد کوچک، حمل آسان و سهولت کاربرد آجر امکان اجرای دهانه های وسیع به صورت قوس، طاق و گنبد را به وسیله آن فراهم میکند.
- – ساخت پله، المانهای تزئینی و...

ساختار و مواد تشکیل دهنده آجر:

- ماده اصلی تشکیل دهنده آجر خاک رس است. خاک رس را با ۲۵-۱۵٪ وزنش آب مخلوط کرده و از گل حاصل خشت میسازند. آجر از پختن خشت و تغییراتی که در اثر گرما در آن پدید می آید، حاصل میشود. درون خاک رس ترکیبات فراوانی از جمله سنگ آهک، سولفاتها، فسفاتها، اکسیدهای مختلف و... یافت میشود. میزان هر یک از این مواد در خاک رسی که برای تهیه آجر به کار میرود باید کنترل شده و کمبود یا اضافی آنها بررسی و تعدیل گردد. برخی ملاحظات در خصوص مواد تشکیل دهنده خاک رس به قرار زیر است:
- طبق استاندارد ملی ایران حد مجاز اکسیدهای مختلف در خاک رس عبارتند از: اکسید سیلیسیم (SiO_2) ۶۰-۴۰٪، اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) ۲۱-۹٪، اکسید آهن (Fe_2O_3) ۱۲-۳٪، اکسید منیزیوم (MgO) حداکثر ۴٪.
- وجود آهک (CaO) در خاک رس تا میزان ۳۰٪ به صورت گرد سنگ آهک لازم و مجاز است.
- وجود کلورهاها نظیر کلرور سدیم و پتاسیم در خاک رس باعث سفیدک زدن آجر و در صورت تماس دائم با آب، پوک شدن و کاهش مقاومت آجر میشوند.
- در خاک رس سولفاتهای کلسیم (سنگ گچ)، منیزیم، پتاسیم و سدیم وجود داشته و در آجر به صورت سفیدک (شوره) در نمای ساختمان باقی میمانند.
- وجود ۱۵-۱۰٪ ماسه همراه با خاک رس، مقاومت آجر را افزایش میدهد ولی بیشتر از این مقدار باعث پوک شدن آجر میشود.

خواص آجر:

• خواص فیزیکی آجر:

- **وزن مخصوص:** آجرهای مختلف بر حسب نوع مواد خام و نیز روش تولید آنها، وزن مخصوصهای متفاوتی دارند ولی به طور متوسط وزن مخصوص آجر مرغوب حدود $\frac{gr}{cm^3} \frac{1}{8}$ است
- **خاصیت جذب آب:** اگر میزان جذب آب در آجر زیاد باشد، به سرعت آب ملات را میمکد و مانع بروز فعل و انفعال شیمیایی در ملات میشود. از طرفی اگر میزان جذب آب آجر کم باشد به ملات نمیچسبد، بنابراین مصرف آن در نماسازی و مکانهایی که در معرض نیروهای کششی قرار دارند، توصیه نمیشود. آجری مرغوب است که درصد جذب آب آن بین ۱۵-۱۰٪ باشد
- **انبساط حرارتی:** ضریب انبساط حرارتی خطی آجر به ازای هر یک درجه سانتیگراد تغییر دما، حدود 5×10^{-6} است. باید به این نکته توجه کرد که آجرهایی در دیوارهای خارجی به کار میروند، چون تحت تأثیر دو دما (دمای داخل و دمای خارج بنا) هستند، بنابراین امکان ایجاد تنش در آنها وجود دارد.

خواص آجر - خواص فیزیکی آجر:

انتقال حرارت آجر: ضریب انتقال حرارت انواع آجرکاری در جدول زیر ارائه شده است.

$R = \frac{1}{U}$	$U = \frac{1}{R} \left(\frac{kcal}{m^2.t.hr} \right)$	نوع آجرکاری
۱/۳۸	۰/۷۲	آجرکاری توپر با ضخامت ۱۵۰ میلیمتر
۱/۸۲	۰/۵۵	آجرکاری توپر با ضخامت ۲۰۰ میلیمتر
۲/۳۴	۰/۴۳	آجرکاری توپر با ضخامت ۳۰۰ میلیمتر
۲/۷۷	۰/۳۶	آجرکاری مجوف با ضخامت ۲۵۰ میلیمتر

خواص آجر – خواص فیزیکی آجر:

- **مقاومت در برابر آتش:** دیوارهای ساخته شده با انواع مختلف آجر و ضخامتهای متفاوت، بین ۱-۴ ساعت در برابر آتش مقاومت میکنند.
- **میزان انتقال صوت:** معمولاً دیوارهای آجری صوت را جذب یا منعکس کرده و از انتقال آن جلوگیری میکنند ولی برای جذب کامل صوت باید مصالح آکوستیک استفاده کرد. هر چه ضخامت دیوار آجری بیشتر باشد، میزان انتقال صوت از آن کاهش مییابد
- **رنگ:** رنگ آجر بستگی به ترکیب شیمیایی خاک رس و آتش کوره دارد. میزان زیاد سنگ آهک در خاک رس، آجر را سفید میکند. خاک رسهایی که مقدار کافی آهن داشته باشند، اگر زیاد پخته شوند آجر حاصل از آنها قرمز میشود، اگر هوای احتراق را کم کنند آجر ارغوانی کم رنگ شده و اگر کم پخته شود، عنابی روشن میشود.

خواص آجر:

• خواص شیمیایی آجر:

• محیطهای شیمیایی قبل از آنکه روی آجر تأثیر گذارند، ملات آن را تخریب میکنند.

• لذا انتخاب ملات سازگار با محیط از اهمیت بسیاری برخوردار است.

• نمکها و سولفاتهای موجود در آجر سبب بروز سفیدک (شوره) و آلوئک

در سطح آجر میشوند که در مبحث امراض آجر شرح داده خواهند شد.

خواص آجر:

• خواص مکانیکی آجر:

- مقاومت فشاری: مقدار این مقاومت در آجرها بستگی به نوع مواد خام، روش تولید و ملات مصرفی دارد و بین $50 - 500 \frac{kg}{cm^2}$ تغییر می کند. مقاومت آجر را باید هنگام کاربرد آن با ملات در نظر گرفت زیرا ملات است که چسبندگی لازم را در آجرکاری تأمین می کند.
- مقاومت برشی: میزان آن در آجر حدود $40 - 30\%$ مقاومت فشاری آن است.
- مقاومت کششی: میزان آن در آجرهای مختلف بین $7 - 70 \frac{kg}{cm^2}$ است.

انواع آجرهای رسی:

• آجرهای معمولی را به این سبب که از خاک رس تهیه میشوند، آجر رسی یا اختصاراً آجر گویند. آجرهای رسی بر حسب روش تولید آنها به دو دسته تقسیم میشوند:

• آجرهای سنتی (دستی)

• آجرهای صنعتی (ماشینی)

انواع آجرهای رسی:

• آجرهای سنتی (دستی):

- این آجرها به روش سنتی و دستی ساخته میشوند و برخی از آنها با وجود دست ساز بودن از کیفیت مطلوبی برخوردارند. آجرهای سنتی شامل **آجر قزاقی**، **آجر فشاری**، و **آجر لعابدار** میشوند.

• آجر قزاقی:

این آجر دست ساز را اولین بار روس‌ها در ۱۳۰۰ تولید کرده و در ساخت پادگان‌های نظامی و قزاق‌خانه‌ها به کار برند، از این رو به آن آجر قزاقی می‌گویند. این آجر سفید رنگ است و ابعاد آن $20 \times 10 \times 5$ سانتیمتر می‌باشند و به علت کیفیت مطلوب و ظاهر مناسبش، در نمای ساختمان به کار می‌رود.

انواع آجرهای رسی:

• آجرهای سنتی (دستی):

• آجر فشاری:

هنگام تولید این آجر کارگران با فشار انگشتان خود گوشه‌های قالب را از گل پر می‌کنند، از این رو آن را آجر فشاری می‌نامند. ابعاد این آجر $20 \times 10 \times 5$ یا $22 \times 11 \times 5/5$ سانتیمتر است و کیفیت آجر قزاقی را ندارد. مقاومت خوبی ندارد و از زیبایی ظاهری نیز برخوردار نیست، میزان جذب آب آن هم بالاست. به همین جهت معمولاً در زیرکاری و سفت‌کاری ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد، نظیر دیوارهای باربر، تیغه چینی، طاق ضربی و به طور کلی گری چینی (قسمت‌های از آجرکاری که روی آن با مصالح دیگر از قبیل گچ، کاشی، سیمان و یا سنگ پوشیده می‌شود).

انواع آجرهای رسی:

• **آجرهای سنتی (دستی):**

• **آجر جوش:**

- در کوره های سنتی که آتش آنها یکنواخت نیست، به برخی از آجرها حرارت بیشتری میرسد و آنها را به مرحله ذوب شدن میرساند، به این آجرها، آجر جوش یا کلینگر گویند.
- آجرهای جوش به علت خمیری و ذوب شدن، شکل هندسی خود را تا حدی از دست میدهند بنابراین نمیتوان از آنها در نمای ساختمان یا در آجرچینی های دقیق استفاده کرد.
- از طرفی میزان نفوذ آب در آجر جوش بسیار اندک و لذا در مقابل عوامل جوی و اسیدهای آلی از آجر معمولی مقاوم تر است.
- از این رو آن را در فرش کف کانالهای فاضلاب، کف پیاده روها، کف کارخانه ها و انبارها و... به کار میبرند. ولی از آنجا که آجر جوش از آجر معمولی تردتر و شکننده تر است، استفاده از آن در دیوار باربر و طاق ضربی توصیه نمیشود.

انواع آجرهای رسی:

• آجرهای سنتی (دستی):

• آجر لعابدار:

• لعاب کاری آجر علاوه بر اینکه به سطح آن زیبایی و جلا میبخشد، عمر آن را نیز افزایش میدهد. بدین ترتیب که بافت صاف و صیقلی لعاب باعث افزایش مقاومت آجر در برابر هوازدگی، فرسایش، نفوذ آب و مواد شیمیایی میگردد.

انواع آجرهای رسی:

- **آجرهای صنعتی (ماشینی):**
 - تمام مراحل تولید این آجرها در کارخانه توسط ماشین انجام میشود بنابراین سرعت تولید به میزان زیادی افزایش مییابد. انواع آجرهای ماشینی عبارتند از:
 - **آجر سوراخدار، آجر توپر و بلوکهای سفالی.**
 - **آجر سوراخدار:** در این آجر حفره ها باعث سبک شدن آجر و نیز نفوذ بیشتر ملات میشوند. جمع مساحت سوراخها باید ۴۰-۲۵٪ سطح آجر باشد. ضخامت دیواره بین سوراخ و لبه آجر باید بیش از ۱۵ میلیمتر و فاصله بین دو سوراخ بیش از ۱۰ میلیمتر باشد.
 - **آجر توپر:** در این آجر حجم سوراخها از ۲۵٪ حجم آجر (یا در آجرهای پرسی، حجم فرورفتگی از ۲۰٪ حجم آجر) تجاوز نمیکند. در آجر توپر سوراخها کاملاً یا تقریباً از میان آجر عبور میکنند و مساحت هر یک از سوراخها از ۳۰ میلیمتر مربع تجاوز نمیکند.
 - **بلوکهای سفالی**
 - **آجر نسوز:** خاک رسی که در تهیه آجر نسوز استفاده میشود، دارای هیدروسلیکات آلومینیوم بیشتری است (خاک نسوز). آجرهای نسوز در واقع نوعی چینی هستند. چینی نوعی سرامیک مرغوب است که دارای ساختاری ظریف تر و متراکم تر از سفال است. از آجرهای نسوز به علت مقاومت حرارتی بالا، در پوشش درونی کوره های صنعتی و نیز در بدنه شومینه ها استفاده میشود. ملاتی که برای چیدن این آجرها به کار میرود نیز باید از مواد نسوز باشد.

آجرهای غیر رسی:

• آجر ماسه آهکی:

- در مناطقی که خاک رس کمیاب ولی ماسه فراوان است مانند سواحل دریا، به جای اینکه آجر را از خاک رس تهیه کنند، آن را از مخلوط ماسه سیلیسی و آهک می سازند و به آن آجر ماسه آهکی یا آجر سیلیکات کلسیمی میگویند.
- رنگ طبیعی آجرهای ماسه آهکی خاکستری روشن است. سخت، توپر و همگن هستند و به صورت قابل توجهی در اندازه، شکل، مقاومت، رنگ و بافت یکسان می باشند.
- این آجرها در اندازه های مختلف و به اشکال توپر، سوراخدار و یا به صورت لوح برای نما سازی با طرحهای صاف، نقش سنگ بادبر، سنگ بادکوبه ای و... تولید میشوند.
- علاوه بر نما سازی، از آجر ماسه آهکی به علت مقاومت فشاری بالا میتوان در پی سازی و دیوار باربر و نیز به علت مقاومت سایشی بالا در کف سازی استفاده کرد. مقاومت در برابر یخبندان و تغییرات جوی نیز از دیگر مزایای آجر ماسه آهکی است.

آجرهای غیر رسی:

• آجر ماسه آهکی:

- در مقایسه این آجر با آجرهای رسی میتوان به موارد زیر اشاره کرد:
- – مقاومت در برابر آتش و نیز ضریب هدایت حرارت و صوت در هر دو آجر تقریباً یکسان است.
- – تخلخل آجر ماسه آهکی از آجرهای رسی کمتر است و شوره نمیزند.
- – آجر ماسه آهکی در مقابل رطوبت مقاوم است و کاربرد آن در قسمتهای زیر عایق پی و پایینتر از کف زمین، بر آجرهای رسی برتری دارد.
- – بر خلاف آجرهای رسی تازه که میل به انبساط دارند، آجرهای ماسه آهکی در هنگام خشک شدن منقبض میشوند. لذا این نکته باید به منظور جلوگیری از ایجاد ترک، هنگام طراحی مد نظر قرار گیرد.
- – آجر ماسه آهکی از آجر رسی گرانتز است ولی در مقابل، احتمال شکستن آن هنگام بارگیری و تخلیه کمتر است.
- – خاک رس مصرفی در آجرهای رسی، خاک مناسب جهت کشاورزی است. از این رو استفاده از این خاک در آجر سازی به محیط زیست و اقتصاد کشور آسیب وارد میکند. ولی استفاده از آجر ماسه آهکی این مشکل را مرتفع میسازد.

آجرهای غیر رسی:

• آجر سیمانی (آجر بتنی):

• آجر سیمانی در اشکال و اندازه‌های مختلف از سیمان، شن و ماسه ساخته میشود و روند تولید و خواص آن نیز مشابه بلوکهای بتنی است.

ابعاد و تقسیمات آجر:

ابعاد آجر از گذشته تا کنون تغییرات بسیاری داشته است. در گذشته علاوه بر آجرهای با ابعاد معمولی، آجر نظامی با ابعاد $50 \times 50 \times 5$ و آجر ختایی با ابعاد $25 \times 25 \times 5$ نیز تولید می شدند که به علت قطعات بزرگ سرعت کار را بهبود می بخشیدند. از این رو بیشتر برای کف سازی مورد استفاده قرار می گرفتند. امروزه آجرهای دیوار چینی اکثراً در ابعاد $20 \times 10 \times 5$ یا $22 \times 11 \times 5.5$ سانتیمتر ساخته می شوند. در واقع هر بعد آجر دو برابر بعد دیگر است تا هنگام دیوارچینی بتوانند به راحتی آجرها را کله راسته (کله: عرض آجر، راسته: طول آجر) بچینند به طوری که بندهای آجرها مقابل یکدیگر قرار نگیرند و قفل و بست لازم بین آنها به وجود آید (در مورد نحوه آجرچینی در مباحث بعدی شرح داده خواهد شد). برخی اوقات برای این که بتوانند دیوارها را کله راسته بچینند، لازم است که از قطعات کوچک تر آجر استفاده کنند. این قطعات را در اصطلاح کارگاهی نیمه ($\frac{1}{2}$ آجر از طول)، چارک یا کلوک ($\frac{1}{4}$ آجر از طول)، سه قدسی ($\frac{3}{4}$ آجر از طول)، قلمدانی ($\frac{1}{4}$ آجر از عرض) و... می نامند.

امراض آجر:

سفیدک (شوره): وجود برخی املاح و نمک‌ها در خاک آجر موجب می‌گردد که هنگام برخورد باران به دیوار آجری و نفوذ آب در آن، مقداری از این املاح همراه با آب دوباره به سطح آجر آمده و پس از تبخیر آب بر سطح آن باقی بمانند و ایجاد سفیدک کنند. سفیدک‌ها انواع مختلفی دارند مانند سفیدک‌های سولفاتی، کربناتی، نیتراتی، کلروری و... جهت جلوگیری از ایجاد سفیدک در نما، در کارگاه آجرها را قبل از استفاده مدتی در آب قرار می‌دهند تا سفیدک آنها ظاهر شده و شسته شود. در این صورت اگر باز هم نماهای آجری دچار این عارضه شدند، می‌توان سفیدک‌ها را پس از خشک شدن با برس سیمی نرم تمیز کرد. می‌توان همراه با برس سیمی از مخلوط ۲-۴٪ آب و سرکه نیز استفاده کرد.

امراض آجر:

آلوئک (Popping - Blowing): اگر در مواد خام آجر مقداری سنگ آهک (CaCO_3) وجود داشته باشد، این سنگ در حرارت کوره تبدیل به آهک زنده (CaO) می شود. آهک زنده در مجاورت با آب شکفته شده و با ازدیاد حجم باعث بروز ترک در آجر و بد منظره شدن آن می شود. به این پدیده آلوئک می گویند. به منظور جلوگیری از این مشکل باید خاک آجر سرند شده و دانه های درشت سنگ آهک از آن خارج شود. همچنین قبل از مصرف آجر باید نمونه هایی از آن را در آب خیساند تا عیوب احتمالی آنها ظاهر گردد.

امراض آجر:

- **پوکی (Porosity):** پوک شدن آجر به علت وجود آب زیاد در خشت، وجود کربنات‌ها و مواد آلی و نیز خوب متراکم نشدن خشت است.
- **تیرگی:** وجود سولفور آهن (FeS_2) یا پیریت، سبب سیاه شدن آجر می‌شود.
- **ترک خوردگی:** ترک خوردن آجر علت‌های متفاوتی دارد ولی عمده‌ترین آن‌ها وجود ماسه سیلیسی درشت در خاک آجر است.
- **لک شدن آجر:** وجود املاح آهنی در مواد خام آجر باعث می‌شود که آجرها پس از قرار گرفتن در دیوار، لک شوند. این مسئله بیشتر هنگامی اتفاق می‌افتد که آجر در انبار یا هنگام کار، از آب اشباع شود. راه حل این مشکل این است که آجرها حتی المقدور تا مدتی دور از آب و رطوبت نگهداری شوند و پس از نصب در نما، حدود ۸-۶ هفته بندکشی نشوند. زیرا با گذشت زمان احتمال لک برداشتن آجر کاهش می‌یابد.

راهنمای شناسایی آجر مرغوب:

- موارد زیر میتوانند در شناسایی آجر مرغوب یاری کننده باشند:
- – آجر مرغوب آجری است که دارای شکل هندسی کامل و منظم باشد.
- – رنگ آجر باید یکنواخت باشد. این مورد نشانگر یکنواختی جنس شیمیایی و یکنواختی در پخت آجر است.
- – بافت آجر باید همگن بوده و سطح آن بدون حفره و آلوئک باشد.
- – سختی آجر باید به اندازه ای باشد که با ناخن خط نیفتد.
- – آجر مرغوب در برخورد با آجر دیگر صدای زنگ میدهد. صدای زنگ نشانه سلامت، توپری، جذب آب کم و مقاومت آجر است. آجری که صدای خفه بدهد، خوب پخته نشده و یا ترک دارد. چنین آجر پوکی آب جذب میکند و هنگام سرما یخ زده و خرد میشود.
- – اگر آجر پس از ۲۴ ساعت در آب ماندن سفیدک زد، میتوان برداشت کرد که مقدار املاح، نمکها و آهک آن بیش از حد مجاز است.

آزمایش مقاومت آجر:

جهت دریافت این که آجر مصرفی از کیفیت و مقاومت مطلوبی برخوردار است یا نه، آزمایشی بدین شرح انجام می گیرد: ابتدا آجر را در آب قرار داده تا کاملاً اشباع شود، سپس آن را منجمد می کنند. در نهایت آجر را با شعله مستقیم به مدت یک ساعت حرارت می دهند. اگر آجر پس از طی این مراحل تغییر ظاهری نداشته باشد، آجر مرغوبی محسوب می گردد.

عملیات آجر چینی:

در عملیات آجر چینی نکات زیر باید مد نظر قرار گیرند:

- در دیوار چینی، آجرها به صورت کله راسته و یا راسته اجرا می شوند. در هر دو حالت بندها نباید مقابل هم قرار گیرند تا قفل و بست لازم بین آجرها ایجاد گردد و بارهای وارده به راحتی در دیوار توزیع شوند.
- ایجاد قفل و بست لازم در محل اتصال دو دیوار جهت تأمین پایداری دیوار ضروری است. (تصاویر شماره ۲۲.۶ و ۲۳.۶)

عملیات آجرچینی:

- باید اتصال مناسبی بین دیوار آجری و سازه (فلزی یا بتنی) ایجاد شود.
- کار با آجر در دمای کمتر از ۵ درجه سانتیگراد مجاز نیست.
- انتخاب نوع ملات و نیز ملات با عیار مناسب در آجر کاری نقش بسیار حیاتی دارد. ملات مناسب جهت آجر کاری مخلوطی از سیمان، آهک شکفته و ماسه است. میزان اختلاط این مواد به مقاومتی که از دیوار آجری انتظار می‌رود، بستگی دارد. اگر میزان سیمان را یک قسمت حجمی در نظر بگیریم، برای آجر چینی‌های معمولی $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ قسمت آهک شکفته یا خمیر آهک و ۳-۴ قسمت ماسه استفاده می‌شود.

عملیات آجرچینی:

- جهت حفاظت ملات از باد و باران و نیز استحکام و زیبایی ثانویه آجر کاری، روی ملات را از سطح خارجی آجر کاری بندکشی می کنند. بندکشی انبساط و انقباض سطحی را به طور یکنواختی در نمای ساختمان توزیع می کند. همچنین مانع نفوذ آب و رطوبت به قشرهای داخلی دیوار می شود. از این رو ملات بندکشی باید ریزدانه، پر مایه و متراکم باشد تا مانع نفوذ آب از شکاف های مویی شود. ضخامت بندها بین ۱۰-۱۲ و عمق آنها ۱۵ میلیمتر است. قبل از بندکشی باید محل مورد نظر را تمیز و عاری از گرد و خاک کرد.

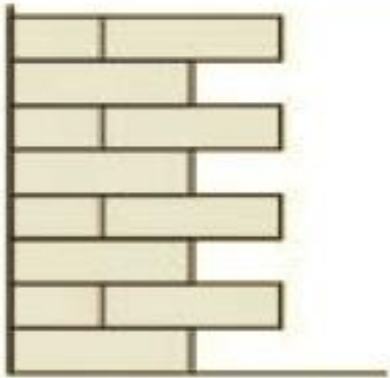
عملیات آجرچینی:



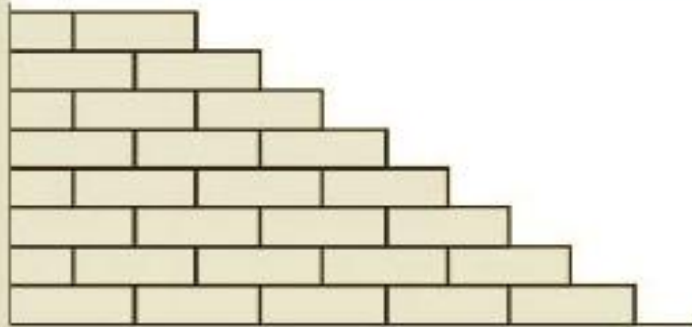
تصویر شماره ۲۱.۶. آجرچینی
به صورت کله راسته



تصویر شماره ۲۰.۶. آجرچینی
به صورت راسته



تصویر شماره ۲۳.۶. اتصال دو دیوار
آجری به روش لابند کردن آنها



تصویر شماره ۲۲.۶. اتصال دو دیوار
آجری به روش لاریز کردن آنها

آهک

ضرورت استفاده و کاربرد آهک:

• در ساختمان سازی از کربناتهای کلسیم استفاده های مختلفی میشود. سنگهای آهکی جزء کربناتهای کلسیم هستند که به صورت سنگ ساختمانی یا به صورت آهک زنده و آهک شکفته به عنوان ماده چسباننده در ملاتها مورد استفاده قرار میگیرند. یکی از مصارف عمده آهک، تهیه ملاتهای ساختمانی خصوصاً ملاتهای سیمانی است. **مزایای افزودن آهک به ملاتهای سیمانی به قرار زیر است:**

• ۱. افزایش قابلیت نگهداری آب در ملات، در نتیجه خمیری شدن و کار آیی بیشتر ملات.

• ۲. کاهش نفوذ پذیری در مقابل آب و رطوبت.

• ۳. کاهش جمع شدگی ناشی از خشک شدن ملات (انقباض) و ثابت ماندن حجم آن پس از گرفتن و سخت شدن.

• ۴. چسبندگی بیشتر ملات به مصالح بنایی.

• ۵. انعطاف پذیری بیشتر تحت تنش.

• ۶. کاهش شوره زدگی.

• ۷. روشن تر شدن رنگ ملات (آهک خالص سفید رنگ است).

ضرورت استفاده و کاربرد آهک:

- آهک علاوه بر استفاده در ملاتها، مصارف وسیعی در صنعت ساختمان و در صنایع دیگر دارد که در ادامه به برخی از آنها اشاره خواهد شد:

- - **ساخت آجر ماسه آهکی**

- - **تثبیت خاک در راه سازی:** در زمینهایی که جنس خاک آنها مرغوب نیست، برای راه سازی ابتدا آهک را به صورت دوغاب با خاک مخلوط کرده، سپس به آن آب اضافه میکنند و شفته حاصل را در بستر راه می ریزند. پس از خشک شدن روی آن غلتک کشیده میشود تا مترکم گردد بعد آسفالت را روی آن اجرا میکنند. بدین طریق هم از نفوذ آبهای زیرزمینی در بستر راه جلوگیری میشود و هم آب باران در آن نفوذ نمیکند. علاوه بر این تحمل بار فشاری و قدرت بارگذاری در بستر راه افزایش یافته و نیز با کاهش انقباض خطی از ایجاد ترک در سطح راه جلوگیری میشود، زیرا خاک بدون آهک به هنگام رطوبت باد کرده و با خشک شدن ترک می خورد. همچنین با این روش از رشد گیاهان و نفوذ ریشه آنها نیز در جاده ها ممانعت به عمل میآید. جهت تثبیت خاک جاده هایی که آسفالت آنها اجرا شده است، سطح رویه آسفالت را سوراخ کرده و با فشار، دوغاب آهک را در زیر لایه آسفالتی راه تزریق میکنند.

ضرورت استفاده و کاربرد آهک:

- **استفاده از شفته آهکی جایگزین خاگریزی پشت سازه ها:** متراکم کردن خاکی که اطراف پی ریخته میشود، نیازمند صرف هزینه و زمان زیادی است (هر بار ۱۵-۱۰ سانتیمتر خاک ریخته شده و با استفاده از غلتک متراکم میشود). در این گونه موارد استفاده از شفته آهکی که قبلاً کاملاً شکفته شده، باعث تعدیل زمان اجرا و اقتصادی تر شدن پروژه می گردد. باید توجه داشت که در صورتی که آهک به طور کامل شکفته نشده باشد، به مرور زمان در اثر واکنش با آب باعث ایجاد حرارت و گاهی انفجار و صدمه زدن به سازه های بتنی میشود.
- **استفاده از شفته آهک برای پر کردن درز و دوختن لایه های خاک، زمانی که خاکبرداری سازه به صورت قائم باشد.**
- **استفاده در ساخت محصولات بتنی:** آهک هیدراته (شکفته شده) در تولید محصولات بتن سلولی سبک وزن به کار میرود تا محصولی مقاوم در برابر آب تولید شود. آهک همچنین ساخت محصولات بتنی با لبه دقیق تر را میسر می سازد و باعث کاهش زیان از طریق شکستگی میشود.
- **از جمله کاربردهای دیگر آهک میتوان به استفاده در ساخت فرآورده های نسوز، شیشه، سرامیک، ماستیکها، رنگها اشاره کرد.**
- **آهک زنده میل ترکیبی شدیدی با فلزات دارد، لذا با فلزات مصرف شده در ساختمان مانند لوله های فلزی آب و شوفاژ و... ترکیب شده و با ایجاد خوردگی در آنها موجب پوسیدگی میشود.**

آماده سازی آهک زنده جهت مصرف (شکفتن آهک):

- آهک زنده به صورت کلوخه یا گردی که از آهک پزی به دست میآید، مستقیماً قابل استفاده نیست و باید قبل از استفاده شکفته شود.
- برای شکفتن آهک آن را با مقدار مناسب آب مخلوط میکنند. اگر آهک زنده کاملاً خالص باشد، ۱/۲۲٪ مقدار وزنش آب برای شکفتن لازم دارد ولی عموماً به علت وجود ناخالصی در آهک، آب کمتری مورد نیاز است.
- آهک زنده میل ترکیبی فراوانی با آب دارد و در اثر این ترکیب ازدیاد حجم پیدا کرده و حرارت زیادی آزاد میکند. بنابراین اگر آهک به صورت زنده مورد استفاده قرار گیرد، به مرور زمان شکفته میشود و ازدیاد حجم آن که گاهی ممکن است تا ۳/۵ برابر حجم اولیه هم باشد، باعث ایجاد ترک در دیوار و پی و آسیب زدن به سازه میشود.
- علاوه بر این حتی اگر مقدار کمی آهک نشکفته جهت تهیه ملات، آجر ماسه آهکی و یا مصارف دیگر مورد استفاده قرار گیرد، بعداً در اثر مجاورت با آب و نیز بارندگی شکفته شده و به صورت آلونک بر روی سازه ظاهر میشود.

آماده سازی آهک زنده جهت مصرف (شکفتن آهک):

• فرآیند شکفتن آهک به قرار زیر است:



هیدرات کلسیم (Ca(OH)_2) را آهک شکفته (Slaked Lime)، آهک کشته، آهک

مرد، آهک آبدیده و یا آهک هیدراته می نامند.

• سرعت شکفتن آهک به سه عامل زیر بستگی دارد:

- ۱. هرچه دانه های آهک ریزتر باشند سریعتر شکفته میشوند.
- ۲. آهک خالص بسیار سریعتر از آهک ناخالص شکفته میشود.
- ۳. آهک نپخته شکفته نمیشود و آهک سوخته نیز یا شکفته نمیشود یا خیلی دیر شکفته میشود.

آماده سازی آهک زنده جهت مصرف (شکفتن آهک):

- آهک را بر حسب سرعت شکفتن آن به سه دسته زیر تقسیم میکنند:
- - آهکی که سریع شکفته میشود (کمتر از ۱۵ دقیقه): برای شکفته کردن این آهک باید آب را به آب اضافه کرد نه آب به آهک. چون حرارت زیادی تولید میکند. باید آب کاملاً روی آهک را بپوشاند تا آب آن بخار نشود. از این نوع آهک ملات کاملاً هوایی تولید میشود.
- - آهکی که سرعت شکفتن آن متوسط است (۱۵-۳۰ دقیقه): در این مورد باید آب را به آهک اضافه کرد به طوری که نیمی از آهک در آب غوطه ور شود. در صورت تبخیر شدن آب میتوان فقط به همان میزان آب تبخیر شده، به آن اضافه کرد. از این نوع آهک ملات نیمه آبی تولید میشود.
- - آهکی که آهسته شکفته میشود (پس از ۳۰ دقیقه): در این مورد هم آب به آهک اضافه میشود، تا حدی که کاملاً آن را مرطوب کند. سپس باید به مدت ۳۰ دقیقه صبر کرد تا عمل شکفتن شروع شود، پس از آن دوباره مقدار کمی آب اضافه نمود. بهتر است مخلوط را گرم نگه داشته تا عمل شکفتن بهتر انجام گیرد. از این نوع آهک ملات آبی تولید میشود.

خواص آهک شکفته:

• خواص فیزیکی:

- تغییر حجم: آهک زنده هنگام شکفتن ازدیاد حجم پیدا می کند به طوری که آهک های کم مایه ۲-۱/۲۵ برابر و آهک های پر مایه ۳/۵-۲ برابر افزایش حجم پیدا می کنند (انواع آهک ها در بخش بعد شرح داده خواهند شد). ولی آهک شکفته هنگام سخت شدن تغییر حجم نمی دهد.
- وزن مخصوص: وزن مخصوص آهک شکفته ۲/۲، خمیر آهک نمناک ۱/۴، گرد آهک شکفته نلرزیده ۰/۴۵ و لرزیده آن $\frac{gr}{cm^3}$ ۰/۷ است.
- دانه بندی: دانه های گرد آهک شکفته، باید کوچک تر از ۰/۲ میلیمتر باشد و ریزی دانه ها به ۰/۰۰۲ میلیمتر (۲ میکرون) هم می رسد.
- افت وزنی: افت وزنی آهک شکفته در اثر گرمای حدود ۱۰۰ درجه سانتیگراد، ۲۵٪ وزن آن است.

خواص آهک شکفته:

• خواص شیمیایی:

• خاصیت اسیدی و قلیایی: آهک خاصیت قلیایی دارد و معمولاً ارزان‌ترین قلیاست. همچنین آهک گازهای اسیدی CO_2 و SO_2 را جذب می‌کند.

- **تأثیر ترکیبات آهکی بر فلزات:** آبهای آهک دار و ملاتهای آهکی در صورت وجود رطوبت با فلزاتی نظیر سرب، برنج، روی و آلومینیوم ترکیب میشوند و در قطعات و لوله های فلزی که در ساختمان به کار رفته اند، خوردگی ایجاد میکنند. از این رو باید آنها را قبل از مصرف در ساختمانهایی که با ملات آهکی ساخته شده اند، قیر اندود کرد.
- **تأثیر ترکیبات آهکی بر گونی عایقکاری:** اگر ملاتهای آهکی در مجاورت عایق قیر و گونی قرار گیرند، باعث پوسیدگی گونی آن میشوند. زیرا با روغنهای گیاهی موجود در تارهای گونی ترکیب شده و تشکیل صابون آهکی میدهند. لذا در این موارد باید از مقوای قیر اندود یا نمد قیراندود یا بافته هایی استفاده کرد که آهک به آنها اثر مخرب نداشته باشد.

خواص آهک شکفته:

• خواص مکانیکی:

• • **سختی:** آهکهای منیزیمی و سیلیس دار سختتر از آهکهای خالصند.

• • **خاصیت ارتجاعی:** آهکهایی که دارای مقدار بیشتری منیزیت هستند، خاصیت

ارتجاعی بیشتری نسبت به آهک خالص دارند.

ملاتهای آهکی:

- در مورد ملاتهایی که با آهک ساخته میشوند در فصل ملاتها توضیح داده شده است. در این بخش به برخی از نکاتی که هنگام استفاده از ملاتهای آهکی باید مورد توجه قرار گیرند، اکتفا میکنیم.
- - سرما باعث میشود که سخت شدن ملاتهای آهکی دیرتر اتفاق بیفتد، بنابراین نباید مخلوط های آهکی نیمه آبی را در مناطق سردسیر به کاربرد.
- - ملاتهای آهکی نسبت به ملاتهای سیمانی، پس از خشک شدن انقباض کمتری دارند و این یکی از مزایای بزرگ ملاتهای آهکی است. از این مزیت میتوان در بهبود خواص ملات سیمان با اضافه کردن آهک به آن استفاده کرد. ولی به علت میل ترکیبی فراوان آهک با فلزات، نباید آن را با سیمانهای دارای اکسید آلومینیوم مخلوط کرد (تأثیر آهک در ملاتهای سیمانی). از طرفی چون ملاتهای آهکی به کندی سخت میشوند، میتوان مقداری سیمان را جهت تسریع فرآیند خودگیری ملاتهای آهکی به آنها اضافه کرد (تأثیر سیمان در ملاتهای آهکی).
- - سطح اندود از آهک خشک نشده موجب ضایع شدن رنگ آمیزی میگردد. این تأثیر بر روی رنگهای روغنی بیشتر است و رنگ را تجزیه کرده و از بین میبرد.
- - همان طور که قبلاً نیز اشاره شد ملاتهای آهکی نباید در تماس مستقیم با فلزات مورد استفاده قرار گیرند.

نگهداری از آهک:

- شرایطی که در نگهداری از سیمان مطرح است، در مورد آهک نیز صدق میکند. آهک زنده باید دور از اثر آب و دی اکسید کربن هوا و در بسته بندیهای ضد آب نگهداری شود.
- چنانچه آهک مدتی بدون مصرف باقی بماند، جهت استفاده باید آزمایشات کیفیت روی آن انجام گیرد.

گچ ساختمانی

ضرورت استفاده و کاربرد گچ:

- گچ یکی از مصالح پر کاربرد در ساختمان سازی است. علت این امر را میتوان علاوه بر خواص ویژه گچ، ارزان و نیز در دسترس بودن آن دانست. گچ بر حسب روش تولید آن در صنایع مختلفی نظیر سرامیک سازی، شیشه سازی، کشاورزی، پزشکی و... کاربرد دارد. در ادامه به کاربرد گچ در صنایع مختلف اشاره خواهد شد:

- **صنعت ساختمان:** مهمترین استفاده گچ در این صنعت است. از نظر مقدار مصرف حدود ۷۵٪ استفاده از گچ در صنایع ساختمانی برای اندود گچ و خاک، سفیدکاری، تهیه ملات و گچ بریهای تزئینی است. علت این امر را میتوان عدم انقباض حجمی گچ، قابلیت استفاده در سطوح وسیع بدون ترک خوردگی، ایجاد سطح نهایی صاف و یکنواخت و سهولت شکل گیری گچ دانست. **موارد دیگر مصرف گچ در ساختمان عبارتند از:** صفحات پیش ساخته سقف و دیوار، پیاده کردن نقشه روی زمین، نگهداشتن مصالح به طور موقت در جای خود تا ریختن ملات در پشت آنها و...

- **صنعت سیمان:** جهت افزایش زمان گیرش سیمان (دیرگیر کردن).

- **صنعت چینی سازی و سرامیک:** تهیه قالبهای گچی.

- **صنعت شیشه سازی:** تنظیم ویسکوزیته شیشه مذاب (از نظر میزان اکسیژن حل شده در آن)

خواص گچ:

• هنگامی که گچ در آب حل میشود ابتدا قدری منقبض شده سپس با پیشرفت واکنش، انقباض جای خود را به انبساط میدهد. که در ابتدا ۱٪ حجم است ولی به تدریج کم شده و پس از ۲-۱ روز قطع میشود. البته بخش عمده این انبساط قبل از اعمال گچ روی سطوح رخ میدهد و میزان انبساط گچ بر روی سطوح بسیار اندک است. همین انبساط اندک باعث میشود که تمام خلل و فرج گچ پر شده و محلی برای رشد باکتریها و قارچها وجود نداشته باشد. همچنین عدم انقباض گچ بر روی سطوح باعث میشود که در سطح آن ترک ایجاد نشود.

• علاوه بر این گچ هنگام حل شدن در آب مقداری حرارت آزاد می کند به طوری که دمای آن ۲۰ درجه از دمای محیط بیشتر می شود ولی در عین حال نباید آن را در دماهای کمتر از ۵ درجه و بیشتر از ۴۵ درجه سانتیگراد مصرف کرد. عمده خواصی که از گچ انتظار میرود مربوط به زمانی است که سخت و خشک میشود. در ادامه برخی از این خواص بررسی خواهند شد.

خواص گچ:

• خواص فیزیکی:

- وزن مخصوص: وزن مخصوص گچ ساختمانی $2/8$ ، وزن کیسه نلرزیده آن $0/85 - 0/6$ و وزن کیسه لرزیده آن $\frac{gr}{cm^3} 1/4 - 1$ است.
- دانه بندی: اندازه دانه های گچ در زمان گیرش و کیفیت آن تأثیر زیادی دارد. بیشتر از 70% دانه های گچ باید کوچکتر از $0/2$ میلیمتر بوده و زیر دست کاملاً نرم باشند.
- مقاومت گچ در مقابل آب و رطوبت: گچ در مقابل آب و رطوبت بسیار ضعیف است و طبله می کند. برای استفاده از گچ در نما و نیز محل های مرطوب داخل ساختمان می توان از گچ مرمری که در مقابل آب و رطوبت مقاوم است، استفاده کرد. (در مباحث بعد در مورد گچ مرمری توضیح داده خواهد شد.)
- مقاومت در برابر آتش: با توجه به این که گچ سخت شده دو مولکول آب دارد بنابراین هنگام آتش سوزی تا زمانی که این میزان آب کاملاً از بین برود (۲-۳ ساعت) گچ در مقابل آتش مقاومت می کند.

خواص گچ:

- خواص فیزیکی:

- عایق حرارتی: ضریب هدایت حرارتی گچ، متوسط و در حدود $\frac{W}{M^{\circ}C} \times \frac{1}{6}$ است که این میزان با افزایش تخلخل گچ (ایجاد گاز در دوغاب گچ و تولید گچ اسفنجی (Cellular Gypsum)) کاهش یافته و به $\frac{W}{M^{\circ}C} \times \frac{1}{2}$ می‌رسد. البته افزایش تخلخل گچ با کاهش مقاومت آن همراه است.

- عایق صوتی: گچ از خاصیت آکوستیک بودن متوسطی برخوردار است و تقریباً مانع عبور ۶۰٪ از ارتعاشات صوتی می‌شود.

- رنگ: رنگ گچ پس از خشک شدن سفید است. از طرفی گچ از نظر شیمیایی خنثی است از این رو پس از خشک شدن با رنگ‌ها سازگاری دارد و می‌توان روی آن را رنگ کرد. همچنین می‌توان به آب ملات گچ رنگ اضافه کرد و گچ رنگی تهیه نمود.

خواص گچ:

• خواص شیمیایی:

- **خوردگی:** گچ در تماس با فلزات به ویژه آهن، روی و سرب باعث ایجاد خوردگی در آنها و تولید سولفات میشود. لذا باید فلزات در تماس با گچ را به خوبی رنگ کرد.

• خواص مکانیکی:

مقاومت گچ از میزان قفل و بست بلورهای گچ در خمیر آن ناشی می شود. پارامترهای تأثیرگذار بر مقاومت گچ عبارتند از: کیفیت گچ، مواد کندگیر کننده (این مواد عموماً باعث کاهش مقاومت گچ می شوند)، کاهش نسبت آب به گچ (میزان معمول برای این نسبت، ۰/۶ است) و شرایط نگهداری از گچ (محیط مرطوب و نیز گرمای بیش از ۵۰ درجه سانتیگراد مقاومت گچ را کاهش می دهد).

- مقاومت فشاری: این مقاومت ۱/۵ ساعت از گیرش گچ، حدود $35-45 \frac{kg}{cm^2}$ و بعد از ۲۸ روز، حداکثر $60 \frac{kg}{cm^2}$ است.
- مقاومت خمشی: پس از ۲۸ روز مقاومت خمشی گچ به $25 \frac{kg}{cm^2}$ می رسد.
- سختی: سختی گچ اندکی از ۱ بیشتر است ولی سختی گچ کشته از این میزان کمتر است.

اشکال مختلف محصولات گچی:

• اندود و ملات گچ:

- بیشترین کاربرد گچ در کشور ما به صورت اندود و ملات (خصوصاً اندود) است که بعداً شرح داده خواهند شد.

• صفحات گچی (تخته گچی):

- این صفحات فرآورده های پیش ساخته ای هستند که هم برای تیغه چینی و اجرای دیوار غیر باربر و هم در ضخامتهای کمتر به جای اندود گچ بر روی دیوار و سقف مورد استفاده قرار میگیرند. جهت نصب این صفحات بر روی دیوار اجرا شده، از ملاتهای گچی استفاده میکنند یا آنها را توسط میخ و یا پرچ مخصوص به سطح مورد نظر متصل میکنند.

انبار کردن گچ:

- گچ فله ای را باید بلافاصله مصرف کرد ولی گچ کیسه ای را در صورت رعایت برخی نکات، میتوان تا مدتها نگهداری کرد. کیسه های گچ باید در انبارهایی دور از رطوبت نگهداری شوند.
- بدین صورت که کیسه ها را روی تخته هایی که ۱۰ سانتیمتر از زمین و ۲۰ سانتیمتر از دیوار فاصله دارند، بچینند تا هوا در اطراف کیسه ها جریان داشته باشد.
- نباید بیش از ۱۰ کیسه گچ را روی هم چید تا کیسه های زیرین تحت فشار قرار نگیرند.
- در کل شرایط انبار کردن و نگهداری گچ شبیه شرایط نگهداری سیمان است.

ملاطها و اندودها

ضرورت استفاده و کاربرد ملاتها:

- ملات (Mortar) ماده ای خمیری و چسبنده است که جهت اتصال دو ماده ساختمانی به یکدیگر و به وجود آوردن جسمی یکپارچه از استخوانبندی ساختمان به کار رفته و در معرض هوا یا آب سخت میشود. ملات مرغوب سازه بنا را استوار ساخته و با ایجاد یکپارچگی در قطعات، سبب انتقال نیروها به قسمتهای زیرین سازه ساختمان میشود.
- ملاتها از سه جز زیر تشکیل میشوند:
- • یک یا چند ماده چسبنده (سیمان، آهک، گچ و...)
- • یک ماده پرکننده که حدود ۸۰٪ حجم ملات را تشکیل میدهد (انواع سخت دانه ها). ماده پر کننده صرفه اقتصادی ملات را بیشتر میکند.
- • یک ماده روان کننده (آب و...)
- این مصالح باید به دقت اندازه گیری و مخلوط شوند تا به ملات تعادل مطلوبی جهت برآوردن خصوصیات اساسی آن بدهند. از ملات جهت کارهای مختلف ساختمانی نظیر دیوارچینی آجری و سنگی، بندکشی، نصب کاشی و... استفاده میکنند. علاوه بر اینها برای نازک کاری و مسطح کردن سطوح مختلف نظیر دیوارها، لایه ای از ملات را به صورت اندود روی سطح اجرا میکنند.

خواص عمومی ملاتها:

- ملاتها هنگام ساخت به حالت خمیری میباشند و مدتی پس از ملات ریزی سخت میشوند. ملات در حالت خمیری باید دارای خصوصیاتی به شرح زیر باشد:
- ملات خمیری باید یکپارچه باشد و اجزای مخلوط از یکدیگر جدا نشوند.
- از غلظت مطلوبی برخوردار باشد.
- خمیر ملات باید در هنگام تماس با مصالح بنایی (مخصوصاً مصالحی که جاذب آب هستند) آب خود را به یکباره از دست ندهند. زیرا این امر موجب کاهش قدرت چسبندگی ملات میشود.
- ملات در حالت خمیری باید دارای خاصیت نفوذکنندگی باشد تا در قطعات مجاور خود نفوذ کرده و سبب پیوند آنها به خود و به یکدیگر شود. ملات پس از ملات ریزی و سخت شدن باید دارای خصوصیات زیر باشد:
- باید خاصیت چسبندگی داشته باشد که این مهمترین ویژگی ملات است. خاصیت چسبندگی در ملات باید تقریباً تا ۳۰ دقیقه پس از ملات ریزی ظاهر شود و پس از ۱۰ الی ۱۲ ساعت به حداکثر خود برسد.

خواص عمومی ملاتها:

- ملات باید در مقابل نفوذ آب و عوامل جوی مقاوم باشد و خواص خود را از دست ندهد.
- ملات باید در مقابل نیروهای کششی و فشاری ساختمان به اندازه کافی مقاوم باشد. حداقل مقاومت کششی و فشاری ملات باید هم اندازه ضعیف ترین عضو ساختمان باشد. اگر مقاومت فشاری ملات بیشتر از مصالح بنایی دیگر در ساختمان باشد، باعث ایجاد ترک در آنها میشود. اما اگر مقاومت فشاری آن کمتر از مصالح دیگر باشد، در سطح خود ملات ترک ایجاد می شود که در این حالت تعمیر آن عملی تر از حالت اول است.
- رنگ ملات باید یکنواخت باشد. برای رنگی کردن ملات بهتر است از دانه های رنگی نظیر سخت دانه سفید، اکسید فلزات، کربن و... به جای مواد رنگی استفاده شود تا رنگ ملات ثابت بماند. اندازه این سخت دانه ها باید کاملاً متناسب با سایر اجزای تشکیل دهنده ملات باشد. استفاده از رنگهای آلی در ساخت ملاتهای رنگی به هیچ عنوان توصیه نمیشود.

عوامل مؤثر در میزان چسبندگی ملات:

- چسبندگی ملات مهمترین ویژگی آن است. در ادامه مطلب به عوامل مؤثر در میزان چسبندگی ملات اشاره خواهد شد:
- هر چه میزان ماده چسبنده در ملات بیشتر باشد، قدرت چسبندگی آن نیز بیشتر میشود. زیرا با افزایش ماده چسبنده در ملات، مقاومت فشاری آن بالا میرود و با افزایش مقاومت فشاری، چسبندگی ملات نیز افزایش مییابد. ولی افزایش مقدار آب باعث کاهش مقاومت فشاری و در نتیجه کاهش میزان چسبندگی ملات خواهد شد.
- اگر سطح مصالح بنایی که ملات روی آنها ریخته می شود زبر باشد، چسبندگی بین ملات و مصالح بیشتر میشود.
- وقتی که ملات روی سطح ریخته میشود باید بلافاصله جسم بعدی روی آن قرار گیرد در غیر این صورت ملات به تدریج سخت میشود و خاصیت چسبندگی خود را از دست میدهد. همچنین بعد از قرار دادن مصالح بنایی روی ملات نباید آنها را جابه جا کرد زیرا حرکت دادن مصالح باعث شکست چسبندگی بین آنها و ملات میشود.
- هر چه قابلیت نگهداری آب در ملات بیشتر باشد، میزان چسبندگی آن نیز افزایش مییابد. علاوه بر این اگر سطح مصالح بنایی به میزان مناسب قابلیت جذب آب را داشته باشند، دوغاب ماده چسبنده را جذب کرده و باعث افزایش میزان چسبندگی بین ملات و سطح خود میشوند.

دسته بندی انواع ملاتها:

• ملاتها براساس نوع خودگیری، نوع ماده چسبنده، نوع و اندازه ماده پرکننده و کاربرد آنها به گروههای مختلفی تقسیم میشوند. رایج ترین تقسیم بندی ملاتها براساس محیط گیرش آنهاست که از این دیدگاه به دو گروه تقسیم میشوند:

• هوایی

• آبی

ملاتهای آبی:

- ملاتهای آبی به ترکیبی خمیر گفته میشوند که در مجاورت رطوبت و یا در زیر آب گرفته و سخت میگردند.
- بنابراین در صورتی که آب و رطوبت به آنها نرسد، به مقاومت نهایی خود نمی رسند.
- هوای خشک و گرما باعث پوک شدن ملاتهای آبی و جدا شدن رجاها از یکدیگر میشود، در این صورت به مرور زمان قطعات به کار رفته در سازه بنا جابجا می شوند.
- در مواقع یخبندان باید ملات را با پوشش مناسب محافظت نموده تا از یخ زدگی آب آن جلوگیری به عمل آید.
- **ملاتهای آبی باید دارای خصوصیات زیر باشند:**
- **زود گیر باشند.**
- **آب در آنها نفوذ نکند و یا ذرات آنها در آب پخش نشود.**
- **اگر در آب قرار می گیرند باید در برابر نمکها و سولفاتهای احتمالی موجود در آب مقاوم باشند.**

انواع ملاتهای آبی:

• ملات گل آهک:

- ملات گل به تنهایی بعد از خشک شدن ترک میخورد و در آب نیز وا می رود ولی با افزودن آهک به خاک و ساخت ملات گل آهک، این دو مشکل تا حدی برطرف می شوند. این ملات در ساختمانهای معمولی مصرف فراوان دارد. برای تهیه این ملات ۲۵۰-۳۰۰ کیلوگرم دوغاب آهک را در یک متر مکعب خاک رس ریخته و با آب مخلوط میکنند. اگر در ساخت این ملات از آهک خشک به جای دوغاب آهک استفاده شود، آب اضافه شده به ملات قبل از تولید دوغاب آهک، دانه های رسی را احاطه می کند و ترکیب ناقصی حاصل میشود.
- ملات گل آهک در مقابل نیروهای جانبی مقاومت چندانی ندارد از این رو در آن در ساختمان های معمولی جهت آجر چینی و سنگ چینی دیوار و پی استفاده میکنند.
- ملات گل آهک پس از مصرف باید ۲-۳ روز در مجاورت رطوبت قرار گیرد تا سخت شود و پس از حدود یک ماه افت لازم را کرده و مقاومت آن به حدی میرسد که قابل بارگذاری است. توجه به این نکته لازم است که از کلیه ملات هایی که دارای آهک هستند، در کنار فلزات استفاده نشود زیرا باعث خوردگی در فلزات میشوند.

انواع ملاتهای آبی:

• ملات گچ و آهک:

- با اضافه کردن گرد آهک (آهک شکفته) یا دوغاب آهک به گچ ملاتی ساخته میشود که در برابر رطوبت مقاوم است. در ساخت این ملات میزان گرد آهک شکفته باید بیشتر از دو برابر گچ باشد. از این ترکیب در مناطق مرطوب در نماسازی و بعضاً در تزئینات حمامهای سنتی استفاده میشود است.

• ملات ماسه آهک:

- ماده پرکننده این ملات، ماسه و ماده چسباننده آن آهک است. جهت ساختن ملات ماسه آهک حتماً باید از دوغاب آهک استفاده شده و ماسه نیز سرند شده و به صورت آب خورده با آن مخلوط شود. اضافه کردن آب به مخلوط ماسه و آهک مجاز نیست. اگر از ماسه کفی (ماسه ای که با خاک مخلوط است و شسته نیست) استفاده شود، ملاتی به مراتب مرغوب تر و دارای چسبندگی بیشتر حاصل میشود. مقدار آهک در ملات نیز معمولاً ۱۰۰-۳۰۰ کیلوگرم در یک متر مکعب ملات است. این ملات معمولاً در آجرچینی و سنگ چینی مورد استفاده قرار میگیرد ولی استفاده از آن در دیوارهای باربر توصیه نمیشود. بهتر است ملات ماسه آهک تا یک هفته خیس نگه داشته شود.

انواع ملاتهای آبی:

• ملات ماسه سیمان:

- ماده چسباننده این ملات سیمان و ماده پر کننده آن ماسه است. در مواقعی که خطر حمله سولفاتها مطرح است، باید از سیمان ضد سولفات نوع ۲ یا ۵ و یا سیمان پوزولانی استفاده کرد.
- در ساخت این ملات بر خلاف ملات ماسه آهک، ابتدا سیمان را با ماسه خوب مخلوط میکنند سپس آبخوره درست کرده و در نهایت به مخلوط حاصل آب اضافه میکنند. میزان سیمان در این ملات ۲۵۰-۱۰۰ کیلوگرم در متر مکعب میباشد. ملات های پر سیمان برای اندود مصرف میشوند. اگر در این ملات ناخالصی هایی نظیر گچ یا خاک رس وجود داشته باشد، میزان چسبندگی آن کاهش مییابد.
- ملات ماسه سیمان را باید به میزان کم درست کرد تا زود مصرف شود در غیر این صورت خشک شده و مقدار زیادی از مقاومت خود را از دست میدهد. پس از مصرف نیز باید از ملات در شرایط جوی محافظت نمود.

انواع ملاتهای آبی:

• ملات باتارد:

• از مخلوط سیمان، ماسه و آهک تشکیل میشود. میزان سیمان در این ملات حدود ۱۵۰-۱۰۰ کیلوگرم و میزان آهک آن در حدود ۲۰۰-۱۵۰ کیلوگرم در یک مترمکعب ماسه است. می توان از ماسه کفی نیز در ساخت این ملات استفاده کرد. استفاده از آهک در ملات به دلایل زیر صورت میگیرد:

- نفوذ آب را در ملات کم میکند.
- قابلیت نگهداری آب ملات را افزایش میدهد.
- از ترک خوردن ملات جلوگیری میکند.
- مقاومت نهایی ترکیب را افزایش میدهد.
- ملات باتارد پس از مصرف حداقل تا ۴۸ ساعت باید مرطوب نگه داشته شود.

انواع ملاتهای آبی:

• ملات ساروج:

- ساروج ملاتی کندگیر است که از ترکیب آهک با سیلیس فعال شکل میگیرد. در گذشته برای تأمین سیلیس از خاکستری که با سوزاندن فضولات حیوانی حاصل می شد، استفاده میکردند ولی امروزه میتوان از سیلیکافوم (میکروسیلیس) استفاده کرد.
- یکی از معایب اصلی ساروج خاصیت کاهش حجم و ترک خوردگی آن در سطح است. برای جبران این مشکل در گذشته از الیاف گیاهی مانند لویی که از نوعی نی بدست می آمده و همچنین الیاف حیوانی مانند پشم دام یا گاهی موی سر انسان استفاده می کرده اند. بعضاً مواد افزودنی خاصی مانند تخم مرغ به ساروج اضافه میشود که فقط باید با آزمایش اثرات دقیق آن را تعیین نمود.
- در گذشته ملات ساروج در سازه هایی که در تماس مستقیم با آب بوده اند مانند آب انبارها، حمامها، حوضها و ... مورد استفاده قرار میگرفته و استفاده سازه ای نداشته است.
- امروزه مصرف ساروج بسیار کم شده و ملاتهای سیمان جایگزین آن شده اند.

انواع ملاتهای هوایی:

- ملاتهایی هستند که فعل و انفعالات آنها در هوای خشک صورت گرفته و دور از رطوبت مقاوم میشوند.
- چنانچه این ملات در مجاورت رطوبت قرار گیرند، اگر به صورت اندود باشند طبله کرده و اگر در بین رج ها به کار رفته باشند، سازه بنا دچار نقایصی فنی شده و ماهیت خود را از دست میدهد و در نتیجه سبب تخریب بنا میشود.

انواع ملاتهای هوایی-ملاتهای گچ:

- با وجود اینکه ملاتهای گچ هنگام گرفتن با آب ترکیب و به سنگهای گچ مبدل می گردند ولی در گروه ملاتهای هوایی قرار میگیرند، زیرا در آب وا می روند و برای سخت ماندن به هوا نیاز دارند. انواع ملات گچ وجود دارند:

- **ملات گچ خالص:**

- برای ساختن ملات گچ ابتدا مقداری آب در استانبولی (ظرف مخصوص ساخت و یا حمل ملات) ریخته سپس پودر گچ را که قبلاً به نسبت معین مشخص شده است درون آن می پاشیم تا بدین وسیله کلیه دانه ها در مجاورت آب قرار گرفته و تر شوند (نباید آب را به گچ اضافه کرد). مقدار آبی که یک کیلوگرم پودر گچ نیاز دارد تا ملات شود، از لحاظ تئوری ۲/۰ لیتر است. گچ علاوه بر دو خاصیت عمده زودگیر بودن و ازدیاد حجم به هنگام سخت شدن، دارای خواص دیگری نیز هست از جمله آن که گچ آکوستیک است، در آتش سوزی مقاوم میباشد، ارزان و فراوان است و دارای رنگی سفید و خوش آیند نیز هست. لذا از آن برای سفیدکاری اتاقها استفاده میکنند. همچنین برای قشر میانی و نیز اتصال قطعات گچی نیز مناسب است. در بعضی مواقع در محلهایی که احتیاج به یک تکیه گاه موقت داشته باشیم و بخواهیم آجری را برای یک تکیه گاه نه چندان محکم به دیوار متصل نماییم از ملات گچ استفاده میکنیم.

انواع ملاتهای هوایی-ملاتهای گچ:

- **ملات گچ و خاک:** برای ساختن ملات گچ و خاک ابتدا خاک رس را سرنده کرده و به نسبت مساوی با گچ مخلوط میکنند، سپس آنها را در آب ریخته و پس از این که ۵-۶ دقیقه به حال خود رها کردند، از یک طرف هم زده و به مصرف می‌رسانند. این ملات باید به میزان کم تهیه شده و سریع استفاده شود. هر چه میزان خاک رس در ملات بیشتر باشد، دیرگیرتر میشود. علاوه بر این خاک حالت پلاستیکی ملات را بیشتر میکند و نسبت به ملات گچ خالص نیز با صرفه تر است. از ملات گچ و خاک برای اندود دیوارهای داخلی، سقف و... استفاده میکنند.
- **ملات گچ و ماسه:** در مناطق دارای ماسه فراوان، به جای ملات گچ و خاک از ملات گچ و ماسه ریز دانه استفاده میکنند.
- **ملات گچ و سیمان:** برای ساختن این ملات گچ و سیمان را به نسبت مساوی با آب مخلوط کرده و از آن در نماسازی استفاده میکنند زیرا در مقابل عوامل جوی مقاوم است. از این ترکیب به عنوان دوغاب در پایدارسازی دیواره های خاکی نیز استفاده میشود.

انواع ملاتهای هوایی:

- **ملات گچ و پرلیت:** با اضافه کردن پرلیت به گچ، ملات سبکی حاصل میشود که عایق حرارتی و صوتی مناسبی بوده و در برابر آتش نیز مقاوم است.
- **ملات گچ مرمری:** این ملات در نقاط مرطوب و مکان هایی که نیاز به شستشو دارند، کاربرد دارد
- **ملات کاهگل:** ملات کاهگل بیشتر در ساختمانهای روستایی به کار میرود. افزودن کاه به گل جهت جلوگیری از ترک خوردن آن است. این ملات را دو سه روز میخوابانند تا کاملاً خیس بخورد سپس مصرف میکنند. اگر کاهگل برای پوشش بام استفاده شود، در آن نمک می ریزند تا هم در زمستان یخ نزند و هم گیاهان در آن رشد نکنند. از این ترکیب به عنوان عایق رطوبتی بام در بناهای سنتی استفاده میشود. ملات کاهگل علاوه بر سبکی، عایق حرارتی نیز هست لذا جهت جلوگیری از تبادل حرارت، سقف زیرین شیروانی های دو پوشه را با این ملات اندود میکنند.

ملاتهای ویژه:

- **ملاتهای مخلوط آماده:**

- هنگامی که ملات در کارگاه ساخته میشود امکان دارد نسبتهای اختلاط به خوبی رعایت نگردد، بنابراین ملات حاصل عملکرد مطلوبی نخواهد داشت. به همین دلیل است که ملات های مخلوط آماده ساخته شده اند. این نوع ملات ها تحت شرایط کنترل شده و فرموله شده، از پیش مخلوط و به صورت گرد یا مایع بسته بندی میشوند. در ساختار اکثر ملات های آماده، سیمان وجود دارد و مواد دیگری نیز برای ایجاد ویژگی های خاصی به مخلوط اضافه میشوند. چند نمونه از این ملاتها عبارتند از:

- **ملات پاشیدنی سیواکس:** این محصول جایگزین مناسبی برای ملات گچ و سیمان محسوب میشود و از آن برای پوشش نماهای خارجی و داخلی، سقف و... استفاده میکنند و بر روی کلیه مصالح قابل اجراست.

- هنگام مصرف، پودر سیواکس را با آب مخلوط کرده و با استفاده از دستگاه مخصوص، روی سطح پرداخت شده می پاشند. سیواکس را با دست نیز می توان به سطوح مورد نظر پاشید از جمله خواص سیواکس میتوان به مقاومت در برابر رطوبت، سرما و گرما، صدا، فشار و... اشاره کرد.

ملاتهای ویژه:

• • ملات آماده منبسط شونده بر پایه سیمان (به صورت گرد خشک).

• • ملات سیمانی اصلاح شده با مواد پلیمری (به صورت مایع).

• • ملات اپوکسی سه جزئی

• از سه مورد آخر جهت مصارف مختلفی از جمله زیر صفحه ستونها، بولتها، نصب ریل ماشین آلات و... استفاده میکنند.

• این ملات‌ها معمولاً از ماسه و سیمان یا قیر و سیمان و مواد افزودنی تشکیل می‌شوند. در برابر نفوذ آب، یخبندان و نیرو بسیار مقاوم هستند و از آن‌ها معمولاً در سازه‌های پس تنیده استفاده می‌شود.

مواد افزودنی در ملات ها:

- مواد افزودنی جهت ایجاد ویژگیهای خاصی به ملات ها اضافه میشوند
- از جمله مواد تند گیر کننده، روان کننده و حباب ساز برای کار در فصل سرد
- استفاده از مواد ضد سولفات برای ملات هایی که در آب دریا قرار میگیرند، استفاده از آب بند کننده ها در ملات، مواد رنگی و...
- حباب های هوا در ملات، صدمات ناشی از افزایش حجم آب ملات در موقع یخ زدن را به حداقل ممکن کاهش میدهند.

روشهای انتخاب ملات مناسب:

- انتخاب ملات مناسب برحسب محل شرایط محیطی، سرعت خود گیری ملات و نیز خواص ملات انجام میگیرد.
- ملات به محض تماس با مصالح بنایی مقداری از آب خود را از دست میدهد، بنابراین در انتخاب نوع ملات باید به مصالح زیر کار و میزان جذب آب توسط آنها توجه کرد.
- در مناطق گرم و خشک نیز آب ملات به سرعت تبخیر میشود که در این صورت استفاده از ملات های کندگیر کارساز است و نیز میتوان از مواد افزودنی نگهدارنده آب و ضد تبخیر استفاده کرد.
- در هوای سرد و یخبندان استفاده از ملات های زودگیر توصیه میشود. همچنین می توان از مواد افزودنی حباب ساز استفاده کرد.

آماده سازی سطوح زیر کار جهت ملات ریزی:

- موفقیت در چسبندگی بالا و انتقال نیروهای وارده توسط ملات، تا حد زیادی به شرایط سطوح زیر کار بستگی دارد.
- آماده سازی سطوح زیر کار جهت ملات ریزی به طرق زیر صورت میگیرد:
- زدودن سطح از هرگونه چربی یا گرد و غبار و مواد آلوده که مانع پیوند ملات گردد.
- عاری کردن سطح از هرگونه پوسته، زنگ زدگی.
- سطح زیر کار باید پیش از ملات ریزی با استفاده از آب مرطوب شود. اشباع کردن زیر کار موجب جلوگیری از خشک شدن ملات مصرفی (در اثر جذب آب ملات توسط زیر کار) شده و باعث افزایش چسبندگی میگردد. باید توجه کرد که مقدار آب مازاد را قبل از ملات ریزی با استفاده از پمپ، اسفنج، فشار باد، دستگاه و کیوم و... جمع آوری کرد.
- سطوح قدیمی را میتوان به روشهایی نظیر سند بلاست کردن، چکش کاری، مخرس کردن، خراش دادن و زبر کردن آماده کرد.
- سطوح ترک خورده و حفره ها باید قبل از بکار بردن ملات ترمیم شوند.

ملات ریزی و نگهداری از ملات:

- پس از تهیه ملات تا زمانی که کل ملات مصرف شود، ممکن است مقداری از آب آن تبخیر و ملات خشک شود.
- بنابراین باید تمامی ملاتها با حداکثر میزان آبی که میتوان با آنها مخلوط کرد، تهیه شوند. زیرا اگر ملات تهیه شده قبل از مصرف خشک شود، چسبندگی آن کاهش مییابد.
- جهت جلوگیری از این امر میتوان ملات را قبل از ملات ریزی مقداری با پاشیدن آب مرطوب کرد. البته افزودن آب به ملات مقاومت فشاری آن را کاهش داده و نیز در بعضی اوقات باعث بروز تأثیرات زیان آور در ملات میشود، بنابراین افزودن آب به ملات باید طبق دستورات ارائه شده در آئین نامه ها و نیز با توجه به خصوصیات ملات مورد نظر انجام گیرد.
- در شرایط آب و هوایی سرد باید بعد از ملات ریزی، محل مورد نظر را از سرما محافظت نمود.
- در شرایط آب و هوایی گرم نیز باید محل ملات کاری شده را با گونی یا پارچه مرطوب پوشاند و محافظت کرد.

مصالح فلزی

ضرورت استفاده و کاربرد فلزات:

- بازتاب تأثیر فلزات در زندگی انسان کاملاً آشکار است. در واقع اگر فلز نبود، زندگی و تمدن بشری به چنین مرحله ای نمیرسید.
- این مواد گرما و الکتریسیته را به خوبی هدایت میکنند، بر همین مبنا ظروف آشپزی و سیمهای برق از فلز ساخته میشوند.
- فلزات همچنین بسیار محکم اند لذا از آنها در ساخت سازه های ساختمانی استفاده میکنند.
- فلزات به راحتی قابل شکل دادن هستند، بنابراین میتوان از آنها مفتول های ظریف سیمی تا قطعات بزرگ آهنی را تولید کرد.
- علاوه بر اینها، ویژگی قابل بازیافت بودن فلزات، مزایای استفاده از آنها را دو چندان کرده است.
- انواع مختلف فلزات شباهت های زیادی با هم دارند ولی در عین حال تفاوتیایی نیز دارند که مشخص میکند یک فلز تا چه حد برای یک کاربرد خاص مناسب است.
- از ۱۰۹ عنصری که امروزه شناخته شده است، ۸۷ عنصر فلز است. از فلزات به ندرت به شکل خالص استفاده می شود؛ معمولاً با مخلوط کردن یک فلز با فلزات دیگر یا غیر فلزات، آلیاژی از آن را تولید کرده و مورد استفاده قرار میدهند.
- **فلزات به دو گروه عمده فلزات آهنی و غیر آهنی تقسیم می شوند.** فلزات آهنی (آهن، چدن و فولاد) مصرف بیشتری در ساختمان دارند.

فلزات آهنی:

- فلزات آهنی فلزاتی هستند که از آهن (سنگ آهن) تولید میشوند و شامل آهن، چدن و فولاد میباشند.
- با گداختن سنگ آهن در کوره های آهن گدازی، آهن خام تولید میکنند و با آهن خام نیز آهن معمولی، چدن و فولاد میسازند.
- در واقع چدن و فولاد آلیاژهایی از آهن هستند. آلیاژ (چند جوش) ترکیبی از فلزات مختلف است که در صورت لزوم مواد افزودنی غیر فلزی نیز به آن افزوده میشود.

فلزات آهنی:

• آهن:

آهن یکی از رایج‌ترین عناصر زمین است که تقریباً ۵٪ پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. این عنصر (Fe) فلزی سنگین، درخشان و خاکستری رنگ است که از سنگ معدن آهن استخراج می‌گردد و به ندرت به حالت آزاد (عنصری) در طبیعت یافت می‌شود. کاربرد آهن از همه فلزات بیشتر است (با توجه به این که چدن و فولاد را نیز از آهن خام می‌سازند). قیمت پایین و مقاومت بالای ترکیبات آهن، استفاده از آن‌ها را در صنایع مختلف و نیز ساختمان سازی اجتناب ناپذیر می‌کند. این فلز در ساختمان به صورت نبشی، ناودنی، ورق، میخ، پیچ و مهره و... به کار می‌رود.

فلزات آهنی-آهن:

انواع مختلف آهن خام به ساختارهای کریستالی آن بستگی دارد.

- آهن خام سفید: هر گاه آهن خام مذاب را زود سرد کنند، کربن آن به شکل

گرافیت در نمی آید. بنابراین رنگ آن روشن (سفید نقره‌ای) می شود که به آن

آهن خام سفید می گویند و در فولاد سازی به کار می رود. مقدار سیلیسیم در

آهن خام سفید کم است، وزن مخصوص آن بین $\frac{gr}{cm^3} 7/5-7/8$ و جنس آن

سخت و ترد است. سطح شکسته آن دارای دانه‌های ریز و روشن می باشد.

فلزات آهنی-آهن:

- آهن خام خاکستری: هر گاه آهن خام مذاب را به آهستگی سرد کنند، کربن آن به شکل گرافیت در می آید. بنابراین رنگ آن تیره (خاکستری) می شود که به آن آهن خام خاکستری می گویند و در چدن سازی مصرف می شود. مقدار سیلیسیم در آهن خام خاکستری زیاد است (۴-۲٪ وزن آن)، وزن مخصوص آن بین $7 - 7/3 \frac{gr}{cm^3}$ است، ترد نیست و از آهن سفید نرم تر است. سطح شکسته آن دارای دانه های درشت و خاکستری می باشد.
- آهن خام نیمه خاکستری: جنس این آهن خام مابین آهن خام سفید و خاکستری است و در ساختن فولاد و چدن سخت به کار می رود.

فلزات آهنی - آهن:

- تفاوت انواع مختلف آهن در میزان کربن آنهاست. میزان کربن در آهن، چدن و فولاد نیز نشانه جنس آنهاست. چون میزان کربن در آهن خام زیاد است (۵-۴٪ وزن آن) بنابراین ترد بوده و قابلیت چکش خواری و نورد شدن ندارد زیرا در اثر ضربه خرد می شود. کربن همچنین دمای ذوب فلزات را نیز کاهش میدهد. بر همین مبنا با کاهش میزان کربن در آهن خام، دو نوع آهن به شرح زیر تولید میکنند:

- آهن معمولی (آهن): این آهن حدود ۰.۲٪ کربن دارد و از طریق کربنیزاسیون آهن خام به همراه مقداری آهن قراضه در کوره به دست می آید. وزن مخصوص آن $\frac{7}{87} \frac{gr}{cm^3}$ و دمای ذوب آن پایین و حدود ۱۱۳۰ درجه سانتیگراد است. آهن در هوای نمناک زنگ می زند بنابراین نیاز به ضد زنگ و پوشش های محافظ دارد. این فلز مصارف متعددی در صنایع مختلف، ساخت ماشین آلات صنعتی و نیز ساختمان سازی دارد.

فلزات آهنی - آهن:

- آهن خالص (آهن نرم - آهن ورزیده - Wrought Iron): این آهن فقط ۰.۰۲٪ کربن دارد و به دلیل مخلوط شدن مقاداری سرباره با آن، حالت فیبری دارد. دمای ذوب آن بالا و حدود ۱۵۴۰ درجه سانتیگراد است به همین علت جوشکاری با آن امکان پذیر نیست. آهن خالص انعطاف پذیر است و مقاومت کششی بالایی دارد ($۳۵۰۰ \frac{kg}{cm^2}$)، مقاومت آن در برابر خوردگی نیز زیاد است. آهن خالص مصرف ساختمانی ندارد بلکه از آن در ساخت چدن و فولاد استفاده می کنند.

فلزات آهنی - چدن:

چدن آلیاژی از آهن، کربن و سیلیسیم (Fe-c-Si) است که از آهن خام خاکستری ساخته می‌شود. برای ساخت چدن، آهن خام را همراه با مقداری آهن قراضه در کوره‌های مخصوص ذوب می‌کنند تا مقداری از کربن آن بسوزد و ناخالصی‌هایی نظیر گوگرد و فسفر که خصوصیات آن را تا حد زیادی تحت تأثیر قرار می‌دهند، به صورت سرباره خارج گردند. فلز مذاب باقی مانده که حاوی مقداری منگنز نیز هست، چدن نام دارد. منگنز چدن را سخت می‌کند و سیلیسیم هم سبب می‌شود که کربن چدن به صورت گرافیت درآید. میزان کربن در چدن $3/5 - 2\%$ وزن آن است.

فسفر چدن را ترد و آبکی میکند و سبب می‌گردد که حین کار از هم گسیخته شود و گوگرد نیز چدن را کند روان میکند.

فلزات آهنی - چدن:

جنس چدن بستگی به سرعت سرد شدن و نیز جنس آهن خامی دارد که در ساخت آن مصرف می‌شود. قیمت نسبتاً پایین و نیز ویژگی‌های چدن سبب استفاده از آن در صنایع مختلف شده است. در صنعت ساختمان از چدن برای ساخت لوله‌های آب و فاضلاب، نرده، کف پوش، یراق آلات و... استفاده می‌کنند.

فلزات آهنی - چدن:

• خواص چدن:

چدن نیز مانند آهن خام، بدون حالت خمیری از جامد به مایع تبدیل می‌شود. بنابراین قابلیت چکش خواری خوبی ندارد. چدن سخت و شکننده است، مقاومت آن در برابر آتش بیشتر از فولاد بوده و دیر زنگ می‌زند. هر یک متر چدن به ازای هر یک درجه افزایش دما، $0/01$ میلیمتر افزایش طول خواهد داشت. مقاومت کششی چدن باید حداقل $1400 \frac{kg}{cm^2}$ و مقاومت خمشی آن $2700 \frac{kg}{cm^2}$ باشد.

فلزات آهنی - چدن:

• انواع چدن:

- انواع مختلف چدن نیز مانند انواع آهن خام هستند و وجه اشتراک آنها این است که همگی در برابر فشار مقاومند.
- **چدن سفید:** آن به شکل گرافیت در نمی آید. همچنین مقدار کم سیلیسیم در چدن سفید نیز موجب میشود که کربن کمی در آن به شکل گرافیت در آید. سطح شکسته چدن سفید دارای دانه های ریز بوده و جنس آن نیز سخت است به طوری که قابل سوهان کشیدن نیست. از این چدن وسایل کوچک میسازند.
- **چدن خاکستری:** هر گاه چدن مذاب را به آهستگی سرد کنند و نیز مقدار سیلیسیم در آن زیاد باشد، کربن بیشتری در آن به شکل گرافیت در می آید و رنگ چدن را تیره میکند. چدن خاکستری از چدن سفید نرمتر است، شکننده بوده، قابلیت چکش خواری دارد و سطح شکسته آن دارای دانه های درشت است. از این چدن برای ساخت لوله های چدنی، ناودانی، پروفیل پنجره، درپوشهای چدنی کف خیابانها، شبکه چدنی، یراق آلات و... استفاده میکنند.

فلزات آهنی – چدن:

• انواع چدن:

- **چدن نیمه خاکستری:** جنس آن بین چدن سفید و چدن خاکستری است
- **چدن سخت:** برای ساخت چدن سخت، چدن را گرم کرده سپس سطح خارجی آن را زود سرد میکنند و اجازه میدهند که داخل آن به آهستگی خنک شود. بدین ترتیب سطح آن چدن سفید و مغز آن چدن خاکستری است. این چدن دیر ساییده میشود و از آن لوله های زیر دال پلها را میسازند.
- **چدن نرم (دم دیده):** برای اینکه مقاومت چدن در برابر ضربه بالا رود و بتوان آن را چکش کاری کرد، تکه های چدن سفید و نیمه خاکستری را به همراه مقداری گرد سنگ اکسید آهن حرارت میدهند تا بخشی از کربن آن بسوزد، تندی آن کم شده و نرم شود. از این چدن در ساخت وسایل کوچک نظیر یراق در و پنجره، کلید و قفل، شیر آب و... استفاده میکنند.

فولاد:

• فولاد عنصر نیست بلکه معروفترین آلیاژ است که بین $1/5 - 2/0$ % کربن دارد. فولاد پرمصرفترین فلز آهنی است. این فلز را از آهن خام سفید میسازند. بدین ترتیب که آهن خام سفید را همراه با مقداری آهن قراضه حرارت میدهند تا کربن آن بسوزد و برخی از ناخالصیهای آن نیز به صورت سرباره خارج شود. در حال حاضر تقریباً ۵۰% تولید کنونی فولاد در دنیا از آهن قراضه است.

• خواص فولاد:

• فولاد به علت قابلیت شکل پذیری و مقاومت زیاد، یکی از مهمترین مصالح ساختمانی به شمار میرود. خواص فولاد به درصد کربن موجود در آن، عملیات حرارتی انجام شده بر روی آن و فلزهای آلیاژ دهنده موجود در آن بستگی دارد.

خواص فولاد:

- وزن مخصوص: مقدار آن برای فولاد $\frac{gr}{cm^3}$ ۷/۸۵ است.
- انبساط حرارتی: با افزایش دما تا ۱۰۰ درجه، فولاد ۰.۲٪ منبسط می‌شود.
- قابلیت شکل پذیری: فولاد را می‌توان به هر شکل دلخواهی در آورد.
- قابلیت اتصال: با استفاده از اتصال خشک (پیچ و مهره یا تا کردن) و اتصال تر (جوش کاری) می‌توان قطعات مختلف فولادی را به یکدیگر متصل کرد.

خواص فولاد:

- اکسیداسیون: فولاد در برابر رطوبت و نمک‌ها به سرعت زنگ می‌زند (اکسید می‌شود) و یا پوسیده می‌گردد. همان گونه که قبلاً ذکر شد، برای مقابله با زنگ زدگی فولاد می‌توان عناصری نظیر کرم، مس، وانادیم و نیکل را به آلیاژ آن اضافه کرد. این گونه فولادها (Cor-Ten) هنگام استفاده باید طوری قرار داده شوند که آب باران از روی آنها بر مواد دیگر مخصوصاً بتن و شیشه نچکد چون باعث ایجاد لکه روی آنها می‌شود. همچنین برای جلوگیری از زنگ زدگی فولاد، می‌توان سطح آن را قلع اندود (حلبی)، روی اندود (آهن سفید) و یا با مواد آلی و پلاستیکی رنگ کرد.

خواص فولاد:

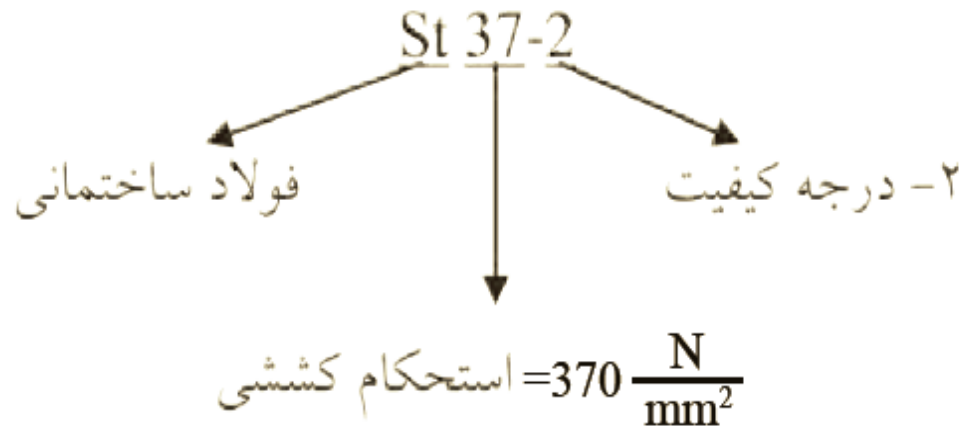
- مقاومت‌های مکانیکی: مقاومت کششی فولادهای مختلف متفاوت است. امروزه مقاطع مختلف فولاد را بر اساس مقاومت کششی آنها به صورت ST۳۳، ST۳۷، ST۴۵، ST۵۰ و ST۵۲ نام‌گذاری می‌کنند که مقاومت کششی هر یک به ترتیب ۳۳۰۰، ۳۷۰۰، ۴۵۰۰، ۵۰۰۰ و $۵۲۰۰ \frac{kg}{cm^2}$ است. مقاومت فشاری، برشی، خمشی، ضربه‌ای و نیز سختی فولادهای مختلف بر حسب آلیاژ آنها متفاوت است. خواص مکانیکی فولاد را می‌توان با عملیات مختلف گرمایی و سپس سرد کردن تحت شرایط مختلف، تغییر داد. سرد کردن فولاد می‌تواند به صورت سریع در آب یا روغن (آب‌دیده کردن) و یا به آهستگی به وسیله دستگاه خنک کننده یا در هوا صورت گیرد. تأثیر هر یک از این روش‌ها بر فولاد، متفاوت خواهد بود.

خواص فولاد به عنوان یک مصالح ساختمانی مناسب :

- تغییر شکل در اثر بارگذاری و ایجاد تنش یکنواخت
- وجود خاصیت الاستیک و پلاستیک
- شکل پذیری
- خاصیت چکش خواری و تورق
- خاصیت خمش پذیری
- خاصیت فنری و جهندگی
- خاصیت چقرمگی
- خاصیت سختی استاتیکی و دینامیکی
- مقاومت نسبی بالا
- ضریب ارتجاعی بالا
- جوش پذیری
- همگن بودن
- امکان استفاده از ضایعات
- امکان تقویت مقاطع در صورت نیاز

انواع فولادها:

- اصول نام گذاری فولادها:
- عناصر تشکیل دهنده، استحکام و درجه مرغوبیت فولاد به کمک حروف و اعداد در قالب نام فولاد معرفی میشود. حروف شناسایی برای فولادهای ساختمانی معمولی است. پس از این حروف، عددی نوشته می شود که با ضرب کردن آن عدد در ۱۰ مقدار حداقل استحکام کششی فولاد بر حسب نیوتن بر میلیمتر مربع به دست می آید. پس از عدد مربوط به استحکام، خط تیره قرار می گیرد و سپس درجه کیفیت فولاد به وسیله اعداد ۱ تا ۳ معرفی میشود.



- درجه ۱: برای کارهای معمولی که نوشته نمی شود
- درجه ۲: برای کارهای مهم

- درجه ۳: برای فولادهایی که آرام ریخته گری شده و دارای درجه خلوص و خواص جوش کاری خوب میباشند

انواع فولاد:

۱. فولاد نرم (Mild Steel): درصد کربن در این فولاد کم و حدود 0.2% است. این فولاد را نمی‌توان در ابزار سازی به کار برد بلکه از آن برای ساخت سیم، لوله، ورق فولادی و تیرهای فولادی مورد استفاده در سازه ساختمان‌ها استفاده می‌کنند.

۲. فولاد متوسط (Medium Steel): درصد کربن در این فولاد بین 0.2% تا 0.6% است. این فولاد در ساخت ریل، دیگ بخار و ماشین آلات به کار می‌رود.

۳. فولاد سخت (Hard Steel): درصد کربن در این فولاد زیاد و بین 0.6% تا 1.5% است. از این فولاد برای ساخت ابزار آلات، مت، فنر، کارد و چنگال و... استفاده می‌کنند.

همان‌طور که قبلاً اشاره شد، با افزودن برخی عناصر به فولاد، فولادهای ویژه‌ای جهت مصارف خاص، تولید می‌کنند. من جمله فولاد ضد زنگ، فولاد مقاوم در برابر آب و هوا (Cor-Ten)، فولاد مقاوم در برابر گرما و...

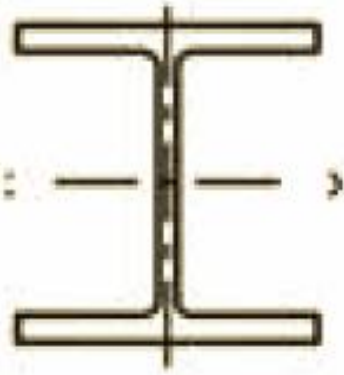
موارد استفاده از فولاد:

- ۱۰ - تیر آهن
- ۲۰ - ناودانی
- ۳۰ - تیر لانه زنبوری
- ۴۰ - تیر ورق
- ۵۰ - خرپا
- ۶۰ - نبشی
- ۷۰ - سپری
- ۸۰ - ورق
- ۹۰ - تسمه
- ۱۰۰ - انواع شمش های چهارپهلوی
- ۱۱۰ - انواع لوله
- ۱۲۰ - انواع قوطی
- ۱۳۰ - مش پیش جوش ساده و آجدار
- ۱۴۰ - آرماتور و انواع آرماتور: ساده و آجدار (A2، A3)

موارد استفاده از فولاد:



نیم پهن
(IPE)



(IPB)



I معمولی
(INP)



ناودانی



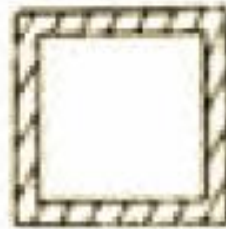
نبشی



سپری



لوله



قوطی



چهارسو



میلگرد



تسمه

میلگرد یا آرماتور:

- فولادی است که در بتن برای جبران مقاومت کششی پایین آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. فولادی که به این منظور در سازه‌های بتن آرمه به کار می‌رود به شکل سیم یا میلگرد می‌باشد و فولاد میلگرد نامیده می‌شود. البته در موارد خاصی از فولاد ساختمانی نظیر نیمرخ‌های تیر آهن، ناودانی و یا قوطی نیز برای مسلح کردن بتن استفاده می‌شود.
- **خاموت:** آرماتورهای عرضی که به دور آرماتورهای طولی و اصلی در شناژها بسته می‌شوند خاموت نام دارند.
- از آرماتور بندی به منظور قوی ساختن ساختمان، پل، سد و... استفاده میشود، آرماتور بند با بستن میلگردها به هم توسط سیم آنها را به هم متصل میکند
- **مشخصه‌های محاسباتی مهم میلگرد:**
- **مقاومت تسلیم:** مقدار تنشی که در آن بدون افزایش بار تغییر طول نمونه فولادی ازدیاد می‌یابد، تنش تسلیم یا مقاومت تسلیم یا مقاومت جاری شدن می‌نامند.
- **اسپیسر میلگرد:** اسپیسر میلگرد المانی می‌باشد که به منظور ایجاد فاصله میلگرد از سطح بیرونی بتن مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- **مقاومت کششی:** از تقسیم حداکثر بار ثبت شده در آزمایش کشش بر سطح مقطع اولیه به دست می‌آید

طبقه بندی فولاد میلگرد:

- در کشورهای مختلف فولاد میلگرد با استانداردهای متفاوتی تولید می‌شوند و در هر استاندارد دی طبقه بندی مشخصی در ارتباط با خواص مکانیکی فولادها وجود دارد. در ایران قسمت عمده فولادهای میلگرد که توسط کارخانه ذوب آهن اصفهان تولید می‌شوند با استاندارد روسی مطابقت دارند. فولادی که در ایران تولید می‌شود (طبق استاندارد روسی) به سه گروه تقسیم می‌شود:
- **فولاد نوع A1** از نوع صاف بوده و مقاومت تسلیم و مقاومت کششی آن به ترتیب ۲۴۰۰ و ۳۶۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می‌باشد.
- **فولاد نوع A2**، از نوع آجدار با مقاومت تسلیم ۳۴۰۰ و مقاومت کششی ۵۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است
- **فولاد نوع A3**، نیز از نوع آجدار با مقاومت تسلیم ۴۰۰۰ و مقاومت کششی ۶۰۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع می‌باشد.

طبقه بندی فولاد میلگرد:

- از نظر نوع قطر میلگردها نیز استانداردهای تولید کنندگان متفاوت است.
- در سیستم روسی که در کارخانجات ذوب آهن اصفهان مورد استفاده است میلگردها از قطر ۶ تا ۴۰ میلیمتر ساخته می‌شوند.
- جوشکاری میلگرد تنها روش مجاز و قابل استفاده برای جوشکاری میلگردها به یکدیگر با روش جوشکاری فورجینگ سر به سر میلگرد می‌باشد که با استفاده از اعمال فشار حین حرارت دادن با گاز اکسیژن و استیلن صورت می‌پذیرد.

انواع پروفیل های ساختمانی:

- **الف) پروفیل های نور گرم:** از نور گرم شمش فولادی ساخته می شود.
- **ب) پروفیل نور سرد:** از شکل دادن ورق های فولادی از طریق خم کردن و پرس ایجاد میشود.
- **ج) پروفیل های مرکب:** از اتصال چند پروفیل گرم و سرد ایجاد می شود.
- **نکته)** از پروفیل های نور سرد فقط در کارهای سبک ساختمانی استفاده می شود.
مانند: لایه ها، ناودانی، تیرهای تکیه گاهی سقف کاذب و چارچوب درهای ساختمان

موارد مصرف پروفیل های ساختمانی:

- **موارد مصرف لوله ها:** لوله های درزجوش را می توان از ابعاد، جنس، نحوه تولید، نحوه تست و مصارف کاربردی آنها به صورتهای مختلف تقسیم بندی کرد. در تقسیم بندی ها رایج است که **لوله های درزدار به سه دسته لوله های صنعتی، لوله سیاه آب و لوله حفاری تقسیم بندی** کنند. اما این تقسیم بندی دقیق نیست و نمی تواند مشخصات لوله های مختلف کاربرد آنها را بیان کند

- **موارد مصرف پروفیل ها:**

- ۱- قسمت اعظمی از پروفیل ها به منظور ساختن در و پنجره های آهنی بکار می روند. این پروفیل ها که به صورت گروهی از شماره ۱ تا ۷ (از لحاظ اندازه و مشخصات) تقسیم بندی شده اند می توانند در ساخت پنجره ها و چهارچوب آنها مورد استفاده قرار بگیرند.

- ۲- پروفیل های مربع و مستطیل با مقاطع کوچک به عنوان نرده های فلزی برای در و پنجره منازل، کناره راه پله ها و همچنین نرده کشی اطراف دیوارهای کارخانجات و زمینهای محصور شده و نرده پیاده روها و خیابانها بکار می روند.

موارد مصرف پروفیل های ساختمانی:

- ۳- پروفیل های مربع و مستطیل با مقاطع بزرگتر که معروف به ستونی می باشند موارد استفاده متعددی در صنعت و ساختمان سازی دارند. این پروفیل ها که در مقاطع مربع از ۶۰*۶۰ میلی متر تا ۲۷۰*۲۷۰ میلی متر و در مقطع مستطیل از ۴۰*۱۰۰ میلی متر تا ۱۳۵*۳۰۰ میلی متر ساخته می شوند و ضخامت آنها از ۲/۵ تا ۸ میلی متر می باشند می توانند در ساختن ستون و اسکلت فلزی ساختمانها بکار روند. همچنین اگر این پروفیل ها با مشخصات فیزیکی قابل اطمینانی ساخته شوند در ساختن شاسی تریلرها و نفت کش قابل استفاده اند.
- ۴- از پروفیل های قوطی مربع و مربع مستطیل در صنایع خودروسازی نیز استفاده می شود.
- ۵- از پروفیل های قوطی مربع در ساختن پایه میز و صندلی نیز استفاده می گردد.
- ۶- پروفیل هایی که به صورت Z تهیه می شوند، اکثراً برای پوشش سقف سوله ها بکار می روند.
- ۷- پروفیل های نبشی و ناودانی با روش نورد سرد نیز تولید می شوند. پروفیل نبشی از بال ۲۰ تا ۵۰ میلی متر و پروفیل های ناودانی ۱۰، ۱۲، ۱۸ در این دسته از محصولات قرار می گیرند. از پروفیل های نبشی می توان در ساختن چهارچوب درهای بزرگ آهنی و انواع قالبهای فلزی بکار رفته در ماشین آلات استفاده کرد. ناودانی های کوچک در مواردی نظیر در کرکره ای مغازه ها بکار می روند.

موارد مصرف پروفیل های ساختمانی:

• **تیر لانه زنبوری:** با تبدیل تیر آهن معمولی به تیر لانه زنبوری مدول مقطع وممان اینرسی مقطع تیر و مقاومت خمشی آن افزایش می یابد و در نتیجه ، تیری حاصل می شود با ارتفاع بیشتر ، قویتر وهم وزن تیر اصلی و با کم شدن وزن مصالح وسبک بودن تیر ، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه تر خواهد بود و از فضاهای ایجاد شده (حفره ها) در جان تیر می توان لوله های تاسیساتی و برق را عبور داد

• **خرپا (Truss):** سازه ای صلب و مثلثی شکل می باشد که اعضای آن مستقیم و بدون انحنا بوده و اتصال اعضای آن با یکدیگر به صورت مفصل (لولا) می باشد. به دلیل نوع اتصال اعضای خرپا به صورت مفصل با یکدیگر نیروی گشتاور در خرپا تاثیری ندارد و به همین دلیل خرپاها جزء سازه های ساده باربر محسوب می شوند که در پل ها، سقف ها، در سوله های با دهانه های بلند و سازه های فضایی کاربرد دارند.

موارد مصرف پروفیل های ساختمانی:

• تیورق:

- تیرهای فولادی نورد شده دارای ابعاد و اندازه های استاندارد هستند و در یک محدوده اندازه مشخص تولید میشوند و به ویژه در ایران ، این محدودیت برای پروفیلها بسیار شدیدتر است .
- بسیاری از موارد پیش می آید که در طرح یک سازه فولادی نیاز به استفاده از پروفیلهای با شماره های بالای می شود که یا در ایران تولید نمی شوند یا قیمت بسیار بالایی دارند .
- از طرف دیگر ، شاه تیر هایی که برای ساختن پلها با دهانه های بسیار بزرگ مورد نیاز هستند گاهی آنچنان ابعاد بزرگی دارند (مثلا عمق مقطع آنها ممکن است به چند متر برسد) که هیچ پروفیل نورد شده ای در هیچ کجای دنیا یافت نمی شود که تا آن میزان بزرگ باشد .
- در چنین مواردی ، استفاده از تیر ورق ، یک راه حل اقتصادی و مطمئن می باشد .
- تیورق از برش ورق و جوش دادن آنها به یکدیگر و تبدیل آن به تیر ایجاد میشود



آلومینیوم:

- آلومینیوم در صنعت ساختمان در ساخت در و پنجره، ناودانی ها، پوشش بام و دیوار، تزئینات داخلی، قطعات سازه ای و نیمرخهای مختلف ساختمانی و... نیز از ورقهای نازک آلومینیوم به منظور آب بندی استفاده می شود. این ورقها منعکس کننده هستند و حداقل انتقال را دارند، بنابراین میتوانند نقش عایق حرارتی را نیز ایفا کنند.
- - آلومینیوم را نباید با فلزات دیگر با هم مصرف کرد، زیرا جریان برق آن را تجزیه میکند.
- - نباید از آلومینیوم برای ساختن لوله آب گرم، منبع آب گرم و منبع بخار آب استفاده کرد.
- - سطح این فلز زود خراش بر میدارد لذا هنگام تمیز کردن آن باید دقت شود.
- - زمانی که نیاز باشد ورق آلومینیوم تا شود، بهتر است از آلومینیوم خالص که نرم تر است استفاده شود زیرا آلیاژهای آن هنگام تا خوردن ترک بر میدارند.
- - نباید آلومینیوم را منگنه کرد زیرا کنار سوراخ منگنه، ترک مویی ایجاد می شود، بنابراین بهتر است که آن را با مته سوراخ کرد. جهت اتصال قطعات آلومینیومی از چهار روش پیچ و مهره یا پرچ، لحیم کاری، جوشکاری و چسباندن استفاده میکنند.

مس:

- مس فلزی سرخ رنگ، جلا پذیر و نرم است که بعد از فولاد و آلومینیوم بیشترین کاربرد را دارد.
- در صنعت ساختمان در سیم کشی، ساخت لوله های آب سرد و گرم، قطعات اتصال لوله ها، منبع آب گرم، پوشاندن شیروانی بام (مس سخت شده)، آب بندی بام، ساخت ناودانی، میخ مسی برای کوبیدن ورقهای شیروانی، دستگیره در، محوطه سازی و... .
- آلیاژهای مس شامل آلیاژ مس و روی (برنج)، آلیاژ مس و قلع (برنز)، آلیاژ مس و قلع و روی (مفرغ) و ... نیز در ساختمان کاربرد دارند
- مس نرم است و به راحتی شکل مورد نظر را به خود میگیرد. این فلز انعطاف پذیر، چکش خوار و قابل جوش و لحیم کاری است.
- رسانایی الکتریکی مس از فلزات دیگر بیشتر است و تقریباً نیمی از فرآورده های مس در صنعت برق به کار میروند.

مس:

- مس در مجاورت هوا اکسید میشود و لایه نازک سیاه رنگی از اکسید مس سطح آن را می پوشاند.
- مس در برابر آب دریا مقاوم است ولی اسیدهای معدنی و بازها به آن آسیب می رسانند.
- مس در برابر ملاتهای تازه، مقاوم است.
- آبهای حاوی املاح مسی باعث ایجاد لکه در مصالح ساختمانی و افزایش خوردگی در آنها میشوند.
- مس را نباید با آهن، آلومینیوم، سرب و روی با هم به کار برد، زیرا حل می شود. این مسئله هنگام ساخت مخزنهای آب گرم باید مد نظر قرار گیرد.

سرامیک و کاشی

ضرورت استفاده و کاربرد سرامیک و کاشی:

- **سرامیک عبارتست از:** هر شیء جامد و تردی که ماده اصلی تشکیل دهنده آن مواد غیر آلی و غیر فلزی بوده و از مخلوط خاک رس با ماسه و فلدسپار در دمای بالا به دست می آیند و توسط توده شیشه مانندی که کاملاً صاف و صیقلی است، انسجام می یابند.
- سرامیکها کاربردهای وسیعی در ساختمان سازی دارند و چون دارای سطحی صاف، قابل شستشو و مقاوم در برابر رطوبت هستند، اغلب جهت پوشش دیوار، کف، تزئینات داخل و خارج ساختمان و ساخت لوازم بهداشتی مورد استفاده قرار میگیرند.
- **کاشی یکی از انواع سرامیک است** که عموماً جهت پوشش دیوار در فضاهای مرطوب ساختمان و نیز محلهایی که به نظافت بیشتری احتیاج دارند، مورد استفاده قرار میگیرد. نظیر حمام، توالت، آشپزخانه، رختشویخانه، کارخانجات دارای محیط شیمیایی، آزمایشگاهها، بیمارستانها و... از کاشی همچنین برای تزئین داخل و خارج مساجد به وفور استفاده میکنند.
- **خاکی که در تولید کاشی به کار میرود با خاک سرامیک متفاوت است**
- **مقاومت فشاری و لعاب کاشی از سرامیک کمتر است و لعاب آن مقاومت کمتری در برابر آب دارد،** از این رو استفاده از کاشی به عنوان پوشش کف چندان مرسوم نیست. ولی چون سرامیک در کف سازی استفاده میشود، از ضخامت بیشتری بر خوردار است.
- **نوعی از سرامیک را که بدون لعاب است و از خاک نه چندان مرغوب ساخته میشود، سفال (گل پخته) مینامند.**

خواص عمومی سرامیک ها و کاشی ها:

خواص عمومی سرامیک ها و کاشی ها عبارتند از:

- مقاومت شیمیایی در برابر عوامل جوی، آب، اسیدها، بازها، نمک ها و حلال های آلی.

- جذب آب سرامیک حدود ۴٪ و جذب آب کاشی بین ۱۷-۱۲٪ است.

- سرامیک ها و کاشی ها تا حدی مانند عایق رطوبتی و حرارتی عمل می کنند.

- مقاومت فشاری سرامیک حدود ۴۰۰ و کاشی حدود $200 \frac{kg}{cm^2}$ است.

- مقاومت در مقابل فرسایش.

نقطه ضعف عمده مواد سرامیکی معمولی، تردی و شکنندگی آنها در برابر ضربه

و تنش های حرارتی است. این مواد نمی توانند حرارت را به صورت مناسبی انتقال دهند

بنابراین در آنها تنش ایجاد شده و می شکنند. همانند شکستن ظروف سرامیکی

نامرغوب هنگام ریختن آب داغ در آنها.

انواع سرامیک ها و کاشیها:

- **استون ور (Stoneware):** سرامیکهای متراکم با رنگ روشن.
- **پرسلین (Porcelain):** سرامیک سفید و تا حدی نور گذاران که در مقابل آب، مواد شیمیایی، ساییدگی، فشار و... بسیار مقاوم است. امروزه پرسلین رنگی نیز تولید شده است.
- **تراکوتا (Terra-Cotta):** سفال سرخ.
- **کاشی دیواری ورقه ای:** این کاشیها با نظم و فاصله خاص کنار یکدیگر و روی ورق کاغذی ویژه، پلاستیک مشبک یا یک لایه مشبک پارچه ای قرار گرفته اند. در نتیجه کار نصب را بسیار ساده میکنند، ولی از کاشیهای تک با همان کیفیت گرانتر هستند. همچنین از لحاظ اندازه، رنگ و طرح در مقایسه با کاشیهای تک محدودترند.
- **کاشی سیمانی:** ماده اصلی تشکیل دهنده این کاشی، به جای خاک رس، سیمان است و بیشتر مناسب محیطهای خارجی میباشد.
- **کاشی معرق:** در زمانی که صنعت رنگ آمیزی کاشی پیشرفت چندانی نکرده بود، به وجود آمد. بدین ترتیب که برای جلوگیری از اختلاط رنگها با یکدیگر در مرحله پخت، هر رنگ را جداگانه روی یک قطعه کاشی میپختند. سپس نقوش هر رنگ را روی کاشی همان رنگ با اره موئی می بریدند و هنگام نصب، رنگهای مختلف را کنار یکدیگر می چیدند تا طرح مورد نظر به دست آید.

انواع سرامیک ها و کاشی ها:



تصویر شماره ۱۴.۸. کاشی
معرق



تصویر شماره ۱۳.۸. کاشی
سالتیلو



تصویر شماره ۱۲.۸. کاشی
ورقه‌ای

انواع مختلف کاشی در طرح، رنگ و ابعاد مختلف از ۱×۲ و ۲×۲ تا ۴۰×۴۰ سانتیمتر ساخته می‌شوند. ولی رایج‌ترین و پرکاربردترین اندازه برای کاشی، ۱۵×۱۵ سانتیمتر است. ضخامت کاشی‌ها نیز از ۶-۸ میلیمتر تجاوز نمی‌کند و اشکال مختلفی نظیر یک لب پخ، دو لب پخ، انحنادار (برای انتهای نبش‌ها) و... دارند.

راهنمای شناخت سرامیک و کاشی مرغوب:

- سرامیک ها و کاشی ها باید دارای سطح و لبه های کاملاً صاف، گوشه های گونیا و اندازه های یکسان باشند. ضخامت لعاب آنها نیز باید در همه قسمت های سطح به یک اندازه باشد. روشهای زیر جهت آزمایش مرغوبیت سرامیکها و کاشیها به کار میروند:
- - دو عدد سرامیک یا کاشی را از سمت لعاب آنها روی یکدیگر قرار داده و گوشه های آنها را با انگشت می فشارند. در این صورت اگر دارای سطحی صاف باشند، با فشار انگشتان حرکتی احساس نمی شود.
- - لبه های دو عدد سرامیک یا کاشی را کنار یکدیگر قرار میدهند، در این صورت اگر دارای لبه های صافی باشند، بین دو لبه فاصله ای وجود ندارد.
- - گونیا بودن گوشه های سرامیک یا کاشی را نیز میتوان با کنار هم چیدن ۴ عدد از آنها و ایجاد یک شکل مربع، بررسی کرد.
- - برای آزمایش مرغوبیت لعاب سرامیک یا کاشی، آنها را به مدت ۱۲ ساعت در فریزر قرار داده سپس در آب جوش می اندازند. اگر لعاب این شرایط را تحمل کند و ترک بر ندارد، ضریب انبساط مطلوبی دارد.
- - سفالها نیز باید در برابر یخبندان مقاوم باشند، آب در آنها نفوذ نکند، توپر باشند و در اثر ضربه، صدای زنگ بدهند.

شیشه

ضرورت استفاده و کاربرد شیشه:

- شیشه جسمی بیرنگ، سخت، شکننده و شفاف است که در ساختمانها برای گذر دادن نور و روشنایی و حفاظت داخل بنا از عوامل جوی نظیر باران، برف و... به کار میرود. از طرفی قیمت شیشه نسبت به سایر مصالح ارزانتر است و به ساختمان جلوه خاصی نیز میبخشد. در گذشته برای پخش نور شیشه را به صورت جام ساخته و در رأس گنبدها قرار میدادند و به آن شیشه جام میگفتند. از این رو امروزه نیز شیشه های در و پنجره را شیشه جام مینامند. شیشه علاوه بر نورگذرانی، موارد استفاده فراوانی دارد که به برخی از آنها پرداخته خواهد شد:
- – ساخت آینه، شیشه های مواد خوراکی، ظروف آزمایشگاهی و پزشکی.
- – ساخت پشم و تار شیشه.
- – استفاده از خرده شیشه به عنوان سخت دانه در ساخت بتن، با هدف بازیافت مواد زائد.
- – استفاده از شیشه برای پوشش مصالح مختلف جهت حفظ آنها از رطوبت و نیز ایجاد ظاهری زیبا که پوشش شیشه ای روی سرامیکها را لعاب و روی فلزات را مینا یا لعاب شیشه ای می نامند

خواص عمومی شیشه:

• خواص فیزیکی:

• وزن مخصوص: $\frac{gr}{cm^3} 2/5$

• **خواص نوری شیشه:** قسمتی از نوری که به شیشه تابیده میشود، منعکس میگردد و مابقی نیز با شکست از شیشه عبور میکند. هر چه شیشه نازک تر، یکنواخت تر و بیرنگ تر باشد، نور بیشتری از خود عبور میدهد. عموماً شیشه های معمولی از عبور اشعه ماوراء بنفش خورشید که میزان اندک آن برای سلامتی جانداران لازم است، جلوگیری میکند. از این رو امروزه به خصوص برای مکانهای بهداشتی و درمانی، شیشه هایی تولید میشوند که این اشعه را از خود عبور میدهند.

• • **هدایت حرارتی:** شیشه حرارتی زیادی را از خود عبور میدهد. البته طول موج نور هدایت شده به داخل ساختمان در اثر برخورد با اشیاء درون بنا، تغییر میکند و دیگر قادر به عبور از شیشه نیست. به همین علت است که همیشه گلخانه ها در زمستان گرمای مطلوبی دارند.

• • **هدایت الکتریکی:** شیشه نمی تواند جریان الکتریسیته را از خود عبور دهد. با این حال افزایش دما موجب افزایش رسانایی الکتریکی شیشه میشود.

خواص عمومی شیشه:

• خواص شیمیایی:

- شیشه در برابر تمام مواد شیمیایی حتی اسیدهای قوی مقاومت کرده و دچار خوردگی نمیشود. فقط اسید فلوئوریک شیشه را در خود حل کرده و آن را مات میکند

• خواص مکانیکی:

- مقاومت فشاری: $60 - 120 \frac{N}{mm^2}$
- مقاومت کششی: $30 - 90 \frac{N}{mm^2}$
- مقاومت خمشی: $40 \frac{N}{mm^2}$
- مقاومت مکانیکی شیشه با ضخامت و جنس آن ارتباط مستقیم دارد. ضخامت شیشه را بر حسب ابعادش انتخاب میکنند.
- **سختی:** میزان سختی شیشه ۶-۷ است و همه اجسام جز الماسه ها را خط میاندازد.
- **شیشه در برابر کم و زیاد شدن حرارت خیلی حساس است و در آن تنش ایجاد شده و ترک میخورد.**

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

- **شیشه جام معمولی:**

- شیشه های جام معمولی به دو شکل مسطح و خم ساخته میشوند:

- **– شیشه جام مسطح:** این شیشه ها بیشترین درصد شیشه های مورد استفاده در ساختمانها را به خود اختصاص میدهد و با ضخامتهای ۲۵–۲/۵ میلیمتر (شامل شیشه های مسطح معمولی و سنگین) تولید میشوند

- **– شیشه های جام خم یا انحنادار:** برای ساخت شیشه خم، آن را حرارت میدهند تا به حالت نیمه خمیری درآید. سپس آن را روی قالبهای مخصوص میگذارند تا شکل بگیرد. در نهایت شیشه را به آرامی سرد میکنند. شیشه های با ضخامت کم را حتی تا ۹۰ درجه هم خم میکنند. البته در محل خم لازم است که از یک قوس اتصال با شعاع انحنای کافی استفاده شود. شیشه های دو جداره، سکوریت، لمینت و... را نیز میتوان به صورت خم درآورد. از شیشه خم اغلب در اتومبیل، ویتترین مغازهها، ساختمانهایی با طراحی گرد و... استفاده میکنند.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

- **شیشه دو جداره (مضاعف - عایق):** شیشه دو جداره (یا چند جداره) از دو یا چند لایه شیشه تشکیل شده که توسط میله جدا کننده (اسپیسر) آلومینیومی در محیط پیرامون آنها از یکدیگر فاصله پیدا میکنند. بین لایه های شیشه نیز هوا یا گازی مخصوص (معمولاً گازهای بی اثر) تزریق میشود. در حقیقت همین فضای خالی مبنای اصلی شکل گیری شیشه های عایق به شمار میآید.
- لایه های شیشه در شرایط کنترل شده کارخانه ای، با استفاده از درزگیر غیر قابل نفوذی (بوتیل) به میله جدا کننده می چسبند. درون میله جدا کننده با ماده رطوبت گیر پر می شود تا این ماده سبب جذب بخار و رطوبت هوای بین دو شیشه شود. همچنین جهت متعادل نمودن فشار هوای بین دو جداره شیشه با هوای بیرون، میتوان شیر دو طرفه ای را در اطراف شیشه دو جداره نصب کرد تا از اعوجاج ظاهری و احتمال شکست آن بر اثر اختلاف فشار جلوگیری شود.
- شیشه های دو جداره میتوانند به صورت ترکیبی از انواع شیشه های مختلف نظیر شیشه ساده، رنگی، رفلکس، لمینت، سکوریت و... تولید شوند.
- با استفاده از هر مترمربع شیشه دو جداره با فریم استاندارد میتوان در سال به میزان ۴۰ متر مکعب در مصرف گاز صرفه جویی نمود و نیز به تعداد ۱/۲۲ عدد از پره های رادیاتور کاست. از دیگر مزایای این شیشه میتوان به: عایق حرارتی، عایق صوتی و کاهش امکان تشکیل قطرات آب بر روی سطح شیشه (به علت گرمتر بودن لایه درونی آنها) اشاره کرد.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

- **شیشه لامینت (لایه دار - نشکن):**
- شیشه لامینت از دو یا چند ورق شیشه تشکیل شده که پیوند میان آنها توسط یک یا چند لایه میانی رزین ایجاد گردیده است.
- گاهی لایه ای از جنس نایلون را با چسب های شفاف بین دو لایه شیشه نیز قرار میدهند. ممکن است چسب را طوری انتخاب کنند که جایگزین لایه نایلونی شود. این لایه نایلونی مانع فرو ریختن قطعات شیشه خرد شده در اثر ضربه، میشود. به همین جهت به این شیشه ها، نشکن نیز میگویند.
- این نوع شیشه با جلوگیری از عبور اشعه مضر ماوراء بنفش (UV) مانع از کمرنگ شدن پارچه، فرش و مبلمان میشود. همچنین میزان صوت عبوری از شیشه را کاهش میدهد.
- شیشه لامینت نسبت به شیشه دو جداره، عایق صوتی مناسبتری محسوب میگردد. بنابراین اگر یکی از جداره های شیشه دو جداره، از شیشه لامینت باشد، به مراتب خاصیت عایق صوتی بهتری خواهد داشت.
- از شیشه لامینت میتوان در ساختمانهای تجاری، مسکونی، اداری، فرودگاهها، بانکها، بیمارستانها، کارخانه ها، کابین آسانسور، پوشش استخر، پارتیشن ها و... استفاده کرد.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

- **شیشه سکوریت (آبدیده - پیش تنیده):**

- سکوریت، شیشه ای است که استحکام آن از طریق عملیات حرارتی افزایش یافته است. طی این فرآیند شیشه را تا دمای نرم شدن (حدود ۷۰۰ درجه سانتیگراد) گرم و سپس با دمیدن جریان سریع هوا، به طور یکنواخت و بر د و سطح آن، سرد میکنند. این اقدام سبب ایجاد برخی تغییرات فیزیکی در شیشه شده ولی شکل ظاهری آن ثابت میماند.

- با توجه به اینکه در شیشه سکوریت تنشهای کششی و فشاری درونی با یکدیگر در تعادل میباشند، نمی توان بر روی آن عملیاتی نظیر برش، خم و یا سوراخ کردن انجام داد. بر همین مبنا پیش از انجام عملیات سکوریت، باید ابعاد و کلیه مشخصات شیشه در نقشه اجرایی به طور دقیق مشخص گردد.

- منظور از آبدیده در عنوان این نوع شیشه، باز پخت شدن آن، و نیز منظور از پیش تنیده همان گرم کردن و سپس سرد کردن سریع شیشه است. پیش تنیده کردن ممکن است از طریق اصلاح شیمیایی نیز صورت گیرد.

- از مزایای شیشه سکوریت میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- استحکام خمشی و مقاومت آن در برابر ضربه در مقایسه با شیشه معمولی با همان ضخامت، ۵-۳ برابر است.

- مقاومت آن در برابر تغییرات ناگهانی دما یا شوک حرارتی در حدود ۳ برابر افزایش یافته و میتواند حدود ۲۷۵ درجه سانتیگراد حرارت را تحمل کند.

- هنگام شکستن، به ذرات ریزی تبدیل شده که صدمات جانی و مالی کمتری در پی خواهد داشت.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

برای آن که گلوله شیشه را سوراخ نکند، حداقل چهار لایه شیشه سکوریت را به یکدیگر می چسبانند تا ضخامت آن به ۶۰-۲۵ میلیمتر برسد. گلوله در اثر برخورد به این شیشه ها کمانه کرده و به داخل آن ها فرو نمی رود.

• شیشه ضد گلوله:

شیشه مسلح با قرار دادن یک لایه توری فلزی از جنس فولاد در میان شیشه ساخته می شود. می توان به جای لایه توری، از الیاف فولادی نیز استفاده کرد. ضخامت این نوع شیشه ۶-۴ میلیمتر است و از آن در آسانسورها، ورودی ساختمان ها، موتورخانه ها و دیگر فضاهایی که که خطر شکستن شیشه در آن ها وجود دارد، استفاده می کنند. زیرا شیشه مسلح در برابر ضربه، خم شدن و آتش سوزی مقاوم است. بهتر است که شیشه های مسلح مطابق ابعاد مورد نیاز، در کارخانه ساخته شوند. زیرا گرچه امکان برش آن ها وجود دارد، ولی بر اثر برش، سر سیم های مسلح کننده لخت شده و امکان زنگ زدن آن ها فراهم می گردد.

• شیشه مسلح:

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

شیشه های مقاوم در برابر حرارت و آتش (پیرکس)

این نوع شیشه ها که بیشتر با نام تجاری پیرکس (Pyrex Glass) شناخته می شوند، در برابر دماهای زیاد، مقاومت بسیار خوبی دارند. یکی از دلایل مقاومت دمایی این نوع شیشه ها این است که ضریب انبساط و انقباض آنها بسیار اندک است لذا بر اثر گرم و سرد شدن های سریع، نمی شکنند. در ساخت شیشه پیرکس از اکسید بوریس، سیلیس و... استفاده می شود به همین جهت به آن شیشه بورو سیلیکاتی (Borosilicate Glass) نیز می گویند. از پیرکس در ساخت ظروف آشپزخانه، پوشش جلوی بخاری ها، شومینه ها و... استفاده می شود و چون در برابر مواد شیمیایی هم مقاومند، در ساخت ظروف آزمایشگاهی نیز به کار می روند.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

- **شیشه جاذب حرارت (گرماگیر):**
- این نوع شیشه با جذب حرارت مانع از ورود گرما و اشعه مادون قرمز به داخل ساختمان میشود. هر چه شیشه ضخیم تر باشد، حرارت بیشتری را جذب میکند.
- شیشه های جاذب حرارت در سه رنگ خاکستری، سبز و برنزی تولید میشوند. رنگ این شیشه ها از بیرون دیده میشود ولی از درون پیدا نیست. از شیشه جاذب حرارت در بیمارستانها، آزمایشگاهها، انبارهای مواد غذایی، مدارس، ادارات و نیز در مکانهایی که سطح بزرگی از شیشه در معرض تابش آفتاب قرار دارد، استفاده میکنند.
- **شیشه آینه ای شفاف:**
- برای ساخت این نوع شیشه، به مواد خام آن اندکی اکسید سرب اضافه میکنند و در نهایت نیز هر دو طرف شیشه را می ساینند و جلا میدهند. این شیشه از شیشه جام معمولی بسیار روشنتر و شفاف تر است. از شیشه آینه ای برای ویتترین مغازه ها، درهای بزرگ ساختمانی، رومیزی و... استفاده میکنند. می توان شیشه آینه ای را به صورت گرماگیر ساخت تا دمای زیاد هوا به کالاهای درون ویتترین مغازه ها آسیب وارد نکند.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

- **شیشه انعکاسی (بازتابنده - رفلکس - جیوه ای):**
- یک سطح این شیشه با یک پوشش فلزی یا اکسید فلزی منعکس کننده نور و حرارت پوشانده شده است. از این رو نور خورشید را منعکس میکند و در کاهش حرارت و درخشندگی نور (خیرگی آفتاب) مؤثر است. پوشش این شیشه در انواع رنگها تولید میشود.
- شیشه انعکاسی از محیط تاریک به محیط روشن به صورت شفاف و مثل شیشه معمولی دیده میشود، ولی از محیط روشن به تاریک مثل آینه نیز عمل میکند.
- هنگام شب که داخل ساختمان روشن و بیرون آن تاریک است، شیشه مزبور از خارج به صورت شفاف و از داخل به صورت آینه دیده میشود.
- این شیشه در کلیه اماکن قابل استفاده است. اما باید توجه کرد که در محلهایی که از نور کمی بهره میگیرند، کمتر استفاده شود. چون محیط را تاریکتر میکند.
- همچنین هنگام نصب این شیشه باید توجه داشت که قسمت پوشش دار آن به سمت داخل ساختمان قرار گیرد.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

• شیشه کوارتزی:

- شیشه کوارتزی از ذوب کردن سیلیس خالص در حرارت زیاد و بدون استفاده از گداز آورها تولید میشود تا بتواند اشعه ماوراء بنفش را از خود عبور دهد.
- این اشعه از شیشه های معمولی و شیشه هایی که با استفاده از گداز آورهای سدیمی و پتاسیمی ساخته شده اند، عبور نمی کند. میزان زیاد اشعه ماوراء بنفش باعث سرطان پوست می شود ولی مقدار معینی از آن برای جانداران سودمند و برای رویش و رشد گیاهان ضروری است.
- بدین سبب از شیشه کوارتزی در گلخانه، بیمارستانها و... استفاده می کنند. البته باید به این نکته توجه کرد که اشعه ماوراء بنفش باعث رنگ پریدگی پارچه و فرش میشود و این مسأله باید در محل قرار گیری این نوع شیشه مدنظر قرار گیرد.
- علاوه بر اینها شیشه کوارتزی در برابر کم و زیاد شدن حرارت، مقاومت خوبی دارد. از این رو برای ساخت ظروف آشپزخانه نیز مورد استفاده قرار میگیرد.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

• شیشه های مات:

- عبور نور از شیشه های مات کمتر از شیشه های معمولی است و قابلیت رؤیت اجسام پشت آنها و وضوح آنها نیز بسیار کمتر است. انواع شیشه های مات به روشهای گوناگونی ساخته میشوند که در ادامه خواهد آمد.

• شیشه تار:

- برخی از فضاها در ساختمان نیاز به روشنایی مختصری دارند و نیز لازم است که از بیرون، داخل آنها دیده نشود. بدین لحاظ، در این مکانها از شیشه های تار که شفافیت آنها کم است و فقط مقدار اندکی نور را از خود عبور میدهند، استفاده میشود. برای ساخت شیشه تار، به مواد خام آن فلوئورید سیلیسیم یا فلوئورید سدیم اضافه میکنند. مواد مذکور هنگام سرد شدن شیشه، زودتر سرد و بلوری میشوند، در نتیجه شیشه تار میشود. از دیگر راههای تار کردن شیشه، پاشیدن تحت فشار گرد سیلیس بر روی آن است. همچنین میتوان روی شیشه اسید فلوئوریک ریخت تا شیشه را در خود حل کرده و آن را تار کند.
- تمیز کردن چربیها، اثر انگشت و... از روی شیشه های تار به نسبت شیشه های معمولی سخت تر است.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

- **شیشه مشجر (طرحدار):**

- شیشه مشجر نیز نور کمی را از خود عبور میدهد و مانع دید کامل میشود، بدین طریق که نقش روی این شیشه سبب شکست نور شده و شیء مشاهده شده در پشت آن کاملاً واضح دیده نمیشود. شیشه مشجر به طریقه نورد تولید میگردد، بدین صورت که با گذشتن خمیر شیشه از بین دو غلتک، نقش خاصی که بر روی غلتک تحتانی حک شده، بر روی شیشه منتقل میشود.

- شیشه های مشجر در طرحها و رنگهای متنوعی تولید میشوند. از این رو می توانند در تزئینات داخلی ساختمان نیز نقش ایفا کنند. **این شیشه ها هم به صورت معمولی و هم به صورت شیشه دو جداره، سکوریت و یا شیشه مسلح ساخته میشوند.**

- هنگام نصب شیشه های مشجری که فقط یک طرف آنها طرح دارد، بهتر است که سطح طرحدار در قسمت خارج ساختمان قرار گیرد تا از آلودگی دائم شیشه در قسمت داخل جلوگیری به عمل آید.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

• شیشه ماسه پاشیده شده:

- بر اثر پاشیدن ماسه بر روی سطح شیشه میتوان آن را مات کرد. اگر بخواهند با این روش طرحی را به روی شیشه ایجاد کنند، قسمتهایی را که نباید ماسه پاشی شوند با چسب میپوشانند و پس از انجام عمل ماسه پاشی، چسبها را بر میدارند.
- استفاده از شیشه ماسه پاشی شده در مناطق مرطوب مناسب نیست، زیرا عرق کردن شیشه به تدریج مات بودن آن را از بین می برد. همچنین در صورت استفاده از این نوع شیشه در شیشه های دو جداره، می باید سطح ماسه پاشی شده آن در سمت میانی قرار گیرد.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

• شیشه رنگی:

- برای تولید شیشه رنگی، هنگام ذوب مواد خام، مواد رنگی خاصی به آن اضافه میکنند و بدین طریق مغز شیشه را رنگین میکنند. به این گونه شیشه ها، شیشه های رنگین مغز نیز میگویند. شیشه رنگی میتواند گرمای نور خورشید و شدت آن را کاهش داده و فضای آرامش بخشی به وجود آورد.
- مواد رنگین کننده ای که به خمیر شیشه افزوده میشوند، عبارتند از:
 - – آهن، برای رنگهای سبز و قهوه ای.
 - – کروم، برای رنگ سبز.
 - – کبالت، برای رنگ آبی.
 - – مس، برای رنگهای سرخ و سبز متمایل به آبی.
 - – منگنز، برای رنگهای بنفش و سرخ متمایل به آبی (سرخابی).
 - – نقره و گوگرد، برای رنگ زرد و سلنیم، برای رنگ زرد لیمویی.
- برای آنکه شیشه رنگ شیر پیدا کند، به خمیر آن اکسید قلع کلسیم اضافه می کنند و به آن شیشه شیری میگویند. این شیشه، مات نیز هست.

انواع شیشه های ساختمانی (شیشه جام):

- **شیشه رنگ شده:**

- برای تهیه شیشه رنگ شده، شیشه معمولی را داخل دوغاب رنگ فرو میبرند تا دو طرف آن آلود شود، سپس آن را می‌پزند. اما این لایه رنگی ممکن است در اثر گرما، سرما، انبساط و انقباض از شیشه جدا شود که این امر به کیفیت مواد و تکنولوژی تولید بستگی دارد.

- جهت رفع این مشکل و افزایش دوام و مقاومت شیشه رنگ شده، سطح شیشه را حرارت می‌دهند تا مقداری از سطح آن ذوب شود، سپس ماده رنگی را با آن مخلوط میکنند. نکته شایان ذکر در مورد شیشه های رنگ شده این است که قابلیت عبور دهی نور در آنها از شیشه های رنگی کمتر است.

- در گذشته برای ساختن شیشه چند رنگ، پس از پخت جداگانه هر رنگ، از روی نقشه قسمتی از رنگ را از روی شیشه می‌تراشیدند تا زیر آن نمایان گردد. به جای این کار میتوان قبل از اجرای هر رنگ، نقاطی را که نباید رنگ شوند، با چسبهای نسوز مخصوص پوشاند.

اشکال خاص شیشه:

• الیاف شیشه:

برای تولید الیاف شیشه، شیشه مذاب را از سوراخ‌های ریزی به قطر یک میلیمتر و کمتر عبور می‌دهند تا به شکل رشته‌های نازک درآید. هنگام بیرون آمدن رشته‌ها، آن‌ها را با فشار هوا سرد می‌کنند سپس روی قرقره چرخنده می‌پیچند.

الیاف شیشه از مقاومت کششی و قابلیت شکل پذیری بالایی برخوردارند و در برابر خوردگی نیز مقاومند. این الیاف بر حسب نوع و میزان مقاومتشان جهت کاربردهای مختلفی از جمله ساخت مواد مرکب (کامپوزیت‌ها)، لاستیک‌ها، بتن الیافی، پشم شیشه، بافتن پارچه‌های زینتی نظیر پرده و... مورد استفاده قرار می‌گیرند.

• پشم شیشه:

در ساخت پشم شیشه از الیاف شیشه استفاده می‌شود. از ملات گچ و پشم شیشه، تخته‌های گچی می‌سازند که به منظور عایق کاری حرارتی و صوتی به کار می‌روند. در مورد پشم شیشه در فصل عایق‌های حرارتی بیشتر صحبت خواهد شد.

اشکال خاص شیشه:

کف شیشه (شیشه اسفنجی)

برخی مواد نظیر گرافیت (کربن) بر اثر حرارت، گاز تولید می‌کنند. اگر گرد این مواد را با گرد شیشه مخلوط کرده، داخل قالب بریزند و حرارت دهند، آن گاه مخلوط حاصل گاز تولید کرده، کف می‌کند و کل قالب را پر می‌کند. از این محصول به عنوان عایق حرارتی یا صوتی استفاده می‌شود.

۹۲٪ حجم کف شیشه را حباب تشکیل می‌دهد و دارای وزن مخصوصی حدود $0.2 \frac{gr}{cm^3}$ می‌باشد. این ماده از چوب پنبه نیز سبک‌تر است و می‌توان آن را ااره یا رنده کرد و یا در آن میخ کوبید. می‌توان روی قطعات کف شیشه را با روکش‌های پلاستیکی، فلزی و یا سرامیکی پوشاند و از آنها در نماسازی استفاده کرد.

اشکال خاص شیشه:

شیشه محلول در آب (آب شیشه)

این محصول مایعی شفاف و لزج است که پس از سخت شدن، بی‌رنگ و شیشه‌گون می‌شود. در ساخت آب شیشه از آهک استفاده نمی‌شود. خواص اصلی این ماده چسبندگی و مقاومت در برابر آتش است. لذا از آن به صورت اندود برای مقاوم کردن مصالح در برابر آتش و هوا استفاده می‌کنند. آب شیشه پس از سخت شدن، در برابر نفوذ رطوبت مقاوم می‌شود و می‌توان آن را در ساخت ملات‌ها نیز به کار برد. اگر گرد سیمان سفید یا گرد سیلیس پوک را با آب شیشه مخلوط کنیم، خمیری به دست می‌آید که می‌توان از آن به عنوان بتانه شیشه استفاده کرد. دیگر کاربردهای این محصول عبارتند از: تهیه رنگ‌های نسوز، ماستیک‌های ضد حرارت، اندود کردن چوب، آب‌بندی کردن سطح خارجی رنگ‌های آهکی و ...

اشکال خاص شیشه:

شیشه سرامیکی

اگر فرآورده‌های شیشه‌ای را به مدت طولانی در اجاق‌های سرامیک پزی حرارت دهند، مولوکول‌های شیشه متبلور شده و شیشه سرامیکی تولید می‌شود. این ماده از مقاومت شیمیایی، الکتریکی و مکانیکی بالایی برخوردار است. این ویژگی‌ها و نیز مزایای دیگری نظیر چگالی کم و ضریب انبساط حرارتی بسیار پایین (حتی منفی) شیشه سرامیکی باعث کاربرد فراوان آن در صنایع مختلف شده است. در ساختمان سازی از این محصول برای ساخت کاشی‌ها، سنگ‌های ساختمانی، لوله‌ها و پوشش‌های مقاوم در برابر خوردگی استفاده می‌کنند.

اشکال خاص شیشه:

آجر شیشه‌ای توپر (کاشی شیشه‌ای)

از آجرهای شیشه‌ای توپر برای پوشاندن سقف فضاهایی که نورگیری آنها فقط از سقف امکان پذیر است، استفاده می‌کنند. این آجرها به علت توپر بودن و نیز ضخامت کافی، تحمل بارها و ضربه‌های وارده را دارند. هنگام اجرا، آجرها را داخل قاب‌های شبکه بندی شده قرار می‌دهند و برای اتصال آنها به قاب از چسب‌های قوی استفاده می‌کنند. از ملات سیمان سفید و پودر سنگ به صورت کم آب نیز می‌توان به عنوان ماده چسباننده استفاده کرد.

آجرهای شیشه‌ای در انواع ساده، مات، مشجر و... تولید می‌شوند.

اشکال خاص شیشه:

آجر شیشه‌ای تو خالی (بلوک شیشه‌ای)

برای ساخت آجر شیشه‌ای تو خالی، دو تکه شیشه تو گرد را روی هم قرار داده و با حرارت به هم می‌چسبانند. روش دیگر ساخت این آجرها این است که خمیر شیشه را در قالب می‌گذارند و در آن هوا می‌دمند، سپس سطح لبه‌های بلوک را با ملات ریزدانه و یک ماده چسباننده پوشش می‌دهند.

از بلوک‌های شیشه‌ای با ابعاد مختلف می‌توان در نورگیرها، دیوارهای داخلی، سقف کاذب، نما سازی و... استفاده کرد. میزان عبور نور از آجرهای شیشه‌ای تو خالی بیشتر از نوع توپر آنها است. این بلوک‌ها از لحاظ عملکرد نوری به سه دسته زیر تقسیم می‌شوند:

اشکال خاص شیشه:

آجر شیشه‌ای تو خالی (بلوک شیشه‌ای)

- بلوک‌های شیشه‌ای هادی نور (**Light-directing Block**): این بلوک‌ها نور ورودی (نور خورشید و نور لامپ) را به سمت بالا و سقف هدایت می‌کنند. لذا برای این که نور هدایت شده از آن‌ها باعث آزار چشم نشود، باید آن‌ها را در تراز بالاتر از چشم یعنی در ارتفاع حدود ۱/۸ متر نصب کرد.
- بلوک‌های شیشه‌ای پخش کننده نور (**Light-diffusing Block**): این بلوک‌ها نور ورودی را به طور یکنواخت در کل فضا پخش می‌کنند. از این رو قابل نصب در هر ارتفاعی هستند.
- بلوک‌های شیشه‌ای چند منظوره: این بلوک‌ها هر دو ویژگی بلوک‌های قبلی را دارا می‌باشند و در ابعاد مختلف جهت تأمین نور و زیبایی به کار می‌روند.

عایق‌ها

ضرورت استفاده و کاربرد عایق های حرارتی:

- یکی از عوامل مهم در تأمین شرایط آسایش انسان در فضاهای داخلی، تنظیم درجه حرارت آنها است.
- امروزه با پیشرفت تکنولوژی ضخامت پوسته خارجی ساختمان به حداقل کاهش یافته، از این رو تبادل حرارتی آن با محیط خارج افزایش یافته است.
- عایق های حرارتی به میزان قابل توجهی مانع این تبادل حرارت شده و هزینه های گرمایش و سرمایش و فضاهای داخلی را تا حد زیادی کاهش میدهند.
- همین امر موجب صرفه جویی در مصرف انرژی نیز خواهد شد. به طوری به کمک عایق حرارتی میتوان یک خانه را در زمستان ۵ درجه سانتیگراد گرمتر و در تابستان ۱۰ درجه خنک تر نگه داشت.

ضرورت استفاده و کاربرد عایق های حرارتی:

• **عایق کاری حرارتی، با جنس مرغوب مزایای زیر را به همراه خواهد داشت:**

- ۱- میتوان دیوارها را با ضخامت کمتری ساخت، در این صورت فضای قابل استفاده داخل ساختمان بیشتر میشود.
- ۲- با جلوگیری از هدر رفتن گرما و سرمای تولید شده در داخل ساختمان، علاوه بر صرفه جویی در مصرف انرژی و هزینه های گرمایش و سرمایش، میتوان حجم تأسیسات حرارتی و تهویه را تا ۲۵٪ کاهش داد.
- ۳- با عایق کاری مناسب میتوان دمای فضاهای مختلف را ثابت نگه داشت. حرارت مناسب در محیط مسکونی ۲۰ درجه سانتیگراد، در حمام ۲۵ درجه، در محیط کار ۱۸ درجه و در کارگاههای فعال ۱۷ درجه است.
- ۴- در صورتی که اختلاف درجه حرارت هوای داخل اتاق و سطح دیوارها کمتر از ۳ درجه سانتیگراد باشد، علاوه بر ایجاد جریان آزار دهنده هوا، ساکنین اثر ناخوشایند مرسوم به دیوار سرد را احساس میکنند که ناشی از تابش انرژی از پوست به سطح دیوار است. در شرایط گرما نیز به طور مشابه انتقال انرژی تابشی از دیوار به ساکنین احساس ناخوشایندی در آنها ایجاد میکند که این مشکل با عایق کاری حرارتی دیوار حل خواهد شد

خواص عمومی عایق های حرارتی:

- **وزن مخصوص:** عایق های حرارتی معمولاً پوک هستند زیرا هر چه خلل و فرج در آنها بیشتر باشد، کارایی آنها نیز افزایش خواهد یافت. مصالح عایق حرارتی معمولاً زیر $\frac{gr}{cm^3} < 0.7$ وزن مخصوص دارند.
- **مقاومت حرارتی:** مقاومت در برابر انتقال حرارت، نشان دهنده ارزش حفظ حرارت مصالح ساختمانی است و هر چه میزان آن بیشتر باشد، مطلوبتر است زیرا تبادل حرارتی داخل و خارج ساختمان را کاهش میدهد. میزان مقاومت حرارتی مصالح مختلف در درجه اول به جنس آنها و سپس به ضخامت آنها بستگی دارد. به عنوان مثال مقاومت حرارتی یک دیواره بتنی با ضخامت ۱۱۵ سانتیمتر با یک لایه پشم شیشه به ضخامت ۲/۵ سانتیمتر برابر است. در مورد مصالح با جنس یکسان، آنکه ضخامت بیشتری دارد، از مقاومت حرارتی بالاتری نیز برخوردار است. لذا هنگام عایق کاری حرارتی ساختمان باید از پرس کردن عایق پرهیز کرد زیرا در اثر فشردن، ضخامت آن و در نتیجه مقاومت حرارتی آن کاهش مییابد. در انتخاب نوع عایق بهتر است حتی الامکان عایق سبکتر ولی با ضخامت بیشتر انتخاب شود.
- **ضریب انبساط:** مصالح عایق حرارتی نباید در مقابل حرارت، ازدیاد طولی زیاد و مخرب داشته باشند. در غیر این صورت با منبسط شدن و ایجاد فشار به مصالح مجاور و اتصالات، مشکل آفرین خواهند شد.

اشکال مختلف عایق های حرارتی:

- **عایق های پتویی:** این عایق ها با مصالح انعطاف پذیر نظیر پشم سنگ، پشم شیشه و...، در ضخامتهای مختلف تولید میشوند و بعضاً دارای روکشهای آلومینیومی یا روکشهایی از جنس کاغذهای صنعتی هستند و برای ایزولاسیون لوله ها و سطوح منحنی به کار میروند.
- **عایق های پانلی (تخته ای):** این عایق ها جهت پوشش سطوح از قبیل دیوارها، سقف و کف به کار میروند و عموماً از جنس پلی استایرن، پلی یورتان، پشم سنگ و... هستند.
- **عایق های بلوکی (دالهای عایق):** دالها یا بلوکهای عایق به صورت قطعات صلب و گاهی نیز به صورت چند لایه از مصالحی نظیر کف شیشه، پلاستیکها، انواع بتنهای سبک و... ساخته میشوند.
- **عایق های فله ای (انباشتی):** این عایق ها به دو صورت الیافی (نظیر الیاف پشم سنگ، پشم شیشه، پشم سرباره، الیاف گیاهی و...) و دانه ای (نظیر پرلیت، پلی استایرن، پوکه های معدنی، خرده های چوب و...) در مکانهایی که شکل هندسی مشخصی ندارند یا در ملات ها به کار میروند.

اشکال مختلف عایق های حرارتی:



تصویر شماره ۹.۱۴.
عایق فله‌ای



تصویر شماره ۸.۱۴.
عایق بلوکی



تصویر شماره ۷.۱۴.
عایق پانلی



تصویر شماره ۶.۱۴.
عایق پتویی

اشکال مختلف عایق های حرارتی:

• **عایق های پاشیدنی:** این عایق ها از مخلوط تارها و مصالح ریزدانه با انواع مواد چسباننده ساخته شده و به روی سطوح مختلف پاشیده میشوند. عموماً از پوکه های معدنی، پرلیت، پنبه کوهی و... به عنوان ریزدانه و از دوغاب سیمان، گچ و یا چسبهای شیمیایی به عنوان ماده چسباننده استفاده میکنند.

• **عایق های کفی:** این عایق ها از دو جزء رزینهای پلیمری ساخته میشوند که هنگام اختلاط با هم کف کرده و فضاهای خالی را پر میکنند. از عایقهای کفی در میان دیوارها و منافذی که دسترسی به آنها وجود ندارد، استفاده میکنند. علاوه بر اشکال رایج یاد شده، امروزه عایقهای گوناگونی به صورتهای مختلف نظیر رنگهای عایق، ورق هایی با ضخامتهای بسیار کم و... نیز تولید شده اند.

اشکال مختلف عایق های حرارتی:



عایق کفی



عایق پاشیدنی

انواع مصالح عایق حرارتی:

- عایق های حرارتی را بر حسب موادی که در ساخت آنها مورد استفاده قرار میگیرند، دسته بندی میکنند. در ساختار برخی از این عایق ها حبابهای هوا وجود دارد که این حبابها باعث کاهش هدایت حرارت میشوند. برخی دیگر از عایق ها حرارت را باز می تابانند که در این صورت باید پشت آنها حدود ۲ سانتیمتر فاصله هوایی تعبیه شود.

- **عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:**

- مواد اولیه این عایق ها چه به صورت خالص و چه ناخالص، از معادن استخراج شده و فرآوریهای انجام شده بر روی مواد اولیه، ساختار مولکولی آنها را دگرگون نکرده است. در اکثر عایق های این گروه، عنصر سیلیسیم یکی از مواد اصلی بوده که ساختار عایق بر پایه آن شکل گرفته است. مهمترین تشابهات در این گروه عبارتند از:

- **– تحمل حرارتی بالا (حتی برخی از آنها جزء مواد دیرگداز به شمار میآیند).**

- **– مقاومت کم در برابر نفوذ رطوبت.**

- عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی انواع گوناگونی دارند.

عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:

• پشمهای معدنی:

- فرآورده های پشم های معدنی از قدیمی ترین و شناخته شده ترین انواع عایق ها هستند که از مذاب سنگ، سرباره و یا شیشه ساخته میشوند. بارزترین وجه تشابه اعضای این گروه، الیافی بودن ذرات آنهاست که در دانسیته های بالا به صورت پانلهای فشرده در دسترس میباشند. برخی ویژگیهای پشمهای معدنی به قرار زیر است:
- – حداکثر تحمل حرارتی این نوع عایق ها در حدود ۸۰۰ درجه سانتیگراد و مربوط به پشم سرباره است.
- – بزرگتر شدن ضخامت الیاف آنها از حدود ۶ میکرون (خارج از استاندارد) باعث شکننده شدن آنها شده و حالت ارتجاعی خود را از دست میدهند.
- – برخی از انواع آنها میتوانند به صورت عایق صوتی نیز به کار روند ولی در مقابل رطوبت باید کاملاً محافظت شوند.
- – پاشش ذرات آنها در فضا و تداوم مجاورت با آنها میتواند سبب بروز ناراحتیهای تنفسی یا پوستی گردد.
- – برای شکل دادن به آنها از نوعی چسب رزینی مخصوص استفاده میشود که به دلیل پایین تر بودن تحمل حرارتی آن، مقاومت حرارتی محصولات چسب دار تا حدود ۳۵۰ درجه سانتیگراد کاهش مییابد.

عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:

- **پشم شیشه:** عبارت است از الیاف بسیار نازک تارهای شیشه که تقریباً به هم متصل میباشند. این الیاف را با هم یکپارچه میکنند و روی کاغذهای آلومینیومی، سربی، قیری، کرافت (کاغذهای صنعتی) و یا تورهای سیمی قرار میدهند. از پشم شیشه برای عایق کردن بامهای شیب دار بر روی ورقه های پوشش زیرین و در بامهای تخت در زیر پوشش آسفالتی یا نمدی استفاده میشود. از جمله ویژگیهای این محصول میتوان به موارد زیر اشاره کرد:
- - مقاومت حرارتی عایق پشم شیشه با دو عامل ضخامت و دانسیته رابطه مستقیم دارد. چنانچه در عایق کاری در مورد ضخامت عایق با محدودیت رو به رو باشیم، استفاده از عایق پشم شیشه با دانسیته بالاتر توصیه میشود.
- - پشم شیشه جزء مواد اشتعال ناپذیر به شمار میآید.
- - ضریب جذب صدای پشم شیشه ۰/۸۵ است بنابراین استفاده از آن تا ۳۰ دسی بل صدا را کاهش میدهد. این در حالی است که با کاهش هر ۵ دسی بل، شدت صوت به نصف کاهش مییابد.
- - مقاومت کششی پشم شیشه به علت به هم پیوستگی الیافش بیشتر از مقاومت فشاری و خمشی آن است.
- - این عایق با توجه به نوع محصول و کارخانه سازنده آن، وزن مخصوص متفاوتی دارد.

عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:

• پشم سنگ:

- پشم سنگ عمدتاً از ذوب کردن سنگهای طبیعی آذرین مانند سنگ بازالت و تبدیل این مواد مذاب (سیلیکات مذاب) به شکل الیاف، ساخته میشود. پشم سنگ عایق نسبتاً سبکی است که میتواند تا دمای ۷۰۰ درجه سانتیگراد خاصیت عایق بودن خود را حفظ کند و تا ۴ ساعت نیز در برابر شعله مستقیم مقاومت میکند. این ماده زمانی که از آب اشباع شود، ساختارش تخریب نمیشود و پس از خشک شدن ویژگیهای خود را حفظ میکند. پشم سنگ مقاومت مکانیکی قابل ملاحظه ای ندارد و میتوان آن را با چاقو برید.

• پشم سرباره:

- سرباره محصول فرعی کوره بلند ذوب آهن است. این ماده را به صورت الیاف در میآورند و به عنوان عایق حرارتی مورد استفاده قرار میدهند. سر الیاف آن کروی شکل است، از این رو باعث خراش و تحریکات پوستی کمتری میشود و به علت کوچک بودن ذرات آن، عایق الکتریسته نیز میباشد. همچنین به عنوان عایق صوتی نیز میتواند به کار رود. بازگشت پذیری پشم سرباره به طبیعت سریع انجام میگردد و این یکی از مزایای عمده آن است.

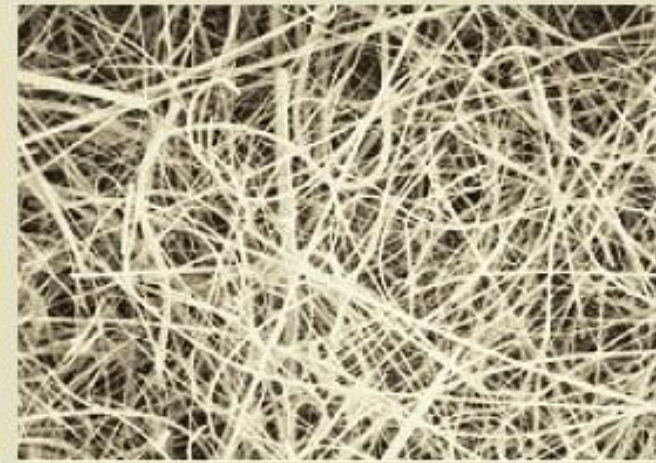
عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:



تصویر شماره ۱۳.۱۴. پشم شیشه تصویر شماره ۱۴.۱۴. پشم سنگ تصویر شماره ۱۵.۱۴. پشم سرباره



تصویر شماره ۱۷.۱۴. الیاف پشم سرباره



تصویر شماره ۱۶.۱۴. الیاف پشم شیشه

عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:

• **پرلیت:** پرلیت نوعی سنگ آتشفشانی است که در مناطق مرطوب تشکیل میشود. دانه های پرلیت کروی شکل بوده و حدود آب دارند. این ماده با توجه به محل مصرف آن دانه بندی میشود، دانه هایی که قطر میلیمتر دارند در صنعت ساختمان سازی مورد استفاده قرار میگیرند. برخی از خواص پرلیت به شرح زیر است:

- – بسیار سبک است
- – ماده ای غیر قابل اشتعال است
- – به علت مجوف بودن شکل ظاهری آن، صوت را جذب میکند.
- – ماده ای غیر آلی است و با اکثر اسیدها وارد واکنش نمیشود و در برابر پوسیدگی و حمله موریانه ها مقاوم است.
- از جمله معایب پرلیت مقاومت فشاری کم آن است لذا نباید در مکانهایی که تحت فشار و رطوبت زیاد است، مورد استفاده قرار گیرد. به علت اتصال سوراخهای آن به هم، مانند اسفنج آب را میمکد و بزرگترین عیب پرلیت در ساختمان سازی این است که آب جذب میکند و مقاومت آن کاهش مییابد.

عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:



تصویر شماره ۲۱.۱۴.
بلوک پرلیت و سیمان



تصویر شماره ۲۰.۱۴.
پرلیت همراه با گچ



تصویر شماره ۱۹.۱۴.
پرلیت منبسط شده



تصویر شماره ۱۸.۱۴.
دانه های پرلیت

عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:

الیاف کربنی

الیاف کربنی به الیافی گفته می شود که حداقل دارای ۹۰٪ کربن هستند و از حرارت دادن الیاف آلی نظیر الیاف سلولزی (ریون، پنبه و...)، الیاف پلی اکریلونیتریل (PAN) و نوع ویژه ای از الیاف فنولیک به دست می آیند. الیاف کربنی بسیار ترد هستند. این الیاف در صنایع مختلف نظیر الکترونیک، هواپیما سازی، پزشکی و... کاربرد دارند. در صنعت ساختمان نیز الیاف کربنی به عنوان عایق حرارتی، تقویت کننده بتن، استفاده در رمپ ها برای جلوگیری از ریزش خاک و... به کار می روند.

الیاف سرامیکی نسوز

الیاف سرامیکی نسوز، الیافی غیر آلی هستند که از اکسیدهای فلزی یا رس ساخته می شوند. از این الیاف جهت عایق کردن بخش های مختلف ساختمان خصوصاً تأسیسات استفاده می کنند.

عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:

- **الیاف سرامیکی نسوز:** الیاف سرامیکی نسوز، الیافی غیر آلی هستند که از اکسیدهای فلزی یا رس ساخته می شوند. از این الیاف جهت عایق کردن بخشهای مختلف ساختمان خصوصاً تأسیسات استفاده میکنند.
- **فویل آلومینیوم:** ورق نازک آلومینیوم بر خلاف هدایت الکتریکی زیاد، مقاومت خوبی در برابر حرارت دارد. از این ورق بیشتر در ساخت ساندویچ پانلها یا به عنوان روکش مصالح و عایق های دیگر استفاده میکنند.
- **عایق های سیلیکات:** این نوع عایقها از مواد معدنی و الیاف سرامیکی همراه با ذرات سیلیکا و اکسید فلزات قلیایی (نظیر کلسیم، منیزیم و آلومینیوم) که در دماهای بالا به هم دوخته میشوند، تولید میگردند. عایق های سیلیکاتی به صورت پتویی و یا به شکل آجرهای یکپارچه ساخته میشوند. این مواد در برابر شوکهای حرارتی مقاومند، تحمل دماهای بالا را دارند و غیر قابل اشتعال هستند. نقطه ضعف این عایقها خاصیت جذب رطوبت آنهاست.
- **مگنزییا:** ماده عایقی است که عمدتاً از کربنات منیزیم ساخته میشود و از الیاف ویژه ای به عنوان مسلح کننده در آن استفاده میکنند.

عایق های حرارتی بر پایه مواد معدنی:



تصویر شماره ۲۵.۱۴
مگنزیآ



تصویر شماره ۲۴.۱۴
عایق سیلیکات



تصویر شماره ۲۳.۱۴
الیاف سرامیکی نسوز



تصویر شماره ۲۲.۱۴
الیاف کربنی

عایق های حرارتی بر پایه مواد طبیعی (گیاهی – حیوانی):

• پشم چوب:

- پشم چوب الیاف و تراشه های بلند چوب است. این ماده را به عنوان عایق حرارتی به دو صورت مورد استفاده قرار میدهند:
- ۱. **دال پشم چوب:** فرآورده عایق صلبی از پشم چوب فله ای است که با یک چسباننده معدنی به هم متصل شده و تا ضخامت نهایی فشرده میگردد.
- ۲. **تخته نرم الیاف چوب:** فرآورده عایق کاری که از الیاف چوب با افزودن یک ماده چسباننده یا بدون آن ساخته میشود و به وسیله حرارت یا بدون آن متراکم میگردد.

• چوب پنبه:

چوب پنبه ماده ای است که به طور دوره ای از ساقه درخت چوب پنبه (کرکس سابرال) که لایه محافظ آن را تشکیل می دهد، گرفته می شود. دانه های چوب پنبه را منبسط کرده و تحت فشار و حرارت به یکدیگر متصل می کنند تا به صورت تخته درآید.

عایق های حرارتی بر پایه مواد طبیعی (گیاهی - حیوانی):



تصویر شماره ۲۸.۱۴.
چوب پنبه



تصویر شماره ۲۷.۱۴. تخته نرم
الیاف چوب



تصویر شماره ۲۶.۱۴. دال پشم
چوب

عایق های حرارتی بر پایه مواد طبیعی (گیاهی - حیوانی):

عایق دیاتومه‌ای

عایق دیاتومه‌ای ماده‌ای است که عمدتاً از بقایای دیاتومه‌ها (ذرات سیلیسی با اندازه میکروسکوپی) تشکیل شده است و به شکل پودر یا دانه در دسترس می‌باشد. بعضاً آن را پخته و به صورت آجر نیز در می‌آورند.



تصویر شماره ۳۰.۱۴. عایق دیاتومه‌ای



تصویر شماره ۲۹.۱۴. عایق سلولزی

عایق های حرارتی بر پایه مواد شیمیایی:

- این عایق ها انواع پلاستیکها را شامل میشوند: فوم های پلی استایرن، پلی اتیلن، پلی یورتان، فنولیک، پلی وینیل کلراید، اوره، فرم آلدئید، فوم (اتیلن-پروپیلن-داین-منومر)، نیتریل فوم و... .
- **عایق های حرارتی چند لایه و عایق های مرکب:**
- **عایق چند لایه:** ترکیبی از دو یا چند لایه از یک ماده عایق است که ضخامت لایه های منفرد آن ممکن است با هم متفاوت باشد.
- **عایق مرکب:** ترکیبی از لایه هایی که حداقل از دو ماده عایق مختلف باشند.
- در برخی موارد استفاده از ساختار مرکب و چند لایه در عایقها بسیار مؤثرتر از کاربرد یک لایه عایق با همان ضخامت است. یکی از کاربردهای مناسب این روش در محلهایی است که نیاز به کاهش ضخامت عایق کاری باشد.
- **عایق های حرارتی سپرتابشی:**
- عایق هایی عموماً به شکل ورق با ضریب تابش اندک هستند که به منظور کاهش اثر تابش حرارتی به کار میروند. عمده ترین این عایق ها، عایق های منعکس کننده و عایق های شیشه پنجره ای هستند.

عایق های حرارتی بر پایه مواد شیمیایی:

• عایق های منعکس کننده:

- سیستمی متشکل از یک یا چند لایه ماده با ضریب تابش کم که تابش حرارتی را محدود میکند. این عایقها معمولاً از سطوح فلزی ساخته میشوند و چنانچه به طور صحیح طراحی و نصب گردند، مانع نفوذ بخار به داخل بنا نیز میشوند. بین ورق این عایق ها و جداره پشت آنها باید حداقل ۲ سانتیمتر فاصله تعبیه شود. میزان مقاومت عایق های منعکس کننده در برابر عبور حرارت، به خصوصیات سطحی عایق، فاصله میان آن با جدار پشتی (فاصله هوایی) و اختلاف درجه حرارت دو طرف بستگی دارد.

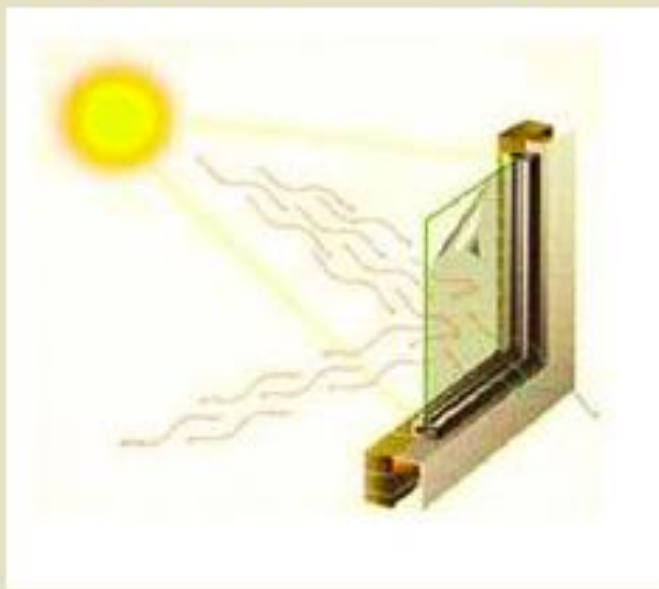
• عایق های شیشه پنجره ای:

- این عایق ها پوششهای چند لایه ای هستند که به وسیله چسب مخصوص به سطح شیشه می چسبند. بستر اصلی این عایق ها پلی استر است که حاوی ماده جاذب اشعه ماوراء بنفش نیز بوده و تا حدود ۹۹٪ از ورود این اشعه جلوگیری میکند. در لایه بعدی به کمک روشهای پیشرفته، ذرات فلزات سنگین نظیر وانادیم، طلا، آلیاژ نیکل کروم و... بر روی لایه پلیمری اندود میگردد. خاصیت این لایه بازتابش اشعه مادون قرمز است. لایه سوم باعث تقویت استحکام کششی شده و خواصی ضد خش نیز به محصول میدهد. مزیت دیگر این پوشش جلوگیری از خطر پاشیدگی شیشه هنگام شکسته شدن آن و یا هنگام زلزله است.

عایق های حرارتی بر پایه مواد شیمیایی:



تصویر شماره ۳۳.۱۴. عایق مایع برای شیشه پنجره



تصویر شماره ۳۲.۱۴. عایق شیشه پنجره‌ای



تصویر شماره ۳۱.۱۴. عایق منعکس کننده

عایق های مصالح ساختمانی:

- در برخی موارد مصالحی که برای ساخت بنا به کار میروند، طوری ساخته میشوند که خود عایق حرارتی باشند، مانند انواع بتن سبک که عبارتند از:

- **– بتن سبک منبسط:**

- این بتن حاوی درصد حجمی زیادی از سنگدانه سبک است و هوادار یا کف دار نیز شده است.

- **– بتن سرباره اسفنج شده:**

- در این بتن از سرباره اسفنج شده کوره بلند ذوب آهن به عنوان سنگدانه استفاده میشود.

– بتن سلولی (Cellular Concrete): سلولی واژه عمومی برای ماده‌ای است

که حاوی تعداد زیادی سلول‌های کوچک هوا باشد. بتن سلولی حدود

$0/5 \frac{gr}{cm^3}$ وزن مخصوص دارد و در برابر حرارت تا ۴۰۰ درجه سانتیگراد

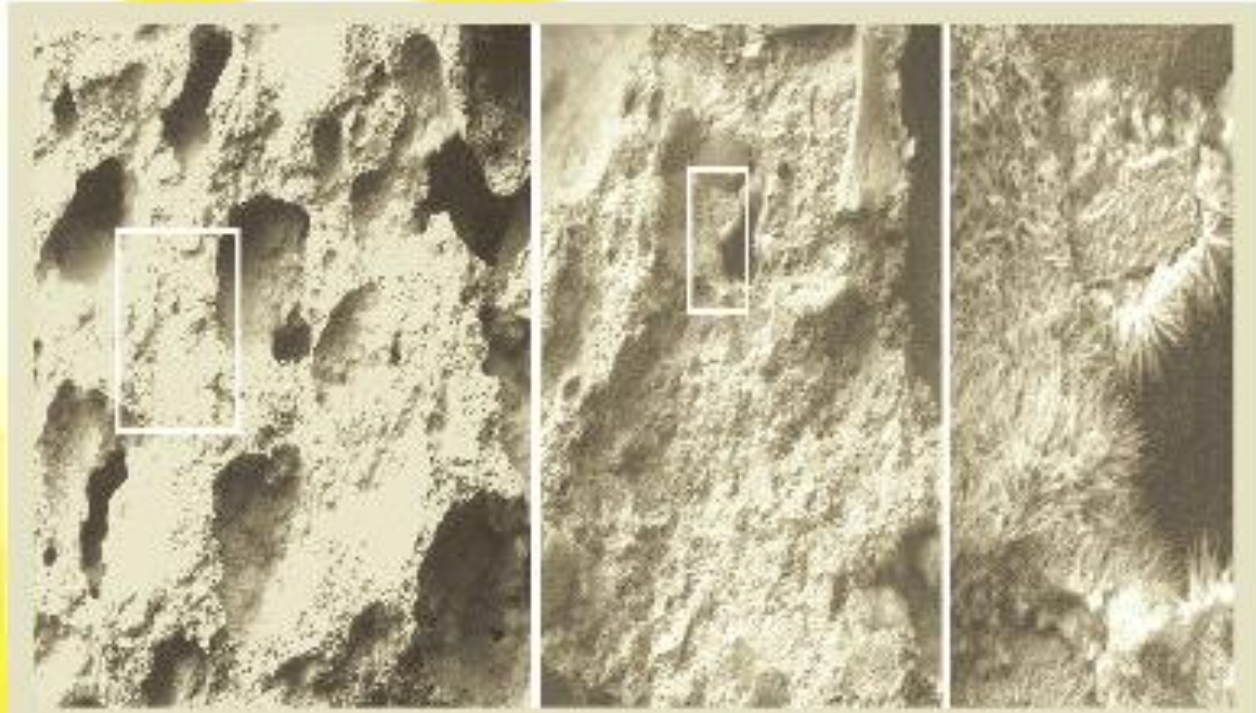
مقاومت می‌کند. از این بتن در قسمت‌های خارجی ساختمان و نیز روی

تأسیسات و لوله‌ها استفاده می‌شود.

عایق های مصالح ساختمانی:



تصویر شماره ۳۵.۱۴. بتن سلولی



تصویر شماره ۳۴.۱۴. ساختار بتن سلولی

عایق های مدرن (نانوعایق ها):

پدیده نانو تکنولوژی در ارتباط با تغییر خصوصیت مولکولی مواد در جهت ارتقاء کیفی آنها می باشد. در واقع با به کار گیری روش هایی، فواصل بین مولکول ها یا اتم های مواد را کاهش داده که با حفظ ویژگی های اصلی آنها، خواص جدیدی از جمله سختی، عایق بودن و شفافیت را ایجاد می نماید.

عایق های حرارتی نانو مواد جدیدی از فناوری نانو هستند که محافظ و عایق حرارتی مناسبی در مقابل هر سه نوع انتقال گرما (هدایت، همرفت و تابش) می باشند. با این ویژگی که می توان از آنها به راحتی در ساختمان های در دست بهره برداری نیز استفاده نمود و هیچ گونه تغییر ظاهری در ترکیب ساختمان ایجاد نمی کنند. این عایق ها دارای کمترین میزان انتقال حرارت در میان تمام عایق های موجود بوده و به علت مایع بودن، قابلیت اجرا بر روی تمامی سطوح، به وسیله هر نوع ابزار رنگ آمیزی (قلم مو، غلتک، اسپری و...) را دارند.

عایق های مدرن (نانوعایق ها):

دیگر خواص نانو عایق ها عبارتست از:

- ضخامت بسیار کم (بر خلاق عایق های دیگر).
- جلوگیری از خوردگی سطح زیر عایق.
- امکان مشاهده سطح زیر عایق جهت بررسی بصری آن (به علت رنگ نیمه شفاف این عایق ها).
- مقاوم در برابر آتش (تحمل دمای بالا تا مرز ۴۰۰ درجه سانتیگراد).
- مقاوم در برابر رطوبت و انواع قارچ ها و کپک ها.
- قابل رنگ آمیزی.
- قابل شستشو با آب و صابون.
- غیر سمی بر پایه آب.

عایق های رطوبتی

ضرورت استفاده و کاربرد عایق های رطوبتی:

- نفوذ رطوبت در بخشهای مختلف بنا خساراتی را موجب میشود که می بایست از آن جلوگیری کرد.
- در پاره ای از موارد، روی سنگ و آجر، مواد ضد رطوبت بی رنگ کشیده میشود، یا داخل بتن و ملات عایق افزودنی اضافه میشود، ولی در بیشتر موارد ناگزیر از مصرف عایق های قیری یا پلیمری هستیم.
- در جاده سازی با پخش مواد قیری (آسفالت)، سطح خاک را ایزوله کرده و از نفوذ آب و یخ زدن آن و در نهایت تخریب جاده جلوگیری میکنند.
- در ۴۰ سال اخیر، ساخت عایق های رطوبت، آب و بخار آب توسعه فراوانی یافته است.
- علاوه بر عایق کردن ساختمان در قسمت پی و بام که دو بخش مهم از حیث نفوذ پذیری آب هستند، عایق کاری مصالح مختلفی که در دیواره های خارجی و داخلی به کار میرود و همچنین بستن درزها، کمک شایانی به حفظ ظاهر بنا برای مدت زمان طولانی و جلوگیری از کوتاه شدن عمر مصالح ساختمانی خواهد کرد.

انواع عایق های رطوبتی:

- در ایران با توجه به شرایط اقلیمی و همچنین وجود منابع عظیم نفتی، از دیرباز متداول ترین عایق رطوبتی قیر و گونی بوده است.
 - ولی امروزه با پیشرفت علوم، عایق های نوینی تولید و ساخته شده اند که بعضاً به صورت یک لایه انعطاف پذیر یک میلیمتری بر روی سطوح اجرا میشوند.
 - از جمله انواع عایق های رطوبتی علاوه بر قیر میتوان به قطران، عایق های پلیمری (انواع پلاستیکها و لاستیک)، عایق های پیش ساخته، پشم شیشه، تیشو، رنگهایی چون سیلر، انواع ضد زنگها، انواع ماستیک ها و درزبندها و... اشاره کرد:
- قیر:**

- یک فرآورده طبیعی است که به حالت محلول در نفت خام موجود است و از هیدروکربورهایی با وزن مولکولی بالا تشکیل شده است. قیر دارای رنگ مشکی براق است و عمده ترین ویژگی آن، غیر قابل نفوذ بودن در برابر آب و نیز خاصیت چسبندگی آن است. قابلیت چسبندگی قیر بیشتر در راه سازی مورد استفاده قرار می گیرد به طوری که به صورت لایه نازکی دور دانه های سنگی را گرفته، آنها را به یکدیگر می چسباند و تشکیل آسفالت را می دهد.

انواع عایق های رطوبتی:

• قیر: – خواص قیر:

- قیر به جز دو خاصیت کلی که غیر قابل نفوذ بودن در برابر آب و چسبندگی است، دارای خواص دیگری به شرح زیر میباشد:
- ۱. قیر در برابر عوامل جوی نظیر سرما، گرما، یخ زدن و... مقاومت می نماید.
- ۲. قیر در اثر حرارت از سختی به سفتی، خمیری و آبکی تغییر شکل میدهد و هنگام پایین آمدن دما مجدداً مراحل فوق را طی کرده و سخت میشود.
- ۳. در مقابل نیروهای کششی مقاوم است و پاره نمی شود و نیز در راه سازی قابلیت تحمل نیروهایی که از طرف چرخ ماشینها به آن وارد میشود را دارد.
- ۴. آسفالت جاده ها در صورت نیاز به تعمیر، وصله پذیر بوده به طوریکه آسفالت نو و کهنه به خوبی به هم چسبیده و به صورت یکپارچه عمل میکنند.
- ۵. در برابر اسیدها، بازها و نمکها مقاوم است.
- ۶. قیر دارای عمری طولانی است و خواص فوق را برای مدت زمان زیادی در خود نگه میدارد.
- ۷. از نظر اقتصادی نسبت به اکثر عایقهای رطوبتی دیگر به صرفه تر است.

انواع عایق های رطوبتی:

• قیر: – خواص قیر:

- با وجود همه مزایای فوق، قیر در وضعیت های زیر برخی از خواص خود را از دست میدهد، به طوری که نمیتوان از آن به خوبی استفاده کرد:
- ۱- تجزیه شدن در دمای خیلی زیاد و تبدیل آن به زغال توأم با اشتعال
- ۲- تغییر شکل در برابر فشار و حلالها

انواع عایق های رطوبتی:

• امولسیون قیر (قیر آبه):

- امولسیون یا مخلوط معلق به مخلوط دو ماده ای که در هم حل نمیشوند، گفته میشود.
- امولسیون قیر مخلوط آب و قیر است به طوری که قیر را گرم میکنند و آن را به صورت ذرات بسیار ریز، در حد میکرون، در آب میپاشند. برای شناور شدن ذرات قیر در آب و جلوگیری از چسبیدن آنها به یکدیگر، از موادی نظیر ژلاتین که به آنها امولسیون ساز میگویند، استفاده میکنند.
- از امولسیون قیر در مکانهایی که امکان گرم کردن قیر وجود ندارد و باید آن را به صورت مایع سرد و با کمترین درجه حرارت مصرف کنند، مخصوصاً در راه سازی، استفاده میکنند.

انواع عایق های رطوبتی:

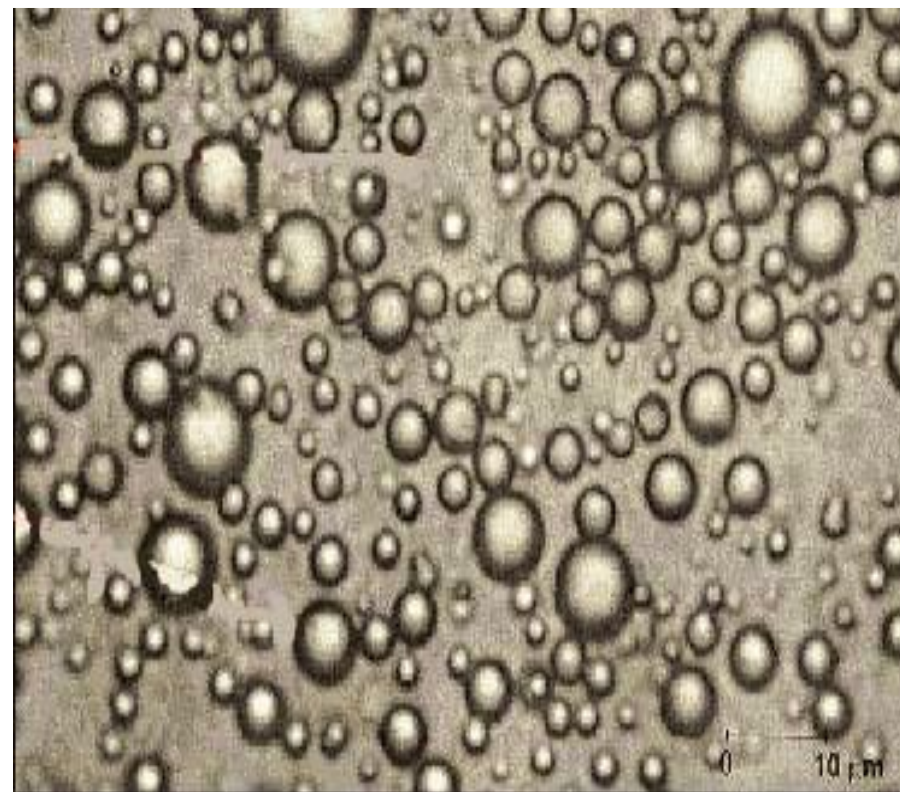
- **امولسیون قیر (قیر آبه):**

- مصرف امولسیون قیر به جای قیرهای محلول در عملیات راه سازی، از حیث ایمنی و جلوگیری از حوادثی نظیر آتش سوزی و اشتعال، حائز اهمیت است. علاوه بر این در کشور ما سالیانه حدود نیم میلیون تن قیر محلول برای عملیات مختلف مصرف میشود که حدود ۲۵٪ این مقدار را نفت سفید تشکیل میدهد. لذا با کاربرد امولسیون قیر به جای قیر محلول، سالانه ۱۲۵۰۰۰ تن نفت سفید صرفه جویی میشود.
- پس از ریختن امولسیون قیر بر روی دانه های سنگی در عملیات راه سازی، به تدریج آب امولسیون تبخیر شده و قیر بر روی دانه های سنگی باقی میماند. این عمل را شکستن امولسیون گویند. مدت زمان شکستن امولسیون اهمیت ویژه ای دارد. این زمان به دما و رطوبت محیط، سرعت باد، جنس محیط و جنس دانه های سنگی بستگی دارد. اگر دانه ها خاصیت مکنندگی بالایی داشته باشند، امولسیون زودتر می شکند.

انواع عایق های رطوبتی:



اجرای امولسیون
قیر در بستر راه



ذرات معلق قیر
در آب (امولسیون قیر)

انواع عایق های رطوبتی:

• افزودنیهای قیر:

- جهت اصلاح خواص قیر، افزودنیها و اصلاح کننده هایی نظیر مواد معدنی، آلی، طبیعی، صنعتی، پلاستیکها، لاستیکها و... را به قیر می افزایند.
- این مواد تأثیراتی از قبیل کاهش نقطه شکنندگی و ترک خوردن قیر در سرما، افزایش درجه نرمی در گرما، مقاومت در برابر اشعه ماوراء بنفش و جلوگیری از عریان شدن سنگدانه ها را در قیر ایجاد میکنند.

انواع عایق های رطوبتی:

• عایق قیر و گونی:

• این عایق یکی از متداولترین عایق های رطوبتی در ایران میباشد. بدین سبب که در اکثر شهرهای ما مواد اولیه این عایق به وفور یافت میشود. این عایق از دو لایه قیر و یک لایه گونی جهت مسلح کردن قیر ساخته میشود. البته تعداد لایه های قیر و گونی بر حسب مکان مورد نظر متفاوت است.

• طبق آیین نامه مقررات ملی ساختمان ایران (مبحث ۵) گونی اید ه آل باید: نو، کاملاً سالم، ریزبافت، بدون آلودگی و چروک بوده و وزن آن در هر مترمربع حدود ۳۸۰ گرم باشد.

• عایق قیر و گونی دارای معایبی به شرح زیر میباشد:

• ۱. چون قیر وزن مولکولی زیادی دارد، به راحتی نمیتواند به فضاهای خالی الیاف گونی نفوذ کند. در حالی که قطر مولکولی آب کم است و به راحتی میتواند به فضاهای خالی گونی نفوذ کرده و باعث پوسیدگی آن شود.

• ۲. تاب کششی قیر و گونی به دلیل جذب آب زیاد، کم است.

انواع عایق های رطوبتی:

• عایق قیر و گونی:

- ۳. امکان پیدایش فضاهای خالی و باقی ماندن نم و هوا در داخل این فضاها وجود دارد که باعث طبله شدن میشود. با رشد طبله ها و سپس ترک خوردن آنها امکان نشت آب فراهم میگردد.
- ۴. در روش سنتی، دمای قیر و کیفیت مصالح تحت کنترل قرار نمیگیرند.
- ۵. اجرای قیر و گونی در لبهای جان پناه مشکل است و معمولاً شکستهای زود رس را به دنبال دارد.
- ۶. گونی معمولاً به صورت عدل وارد میشود. و دارای تا خوردگی است که در عایق کاری ایجاد اشکال مینماید.
- ۷. در شیبهای بیش از ۵٪ و در بامهای گنبدی نمیتوان از این عایق استفاده کرد. زیرا در این شرایط قیر در مقابل حرارت آفتاب نرم و روان میشود.
- ۸. عمر مفید این عایق به طور متوسط کمتر از ۱۰ سال بوده و ترمیم متناوب آن با مشکلات اجرایی و هزینه های قابل توجه همراه است.

انواع عایق های رطوبتی:



عایق قیر و گونی

انواع عایق های رطوبتی:

• قیرهای مورد استفاده در ایران:

- با توجه به اینکه قیر هنگامی که در راه سازی یا در ایزولاسیون پشت بامها به مصرف میرسد، محفوظ نبوده و همواره تحت تأثیر عوامل جوی قرار میگیرد، بنابراین باید از قیر متناسب با آب و هوای منطقه استفاده کرد.
- این نکته در کشور ما که دارای اقلیمهای متفاوت (بسیار سرد تا بسیار گرم) میباشد، بسیار حائز اهمیت است. به عنوان مثال قیری که در درجه حرارتهای پائین نرم و روان میگردد، قابل استفاده در مناطق گرمسیری جنوب کشور نخواهد بود و یا قیری که در دمای (۵-) درجه سانتیگراد دچار ترک خوردگی میشود را نمیتوان در مناطق سردسیری به کار برد.
- بدین لحاظ قیرهای پالوده را با توجه به خواص آنها نامگذاری نموده و معمولاً آنها را با دو عدد مشخص

انواع عایق های رطوبتی:

• قیرهای مورد استفاده در ایران:

• بدین لحاظ قیرهای پالوده را با توجه به خواص آنها نامگذاری نموده و معمولاً آنها را با دو عدد مشخص

می نمایند. مانند قیرهای ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰، ۳۰-۴۰، ۴۰-۵۰، ۵۰-۶۰، ۶۰-۷۰، ۷۰-۸۰، ۸۰-۹۰، ۹۰-۱۰۰، ۱۰۰-۱۲۰، ۱۲۰-۱۵۰، ۱۳۰-۱۵۰، ۱۸۰-۲۰۰، ۲۲۰-۲۵۰ و ۲۸۰-۳۲۰ که در ساختمان سازی بیشتر قیرهای ۶۰-۷۰ و ۹۰-۱۵ مصرف می شود و به نام قیر شل و قیر سفت معروف می-باشند. بقیه قیرها که هر یک مشخصات ویژه ای دارند، در راه سازی و سایر صنایع مورد استفاده قرار می گیرند.

• که عدد سمت چپ نشانگر درجه نرمی (عدد بیشتر نشاندهنده سفتی بیشتر)

• و عدد سمت راست بیانگر درجه نفوذ پذیری (عدد بیشتر بیان کننده درجه نفوذ پذیری بیشتر) می باشد

انواع عایق های رطوبتی:

• قطران:

- برای ساخت قطران به زغال سنگ گرما میدهند تا گاز آن خارج شود و کک به جا ماند. سپس گاز برخاسته را سرد میکنند تا عرق کند و قطره قطره بچکد (تقطیر شود).
- به ماده حاصله قطران گفته میشود. قطران هم مانند قیر دانه های سنگی را به یکدیگر میچسباند، از این رو برای ساختن رویه های سیاه و نیز در عایق کاری رطوبتی به مصرف میرسد.
- از چوب و سنگ شیبست چرب هم قطران میگیرند.
- قطران دارای مواد اسیدی است که در آب حل میشوند لذا باید در استفاده از آن در راه سازی دقت لازم به عمل آید. زیرا هنگام بارندگی مقداری از قطران در آب حل شده و وارد جویها و فضای سبز کنار راهها میشود و گیاهان را آلوده میسازد.

انواع عایق های رطوبتی:

• عایق های رطوبتی پیش ساخته:

• با پوشش های پیش ساخته می توان بسیاری از مشکلات عایق کاری رطوبتی را حل کرد. در چند دهه اخیر استفاده از این پوشش ها در ایران بسیار رواج یافته است. بهترین نوع این پوشش ها نمد پشم شیشه است.

• این عایق ها عموماً از مواد اولیه زیر تشکیل میشوند:

• ۱. قیر صنعتی ۶۰-۷۰

• ۲. مواد پلیمری به نام اتکتیک پلی پروپیلن

• ۳. یک لایه تیشوی (الیاف شیشه) مسلح شده با نخ

• ۴. یک لایه پلی استر نباخته (لایه تیشو و پلی استر با قیر اشباع میشوند)

انواع عایق های رطوبتی:

• عایق های رطوبتی پیش ساخته:

• ۵. پودر تالک و در برخی از این عایق ها پودر مس نیز به کار میرود.

• ۶. فیلم پلی اتیلن

• برخی از کارخانه های تولید کننده عایق های پیش ساخته، عایق با روکش آلومینیوم نیز تولید میکنند که حدود ۸۵٪ از نور و حرارت را نیز منعکس میکند.

• طبق استاندارد ایران این عایق ها به دو دسته زیر تقسیم میشوند:

• ۱. عایق پی: عایق های رطوبتی پیش ساخته مخصوص پی ساختمان.

• ۲. عایق بام: عایق های رطوبتی پیش ساخته مخصوص بام، سطوح خارجی، سرویس های بهداشتی، استخرها، تونلها و....

انواع عایق های رطوبتی:

• خواص عایق های رطوبتی پیش ساخته:

اکثر عایق های رطوبتی پیش ساخته دارای مشخصات استاندارد زیر می باشند:

۱. ضخامت آن ها بین ۲-۶ میلیمتر است.
۲. مقاومت کششی طولی ۵۰-۶۰ و مقاومت کششی عرضی ۳۰-۳۵ کیلوگرم بر ۵۰ سانتیمتر دارند.
۳. افزایش نسبی طولی ۱۴-۱۶٪ و افزایش نسبی عرضی ۸-۱۰٪ دارند.
۴. دارای قابلیت جذب آب ۱٪ و کاهش وزن ۱٪ می باشند.

انواع عایق های رطوبتی:

• مزایای عایق های رطوبتی پیش ساخته به شرح زیرند:

- ۱. سبک هستند و دارای قابلیت انعطاف کامل میباشند.
- ۲. در برابر عوامل جوی پایدارند و تحمل دماهای بین ۱۳۰- (۴۰-) درجه سانتیگراد را دارند.
- ۳. دچار پوسیدگی و شکنندگی نمیشود.
- ۴. به علت دارا بودن لایه پلی استر در مقابل فشارهای احتمالی ناشی از انبساط و انقباض ساختمان مقاوم میباشند.
- ۵. قاب کششی بالایی دارند.
- ۶. از خاصیت پایداری ابعاد در برابر حرارت برخوردارند.
- با وجود مزایای مذکور، این عایق ها معایبی چون کم بودن عمر مفید (در حدود ۱۵ سال)، هزینه بالا و مشکلات تعمیر را نیز دارند. همچنین اگر در شرایط مطلوب نگهداری نشوند، پس از گذشت ۶ ماه از زمان تولید، فاسد میگردند. (باید به صورت عمودی در دمای ۳۵-۵ درجه سانتیگراد نگهداری شوند.)

انواع عایق های رطوبتی:



دو نمونه از عایقهای رطوبتی پیش ساخته

انواع عایق های رطوبتی:

- **پشم شیشه:** در مورد عایق رطوبتی و حرارتی پشم شیشه مفصلاً در بخش « عایق های حرارتی » توضیح داده شده است.
- **تیشو:** تیشو در واقع همان الیاف شیشه است که در فواصل معین و یکنواخت کنار یکدیگر قرار گرفته اند.
- این محصول به عنوان حامل در تولید عایقهای رطوبتی، عایق کاری لوله های گاز و آب جهت حفاظت آنها از رطوبت، خوردگی و زنگ زدگی به کار می رود.
- تیشو در برابر آتش سوزی و فرسایش مقاوم است و در اکثر موارد در آن رزین تقویت کننده فنولیک نیز به کار میرود.
- ویژگیهای تیشوی مرغوب عبارتند از:
 ۱. این محصول باید از نظر شکل ظاهری و رنگ کاملاً یکنواخت بوده و لبه های آن نیز صاف و بدون چروک باشد.
 ۲. روی سطح آن نباید هیچ گونه خرده شیشه ای مشاهده شود.
 ۳. باید عاری از رطوبت بوده و هنگام باز نمودن رول چسبنده نباشد.

انواع عایقهای رطوبتی:

• پرایمرها:

- پرایمرها (آسترها) دسته ای از محصولات تولیدی بر پایه انواع قیرها، رزین ها، افزودنی ها و حلالهای مختلف میباشند که به حالت مایع و با استفاده از قلم رنگ، غلتک و یا اسپری بر روی سطح اعمال شده و پوششی ضد رطوبت و ضد زنگ ایجاد میکنند.
- از انواع مختلف پرایمرها (شرکتهای مختلف انواع گوناگونی از این محصول را تولید میکنند) جهت عایق کاری رطوبتی سطوح بتنی، اسکلت فلزی ساختمان، صفحه ستونها، تیرهای چوبی، تانک های ذخیره آب، لوله های فلزی آب آشامیدنی و فاضلاب و لوله های گاز و نفت استفاده میکنند.
- پرایمرها همچنین به عنوان پوشش زیرین لایه عایق رطوبتی پیش ساخته بام جهت ایجاد چسبندگی بهتر به کار میروند.

انواع عایق های رطوبتی:

• ماستیکها و درزبندها:

- این گروه از محصولات تولیدی عمدتاً به منظور پر کردن و آب بند نمودن درزها، منافذ و ترکها، روی سطوح مختلف مانند بتن، فلز، آسفالت، چوب و... مورد استفاده قرار میگیرند.
- این محصولات با استفاده از مواد مختلفی نظیر انواع قیرها، حلالها، پلیمرها، رزینها، افزودنیهای ویژه و مواد پرکننده، تولید و به طریق سرد یا گرم اجرا میشوند.
- از جمله ویژگیهای ماستیکها و درزبندها میتوان به رطوبت ناپذیری، انعطاف پذیری، چسبندگی، مقاومت در برابر عوامل جوی و مواد شیمیایی اشاره کرد.
- علاوه بر این چون درزبندها پس از خشک شدن حالت لاستیکی پیدا میکنند، هر گونه فشار، ضربه، تغییرات دما و حرکات نسبی اجزاء ساختمان را نیز تحمل میکنند. انواع ماستیکها و درزبندها با توجه به شرکت سازنده آنها متفاوت است.

انواع عایق های رطوبتی:



ماستیک



پرایمر



تیشو

انواع عایق های رطوبتی:

• **سیلرها:** سیلر در واقع جزء رنگها محسوب میشود و جهت پر کردن منافذ و خلل و فرج چوب قبل از رنگ نهایی به کار میرود و سبب ایجاد استحکام و سختی بیشتر رنگ های نهایی میشود. علاوه بر این سیلر خاصیت ضد رطوبتی نیز دارد ولی نباید در مجاورت حرارت مستقیم یا زیر نور مستقیم خورشید قرار گیرد چون طبله میکند. کیلر نیز مانند سیلر جزء رنگهای شفاف است با این تفاوت که کیلر پس از خشک شدن براق است و به عنوان رنگ رویه نهایی به کار میرود.

• **عایق های رطوبتی پلیمری:** از این مواد جهت عایق کردن اتصالات و نیز به صورت ورقه برای عایق کردن سطوح استفاده میکنند. مواد پلیمری هم خاصیت عایق حرارتی و هم عایق رطوبتی را دارا می باشند که قبلا شرح داده شده اند و در این مبحث فقط به ذکر انواع این عایق ها اکتفا میشود: عایق های بوتیلی، اکریلیک، پلی یورتان، سیلیکون، پلی استر نبافته، اپوکسی، عایق های ابری و... . که عایق های ابری همان نوارهای فشرده شونده از جنس PVC و پلی اتیلن یا پلی یورتان هستند که یک یا دو طرف آنها نوار چسب کشیده میشود. از این عایق ها جهت پر کردن درزهای انبساط، درز در و پنجره ها و دریچه ها استفاده میکنند.

انواع عایق های رطوبتی:

• عایق های رطوبتی ساخته شده بر پایه سیمان:

- این دسته از محصولات دو جزئی بوده و بر پایه سیمان ساخته میشوند و به صورت پودر مخلوط با آب تولید شده و به راحتی بر روی سطوح بتنی، آجری، و... قابل اجرا هستند.
- از آنجا که این محصولات پس از خشک شدن خاصیت الاستیکی پیدا میکنند، در نتیجه ضربات وارده، فشارهای جانبی و تغییرات دما هیچ تأثیری روی آنها نداشته و باعث شکسته شدن یا ترک برداشتن آنها نمی گردند.
- همچنین به سبب اینکه این محصولات بر پایه سیمان هستند، عاری از مواد سمی بوده و میتوان از آنها در داخل مخازن آب آشامیدنی نیز استفاده کرد.

انواع عایق های رطوبتی:

• عایق های رطوبتی نوین:

• امروزه با توجه به گسترش شرکتها و کارخانهای سازنده، عایق های رطوبتی بسیاری با نامهای مختلف ساخته شده اند که هر کدام ویژگی و کاربرد خاصی دارند.

• • ایزوشینگل: این محصول لایه ای مستحکم از نوعی قیر اصلاح شده با پلیمرهای مرغوب است که به وسیله یک لایه پلی استر یا تیشو تقویت گردیده است. ایزوشینگل پوششی مناسبی برای سقف های شیب دار با زاویه بیش از ۱۵ درجه است. نصب آسان، بارگذاری اندک بر سازه سقف، عمر طولانی، تنوع در طرح و رنگ و جلوه زیبا از مزایای این عایق محسوب میشود.

انواع عایق های رطوبتی:

• عایق های رطوبتی نوین:

• • **ایزو فلکس:** این عایق به صورت سرد و مایع اجرا شده و دارای مزایایی از جمله: ایجاد پوشش یکپارچه و بدون درز، مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش، وزن کم در واحد سطح، خاصیت عایق حرارتی و قابل اجرا در سطوح غیر هندسی میباشد.

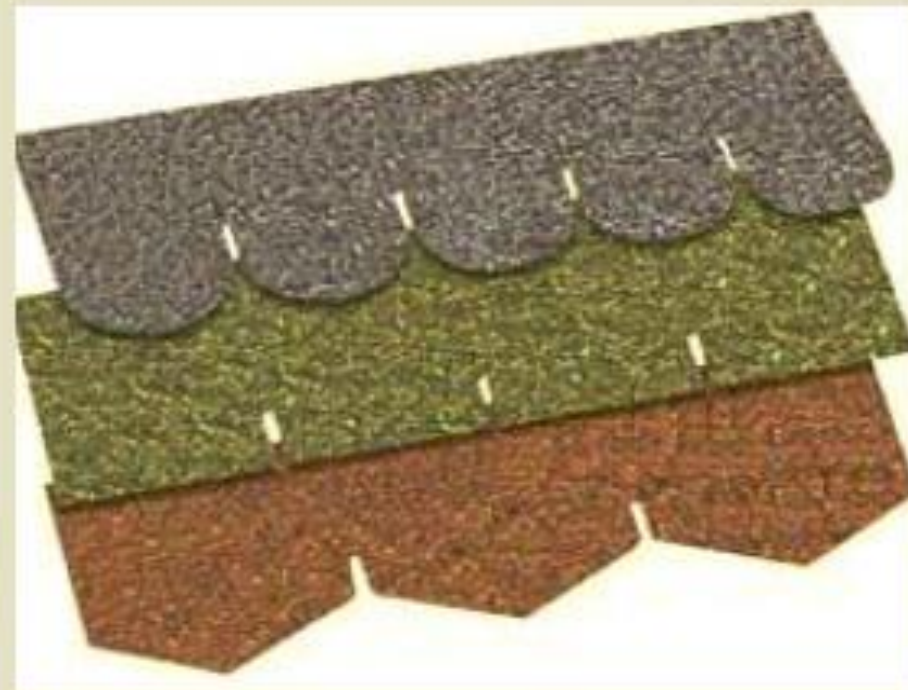
• • **نماسیل:** پوشش عایق بر پایه آب و متشکل از رزین ها و پوشش دهنده های با ثبات میباشد که پس از اجرا ضمن محافظت از سطح زیر کار و ممانعت از شوره زدن آن، عایق رطوبتی کامل برای سطح ایجاد میکند. این محصول در رنگهای مختلف جهت نمای خارجی و داخلی ساختمان، سقف های شیب دار و استخرها و بر روی کلیه سطوح با هر جنسی قابل اجراست.

• • **واتر سیل:** ترکیبی الاستومری که بر پایه آب و یا حلال قابل عرضه بوده و به عنوان عایق رطوبتی و پوشش محافظ روی سطوح کاشی، سرامیک، بتن و مخازن فلزی مورد استفاده قرار میگیرد.

انواع عایق های رطوبتی:



تصویر شماره ۱۶.۱۵. واترسیل



تصویر شماره ۱۵.۱۵. ایزوشینگل

چوب

ضرورت استفاده و کاربرد چوب:

- از چوب به دلیل خواص بسیاری که دارد فرآورده های متنوعی تولید میکنند، از تیرهای لایه ای با دهانه های خیلی بزرگ گرفته تا اسباب بازی و کاغذ و... .
- این ماده در مقابل عوامل طبیعی نظیر زلزله، توفان، گردباد، بار برفهای سنگین و... عملکرد شایسته ای از خود نشان داده است. همچنین خواصی نظیر سهولت در اجرا، مقاومت نسبی بالا، مهار نمودن نیروهای کششی حاصل از رانش (در دهانه طاق ها)، تبدیل بار متمرکز به بار گسترده، برخورداری از حالت ارتجاعی برای مقابله با نیروی زلزله، خاصیت عایق حرارتی، چگالی کم، قابلیت احیا و بازگشت به چرخه طبیعت و... ارزش استفاده از آن را دو چندان میکند.
- در مقابل چوب نقاط ضعفی نیز دارد که کاربرد آن را در برخی موارد محدود میکند، از جمله اینکه چوب میسوزد، در برابر رطوبت آسیب پذیر است، می پوسد و کپک میزند، موریه ها آن را میخورند و نیز مقطع عرضی آن در جهات مختلف خواص متفاوتی دارد. این نقاط ضعف و نیز گران شدن روز افزون چوب به علت محدود شدن منابع آن، سبب شده که امروزه استفاده از چوب در ساختمان بیشتر به امور تزئینی و ساخت لوازم منزل اختصاص یابد.

ضرورت استفاده و کاربرد چوب:

- در کل میتوان از چوب در موارد زیر بهره برد:
- ساخت خانه ها و ویلاهای تمام چوبی در مناطق جنگلی.
- استفاده سازه ای نظیر تیر و ستون، خرپاهای چوبی، تیرهای چهار تراش در سقف های شیب دار و...
- ساخت در و پنجره، پارتیشن، قرنیز دیوار، پوشش دیوار و کف (پارکت) و سقف کاذب و...
- ساخت قالب های بتن ریزی با چوب نراد (نرم چوبها) یا تخته های چوبی با روکش پلیمری.
- ساخت لوازم منزل و اجرای تزئینات.
- استفاده در صنایعی نظیر کشتی و قایق سازی، کاغذ سازی، پارچه بافی، صنایع بسته بندی و...

چوبهای مورد استفاده در ساختمان سازی:

- چوب دو دسته از درختان در ساختمان سازی قابل استفاده است:
- ۱- درختان پهن برگ (سخت چوبها)
- ۲- درختان سوزنی برگ (نرم چوبها - نراد)
- درختان پهن برگ نظیر گردو، انجیر، چنار، بلوط، افرا، راش، تبریزی و سپیدار برای ساخت مبلمان، در و پنجره و نازک کاری مورد استفاده قرار میگیرند.
- درختان سوزنی برگ نظیر کاج، سرو و سرخدار برای ساخت تیر و ستون، داربست، قالب سازی، کاغذسازی، و... مصرف می شوند. در کل مصرف سوزنی برگان در ساختمان سازی بیشتر است.
- هرچه حلقه های سالیانه درختان پهن برگ، پهن تر باشد و هرچه حلقه های سالیانه درختان سوزنی بزرگ به هم نزدیکتر باشند، مقاومت چوب آنها بیشتر است.

چوبهای مورد استفاده در ساختمان سازی:

• تفاوت های این دو دسته درخت:

- - برش عرضی درخت سوزنی برگ ساده، منظم و هندسی است ولی برش عرضی درخت پهن برگ نامنظم است.
- - سوزنی برگان سبکتر، نرمتر و دارای وزن مخصوص کمتری هستند بنابراین راحت تر بریده و رنده میشوند و هزینه کار با آنها نیز پایین تر است. ولی دوام و تحمل بار آنها از پهن برگان کمتر است.
- - سوزنی برگان چون سبک هستند، تعداد تارهای چوبی آنها در واحد حجم کمتر است بنابراین آب کمتری دارند و کمتر از پهن برگان کار می کنند (کار کردن یا تغییر شکل چوب در مباحث بعدی شرح داده خواهد شد).
- - پهن برگان رنگها و نقشهای زیباتری دارند و بهتر لاک خورده و پرداخت میشوند.

خواص چوب:

• خواص فیزیکی چوب:

• • **وزن مخصوص:** این وزن به مقدار خلل و فرج و رطوبت چوب بستگی دارد. هر چه وزن مخصوص چوب بیشتر باشد، مقاومت و سختی آن نیز افزایش میابد. چوبهای سنگین تر به علت سختی اره کردن، رنده کردن و میخکوبی، مصارف ساختمانی ندارند.

• • **هدایت حرارتی:** چوب عایق حرارتی مناسبی است ولی با افزایش رطوبت مقدار هدایت حرارتی آن افزایش می یابد

• • **هدایت الکتریکی:** چوب عایق الکتریکی مناسبی است ولی با افزایش رطوبت مقدار هدایت الکتریکی آن افزایش می یابد

خواص چوب:

خواص فیزیکی چوب:

- هدایت صوت: چوب به علت قابلیت ارتجاعی، صدا را تقویت می کند. ولی هر چه سطح آن نامنظم تر باشد، خاصیت آکوستیکی آن بیشتر است.
- نقوش چوب: نقش های چوب یا در اثر رنگ چوب است یا در اثر تارهای چوب (برش طولی) و حلقه های سالیانه (برش عرضی). رنگ چوب پیر تیره تر از چوب جوان و حلقه های پاییزه تیره تر از حلقه های بهاره است. چوب های تیره معمولاً بادوام ترند. از طرفی چوب های مختلف رنگ های متفاوتی دارند، مثلاً چوب گردو تیره رنگ و چوب ملج (نارون کوهی) زرد متمایل به سفید است. چوب توت در ابتدا نارنجی رنگ است و در مقابل نور خورشید به رنگ طلائی و سپس قهوه ای در می آید.

خواص چوب - خواص فیزیکی چوب:



خواص چوب:

• خواص شیمیایی چوب:

- • اثر اسیدها و بازها: قسمت اعظم غشای سلولهای چوبی را سلولز تشکیل میدهد.
- اسیدها، بازها و مواد اکسید کننده در صورتی که رقیق باشند بر سلولز چوب اثری ندارند، ولی چنانچه غلیظ باشند تأثیرات شیمیایی بر سلولز چوب خواهند داشت.
- چوبهای سوزنی برگ در برابر مواد شیمیایی از چوبهای پهن برگ مقاوم ترند.
- • فرآورده های نفتی بر مقاومت چوب تأثیر منفی ندارند.

خواص چوب:

• خواص مکانیکی چوب:

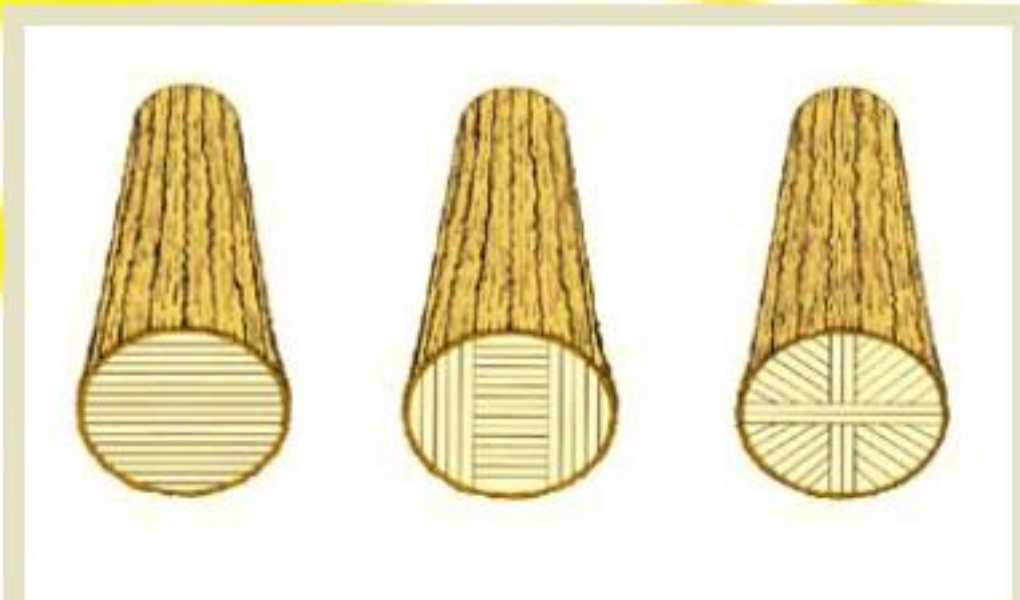
- هنگام بارگذاری بر چوب باید عواملی نظیر وزن مخصوص، همگن بودن چوب، نوع چوب و محل رویش، پهنی حلقه های سالیانه، جهت تارهای آن، میزان رطوبت چوب، چگونگی عمل آوردن چوب، رطوبت و دمای محیط، گذشت زمان، پوسیدگی و... را در نظر گرفت، زیرا این عوامل بر خواص مکانیکی چوب تأثیر گذارند.

- مقاومت فشاری: این مقاومت در چوب‌های مختلف بین $80 - 30 \frac{N}{m^2}$ است. چوبی که ۵٪ رطوبت دارد، دارای بیشترین مقاومت است و اگر در آوندهای چوب مواد خاصی تزریق شود مقاومت آن افزایش می‌یابد.
- مقاومت کششی: مقدار این مقاومت در چوب در جهت تارهای آن (جهت طولی) ۱۰ برابر جهت عمود بر آنهاست. همچنین مقاومت چوب در جهتی که با تارها ایجاد زاویه کند، تقریباً برآیندی از دو جهت عمود بر هم است. مقاومت کششی چوب‌های مختلف بین $200 - 60 \frac{N}{m^2}$ است.

اشکال مختلف چوب

انواع برش‌های چوب

جهت مصارف گوناگون چوب‌ها را به ابعاد و اشکال مختلفی نظیر چوب چهار تراش، الوار، گرده و... برش می‌دهند. در تصویر شماره ۲۱.۶ چند روش برش چوب نمایش داده شده است.



تصویر شماره ۲۱.۳. روش‌های برش چوب

اشکال مختلف چوب

چوب‌های ورقه‌ای (روکش)

برخی از چوب‌ها مانند گردو، راش، توسکا، ملج و... دارای رنگ‌ها و نقوش بسیار زیبایی هستند به همین دلیل نسبت به چوب‌های دیگر گران‌ترند. از این رو برای مقرون به صرفه شدن کارهای چوبی، تنها ورقه‌ای نازک از این چوب‌ها را روی چوب‌های ساده‌تر و ارزان‌تر می‌کشند و مورد استفاده قرار می‌دهند. این روکش‌ها با روش‌های مختلف و با ضخامت‌های گوناگون (حتی کمتر از ۰/۳ میلیمتر) تهیه می‌شوند. طرحی که روکش دارد به روش و جهت بریدن چوب بستگی دارد. پس از برش، روکش‌ها را خشک می‌کنند تا رطوبتشان به ۱۵٪ برسد. چنان‌چه روکش‌ها بیشتر از این حد خشک شوند، انعطاف‌پذیری خود را از دست می‌دهند و شکننده و غیرقابل استفاده می‌شوند.

اشکال مختلف چوب

چوب‌های مصنوعی

به علت محدود بودن منابع چوب و گران شدن آن، چوب‌های مصنوعی از به هم چسبانیدن خرده چوب، خاک اره براده و یا لایه‌های چوب ساخته شده‌اند. این چوب‌ها در ساخت قفسه انواع کمدها، درب اتاق‌ها، میز و صندلی، صنایع بسته‌بندی و... مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ادامه انواع چوب‌های مصنوعی بررسی خواهند شد:

نئوپان

برای ساخت نئوپان، شاخه‌های باریک درختان و خرده چوب‌هایی را که کاربردی ندارند، آسیاب و خشک می‌کنند تا رطوبت آن‌ها به ۱۰٪ برسد. سپس آن‌ها را با چسب‌هایی که در مقابل آب و رطوبت مقاومند مخلوط کرده و در قالب می‌ریزند. مخلوط حاصل را تحت فشار و حرارت ۱۵۰ درجه سانتیگراد به ضخامت مورد نظر می‌رسانند و با ماشین سمباده روی آن را صاف می‌کنند. سطح نهایی نئوپان را با یک لایه رنگ شیشه‌ای و شفاف می‌پوشانند تا در برابر رطوبت مقاوم شود. وزن مخصوص نئوپان حدود $\frac{gr}{cm^3} 0/6$ است، مقاومت مکانیکی نسبتاً خوبی دارد و بسیار ارزان است.

اشکال مختلف چوب

تخته چند لایه

برای ساخت تخته چند لایه، ورقه‌های چوبی به ضخامت ۱-۲ میلیمتر را در چند لایه (۳، ۵، ۷، ۹) با چسب و تحت فشار به هم می‌چسبانند. لایه چسب میان ورق‌ها در برابر آب و رطوبت مقاوم است و باعث می‌شود که چوب نم نکشد. چوب‌های نامرغوب را در لایه میانی و چوب‌های مرغوب و نقش‌دار را در دو سطح تخته قرار می‌دهند به طوری که تارهای چوب هر لایه بر تارهای لایه دیگر عمود باشند. در این حالت نیروهای وارد شده بر هر لایه به وسیله لایه پایین و بالای آن خنثی می‌شود. بنابراین تخته حالت فنری پیدا می‌کند و هنگام خم شدن تغییر شکل نمی‌دهد. به همین جهت به آن تخته فنری نیز می‌گویند. این ویژگی سبب می‌شود که بتوان تخته چند لایه محذب تولید کرد که در صنایع هواپیما سازی و کشتی سازی کاربرد دارد.

تخته فیبرها همانند نئوپان ساخته می‌شوند با این تفاوت که در ساخت آن‌ها از خرده چوب‌های کوچک‌تری استفاده می‌شود. تخته فیبرها را از پوشال، خاک اره، چوب‌های گیاهی (مانند تفاله ساقه نیشکر کارخانه قند) و... می‌سازند. علاوه بر این، چسب‌های شیمیایی به کار رفته در خمیر تخته فیبرها نسبت به چسب‌های مورد استفاده در ساخت نئوپان، سازگاری کمتری با محیط زیست دارند بنابراین بر خلاف نئوپان قابل بازگشت به چرخه طبیعت نیستند. برخی کارخانه‌ها در ساخت تخته فیبرها از مواد ضد حریق، ضد حشره، پارافین و... نیز استفاده می‌کنند. روکش این تخته‌های نیز با توجه به کارخانه سازنده آن‌ها متفاوت است. تخته فیبر در دو نوع زیر تولید می‌شوند:

۱. تخته فیبر سخت ((High-density Fiberboard (HDF))

۲. تخته فیبر نیمه سخت ((Medium-density Fiberboard (MDF))

از انواع تخته فیبرها برای تقسیم بندی فضاها، داخلی، ساخت کمد و... استفاده می‌کنند. تخته‌های سبک وزن به عنوان عایق حرارتی نیز به کار می‌روند.

اشکال مختلف چوب



تصویر شماره ۲۳.۳. نئوپان تصویر شماره ۲۴.۳. تخته چندلایه تصویر شماره ۲۵.۳. تخته فیبر

اشکال مختلف چوب

صفحات چوب-سیمان

برای ساخت این صفحات ۲۰٪ خرده چوب، ۲۰٪ آب، ۶۰-۵۵٪ سیمان پرتلند و برخی مواد شیمیایی خاص را مخلوط و تحت فشار و حرارت پرس می‌کنند. صفحات چوب-سیمان سبک هستند و در برابر آتش، آب، صوت، پوسیدگی و یخبندان مقاومند و قابلیت رنگ شدن، چسب خوردن، میخ زدن و پیچ کردن را دارند. بنابراین می‌توان از آنها هم در داخل بنا به عنوان پوشش سقف و کف و هم در خارج از ساختمان برای نصب روی آجر و بتن و... استفاده کرد. همچنین با تزریق دی اکسید کربن در این صفحات مقاومت آنها را جهت استفاده در خارج از ساختمان افزایش می‌دهند.

این صفحات از ترکیب ذرات چوب و گچ های مصنوعی که خود از محصولات فرعی تولید کودهای مصنوعی هستند، ساخته می‌شوند. صفحات چوب-گچ از دیگر چوب-های مصنوعی ارزان‌ترند و از آنها در داخل ساختمان برای تقسیم بندی فضا، پوشش کف، سقف و دیوارها استفاده می‌کنند.

صفحات چوب-گچ

اشکال مختلف چوب

صفحات چوب-لاستیک

این صفحات از الیاف چوب، تایر فرسوده و رزین ساخته می‌شوند و در برابر رطوبت، کشش و ضربه مقاومند.

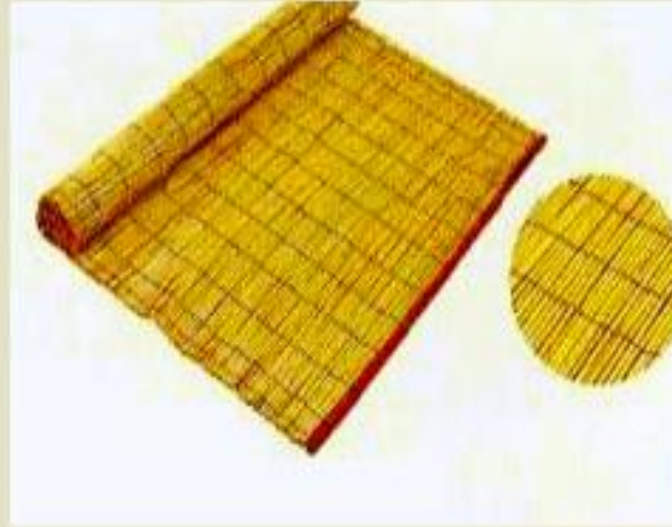
علاوه بر موارد یاد شده، چوب‌های مصنوعی دیگری نیز تولید می‌شوند، نظیر:

- کانتکس: ساقه نی بافته شده با سیم گالوانیزه که کاربرد آن در ساخت دیوار جدا کننده، سقف کاذب و... است.
- آندولین: سقف پوشی موج‌دار متشکل از الیاف گیاهی و مواد شیمیایی.
- تخته‌های گلولام: از پرس قطعات کوچک چوب و به شکل‌های مختلف صاف و انحنادار ساخته می‌شوند.

اشکال مختلف چوب



تصویر شماره ۲۸.۳. تخته‌های
گلولام



تصویر شماره ۲۷.۳. ورقه‌های
کانتکس



تصویر شماره ۲۶.۳. صفحات
چوب-سیمان

انبار کردن چوب

چوب‌ها را باید در محل سرپوشیده و دور از رطوبت، سرما و یخبندان و مواد قابل اشتعال نگهداری کرد. همچنین جهت جلوگیری از هجوم حشرات نباید چوب‌ها را در تماس مستقیم با خاک قرارداد و نیز هر چند وقت یک بار انبار را سمپاشی کرد. هنگام استفاده از چوب باید دقت شود که کلیه اتصالات فلزی با مواد ضد رنگ روکش شوند. جهت این کار روکش‌های آلومینیومی، مسی، روی، استیل، و کادمیومی توصیه می‌شود.