

بسمه تعالی



جزوه درس :

مصالح ساختمانی

(Construction Materials)

تالیف:

جواد پورشریفی

ویرایش جدید: نیمسال دوم سال تحصیلی ۸۹ - ۸۸

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	بخش اول _ مصالح غیر فلزی
۳	۱ _ خاکها و انواع آن
۹	۱ _ ۱ _ خاک رس و انواع آن
۱۶	۱ _ ۲ _ شن و ماسه (سنگدانه ها)
۲۶	۲ _ چسباننده ها
۲۶	۲ _ ۱ _ گچ
۳۴	۲ _ ۲ _ آهک
۴۲	۲ _ ۳ _ سیمان
۵۴	۳ _ ۳ _ ملاتها
۶۰	۴ _ بتن
۶۴	۵ _ قطعات
۶۴	۵ _ ۱ _ سنگهای ساختمانی
۷۸	۵ _ ۲ _ آجر
۸۸	۵ _ ۳ _ بلوکها
۹۱	۵ _ ۴ _ کاشی
۹۹	۵ _ ۵ _ موزائیک
۱۰۱	۵ _ ۶ _ شیشه
۱۱۰	۵ _ ۷ _ چوب

فهرست

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	بخش اول _ مصالح غیر فلزی
۳	۱ _ خاکها و انواع آن
۹	۱ _ ۱ _ خاک رس و انواع آن
۱۶	۱ _ ۲ _ شن و ماسه (سنگدانه ها)
۲۶	۲ _ چسباننده ها
۲۶	۲ _ ۱ _ گچ
۳۴	۲ _ ۲ _ آهک
۴۲	۲ _ ۳ _ سیمان
۵۴	۳ _ ۳ _ ملاتها
۶۰	۴ _ بتن
۶۴	۵ _ قطعات
۶۴	۵ _ ۱ _ سنگهای ساختمانی
۷۸	۵ _ ۲ _ آجر
۸۸	۵ _ ۳ _ بلوکها
۹۱	۵ _ ۴ _ کاشی
۹۹	۵ _ ۵ _ موزائیک
۱۰۱	۵ _ ۶ _ شیشه
۱۱۰	۵ _ ۷ _ چوب

فهرست

صفحه	عنوان
۱۱۶	۶_ مواد آلی
۱۱۶	۶_ ۱_ قیر
۱۲۴	۶_ ۲_ آسفالت
۱۲۷	۶_ ۳_ پلاستیکها
۱۳۳	۶_ ۴_ رنگها
۱۳۹	۷_ مصالح متفرقه
۱۳۹	۷_ پشم شیشه
۱۳۹	۷_ پشم سنگ
۱۴۰	۷_ چوب پنبه
۱۴۱	۷_ ۴_ آزبست
۱۴۲	بخش دوم_ مصالح فلزی
۱۴۲	۱_ آهن
۱۴۸	۲_ آلومینیوم
۱۵۱	۳_ مس
۱۵۳	۴_ سرب
۱۵۴	۵_ روی
۱۵۵	۶_ قلع

مقدمه :

مصالح ساختمانی در حقیقت ابزار تبدیل فضای مجازی خلق شده توسط معمار به فضایی حقیقی می باشد. در نقشه های ساختمانی هر خطی علاوه بر نمایش حدود و هندسه بنا، بیانگر مصالح مشخص و از پیش تعیین شده ای نیز هست و مجموعه خطوطی که عناصر ساختمانی را شکل می دهند، نشاندهنده هم نشینی گروهی از مصالح ساختمانی در کنای یکدیگر می باشند. برای یک معمار همانگونه که انتخاب مصالح مناسب برای تبلور جلوه های ظاهری ساختمان از اهمیت خاصی برخوردار است، مناسبت آنها با کاربری بنا، شرایط برپایی، دوام، توان و تخصص عوامل اجرا و خصوصاً مسائل اقتصادی نیز حایز کمال توجه می باشند. به نکات هم نشینی مصالح در کنار یکدیگر، تأثیرات متنوع فیزیکی مکانیکی و شیمیایی آنها بر یکدیگر نیز اضافه میشود. همچنین با توجه به ویژگیهای هر مصالح ممکن است تغییرات اندک و در عین حال تعیین کننده ای در جزئیات اجرایی ساختمان الزامی باشد. ازنگاهی دیگر فعالیتهای ساختمانی بخش بزرگی از کل فعالیتهای اقتصادی و تولیدی کشور را تشکیل می دهد. مقایسه ارقام سرمایه گذاری ملی در بخش های مختلف فعالیتهای تولیدی در برنامه های عمرانی نشان می دهد که سهم عظیمی از این سرمایه ها در پروژه های ساختمانی و صنایع وابسته به آن بکار گرفته شده و میشود. این سرمایه ها در پروژه های ساختمانی و صنایع وابسته به آن بکار گرفته شده و میشود. این سرمایه ها را یا بصورت مستقیم در پروژه های مسکونی، تجاری، اداری، بهداشتی، آموزشی، فرهنگی و نظایر آن بکار رفته و یا بصورت غیرمستقیم در قالب مستحقات جنبی سایر پروژه های عمرانی به امر ساختمان تخصیص داده شده است. اگر سرمایه های ملی بکارگرفته شده درصدها رشته از صنایع و خدمات غیر ساختمانی که در خدمت ساختمان قرار می گیرند را هم به ارقام قبل بیفزائیم، بزرگی و اهمیت موضوع بیشتر روشن میشود. بهره برداری بهینه از این سرمایه عظیم ملی درگروه عوامل متعددی است که از آن میان رعایت اصول فنی و استاندارد کیفیت در طراحی و تولید ساختمان و اجزاء آن از اهمیت درجه اول برخوردار است. به عبارت دیگر پایداری و دوام ساختمانها به چهار عامل مهم بستگی دارد که به قرار ذیل میباشد :

۱- محل احداث سازه ها

۲- نحوه طراحی ساختمانها

۳- نحوه اجرای سازه ها و کیفیت آن

۴- نوع و کیفیت مصالح بکاررفته در ساختمانها

در نتیجه کیفیت و مرغوبیت مصالح ساختمانی مصرفی در ساختمان سازی از اهمیت بالایی برخوردار است. بطوریکه عدم استفاده از مصالح مرغوب و استاندارد در یک ساختمانی که از نظر طراحی و اجراء مشکلی نداشته و به نحو احسن انجام شده است، موجب کاهش بیش از حد عمر مفید ساختمان خواهد شد. به همین لحاظ در این نوشتار سعی گردیده است برای آشنایی هرچه بیشتر دانشجویان رشته مهندسی عمران و معماری با انواع مصالح ساختمانی، شرح مختصری از خواص، ویژگیها و کاربردهای انواع مختلف مصالح ساختمانی که در صنعت ساختمان کاربرد دارند، آورده شود. شایان ذکر است که مطالب ارائه شده در این نوشتار بر اساس سرفصل ارائه شده توسط وزارت علوم، تحقیقات و فن آوری برای درس مصالح ساختمانی تهیه و تنظیم گردیده است.

در یک تقسیم بندی کلی مصالح ساختمانی به دو گروه بزرگ به شرح زیر تقسیم میگردند:

۱- مصالح غیرفلزی

۲- مصالح فلزی

در این نوشتار سعی گردیده است در مورد اکثر مصالح مورد مصرف در صنعت ساختمان مطالبی ارائه گردد. لذا در بخش اول جزوه در مورد مصالح غیرفلزی و در بخش دوم جزوه در مورد مصالح فلزی بحث خواهد شد.

در پایان این نوشتار عناوین تعدادی از کتابهای نوشته شده در مورد انواع مختلف مصالح ساختمانی آورده شده است که می تواند مورد استفاده دانشجویان این درس قرار بگیرد.

بخش اول

مصالح غیر فلزی

بخش اول - مصالح غیر فلزی :

مصالح ساختمانی را به شیوه های گوناگونی می توان تقسیم بندی نمود . این مصالح را همانطوریکه قبلاً نیز اشاره گردید میتوان با در نظر گرفتن جنس آنها به دو بخش کلی فلزی و غیرفلزی تقسیم بندی کرد . در این بخش در رابطه با مصالح غیر فلزی بحث خواهد شد که دارای تنوع زیادی بوده و در بخشهای مختلف ساختمان کار برد دارند . بطوریکه بعضی از آنها در بخش خاصی از ساختمان مورد استفاده قرار میگیرند و تعدادی از آنها نیز در بخشهای مختلف ساختمان از هنگام شروع عملیات ساختمانی تا پایان آن کاربرد دارند و بدون وجود بعضی از این مصالح غیر فلزی احداث ساختمان امکان پذیر نخواهد بود . مصالح غیر فلزی نیز براساس ترکیب شیمیایی ، ویژگیها و کاربردهایشان به انواع مختلفی تقسیم بندی می گردند که در ادامه این مبحث بترتیب در مورد هر کدام از آنها بحث خواهد شد .

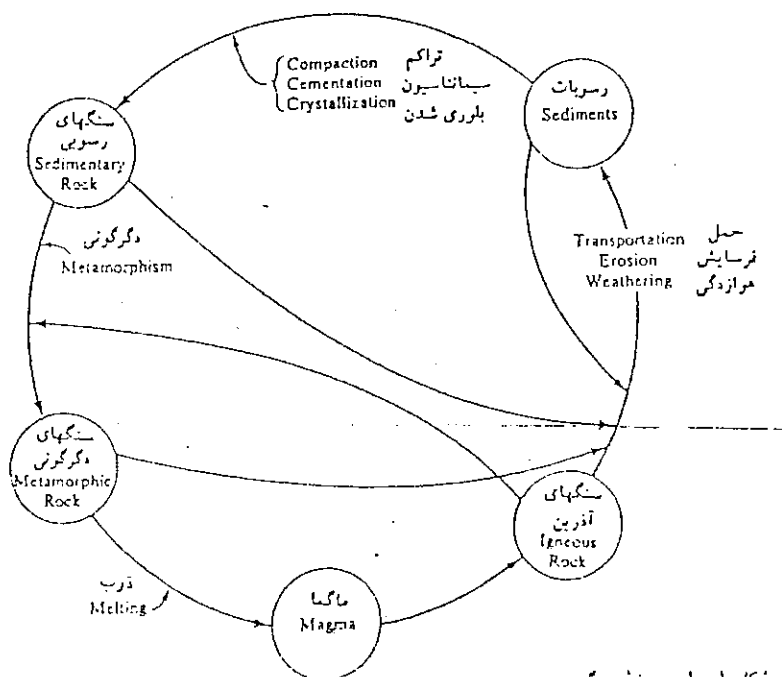
۱ - خاکها و انواع آن (Soils)

قسمت اعظم سطح زمین از رسوبات و مصالح نا پیوسته طبیعی که بطو رکلی به آنها خاک می گوئیم پوشانده شده است . خاک از یک طرف جایی است که سازه خود را به رو یا داخل آن بنا می کنیم و از طرفی دیگر ماده ای است که آنرا بعنوان مصالح ساختمانی در کارهای عمرانی به خدمت می گیریم . خاکهای موجود در طبیعت بسیار متنوع اند و هریک از آنها رفتاری خاص در کاربردهای مهندسی از خود نشان می دهند . این تنوع رفتار و ویژگیهای مهندسی ، متأثر از عوامل گوناگونی است . بعنوان مثال نحوه منشاء گرفتن وتشکیل شدن یک خاک تأثیر بارزی بر ویژگیهای مهندسی آن بر جای می گذارد . واژه خاک مفهوم بسیار گسترده ای دارد و در علوم مختلف به صورتهای گوناگونی تعریف می شود . بعنوان مثال در کاربردهای مهندسی به کلیه مصالح خرد شده سنگی طبیعی ، صرفنظر از نحوه تشکیل ، جنس و اندازه دانه هایشان خاک گفته میشود . در زمین شناسی و کشاورزی ، خاک معمولاً مجموعه مواد دانه ریز حاصل از هوازدگی که ریشه گیاهان می تواند در آن رشد کند ، اطلاق می شود . حد بین خاک و سنگ در کارهای مهندسی از روی مقاومت

فشاری تک محوری تعیین می شود ، نمونه ای که مقاومت اش بیش از 10^4 Pa (145 Psi) باشد سنگ و در غیر اینصورت خاک گفته می شود .

چرخه سنگ و مبداء پیدایش خاک :

دانه های کانی که تشکیل دهنده قسمت جامد خاک هستند ، از هوازدگی سنگها بوجود می آیند. دامنه تغییرات اندازه دانه ها وسیع است . بسیاری از خواص فیزیکی خاک ، توسط اندازه ، شکل و ترکیبات شیمیایی دانه ها دیکته میشوند . برای فهم بهتر این عوامل ، آشنایی با انواع اصلی سنگهای تشکیل دهنده پوسته زمین ، کانیهای تشکیل دهنده سنگها و فرآیند هوازدگی ضروری است (برای کسب اطلاعات بیشتر در این زمینه رجوع شود به کتاب زمین شناسی برای مهندسين تألیف دکتر حسین معماریان - انتشارات دانشگاه تهران) . برپایه نحوه پیدایش ، سنگها به سه نوع اصلی آذرین ، رسوبی و دگرگونی تقسیم بندی می شوند . شکل (۱-۱) نمودار فرآیند شکل گیری انواع مختلف سنگ را نشان می دهد . این چرخه سنگ نامیده می شود . عوامل مؤثر در خاکسازي همان عوامل مؤثر در هوازدگی میباشد . شاید بتوان مهمترین اثر حیاتی و اقتصادی فرآیند هوازدگی را تولید خاک دانست .



شکل ۱-۱ چرخه سنگ

طبقه بندی خاک براساس منشاء زمین شناسی آن :

خاکها را از نقطه نظر زمین شناسی به صورتهای مختلف می توان طبقه بندی نمود . بر طبق یک تقسیم بندی خاکها به دو نوع برجا (باقیمانده) و نا برجا (منتقل شده) تقسیم می شوند . خاک برجا ، بر اثر هوازدگی سنگ مادر و درست در روی آن تشکیل می شود . بدون آنکه نقل و انتقالی صورت بگیرد . این خاکها ممکن است بعد ها بر اثر عواملی مانند آب جاری ، باد و یخچال از محل تشکیل به جای دیگر انتقال داده شوند و به این ترتیب خاکهای نابرجا را بسازند . بطور کلی براساس سه مشخصه ذیل می توان خاکهای برجا را از خاکهای نابرجا شناسایی نمود :

الف - در خاک برجا شدت هوازدگی شیمیایی و خاکسازی از سطح به عمق کاهش می یابد .

ب - خاکهای برجا حاوی کانیهای بیگانه با محل نیستند .

ج - خاکهای بر جا دارای قطعات گوشه دارند ، گاه ممکن است قطعات هوازده سنگ مادر در بخشهای هوازده یافت شود .

همچنین خاکها را می توان بر مبنای منشاء زمین شناسیشان به گروههای شش گانه زیر تقسیم کرد :

خاک های برجا : بر اثر هوازدگی و تجزیه برجای سنگها ایجاد می شوند .

خاکهای واریزه ای : به خاکهایی که بر اثر نیروی گرانی جابجا شده اند ، اطلاق میشود .

رسوبات آبرفتی : کلیه خاکهایی را که توسط عمل آب جاری در خشکیها ایجاد می شوند ، در بر میگیرد .

رسوبات بادی : همانگونه که از نامشان پیداست توسط باد حمل و برجای گذارده می شوند .

رسوبات یخچالی : توسط یخچالها یا آبهای ناشی از ذوب یخچالها ایجاد می شوند .

رسوبات ثانوی : بر اثر ایجاد تغییرات به روی خاکهای اولیه ایجاد می شود .

هریک از گروههای شش گانه فوق را می توان به زیر گروههای چندی تقسیم کرد .

طبقه بندی خاکها بر اساس ویژگیهای مهندسی آنها :

خاکها را می توان بر مبنای اندازه دانه ها، ویژگیهای فیزیکی یا ترکیشان به گروههایی تقسیم کرد . بطور کلی عناصر تشکیل دهنده خاک را بر حسب اندازه به درشت سنگ ، قلوه سنگ ، شن و ماسه ، لای و رس تقسیم می کنیم . تقسیم بندیهای متعددی که در مورد طبقه بندی خاکها بر حسب اندازه وجود دارد که در جدول (۱) آمده است .

در اینجا ما خاکها را بر مبنای ویژگیهای بارزشان به چهار گروه تقسیم می کنیم :

خاکهای دانه ای : شامل لای ، ماسه و ذرات درشت تر از آن است . این خاکها فاقد چسبندگی اند . (به استثنای چسبندگی ظاهری که در لایها مرطوب دیده میشود) دانه بندی ، چگالی نسبی ، شکل دانه ها و ترکیب کانی شناسی تعیین کننده ویژگیهای مهندسی این خاکهاست . گروهی از مؤلفین خاکهای در حد لای را به طور جداگانه مورد بررسی قرار می دهند . از طرفی درشت سنگ و قلوه سنگ را نیز می توان به عنوان قطعات مجزای سنگی مورد مطالعه قرار داد .

خاکهای رسی : این خاکها دارای چسبندگی اند نوع کانیها ، ترکیب شیمیایی میزان خمیری بودن و تاریخچه تنش عوامل تعیین کننده ویژگیهای این نوع خاک است .

خاکهای آلی : این خاکها بطور کامل یا بطور بخشی از مواد آلی درست شده اند . نسبت مواد آلی در خاک و تاریخچه تنش دو عامل مهم و تعیین کننده در رفتار این نوع از خاک است .

خاکهای مخلوط : این خاکها را می توان ترکیبی از گروههای فوق به حساب آورد . ویژگیهای تعیین کننده مشخصات مهندسی این خاکهای نیز ترکیبی از مواد پیش گفته است ، با این تأکید که چگالی نسبی به سرعت اهمیت خود را از دست می دهد .

در جدول (۲) خلاصه ای از ویژگیهای مهندسی گروه های اصلی خاک فهرست شده است .

جدول (۱) انواع طبقه بندی خاکها بر مبنای اندازه دانه ها

قطر ۱ میلی متر	دیتورت (زمین شناسی) (میلی متر)	قطر (ام. قی. نی.)	ASTM (D442)	AASHTO (M148-63)	UNIFIED (متحد)	الکهای استاندارد	نمادگذاری یونان (لاتین)
۱۰۰	قطعه سنگ	قطعه سنگ ۲۵۴	لاشه سنگ و قلوه سنگ	لاشه سنگ و قلوه سنگ	لاشه سنگ و قلوه سنگ	۳ اینچ	۸
	قلوه سنگ	قلوه سنگ ۶۴	۷۶	۷۶	۷۶	۲ اینچ	۷
	بسیار درشت	۳۲	درشت	درشت	۵۰/۸	۱ اینچ	۶
	ریگ	۱۶	شن (گراول)	شن	۲۵/۴	۱ اینچ	۵
۱۰	درشت	۸	متوسط	متوسط	۹/۲۵	۳/۸ اینچ	۴
	متوسط	۴	۲/۷۶	۲	۲/۷۶	شماره ۴	۳
	ریز	۲	درشت	ریز	۲/۰	شماره ۱۰	۲
	شن	۲	۲	۲	۲/۰	شماره ۱۰	۱
۱	بسیار درشت	۱	متوسط	درشت	۰/۸۴	شماره ۲۰	۰
	درشت	۰/۵	۰/۶	۰/۴۲	۰/۴۲	شماره ۴۰	+۱
	متوسط	۰/۲۵	متوسط	۰/۲۵	۰/۲۵	شماره ۶۰	+۲
	ریز	۰/۱۲۵	ریز	ریز	۰/۱۲۵	شماره ۱۰۰	+۳
۰/۱	بسیار ریز	۰/۰۷۵	۰/۰۶	۰/۰۷۴	۰/۰۷۴	شماره ۲۰۰	+۴
	بسیار درشت	۰/۰۳۱	درشت	لای	لای		+۵
	درشت	۰/۰۱۶	۰/۰۲	لای	لای		+۶
	متوسط	۰/۰۰۸	متوسط	لای	لای		+۷
۰/۰۱	ریز	۰/۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۵		+۸
	بسیار ریز	۰/۰۰۲	ریز	ریز	ریز		+۹
	بسیار درشت	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		
	ریز	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱		

۱ - مقیاس لگاریتمی

۲ - مقیاس فی (Φ) برابر است با $-\log p$ ، که در آن p برابر با قطر دانه ها بر حسب میلی متر است.

- حدرویت ذرات توسط چشم غیر مسلح ۰/۰۶ میلی متر است. لای درشت و متوسط را می توان با ذره بین

تشخیص داد. مطالعه ذرات ریزتر محتاج میکروسکوپهای قوی است. از طرفی ذرات تا ۰/۰۶ (الک شماره ۲۰۰) را

می توان با غربال کردن دانه بندی کرد. ذرات ریزتر توسط آزمایش هیدرومتری طبقه بندی می شوند.

جدول (۲) - خلاصه ای از ویژگیهای مهندسی خاکها

ویژگی	شن و ماسه	لای	رس	مواد آلی
الف) ویژگیهای هیدرولیکی:				
نفوذپذیری	بسیار زیاد تا زیاد	کم	بسیار کم تا نفوذناپذیر	بسیار زیاد تا بسیار کم
مویشتگی	صرفنظر کردنی	زیاد	بسیار زیاد	کم تا زیاد
امکان تورم بر اثر یخ زدن	صفر تا کم	زیاد	زیاد	کم تا زیاد
امکان آبگونگی ریزدانه	صفر تا زیاد در ماسه	زیاد	صفر	زیاد در لایهای آلی
ب) مقاومت گسیختگی				
مشتقات	اصطکاک بین دانه ای ϕ	اصطکاک ϕ و چسبندگی ظاهری	زهکشی شده: C و ϕ ، زهکشی نشده: S_u	رسها و لایهای آلی، C و ϕ
مقاومت نسبی	زیاد تا متوسط	متوسط تا کم	زیاد تا بسیار کم	بسیار کم
حسابیت	صفر	صفر	کم تا بسیار زیاد	مشابه رس
سازندهای فرو ریزنده	ماسه های با سیمان شدگی جزئی	لسها	رسهای متخلخل	-
ج) تغییر شکل پذیری				
بزرگی (در بارهای متوسط)	کم تا متوسط	متوسط	متوسط تا زیاد	بسیار زیاد
تاخیر زمانی	صفر	ناچیز	طولانی	صفر تا طولانی
قابلیت تراکم	عالی	بسیار مشکل	نسبتاً مشکل، محتاج کنترل دقیق رطوبت است	-
انبساط بر اثر رطوبت	صفر	صفر	متوسط تا بسیار زیاد	ناچیز
انقباض بر اثر خشک شدن	صفر	ناچیز	متوسط تا بسیار زیاد	زیاد تا بسیار زیاد
د) خورندگی				
به ندرت، ماسه های آهکی برای بتن مشکل آفرین اند				
به ندرت، کم تا زیاد				
زیاد تا بسیار زیاد				

۱-۱- خاک رس و انواع آن (clay soil)

مهمترین خاک مورد استفاده در ساختمان چه بصورت مستقیم و چه بصورت غیرمستقیم خاک رس می باشد. خاک رس خاکی است مرکب از ذرات ذره بینی بسیار کوچک ریزتر از 0.002 میلیمتر، که از تجزیه شیمیایی مواد متشکله سنگها حاصل میشود. بصورت مرطوب دارای خاصیت خمیری متوسط تا خیلی زیاد است و وقتی که خشک باشد، بسیار سخت است. نفوذپذیری خاکهای رسی بسیار کم است. اینگونه خاکها، در رطوبتهای خیلی زیاد شدیداً چسبنده اند. خاک رس در مجاورت آب قدرت تورم زیادی دارد. خاک رس که تنها چسب طبیعی می باشد به دو طریق در طبیعت بوجود آمده است:

خاک رس برجا (معدنی) این خاک در محلی که تولید شده است باقی مانده و جابجایی صورت نگرفته است.

خاک رس نابرجا (رسوبی) این خاک از محل اولیه خود بوسیله یکی از عوامل جوی مانند رودخانه های، باد و غیره حرکت کرده و در نقطه دیگری ته نشین شده است. یکی از متداولترین طریقه تولید خاک رس در طبیعت تجزیه شیمیایی فلدسپاتها، می باشد. خاک رس معدنی خالص تر است. ولی جنس خاک رس ته نشینی با توجه به بستر رودخانه ای که در آن جاری میشود، متفاوت می باشد. بیشترین خاک رسی که در طبیعت موجود است، سرخ رنگ می باشد. دانه های خاک رس بسیار ریز بوده 0.002 و شکل هندسی آن کروی، پولکی و یا سوزنی می باشد. مرغوبیت خاک رس خالص بستگی به بزرگی دانه های آن دارد. هر قدر دانه های یک توده خاک رس ریزتر باشد آن خاک مرغوب تر می باشد.

کانی شناسی و شیمی رس ها:

کانیهای رسی، سیلیکاتهای آبدار آلومینیوم اند که بر مبنای ساخت بلورین و ترکیب شیمیائیشان به چند گروه تقسیم بندی می شوند. گروههای اصلی کانیهای رسی عبارتند از: کائولینیت ها، هالوئیزیت، ایلیت و مونت مورینیت گروههای فرعی تر کانیهای رسی عبارتند از: ورمیکولیت و

کلریت که در توده های سنگی تجزیه شده فراوان بوده و به سادگی به انواع دیگر تجزیه می شوند . ویژگیهای گروههای اصلی کانیهای رسی در جدول (۳) آمده است . دو عنصر اصلی آنها سیلیس (SiO_2) و اکسید آلومینیوم (Al_2O_3) می باشد که کلیه آنها دارای ناخالصیهایی مانند اکسیدهای مختلف آهن و اکسید کلسیم می باشد و کلیه آنها دارای مقداری آب تبلور هستند . هر قدر درجه خلوص آنها بیشتر باشد ، مقدار سیلیس و اکسید آلومینیوم در آنها بیشتر است . مثلاً کائولینیت خالص فاقد اکسیدهای آهن و کلسیم و منیزیم و غیره میباشد و فقط از ۴۶ درصد اکسید سیلیسیم و ۴۰ درصد اکسید آلومینیوم و در حدود ۱۴ درصد آب تبلور تشکیل شده است .

- رنگ خاک رس :

اگر خاک رس خالص باشد ، رنگ آن سفید است . اگر خاک رس با اکسید آهن سه ظرفیتی (Fe_2O_3) همراه باشد سرخ رنگ است و اگر با کربن همراه باشد تیره رنگ است و اگر با گرافیت همراه باشد خاکستری است و اگر با اکسید آهن دو ظرفیتی (FeO) همراه باشد کبودرنگ است . رنگ اغلب خاکها قبل از پختن و بعد از پختن متفاوت میباشد . زیرا همانطور که قبلاً نیز توضیح داده شد ، رنگ خاکها مربوط به اکسیدهای مختلفی هستند که در اثر حرارت و میزان حرارت و میزان پراکندگی آن در جسم و میزان ترکیب آن با جسم در اثر حرارت دارای رنگهای متفاوتی میشوند . در نتیجه اگر بخواهیم رنگ سفالی را که از خاک معینی بدست میآید تشخیص بدهیم باید حتماً به طریق آزمایش مقداری از خاک مورد نظر را حرارت بدهیم تا رنگ آن ظاهر بشود .

- کاربردهای خاک رس :

خاک رس در صنعت ساختمان سازی هم بطور مستقیم و هم بطور غیرمستقیم مورد استفاده قرار میگیرد . برای ندود زیر سفیدکاری فضاها (گچ و خاک) ، برای ساختن ملاتهای زودگیر و غیره بطور مستقیم در ساختمان از خاک رس استفاده میشود . علاوه بر این خاک رس بصورت غیرمستقیم در صنایع وابسته به ساختمان از جمله آجرپزی ، سرامیک سازی ، تهیه مواد نسوز و تهیه لوازم

جدول (۳) - ویژگیهای کانیه‌های رسی اصلی

کانی رسی	منشأ	فعالیت	ذرات
کائولینیت ^۱	- هوازدگی شیمیایی فلدسپات‌ها - تجزیه نهایی میکاها و پیروکسینها در آب و هواهای مرطوب یا در شرایط بازهکشی خوب. - در آب و هواهای گرم و مرطوب و گرم و استوایی بخش اصلی خاکهای رسی را تشکیل می‌دهد.	پایین. در حضور آب موادی نسبتاً پایدارند	صفحه‌ای و لسی کلونخه‌ای
هالوئیزیت ^۲	- مشابه کائولینیت است و لسی از هوازدگی فلدسپات و میکا (سنگهای اسیدی) حاصل می‌شود.	پایین. مگر آنکه ویژگیهای رس بر اثر از دست دادن شدید آب اساساً تغییر یافته باشد خراپند قابل بازگشت نیست.	واحدهای طویل میله‌ای یا تو خالی
ایلیت ^۳	- بخش اصلی بسیاری از سنگهای رسی - اغلب همراه با مونت‌موریونیت است.	حد واسط بین مونت‌موریونیت و کائولینیت	صفحات نازک
مونت‌موریونیت ^۴ (اسمکتیت)	- تجزیه شیمیایی الیوین (سنگهای مافیک). - تجزیه بخشی میکاها و پیروکسینها در محیطهای دارای باززدگی کم بازهکشی ناچیز. جزء تشکیل دهنده شیل‌های دریایی و شیل‌های رسی - تجزیه سنگ بر اثر گسل خوردگی	- شدیداً متورم شونده‌اند - مشکل آفرین‌ترین کانی رسی در دامنه‌ها و در زیر پی‌هاست. - به عنوان عامل نفوذناپذیر کننده به کار می‌رود.	در میکروسکوپ الکترونی به صورت توده‌ای شبیه به برگهای ظریف بریده شده کاهو دیده می‌شود.

1. Kaolinite

2. Halloysite

3. Illite

4. Montmorillonite (Smectite)

بهداشتی مانند (دستشویی ، کاسه توالت و غیره) مصرف میشود . همچنین در صنایع دیگر مانند چینی سازی برای ظروف آشپزخانه ، در صنعت برق و انتقال نیرو برای تهیه عایق های برقی و همچنین مقاومتهای الکتریکی با مقاومتهای مختلف از خاک رس استفاده میشود . برای ساختن ظروف آزمایشگاهی نیز از خاک رس استفاده میگردد .

- ویژگیهای خاکهای رسی :

خاکهای رسی دارای ویژگیهای مختلفی میباشند که بشرح ذیل میباشد :

۱- خاصیت چسبندگی : اگر به خاک رس آب برسد خاصیت چسبندگی در آن ظاهر میگردد .

زیرا در ذرات خاک رسی که آب بیند کشش مولکولی پیدا شده ، این کشش باعث میشود که ذرات خاک به همدیگر بچسبند (خاصیت جذب سطحی) . وجود این آب بین دانه های خاک رس باعث آن میشود که ذرات خاک رس در اثر کوچکترین نیرویی رویهم بلغزند . در اثر این لغزش خاصیت شکل پذیری (پلاستیسیته) فوق العاده ای در خاک رس ظاهر میشود .

۲- خاصیت پلاستیسیته (شکل پذیری) : خاصیت شکل پذیری به خاصیتی گفته میشود که اگر

خاک را پس از مرطوب کردن به شکل دلخواه دریاوریم ، اولاً این عمل به راحتی صورت بگیرد . ثانیاً خاک شکل داده شده بخود را حفظ کرده و پس از خشک شدن و یا پخته شدن به همان شکل باقی بماند . عوامل مؤثر در میزان شکل پذیری خاک رس به قرار ذیل است :

- آب موجود در خاک و مقدار آن

- اندازه دانه های خاک

- شکل عمومی دانه ها

- میزان صیقلی بودن دانه ها

- وسایل مکانیکی که از آنها برای شکل دادن خاک استفاده میگردد .

۳- خاصیت جذب سطحی : این خاصیت مربوط به یونیزه شدن ذرات جسم جامد در آب میباشد . اگر مولکولهای جسمی که در آب پراکنده میگردند ، بصورت قطبی در آید و هر قسمت آن دارای بار مثبت یا منفی بشود واضح است که ذرات یکدیگر را جذب کرده و باتوجه به میزان آبی که درجسم وجود دارد ، در آن جسم خاصیت جذب سطحی بوجود میآید . بطوریکه اگر به اضافه کردن آب ادامه بدهیم جسم به حالت روان درآمده و ذرات آن در آب شناور میشوند . در این حالت خاصیت جذب سطحی برای ما قابل رؤیت نیست . خاک رس دارای این خاصیت می باشد .

۴- خاصیت تقلیل حجم :

خاک رس نیز همانند تعدادی از مصالح ساختمانی در موقع مصرف با آب مخلوط میشود و در موقع سخت شدن مقداری از آب خود را از دست می دهند که این مسئله موجب تقلیل حجم آن میگردد . این آب در واقع آب فیزیکی مصالح میباشد . این تقلیل حجم بعد از خشک شدن در بعضی از مصارف خاک رس همانند صنعت آجر پزی خیلی مهم نمی باشد ، ولی در بعضی موارد مانند لوازم بهداشتی و یا کاشی پزی و غیره مهم می باشد و تقلیل حجم موجب زشتی قطعه می گردد .

۵- خاصیت جذب (مکنندگی) آب توسط دانه های خاک رس : بطوریکه این خاک می تواند تا هشت برابر حجم خود آب جذب نماید . بعد از آنکه از آن اشباع شد ، انبساط پیدا می کند و هر ذره منافذ مجاور خود را پر میکند . در این حالت خاک کاملاً غیر قابل نفوذ گردیده (واترپروف میشود) و مانع از نفوذ آب به سطوح پائین تر می گردد . در گذشته از همین خاصیت خاک رس استفاده کرده و برای ایزولاسیون بامها روی آنرا با یک لایه خاک رس و گاه اندود می کردند .

- انواع مختلف خاک رس :

خاکهای رسی برحسب خاصیت فیزیکی و درجه خلوص به چند دسته تقسیم میشوند :

الف - کائولن (خاک چینی) : کائولن خاک رس خالص بوده و از کانی کائولینیت تشکیل شده است . آنرا به مصرف چینی سازی ، کاشی سازی ، کاغذ سازی ، رنگ سازی و ... می رسانند . از تجزیه شیمیایی سنگهای گرانیت که دارای اکسید آهن نباشد ، تولید می شود . این خاک دارای رنگی سفید است که بعد از پختن نیز رنگ آن سفید باقی می ماند .

ب - خاک سفال : این نوع خاک بسیار ریز دانه بوده و در حدود ۹۰٪ آن کوچکتر از یک میکرون میباشد به همین علت خاصیت شکل پذیری آن زیاد است . این نوع خاکها در اثر حرارت (بعد از پخته شدن) دارای رنگ کرم روشن می گردد که رنگ مطلوب در صنعت سفال سازی است .

پ - خاک رس لکه گیری: به خالصی خاک چینی نیستند . مقداری آهک و منیزیم دارند و به علت جذب رنگ از روغنهای آنها را برای لکه گیری رنگ و چربی از روی پارچه ها بکار می برند .

ت - گل اخرا: که شن گل رس دار است ، اکسید آهن آن زیاد است و در رنگسازی بکار میرود .

ث - بتونیت (گل حفاری) : نوعی خاک رسی دریایی با درصد خیلی زیادی از مونت موریونیت میباشد و عموماً از تجزیه شیمیایی خاکستر آشفشانی تشکیل می شود . بتونیت خشک در مجاورت آب بیش از سایر انواع خاک رسی متورم میشود و به هنگام خشک شدن نیز بیش از همه انقباض پیدا می کند . این خاک بسیار چسبنده و پلاستیک میباشد . بتونیت در صنایع حفاری چاه نفت ، ریخته گری ، تصفیه و رنگبری ، مواد شوینده ، محیط زیست ، سرامیک و صنایع نسوز کاربرد دارد . قسمت اعظم بتونیت ها که در بخش زیست محیطی استفاده میشود به مصرف ایزولاسیون مکانهای جمع آوری و دفن زباله ها می رسد .

ج - خاک رس آتشیخوار (نسوز) : خاک رس آتشیخوار علاوه بر کائولن حاوی اکسید و هیدرواکسیدهای آلومینیوم نیز هست . هرنوع خاکی که دمای بیش از ۱۵۰۰ درجه سانتیگراد را تحمل کند و میزان Al_2O_3 موجود در آن قابل توجه باشد ، به خاک رس آتشیخوار معروف است . مصرف عمده این خاک در تهیه آجرهای آتشیخوار است که به شاموت معروفند . دیگر مصارف آن در ساخت قطعات کوره ها ، دیگهای گرمایی و کاشیهای نسوز است .

۱-۲- شن و ماسه (سنگدانه ها) aggregate

سنگدانه ها یا آن گونه که رایج است شن و ماسه پرمصرفترین و در عین حال ارزانهترین مصالح ساختمانی هستند. شاید بنظر عجیب برسد، ولی برای ساختن یک خانه معمولی بین ۵۰ الی ۱۰۰ تن شن و ماسه به صورتهای مختلف مصرف میشود. حدود ۹۰٪ - ۸۵٪ آسفالت و ۷۵٪ بتن را شن و ماسه تشکیل می دهد.

سنگدانه ها (شن و ماسه) عبارتند از ذرات غیرچسبنده متشکل از قطعات گوشه گرد یا گوشه تیز، که کم و بیش از مواد معدنی سنگ اصلی، بدون تغییر شیمیایی عمده تشکیل یافته اند. برطبق قانون معادن ایران مصوب ۱۳۶۲/۳/۱ شن و ماسه معمولی عبارت از شن و ماسه ای است که منحصراً در عملیات ساختمان سازی، راهسازی، بتن ریزی و نظایر آن قابل مصرف است و دارای مصارف صنعتی دیگری نبوده و حاوی کانیهای با ارزش نیست که تفکیک آنها مقرون به صرفه باشد شایان ذکر است که جنس و خصوصیات شن و ماسه در مناطق مختلف متفاوت بوده و لازم است برای هر ناحیه مشخصات و خصوصیات فیزیکی و مهندسی آن باتوجه به مصارف مختلف آن بدست آید.

- اندازه و ابعاد شن و ماسه :

شاید بتوان اندازه ذرات و دانه بندی را مهمترین ویژگی قابل بررسی شن و ماسه دانست. در زمین شناسی ذرات در حد رؤیت چشم تا نوک چوب کبریت را ماسه، تا حد نخود را شن، تا حد بادام را ریگ و تا حد یک مشت بسته را قلوه سنگ می نامند. در مهندسی عمران به دانه های سنگی که قطر آن مابین ۰/۰۶ mm تا ۲ mm باشد، ماسه می گویند و به دانه های سنگی که قطر آن از ۲ میلیمتر بزرگتر باشد تا ۶۰ میلیمتر شن می گویند. (دانه های مابین ۲mm تا ۶ mm شن نخودی نیز گفته می شود).

- شکل هندسی دانه های شن و ماسه :

بهترین و باربرترین شکل دانه ها از نظر هندسی برای مصرف دربتون شکل نزدیک به کره است و هر قدر شکل دانه به حالت ورقه ای و یا سوزنی نزدیکتر باشد، نامطلوبتر بوده و قطعه ریخته شده با

آن از مقاومت کمتری برخوردار است. به همین دلیل مجموع دانه های سوزنی و ورقه ای مورد مصرف دربتون نباید از ۱۵٪ مجموع شن و ماسه بیشتر باشد. منظور از کرویت خوب برای دانه های شن و ماسه اینست که شکل کلی سنگدانه ها به کره نزدیک باشد و عکس این مطلب کرویت بد میشود. منظور از گردشگری خوب برای دانه های شن و ماسه اینست که صرف نظر از شکل کلی دانه ها، سنگدانه ها فاقد گوشه های تیز (دارای گوشه های گرد) باشند و عکس این مطلب گردشگری بد میشود.

- منابع تهیه شن و ماسه

شن و ماسه برای کارهای ساختمانی به دو گونه تهیه میشود:

۱- شن و ماسه طبیعی: رسوبات طبیعی شن و ماسه، معمولاً بر اثر فرسایش و خرد شدن انواع سنگها، حمل و نقل ذرات و قطعات حاصله توسط عوامل مختلف و بالاخره رسوب آنها در محلهای مناسب ایجاد میشود.

۲- شن و ماسه شکسته: تکه سنگهای درشت را بعد از تعیین جنس آن، در سنگ شکنهای مختلف شکسته و خرد می نمایند. آنگاه آنرا بوسیله الکهای مخصوص دانه بندی نموده و آنرا به مصرف میرسانند.

- تفاوت شن و ماسه طبیعی با شکسته:

- دانه های شن و ماسه طبیعی بعلت اینکه توسط جریان رودخانه حمل میگردند، گرد گوشه بوده یعنی دارای گردشگری خوب هستند. در صورتیکه دانه های شن و ماسه شکسته تیز گوشه اند یعنی دارای گردشگری بد هستند. دانه های گرد گوشه بعلت آنکه سطح آنها صیقلی می باشد، دارای اصطکاک داخلی کمتری بوده و در نتیجه موجب کاهش پیوستگی بین اجزاء بتن میشود. در صورتیکه شن و ماسه شکسته بعلت تیز گوشه بودن اصطکاک داخلی بالایی بین دانه ها وجود داشته و در نتیجه موجب ^{انرژی} پیوستگی بین اجزاء بتن میشود.

- بافت سطحی در شن و ماسه طبیعی صاف و صیقلی بوده و این موجب کاهش پیوستگی بین خمیر سیمان و سنگدانه ها می شود. در حالیکه بافت سطحی در شن و ماسه شکسته زبر و خشن بوده و این موجب افزایش پیوستگی بین خمیر سیمان و سنگدانه ها می شود

- در بتن ریزی اگر از مصالح شکسته استفاده شود برای جابجائی بتون در قالب و پرکردن تمام زوایای آن باید دقت بیشتری بعمل آورد، ولی در این نوع مصالح قطعه ریخته شده در شرایط مساوی دارای مقاومت فشاری و کششی بیشتری نسبت به شن و ماسه طبیعی میباشد.

- ابعاد ماسه و شن شکسته کاملاً در اختیار مصرف کننده است. زیرا ابعاد آن بوسیله الک های مخصوصی تعیین میگردد، در نتیجه بتون ریخته شده با شن و ماسه شکسته یکنواخت تر و همگن تر نسبت به شن و ماسه طبیعی میباشد.

- هزینه تهیه شن و ماسه طبیعی کمتر از شن و ماسه شکسته می باشد.

- جنس سنگهای شن و ماسه شکسته در اختیار مصرف کننده میباشد، ولی در شن و ماسه طبیعی اینطور نبوده و ممکن است در یک نمونه شن و ماسه جنس ذرات از سنگهای مختلف با مقاومت متفاوت باشد.

- شن و ماسه طبیعی دارای مواد مضر فراوانی از جمله مواد آلی، رس و املاح نمکی میباشد که کلیه آنها برای قطعات بتونی و ملات مضر است. در صورتیکه شن و ماسه شکسته عاری از این مواد مضر میباشد.

- برداشت بی رویه شن و ماسه از بستر و حواشی رودخانه ها مشکلات زیست محیطی و سیل و سیلاب را به همراه دارد.

ویژگیهای سنگهای انتخابی برای تهیه شن و ماسه شکسته :

در انتخاب سنگهای مختلف برای تهیه شن و ماسه شکسته باید به موارد زیر توجه نمود :

۱- برای تهیه شن و ماسه شکسته، سنگهای با ترکیب سیلیسی و یا آهکی گزینه های خوبی میباشند

۲- هرچقدر سنگ متراکمتر و وزن مخصوص آن بیشتر باشد، برای تهیه این نوع شن و ماسه مناسب تر است .

۳- وزن مخصوص آن نباید از ۲ گرم بر سانتی متر مکعب کمتر باشد.

۴- سنگ انتخاب شده باید یک دست بوده و فاقد رگه های خاکی باشد .

۵- نباید این سنگها پوک باشند و یا پوسیدگی موضعی داشته باشند .

۶- نباید در فعل و انفعالات شیمیایی سخت شدن سیمان از خود واکنش نشان داده و در این فعل و انفعالات شرکت نمایند .

۷- نباید در مجاورت آب تغییر شکل و تغییر حجم بدهد، بعبارت دیگر نباید نفوذ آب در آن موجب تلاشی شدن دانه بشود .

۸- همچنین جذب آب آن نباید آنقدر کم باشد که مانع نفوذ آب ملات در آن شده و در نتیجه موجب نچسبیدن دانه ها به یکدیگر بشود.

۹- شن و ماسه تولیدی باید در مقابل عوامل جوی مانند گرما و سرما و یخزدگی مقاوم باشد.

۱۰- شن و ماسه تولیدی باید در مقابل سایش و ضربه و سایر نیروهای وارده بر سازه مقاومت نماید.

۱۱- در تهیه شن و ماسه نباید از سنگهایی همانند سنگ گچ، انیدریت و کلیه سولفاتها استفاده نمود .

۱۲- همچنین برای انتخاب سنگ جهت شن و ماسه باید توجه داشت که این سنگها فاقد نمکهای باشد که روی فولاد اثر می گذارد .

مواد مضر در شن و ماسه طبیعی :

۱- مهمترین ماده مضر برای شن و ماسه در بتن خاک رس می باشد . زیرا خاک رس اولاً خاک رس خاصیت مکنندگی آب داشته و در حدود ۸ برابر وزن خود آب می مکند در نتیجه آب ملات را مکیده و آنرا خشک نموده و مانع فعل و انفعالات طبیعی سیمان گشته و در نتیجه چسبندگی بین

دانه ها بخوبی انجام نشده و قطعه پوک میشود و چنین قطعه ای باربری لازم را ندارد . ثانیاً خاک رس موجود در ملات دور دانه های شن و ماسه را گرفته و مانع تماس آن با سیمان میگردد . در بعضی از آئین نامه ها وجود ۳٪ وزنی خاک رس در شن و ماسه را مجاز می دانند . بهترین روش جدا سازی شستشو با آب میباشد .

۲- مواد آلی و مواد خارجی مانند تکه های چوب ، تکه های ذغال ، شاخ و برگ گیاهان ، جسد مرده حشرات و ماهیها و فضولات حیوانات و غیره کلاً نباید وارد بتون و ملات بشوند . زیرا به مرور زمان این مواد پوسیده و از بین می روند و جای آن در بتون و ملات خالی مانده و موجب پوکی قطعه می شوند . بهترین روش جدا سازی شستشو با آب میباشد .

۳- املاح نمکی: این املاح بخصوص در بتن مسلح خطر زنگ زدگی و خوردگی آرماتور را به همراه دارد . اثر دیگر وجود نمک در دانه های سنگی جذب آب این نمکها از هوا و ایجاد شوره است که معمولاً بصورت ذرات سفید رنگی در سطح بتن ظاهر می گردد . بهترین روش جدا سازی شستشو با آب میباشد .

اندازه دانه های شن و ماسه برای کاربردهای مختلف :

اصولاً منظور از بکاربردن دانه با ابعاد مختلف آنست که در نهایت دانه بندی ما طوری باشد که دانه های ریز تر فضای بین دانه های درشت تر را پر کرده و هر قدر ممکن است قطعه ریخته شده با بتون توپر تر و متراکم تر بوده و دارای وزن مخصوص بیشتری باشد . دانه های هم اندازه تا حدی متراکم میشوند ، لیکن دانه های ریز تر می توانند فضاهای خالی بین آنها را پر نموده و در نتیجه دانسیته حجمی را افزایش دهند . در حقیقت ، حداکثر دانسیته حجمی مخلوطی از دانه های ریز و درشت موقعی حاصل میشود که میزان تقریبی ریزدانه ها بین ۳۵ تا ۴۰ درصد کل وزن سنگدانه ها انتخاب شود . در نتیجه حداقل حجم فضای خالی باقیمانده تعیین کننده حداقل مقدار خمیر سیمان یا به عبارتی مقدار سیمان بوده که این امر از لحاظ اقتصادی بسیار اهمیت دارد .

با بزرگتر شدن ابعاد دانه ها مقدار آب لازم برای مرطوب کردن سطح واحد وزن دانه ها کمتر می شود. لذا گرایش منحنی دانه بندی مصالح سنگی به طرف قطرهای بزرگتر، میزان آب لازم مخلوط را پایین آورده و بنابراین برای یک کارایی و یک میزان سیمان مشخص، نسبت آب به سیمان کاهش یافته و در نتیجه مقاومت افزایش می یابد. به هر حال برای حداکثر قطر دانه ها حدی وجود دارد که بالاتر از آن نه تنها مفید نیست، بلکه بعلت کم کردن پیوستگی و چسبندگی و ایجاد گسستگی ناشی از وجود دانه های بسیار درشت، مضر نیز خواهد بود. در نتیجه مصرف این نوع دانه ها، بتن غیر ممکن گشته و در نتیجه مقاومت آن نیز کاهش می یابد. به هر حال تأثیر معکوس افزایش اندازه دانه هادر محدوده مشخصی بوده و اصولاً افزایش اندازه دانه ها تا ۴۰ mm بعلت کاهش میزان آب، مفید نیز می باشند. . به هر حال در بتن های مصرفی در قطعات ساختمانی حداکثر قطر دانه ها بعلت محدودیت ابعاد قطعه و در نظر گرفتن فاصله سطح بتن و آرماتور، به ۲۵ تا ۴۰ میلیمتر محدود می شود.

بزرگی دانه های مصرف شده در ملات باتوجه به ضخامت ملاتی که زیر فرش موزائیک یا سنگ و یا روی آجر چینی دیوار میکشند متفاوت است مثلاً برای مصرف ملات در آجر چینی دیوار بزرگی بزرگترین دانه مصرف شده در ملات میتواند تا ۶ میلیمتر هم باشد. ولی برای آجر چینی در نماسازی که ضخامت ملات در حدود ۸ میلیمتر است بزرگترین دانه های مصرف شده نمی تواند از حد ۴ میلیمتر بیشتر باشد. مشخصات شن و ماسه برای بتن، بتن مسلح و ملات در استاندارد ایران در جدول (۴) و دانه بندی مناسب شن و ماسه برای مصارف مختلف در جداول (۵)، (۶) و (۷) آورده شده است.

جدول (۴) - مشخصات شن و ماسه برای بتن، بتن مسلح و ملات (استاندارد ایران)

شن	بتن و بتن مسلح		ملات
	ماسه	ماسه	ماسه
۳۰۲-۱۳۴۵	۳۰۰-۱۳۴۵	۲۹۹-۱۳۵۸	شماره استاندارد - مؤسسه استاندارد ایران ()
جدول ۸-۱۰	جدول ۸-۸	جدول ۸-۹	دانه بندی
۰/۲۵	۱	۱	حداکثر مجاز (درصد وزنی) کلوخه گلی
۵			" " " دانه های نرم
۱	۵		" " " ذرات ریزتر از الک شماره ۲۰۰
۰/۵-۱	۰/۵-۱	۰/۵	" " " زغال یا لیگنیت
			" " " دانه های سبک (شنور در مایمی با وزن مخصوص ۲)
< ۲/۳۵			وزن مخصوص نمونه اشباع شده (با سطح خشک)
۱۲	۱۰	۱۰	حداکثر مجاز کاهش وزن در ۵ پرخه آزمون سلامت سنگ
۱۸	۱۰	۱۵	- سدیم سولفات (درصد وزنی)
			- منیزیم سولفات (درصد وزنی)
مشخصات کلی :			
۱- ذرات باید سالم ، سخت ، پایدار و عاری از مواد آلی و زبان آور و مواد معدنی پوشاننده سطح دانه ها باشند .			
۲- اگر مصالح برای تهیه بتنی که در معرض جریان آب و رطوبت است بکار می رود ، باید از سیمان دارای مواد قلیایی کمتر از ۰/۶ درصد استفاده کرد			

جدول (۱۵) - دانه بندی ماسه برای بتن و بتن مسلح (استاندارد ایران، ۱۳۴۵ - ۳۰۰)

درصد وزنی رد شده از الک *		الک استاندارد	اندازه و شماره الک استاندارد	
ماه طبیعی	ماه از سنگ شکست		درصد وزنی رد شده از الک *	اینچ ۳/۸ شماره ۴
۱۰۰	۰۰	شماره ۴	۹۵-۱۰۰	۸
۹۵-۱۰۰	۰۰-۱۰۰	۸	۸۰	۱۶
۶۰-۱۰۰	۰۰-۱۰۰	۱۶	۵۰	۳۰
۳۵-۷۰	۰۰-۷۰	۳۰	۲۵	۵۰
۲۰-۴۰	۰۰-۳۵	۵۰	۱۰	۱۰۰
۱۰-۲۵	۰۰-۱۵	۱۰۰	۲	
۰-۱۰	۰-۰	۲۰۰		

* باقیمانده مصالح بین دو الك متوالی حدود
نوف نباید بیش از ۲۵ درصد وزن کل — به باشد.

جدول (۷) - داده بندی شن برای بتن و شن مسلح (استاندارد ایران ۱۳۴۵ - ۲۰۲).

[illegible]

آزمایشاتی که باید روی ماسه صورت پذیرد :

برای داشتن یک بتون خوب و مقاوم روی دانه ها باید آزمایشات متفاوتی انجام شود که بطور کلی به دو گروه میتوان آنها را تقسیم نمود. گروه اول آزمایشات عمومی میباشد که شامل آزمایشاتی مثل تعیین دانه بندی ، وزن مخصوص ، تعیین درصد مواد خارجی مخصوصاً درصد مواد آلی و همچنین درصد خاک رس و ...

گروه دوم آزمایشات اختصاصی میباشد که با تناسب محل سازه و استفاده ای که از آن میشود ، متفاوت است . مثلاً ماسه ای که برای پایه پل مصرف میشود باید از نظر مقاومت در مقابل نمکها آزمایش شود . زیرا این پایه در معرض حمله شدید سولفاتها قرار دارد و یا ماسه ای که برای ریختن قطعه بتونی که در راه رو یک محل عمومی مانند مدرسه یا بیمارستان مصرف میشود که محل رفت و آمد زیاد می باشد باید از نظر سایش آزمایش شود .

کاربردهای شن و ماسه :

کاربردهای وسیع شن و ماسه در پروژه های مختلف مهندسی برکسی پوشیده نیست . بطوریکه علاوه بر کاربرد گسترده شن و ماسه در مراحل مختلف اجرای یک سازه در صنایع دیگر نیز از این نوع مصالح استفاده می گردد . در ادامه به تعدادی از کاربردهای شن و ماسه اشاره می گردد :

- ۱- در پی سازی ساختمانها (بتون مصرفی برای شالوده ساختمان)
- ۲- برای تهیه ملات در کاربردهای مختلف اعم از آجرچینی ، فرش موزائیک و نصب کاشی
- ۳- برای دانه بندی کف فضاهاییکه روی زمین ساخته میشود (همکف و یا زیرزمین) برای آنکه از نفوذ رطوبت به سطح جلوگیری شود از شن با ابعاد مختلف استفاده میگردد .

- ۴- برای محفوظ نگهداشتن لوله های تأسیسات که از کف ساختمانها عبور می نمایند از تأثیر منفی مواد آهکی که احتمالاً در پوکه یا ملات وجود دارد از ماسه با دانه های غیر آهکی در دور لوله ها استفاده میشود .
- ۵- راه سازی : شن و ماسه دارای مشخصات و عملکرد خاص در قشرهای زیر اساس ، اساس و لایه های فوقانی راه بکار گرفته میشوند .
- ۶- در آسفالت : مشخصات شن و ماسه طبیعی یا شکسته بسته به نوع آسفالت و محل مصرف آن تغییر میکند .
- ۷- بالاست : باید بتواند علاوه بر نگهداری ریلها و توزیع بار چرخها ، زهکشی زیرسازی راه آهن را نیز انجام دهد .
- ۸- مصالح نفوذ پذیر : بعنوان فیلتر و زهکش در سازه های مختلف از جمله در سدهای خاکی به مصرف میرسد .
- ۹- خاکریز : مصالح خرد شده سنگی در بدنه سدهای خاکی ، بعنوان پرکننده پشت کار در معادن و پشت دیوارهای حایل در راهسازی و مانند آن مصارف زیادی دارد .
- ۱۰- مصارف صنعتی ک انواع شن و ماسه سیلیسی خالص در شیشه سازی ، ریخته گری ، تصفیه آب و غیره نیز مصرف میشود .

۲- چسباننده ها

چسباننده ها موادی هستند که با استفاده از آنها میتوان ملاتهای مختلفی را تهیه نمود و برای چسباندن مصالح مختلف مانند آجرها ، کاشی ها ، سنگها و غیره در ساختمان و یا برای اندود کاری سطوح مختلف استفاده کرد . از جمله چسباننده های معروف می توان از گچ ، آهک و سیمان نام برد که در ادامه این مبحث در مورد هر کدام از آنها مطالبی خلاصه ارائه می گردد .

۱-۲- گچ (gypsum)

گچ از جمله مصالحی است که در صنایع ساختمانی از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد و بعلاوه ویژگیهایی که دارد از زمانهای قدیم در امر ساختمان سازی مورد استفاده قرار می گرفته است . در بسیار از ساختمانهای قدیمی گچ نقش مؤثری داشته و گچ بریهای بسیار زیبایی از آن دوران (بخصوص دوران صفویه) باقی مانده است . گچ بعلاوه خواص خود از اولین مراحل احداث ساختمان تا آخرین مراحل آن مورد استفاده قرار میگیرد .

- منابع تهیه گچ

گچ از پختن و آسیاب کردن سنگ گچ بدست می آید . سنگ گچ از گروه مصالح ساختمانی کلسیم دار است که بطور وفور در طبیعت یافت می شود . سنگ گچ به فرمول شیمیایی $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ از خانواده سنگهای رسوبی غیر آواری تبخیری می باشد به عبارت دیگر سنگ گچ ترکیبی از آهک ، گوگرد و آب است . بعلاوه میل ترکیب شدیدی که دارد بطور خالص یافت نمی شود . بیشتر بصورت ترکیب با کربن یا اکسیدهای آهن یافت می شود . سنگ گچ خالص بی رنگ است و سنگ گچ ترکیب شده با کربن به رنگ خاکستری و سنگ گچ ترکیب شده با اکسیدهای آهن با توجه به نوع آن به رنگهای بیرنگ ، زرد روشن ، کبود و یا سرخ رنگ دیده میشود . سنگ گچ یا بصورت سولفات کلسیم آبدار $(\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ یافت میشود که به آن ژپش (گچ خام) می گویند یا بصورت سولفات کلسیم بدون آب (CaSO_4) بدست می آید که به آن انیدریت می گویند.

فرآیند گچپزی :

گچپزی یعنی حرارت دادن به سنگ گچ آبدار بطوریکه بتوانیم $1/5$ مولکول از آب تبلور آنرا تبخیر نماییم. بطوریکه اگر به سنگ گچ در حدود 170° درجه سانتیگراد حرارت بدهیم $1/5$ مولکول از آب تبلور خود را ازدست داده و به گچ ساختمانی به فرمول $\text{CaSO}_4 \cdot 0.5 \text{H}_2\text{O}$ تبدیل می گردد. اگر دمای کوره به 200° درجه سانتیگراد برسد، سنگ گچ $1/7$ مولکول آب خود را از دست داده به گچ تشنه به فرمول $\text{CaSO}_4 \cdot 0.3\text{H}_2\text{O}$ تبدیل میشود که میل ترکیبی شدید با آب داشته، بطوریکه اگر در مجاورت هوای آزاد قرار بگیرد، 0.2 مولکول آب از بخار موجود در هوا را جذب کرده و به گچ ساختمانی با 0.5 مولکول آب تبدیل میگردد. سنگ گچ در دمای 300° تا 320° درجه سانتیگراد می سوزد و به سولفات کلسیم (CaSO_4) بنام انیدریت تبدیل میشود. گچ سوخته میل ترکیب با آب نداشته و قابل مصرف در صنایع ساختمانی نمیشود (در بعضی از منابع درجه گرمای مورد نیاز برای سوختن گچ 700° درجه سانتیگراد ذکر گردیده است.) از گرمای 700° تا 1400° درجه سانتیگراد گچ سوخته تجزیه شده و به اکسید کلسیم به فرمول CaO و گاز SO_3 تبدیل می گردد و گاز SO_3 با تبدیل به SO_2 و O متصاعد می گردد. اگر CaO (آهک زنده) در پودر گچ باقی بماند در زمان گیرش آن تأثیر گذاشته و در اثر مجاورت با آب، آهک آن شکفته شده و الونک می زند و سطح سفید کاری را آبله رو می کند.

خواص گچ :

گچ دارای خواص مختلفی می باشد که در ذیل به آنها اشاره می گردد :

- ۱- زودگیربودن : ملات گچ از جمله ملاتهایی است که بسیار زودگیر است و در حدود 10 دقیقه سخت می گردد به لحاظ همین خاصیت برای اجرای تیغه 5 سانتیمتری و همچنین طاق ضربی از ملات گچ و یا گچ و خاک استفاده میشود.
- ۲- خاصیت ازدیاد حجم : گچ تنها ملاتی است که در موقع سخت شدن در حدود یک درصد به حجمش اضافه میشود و پس از خشک شدن تقلیل حجم پیدا نمی کند.

۳- مقاومت در مقابل آتش سوزی : باتوجه به اینکه گچ سخت شده مانند سنگ گچ دارای دو مولکول آب تبلور میباشد، اگر لایه گچ در مقابل حرارت ناشی از آتش سوزی قرار بگیرد این آب تبلور در اثر حرارت دوباره از گچ جدا شده و بصورت یک لایه از آب در مقابل آتش قرار گرفته و برای مدت دو تا سه ساعت می تواند در مقابل سرایت آتش به فضاهای دیگری مقاومت نماید .

۴- خاصیت اکوستیک بودن گچ : گچ در مقابل ارتعاشات صوتی رفتار مطلوبی دارد و تقریباً بین ۶۰ الی ۷۵ درصد این ارتعاشات را بخود جذب نموده و مانع انعکاس آن میشود و در نتیجه از ایجاد پژواک جلوگیری می کند .

۵- ارزانی گچ : گچ از چسباننده های ارزان و سهل الحصول می باشد .

۶- خاصیت پلاستیک بودن گچ : ملات گچ بعلت خاصیت شکل پذیری فوق العاده ای که دارد ، میتوان با آن شکلها و نقش های زیبایی بوسیله هنر گچبری بوجود آورد .

۷- رنگ گچ : ملات گچ پس از مصرف و خشک شدن سفید رنگ میشود و این سفیدی به ساختمان جلوه خوبی میدهد و در نتیجه یکی از بهترین اندودهای ساختمان می باشد .

۸- خاصیت رنگ پذیری گچ : اندود گچ پس از خشک شدن تقریباً هر نوع رنگی را بخود می پذیرد و بدینوسیله می توانیم فضاهای مورد استفاده را به رنگ دلخواه رنگ آمیزی نمائیم .

مصارف گچ :

گچ در ساختمان مصارف متعددی دارد از جمله ریختن رنگ ساختمان برای مشخص کردن اطراف زمین و پیاده کردن نقشه ، ملات سازی ، گچ و خاک ، سفید کاری ، سنگ کاری (برای نگهداشتن سنگ بطور موقت در جای خود تا ریختن ملات پشت آن مورد استفاده قرار می گیرد .) در صنایع مجسمه سازی ریخته گری برای قالب سازی و در کارهای طبی برای شکسته بندی .

میزان و نحوه سخت شدن گچ :

پودر گچ ساختمانی دارای ۰/۵ مولکول آب تبلور می باشد اگر در مجاورت آب قرار گیرد ۱/۵ مولکول دیگر آب جذب کرده و با ۲ مولکول آب تبلور سخت شده و به سنگ گچ تبدیل می گردد . البته این سختی مطابق سختی سنگ گچ اولیه نیست ولی بخوبی می تواند در مقابل نیروهای وارده مقاومت نماید .

عکس العمل گچ در مقابل آب و رطوبت :

گچ در مقابل آب و رطوبت مقاومت نکرده و بسیار ضعیف است ولایه های سفید کاری اگر در مجاورت رطوبت قرار گیرند طبله کرده و بصورت جدا از هم در دیوار ظاهر می شوند . به همین علت باید از بکار بردن گچ در مکانهایی که با آب در تماس است مانند توالتها ، حمامها و آشپزخانه خودداری نمود .

نحوه مقاوم کردن گچ در مقابل آب (گچ ضد آب) :

برای آنکه بتوانیم گچ را در مقابل آب مقاوم نمائیم باید گچ بدون آب تبلور (انیدریت) که فرمول آن CaSO_4 می باشد را کاملاً پودر کرده و آنرا در محلول زاج خمیر کرده و دوباره به کوره برده تا ۵۰۰ درجه حرارت دهیم و آنرا دوباره به آسیاب برده به گرد گچ تبدیل نمائیم چنین گچی در مقابل آب مقاوم بوده و طبله نمی کند و بدین لحاظ می توان از آن در نمای ساختمان که در معرض عوامل جوی بخصوص باران و رطوبت ناشی از آن قرار دارد استفاده نمائیم . همچنین می توان از آن در سرویسها ، توالت ها ، حمامها و آشپزخانه نیز استفاده کرد . زاجها ، سولفاتهای مضاعف هستند که فرمول کلی آنها M_2SO_4 , $\text{R}_2(\text{SO}_4)_3$, $24\text{H}_2\text{O}$ می باشد . که در آن M نماینده یک فلز قلیایی مانند پتاسیم و یا آمونیوم می باشد و R نماینده یک فلز سه ظرفیتی مانند آلومینیوم ، آهن و یا کرم است و معمولاً در اصطلاح عموم زاج به زاج سفید گفته میشود . همچنین برای مقاوم کردن گچ معمولی در مقابل رطوبت می توان سطح آنرا توسط یک لایه یا چند لایه رنگ روغنی پوشانید .

زمان گرفتن ملات گچ ، سخت شدن و خشک شدن آن :

گچ ساختمانی مرغوب گچی است که زمان گرفتن آن نباید زودتر از ۴ دقیقه آغاز و دیرتر از ۱۰ دقیقه پایان یابد . پایان سخت شدن آن نباید زودتر از ۲۰ دقیقه و دیرتر از یکساعت باشد . نباید سخت شدن گچ را با خشک شدن آن اشتباه کرد . زمان خشک شدن ملات گچ بستگی به دمای محیط و ضخامت آن دارد ، بطوریکه از چند ساعت تا چند روز ممکن است طول بکشد . خشک شدن گچ وقتی پایان می یابد که رنگ آن کاملاً سفید شود .

نحوه اندازه گیری زمان شروع و پایان سخت شدن ملات گچ :
شروع زمان گرفتن گچ از لحظه ای است که گچ داخل آب می شود
اگر در یک ظرف مقداری آب بریزیم و روی آن به مقدار لازم گچ اضافه نماییم ، شروع زمان سخت شدن ملات از لحظه ای است که اگر داخل مخلوط را بوسیله میخی خط بیاندازیم بلافاصله جای خط پرنشود و پایان زمان سخت شدن زمانی است که اگر روی ملات سخت شده با انگشت ضربه بزنیم روی ملات در محلی که ضربه زده ایم ، آب ظاهر نشود .

مدت سخت شدن آن از لحظه ای است که جای شیار روی ملات باقی بماند تا زمانی که در اثر ضربه زیر انگشت آب جمع نشود . باید توجه داشت که گچ سخت شده شکل پذیری خود را از دست می دهد و دیگر قابل مصرف نیست .

زمان مصرف گچ از لحاظ دما :

باتوجه به آنکه گچ در موقع ساختن تولید گرما می کند ، بطوریکه تقریباً تا حدود ۱۵ تا ۲۰ درجه گرمتر از محیط کارگاه می شود . بدین لحاظ از لحاظ تنوری می توان ملات گچ را در دماهای زیر صفر نیز مصرف نمود . ولی عملاً در کارگاهها باید از این کار خودداری کرده و حداکثر ملات گچ را در دماهای کمتر از ۵ یا ۶ درجه بالای صفر مصرف نماییم . در هنگام گچ کاری در زمستان به منظور جلوگیری از یخ زدگی ملات توصیه میشود شیشه بنجره ها و دربهای خروجی انداخته شود ، بخاری در داخل ساختمان روشن شود و همچنین از آب ولرم برای تهیه ملات استفاده نماییم .

اندازه دانه های گچ :

بدیهی است هر قدر دانه های گچ ریزتر باشد ، گچ مرغوبتر بوده و برای کارهای ظریف تر مورد استفاده قرار می گیرد . بزرگترین دانه گچ مورد استفاده در ساختمان نباید از $0/6$ میلیمتر بزرگتر باشد و $99/5\%$ آن باید ریز تر از $0/2$ میلیمتر بوده و 90% درصد آن باید ریزتر از $0/15$ میلیمتر باشد . به بیان دیگر $0/5\%$ مابین $0/2$ تا $0/6$ میلیمتر و $9/5\%$ مابین $0/15$ تا $0/2$ میلیمتر و 90% ریزتر از $0/15$ میلیمتر باشد .

وزن مخصوص گچ :

وزن مخصوص گچ بر حسب ریزی و درشتی دانه و همچنین لرزیده و نلرزیده آن متفاوت است و بطور کلی وزن مخصوص گچ از 85% تا $1/4$ تن بر مترمکعب می باشد .

مقاومت فشاری و کششی گچ :

معمولاً مصرف گچ در ساختمان برای اعضاء باربر نبوده ، بلکه فقط برای نازک کاری مصرف می شود . بدین لحاظ اگر ملات گچ پس از سخت شدن و خشک شدن بتواند وزن خود را تحمل نماید کافی می باشد . در آزمایشهایی که بعمل آمده نشان میدهد که مقاومت فشاری گچ بیش از 30 کیلوگرم برسانیمتر مربع و مقاومت کششی آن بیش از 5 کیلوگرم بر سانتی متر مربع می باشد که این هر دو برای مصرف گچ در ساختمان برای نازک کاری کافی میباشد .

علل ترک خوردن گچ کاری :

گاهی در ساختمان ملاحظه می کنیم که گچ پس از خشک شدن و سخت شدن ترک می خورد و شکل بسیار بدی به محل گچ کاری شده می دهد . این ترک خوردگی می تواند به دلایل زیر باشد :

۱- اگر در موقع ساختن ملات گچ مقدار گچی که در آب می ریزیم از مقدار معینی کمتر باشد، بطوریکه گچ نتواند پس از انبساط حجم آب مصرف شده در ملات را پر کند در نتیجه گچ پس از خشک شدن تقلیل حجم داده و میترکد.

۲- اگر کلفتی ملاتی که روی دیوار می کشیم از ۷ یا ۸ سانتیمتر بیشتر باشد و آنرا در یک نوبت بکشیم لایه های روی گچ در اثر مجاورت با هوا سریعتر خشک می شوند. در حالیکه لایه های درونی هنوز مرطوب هستند و اگر این لایه ها هم بخواهند خشک شوند، یعنی آب آنها تبخیر شود، ناچاراً باید در سطح گچ کاری ترکهایی ایجاد شود تا امکان خروج بخار آب لایه های زیرین حاصل شود.

۳- اگر در فصل سرما و درجات زیر صفر اقدام به گچ کاری بنمائیم و آب ملات گچ قبل از انبساط و سخت شدن گچ یخ بزند، فعل و انفعالات شیمیایی برای سخت شدن در ملات متوقف میشود. پس از آنکه یخ آب شد، گچ فاسد شده و دیگر به انبساط خود ادامه نمی دهد. در نتیجه در سطح گچ کاری شده ترک خوردگی مشاهده می گردد.

۴- بعضی از ترکها در گچ کاری بععل فوق نبوده و در اثر نشستهای ساختمان بوجود می آید. این نوع ترکها معمولاً با زاویه ۴۵ درجه نسبت به افق ظاهر میشود.

۵- بعلت ناخالصی های موجود در گچ نیز ممکن است ترکهایی پس از خشک شدن مشاهده گردد.

عکس العمل گچ در مجاورت فلزات :

بعلت آنکه ملات گچ اگر در مجاورت آهن، روی و سرب قرار بگیرد با آن ترکیب شده و تولید سولفات می نماید و در نتیجه موجب ضعیف شدن قطعه بکار رفته میشود. در ساختمانهای اسکلت فلزی و سقف طاق ضربی برای جلوگیری از اینکار سطح این قطعات فلزی را با ضد زنگ می پوشانند. همچنین برای ماندگاری بیشتر گچ روی سطوح فلزی میتوان قبل از گچ کاری روی سطوح فلزی را با توری و یا با ورقهای رابیس پوشانند.

حمل و نقل و انبار کردن گچ :

گچ را یا بصورت فله ای و یا در کیسه های کاغذی به بازار عرضه می کنند . وزن گچی که در کیسه های کاغذی عرضه میشود ، ۴۰ تا ۵۰ کیلوگرم است . محل انبار کردن گچ باید سربسته و دارای کفسازی بتنی یا چوبی باشد و از رسیدن رطوبت یا آب به آن جلوگیری بعمل آید . اگر گچ بصورت فله به کارگاه وارد شود ، باید بلافاصله مصرف گردد . زیرا با جذب رطوبت هوا سفت شده و فاسد می شود . در صورتیکه بصورت پاکتی باشد مدت بیشتری می توان آن را نگهداری نمود . برای انبار کردن گچ باید آترا روی تخته هایی که حداقل ده سانتیمتر از زمین فاصله دارد ، بچینند و فاصله پاکتها از دیوار انبار ۲۰ سانتی متر و نباید حداکثر بیش از ده کیسه گچ رویهم چیده شود .

۲-۲-آهک (Lime)

آهک از مهمترین مصالح کلسیم دار است که در ساختمان به شکلهای گوناگون مورد استفاده قرار میگیرد. مصرف آهک در جهان مخصوصاً در ایران سابقه چند هزارساله دارد و در ساختمانهایی که از دوران قبل و بعد از اسلام در ایران بجا مانده مصرف آهک مشهود می باشد. یکی از بناهای معروف که در ساخت آن آهک بکار رفته دیوار بزرگ چین با طول بیش از ۳۲۰۰ کیلومتر میباشد.

کاربردهای مستقیم و غیرمستقیم آهک :

در صنعت ساختمان سازی مصالح کلسیم دار مخصوصاً کربناتهای کلسیم که سنگهای آهکی جزء آنهاست، بصورتهای گوناگون مصرف میشود. از جمله بصورت سنگهای ساختمانی مانند سنگهای تراورتن، مرمریت و غیره برای فرش کف، نما و پله مصرف میشود و یا بصورت اکسید کلسیم CaO که به آن آهک زنده می گویند که بعنوان ماده چسبنده ملات در ساختمان سازی از آن استفاده میشود.

ولی باتوجه به اینکه آهک زنده میل ترکیب شدیدی با فلزات دارد و در آنها خوردگی ایجاد کرده و موجب پوسیدگی زودرس آنها میشود، لذا با آمدن سیمان دیگر از آهک بعنوان ملات برای احداث ساختمانها استفاده نمیشود. ولی در راه سازی استفاده زیادی از آن میشود (بعداً در مورد آن شرح داده میشود) از مصارف غیرمستقیم آهک در صنایع مختلف می توان از صنعت سیمان پزی که آهک یکی از مواد اصلی آن است، صنعت چینی سازی، شیشه سازی، ذوب آهن، صنایع غذایی (در تصفیه قند)، صنایع شیمیایی، کاغذسازی، رنگ سازی، چرم سازی، کشاورزی و تهیه آجر ماسه آهکی و غیره نام برد.

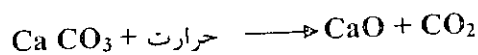
سنگ آهک :

سنگ آهک یا کربنات کلسیم (CaCO_3) سنگی است رسوبی از خانواده سنگهای رسوبی غیرآواری شیمیایی که در طبیعت به وفور یافت میشود. سنگ آهک اگر خالص باشد رنگ آن سفید

است و اگر با مواد دیگر همراه باشد، به رنگهای مختلف دیده میشود. مثلاً با اکسیدهای مختلف آهن به رنگهای قهوه ای، زرد و یا سرخ در میآید و اگر با کربن همراه باشد، به سنگهای آبی سیاه و خاکستری در میآید. اگر سنگ آهک با کربنات منیزیم، همراه باشد به فرمول شیمیایی $Mg CO_3$ و $CaCO_3$ به آن سنگ آهک دولومیتی می گویند. سنگ آهک مرجانی از ته نشین شدن پوسته جانوران دریای تشکیل میشود. اگر معدنی از سنگ آهک دارای ۹۰٪ سنگ آهک باشد، به آن معدن پرمایه (با عیار بالا) و اگر کمتر از ۷۵٪ سنگ آهک داشته باشد به آن معدن با عیار پایین (کم مایه) می گویند. همه انواع سنگهای آهکی قابل استفاده برای آهک پزی نمی باشند. فقط سنگهای آهک ته نشستی (رسوبی) دریاها، سنگ آهک مرجانی، سنگ آهک دولومیتی و گل آهک (مخلوط خاک رس و سنگ آهک) برای اینکار استفاده می گردند. هرچقدر سنگ آهک انتخاب شده دارای عیار بیشتری باشد، آهک بدست آمده بعد از پختن آن مرغوبتر است.

فرآیند آهک پزی:

آهک پزی یعنی خارج کردن CO_2 از سنگ آهک که اینکار بوسیله حرارت دادن به سنگ آهک انجام میشود و باید به سنگ آهک آنقدر حرارت بدهیم تا $CaCO_3$ به CaO و CO_2 تجزیه شده و فشار CO_2 مطابق فشار محیط بشود (تقریباً یک اتمسفر) و از آن جدا شده و متصاعد میگردد. اگر به سنگ آهک پرمایه $CaCO_3$ حرارت بدهند و گرمای کوره را به حدود ۹۰۰ درجه سانتیگراد برسانند، CO_2 آن متصاعد شده و CaO باقی می ماند.



سنگ آهک کم مایه که در حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد وزن آن سنگ آهک باشد و ۱۵ تا ۲۰ درصد بقیه وزن آن کربنات منیزیم و یا ناخالصیهای دیگر باشد برای پختن به حرارت بیشتری نیاز دارد و در گرمای حدود ۱۴۰۰ درجه سانتیگراد CO_2 آن متصاعد میشود.

اصولاً جدا شدن CO_2 از سنگ آهک بستگی به فشار محیط دارد. با افزایش فشار، میزان حرارت مورد نیاز برای پختن سنگ آهک کاهش می یابد.

خواص فیزیکی و شیمیایی آهک :

اگر ۱۰۰ کیلوگرم سنگ آهک خالص را به کوره بیریم ۵۶ کیلوگرم آهک بدست خواهد آمد ،
طبق فرمول زیر :

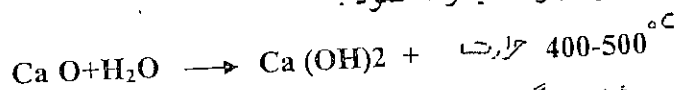


$$| 40 + 12 + (16 \times 3) = 100 | \rightarrow | 40 + 16 = 56 | + | 12 + (16 \times 2) = 44 |$$

وزن مخصوص سنگ آهک در حدود ۲/۵ تا ۲/۷ گرم بر سانتی متر مکعب است و وزن مخصوص آهک زنده بین ۳/۱ تا ۳/۳ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد یکی از دلایل تفاوت وزن مخصوص آهک با سنگ آهک آنست که سنگ آهک در اثر حرارت اندکی تقلیل حجم پیدا می کند

فرآیند هیدراته کردن آهک زنده :

با اضافه کردن مقداری آب به آهک زنده آنرا میتوان هیدراته نمود .



آهک زنده (CaO) شدیداً با آب ترکیب شده و گرمای زیادی تولید می کند ، بطوریکه هر گرم آن در حدود ۲۷۰ کالری گرما پس می دهد که این گرمای شدید موجب پخته شدن سنگهای آهکی که در کوره کاملاً پخته نشده باشد ، می گردد . آهک زنده پس از جذب آب شکفته و متلاشی می شود و حجمش تا ۲/۵ برابر (چنانچه خالص باشد) افزایش می یابد . هیدرات کلسیم حاصل را آهک ساختمانی (شکفته یا مرده) می نامند . آهک ساختمانی جسمی است سفید رنگ که کمی در آب حل میشود (در حدود ۱/۳ گرم در لیتر در صفر درجه) این قابلیت انحلال با افزایش دما کاهش می یابد و در ۱۰۰ درجه به ۰/۶ گرم در لیتر می رسد . هیدرات کلسیم بازی است قوی که در آب به صورت شیر آهک در می آید . بطور کلی ویژگیهای آهک ساختمانی باید مطابق با استاندارد شماره ۲۷۰ ایران باشد .

روشهای مختلف هیدراته کردن آهک زنده :

برای آنکه بتوانیم آهک را بتوان یک چسب ساختمانی به مصرف برسانیم باید آنرا بصورت هیدرات کلسیم در بیاوریم . در موقعی که می خواهیم آهک را در مجاورت آب قرار دهیم تا هیدرات کلسیم بدست آید ، باید طوری عمل نمائیم تا کلیه ذرات آهک در مجاورت آب قرار گیرد . بطوریکه در آهک آب دیده کوچکترین ذره ای از آهک زنده (CaO) باقی نماند زیرا در غیر اینصورت این ذرات در ملات و یا پس از مصرف آن در مجاور با آب شکفته شده و بصورت آلونک در سازه ظاهر می گردد . برای آنکه کلیه ذرات آهک هیدراته بشود ، از قدیم روشهای متفاوتی در ایران متداول بود که ذیلاً چند نمونه آنرا بطور مختصر شرح می دهیم :

۱- تنگ گذاشتن آهک : در این روش که معمولی ترین و متداولترین روش می باشد ، روی آهک زنده به مقدار کافی آب می پاشند و بعد از ۲۴ ساعت یا ۴۸ ساعت آنرا سرنده کرده و مصرف می نمایند . این طریقه غیر فنی ترین نوع مصرف آهک می باشد . زیرا در این حالت مقدار زیادی از دانه های کوچک بصورت هیدراته نشده (آهک زنده) باقی مانده و به همین صورت وارد ملات می گردد و در ملات و یا بعد از آن در اثر تماس با آب هیدراته شده و ازدیاد حجم پیدا می کند و موجب ترکیدن دیوار و یا پی می گردد . اگر در نما مصرف شود به آن منظره ناخوشایندی می دهد .

۲- روش خشک : در این روش کلوخه های آهک را روی زمینی به ابعاد 2×2 متر به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی متر می چینند ، آنگاه روی آن آب می بندند و دوباره همین کار را انجام می دهند تا ارتفاع آن حدود $1/5$ تا ۲ متر برسد . بعد روی آنرا با کاه گل می پوشانند و بدین طریق آهک را دم میکنند . حرارت ناشی از هیدراته شدن آهک زنده که در حدود ۴۵۰ می باشد ، موجب بخار شدن آب پاشیده شده میشود و چون بعلت کاهگل روی توده این بخار به خارج هدایت نمیشود ، در اثر این گرما و بخار آب تقریباً کلیه ذرات آهک هیدراته شده و بصورت پودر در میآید . آنگاه بعد از ۴۸ ساعت آنرا مصرف می کنند .

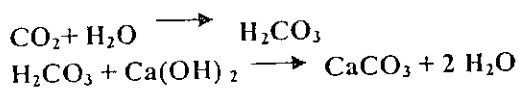
۳- روش تر : این روش که صحیح ترین طریقه مصرف آهک است و بطور حتم کلیه ذرات آهک هیدراته میشود و به آن روش تر یا آهک شویی می گویند ، بدین طریق است که روی زمین گودالی به طول و عرض ۲/۵ تا ۳ متر و عمق حدود ۱۰۰ سانتی متر حفر می نمایند . در کنار آن حوض دیگری به ابعاد حدود ۱۰۰ cm در ۱۰۰ cm و عمق حدود ۲۰ تا ۳۰ cm حفر می نمایند و این دو حوض را بوسیله یک جوی باریک به هم مربوط می کنند و جلوی این جوی یک توری قرار میدهند تا مانع نفوذ ذرات آهک به داخل حوض بزرگتر شوند . آهک زنده را در حوض کوچک ریخته و روی آن به مقدار زیاد آب می بندند تا آهک شکفته شده و آب ریخته شده به روی آن بصورت شیر آهک در آید . آنگاه این شیر آهک را به داخل حوض بزرگتر هدایت می نمایند . آنقدر اینکار را ادامه می دهند تا حوض بزرگتر از شیر آهک پر شود . بعد از چند روز آب آن یا تبخیر شده و یا در گف حوض نشست می نماید و خمیر بسیار نرمی از آهک بدست می آید که مصرف می گردد .

۴- هیدراته کردن آهک تحت فشار : در کارخانه هایی که از آهک بعنوان مصالح دوم استفاده می کنند مانند کارخانه های آجر ماسه آهکی و یا کارخانه های قند و غیره که دارای تجهیزات کافی هستند آهک را زیر فشار بخار آب هیدراته می کنند . بدین طریق که آهک زنده (CaO) را در ظروف مخصوص که بتواند تحت فشار قرار گیرد ، ریخته و در آنرا محکم می بندند . آنگاه بخار آب را با فشاری در حدود ۴ اتمسفر به آن وارد می کنند و در اثر فشار بخار آب ، آهک کاملاً شکفته شده و به هیدرات کلسیم $Ca(OH)_2$ تبدیل می شود . در این روش زمان مورد نیاز ۳ یا ۴ ساعت می باشد .

در پایان اشاره میگردد درشتی دانه های آهک هیدراته شده ، از ۰/۲mm بیشتر نیست و ریزی آن ممکن است ۰/۰۰۲mm هم برسد .

فرآیند سخت شدن آهک هیدراته (آهک هوایی) :

باتوجه به اینکه این نوع ملات آهک ، ملاتی هوایی می باشد در نتیجه هیدرات کلسیم (آهک شکفته شده) در مجاورت آب و هوا ، CO_2 هوا را گرفته و دوباره به سنگ آهک تبدیل میشود . طرز عمل بدین گونه است که ابتدا CO_2 و آب به اسید کربنیک که یک اسید ناپایدار است تبدیل شده و اسید کربنیک با هیدرات کلسیم به کربنات کلسیم تبدیل می شود .



همانطور که در فرمول فوق ملاحظه می گردد اولاً سخت شدن آهک باید در محیطی نمناک باشد . ثانیاً در خود فعل و انفعال دو مولکول آب تولید میشود که به ادامه فعل و انفعال کمک می کند . در هر حال اگر شفته آهکی در مجاورت آب قرار نگیرد یا محیط طوری باشد که آب ایجاد شده در اثر فعل و انفعال جذب خاک شده و به مصرف ادامه فعل و انفعال نرسد ، و فعل و انفعال شیمیایی در ملات متوقف گردد ، ملات یا شفته آهکی سخت نشده و به اصطلاح می سوزد .

آهکهای آبی - هوایی :

آهکهای آبی - هوایی که حدود ۶۵ تا ۷۵ درصد خالص می باشند و حدود ۲۵ تا ۳۵ درصد ناخالصی مخصوصاً خاک رس دارند . این نوع آهک از حرارت دادن سنگ آهکهای کم مایه در درجه حرارت بیش از ۹۰۰ (۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰) درجه سانتیگراد حاصل می گردد . این نوع آهکها محصولاتی را بوجود میآورند که در مجاورت آب گیرش می نمایند و سخت می گردند و می توانند مشخصات فیزیکی ، مکانیکی و شیمیایی سنگ مشابه خود را در مجاورت هوا و آب داشته باشند . آهکهای آبی - هوایی موارد مصرف فراوان در صنعت ساختمان سازی دارند که می توان به موارد زیر اشاره نمود :

ساختن ملاتهای مقاوم در برابر سولفاتها ، پی های زیر آب ، شمع ها ، سدهای وزنی ، تولید انواع سیمانهای پرتلند و معمولی ، ساروج ، آجر ماسه آهکی ، شفته آهکی (باخاک رس) و

آهک آبی خیلی کند شکفته میشود و افزایش حجمی آن کم است (حدود ۱/۵۲ تا ۲ برابر) و مانند سیمان پرتلند گیرش پیدا می کند به آهک آبی - هوایی سیمان طبیعی نیز می گویند . که اگر به آن مقداری خاکستر اضافه شود ، ساروج می گردد . آهک آبی - هوایی برعکس آهک هوایی در زیر آب هم سخت می شود.

فرآیند سخت شدن آهک آبی - هوایی :

اگر ملات آبی در زیر آب قرار گیرد ، ابتدا هیدرات کلسیم یونیزه شده و به Ca^{++} و OH^- تبدیل می گردد . سپس آلومینیوم و سیلیس که دارای یون مثبت هستند در مجاورت OH^- قرار گرفته و هیدراکسید آلومینیوم و هیدراکسید سیلیسیم به فرمول $Al(OH)_3$ و $Si(OH)_4$ می دهند و این هیدراکسیدها با کلسیم (Ca^{++}) که دارای دویون مثبت می باشد ترکیب شده و سیلیکات کلسیم ($CaOSiO_2$) و آلومینات کلسیم ($CaO Al_2O_3$) می دهد که هردو جسم سختی میباشند . بطوریکه ملاحظه میگردد در تمام دوره فعل و انفعال به CO_2 احتیاجی نیست . از این ملات و سایر ملاتهایی که در زیر آب سخت میشوند ، برای کارهای آبی مانند ساختن لنگرهاها و اسکله ها استفاده میشود

مصرف آهک در راهسازی :

در مسیر راه احداثی در زمینهایی که جنس خاک خوب نبوده و احتیاج به اصلاح داشته باشند ، با وسایل مختلف از جمله آهک می توان نسبت به اصلاح بستر طبیعی راه اقدام نمود . بدین طریق که آهک را بشکل دوغاب در آورده و با خاک محل اگر دارای دانه بندی خوب باشد و به مقدار کافی خاک رس داشته باشد ، مخلوط نموده و مخلوط حاصل را با آب مخلوط کرده تا شفته بشود و شفته حاصل را در بستر راه می خوابانند . بعد از چند روز که تقریباً آب شفته جمع شد و روی آن ترک ایجاد شد ، آنرا با تخماق و یا سایر ماشین آلات مکانیکی می کوبند تا به حداکثر تراکم خود برسد ، آنگاه روی آنرا غلطک می زنند . بستر طبیعی راه که به این طریق اصلاح میشود ، بسیار قابل اطمینان است ، زیرا آب از پائین در آن نفوذ نمیکند و همچنین آبهای کناره راه هم در آن نفوذ

نکرده و بستر راه را نمی شوید و گیاهان خودرو که در طول راه بعلت آب و هواهای مختلفی که راه از آنها عبور می نماید ، بطور وفور یافت میشود در بستر طبیعی را که با آهک تحکیم شده است ، نیروید و موجب متلاشی شدن بستر راه نمیشود . ضمناً بعد از چند روز حداکثر یک هفته این بستر قابل بارگذاری بوده و ادامه عملیات راهسازی را اجازه می دهد و در حدود ۴ یا ۵ کیلوگرم بر سانتی متر مربع بار را تحمل می کند و با گذشت زمان ، حداکثر تا ۴۵ روز به ۸۰٪ مقاومت ماکزیمم خود می رسد و میتواند حدود ۶۰ تا ۷۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع بار فشاری و حدود ۲۰ کیلوگرم بر سانتی متر بارکششی را تحمل نماید که در نتیجه به مقدار قابل ملاحظه ای از نشست بسته راه جلوگیری می نماید .

حمل و نقل و انبار کردن آهک :

آهک شکفته را می توان انبار کرد و حمل و نقل آن آسانتر است و در انبار از فعالیت آن کسر نمیشود . ولی آهک زنده سرعت از هوا رطوبت می گیرد و گرمایی ایجاد میکند که ممکن است باعث آتش سوزی شود . برای همین باید آنرا در جای خشک نگهداری نموده واز نفوذ هوا ، رطوبت و یا آب در آن جلوگیری بعمل آورد .

۲-۳- سیمان (cement)

سیمان یا سیمنت واژه ای است که از لغت سمتوم رومی گرفته شده و قدمت آن به پیش از میلاد میرسد. مصرف آن در ساختمان پانتئون شهر روم واقع در ایتالیا که مربوط به سنه ۲۷ قبل از میلاد دیده شده است. در ساختمان گنبد این بنا که ۴۳ متر قطر دارد مخلوطی از خرده سنگ و آهک پخته شده بکار رفته است. ولی کشف سیمان به شکل امروزه مربوط است به یک نفر بنای انگلیسی بنام ژوزف اسپدین که از پختن آهک و خاک رس در حرارت بالا و آسیاب کردن آن موفق شد ابتدایی ترین نوع سیمان را کشف نموده و آنرا در تاریخ ۲۱ اکتبر ۱۸۲۴ بنام خود در انگلستان ثبت نماید و نام محصول بدست آمده راسیمان پرتلند گذاشت. در ایران اولین کارخانه سیمان با تولید روزانه ۱۰۰ تن در نزدیکی شهر ری احداث و در سال ۱۳۱۲ آغاز به کار کرد و تا سال ۱۳۳۴ به تدریج با افزودن واحدهای دیگر به این مجموعه ظرفیت کارخانه به ۶۰۰ تن در روز رسید. در حال حاضر با افزایش مصرف سیمان در سالهای گذشته تعداد کارخانهای سیمان به بیش از ۳۵ واحد میباشد که از جمله آنها می توان از کارخانه های تولید سیمان تهران ؛ لوشان ؛ حکمتانه ؛ شمال ؛ مشهد ؛ فارس ؛ ارومیه و آبیگ نام برد.

مواد تشکیل دهنده سیمان پرتلند :

موادی که برای پختن سیمان به کوره می رود از دو ماده اصلی تشکیل شده که تقریباً شامل تمام مواد مورد نیاز سیمان پزی میباشد. این دو ماده عبارت است از خاک رس و سنگ آهک. ولی اگر بخواهیم بطور مجزا مواد تشکیل دهنده سیمان را مطالعه نمائیم آنها عبارتند از :

۱- آهک زنده (CaO) به میزان ۶۰ تا ۷۰٪. البته باید توجه نمود که در ابتدا بجای آهک زنده سنگ آهک به کوره وارد می شود و در مراحل اولیه پخت CaCO_3 به CaO ، CO_2 تبدیل گشته و CO_2 متصاعد می شود و CaO در کوره باقی مانده و در فعل و انفعالات سیمان پزی شرکت می نماید.

در حدود ۲۰٪

۲- سیلیس SiO_2

۳- اکسید آلومینیوم Al_2O_3	در حدود ۶٪
۴- اکسید آهن Fe_2O_3	در حدود ۴٪
۵- اکسید منیزیم MgO	در حدود ۳٪
۶- K_2O و Na_2O و SO_3	در حدود ۴٪
۷- مواد دیگر	در حدود ۲٪

باید توجه داشت که ممکن است مواد فوق چند درصد کمتر و یا زیاده‌تر وارد کوره شود و این تفاوت مربوط می‌شود به جنس سیمان و سایر مشخصات فنی آن، که بعداً در مورد آن توضیح داده خواهد شد. اکسیدهای فوق ممکن است بصورت کربنات یا سولفات وارد کوره بشوند که در حرارت‌های اولیه تجزیه گشته و به اکسید تبدیل می‌شوند. به هر حال سنگ آهک و خاک رس را به نسبت تقریبی ۷۵٪ آهک و ۲۵٪ خاک رس مخلوط می‌کنند و به کوره می‌برند.

— روند تهیه سیمان :

در تمام طول تهیه سیمان از آغاز کار که تهیه مواد اولیه است تا آخرین مرحله که بارگیری می‌باشد. همیشه دو عمل مورد نظر است که در تمام مراحل تهیه سیمان می‌باید اعمال شود :

- ۱- مخلوط کردن کامل و دقیق مواد در تمام مراحل مختلف
 - ۲- نمونه برداری و آزمایش دقیق از محصول بدست آمده در مراحل مختلف برای اطمینان از دقیق بودن درصد مواد تشکیل دهند و همچنین پراکندگی یکنواخت این مواد در تمام قسمت‌ها
- برای تهیه سیمان مراحل مختلف شرح داده شده در زیر انجام می‌شود :

۱- انتخاب معادن مناسب و نحوه برداشت مواد اولیه : معمولاً کارخانه‌های سیمان در نقاطی احداث می‌شود که اولاً به معادن سنگ آهک و خاک رس نزدیک باشد و ثانیاً درجه خلوص این ذخایر معدنی مناسب باشد. این مواد معدنی با روش‌های مناسب استخراج شده و به کارخانه حمل می‌گردند. برای استخراج سنگ‌های آهکی از روش انفجاری استفاده می‌شود و برای

خاک رس نیازی به انفجار نبوده و توسط یک بلدوزر یا لودر عمل دپو و بارگیری صورت می گیرد.

۲- عملیات سنگ شکنی : سنگهای آهکی استخراج شده پس از ورود به کارخانه مستقیماً به محل آسیابها برده شده و بوسیله این سنگ شکنها خرد میشود تا درشتی آن حداکثر به حدود ۱۰ سانتیمتر برسد و برای آسیاب کردن آماده گردد. در این مرحله بیشتر از سنگ شکنهای فکی یا ضربه ای (چکشی) استفاده می گردد.

۳- انبار کردن مواد اولیه : باتوجه به اینکه معمولاً کار کوره های سیمان پزی ۲۴ ساعته بوده ، در حالیکه معادن و سنگ شکنهای مقدماتی فقط روزها کار میکنند ، در نتیجه همیشه سالتنهایی برای ذخیره مواد در کارخانه های سیمان پزی وجود دارد . در این سالتنها نیز موادتشکیل دهنده کنترل شده و تا حدودی بوسیله دستگاههای مخلوط کن با یکدیگر مخلوط میگردد .

۴- خشک کنهای مقدماتی : بدلیل اینکه بعضی از مواد اولیه ذخیره شده در سالتنها ممکن است دارای رطوبت بیش از اندازه باشند بخصوص خاک رس که اغلب با رطوبت زیاد از معدن استخراج میگردد و چون رطوبت زیاد آنها ایجاد مزاحمت در آسیابهای مرحله دوم می نماید ، بدین لحاظ این مواد را بوسیله هوای گرم که در قسمتهای مختلف کوره اصلی تولید میشود در کوره های مخصوصی (کوره های دوار) خشک می نمایند .

۵- پودر کردن مواد اولیه : برای آنکه مصالح را برای هدایت به کوره آماده نمائیم باید آنرا بصورت دانه های بسیار ریز در بیاوریم . قطر این دانه ها نباید از ۰/۱ میلیمتر بیشتر باشد . یکی از علل ریز کردن دانه ها آنست که هر قدر سطح مخصوص دانه بیشتر باشد ، سطح جذب حرارت بیشتر بوده و پخت سیمان سریعتر انجام میگردد و از حرارت کوره استفاده بیشتری میشود . متداولترین آسیاب برای پودر کردن مواد اولیه آسیابهای ساچمه ای (گلوله ای) می باشند .

۶- مخلوط کردن مواد اولیه : پودر خارج شده از این آسیابها ، مخلوط شده و سپس بوسیله آزمایشگاه کنترل شده و اگر درصد مواد و همچنین پراکندگی ذرات آن مورد تأیید باشد ، آماده

رفتن به کوره سیمان پزی می‌گردد. این مواد به دو روش به مخلوط شده و سپس به کوره

سیمان پزی می‌رود: الف - روش خشک - ب - روش تر

الف - روش خشک: اگر آب موجود در مصالح کم باشد، آنرا بوسیله خشک کنهای مختلف خشک کرده و آسیاب می‌کنند و آنگاه آنرا برای مخلوط کردن به سیلو می‌برند.

ب - روش تر: اگر مقدار رطوبت موجود در مصالح از مقدار معینی بیشتر باشد، (حدود ۲۵٪) در حین آسیاب کردن با افزودن آب رطوبت مواد را به ۴۰٪ وزن مواد می‌رسانند. با این مقدار آب مواد را بصورت لجن در می‌آورند. آنگاه این لجن را به حوضهای مخصوص هدایت کرده و توسط همزنی که در وسط آنها نصب شده مواد را به خوبی مخلوط می‌کنند. این مصالح پس از مخلوط شدن به سیلوهای ذخیره هدایت می‌شود و پس از تأیید آزمایشگاه به کوره برده میشوند.

هرکدام از این دو روش دارای محاسن و معایبی می‌باشند از جمله اینکه در روش تر بعلت آنکه نسبت به روش خشک گرد و خاک کمتری تولید می‌نماید برای حفظ سلامتی کارگران مناسبتر است. سیمان حاصل از روش تر، بعلت آنکه بهتر مخلوط شده است مرغوب تر می‌باشد. ولی هزینه سوخت سیمان پزی در روش تر بیشتر است و در نتیجه سیمان گرانتر تمام می‌شود، همچنین نگهداری مصالح به روش تر مشکل می‌باشد زیرا دانه های موجود در لجن به نسبت وزن مخصوص خود رسوب می‌نماید و به همین خاطر باید مرتباً همزده شوند.

۷- آزمایش نهایی: از قسمتهای مختلف هر سیلو نمونه برداری شده و به آزمایشگاه برده

میشود. اگر این نمونه با توجه به نوع سیمانی که باید تهیه شود دارای کلیه مواد مورد نیاز سیمان با در صد لازم بوده و پراکندگی مواد در آن مطلوب باشد به کوره سیمان پزی منتقل می‌گردد.

ولی اگر در صد مواد مورد تأیید آزمایشگاه نباشد؛ منتظر بار گیری سیلوی دوم می‌شوند زیرا ممکن است در صد مواد متشکله سیلوی دوم و اول به نسبتهای داده شده از طرف آزمایشگاه مواد مورد نیاز سیمان را شامل می‌شود و اگر نشد منتظر سیلوی سوم؛ چهارم و بالاخره سیلوی پنجم می‌مانند و اگر باز هم با مخلوط کردن مواد این پنج سیلو مصالح دلخواه حاصل نشود آنگاه آزمایشگاه سیلوی ششم را با مصالحی که بتوان پنج سیلوی قبلی را اصلاح نماید؛ تکمیل می‌نماید. به این سیلو در کار

خانه سیلوی تصحیح می گویند. مصالحی که برای رفتن به کوره آماده شده باشد؛ خوراک کوره می نامند.

۸- کوره های پیش گرمکن : مواد موجود در سیلوها چه بصورت لجن و چه بصورت پودر دارای مقداری آب فیزیکی هستند که اگر به همین صورت وارد کوره شوند؛ اولاً به مقدار قابل ملاحظه ای میزان مصرف سوخت بالا می رود. ثانیاً در کار پخت سیمان اخلاص ایجاد می شود. بدین لحاظ مواد درون سیلو قبل از ورود به کوره اصلی وارد کوره های پیش داغ کن گردیده و در این کوره ها که با هوای گرم و گازهای هدایت شده از کوره اصلی گرم می شود آب فیزیکی و حتی آب تبلور مواد متصاعد گشته و همچنین قسمت زیادی از کربنات منیزیم ($MgCO_3$) به اکسید منیزیم (MgO) تبدیل می گردد. درجه حرارت مواد در این کوره ها تا حدود ۳۰۰ درجه می رسد.

۹- سیمان پزی : ایجاد فعل و انفعالات شیمیائی بوسیله حرارت دادن تا حدود ۱۵۰۰ درجه سانتی گراد به دانه های انبار شده در سیلوها را تا حد عرق کردن، سیمان پزی می گویند. بطوریکه حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد مواد ذوب شده و باعث چسبیدن سایر دانه ها به یکدیگر بشود. این دانه های جدید که به اندازه فندق می باشد و دارای رنگ قهوه ای روشن است کلینگر یا کلینکر نام دارد.

فعل و انفعالات روی داده در مراحل مختلف پخت سیمان به قرار ذیل می باشد :

حرارت در ابتدای کوره (یا کوره پیش داغ کن) در حدود ۱۰۰ درجه و تا اواسط کوره به ۱۵۰۰ درجه می رسد. در حرارت ۱۰۰ درجه آب فیزیکی عناصر تبخیر می شود و در حرارت ۳۰۰ درجه CO_2 موجود در کربنات منیزیم ($MgCO_3$) متصاعد میشود MgO تشکیل می گردد. در گرمای ۵۰۰ تا ۶۰۰ درجه آب شیمیایی خاک رس متصاعد می شود و از گرمای ۶۰۰ درجه به بالا تا ۸۰۰ درجه رفته رفته CO_2 موجود در سنگ آهک ($CaCO_3$) درکنار عناصر موجود در خاک رس متصاعد گشته و CaO تشکیل می گردد و در همین حرارت فعل و انفعالات میان آهک و سیلیس و ترکیب آن دو با یکدیگر شروع میشود و در این مرحله که آغاز بوجود آمدن سیمان می باشد، این فعل و انفعالات به

کندی پیش میرود و از ۸۰۰ درجه به بالا ترکیبات اصلی سیمان تشکیل میشود که به صورت زیر میباشد:

در ۸۰۰ درجه منوکلسیم آلومینات ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) به علامت اختصاری CA و در ۹۰۰ درجه منوکلسیم سیلیکات ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) به علامت اختصاری CS، در ۹۵۰ درجه پتا کلسیم آلومینات ($5\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$) به علامت اختصاری C5A3، در ۱۲۰۰ درجه دی کلسیم سیلیکات ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) به علامت اختصاری C2S، در حرارت ۱۳۰۰ درجه قسمتی از مواد به مرحله عرق کردن و ذوب شدن می رسد و در این حرارت تری کلسیم آلومینات ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) به علامت اختصاری C3A و در همین حرارت تتراکلسیم آلومینات فریت ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) به علامت اختصاری C4AF و در گرمای ۱۴۵۰ درجه تری کلسیم سیلیکات ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) به علامت اختصاری C3S تشکیل میشود و بالاخره در گرمای ۱۵۰۰ درجه کلیه عناصر فوق به چهارعنصر اصلی سیمان تبدیل می گردند، بشرح زیر می باشد:

تری کلسیم آلومینات	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 = \text{C}_3\text{A}$
دی کلسیم سیلیکات	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_2\text{S}$
تری کلسیم سیلیکات	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_3\text{S}$
تتراکلسیم آلومینات فریت	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{C}_4\text{AF}$

۱۰- کلینگر و نحوه آسیاب کردن آن :

به چهار عنصر فوق که محصول نهایی کوره چرخان (گردان) می باشند، کلینگر می گویند که رنگ آن قهوه ای روشن و بزرگی آن در حدود یک فندق است. کلینگر هنگام خروج از کوره دارای حرارتی در حدود ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد است. برای خنک کردن کلینگر روی آن با پنکه های مخصوص هوای سرد می دمند. کلینگر را پس از خنک شدن به سیلوهای مخصوص ذخیره می برند و یا در صورت نیاز بلافاصله به آسیاب برده و با افزودن ۲٪ الی ۳٪ سنگ گچ پودر می نمایند.

سنگ گچ به منظور جلوگیری از گیرش سریع سیمان به آن اضافه میشود. افزایش سنگ گچ به میزان بیش از حد معین بنوبه خود سبب انبساط بیش از حد و خرابی سیمان سخت شده می گردد. کلینگر معمولاً بوسیله آسیابهای ساچمه ای خرد میشود. کلینگر را پس از آسیاب کردن به قسمت بارگیری برده و بوسیله پاکتهائی ۵۰ کیلوئی به بازار عرضه می نمایند و یا بصورت فله بوسیله کامیونهای مخصوص (بونکر) به بازار عرضه میکنند.

مدت زمان لازم برای تهیه سیمان :

زمان پخت سیمان بستگی به نوع کوره ، نوع سوخت و نوع مواد دارد و تقریباً بین ۳ تا ۵ ساعت بطول می انجامد.

خصوصیات سیمان واندازه درشتی دانه های آن :

خواص عمده سیمان اینست که با آب ترکیب می شود و گیرش آن در هوا و داخل آب صورت می گیرد. سیمان در اختلاط با شن و ماسه و آب سفت و سخت شده و جسمی یکپارچه تشکیل می دهد. هر قدر دانه های سیمان ریزتر باشد، مرغوبتر می باشد. درشتی دانه های سیمان پرتلند معمولی در حدود ۲ تا ۸ میکرون (۰/۰۰۲ تا ۰/۰۰۸ میلیمتر) است. شکل دانه های آن نیز مدور می باشد.

انواع سیمان پرتلند از نظر جنس :

انجمن سیمان ایران به پیروی از انجمن آمریکایی آزمایش و مصالح (ASTM) سیمانهای ایران را به پنج گروه اصلی تقسیم کرده است که هر کدام دارای مشخصات مخصوص و همچنین محل مصرف مخصوص می باشند، بشرح زیر :

سیمان پرتلند نوع (۱) : این نوع سیمان رایجترین و پرمصرفترین نوع سیمان می باشد و اغلب کارخانه ها این نوع سیمان را تولید می نمایند. مصرف این نوع سیمان در تمام کارهای ساختمانی مانند پل، تونل، ساختمانهای بتونی و غیره مجاز می باشد. مواردیکه مصرف سیمان نوع یک مجاز نمی باشد عبارتند از هوای بسیار گرم، هوای بسیار سرد، حجم بتن ریزی بالا، محدودیت

زمانی ، مقاومت خیلی بالا . همچنین سازه های ساخته شده بوسیله این نوع سیمان نباید در معرض حمله سولفاتها باشد . در نتیجه ساختن اسکله ها و پایه پلها که با آب دریا و یا آبهای سولفاته در تماس می باشند با سیمان نوع یک مجاز نیست .

سیمان پرتلند نوع (۲) : این سیمان که معروف به سیمان اصلاح شده می باشد ، حمله کم سولفاتها را میتواند تحمل کند ، در نتیجه برای ساختن کانالهای فاضلاب و غیره خوب است . درجه حرارت تولید شده این نوع سیمان نسبت به سیمان نوع ۱ کمتر است . ولی نسبت به نوع ۴ بیشتر می باشد . در نتیجه برای بتون ریزی در هوای گرم مناسبتر از نوع ۱ میباشد . مصرف این نوع سیمان برای سازه هایی که مورد حمله شدید سولفاتها هستند ، مناسب نمیشد .

سیمان پرتلند نوع ۳ (سیمان زودگیر) : این نوع سیمان زودگیر بوده و به همین علت در محلهایی که احتیاج به قالب برداری سریع می باشد ، از این نوع سیمان مصرف میشود ، زیرا مقاومت اولیه این سیمان خیلی زود بالا میرود . بعلت زودگیر بودن گرمای ناشی از واکنش هیدراتاسیون در اینتو سیمان در ساعات اولیه پس از مصرف زیاد بوده و در نتیجه از این نوع سیمان در هوای سرد نیز میتوان استفاده نمود . برای تهیه این نوع سیمان مقدار C_3S را افزایش داده و در حدود ۶۰٪ می باشد و همچنین ریزی سیمان را بالا میرند . (حداقل $325 \text{ m}^2/\text{kg}$)

سیمان پرتلند نوع ۴ (سیمان دیرگیر) : این نوع سیمان کمترین حرارت را موقع سخت شدن تولید می نماید . بدین لحاظ در بتن ریزیهای انبوه مانند سدها مصرف این نوع سیمان پیشنهاد میگردد و همچنین در بتن ریزیهایی که گرمای حاصله از سیمان برای بتن مضر تشخیص داده می شود از این نوع سیمان استفاده میشود . در مناطق گرم کشور مانند مناطق جنوبی خصوصاً در فصل تابستان که حرارت هیدراتاسیون سیمان ممکن است روی فعل و انفعالات سخت شدن آن اثر بگذارد از این نوع سیمان باید استفاده شود . به علت درصد کمتر ترکیبات C_3S , C_3A در این سیمان ، آهنگ افزایش مقاومت این سیمان کندتر از سیمان پرتلند معمولی است .

سیمان پرتلند نوع ۵ (سیمان ضد سولفات) : این سیمان ضد سولفات بوده و در مقابل حمله شدید سولفاتها بخوبی مقاومت می کند . مصرف این نوع سیمان در ساختن اسکله ها ، پایه های

پلها و کارهای دریایی پیشنهاد میشود. اگر مقدار C_3A موجود در کلینگر به حدود ۳ تا ۴ درصد تقلیل یابد سیمان حاصله می تواند در مقابل حمله شدید سولفاتها مقاومت نماید. در صورت زیاد بودن C_3A باحمله سولفاتها، سولفوآلومینات کلسیم (اترینگایت) و گچ تشکیل میشود که همراه با انبساط بوده و در نتیجه موجب ترک و خرابی بتن سخت شده میگردد.

در جدول (۸) مقادیر متوسط ترکیبات سیمانهای پرتلند آورده شده است.

ترتیب سیمانهای مذکور براساس افزایش مقاومت اولیه

نوع ۴ > نوع ۵ > نوع ۲ > نوع ۱ > نوع ۳

ترتیب سیمانهای مذکور براساس افزایش مقاومت نهایی

نوع ۳ > نوع ۱ > نوع ۲ > نوع ۴ > نوع ۵

جدول (۸) - مقادیر متوسط ترکیبات سیمانهای پرتلند

سیمان	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	$CaSO_4$	ترکیبات سیمان، درصد	MgO	بیش ماند نامحلول
نوع ۱	۵۹	۱۵	۱۲	۸	۲/۹	۵/۸	۲/۴	۱/۲
نوع ۱۱	۴۶	۲۹	۶	۱۲	۲/۹	۵/۶	۲	۱
			(حداکثر ۸)					
نوع ۱۱۱	۶۰	۱۲	۱۲	۸	۲/۹	۱/۲	۲/۶	۱/۹
			(حداکثر ۱۵)					
نوع ۱۷	۲۰	۴۶	۵	۱۲	۲/۹	۵/۳	۲/۷	۱
	(حداکثر ۲۵)	(حداکثر ۳۰)	(حداکثر ۷)					
نوع ۷	۴۲	۳۶	۲	۱۲	۲/۷	۵/۴	۱/۶	۱

مقادیر حداکثر و حداقل در جدول فوق براساس دستورالعمل ASTM C 150-84 تنظیم شده است.

سایر انواع سیمان پرتلند :

۱- سیمانهای پرتلند سفید و رنگی : برای ساختن سیمان سفید مقدار اکسیدهای آهن موجود در کلینگر را به ۲٪ وزن کلینگر می رسانند . مواد اولیه شامل سنگ آهک و خاک رس خالص است . خاک رس مورد استفاده برای تهیه سیمان سفید ، خاک کائولن (چینی) می باشد . برای بی رنگ کردن آن حدود ۳٪ وزن مواد خام به آن کلرور کلسیم و یا کلرور کالیم اضافه می کنند و مقداری ماسه سیلیسی خالص نیز به آن اضافه می نمایند . درجه حرارت لازم برای پخت سیمان سفید از سیمان معمولی بالاتر است . در نتیجه قیمت تمام شده آن دو برابر سیمان نوع یک است . این نوع سیمان در نما سازیها ، بند کشی ها و دوغاب ریزیها استفاده میشود . برای تهیه سیمانهای رنگی دیگر ۲۰٪ وزن سیمان به آن مواد معدنی رنگی اضافه می نمایند و برای تهیه سیمان سبز از اکسید کرم و برای تهیه سیمان قرمز ، قرمز کم رنگ و سیاه از اکسیدهای آهن استفاده می شود . این مواد را بصورت سنگ همراه کلینگر به آسیاب می برند و سیمانهای رنگی^{تزیینی} می نمایند .

۲- سیمان روباره (آهنگدازی نوع IS) : روباره های ناشی از اضافات سنگ آهن ، سنگ آهک و ذغال سنگ را در کارخانه های ذوب آهن جمع آوری نموده و در کارخانه های تهیه سیمان آنرا با کلینگر مخلوط کرده و آسیاب می کنند و به آن سیمان پرتلند روباره و یا سیمان متالورژیکی یا سیمان تفاله می گویند . نسبت مخلوط کردن روباره با کلینگر در استانداردهای مختلف متفاوت بوده و مقدار روباره از ۳۵ تا ۸۰٪ و کلینگر از ۶۵ تا ۲۰٪ می باشد . در مقایسه با سیمان پرتلند نوع ۱ مقاومت اولیه این سیمان کمتر ولی مقاومت نهایی آن برابری میکند . محاسن این سیمان عبارتند از : حرارت زایی کند ، ضد سولفات و ارزانتر از سیمان پرتلند نوع یک می باشد .

۳- سیمان پرسولفات : این سیمان که از سرباره کوره های آهنگدازی ساخته میشود ، درحقیقت جزء سیمانهای پرتلند نیست . سیمان پرسولفات از آسیاب ۸۵-۸۰ درصد سرباره با ۱۵-۱۰ درصد سولفات کلسیم (به شکل گچ سوخته یا انیدریت) و حدود ۵ درصد سیمان پرتلند معمولی ساخته میشود . ریزی این سیمان معادل $400-500 \text{ m}^3 / \text{kg}$ بوده و حرارت زایی آن پایین است (حدود 200 J/g در ۲۸ روز) . مزایای این نوع سیمانها مقاومت بالای آنها

در آب دریا و در مقابل حمله سولفاتی و نیز در مقابل اسیدها و روغن‌ها است. این نوع سیمان به توجه خاص در مصرف نیاز دارد. زیرا روند افزایش مقاومت آن با کم و زیاد شدن درجه حرارت به طور فاحشی تغییر میکند. همچنین این سیمان نایبستی با سیمان پرتلند معمولی مخلوط شود. این سیمان در محیطی کاملاً خشک نگهداری شود و در غیر اینصورت به سرعت فاسد می شود.

۴- سیمان پوزولان: پوزولان یا تراس ماده سیلیسی و یا سیلیسی و آلومینیومی می باشند که بخودی خود خاصیت چسبندگی ندارند. ولی اگر پودر شده و باگرد آهک شکفته مخلوط گردد، خاصیت چسبندگی پیدا میکند که به آن سیمان طبیعی می گویند. مواد پوزولان مثل خاکسترهای آتشفشانی، شیل، چرتها، دیاتومیت ها و ... اگر ۲۰ تا ۴۰ درصد پوزولان را با ۸۰ تا ۶۰٪ کلینگر سیمان پرتلند مخلوط کرده و آسیاب نمایند. سیمان پوزولانی بدست می آید. سیمان پوزولانی در مقابل حمله سولفات‌ها مقاوم بوده و از سیمان پرتلند نوع یک ارزاتر است و میزان حرارت زایی آن نیز پایین می باشد.

۵- سیمان انبساطی: سیمان انبساطی سیمانی است که در موقع سخت شدن در حدود ۱٪ به حجمش اضافه میشود. علت ازدیاد حجم سیمان انبساطی آنست که مقدار آلومینات و سولفات موجود در مواد اولیه این نوع سیمان از سیمان پرتلند معمولی بیشتر است (به عبارت دیگر شامل کلینگر سیمان و مقداری سنگ گچ میشود). این سیمان برای آب بندی درز استخرها و آب انبارها و همچنین اندود روی دیوار آب انبارها مورد مصرف دارد. اگر به این سیمان کمی سیمان برقی اضافه شود به آن سیمان انبساطی پرانرژی میگویند که سرعت انجام واکنش های آن خیلی سریعتر است.

۶- سیمان برقی: سیمان برقی که به آن سیمان آلومینا هم می گویند، سیمانی است که دارای اکسید آلومینیوم زیاد و آهک کم میباشد و آنرا نمیتوان از خانواده سیمانهای پرتلند دانست. زیرا عامل سخت شونده در سیمان پرتلند هیدراتهای سیلیکات کلسیم است در صورتیکه عامل سخت شونده در سیمانهای برقی آلومینات های کلسیم است که پس از ترکیب با آب تبدیل به هیدرات

کلسیم آلومینات میشود. این سیمان در مقابل سولفاتها نیز مقاوم است. مواد اولیه برای تهیه سیمان برقی عبارتند از سنگ آهک (CaCO_3) و بوکسیت (هیدرواکسید آلومینیوم) به فرمول شیمیایی $\text{Al}_2\text{O}_3, 2\text{H}_2\text{O}$ میباشد. ریزی دانه های سیمان برقی مانند سیمان پرتلند است ولی نسبت به سیمان پرتلند بسیار زودگیرتر است و آغاز گرفتن آن پس از یک ساعت شروع و حداکثر تا ۲۴ ساعت پایان می یابد (سیمان پرتلند پس از ۲ ساعت شروع و پس از ۲۸ روز پایان می یابد). این نوع سیمان گرانتر از سیمان نوع ۳ می باشد.

حمل و نقل و انبار کردن سیمان :

سیمان را میتوان در واگنهای سربسته، کامیونهای مخصوص (بونکر) بصورت فله، ویا در کیسه های کاغذی چند لایه حمل و نقل نمود. با توجه به اینکه اگر سیمان در معرض هوا و فشار قرار گیرد و رطوبت هوا را جذب نماید از مقاومت آن در مقابل نیروهای وارده کاسته میشود و همچنین ممکن است در اثر حرارت سنگ گچ موحود در سیمان دو مولکول آب تبلور خود را آزاد کرده و این آب جذب سیمان شده و باعث کلوخه شدن آن بشود. لذا باید سیمان را طوری انبار نمود که از خطر جذب رطوبت هوا و فشار ناشی از وزن خود دور باشد ویا خطر این عوامل به حداقل برسد. سیمان را باید در محیطهای سربسته که دارای کف سازی بتنی یا چوبی باشند، در روی سکوهایی (برای جلوگیری از رسیدن آب و نفوذ رطوبت) انبار کرد. پاکتهای سیمان باید طوری چیده شوند که حداقل ده سانتیمتر از زمین و دیوارهای اطراف فاصله داشته باشند و بیشتر از ده الی دوازده کیسه نیز روی هم چیده نشوند.

۳- ملات‌ها (Mortars)

ملات جسمی است خمیری که پس از مصرف شدن بطور فیزیکی یا شیمیایی می گیرد و سفت و سخت می شود. ملات از مخلوط کردن یک جسم چسباننده (گل رس ، دوغاب آهک ، دوغاب گچ و دوغاب سیمان) و یک جسم پرکننده (مصالح سنگی) ساخته میشود . ملات برای اندود کردن سطح دیوار ، طاق ، کف پشت بام ، پی و همچنین در بنایی با سنگ و آجر به عنوان چسباننده قطعات سنگ یا آجر به همدیگر و تبدیل آنها به جسمی یک پارچه و نیز برای بندکشی لای درز ساختمانهای آجری و سنگ و غیره بکار می رود .

خواص ملات‌ها :

ملات‌ها باید دارای خواص زیر باشند :

- ۱- ملات‌های باید دارای خاصیت چسبندگی باشند . بطوریکه بتوانند بعد از مدتی دو قطعه از مصالح ساختمانی را بخود بچسبانند .
- ۲- خاصیت چسبندگی در ملات باید حداکثر یکی دوساعت پس از مصرف در ملات ظاهر شده و پس از ده الی دوازده ساعت به حداکثر خود برسد .
- ۳- ملات باید بتواند خاصیت چسبندگی را برای مدت‌ها (به اندازه عمر ساختمان) حفظ کند .
- ۴- ملات باید در مقابل عوامل جوی مقاوم باشد و خواص خود را از دست ندهد .
- ۵- ملات باید به اندازه کافی شکل پذیر (پلاستیک) باشد تا زیر ماله بنایی فرم گرفته و پهن شود .
- ۶- ملات باید داخل منافذ قطعات مجاور خود بتواند نفوذ نماید و موجب چسبیدن آنها به خود گردد .
- ۷- ملات باید بتواند در مقابل نیروهای فشاری و کششی ساختمان باندازه کافی مقاوم باشد . بطوریکه حداقل مقاومت فشاری و کششی ملات باید مساوی ضعیفترین عضو ساختمان باشد .
- ۸- بالاخره ملات باید ارزان و فراوان باشد . (بطور کلی ویژگیهای ملات‌ها باید مطابق با استاندارد ۷۰۶ ایران باشد)

انواع ملات‌ها

ملات‌ها را از دیدگاه‌های مختلف می‌توان تقسیم‌بندی نمود. در ذیل به دو نوع تقسیم‌بندی اشاره می‌گردد:

۱- براساس موقعیت آب و هوایی که از آنها استفاده می‌شود که به دو دسته ملات‌های هوایی و ملات‌های آبی تقسیم می‌شوند.

۲- براساس زمان گیرش به دو دسته زودگیر و دیرگیر تقسیم می‌شوند. در ادامه این مبحث در مورد هرکدام از این تقسیم‌بندی‌ها و ملات‌های مربوطه توضیحات مختصری داده می‌شود.

۱- انواع ملات‌ها بر اساس شرایط آب و هوایی سفت شدن آنها:

۱-۱- ملات‌های هوایی: این نوع ملات‌ها یا به طریق فیزیکی در هوا خشک می‌شوند و آب مازاد آنها بخار می‌شود (مانند گل و کاه گل) و یا گیرش آنها به طریق شیمیایی در برابر هوا انجام می‌شود (مانند ملات گچ و ملات آهک هوایی)

ملات‌های آبی: گیرش این ملات‌ها در برابر هوا و جایی که هوا نباشد (زیر آب) به طریق شیمیایی صورت می‌گیرد (مانند ملات آهک آبی و ملات سیمان) به بیان دیگر این ملات‌ها برای سخت شدن احتیاج به هوا ندارد و در زیر آب نیز می‌توانند سخت شوند.

۲- انواع ملات‌ها براساس زمان گیرش آنها:

۲-۱- ملات‌های زودگیر: این ملات‌ها بسیار زودگیر بوده، بطوریکه پس از ۳ الی ۴ دقیقه بعد از آنکه با آب مخلوط شدند، شروع به سخت شدن نموده و بعد از ۱۰ الی ۱۵ دقیقه پس از مصرف عمل سخت شدن آنها به پایان می‌رسد. محل مصرف این ملات‌ها بیشتر در تیغه های ۵ سانتی متری و طاق ضربی می‌باشد و یا برای نصب موقت قطعات به یکدیگر و یا به دیوار است. انواع ملات‌های زودگیر به شرح زیر می‌باشند:

الف - ملات گچ و خاک : پرمصرفترین انواع ملاتهای زودگیر ملات گچ و خاک می باشد . این ملات از مخلوط شدن گچ و خاک رس به نسبت ۵۰٪ از هرکدام بدست می آید . البته با توجه به زودگیر و دیرگیر بودن گچ ممکن است میزان خاک رس کمتر و یا بیشتر بشود . خاک را به دلایل زیر با گچ مخلوط می نمایند .

۱- قیمت خاک رس از گچ در هر شرایطی ارزاتر است . ۲- ملات گچ و خاک دیرگیرتر از ملات گچ می باشد . ۳- ملات گچ و خاک از ملات گچ پلاستیک تر بوده و زیر ماله بنا بهتر شکل می گیرد .

برای تهیه و ساخت ملات گچ و خاک باتوجه به زمان گیرش آن معمولاً از ظرفهای کوچک (استانبولی) استفاده می نمایند . طرز عمل بدین طریق است که ابتدا قدری آب درون استانبولی می ریزند . آنگاه مخلوط گچ و خاک را که از قبل کاملاً مخلوط نموده اند درون استانبولی محتوی آب می پاشند . آنقدر مخلوط گچ و خاک را درون آب می ریزند که سطح گچ و خاک از سطح آب بالاتر بیاید و تقریباً آب دیده نشود . آنگاه این مخلوط را تقریباً ۵ تا ۶ دقیقه بحار خود گذاشته و بعد از یک گوشه ملات را هم زده و استفاده می کنند . برای ساختن سایر ملاتها آب را درون دانه می ریزند . علت پاشیدن گچ و خاک درون آب آنست که تمام ذرات گچ در مجاورت آب قرار گیرد .

ب - ملات گچ : در جاهائیکه رنگ گچ و زمان گیرش مهم باشد از ملات گچ استفاده می گردد . برای سفید کاری اطاقها از این نوع ملات استفاده میشود . هر نوع ملاتی که بخواهیم بسازیم باید بعد از تعیین اجزاء تشکیل دهنده ملات و مخلوط کردن آنها به آن آب اضافه کرده و دوباره ملات را مخلوط کنیم تا ملات یکنواخت گردد . ولی همانطوریکه در بالا اشاره گردید برای ساختن ملات گچ و یا ملات گچ و خاک باید دانه های گچ و خاک را به داخل آب بریزیم . به روشی که در بالا ذکر گردید این ملات تهیه می شود . مقدار آبی که یک کیلوگرم پودر گچ احتیاج دارد تا ملات بشود از لحاظ ثوری ۰/۲ لیتر است یعنی تقریباً ۲۰٪ وزن گچ . ولی عملاً برای آنکه شکل پذیری بهتری در ملات گچ ایجاد شود باید به ملات گچ در حدود ۷۰ تا ۸۰٪ وزنش آب اضافه نمود .

البته بقیه آب پس از خشک شدن گچ تبخیر گشته و جای آن بصورت تارهای موئین در گچ باقی می ماند .

ج - دوغ آب گچ : برای ساختن دوغ آب گچ همانند ساختن گچ عمل می نمایند فقط از آب بیشتری استفاده می کنند . بطوریکه ملات کاملاً رقیق و روان باشد . از دوغ آب گچ برای پرکردن درزهای طاق ضربی استفاده می نمایند . دوغ آب گچ را قبل از ازدیاد حجم گچ مصرف می کنند و ملات گچ را بعد از ازدیاد حجم گچ مصرف می نمایند .

د - ملات گچ کشته : البته این ملات جزء ملاتهای زودگیر نبوده و جزء ملاتهای دیرگیر می باشد و فقط بلحاظ اینکه در این قسمت در مورد ملاتهای گچی توضیح داده شده ، آورده شده است . بعلت زود گیر بودن گچ با وجود آنکه ملات آنرا بسیار کم درست می کنند ، نمیتوان سطوح زیادی را با آن سفید کرده و کاملاً صیقلی نمود . بدین لحاظ پس از آنکه روی گچ و خاک را با ملات گچ اندود نمودند . برای آنکه سطحی کاملاً صیقلی بدست آید ، روی آنرا کشته می کشند . کشته در واقع ملات گچی است که هیچوقت سخت نمیشود و تا قبل از خشک شدن حالت پلاستیسته خود را از دست نمی دهد . البته باید توجه داشت که ضخامت کشته حداکثر نباید از یک میلیمتر تجاوز کند زیرا در غیر اینصورت پوسته پوسته شده و از سطح کار جدا میشود . برای ساختن ملات کشته ابتدا گچ را از الکهای بسیار ریز رد می نمایند . آنگاه آنرا مانند ملات معمولی گچ می سازند . ولی بلافاصله پس از آنکه دانه های گچ را داخل آب ریختند با دست آنرا مالش داده و مانع ایجاد کریستالهای لازم جهت ساخت شدن می گردند و بدین طریق پس از ده تا دوازده دقیقه که ملات را مالش دادند این گچ قبل از خشک شدن سخت نمی شود و به آن در اصطلاح بنایی کشته می گویند و جزء ملاتهای دیرگیر می باشد .

ه - دیگر ملاتهای زودگیر : بجز ملاتهای فوق ، انواع دیگری از ملاتهای زودگیر وجود دارد که از معروفترین آنها میتوان از سیمانهای زودگیر و برقی نام برد .

۲- ملاتهای دیرگیر : این ملاتها اغلب در مجاورت هوا و گاهی نیز در زیر آب سخت می شوند . زمان سخت شدن این ملاتها اغلب از دوساعت شروع شده و تا ۴۸ ساعت تقریباً به ۸۰٪ سختی خود می رسند . این ملاتها عبارتند از :

الف - ملات گل و کاه گل : از مخلوط کردن خاک رس و آب و ورز دادن مخلوط (تا آنجا که خاک رس آب بکشد و به حالت خمیری درآید) به دست می آید . هرچه مقدار خاک رس در این نوع ملات بیشتر باشد ، جنس ملات چسبناکتر است . ملات گل رس هنگام خشک شدن (پس دادن آب) جمع میشود و می ترکد . برای جلوگیری از ترک خوردن این ملات به آن کاه می افزایند و آن را کمی خوابانند تا خاک رس خوب آب بمکد و کاه خیس بخورد و نرم شود .

ب - ملات ماسه آهک : این ملات که ملات ماسه آهک هوایی است ، از مخلوط یک قسمت آهک بصورت دوغاب ، سه قسمت ماسه بدست می آید . این مخلوط کم کم از هوا CO_2 جذب می کند و به کربنات کلسیم تبدیل می شود و بصورت سنگ در می آید . ماسه موجود در ملات باعث میشود که هوا به داخل ملات راه یابد و نیز حداثدن آب سهلتر انجام پذیرد و از کم شدن حجم جلوگیری و در نتیجه مقاومت ملات بیشتر شود .

ج - ملات شفته آهکی : اگر ۲۰۰ تا ۳۵۰ کیلوگرم آهک شکفته را به یک متر مکعب خاک با دانه بندی مختلف (شن ، ماسه و رس) اضافه نماییم و با آب مخلوط کنیم به ملات بدست آمده شفته آهکی می گویند . این شفته پس از ۲۴ تا ۴۸ ساعت خود را گرفته و پس از یکماه مقاومت آن طوری است که قابل بارگذاری می باشد و اگر در محیط نمناک باشد پس از ۵ یا ۶ سال فقط می توان با قلم و چکش ویا کمپرسور آن را خرد نمود . آنچه که موجب گرفتن و سخت شدن و بالا رفتن مقاومت شفته آهکی میشود ، رویداد یک واکنش شیمیایی است ، بدین ترتیب که پس از مخلوط شدن کامل خاک رس با دوغاب آهک ، این دو بکندی با همدیگر ترکیب شده و به سیلیکات کلسیم تبدیل می شوند . بهترین خاک برای ساختن شفته آهکی ، خاک برگرفته از زمینی شنی با دانه بندی پیوسته است که ریزدانه های آن از ۲۵٪ و خاک رس آن از ۱۵٪ وزن کل خاک کمتر نباشد .

د - ملات با تارد : ملات با تارد مخلوطی است از ماسه ، آهک و سیمان و آب به مقدار کافی طرز تهیه این ملات عیناً نظیر ملات ماسه آهک است با این تفاوت که برای تسریع زمان گیرش و افزایش مقاومت و حالت خمیری ملات و همچنین برای کارآئی بهتر آن ، مقداری سیمان به ترکیب اضافه می کنند . ملات با تارد بویژه در بنائیهای با سنگ کاربرد زیادی دارد . اگر نسبت اختلاط مشخصی برای ملات با تارد تعیین نشده باشد میتوان برای تهیه آن از نسبت حجمی ۱۰ واحد ماسه ، ۲ واحد آهک و ۱ واحد سیمان استفاده کرد .

هـ - ملات ساروج : ساروج ملاتی است که از مخلوط کردن آهک ، خاک رس دار و خاکستر بدست می آید . ساروج از ملاتهای قدیمی بوده در قدیم در امر ساختمانسازی بخصوص برای آب بندی مخازن آب و آب انبارهای عمومی مصرف می گردید . مصرف ساروج در بعضی از شهرهای بندری در جنوب ایران هنوز رواج دارد . طرز تهیه آن در نقاط مختلف متفاوت است . ولی در هر حال باید سنگ آهک و خاک رس دار را طوری بپزند که با خاکستر مخلوط شود . آنگاه آنرا آسیاب نموده و بعنوان ساروج مصرف می نمایند . در موقع مصرف در بعضی نواحی ایران به ملات ساروج الیاف گیاهی مانند (لویی) و یا پشم بز اضافه می نمایند . مصرف الیاف گیاهی و یا پشم بز در ساروج از ترکیدن آن هنگام خشک شدن و تقلیل حجم آن جلوگیری می کند .

و - ملات ماسه سیمان : مرغوبترین و رایجترین ملات مورد استفاده در ساختمانی امروزی ملات ماسه سیمان می باشد . ماسه این ملات باید حتماً شسته باشد و میزان خاک رس آن حداکثر از ۳٪ حجم آن تجاوز ننماید . ملاتهای ماسه سیمان را باید به اندازه مصرف ساخت و باید از بکار بردن ملاتهایی که بیشتر از یک ساعت از ساختن آن گذشته باشد ، خودداری کرد . در ملاتهای ماسه سیمان نسبت حجمی سیمان به ماسه باتوجه به مورد مصرف آن از ۱ به ۲ تا ۱ به ۶ تغییر می کند .

۴۵- بتن (Concrete)

آشنایی با ویژگیهای بتن :

بتن یکی از مصالح ساختمانی است که با آمیختن نسبت های متناسبی از سیمان، سنگدانه ها و آب تولید می شود. آب و سیمان با واکنش شیمیایی خود ماده چسبنده ای ایجاد می کنند که سنگدانه ها را به یکدیگر می چسباند و توده سخت بتن را ایجاد می کنند.

هزینه اندک، آسانی و سهولت به اجزای تشکیل دهنده، شکل پذیری و دوام نسبتاً بالای این مخلوط باعث توجه روزافزون به آن و تبدیل بتن به یکی از پرمصرف ترین مصالح ساختمانی در جهان شده است.

البته انتخاب مناسب اجزای صحیح مراحل ساختن و کنترل کیفیت از عوامل موثر در کاربرد بیشتر و بهتر بتن است. به طور کلی بتن باید در حالت تازه و همچنین پس از سخت شدن دارای خصوصیات رضایت بخش باشد. در حالت تازه، روانی مخلوط بتن باید در حدی باشد که بتوان آن را با وسایل موجود و حداقل مقدار کار، متراکم نمود و همچنین مخلوط از چسبندگی کافی برخوردار باشد تا در هنگام ریختن آن جدا شدن سنگدانه ها باعث ناهمگن شدن محصول نهایی نگردد. در حالت سخت شده از خواص مهم بتن خوب، داشتن مقاومت فشاری رضایت بخش می باشد.

مقاومت فشاری بتن از آن جهت مورد توجه است که بسیاری از خواص مطلوب بتن مانند دوام، مقاومت کششی، نفوذناپذیری، مقاومت در برابر سایش و مقاومت در برابر سولفات ها متناسب با مقاومت فشاری آن می باشد.

از نظر مشخصات مکانیکی، بتن ماده ای است که دارای مقاومت زیادی در برابر فشار می باشد و از این رو استفاده از آن برای ساخت قطعات تحت فشار مانند ستون ها و قوسها بسیار مناسب می باشد. لیکن

علی رغم مقاومت فشاری قابل توجه، مقاومت کششی کم و صلیبت نسبتاً زیاد بتن، استفاده از آن را برای قطعاتی که به طور کامل یا موضعی تحت کشش هستند، محدود می نماید. برای رفع این محدودیت، اعضای بتنی را با قراردادن فولاد در آنها تقویت می کنند. ماده مرکبی که بدین ترتیب حاصل می شود، بتن آرمه یا بتن مسلح نامیده می شود.

انگیزه اصلی در ایجاد بتن مسلح، استفاده از بتن برای تحمل فشار و استفاده از فولاد برای تحمل کشش می باشد. اساس رفتار مشترک فولاد و بتن دو خاصیت مهم فیزیکی و مکانیکی این دو ماده است. اول آنکه بتن در اثر سخت شدن چسبندگی قابل ملاحظه ای با آرماتور فولادی ایجاد می کند. در نتیجه در یک عضو بتنی تحت اثر بار، هر دو ماده فولاد و بتن با هم کشیده و با هم فشرده می شوند. دوم آنکه بتن و فولاد دارای ضریب انبساط حرارتی تقریباً یکسانی می باشند و در نتیجه در اثر تغییرات دما لغزش بین فولاد و بتن روی نمی دهد.

هر چند بتن و فولاد و در کنار هم بسیاری از معایب یکدیگر را از بین می برند اما در بعضی از موارد هم به صورت جدا از هم به کار می روند. در کاربرد هر یک از مصالح به تنهایی، نکته قابل تامل این است که فولاد عموماً تحت کنترل دقیق و با وسایل مدرن پیچیده ساخته می شود و خواص انواع فولادها دقیقاً در آزمایشگاه ها تعیین می شود.

بنابراین طراح، تنها فولادی را که با یکی از استانداردها هماهنگ است، انتخاب می کند و سازنده دقت می کند که نوع خواسته شده را به کاربرد و در اتصالات اعضای فولادی در ساختمان دقت نماید. اما در یک کارگاه بتن ریزی اگر چه کیفیت سیمان نیز نظیر فولاد توسط سازنده تضمین می شود و با انتخاب سیمانی مناسب می توان اطمینان داشت که هرگز در اثر کیفیت سیمان هیچگونه نقص و خرابی در بتن پیش نمی آید، لیکن باید توجه داشت که در این حالت تنها مواد خام، کنترل شده است. در حالی که

مسائل حمل و نقل، ریختن و تراکم بتن نیز در کیفیت محصول نهایی نقش عمده دارند. علاوه بر این ممکن است بی نهایت طرح اختلاط برای انتخاب، وجود داشته باشد که انتخاب آن بدون آگاهی کامل از خواص و رفتار بتن میسر نیست. لذا چون بتن خود دارای اجزای مختلفی می باشد، شناخت هر یک از آنها در بهبود کیفیت بتن تاثیر به سزایی دارد.

ساختمان بتن و تاثیر چگونگی اجرای آن :

معمولاً کلمه بتن به توده حجیمی اطلاق می شود که از سیمان و دانه های مختلف سنگ و آب تشکیل شده است و هر یک از دانه ها با مایه سیمانی احاطه گشته اند. تغییر در مقادیر، جنس، نوع و مواد همراه و همین طور شرایط محیطی محصولی با مشخصات متفاوت به دست می دهد.

باید دانست که تاثیر انواع سیمان بر روی مقاومت بتن به مراتب زیاده تر و مهمتر از مقدار آن در متر مکعب بتن می باشد. همانطور که در بخش سیمان آمده است، گذشت زمان و تاثیر رطوبت هوا بر سیمان، کیفیت آن را تنزل می دهد. در ضمن استفاده از سیمان فاسد شده، مقاومت بتن را به شدت ساقط میکند.

بتن ها را از نظر مقدار سیمان مصرفی به سه دسته به شرح زیر تقسیم می کنند :

الف - بتنهای کم مایه : حاوی ۷۵ تا ۱۵۰ کیلوگرم سیمان در مترمکعب بتن

ب - بتنهای معمولی : حاوی ۱۵۰ تا ۲۵۰ " " "

ج - بتنهای پر مایه : حاوی ۲۵۰ تا ۳۵۰ " " "

مقدار دقیق سیمان لازم برای هر نوع بتن در آزمایشگاه تعیین میشود .

درخصوص تاثیر نوع ، ترکیب شیمیایی ، شکل ، اندازه ، دانه بندی ، بافت سطحی ، گردشگری و کرویت سنگدانه ها (شن و ماسه) در بتن در بخشهای قبلی این جزوه مطالبی ارائه گردید که از

ذکر مجدد آنها در این قسمت خوداری می‌گردد و فقط به ذکر این نکته اکتفا می‌گردد که حضور سنگدانه ها در بتن یک حضور موثر بوده و نه تنها در مقاومت فشاری و کششی بتن تاثیر دارد، بلکه در دوام و پایداری بتن در دراز مدت در مقابل عوامل مخرب مکانیکی، شیمیایی و فیزیکی نیز تاثیر بسزایی دارد.

آبی که در ساختن بتن مصرف میشود باید عاری از مواد مضر برای بتن باشد. در این رابطه مقدار سولفاتهای آب نباید از یک گرم در لیتر بیشتر باشد. آب گندابها و فاضلاب شهرها برای ساختن مناسب نیست. بعنوان یک قاعده کلی هر آبی که PH (درجه اسیدیته) آن بین ۶ الی ۸ بوده و طعم شوری نداشته باشد، می‌تواند برای تولید و عمل آوری بتن مصرف شود. در صورتی که آب مصرف شده در بتن از حداقل لازم برای تر کردن سطح دانه ها کمتر باشد، اصطلاحاً گفته میشود که بتن سوخته است. معمولاً آب مصرف شده را به صورت نسبت وزنی آب به سیمان نشان می‌دهند. هرچه آب مصرفی در بتن بیشتر باشد، مقاومت آن کمتر است. نسبت آب به سیمان برای بتن های مختلف از ۰/۳ تا ۰/۶ متغیر است.

عوامل موثر بر کیفیت بتن سخت شده :

علاوه بر تاثیر مرغوبیت و نسبت مواد اولیه مصرفی در ساختن یک بتن مقاوم و پر دوام، استفاده از روشهای صحیح برای تهیه بتن (با استفاده از انواع مخلوط کن ها)، انتخاب روشهای مناسب برای حمل بتن، ریختن صحیح بتن داخل قالبها برای جلوگیری از هرگونه جدایی بین اجزای تشکیل دهنده بتن، متراکم کردن بتن با استفاده از دستگاههای لرزاننده و عمل آوری بتن به منظور جلوگیری از افت رطوبت بتن و کنترل دمای داخلی بتن از فاکتورهای بسیار موثر برای رسیدن به یک بتن سخت شده با مقاومت فشاری و کششی مطلوب و در عین حال بادوام و پایدار است.

(برای کسب اطلاعات بیشتر در این خصوص به کتابهایی با عنوان تکنولوژی بتن مراجعه گردد.)

۵- قطعات :

باتوجه به اینکه تعدادی از مصالح ساختمانی به اشکال منظم و بصورت مکعب مستطیل و یا اشکال نزدیک به آن همانند انواع آجرها، بلوکها، سنگها، کاشی ها، تیغه شده و در امر ساختمان سازی بکار میروند، لذا در این قسمت کلیه مصالحی را که دارای اشکال هندسی منظم هستند و به همین صورت نیز در قسمتهای مختلف ساختمان استفاده می گردند، آورده شده است که همه آنها در یک تقسیم بندی کلی در خانواده قطعات جای می گیرند.

۵-۱- سنگهای ساختمانی و نما (Building stones)

سنگهای تشکیل دهنده پوسته زمین را از نظر شرایط تشکیل و نحوه پیدایش آنها میتوان بطور کلی به سه دسته به شرح ذیل تقسیم بندی نمود :

۱- سنگهای آذرین ۲- سنگهای دگرگونی ۳- سنگهای رسوبی

هرکدام از این سه نوع سنگ بخشی از کل سنگهای پوسته زمین را تشکیل میدهند. بطوریکه در حدود ۹۵ درصد سنگهایی که در اعماق پائین تر از ۱۰۰ متر قرار گرفته اند از جنس سنگهای آذرین بوده و ۵ درصد بقیه از جنس سنگهای رسوبی و دگرگونی میباشند. در صورتیکه در سطح زمین برعکس میباشد. در حدود ۷۵٪ درصد سنگها را سنگهای رسوبی و ۲۵ درصد بقیه را سنگ های آذرین و دگرگونی تشکیل میدهد. در این بخش سعی خواهد شد با توجه به موضوع آن فقط در مورد آندسته از سنگهای آذرین، دگرگونی و رسوبی که در بخشهای مختلف ساختمان بکار میروند مطالبی بیان گردد.

سنگ ساختمانی به کلیه سنگهایی که در بنای ساختمان بکار میروند و سنگهایی که بصورت پلاک و یا قواره استخراج میشوند، اطلاق میگردد. همچنین همه سنگهایی که برای کارهای عادی بنایی بکار میروند و سنگهای زیتی و نما و غیره را شامل میشود. سنگهای ساختمانی از تمامی سنگهای موجود رسوبی، آذرین و دگرگونی تهیه میشوند. ولی بعضی از انواع آن، بخاطر مقاومت و فراوانی نسبی، بیشتر از بقیه مصرف دارد.

سنگهای مصرفی در ساختمانها ، که بطور مستقیم ، پس از برش و ساب و صیقل ، بکار میروند بعنوان سنگهای تزئینی ، سنگهای نما و یا سنگهای ساختمانی و تزئینی و یا سنگهای قابل برش نامیده میشوند .

سنگهای تزئینی ، از نظر سنگ شناسی و علمی ، به یکی از گروههای سنگهای آذرین ، دگرگونی و یارسویی اختصاص دارند و شامل انواع مرمر ، مرمریت ، چینی ، کنگلومرا ، تراورتن ، ماسه سنگ ، گرانیت ، دیوریت ، سینیت ، گابرو و غیره میباشند .

موارد مصرف سنگها در ساختمان :

بخش مهمی از مصالح ساختمانی از سنگ تشکیل شده و یا به نوعی سنگ در آنها مصرف شده است . از سنگ بطور مستقیم بصورت مالون ، لاشه ، پلاک و غیره ، بصورت غیرمستقیم به شکل شن و ماسه در تهیه ملات ، بتون ، آسفالت و غیره استفاده میشود . بعلاوه سنگ در تهیه وسایل زینتی و زندگی و همچنین ساختن مجسمه و غیره بکار میرود .

سنگهای ساختمانی و نحوه نامگذاری آنها :

تقسیم بندی سنگها در ساختمان اصول و قواعد و مشخصات مخصوص به خود را دارا میباشد که با سایر علوم بطور کلی متفاوت است . در صنعت ساختمان بیشتر روی رنگ سنگ تکیه میشود و بعد از آن مقاومت آن در مقابل عوامل جوی و سایندهگی مورد توجه قرار میگیرد . علاوه بر تقسیم بندی علمی که در بخش قبل ذکر گردید سنگهای مورد مصرف در ساختمان به دو روش نامگذاری میشوند ، یکی برحسب " شکل هندسی " سنگ مانند سنگ پلاک ، سنگ قرنیز ، سنگ تیشه ای ، سنگ پله و غیره . دوم برحسب محلی که معدن این سنگها از آن استخراج میشوند ، مانند : سنگ باغ ابریشم که سنگی است سیاه رنگ و یاسنگ سنندج که سنگی قرمز رنگ میباشد و یا سنگ اسلام آباد و غیره .

نحوه استخراج سنگهای ساختمانی :

سنگهای ساختمانی از معدن بصورت قطعات بزرگ که ابعاد آن در حدود ۲ تا ۳ متر میباشد ، استخراج میشود . از آنجا که در استخراج بلوک ، ابعاد و شکل هندسی سنگ مورد توجه میباشد و برخلاف استخراج سایر مواد معدنی ، سنگ های ریز و خرده سنگها ، که لاشه محسوب میشوند ، فاقد ارزش و یا دارای ارزش کمتری است . لذا جهت استخراج بلوک سنگ ، تکنولوژی خاصی بکار میروند . شایان ذکر است که در گذشته از روشهای انفجاری سنگهای ساختمانی استخراج می گردید که روش نادرستی میباشد . زیرا در اثر اینکار حجم زیاد از سنگهای ساختمانی پرت شده و غیر قابل استفاده میباشد و همچنین ترکهای ریزی در بخشهای مختلف قطعات سنگ پدید می آید که این مسئله موجب پائین آمدن کیفیت و مقاومت سنگها میگردد . در نتیجه در چند سال اخیر از روشهای دیگر برای استخراج سنگهای ساختمانی استفاده گردیده که از جمله آنها میتوان از روشهای ذیل نام برد :

۱- چال زنی و استخراج بلوک به کمک کت راک (مواد منبسط شونده)

۲- چال زنی و استخراج بلوک به کمک پارس و گوه

۳- چال زنی و استخراج بلوک به کمک چکش هیدرولیکی

۴- برش سنگها با ماشین های هاواژ (شیار زن)

الف - ماشین هاواژ با بازوی زنجیر دار ب - ماشین هاواژ با دیسک برنده - ماشین هاواژ با صفحه فرز

۵- استخراج سنگها توسط سیم برش الماسه

۶- استخراج سنگها توسط قرقره برنده

۷- استخراج سنگها توسط سیمهای برش فولادی (حلزونی)

۸- استخراج سنگها توسط بروش هیدرومکانیکی (با فشار آب)

۹- استخراج سنگها توسط بکمک حرارت

برش سنگها در کارگاه سنگبری :

بعد از انتقال قطعات بزرگ سنگها به کارگاه ک سنگ بریها اصطلاحاً به آن قله یا کوپ میگویند ، توسط دستگاههای سنگبری آنها به ابعاد و ضخامت دلخواه بریده میشوند .

ماشین آلات برش سنگها با توجه به جنس آنها به دو گروه زیر تقسیم میشوند :

الف - ماشین آلات برش سنگهای نرم

برای برش کوپ های بزرگ سنگهای نرم همانند سنگهای آهکی از اره های الماسه استفاده میشود اره های الماسه در تعداد مختلف و قدرت برش متفاوت میباشد . بعضی از آنها دارای ۴۰ الی ۶۰ تیغه هستند . قدرت برش این اره ها در سنگهای آهکی مختلف به ۱۰ تا ۴۰ سانتی متر عمق در ساعت میرسد . فاصله بین تیغه ها در این نوع اره ها قابل تنظیم میباشد .

به غیر از برش بوسیله این نوع اره ها ، میتوان از قله بر (block cutter) نیز برای بریدن سنگ استفاده نمود . قله برها نیز انواع و ابعاد مختلف دارند . در قله برها ، از تیغه های دایره شکل با دیسک الماسه ، استفاده میشود . قطر دیسک ها از ۱۵ سانتی متر و یا کمتر شروع میشود و تا حدود ۳۰۰ سانتی میرسد . برای اینکه بتوان ورقهای بزرگ را ، که از زیراره بیرون آمده اند ، به پلاک مورد سفارش ، تبدیل نمود ، از دستگاههای مختلف فرز استفاده میشود . در کارخانجات بزرگ از فرزهای دروازه ای استفاده میشود ، که معمولاً دیسکی به قطر ۵۰ یا ۶۰ سانتی متر دارند . روی میزی فرز ، تا حدود ۱۰ ورق را روی هم قرار می دهند و پس از تنظیم دستگاه ، به ابعاد دلخواه میبرند . سپس سنگها به سالن ساب منتقل شده و یک طرف آنها با سنگهای سمباده میسابند و سپس به بازار عرضه میگردد .

ب - ماشین آلات برش سنگهای سخت

تولید سنگهای سخت (سنگهای آذرین) ، در قسمت برش ، با سنگهای نرم کاملاً متفاوت است . حتی در معدن هم ، روش تولید آنها با سنگهای نرم ، فرق میکند .

دراره های گرانیت بر ، بجای تیغه های الماسه ، تیغه های فولادی نصب شده است ، و سنگ به کمک براده چدنی یا فولادی بریده میشود . ولی شکل کلی دستگاه سنگ بری همانند سنگهای نرم میباشد .

سیستم سنگهای سخت و نرم ، به استثنای مواد مصرفی متفاوت ، درقسمت ساب و صیقل و برشهای بعدی برای تهیه پلاک ، تفاوت چندانی ندارد . فقط لازم به توضیح است که بعلت سختی سنگ ، ساب و صیقل سنگهای آذرین بسیار دشوار است و هزینه تمام شده آن ، بسیار بالا میباشد . به همین دلیل قیمت سنگهای سخت ، چند برابر سنگهای نرم است .

ویژگیهای سنگهای ساختمانی :

سنگهایی که درساختمان مصرف میشود باید دارای ویژگیهایی به شرح زیر باشند :

- ۱- باید بی رگه و یکنواخت باشد .
- ۲- قسمتی از سنگ دارای حفره و سوراخ نبوده و سست تر نباشد .
- ۳- سطح آن از مواد نرمی که بین دولایه سنگ درمعدن قرارداد پوشیده نباشد .
- ۴- صدای زنگ ماندی هنگام برخورد ملایم چکش به سنگ از آن بگوش برسد .
- ۵- دربین آن گره (قلوه سنگ از جنس دیگر) وجود نداشته باشد .
- ۶- برحسب محل مصرف درمقابل عوامل جوی مقاوم باشد .
- ۷- برحسب محل مصرف نیروهای فشاری را بتواند تحمل نماید .
- ۸- برحسب مصرف درمقابل سایش مقاوم باشد .
- ۹- به آسانی شکل پذیر باشد وبا فرز دستی درکارگاه قابل بریدن باشد .
- ۱۰- رنگ ثابت داشته باشد (از بکار بردن سنگهایی که رنگ آنها سیر باشد باید درچاهائیکه درمقابل خورشید (تابش مستقیم آن) قرارداد ، خودداری نمود زیرا این رنگها پس از یکی دو سال میپرد و به سنگ منظره زشتی میدهد) .
- ۱۱- به آسانی قابل استخراج باشد .

۱۲- خاصیت مکندگی متناسب با محل مصرف داشته باشد (منظور بتواند مواد ملات را جذب نموده و به دیوار محکم بچسبد).

وزن مخصوص سنگهای ساختمانی :

وزن مخصوص کلیه سنگهای ساختمانی با توجه به پوکی یا توپر بودن آن از $1/7$ تن بر متر مکعب تا 3 تن بر متر مکعب متغیر میباشد . هر قدر وزن مخصوص سنگ زیادتر باشد سنگ جلاپذیرتر میباشد . بطوریکه سنگ با وزن مخصوص $1/5$ تن بر متر مکعب جلا بر نمی دارد و سنگ با وزن مخصوص $2/5$ تن بر متر مکعب به بالا تا حد آینه ای شدن جلا پذیر میباشد . بطور کلی هر قدر وزن مخصوص سنگ زیادتر باشد (ذرات آن بهم نزدیکتر و فشرده تر باشند) سنگ در مقابل نیروهایی که در ساختمان به آن وارد میشود مانند سایش ، ضربه ، عوامل جوی و غیره مقاوم تر باشد .

نحوه نصب سنگ :

همانطور که در بخشهای قبلی ذکر گردید یکی از ویژگیهای مهم سنگهای ساختمانی اینست که خاصیت مکندگی ملات را داشته باشد . بطوریکه اگر در مجاورت ملات قرار بگیرد ، آب آنرا مکیده و همراه آب قسمتی از چسب ملات را نیز به خود می مکند که این چسب بصورت تارهای باریکی به داخل قطعه سنگ نفوذ کرده و موجب چسبیدن آن قطعه به ملات میگردد . حال اگر این سنگها خاصیت مکندگی نداشته باشد و یا خاصیت مکندگی آن کافی نباشد ، اتصال آن به ملات بحد کافی نبوده و اگر در مکانهای مرتفع نصب شود خطر سقوط دارد که در نتیجه ممکن است بر عابرین خطر جانی در پی داشته باشد .

از آنجا که خاصیت مکندگی بعضی از سنگهای ساختمانی به اندازه کافی نیست مانند کلیه سنگهای چینی و یا گرانیت ، نصب آنها به روی نمای ساختمان بدون مهار کردن آن درست نیست .

برای مهار کردن سنگ ها در نما روشهای مختلف وجود دارد که در ذیل به دو روش اشاره میگردد :

- ۱- ایجاد شیار باریکی بر روی ضخامت سنگ بوسیله دستگاه فرز و پیچیدن یک یا دو دور سیم گالوانیزه نمره ۲ تا ۳ نرم به دور سنگ در قسمتی که شیار ایجاد شده است و سپس سرسیم

را از پشت جمع کرده و داخل دوغاب پشت سنگ قرار میدهیم و یا ایجاد شیاری از دوطرف در ضخامت سنگ به عمق ۲ سانتی متر و ایجاد دو شیار دیگر در قسمت پشتی سنگ دقیقاً جایی که شیارهایی در ضخامت سنگ ایجاد شده و سپس رد کردن سیم از محل این شیارها در ضخامت سنگ و آوردن دوسر سیم به قسمت پشت سنگ (شکل) نام علمی این روشها اسکوپ کردن سنگ نامیده شود .

۲- استفاده از قلابهای مخصوص برای پایدار کردن سنگهای نما ، در این روش یکسر قلاب در شیاری که در ضخامت سنگ ایجاد شده قرار میگیرد و یکسر دیگر آن در ملاتی که پشت سنگ ریخته میشود درگیر میشود در نتیجه سنگ مورد نظر دیگر نمی افتد .

۳- بعد از نصب سنگ توسط دوغاب در محل مورد نظر ، سنگ را از چهار گوشه توسط پیچ به روی دیوار مهار میکنیم .

رده بندی انواع سنگهای ساختمانی و تزئینی :

به استثنای سنگهای زیر کلیه سنگهای موجود در طبیعت ، در صورتیکه دارای خصوصیات لازم باشند ، میتوانند بعنوان سنگ ساختمانی و تزئینی مورد بهره برداری قرار گیرند :

کلیه سنگهای تبخیری و محلول نظیر گچ ، نمک ، زاج و غیره ، به دلیل حلالیت و سختی کم .

کلیه شیلها و شیست ها ، بدلیل شیشتوزیته و سختی کم

انواع مارنها ، سنگهای رسی ، لای سنگها و سنگهای گلی بدلیل سستی و پودر پذیری .

کلیه سنگهای محصول هوازدگی نظیر کانولن و انواع رس ها بدلیل سستی و پودر پذیری

کلیه سنگهای هوازده نظیر گرانیت ها و ریولیت های هوازده و غیره .

کلیه سنگهای معدنی ارزشمند نظیر سنگ معدن فلزات و غیره ، بدلیل ارزش بالای این گونه سنگها .

عوامل موثر در کیفیت و زیبایی سنگ نصب شده در ساختمان :

کیفیت سنگهای تزئینی و نما در محل نصب شده ، به عوامل زیر بستگی دارد :

- ۱- نوع سنگ : در بازار سنگ ، سنگ شناسی به تنهایی مشخص کننده سنگ نیست و غالباً علاوه بر ویژگیهای یک سنگ از نظر سنگ شناسی و ترکیب شیمیایی ، عواملی چون شکستگیها ، درزه ها ، اثرات هوازدگی ، خلل و فرج و غیره ، در کیفیت سنگ تاثیر دارد .
- ۲- رنگ سنگ : در طبیعت ، رنگ سنگها متفاوت است با اندک تغییر در ترکیب شیمیایی و یا شرایط حین تشکیل سنگ ، رنگ آن تغییر میکند و با توجه به تقاضای بازار و سلیقه مردم ، ارزش اقتصادی سنگ نوسان فاحشی پیدا میکند .
- ۳- نحوه استخراج : همانطوریکه قبلاً ذکر گردید سنگ در معدن به صورت قراره و بدون استفاده از مواد ناریه استخراج میگردد . کیفیت سنگ قراره از نظر ابعاد ، شکل ظاهری ، وجود ترکها و درزها و غیره ، با توجه به روش استخراج مورد استفاده ، متفاوت است .
- ۴- برش و صیقل : تکنیک برش و صیقل و دقت در این امر ، تا حد زیادی در کیفیت پلاک موثر است . یکنواختی ضخامت سنگ ، گونیا بودن اضلاع ، حد بزرگی پلاک ، ضخامت پلاک و میزان جلای سنگ ، از جمله عواملی هستند که به دقت کارخانه سنگ بری و درجه تکنولوژی مربوطه ، بستگی دارد .
- ۵- دقت در استفاده از طرحها ، نصب و انتخاب : همه زحمات مراحل مختلف تهیه پلاک ، با انتخاب غلط نوع و رنگ سنگ یا بی توجهی در نصب از بین میرود . .
در این مرحله نقش مهار و آرشیتکت و وجود ضوابط استانداردهای مناسب ، جهت استفاده از سنگ در قسمتهای مختلف و نحوه نصب ، بسیار مهم و قابل توجه است .
همه ما عدم توجه به زیبایی و خطرات و زیانهای ناشی از بی دقتی در نصب را دیده ایم ، بعنوان مثال میتوان سقوط گاه و بیگاه سنگ از ارتفاعات و امثال آن را نام برد .

تقسیم بندی سنگهای نما براساس محلهای مصرف آنها در ساختمان :

۱- سنگ ازاره : محل برخورد دیوارهای خارجی ساختمان با زمین در محیط خارجی آن بیشتر از همه مکانها تحت تأثیر شدید عوامل جوی مانند برف ، باران و یخبندان قرار دارد . بدین لحاظ در این محلهای باید از مصالح مقاوم تری استفاده شود . معمولاً در این محل یک ردیف سنگ به ارتفاع ۲۵ تا ۳۵ سانتی متر قرار می دهند و این سنگ را طوری انتخاب می کنند که اولاً در مقابل عوامل جوی مقاومت نماید ، ثانیاً رنگ آن طوری باشد که زود چرک نشده و در مقابل آفتاب مقاوم باشد . در این مکانها معمولاً از سنگ تیشه ای تیره رنگ استفاده می نمایند .

۲- سنگ قرنیز : در محل برخورد دیوارها با کف اطافها یک ردیف سنگ به پهنای ۸ تا ۱۰ سانتی متر نصب می نمایند که هم از نفوذ رطوبت به قسمتهای گچی دیوار جلوگیری شود و هم قسمت مقاومی در مقابل ضربه های احتمالی که بر اثر جارو کردن و جابجایی لوازم اطاق به پای دیوار وارد می شود ، ایجاد گردد . این سنگ را با سیمان کار می گذارند و ضخامت آن معمولاً یک سانتی متر است بهتر است که این سنگ کاملاً هم باد سفید کاری دیوار نصب شود .

۳- سنگ کف درگاه و کف پنجره : در ساختمانها بعد از نصب پنجره ها در محل مورد نظر ممکن است پنجره طوری نصب گردد که طاقچه ای در لبه داخلی دیوار و طاقچه ای در لبه بیرونی دیوار بوجود آید . برای افزایش زیبایی و مقاومت سطح طاقچه در لبه داخلی یک قطعه سنگ به عرض ۲ تا ۳ سانتی متر بیشتر از عرض طاقچه و به طول پنجره در این قسمت نصب می گردد که به آن سنگ کف درگاه گفته می شود . همچنین در لبه بیرونی دیوار نیز برای جلوگیری از سرایت آب باران به داخل اتاق و با توجه به نماهای مختلف ساختمان ، یک قطعه سنگ به عرض طاقچه و به طول پنجره نصب گردد که به آن سنگ کف پنجره می گویند . البته در نما سازیهای مختلف ممکن است این قسمت بوسیله سیمان و یا مصالح دیگر نیز پوشانیده شود .

۴- سنگ پله : برای پله های ساختمان بعلت عبور و مرور زیادی که روی آن صورت می

گیرد باید از سنگهای مقاومتر استفاده نمود . بدن لحاظ کلفتی سنگ پله را حداقل ۴ سانتیمتر در نظر می گیرند و پهنای آن در حدود ۳۰ تا ۳۵ سانتی متر و طول آن به نسبت نوع ساختمان (بطور متوسط ۱/۲ متر) انتخاب می گردد . ارتفاع پله را که به آن پیشانی پله می گویند نیز با قطعه سنگی به ضخامت ۲ سانتی متر و بطول پله مورد نظر می پوشانند. در کناره پله و در محل برخورد آن با دیوار نیز سنگ قرنیز نصب می گردد

۵- سنگ کف : بر فرش کف سالنها ، راهروها و اتاقها در بیمارستان ها ، مدارس ، هتلها ،

ادارات ، ساختمانهای تجارتی و مسکونی برای نظافت راحت و افزایش مقاومت و زیبایی در این مکانها از سنگهای مختلف کف استفاده می گردد که ابعاد آنها متغیر می باشد مثلاً ۱۰*۱۰ ، ۲۰*۲۰ ، ۳۰*۳۰ ، ۴۰*۴۰ ، ۵۰*۵۰ ، و غیره . همچنین برای فرش کف سرویسهای بهداشتی مانند حمام و توالت و یا آشپزخانه نیز ممکن است از سنگ استفاده گردد که برای ایجاد شیب بهتر در این مکانها از سنگهای با ابعاد کوچکتر استفاده می گردد.

۶- سنگ دیوار: نصب سنگ روی دیوار ممکن است در مکانهای مختلف ساختمان انجام

شود . متداولترین دیواری که ممکن است با سنگ پوشانیده شود ، دیوار خارجی ساختمان می باشد . در ساختمانهای عمومی اغلب دیوارهای راه پله را که عبور و مرور از آن زیاد بوده و دیوارهای در معرض آسیب می باشد با سنگ پوشانیده میشود . در بیمارستانها ، ادارات و مدارس که رفت و آمد زیاد می باشد و باید نظافت کردن آن آسان باشد ، اغلب دیوارهای اطافها را تا حدود یک متر با سنگ می پوشانند . در بعضی از ساختمانها دیوارهای سرویسها را نیز بجای کاشی با سنگ می پوشانند .

۷- سنگ پاگردها : در ساختمانهایی که برای نصب پله از سنگ استفاده می شود ، معمولاً

برای فرش پاگردها نیز از سنگ استفاده میگردد. این سنگها اغلب از نوع سنگ پله بوده و ضخامت آن در حدود ۲ سانتیمتر و ابعاد آن در حدود ۱۰*۱۰ یا ۲۰*۲۰ میباشد .

تعدادی از سنگهای ساختمانی :

سنگهایی که شرایط لازم را ارضاء نموده و عموماً در ساختمان بکار میروند عبارتند از :

۱- سنگ آهک

سنگ آهک یک سنگ رسوبی بوده که در سه نوع زیر یافت میشود :

۱- سنگ آهک انولیتی یک سنگ کربنات کلسیمی بوده که بصورت پوسته ها و صفحاتی شکل گیری شده و در طبیعت به شکل غیر کریستالی وجود دارد . این نوع سنگ آهک فاقد هرگونه خطوط کلیواژ بوده و معمولاً دارای ساختمان و ترکیب بنیادین یکنواخت می باشد .

۲- سنگ آهک دولومیتی دارای کربنات منیزیم فراوان میباشد و غالباً به شکل کریستالی وجود دارد . معمولاً مقاومت فشاری و کششی بیشتری نسبت به سنگ آهکهای انولیتی میباشد و بافت آن دارای تنوع بیشتری می باشد .

۳- سنگ آهک کریستالی غالباً از کریستالهای کربنات کلسیم تشکیل شده است . این سنگ دارای مقاومت فشاری و کششی بالایی بوده ، قابلیت جذب آب بسیار پائینی دارد و دارای بافت و ترکیب نرم و ظریفی میباشد . رنگ آن خاکستری روشن کاملاً یکنواخت است .

سنگ آهک ها عمدتاً از دو جزء اصلی کربنات کلسیم و کربنات منیزیم به همراه مقداری سیلیس ، اکسید آلومینیوم و اکسید آهن تشکیل شده اند که اینها با مقادیر کمتری از مواد دیگر در بیشتر سنگ آهکها موجود می باشند . وزن مخصوص سنگ آهک با توجه به نوع آن مابین ۲۰۰۰ تا ۲۸۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر میباشد . مقاومت فشاری آن از حد پائین ۱۰ تا حد بالای ۱۹۳ مگاپاسکال متفاوت میباشد . جذب آب در آن نیز بطور وسیعی از ۰/۲۵ تا ۷/۵ درصد متغیر است . سنگهای آهکی بدلیل سختی مناسب ، قابلیت ساب و برش ، تنوع رنگ ، مقاومت خوب و قابلیت استخراج آسان یکی از عمومی ترین سنگهای بکاررفته در ساختمان می باشند و در هر سه نوع برش خورده (پلاک) مالون و سنگ قواره تولید میگردد .

۲ - تراورتن

تراورتن نیز یک سنگ رسوبی بوده و اساساً از کربنات کلسیم تشکیل یافته است. تراورتن از رسول چشمه های آبگرمی که دارای مقدار زیادی کلسیت هستند، تشکیل می شود. این سنگ دارای رنگ سفید و بر حسب درصد آلودگی به رنگینه های اکسید آهن به رنگهای کرم، قرمز، گردویی، لیمویی و غیره دیده میشود. این سنگ بدلیل دارا بودن ویژگیهایی همانند: مقاومت قابل قبول، برش پذیری و صیقل پذیری خوب، زیبایی ظاهر، استخراج راحت، ارزانی و وجود تخلخل جهت چسبیدن به ملات، یکی از پرمصرف ترین سنگهای ساختمانی می باشد.

۳- ماسه سنگ:

ماسه سنگ یک سنگ رسوبی میباشد که از دانه های سیلیسی چسبیده به هم ساخته شده است. ماده چسباننده ممکن است سیلیس، اکسید آهن یا رش باشد. سختی و دوام ماسه سنگ به نوع چسباننده آن بستگی دارد. این سنگ به رنگهای خاکستری، خرمایی، قهوه ای روشن، قهوه ای، حنایی، مسی، قرمز و ارغوانی یافت می شود.

بعضی از ماسه سنگها کاملاً متخلخل می باشند و حدوداً دارای ۳۰٪ تخلخل میباشد. در نتیجه وزن مخصوص آن مابین ۲۲۴۲ و ۲۶۴۳ کیلوگرم بر مترمکعب متغیر است. مقاومت فشاری آن نیز مابین ۳۱ تا ۱۰۸ مگاپاسکال تغییر می یابد. در صد جذب آب آن مابین ۱/۵ تا ۶ درصد وزنش می باشد. از ماسه سنگ بیشتر بصورت سنگ لاشه و سنگ قواره برای دیواره سازی با ضخامتهای مختلف استفاده می شود.

۴- سنگ گرانیت

گرانیت در اصطلاح سنگ شناسی به سنگ آذرین نفوذی که بیش از ۴۰٪ کوارتز (SiO_2) و بقیه آن را فلدسپات و ۵ تا ۳۵ درصد کانیهای مافیک (هورنبلند و میکا) تشکیل میدهد. گرانیت عموماً بسیار سخت، پرفدورت و با دوام بوده و قابلیت صیقل پذیری بالایی را دارا میباشد. وزن مخصوص آن مابین ۲۶۴۳ تا ۳۲۰۴ کیلوگرم بر متر مکعب، مقاومت فشاری متوسط آن مابین ۱۳۹ تا ۳۰۹ مگا پاسکال و قابلیت جذب آن بین ۰/۰۰۲ تا ۰/۲ درصد وزن آن متغیر میباشد.

این سنگ در رنگهای قرمز، صورتی، زرد، سبز، آبی، سفید، سیاه و قهوه ای یافت می شود. گرانیت کاربردهای وسیعی در ساختمان دارد که از جمله می توان به کفها، دیوارهای نمای داخلی و خارجی، پله ها و... اشاره نمود. شایان ذکر است که در کارخانجات سنگبری و معادن سنگهای تزئینی، سنگ گرانیت به هرنوع سنگ آذرین گرانیت، دیوریت، سینیت، گرانودیوریت و غیره و همچنین کلیه سنگهای دگرگونی که قابل برش و صیقل باشد، اطلاق می گردد.

۵- سایر سنگهای آذرین:

سینیت ها، دیوریت ها و گابرو ها و سنگهای خروجی هم ارز آنها یعنی تراکیت ها، اندزیت ها و بازالتها و همچنین سنگهای دیگری مثل نفلین سینیت ها، پریدوتیت ها، پیروکسنیت ها، امفیبولیت ها و سایر سنگهای آذرین از این دست، به دلیل عدم وجود کوارتز در آنها، در صورتیکه کاملاً تازه (fers) و دگرسان نشده باشند و ضمناً در مقطع صیقلی، رنگهای زیبایی بروز دهند، می توانند بعنوان سنگ نمای خاص مطرح باشند.

۶- سنگ مرمر

مرمر نمونه ای از یک سنگ دگرگونی بوده که ساختار اولیه اش تغییر یافته است. در این حالت سنگ آهک و دولومیت به شکل مرمر کریستالی تبدیل میگردند. تاکنون انواع مختلفی از مرمر شناخته شده اند که عبارتند از: کارارا، پارین، نومیدین، انیکس، درمانت و مرمرهای نوک تیز رنگ های مرمر از سفید خالص همراه با سایه هایی از خاکستری تا سیاه تغییر می نماید و شامل رنگهای بنفش، قرمز، زرد، صورتی و سبز می باشد. محدوده وسیع رنگها بواسطه وجود مقادیر مختلف اکسیدهای آهن، سیلیس، گرافیت، میکا و مواد کربناتی می باشد که داخل سنگها، در رگه ها و دانه ها پراکنده شده اند. بسیاری از مرمرها زمانی که در معرض شرایط جوی قرار میگیرند سرعت فاسد شده و زول می یابند. بنابراین تنها در کارهای داخلی مناسب می باشند. مرمر اصولاً برای نمای ستون، نمای دیوار و کفها استفاده میشود. مقاومت فشاری متوسط مرمر از ۹۳ تا ۱۶۲ مگا پاسکال و وزن مخصوص آن از ۲۹۶۳ تا ۳۰۴۳ کیلوگرم بر متر مکعب متغیر بوده و قابلیت جذب آب مرمر بین ۰/۰۰۱ تا ۰/۰۶ درصد می باشد.

۷- اسلیت :

اسلیت یک سنگ دگرگونی میباشد که از دگرگون شدن و تغییر یافتن رسها و شیلهایی که بصورت لایه ای ته نشین شده اند ، بوجود می آید . یک خصوصیت منحصر به فرد این سنگ اینست که می توان براحتی آنرا به صفحات سخت و نازک با ضخامت ۶ میلیمتر یا بیشتر که سنگ لوحه (اسلیت) نامیده میشوند ، تقسیم کرد . این سنگ دارای رنگهای سیاه ، سبز ، قرمز ، خاکستری و ارغوانی میباشد . در بعضی شرایط که مدت طولانی در معرض هوا و فضای آزاد قرار میگیرد تغییر رنگ می دهد . وزن مخصوص آن مابین ۲۸۰۰ تا ۲۸۸۰ کیلوگرم بر مترمکعب ومقاومت فشاری آن مابین ۱۲۴ تا ۱۸۵ مگاپاسکال بوده و قابلیت جذب آب آن بسیار کوچک و بین ۰/۱۵ تا ۰/۲۵ درصد می باشد . استفاده های عمومی آن در کف ، سنگ فرشها ، نماسازی دیوارهای داخلی و خارجی ، درپوش و پوششهای سقف می باشد .

۸- گنیس ها :

گنیس ها مثل گرانیت ها ، در صورتیکه دارای رنگهای ایده آل و عناصر درشت بوده و فاقد آثار آلتراسیون باشند، بدلیل بافت چشمی زیبایی که در مقطع صیقلی بعضی از آنها دیده میشود ، می توانند سنگ تزئینی استثنائی را تشکیل دهند . البته تهیه سنگ نما از اینگونه سنگها همان مسائل سختی برش و سایش را دارد و از این نظرها کاملاً شبیه گرانیت هستند .

۵-۲- آجر (Brick)

آجر یا آجور یا آگور واژه ای است یونانی و به خشت هایی می گفتند که احکام و فرامین دولتی رومی آن نوشته می شد و بوسیله پختن این خشت ها، نوشته را روی آن پایدار می کردند. ساده ترین تعریفی که بخواهیم برای آجر بنمائیم آنست که بگوئیم آجر سنگی است مصنوعی که از پختن خاک رس با استخوان بندی اصلی سنگ بدست می آید و ابعاد و تعداد آن مطابق احتیاج ما قابل تغییر می باشد.

- مراحل پخت آجر

۱- تهیه خاک رس : خاک رسی را که برای تهیه آجر انتخاب می کنند ، لازم نیست که رس خالص بوده و بدون ترکیبات دیگر باشد . فقط کافی است که ناخالصیهایی از قبیل ریشه گیاهی ، چوب ، ذغال و غیره در آن وجود نداشته باشد . زیرا این مواد هنگام پختن آجر در داخل کوره سوخته و جای آن خالی می ماند و از مقاومت آجر کم می کند . برای تهیه آجر بیشتر از خاک رس آبرفتی استفاده میشود . خاک مصرف شده برای آجر پزی تحت شماره ۱۱۶۲ مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران استاندارد شده است .

۲- بعمل آوردن خاک : منظور از بعمل آوردن خاک آنست که خاکی حتی المقدور یک دست و عاری از کلوخه و مواد خارجی مخصوصاً مواد آلی داشته باشیم . برای اینکار خاک را هوا می دهند و بعد اگر لازم باشد آنرا آسیاب می کنند و اگر بخواهند آجر مرغوب تهیه نمایند آنرا می شویند و پس از خشک شدن از الکهای مخصوص گذرانیده و دانه های درشت آنرا جدا می نمایند و همچنین در این مرحله مواد خارجی خاک را از آن جدا می سازند باتوجه به مرغوبیت آجر در موقع بعمل آوردن خاک دفتهای لازم را بعمل می آورند .

۳- ساختن گل : در حدود ۲۰٪ وزن خاک به آن آب اضافه می نمایند . آب مورد نیاز باری ساخت گل باید فاقد مواد خارجی بوده و همچنین نباید آبی باشد که در مراحل مختلف تهیه آجر باخاک رس ترکیب شیمیای بدهد . بدین علت بهتر است برای تهیه گل از فاضلاب کارخانه ها استفاده نشود . بعد از مخلوط کردن آب با خاک ، آنرا خوب مخلوط می کنند تا تمام ذرات خاک در مجاورت آب قرار گیرد (تر بشود) . در کارخانه های پیشرفته آجر پزی این عمل بوسیله مخلوط کنهای مکانیکی انجام میشود ولی در کورههای قدیمی بعد از آنکه آب و خاک را مخلوط کردند ، مدتی آنرا بحال خود رها می نمایند . (در حدود ۳ الی ۴ روز) تا رفته رفته آب به تمام ذرات خاک نفوذ کرده و آنرا تر نمایند و سپس آنرا با لگد زدن ورز می دهند و آماده برای قالب گیری می گردد . مقدار آب موجود در گل باید در حداقل ممکن باشد و فقط بقدری باشد که شکل دادن به گل امکان پذیر باشد . زیرا هر قدر آب درون گل زیادتر باشد ، اولاً خشک کردن خشت مشکل تر و پرهزینه تر میشود . ثانیاً بعد از آنکه خشت خشک شد و آب درون آن متصاعد گردید فضای خالی آن در خشت باقی مانده و موجب پوکی آجر می گردد.

۴- قالب گیری یا خشت زنی : بعد از تهیه گل و بعمل آوردن آن آنرا باتوجه به شکل آجری که می خواهند بپزند ، قالب گیری می کنند . در کارخانه های قدیمی خشت زنی یا قالب گیری با دست انجام میگردد . بدین طریق که قالبی چوبی به شکل آجری که می خواهند تهیه نمایند ، می سازند و سپس گل مورد نیاز را به اندازه مورد نیاز با دست به داخل این قالبها ریخته و خشت زنی می نمایند . در کارخانه های جدید کلیه اعمال خشت زنی باماشین انجام میشود . بدین طریق که گل ورز داده شده را به داخل محفظه ماشین خشت زنی وارد می کنند . این ماشین به لوله ماریچی ختم میشود . بعد گلها بوسیله این لوله ماریچ با فشار به جلو هدایت شده و از دهانه ماشین به صورت مکعب مستطیلی که به طول و عرض آجر مورد نیاز می باشد . خارج می شود (

۱۰*۲۰ سانتیمتر) آنگاه آنرا به ضخامت آجر (حدود ۵ سانتیمتر) با سیم می برند. خشت بریده شده روی تسمه نقاله به قسمت خشک کن هدایت می شود. در کارخانه هائیکه قالب زدن با پرس سنگین انجام میشود یعنی برای شکل دادن به آجر از لغزندگی دانه ها به رویهم بوسیله آب استفاده نمی شود، بلکه شکل دادن آجر بوسیله فشار انجام میشود. میزان آب را در خاک به ۸٪ تقلیل داده در نتیجه آجر احتیاج به خشک شدن ندارد و مستقیماً از قسمت قالب گیری به کوره پخت هدایت میشود.

۵- خشک کردن خشت: در کوره های قدیمی که خشت زنی بادیست انجام میگردد پس از چند ساعت که از زدن خشت میگذشت و تقریباً خشت میتواند شکل هندسی خود را حفظ کند آنرا از محل خود بلند کرده و از سمت باریکتر پهلو یکدیگر میچیدند و بدین طریق سطوح بیشتری از خشت را در معرض جریان هوا قرار می دهند و به خشک شدن سریعتر خشت کمک می شود. البته این وش بعلت غیر فنی خشت شدن، خشت اولاً در سطح آن ناهمواریهایی شدید ایجاد می شود، ثانیاً بعلت آنکه سطح روی آن در اثر کوران هوا زودتر خشک می شود، ولی مغز آن هنوز رطوبت دارد و برای آنکه رطوبت مغز به خارج هدایت شود، ناچاراً در سطح آن ترکهایی ایجاد می شود. زمان مورد نیاز برای خشک شدن در این روش بین ۳ تا ۱۵ روز متغیر است. امروزه برای خشک کردن خشت ها یا از کوره های هوای گرم که به صورت تونلی می باشد استفاده می گردد که در این روش زمان مورد نیاز برای خشک شدن خشتها ۴۸ ساعت میباشد و یا از دالانهای خشت خشک کنی استفاده میگردد که در این روش زمان مورد نیاز برای خشک شدن خشتها ۴ تا ۷ روز می باشد.

۶- مرحله آجر پزی: آجر پزی یعنی گرفتن آب شیمیایی خاک رس بطوریکه هیدروسیلیکات آلومینیم به سیلیکات آلومینیم تبدیل شود و در نتیجه خشت دارای استقامت شده و نیروی فشاری تا حدود ۱۰۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع را تحمل نماید. این عمل بوسیله حرارتی در حدود ۹۰۰ درجه سانتی گراد انجام میشود. بدین طریق

که تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد آب فیزیکی نمونه خشک میشود و تا ۵۰۰ درجه سانتیگراد آب شیمیایی خاک رس متصاعد میگردد و تا ۹۰۰ درجه سانتیگراد ذرات خاک رس شروع به خمیری شدن نموده و بدین طریق دانه های ماسه درون خشت را بهم می چسبانند و آجر بدست می آید .

ویژگیهای آجر :

- ۱- وزن مخصوص آجر : وزن مخصوص آجرهای مختلف برحسب نوع ساخت و روش ساخت و نوع مصالحی که در آن بکاررفته متفاوت میباشد . ولی بطور متوسط وزن مخصوص آجر مرغوب درحدود ۱۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب میباشد .
- ۲- خاصیت جذب آب آجر : علت آنکه ملات میتواند دوقطعه از مصالح ساختمانی را به خود بچسباند و یا به هم بچسبانند (مانند دوقطعه آجر) آنست که درقطعات مصالح ساختمانی خاصیت مکنندگی وجود دارد و به محض قرار گرفتن درمجاورت آب آنرا مکیده و درنتیجه مقداری سیمان و یاهرچسب دیگری که درملات وجود دارد به عمق این مصالح نفوذ کرده و موجب چسبیدن قطعات به همدیگر میگردند . حال اگر قطعاتی همانند آجرها دارای خاصیت مکنندگی کمتر از حد معمول باشند درنتیجه مواد چسبی ملات را نمی توانند کامل جذب نمایند درنتیجه این قطعات به هم نمی چسبند . اگر خاصیت مکنندگی مصالح ساختمانی از مقدار معینی زیادتیر باشد نیز خوب نیست زیرا بلافاصله کلیه آب ملات را مکیده و مجال ایجاد فعل و انفعالات شیمیائی درملات را از آن سلب کرده و باعث فساد ملات میگردد . آجری مرغوب است که درصد جذب آن درحدود ۱۵٪ باشد . مصرف آجر بامکنندگی کم درنماسازی و بطور کلی درمکانهاییکه در معرض نیروهای کششی قرار دارد مناسب نمی باشد .
- ۳- مرغوبیت آجر : آجر مرغوب آجری است که بتواند بارهای وارده از ساختمان را بخوبی تحمل نموده و خرد نشود که البته موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب استاندارد شماره ۷ روشهایی برای آزمون آجر مرغوب پیشنهاد نموده است . ولی معمولاً

درکارگاههای ساختمانی وسایل آزمایش وجود ندارد. درذیل روشهای ساده ای پیشنهاد میگردد که باانجام آنها میتوان تاحدی به مرغوبیت آجر پی برد :

۱- آجر مرغوب آجری است که خوب پخته شده باشد و خاک رس موجود در آن در اثر حرارت به مرحله خمیری رسیده و موجب چسبیدن دانه های خرده سنگی داخل خشت به یکدیگر بشود . چنین آجری دارای رنگ روشن و باز است . از بهم زدن دوقطعه آجر مرغوب صدا زنگ بلند می شود در حالیکه اگر آجرها نامرغوب باشند صدا خفه میگردد و صدای زنگی به گوش نمیرسد .

۲- اگر آجر مرغوب باشد هنگام تخلیه مقدار کمی از آنها خرد میشوند ، در حالیکه اگر آجر نامرغوب باشد تعداد زیادی از آجرها هنگام تخلیه خرد می شوند .

۳- آجر مرغوب توپرتر و متراکمتر از آجر نامرغوب است . در این صورت اگر آجرها را با دست سبک سنگین نمائیم ، آجر مرغوب سنگین تر است .

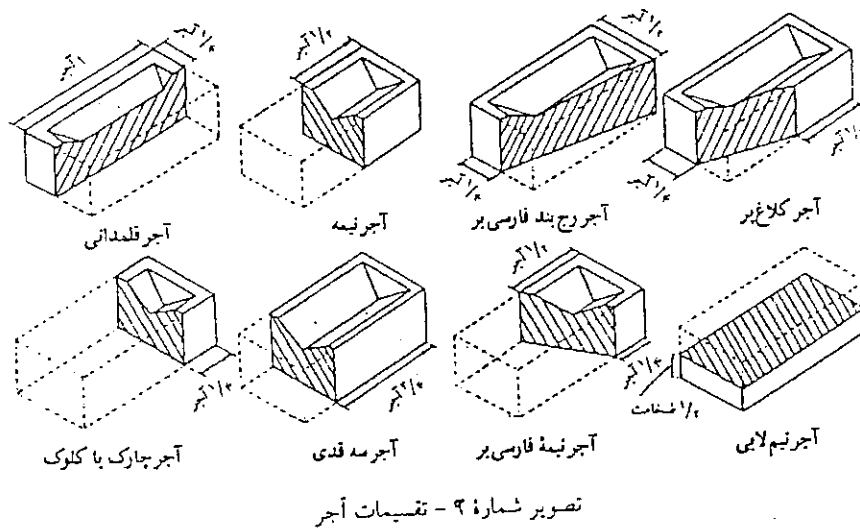
مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران بموجب استاندارد شماره ۷ آجر را از لحاظ مرغوبیت به سه دسته تقسیم کرده است بشرح زیر :

درجه بندی آجر	مقاومت فشاری kg/cm ²	درصد جذب آب
۱	۳۵۰	٪۱۵
۲	۲۵۰	٪۱۶
۳	۱۵۰	٪۱۸

- نام اجزاء آجر

برای آنکه در آجر چینی مخصوصاً در دیوارهای حمال بندهای آجر در یک راستا نباشد تا بدین وسیله به مقاومت دیوار آجری در مقابل نیروهای کششی کمک بیشتری بشود ، بدین لحاظ در دیوار

چینی از قطعات کوچکتر آجر نیز استفاده میشود که هریک در اصطلاح کارگاهی نام مخصوصی دارد مانند آجر سرقده که $\frac{3}{4}$ آجر کامل ، آجر نیمه $\frac{1}{2}$ آجر کامل ، چارک $\frac{1}{4}$ آجر کامل ، کلوک کوچکتر از $\frac{1}{4}$ آجر کامل است . لایه (نیم لایی) نصف آجر کامل از ضخامت بطوریکه ابعاد آجر لایه $\frac{2}{5} * 10 * 20$ سانتیمتر است و بطور کلی به قطعه ای از آجر که از آجر کامل کوچکتر باشد در اصطلاح کارگاهی پاره می گویند .



- امراض آجر

بطور کلی میتوان امراض آجر را در نمکهایی که در آن موجود می باشد ، خلاصه نمود و آنرا برحسب اهمیت می توان به دو دسته تقسیم کرد : ۱- الوئک - ۲- سفیدک

۱- الوئک : اگر در مصالح تهیه آجر مقداری سنگ آهک ($CaCO_3$) وجود داشته باشد و این سنگ آهک همراه خشت وارد کوره بشود در اثر حرارت کوره گاز CO_2 متصاعد شده و تبدیل به آهک زنده میشود (CaO) در این حالت وقتی این آهک در مجاورت آب قرار گیرد (البته با توجه به ملات و غیره حتماً در مجاورت آب قرار خواهد گرفت) آهک شکفته شده و ازدیاد حجم پیدا می کند و این ازدیاد حجم موجب متلاشی شدن آجر می گردد و اگر این آجر در تماسی بکار برده شود به نمای منظره بدی می دهد . برای جلوگیری از این امر اولاً در موقع تهیه

مصالح آجر دقت نموده که قطعات سنگ آهک وارد مصالح نشود و قبل از تعیین معادن جهت تهیه مصالح آجر نوع آن مصالح آزمایش شود. ثانیاً باید قبل از مصرف آجر نمونه هایی از آنرا در داخل آب قرار بدهیم تا اگر اصولاً آجر الوثکی باشد. مشخص شود و از بکار بردن آجر الوثکی مخصوصاً در نماسازی خودداری گردد.

۲- سفیدکها: سفیدکها انواع مختلف دارند مانند سفیدکهای کربناتی، سفیدکهای سولفاتی سفیدکهای کلروری، سفیدک های نیتراتی و غیره. اگر اسیدهای فوق در مصالح تهیه آجر موجود باشد و با خشت به کوره رفته و در داخل آجر باقی بماند این نمکها پس از آنکه آجر در محاورت باران قرار گرفت، بصورت سفیدک و یا به اصطلاح عامیانه بصورت شوره روی نما ظاهر می شود. این مسئله به این علت روی می دهد که بلحاظ اینکه آب باران در حین سقوط در مجاورت CO_2 موجود در هوا قرار گرفته و با آن ترکیب می شود و تولید اسید کربنیک (H_2CO_3) می نماید که یک اسید تند اثر و ناپایدار می باشد و اگر این باران روی نماهای آجری ریخته شود به عمق آن نفوذ کرده و املاح یاد شده بصورت سفیدک روی آجر نما ظاهر می گردد که بسیار بد منظره می باشد. برای جلوگیری از آنباید دقت شود املاح مذکور در مصالح تهیه آجر موجود نباشد و آجری که به کارگاه می آید مدتی در آب گذاشته شود تا اگر سفیدکی دارد معلوم گردد و برای از بین بردن شوره های روی نما، باید اندکی از آنرا بعنوان نمونه برداشته و پس از تجزیه شیمیایی معلوم نمود که چه نوع نمکی می باشد و حلال آنرا تعیین نموده و آنرا با درصد تعیین شده بوسیله آزمایشگاه روی دیوار بپاشند تا شوره از بین برود، بدیهی است در بارندگی بعد شوره روی دیوار ظاهر نمی شود.

البته انجام این آزمایش در اغلب کارگاهها مشکل می باشد. روش دیگر آنست که شورهای فوق را پس از خشک شدن با یک برس سیمی و یا یک تکه گونی پاک نمائیم و تا چند سال که شوره روی نما ظاهر می شود به همین روش با آن مبارزه نمائیم تا این نمکها در آجر تمام شده و دیگر سفیدک نزنند. روش دیگر آنست که بعد از نصب آجرهای نما و پاک کردن شوره روی آجرها و خشک

شدن آنها سطح آجرها را با روغن جلا یا لاکهای شفاف بپوشانیم . در این حالت دیگر آجرها شوره نمیزنند .

- آجر جوش

در کوره های آجر پزی مخصوصاً کوره های چاهی (حلقه ای) که آتش آن قابل کنترل نیست ممکن است به قسمتی از کوره که به آتش نزدیکتر است حرارت بیشتری برسد ، در نتیجه آجر از مرحله خمیری گذشته و ذوب می شود . در این مرحله خاک رس روان گشته و شیشه ای می گردد . رنگ این گونه آجرها متمایل به سبز می باشد . خاصیت مکندگی در این آجرها بسیار کم بوده و در حدود ۲ تا ۳ درصد است . آجر جوش نسبت به آجر معمولی تردتر و شکننده تر می باشد و بعلت آنکه آب در آن نفوذ نمی کند در مقابل عوامل جوی و اسیدهای آلی از آجر معمولی مقاومتر می باشد . به همین دلیل مصرف آن در فرش کف کانالهای فاضلاب و غیره پیشنهاد می گردد . ولی بکار بردن این نوع آجر در دیواره های حمال و مخصوصاً طاق ضربی به هیچوجه پیشنهاد نمی شود . وزن مخصوص آجر جوش قدری بیشتر از آجر معمولی بوده و در حدود $1/9$ گرم بر سانتیمتر مکعب میباشد .

آجر ماسه آهکی :

در مناطقی که خاک رس در دسترسی نیست و یا بسیار کم می باشد ولی ماسه به حد وفور یافت می شود مانند سواحل دریا می توان آجر ماسه آهکی تهیه نمود . آجر ماسه آهکی از اختلاط گرد آهک زنده با ماسه سیلیسی یا ماسه سیلیکاتی تهیه میشود . به این ترتیب که مواد یاد شده را به نسبت وزنی ۱ به ۸ تا ۱ به ۱۲ درهم می آمیزند و سپس روی آن کمی آب اضافه می کنند . خمیر ماسه آهک را در قالب فولادی می ریزند و آنرا تحت فشار ۴۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع شکل می دهند . آنگاه قالبها را به مدت ۴ تا ۸ ساعت در استوانه های فولادی ته بسته در محیطی دارای بخار ۱۸۰ تا ۲۰۰ درجه و در فشار ۸ تا ۱۲ اتمسفر ، قرار می دهند . در وضعیت فوق مخلوط ماسه و

آهک به سیلیکات کلسیم تبدیل می شود . محصول نهایی را بنام آجر ماسه آهکی به بازار عرضه می کنند .

انواع آجرهای رسی :

آجر فشاری: این نوع آجر که معمولاً در سفت کاری و زیرکاری ساختمان به کار می رود به روش دستی تهیه می شود.

آجر سفالی: این دسته از آجرهای رسی از نظر ساخت، شکل و رنگ و مشخصات فنی در نهایت دقت تهیه می گردند و بسته به شکل آنها در نقاط مختلف ساختمان استفاده می شوند. به علت جذب کم آب در آجرهای سفالی به منظور چسبندگی مناسب با ملات انواع سوراخ دار آنها را مورد استفاده قرار می دهند. به علت سطح یکپارچه و یکنواخت آنها برای نمای آجری، نوع سفالی پیشنهاد می شود.

این نوع آجرها از نظر شکل و ابعاد بسیار متنوع می باشند و انواع مختلف آنها بر حسب شکل در نقاط مختلف ساختمان استفاده می شوند. از جمله خواص دیگر آجرهای سفالی تو خالی سبکی آنها است که خود باعث بالا رفتن سرعت کار نیز می شود.

آجرهای قزاقی: این نوع آجر با کیفیت خوب و رنگ سفید تهیه می شود و با توجه به مشخصات مطلوبش در نمای ساختمان استفاده می شود.

آجرهای قدیمی: این نوع آجرها در قطعات بزرگ تر از استاندارد امروز ساخته می شدند. علی رغم اینکه به روش دستی تهیه می شده اند ولی دارای مشخصات عمومی بهتری نسبت به تولیدات امروزی بوده اند. آجر نظامی به ابعاد $50 \times 50 \times 5$ و آجر ختایی به ابعاد $25 \times 25 \times 5$ (سانتی متر مکعب) از این گروه می باشند که با توجه به قطور بودن دیوار، آنها سرعت کار را بهبود می بخشیدند.

آجرهای لعاب دار: هنر لعاب کاری و استفاده از آجرهای لعاب دار در نمای ساختمان به منظور زیبا نمودن آن و افزایش مقاومت در برابر عوامل فرسایش و هوازدگی از دیر زمان در معماری ایران متداول بوده است. بافت صاف صیقلی آنها مانع از نفوذ آب به درون آجر می شود و به این ترتیب سالیان طولانی در برابر مواد شیمیایی پایداری می نمایند.

زمان لعاب کاری آجرها معمولاً در انتهای مرحله خشک کردن می باشد. لعاب کاری سرامیکی به این صورت است که پوششی از یک ترکیب مواد معدنی روی یک یا چند سطح آجر پاشیده می شود، لعاب حل می شود و در یک دمای مشخص در آجر نفوذ می کند. پس از پختن، حاصل کار یک پوشش کاملاً صیقلی است که رنگ آن بر حسب نوع ترکیب ماده معدنی می باشد.

انتخاب مواد اولیه در تولید آجر لعاب دار از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. در صورت عدم انتخاب مناسب لعاب چنانچه ضریب انبساط و انقباض آن با آجر متفاوت باشد، سطح لعاب به سرعت ترک برمی دارد و ظاهر زشتی به وجود می آید.

۵-۳- بلوکها (Blocks)

بلوکها قطعاتی با حجم زیاد و وزن کم هستند که استفاده از آنها در بخشهای مختلف ساختمانهای با اسکلت فولادی یا بتنی دارای فواید زیادی میباشند از جمله موجب کاهش وزن ساختمان ، افزایش سرعت انجام کار ، کاهش هزینه ها و همچنین عایق صوتی و حرارتی هم میباشند .

بلوکهای مصرفی در ساختمان بر اساس محل کاربرد به دو گروه بلوکهای دیواری و بلوکهای سقفی تقسیم می شوند . همچنین از نظر جنس دارای انواع مختلفی هستند که در مورد دو گروه سیمانی (بتنی) و سفالی آنها در ذیل توضیح مختصری داده می شود .

۱- بلوکهای دیواری (تیغه ای)

این بلوکهای دیواری براساس جنس آنها به دو گروه سیمانی و سفالی به شرح ذیل تقسیم میگردند :

الف - بلوکهای سیمانی : ویژگیهای بلوکهای سیمانی مصرفی در ساختمان باید با استاندارد شماره ۷۰ ایران مطابق باشد . بلوکهای سیمانی ساده باید کاملاً سالم و بدون عیب و سطوح آن طوری باشد که هنگام اندود کاری چسبندگی و گیر کافی با اندود ایجاد کند .

بلوکهای سیمانی نما باید علاوه بر مشخصات فوق ، دارای سطح نمای صاف و یا نقش و فرم مورد نظر باشد . مقاومت فشاری بلوکهای سیمانی غیر بار بر در هنگام بکار بردن (با احتساب سطح سوراخها) نباید از ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع کمتر باشد و این مقدار برای بلوکهای باربر نباید از ۶۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع کمتر باشد

ب - بلوکهای سفالی :

اصطلاحاً به آجرهای سفالی با حجم زیاد و وزن کم که در موقع قالب گیری در آن سوراخهایی

ایجاد میشود ، بلوک می گویند که یک نوع از آنها بلوکهای تیغه ای (دیواری) می باشد .

بلوکهای تیغه ای سفالی نیز از آجرهای سبک بوده و فقط حجم آن مورد نظر می باشد . ضخامت آن ۱۰ تا ۸ سانتیمتر است و ارتفاع و عرض آن ممکن است ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر باشد و فقط برای جداسازی فضاهای مسکونی مورد استفاده قرار میگیرد . این سفالها باربر نمیباشند و ویژگیهای آنها

مطابق استاندارد شماره ۷ ایران می باشد . مواد اصلی تهیه این بلوکها خاک رس می باشد و در هنگام تهیه مصالح آن باید دقت شود که عاری از ناخالصی باشد و همچنین در مراحل پرس کاری ، خشک کردن و پخت نیز باید دقت شود تا تغییر شکل این بلوکها به حداقل برسد .

۲- بلوکهای سقفی :

از این بلوکها ، بعنوان قالب همیشگی (یعنی قالبی که پس از اجرا باقی می ماند) برای قالب بندی بغل گونه های جان تیرهای T و یا تیرچه هایی که در پوشش سقفها بکار میرود ، استفاده می کنند . بلوکهای سقفی ابعاد و شکلهای مختلفی دارند که مشخصات آنها توسط کارخانجات سازنده ارائه می شود . جنس این بلوکها معمولاً بتنی یا سفالی است .

الف - بلوکهای سقفی بتنی : این نوع بلوکها که ابعاد و وزن آنها بسته به کارخانه های سازنده شان متفاوت است ، عرضی بین ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر دارند و ضخامت آن تابع ضخامت کل سقف و فاصله تیرچه ها از همدیگر است . وزن بلوک باید طوری باشد که کارگر بتواند به آسانی آنرا روی سقف جابجا کند . این وزن نباید حداکثر از ۲۰ کیلوگرم بیشتر شود . ضخامت جدارهای عمودی و افقی بلوک بتنی نباید از ۱۵ میلیمتر کمتر باشد و رواداری ابعاد آن نباید در ارتفاع از ۲ (+ ، -) میلیمتر و در طول و عرض از ۳ (+ ، -) میلیمتر تجاوز کند . حداقل اندازه نشیمن این بلوکها ۱۷/۵ میلیمتر است

ب - بلوکهای سقفی سفالی : کارخانجات سازنده معمولاً ابعاد ، اشکال و مشخصات فنی این نوع بلوکها را در کاتالوگهای خود را ارائه می کنند . بلوکهای سفالی به عرض ۳۰ سانتیمتر و ارتفاع ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر و طول ۲۰ تا ۲۵ سانتیمتر که دارای لبه مخصوصی می باشند که روی تیرچه قرار می گیرد و مورد مصرف آن فقط در ساختن سقفهای تیرچه بلوک می باشد و بعلمت سوراخهایی که در حجم آن ایجاد شده وزن آن بسیار سبک است و هیچ گونه تحمل باربری نداشته و در سقف تیرچه بلوک فقط بجای قالب کار میکند که بتون روی سقف را تازمان سخت شدن نگهدارد . مواد اولیه تهیه این بلوکهای سقفی نیز خاک رس می باشد . بلوکهای سفالی باید عاری از ترک و دانه های آهکی باشند . این نوع بلوکها باید بطور یکسان پخته شده باشند و رنگ آنها باید کاملاً

یکنواخت باشد سطوح بلوک سفالی باید صاف و عاری از انحناء و خمیدگی و بافت آن باید ریز و متراکم باشد. برای ایجاد چسبندگی لازم به بتن بالایی و همچنین برای چسبیدن به نازک کاری زیر سقف سطوح خارجی بلوک شیار دار است. ضخامت تیغه های عمودی و افقی بلوک سفالی حداقل ۸ میلیمتر است و وجود تیغه ها باید مسطح باشند. جذب آب بلوک نباید بیش از ۲۰ درصد وزن آن باشد. حداکثر رواداری ابعاد برای کمتر از ۱۵ سانتیمتر $^{+3}$ (-) میلیمتر و برای ابعاد بیش از ۱۵ سانتیمتر، $^{+6}$ (-) میلیمتر خواهد بود.

۵-۴- کاشی و سرامیک (Tile and Ceramic)

کاشی قطعه سنگی است مصنوعی به ابعاد مختلف و به ضخامت چند میلیمتر که یک روی آن دارای سطحی شیشه ای بوده و کاملاً صاف و صیقلی می باشد. به همین علت به راحتی قابل تمیز کردن است و اغلب در محلهایی از ساختمان که نیاز به نظافت کردن بیشتر دارند همانند آشپزخانه، حمام، توالت و غیره بکار می روند. علاوه بر این کاشیها به فضاهای فوق جلوه زیبایی خاصی نیز می بخشند.

نخستین کاشی به مفهوم امروزی که بدست بشر ساخته شد و باستانشناسان به آن دسترسی پیدا کرده اند مربوط به مصر میباشد که باستان شناسان قدمت آن را مربوط به ۴۷۰۰ سال قبل میلادی دانند. صنعت کاشی سازی در ایران نیز سابقه طولانی دارد. بطوریکه نمونه هایی از صنعت کاشی کاری ایران در شوش که مربوط به کاخ هخامنشیان است، پیدا شده که قدمت آن مربوط به ۴۰۰ سال قبل از میلاد می باشد. صنعت کاشی سازی در ایران در دوران صفویه به اوج خود رسید. معرق کاریهای زیبای مسجد شیخ لطف الله اصفهان نمونه ای از کاشی های ساخته شده در آن دوران می باشد.

- اجزاء کاشی

یک قطعه کاشی از دو قسمت تشکیل شده است اول قطعه سفالی که قسمت اصلی و استخوان بندی کاشی را تشکیل می دهد. دوم لعاب روی آن که ماده ای است شیشه ای و قسمت رویی آن را تشکیل می دهد. یکی از مهمترین عوامل در صنعت کاشی سازی آنست که این دو ماده را طوری انتخاب کنند که ضریب انبساط آنها مساوی باشد. زیرا با توجه به اینکه در ساختمانهای فعلی اغلب از کاشی در سرویسها استفاده میشود و در این مکانها مخصوصاً در حمامها کاشی ها در معرض تغییرات سریع درجه حرارت میباشد و در نتیجه انقباض و انبساط شدید در کاشی ایجاد می گردد. با توجه به اینکه لعاب روی کاشی نسبت به سفال پشت آن بسیار تردتر و شکننده تر می باشد. اگر ضریب انبساط و انقباض سفال و لعاب روی آن یکی نباشد، بلافاصله بعد از مصرف روی آن ترکهایی ایجاد میشود و کاشی را بسیار بد منظره می نماید.

- مراحل تهیه کاشی

۱- تهیه مصالح اولیه : نخستین مرحله برای تهیه کاشی انتخاب و آماده سازی مصالح آن می باشد . مصالح مورد نیاز در کاشی سازی همان خاک رسی است که در حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد سیلیس داشته باشد . بعد از انتخاب مصالح نسبت به آماده سازی آن اقدام می کنند . نخست مواد اضافی و زائد و دانه های سنگ را از داخل آن جدا می کنند . این عمل ممکن است بوسیله شستشوی خاک انجام گیرد . بعد از اینکار آنرا هوا می دهند یعنی آنرا در مقابل هوا خشک می کنند و بعد آنرا آسیاب می کنند تا تمام کلوخه های آن باز شده به گرد یکنواختی تبدیل گردد . بعد از اینکار ممکن است توسط تسمه نقاله برای مراحل بعدی به سالنهای دیگر منتقل می کنند و یا ممکن است آنها در سیلوهای مخصوص انبار نمایند و بعداً استفاده نمایند .

۲- ساختن گل : منظور از ساختن گل مخلوط کردن مصالح تهیه شده با آب است تا بدینوسیله خاصیت پلاستیسته در مخلوط ظاهر شده و امکان شکل دادن به آن میسر گردد . همزمان با ساختن گل و مخلوط کردن خاک با آب مواد افزودنی لازم را به آن اضافه می کنند . برای جلوگیری از تغییر حجم و پیچیدن قطعه در هنگام پختن مقداری سنگ چخماق آسیاب شده به آن اضافه می کنند و همچنین برای جلوگیری از ایجاد رنگهای سیر (تیره) مانند قهوه ای تند که ممکن است در اثر وجود اکسیدهای آهن در خاک رس بعد از پخته شدن در آن ظاهر شود . در حدود نیم درصد اکسید کرم به آن اضافه می نمایند . زیرا وجود هر نوع رنگ سیر موجب اختلال در رنگ آمیزی و لعاب کاری بعدی قطعه سفالی خواهد گردید .

۳- قالب گیری : پس از تهیه شدن گل و تائید آن بوسیله آزمایشگاه از لحاظ نوع مصالح و پراکندگی یکنواخت مواد افزودنی گل حاصل شده را قالب گیری می نمایند . برای تهیه کاشی های مورغوب جهت جلوگیری از نفوذ هوا در قالب معمولاً " قالب گیری در خلاء انجام می گیرد . این امر باعث میشود که به مقدار زیادی جسم توپرتر شده و دارای

مقاومت بیشتری بشود. شکل دادن به قطعه سفالی راههای مختلفی دارد و اغلب بوسیله پرس با فشار زیاد انجام می شود. (در حدود ۱۰۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع) در این طریقه صفحات پرس می گردد. مثلاً به گل مقدار کمی مواد چرب اضافه می کنند. بطوریکه این مواد هنگام پرس کردن از قطعه خارج میشود و باعث چرب شدن صفحه پرس گردیده و در نتیجه گل به صفحات پرس نمی چسبد. مقدار آب موجود در گل باید به حدی باشد که اولاً به گل آن مقدار پلاستیسته را بدهد که گل براحتی در قالب شکل گرفته و فضای خالی آنرا در اثر پرس کاری پر می کنند و جسمی توپر و محکم بدست بیاورد و ثانیاً مقدار آب باید طوری باشد که پس از پرس کاری و خارج شدن از قالب قطعه در اثر وزن خود تغییر شکل ندهد و بتواند روی واگن های مخصوص جهت خشک شدن قرار گیرد. زیرا اگر مقدار آب بیش از اندازه باشد، قطعه را نمی توان جهت خشک شدن جابجا نمود.

۴- خشک کردن: عمل خشک کردن در کاشی یکی از مهمترین مراحل تهیه کاشی می باشد زیرا اگر قطعه به خوبی خشک نشود (آب فیزیکی آن تبخیر نگردد) و یا به سرعت خشک شود، ترک می خورد و یا می پیچد و یا تغییر حجم می دهد که تمام این عوامل باعث نامرغوب شدن کاشی می گردد. اگر قطعه را پس از خروج از پرس کاری در مقابل حرارت خشک یا هوای خشک قرار دهند، سطح خارجی آن به سرعت خشک شده در صورتیکه درون جسم هنوز دارای رطوبت می باشد. خروج آب داخل جسم به سختی انجام شده و اغلب باعث ایجاد ترک در سطوح بالا می گردد و یا سطوح بالا چروک شده و تاب بر میدارد. برای خشک کردن قطعات مرغوب مانند کاشی معمولاً از تونل هوای گرم استفاده می نمایند. بدین صورت که واگن حامل قطعات سفال وارد تونل هوای گرم می نمایند. برای جلوگیری از ترک برداشتن و چروک شدن و پیچش سطحی هوای ابتدای تونل کاملاً مانند هوای خارج است. با حلوتر رفتن واگن در داخل تونل هوای داخل تونل گرمتر می شود بطوریکه در وسط تونل حرارت به حداکثر لازم میرسد و در این مرحله کلیه آب

فیزیکی قطعه متصاعد می گردد و قطعه کاملاً خشک می شود. از وسط تونل دوباره رفته رفته هوای تونل سردتر می گردد و در نتیجه قطعه در هنگام خروج از تونل دارای حرارتی مطابق محیط می باشد. از طرفی همیشه هوای تونل در اثر رطوبت حاصل از خشک کردن کاشی نمناک می باشد در نتیجه همیشه سطح خارجی قطعات کاشی مرطوب بوده و همزمان با مغز قطعه بطور یکنواخت خشک می شود.

۵- پختن کاشی : کاشی در دونوبت پخته میشود بار اول قطعه سفالی را پس از خشک شدن به کوره پخت می برند. در این مورد نیز اغلب از کوره های تونلی استفاده می نمایند. ممکن است کوره های خشک کن و کوره های پخت داخل یک تونل بوده و این اعمال پشت سرهم انجام شود. بدین طریق که در ابتدا حرارت را به تدریج تا ۱۰۰ درجه سانتیگراد می رسانند تا آب فیزیکی قطعه متصاعد گردد و همینطور بتدریج حرارت کوره را بالا برده و در حدود ۲۵۰ درجه سانتیگراد کلیه رطوبت آن تبخیر می شود. در حرارت ۴۵۰ الی ۶۰۰ درجه آب شیمیایی آب شیمیایی آن تبخیر می گردد و در حرارت ۸۰۰ درجه تمام مواد آلی خاک رس از بین رفته و قطعه به مرحله شیشه ای شدن می رسد. قبل از شیشه ای شدن بتدریج که واکن حامل قطعات کاشی لعاب داده نشده به جلو می رود از حرارت کوره کاسته می گردد تا نزدیک در خروجی کوره حرارت مطابق محیط خارج می باشد.

۶- لعاب دادن روی کاشی :

پس از آنکه اولین مرحله پخت به اتمام رسید و قبل از آنکه قطعه کاملاً پخته شده و به مرحله شیشه ای شدن برسد قطعه را از کوره خارج می نمایند و روی آن لعاب می پاشند و اگر کاشی گل دار باشد قبل از آنکه روی آن لعاب پاشیده شود. گلهای مخصوص را که از جنس لعاب بوده و تقریباً می توان آنرا به عکس برگردان تشبیه کرد روی قطعه می چسبانند. آنگاه روی آن را لعاب می پاشند. این لعاب که بصورت مایع رقیقی درآمده است بوسیله پیستوله رنگ کاری روی قطعه پاشیده میشود. آنگاه قطعه های لعاب کاری شده را مانند دفعه قبل روی واکنهای مخصوص چیده و دوباره به کوره تونلی می برند و مرحله دوم پخت را انجام می

دهند. مدت پخت کاشی در این مرحله نیز همانند مرحله اول در حدود سه روز طول می کشد. لعاب ریخته شده روی سفال در حرارت های حدود ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه ذوب شده و شیشه ای می گردد و با پوسته خارجی سفال ترکیب شده و کاملاً به آن چسبیده و با سفال تبدیل به یک جسم غیر قابل تفکیک می شود و روی قطعه سفالی یک لایه صیقلی و صاف ایجاد می نماید که آب در آن نفوذ نمی کند. به قطعه سفالی جلا می دهد و همچنین قطعه سفالی را در مقابل عوامل شیمیایی مقاوم می نماید. بعلت یکپارچه بودن با سفال نور در آن منکسر نمیشود (تغییر جهت نمی دهد).

موادی که به عنوان لعاب انتخاب میشود باید دارای ویژگیهای زیر باشند :

ضمن سرد شدن ماده مذاب ، متبلور نشوند و حالت شیشه ای خود را حفظ کنند .

غلظت آنها مناسب باشد ، بطوریکه روی بدنه باقی بمانند .

در سرامیکهای مخصوص ، دارای مقاومت حرارتی بالا باشند .

برای آنکه لعاب نترکد باید ضریب انقباض وانبساط آن با لایه سفالی زیر آن یکسان باشد تا در مقابل تغییرات درجه حرارت مقاومت نمودن و نترکد .

همچنین باید نقطه ذوب آن چندین درجه پائین تر از نقطه ذوب سفالی باشد که روی آن قرار می گیرد . زیرا در غیر اینصورت هنگام پخت و شیشه ای شدن در کوره همراه با لعاب ، سفال هم ذوب شده و شکل هندسی خود را از دست می دهد .

مواد اولیه لعاب :

لعاب به پوششی که روی بدنه کاشی را فرا می گیرد اطلاق می گردد .

لعابهای متداول به شرح زیرند :

لعابهای سربی : این لعابها اولین بار توسط مصریها بکار برده شده اند . مواد اصلی آنها شامل اکسید سرب ، ماسه سیلیسی و خاک رس است که به نسبت های مساوی مخلوط می شوند .

لعب خاکستر : این لعب برای نخستین بار در چین استفاده شده است . مواد اصلی آن را خاکستر چوب ، فلدسپات و خاک رس تشکیل می دهد . این مواد به نسبت های مساوی مخلوط می گردند .

لعب گل رس : مواد رنگی را به گل رس می افزایند و کمک ذوب نیز به آن اضافه می کنند .

لعب فلدسپات : این لعب از فلدسپات سدیک و اکسید کلسیم تهیه می شود .
لعب نمک : ابتدا ظروف یا اجسام سرامیکی را در کوره حرارت می دهند و این بدان منظور است که سیلیکاتها آماده پذیرش مواد رنگی شوند . در آن لحظه است که به داخل کوره ، نمک پاشیده می شود . نمک در مدت کوتاهی بخار می شود و سدیم در فضای کوره پخش گردیده و با سیلیکاتها واکنش انجام می دهد و لعب تشکیل می گردد .

درجه بندی کاشی :

کاشی ها را از نظر مرغوبیت و نداشتن عیب و نقص به سه درجه تقسیم میکنند :

الف - کاشی درجه یک : کاشیهای درجه یک کاشی هایی هستند که کاملاً سالم و مسطح باشند و هیچگونه نقصی در سطح لعابدار و کناره آنها وجود نداشته باشد .

ب - کاشی درجه دو : کاشی های درجه دو کاشی هایی هستند که از نظر دید ظاهری یک یا دونقطه ناصافی و لعاب نگرفته داشته باشند و یا از قسمت پشت کاشی لب پریدگی داشته باشد .

ج - کاشی درجه سه : کاشی هایی هستند که از نظر دیده ظاهری دارای چند نقطه لعاب نگرفته و یا تنها یک لب پریدگی حداکثر به ابعاد 3×5 میلیمتر داشته باشند .

کاشیهایی که سطح لعاب نگرفته آنها زیاد باشد و یا غیر مستوی باشند و یا گوشه شکسته باشند ، ضایعاتی محسوب می گردند .

آزمایش مرغوبیت کاشی در کارگاه :

برای آنکه از مستوی بودن کاشی مطمئن شویم کافی است که دوعدد از آنها را از سمتی که لعاب داده شده است ، روی هم قرار دهیم . اگر کاشی کاملاً مستوی باشد با فشار انگشت ها روی دولبه یک قطر کاشی لقی احساس نمی شود . برای مطمئن بودن از صاف بودن خطوط آن کافی است که دوعدد کاشی را پهلوی هم قرار بدهیم و درز بین آنها را با چشم نگاه کنیم . اگر خطوط کناری همه جا بهم چسبیده باشند ، کاشی دارای خطوط مستقیم می باشد . آزمایش دقیق تر آنست که کاشی را روی یک ورق کاغذ گذاشته و با مداد نوک تیز بوسیله یکی از اضلاع کاشی خط مستقیمی روی کاغذ رسم می نمائیم . آنگاه کاشی را از ۱۸۰ درجه حول همان خط دوران داده ، بطوریکه این بار کاشی در سمت دیگر خط رسم شده قبلی واقع شود . باز کاشی را به همان خط قبلی متکی کرده و با همان ضلع خط دیگری روی همان خط قبلی رسم می نمائیم . اگر این دو خط کاملاً بر همدیگر منطبق باشند ، آن ضلع کاشی کاملاً مستقیم می باشد . برای آزمایش مرغوبیت لعاب و ضریب انبساط و انقباض آن کافی است کاشی را برای مدت چند ساعت (در حدود ۱۲ ساعت) در یخچال و یا فریزر قرار دهیم ، آنگاه آنرا بیرون آورده و در آب جوش بیاندازیم . در حالتی که کاشی بتواند این اختلاف درجه حرارت را که چیزی در حدود ۱۲۰ درجه سانتیگراد است ، تحمل نموده و لعاب روی آن ترک بر ندارد ، کاشی مرغوب می باشد . برای اطمینان بیشتر این آزمایش را باید ۵ تا ۶ بار انجام دهیم .

ابعاد کاشی :

رایج ترین ابعاد کاشی تا مدتها در ایران ابعاد ۱۵*۱۵ بود ولی در سالهای اخیر کاشی با ابعاد ۱۰*۱۰ ، ۱۰*۲۰ ، ۲۰*۳۰ ، ۲۰*۲۰ ، ۴۰*۴۰ و غیره نیز به بازار آمده است . همچنین کاشی ها نیز به انواع یک لب پیخ و دولب پیخ در مجاورت یک زاویه (دو لب پیخ کنجی) و دو لب پیخ در دو ضلع موازی و کاشی ساده بدون لب پیخ به بازار عرضه می گردد و در مکانهای مختلف همانند آشپزخانه و یا سرویسها مورد مصرف دارد . مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران کاشی ها را

از نظر شکل به هشت دسته تقسیم کرده است که چهار نوع آن در فوق شرح داده شد و چهار نوع دیگر مربوط به کاشی با یک انحنا می باشد .

- انواع کاشی از نظر محل مصرف :

کاشی ها از این نظر به دو گروه کاشی های دیواری و کاشی های کف تقسیم می شوند . کاشی های کف از نظر خصوصیات دارای تفاوت هایی با کاشی دیواری می باشد که در ذیل به آنها اشاره می گردد .

- ۱- قدرت جذب آب بسیار کم در مواد کائولن آن
- ۲- ضخامت تا حدود یک سانتیمتر (در صورتی که کاشی دیواری تا ۵ میلیمتر می باشد)
- ۳- لعاب خشن تر نسبت به کاشی دیواری به منظور آنکه در مقابل اصطکاک ناشی از رفت و آمد مقاوم باشد .
- ۴- نوع طراحی متفاوت با کاشی دیواری

- سرامیک :

در اصطلاح عامیانه به کاشی کف ، سرامیک گفته می شود . در حالیکه در صنعت ساختمان به کاشی های با ابعاد کوچک (۱*۱ سانتیمتر و بیشتر) اطلاق می گردد که به شکل مربع ، مستطیل و یا به اشکال مختلف و در رنگ های گوناگون و به فرم مسطح و یا خلل و فرج دار ساخته می شود . سرامیک از سمت لعاب در سطح کاغذ به ابعاد ۳۰*۳۰ سانتیمتر یا بیشتر چسبانده می شود به قسمتی که حداقل ۴۸ ساعت بعد از نصب ، کاغذ های مزبور خیس داده میشود و به راحتی از سطح لعاب سرامیک جدا می گردد و اشکال سرامیک در انواع گوناگون نمایان می گردد .

۵-۵- موزائیک

موزائیک و آجرهای سیمانی ساده (جالیز) از ترکیب دانه های شن ، ماسه ، سنگ و سیمان و ریختن آنها در قالبهای فلزی مخصوص و اعمال فشار برروی آنها توسط پرسهای ویژه ساخته می شود . ویژگیهای انواع موزائیک و آجرهای سیمانی ساده باید بامشخصات استاندارد ملی ایران ، به شماره ۷۵۵ ، مطابقت داشته باشد .

- موزائیک :

این گروه همان موزائیک های معمولی میباشند که با استفاده از ملات نصب میگردند. موزائیک از دو قشر زیرین و قشر رویه تشکیل می شود :

الف - قشر زیرین یا آستر ، مخلوطی است از سیمان پرتلند و ماسه شسته گرد گوشه (رودخانه ای) و یا تیز گوشه (شکسته) ، به قطر ۵ میلیمتر . با نسبت حجمی ۱ واحد سیمان و ۳ واحد ماسه شسته
ب - قشر رویه قشری است که در معرض سایش قرار دارد و از دانه ها یا تکه های سنگ ، خاک سنگ ، پودر سنگ و سیمان پرتلند و یا رنگی ساخته میشود و سطح سایش آن صیقلی است ، آجر موزائیک سالم و بی عیب باید پوسته نشده باشد و فاقد ترکهای موئی ، شوره (سفیدک) ، لب پریدگی ، تابیدگی باشد و دندان ، دندان نه شده باشد .

آجر سیمانی (جالیز)

این گروه همان جالیزهای سیمانی میباشند که بدون استفاده از ملات در پیاده روها و پارکها نصب میگردند. آجر سیمانی دارای ضخامت بیشتری نسبت به موزائیک بوده و از دو قشر زیرین و قشر رویه تشکیل می شود :

الف - قشر زیرین یا آستر نظیر قشر زیرین موزائیک معمولی است .

ب - قشر رویه از مخلوط سیمان پرتلند و ماسه تمیز و خشک یا پودر سنگ ساخته می شود در ساخت آجرهای سیمانی رنگی ، علاوه بر مواد فوق ، رنگ کننده هایی را که در برابر مواد قلیایی و نور ثابت باشند و حجم آنها نسبت به سیمان از ۱۰٪ تجاوز نکند ، به مخلوط قشر رویه اضافه می کنند .

- شکل و اندازه موزائیک و آجرهای سیمانی

موزائیک و سیمانی ممکن است به شکلهای مربع ، مستطیل و یا چند ضلعی ساخته شوند . ولی معمولاً آنها را به شکل مربع و به ابعاد اسمی ۱۰*۱۰ ، ۱۵*۱۵ ، ۲۰*۲۰ ، ۲۵*۲۵ ، ۳۰*۳۰ ، ۴۰*۴۰ و ۵۰*۵۰ (اعداد بیانگر طول هر ضلع به سانتیمتر است) به بازار عرضه می کنند . در آجرهای موزائیک چهارضلعی ضخامت آجر موزائیک باید حدود ۱۰٪ بزرگترین فاصله دوضلع مقابل باشد و اختلاف موجود بین حداکثر و حداقل ضخامت در نقاط مختلف یک آجر موزائیک یا سیمانی نباید از ۶٪ حداکثر ضخامت آن بیشتر باشد .

۵-۶- شیشه (Glass)

شیشه جسمی است شفاف که نور را بخوبی از آن عبور می کند و پشت آن بطور وضوح قابل رؤیت می باشد . شیشه دارای سختی ۵/۵ و وزن مخصوص ۲/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب بوده و بسیار ترد و شکننده است . باتوجه به سطحی را که شیشه در ساختن می پوشاند قیمت آن نسبت به سایر مصالح ارزاتر است و مصرف آن به ساختمان جلوه خاصی می دهد و به همین علت درسالهای اخیر برای نمای بعضی از ساختمانها پنجره های بزرگ سراسری شیشه خور نصب می گردد . شیشه در مقابل تمام مواد شیمیایی حتی اسیدهای قوی وبازها مقاومت کرده و تحت تأثیر خوردندگی واقع نمیشود به همین علت ، ظروف آزمایشگاهی را از شیشه می سازند . فقط اسید فلوئور (HF) بر آن اثر کرده وشیشه را در خود حل می نماید . شیشه از نظر قدمت کار برد آن به گذشته بسیار دور بر می گردد بطوریکه بیشتر از ۵۰۰۰ سال پیش با شیشه آشنایی داشته و از آن برای ساختن ظروف مختلف استفاده می نموده است .

- ترکیبات شیشه

اصولاً میتوان از دونوع ترکیب اصلی برای ساختن شیشه که عمومیت بیشتری دارد ، نام برد . یک گروه شامل آهک ، بی کربنات دو سود و سیلیس و گروه دوم شامل پتاس ، اکسید سرب و سیلیس می شوند . همانطور که ملاحظه می شود سیلیس در هر دو گروه مشترک بوده وماده اصلی شیشه را تشکیل می دهد . شیشه هایی که مواد آنها قلیایی هستند در مقابل عوامل جوی کمتر مقاومت می کنند و زود شفافیت خود را از دست می دهند .

دو نمونه از عناصر تشکیل دهنده شیشه که عمومیت بیشتری دارند در زیر ذکر می گردد :

ترکیبات گروه یک :

SiO ₂	در حدود	٪۷۴	تا	٪۸۰
Na ₂ O	درحدود	٪۸	تا	٪۱۵
CaO	در حدود	٪۷	تا	٪۱۲
MgO	درحدود	٪۲	تا	٪۴

و ۲٪ هم عناصر دیگر مانند Fe_2O_3 , MnO , Al_2O_3 , TiO_2 که باتوجه به کارخانه سازنده عناصر فوق ممکن است چند درصد کمتر یا زیاده‌تر باشد.

ترکیبات گروه دو:

SiO_2	درحدود	۷۳٪
Al_2O_3	درحدود	۱/۵٪
Fe_2O_3	درحدود	۰/۳٪
B_2O_3	درحدود	۰/۴٪
CaO	درحدود	۵/۵٪
MgO	درحدود	۳/۶٪
Na_2O	درحدود	۱/۵٪
K_2O	درحدود	۰/۴٪
SO_3	درحدود	۰/۳٪

علاوه بر مواد فوق همیشه مقداری خرده شیشه نیز با مواد دیگر وارد کوره می‌گردد. البته بایدتوجه نمود که مواد تشکیل دهنده آن مانند موادی باشد که از آن شیشه تهیه می‌شود. افزودن خرده شیشه به ذوب مواد سرعت بیشتر میدهد.

اگر به ترکیبات اولیه شیشه مقدار اکسید سرب اضافه کنیم شیشه شفاف تر شده و بهتر نور را از خود عبور می‌دهد. به همین علت است که در ساختن بلور بجای CaO از PhO و یا Ph_3O_4 (اکسید سرب) استفاده می‌کنند. و همینطور برای ساختن شیشه جهت آئینه هم CaO و هم اکسید سرب مصرف می‌شود. هر قدر اکسیدهای آهن درشیشه کمتر باشد، شیشه بی‌رنگتر خواهد شد.

- کوره های ذوب شیشه و فرآیند ذوب آن

برای ذوب شیشه کوره های مختلفی وجود دارد که یکی از معروفترین و رایج ترین کوره های مورد استفاده برای تهیه شیشه کوره های تانکی است. طول این کوره ها در حدود ۴۰ متر و پهنای آن در حدود ۱۲ متر می باشد کار این کوره ها پیوسته بوده و باجلو رفتن مواد همیشه جا برای

تغذیه مجدد کوره آماده می گردد . پس از آنکه مواد اصلی شیشه و درصد آنها به دقت تعیین شد و مواد زاید آن جدا گردید مواد را وارد کوره می نمایند . تغییر درصد جزئی مواد روی خواص آن مخصوصاً روانی و شکل دادن و کارائی بعدی آن تاثیر کلی دارد . مواد که وارد کوره شد به تدریج جلو رفته گرمتر می شود . در حرارت حدود ۱۰۰ درجه آب فیزیکی خود را از دست می دهد و در حرارتهای حدود ۶۰۰ درجه کربنات سدیم و کربنات کلسیم مخلوط میشوند و در حرارت ۹۰۰ درجه کربنات سدیم با سیلیس ترکیب می شود . در ۱۰۰۰ درجه متاسیلیکات کلسیم تشکیل میشود و در حرارت ۱۴۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه ذوب و پالایش شیشه درون کوره به پایان می رسد . با توجه به اینکه در این درجه حرارت مواد شیشه کاملاً روان بوده و نمی توان به آن شکل داد مجدداً درجه حرارت را کاهش می دهند و به ۱۰۰۰ درجه می رسانند در این حالت مواد شیشه بصورت خمیری در آمده و شکل پذیر می گردد . سوخت کوره های ذوب شیشه می تواند برق ، زغال سنگ و یا گاز باشد . برق بهترین سوخت است .

- شیشه گری

پس از آنکه عملیات ذوب به پایان رسید باید برای صرفه جویی در سوخت بلافاصله نسبت به شکل دادن شیشه اقدام نمود . زیرا به شیشه فقط در حالت خمیری میتوان شکل داد . شیشه گری انواع مختلف دارد . مانند : ۱- شیشه گری هنری که با وسایل مخصوص از خمیر شیشه لوازم تزئینی می سازند - ۲- شیشه گری وسایل آزمایشگاهی - ۳- شیشه گری برای ساختن ظروف آشپزخانه - ۴- شیشه سازی مسطح که دو قسمت اخیر عمده ترین محصول کارخانه های شیشه سازی را بخود اختصاص داده است . در ادامه فقط در مورد شیشه سازی مسطح توضیحاتی داده میشود .

- شیشه گری برای ساختن شیشه های مسطح :

باتوجه به اینکه شیشه های مصرفی در ساختمان اغلب مسطح میباشد ، لذا بطور مختصر به طریقه ساختن چند نوع شیشه مسطح اشاره می شود :

۱- ساخت شیشه های مسطح به روش ریخته گری :

قدیمی ترین طریقه ساخت شیشه های مسطح به روش ریخته گری می باشد . این روش در حدود ۴۰۰ سال پیش برای نخستین بار در فرانسه پیشنهاد گردیده و بکار گرفته شده است . روش کار به اینصورت است که شیشه مذاب را روی سینی های بزرگ لبه داری می ریند . (به ابعاد جام مورد نظر) این سینی از مس یا فولاد بوده و کف آن کاملاً مسطح و صیقلی می باشد . مواد مذاب را بوسیله غلطک پهن می کنند . درکناره های سینی لبه قابل تنظیمی وجود دارد که آنرا به اندازه ضخامت شیشه مورد نظر تنظیم می نمایند . غلطک که عرض سینی را طی می نماید ، به این لبه متکی است با یک یا چند بار رفت و ب رگشت غلطک از عرض سینی با اتکاء به دولبه آن ضخامت شیشه را در تمام نقاط جام یکسان می شود و ناهمواری های جزئی را با سمباده و صیقل دادن اصلاح می کنند . این روش شیشه کاملاً بدون موج بدست نمی آید و شفافیت آن نیز کافی نمی باشد .

۲- ساخت شیشه های مسطح به روش شناور :

نیاز روز افزون مصرف کننده ها به شیشه ای کاملاً صاف و بدون موج و بدون حباب هوا طراحان را ناچاراً به تهیه شیشه با طرق جدیدتری وادار نمود . بدین سبب در اواسط قرن بیستم ساخت شیشه های مسطح به روش شناور به بازار عرضه گردید . روش کار به این صورت است که نوار شیشه مذاب از کوره مستقیماً به روی حوضچه ای از قلع مذاب که حرارت آن متناسب بوده و دقیقاً تنظیم شده است ، هدایت می شود . در حین عبور شیشه از روی حوضچه از زیر و رو به شیشه و قلع حرارت می دهند تا شیشه هنگام عبور از روی آن سخت نشود . شیشه در حین عبور از روی دریاچه قلع بتدریج سرد می شود و در پایان برای ورود به فضاهای سرد کننده آماده می گردد . شیشه ای که به این صورت ساخته میشود از دو رو کاملاً صاف و بدون موج و با کلفتی یکنواخت می باشد . و کمتر احتیاج به سمباده کاری و صیقل دادن دارد . قلع در حرارت ۲۳۱ درجه ذوب میشود و تنها فلزی است که با مواد شیشه فعل و انفعالات شیمیایی ندارد و از این رو برای ایجاد دریاچه ساخت شیشه مناسبترین است .

۳ - ساخت شیشه مسطح به طریقه نورد :

از این روش بیشتر برای ساخت شیشه های گل دار که در بازار بیشتر بنام شیشه مشجر معروف است استفاده می نمایند. نورد دستگاهی است تقریباً شبیه وردنه ای که نانوايان با آن خمیر نان را پهن می نمایند. دستگاه نورد از دو استوانه تشکیل دهنده است که بوسیله چرخ دنده ها به الکترو موتور وصل است که موجب گردیدن آنها به روی همدیگر میشود. فاصله این دو استوانه مساوی با ضخامت شیشه ای است که می خواهیم تولید نمائیم. روی این استوانه شکلهایی حک شده است که شیشه گلدان را باید به آن شکلهای ساخته شود. طول این نوردها مساوی عرض جام شیشه ای است که می خواهیم تولید کنیم. خمیر شیشه را با دمای مناسب از بین این نورد که با سرعت آهسته در حال گردش می باشد، عبور می دهند و از طرف دیگر شیشه مسطح مشجر بدست می آورند. به طریقه نورد شیشه های غیر مشجر مسطح نیز ساخته می شود.

انواع شیشه ها :

۱- شیشه های رنگی : به دو روش می توان شیشه رنگی بدست آورد.

روش اول که مطمئن تر نیز می باشد بدین گونه است که با افزودن و کم کردن بعضی مواد شیمیایی در مصالح اولیه تهیه شیشه در هنگام ورود به کوره شیشه رنگی بدست می آورند. بعنوان نمونه اکسیدهای مس به شیشه رنگهای مختلف قرمز می دهد. و یا اکسید کبالت شیشه را به رنگ آبی پررنگ در می آورد. روش دوم به این صورت است که شیشه سفید را در شیشه مذاب رنگی فرو می کنند تا دو روی آن رنگی شود. در این روش رنگ بصورت لایه نازکی به ضخامت چند میکرون سراسر رویه شیشه را می پوشاند. این لایه ممکن است در اثر سرما و گرما و انقباض و انبساط شیشه از آن جدا شود.

۲- شیشه مسلح : برای آنکه شیشه دارای مقاومت بیشتری در مقابل ضربه باشد، آنرا مسلح میکنند.

بدین صورت که یک صفحه توری سیمی بین دو لایه شیشه قرار میدهند. این نوع شیشه بیشتر به طریقه ریخته گری تهیه میشود.

۳ - شیشه مقاوم در مقابل حرارت : این شیشه که با نام تجارتي پيركس در بازار مشهور است ، در مقابل حرارتهای زياد مقاوم می باشد و بيشتر برای ساختن ظروف آزمایشگاهی و ظروف لوکس آشپزخانه مورد استفاده قرار میگیرد. ضريب انبساط و انقباض آن بسيار کم است و به همین دليل می توان آنرا به سرعت حرارت داده و به سرعت سرد نمود . این خواص را مواد تشکيل دهنده این نوع شیشه در آن بوجود می آورد . مواد تشکيل دهنده شیشه پيركس بشرح زیر است :

SiO ₂	درحدود	٪۸۰
B ₂ O ₃	درحدود	٪۱۲
Na ₂ O	درحدود	٪۴
Al ₂ O ₃	درحدود	٪۲

دو درصد هم مواد ديگر مانند Fe₂O₃, CaO, MgO, K₂O به آن اضافه می گردد .

۴ - شیشه پيش تنيده : شیشه پيش تنيده که با نام تجارتي شیشه سکوريت در بازار ايران معروف است اولين بار بوسیله کارخانه شیشه سازی سنگوبن فرانسه به بازار ايران وارد شد . شیشه های سکوريت برخلاف شیشه های معمولی هنگامی که می شکنند کاملاً بصورت قطعات کوچک به درشتی یک نخود در می آید و فاقد لبه تيز نیز می باشد . بدین لحاظ شکستن آن (خطرات جانی ندارد ، شیشه سکوريت را از شیشه معمولی به ضخامت ۶ تا ۱۰ ميليمتر می رسانند ابتدا آنرا به اندازه مورد نظر می برند و دوباره آنرا به کوره می برند و تا حد سرخ شدن به آن حرارت می دهند . آنگاه آنرا به سرعت با دمين هوای سرد از کنار به سمت وسط سرد می کنند . بدین لحاظ شیشه از سمت کنار به وسط منقبض شده و در آن تنش فشاری ایجاد می شود و در اثر ضربه به قطعات ریزی که فاقد لبه تيز می باشند تبديل می گردد . مقاومت شیشه سکوريت در مقابل ضربه پيش از دو برابر شیشه های معمولی است . اندازه شیشه سکوريت را پس از آنکه از کوره در آمد نمی توان تغيير داد . (شیشه سکوريت قابل بریدن نیست)

۵ - شیشه نشکن : منظور از شیشه نشکن شیشه ای است که قطعات آن پس از ضربه دیدن و خرد شدن فرو نریزد . این شیشه ها از سه لایه تشکیل شده است . دو لایه کناری شیشه معمولی بوده و لایه وسط از جنس پلاستیک می باشد که با چسبهای شفاف کاملاً بهم چسبیده اند . ممکن است چسب را طوری انتخاب کنند که کا رهمان لایه وسط پلاستیکی را انجام دهد . از این نوع شیشه بیشتر برای شیشه اتومبیل و ویتترین مغازه هایی که اشیاء گران قیمت می فروشند ، استفاده می گردد . ممکن است شیشه نشکن را از جنس شیشه سکوریت بسازند .

۶ - شیشه خم : شیشه خم که بیشتر برای اتومبیل و ویتترینهای خانگی مورد مصرف دارد ، از شیشه معمولی ساخته می شود . بدین طریق که شیشه را با ضخامت کم حرارت می دهد تا بصورت نیمه خمیری درآید . آنگاه آنرا روی قالب ماسه ای و یا قالبهای دیگر که از قبل آماده کرده اند ، می خوابانند . در این صورت شیشه شکل قالب را می گیرد . آنگاه آنرا مسدود می کنند ممکن است شیشه خم را در چند لایه تهیه نمایند و آنها را با چسب به همدیگر بچسبانند و تولید شیشه خم نشکن بنمایند .

۷ - شیشه ضد گلوله : اگر چند لایه شیشه را طوری به همدیگر بچسبانند که ضخامت آن در حدود ۳۰ میلیمتر و یا بیشتر از آن بشود ، این شیشه می تواند ضربه ناشی از شلیک گلوله را تحمل کرده و سوراخ نشود . شیشه های ضد گلوله می تواند . شیشه سکوریت و یا شیشه معمولی باشد . چسب بکار رفته از نوع شفاف می باشد که قابل رؤیت نیست .

۸ - شیشه مقاوم در مقابل صوت : شیشه ضد صوت از دولایه شیشه معمولی تشکیل شده است که با فاصله چند سانتیمتر (در حدود ۳ تا ۴ سانتیمتر) از یکدیگر قرار گرفته اند . از این فاصله ارتعاشات صوتی نمیتواند عبور نماید .

۹ - کف شیشه : کف شیشه جسمی است با حجم زیاد و وزن مخصوص کم که برای عایق های صوتی و عایق حرارتی و همچنین در صنایع بسته بندی مورد مصرف دارد . وزن مخصوص کف شیشه در حدود ۱۸٪ تا ۰/۲ گرم بر سانتیمتر مکعب است . طریقه ساختن آن بدین گونه است که شیشه های خرد شده و بی مصرف را آسیاب کرده و پودر می نمایند . آنگاه آنرا

با موادی که در اثر حرارت تولید گاز می نمایند بهنسبت مناسب مخلوط می کنند و آنگاه مخلوط را حرارت می دهند تا کف کرده و بالا بیاید و بعد آنرا برحسب احتیاج بصورت مسطح و یاخم و یا اشکال مختلف در قالبهای مخصوص می ریزند و به مصرف می رسانند .

۱۰ - شیشه رفلکس : شیشه رفلکس (انعکاسی) به شیشه هایی گفته میشود که رد اصطلاح عموم ، آئینه ای می باشد و به رنگهای مختلف از جمله سبز ، طلایی و ابی در بازار عرضه میشود . شیشه های رفلکس به دو نوع تولید می گردند :

۱ - شیشه رفلکس ONLINE ک در این نوع حالت رفلکس در زمان تولید شیشه انجام میشود بطوریکه در زمانیکه شیشه به حالت نیمه مذاب است موادی به سطح شیشه می نشیند که آنرا به شکل رفلکس در میآورد .

۲-شیشه رفلکس OFFLINE : در این نوع خالت رفلکس بعد از تهیه شیشه معمولی و برش آن به ابعاد مورد نظر بامالیدن پوشش رفلکس ایجاد می گردد .

۱۱ - آجر شیشه ای : برای زیرزمینی هایی که ازخارج و از طریق دیوارها نور نمی گیرند و فقط می تواند از سقف نور بگیرد ، آجر شیشه بکار میرند . ضخامت این آجر در حدود ده سانتیمتر وابعاد آن در حدود ۲۰*۲۰ یا ۲۵*۲۵ سانتیمتر است . و توی قابهای فلزی قرار گرفته و مانند موزائیک روی بام زیرزمین که اغلب راه رو طبقه همکف می باشد،نصب می نمایند . این آجر کاملاً شفاف نیست و فقط حدود ۲۰ تا ۳۰٪ نور از آن عبور می کند . این آجرها می توانند به صورت دوتکه ساخته شده و بعداً توسط چسب به هم چسبانده شوند . این آجرها در مقابل ضربات و کلیه بارهای وارده مقاوم هستند.

۱۲ - شیشه های تار : بعضی از فضاها در ساختمان احتیاج به روشنایی مختصری دارد و بایدبه طوری باشد که از بیرون داخل آن دیده نشود مانند حمامها ،توالتها و غیره . بدین لحاظ در این مکانها از شیشه های مشجر یا تار مشجر استفاده می نمایند . شیشه های مشجر همانطور که قبلاً نیز اشاره گردید از روش نورد کردن تهیه میگردد. برای تهیه شیشه های تار مشجر روی سطح شیشه مشجر که هنوز در حالت خمیری می باشد قبل ازآنکه نورد بشود با فشارگرد

سیلیس می پاشند. این گرد سیلیس را با اسید فلوئور مخلوط می نمایند تا بهتر سطح شیشه را کدر نماید و نور را از آن کمتر عبور کند. و یا به مواد خام شیشه اکسید قلع (SnO_2) و یا فسفات کلسیم اضافه می کنند. این مواد در هنگام پخت رنگ شیشه را شیری میکند.

- ابعاد شیشه :

باتوجه به اینکه حمل و نقل شیشه مشکل است برای شیشه های با ضخامت ۲ میلیمتر ابعاد ۱۶۰*۱۶۰ سانتیمتر و برای شیشه های با ضخامت ۳ میلیمتر ابعاد ۱۸۰*۱۸۰ سانتیمتر و برای شیشه های با ضخامت ۴ میلیمتر ابعاد ۲۰۰*۲۰۰ سانتیمتر و برای شیشه های با ضخامت ۶ میلیمتر ابعاد ۲۵۰*۲۵۰ یا ۳۰۰*۳۰۰ سانتیمتر در نظر گرفته می شود. لازم به یاد آوری است که ضخامت شیشه میتواند ۰/۱ میلیمتر بیشتر یا کمتر از اندازه تجارتی آن باشد.

- انبار کردن شیشه :

اگر بخواهند شیشه را برای مدت طولانی قبل از مصرف انبار نمایند، باید آنرا در جای مسقف و دور از بار و رطوبت نگهداری کنند و آنرا تقریباً بطور عمودی به دیوار تکیه دهند و مخصوصاً بین هر دو جام شیشه یک ورقه کاغذ بگذارند تا جامهای شیشه مستقیماً روی هم دیگر قرار نگیرد. زیرا اگر شیشه برای مدتی روی هم قرار بگیرد به همدیگر چسبیده و غیر قابل استفاده می گردد.

۷-۵- چوب و فرآورده های آن (wood)

چوب یک ماده آلی است که بطور عمده از سلولز همراه با آب و مقدار کمی املاح و کانیهای مختلف تشکیل میشود. مقدار سلولز چوب که در حدود ۶۰ درصد وزن آن می باشد، تشکیل دهنده ساختمان اصلی چوب و قسمت مقاوم آنست. سلولز عبارت است از ۵۰ درصد اکسیژن، ۴۴ درصد کربن و ۶ درصد هیدروژن. مقطع هر درخت از سه قسمت پوست، چوب و مغز تشکیل یافته که مغز و پوست موضوع این مبحث نیست.

- کاربردهای چوب :

چوب در اغلب صنایع مورد استفاده قرار میگیرد. مانند صنعت ساختمان، کاغذ سازی، داروسازی (ساختن الکل)، مجسمه سازی، قالب سازی، ریخته گری، صنایع اتومبیل سازی، لوازم خانگی و غیره. از چوب در گذشته بعنوان سوخت نیز استفاده می گردید. در صنعت ساختمان از چوب در گذشته به عنوان عناصر باربر استفاده میشد. بطوریکه در اکثر ساختمانهای قدیمی و حتی در ساختمانهای روستایی امروزی از تیرهای چوبی برای مسقف کردن آنها استفاده گردیده است. ولی امروزه بخصوص در مناطق شهری، از چوب بیشتر در بخشهای فرعی ساختمان استفاده میشود که از آن جمله میتوان به ساخت درب و پنجره، کمد، کتابخانه، قالب بندی برای بتون، حصار دور کارگاه، تخته زیرپا، داربست، خرابایی زیرشیروانی، قرنیز، شبکه بندی زیر سقف کاذب و غیره اشاره نمود.

- تقسیم بندی چوبها :

چوبها را به سه دسته تقسیم می کنند :

دسته اول : چوبهای صنوبری (چوبهای صمغی) نظیر کاج، سرو، صنوبر
این چوبها تراشیده میشوند و برش آنها آسان است و دوام آنها کم است و در برابر نیروهای فشاری مقاومت چندانی ندارند.

دسته دوم : چوبهای سخت نظیر زبان گنجشک و بلوط

دوام این چوبها زیاد است. اما بد برش اند. یعنی برش آنها مشکل است و پس از بریدن اغلب سطح برش خوبی در آنها حاصل نمیشود.

دسته سوم: چوبهای سست مانند افاقیا، تبریزی و ید.

دوام این دسته از چوبها خیلی کم است. اما مقاومت خوبی در برابر فشار، خمش و برش دارند.

- ویژگیهای چوب:

وزن مخصوص چوب بین ۰/۵۴ تا ۱ گرم بر سانتیمتر مکعب متغیر است و به دلیل وجود تخلخل و حبابهای هوا در چوب، اگر مدتی آنرا در زیر آب نگهداری کنند، آب جاری هوا درون منفذهای یادشده را می گیرد و در نتیجه وزن مخصوص آن بالا می رود و ممکن است تا ۱/۵ گرم بر سانتیمتر مکعب برسد.

مقاومت فشاری چوب بیش از مقاومت خمشی و برشی آن است و به ۴۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می رسد. مقاومت فشاری چوب در جهت الیاف طولی آن چندین برابر بیشتر از جهت الیاف عرضی آن است. ضریب انبساط حرارتی چوب بسیار کوچک است و در مقایسه با تغییرات ابعاد قطعات چوبی در اثر تغییرات رطوبت، میتوان از انبساط یا انقباض حرارتی آن صرفنظر کرد.

قابلیت هدایت گرمایی چوب کم است. به همین دلیل چوب نه تنها ماده مناسبی برای ساختن عایقهای حرارتی می باشد. بلکه رسانایی گرمایی کم آن تأثیر مثبتی بر مقاومت آن در برابر آتش سوزی و اشتعال می گذارد. هدایت گرمایی چوب در جهت طولی حداقل دو برابر جهت عرضی است. هدایت گرمایی چوب با افزایش چگالی (وزن مخصوص) و رطوبت افزایش می یابد. با افزایش رطوبت در چوب رسانایی الکتریکی آن افزایش می یابد.

- معایب چوب:

بطور کلی عواملی را که ارزش تجاری چوب را کم کند، معایب چوب می نامند. ممکن است این معایب کارکردن با چوب را مشکل کند و یا مقاومت باربری آنرا کم کند و یا مقدار الوار قابل استفاده که از آن بدست می آید، ناچیز باشد و یا بالاخره شکل ظاهری آن زیبا نباشد. معایب چوب را میتوان به دو دسته تقسیم کرد.

- ۱- معایبی که قبل از قطع درخت در آن موجود می باشد . (معایب رویش)
- ۲- معایبی که بعد از قطع درخت و تهیه الوار در آن بوجود آمده است . (معایب بعمل آوردن چوب)
- چوب درخت پیچ خورده ، درختی که چندگاه روییده و همچنین درختانی که دارای برگ زیادند ، نامرغوب است و معایبی نظیر ایجاد تاب پس از خشک شدن ، وجود گره درخت و غیره دارد که استفاده از این نوع چوبها را در کارهای ساختمانی مطلوب نمی سازد .
- در بهار ، میزان شیره گیاهی در تنه درختان زیاد است و برای همین برش بهاره درخت باعث رشد قارچها و انگلها در داخل چوب میشود و به آن آسیب می رساند . روی همین اصل چوب را باید از درختی که در پاییز بریده شده (چوب پاییزه) تهیه کرد .
- پس از بریدن درخت بهتر است پوست آن را بکنند تا انگلها در زیر پوست آن جا نگیرند و به چوب آسیب نرسانند . تنه درخت پوست کنده باید بصورت یکنواخت و دور تا دور خشک شود و باید از گذاردن آن در معرض تابش آفتاب که سبب خشک شدن یک پهلوی و ترک خوردن پهلوی دیگر آن میشود ، خودداری کرد .
- حفاظت چوب :
- هوای نمناک و بویژه کم و زیاد شدن رطوبت هوا به چوب آسیب می رساند از همین رو باید به نحوی ، نظیر تزریق درونی چوب و با استفاده از لاک الکل ، لاک صنعتی و رنگ از نفوذ آب به داخل چوب جلوگیری کرد .
- برای جلوگیری از آسیب موریانه باید چوب سفید را با قیر محلول آبکی یا قطران اندود کرد یا سروته چوب سفید را که درون دیوار کار گذاشته میشود ، دوغاب گچ ریخت یا آنرا نیمسوز کرد .
- چوب باید بصورت خشک مصرف شود . از همین رو آن را به مدت طولانی در محلهای خشک و دور از رطوبت و نم ، می خوابانند تا کم کم خشک شود . در این حالت چوبها باید در مکانی که سقف دار می باشد چیده شوند تا زیر ریزش باران و برف قرار نگیرد .

طول مدت خشک شدن چوب با این طریق از ۴ ماه تا ۱۲ ماه و گاهی ۲۴ ماه طول می کشد و این مدت بستگی به گرما و همچنین میزان رطوبت هوا دارد. برای کم کردن مدت مذکور، چوب را در گرمخانه های با دمای تا ۵۰ درجه سانتیگراد خشک می کنند. خشک کردن چوب در کوره متداولترین و فنی ترین نوع خشک کردن چوب می باشد. زیرا بدین طریق اولاً چوب به سرعت خشک می شود و از رکود سرمایه جلوگیری می کند و ثانیاً حرارت و رطوبت قابل تنظیم بوده و در نتیجه کیفیت و طبقه خشک کردن چوب در اختیار ماست. کوره های چوب خشک کنی به دو نوع اطاقکی و تونلی تقسیم می شوند.

- انواع چوب و فرآورده های چوبی :

شکل ظاهری قطعات چوبها را به شکلهای ظاهری استوانه ای (چوبهای گرد) مکعب مستطیل (الوار و غیره) و یا منشور و جز آن تهیه می کنند. انواع چوبها و فرآورده های چوبی که در ساختمان از آنها استفاده می کنند به شرح زیر می باشد :

الف - تیر ساختمانی : این تیر را که اغلب دارای مقطع دایره ای شکل است، برای کلاف کردن دیوارها، تیرریزی سقف، چوب بست و غیره بکار می برند.

ب - دستک یا تیر پایه ای : این تیر به طول متوسط ۲/۵ متر و به قطر ۸۰ الی ۱۲۰ میلیمتر است و برای محصور کردن محوطه ها با سیم خاردار از آن استفاده می کنند.

ب - چهار تراش، چوبی است که مقطع آن مربع یا مستطیل بوده و دارای سه بعد طول، عرض و ضخامت است. برای تهیه تخته می توان از چهار تراش استفاده کرد. برای مثال برای تهیه تخته معمولی، که عرض آن حداقل ۲۰۰ میلیمتر است، باید پهنای چهار تراش لاقل ۲۰۰ میلیمتر باشد. گاهی چهار تراش را به ضخامت و عرض یک متر و طول ۴ الی ۵ متر نیز تهیه می کنند.

ت - بنیه : گاهی چوب گردی را که استوانه ای است از روی قطر قاعده به دو نیم می کنند و آن را به موازات طول برش میدهند. هریک از تقسیمات حاصل را بنیه می نامند.

ث - تخته : چوبی است مکعب مستطیل که ابعاد متفاوت آن که در بازار یافت میشود به شرح زیر است : طول :

حداقل ۲ متر ، حداکثر ۶ متر

عرض :

حداقل ۱۸۰ میلیمتر ، حداکثر ۳۰۰ میلیمتر

ضخامت :

حداقل ۱۰ میلیمتر و حداکثر ۸۰ میلیمتر

ج - الوار : الوار ممکن است با مقطع چهار گوش و به شکل مکعب مستطیل و یا بصورت الوار سه گوش و از برش بینه حاصل شود .

ج - تخته فتری یا تخته چند لایی : برای ساختن این نوع فرآورده های چوبی ، گرده عمل آورده چوب را به شکل برگه برش می دهند و این برگه ها را در سه یا پنج لایه یا بیشتر چنان روی هم می چسبانند که تارهای چوب هر لایه بر تارهای لایه دیگر عمود باشد . تخته فتری خاصیت خمشدگی خوبی دارد ، نم می کشد و جمع شدگی پیدا نمی کند و باد نمی کند . ح - تخته فیبری : برای ساختن تخته فیبری ، سر شاخه ها و چوبهای دم اره ای را به شکل تار یا برگه های نازک چوبی می برند . خاک اره و تار برگه های بریده چوبی را در چسب خمیر می کنند تا تحت فشار به شکل صفحه در آید . تخته فیبری فرآورده ای است سخت و بادوام که نم نمی کشد ، باد نمی کشد و جمع نمی شود .

خ - نئوپال : برای ساختن نئوپال سرشاخه ها و چوبهای دم اره ای به شکل پوشال می زنند و در چسب خمیر می کنند آنرا زیر فشار کم به شکل تخته ای پوک در می آورند . پس از مصرف روی آن را روکش می چسبانند .

د - نئوپال ساقه نیشکری : طرز ساخت این نوع نئوپال به قسمی است که ابتدا تکه های چوب ، ساقه نیشکر و یا گیاهان را در داخل مخازن بخار آب قرار می دهند تا الیاف آنها از هم جدا گردد ، سپس این الیاف را در ظروف تحت فشار قرار داده و فشار داخل آن را تا ۷۰ کیلو گرم بر سانتیمتر مربع افزایش می دهند . این فشار پس از چند ثانیه ناگهان به شدت کاهش داده می شود . در اثر این عمل مواد چسبنده موجود در الیاف کاملاً از آن جدا ی گردد . پس از آن الیاف را به کمک

پرس های مخصوصی بصورت ورقهای تخت به ضخامتهای از ۳ میلیمتر تا ۱۲ میلیمتر در آورده و در ابعاد مختلف به بازار عرضه می گردد .

ذ - روکش : چوبهای زینتی سخت مانند چوب گردو و چوب زیتون را عمل می آورند و آنها را به شکل برگه هایی نازک برش می دهند و این برگه های چوبی را با طرح ، روی در ، کمد و سایر تزئینات چوبی می چسبانند و روی آن را با لاک و الکل جلا می دهند تا کار چوبی همانند چوب گردو و یا چوب زیتون به نظر آید .

ر - فرمیکا یا MDF : برای آنکه فیبر یا نئوپال در مقابل رطوبت مقاومت بیشتری داشته باشد و همچنین دارای نقش و نگار زیبایی باشد یک روی آن را بوسیله لعابهای ملامینه با رنگها و نقشهای مختلف می پوشانند و به آن فرمیکا می گویند . از فرمیکا نیز در صنعت مبیل سازی و سایر وسایل زندگی مانند میز و صندلی و کتابخانه و ... استفاده می نمایند .

ز - پارکت (فرش چوبی) : یکی دیگر از فرآورده های چوبی که در ساختمان مورد مصرف دارد ، پارکت یا فرش چوبی می باشد . باتوجه به اینکه برای ساختن پارکت از قطعات کوچک چوب استفاده می نمایند ، این فرش از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می باشد . چوب انتخابی برای اینکار باید دارای مقاومت در مقابل سایش باشد و همچنین باید دارای نقوش زیبایی نیز باشند . از چوب درختان گردو ، راش ، بلوط ، موز و ماهاگونی می توان برای ساخت پارکت استفاده نمود . برای ساختن پارکت بعد از آنکه چوب مورد نیاز را خشک کرده و رطوبت آنرا تنظیم نمودند ، چوب را با اره به قطعات دو سانتیمتر در ده سانتیمتر می برند . ضخامت پارکت در حدود ۴ تا ۵ میلیمتر میباشد . بعد پنج عدد از این چوبها را پهلوی هم قرار میدهند تا مربعی به ابعاد ۱۰*۱۰ سانتیمتر بدست آید . آنگاه ۲۵ عدد از این مربع ها را طوری روی یک صفحه کاغذ یا تور پلاستیک می چسبانند که یک مربع ۵۰*۵۰ سانتیمتر حاصل شود . البته خطوط چوبهای هر مربع ۱۰*۱۰ سانتیمتری مخالف جهت مربع پهلویی خود می باشد . این مربع های ۵۰*۵۰ سانتیمتری را با چسب در محلی که قبلاً آماده گردیده وزیر سازی شده است ، می چسبانند و پس از سمباده کاری روی آنرا با لاک و یا رنگهای شیشه ای مانند نیم پلی استر و غیره می پوشانند .

۶- مواد آلی :

در این گروه درمورد آندسته از مصالح ساختمانی شرح داده خواهد شد که از مواد آلی تهیه می گردند.

۶-۱- قیر : (Bitumen)

قیر ماده ای است سیاه رنگ که از هیدروکربورهای آلی با ترکیبات پیچیده تشکیل شده است . قیر در ساختمان بعلت غیرقابل نفوذ بودن آن در مقابل آب مصرف دارد و در راه سازی بعلت دارا بودن خاصیت چسبندگی که دانه های سنگ را بهم می چسباند و تشکیل آسفالت میدهد و همچنین غیرقابل بودن نفوذ آن در مقابل آب مورد استفاده قرار می گیرد .

- ویژگیهای قیر :

ویژگیهای عمومی قیرها عبارتند از :

- ۱- غیرقابل نفوذ بودن در مقابل آب و رطوبت
- ۲- دارای خاصیت چسبندگی
- ۳- دارای خاصیت کشسانی (آلاستیک)
- ۴- مقاومت در برابر اسیدها ، بازها و نمکها
- ۵- محلول بودن در بعضی از حلالها ، بدون از دست دادن خواص
- ۶- تشکیل دادن قشر نازک پایدار بر روی اجسام مختلف
- ۷- مقاوم در برابر عوامل جوی (مانند سرما ، گرما و یخ زدن)
- ۸- در مقابل نیروهای وارده بخوبی مقاومت می کند .
- ۹- داشتن رنگ ثابت و حفظ کردن خواص خود برای یک مدت طولانی
- ۱۰- قیر در مقابل درجه حرارتهای معمولی تغییر حالت نمی دهد .
- ۱۱- عایق بودن در مقابل جریانات الکتریکی

- معایب قیرها

قیر در وضعیتهای زیر برخی از خواص خود را از دست می دهد . بطوریکه نمی توان از آن به خوبی استفاده نمود :

- الف - تجزیه شدن در دمای زیاد و تبدیل آن به زغال ، توام با اشتغال
- ب - نداشتن خاصیت چسبندگی در محیط مرطوب و آلوده به خاک نرم
- ج - تغییر شکل در مقابل فشار و حلالها

- انواع قیر :

قیرها بطور کلی به دو گروه : قیرهای معدنی (طبیعی) و قیرهای تقطیری (پالایشی) تقسیم میشوند .

۱- قیرهای معدنی (طبیعی) : قیرهای معدنی قیرهایی هستند که بصورت آماده و آزاد و با ناخالصیهای زیاد در طبیعت یافت می شوند . علت بوجود آمدن قیرهای معدنی اینطور حدس زده میشود که در زمانهای قدیم بعضی از مخازن نفت خام در سطح زمین و یا نزدیکی موجود بوده و در سالهای متمادی در اثر تابش آفتاب روغنهای سبک آن متصاعد شده و قیر که سنگین ترین عنصر نفت خام میباشد ، در معدن باقی مانده و اکنون مورد استفاده قرار میگیرد . معادن قیرهای طبیعی در اکثر نقاط دنیا یافت می شود . معدن قیر طبیعی بحر المیت در دره رود اردن قدیمی ترین معدن قیر شناسایی شده بدست بشر میباشد . از معادن قیر طبیعی معروف دنیا میتوان از معدن قیر طبیعی برمودا واقع در جنوب شرقی کارولینای شمالی در امریکای شمالی و قیر طبیعی ترینیداد واقع در کشور ونزوئلا در امریکای جنوبی نام برد . در ایران نیز این نوع معادن وجود دارد از جمله میتوان به معادن قیر بهبهان ، باختران و لرستان اشاره نمود . قیرهای معدنی در طبیعت به دو صورت یافت می شوند یکی بصورت آزاد که در قسمت قبل به آن اشاره گردید و دیگری بصورت ماسه ها یا سنگهای قیری . از این ماسه ها و سنگهای قیری بعنوان آسفالت طبیعی میتوان در

راهسازی استفاده نمود. بدین طریق که قیر آنرا اندازه گرفته اگر زیاده‌تر یا کمتر از حد معمول باشد، میزان قیر را متعادل نموده و در حالت گرم میتوان برای آسفالت راهها استفاده نمود که در گذشته از این مواد معدنی برای اینکار استفاده می شده است. قیرهای معدنی با توجه به محل معدن آنها دارای ناخالصیهای مخصوص بخود هستند. مانند اصلاح معدنی، خاکستر و مواد آلی. در نتیجه این قیرهای معدنی را قبل از مصرف لازم است پالایش نمائیم و آنرا از ناخالصیها جدا نمائیم.

۲- قیرهای تقطیری (پالایشی): قیرهای تقطیری که تقریباً قسمت عمده مصرف قیر دنیا را تأمین می نماید و سنگین ترین جسم موجود در نفت خام می باشد و از تقطیر نفت خام بدست می آید. نفت خام را تقریباً تا ۳۵۰ درجه حرارت می دهند و در حرارتهای مختلف به ترتیب بنزین، نفت سفید، گازوئیل، مازوت، سایر روغنها و بالاخره در حرارت ۳۵۰ درجه قیر بدست می آید. قیر بدست آمده را پس از تصفیه و اصلاح به مصرف میرسانند.

باتوجه به تنوع آب و هوایی در نقاط مختلف کشور ایران بطوریکه تابستها در جنوب کشور در خوزستان ممکن است دمای هوا به حدود ۵۰ درجه بالای صفر برسد و یا در فصلهای سرد سال در مناطق شمال غربی کشور در استانهای همانند همدان دمای هوا ممکن است به ۲۰ درجه زیر صفر برسد، روشن می گردد که مصرف یک نوع قیر در همه نقاط ایران منطقی نمی باشد. در نتیجه قیرهای تقطیری نیز در پالایشگاهها با خواص مختلف تولید می گردند که با توجه به ویژگی هر کدام از آنها، می توان برای نقاط مختلف قیرهای خاص آن محل را استفاده نمود. قیرهای تقطیری کلاً به دو گروه بزرگ تقسیم می گردند:

الف - قیرهای جامد: این محصولات مستقیماً از تقطیر نفت خام بدست می آیند و برحسب درجه نفوذ پذیریشان نام گذاری شده اند. قیرهای نرمتر که دارای درجه نفوذپذیری بیشتر اند، (درجه نفوذ ۶۰ تا ۳۰۰) از تقطیر نفت خام به دست می آیند و قیرهایی که دارای درجه نفوذپذیری کمتری اند (درجه نفوذ ۱۰ تا ۶۰) از طریق هوا دادن به قیرهای نرم تولید می شوند. قیرهایی که مستقیماً از تقطیر نفت خام در ایران بدست می آیند بشرح زیرند:

قیرهای ۶۰-۷۰، ۸۵-۱۰۰، ۱۳۰-۱۵۰، ۱۸۰-۲۰۰، ۲۰-۲۵۰، ۲۸۰-۳۲۰ و قیرهایی که با هوا دادن به یکی از قیرهای نرم فوق تهیه می شوند، به شرح زیرند: قیرهای ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰، ۳۰-۴۰ و ۴۰-۵۰ در بعضی موارد ۶۰-۷۰ (اعداد مذکور مشخص کننده درجه نفوذ پذیری قیرند)

ب - قیرهای جامد اکسید شده: این نوع قیرها را با علامت اختصاری R که معرف انعطاف پذیری قیر است، نشان می دهند. این قیر از دمین هوا در مخلوطی از قیرهای نرم و مواد روغنی سنگین بدست می آید و بر حسب نقطه نرمی و درجه نفوذ پذیری آنها را به صورت زیر نامگذاری کرده اند:

R ۸۵-۲۵ و R ۹۰-۱۵

اعداد ۸۵ و ۹۰ نقطه نرمی قیر و اعداد ۲۵ و ۱۵ درجات نفوذپذیری آنها را نشان می دهد و بدین ترتیب، هرچه درجه نفوذپذیری بیشتر باشد، قیر نرمتر است و برعکس کم بودن درجه نفوذ پذیری معرف سختی قیر است.

برای ایزولاسیون در ساختمان بیشتر از قیرهای ۶۰-۷۰ و R ۸۵-۲۵ استفاده میشود و بنام قیر شل و قیر سفت معروف می باشد و از بقیه قیرهایی که در بالا معرفی گردید، در راه سازی و یا سایر صنایع مصرف دارد.

- تعاریف مربوط به ویژگیهای قیر و آزمایش مربوطه:

۱- درجه اشتعال قیر: درجه حرارتی است که از آن گازی بر خیزد که در اثر مجاورت با شعله آن گاز مشتعل شود.

۲- درجه نفوذ پذیری قیر: درجه نفوذ قیر، روانی قیر و حالات مختلف آنرا که عبارت از سختی خمیری، شلی و روانی قیر است به ما نشان می دهد. نفوذپذیری قیر را با مقدار فرو رفتگی گلوله ای با سر سوزنی به وزن معین در دمای معین و در مدت معین در قیر مورد نظر می سنجند و بر حسب دهم میلیمتر بیان می گردد.

۳- درجه نرمی قیر: دمایی که در آن دما گلوله فولادی از قیر رد شده و به صفحه پائین نگهدارنده حلقه های پرنجی تماس پیدا کرد آن دما را نقطه نرمی قیر مورد آزمایش می نامند.

۴- درجه چکیدن: درجه چکیدن قیر درجه حرارتی است که قیر در آن درجه حرارت یک قطره از نوک باریک لوله ای به قطر معین بچکد.

۵- درجه شکستن قیر: یکی از خواص قیر ترک نخوردن آن در مقابل نیروهای وارده می باشد. باتوجه به اینکه کلیه عناصر در مقابل سرماهای شدید، تردتر و شکننده تر می شود، بدین لحاظ روی قیرها آزمایش شکنندگی انجام میشود تا در مکانهای سردسیر از قیری استفاده شود که دارای خاصیت شکنندگی کمتری می باشد. درجه حرارتی (زیر صفر درجه) که روی قیر مورد آزمایش ترک ایجاد گردد، آن درجه حرارت را درجه شکستن قیر می گویند.

- دلایل تفاوت قیر مورد مصرف در ساختمان و راه سازی

قیرهایی که در ساختمان مصرف میشود با قیرهایی که در راهسازی مصرف میشود متفاوت میباشد. زیرا اولاً ساختمان در یک نقطه معین ساخته میشود که دارای آب و هوای مشخصی می باشد. در صورتیکه راه بعلت طول زیادی که دارد از مناطق مختلف با آب و هوای مختلف عبور می کند. ثانیاً در هر نقطه ای از ساختمان که از قیر استفاده میشود روی آن با وسیله ای پوشانده می شود. در نتیجه این قیرها بطور مستقیم در مقابل عوامل جوی و ضربه های مختلف قرار ندارد. در صورتیکه قیر مورد مصرف در راهسازی بطور مستقیم در مقابل عوامل جوی بوده و باید ضربه های ناشی از حرکت وسایل نقلیه را تحمل نماید. ثالثاً در ساختمان فقط از خاصیت مقاومت در برابر رطوبت قیر در ایزولاسیون ها استفاده می نمایند. در صورتیکه در راهسازی بیشتر خاصیت چسبندگی قیر مورد توجه می باشد.

در ساختمان تقریباً اغلب مواقع قیر را بصورت مستقیم استفاده می نمایند . یعنی بدون آنکه از لحاظ فیزیکی در آن تغییر بوجود بیاورند فقط در اثر حرارت دادن آنرا ذوب کرده و با آن سطوحی را که می خواهند در مقابل رطوبت مقاومت نماید ، اندود می نمایند در صورتیکه در راه سازی از انواع دیگر آن استفاده می کنند که در ذیل بطور مختصر توضیح داده می شود :

۱- امولسیون قیر :

امولسیون یا مخلوط معلق عبارت است از اختلاط دو جسم که یکی در دیگری حل نمیشود . و ذرات بسیار ریز یکی در دیگری پراکنده می گردد . امولسیون قیر عبارت است از مخلوط ذرات ریز قیر و آب . بزرگی ذرات قیر در حدود میکرون می باشد که در آب شناور است . برای ساختن امولسیون قیر آنرا گرم کرده و در آب می پاشند . برای آنکه دانه های قیر به هم نچسبند و دلمه نشود به آن افزودنی هایی مانند ژلاتین ، انگم و غیره اضافه می کنند . امولسیون بیشتر در راه سازی مصرف می شود . به این صورت که دانه های سنگ را در امولسیون ریخته و آنرا خوب مخلوط می نمایند و آنگاه آنرا به محل مصرف برده در سطح راه پهن می نمایند . آب موجود در امولسیون در اثر مجاورت با هوا متصاعد می شود و ذرات ریز قیر دور دانه ها نشست و آنها را به همدیگر می چسبانند . از امولسیون در مکانهایی که نخواهند قیر را گرم کنند ، استفاده میگردد . از امولسیون قیر می توان در مکانهایی که رطوبت زیاد است استفاده نمود . معمولاً برای کارهای سریع و آسفالتهای فوری و یا لکه گیری راه از امولسیون استفاده می کنند .

اصطلاحاً پریدن آب امولسیون قیر و نشستن قیر به روی دانه های سنگی را شکستن امولسیون می گویند . زمان شکستن امولسیون بستگی به جنس قیر ، جنس مصالح سنگی ، گرمای محیط مصرف و میزان رطوبت محل مصرف دارد .

۲- قیرهای محلول در مواد نفتی :

قیرهای محلول در مواد نفتی با توجه به نوع حلال و زمان پریدن آن به سه دسته تقسیم می شوند :

- الف - قیرهای محلول زودگیر که با علامت اختصاری RC (Rapid Curing) مشخص شده و حلال آن بنزین می باشد . باتوجه به درصد قیر به شش گروه تقسیم می شوند .
- ب - قیرهای محلول کندگیر که با علامت اختصاری MC (Medium Curing) مشخص شده و حلال آن نفت سفید می باشد باتوجه به درصد قیر به شش گروه تقسیم میشوند .
- ج - قیرهای دیرگیر که با علامت اختصاری SC (Slow Curing) مشخص شده و حلال آن نفت سیاه می باشد . باتوجه به درصد قیر به شش دسته تقسیم می شوند .
- در راه سازی قیرهای MC و SC بیشتر مورد مصرف دارند .

- قطران

قطران تنها فرآورده ای می باشد که تقریباً دارای خواص قیر بوده و برای ایزولاسیون رطوبتی و ساختن رویه های فتری در راه سازی مورد مصرف قرار میگیرد . قطران را از حرارت دادن به ذغال سنگ و در کارخانه های کک سازی بدست میآورند . در ممالکی که فاقد چاههای نفت می باشند ، در راه سازی و غیره از قطران استفاده می نمایند .

- حمل و نقل قیر

قیر را معمولاً در بشکه های سیاه رنگ استوانه ای شکل فلزی و یا در کارتن حمل و نقل می کنند و شناسایی نوع آن از روی علائم برجسته ای صورت می گیرد که مشخص کننده نرمی و درجه نفوذ پذیری قیر است .

- گونی و گونی قیراندود

گونی مصرفی برای ایزولاسیون از جنس کفنی بوده و باید نو، ریزبافت، کاملاً سالم و بدون آلودگی و چروک باشد و وزن آن در هر متر مربع باید حدود ۳۸۰ گرم باشد. گونیها براساس ریزبافت و درشت بافت بودن به سه درجه یک، دو و سه تقسیم می شوند.

چنانچه گونی قبلاً با قیر آغشته شده باشد دو طرف گونی باید کاملاً قیراندود بوده و ضخامت آن حداقل ۳ میلیمتر باشد. وزن گونی قیراندود شده نباید در هر متر مربع از ۲۷۰۰ گرم کمتر باشد.

چنانچه گونی قیراندود شده به مدت ۲ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار گیرد نباید قیر آن نرم و روان شود و در صورتیکه به مدت ۵ ساعت و در دمای ۵۰ درجه سانتیگراد نگهداشته و سپس در دمای معمولی خشک شود، نباید ترک بخورد. اگر گونی قیراندود شده را در سرمای صفر درجه سانتیگراد، به دور استوانه ای به قطر ۵ سانتی متر پیچند، نباید ترک بخورد و چنانچه به اندازه ۲ درصد طول خود کشیده شود، نباید پاره شود.

- عایق های رطوبتی (ایزوگام) :

عایق رطوبتی پیش ساخته با علامت و نام تجاری اختصاری ایزوگام، محصولی است مرکب از تیشو (فلت الیاف شیشه مسلح (گونی صنعتی)) و پلی استر و قیری که با پلیمر های مخصوص اصلاح شده است. ایزوگام عبارت است از ساختاری مرکب از دو لایه تیشو و پلی استر که توسط قیر اصلاح شده با پلیمر مثل APP اشباع و آغشته شده اند. این محصول بدلیل خاصیت آلاستیکی و مقاومت در برابر عبور آب بعنوان پوشش دهنده سطوح خارجی ساختمانها یا عایق کاری سرویسهای بهداشتی و تونلها، استخرها و حوضچه های ذخیره آب کاربرد دارد.

۶-۲- آسفالت (Asphalt)

لفظ آسفالت در بعضی کشورها منجمله ایالت متحده آمریکا به قیر اطلاق میشود . ولی در برخی کشورهای دیگر از جمله ایران لفظ به مخلوط قیر و مصالح سنگی اطلاق میگردد . از عمر آسفالت مدت زیادی نمی گذرد و این مخلوط که امروزه در سرتاسر دنیا بکار میرود ، کمی بیش از یک قرن است که عملاً مورد استفاده بشر قرار گرفته است .

آسفالت گرم نخستین نوع آسفالتی است که مردم دنیا با آن آشنا شده اند و از آن برای پوشش خیابانها و کوچه ها استفاده می نمودند . این آسفالت گرم به کمک آسفالت طبیعی که معدن آن در سوئیس ، آلمان و فرانسه وجود داشت ، تهیه میشد . طرز تهیه آسفالت گرم در آن زمان به این ترتیب بود که آسفالت طبیعی را ابتدا خرد و نرم کرده و سپس آنرا در پاتیلهای معمولی پخته و گرماگرم نیز پخش می نمودند . امروزه با استفاده از قیرهای پالایشی و مصالح خرد شده سنگی و از طریق پختن اینها ، آسفالت گرم تولید وبصورت گرماگرم برای مصارف مختلف مورد استفاده قرار میگیرد .

- انواع آسفالتهای گرم :

همانطور که اشاره گردید لفظ آسفالت گرم ، معمولاً به آندسته از آسفالتها اطلاق میگردد که در آنها قیر و مصالح سنگی در گرما مخلوط شده و همانطور گرماگرم نیز پخش می گردند . آسفالت گرم انواع مختلفی داشته و اختلاف آنها در نوع قیر ، درصد فضای خالی و دانه بندی مصالح سنگی می باشد . در تهیه آسفالت گرم ، منحصراً از قیرهای خالص استفاده می شود . آسفالتهای گرم به پنج نوع تقسیم میشوند که در این قسمت فقط به دو مورد از آنها که خیلی معروف بوده و بیشتر مورد استفاده قرار می گیرند ، اشاره میگردد :

الف - آسفالت ماستیک : این نوع آسفالت بیشتر در مواردی بکار می رود که بار گذاری بصورت استاتیک مطرح باشد (مانند ایستگاه اتوبوس) و به همین دلیل آسفالت پخش شده بایستی در مقابل بارگذاری سنگین استاتیک مقاومت کافی داشته و تغییر شکل ندهد . یکی از مشخصات بارز آسفالت ماستیک عدم وجود فضای خالی در آن می باشد و آنهم مربوط به ۱۱ تا ۱۷ درصد قیر و حدود ۵۰ درصد فیلر به همراه مواد خرد شده سنگی می باشد . (فیلر مواد دانه ریز کوچکتر از ذرات ماسه) درجه

نفوذ پذیری قیر خالص مورد استفاده در تهیه این نوع آسفالت ۲۰-۳۰ می باشد و ملاحظه می شود که مقاومت مکانیکی آسفالت ماستیک بستگی تام به مقاومت مکانیکی قیر مصرف شده دارد. در ایران از این نوع آسفالت در موارد استثنایی استفاده شده است.

ب - بتن آسفالتی : در این نوع آسفالت از مصالح شکسته با دانه بندی پیوسته و قیر خالص با درجه نفوذ پذیری ۶۰-۱۰۰ استفاده می شود و و به همین دلیل نیز بتن آسفالتی از جمله بهترین آسفالتهای دنیا محسوب میشود و مصرف آن در سراسر دنیا رواج دارد. درصد قیر مصرفی در این نوع آسفالتهای معمولاً ما بین ۴ تا ۸ درصد میباشد. بایستی متذکر شد که تنها آسفالتی است که بتوسط روش خاصی طرح ده و ترکیب و خواص آن دقیقاً معلوم می گردد، در صورتیکه سایر انواع آسفالتهای تنها از طریق تجربی تهیه می گردند و معیار خاصی ندارند. بیشترین آسفالت تولیدی در ایران از این نوع می باشد. بتن آسفالتی در حال حاضر به سه روش (مارشال)، (هابر - فیلر) و (ویم) تهیه می شود که در ایران بتر از روش مارشال استفاده می شود.

- نحوه تولید بتن آسفالتی در کارگاه

معمولاً هر کارگاه تهیه آسفالت از بخشهایی به شرح ذیل تشکیل می گردد :

۱- واحد تولید نیرو : وظیفه آن تأمین برق مورد نیاز کارگاه می باشد که از طریق یک دستگاه ژنراتور این کار صورت می گیرد.

۲- واحد سنگ شکن: وظیفه تهیه مصالح سنگی اعم از شکسته و یا طبیعی با واحد سنگ شکن است.

۳- مخازن قیر : قیر مورد نیاز برای آسفالت در این مخازن ذخیره می گردد.

۴- کارخانه آسفالت : این قسمت تهیه آسفالت را با استفاده از مصالح خرد شده سنگی و قیر مناسب بر عهده دارد. کارخانه های آسفالت به دو نوع تقسیم می گردند :

الف - کارخانه های آسفالت متناوب : کار این نوع کارخانه ها پیوسته نمی باشد و در هر مرحله مقدار مشخص آسفالت تهیه و تخلیه می شود و مجدداً عمل بارگیری انجام می گیرد.

ب - کارخانه های آسفالت مداوم : کار این نوع کارخانه پیوسته بوده و از یک طرف بطور پیوسته مصالح خرد شده سنگی و قیر وارد کوره می شوند (از دو مجرا جداگانه) و از طرف دیگر آسفالت پخته شده بطور پیوسته خارج می شود .

هر کارخانه آسفالت اعم از متناوب و مداوم و مدام شامل واحد های زیر می باشد :

۱- مخزن سرد مصالح سنگی

۲- خشک کننده مصالح سنگی

۳- غبارگیر

۴- مخزن گرم مصالح سنگی

۵- مخلوط کن

- نحوه تهیه و درصد ترکیبات آسفالت پشت بام منازل مسکونی

نظر به اینکه نقش آسفالت در این مورد بیشتر جنبه نفوذ ناپذیری دارد به همین منظور ترکیب آسفالت ترکیبی پیوسته با فیلر زیاد و قیر است . بعنوان فیلر از سیمان و یا پودر آهک هیدراته استفاده می شود . مخلوط ماسه و سیمان یا پودر آهک هیدراته با یستی حداقل تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد گرم شوند و سپس حدود ۷/۵ الی ۹/۵ درصد نسبت به وزن مخلوط به آن قیر با درجه نفوذ پذیری ۶۰-۷۰ اضافه نمود و مخلوط را خوب بهم زد تا کلیه دانه ها و ذرات به قیر آغشته شوند .

این نوع آسفالت با ضخامتهای ۲ الی ۳ سانتیمتری اجرا میشود . با توجه به اینکه این نوع آسفالت بعنوان قشر محافظ قیرگونی در پشت بام مصرف میشود ، بعنوان آسفالت رویه محسوب میگردد .

۶-۳- پلاستیک ها (Plastic)

واژه پلاستیک از ریشه یونانی به معنای شکل پذیر است . پلاستیک ها مواد آلی گوناگون مشتق از سلولز ، رزین ، پروتئین ، مواد نفتی ، ذغال سنگ و مانند اینها هستند که توسط گرما ، فشار و یا گرما و فشار توأم میتوان آنها را به شکلهای دلخواه درآورد . به لحاظ فرمول شیمیایی ، پلاستیک ها ، پلیمرها یا ماکرومولکولهای (با جرم مولکولی بسیار زیاد) هستند که از بهم پیوستن مولکولهای هیدروکربنی ساده ای بنام منومر بوجود آمده اند . فرآیند پیوند منومرها و تشکیل پولیمر را پولیمریزاسیون نامند .

سلولوئید نخستین پلاستیکی است که در سال ۱۸۹۶ توسط هایت از سلولز ساخته شد . در سال ۱۹۰۷ فرمول ساخت اولین پلاستیک که تماماً از مواد مصنوعی و از ترکیب فتل و فرم آلدئید بود بوسیله بکدلند کشف و بنام سازنده آن کلیت نام گذاری شد . بکلیت (باکلیت) دارای رنگی تیره و تولید آن در رنگهای دیگر مقدور نبود . در سال ۱۹۱۸ نخستین پلاستیک بی رنگ که فرم آلدئید اوره است ، ساخته شد که ماده ای رنگ پذیر بوده و تولید آن به رنگهای متنوع امکان پذیر بود .

- ویژگیهای پلاستیک ها

پلاستیک ها دارای ویژگیهای زیر هستند :

- ۱- مقاوم در برابر شرایط جوی مختلف و پوسیدگی
- ۲- جاذب ضربه
- ۳- دارای قابلیت تولید در رنگهای مختلف
- ۴- دارای شکل ظاهری خوب و تزئینی
- ۵- دارای قابلیت برش ، اره کردن ، سوراخ کردن و اتصال
- ۶- دارای شفافیت نظیر شیشه
- ۷- عایق بودن در برابر الکتریسته

۸- سبک بودن وزن

۹- دارای قابلیت هدایت گرمایی کم

۱۰- بالابودن ضریب انبساط گرمایی

- انواع پلاستیک ها

توسعه محصولات پلاستیکی به حدی افزایش یافته که هم اکنون در حدود چهل گروه از پلاستیک ها به شکل تجارتی عرضه میشوند و هریک مشخصات مخصوص به خود را دارند. حتی در بین پلاستیکهای یک گروه نیز ممکن است تفاوتهای قابل توجهی وجود داشته باشد که ناشی از تغییرات وزن مولکولی و ساختمان زنجیرهای مولکولی میباشد. بعلاوه با افزودن نرم کننده ها، پرکننده ها، رنگ ها و دیگر مواد شیمیایی میتوان خواص پلیمر اصلی را اصلاح نمود.

پلاستیک ها تقریباً در تمام جنبه های زندگی ما تاثیر عمیقی دارند. توسعه و تکثیر محصولات پلاستیکی و مصرف انواع مختلف آنها به حدی است که کاربرد آن در تمام بخشهای صنعت از جمله ساختمان رواج چشمگیری یافته و نمایان است.

عموماً پلاستیک ها براساس عکس العمل شان در مقابل حرارت به دو گروه اصلی ترموپلاستیکها و ترموستها تقسیم میشوند.

۱- ترموپلاستیکها: ترموپلاستیکها (پلاستیکهای گرمائی) پلاستیکهایی هستند که هرگاه

گرم شوند نرم میگردند و هنگام سرد شدن دوباره سخت میشوند و به دفعات میتوان آنها را سرد و گرم کرد. این ویژگی بخاطر خطی بودن زنجیرهای مولکولی آنها است. تکرار سیکل های گرما و سرما ممکن است سبب تغییر رنگ یا ازدست رفتن مواد نرم کننده در پلاستیک شود، که خود منجر به بروز تغییراتی در شکل ظاهری و دیگر ویژگیهای آن خواهد شد. آکریلیکها، پلی اتیلن، سلوفریکها، پلی وینیل کلراید (PVC) پلی استایرن، پلی آلومرها، پلی کربناتها، پلی پروپیلن، نایلونها، متیل پنتن ها، آیونومر، بوتادی ان استایرن، (ABS) نمونه هایی از ترموپلاستیکها میباشد.

۲- ترموستها : پلاستیکهای ترموست (یا سخت شو) پلاستیک هایی هستند که در ساختمان مولکولی به شکل زنجیر هستند و قبل از شکل دادن یا قالب گیری شباهت زیادی با ترموپلاستیکها دارند ، ولی پس از عمل آمدن و سخت شدن ، ملکولها درجهت عرضی نیز با یکدیگر ارتباط پیدا کرده و به شکل درهم پیچیده ای درمیآیند ، به قسمتی که زنجیر مولکولها آزادی عمل برای حرکت ندارند . بنابراین حرارت دادن مجدد آنها را به صورت خمیری در نمی آورند . آلکید ها ، آمین ها (اوره و ملامین فرمالدئید) ، دی آلایل فتالات (DAP) ، اپوکسی ها ، فوران ، فنولیکها ، پلی استرها ، پلی اورتان و سیلیکونها از گروه های ترموستها میباشند .

- تولید پلاستیک ها

تولید محصولات پلاستیکی در سه مرحله انجام میشود که گاهی این مراحل درهم تداخل میکنند .
مرحله اول : در این مرحله مواد اولیه به ترکیبات پلاستیکی پایه به شکل پودر ، گرانول (دانه های ریز و یا دانه های درشت) و یا رزین های مایع تبدیل میگرددند .

مرحله دوم : در این مرحله که مرحله شکل دادن به این مواد است ، آنها را با اعمال روشهایی بصورت ورق ، لوله ، لوله های توپر (میله) و دیگر اشکال جامد یا نیمه جامد درمی آورند . معمولاً در طی این مرحله پلاستیک ها با یک یا چند ماده دیگر مخلوط میشوند تا محصول نهایی دارای خواص مطلوب باشد . مواد نرم کننده برای کارپذیری بیشتر ، مواد پرکننده برای افزایش حجم و در نتیجه ارزانتر شدن ، فیبرها برای افزایش مقاومت و دوام و مواد سخت کننده به منظور گیرش سریعتر و سخت شدن به مواد اولیه پلاستیکی افزوده میشود .

مرحله سوم : در این مرحله فرآورده های پلاستیکی نهایی با استفاده از مواد مرحله دوم ساخته میشوند . محصولات پلاستیکی با روشهای متعددی شکل داده میشوند که از جمله آنها میتوان قالبگیری تزریقی ، قالب گری بادی ، قالبگیری دانه های بزرگ شونده (فومی) ، قالبگیری فشاری ،

قابلیت انتقالی قابلیت چرخشی ، قابلیت فرمی (شکلی) شکل دهی حرارتی و نوردهی را نام برد .

- مصرف پلاستیک ها در ساختمان

ویژگیهای مطلوب پلاستیک که قبلاً اشاره گردید سبب گسترش روز افزون مصرف پلاستیک در ساختمان شده است . در صنعت ساختمان بعضی از پلاستیک ها بعنوان اجزاء سازه ای یا نیمه سازه ای ، بعضی بعنوان مصالح نما سازی و بعضی بعنوان یکی از اجزاء یک ماده مرکب (کمپوزیت) ، مورد استفاده قرار میگیرند .

برای مصارف سازه ای ، پلاستیک ها را تقویت (مسلح) میکنند . در ۹۰ درصد موارد این تقویت با الیاف شیشه و در بقیه موارد با الیاف دیگر نظیر کتان ، کنف ، پنبه کوهی و الیاف مصنوعی و الیاف فلزی صورت میگیرد . حدود ۸۵ درصد از پلاستیک ها ی تقویت شده از رزین های پلی استر استفاده میشود و بقیه از رزین های اپوکسی ، آکریلیک ، ملامین ، فنولیک ، سیلیکون ، نایلون ، پلی استایرن (پلی استیرن) و پی وی سی میباشد .

- یکی از معمولترین محصولات سازه ای ورقهای (پانلهای) موجدار پلاستیکی مسلح به الیاف مقاومند . این ورقها دارای پایداری ابعادی و مقاومت در برابر عوامل جوی ، شکستگی و اثرات شیمیایی می باشند . هنگامی که این ورقها (پانلها) در سقف مورد استفاده قرار می گیرند این خصوصیات مهم می باشند . ورقه هایی از این جنس ممکن است برای پوشش دیوارها ، جدا کردن اتاق ها ، محصور نمودن پاسیوها و گاراژهای بدون سقف و یا بعنوان نورگیرهای سقفی بکار روند . این ورقه ها در رنگهای مختلفی از جمله سفید ، ساخته میشوند و معمولاً دارای عرضی ۴۵۰ تا ۶۰۰ میلیمتر و طولهایی تا ۴/۲۷ متر می باشند .

- از پلاستیکها معمولاً ورقهای مسلح و یا غیرمسلح ساخته می شوند که بجای شیشه مورد استفاده قرار می گیرند . از دلایل عمده مصرف آن به جای شیشه می توان از تفاوت فاحش

وزن پلاستیک نسبت به شیشه که در حدود یک هفتم آن میباشد و همچنین ضربه پذیری مناسب و دیرتر شکستن آن نام برد .

- از صفحات شفاف و یا نیمه شفاف میتوان برای نورگیرهای سقفی، گنبدها و نمای خارجی ساختمان استفاده نمود .

- از مواد پلاستیکی بطور وسیعی برای تولید پانلهای ساندویچی، که در دیوارهای خارجی غیر باربر ساختمانها بکار میروند استفاده میشود . این پانلهای ساندویچی ممکن است تماماً از پلاستیک و یا همراه با یک شبکه آلومینیومی ساخته شوند . در این موارد جنس پلاستیک آنها از آکرلیک ها، پلی پروپیلین، پلی کربناتها و پلی استرها می باشد .

- آکرلیک تقویت شده و سایر پلاستیک ها را در قالب بندی معمولی بتن و قالب ثابت (ماندگار) بکار میبرند . پلی استیرین منبسط شده و پلاستیک های متخلخل از انواع رزینهای پلی اورتان، رزین فنولیک و رزین های وینیل مهمترین پلاستیکهایی هستند که در عایقهای حرارتی ساختمان بکار میروند . معمولاً عایق های حرارتی در اندازه های مختلف تولید میشوند . اندازه قطعات استاندارد ۶۰۰*۲۴۰۰ میلیمتر میباشد که به ضخامت های ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ میلیمتر تولید میشوند .

پلاستیک های نرم و سخت در کف پوش ها، دیوار پوش ها و سقف پوش های ساختمان نیز مصرف میشوند . کف پوش های پلاستیکی در یک یا چند لایه در رنگها و طرحهای متنوع تولید میشوند و ممکن است مواد غیرپلاستیکی نیز کم و بیش در آنها بکار گرفته شود . رزین های اپوکسی را با ماسه مخلوط کرده و در کف سازی زیر کارخانه ها و سالن ها و روکش پلهای فلزی به مصرف می رسانند . کف پوشهای پلاستیکی بیشتر از جنس P.V.C می باشند . دیوار پوشهای نرم را با استیرن و نوع سخت را با استیرن و آکرلیک در انواع رنگها و نقش ها می سازند . برخی از دیوار پوشها و سقف پوشها ممکن است از نوع اکوستیکی باشند .

از پلاستیک برای ساختن مصالح آب بندی، بخار بندی، درزپوشها، درزبندی استفاده میشود . ورقه های آب بندی و بخاربندی از پلی اتیلن و P.V.C هستند . درزپوشها را در ضخامتهای استاندارد

۰/۵۰، ۱ و ۱/۵ میلیمتر از P.V.C می سازند. همچنین درزبندها (واتراستاپ) نیز از P.V.C ساخته می شوند. پلاستیکها در ساختن لوله های آبرسانی، فاضلاب و لوله های عبورسیم های برق، روکش سیم و کابل های برق، لوازم بهداشتی، قطعات پمپها، شیرآلات و سردوش، یراق آلات در و پنجره، اتصالات لوله کشی، آسترکاری لوله های آبرسانی و منابع ذخیره آب، ساختن چسب ها و رنگها، ابزارکار، دسته ابزار، وسایل نقشه کشی و نقشه برداری، روغن قالب، مواد افزودنی بتن، قطعات اتصال بتن پیش ساخته ساندویچی و همچنین در ساختن کلید، پریز، سرپیچ لامپ و قطعات لوستر نیز مصرف میشوند.

سنگدانه های سبک پلاستیکی در ساختن بتن سبک مصرف میشوند. در و پنجره و قفسه آشپزخانه را نیز اغلب از P.V.C می سازند. از ورقه های پلی اتیلن برای پوشاندن مصالح ساختمانی و حفظ کارهای تازه ساخت از سرما، یخ زدن، برف، باران، گرما، وزش باد، تبخیر آب بتن و نظایر آن استفاده میشود.

در ساختمان ها ، به منظور حفاظت از پوسیدگی کارهای چوبی ، کارهای فلزی از زنگ زدن و نیز برای جلوگیری از اثرات سوء عوامل جوی و همچنین حفظ بهداشت و ایمنی و نیز زیبایی از رنگ استفاده می کنند

رنگ ، سوسپانسیون مایعی از مواد رنگزای پراکنده در داخل یک ماده چسبی مایع است که لایه ای نازک بوجود می آورد و هنگام استفاده روی فلز ، چوب ، سنگ ، کاغذ ، چرم ، پلاستیک ، پارچه یا مواد دیگر می تواند به یک ورقه نازک جامد تبدیل شود . در اصطلاح عام رنگ ، پراکنشهای رنگدانه ای تشکیل دهنده یک ورقه نازک است که مواد بسیار گوناگونی را می پوشاند . رنگها دارای انواع مختلفی بوده و با توجه به نوع کاربریشان ترکیبات آنها تغییر می کند . پلاستیکها اساس رنگهای مختلف ، لعابها ، لاک الکل و روغن های جلا را تشکیل می دهند.

- اجزای تشکیل دهنده رنگها

تا سال ۱۹۲۰ رنگ از کربنات قلیایی سرب و روغن بزرک ساخته میشد . ولی امروزه اجزاء تشکیل دهنده رنگها پیچیده تر بوده و بطور کلی از سه بخش به شرح زیر تشکیل می گردد :

۱- رنگدانه ها : رنگدانه ها آن بخشی از رنگ هستند که جامدند و در بسیاری موارد دارای رنگ هستند . رنگدانه ها دارای انواع مختلفی هستند و برای ایجاد رنگهای دلخواه از رنگدانه های خاص استفاده می گردد . برای ایجاد رنگهای مختلف در صنعت رنگسازی از مواد مختلفی استفاده میشود از جمله اکسیدهای فلزی مختلف ، مواد معدنی و یا مواد و ترکیبات دیگری که می توانند رنگ خاصی را ایجاد نمایند ، بکار می رود .

۲- واسطه های رنگ : واسطه های رنگ ، بخشی از رنگ هستند که به رنگدانه کمک می کنند تا تبدیل به خمیر شوند . علت افزودن اکثر واسطه های رنگ آن است که رنگ به اندازه کافی مایع شود و با قلم مو ، غلتک یا وسایل پاشش بکار برده شود . واسطه های رنگ تبخیر میشوند و رنگدانه را روی سطح به شکل ورقه بسیار نازکی باقی می گذارند که نقش محافظ سطح را دارد . از واسطه

های معروف رنگ می توان از مواد پلاستیکی مثل رزین های اپوکسی، آکریلیکها، وینیل، رزینهای فنولیک، استات سلولز، پلی استرها و استیون نامبرد.

۳- خشک کننده ها: برای خشک شدن سریعتر رنگ، از خشک کننده استفاده میشود. خشک کننده ها معرفهای اکسید کننده هستند. آنها با رنگ مخلوط می شوند. در رنگهای قدیمی تر، خشک کننده ها معمولاً از املاح سرب یا املاح منگنز ساخته می شدند. امروزه خشک کننده های جدیدتر و با قابلیت کنترل بیشتر در دسترس سازندگان رنگ قرار دارد. بسیاری از آنها از رزینها ساخته می شود. نباید بیش از ۱۰٪ حجم مایع، خشک کننده به رنگ افزوده شود. افزودن خشک کننده بیش از حد باعث دوام کمتر رنگ میشود.

- انواع پوشش ها

امروزه کلمه لاک الکل، لاک صنعتی، رنگ و جلا، در مورد مواد گوناگون و متنوعی که یک ورقه نازک یا پوشش را بوجود می آورند، بکار میرود. آنها ترکیبات بی شماری دارند که در آزمایشگاههای تحقیقی کارخانه های سازنده رنگ و مواد پرداخت ساخته شده است در ذیل توضیحات مختصری در مورد تعدادی از این پوشش ها داده میشود:

۱- جلاها:

جلاها نوعی رنگ شیشه ای هستند. هرچند برای آنکه جلاها، از لحاظ تکنیکی بهبود یابند، آنها را با مخلوطی از ورنی و رنگ می سازند. جلاها نظیر رنگها دسته بندی میشوند. جلاها را میتوان به صورت مات، نیمه براق و یا براق بدست آورد. در اکثر موارد در زیر جلاها از ته رنگ استفاده میشود. زیرا قدرت پوشاندگی آنها به خوبی رنگها نیست. جلاها سطحی سخت و دیرپا بوجود می آورند و در بسیاری از موارد شکننده تر از رنگها هستند. جلاها نظیر رنگ از رنگدانه های رنگی ساییده شده (به همین علت براق هستند) در واسطه رنگی ساخته شده که تینرها و خشک کننده ها

به آن افزوده شده است ، واسطه های رنگ شامل ورنیهای آلکیدی و محرک اورتان ، لاک صنعتی و روغن می باشد .

۲- رنگهای روغنی :

این رنگها نیز باتوجه به نوع رنگدانه ها ، واسطه های رنگ و خشک کننده های آنها دارای انواع مختلفی بوده و برای کاربردهای مختلف بکار می روند . رنگهای روغنی باید فقط روی سطح کاملاً خشک و در هوای خشک بکار روند . ماده رقیق کننده و تمیزکننده آنها تینر رنگ (الکلهای معدنی) است .

رنگهای روغنی چند مزیت دارند . در اکثر موارد ، از آنها می توان برای پوشاندن سطح با یک دست ، رنگ استفاده کرد . زیرا کیفیت پوشاندگی بسیار خوبی دارند . آنها به سطوح خشک و تمیز بسیار خوب می چسبند و قابلیت زیادی در درزبندی سطح بویژه ترکهای مویی شکل و جلوگیری از نفوذ آب دارند .

۳- رنگهای پلاستیک :

رنگهای پلاستیک نیز دارای تنوع رنگ زیادی بوده و می توان برای پوشش سطوح مختلف استفاده نمود . رنگهای پلاستیک را میتوان با آب رقیق و یا تمیز کرد . این رنگها به سرعت خشک می شوند و از این رو گرد و غبار و حشرات کمتری را جذب می کنند . پرداخت های ماندگار مات یا براق در بازار موجود است . رنگهای پلاستیک متخلخل اند و امکان خروج رطوبت را فراهم می کنند و احتمال بادکردن و پوسته کردن را کاهش می دهند . رنگ ، ابزار ، دستها ، رنگهای پاشیده و ترشح شده را می توان قبل از خشک شدن به آسانی با آب گرم و صابون تمیز کرد .

۴- لاک الکل :

لاک الکل از صمغی که از هند می آید ، ساخته می شود . رنگ آن نارنجی یا نارنجی مایل به قرمز است . برای اینکه این ماده بعنوان سیلر چوب بکار رود با الکل صنعتی بی رنگ مخلوط میشود . لاک الکل به سرعت خشک میشود و بر روی چوب پرداختی واکسی شکل برجای می گذارد و

درعین حال خلل و فرج آنرا بر می کند . هنگامی که لاک الکل بکار رود ، رگه چوب برجسته میشود از این رو لازم است پس از خشک شدن لاک الکل چوب سنباده زده شود.

۵- لاک صنعتی :

لاک صنعتی به دونوع اصلی تقسیم میشود : ۱- لاک های صنعتی نیترو سلولزی -۲- لاکهای صنعتی سلولز - استات - بوتیرات - لاک نیترو سلولزی اکثراً روی مبلمان بکار می رود . این لاکهای صنعتی از نیترو سلولز ، رزینهای نرم کننده و حلال ساخته میشوند . رنگهای لاک صنعتی از بسیار کمرنگ تا آمبر را در بر می گیرد . همه این لاکها با گذشت زمان زرد خواهند شد . لاک صنعتی سلولز - استات - بوتیرات نوع دوم لاک صنعتی بوده و برای ساختن آن و برای سهولت پاشش و یا استفاده از قلم مو از رزینها ، نرم کننده ها و حلال استفاده میشود . این لاکهای صنعتی با گذشت زمان یا قرار گرفتن در معرض آفتاب زرد نخواهند شد . آنها را میتوان بعنوان روکشهایی روی پرداختهای سفید بکار برد تا آنها را براق یا درخشانده کنند .

بطورکلی پاشیدن لاک صنعتی آسان است . بسیار سریع خشک میشود و سخت ، پایدار ، ضد آب و مقاوم در برابر حرارت است . لاک صنعتی ، پرداختی محکم تر و پایدارتر از لاک الکل است . لاک صنعتی به سه صورت براق ، نیمه براق و مات تهیه و استفاده می گردد .

۶- رنگهای آستری

رنگ آستری ، رنگ طراحی شده برای تشکیل لایه ای است که پرداختها یا لایه های بعدی رنگ را میتوان روی آن بکار برد . رنگهای آستری برای اهداف گوناگونی ساخته می شوند . برخی برای افزودن به قدرت پوشانندگی بکار می روند و برخی دیگر چسبندگی خوب لایه های نهایی رنگ را تضمین می کنند . رنگهایی که برای استفاده روی سطوحی نظیر فلز یا مصالح ساختمانی طراحی شده اند ، نقش مانع را دارند . آنها از انجام واکنشهای شیمیایی نامطلوب بین سطح اصلی و رنگ جلوگیری کرده و میزان جذب رنگ نهایی را بوسیله سطوح متخلخل محدود می کنند . رنگهای آستری باعث میشوند تا بتوان روی رنگ قدیمی رنگ جدیدی را بکاربرد .

۷- رنگهای الکیدی

رنگهای الکیدی ، مقاومت کمی در برابر قلیاها دارند ولی در برابر آب بسیار مقاومند. رزین های الکیدی به عنوان اصلاح کننده رنگهای دیگر نیز مورد استفاده دارند. این رنگها بادوام ترند و چسبندگی مناسبی با سطوح دارند.

۸ - رنگهای جلای فلزی (متالیک) :

این رنگها با براده فلزاتی مانند آلومینیوم، مس، برنز، روی یا قلع جلوه خاصی پیدا می کنند، رنگهای متالیک در موارد زینتی مورد مصرف دارند.

۹- رنگهای لومیننت (شبرنگ) :

این رنگها حاوی مواد فسفر سنت یا فلورسنت هستند که از خود نور ساطع می کنند. مصرف آنها بیشتر در بیمارستانها، مدارس، کارخانه ها و هتل هاست. از این رنگ ها برای علایم اخطار و بازدارنده یا موانع استفاده می شوند.

۱۰ - رنگهای قیری و قطرانی:

این رنگها که به صورت امولسیون یا محلول تهیه می شوند . مزایا و معایب چسبنده های سیاه را به همراه دارند، قشر نازک روکش آنها مقاومت خوبی در برابر رطوبت دارد ولی در برابر شرایط محیطی تأثیر پذیر است. از آنها برای روکش لوله های تأسیساتی زیرزمین استفاده می شود.

۱۱ - رنگهای ضد آتش:

این رنگها که از گسترش آتش جلوگیری می کنند معمولاً در هنگام تماس با آتش، بخار آب و یا گازانیدرید کربنیک از خود متصاعد می کنند. بعضی از آنها پس از بروز آتش سوزی متورم می شوند و عایق حرارتی می شوند.

۱۲ - رنگهای پلی استر _ اپوکسی :

این رنگها با مقاومت مناسب در برابر محیط های شیمیایی و رطوبت در کارخانه ها و آزمایشگاه ها مصرف می شوند. به علت چسبندگی فوق العاده آنها، در محیط آموزشی، کربس دورها و همچنین آشپزخانه ها نیز از رنگهای پلی استر _ اپوکسی استفاده می شود.

- کیفیت رنگ

رنگ باید دارای ویژگی های زیر باشد :

الف - فاقد مواد مضر برای سلامتی انسان باشد

ب - دارای دوام و ثبات رنگ باشد به قسمی که بتواند به مدت طولانی در مقابل عوامل جوی و محیطی پایداری کند .

ج - پخش آن به صورت قشرهای نازک و بطور یکنواخت در سطح امکانپذیر باشد .

- استانداردهای رنگ

ویژگیهای رنگهای بکار رفته در ساختمان باید مطابق با استانداردهای ملی ایران به شماره ۲۸۹

- ۱۱۳۵ - ۱۳۳۵ - ۱۷۰۰ - ۲۲۲۵ - ۲۲۲۸ باشد .

۷ - مصالح متفرقه

در این گروه به مصالحی که در بعضی بخشهای ساختمان کاربرد دارند و جزء گروههای قبلی نمی باشند، پرداخته خواهد شد.

۷-۱- پشم شیشه (Glass wool)

پشم شیشه از الیاف مصنوعی و نازکی به قطر $0.25/\mu$ میلی متر تشکیل شده است. این الیاف، که دارای قابلیت انعطاف پذیری اند، از شیشه گداخته ساخته می شوند. پشم شیشه، عایق گرمایی و صوتی بسیار خوب است. در مواقعی که احتمال نفوذ رطوبت باشد، پشم شیشه را بین دو لایه کاغذ ضد رطوبت قرار می دهند. وزن مخصوص آن بین ۴۸ تا ۹۶ کیلو گرم بر متر مکعب و ضریب قابلیت هدایت گرمایی (k) آن برابر $0.043 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ است. ویژگی های پشم شیشه باید مطابق با استاندارد ۲۳۸۶ ایران باشد.

برای ساختن پشم شیشه، شیشه مذاب را روی سینی های بزرگی که دارای لبه بلندی بوده و از زیر حرارت داده می شود تا شیشه مذاب داخل سینی سرد نشود، میریزند. این سینی با سرعت حول محور وسط خود می چرخد و مواد مذاب شیشه در اثر نیروی گریز از مرکز به بدنه سینی اصابت نموده و از سوراخهای بسیار ریزی که در لبه سینی موجود است به بیرون پرتاب می شود. در آنجا این الیاف بوسیله هوا سرد شده و با همدیگر دسته می شود و بر حسب نیاز به ضخامتهای یک اینچ و یا دو اینچ روی هم قرار می گیرد و این ورقه ها را روی کاغذ سربی یا کاغذ قیری و یا تور الیاف دار تابلویی قرار می دهند و در بسته های ۲۰ متری یا ۱۰ متری به بازار عرضه می نمایند.

۷-۲- پشم سنگ (Stone wool)

پشم سنگ یا پشم معدنی از الیاف مصنوعی شیشه ای شکل بقطر دو تا بیست میکرون ساخته شده و عایق مطلوبی است که در صنعت و ساختمان کاربرد گسترده ای دارد. وزن مخصوص پشم

سنگ باتوجه به نوع آن از ۱۵۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم برترمکعب بوده و ضریب قابلیت هدایت گرمایی آن $\lambda/mc = 0.4$ وات بر متر درجه سانتی گراد) می باشد .

مهمترین ویژگی آن مقاومت استثنایی آن در مقابل آتش می باشد . در محدوده ۶۰۰ تا ۸۰۰ درجه سانتیگراد و در مقابل شعله مستقیم آتش نزدیک به ۴ ساعت مقاومت میکند . نقطه ذوب الیاف بیش از ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد است. از دیگر ویژگیهای پشم سنگ میتوان به موارد ذیل اشاره نمود :

۱- پشم سنگ عاملی برای جلوگیری از انتقال ضربه ، لرزه ، صدا و ارتعاشات ناشی از بارهای دینامیکی می باشد .

۲- محیط مناسبی برای نفوذ و رشد آفت ، قارچ ، باکتری و حشرات موذی نمی باشد .

۳- هنگام کار به دست آسیب نمی رساند .

۴- یک ماده غیر آلی و با محیط زیست کاملاً سازگار است .

پشم سنگ از ذوب سنگهای مارنی و رسهای آهکی ، سنگهای سیلیسی و سنگهای بازالتی و دیاباز بدست میآید . مذاب بدست آمده از این سنگها که در کوره ذوب گردیده اند (بعنوان نمونه سنگهای بازالتی و دیاباز به صورت سیلیکات مذاب در میآید) بر روی دستگاه اسپینر می ریزند و بصورت الیاف بسیار ظریف در میآید . در این مرحله الیاف به رزین فنلیک آغشته می شوند تا به هم پیوند بخورند . این عامل پیوندی باعث انسجام الیاف و در نتیجه حفظ شکل کلی عایق میشود . از این عایق برای عایق کاری حرارتی ، برودتی و صوتی در ساختمانهای مختلف استفاده میشود .

۷-۳- چوب پنبه

چوب پنبه از پوست درخت بلوط بدست میآید . بدین ترتیب که ابتدا پوست درخت را خرد می کنند و پس از تمیز کردن ، آن را می پزند . در حین پختن رزین طبیعی آن خارج میشود و بطور یکنواخت و همگن به تکه های چوب می چسبد . محصول نهایی چوب پنبه نامیده میشود . بافت چوب پنبه متخلخل و وزن مخصوص آن ۰/۲ گرم بر سانتیمتر مکعب می باشد .

چوب پنبه را ممکن است با سیمان یا مواد قیری مخلوط نمایند و به صورت قطعاتی سبک در ساختمان بکار ببرند. وزن مخصوص این قطعات در حدود ۲۱۰ کیلوگرم بر مترمکعب است. این قطعات متخلخل اند و وزن آنها سبک است و در برابر گرما و رطوبت پایداری دارند. چوب پنبه جسمی است کشسان و در برابر صدا و الکتریسته عایق خوبی به حساب می آید.

۷-۴- آزبست و فرآورده های آزبست سیمانی

آزبست که ترکیبی از سیلیکات کلسیم و منیزیم است از عناصر معدنی است که به صورت الیاف در رنگهای مختلف در طبیعت یافت میشود. این جسم غیرقابل اشتعال است و در برابر اسیدها نیز مقاومت دارد. بر همین اساس در اتصالات لوله های بخار و همچنین در ساخت پوششهای مقاوم در برابر آتش از آن استفاده می کنند.

فرآورده های آزبست سیمانی، مخلوطی است از آزبست و سیمان پرتلند که بصورت ورقهای صاف و موجدار و همچنین لوله در کارخانه ساخته میشود. ورقهای آزبست سیمانی که در پوشش سقف پشت بام بکار میرود نسبت به ورقهای آهنی قابلیت هدایت گرمایی کمتری دارد و از نظر اقتصادی نیز به صرفه است. لوله های آزبست سیمانی همچنین در شبکه های لوله کشی آب و فاضلاب شهرها و ساختمانها بکار می رود.

از آزبست برای ساخت لباسهای نسوز، کاغذهای نسوز، کاغذهای آزبستی، مواد مالشی و حرارتی (صفحه کلاچ، لنت ترمز و انواع واشر) و بعنوان ماده پرکننده (در آسفالت، رنگ، کاشی و پلاستیک) استفاده میشود.

روشهای آزمایش و همچنین ویژگیهای فرآورده های آزبست سیمان باید مطابق با استانداردهای ملی ایران به شماره های ۴۰۵، ۴۲۹، ۵۷۵، ۶۳۱، ۱۱۷۶۶ و ۱۱۶۵ باشد.

بخش دوم - مصالح فلزی

فلزات بصورت خالص و یا بصورت ترکیبی از چند فلز در ساختمان مورد استفاده قرار میگیرند که عمده ترین و معمولترین آنها بشرح زیر میباشد :

۱- آهن و آلیاژهای آن : (Iron)

آهن در ساختمان بصورت چدن و فولاد مصرف میشود . آهنی که چدن و فولاد از آن بعمل میآید ابتدا بصورت آهن خام از گداختن سنگ آهن در کوره های آهنگدازی تهیه میشود . آهن که وزن مخصوص آن برابر $7/87$ گرم بر سانتی متر مکعب است ، در طبیعت بصورت خالص موجود نیست و معمولاً به صورت اکسید یا کربنات و یا سولفید آهن همراه با مقداری از مواد دیگر در پوسته جامد زمین یافت میشود . از کانیهای معروف آهن می توان به مگنیت ، هماتیت ، لیمونیت و پیریت اشاره نمود . فرآورده های آهن را برحسب مقدار کربن موجود در آن به سه گروه به شرح زیر تقسیم میکنند :

۱- آهن خام : آهن خام که مقدار کربن آن در حدود ۳ تا $4/25$ درصد است و علاوه بر کربن ترکیبات دیگری نظیر سیلیسیم ، منگنز ، گوگرد و فسفر نیز دارد . از لحاظ اعمال مکانیکی مانند نوردکاری ، چکشکاری ، پرسکاری و غیره دارای خواص نامناسبی است . نقطه ذوب آهن خام ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد است که پائین تر از نقطه ذوب فولاد است . آهن خام برای انجام اعمال مکانیکی ، حتی بصورت گرم نیز نامناسب است و خاصیت جوش پذیری ندارد . به همین دلیل آهن خام مصرف مستقیمی در صنعت ندارد و فقط برای تهیه چدن و فولاد از آن استفاده میکنند و انواع آن آهن خاکستری ، آهن خام سفید و آهن خام نیمه خاکستری است .

۲- چدن : چدن از ذوب مجدد و تصفیه آهن خام بدست می آید . (Cast Iron)
ویژگیها : مقدار کربن آن ۳ الی ۴ درصد است . - چدن ترد و شکننده است . - نقطه ذوب چدن ۱۱۰۰ تا ۱۳۰۰ درجه سانتیگراد است . - مقاومت فشاری چدن نسبتاً خوب ولی مقاومت کششی آن ناچیز است . - چدن کمتر از فولاد زنگ میزند .

درساختمانهای قدیمی چدن را برای ساختن ستونهای فشاری و همچنین در پلسازی بکاربرده اند . در حال حاضر درکارهای ساختمانی برای ساختن اجزاء باربر از چدن استفاده نمی کنند ولی در ساخت لوله های فاضلاب ، دیگهای حرارت مرکزی ، رادیاتورهای ویژه مصرف در جاهای نمناک نظیر حمامها و غیره و همچنین در ساختن دریچه های بازدید و کنتور آب و مانند آنها چدن را بکار میگیرند .

۳- فولاد و انواع آن : (Steel)

بیشتر آهن خامی را که از کوره بلند بدست می آید ، برای تهیه فولاد بکار می برند . بدین ترتیب که آهن خام را ذوب و مواد خارجی نظیر کربن ، سیلیسیم ، منگنز ، گوگرد و فسفر را از آن جدا کرده و مقداری معین کربن به آن اضافه می کنند . امروزه روشهای مختلفی برای تهیه فولاد بکار میرود که مهمترین آنها روشهای بسمه توماس ، زیمنس مارتین یا کوره های باز و کوره های الکتریکی است . باتوجه به درجه خلوص بیشتر و خواص مرغوبتر تهیه فولاد به روش کوره های باز ، امروزه بیشتر فولاد مصرفی ساختمان را بدین طریق تهیه می کنند .

یکی از مشخصه های فولادهای ساختمانی ، حداقل مقاومت نهایی فولاد در آزمایش کشش استاندارد است که آنرا برحسب کیلوگرم بر میلیمتر مربع ، بصورت نمادین ، با د و حرف S t می نویسند .

مانند فولاد St₃₇ ، St₄₄ ، St₅₂ و غیره . بطور کلی خواص فولادهای ساختمان باید با استاندارد شماره ۱۶۰۰ ایران مطابق باشد .

فولادهای ساختمانی در انواع و با مقاومتهای مختلف تهیه میشود که معمولترین آنها عبارتند از :

۱- فولاد کربنی : فولادی است که خواص اصلی خود را مرهون وجود کربن میباشد و غیر از منگنز اجزاء آلیاژی دیگری به آن اضافه نمی شود . براساس مقدار کربن این نوع فولادها به سه دسته تقسیم می گردند :

الف - فولاد نرمه با حدود $0/09$ تا $0/25$ درصد کربن

ب - فولاد با کربن متوسط حدوداً دارای $0/25$ تا $0/55$ درصد کربن

ج - فولاد با کربن زیاد حدوداً دارای $0/6$ تا $1/2$ درصد کربن

فولادهای نرمه و فولادهای با کربن متوسط ، بعلت دارا بودن مقاومت قابل توجه توام با قابلیت تغییر شکل و نرمی ، در کارهای ساختمانی و صنعتی مصرف زیاد دارد .

۲- فولاد آلیاژی : این نوع فولاد بر حسب افزایش اجزاء آلیاژی در حیطه و محدوده معینی تعریف و طبقه بندی میگردد .

۳- فولاد کم آلیاژی و پرمقاومت : نوعی فولاد است که دارای ترکیبات شیمیایی مخصوصی بوده و خواص مکانیکی و مقاومت در برابر خوردگی بهتری نسبت به فولادهای معمولی کربنی ارائه می دهد .

۴- فولاد مقاوم در برابر حرارت و زنگ زدگی : فولادهایی می باشند که مقاومت فوق العاده ای در برابر حرارت و خوردگی فراهم می نمایند و این با افزودن کرم و نیکل به فولاد کربنی حاصل می گردد .

۵- فولادهای ابزاری : همان فولاد کربنی یا فولاد آلیاژی میباشد که قابلیت سخت شدن و بازگشت را داشته و برای ابزاری جهت برش و قالب گیری بکار میرود .

بطور کلی عناصری که در تهیه انواع فولادها استفاده میشوند ، عبارتند از کرم ، منگنز ، کبالت ، وانادیم ، نیکل ، تنگستن ، مولیبدن ، مس ، سرب ، نیوبیوم و سیلیس که در جدول (۱) خصوصیات مهم انواع فولادها ذکر گردیده است .

جدول 1- خصوصیات مهم انواع فولادها (کسلر، ۱۹۷۶)

نوع فولاد	خصوصیات مهم
کرم دار	ضد زنگ، مقاوم در حرارت بالا
منگنز دار	مقاوم، مقاومت سایشی بسیار خوب، سخت
وانادیم دار	مقاوم، حادی خوب، خاصیت ارتجاعی خوب
نیکل دار	ضد زنگ، سخت و مقاوم
مولیبدن دار	مقاوم، حادی، مقاوم در برابر شوک و ضربه
تنگستن دار	سختی بالا و مقاوم در حرارت بالا
کبالت دار	دارای خاصیت مغناطیس دائم، مقاوم در حرارت بالا
مس دار	ضد زنگ و قابل استفاده در قطعات ماشین
نیوبیم دار	مقاوم در حرارتهای بالا
سیلیس دار	مقاوم در برابر حرارت و سایش، ضد زنگ

- انواع اشکال و نیمرخهای فولاد ساختمانی

برای استفاده از فولاد به عنوان عضو ساختمانی باید آنرا به شکل مناسب در آورد. مهمترین نوع و شکل فولادهای ساختمانی، از لحاظ نیمرخهایی که به طریق نورد گرم و یا نورد سرد به دست میآید، عبارتند از:

الف - تیر آهن نیمرخ I: این نیمرخ از مهمترین نیمرخهای مصرفی در ساختمانهای فلزی است و مقاومت آن در مقابل خمش زیاد است. انواع متداول نیمرخهای I عبارت است از: نیمرخ معمولی

INP، نیمرخ بال پهن IPB، نیمرخ IPE

ب - نیمرخ U یا ناودانی: این نیمرخ بصورت تک، در مقابل خمش ضعیف است و برای همین آنرا در تیرهای مرکب و مشبک و همچنین بصورت جفت بکار میبرند. طرز نمایش نیمرخ ناودانی به صورت UNP یا CNP است.

پ - نیمرخ نبشی : نبشی به دو صورت نبشی با بالهای مساوری و نبشی با بالهای نامساوی ساخته میشود . این پروفیل را در ساختمانهای فلزی ، بخصوص در ساختن اشکال مرکب بکار می برند . ویژگیهای نبشی باید با استانداردهای شماره ۱۷۹۲ و شماره ۱۹۷۴ ایران مطابقت داشته باشد. (L)

ت - نیمرخ سپری : این نیمرخها بر دو نوع هستند :

- سپریهایی که قاعده شان دو برابر ارتفاعشان است .

- سپریهایی که ارتفاع و قاعده شان باهم برابر است .

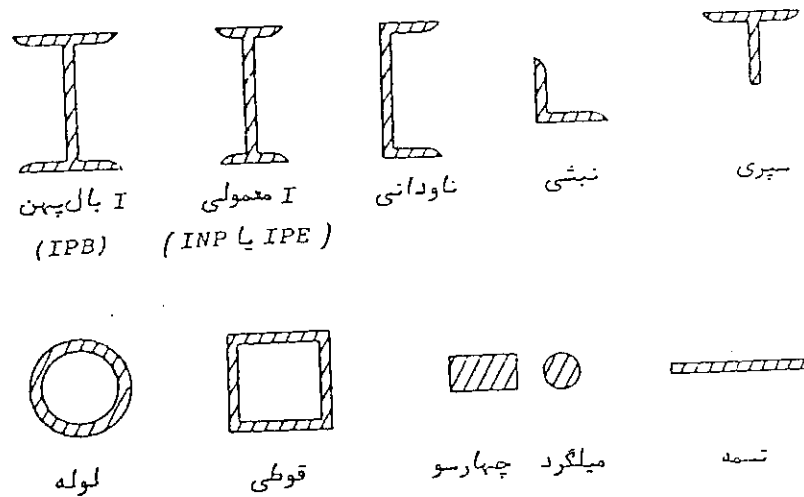
این پروفیل را در کارهای ساختمانی مانند ساختن شیروانی ، درو پنجره ، اسکلت و سقف کاذب مصرف می کنند .

ث - نیمرخ Z : این پروفیل را برای زیرسازی و بستن ورقهای فلزی یا ورقهای آزیست سیمانی در سقفهای شیب دار بکار می برند .

ج - ورق و تسمه : ورق و تسمه ، که رل عمده ای در ساختمانهای فلزی دارند ، در ساختن قطعات مرکب نظیر تیرهای مرکب ، ستونهای مرکب و تقویت آنها بکار می رود . ورقهایی را که عرض آنها کمتر از ۱۶۰ میلیمتر است تسمه می نامند . مشخصات ورقهای فولادی و آزمایشات آنها باید مطابق با استانداردهای شماره ۱۰۲۴ - ۱۰۰۱ - ۴۴۰ ایران باشد .

چ - میلگردها ، نیمرخهای چهارگوش و شش ضلعی : میلگردها و نیمرخهای چهارگوش و شش ضلعی در گروه های نرم ، نیم سخت و سخت طبقه بندی می شوند . میلگردها بصورت ساده یا آجدار ، به قطرهای ۵ تا ۲۲۰ میلیمتر و نیمرخهای چهارگوش از مقطع ۶×۶ تا ۱۵۰×۱۵۰ میلیمتر و نیمرخهای شش ضلعی با بعدهایی از ۱۳ تا ۱۰۳ میلیمتر ساخته میشوند . حد جاری شدن میلگردها با توجه به گروه آنها از 2200 Kg/CM^2 در مورد فولادهای نرمه ، 3400 Kg/CM^2 ، 4200 برای فولادهای نیمه سخت و 5000 Kg/CM^2 برای فولادهای سخت متغیر است . میلگردهای گرم نوردیده باید با استاندارد شماره ۱۷۹۷ ایران مطابق باشد .

ح - سایر نیمرخها : علاوه بر نیمرخهایی که در بالا نام برده شد ، نیمرخهای سرد نوردیده ای در اشکال و اندازه های مختلف وجود دارد که بیشتر در ساختن در و پنجره آهنی مصرف میشوند . مشخصات مکانیکی این نیمرخها در کاتالوگهای کارخانجات سازنده ارائه می گردد .



شکل (۱) نیمرخهای ساختمانی

۲- آلومینیوم (Alumium)

آلومینیوم فلزی: نقره ای رنگ با جلای فلزی، نرم، سبک و دارای قابلیت شکل پذیری زیاد می باشد. پس از آهن پرمصرفترین فلز صنعتی بشمار میرود و در صنعت ساختمان نیز همانند صنایع دیگر کاربرد گسترده ای دارد. آلومینیوم را از سنگ معدن آن بنام بوکسیت آلومینیوم و به وسیله عمل الکترولیز تهیه می کنند. آلومینیوم دارای حد گسیختگی در حدود ۹۲۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع است. این مقاومت با اضافه شدن مقداری فلزات دیگر افزوده میشود.

همچنین نورد سرد نیز این مقاومت را تا حدود ۱۷۰۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع افزایش می دهد. وزن مخصوص آلومینیوم بطور متوسط $2/8$ گرم بر سانتیمتر مکعب است که در حدود $1/3$ وزن مخصوص فولاد ساختمانی میباشد و دمای ذوب آن 660 درجه سانتیگراد است. ضریب کشسانی (الاستیسته) آن در حدود $1/3$ ضریب کشسانی فولاد و ضریب انبساط گرمایی آن در حدود ۲ برابر فولاد است. آلومینیوم دارای هدایت الکتریکی بالایی بوده و یک هادی حرارتی مناسب میباشد. همچنین انعکاس دهنده خوبی در مورد حرارت، نور و دیگر اشکال انرژی تشعشعی میباشد. از دیگر محاسن عمده آلومینیوم در مقایسه با فولاد میتوان به آسانی ساخت و برش و شکل دادن به آن، پایداری قابل توجه در برابر خوردگی و سبکی وزن آن اشاره نمود. با توجه به سبکی وزن آلومینیوم با بکاربردن آن به جای فولاد مقدار قابل توجهی از وزن قطعات ساختمانی کاسته میشود که با وجود گرانی قیمت آن می تواند به خوبی با مصالح فولادی رقابت کند. برای اتصالات قطعات ساختمانی آلومینیومی می توان از پرچ و جوش استفاده کرد. آن دسته از آلیاژهای آلومینیومی را که قابلیت جوش پذیری خوبی ندارد. با پرچ به هم متصل می کنند. در بقیه نمونه ها برای اتصاف از جوش استفاده میشود. بطور کلی مصارف مهم آلومینیوم در صنایع هوایی، ساختمانی، الکتریکی و ماشینهای سبک وزن میباشد.

- آلیاژهای آلومینیوم:

مقاومت مکانیکی و دیگر خصوصیات آلومینیوم را میتوان بوسیله اضافه نمودن یک یا چند عنصر تحت شرایط تقریباً کنترل شده بهبود بخشید که در نهایت منجر به تولید یکسری از آلیاژهای

آلومینیوم می گردد. هر جزء یا عنصر آلیاژی که به تنهایی یا در ترکیب با دیگر عناصر به آلومینیوم اضافه می گردد خصوصیات مشخصی را به آلیاژ تولید شده انتقال می دهد. مقدار اندکی منگنز استحکام آلومینیوم را افزایش میدهد. در صورتیکه سیلیسیم یا منیزیم هر دو با یکدیگر آلیاژی را که دارای مقاومت خوردگی خوب و استحکام بهتر می باشند، پدید می آورند که تقریباً مشابه فولاد نرم خواهد بود. مس و روی برای تولید آلیاژی با نسبت مقاومت به وزن بالا بکار میروند. نیکل، کرم، تیتانیم، کادمیم و قلع نیز ممکن است به مقادیر کمی استفاده شوند تا خصوصیات ویژه ای را بوجود آورند. آلیاژهای آلومینیوم را که در کارهای ساختمانی مصرف می شود از نظر مقاومت به دو گروه تقسیم می کنند:

الف - آلیاژهای آلومینیوم با مقاومت نسبتاً کم که بیشتر برای ورقهای موجدار پوشش تیغه های سبک در ساختمانهای بلند، در بعضی منابع نگهداری مایعات و غیره بکار می رود.

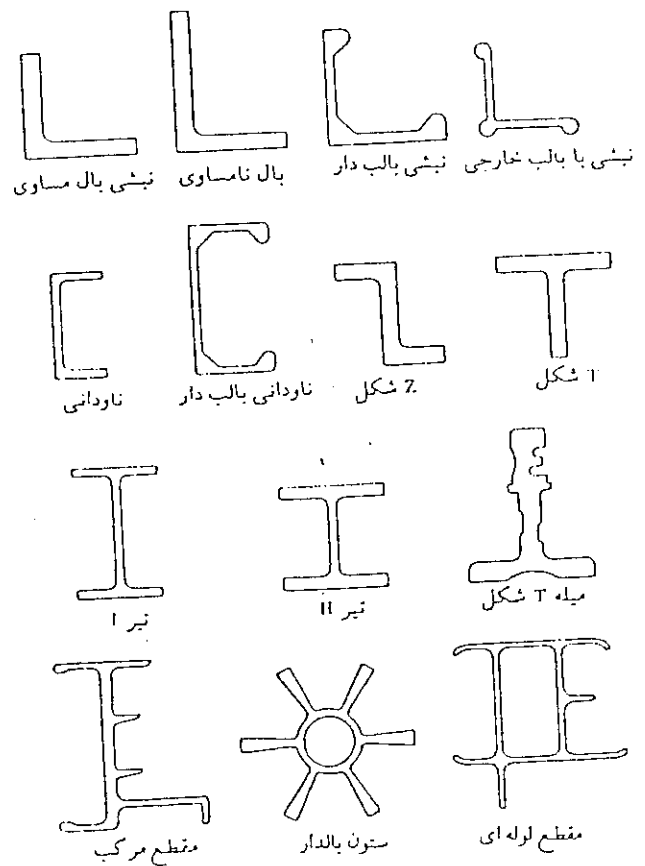
ب - آلیاژهای آلومینیوم با مقاومت زیاد که در قطعات باربر اصلی در کارهای ساختمانی به کار میروند.

آلیاژهای ساختمانی آلومینیوم را به صورت پروفیلهای مختلف، ورق و میلگرد و غیره تهیه می کنند. نیمرخهای آلومینیوم را یا از طریق نورد کاری و یا از طریق کشیدن و حدیده کردن به دست می آورند.

- کاربرد آلومینیوم در ساختمان

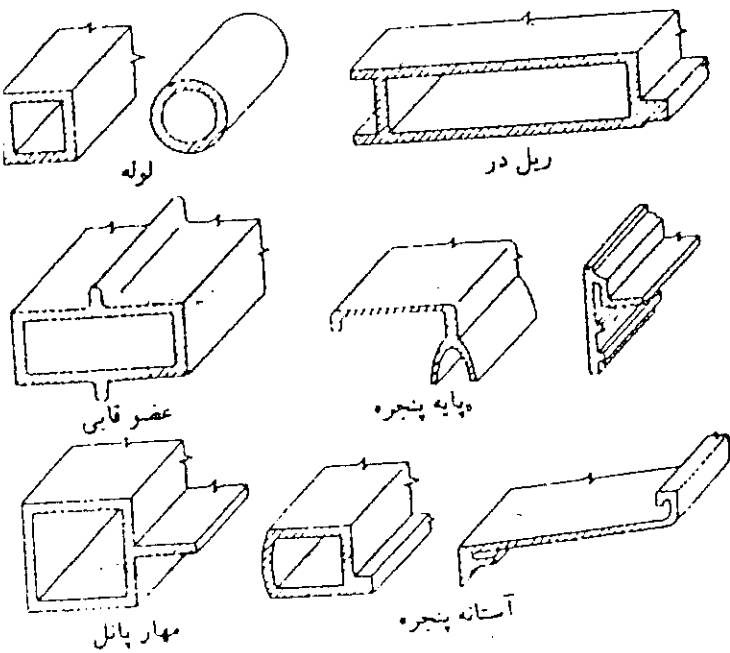
خصوصیات و خواص آلومینیوم، آنرا به عنوان یکی از پرمصرفترین مصالح ساختمانی در آورده است. از آلومینیوم مصالح سازه ای، مصالح معماری و گستره وسیعی از مصالح کمی ساخته می شوند. مقاطع سازه ای آلومینیوم همانند فولاد تنوع بسیاری دارد که نمونه هایی از آنها در شکل (۲) نشان داده شده است. بعنوان اعضای سازه ای، در ساخت ساختمانها بکار میروند. برای ساخت اتصالات از هر دو روش برچ و جوش استفاده میشود. مقاطع معماری که تعدادی از آنها در شکل (۳) نشان داده شده است، جهت مقاصد پرداخت کاری یا مسائل تزئینی به کار می روند. کاربرد عمده این محصولات در چهارچوبهای در و پنجره، قابهای پرده ای، آستانه ها، کف

پله ها، نرده ها، پلکانهای در و پنجره، دست اندازها، میله ها، جرزها و ... می باشد. یکی از پرمصرفترین مصالحی که بعنوان مصالح کمکی در ساخت بکار میرود ورق آلومینیومی می باشد که در گونه های بسیار متفاوت و فراوانی تولید می گردد. ورقهای ساده برای بامها و کناره ها، فلزاهای بازتابشی، آگذرهای بام، بادسنج ها، کلاهکهای دودکش، کانالهای هوا، تیغه های بادگیر و ... استفاده می گردند. ورق خیلی نازنک آلومینیومی بعنوان سدی در برابر حرارت و بخار روی دیوارها و سقف و بعنوان عایقهای منعکس کننده بکار میرود.



شکل (۴) مقاطع سازه ای آلومینیومی

شکل (۳) مقاطع معماری آلومینیومی



۳- مس (Copper)

فلزی است به رنگ سرخ با جلای فلزی، نسبتاً نرم دارای قابلیت چکش کاری خوب و درحالت سرد به آسانی تا میشود ولی نمی شکند. بعد از نقره بهترین هادی جریان الکتریسیته به شمار میرود. در صنعت مس پس از آهن و آلومینوم، پرمصرفترین فلز است. وزن مخصوص ۸/۹ گرم بر سانتیمتر مکعب است و در دمای ۱۰۸۳ درجه سانتیگراد آب میشود. مس در ساختمان بصورت ورقهای مسی، انواع سیمهای برق، لوله های مسی، بکار میرود و نزدیک نیمی از فرآورده های مسی جهان در صنعت برق مصرف میشود. سنگ معدنی مس، به مقدار زیادی شامل سولفیدهای مس میباشد که از جمله سولفیدها می توان کالکوپیریت - برنیت - کالکوسیت را نام برد. با استفاده از روشهای خاصی مس را از این سنگهای معدنی جدا نموده و با ذوب آنها در قالبهای مخصوص ریخته شده و در مراحل بعدی میتوانند بصورت میله سیم، ورق، نوار، لوله و ... درآمده و بکار روند. حدود ۵۳ درصد از مس تولیدی به مصارف الکتریک، ۱۶ درصد به مصارف ساختمانی، ۱۲ درصد ساخت قطعات ماشینی و ۱۹ درصد باقیمانده به مصارف دیگر میرسد.

آلیاژهای مس:

مهمترین آلیاژهای مس عبارتند از:

- ۱- برنج: برنج ها مهمترین آلیاژ مس می باشند. آنها اساساً آلیاژهای مس و روی می باشند. اگرچه میتوان مقادیر کمی از دیگر عناصر، بویژه سرب و قلع را جهت بدست آوردن خواص ویژه در آنها بکار برد. میزان روی ممکن است از ۵ تا حدود ۴۰ درصد متغیر باشد که طیف گسترده ای از رنگها و خواص را نتیجه می دهد. برنج تجارتي معمولی شامل ۴/۵ تا ۷۰ درصد مس میباشد. اگرچه زمانیکه قلع، سرب یا دیگر عناصر اضافه می گردند، درصد مس می تواند به ۶۰ درصد تقلیل یابد. انعطاف پذیرترین ورقها شامل ۷۰ درصد مس و ۳۰ درصد روی میباشند. برنج سرخ، برنج تجارتي (یکنوع برنج) و فلز طلاکاری شده به دلیل داشتن رنگهای غنی، در کاربردهای معماری و سخت افزاری استفاده می شوند.

اضافه نمودن یک عنصر یا عناصر بیشتری به برنج طیف وسیعی از آلیاژهای مفید را نتیجه می دهد .

۲- برنز : برنرها آلیاژهای مس و قلع بوده و بعضی از آنها، تحت عنوان برنرهای ففسری مشهورند که شامل بیش از ده درصد قلع و درصد کمی فسفر میباشد . برنز در تولیدات ففرباکار میرود . برنزهای آلومینیومی فاقد قلع می باشند . امامکن است شامل بیش از حدود ۱۰ درصد آلومینیوم و بعضی اوقات مقادیر و بعضی اوقات مقادیر کمی از دیگر عناصر باشند . این الیاژها در جاهایی مفید میباشد که مقاومت بالا و مقاومت در برابر خوردگی لازم باشد . برنرهای سیلیسی مقاومت کششی بالایی دارند و دارای مقاومت در برابر خوردگی فراوانی نیز می باشند . این آلیاژها در ساخت پیچهای پرمقاومت و مته ها ، مخازن آب و ماشین های جمع آوری فاضلاب و همچنین در صنایع شیمیایی بکار می روند .

۳- آلیاژهای شامل نیکل : تعدادی از آلیاژهای مس شامل نیکل بعنوان جزء اصلی آلیاژی می باشند که یکی از آنها نقره نیکل می باشد که شامل ۵۵ تا ۷۰ درصد مس ، ۱۰ تا ۱۸ درصد نیکل و مقادیر کمی روی می باشد . این آلیاژ اساساً برای ورقهای نقره ای استفاده میشود . آلیاژ دیگر آلیاژ مسی نیکل بوده ، که شامل نیکل در حدود ۱۰ تا ۳۰ درصد میباشد . این ماده دارای مقاومت خوردگی بالا بوده و بویژه در محیطهای شیمیایی و لوله های ویژه انقباض مفید می باشد . موند حدود ۶۸ درصد نیکل ، ۲۹ درصد مس و مقادیر کمی آهن و منگنز را شامل میشود . این ماده از دیگر موادی است که دارای مقاومت خوردگی بالایی می باشد .

در پایان ذکر این نکته ضروریست که مس از نقطه نظر رنگ همانند مقاومت در برابر خوردگی فلز بسیار عالی در معرض هوای آزاد میباشد . مس ابتدا رنگ قهوه ای گرفته و سپس به رنگ دائمی سبز روشن در میآید . همچنین رنگ سبز میتواند بطور مصنوعی ایجاد شود . رنگ ابتدایی مس را میتوان با پوشش فلزی با جلای روشن حفظ نمود .

۴- سرب (Lead)

سنگین ترین و نرمترین فلز صنعتی است. رنگ سرب سفید با ته رنگ آبی (خاکستری روشن) است. در برابر هوا اکسیده میشود یک پوسته اکسید به رنگ خاکستری روی آنرا می پوشاند. سرب را به آسانی میتوان به اشکال مختلف درآورد و درحالت سرد دارای قابلیت چکش کاری و برش و تا خوردن و نورد است. وزن مخصوص آن برابر $11/34$ گرم بر سانتیمتر مکعب است و در گرمای 327 درجه سانتیگراد ذوب می شود. آلیاژ مهم آن مفرغ (سرب و قلع) می باشد. سرب در طبیعت به صورت سولفید، سولفات، کربنات در نمکهای سرب یافت میشود. منبع اصلی سرب سنگ معدنی شامل گالن (سولفید سرب PbS) میباشد. در ابتدا این مواد را سرخ می نمایند تا به شکل کلوخه یا تکه هایی از اکسید سرب در آیند. اکسید سرب همراه با زغال سنگ، اکسید آهن و آهک به داخل کوره بخار هدایت میشود. سرب در ته کوره جمع آورده و در مجراهایی قرار میگیرد. برای پالایش بیشتر با حرارت دادن سرب در یک کوره انعکاسی در حضور هوا انجام میگیرد. بیشتر ناخالصیها اکسید شده و بصورت گاز خارج میشوند. سرب به طرق مختلف در ساختمان بکار میرود که ازجمله به موارد ذیل میتوان اشاره نمود: در ساختمان، سرب را بصورت ورق سرب برای آب بندی بامها و کفها و پی بکار میبرند. برای آب بندی اتصالات لوله های چدنی شمش سرب را آب می کنند و آنرا توام با کف بکار میبرند. همچنین بصورت صفحاتی برای سطوح انعکاسی و پانلهای دیواری مثلی شکل استفاده میشود. برای کارهای تزئینی نیز از سرب استفاده میشود. بعلا قابلیت خم پذیری عالی صفحات سربی، برروی سطح نا هموار براحتی جفت می شوند. سرب سخت از ترکیب آنتیموان با سرب تولید می شود که برای آبروهای شیروانی و قالب استفاده میگردد. همچنین از سرب در تهیه لوله های سربی، حروف چاپی، ساخت باطری، ورقه های سرب، پوشش سیم، مهمات جنگی و حفاری استفاده میشود. در سرامیک سازی بعنوان ماده رنگی بکار میرود و ترکیبات آرسنیک دار آن در حشره کشها و نترات آن در رنگرزی استفاده میشود.

۵- روی (Zinc)

فلزی است سفید با ته رنگ آبی و بدون جلا برای استخراج روی به کربنات روی یا سولفور روی گرما می دهند تا به اکسید روی تبدیل شود. سپس اکسید روی را در کوره با کک گرما می دهند تا کربن کک اکسیژن آنرا بگیرد و روی خام، بدست آید. وزن مخصوص روی برابر ۷/۱۴ گرم بر سانتیمتر مکعب و نقطه ذوب آن برابر ۴۱۹ درجه سانتیگراد است. روی و فلزهای دیگر را نباید باهم مصرف کرد. زیرا آبهای اسید دار و نمکدار مانند محلول الکترولیز به تجزیه الکتریکی عمل می کنند و باعث حل شدن روی می شوند. برای همین باید در جاهای نمناک، میخهایی را که به ورق روی و آهن سفید کوبیده می شوند قیراندود کرد. ملاتهای تازه، سیمان، آهک و گچ در روی اثر می کنند و نباید به روی یا فولاد روی اندود شده (آهن سفید) بچسبند. باید اینگونه ورقها را قیر اندود کرد یا سطحشان را با مقوای قیری یا کاغذ روغنی پوشانید.

مصارف مهم روی در اتومبیل سازی، لوازم آشپزخانه، دودکش فولاد (گالوانیزه کردن) تهیه آلیاژ برنج، لحیم کاری، قوطیهای خمیردندان، چسب و غیره میباشد. اکسید و سولفور روی به عنوان ماده رنگی سفید در رنگ سازی و تهیه پلاستیک استفاده میشود و سولفات روی در رنگرزی و ساخت چسب به مصرف میرسد. کلرور روی در لحیم کاری و جلوگیری از فساد چوب استفاده میشود.

۶- قلع (Tin)

قلع خالص به رنگ سفید براق و به وزن مخصوص $7/3$ است . این فلز چکش خوار بوده و دمای ذوب آن به $231/9$ درجه سانتیگراد می رسد . قلع عموماً از سنگ معدنی کاستریت که یک نوع اکسید قلع میباشد و در واقع مهمترین کانی قلع است تولید میشود . برای تغییر و تحول سنگ معدنی از یک کوره انعکاسی استفاده میشود و قلع بوسیله پالایش الکترولیزی بیشتر پالایش می گردد . بدلیل مقاومت قلع در برابر خوردگی ، این فلز بطور وسیعی در روکش صفحات فولادی و آهنی بام استفاده میشود . این صفحات زمانی که با ترکیب 25 درصد قلع و 75 درصد سرب روکش می شوند ، تحت عنوان حلب سربی شناخته میشوند . ورقهای روکش شده با قلع خالص ورق قلعی روشن نامیده میشوند . از قلع در لحیم کاری و تهیه آلیاژهایی همانند برنز (مس و قلع) و مفرغ (قلع و سرب) استفاده میشود .

برای کتب اطلاعات بیشتر در زمینه حقوق از مصالح ساختمانی به کتابخانه‌های ذیل مراجعه نمود.

- ۱- مصالح شناسی، تألیف میرویس کباری، انتشارات دانش و هنر
- ۲- مصالح ساختمانی، تألیف مهدی شاد، نظری، دعوی، محمد، مقدمه، انتشارات دانشگاه علم و صنعت
- ۳- مصالح ساختمان، تألیف احمد حامی، انتشارات دانشگاه تهران
- ۴- مصالح مهندس عمران، تألیف اسماعیل گنجیان و همکاران، انتشارات دانشگاه علم و صنعت
- ۵- مقررات ملی ساختمانی ایران - بحث ۵ - مصالح درزگرفته‌های ساختمانی، چاپ وزارت مسکن و شهرسازی
- ۶- نگهداری ترافیکی و بنا، تألیف احمد بنیان و همکاران، انتشارات مصاد و نظارت
- ۷- بتن شناسی (خرامی بتن)، دکتر حمزه غازی، انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه علم و صنعت
- ۸- سیمانهای طبیعی، تألیف احمد حامی، ناشر مرکز تحقیقات ساختمانی و مسکن
- ۹- دیرپایا و کاربردهای خودبند آلود، تألیف مهدی وید، مرکز تحقیقات ساختمانی و مسکن
- ۱۰- پسین‌بینی عمر مفید مصالح و اجزاء، ساختمان، مرکز تحقیقات ساختمانی و مسکن
- ۱۱- ماسر آنتن‌رادر، تألیف سادات زینتیا، مرکز تحقیقات ساختمانی و مسکن
- ۱۲- گچ، تألیف فاطمه جعفری‌پور، مرکز تحقیقات ساختمانی و مسکن
- ۱۳- لایب - کاماش - مثال، تألیف ج. مکره و م. الزعفر، انتشارات گسترش
- ۱۴- مناطق صنعتی خوب، ترجمه دارد با سازه‌ریزه معدنی، فائز پور، انتشارات دانشگاه تهران

و کتابخانه‌های متعدد دیگری که در این زمینه موجود دارند را می‌توان سرور استناد قرار بخشید.

آدرس‌های اینترنتی مرتبط با مصالح ساختمانی :

- ۱- سایت مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
www.bhrc.gov.ir
- ۲- انیستو مصالح ساختمانی دانشگاه تهران
<http://Cmi.ut.ac.ir>
- ۳- انجمن بتن ایران
www.ici.ir
- ۴- پایگاه تخصصی مهندس عمران و نازار ایران
www.Vojoudi.Com
- ۵- مرکز ساختمان ایران
www.irancivilcenter.com
- ۶- مرکز اطلاعات ساختمان و مسکن
www.icic.gov.ir
- ۷- سایت صنعت بتن ایران
www.irancement.com
- ۸- مرکز اطلاع رسانی عمران
www.omran.net

سایت های ایرانی در رابطه با ساختمان

www.weather.ir/farsi/	آب و هوای ایران
tec.mporg.ir/	آخرین بخشنامه های سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
www.itiran.com/ayin/show_user.asp	آیین نامه های مربوط به فناوری اطلاعات
www.iritn.com	اخبار فن آوری اطلاعات ایران
www.salammoheandea.com	اطلاعات مهندسی ایران
www.toptoop.com/homeen.html	اطلاعاتی راجع به معماری به زبان فارسی و انگلیسی
fa.issiran.com/	انجمن آهن و فولاد ایران
	انجمن بین المللی مستندات و مطالعات تحقیقی
www.isoces.org/hom.htm	انجمن مهندسان راه و ساختمان
www.iranbeton.com	ایران بتن
www.irancomposite.com	ایران کامپوزیت درباره مواد مرکب
www.iranhoo.com	بانک اطلاعات ایران
www.irancivil.com	بانک اطلاعات ساختمان
www.irnes.com	بانک اطلاعاتی خدمات مهندسی ایران
www.tamin.org.ir	بخشنامه ها و دستورالعملهای بیمه ای
mefa.ir/home-fa.html	پایگاه اطلاع رسانی وزارت امور اقتصادی و دارایی
www.iiees.ac.ir	پژوهشکده زلزله شناسی
www.faragamara.com/bakh_search.asp	جستجو در بخشنامه های سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
www.irnes.com	خبری و علمی عمران
www.nezam-mohandesi.ir	دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان
www.irirw.com	راه آهن (اخبار، مناقصات و ...)
www.rai.ir/site.aspx	راه آهن جمهوری اسلامی ایران
www.bam.3dup.net	راهنمای صنعت ساختمان در اینترنت
www.mpo-kh.ir	سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان خراسان
www.mporg.ir	سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور
www.nezam.hud.ir	سازمان نظام مهندسی ساختمان
www.iiees.ac.ir	سازمان نقشه برداری کشور
www.cao.ir/farsi/default.aspx	سازمان هواپیمایی کشوری
www.iranbuilders.com	سازندگان ایرانی
www.irost.com	سایت جدید شبکه علمی کشور
www.iransteel.net	شبکه اطلاع رسانی فولاد ایران
www.iransciencw.net	شبکه علمی کشور
www.tehrancouncil.com	شورای شهر تهران
mashhadshora.ir	شورای شهر مشهد
www.iranshoro.org	شورای عالی شهرسازی

www.irnes.com	صدور خدمات فنی مهندسی ایران
www.irancement.com/new_index.php	صنعت سیمان به همراه آگهی های مناقصه و مزایده
www.abadgar.org	کانون سراسری شرکت های ساختمانی و تاسیساتی
www.digilib.sharif.ac.ir	کتابخانه دیجیتال فارسی
www.irvl.net	کتابخانه های مجازی ایران
www.rah-o-sakhteman.com	ماهنامه راه و ساختمان
www.magiran.com	مجلات ایرانی
www.ici.gov.ir	مرکز اطلاعات ساختمان و مسکن
www.omran.net	مرکز اطلاعات عمران
www.ticiran.com/default.aspx	مرکز اطلاعات فنی ایران
www.irancivilcenter.com	مرکز اطلاعات مهندسی عمران ایران
www.civilhouse.ir	مرکز برگزاری دوره های تخصصی ساختمان
www.bhrc.gov.ir	مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن
www.tehrantraffic.com	مرکز کنترل ترافیک تهران
mashadtraffic.ir	مرکز کنترل ترافیک مشهد
www.irandoc.sc.ir	مرکز مدارک علمی ایران
www.irandoc.ac.ir	مرکز مدارک علمی ایران
www.tehran.ir/Default.aspx?tabid=3505&language=en-US	مزایده و مناقصه های شهرداری تهران
www.mpo-kh.ir/mosavab.asp	مصوبه های سازمان مدیریت و برنامه ریزی
www.iranbid.com/index.html	موتور جستجوی مناقصه ها و مزایده های داخلی و بین الملل ایران
www.shana.net	نفت (اخبار، مناقصات و ...)
www.irirw.com	وزارت راه و ترابری (اخبار، مناقصات و ...)
www.mhud.gov.ir	وزارت مسکن

سایت های خارجی در رابطه با ساختمان

www.skyscrapers.com	آسمانخراش های جهان
www.astm.org	انجمن آزمایش مواد ایالات متحده
www.asee.org	انجمن آموزشی مهندسی آمریکا ASEE
www.aci-int.org	انجمن بتن آمریکا ACI
www.precast.org	انجمن بتن پیش ساخته ایالات متحده
www.iaces.org	انجمن بین المللی دانشجویان رشته های مهندسی سازه
www.ipma.ch	انجمن بین المللی مدیریت پروژه
www.ben.ufl.edu	انجمن بین المللی مستندات و مطالعات تحقیقی ساختمان
www.issinge.org	انجمن بین المللی مکانیک خاک
www.iabse.ethz.ch	انجمن بین المللی مهندسی پل و سازه IABCE
www.ascconc.org	انجمن پیمانکاران بتن آمریکا
www.icri.org	انجمن ترمیم بتن ایالات متحده
www.awt.org	انجمن تکنولوژی آب آمریکا
www.ashrae.org	انجمن تهویه و گرمایش و تبرید آمریکا
www.csda.org	انجمن دوخت بتن ایالات متحده
www.pavement.com	انجمن روسازی بتنی ایالات متحده
	انجمن فولاد ساختمانی آمریکا AISC
www.concrete-pipe.org	انجمن لوله های بتنی آمریکا
www.chomarchitect.org	انجمن معماری کشورهای مشترک المنافع
www.nrmca.org	انجمن ملی بتن ایالات متحده
www.asce.org	انجمن مهندسان ساختمان آمریکا
www.greatbuildings.com	بانک اطلاعاتی بناها و آثار معماری
www.undp.org	برنامه عمران سازمان ملل
www.undo.org	برنامه عمرانی سازمان ملل
www.cerf.org	بنیاد تحقیقات مهندسی سازه CERF
www.seaoc.org	بنیاد مهندسان سازه کالیفرنیا
www.theses.org	پایگاه پایان نامه های الکترونیکی برخی از دانشگاه های جهان
www.cerf.org	تحقیقات شالوده ایالات متحده
www.csce.org	جامعه مهندسی سازه کانادا CSCE
www.aserc.org	جامعه سرامیک آمریکا
www.stanford.edu	دانشگاه استنفورد
www.berkeley.edu	دانشگاه برکلی
www.structhrae.com	ساختمان های معروف جهان
www.iso.ch	سازمان استاندارد جهانی
www.aashto.org	سازمان ایالتی ترابری و بزرگراه آمریکا
www.cmec.org	سازمان مصالح مهندسی ساختمان
www.usgs.gov	سازمان نقشه برداری ایالات متحده
www.concretenetwork.com	شبکه بتن

www.eccenet.org	شورای مهندسان سازه اروپا
www.architecturemag.com	طرح های معماری، اخبار، محاسبات، تکنولوژی ساختمان
www.greatbuilding.com	عظیم ترین بانک اطلاعاتی بناها و آثار معماری
www.ifhp.org	فدراسیون بین المللی برنامه ریزی و مسکن
www.fidic.org	فدراسیون بین المللی مهندسان مشاور
www.fmb.org.uk	فدراسیون ساختمان سازان عمده
www.coolhouseplans.com	فراهم آورنده طرح های منزل به شیوه اینترنتی
www.awwa.org	کارهای آبی ایالات متحده آمریکا
www.sciencedirect.com	مجلات تخصصی فنی
www.enr.com	مجله معتبر ENR درباره مهندسی
www.mrs.org	مجمع تحقیقات مصالح ایالات متحده
www.energy.arce.ukans.edu	مدرسه معماری و طراحی شهری
www.weet.net	مرکز جهانی اطلاعات تکنولوژی بتن
www.bia.org	مؤسسه آجر آمریکا
www.ansi.org	مؤسسه استانداردهای ملی آمریکا
www.pci.org	مؤسسه بتن پیش تنیده و پیش ساخته
www.cpci.ca	مؤسسه بتن پیش تنیده و ساخته کانادا
www.crsi.org	مؤسسه بتن مسلح آمریکا
www.imiweb.org	مؤسسه بین المللی اصول بنایی
www.icri.org	مؤسسه بین المللی ترمیم بتن
www.nrc.c/irc	مؤسسه تحقیق صنعت ساختمان
www.eeri.org	مؤسسه تحقیقات زلزله ایالات متحده
www.concrete-repair.com	مؤسسه جهانی ترمیم بتن
www.icpi.org	مؤسسه روسازی های بتنی آمریکا
www.aggregates.org	مؤسسه سنگ و ریزدانه آمریکا
www.portcement.org	مؤسسه سیمان پرتلند
www.cement.org	مؤسسه سیمان پرتلند
www.forms.org	مؤسسه قالب های بتنی
www.concrete.com(&.org)	مؤسسه کانکریت (بتن)
www.csinet.org	مؤسسه مشخصات فنی ساختمان
www.nist.org	مؤسسه ملی استاندارد و فن آوری
www.ntis.gov	مؤسسه ملی اطلاعات فنی
www.efn.org	مهندسی تحلیل سازه
www.engsoftwarecenter.com	نرم افزارهای مهندسی
www.icbo.org	همایش بین المللی متخصصان ساختمان

پیوست ها

وزن مخصوص یا وزن واحد حجم مواد مختلف ساختمانی

برگرفته از آیین نامه شماره ۵۱۹ استاندارد ایران

شرح	کیلوگرم بر متر مکعب
روغن نباتی	۱۰۰۰
گازهای مختلف (صفر درجه سانتیگراد و فشار یک اتمسفر)	
استیلن	۱/۱۷۷
اکسید دوکربن	۱/۲۵۰
انیدرید کربنیک	۱/۹۶۴
گاز روشنائی	۰/۵۶۰
هوای خشک	۱/۲۹۳
هوای مرطوب	۱/۳۰۰
اکسیژن	۱/۴۲۹
ازت	۱/۲۵۴
هیدروژن	۰/۰۸۹۵
چوب های مختلف در حالت خشک	
بلوط	۹۰۰
کاج	۶۰۰
دالغداغان	۶۵۰
توسکا	۵۰۰
زبان گنجشک	۷۰۰
صنوبر	۶۰۰
نارون	۷۰۰
شربین یا سیاه کاج	۵۰۰
ممرز	۷۰۰
تبریزی	۴۵۰
گردو	۶۵۰
چنار	۷۵۰
شمشاد	۹۰۰
چوب آزاد	۷۰۰
سپیدار	۵۰۰
لرک	۴۳۰
ملج	۶۵۰
یادآوری:	
ارقام فوق برای اطمینان (در محاسبه بارهای مرده) به مقادیر حداکثر در نظر گرفته شده است. ارقام بالا برای چوب های خشکی است که از اثر باران و رطوبت حفاظت شده اند. در صورتی که این وضع موجود نباشد باید ۵۰ کیلوگرم بر هر متر مکعب بر وزن آنها افزود. در مورد چوب های تازه بریده مقادیر فوق باید ۱/۸ برابر منظور شود.	

شرح	کیلوگرم بر متر مکعب
فلزات	
آلومینیوم	۲۷۰۰
آهن خام خاکستری	۷۲۰۰
آهن خام سفید	۷۷۰۰
چدن	۷۲۰۰
فولاد نرم	۷۸۵۰
سرب	۱۱۴۰۰
مس	۸۹۰۰
برنز	۸۵۰۰
روی	۷۲۰۰
قلع	۷۲۰۰
نیکل	۸۸۰۰
آنتیموان	۶۷۰۰
آرسنیک	۵۷۰۰
کرم	۶۹۰۰
برنج ریخته شده	۸۸۰۰
منیزیم	۱۷۰۰
منگنز	۷۰۰۰
بیسموت	۹۸۰۰
جیوه	۱۳۶۰۰
پلاتین	۲۱۴۰۰
طلا	۱۹۳۰۰
مایعات	
آب	۱۰۰۰
لجن	۱۱۰۰
اتر	۸۰۰
الکل	۸۰۰
نفت	۷۰۰
بنزین	۸۰۰
گلیسیرین	۱۲۵۰
روغن دانه	۱۰۰۰
روغن موتور	۱۰۰۰
نفت چراغ	۸۰۰
اسید سولفوریک	۱۶۰۰
اسید نیتریک	۱۵۰۰
اسید کلریدریک	۱۲۰۰
فیر ذغال سنگ	۱۲۰۰
شیر	۱۰۰۰

شرح	کیلوگرم بر متر مکعب
سنگ های طبیعی (وزن فضایی)	
گرانیت	۲۶۰۰ تا ۲۸۰۰
دیوریت - کابرو	۲۸۰۰ تا ۳۰۰۰
بازالت - ملافیر	۲۹۵۰ تا ۳۰۰۰
کفسنگ (توف)	۱۸۰۰ تا ۲۰۰۰
ماسه سنگ معمولی	۲۰۰۰ تا ۲۶۵۰
سنگ آهک توپر - دولومیت - مرمر	۲۶۵۰ تا ۲۸۵۰
سنگ آهک معمولی	۱۷۰۰ تا ۲۶۰۰
تراورتن	۲۴۰۰ تا ۲۵۰۰
گنیس	۲۶۵۰ تا ۳۰۰۰
شیست	۲۷۰۰ تا ۲۸۰۰
مصالح توده شده	
خاک - ماسه - گل رس خیس	۲۱۰۰
خاک - ماسه - گل رس مرطوب (۵٪)	۱۸۰۰
خاک - ماسه - گل رس خشک	۱۶۰۰
لاشه سنگ	۱۴۰۰
شن خیس	۲۰۰۰
شن خشک	۱۷۰۰
پوکه کک	۷۰۰
جوش ذغال	۱۰۰۰
جوش کوزه (در قطعات شبیه لاشه یا بالاست)	۱۵۰۰
جوش کوره خرد شده و دانه دانه	۱۰۰۰
ذغال سنگ	۸۰۰
ذغال چوب از چوب نرم و سبک	۱۵۰
ذغال چوب از چوب سفت و سنگین	۲۲۰
خرده آجر	۱۵۰۰
ماسه بادی	۱۶۰۰
خاک نسوز	۸۰۰
پوکه معدنی	۶۰۰
سنگ آهک پخته	۷۰۰
خاکستر کک	۷۰۰
بودر سیمان توده شده و بطور آزاد	۱۳۰۰
بودر سیمان در کیسه و جابجاشده	۱۸۰۰
مصالح و اجزای ساختمانی	
آجرکاری با آجر فشاری و ملات	۱۸۵۰
آجرکاری با آجر فشاری و ملات ماسه آهک	۱۸۰۰

شرح	کیلوگرم بر متر مکعب
آجرکاری با آجر فشاری و ملات گچ و خاک	۱۷۵۰
آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه سیمان (سوراخ ها با ملات پر می شود)	۲۱۰۰
آجرکاری با آجر سفال و ملات ماسه آهک (سوراخ ها با ملات پر می شود)	۲۰۰۰
آجرکاری با آجر مجوف و ملات ماسه سیمان	۸۵۰
سنگ چینی با سنگ های آذرین (مانند گرانیت) و ملات ماسه سیمان	۲۸۰۰
سنگ چینی با سنگ های آهکی توپر و ملات ماسه سیمان	۲۷۰۰
سنگ چینی با سنگ های معمولی یا تراورتن و ملات ماسه سیمان	۲۴۰۰
سنگ چینی با سنگ های ماسه سنگ و ملات ماسه سیمان	۲۳۰۰
سنگ چینی با سنگ های لاشه آذرین و ملات ماسه سیمان	۲۶۰۰
سنگ چینی با سنگ های لاشه آهکی توپر و ملات ماسه سیمان	۲۵۰۰
سنگ چینی با سنگ های معمولی یا تراورتن و ملات ماسه سیمان	۲۲۵۰
سنگ چینی با سنگ توف و ملات ماسه سیمان	۲۰۰۰
ملات ماسه سیمان	۲۱۰۰
ملات ماسه آهک	۱۹۰۰
ملات ماسه سیمان و آهک (باتارد)	۲۰۰۰
ملات گچ	۱۳۰۰
ملات گچ و خاک	۱۶۰۰
ملات گل	۲۰۰۰
بتون از شن و ماسه سنگ های آهکی سخت یا گرانیت و بازالت و غیره	۲۳۰۰
بتون مسلح از شن و ماسه سنگ های آهکی سخت یا گرانیت و بازالت و غیره	۲۴۰۰ تا ۲۵۰۰
بتون با خرده آجر	۱۷۰۰
بتون با جوش کوره	۱۶۰۰
بتون های سبک از قبیل بتون متخلخل با مواد شیمیایی و بتون ورمیکولایت	۴۰۰ تا ۸۰۰
بتون با پوکه و سیمان	۱۳۰۰
گاه گل	۱۶۰۰
آسفالت ساخته شده	۲۲۰۰

سیمان های مناسب برای مصارف گوناگون

نوع سیمان مناسب	موارد مصرف
سیمان پرتلند معمولی (نوع ۱)	کارهای معمولی و عمومی شامل اسکلت های بتن آرمه، پل ها، قطعات پیش ساخته بتن آرمه، جدول و فرش کف خیابان ها، ملات ها و اندود ها و پی ساختمان هایی که در معرض حمله سولفات ها نباشند.
سیمان سفید و رنگی	ملات ها و اندود های سیمانی تزئینی بتن های نمایان
سیمان پرتلند نوع ۲، سیمان پرتلند-سرباره (با ۱۵٪ تا ۲۵٪ سرباره) و سیمان پرتلند-پوزولانی (با ۱۵٪ تا ۲۵٪ پوزولان)	کارهای جسیم (یا حجیم) مانند سدهای وزنی، کارهایی که در معرض حمله ضعیف سولفات ها قرار دارند و بتن ریزی و اندودکاری در هوای گرم
سیمان پرتلند نوع ۳	بتن هایی با مقاومت زودرس، مواردی که قالب برداری زودتر از موعد مورد نظر است، بتن ریزی، بنایی و اندودکاری در هوای سرد
سیمان پرتلند نوع ۴	بتن ریزی و اندود کاری در هوای گرم، کارهای بتن حجیم که در معرض حمله سولفات ها نباشند.
سیمان پرتلند سرباره (با بیش از ۲۵٪ سرباره)، سیمان پرتلند پوزولانی (با بیش از ۲۵٪ پوزولان)، سیمان پرتلند نوع ۵، سیمان سوپر سولفات	مقابله با سولفات های قوی
سیمان پرتلند سرباره (با بیش از ۵۰٪ سرباره)، سیمان پرتلند پوزولانی (با بیش از ۴۰٪ پوزولان)	مقابله با سولفات های قوی به همراه یون کلر، مقابله با واکنش سنگدانه ها و ساخت بتن متراکم با نفوذپذیری کم
سیمان بنایی، سیمان آهکی-پوزولانی و سیمان آهکی-سرباره	کارهای بنایی، ملات ها و اندودها در شرایط عادی

* «برگرفته از نشریه شماره ۵۵ مشخصات فنی عمومی کارهای ساختمانی»

مقدار سیمان در ملات ها بر حسب کیلوگرم در متر مکعب ملات

شرح	مقدار سیمان
ملات ماسه سیمان ۱:۶	۲۰۰
ملات ماسه سیمان ۱:۵	۲۲۵
ملات ماسه سیمان ۱:۴	۲۸۵
ملات ماسه سیمان ۱:۳	۳۶۰
ملات ماسه بادی و سیمان ۱:۴	۲۸۵
ملات ماسه بادی و سیمان ۱:۳	۳۶۰
ملات باتارد ۱:۲:۸ (ماسه : آهک : سیمان)	۱۳۰
ملات باتارد ۱:۲:۱۰ (ماسه : آهک : سیمان)	۱۱۰
ملات سیمان پودر سنگ خاک سنگ ۱:۱:۳	۳۰۰
دوغاب سیمان سفید پودر سنگ ۱:۴ برای بندکشی سنگ پلاک و کاشی و سرامیک	۴۰۰
دوغاب سیمان سفید خاک سنگ ۱:۶ برای بندکشی موزاییک فرنگی	۲۲۵
ملات موزاییک ۲/۵: ۲/۵: ۱:۲	۳۵۰
ملات موزاییک ۲: ۱/۵: ۱:۱	۴۵۰
دوغاب سیمان معمولی	۴۳۰

- «برگرفته از فهرست بهای ابنیه سال ۱۳۸۶»

* افزون بر ملات ماسه و سیمان ملات های دیگری مانند گل و کاه گل - گل آهک - ساروج - گچ خالص - گچ و خاک - گچ و ماسه - گچ و پرلیت - گچ و آهک - سیمان ، پوزولانی - آهک ، پوزولانی - ماسه و آهک وجود دارند که کاربردهای گوناگونی در ساختمان سازی دارند . برای آگاهی در مورد ساخت و کاربرد آن ها به فصل ۹ ملات ها در نشریه ۵۵ رجوع کنید .

