

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# شناخت مواد و مصالح

پایه دهم

دوره دوم متوسطه

رشته نقشه‌کشی معماری

گروه تحصیلی هنر

زمینه هنر

شاخه فنی و حرفه‌ای

شماره درس ۳۵۳۲

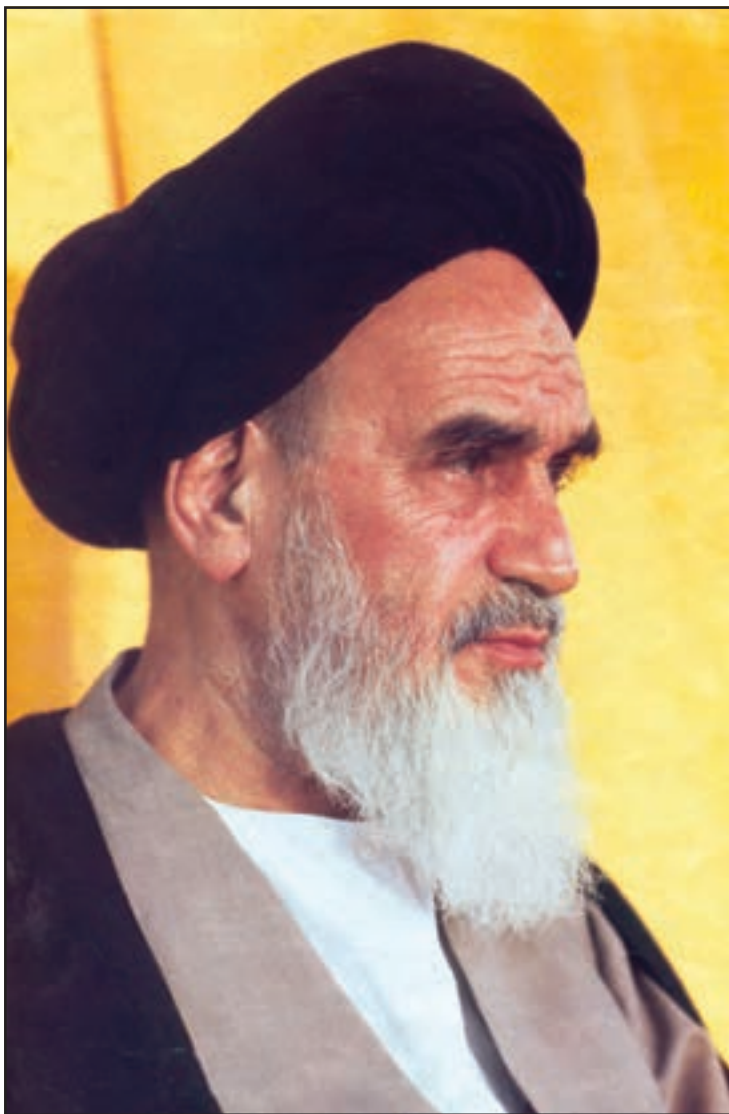
۶۲۰	سرتیپی پور، محسن
۱۱۲/	شناخت مواد و مصالح/مؤلف: محسن سرتیپی پور؛ ویراستار ادبی: حسین داوودی. - تهران:
ش ۴۴۲س/	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۶.
۱۳۹۶	۱۶۲ ص. : مصور. - (فنی و حرفه‌ای؛ شماره درس ۳۵۳۲)
	متون درسی رشته نقشه‌کشی معماری گروه تحصیلی هنر، زمینه هنر.
	برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف: دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش
	وزارت آموزش و پرورش.
	۱. مواد صنعتی. ۲. مواد خام. الف. داوودی، حسین، ویراستار. ب. ایران. وزارت آموزش و
	پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش. ج. عنوان. د. فروست.



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

نام کتاب :	شناخت مواد و مصالح - ۶۲۷-۲۱۰
پدیدآورنده :	سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف :	دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف :	محمدعلی خان محمدی، نبی‌الله مقیمی، ویدا تقوایی، پرستو آریانزاد، غلامحسین قربانیان، عبدالحمید قنبران، ملک طباطبایی زواره و دارا افشار قوجانی (اعضای شورای برنامه‌ریزی) محسن سرتیپی پور (مؤلف) - حسین داوودی (ویراستار ادبی)
مدیریت آماده‌سازی هنری :	اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسه افزوده آماده‌سازی :	طاهره حسن‌زاده (طراح جلد) - صغری عابدی (صفحه‌آرا)
نشانی سازمان :	تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی) تلفن : ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹ وب‌گاه : <a href="http://www.chap.sch.ir">www.chap.sch.ir</a> و <a href="http://www.irtextbook.ir">www.irtextbook.ir</a>
ناشر :	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن : ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۳۷۵۱۵-۱۳۹
چاپخانه :	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
سال انتشار و نوبت چاپ :	چاپ دوم ۱۳۹۶

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به‌صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آید و  
احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی  
خودتان غافل نباشید و از اتکای به اجانب پرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشریف»

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز :

پیشنهادهات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی  
تهران - صندوق پستی شماره ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و  
حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

[info@tvoccd.sch.ir](mailto:info@tvoccd.sch.ir)

پیام نگار (ایمیل)

[www.tvoccd.sch.ir](http://www.tvoccd.sch.ir)

وب‌گاه (وب‌سایت)

## فهرست مطالب

۱	فصل اوّل: خواص و ویژگی های فنی مصالح
۱	مقدمه
۲	۱-۱- خواص فیزیکی
۳	۱-۱-۱- سختی اجسام
۴	۱-۱-۲- آب و مصالح ساختمانی
۵	۱-۱-۳- حرارت و مصالح ساختمانی
۶	۱-۱-۴- قابلیت جذب و انعکاس نور
۶	۱-۱-۵- الکتریسیته و مصالح ساختمانی
۶	۱-۱-۶- صدا
۶	۱-۲- خواص مکانیکی
۷	۱-۳- خواص شیمیایی
۸	۱-۴- چگونگی تولید مصالح
۹	۱-۵- خطرات واکنش های شیمیایی
۹	۱-۶- اثرات کربنات ها و سولفات ها بر مصالح ساختمانی
۱۱	فصل دوم : مصالح و محیط زیست
۱۱	مقدمه
۱۲	۲-۱- محیط زیست و مصرف مصالح
۱۲	۲-۲- اثرات ساختمان سازی بر تخریب لایه ازن
۱۴	۲-۳- بازیافت مواد و مصالح و اهمیت آن

- ۱۴-۲ اقدامات برای سهولت بازیافت مواد ساختمانی  
۱۵-۲ احیای بناها و اثرات آن بر بازیافت مصالح

- ۱۸ فصل سوم : زمین  
۱۸ مقدمه  
۱۹-۳-۱ پیدایش زمین  
۱۹-۳-۲ ساختمان زمین  
۲۱-۳-۳ زلزله چیست و چگونه به وجود می آید؟  
۲۵-۳-۴ مقیاس شدت و بزرگی زلزله و اثرات آن بر ساختمان ها  
۲۶-۳-۵ زمین شناسی و احداث ساختمان

- ۲۸ فصل چهارم : سنگ ها  
۲۸ مقدمه  
۳۰-۴-۱ انواع سنگ ها از نظر منشأ پیدایش  
۳۶-۴-۲ نام گذاری سنگ ها براساس نوع کار روی آن ها  
۳۸-۴-۳ مشخصات کلی سنگ برای مصرف در ساختمان

- ۴۱ فصل پنجم : خاک  
۴۱ مقدمه  
۴۲-۵-۱ هوازدگی و به وجود آمدن خاک رس  
۴۴-۵-۲ خاک رس و ترکیبات آن  
۴۵-۵-۳ چگونگی دست یابی به خاک رس  
۴۵-۵-۴ خواص خاک رس  
۴۶-۵-۵ اثر رطوبت بر خاک ها  
۴۶-۵-۶ رنگ خاک رس  
۴۷-۵-۷ کاربرد خاک رس  
۴۷-۵-۸ ملات گِل

## فصل ششم : آجر و سرامیک

۵۰

۵۰

مقدمه

۵۲

۱-۶- مواد اولیه تهیه آجر

۵۷

۲-۶- انواع کوره های آجری

۵۸

۳-۶- ویژگی های آجر خوب

۵۹

۴-۶- آجرهای متداول ساختمانی

۶۳

۵-۶- اجزای آجر

۶۳

۶-۶- کاشی و سرامیک

## فصل هفتم : آهک

۶۸

۶۸

مقدمه

۶۹

۱-۷- پختن سنگ آهک

۶۹

۲-۷- انواع کوره های آهک پزی

۷۰

۳-۷- آهک شکفته

۷۲

۴-۷- انواع ملات های آهکی

## فصل هشتم : گچ

۷۶

۷۶

مقدمه

۷۷

۱-۸- انواع کوره های گچ پزی

۷۸

۲-۸- زمان گرفتن ملات گچ

۷۹

۳-۸- گچ مرمری یا مرمر مصنوعی

۸۰

۴-۸- ویژگی های گچ

۸۱

۵-۸- مصارف گچ

۸۳

۶-۸- ساختن ملات گچ

۸۳

۷-۸- ملات های گچ

۸۶	فصل نهم : چوب
۸۶	مقدمه
۸۸	۹-۱- ساختمان درخت
۸۹	۹-۲- چوب
۸۹	۹-۳- انواع چوب‌ها از نظر مقاومت
۹۰	۹-۴- خواص چوب
۹۲	۹-۵- بررسی میزان رطوبت در چوب‌ها
۹۳	۹-۶- اشکال گوناگون چوب از نظر مصرف
۹۸	۹-۷- معایب چوب و چگونگی حفاظت از آن
۹۹	۹-۸- حفاظت چوب در برابر آتش‌سوزی
۹۹	۹-۹- اتصالات چوبی

۱۰۱	فصل دهم : فلزات
۱۰۱	مقدمه
۱۰۲	۱۰-۱- فلزات آهنی
۱۰۴	۱۰-۲- انواع کوره‌های آهن‌گذاری
۱۰۵	۱۰-۳- مشتقات آهن
۱۰۹	۱۰-۴- اشکال و مقاطع مختلف فولادهای ساختمانی
۱۱۱	۱۰-۵- روش‌های اتصال قطعات فلزی
۱۱۲	۱۰-۶- چدن
۱۱۲	۱۰-۷- آلومینیوم
۱۱۵	۱۰-۸- مس

۱۱۶	فصل یازدهم : سیمان، بتن
۱۱۶	مقدمه
۱۱۷	۱۱-۱- سیمان پرتلند و مواد تشکیل دهنده آن
۱۱۸	۱۱-۲- انواع سیمان پرتلند

- ۱۲۰ ۱۱-۳- سیمان روباره (سیمان آهن گذاری یا سیمان سه باره)
- ۱۲۰ ۱۱-۴- سیمان پوزولان (سیمان تراس)
- ۱۲۰ ۱۱-۵- سیمان رنگی
- ۱۲۱ ۱۱-۶- انبار کردن سیمان
- ۱۲۲ ۱۱-۷- مهم ترین کاربرد سیمان در ساختمان
- ۱۲۲ ۱۱-۸- ملات ماسه سیمان
- ۱۲۲ ۱۱-۹- بتن
- ۱۲۳ ۱۱-۱۰- مصالح سنگی در بتن و دانه بندی آنها
- ۱۲۵ ۱۱-۱۱- آب
- ۱۲۶ ۱۱-۱۲- افزودنی های بتن
- ۱۲۶ ۱۱-۱۳- انواع بتن

## ۱۲۸ فصل دوازدهم : شیشه

### ۱۲۸ مقدمه

- ۱۳۰ ۱۲-۱- ترکیب شیشه های ساختمانی
- ۱۳۳ ۱۲-۲- ساختن شیشه جام به روش جدید و انواع آن
- ۱۳۵ ۱۲-۳- طریقه نگهداری و انبار کردن شیشه

## ۱۳۷ فصل سیزدهم : عایق های رطوبتی، حرارتی و صوتی

### ۱۳۷ مقدمه

- ۱۳۸ ۱۳-۱- قیر و انواع عایق های قیری
- ۱۳۸ ۱۳-۲- انواع قیرها
- ۱۳۹ ۱۳-۳- شناسایی کیفیت قیرها
- ۱۴۱ ۱۳-۴- کاربرد قیر در ساختمان
- ۱۴۲ ۱۳-۵- مزایای قیر
- ۱۴۲ ۱۳-۶- معایب قیر
- ۱۴۳ ۱۳-۷- عایق های رطوبتی آماده

- ۱۴۳ ۸-۱۳- عایق‌های حرارتی
- ۱۴۳ ۹-۱۳- مصالح عایق حرارتی و روش‌های عایق‌کاری
- ۱۴۴ ۱۰-۱۳- عایق‌های صوتی
- ۱۴۵ ۱۱-۱۳- طبیعت صوت و چگونگی اشکال آن
- ۱۲-۱۳- انواع مصالح مورد استفاده در ساختمان با
- ۱۴۵ اهداف عایق‌بندی صوتی

- ۱۴۷ فصل چهاردهم : پلاستیک‌ها
- ۱۴۷ مقدمه
- ۱۴۹ ۱-۱۴- انواع پلاستیک
- ۱۵۰ ۲-۱۴- کاربرد پلاستیک در عایق‌کاری ساختمان
- ۱۵۰ ۳-۱۴- خواص فنی پلاستیک‌ها
- ۱۵۲ ۴-۱۴- اتصال قطعات پلاستیکی

- ۱۵۴ فصل پانزدهم : مصالح کف‌سازی، دیوارسازی و رنگ‌آمیزی
- ۱۵۴ مقدمه
- ۱۵۵ ۱-۱۵- مصالح کف‌سازی
- ۱۵۷ ۲-۱۵- دیوارهای سبک
- ۱۵۸ ۳-۱۵- دیوارهای سبک مرکب
- ۱۵۹ ۴-۱۵- رنگ و پوشش سطح دیوار با آن
- ۱۶۰ ۵-۱۵- کاغذ دیواری

## مقدمه

در طرح‌ها و نقشه‌های «معماری» خطوطی که محدوده فضاها را مشخص می‌کنند نشان‌دهنده هم‌نشینی و ترکیب گروهی از مصالح ساختمانی‌اند. «معماری» هنر شکل دادن به این طرح‌ها با کمک مواد است. مصالح، اعم از سازه‌ای یا غیرسازه‌ای، به دلیل مبادلاتی که با ساختمان، فضا، پوسته بنا، بازوها و نور دارد بر کیفیت معماری بسیار تأثیرگذار است.

مواد و مصالح از ارکان اصلی معماری محسوب می‌شوند و معماری خوب، بدون شناخت و ارزیابی درست از مصالحی که پیش روی ما قرار دارند و باید در کنار یکدیگر به کار گرفته شوند، میسر نیست. هم‌چنین توجه به وضعیت فیزیکی و مکانیکی مصالح و تأثیرپذیری آن‌ها از نحوه تهیه و فرآیند تولید اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین شناخت خواص مصالح موضوعی کاملاً ضروری است.

از طرف دیگر، امروزه مسائل مهمی در این خصوص توجه جهانیان را به خود جلب کرده است و ما نیز ناگزیریم به آن‌ها توجه کنیم. از جمله: نحوه تعامل مصالح با محیط طبیعی و مصنوع؛ آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از بهره‌برداری‌های افراطی از منابع طبیعی؛ تأثیر مصالح بر میزان مصرف انرژی‌ای که برای گرمایش و سرمایش بنا استفاده می‌شود و میزان انرژی مصرفی برای تولید مصالح. اگر توجه شود که از یک سو بخش عمده منابع تجدیدنپذیر جهان (سنگ آهن، سنگ آهک، گچ، خاک و...) و میزان قابل توجهی انرژی در ساختمان مصرف می‌شوند و از سوی دیگر حدود ۳۷٪ آلودگی‌های زیست‌محیطی از طریق ساختمان‌ها به وجود می‌آیند، در نحوه طراحی و ساخت و استفاده درست و به‌جا از مصالح و بناها دقت عمل بیش‌تری ایجاد می‌شود و چه بسا موجب تجدیدنظر اساسی گردد.

کتاب حاضر مفاهیم مذکور و مصالح اصلی ساختمانی را در مجموعه‌ای مشتمل بر ۱۵ فصل ارائه می‌نماید. فصل اول کتاب به خواص و ویژگی‌های فنی مصالح و مفاهیم پایه فیزیکی، مکانیکی و

شیمیایی مصالح و تأثیر آن‌ها در انتخاب و بکارگیری مصالح می‌پردازد. فصل دوم اثرات زیست محیطی تولید و مصرف مصالح ساختمانی، استفاده بهینه از آن‌ها و بازیافت را مورد توجه قرار می‌دهد. در فصل سوم زمین به عنوان مادر تمامی مصالح ساختمانی و بستری که ساختمان روی آن بنا می‌شود مورد توجه قرار گرفته و با توجه به موقعیت لرزه خیزی کشور مفاهیم زلزله و ضرورت لحاظ نمودن آن در طراحی و ساختمان‌سازی مورد بررسی قرار می‌گیرد. فصل‌های چهارم تا نهم کتاب به مصالحی که پیشینه استفاده از آن‌ها در ایران به سال‌های بسیار دور معطوف می‌شود و پر مصرف‌ترین مصالح ساختمانی کشور محسوب می‌شوند اختصاص دارد. در این فصول فرایند تولید و مصرف «سنگ»، «خاک»، «آجر و سرامیک»، «آهک»، «گچ» و «چوب» مورد بررسی قرار می‌گیرد. فصل دهم، یازدهم و دوازدهم به مصالح جدیدتر که کاربرد ساختمانی آن‌ها تحول بزرگی در ساختمان و معماری بوجود آورده و استفاده از آن‌ها در کشور ما معطوف به قرن اخیر است یعنی به «فلزات»، «سیمان، بتن» و «شیشه» اختصاص دارد. فصل‌های سیزدهم و چهاردهم به «عایق‌های رطوبتی، حرارتی، صوتی» و «پلاستیک»، و انواع فرآورده‌های ساختمانی آن‌ها می‌پردازد. بالاخره فصل پانزدهم برخی مصالح جدید که در کف‌سازی و دیوارسازی استفاده می‌شود همچنین رنگ و کاغذ دیواری را مورد بررسی قرار می‌دهد.

**توصیه :** به منظور استفاده بهتر از کلاس و درک بهتر مطالب ذکر نکاتی چند ضروری بنظر

می‌رسد.

توصیه می‌شود اولین جلسه کلاس با بحث آزاد و طرح پرسش‌هایی در خصوص معرفی درس، ضرورت شناخت مصالح و اهمیتی که این شناخت در کیفیت طرح‌های معماری بجای می‌گذارد آغاز شود. هنرجویان با مشارکت در این بحث و هدایت معلم سعی خواهند نمود به سؤالاتی که در این ارتباط مطرح می‌شود پاسخ دهند. بطور کلی آموزش این درس شامل دو بخش مباحث نظری یعنی مطالبی که در کتاب ذکر شده است و معلم مطابق با آن مباحث کلاسی را پیش می‌برد و بخش دیگر شامل تمرین‌های عملی ساده در ارتباط با مباحث کتاب است. هدف غایی از انجام این تمرین که توسط هنرجویان و زیر نظر معلم انجام می‌شود، ارتقاء کیفیت آموزش و یادگیری مؤثرتر مطالب کتاب است. برای این منظور هنرجویان با کمک گرفتن و مشورت از معلم در گروه‌های دو تا سه نفره یکی از مباحث درسی را انتخاب و در مورد آن گزارشی تهیه خواهند کرد. این گزارش فرایند تولید تا به کارگیری و اجرای یک ماده ساختمانی را در پروژه‌ای معماری شامل خواهد شد. در طول تمرین ممکن است سؤالاتی برای هنرجویانی مطرح شود که با راهنمایی و هدایت معلم پاسخ آن‌را پیدا خواهند نمود. بدیهی است این شیوه تمرین، بخشی از آموزش است که هنرجو، حین آن دانش خود، در موضوع مربوطه را افزایش

می‌دهد. گزارش‌هایی و نمونه مصالحی که توسط هنرجویان تهیه شده می‌تواند با صلاح‌دید معلم و در قالب یک سمینار ۲۰-۱۵ دقیقه‌ای توسط هنرجویان به هم‌کلاسی‌ها ارائه شود.

توجه شود نیازی به تمرین‌های سنگین و گزارش‌هایی که مستلزم صرف وقت زیاد باشد وجود ندارد. بنابراین تمرین باید ساده و با توجه به کارگاه‌ها یا کارخانه‌های تولید مصالح و کارگاه‌های ساختمانی در حوزه جغرافیایی زندگی هنرجویان در نظر گرفته شود. در صورت فراهم نمودن امکان بازدید از یک کارخانه تولید مصالح یا پروژه در حال اجرا آموزش می‌تواند بسیار مفید و کارا تر واقع شود.

امیدواریم هنرجویان رشته نقشه‌کشی معماری، به کمک آموزش‌ها و کسب مهارت‌های لازم، به شناخت مواد و مصالح ساختمانی دست یابند تا از آن پس در ترسیم آگاهانه نقشه‌های فاز یک و دو، یا حضور در کارگاه و کمک به اجرای پروژه‌ها از این ابزارها استفاده بهینه کنند و در به کارگیری و هدایت صحیح آن‌ها موفق باشند.

**مؤلف**

## هدف کلی

شناخت مصالح مورد استفاده در عملیات ساختمانی

## خواص و ویژگی‌های فنی مصالح

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- عوامل اصلی و تعیین‌کننده در انتخاب و به‌کارگیری مصالح را توضیح دهد.
- ۲- مفاهیم پایه و اصلی مربوط به خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح و تأثیر آن‌ها را در انتخاب مصالح شرح دهد.
- ۳- تأثیر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح را در انتخاب آن‌ها شرح دهد.
- ۴- برخی خطرات واکنش‌های شیمیایی را، که ممکن است پس از مصرف و به‌کارگیری مصالح در ساختمان بروز کند، توضیح دهد.

### مقدمه

کاربرد درست مصالح در بنا مستلزم شناخت خواص پایه‌ای آن‌هاست. در گذشته معماران سنتی ما از ویژگی‌های مواد و مصالحی که به‌کار می‌بردند کاملاً مطلع بودند و در شرایط مختلف و کاربری‌های متفاوت از موادی مناسب کار استفاده می‌کردند و براساس پای‌بندی به قوانین صنف معمار خود را متعهد به انجام درست و دقیق ساخت بنا می‌دانستند.

بنابراین اطلاع از مشخصات فنی مصالح اهمیت ویژه‌ای دارد. اصولاً استفاده از مصالح در صورتی مجاز است که خواص فنی آن‌ها با استانداردها و مقررات ملی، که در این زمینه وضع گردیده، مطابقت نماید. استانداردها و مقررات ملی هر کشوری براساس ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح تدوین می‌شود. / امروزه علاوه بر موارد فوق معیارهای پایداری محیط زیست و پیش‌گیری از آسیب رساندن به طبیعت نیز به عنوان عاملی تعیین کننده در نحوه‌ی تولید و به کارگیری مصالح مورد نظر قرار می‌گیرد.

خواص فیزیکی؛ مکانیکی و شیمیایی مصالح از اساسی‌ترین ویژگی‌هایی است که در هنگام به کارگیری و استفاده از مصالح و براساس موقعیت زمانی و مکانی قرارگیری بنا باید مورد توجه قرار گیرند.

## ۱-۱- خواص فیزیکی

خواص فیزیکی مصالح شامل ویژگی‌هایی چون جرم<sup>۱</sup>، وزن<sup>۲</sup>، حجم، رنگ، شکل، بافت و... است. برای شناخت خواص فیزیکی مصالح لازم است، چندین آزمایش فیزیکی روی آن‌ها انجام شود. خصوصیات فیزیکی مصالح علاوه بر این که بر استحکام و پایداری ساختمان اثر می‌گذارد در تنظیم شرایط محیطی و استفاده‌ی بهینه از انرژی‌های طبیعی و مصنوعی نیز مؤثر است. جهت شناخت بهتر خواص فیزیکی مواد آشنایی با چند تعریف کلی و اساسی در این زمینه ضروری است.

### مطالعه‌ی آزاد

– وزن مواد به دو صورت شامل وزن خشک جسم جامد و وزن ماده‌ی ساختمانی در حالت اشباع شده با آب اندازه‌گیری شود.

– بنابراین وزن مخصوص یک جسم عبارت است از وزن یک واحد از جسم جامد (در شرایط خشک و بدون فضای خالی) و وزن مخصوص فضایی جسم شامل وزن یک واحد از جسم در شرایط خشک و با احتساب فضاهای خالی درون آن است.

۱- جرم مقدار ماده تشکیل دهنده جسم است، با ترازو اندازه‌گیری می‌شود و واحد آن کیلوگرم است.

۲- وزن مقدار نیروی کششی است که از طرف جاذبه‌ی زمین به جسم وارد می‌شود، با نیروسنج اندازه‌گیری می‌شود و واحد آن کیلوگرم نیرو یا نیوتن است.

مواد و مصالح مختلف ساختمانی معمولاً وزن مخصوص‌های متفاوتی دارند.

— حجم مواد نیز به صورت حجم مطلق (یعنی بدون فضای خالی) و حجم فضایی جسم (یعنی حجم جسم با فضاهای خالی درون آن) اندازه‌گیری می‌شود.

— چگالی (دانسیته<sup>۱</sup>): جرم حجم واحدی از هر جسم، چگالی آن جسم است که از نسبت جرم به حجم آن ماده به دست می‌آید. مثلاً چگالی آهن  $7/8 \text{ g/cm}^3$  است. به عبارت دیگر مقدار ماده‌ی هر سانتی‌متر مکعب آهن  $7/8$  گرم است.

— فشردگی و تخلخل مواد: با کمک این دو شاخص درجه‌ی فشردگی (تویری) و تخلخل (پوکی) مواد مشخص می‌شود.

— میزان فشردگی: شاخص تراکم ماده است که به آن جرم مخصوص هم می‌گویند و از نسبت بین وزن مخصوص فضایی و وزن مخصوص جسم جامد به دست می‌آید.

— میزان تخلخل: تخلخل، حجم فضاهای خالی در واحد حجم جسم است و درجه‌ی پوکی آن را مشخص می‌کند و از نسبت بین حجم فضای خالی (خُلل و فُرُج) جسم و حجم فضایی آن محاسبه می‌شود.

میزان تحمل نیرو، سرما و گرما، جذب آب، درجه‌ی یخبندان، ضریب هدایت حرارتی و جذب انعکاس نور و صدای مصالح بستگی به میزان تخلخل و فشردگی آن‌ها دارد. چنان‌چه عایق‌بندی ساختمان‌ها در برابر نفوذ آب و رطوبت مورد توجه باشد باید از مصالحی با میزان فشردگی زیاد (مانند قیر) استفاده کرد و چنان‌چه عایق‌بندی ساختمان در برابر سرما و گرما مدنظر باشد موادی با تخلخل زیاد (مانند پشم شیشه و پشم سنگ) مورد نیاز است. برخی دیگر از این خواص عبارتند از:

۱-۱-۱- **سختی اجسام:** تقریباً تمام مواد و مصالح طبیعی، که در ساختمان استفاده می‌شوند، کانی‌هایی هستند که از زمین به دست می‌آیند. مقاومت این کانی‌ها در برابر فرسایش و عوامل محیطی متفاوت است. سختی کانی‌ها نشان‌دهنده‌ی مقاومت آن‌ها در برابر فرسایش ناشی از اصطکاک با عوامل طبیعی (مانند باد و باران) یا عوامل مصنوعی (مانند سایش ناشی از جابه‌جایی اجسام روی هم) است. سختی کانی‌ها عاملی تعیین‌کننده در برابر خراش اجسام است. از این نظر کلیه‌ی اجسام را به ده دسته تفکیک و در جدولی رده‌بندی می‌کنند.<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>—Density

<sup>۲</sup>— این جدول توسط فردریک موس (Mohs) کانی‌شناس آلمانی تهیه شده و به اسم او نام‌گذاری گردیده است.

این جدول با تالک، که نرم‌ترین کانی است و با شست سائیده می‌شود، شروع می‌شود و به الماس، که سخت‌ترین آن‌هاست و بر هر جسمی خط می‌اندازد، ختم می‌گردد. هر کانی‌ای که به وسیله کانی دیگر خراش بردارد نسبت به آن نرم‌تر است.

### مطالعه‌ی آزاد

ترتیب قرارگیری اجسام در جدول «موس» به شرح زیر است :

- ۱- تالک، خاک چینی، گرافیت
- ۲- سنگ گچ، گوگرد، نمک بلوری (با ناخن خراش برمی‌دارد.)
- ۳- سنگ آهک (با سکه‌ی مسی خراش برمی‌دارد.)
- ۴- منیزیت (با چاقو خراش برمی‌دارد.)
- ۵- من‌یتیت، کرومیت (با شیشه خراش برمی‌دارد.)
- ۶- هماتیت (با سوهان خراش برمی‌دارد.)
- ۷- کوارتز (با چینی بدون لعاب خراش برمی‌دارد.)
- ۸- توپاز (با الماس خراش برمی‌دارد.)
- ۹- یاقوت (با الماس خراش برمی‌دارد.)
- ۱۰- الماس (سخت‌ترین کانی است که هیچ نوع کانی دیگر روی آن خط نمی‌اندازد.)

**۲-۱-۱- آب و مصالح ساختمانی:** نفوذ آب در مصالح ساختمانی یا مجاورت آن‌ها با آب به تغییرات کمی و کیفی و بروز ضایعات در آن‌ها می‌انجامد. تداوم این مسئله تخریب و آسیب مصالح را به دنبال دارد. از این رو، هنگام انتخاب مصالح، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد.

— **قابلیت نفوذ آب در جسم:** میزان آبی که در جسم نفوذ می‌کند.<sup>۱</sup>

— **قابلیت (ظرفیت) جذب آب:** مقدار آبی که حجم یک جسم را پر می‌کند.

— **میزان رطوبت:** وزن آب موجود در مصالح ساختمانی

— **ضریب نرمی:** مقاومت مصالح در اثر جذب آب و اشباع شدن کاهش می‌یابد. این ضریب نشان‌دهنده‌ی مقاومت مکانیکی مصالح در برابر نفوذ آب و رطوبت است. (نسبت مقاومت جسم در حالت اشباع شده را به مقاومت جسم خشک «ضریب نرمی» می‌گویند.) میزان کاهش مقاومت

---

۱- براساس محاسبه‌ی مقدار آب تحت فشاری که در مدت یک ساعت از  $1\text{ m}^2$  سطح جسمی، که ضخامت آن یک متر باشد، عبور

برخی مواد مانند خاک رس صد درصد و برخی دیگر مانند شیشه و فولاد صفر است. باید توجه داشت مصالحی که ضریب نرمی شان کم تر از  $\frac{1}{8}$  ° است، در مناطق مرطوب به کار گرفته نشوند.

— **مقاومت در برابر یخبندان:** مواد ساختمانی را از آب اشباع می نمایند و تحت شرایط اشباع و برودت  $17^{\circ}\text{C}$ — آن را منجمد می کنند. سپس آن ها را در حرارت عادی قرار می دهند تا یخ آن ها ذوب شود و این حالت را براساس نوع مصالح، نقش سازه ای و غیرسازه ای آن ها و اقلیم بین  $10^{\circ}$  تا  $20^{\circ}$  بار تکرار می کنند. مصالحی که پس از این آزمایش پوسته پوسته نشوند، بیش از  $5\%$  از وزنشان کاسته نشود و بیش تر از  $25\%$  تاب مکانیکی خود را از دست ندهند، مصالح مقاوم در برابر یخبندان محسوب می شوند. در واقع هریک تا دو آزمایش معادل  $3$  تا  $5$  سال مقاومت مصالح در محیط طبیعی است.

۳-۱-۱- **حرارت و مصالح ساختمانی:** تأثیر حرارت بر مصالح ساختمانی را می توان از طریق معیارهای زیر تعیین نمود:

— **ظرفیت حرارتی:** یعنی خاصیت جذب مقدار معینی از حرارت توسط جسم. این خاصیت در طراحی انباره های حرارتی<sup>۱</sup> برای سیستم های گرمایش غیر فعال خورشیدی<sup>۲</sup> نقش تعیین کننده ای دارد. در معماری سنتی ایران، از جمله حمام ها، با توجه به مشکلاتی که در تهیه ی سوخت بود، گذشتگان ما از مصالحی که ظرفیت حرارتی مناسبی داشت بهره می بردند.

— **ضریب انبساط و انقباض:** خصوصیتی که به وسیله ی چندین آزمایش در درجه ی حرارت های مختلف اندازه گیری می شود. شناخت این ضریب، به لحاظ هم جوارى مصالح و رفتارهایی که مصالح مختلف در هنگام سرما و گرما از خود بروز می دهند، حائز اهمیت است.

— **مقاومت در برابر حرارت و آتش:** یعنی قابلیت جسم در مقابل: الف) تغییر شکل یا خراب شدن ناشی از اشتعال، ب) از دست دادن تاب مکانیکی تحت تأثیر حرارت زیاد، به هنگام آتش سوزی. از نظر مقاومت در برابر حرارت، مواد به سه گروه تقسیم می شوند:

۱- **اجسام نسوز:** این اجسام مشتعل نمی شوند و به زغال نیز تبدیل نمی گردند. بعضی از آن ها در برابر شعله به مقدار کم (آجرهای نسوز) و بعضی بیشتر (آهن) تغییر شکل می دهند.<sup>۳</sup>

---

۱- مصالح ساختمانی ای را که گرمای خورشید را در خود ذخیره می کنند دارای این قابلیت اند؛ مانند سنگ یا صخره.

۲- نوعی از گرمایش که با استفاده از انرژی خورشید گرمای مورد نیاز ساختمان را تأمین می کند و از وابستگی به انرژی الکتریسیته یا سوخت های فسیلی می کاهد.

۳- موادی که حرارت بالای  $1580^{\circ}\text{C}$  را تحمل می کنند در این دسته قرار دارند.

۲- **اجسام دیرسوز:** این اجسام تحت تأثیر شعله، با درجه‌ی حرارت زیاد به راحتی شعله‌ور یا تبدیل به زغال نمی‌شوند. مانند آسفالت که تنها در مجاورت شعله می‌سوزد و به محض این که شعله دور شود از سوختن بازمی‌ماند.<sup>۱</sup>

۳- **اجسام سوز:** این اجسام در اثر شعله یا حرارت بالا مشتعل می‌شوند و خود به خود به سوختن ادامه می‌دهند. اکثر مواد آلی مانند چوب از این دسته‌اند.<sup>۲</sup>

۴-۱-۱- **قابلیت جذب و انعکاس نور:** جذب و انعکاس نور به بافت، رنگ، شکل، جنس و سطح مواد بستگی دارد. و همچنین قابلیت عبور نور به میزان شفافیت، مات و کدر بودن مصالح بستگی دارد.

### ۵-۱-۱- الکتریسیته و مصالح ساختمانی :

**قابلیت هدایت یا عایق بودن در برابر جریان برق:** این نوع قابلیت به میزان رسانایی مصالح در مقابل جریان الکتریسیته بستگی دارد. برخی مصالح مانند چوب یا پلاستیک عایق الکتریسیته و برخی دیگر مانند مس یا فولاد رسانای الکتریسیته‌اند.

۶-۱-۱- **صدا:** مشخصات مصالحی که در مبحث صدا و ساختمان به کار می‌رود عمدتاً به دو دسته تقسیم می‌شوند: یکی مصالحی که به عنوان عایق صوتی (مصالح صدابندی) به کار می‌روند و دیگری مصالحی که به عنوان مصالح جذب‌کننده صدا در ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دو مصالح را نباید با یکدیگر اشتباه کرد. به عنوان مثال، پشم شیشه یا آکوستیک تایل<sup>۲</sup> تا ۸۰ تا ۹۰ درصد انرژی صوتی را جذب می‌کند و با وجود داشتن جذب بالای صوتی قابلیت عایق بودن آن فوق‌العاده ناچیز است.

## ۲-۱- خواص مکانیکی

**تاب (مقاومت) مصالح:** مواد و مصالح در اثر نیروهای وارد شده پایداری‌های مختلفی از خود نشان می‌دهند. مرز این پایداری را قبل از گسسته شدن تاب یا مقاومت آن‌ها می‌گویند. به عبارت دیگر تاب یا مقاومت مصالح توانایی و ظرفیت آن‌ها در مقابل تنش‌ها و نیروهایی است که به آن‌ها وارد می‌شود. واکنش مصالح مختلف در برابر نیرو یکسان نیست. برخی مصالح در برابر میزان خاصی از نیرو هیچ‌گونه تغییر شکلی نمی‌پذیرند و به اصطلاح صلب<sup>۳</sup> هستند (مثل چدن، سنگ، آجر و شیشه).

۱- این مواد معمولاً بین دمای  $135^{\circ}\text{C}$  تا  $158^{\circ}\text{C}$  تغییر شکل می‌دهند.

۲- این مواد معمولاً در پایین‌تر از  $135^{\circ}\text{C}$  خواص خود را از دست می‌دهند.

۳- صفحات از جنس گچ یا الیاف طبیعی که صدا را جذب می‌کنند.

گروهی دیگر مانند فولاد در برابر همان نیرو تغییر شکل می‌دهند، اما پس از برداشتن آن نیرو جسم به حالت اول برمی‌گردد، زیرا خاصیت ارتجاعی دارد<sup>۱</sup> و برخی دیگر از مصالح در برابر همان نیرو تغییر شکل‌هایی می‌دهند و پس از برداشتن نیرو به حالت اولیه برنمی‌گردند. این‌ها را جسم پلاستیک یا خمیری می‌گویند (مانند قیر یا گل).

### ۳-۱- خواص شیمیایی

یک‌صدونه عنصر مختلف به‌طور طبیعی در زمین یافت می‌شود. از ترکیب این عناصر حدود پنج میلیون ترکیب مختلف به‌دست می‌آید که ۴/۵ میلیون آن مربوط به ترکیبات اتم کربن است. در صنعت ساختمان تقریباً با ۲۲ عنصر سروکار داریم که ۱۲ عنصر آن‌ها فلزی و ۱۰ عنصر دیگر غیرفلزی است. اغلب این عناصر جامدند و بیش‌تر این جامدات فلزند (آهن – آلومینیوم – روی – نقره و...). برخی دیگر به شکل گازند (مانند اکسیژن و ازت که اتم آن‌ها در هوا مخلوط‌اند اما به هم متصل نیستند).

### مطالعه‌ی آزاد

عناصر فلزی ساختمانی		عناصر غیرفلزی ساختمانی	
۱- سدیم	Na <sub>I</sub>	۱- هیدروژن	H <sub>I</sub>
۲- پتاسیم	K <sub>I</sub>	۲- کلر	Cl <sub>II</sub>
۳- نقره	Ag <sub>I</sub>	۳- فلوئر	F <sub>I</sub>
۴- کلسیم	Ca <sub>II</sub>	۴- گوگرد	S <sub>II</sub>
۵- منگنز	Mn <sub>II</sub>	۵- اکسیژن	O <sub>II</sub>
۶- منیزیم	Mg <sub>II</sub>	۶- نیتروژن	N <sub>III (II, IV, V)</sub>
۷- سرب	Pb <sub>II</sub>	۷- بور	B <sub>III</sub>
۸- مس	Cu <sub>II</sub>	۸- فسفر	P <sub>III (V)</sub>
۹- روی	Zn <sub>II</sub>	۹- کربن	C <sub>IV (II)</sub>
۱۰- باریم	Ba <sub>II</sub>	۱۰- سیلیسیم	Si <sub>IV</sub>
۱۱- آهن	Fe <sub>II, III</sub>		
۱۲- آلومینیم	Al <sub>III</sub>		

۱- این خاصیت را اصطلاحاً خاصیت الاستیک یا ارتجاعی می‌گویند و در محاسبات به‌صورت ضریب Elastisite در نظر گرفته

از ترکیبات ۲۲ عنصر اصلی ساختمانی هزاران نوع مصالح با کیفیت‌های مختلف به‌دست می‌آید. از ترکیب این عناصر انواع مصالح ساختمانی تولید می‌شود.

#### ۴-۱- چگونگی تولید مصالح

مصالح ساختمانی، از طریق ترکیب عناصر مختلف یا دادن خواص ویژه به آن‌ها و تعیین نسبت‌های مختلف عناصر تشکیل‌دهنده‌ی آن‌ها تولید می‌شود.

فرآیند تولید مصالح، معمولاً در کارخانه (مثلاً کارخانه‌ی تولید فولاد) بر روی مواد اولیه صورت می‌گیرد. و به این دلیل است که واکنش‌های شیمیایی مستلزم تماس مولکول‌های عناصر و مواد مرکب است (صرف‌نظر از گازها و مایعات که این امکان به‌راحتی در آن‌ها انجام می‌شود) و این امکان در مورد جامدات به‌راحتی میسر نیست.

برای فراهم نمودن واکنش‌های مربوط به تولید مصالح ساختمانی به سه صورت می‌توان عمل نمود:

الف) حرارت دادن، ذوب یا پختن آن‌ها مانند؛ تولید آهن، سیمان، گچ، آهک، آجر و انواع پلیمرها.

ب) قرار دادن آن‌ها در مجاورت آب تا به‌صورت محلول درآیند؛ مانند تولید انواع بتن‌ها، ملات‌ها، شفته‌ها.

ج) قرار دادن در مجاورت هوا، گاز و رطوبت؛ مانند تهیه‌ی خشت و سفال.

#### مطالعه‌ی آزاد

نمودار واکنش عناصر فلزی و غیرفلزی با اکسیژن و آب و واکنش ترکیب‌های اسید و باز با یکدیگر

اسید و باز در ترکیب با یکدیگر	تبدیل به اسید یا باز	ترکیب با آب	تبدیل به اکسید	ترکیب با اکسیژن	
$\text{CaCO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$ (نمک)	$\text{H}_2\text{CO}_3$ (کربنیک اسید)	$\text{CO}_2$ (گاز کربنیک)	$\text{CaO}$ (اکسید کلسیم)	غیرفلزی مانند C (کربن) فلزی مانند Ca (کلسیم)	عناصر

## ۵-۱- خطرات واکنش‌های شیمیایی

واکنش‌ها و ترکیبات شیمیایی ممکن است تأثیر مخربی بر مواد و مصالح ساختمانی به جای گذارند. این واکنش‌ها در مواد مورد استفاده‌ی ساختمان، به صورت اکسیدها، اسیدها، بازها و نمک‌ها مشاهده می‌شوند. نمودار کلی فوق، برخی از این واکنش‌ها را نشان می‌دهد.

مصالح ساختمانی، برحسب نوع ترکیبات شیمیایی و وجود عواملی چون حرارت، رطوبت، گازها، اسیدها، بازها و نمک‌ها، موجب واکنش‌هایی متفاوت و تأثیرگذار می‌شوند. بنابراین هنگام استفاده از مصالح و ترکیبات مختلف آن‌ها در کارگاه، باید به تأثیر این عوامل بر آن‌ها توجه داشت.

اسیدها، مانند کربنیک اسید که به مقدار کم در هواست، در مجاورت آب بر مصالح ساختمانی اثر می‌گذارند. یا نمک‌ها مانند «سنگ آهک» و «سنگ گچ» ممکن است در آب حل شوند و باعث آسیب رساندن به مصالح ساختمانی شوند. از این رو باید اثر آن‌ها روی مصالح ساختمان آزمایش شود. و همچنین اسیدهای آزادی که در آب دریا یا نم زمین باشند نیز باعث زنگ زدن و خوردگی فلزات می‌شوند و ملات‌ها را هم خراب می‌کنند.

## ۶-۱- اثرات کربنات‌ها و سولفات‌ها بر مصالح ساختمانی

کربنات‌ها: آن دسته از مصالح ساختمانی که کربنات دارند مثل آهک در مقابل آب باران، اسید گوگرد، گاز و دود کارخانه و آب شور دریا و...، آسیب پذیرند.

مصالح ساختمانی کربنات‌دار در آتش‌سوزی‌ها پایدار نیستند، زیرا در اثر حرارت خواص آن‌ها تغییر می‌کند و از هم متلاشی می‌شوند.<sup>۱</sup>

سولفات‌ها: همه‌ی سولفات‌ها (مثلاً سنگ گچ) موجب زنگ‌زدگی فلزات و خراب شدن ملات‌ها می‌شوند. سولفات‌ها، پس از ترکیب شدن با آب، به بلور تبدیل می‌شوند. با تبدیل شدن به بلور و افزایش حجم، به محیط پیرامون خود فشار می‌آورند (فشار بلوری شدن) و باعث تخریب ملات‌ها و اندودها می‌شوند.

سفیدک‌های روی مصالح ساختمانی: سفیدک‌ها ممکن است در نتیجه‌ی وجود سولفات‌ها، کربنات‌ها، کلرورها و یا نیتрат‌های موجود در مواد اولیه‌ی مصالح به وجود آیند به این ترتیب، پس از

---

۱- سنگ آهک موجود در مصالح در گرمای حدود  $90^{\circ}\text{C}$ ، گاز کربنیک ( $\text{CO}_2$ ) موجود در خود را از دست می‌دهد و به آهک زنده  $\text{CaO}$  تبدیل می‌شود و با گرفتن رطوبت یا آب، به آهک شکفته  $\text{Ca(OH)}_2$  تبدیل می‌گردد و به دلیل افزایش حجم باعث تخریب مصالح می‌شود.

به کارگیری مواد اولیه، که معمولاً همراه با آب است، به محض تبخیر آب موجود (که به هنگام خودگیری آن‌ها اتفاق می‌افتد) این مواد به صورت سفیدک روی سطح کار ظاهر می‌شوند.

---

## پرسش‌های پایان فصل

- ۱- میزان تخلخل و فشردگی مصالح چه تأثیری در کیفیت عایق بودن آن‌ها دارد؟
- ۲- چرا به هنگام به کارگیری مواد ساختمانی، باید به درجه‌ی سختی آن‌ها توجه نمود؟
- ۳- چه مصالحی در برابر یخبندان مقاوم‌اند؟
- ۴- مفهوم ویژگی صُلب، ارتجاعی و خمیری بودن مصالح ساختمانی را بیان کنید.
- ۵- علت بروز سفیدک‌های روی مصالح ساختمانی را توضیح دهید.

## مصالح و محیط زیست

- هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :
- ۱- اثرات زیست محیطی تولید و مصرف مصالح ساختمانی را توضیح دهد.
  - ۲- اهمیت حفاظت از کره‌ی زمین و لایه‌ی ازن را شرح دهد.
  - ۳- تأثیر ساخت و ساز انسان را بر کره‌ی زمین بیان کند.
  - ۴- مفهوم بازیافت مواد و مصالح را تعریف کند.
  - ۵- عناصر قابل بازیافت را در ساختمان نام ببرد.
  - ۶- روش‌های مختلف بازیافت مصالح ساختمانی را نام ببرد.
  - ۷- نحوه‌ی به کارگیری مجدد ساختمان‌های قدیمی را توضیح دهد.
  - ۸- اهمیت به کارگیری مجدد ساختمان‌های قدیمی را در کاهش آسیب پذیری محیط زیست شرح دهد.

### مقدمه

امروزه، با گسترش ساخت و سازها و تشدید فعالیت‌های عمرانی کشورها، بخش عظیمی از منابع طبیعی و سرمایه‌های ملی در این بخش مصرف می‌شود. استخراج روزافزون منابع زمینی، علاوه بر کاهش یا اتمام منابع تجدیدناپذیر، آسیب‌های زیست محیطی گسترده‌ای را به دنبال داشته و سلامتی انسان‌ها و کلیه‌ی جانداران روی زمین را در معرض تهدید قرار داده است. آلودگی هوا و آب رودخانه‌ها و دریاها، انقراض گونه‌های جانوری و گیاهی، آسیب به لایه‌ی ازن و تهدید سلامتی انسان‌ها از اثرات مشهود این نوع دخالت‌های گسترده در محیط طبیعی است. به همین دلیل حفظ محیط زیست و استفاده بهینه از منابع آن از مهم‌ترین عوامل برای توسعه‌ی پایدار و پیشرفت کشورها

محسوب می‌شود. توجه به منابع طبیعی و آشنایی با عواملی که سبب بروز تغییرات در آن‌ها و ناپایداری محیط زیست طبیعی و به تبع آن آسیب به سلامت و آسایش انسان‌ها و حقوق نسل‌های آتی می‌شود از موارد مهمی است که باید در تمامی اقدامات عمرانی مورد توجه قرار گیرد.

## ۱-۲- محیط زیست و مصرف مصالح

تقریباً همه‌ی مصالح ساختمانی‌ای که در صنعت ساختمان به کار گرفته می‌شوند منشأ طبیعی دارند و از طبیعت به دست می‌آیند. سنگ، ماسه، شن و خاک رس از این نوع مصالح محسوب می‌شوند. استخراج، تولید و استفاده‌ی از این مصالح همواره با از بین رفتن مقادیر زیادی از سطح پوسته‌ی زمین و تغییر در آن همراه بوده است.

به عنوان مثال، برای تولید یک کیسه سیمان با استخراج خاک رس و آهک، مقادیر قابل توجهی از سطح زمین از بین می‌رود. سپس برای تبدیل آن‌ها به سیمان، با حرارت دادن به این مواد اولیه، مقدار بسیار زیادی انرژی مصرف می‌شود. مشابه این فرآیند در مورد تمامی مواد و مصالحی که در ساختمان‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، وجود دارد.

استخراج این مواد آثار زیست محیطی نامطلوبی به همراه دارد، از جمله: آسیب رسیدن به زیستگاه‌های طبیعی، از بین رفتن زمین‌های کشاورزی، صدمه دیدن چشم اندازهای طبیعی (مانند آنچه در معادن روباز سنگ آهن، یا خاک رس آجری مشاهده می‌شود)، منتشر شدن متان (به دلیل فساد مواد کربن دار)، بروز عوارض و آلودگی‌های حاصل از حمل و نقل، انتشار گرد و غبار، انتشار کربن دی‌کسید، آلودگی هوا و آلودگی صوتی.

## ۲-۲- اثرات ساختمان سازی بر تخریب لایه‌ی ازن

گازهای سی، اف، سی<sup>۱</sup> (کلر، فلور، کربن‌ها) که در سیستم‌های خنک کننده‌ی ساختمان‌ها به کار می‌روند و یا هالوژن‌ها که برای روشنایی یا اطفای حریق مصرف می‌شوند تا سه دهه پیش به عنوان موادی بی‌خطر، غیرسمی و دارای خصوصیات مفید شناخته می‌شدند. اما پس از کشف آسیبی که توسط آن‌ها به لایه‌ی ازن وارد می‌شود استفاده از آن‌ها مورد تجدید نظر قرار گرفت. لایه‌ی ازن ما را در برابر پرتوهای زیان بار اشعه فرابنفش خورشید حفاظت می‌کند. این گازها در به دام انداختن گرمای خورشید نیز بسیار مؤثرند و چنانچه مقدار آن‌ها از حد مجاز فراتر رود علاوه بر آسیب رساندن

<sup>۱</sup> Chloro Fluoro Carbon (CFC)

به لایه‌ی ازن، باعث بازتابش انرژی کم‌تری به فضا می‌شوند (شکل ۱-۲) و در نتیجه جو زمین گرم‌تر می‌شود.



شکل ۱-۲- نحوه‌ی جذب و دفع انرژی خورشید توسط زمین

حداقل نیمی از مصرف سی، اف، سی‌ها به ساختمان‌ها اختصاص دارد. علاوه بر آن، به‌عنوان سردکننده در سیستم‌های تهویه‌ی مطبوع کاربرد دارد و برای پاشیدن پلاستیک‌های اسفنجی<sup>۱</sup> در عایق‌های حرارتی نیز به‌کار می‌رود.

تخریب لایه‌ی ازن باعث افزایش اشعه‌ی فرابنفش به سطح زمین و افزایش بیماری‌هایی مانند سرطان پوست شده است. مصرف این گازها، که با افزایش دمای زمین همراه است، هشدار می‌دهد که استفاده از این مواد باید محدود گردد و یا کنار گذاشته شود.

## ۳-۲. بازیافت مواد و مصالح و اهمیت آن

کاستن اثرات مخرب زیست محیطی از هر گونه تولید و مصرف مصالح ساختمانی، یک قانون کلی و اصل مهمی است که باید همواره به آن توجه شود. در این صورت طبیعی بودن مصالح و قابلیت بازیافت آن بسیار با اهمیت است. هم چنان که اصل «بازیافت» خود عاملی اساسی و فراگیر است و باید در اولویت قرار گیرد.

«بازیافت» به معنی استفاده‌ی مجدد از مصالح یا تولید انرژی از موادی است که در صورت عدم استفاده دور ریخته می‌شود. امروزه بازیافت زباله و پس مانده‌های گیاهی و حیوانی، به منظور تولید کود و انرژی، روزبه‌روز مورد توجه بیش‌تری قرار می‌گیرد.

تیر و ستون‌های فولادی و چوبی، سنگ‌دانه‌هایی که از خرد کردن بتن به دست می‌آید، اجزای کوچک مانند آجر، سفال‌های بام، سنگ، بلوک‌های بتنی، درها و پنجره‌های از جنس چوب، فولاد و آلومینیم عمده‌ترین مصالح قابل بازیافت در ساختمان‌اند که می‌توان آن‌ها را مورد استفاده‌ی مجدد قرار داد.

یکی از مهم‌ترین موانع موجود در راه بازیافت مواد ساختمانی این است که سازندگان مصالح و طراحان در پیش‌بینی قابلیت استفاده‌ی مجدد اجزای ساختمانی، اعم از سازه‌ای یا غیرسازه‌ای کم‌توجه‌اند و برای تأمین تسهیلات و تشویق سرمایه‌گذاری در این بخش آینده‌نگری نمی‌کنند. بازیافت دارای مزایای متعددی است، از جمله: حفظ منابع طبیعی، صرفه‌جویی در مصرف انرژی برای تولید و حمل و نقل، کاهش هزینه‌ها، کاهش خطر آلودگی محیط، استفاده از انرژی دریافتی از مواد زائد، استفاده از مواد زائدی که در صورت استفاده نشدن به محل‌های دفن زباله منتقل می‌شوند و کاهش نیاز به منابع جدید.

## ۴-۲. اقدامات برای سهولت بازیافت مواد ساختمانی

برای تسهیل در بازیافت مواد ساختمانی این اقدامات بسیار ضروری است:

- استفاده از اصول و مشخصات فنی‌ای که امکان بازیافت مصالح را فراهم می‌سازد.
- طراحی جزئیات خاص به کارگیری مصالح، به گونه‌ای که تفکیک و پیاده کردن آن‌ها را آسان کند.

– استفاده از برچسب‌های اکولوژیکی<sup>۱</sup> (بوم‌شناختی)، حاوی میزان مصرف انرژی برای تولید

## ۵-۲- احیای بناها و اثرات آن بر بازیافت مصالح

احیا و تغییر کاربری یک بنای قدیمی دارای تمامی مزایایی است که در بازیافت مصالح ساختمانی وجود دارد. پیش‌گیری از تخریب ساختمان‌ها و حفظ آن‌ها، علاوه بر این که مانع از اتلاف منابع انرژی می‌شود، به تداوم استفاده از کاربری‌های عمومی و تأسیسات زیربنایی (که معمولاً در ارتباط با آن‌ها شکل گرفته‌اند) کمک می‌نماید و به این ترتیب، ضمن صرفه‌جویی اقتصادی، نیاز به سرمایه‌گذاری مجدد را کاهش می‌دهد.

یکی از خصوصیات بناهای قدیمی ظرفیت حرارتی بالای آن‌ها به دلیل ماهیت و سنگینی جرم مصالح مورد استفاده در آن‌هاست. در نتیجه استفاده از سیستم‌های گرمایش و خنک کردن غیرفعال خورشیدی<sup>۱</sup> را امکان‌پذیر می‌نماید. کم بودن تعداد طبقات و عمق این بناها به نسبت بناهای جدید نیز این امکان را فراهم می‌نماید که روشنایی، تهویه و حرکت در آن‌ها با شیوه‌های غیر مکانیکی امکان‌پذیر شود.

بسیاری از این بناها به دلیل این که متعلق به زمان‌هایی بوده‌اند که تأمین مصالح ساختمانی یا گرم کردن و سرد کردن بنا مشکل یا گران‌تر از امروزه بوده است، الگویی از طراحی کارآمد در زمینه‌ی مصرف بهینه‌ی انرژی و پیوند با محیط‌زیست محسوب می‌شوند. این بناها، بسیاری از اصول ارزشمندی را که امروزه تحت عنوان معماری پایدار (سبز) مطرح شده است، دارند.

جهت‌گیری مناسب بنا به منظور استفاده از مزایای جذب انرژی خورشیدی، قرار دادن اجاق یا تنور خانه در مرکز بنا به منظور توزیع مناسب گرما به تمام فضاها، قرار گرفتن در مسیر نسیم‌های مطلوب یا طراحی و خلق عناصر معماری؛ مانند بادگیر، حوض‌خانه، سرداب، گودال باغچه و... از جمله مصادیقی هستند که از این مفاهیم نشأت گرفته‌اند. (شکل‌های ۲-۲ و ۲-۳)

---

<sup>۱</sup> Passive Solar Energy (PSE)



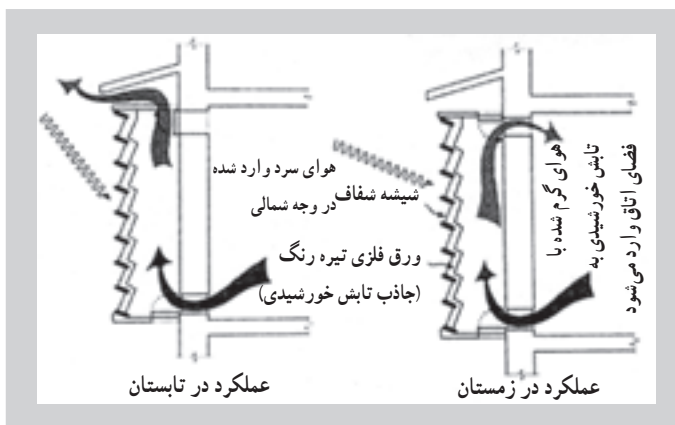
شکل ۲-۲- مدرسه‌ی آقابزرگ  
کاشان با طرح گودال باغچه و بادگیرهایی  
که نمایانگر استفاده‌ی هوشمندانه از  
عناصر اقلیمی است. استفاده از خاک  
بستر ساختمان، بدون باقی گذاشتن آثار یا  
ضایعات در محل استخراج، برای ایجاد  
مصالح موجب شده است تا با حداقل مصرف  
انرژی و افزودنی‌های غیرمحل، درصد  
عمده‌ی مصالح موردنیاز از درون محل  
کارگاه ساختمانی تأمین شود.

هم‌اکنون بسیاری از ساختمان‌های زیبای شهری و روستایی که دارای ارزش‌های فرهنگی و  
اجتماعی و تاریخی‌اند و از مزیت‌های نسبی ذکر شده برخوردارند، تخریب می‌شوند. چنانچه احساس  
مسئولیت نسبت به انرژی، محیط‌زیست و بازیافت به‌عنوان بخشی از وظایف برنامه‌ریزان، طراحان،  
معماران و سازندگان مورد توجه قرارگیرد، بسیاری از ساختمان‌های قدیمی می‌توانند احیا شوند.



شکل ۲-۳- خانه‌ی لاری‌ها در شهر یزد از بناهایی است که در حال حاضر به عنوان سازمان میراث فرهنگی استان یزد  
از آن استفاده می‌شود.

توجه به ابعاد زیست محیطی مصالح از مهم ترین عوامل در معماری پایدار است. پایداری، دیدگاه هزاره‌ی سوم تمدن انسانی تلقی می‌شود و شرط لازم برای بقای در روی کره زمین نیل به آن است. با چنین دیدگاهی «معماری پایدار» به معنی طراحی هوشمندانه در بهره‌گیری از عناصر اولیه‌ی موجود در طبیعت و هماهنگی و توازن با قوانین حاکم بر طبیعت (انرژی خورشیدی، باد و...) است. به طوری که در نهایت، اجزای معماری با محیط خود سازگاری و انطباق داشته باشند (شکل ۴-۲).



شکل ۴-۲- جزئیات مربوط به استفاده از انرژی طبیعی تابشی در ساختمان

## پرسش‌های پایان فصل

- ۱- آثار منفی مصرف بی‌رویه‌ی مواد و مصالح ساختمانی به محیط زندگی انسان‌ها را شرح دهید.
- ۲- گازهای سی‌اف‌سی و هالوژن چه کاربردی در ساختمان دارند؟
- ۳- عوارض منفی استفاده از گازهای سی‌اف‌سی و هالوژن بر زمین و محیط زندگی را شرح دهید.
- ۴- بازیافت مصالح چیست؟
- ۵- نمونه‌هایی از عناصر قابل بازیافت در ساختمان را که با به کارگیری مجدد آن‌ها می‌توان از آثار و عوارض منفی تخریب منابع زیست محیطی جلوگیری نمود بیان کنید.

## زمین

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- نحوه‌ی پیدایش زمین و منظومه‌ی شمسی را بیان کند.
- ۲- قسمت‌های مختلف ساختمان زمین را نام ببرد.
- ۳- عناصر اصلی تشکیل دهنده‌ی پوسته‌ی زمین را نام ببرد.
- ۴- مفهوم زلزله و نحوه‌ی به‌وجود آمدن آن را شرح دهد.
- ۵- اصطلاحات مهم پدیده زلزله (شدت، بزرگی، کانون، و مرکز زلزله) را تعریف کند.
- ۶- رابطه‌ی زمین و بستر ساختمان را با پایداری بنا بازگو کند.

## مقدمه

زمین بستر تمامی بناها و ریشه‌ی تمام مصالح و مواد ساختمانی است. علاوه بر گیاهان، که آن‌ها هم ریشه در خاک زمین دارند، تمام مصالح به‌صورت مستقیم (خام) یا با تغییرات فیزیکی و شیمیایی در سنگ یا خرده‌سنگ موجود در پوسته‌ی جامد زمین (که لایه‌ای با ضخامت ناچیز از کره‌ی خاک است) به‌وجود می‌آیند. جنس پوسته‌ی زمین سنگی یا خرده‌سنگی (خاکی) است. شناخت زمین برای افرادی که با ساختمان و معماری سروکار دارند و طراحی و ساخت بنای محکم، هماهنگ با محیط و اقلیم و زیبا را دنبال می‌کنند اهمیت دارد.

### ۱-۳- پیدایش زمین

واژه‌ی زمین از ریشه‌ی «زم» به معنی «سرد» است<sup>۱</sup>. زمین عضوی از منظومه‌ی شمسی است که خواص فیزیکی مشابه و حرکاتی هماهنگ با دیگر سیارات منظومه شمسی دارد. (شکل ۱-۳) و عمر آن به بیش از چهار میلیارد سال (۴۶۰۰ میلیون سال) می‌رسد.



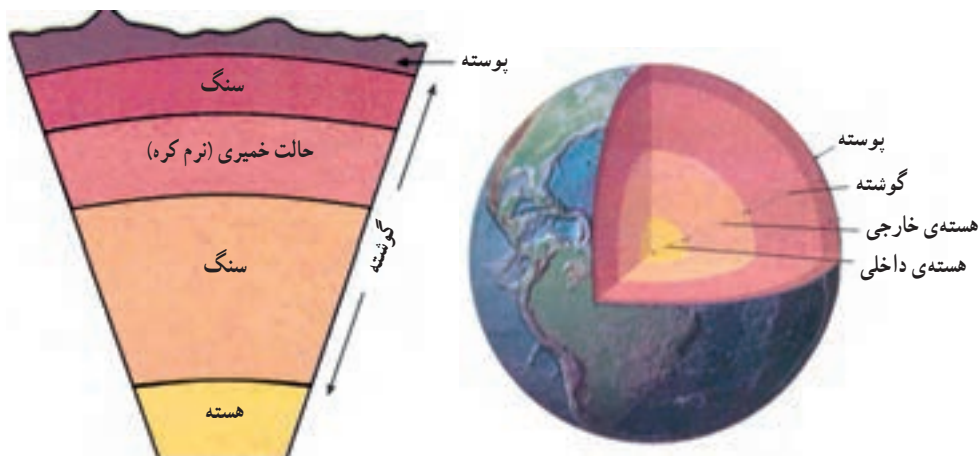
شکل ۱-۳- قرارگیری سیارات در منظومه‌ی شمسی

### ۲-۳- ساختمان زمین

کره‌ی زمین به شکل بیضی دَوّاری است که در دو قطب مسطح گردیده با شعاع استوایی ۶۳۷۸ کیلومتر، به طوری که ۲۱ کیلومتر از شعاع قطبی طویل‌تر است. زمین ساختمان همگن و یک‌نواختی ندارد و از سه قسمت پوسته، گوشته و هسته تشکیل شده است (شکل ۲-۳). ضخامت پوسته‌ی جامد زمین به طور متوسط ۳۵ کیلومتر است. این ضخامت در نقاط مختلف بین ۵ تا ۶۵ کیلومتر است. حداقل ضخامت پوسته در زیر اقیانوس‌ها و حداکثر آن در مناطق مرتفع و زیر کوه‌های قاره‌هاست. ضخامت گوشته حدود ۳۴۷۶ کیلومتر است.

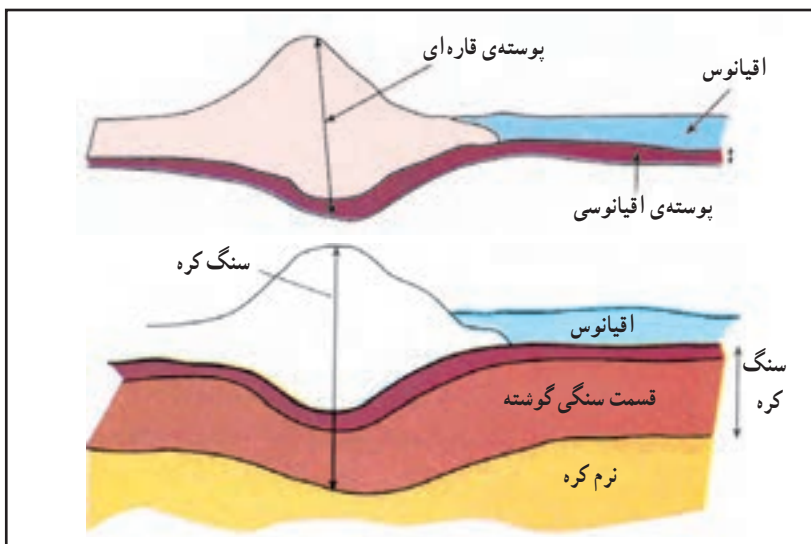
۱- چنان‌که در کلمات زمستان و زمهریر دیده می‌شود و پسوند «ین» به معنای نسبت و همانندی است.

## مطالعه‌ی آزاد



شکل ۲-۳- ساختمان داخلی کره‌ی زمین و قسمت‌های مختلف آن

قسمت اعظم پوسته‌ی زمین از اکسیژن، سیلیسیم و آلومینیوم تشکیل شده است. پوسته‌ی اقیانوسی و قاره‌ای از سیلیسیم و منگنز تشکیل شده است. ۹۹ درصد وزن پوسته‌ی زمین از هشت عنصر اصلی اکسیژن، سیلیسیم، آلومینیم، آهن، کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم ساخته شده است و از این میان اکسیژن به تنهایی حدود نیمی از وزن پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. پوسته‌ی کره زمین از سنگ‌های آذرین، ته‌نشست (رسوبی) و دگرگون شکل گرفته است. جنس بیشتر سنگ‌های این قسمت گرانیتی است.



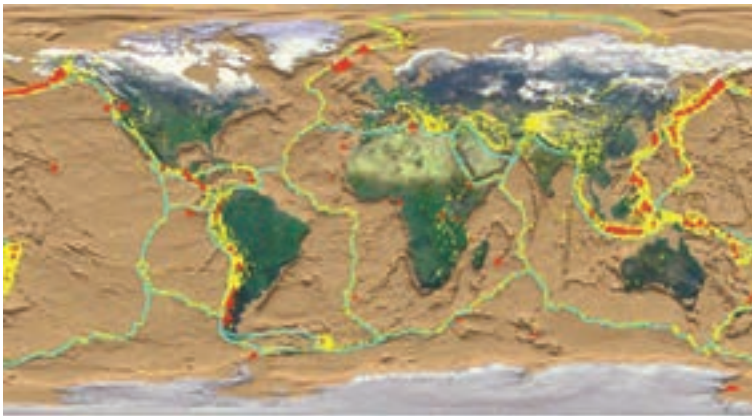
شکل ۳-۳- ضخامت سنگ کره در قاره‌ها بیش‌تر از اقیانوس‌ها است.

### ۳-۳- زلزله چیست و چگونه به وجود می‌آید؟

قرن بیستم را می‌توان دوران شناخت علمی زلزله و چگونگی وقوع آن، شناسایی مکان‌های زلزله‌خیز و اثرات زلزله بر محیط طبیعی و ساختمان‌ها به‌شمار آورد. با توجه به پیشرفت‌های روزافزونی که در این زمینه حاصل شده است شاید بتوان هزاره‌ی سوم را دوران مهار زلزله و حتی استفاده از نیرو و انرژی عظیم آن دانست و امیدوار بود که این نیروی تهدید آمیز، برای بهره‌وری از انرژی زلزله و رشد و توسعه‌ی جوامع انسان به یک فرصت تبدیل شود.

اولین جرقه‌ها به انگیزه‌ی شناخت زلزله و نحوه‌ی وقوع آن به اوایل قرن بیستم (سال ۱۹۱۲) میلادی مربوط می‌شود. در این سال دانشمندی آلمانی به نام «وگنر» با شواهد علمی‌ای که به دست آورده بود؛ اعلام کرد حدود دویست میلیون سال پیش، سطح زمین خشکی عظیم به هم پیوسته‌ای بوده که رفته‌رفته به دو خشکی بزرگ تقسیم شده است و پس از میلیون‌ها سال هریک از دو خشکی مجدداً قطعه‌قطعه شده و قاره‌های امروزی را به وجود آورده‌اند. در سال ۱۹۶۸ نظریه‌ی وگنر به نظریه‌ای جامع‌تر با عنوان تکتونیک صفحه‌ای<sup>۱</sup> تبدیل شد (شکل ۴-۳).

۱- تکتونیک به فعالیت‌های درونی زمین یا اصطلاحاً به فعالیت‌های ساختمان زمین (زمین ساخت) می‌گویند. تکتونیک صفحه‌ای به معنی زمین ساخت ورقه‌ای است. امروزه اکثر زمین‌شناسان، ژئوفیزیک‌دانان و ژئوشیمی‌دانان معتقدند که قاره‌ها در سرتاسر تاریخ زمین، یعنی طی چند میلیارد سال از سویی به سویی دیگر سطح زمین جابه‌جا شده‌اند، این قاره‌ها هم‌چنان در حال جابه‌جایی‌اند و اقیانوس اطلس وسیع‌ترین اقیانوس زمین در حال کوچک‌تر شدن است.



شکل ۳-۴. نواحی زرد رنگ مناطق زلزله‌خیز جهان و خطوط سبز رنگ مرز بین صفحات تکتونیکی را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است نواحی زلزله‌خیز بر خطوط سبز منطبق‌اند.

### مطالعه‌ی آزاد

#### تکتونیک صفحه‌ای و زمین‌شناسی ایران

براساس نظریه‌ی تکتونیک صفحه‌ای، سنگ کره‌ی زمین (پوسته‌ی زمین) یک پارچه نیست، بلکه از تعدادی ورقه‌های پوسته‌مانند کوچک و بزرگ تشکیل شده است. این صفحه‌های صلب سنگی را که روی قسمت درونی زمین می‌لغزند، می‌توان به یخ‌هایی که بر روی دریا شناورند و شانه به شانه هم می‌سایند، تشبیه نمود. مرز این صفحات صلب سنگی مکان فعالیت‌های زمین‌شناسی (زمین‌شناختی) و تکتونیکی است.



در تصاویر بالا مراحل لغزش پوسته زمین نشان داده شده است.

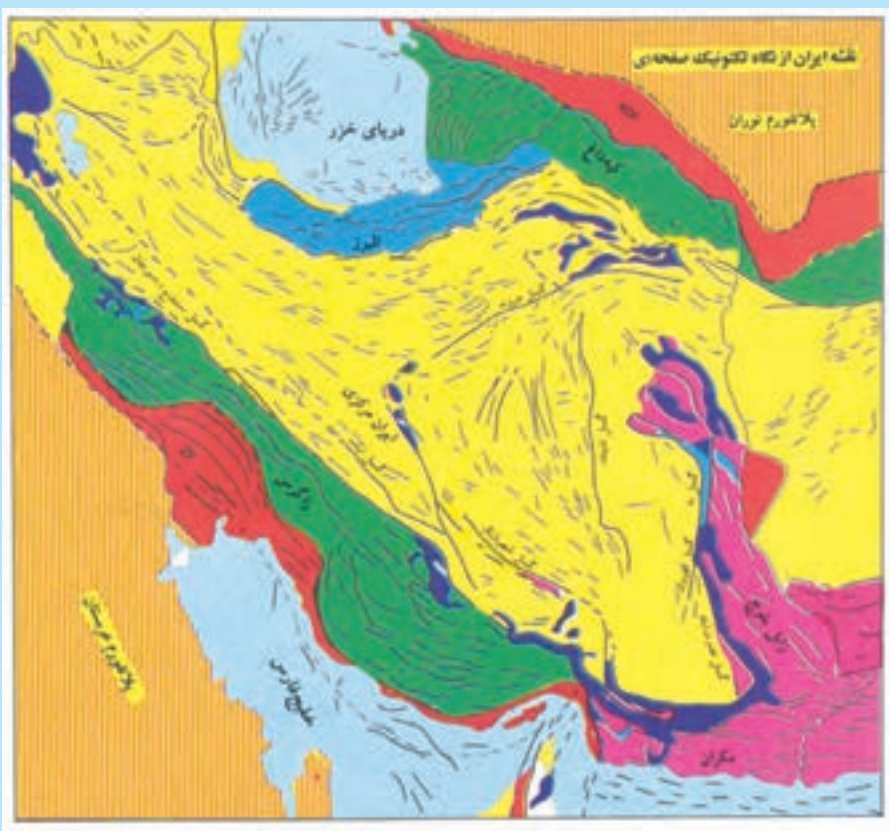
زمین‌لرزه‌ها و آتش‌فشان‌ها در امتداد این مرزها تمرکز یافته، به‌طوری که برخی از این مرزها مکان کوه‌سازی شده‌اند. برخورد قاره‌ها رشته کوه‌های عظیمی چون هیمالیا را به‌وجود آورده است و درواقع زمین‌لرزه‌ها لحظاتی از این حرکت بزرگ و بسیار پیچیده‌ی کوه‌زایی محسوب می‌شوند.



تأثیر زلزله دی‌ماه سال ۸۲ بم بر بناهای کهن و جدید شهر  
تصویر پایین ارگ تاریخی بم بزرگ‌ترین بنای خشتی جهان و تصویر بالا  
ساختمانی جدید با اسکلت فلزی

براساس این نظریه، کشور ایران، که تحت تأثیر کوه‌زایی آلپ است، بین دو سیر آفریقا – عربستان در جنوب غربی و صفحه‌ی توران (اروپا – آسیا) در شمال شرق کشور

قرار گرفته است. فلات عربستان به طرف شمال شرقی ادامه یافته و به وسیله‌ی رسوبات موجود در دشت خوزستان پوشیده شده است. فلات توران در ترکمنستان (شوروی سابق) قرار دارد. سلسله جبال زاگرس و البرز و زلزله‌های شدیدی که در ایران به وقوع می‌پیوندد نتیجه‌ی نزدیک شدن و برخورد این دو ورقه‌ی قاره‌ای است. نظر به زلزله‌خیز بودن کشورمان توجه جدی به ساخت و ساز مناسب لازم است و بسیار اهمیت دارد.



نقشه‌ی ایران از نظر تکتونیک صفحه‌ای

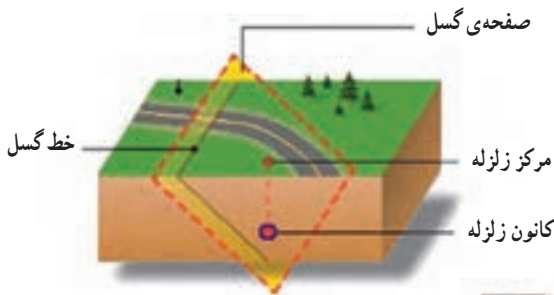
## ۴-۳- مقیاس شدت و بزرگی زلزله و اثرات آن بر ساختمان‌ها

زلزله را از روی شدت تکان و شدت خسارت می‌توان برآورد نمود. برای اندازه‌گیری شدت زلزله از مقیاس مرکالی استفاده می‌شود. مرکالی مقیاسی مشاهده‌ای و غیردستگاهی است که به دوازده درجه تقسیم می‌شود.

اما برای تعیین میزان انرژی آزاد شده در کانون زلزله (شکل ۵-۳) از مقیاس دیگری بنام بزرگی زلزله استفاده می‌شود.

اندکی بعد از نظریه‌ی جابه‌جایی قاره‌ها، «چارلز ریشر» در سال ۱۹۳۵ مقیاسی را، که شدت مکان یک زلزله را اندازه‌گیری می‌کند، ابداع کرد. این ابداع به افتخار وی به نام «ریشر» نام‌گذاری شد. در این مقیاس که به صورت لگاریتمی است هر یک درجه افزایش به معنای افزایش ده برابری حرکات زمینی است. به عبارت دیگر قدرت یک زلزله‌ی شش ریشتری ده برابر زلزله‌ی پنج ریشتری و یک صد برابر زلزله‌ی چهار ریشتری است. به این ترتیب بزرگی زلزله‌ی نیم درجه‌ای با یک درجه‌ای متفاوت است و با هم اختلاف بسیار زیادی دارند.

ریشر نقشه‌ای عمومی برای مناطقی که خطر وقوع زلزله‌های کم عمق داشتند تهیه نمود و به دنبال آن صفحات تکتونیکی (زمین ساخت) فعال را با دقت شناسایی کرد و آن‌ها را به نقشه‌هایی با جزئیات بیشتر، که خطوط گسل‌ها و مناطق زلزله‌خیز را نشان می‌داد، تبدیل نمود.



شکل ۵-۳- «کانون زلزله» محل واقعی حرکت گسل در زیر زمین است که در آنجا انرژی آزاد می‌شود. اما «مرکز زلزله» نقطه‌ای است به موازات کانون در روی زمین و از آن برای نشان دادن زلزله بر روی نقشه استفاده می‌شود.

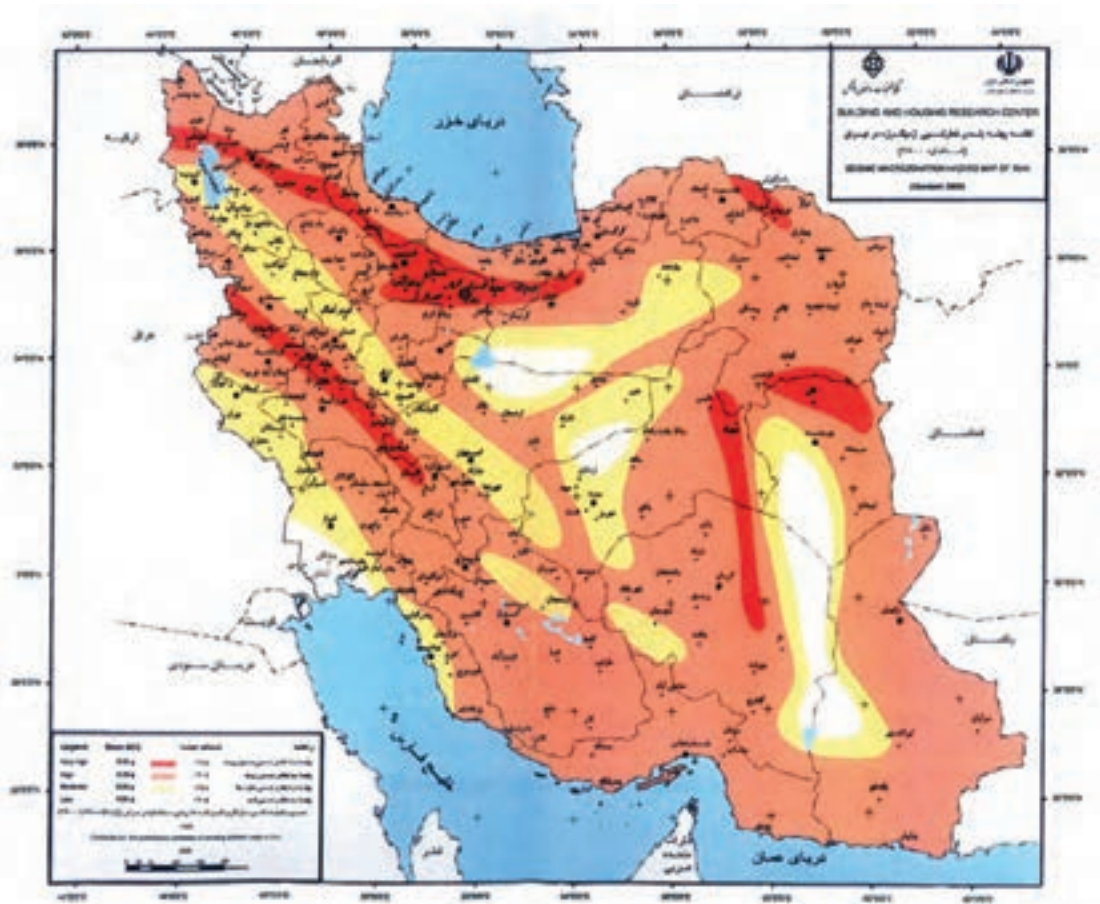


در سال ۱۹۰۲ دانشمند ایتالیایی جوزپه مرکالی مقیاسی برای اندازه‌گیری شدت زلزله ابداع کرد که بنام او نام‌گذاری شد. مقیاس مرکالی (Msk) برای تعیین میزان ویرانی‌ها استفاده می‌شود. شدت، معیاری کیفی است که میزان آن از طریق بررسی آثار و جابجایی وسایل و میزان خرابی‌های بجای مانده بعد از زلزله تعیین می‌شود. در سال ۱۹۳۵ چارلز ریشتر مقیاسی برای سنجش بزرگی زلزله ابداع کرد که به افتخار وی بنام «ریشتر» نام‌گذاری شد. درجه مقیاس ریشتر معمولاً پس از زمین لرزه و از طریق مقایسه اطلاعات ایستگاه‌های مختلف لرزه‌نگاری محاسبه می‌شود.

با توجه به نظریه جابه‌جایی قاره‌ها؛ زلزله به سبب ذخیره شدن مقادیر زیاد انرژی در درون زمین و پدیده‌ی انتشار امواج ناشی از آزاد شدن این انرژی و ناشی از آشفستگی سریع در پوسته‌ی زمین و یا در قسمت‌های بالای گوشته، به‌وجود می‌آید. محلی که منشأ زلزله است و انرژی به یک‌باره از آنجا آزاد و رها می‌گردد، «کانون زلزله» و نقطه‌ی واقع بر سطح زمین، که در بالای کانون قرار دارد، «مرکز زلزله» نام دارد. دامنه‌ی حرکت زمین بر روی سطح ابتدا شامل لرزه‌هایی جزئی است که یک‌باره افزایش می‌یابد و پس از لحظه‌ی کوتاهی به‌تدریج فروکش می‌کند.

### ۳-۵- زمین‌شناسی و احداث ساختمان

اطلاع از موقعیت گسل‌ها و شناسایی جنس خاک‌هایی که بستر بنا محسوب می‌شوند برای طرح و اجرای یک ساختمان ضروری است (شکل ۳-۶). این بررسی‌ها از مرحله‌ی انتخاب محل ساختمان آغاز می‌شود و تا مرحله‌ی قرار گرفتن اطلاعات مربوط به نحوه‌ی طراحی در اختیار تیم طراح، ادامه دارد. توصیه می‌شود این بررسی‌ها حداقل تا اجرای پی‌ها ادامه یابد تا این امکان فراهم شود که فرضیات به‌عمل آمده و الگوهای محاسباتی با نتایج به‌دست آمده از رؤیت شرایط واقعی زمین، انطباق داده شود و کنترل گردد.



شکل ۳-۶- نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر زلزله در ایران

## پرسش‌های پایان فصل

- ۱- نحوه‌ی پیدایش زمین و منظومه شمسی را شرح دهید.
- ۲- ساختمان زمین را شرح دهید و عناصر اصلی تشکیل‌دهنده پوسته‌ی زمین را نام ببرید.
- ۳- زلزله چیست و چگونه به وجود می‌آید؟
- ۴- شدت زلزله چیست؟
- ۵- بزرگی زلزله چیست؟
- ۶- اصطلاحات «کانون زلزله» و «مرکز زلزله» را توضیح دهید.
- ۷- برای احداث ساختمان به چه شناختی از زمین نیاز است؟

## سنگ‌ها

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- نحوه‌ی تشکیل سنگ‌های ساختمانی را توضیح دهد.
- ۲- انواع سنگ‌های ساختمانی را نام ببرد.
- ۳- ویژگی‌های انواع سنگ‌های ساختمانی را شرح دهد.
- ۴- انواع سنگ‌چینی را تعریف کند.
- ۵- نکات کلی در خصوص به‌کارگیری و استفاده از سنگ در ساختمان را بیان کند.

### مقدمه

سنگ‌ها به موادی گفته می‌شود که به‌طور طبیعی از اجتماع و استحکام یک یا چند نوع کانی موجود در پوسته‌ی زمین تشکیل شده باشند. کانی‌ها مواد طبیعی، غیرآلی، متبلور و جامدی هستند که ترکیب شیمیایی نسبتاً ثابتی دارند و آن‌ها را از طریق سختی، رنگ و درخشندگی‌شان می‌توان شناخت.

کاربرد سنگ‌ها نزد انسان بسیار قدمت دارد و انسان از گذشته‌های دور برای تهیه‌ی وسایل و ابزار مختلف و احداث ساختمان از آن‌ها سود جست است.



شکل ۴-۱- یکی از اهرام مصر که با گذشت زمان طولانی از زمان ساخت آن‌ها به دلیل مصالح مورد استفاده و تکنیک ساخت هنوز پابرجا هستند.



تصویر استون‌هنج در کشور انگلیس

استفاده از سنگ در احداث ساختمان ابتدا در بناهای آئینی به کار گرفته شد. بنای استون‌هنج<sup>۱</sup> و اهرام مصر از جمله بناهای سنگی‌ای هستند که از گذشته به جای مانده‌اند. (شکل ۴-۱) مقاومت خوب سنگ باعث شده است تا از آن در قسمت‌هایی که بنا به زمین متصل می‌شود (پی‌ها و کرسی چینی‌ها) یا در جاهایی که میزان بارگذاری زیاد است (پل‌ها و طاق‌ها و ...)، استفاده شود. کاربرد سنگ



در معماری ایرانی نیز قدمت طولانی دارد و آثار باشکوهی که در پاسارگاد، تخت جمشید، نقش رستم، بقایای کاخ آپادانا در شوش و ... به جای مانده، همه یادآور هنر و مهارت مردمان این دیار در به کارگیری و استفاده از سنگ است. (شکل ۴-۲)

شکل ۴-۲- استفاده از سنگ با تکنیک درخشان در تخت جمشید

۱- Stonehenge رصدخانه‌ای نیایشی مربوط به قبل از میلاد مسیح در انگلیس

## ۱-۴ انواع سنگ‌ها از نظر منشأ پیدایش

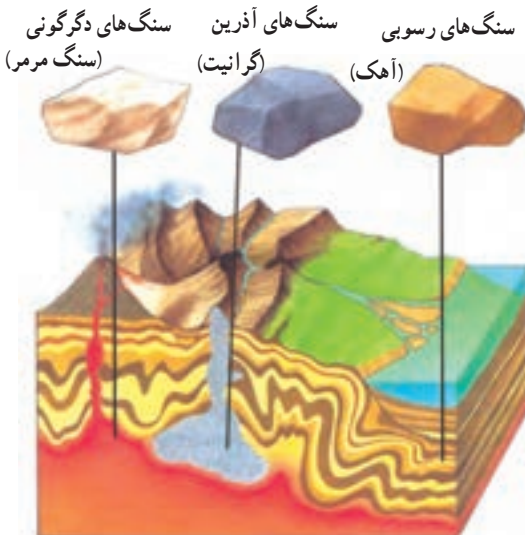
سنگ‌ها را از نظر منشأ پیدایش در سه گروه می‌توان دسته‌بندی نمود (شکل ۳-۴) :

۱- سنگ‌های آذرین (درونی، بیرونی و آتش‌فشانی)

۲- سنگ‌های رسوبی

۳- سنگ‌های دگرگونی

۱- سنگ‌های آذرین : این سنگ‌ها از انجماد مواد مذاب زیر پوسته‌ی زمین به نام «ماگما» به‌وجود می‌آیند. ماگما پس از تشکیل، به دلیل این که نسبت به سنگ‌های اطراف وزن مخصوص کم‌تری دارد، گرایش حرکت به سمت بالا است. سنگ‌های آذرین را به سه دسته تقسیم می‌کنند.



شکل ۳-۴ نحوه‌ی تشکیل انواع سنگ‌ها

**الف) سنگ‌های آذرین درونی یا تمام بلوری:** در این نوع سنگ‌ها ماده‌ی مذاب در فاصله‌ی زیادی از سطح زمین به آهستگی شروع به سرد شدن و انجماد می‌کند و به همین دلیل تمام دانه‌های آن حالت کریستالی پیدا می‌کنند و کانی‌های آن به صورت بلورهای نسبتاً درشتی در می‌آیند. انواع گرانیت‌ها از این دسته‌اند. گرانیت‌ها سنگ‌هایی سخت و بادوام‌اند به طوری که در برابر نفوذ آب، رطوبت و ضربه مقاوم‌اند و به همین دلیل از آن‌ها در نمای ساختمان‌ها زیاد استفاده می‌شود.

**ب) سنگ‌های آذرین بیرونی (همراه با دانه‌های بلوری):** در این نوع سنگ‌ها ماده‌ی تشکیل دهنده سنگ به کندی شروع به سرد شدن می‌کند اما قبل از این که کاملاً سخت شود به طبقات فوقانی و سردتر زمین می‌رسد. به این ترتیب برخی از دانه‌های آن بلوری و برخی به سرعت سرد شده‌اند و حالت بلوری ندارند. پرفیر گرانیت<sup>۱</sup>، پرفیر زی‌نیت<sup>۲</sup>، و پرفیر دیوریت<sup>۳</sup> از این دسته‌اند.

**ج) سنگ‌های آتش‌فشانی:** در این حالت خمیر مایه‌ی سنگ، به سرعت به طرف هوای سرد حرکت می‌کند و منجمد می‌شود. به همین دلیل سنگ حالت بلوری پیدا نمی‌کند (مانند بازالت). سنگ‌هایی که به سرعت در هوای آزاد سرد می‌شوند به شکل کف سنگ یا پوکه سنگ منجمد در می‌آیند که برای شیب‌بندی بام‌ها از آن‌ها استفاده می‌شود.<sup>۴</sup> خانه‌های روستای کندوان در چنین سنگ‌هایی حفر شده‌اند. (شکل‌های ۴-۴ و ۴-۵)



شکل ۴-۴- روستای کندوان در استان آذربایجان شرقی

۱- Granite porphyer

۲- Syenit porphyer

۳- Diorite porphyer

۴- جای‌گزین مصنوعی این نوع پوکه دانه‌های Leca است که، به دلیل سرد شدن سریع در کوره، به صورت متخلخل، توخالی و سبک در می‌آیند.



شکل ۴-۵- خانه‌های روستای کندوان

۲- سنگ‌های ته نشست یا رسوبی : این سنگ‌ها از فرسایش و هوازدگی سنگ‌های آذرین و تجمع و به هم پیوستن قطعه سنگ‌ها، جسم‌های محلول در آب دریاها و یا بقایای گیاهان و جانوران در سطح زمین به وجود می‌آیند. سنگ‌های رسوبی منابعی چون نفت، زغال سنگ، گاز طبیعی، معادن آهن، آلومینیوم، سنگ‌ها و مصالح ساختمانی را تشکیل می‌دهند که در زندگی ما اثر بسیار دارد. از انواع این سنگ‌ها می‌توان کنگلومرا<sup>۱</sup> (جوش سنگ)، ماسه سنگ‌ها<sup>۲</sup> و شیل، سنگ آهک، سنگ‌های مرجانی یا زغال سنگ را نام برد.

۳- سنگ‌های دگرگونی : سنگ‌های آذرین یا رسوبی ممکن است بر اثر حرارت و فشار

---

۱- Conglomerate

۲- ماسه سنگ‌ها اجتماعی از ذرات ماسه (معمولاً کوارتز) اند. این ذرات کم و بیش به وسیله‌ی مجموعه‌ای از مواد مختلف مانند رس، اکسید آهن و سیلیس به هم متصل شده‌اند.

موجود در اعماق زمین یا مجاورت با توده‌های ماگما، به هنگام ترکیبات شیمیایی و فیزیکی تغییر کنند و به سنگی جدید و کاملاً متفاوت با انواع اولیه تبدیل شوند. این سنگ‌ها را «دگرگون شده» می‌گویند. سنگ‌های دگرگون شده معمولاً محکم‌تر و بادوام‌تر از سنگ‌های رسوبی‌اند. چون گرما و فشار فضاهای خالی بین دانه‌های آن‌ها را از میان برده و بر تراکم آن‌ها افزوده است.<sup>۱</sup> از انواع این سنگ‌ها می‌توان سنگ لوح، سنگ شیست، گنیس، مرمر و کوارتزیت را نام برد.

### مطالعه‌ی آزاد

نحوه‌ی اکتشاف؛ استخراج و تولید سنگ‌های ساختمانی: اصولاً برای پیدا کردن سنگ‌های ساختمانی از نقشه‌های زمین‌شناسی با مقیاس ۱:۲۵۰,۰۰۰ و ۱:۲۰۰,۰۰۰، که برای اکتشافات معدنی و سایر کارهای صنعتی و عمرانی به کار گرفته می‌شوند، استفاده می‌گردد.

با توجه به مقیاس نقشه و به منظور تعیین محدوده‌ی دقیق کانسار (معدن)، چند گمانه در محل موردنظر حفر می‌شود و نمونه‌هایی را برای انجام آزمایش‌های فیزیکی و مکانیکی، شامل مقاومت فشاری (تر و خشک)، تخلخل، وزن مخصوص، سختی، وزن حجمی؛ برداشت می‌نمایند تا پس از تعیین مشخصات فنی آن‌ها در مورد استخراج سنگ تصمیم‌گیری شود.

روش‌های استخراج: در گذشته‌ی نه چندان دور استخراج سنگ از طریق انفجار صورت می‌گرفت اما در سال‌های اخیر کلیه‌ی معادن سنگ‌های تزئینی موظف شده‌اند که بهره‌برداری و استخراج سنگ از کانسار را بدون استفاده از مواد انفجاری انجام دهند.

برای استخراج بلوک سنگ، پارامترهای طبیعی مانند چینه‌بندی، شکاف‌ها و درزها از یک طرف؛ ابعاد و سختی از طرف دیگر و پارامترهای اقتصادی – تجاری مدنظر قرار می‌گیرد و در نهایت روش استخراج تعیین و اجرا می‌گردد. روش‌های شناخته شده برای این منظور عبارت‌اند از:

استخراج به کمک چال‌های موازی: روش استخراج سنگ به کمک

۱- سنگ‌های ایرانی به جز گرانیت سنگ‌های خیلی محکم و با کیفیتی نیستند. به همین دلیل جزئیات نصب و اجرای آن‌ها باید با توجه به این خصوصیت باشد و نمی‌توان در هر جا و با هر نوع جزئیاتی آن‌ها را به کار گرفت.

چال‌های موازی، قدیمی‌ترین روش استخراج سنگ از کوه است. در این روش، ابتدا در محدوده‌ی موردنظر تعدادی چال به فواصل معین از یکدیگر حفر می‌کنند. در این معادن پس از حفر چال‌های عمودی، توسط گوه و یا با استفاده‌ی ناچیز از باروت و قرار دادن فتنه‌ی انفجاری، می‌توان سنگ را جدا نمود. این روش برای کانسارهایی که لایه‌بندی طبیعی دارند و به حفر چال‌های افقی نیاز ندارند، نظیر معادن تراورتن، با موفقیت انجام می‌گیرد.



تصاویری از معدن سنگ (راست) و دستگاه ایجاد چال در سنگ (چپ)

**استخراج سنگ بلوک با سیم‌های برش فولادی (حلزونی):** استفاده از شیوه‌ی برش با سیم فولادی، از یک صد سال پیش در معادن بزرگ سنگ کشورهای اروپایی نظیر ایتالیا متداول گردیده است. در این روش ابتدا چاه‌هایی با طول بیش از سی متر، که در سطوح مختلف یکدیگر را قطع می‌کنند، حفر می‌شود. آنگاه با عبور سیم فولادی از چاه‌ها به برش آن اقدام می‌شود.

اساس کار بر حرکت دورانی یک سیم فولادی تحت کشش است، که به کمک پودر سیلیس و آب موجب برش سنگ می‌گردد. به‌طور کلی این سیستم برش، از یک دستگاه نیروی محرکه (وینچ)، و تعدادی قرقره‌ی هدایت‌کننده‌ی دستگاه ایجاد کشش و ابزارهای کمکی وابسته تشکیل شده است.

**برش سنگ با ماشین‌های هاواژ (شیارزن):** ماشین‌های هاواژ برای

سنگ‌هایی که سختی آن‌ها چندان زیاد نباشد، به کار گرفته می‌شود. ولی در سنگ‌های سخت نظیر گرافیت نتیجه‌ی مطلوبی نداشته است. در این روش صفحات از پیش تعیین شده‌ی سنگ را می‌برند و بلوک را از کوه جدا می‌نمایند.

**استخراج سنگ توسط سیم برش الماسه :** برای این منظور ابتدا در سنگ دو چال عمود بر هم، که محدوده بلوک را مشخص می‌کند، حفر می‌کنند و سیم الماس‌دار را از آن عبور می‌دهند. سیم برش دارای طول ۲۵ الی ۴۵ متر است (حداکثر طول سیم برش می‌تواند ۱۵۰ متر باشد) و توسط یک وینچ با قرقره‌ی راهنما در یک جهت معین و به‌طور دائم روی سنگ حرکت می‌کند و بدین وسیله سنگ بریده می‌شود.

دستگاه برش، در هنگام کار بر روی ریل قرار دارد و با استفاده از امکانات الکترونیکی و هیدرولیکی، به‌طور اتوماتیک بر روی ریل جابه‌جا می‌شوند و با انجام عمل برش خود را به عقب می‌کشند. مکانیزم دستگاه به گونه‌ای است که می‌توان با جابه‌جایی و تغییر جهت محور وینچ از حالت افقی به عمودی، سنگ را به‌طور افقی یا عمودی برید. به منظور خنک نمودن سیم برش، باید پیوسته آب وارد شیار سنگ گردد. روش‌های دیگر استخراج سنگ مانند هیدرومکانیکی و استخراج سنگ با کمک حرارت و با استفاده از اشعه‌ی لیزر نیز در معدن به کار گرفته می‌شود.



دستگاه برش سنگ با سیم الماسه

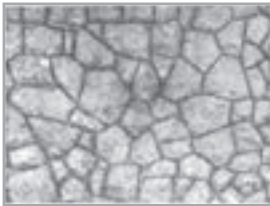
## ۴-۲- نام گذاری سنگ ها براساس نوع کار روی آن ها

در کارگاه های ساختمانی سنگ ها را براساس نوع کاری که روی آن ها انجام می شود به دو گروه خام و کار شده تقسیم می کنند، به این شرح :

۱- سنگ های خام : سنگی که از معدن استخراج می شود مانند قلوه سنگ که از بستر رودخانه تهیه می شود. (شکل ۴-۶)

الف) سنگ قلّه : به قطعات بزرگ سنگ که از کوه جدا می شوند سنگ قلّه می گویند. این نوع سنگ ها مستقیماً از معدن سنگ استخراج می شوند. به سنگ قلّه، سنگ کوب<sup>۱</sup> (مکعب) هم می گویند.

ب) سنگ لاشه : سنگ های ناصافی که به اندازه ی مناسب شکسته شده اند. این سنگ ها حاصل عمل انفجارند و یا پس از خرد کردن قطعات بزرگ تر به دست می آیند و ممکن است هر شکلی داشته باشد. (شکل ۴-۷)



شکل ۴-۷- استفاده از سنگ لاشه

شکل ۴-۶- نماسازی با قلوه سنگ طبیعی

در تصویر چپ بین قطعات بندکشی شده و تصویر سمت راست نمونه ای بدون بندکشی نمایش داده شده است.

۲- سنگ های کار شده : در نتیجه ی تیشه کاری و پرداخت هایی که روی سنگ خام می شود، انواع سنگ های زیر به دست می آید (شکل ۴-۸) :

الف) سنگ قواره (شکل گرفته) : اگر گوشه های تیز سنگ لاشه حذف شوند به آن سنگ قواره می گویند. این سنگ نیز مانند سنگ لاشه ممکن است هر شکلی داشته باشد.

ب) سنگ بادبُر (یا رگه ای) : سنگی است که به صورت تقریباً مکعبی درمی آید. سطح نمای آن تقریباً مربع یا مستطیل می شود. (شکل ۴-۹)



سنگ قله (کوهی)



سنگ لاشه کوچک



سنگ لاشه

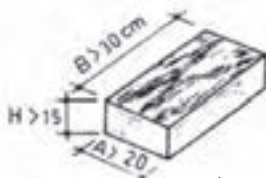


راسته‌ی سنگ



عمق سنگ

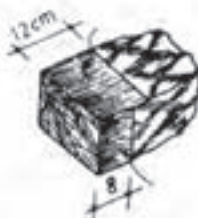
کله‌ی سنگ



سنگ دست تراش (تمام تراش)



سنگ فتیله‌ای (بادکوبه‌ای)



سنگ کلنگی



سنگ سر تراش



سنگ لایه‌ای



سنگ چکشی

شکل ۸-۴. انواع مختلف سنگ براساس نوع کاری که روی آن‌ها انجام شده است.



شکل ۹-۴ استفاده از سنگ بادبر در نما

ب) **سنگ سرتراش**: اگر برای ایجاد درزهای ملات خور بهتر، روی این سطوح را بتراشند به آن سنگ سرتراش می‌گویند و در مواردی چهار وجه ملات خور این سنگ را گونیا می‌نامند و به آن «سنگ سرتراش گونیاشده» می‌گویند.

ت) **سنگ دست تراش**: (تمام تراش، پاک تراش یا چند نما): اگر کلیه سطوح قائم و افقی سنگ را دست تراش کنند به آن «سنگ دست تراش» می‌گویند.

ج) **سنگ بادکوبه‌ای**: سنگ سرتراشی که دور تا دور وجه نمای آن را به عرض ۱/۵ تا ۳ سانتی‌متر با قلم تراش داده‌اند و بقیه‌ی نما را تیشه‌داری کرده‌اند.

چ) **سنگ اندازه یا حکمی**: اگر سنگ دقیقاً براساس ابعاد و اندازه‌های مشخصی، که در نقشه منظور شده، به کارخانه سفارش داده شود به آن سنگ حکمی می‌گویند.

ح) **سنگ پلاک**: پس از حمل بلوک‌های سنگی به کارخانجات سنگ‌بری، پلاک‌های مختلف تهیه می‌گردد. در کارخانه، سنگ قله را به ضخامت‌های موردنظر (۲-۳ سانتی‌متر)؛ معمولاً به عرض ۴۰ سانتی‌متر و به طول آزاد (طول قله)، بُرش می‌زنند. به این دسته از سنگ‌ها که معمولاً مستطیل شکل و دارای لبه‌های قائم هستند سنگ «پلاک» می‌گویند.

سنگ‌های پلاک برحسب پرداخت سطح نمای آن به نام‌های کلنگی، چکشی، تیشه‌ای (یک تیشه یا دو تیشه) و ساب خورده نام‌گذاری می‌شوند.

### ۳-۴- مشخصات کلی سنگ برای مصرف در ساختمان

رنگ و مشخصات فنی سنگ‌ها متفاوت و گوناگون است. به همین دلیل نمی‌توان در قسمت‌های

مختلف ساختمان از هر سنگی استفاده کرد. سنگ‌های مورد مصرف در کارهای بنایی باید دارای مشخصات زیر باشند.

– بافت سنگ باید بدون شیار، ترک و رگه‌های سست باشد (کرمو نباشد). هم‌چنین یک‌نواخت و همگن و بدون خلل و فرج و پوسیدگی باشد.

– سنگ ساختمانی نباید بیش از ۸٪ وزنش آب جذب کند یا در آب متلاشی شود.

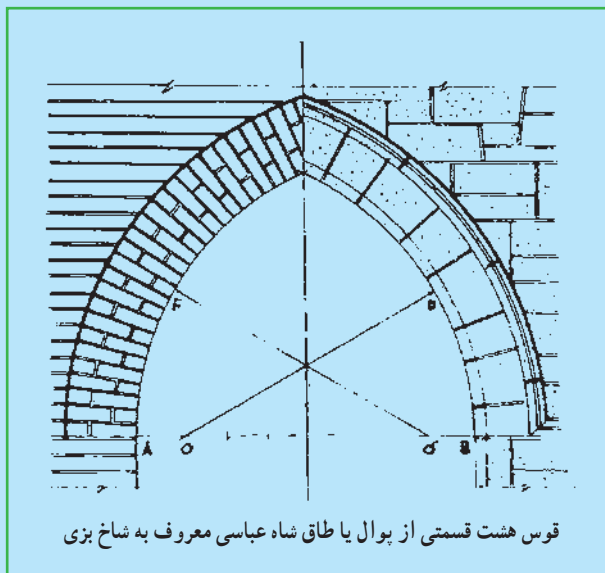
– سنگ باید شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط را تحمل نماید؛ در برابر تابش آفتاب، باد، یخبندان، تغییرات دما و کلیه عوامل فرسایش، مقاوم و در برابر محیط‌های شیمیایی، اسیدی، قلیایی و عمل هیدرولیز و اکسیداسیون مقاوم باشد.

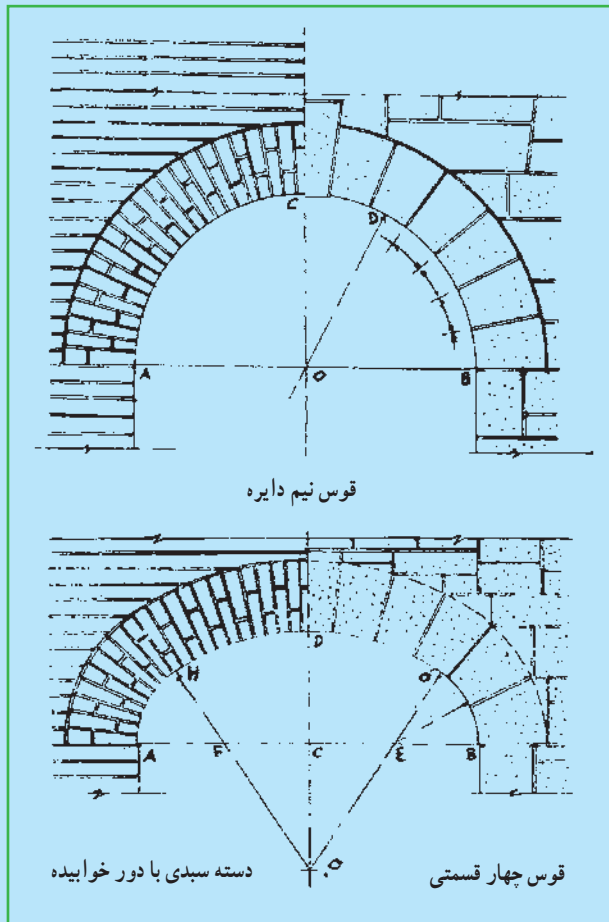
– تاب فشاری سنگ برای قطعات باربر نباید کم‌تر از  $15 \text{ kg/cm}^2$  باشد و در برابر سایش در مکان‌های پر رفت و آمد مقاوم باشد.

– سنگ باید تمیز و فاقد هرگونه آلودگی به مواد طبیعی و مصنوعی باشد.

با توجه به گستردگی پهنه‌ی آب و هوایی ایران و مصالح بوم آورد هر منطقه، معمار ایرانی از سنگ و یا آجر در ساخت بنای خود بهره می‌برده است.

### مطالعه‌ی آزاد





نمونه‌هایی از اجرای برخی انواع قوس‌های سنگی و آجری

## پرسش‌های پایان فصل

- ۱- سنگ چیست و چگونه تشکیل می‌شود؟
- ۲- از نظر منشأ پیدایش، سنگ‌ها به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ این سنگ‌ها چه تفاوت‌هایی با یک‌دیگر دارند؟
- ۳- سنگ لاشه چیست؟ چه تفاوتی با سنگ قواره دارد؟
- ۴- سنگ اندازه (حکمی) چیست و در چه مواردی سفارش داده می‌شود؟

### خاک

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- نحوه‌ی تشکیل خاک را شرح دهد.
- ۲- اهمیت خاک را در تولید مصالح ساختمانی توضیح دهد.
- ۳- روش‌های تهیه و استخراج انواع خاک رس را شرح دهد.
- ۴- خواص انواع خاک رس را توضیح دهد.
- ۵- تأثیر دانه‌بندی خاک را بر مقاومت آن شرح دهد.
- ۶- مهم‌ترین ملات‌های گلی را نام ببرد.
- ۷- نحوه‌ی ساخت ملات‌های گلی را توضیح دهد.

#### مقدمه

خاک ریزترین دانه طبیعی موجود در سطح پوسته‌ی زمین و محصول نهایی هوازدگی است که از گذشته‌های دور و به فراوانی در ساختمان‌سازی مورد استفاده بوده است. بخش عمده‌ی معماری سنتی ایران و آثار به جای مانده از آن مدیون این ماده‌ی ساختمانی و خواص آن است. با وجود مصالح جدیدی که در اختیار ما قرار دارد هنوز هم خاک در مقادیر زیاد و به صورت مستقیم و غیرمستقیم در صنعت ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد. از نظر نحوه‌ی پیدایش «خاک» محصول نهایی هوازدگی و نتیجه‌ی تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها، همراه با تجمع باقی مانده‌های در حال فساد جانداران

(تخریب زیستی)، توسط طبیعت است (که معمولاً طی دوره‌های منظم صورت می‌گیرد). هر جا که سنگ در مجاورت «هوا کره» قرار گیرد، دچار تخریب فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌شود.

### ۱-۵- هوازدگی و به‌وجود آمدن خاک رس

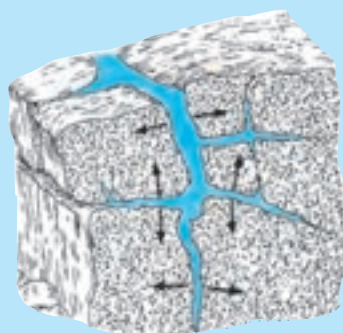
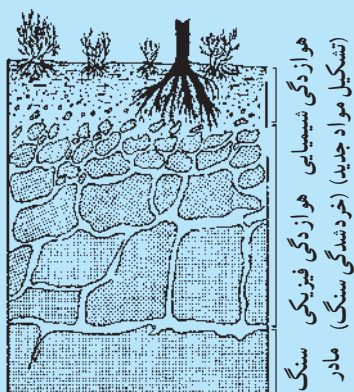
«هوازدگی» فرآیندی است که مواد پیوسته و متراکم پوسته‌ی سطح زمین را به موادی ناپیوسته و نرم تبدیل می‌کند. به‌طور کلی «هوازدگی» خرد شدن و تجزیه‌ی شیمیایی سنگ‌ها در محل خود، به علت تأثیرات آب، هوا و موجودات زنده است.

بیش‌تر سنگ‌ها در محیطی تشکیل شده‌اند که شرایط آن با شرایط سطح زمین متفاوت بوده است. وقتی این سنگ‌ها در سطح زمین ظاهر می‌شوند تحت تأثیر هوازدگی قرار می‌گیرند و دچار تغییر می‌شوند. مثلاً سنگ‌های آذرین، که در شرایط فشار و درجه‌ی حرارت زیاد زیر زمین و در محیطی بدون آب و هوا تشکیل شده‌اند، وقتی در شرایط سطح زمین قرار می‌گیرند، به علت فشار و درجه‌ی حرارت کم و وجود رطوبت هوا و موجودات، تغییر می‌کنند و به خاک تبدیل می‌شوند. هوازدگی فرآیندی است که به‌طور مداوم در سطح زمین جریان دارد.

#### مطالعه‌ی آزاد

انواع مختلف هوازدگی عبارت‌اند از:

**هوازدگی فیزیکی:** عوامل فیزیکی از قبیل یخ بستن آب در شکاف سنگ‌ها باعث افزایش ۹٪ حجم آن می‌شود و فشارهای زیادی، بیش‌تر از مقاومت سنگ به‌وجود می‌آورد. هم‌چنین نیروی زلزله، تغییرات درجه‌ی حرارت و انقباض و انبساط سنگ‌ها و تکرار آن در طول زمان، نیز از نوع هوازدگی فیزیکی است و خرد شدن آن‌ها را به دنبال دارد.



انجماد آب در شکاف سنگ‌ها و متلاشی شدن آن‌ها پوشش سنگ‌های هوازده بر روی سنگ مادر

**هوازگی شیمیایی:** نوعی هوازگی است که به تغییر شیمیایی جنس سنگ منجر می‌شود. در هوازگی شیمیایی، مواد موجود در هوا کره (اتمسفر) مانند آب، کربن دی‌اکسید و اکسیژن، در برابر کانی‌های موجود در طبیعت واکنش شیمیایی نشان می‌دهند و در نتیجه «مواد و کانی‌های جدیدی» تولید می‌کنند. برخی از مهم‌ترین این واکنش‌ها که منجر به هوازگی شیمیایی می‌شود عبارت‌اند از هیدرولیز<sup>۱</sup>، هیدراسیون<sup>۲</sup>، دهیدراسیون<sup>۳</sup>، اکسیداسیون (اکسایش)<sup>۴</sup> و انحلال است.

**هوازگی زیستی:** هوازگی زیستی در واقع ترکیبی از تأثیرات فیزیکی و شیمیایی گیاهان و جانوران بر روی سنگ‌هاست. انسان‌ها و جانوران در متلاشی کردن فیزیکی سنگ‌ها و خاک‌ها کم و بیش مؤثرند. شاید مهم‌ترین نقش از این نظر مربوط به جانوران حفار (مورچه، موربانه، موش صحرایی، کرم‌ها و ...) باشد. این جانوران دائماً در حال به هم زدن و جابه‌جا کردن مواد تشکیل‌دهنده خاک‌اند و به‌علاوه با بالا آوردن ذرات دست‌نخورده‌ی کانی‌ها به سطح زمین و قرار دادن آن‌ها در مقابل آب و هوا، باعث تأثیر بیش‌تر هوازگی بر آن‌ها می‌شوند.

هم‌چنین ریشه‌ی گیاهان وقتی در داخل شکاف سنگ‌ها نفوذ می‌کند بر اثر رشد

۱- Hydrolysis (واکنش شیمیایی بین یک کانی و آب)

۲- Hydration (جذب آب توسط یک کانی)

۳- Dehydration (خروج آب از کانی)

۴- Oxidation (ترکیب اکسیژن با یک کانی)

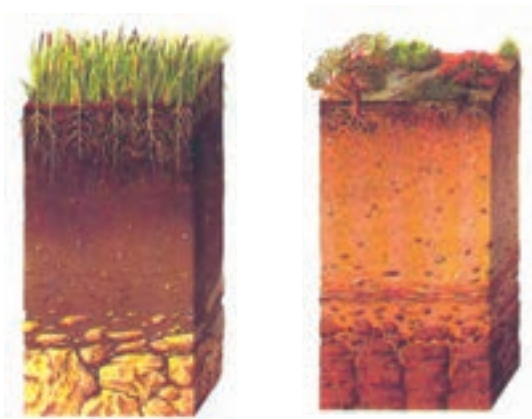
خود فشاری به وجود می‌آورد که ممکن است باعث خرد شدن سنگ‌های دیواره‌ی شکاف شود. ریشه‌ی درختان بزرگ گاهی تا عمق قابل توجهی از سطح زمین پایین می‌رود.

بنابراین باعث می‌شود که عوامل هوازدگی تا اعماق بیش‌تری نفوذ و اثر کند. هم‌چنین پوسیدن گیاهان و جانداران، که تولید اسید می‌کند، نیز باعث تخریب سنگ‌ها می‌شود.

**عوامل مؤثر در هوازدگی :** شدت هوازدگی در هر نقطه بستگی به عواملی چون جنس سنگ‌های مادر، شیب زمین، شرایط اقلیمی و زمان دارد. (رطوبت و گرما در مناطق گرم و مرطوب باعث هوازدگی شیمیایی می‌شود، در حالی که در نواحی گرم و خشک بیابانی هوازدگی شیمیایی اثر چندانی ندارد.)

## ۲-۵- خاک رس و ترکیبات آن

خاک رس‌ها موادی با ترکیب شیمیایی پیچیده‌اند، ولی مبنای آن‌ها ترکیبی از سیلیس و آلومین با مقادیر متغیری از اکسیدهای فلزی و سایر مواد است. خاک رس‌ها نتیجه‌ی عمل فرسایش و هوازدگی بر فلدسپات‌ها<sup>۱</sup> و میکاهاست. این مواد جزء مهمی از سنگ‌های آذرین و دگرگون‌اند و از مهم‌ترین مواد معدنی موجود در طبیعت به‌وجود می‌آیند. (شکل ۱-۵)



شکل ۱-۵- خاک و لایه‌های مختلف

<sup>۱</sup> Feldspat

دو عنصر اصلی تشکیل دهنده ی خاک رس سیلیس و آلومینیوم اکسید است و هر قدر میزان آن ها بیشتر باشد درجه ی خلوص خاک رس بیش تر می شود.

### ۳-۵- چگونگی دست یابی به خاک رس

خاک رس مورد استفاده در ساختمان، به دو طریق در طبیعت یافت می شود :

الف) خاک رس ته نشستی (حمل شده) که به آن خاک رس آبرفتی نیز می گویند. این خاک رس از محل اولیه ی خود به وسیله ی عوامل جوّی مانند بارندگی، سیلاب، رودخانه و ... حرکت می کند و در نقطه ی دیگری ته نشین می شود.

ب) خاک رس معدنی یا برجا. این خاک رس در محلی که تشکیل شده باقی می ماند و حرکت نمی کند. خاک رس معدنی از خاک رس آبرفتی خالص تر است. اما جنس خاک رس آبرفتی با توجه به بستر رودخانه هایی که در آن جاری می شود متفاوت و دارای ناخالصی است.

### ۴-۵- خواص خاک رس

مهم ترین خواص خاک رس عبارت اند از :

— خاصیت چسبندگی : این خاصیت به دلیل رسیدن آب به آن به وجود می آید. اما چنان چه خاک رس کاملاً سیراب شود چسبندگی خود را از دست می دهد.

— خاصیت شکل پذیری : وجود آب بین دانه های خاک رس باعث می شود دانه های خاک رس با کوچک ترین نیرو روی یکدیگر لغزیده شوند. در نتیجه خاصیت خمیری و شکل پذیری (پلاستیسیته) فوق العاده ای در خاک رس ایجاد می شود و به هر شکلی در می آید و پس از خشک شدن و پخته شدن به همان شکل باقی بماند.

— خاصیت عایق بندی رطوبتی : قبل از رواج قیر، برای عایق بندی رطوبتی بام ها از این خاصیت خاک رس استفاده می شد. هنوز هم در بسیاری از شهرهای کوچک و روستاها روی بام را با یک لایه ی خاک رس و کاه اندود می نمایند. خاک رس استعداد مکندگی آب دارد، به طوری که می تواند آب را بمکد و بعد از آن که کاملاً اشباع شد منبسط می شود و هر ذره منافذ مجاور خود را پرمی کند. در این حالت خاک رس کاملاً غیر قابل نفوذ می شود و از نفوذ آب به سطوح پایین تر جلوگیری می کند.

## ۵-۵- اثر رطوبت بر خاک‌ها

کاهش رطوبت در خاک باعث کم شدن حجم آن می‌شود. به این ترتیب حجم خاکی که با آب ترکیب شده باشد، پس از تبخیر و خشک شدن کاهش می‌یابد. میزان مکیدن آب توسط خاک رس به نوع دانه‌بندی، ریزی و درصد رس آن بستگی دارد. خاک‌های دانه درشت کم‌تر از خاک‌های دانه ریز تحت تأثیر رطوبت قرار می‌گیرند.<sup>۱</sup>

### مطالعه‌ی آزاد

تأثیر اندازه و شکل هندسی دانه‌بندی بر خاک‌ها: برای تعیین دانه‌بندی خاک، آن‌ها را از الک‌هایی که اندازه‌ی چشمه‌های آن‌ها مختلف است، عبور می‌دهند و به ریزدانه، ماسه، ریگ، شن و قلوه سنگ تقسیم می‌کنند. هر چه دانه‌های خاک بزرگ‌تر باشد وزن مخصوص آن‌ها بیش‌تر و خاک آن مقاوم‌تر است. انواع این دانه‌بندی بر اساس شکل به این شرح‌اند:

— دانه‌های جسیم یا شن و ماسه‌ای، شامل دانه‌های سنگی شن و ماسه‌ی گوشه‌دار، نیمه گوشه‌دار، نیمه گرد و گرد.

— دانه‌های ریز (ریزدانه) یا رُسی، شامل دانه‌های رس بسیار ریز؛ به شکل مدور؛ پولکی یا دراز (سوزنی) است. دانه‌های صاف به شکل پولک که نسبت دو بعد به یک بعد دیگر خیلی بیش‌تر است، مرغوب‌تر از دانه‌های مدور و سوزنی است.

## ۵-۶- رنگ خاک رس

بیش‌ترین خاک رسی که در طبیعت وجود دارد سرخ رنگ است. علت سرخی خاک رس به اکسیدهای آهن سه ظرفیتی<sup>۲</sup> موجود در آن مربوط است (خاک رس‌های به رنگ سفید فاقد اکسید آهن‌اند). چنان‌چه رنگ خاک تیره باشد به دلیل وجود کربن است. اگر با گرافیت همراه باشد رنگ خاک رس خاکستری می‌شود. وجود اکسیدهای آهن دو ظرفیتی بر حسب نوع، رنگ خاک رس را سرخ یا کبود می‌کند. رنگ اغلب خاک‌ها پس از پختن تغییر می‌کند. این تغییر به میزان حرارت، میزان پراکندگی و میزان ترکیب این عناصر در خاک بستگی دارد. بنابراین اگر بخواهیم رنگ سفالی

۱- خاک‌های دانه درشت فضای خالی بزرگ‌تری دارند و سریع‌تر زهکشی می‌شوند. هم‌چنین نیروی شعریه (موئینگی) در شن و ماسه‌ای که ریزدانه کم‌تری دارند اندک است و در ارتباط با رطوبت بالا رونده مشکلی ایجاد نمی‌کند.

$2-\text{Fe}_2\text{O}_3$

را که از خاک مشخصی تهیه نموده‌ایم تعیین کنیم ابتدا باید مقداری از آن را به صورت پخت آزمایشی ارائه دهیم، سپس با اضافه کردن یا کم کردن عناصری که در تعیین رنگ آن مؤثرند، رنگ مورد نظر را به دست آوریم.

## ۷-۵- کاربرد خاک رس

خاک رس در صنایع وابسته به آجرپزی، کاشی و سرامیک، تهیه‌ی نسوز<sup>۱</sup>، تهیه‌ی لوازم بهداشتی مانند روشویی، سنگ توالت و ... مصرف می‌شود. هم‌چنین در صنایع چینی‌سازی برای ظروف آشپزخانه و در صنعت برق برای تهیه‌ی عایق‌های برقی (مقاومت‌های الکتریکی ...) از آن استفاده می‌شود.

کلیه‌ی رس‌هایی که در صنعت آجرسازی، سرامیک‌سازی، چینی‌سازی و ... به کار می‌روند دارای ترکیبات شیمیایی مشابه‌اند.

خاک رس به صورت مخلوط خاک رس و گچ (گچ و خاک) برای اندود زیر سفیدکاری، ساختن شفته، ملات‌های گل آهک، گل، کاه گل، خشت (برای تهیه‌ی آجر) و بیسکویت کاشی مصرف می‌شود. مهم‌ترین ملات و اندودی که از گل تهیه می‌شوند عبارت‌اند از :

## ۸-۵- ملات گل

ملات گل قدیمی‌ترین ملات مورد استفاده در ایران است و تا قبل از سال ۱۳۱۲ هجری شمسی که اولین کارخانه‌ی سیمان در کشور ساخته شد (کارخانه‌ی سیمان ری) اکثر ساختمان‌ها با استفاده از این ملات ساخته می‌شد. برای این منظور خاک به دست آمده از گودبرداری احداث زیرزمین و آب انبار یا چاه فاضلاب را سرند می‌کردند تا خاک نرمه به دست آید، سپس آن را با آب مخلوط می‌کردند و به عنوان ملات به کار می‌بردند. ملات گل با توجه به این که چسبندگی آن پس از خشک شدن، ناچیز است و تحمل بارهای ناشی از وزن ساختمان و یا نیروهای جانبی مانند باد و زلزله را ندارد ملاتی مطمئن محسوب نمی‌شود. دیوارهایی که با استفاده از این ملات ساخته می‌شود معمولاً حجیم، عریض و دارای ضخامت زیاد است و در حال حاضر استفاده از آن به حداقل رسیده است.

---

۱- موادی هستند که در برابر حرارت زیاد، مقاوم‌اند، ذوب نمی‌شوند و تغییر شکل نمی‌دهند. مانند آجرهایی که در ساخت شومینه با جداری داخلی کوره‌های ذوب استفاده می‌شود.

برای ساختن ملات گل، آخوره‌ای درست می‌کنند و پس از اضافه کردن آب به درون آخوره، آن را مخلوط می‌کنند و پس از ورز دادن، آن را مورد استفاده قرار می‌دهند. ملات گل خالص تا هنگامی که تر است فاقد سوراخ و حفره‌ی ریز است و آب نمی‌تواند از آن نفوذ کند. از این رو برای آب‌بندی آب‌گیرها، استخرها و بام‌ها می‌توان از آن استفاده کرد. این ملات پس از خشک شدن جمع می‌شود و ترک برمی‌دارد و در این حالت آب در آن نفوذ می‌کند. در بعضی مناطق این خاک را با ماسه مخلوط می‌کردند و به مصرف می‌رساندند.

## ۹-۵- اندود کاه گل

برای جلوگیری از ترک خوردن گل به آخوره‌ی آن کاه اضافه می‌کنند. از این رو به آن کاه گل می‌گویند. از این ترکیب برای اندود دیوارهای بیرونی و پشت بام استفاده می‌شود. (شکل ۲-۵) هم‌چنین برای پایین آوردن درجه‌ی انجماد ملات در زمستان و جلوگیری از سبز شدن و رشد علف در آن نمک طعام به آن اضافه می‌شود. برای هر متر مکعب ملات کاه گل حدود پنجاه کیلوگرم کاه لازم است. گل «نیمچه کاه» دارای کاه کم‌تری است. نوع دیگر آن اندود «سیم گل» است که از نرمه‌ی کاه در گل استفاده می‌شود. برای ساخت سیم گل، دانه‌های کاه را می‌کوبند سپس ریز شده‌ی آن را با خاک مخلوط می‌کنند و به آن آب اضافه می‌نمایند. ملات گل از نظر زمان گیرایی در گروه ملات‌های دیر گیر است.<sup>۱</sup>

در شمال ایران به دلیل کاشت برنج گاهی اوقات از پوست خرد شده‌ی آن به جای کاه استفاده می‌کنند. این اندود را «فل گل» می‌گویند و آن را در کارهای ظریف مورد استفاده قرار می‌دهند. گاهی برای این که رنگ قهوه‌ای خاک روشن تر شود به اندود، خاکستر چوب اضافه می‌کنند. در این صورت

### ۱- انواع ملات از نظر زمان گیرایی :

ملات‌ها از نظر زمان مورد نیاز برای گیرایی و رسیدن به استحکام به دو گروه تقسیم می‌شوند :

**الف) ملات‌های زودگیر :** این ملات‌ها ظرف چند دقیقه، بعد از این که با آب مخلوط شدند سخت شدن را آغاز می‌کنند و ظرف ۱۵-۱۰ دقیقه بعد از مصرف، سخت می‌شوند. محل مصرف این ملات‌ها در طاق‌های ضریبی آجری، تیغه‌های ۵ سانتی متری، اندود پلاستر دیوارها یا نصب موقت قطعات، شمع کوبی‌ها و نصب سنگ‌های پلاک به صورت موقت تا امکان دوغاب‌ریزی ماسه سیمان پشت آن‌ها فراهم شود. ملات‌های گچ و خاک و گچ و برخی ملات‌های ساخته شده از سیمان‌های زودگیر (مانند سیمان آلومینی) از این دسته محسوب می‌شوند.

**ب) ملات‌های دیرگیر :** این ملات‌ها معمولاً در مجاورت هوا و گاهی در مجاورت رطوبت (ماسه آهک) یا زیر آب سخت می‌شوند. زمان سخت شدن این ملات‌ها اغلب از دو ساعت شروع و طی یک هفته به حدود ۸۰-۷۰ درصد مقاومت نهایی می‌رسد. انواع این ملات‌ها عبارت‌اند از : ملات گل، ملات کاه گل، گل آهک، شفته، ساروج، ماسه آهک، ملات باتارد و ماسه سیمان و ...

هم رنگ آن را روشن می سازد و هم به دلیل داشتن کربن آن را محکم تر می کند.



شکل ۲-۵- کاربرد گل و کاه گل در معماری سنتی ایران

## پرسش های پایان فصل

- ۱- خاک رس چگونه به وجود می آید؟
- ۲- آثار و عوارض احتمالی هوازدگی بر مصالح مورد استفاده در ساختمان را به اختصار شرح دهید.
- ۳- انواع اصلی خاک رس هایی را که در طبیعت یافت می شوند نام ببرید و تفاوت بین آن ها را بگویید.
- ۴- ترکیبات اصلی خاک رس را نام ببرید.
- ۵- موارد استفاده و کاربرد خاک رس را بیان کنید.
- ۶- دو نوع شناخته شده ی ملات و اندود گلی را نام ببرید. توضیح دهید در چه جاهایی به کار گرفته می شوند.

## آجر و سرامیک

هدف های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- مواد اولیه ی تهیه ی آجر و کاشی را نام ببرد.
- ۲- انواع مختلف کوره های پخت آجر و کاشی را نام ببرد.
- ۳- شیوه های مختلف آماده کردن و پخت خشت را شرح دهد.
- ۴- ویژگی های یک آجر خوب ساختمانی را توضیح دهد.
- ۵- انواع تقسیمات آجر را از نظر ابعاد نام ببرد.
- ۶- تولید کاشی و درجه بندی آن را شرح دهد.
- ۷- طبقه و اصول به کارگیری و نصب کاشی را توضیح دهد.

### مقدمه

آجر (آگور) واژه ای بابلی است که در گذشته برای توصیف لوح هایی که احکام و فرامین دولتی را روی آن می نوشتند و سپس آن را می پختند، به کار می رفت. زمان واقعی پیدایش آجر مشخص نیست اما گمان می رود برای نخستین بار از پخته شدن خاک مجاور اجاق های آتش به وجود آن پی برده باشند. اولین کوره های آجری نیز از قرار دادن لایه های خشت در کنار شعله های آتش ساخته شدند. می توان گفت آجر سنگ دگرگونی مصنوعی است که از پخته شدن خاک رس در ابعاد و اندازه های دل خواه به دست می آید و اولین عنصر پیش ساخته با تولید انبوه بوده است.



شکل ۱-۶- معبد چغازنبیل در ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی دزفول که حدود ۴۰۰۰ سال پیش با استفاده از خشت، آجر، آجرهای لعاب‌دار، اندود گچی و ملات قیر ساخته شده است.



شکل ۲-۶- ایوان مدائن از آثار دوره‌ی ساسانیان

ساختمان برج بابل (۵۰۰۰ سال پیش)، چغازنبیل در جنوب شرقی دزفول مربوط به تمدن ایلامی و طاق کسری (ایوان مدائن) در کاخ تیسفون حدود ۲۶۰۰ سال پیش، گنبد سلطانیه (بزرگ‌ترین گنبد آجری جهان) با ۲۶ متر قطر دهانه‌ی گنبد و ۵۱ متر ارتفاع از رأس آن تا سطح زمین و گنبد قابوس با ۵۳ متر ارتفاع، مرتفع‌ترین بنای آجری جهان همه شاهکارهای معماری هستند که از آجر یا ترکیب خشت و آجر به وجود آمده‌اند. شکل‌های (۱-۶ تا ۴-۶)



شکل ۴-۶- بنای گنبد قابوس بلندترین برج آجری دنیا با ۵۳ متر ارتفاع



شکل ۳-۶- سلطانیه (بزرگ‌ترین گنبد آجری جهان) با ۲۶ قطر و ۵۱ متر ارتفاع از رأس آن تا سطح زمین



شکل ۵-۶- بیمارستان ملی داکا - بنگلادش اثر لویی کان

## ۱-۶- مواد اولیه‌ی تهیه‌ی آجر

خاک آجر معمولاً مخلوطی است از خاک رس، ماسه، فلدسپات، سنگ آهک، سولفات‌ها، کانی‌های آهن<sup>۱</sup> و برای تهیه‌ی آن به خاک رس خالص نیاز نیست. خاک رس مناسب برای آجر نباید درصد زیادی آهک داشته باشد، زیرا باعث می‌شود کیفیت لازم را پس از پخت نداشته باشد. عناصر اصلی خاک رس آجری عبارت‌اند از:

— سیلیس: سیلیس به شکل دانه‌های ماسه و از موادی است که در خاک آجر یافت می‌شود. کوارتز حاصل شده از سنگ‌های آذرین پس از پوسیدن تبدیل به ماسه و لای می‌گردد. بنابراین در همه‌ی خاک‌ها کم و بیش ماسه و لای یافت می‌شود.

ماسه استخوان‌بندی خشت است. اگر مقدار ماسه در آجر زیاد باشد مقدار خاک رس کم می‌شود، در نتیجه آجری که به دست می‌آید، تُرد و پوک بوده و مقاومتش کم است.

— آلومین: آلومین بخش شکل‌پذیر و نرم خاک است که به سادگی آب را به خود جذب می‌کند و به صورت خمیری شکل درمی‌آید. آلومین در صورت پخته شدن به راحتی ذوب می‌گردد و جسم یک پارچه و همگنی را به وجود می‌آورد.

— فلدسپات: فلدسپات در آجر به صورت عامل گداز آور عمل می‌کند و گرمای خمیری شدن آجر را به حدود  $115^{\circ}\text{C}$  -  $110^{\circ}\text{C}$  تقلیل می‌دهد.

— سنگ آهک: اگر مقدار سنگ آهک در خاک آجر کم و به شکل گرد باشد رنگ آجر را

۱- سولفورها، فسفات‌ها، منگنز، منیزیم، سدیم، پتاسیم، مواد آلی گیاهی و ... است.

روشن می‌کند و به آن صدمه‌ای نمی‌زند. چنان‌چه مقدار آهک بیش از حد مجاز (بیش از سی درصد) باشد دمای ذوب شدن آجر را پایین می‌آورد و آجر در گرمای کوره به شکل آجر جوش<sup>۱</sup> درمی‌آید. اگر سنگ آهک به صورت دانه درشت در خاک خشت باشد پس از پختن در کوره، گاز کربنیک آن جدا می‌شود و آهک زنده باقی می‌ماند. آهک زنده پس از این که رطوبت را می‌گیرد به آهک شکفته تبدیل می‌شود و آجر را می‌ترکاند (آلوئک).

— **سولفات‌ها:** سولفات‌ها به صورت سولفات کلسیم، منیزیم، پتاسیم، سدیم در خاک آجر وجود دارند. سولفات‌ها در موقع آسیاب کردن خاک به شکل گرد در می‌آیند و پس از مصرف شدن آجر، آب ملات یا آب باران را می‌مکند و به صورت سفیدک یا شوره در نمای ساختمان مشخص می‌شوند.

— **املاح آهن:** اکسید آهن در آجر، کارگذاز آور را انجام می‌دهد. اگر اکسید آهن (سه ظرفیتی) در خاک آجر به پنج درصد وزن آن برسد دمای ذوب را کاهش می‌دهد و رنگ آجر نیز سرخ می‌شود.<sup>۲</sup>

— **مواد گیاهی:** این مواد چنان‌چه در خاک آجر وجود داشته باشند به هنگام پختن آجر در کوره می‌سوزند و در عوض فضای خالی به جای می‌ماند و بدین ترتیب آجر تولیدی پوک خواهد شد.

## مطالعه‌ی آزاد

### مراحل ساخت و تهیه‌ی آجر

۱— **تهیه‌ی خاک رس:** خاک رس مورد نیاز برای تهیه‌ی آجر را، به روش دستی یا با استفاده از ماشین، برداشت می‌کنند و به وسیله‌ی کامیون یا تسمه‌ی نقاله<sup>۳</sup> به محوطه‌های کارخانه آجرپزی انتقال می‌دهند.

۲— **آماده‌سازی خاک:** مواد نباتی و دانه‌های درشت را از خاک جدا می‌کنند (کلوخه‌های بزرگ توسط سنگ‌شکن شکسته می‌شوند و توسط تسمه نقاله به انبار انتقال می‌یابد). پس از این که ترکیب خاک و اصلاح احتمالی آن بررسی شد، مواد اولیه‌ی لازم برای تهیه‌ی گل مهیا می‌شود.

۱— آجری است که در نتیجه حرارت زیاد دانه‌های آن ذوب و هم‌جوش شود. به دلیل این که رطوبت در این آجر نفوذ نمی‌کند برای ساخت دیوار آب انبارها از آن استفاده می‌شد.

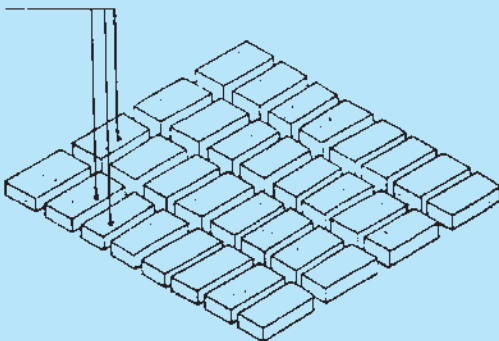
۲— این نوع خاک به دلیل این که پس از پختن تقریباً نم و رطوبت را به خود جذب نمی‌کند و در برابر آب نسبتاً نفوذ ناپذیر است، برای ساختن لوله‌ی سفالی (تنبوشه) استفاده می‌شود.

۳— نواری که مواد اولیه را روی آن می‌ریزند تا به محل آماده‌سازی منتقل شود.

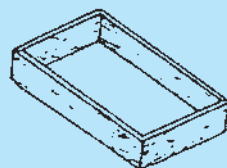
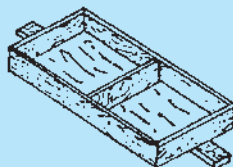
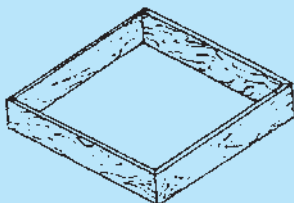
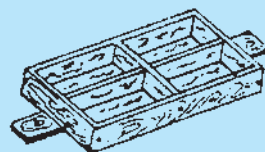
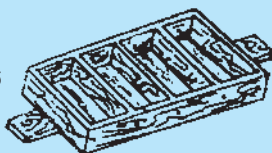
### ۳- تهیه گل و قالب‌گیری خشت (خشت‌زنی):

**الف) تهیه گل و خشت‌زنی به روش دستی:** منظور از آماده کردن و تهیه گل، فراهم نمودن گلی یک دست و عاری از کلوخه و مواد خارجی است. در روش سنتی پس از سرند کردن و یک دست نمودن خاک، آخوره‌ای درست می‌کنند و حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد وزن خاک به آن آب اضافه می‌نمایند. پس از ورز دادن و خمیری شدن گل، بدون آن که فشار زیادی لازم باشد، گل را در قالب می‌ریزند و با فشار دست خشت‌زنی می‌کنند. در این روش به دلیل این که خشت‌زنی با دست انجام می‌شود به منظور راحتی در قالب‌گیری گاهی اوقات میزان آب را تا دو برابر اضافه می‌کنند. آجری که از این خشت به دست می‌آید پوک و سبک است و به آجر فشاری یا گری معروف است.

خشت مرطوب روی سطح زمین



قالب چهارتایی خشت‌زنی



کلاف قالب تکی مربع «خشتی» بدون ته

قالب جفتی «خشتی» ایرانی

کلاف قالب «کشیده» بدون ته

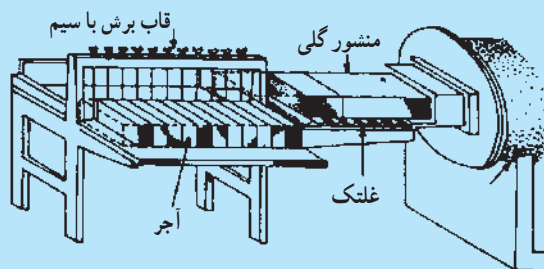
انواع قالب‌های دستی خشت‌زنی و نحوه‌ی چیدن خشت‌های خام

ب) *خشت‌زنی به روش کارخانه‌ای*: سه روش عمده‌ی کارخانه‌ای برای قالب‌گیری گل و خشت‌زنی وجود دارد:

۱. روش گل نرم (خمیری): در این روش ۲۵ تا ۳۰ درصد وزن خاک به آن آب اضافه می‌شود. خمیر گل از میان ماشین‌های مکندۀ شبیه به چرخ گوشت به نام «اکسترودر» عبور داده می‌شود و هوا زدایی می‌گردد. سپس با سیم برش بریده می‌شود. خشت تهیه شده به دستگاه خشک‌کن منتقل می‌شود.

۲. روش گل سفت: در این روش ۲۰ تا ۲۵ درصد وزن خاک به آن آب اضافه می‌شود. و ادامۀ کار مانند روش یاد شده است، با این تفاوت که به دلیل آب کم‌تر، آجر تهیه شده مقاومت بیش‌تری دارد.

۳. روش پرس کردن خاک نیمه خشک: در این روش حدود ۸ تا ۱۰ درصد وزن خاک به آن آب اضافه می‌کنند تا دانه‌های آن مرطوب شود سپس با فشار حدود  $80 \text{ kg/cm}^2$ ؛ خاک نمناک را با دستگاه، پرس و به خشت تبدیل می‌کنند. در این روش نیازی به خشک کردن خشت نیست.



قالب‌گیری خشت و تبدیل آن به قالب‌های آجر یا بلوک

#### ۴- انواع روش‌های خشک کردن خشت :

الف) قرار دادن خشت در هوای آزاد به مدت ۱۳ الی ۱۵ روز  
ب) استفاده از کوره‌ی حلقه‌ای هوفمان و قرار دادن خشت در اتاقک‌های کوره (قمیرها) یا بام آن  
پ) استفاده از اتاق گرم (گرم‌خانه). گرم‌خانه اتاق بلند و باریکی است که از پایین آن هوای داغ و از بالا رطوبت فضا مکیده می‌شود.



گرم‌خانه برای خشک کردن خشت‌ها و سفال‌های خام

ت) استفاده از تونل گرم. در این جا خشت‌ها روی واگن چیده می‌شوند و از یک طرف هوای گرم وارد تونل می‌شود. در نتیجه به تدریج که خشت‌ها به انتهای تونل می‌رسند رطوبت خود را از دست می‌دهند.

پس از خشک کردن خشت، چنانچه قرار است آجر لعاب‌دار باشد به آن لعاب داده می‌شود. همزمان با پختن آجر، لعاب هم پخته می‌شود. لعاب‌هایی را که دمای پختن کم‌تری از آجر نیاز دارند، می‌توان پس از تهیه‌ی آجر انجام داد.

۵- تهیه‌ی آجر (آجرپزی): پس از خشک شدن خشت‌ها، آن‌ها را در کوره می‌چینند. خشت‌های خشک باید طوری در کوره چیده شوند که گازهای داغ و شعله بتواند از لابه‌لای آن‌ها عبور کند. پختن آجر یعنی گرما دادن به آن به طوری که آب تبلور<sup>۱</sup> خاک رس ببرد و دانه‌های خاک به یکدیگر بچسبند و جسم سخت و همگنی را به وجود آورند. درجه‌ی پخت آجر از ۸۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد است و مدت پخت آجر، با توجه به نحوه‌ی رساندن حرارت به خشت‌ها، در کوره‌های گوناگون مساوی نیست و ممکن است از یک تا هفت روز طول بکشد.

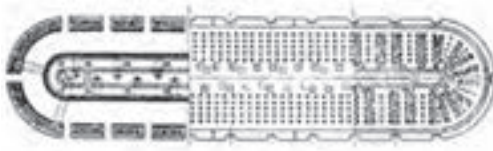
۱- آب شیمیایی موجود در خاک

## ۲-۶- انواع کوره های آجری

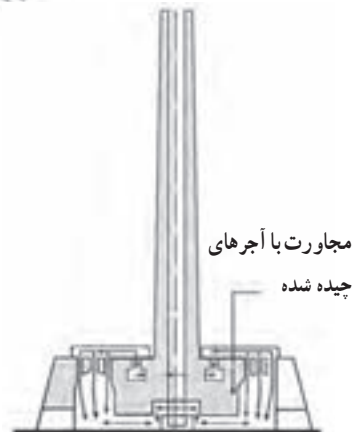
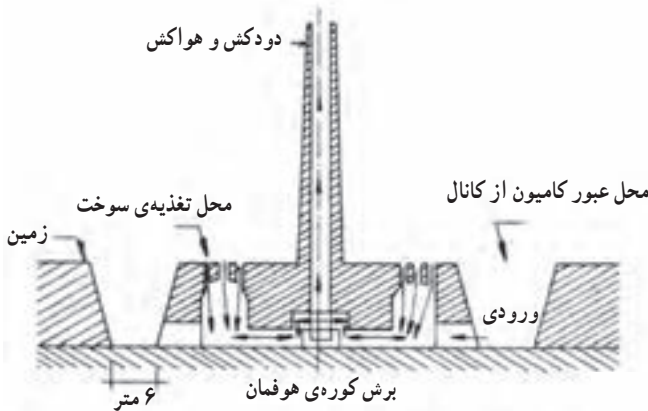
### کوره تنوره ای و چاهی

این کوره ها از قدیمی ترین انواع کوره های آجری در ایران محسوب می شوند و می توان آن ها را در کارگاه های ساختمانی، که حمل آجر به آن جا به دلیل مسافت زیاد اقتصادی نباشد، احداث نمود. در حال حاضر کم تر از این کوره ها استفاده می شود.

### کوره ی هوفمان<sup>۱</sup>



کوره های هوفمان به شکل حلقه ای (دایره) یا حلقه ای کشیده (بیضی) هستند و معمولاً روی سطح زمین یا پایین تر از سطح زمین ساخته می شوند. (شکل ۶-۶)



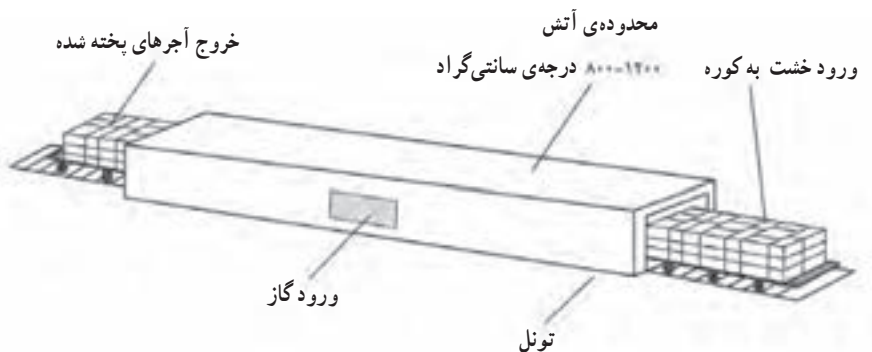
شکل ۶-۶- کوره های هوفمان حلقه ای و حلقه ای کشیده

۱- این کوره در سال ۱۸۵۸ میلادی به ابتکار یک بنای آلمانی به نام فردریک هوفمان ساخته شد و به همین نام مشهور گردید.

آتش این کوره‌ها قابل کنترل و حرارت آن‌ها تقریباً در نقاط مختلف اتاقک یکسان است. محصول این کوره‌ها یک نواخت و فقط دو تا سه درصد محصول آن آجر «جوش» یا «پخته» است.

### کوره‌ی تونلی

این نوع کوره از جدیدترین کوره‌های آجرپزی محسوب می‌شود و در آن‌ها علاوه بر آجر، سرامیک‌های ممتاز و صنعتی نیز پخته می‌شود. در این کوره خشت‌ها روی واگن قرار می‌گیرند و وارد تونل می‌شوند. خشت‌ها در اواسط کوره پخته و سپس تا مرحله خروج از کوره به تدریج سرد می‌شوند. (شکل ۶-۷)



شکل ۶-۷- کوره‌ی تونلی

### ۳-۶- ویژگی‌های آجر خوب

– باید در برخورد با آجر دیگر صدای زنگ بدهد. صدای زنگ نشانه‌ی سلامت، توپری، مقاومت و میزان جذب آب مناسب آن است. آجری که صدای خفه بدهد یا خوب پخته نشده است و یا ترک دارد.

– باید در آتش‌سوزی مقاومت کند و خمیری و ذوب نشود.

– مواد شیمیایی نباید در آجر اثر نامطلوب به جای گذارد.

– هرچه قدر ضربه انتقال حرارتش کم‌تر باشد مرغوب‌تر است.

– رنگ آجر باید یک نواخت باشد (این ویژگی به جنس شیمیایی و یک نواختی در پخت مربوط

می‌شود).

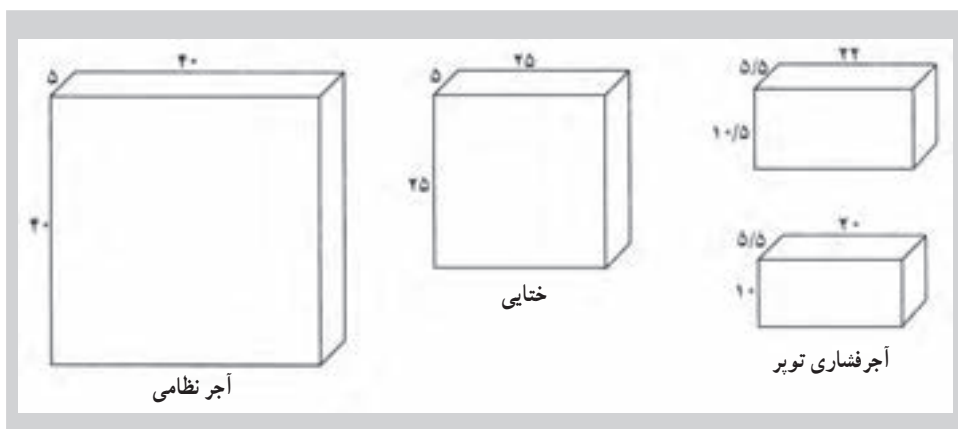
– بافت آجر باید همگن باشد.

- سطح آجر باید بدون حفره و فاقد آلواک باشد.
- سختی آجر باید به اندازه‌ای باشد که با ناخن خراشیده نشود.
- آجر نباید پوک باشد. آجر پوک آب را جذب می‌کند و به هنگام سرما یخ زده و خرد می‌شود.
- میزان جذب کم سبب نجسبیدن ملات به آجر و زیادی جذب آب باعث ناپایداری در برابر یخ‌زدگی می‌شود. حداقل مقاومت فشاری آجر فشاری  $80 \text{ kg/cm}^2$  (متوسط ۵ نمونه) و آجرهای ماشینی با مقاومت زیاد  $200 \text{ kg/cm}^2$  (متوسط ۵ نمونه) است.

#### ۴-۶ آجرهای متداول ساختمانی

متداول‌ترین آجرهای موجود در ساختمان از لحاظ جنس و اندازه عبارت‌اند از :

- ۱- آجر فشاری : که به ابعاد  $5/5 \times 10 \times 22$  و یا با همین طول و عرض ولی به ضخامت (۴) یا (۳) سانتی‌متر تهیه می‌شود.<sup>۱</sup> از آن جایی که موقع خشت‌زدن با دست، گوشه‌های گل در قالب با انگشت فشار داده می‌شد، این آجر به فشاری مشهور شد. این نوع آجر برای گری چینی<sup>۲</sup>، طاق ضربی، دیوارهای حمال، جداکننده و هم‌چنین به صورت آسپاب<sup>۳</sup> برای نماسازی استفاده می‌شود.



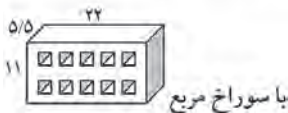
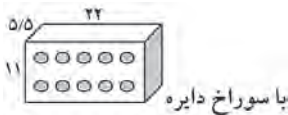
شکل ۸-۶- انواع آجر و ابعاد آنها

۱- استاندارد شماره ۷ ایران در مورد آجرهای رسی، خرداد ۱۳۷۵.

۲- آجری که بدون پرداخت در سفت‌کاری به کار می‌رود.

۳- آجری که سطوح آن با کمک سمباده و آب پرداخت می‌شود.

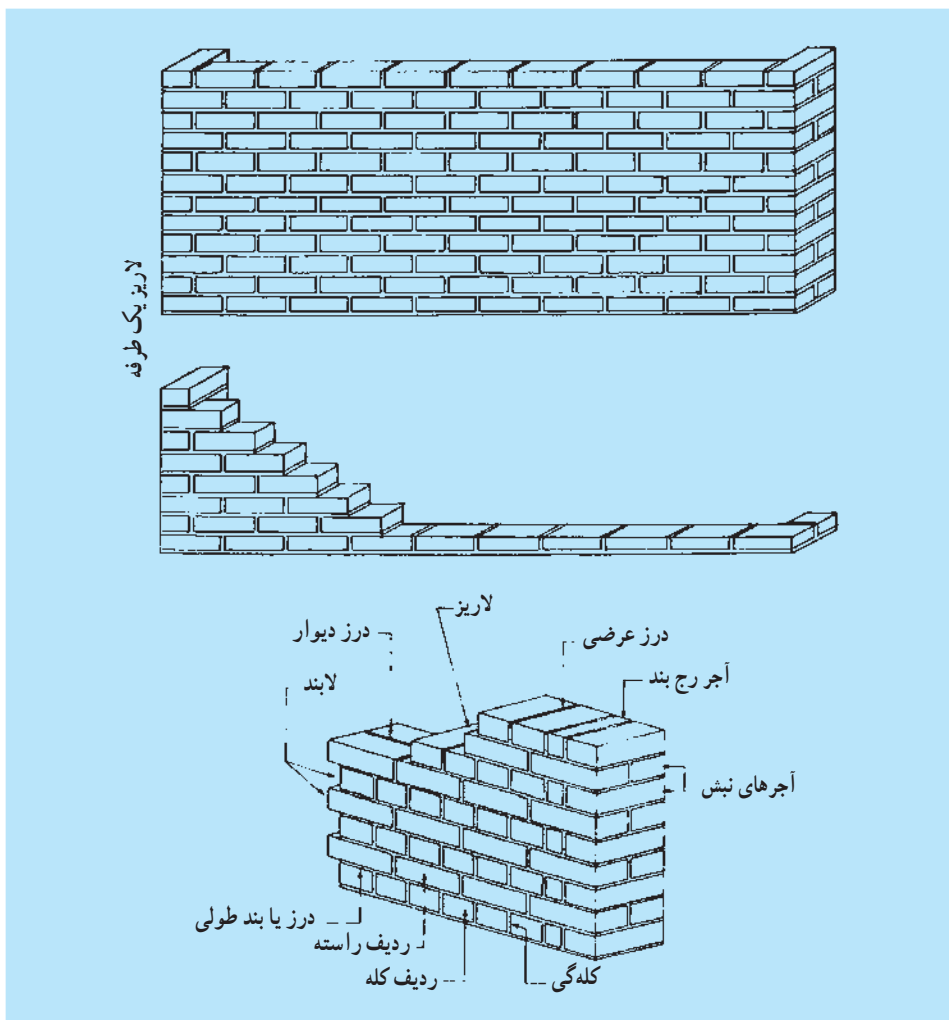
۲- آجر ماشینی یا سوراخ دار : این آجر روی سطح بزرگ تر خود ۸ تا ۱۰ سوراخ به قطر ۱/۵ تا ۲ سانتی متر دارد و به دلیل ترد و شکننده بودن قابل تیشه داری نیست. ابعادش ۵/۵×۵/۵×۲۲ است<sup>۱</sup> و سطح سوراخ های آن نباید بیش تر از ۲۵٪ سطح بزرگ تر آن باشد. (شکل ۹-۶)



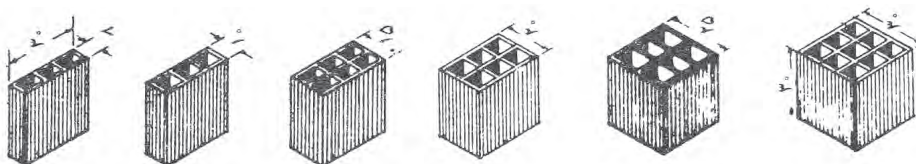
شکل ۹-۶- انواع آجر ماشینی با سوراخ دایره و مربع

برای این که بتوان آجرها را به صورت کله و راسته چید، تقریباً هر بُعد دو برابر بعد دیگر است.

۱- استاندارد شماره ۷ ایران در مورد آجرهای رسی، خرداد ۱۳۷۵.

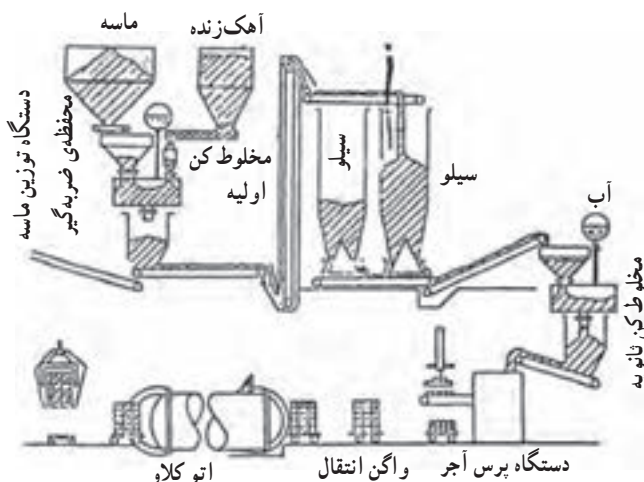


۳- آجر سفالی: این آجرها هم برای دیوار چینی و هم برای پوشش اجزای تیرچه بلوک در سقف‌ها استفاده می‌شوند و با ابعاد مختلف، که نمونه‌هایی از آن‌ها را در شکل زیر می‌بینید، تولید می‌شوند. (شکل ۶-۱)



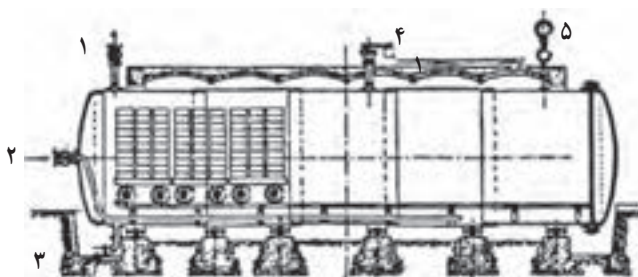
شکل ۶-۱- انواع آجرهای سفالی توخالی و اندازه‌ی آن‌ها

۴- آجرهای ماسه آهکی (سیلیکات کلسیم): آجر ماسه آهکی از طریق ترکیب ماسه‌ی شسته، آهک و آب و پس از قالب خوردن، به اشکال مورد نظر تولید می‌شود. مواد اولیه پس از آماده‌سازی و قالب‌گیری وارد دستگاه پخت می‌شود و تحت تأثیر بخار آب و فشار ۲۱-۱۶ اتمسفر و دمای ۲۵۰-۲۰۰ در مدت ۱۰-۴ ساعت پخته می‌شوند. این آجرها معمولاً به رنگ سفید کدر هستند و با افزودن مواد رنگی به ترکیب اولیه، می‌توان آن‌ها را به رنگ‌های دلخواه تولید نمود. (شکل ۱۱-۶)



شکل ۱۱-۶- فرآیند تهیه‌ی آجر ماسه آهکی

این آجر دارای سطح صاف و اندازه‌های کاملاً یکسانی است و در پی‌ها، کف‌سازی‌ها، دیوارهای حمال و ساخت سقف و نماسازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. (شکل ۱۲-۶)



شکل ۱۲-۶- دستگاه پخت آجر ماسه آهکی: ۱- خروجی بخار آب ۲- ورودی بخار آب ۳- پس آب ۴- دریچه‌ی اطمینان ۵- فشارسنج

## ۵-۶- اجزای آجر

در گذشته مبنای تقسیم‌بندی آجر براساس ابعاد آجر ختایی<sup>۱</sup> بود و به نصف آن «نیمه» می‌گفتند که به اندازه یک آجر فشاری کامل بود. اما امروزه مبنای تقسیم‌بندی آجر براساس ابعاد آجر فشاری است. (شکل ۱۳-۶) بنابراین:

- $\frac{3}{4}$  یک آجر کامل فشاری را سه قدی؛
- $\frac{1}{2}$  یک آجر کامل فشاری را نیمه؛
- $\frac{1}{4}$  یک آجر کامل فشاری را چارک یا کلوک؛
- نصف آجر از ضخامت را لایه یا نیم لایی  $\frac{2}{5} \times 10 \times 20$ ؛
- و نصف آجر از عرض را قلمدانی  $5 \times 5 \times 20$  می‌گویند.



۱۳-۶- اجزای آجر و انواع تراش‌های روی آن

## ۶-۶- کاشی و سرامیک

سرامیک: سرامیک به معنای سفالینه یا شیء پخته شده است. پیدایش سرامیک را می‌توان هم‌زمان با پیدایش آجر دانست. آجرهایی که حرارت بیش از اندازه به آن‌ها وارد می‌شد به مرحله‌ی

۱- نام دیگر آجر ایرانی است که ابعاد آن  $5 \times 25 \times 20$  سانتی‌متر است.

ذوب شدن می‌رسیدند و تبدیل به «آجر جوش» می‌شدند و در نتیجه اولین کاشی‌ها به صورت آجرهایی که آب در آن نفوذ نمی‌کند تهیه شد.

در صنعت ساختمان، به کاشی‌هایی «سرامیک» می‌گویند که ذرات آن‌ها بیش‌تر به هم فشرده شده‌اند، در نتیجه سخت‌تر و خش‌ناپذیرتر و در برابر اسیدها مقاوم‌تر شده‌اند و جذب آب آن بسیار ناچیز است (در حدود صفر) و مواد زاید را به خود نمی‌گیرد. سرامیک مناسب‌ترین پوشش برای کف فضاهای بهداشتی است و برای فرش کردن کف آشپزخانه، توالت و حمام و کلیه‌ی فضاهای مرطوب و عناصری که با آب در تماس‌اند، به کار می‌روند. گاهی برای پوشش دیوارهای داخلی و خارجی ساختمان نیز از سرامیک استفاده می‌شود.

**کاشی:** کاشی نیز فراورده‌ی است سرامیکی، که به سبب پخته‌شدن در درجه‌ی حرارت معین<sup>۱</sup>، به حالت نیمه شیشه‌ای با خاصیت جذب آب بسیار کم و مقاوم در برابر ساییدگی، فشار و ضربه مکانیکی تبدیل می‌شود.

در طول تاریخ معماری ایران، هنر تهیه‌ی کاشی و کاربرد آن رشد و گسترش زیادی داشته است و مصادیق آن را در کاشی‌کاری‌های زیبا و بی‌نظیر بناهای دوره‌ی صفویه می‌توان دید. (شکل ۱۴-۶)



شکل ۱۴-۶- کاشی‌کاری مسجد شیخ لطف‌الله مربوط به عهد صفویه

روش ساخت کاشی در گذشته (روش دستی) به این صورت بوده است که گل را در قالب چوبی قرار می‌دادند و اضافه‌ی آن را با سیم می‌بریدند، سپس با ضربه‌ای آن را از قالب بیرون می‌آوردند. پس از آن که این کاشی به اندازه‌ی کافی سفت و سخت می‌شد، مجدداً آن را در قالب آهنی دیگری که دارای

۱- ۹۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه سانتی‌گراد

دری فلزی بود قرار می‌دادند و با پتک چندین ضربه بر در قالب وارد می‌کردند تا کاملاً فشرده شود و شکل منظم هندسی پیدا کند.<sup>۱</sup> پس از خشک شدن مراحل پخت و لعاب دادن انجام می‌گرفت.

**مواد اولیه‌ی کاشی :** کاشی از دو قسمت، شامل بدنه و لعاب کاشی تشکیل شده است. بدنه‌ی کاشی از خمیری شامل : کائولین، دولومیت، بنتونیت و تالک است و لعاب آن انواع مختلفی دارد، از جمله لعاب شیشه‌ای «زیر پیدا» که معمولاً با اکسید سرب، سیلیس، فلدسپات و کائولین تولید می‌شود یا لعاب سفید رنگ که از اکسید قلع به دست می‌آید. برای ساخت لعاب‌های رنگی از کانی‌های رنگی استفاده می‌شود. مواد اولیه‌ی اصلی کاشی (کف و دیواری) خاک رس است، اما در کاشی‌های کف (سرامیک) از موادی که زودتر ذوب می‌شوند بیش‌تر استفاده می‌شود تا حین پخت، چسبندگی بیش‌تری بین ذرات ایجاد شود و علاوه بر استحکام، آب کم‌تری جذب کند.

## مطالعه‌ی آزاد

### مراحل ساخت کاشی

**۱- مخلوط کردن و آماده کردن مواد اولیه :** مواد اولیه، پس از توزین و تعیین نسبت، مخلوط و وارد آسیاب‌های فکی و چکشی می‌شود. این مواد پس از خروج از آسیاب خشک می‌شود و این بار به آسیاب گلوله‌ای انتقال می‌یابد و در آن جا با افزودن آب کافی به دوغاب تبدیل می‌شود. سپس دوغاب تهیه شده را از آن جدا می‌کنند و مواد اولیه به صورت دانه‌های نرم جهت انجام مرحله‌ی بعد آماده می‌شود.

**۲- قالب‌گیری مواد و تهیه‌ی بیسکویت :** مواد اولیه، که به صورت پودر دانه‌بندی شده‌ی مرطوب درآمده، به وسیله‌ی دستگاه‌های پرس به شکل بیسکویت‌های کاشی خام فشرده می‌شوند.

**۳- پختن بیسکویت :** بیسکویت‌های خشک شده به کوره‌های تونلی پخت وارد می‌شوند و حدود ۱۰۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت می‌بینند و هنگام خروج به صورت کاشی پخته شده، که روی واگن‌هایی حمل می‌شوند، به تدریج سرد و به بیرون کوره منتقل می‌شوند.

**۴- لعاب دادن و پختن آن :** عناصری چون وانادیم، کروم، منگنز، آهن، کبالت،

۱- قبل از قالب‌گیری مجدد، بدنه‌ی قالب را با نفت یا روغن بزرگ آغشته می‌کردند تا گل به بدنه آن نچسبید.

نیکل، مس و ... عناصر واسطه یا انتقالی برای تهیه‌ی لعاب رنگی محسوب می‌شوند. اکسید کبالت برای رنگ آبی تا سرمه‌ای، اکسید آهن رنگ کرم تاحنایی و اکسید کروم رنگ‌های سبز، صورتی و قهوه‌ای را در شرایط مختلف ایجاد می‌کنند.

ابعاد و درجه‌بندی کاشی‌ها: در گذشته رایج‌ترین ابعاد کاشی در ایران کاشی ۱۵×۱۵ سانتی‌متر بوده اما در سال‌های اخیر کاشی‌هایی با ابعاد مختلف<sup>۱</sup> تولید و به بازار عرضه می‌شود. (شکل ۱۵-۶)

کاشی‌ها از نظر مرغوبیت و نداشتن عیب به سه درجه‌ی یک، دو و سه تقسیم می‌شوند. این درجه‌بندی با توجه به مقدار لکه، محل‌های لعاب نگرفته و ترک روی آن‌ها مشخص می‌شود.



شکل ۱۵-۶- نمونه‌ای از اجرای کاشی در آشپزخانه، حمام و سرویس بهداشتی

۱- ۱۰×۱۰ و ۲۰×۲۰ و ۳۰×۳۰ و ۲۰×۳۰ و ۱۵×۲۰ و ۱۵×۲۵ و ۵×۱۰ و ۱۰×۲۰ و ۴۰×۴۰ سانتی‌متر و به ضخامت ۱۱

تا ۵ میلی‌متر.

- ۱- مواد اولیه‌ی تهیه‌ی آجر چیست؟ عناصر تشکیل دهنده آن را بنویسید.
- ۲- انواع مختلف کوره‌های آجرپزی را نام ببرید.
- ۳- چهار مورد از ویژگی‌های یک آجر خوب را بنویسید.
- ۴- سه نوع از متداول‌ترین آجرهایی که در ساختمان استفاده می‌شود، همراه با مشخصات و ابعاد و اندازه‌های، آن ذکر نمایید.
- ۵- اجزای آجرهای معمولی را نام ببرید و اندازه و تناسبات آن‌ها را بیان کنید.
- ۶- کاشی و سرامیک چه تفاوتی با یک‌دیگر دارند؟
- ۷- مواد اولیه‌ی کاشی را ذکر کنید.
- ۸- انواع کاشی از نظر مرغوبیت به چند دسته تقسیم می‌شوند و معیارهای این دسته‌بندی را ذکر کنید.

## آهک

هدف‌های رفتاری : در این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- ویژگی‌های مواد اولیه‌ی پخت آهک را شرح دهد.
- ۲- ویژگی‌های آهک شکفته را بیان کند.
- ۳- انواع ملات‌های آهکی را نام ببرد.
- ۴- خصوصیات و کاربرد ملات‌های آهکی را توضیح دهد.

### مقدمه

کشف آهک را به عشایر و ایلات نسبت می‌دهند. آنان با سنگ و گل اجاق می‌ساختند و در آن آتش می‌افروختند. گرمای اجاق، همه یا بخشی از سنگ‌های آهکی را می‌پخت و به آهک زنده<sup>۱</sup> تبدیل می‌کرد. پس از بارندگی یا ریختن آب روی اجاق (برای خاموش کردن) آهک زنده شکفته و به شیرهی آهک تبدیل و با گل مجاور ترکیب می‌شد و در نتیجه همه‌ی مواد پیرامون خود را به هم می‌چسباند و جسم سخت و یک پارچه‌ای را به وجود می‌آورد.

انواع ملات‌های آهک با ویژگی‌های مختلف از نظر نحوه‌ی خودگیری مانند شفته آهک (دوغاب آهک و خاک) و ساروج از قدیم در ایران مورد استفاده بوده و از آن‌ها در احداث ساختمان، بندها و باروها استفاده می‌کرده‌اند. در دهه‌های اخیر استفاده از آهک و شفته‌ی آهکی برای پایداری زیاد زمین‌ها، پی‌سازی راه‌ها و جلوگیری از رویدن گیاهان در شانه‌ی خاکی راه‌های آسفالت به مقدار زیاد

به کار می‌رفته است.

از آن جایی که آهک در مجاورت با فلز موجب فساد فلزات می‌شود، به همین جهت مصرف کلیه ی ملات‌هایی که در آن از آهک استفاده می‌شود در مجاورت مواد فلزی ممنوع است. البته در جاهایی که مشکل خوردگی فلزات وجود ندارد می‌توان از آن استفاده نمود.

### ۱-۷- پختن سنگ آهک

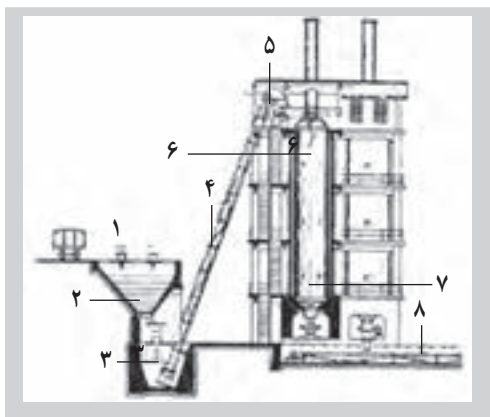
برای تهیه ی آهک زنده؛ سنگ آهک را می‌پزند تا گاز کربنیک آن جدا شود. در این صورت آن چه به جا می‌ماند کلسیم اکسید است که به آن «آهک زنده» یا «نشکفته» می‌گویند. آهک زنده پس از ترکیب با آب و شکفته شدن می‌تواند با دیگر مصالح ترکیب شود و در ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. جنس آهک زنده به ترکیب عناصر خارجی موجود در آن بستگی دارد.

### ۲-۷- انواع کوره های آهک پزی

۱- کوره ی تنوره ای: این کوره قدیمی ترین کوره ی آهک پزی در کشور، پس از کوره های چاهی محسوب می‌شود. در این نوع کوره ها بوته (هیزم) و سنگ آهک به صورت لایه لایه و مخروطی روی هم قرار می‌گیرند و پس از گل مالی شدن، کوره را روشن می‌کنند. از این کوره برای آهک پزی کم تر استفاده می‌شود.

۲- کوره ی حلقه ای: این کوره بیش تر برای آهک پزی به کار می‌رود و مانند کوره های آجرپزی هوفمان است.

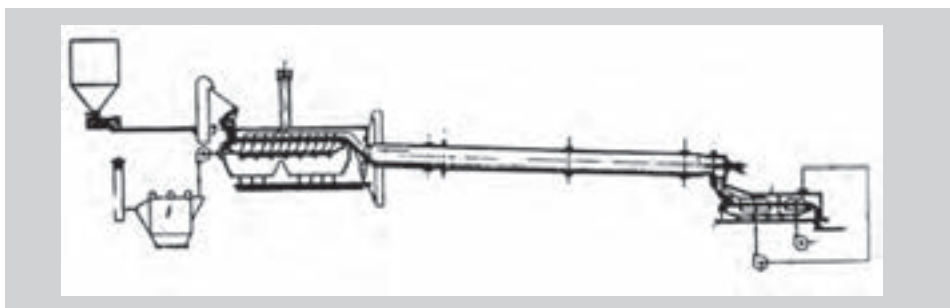
۳- کوره ایستاده: این کوره بیش تر برای تهیه آهک معمولی یا آهک مورد نیاز کارخانه های مانند قند به کار می‌رود. خرده ی سنگ آهک را از بالا در این کوره می‌ریزند تا ضمن حرکت به سوی پایین کوره و پخته شدن، از ته کوره تخلیه شوند. (شکل ۱-۷)



۱- انبار سنگ ۲- خوراک دهنده ۳- جعبه‌ی بالا بردن سنگ  
۴- بستر بالا برنده‌ی جعبه‌ی سنگ ۵- بند خوراک دهنده‌ی  
کوره ۶- خوراک دهنده‌ی گردان ۷- شبکه‌ی گردنده‌ی زیر  
آتش خانه و دو دریچه که آهک زنده از آن‌ها بیرون می‌ریزد.  
۸- جعبه‌ی بردن آهک زنده

شکل ۱-۷- کوره‌ی ایستاده آهک پزی با شبکه گردنده‌ی کف کوره

۴- کوره گردنده خفته : کار این کوره مانند کوره سیمان پزی است. سنگ آهک کلوخه به درون کوره هدایت می‌شود و کلوخه آهک زنده از آن بیرون می‌رود. (شکل ۲-۷)



شکل ۲-۷- کوره‌ی خفته آهک پزی با محور گردنده

### ۳-۷- آهک شکفته

آهک زنده (آهک آب ندیده یا آهک نشکفته) میل زیادی برای ترکیب شدن با آب دارد. چنانچه این آهک را با آب ترکیب نمایند به آهک شکفته (آب دیده یا کشته) تبدیل می‌شود و حجم آن از  $1/25$  تا  $3/5$  برابر می‌شود. آهک هنگام شکفته شدن گرما پس می‌دهد. این گرما به  $400^\circ$  درجه سانتی‌گراد می‌رسد. وزن مخصوص این آهک نسبت به آهک زنده کاهش می‌یابد.

## ۱- انواع روش‌های تولید آهک شکفته (آبدیده یا کشته)

روش تر (آهک شویی): در این روش، آهک نشکفته به خمیر آهک تبدیل می‌شود. کلوخه‌ی آهک زنده در حوضچه‌ی چوبی آهک‌شویی ریخته می‌شود و روی آن را آب می‌ریزند و هم می‌زنند تا به صورت دوغاب آهک درآید. سپس در کشویی جلوی دریچه به بالا کشیده می‌شود تا دوغاب آهک وارد گودال جلوی حوضچه شود. مجدداً همین فرایند در حوضچه تکرار می‌شود تا گودال پر شود. مقداری از آب موجود در دوغاب آهک تبخیر و بخش دیگر آن در زمین اطراف جذب می‌شود. پس از این که ترک‌هایی به پهنای ۲ تا ۳ سانتی‌متر در سطح خمیر آهک پدید آمد، آهک شکفته شده به دست می‌آید. برای ملات ماسه آهک و آهک رومالی باید دوغاب آهک را ۶ تا ۸ هفته در گودال خواباند تا آهک به خوبی شکفته شود.



تهیه‌ی آهک شکفته به روش تر (دوغابی)

۲- روش خشک: کلوخه‌ی آهک زنده را در لایه‌های ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر روی سطح تمیزی پهن می‌کنند و روی آن آب می‌پاشند و زیر و رو می‌کنند تا بشکند. مجدداً لایه‌های دیگر به همین صورت پهن و روی آن آب ریخته می‌شود تا بلندی دپوی آهک به یک متر برسد. روی این آهک را، که در حال شکفته شدن است، با کاه گل رومالی می‌کنند تا گرمای آن، که به  $40^{\circ}\text{C}$  می‌رسد، بیرون نرود و آب آزاد درون کلوخه‌ها بخار و دم کند تا آهک کاملاً شکفته شود.

۳- روش شکفتن با بخار آب: کلوخه‌ی آهک زنده را در واگن کوچکی

می‌ریزند و به فضای استوانه مانند خوابیده‌ای از جنس فولاد، که ته آن مسدود است، وارد می‌نمایند. پس از بارگیری، در این فضا را می‌بندند و کلوخه‌ها را تحت فشار ۳ تا ۴ اتمسفر بخار آب قرار می‌دهند. آهک زیر فشار بخار آب، پس از سه تا چهار ساعت، شکفته می‌شود و گرد آهک شکفته به دست می‌آید.

#### ۴-۷- انواع ملات‌های آهکی

استفاده از ملات‌های آهکی در ایران پیشینه‌ی ۳۰۰۰ ساله دارد.<sup>۱</sup> آتشکده‌ها و بسیاری از بناهای دوره ساسانی با پی‌شفته آهکی و ملات گل آهک ساخته شده‌اند. مسجد کبود تبریز، مسجد جامع دزفول، مسجد جامع اصفهان و بسیاری از میراث‌های معماری ما روی پی‌های شفته آهکی و با استفاده از ملات‌های آهکی بنا شده‌اند. آهک در مناطق مرطوب دوام و پایداری بیش‌تری دارد، اما در مکان‌های خشک کم دوام است. به همین دلیل در پشت بام‌ها و به عنوان اندود از آن استفاده نمی‌شود. هم‌چنین باید توجه نمود آب آهک دار فلزات، به ویژه سرب، روی و آلومینیوم را در خود حل می‌کند. از این رو لوله‌های فلزی را پیش از قراردادن در ملات‌های آهکی باید قیراندود کرد. انواع ملات‌های آهکی عبارت‌اند از:

**ملات گل آهک:** پس از کشف آهک و ساختن کوره‌های آهک‌پزی استفاده از ملاتی مقاوم‌تر که اشکالات ملات گل را نداشته باشد (پس از خشک شدن ترک بر ندارد و در آب وا نرود) مورد توجه قرار گرفت. برای این منظور آهک شکفته شده را به خاک اضافه و سپس با آب ترکیب می‌کنند، آن‌گاه به مصرف می‌رسانند. گرفتن و سخت شدن ملات گل آهک و شفته آهک مانند گرفتن و سخت شدن ملات‌های آبی است. زیرا آهک با سیلیس خاک رس ترکیب و به سیلیکات کلسیم تبدیل می‌شود و نیازی به گاز کربنیک هوا ندارد. این ملات آبی است و برای رسیدن به مقاومت مطلوب باید در مجاورت رطوبت قرار گیرد.<sup>۲</sup>

۱- در کوره‌های منطقه‌ی حسلو در آذربایجان غربی، که به حدود سه هزار سال پیش مربوط می‌شود، از شفته آهک استفاده شده

است.

۲- میزان آهک مورد نیاز حدود  $300 \text{ kg/m}^2$  است.

**شفته:** شفته همان ملات گل آهک است که به آن قلوه‌های سنگ اضافه می‌شود و بیش‌تر برای پی‌سازی یا زیرسازی راه‌ها استفاده می‌شود. نوع دیگری از شفته به نام «شفته‌ی تیزان» یا «پراَهِک» مشهور است و در جاهایی که نیاز به پی‌قوی و استحکام بیش‌تر باشد به کار می‌رود. شفته تیزان شل است و برای هم‌زدن آن زمان بیش‌تری صرف می‌کند تا شفته قوام بگیرد. بهتر است شفته آهکی با دوغاب آهک ساخته شود<sup>۱</sup> زیرا هر چه آهک بیش‌تر در دوغاب حل شده باشد شفته زودگیرتر و مقاوم‌تر آن بیش‌تر می‌شود. ملات گل آهک و شفته آهکی در هوای گرم و مرطوب سریع‌تر می‌گیرد و مقاوم‌تر می‌شود. از شفته به دلیل مقاومتش در برابر رطوبت در آهک‌بری دیوار، سقف و ستون حمام‌ها استفاده می‌شده است. آهک‌بری حمام گنجعلی‌خان کرمان نمونه‌ی خوب و مشهور در این زمینه است.

**ملات ماسه آهک:** اگر در ملات گل آهک به جای خاک از ماسه‌ی کفی<sup>۲</sup> استفاده شود، چنین



ترکیبی را ملات ماسه آهک می‌گویند، که به مراتب مرغوب‌تر و مقاوم‌تر از ملات گل آهک است. (شکل ۳-۷) این ملات برای رسیدن به مقاومت خوب حتماً باید در مجاورت هوا و رطوبت نگه داشته شود. در غیر این صورت فعل و انفعالات شیمیایی درون آن متوقف می‌شود و اصطلاحاً می‌سوزد و دانه‌های آن باهم ترکیب نمی‌شوند.<sup>۳</sup>



شکل ۳-۷- سرن‌کردن ماسه و مخلوط کردن ملات

۱- روش دیگر ساخت ملات گل آهک این است که آهک و خاک، پس از مخلوط شدن و اضافه کردن آب، برای افزایش مقاومت و تبدیل به شفته به آن قلوه سنگ اضافه می‌کنند.

۲- ماسه رودخانه‌ای که به خاک مخلوط است و شسته نشده باشد.

۳- میزان آهک مورد استفاده در این ملات حدود  $300 \text{ kg/m}^3$  است.

**ملات باتارد (حرامزاده):** اگر به ملات ماسه آهک؛ سیمان اضافه شود به آن ملات باتارد یا حرامزاده می‌گویند. برای این منظور می‌توان علاوه بر ماسه‌ی شکسته از ماسه‌ی کفی که دارای ریزدانه‌های بیش‌تری است استفاده نمود<sup>۱</sup>. این ملات ظرف ۴۸ ساعت پس از مصرف، سفت و سخت می‌شود. ملات مذکور باید در مجاورت رطوبت قرار گیرد. (نسبت ماسه ۶، آهک ۱ و سیمان ۱ است)

از نظر نحوه‌ی خودگیری، ملات‌ها به دو دسته‌ی هوایی و آبی دسته‌بندی می‌شوند.

ملات هوایی به آن دسته از ملات‌ها می‌گویند که برای سخت‌شدن نیاز به مجاورت با هوا دارند (فعل و انفعال شیمیایی و فیزیکی آن‌ها در مجاورت هوا کامل می‌شود). اما برخی از ملات‌ها این قابلیت را دارند که در مجاورت هوا، رطوبت و آب یا زیر آب سفت می‌شوند که به این دسته، ملات آبی گفته می‌شود.

آهک‌های آبی از چنین فرآورده‌هایی محسوب می‌شوند. برای تهیه‌ی چنین آهک‌هایی سنگ آهک سیلیس‌دار یا خاک رس‌دار (گل آهک) در گرمای پایین‌تر از «مرز عرق کردن» پخته می‌شود و پس از آسیاب کردن به مصرف می‌رسد.

آهک آبی، برای بناهایی که در معرض هوای بیرون قرار دارند یا برای ساختمان‌های دریایی و زیرآبی به کار می‌رود. زیرا سولفات‌ها و آب دریا در ملات آهک آبی اثر بد ندارند. به همین جهت در زمین‌های سولفات‌دار و ساختمان‌های بندری و دریایی مصرف بیش‌تری دارند. ملات ساروج از آهک آبی به دست می‌آید.



۴-۷. آسیاب‌های شوستر مربوط به عهد ساسانی که با استفاده از ساروج و ملات شفته آهکی ساخته شده است.

۱- میزان مصرف سیمان و آهک هر یک حدود  $150 \text{ kg/m}^2$  است.

ملات ساروج : این ملات از مخلوط کردن گرد آهک شکفته با خاک رس، خاکستر، مغزنی (لویی) یا موی بز و ترکیب این مخلوط با آب درست می شود. ساروج ملاتی/آبی است و به همین منظور در آب/نبارها، پی ها و بندها (سدها)ی/آبی استفاده می شود. نوعی از ساروج از آسیاب کردن گل آهک طبیعی (مارل یا مارن) و مخلوط کردن آن با آب و تبدیل آن به خشت و پختن و آسیاب کردن دوباره ی این خشت ها و ترکیب مجدد با آب و موی بز به دست می آید. مانند ساروجی که در بندر خمیر/استان هرمزگان ساخته می شود. خاکستر دارای مقدار زیادی کربن است که به ترکیب شیمیایی بهتر و سختی ملات ساروج کمک می کند.

## پرسش های پایان فصل

- ۱- انواع کوره های آهک پزی را نام ببرید.
- ۲- ملات گل آهک چیست؟ میزان آهک مورد استفاده در آن چه قدر است؟
- ۳- ملات ساروج چیست و چگونه تهیه می شود؟
- ۴- شفته چیست و چه کاربردی دارد؟
- ۵- ملات هوایی و آبی را تعریف کنید و تفاوت آن دو را با یکدیگر توضیح

دهید.

# فصل هشتم

## گچ

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- خصوصیات گچ ساختمانی را شرح دهد.
- ۲- انواع کوره‌های پخت گچ را نام ببرد.
- ۳- ویژگی‌های گچ را توضیح دهد.
- ۴- نقش عوامل مؤثر در تغییر زمان گیرایی گچ را توضیح دهد.
- ۵- انواع ملات‌های گچی را نام ببرد.
- ۶- نحوه‌ی ساخت انواع ملات‌های گچی را توضیح دهد.
- ۷- محل کاربرد ملات‌های گچی را شرح دهد.

## مقدمه

گچ ساختمانی از پختن و آسیاب کردن سنگ گچ به دست می‌آید. سنگ گچ کانی کلسیم‌داری (کلسیم سولفات آب‌دار) است که در طبیعت، به وفور و تقریباً در تمام نقاط ایران یافت می‌شود. سنگ گچ از سنگ‌های رسوبی با درجه‌ی سختی ۲ است که به دلیل میل ترکیبی شدید به طور خالص یافت نمی‌شود و بیش‌تر به صورت مخلوط با آهک و خاک رس یا ترکیب با کربن یا اکسیدهای آهن یافت می‌شود. سنگ گچ‌های خالص سفید رنگ‌اند.<sup>۱</sup>

۱- چنان‌چه کربن داشته باشد (زغال) خاکستری و اگر هیدرواکسید آهن داشته باشند رنگشان زرد روشن است.  $\text{FeO}$  رنگ آن

را کبود و  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  رنگ آن را قرمز می‌کند.

## فرآوری گچ

فرآوری یا پخت گچ، تبخیر همه‌ی آب شیمیایی یا بخشی از آب شیمیایی کلسیم سولفات آبدار است. سنگ گچ در گرمای کم پخته می‌شود و جنس آن به گرمای پختش بستگی دارد.

### مطالعه‌ی آزاد

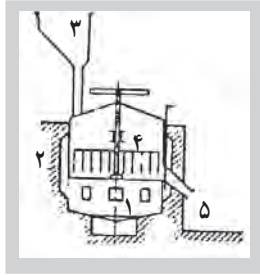
فعل و انفعالات پخت گچ در کوره به شرح زیر است:

- ۱- آب شیمیایی سنگ گچ از  $107^{\circ}\text{C}$  به بالا کم کم تبخیر می‌شود و در گرمای  $180^{\circ}\text{C}$  به کلسیم سولفات با  $5/0$  مولکول آب ( $5/0 \text{ H}_2\text{O}$  و  $\text{CaSO}_4$ ) تبدیل می‌شود. گرد گچ معمولی به سرعت با آب ترکیب می‌شود و تاب آن از تاب سنگ گچ کم تر است.
- ۲- اگر گرمای آن به  $300^{\circ}\text{C}$  برسد گچ خشک یا تشنه یعنی کلسیم سولفات بدون آب شیمیایی،  $\text{CaSO}_4$  به دست می‌آید. گرد این گچ به اندازه‌ی میل ترکیب با آب دارد که بخار هوا را می‌گیرد و به سنگ گچ تبدیل می‌شود.
- ۳- سنگ گچ در دمای  $320^{\circ}\text{C}$  -  $300^{\circ}\text{C}$  می‌سوزد و میل به ترکیب با آب را از دست می‌دهد. برای آن که پودرش با آب ترکیب شود زاج سفید یا سولفات روی یا سدیم سولفات به میزان نیم تا دو درصد وزنش به آن می‌زنند یا گرد گچ، گرد آهک یا گرد سیمان به میزان سه تا پنج درصد وزنش به آن اضافه می‌کنند.

## ۸-۱- انواع کوره‌های گچ‌پزی

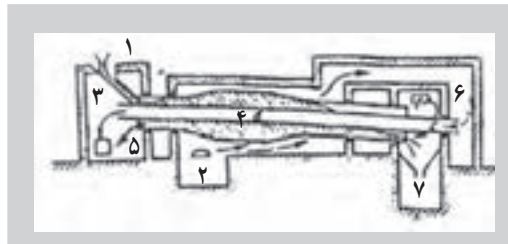
۱- کوره‌های چاهی یا تنوره‌ای: این نوع کوره‌ها قدیمی‌ترین نوع کوره‌های گچ‌پزی محسوب می‌شوند. سنگ گچ را در آن می‌چینند و تون کوره را آتش می‌کنند تا گچ بپزد. به دلیل این که حرارت کوره قابل کنترل نیست، همه نوع گچ ساختمانی از معمولی تا تشنه (انیدریت)، سوخته و سنگ گچ تجزیه شده در آن یافت می‌شود.

۲- کوره‌های تاوه‌ای: سنگ گچ را در سنگ‌شکن به کلوخه‌های کوچک تبدیل و سپس آسیاب می‌کنند تا پودر شود. این گرد را در تاوه‌های بزرگ گرما می‌دهند (مانند بو دادن تخمه و آجیل) و گرد سنگ گچ را به طور پیوسته هم می‌زنند تا به صورت یکنواخت بپزد. (شکل ۸-۱)



شکل ۸-۱- کوره‌ی تاوه‌ای: ۱- آتشیخانه ۲- کانال دور  
تاوه گچ پزی ۳- قیف ورود گرد سنگ گچ ۴- دستگاه  
هم‌زننده‌ی گرد سنگ گچ در تاوه ۵- دریچه‌ی بیرون ریختن  
گرد گچ پخته

۳- کوره‌ی دوار (گردنده‌ی خفته): کار این کوره‌ها پیوسته است. سنگ گچ کلوخه شده درون استوانه‌ای خفته از جنس فولاد، که نسبت به محور افق چهاردرصد شیب دارد، می‌ریزند تا حرارت ببینند. سپس از طرف دیگر سنگ گچ پخته شده بیرون می‌آید. (شکل ۸-۲) سنگ گچ پخته شده را، برای رسیدن به نرمی مورد نظر، آسیاب می‌کنند و سپس مورد استفاده قرار می‌دهند. با توجه به گرمای کمی که برای پخته‌شدن سنگ گچ لازم است گاهی آن‌را روی کوره‌های آجرپزی نیز می‌پزند.



شکل ۸-۲- کوره دوار خفته: ۱- کلوخه سنگ گچ به کوره ریخته می‌شود ۲- آتشیخانه ۳- گاز  
داغ به دور کوره گردنده دمیده می‌شود و از آن‌جا به درون کوره و سپس به دودکش می‌رود ۴- درون  
کوره ۵- مه بخار آب که از سنگ گچ برخاسته، مکیده می‌شود ۶- هوای تازه به کوره دمیده می‌شود  
۷- کلوخه‌ی گچ پخته از کوره بیرون می‌ریزد

## ۸-۲- زمان گرفتن ملات گچ

زمان گرفتن گچ کارخانه‌ای معمولی در ایران ۹ تا ۱۰ دقیقه است، اما با افزودن جسم‌های کانی، گیاهی و دامی به گرد گچ، می‌توان زمان گرفتن آن را کنترل نمود و آن را تندگیر یا کندگیر کرد.

زمان گیرایی (دقیقه)	کیفیت گیرایی		مقدار افزودنی نسبت به وزن گچ	ماده‌ی افزودنی
	زودگیر	کندگیر		
۹-۱۰	-	-	-	گچ کارخانه‌ای ایران بدون افزودنی
۳	*		۲٪	نمک طعام
۵	*		۵٪	نمک طعام
۱۲		*	۱۰٪	نمک طعام
۱۲		*	۱۰٪	پودر آهک شکفته
۳۲		*	۵٪	سریش <sup>۱</sup>
۳۸		*	۶٪	سریش
۹۰		*	۵٪	براکس <sup>۲</sup> (ترکیبی از برات و سدیم)

\* افزودنی‌های گچ برای کندگیری و زودگیری آن

### ۳-۸- گچ مرمری یا مرمر مصنوعی<sup>۳</sup>

این نوع گچ برای استفاده در جاهای نمناک مانند آبریزگاه، نمای بیرونی بناها مصرف می‌شود.<sup>۴</sup> برای تهیه‌ی گچ مرمری سنگ گچ را در گرمای  $30^{\circ}\text{C}$  می‌پزند و آسیاب می‌کنند. این گرد را در محلول زاج<sup>۵</sup> خمیر می‌کنند. پس از گرفتن و سخت شدن مجدداً آن را در گرمای  $50^{\circ}\text{C}$  می‌پزند و سپس آسیاب می‌کنند، آن‌گاه به مصرف می‌رسانند. رنگ گچ مرمری سفید است. ملات این گچ پس از گرفتن سخت‌تر می‌شود و دارای تابی بیش‌تر از ملات گچ ساختمانی معمولی است. برای اندود کاری فضاهای مرطوب علاوه بر گچ مرمری می‌توان از ملات گچ و آهک هم استفاده نمود.

۱- سریش ماده‌ای چسبی که از نسوج گیاهی با همین نام به دست می‌آید. ریشه‌ی این گیاه را کوبیده و از آن به عنوان چسب استفاده می‌کنند.

۲- borax:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

۳- keen

۴- از ملات گچ و آهک هم می‌توان در جاهای مرطوب استفاده نمود.

۵- زاج‌ها، سولفات‌های مضاعف هستند و فرمول کلی آن‌ها  $\text{H}_2\text{O}$  و  $\text{R}_p(\text{SO}_4)_p$  و  $\text{M}_p\text{SO}_4$  است. M نماینده‌ی یک فلز قلیایی مانند پتاسیم یا آمونیوم و R نماینده‌ی یک فلز سه ظرفیتی مانند آلومینیوم، آهن و یا کرم است که در اصطلاح عموم به آن زاج سفید گفته می‌شود. مانند پتاسیم سولفات  $\text{K}_2\text{SO}_4$ .

## ۴-۸- ویژگی های گچ

۱- وزن مخصوص گچ کیسه ای  $1/2 T/m^3$  است.

۲- رنگ گچ ساختمانی سفید است و سطح پوشیده شده ی با آن را می توان با رنگ لعابی یا پلاستیکی یا روغنی رنگ کرد. در دوره ی صفویه به ملات گچ رنگ اضافه می کردند و اندود رنگی پس از خشک شدن رنگش باقی می ماند.

۳- گچ گرما و صدا را پخش نمی کند و در برابر آتش سوزی مقاوم است. ملات گچ یخ نمی زند و می توان تا سرمای زیر ده درجه سانتی گراد در کار بنایی از آن استفاده کرد.

۴- با اضافه کردن افزودنی ها مانند نمک طعام، گرد آهک و سریش می توان زمان گیرایش گچ را سریع تر نمود یا آن را به تأخیر انداخت.

۵- ملات گچ ساختمانی هنگام گرفتن یک درصد حجمش زیاد می شود و همه سوراخ های ریز پوسته رومالی پر می شود. از این رو می توان سطح های بزرگ را بدون این که ترک بخورد اندود کرد.

۶- سطح بیرونی گچ چون پوک نیست و سوراخ ندارد قارچ نمی زند و حشره در آن لانه نمی کند. گچ در برابر نفوذ رطوبت ضعیف است و اگر این پوسته آب بمکد و آب به آستر برسد گچ طبله می کند و باید آن را کند و دوباره تجدید نمود.

۷- ملات گچ با فلزات سولفات درست می کند. از این رو در پوشش های طاق ضربی برای پیش گیری باید تیر آهن را به خوبی با ضد زنگ رنگ کرد.

### مطالعه ی آزاد

#### ویژگی های فیزیکی انواع گچ ساختمانی

زمان گیرش (دقیقه)		دانه بندی		نوع گچ
		مانده ی روی الک (درصد وزنی)	چشمه الک (میلی متر)	
۱۰ تا ۱۵	۴ تا ۸	صفر	۲/۵	گچ زیر کاری (ساختمانی)
		کمتر از ۵	۱/۴	
		۸ تا ۱۵	۰/۵	
		صفر	۰/۵۰	گچ پرداخت (اندود)
		کمتر از ۲	۰/۲۵	

## ۸-۵- مصارف گچ

مصارف گچ زیاد است و از گچ‌ریزی برای پیاده کردن نقشه ساختمان تا ساختن انواع ملات‌های گچی و سفیدکاری، سنگ‌کاری، مجسمه‌سازی، گچ‌بری، اجرای ابزارهای گچی و صنعت سیمان‌سازی استفاده می‌کنند. (شکل‌های ۸-۳ تا ۸-۵)



شکل ۸-۳- نحوه‌ی اجرای ابزار گچی (گلویی) در محل اتصال سقف و دیوار



شکل ۸-۴- نحوه‌ی اجرای قوس گچی روی زمین به کمک رابیتس (چپ) و نصب آن در محل (تصویر راست)

ملات گچ و خاک را در اندود آستر روی دیوار و زیر سقف و ساختن طاق ضربی و ملات گچ خالص را در سفیدکاری و گچ‌بری مصرف می‌کنند.

جدول ۸-۱- موارد مصرف گچ ساختمانی براساس نوع گچ

نوع گچ	موارد مصرف
گچ ساختمانی * $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$	کارهای عمومی مانند ملات‌های گچ، گچ و خاک، گچ و ماسه، تولید قطعات پیش ساخته و بلوک‌های گچی، بتن گچی، در نقاطی که میزان رطوبت نسبی هوا کم‌تر از ۶۰ درصد باشد.
گچ اندود** $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{3} \text{H}_2\text{O}$	اندودهای داخلی در مناطقی که میزان رطوبت نسبی هوا کم‌تر از ۶۰ درصد باشد.
گچ مرمری - ملات گچ و آهک	اندودهای داخلی و نماسازی در مناطقی که میزان رطوبت نسبی هوا بیش از ۶۰ درصد باشد.

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

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



شکل ۸-۵- طریقه‌ی گچ کاری دیوار

با گچ و پوست برنج یا پوشال یا کاه دیوارهای (صفحه) گچی به ضخامت ۸cm تا ۱۲ و ابعاد ۵۰×۵۰cm، ۱۰۰×۱۰۰cm می‌سازند. دیوارهای کلفت‌تر را توخالی می‌سازند.

در حال حاضر نوعی از صفحات گچی<sup>۱</sup> پیش ساخته و سبک با ضخامت ۱/۵ تا ۵ سانتی متر و با نام های تجارتي مختلف توليد مي شود که در ديوارهای جداکننده کاربرد دارد.

## ۸-۶- ساختن ملات گچ

برای ساختن ملات های گچ، گچ و خاک، گچ و ماسه و یا هر نوع ملات گچی دیگر، مانند ملات آجر کاری شومینه (ترکیب گچ، خاک نسوز، سیمان و آب)، باید گرد آن ها را در آب پاشید تا روی همه ی دانه های آن آب اندود شود، سپس آن را باید خوب هم زد تا مورد استفاده قرار گیرد. ملات گچ زود گیر است و به همین دلیل سطح های بزرگ را نمی توان به صورت صاف و بدون موج سفید کاری کرد.



یکی از راه حل ها برای پیش گیری از ایجاد موج روی سطوح وسیع، که از گذشته به جای مانده، قاب سازی و گچ بری است. گچ بری های به جای مانده از زمان اشکانیان، ساسانیان و دوران اسلام نمونه هایی از این نوع است. (شکل ۸-۶)

شکل ۸-۶- گچ بری مسجد شاه ولی تفت

مقدار آبی که برای یک کیلو گرم پودر گچ لازم است تا تبدیل به ملات شود از نظر تئوری بیست درصد وزن آن است (۲/۰ لیتر) اما برای این که شکل پذیری بهتری در ملات به وجود آید و کارگران مجال کار کردن با آن را داشته باشند حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد وزن گچ به آن آب اضافه می کنند. و در این صورت بخشی از منافذ آن، به دلیل ازدیاد حجم گچ، پر می شود ولی بخش دیگر به صورت فضاهای خالی باقی می ماند.

## ۸-۷- ملات های گچ

گچ را می توان به صورت اندود روی دیوار یا ملات در طاق های خشتی یا آجری به کار گرفت.

<sup>۱</sup> - Gypsum board

انواع ملات‌ها و اندودهای گچی به شرح زیر است :

**ملات گچ و خاک :** گچ و خاک یکی از پرمصرف‌ترین ملات‌های زودگیر در ساختمان‌سازی است که در آن از خاک رس سرند شده و بودر گچ به نسبت یک به یک (یعنی ۵۰٪ خاک رس با ۵۰٪ گچ) استفاده می‌شود. البته، با توجه به زودگیر یا دیرگیر بودن گچ، میزان خاک کم‌تر یا بیش‌تر از ۵۰٪ می‌شود. هرچه ملات گچ و خاک زودگیرتر یا به اصطلاح تیزتر باشد خاک مورد استفاده در این ملات کم‌تر می‌شود. خاک موجود در ملات آن را شکل‌پذیر (پلاستیک)، دیرگیر و از نظر اقتصادی ارزان می‌نماید.

استفاده از ملات گچ و خاک در محل‌های خیلی مرطوب مجاز نیست، زیرا به سرعت رطوبت هوا را می‌گیرد و طبله می‌کند.

به علت زودگیر بودن ملات گچ و خاک باید آن را به میزان کم ساخت و به مصرف رساند.

**ملات گچ :** در صورت نیاز به سفیدکاری اتاق‌ها، سالن‌ها یا فضاهای دیگر، یا چنان‌چه نیاز به ملاتی زودگیرتر از گچ و خاک باشد، از ملات گچ استفاده می‌شود. در سنگ‌کاری‌ها سنگ پلاک به صورت موقت توسط ملات گچ نگهداری می‌شود تا بتوان پشت پلاک‌ها را دوغاب ماسه سیمان ریخت<sup>۱</sup>. در مناطق گرم و خشک از ملات گچ برای اجرای کاشی‌های معرق استفاده می‌شود.

**ملات گچ مرمری :** برای اندودکاری در جاهای مرطوب و مکان‌هایی که در معرض آب و رطوبت و شست‌وشو قرار دارند از ملات گچ مرمری استفاده می‌شود. ملات گچ مرمری، پس از گرفتن، سخت‌تر و مقاوم‌تر از ملات گچ ساختمانی است. طرز ساخت آن شبیه ملات گچ و خاک است.

**ملات گچ و ماسه :** این ملات را از اختلاط گچ و ماسه، در جاهایی که ماسه بادی زیاد است، درست می‌کنند. قطر درشت‌ترین دانه ماسه نباید از دو میلی‌متر بیش‌تر باشد.

**گچ کشته :** به علت زودگیر بودن گچ نمی‌توان سطوح وسیع را به صورت یک‌دست و یک‌نواخت با آن اندود کرد. بنابراین به منظور صیقلی کردن سطوح اندود شده، روی آن را گچ کشته می‌کشند. ضخامت گچ کشته نباید از یک میلی‌متر بیش‌تر باشد. برای ساختن گچ کشته گرد الک کرده، آن را وارد آب می‌کنند و با دست هم می‌زنند و مالش می‌دهند تا به هنگام سفت شدن مانع از ایجاد کریستال شوند. در سال‌های گذشته رنگ کردن دیوارها مرسوم نبود و با اضافه کردن سرش به ملات گچ آن را به گونه‌ای تهیه می‌کردند که هنگام تکیه دادن به دیوار لباس‌ها سفید نشوند.

۱- البته از گل رس و قلاب فلزی نیز برای تنظیم فاصله‌ی سنگ با دیوار نیز استفاده می‌شود.

- ۱- چهار مورد از کاربردهای گچ را در ساختمان نام ببرید.
- ۲- فرآیند تبدیل سنگ گچ به گچ ساختمانی را به اختصار بنویسید.
- ۳- انواع کوره‌های گچ‌پزی را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۴- گچ مرمری چیست؟ در چه جاهایی استفاده می‌شود و چه ویژگی‌هایی دارد؟
- ۵- سه ماده‌ای را که برای به تأخیر انداختن زمان گیرایی گچ استفاده می‌شود نام ببرید.
- ۶- چهار مورد از ویژگی‌های گچ ساختمانی را بیان کنید.
- ۷- گچ کشته چگونه ساخته می‌شود؟
- ۸- ملات‌های گچی چگونه و در چه حجم‌هایی ساخته می‌شود؟

## چوب

هدف های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- نحوه ی کاربرد چوب را در ساختمان شرح دهد.
- ۲- ساختمان درخت و قسمت های مختلف آن را، که استفاده ساختمانی دارد، شرح دهد.
- ۳- انواع چوب ها را براساس سختی و نرمی توضیح دهد.
- ۴- خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی چوب را شرح دهد.
- ۵- تأثیر رطوبت را بر چوب توضیح دهد.
- ۶- اشکال مختلف عرضه ی چوب را به بازار شرح دهد.
- ۷- نحوه ی تهیه و تولید روکش و تخته های چندلایه را توضیح دهد.
- ۸- معایب چوب و نحوه ی حفاظت از آن را نام ببرد.
- ۹- چند نمونه از اتصالات چوبی را نام ببرد.

## مقدمه

چوب بافت سلولزی آلی<sup>۱</sup> است که عمده ترین عناصر تشکیل دهنده ی آن کربن و اکسیژن<sup>۲</sup> است.

۱- غشاء سلول های گیاهی که جسمی جامد، بی بو و بی طعم است.

۲- چوب از حدود ۵۰٪ کربن + ۴۰٪ اکسیژن + ۶٪ هیدروژن + ۱٪ وزنی ازت و بقیه از عناصر دیگر چون فسفر، سدیم، پتاسیم و

آهن تشکیل شده است.

استفاده از چوب (یا درخت) در ساختمان قدمت طولانی دارد و اولین سکونت گاه‌های انسانی با کمک آن ساخته شده است.



در گذشته‌های دور بیش تر سطح زمین از جنگل پوشیده شده بود و استفاده از چوب به عنوان ستون، تیر، پوشش سقف، در و پنجره در ساختمان، کاربرد زیادی داشت. اما امروزه کاربرد چوب در ساختمان کم تر شده است.

شکل ۹-۱- استفاده از چوب برای ساخت خانه‌های چوبی (زیگالی یا لارده‌ای) در شمال ایران

در ایران قدیم ساختمان‌های روستایی، شهری، پل‌ها، کوشک‌ها و ... را با چوب می‌ساختند. پوشش سقف کاخ باستانی مادها در هگمتانه (چوب سدر و سرو)، و تخت جمشید (چوب‌های بلوط، گردو، سدر و سرو)؛ چهل ستون و عالی قاپو در اصفهان و مسجد بناب در حومه مراغه همه از چوب ساخته شده‌اند. در تصویر زیر نمونه‌هایی از به کارگیری چوب در بنای عالی قاپو اصفهان دیده می‌شود. (شکل ۹-۲)



شکل ۹-۲- به کارگیری چوب در ستون‌های ایوان، درها و پنجره‌های بنای عالی قاپو

مصرف چوب تا ابتدای انقلاب صنعتی به صورت سنتی بود ولی انقلاب صنعتی کاربرد چوب را نیز، مانند دیگر بخش‌های صنعتی، متحول ساخت.

## ۹-۱- ساختمان درخت

درخت از ریشه، تنه و اجزای بالایی (شاخه، برگ و ...) تشکیل شده است. ریشه‌ها با فرورفتن در خاک، رطوبت و مواد معدنی موجود در آن را جذب می‌کنند و به تنه می‌رسانند. تنه‌ی درخت شاخه‌ها و قسمت‌های بالایی را تقویت و تغذیه می‌نماید و امکان رساندن آب و شیرهای درختی از ریشه به برگ‌ها و بالعکس را فراهم می‌کند. (شکل ۹-۳)

در برش عرضی تنه‌ی درخت سه بخش جدا از هم دیگر دیده می‌شود :

– پوست، که مصرف ساختمانی ندارد و حفاظت تنه یا شاخه‌ی درخت را به عهده دارد و شامل دو قسمت بیرونی (لایه‌ی مرده) و درونی (لایه‌ی زنده) است. لایه‌ی زنده پوست درخت را «کامبیوم» می‌گویند.

– چوب، این قسمت از درخت که امکان بارگذاری روی آن وجود دارد، حجم عمده‌ی تنه درخت را تشکیل می‌دهد و کاربرد زیادی در صنعت ساختمان دارد.

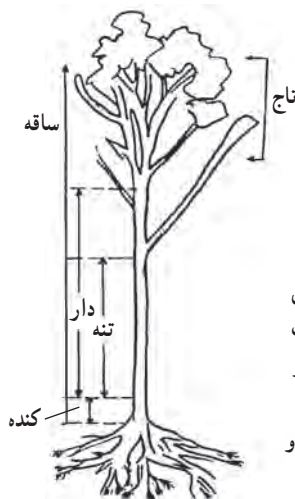
– مغز، در مرکز تنه و در شاخه‌های درخت قرار دارد. روی برش عرضی تنه‌ی درخت دایره‌های هم‌مرکزی دیده می‌شود که نشان‌دهنده‌ی سن درخت است. رنگ این دایره‌ها از

سوی درون روشن (بهاره) و به سوی

بیرون تیره (پاییزه) می‌شود. بافت

چوب متشکل از لوله (آوند)های

متعدد در کنار هم است.



شکل ۹-۳- فتو (نور) سنتز عمل غذا سازی

برای درخت است که در این فرآیند درخت

$CO_2$  هوا را می‌گیرد و به اکسیژن، قند و

مقداری انرژی تبدیل می‌کند.

عمل فتوسنتز نیاز به انرژی مواد معدنی و

کلروفیل دارد.



## ۹-۲- چوب

همان‌طور که گفته شد چوب محکم‌ترین و مقاوم‌ترین قسمت درخت است که از تعدادی حلقه‌ی باریک و هم‌مرکز تشکیل شده است. هرچه بافت چوب تخلخل بیش‌تری داشته باشد سبک‌تر است و مقاومت کم‌تری دارد. با افزایش تراکم، بافت چوب توپر و سنگین‌تر می‌شود و مقاومت آن افزایش می‌یابد.

هم‌چنین چوب پاییزه توپرتر، سخت‌تر، مقاوم‌تر و دارای وزن حجمی بیش‌تر از چوب بهاره است. در رویش سالیانه، هرچه چوب پاییزه بیش‌تر باشد، تاب و مقاومت آن بیش‌تر است.

## ۹-۳- انواع چوب‌ها از نظر مقاومت

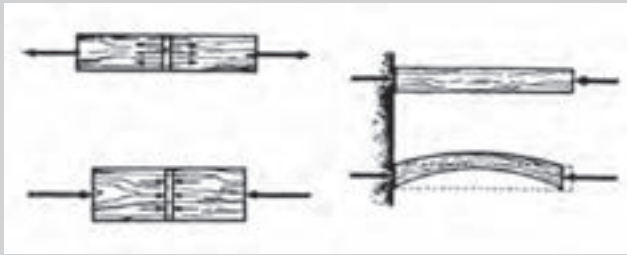
الف) سخت چوب‌ها: سخت چوب‌ها شامل چوب درختان پهن برگ مانند گردو، بلوط و چنار است.

نام سخت چوب به لحاظ تراکم بیش‌تر بافت چوب است و دلیل بر سخت بودن کلیه‌ی چوب‌های این دسته نمی‌شود و استثنائاتی وجود دارد. سخت چوب‌ها برای مبلمان، در و پنجره‌ی فضاهای مجاور بیرون بنا و نازک‌کاری (مثلاً کف‌پوش، قرنیز و ...) ساختمان به کار می‌روند. (شکل ۹-۴)



شکل ۹-۴- ارسی نه لنگه‌ای حسینی‌ای امینی در شهر قزوین

ب) نرم چوب‌ها: نرم چوب‌ها شامل درختان سوزنی برگ، مانند سرو، کاج و سرخدار هستند. سوزنی‌برگ‌ها دارای مقطع بسیار ساده و منظم‌اند. با توجه به این که مقاومت این چوب‌ها کم‌تر از چوب‌های سخت است بهتر است بارگذاری بر این چوب‌ها در جهت الیاف چوب باشد. (شکل ۹-۵)



شکل ۵-۹- عکس العمل چوب در برابر کشش و فشار در جهت الیاف آن

به دلیل این که درختان نرم چوب رشد عمودی خوبی دارند برای اجرای ستون، تیر ساختمان؛ در و پنجره فضاهاى داخلی بنا، تخته‌ی قالب‌بندى و ... استفاده می‌شود.

#### ۴-۹- خواص چوب

خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی :

مهم‌ترین خواص فیزیکی چوب، که باید مورد توجه قرار گیرد، عبارت‌اند از :

— وزن مخصوص چوب : با افزایش وزن مخصوص چوب، سنگین‌تر می‌شود و مقاومت آن

افزایش می‌یابد.

— رطوبت چوب : مقدار آبی است که در واحد وزن چوب وجود دارد و میزان تری و خشکی

آن را مشخص می‌کند.

— هدایت حرارتی : قابلیت هدایت حرارتی چوب کم است و به این دلیل برای ساختن

عایق‌های حرارتی مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد (مثلاً استفاده از چوب روی دستگیره‌های فلزی

درها یا دسته‌ی سماور و کتری). با افزایش حرارت، هدایت حرارتی چوب افزایش می‌یابد. در تیرهای

چوبی کلفت با وجود این که چوب زود مشتعل می‌شود قسمت درونی آن تا مدت نسبتاً زیادی از خطر

اشتعال در امان می‌ماند.

— انتقال و انتشار و انعکاس صوت : چوب، به سبب قابلیت ارتجاعی، قادر به تقویت

اصوات است. براساس همین خاصیت است که در بسیاری از سازها از آن استفاده می‌شود. انتشار

صوت در جهات مختلف چوب متفاوت است و به سختی و نرمی نوع چوب بستگی دارد. چوب‌های

سخت قابلیت انتشار و انعکاس صوتی بیش‌تری دارند.

— رنگ : رنگ چوب از خواصی است که از نظر زیبایی‌شناختی و حسی می‌تواند گوناگون

باشد و سلیقه‌های متفاوتی را ارضا کند. مانند چوب گردو که به دلیل رنگ مناسب خواهان زیاد دارد. دوام چوب با تیرگی رنگ آن رابطه مستقیم دارد و چوب‌های تیره رنگ معمولاً با دوام‌ترند. هم‌چنین چوب پیر تیره‌تر از چوب جوان است. رنگ چوب براساس گونه‌های مختلف آن متفاوت است.

— **بو و طعم** : این خواص نتیجه‌ی وجود مواد خارجی در چوب است. چوب سالم بوی مطبوعی دارد. چوب‌هایی که تحت تأثیر عوامل بیولوژیکی مانند قارچ و حشرات قرار می‌گیرند بدبو می‌شوند. برخی درختان، چه به صورت طبیعی و چه از طریق سوزاندن (مثل عود هندی)، بوی خوش متصاعد می‌کنند. چوب‌های خوش‌بو، مانند ارس، صندل و سرو خمره‌ای به مصرف کارهای لوکس (مانند مبلمان و صنایع دستی و تزئینی) می‌رسد. دوام این نوع چوب‌ها بیش‌تر از چوب‌های دیگر است.

— **قابلیت سوختن و انرژی زایی** : زوائد چوب در صورت سوختن حرارت مطبوع و شعله‌های زیبا ایجاد می‌کند.

از نظر خواص مکانیکی توجه به ویژگی‌های زیر ضرورت دارد :

— **تاب کششی و فشاری**

— **تاب برشی**

— **تاب ضربه‌ای**

### مطالعه‌ی آزاد

— **تاب کششی و فشاری** : بیش‌ترین تاب کششی و فشاری چوب در جهت موازی با الیاف و آوندهاست و به همین دلیل الوارها را می‌توان به عنوان عناصری که کشش، فشار و خمش را تحمل می‌کنند در جهت آوندها به کار گرفت. استقامت کششی و فشاری چوب در جهت عمود بر الیاف کم‌تر است.

— **تاب برشی** : مقاومت برشی چوب به دلیل ضعف آن در تحمل نیرو در جهت عمود بر الیاف کم است. همین مسئله ناتوانی آن را در تحمل تنش‌های متمرکز، مانند تنش‌هایی که در مجاورت اتصالات پیچ و مهره رخ می‌دهد به دنبال دارد. این ضعف را می‌توان با استفاده از اتصالات چوبی یا اتصالات دیگری، که سطح انتقال بار را در محل اتصال بیش‌تر می‌کند، افزایش داد.

— **تاب ضربه‌ای** : تاب ضربه‌ای چوب به میزان پرو خالی بودن فضاها درون

آن بستگی دارد. هرچه چوب متخلخل تر باشد تاب ضربه‌ای آن کم‌تر است.  
معایب چوب مانند گره، ترک، پیچ و آفت‌زدگی خواص مکانیکی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

**خواص شیمیایی:** از نظر خواص شیمیایی قسمت اعظم غشای سلول‌های چوبی را سلولز تشکیل می‌دهد، که از نظر صنایع شیمیایی اهمیت فوق‌العاده دارد (به عنوان مثال جهت تولید کاغذ، پلیمر یا الیاف مصنوعی پارچه از سلولز استفاده می‌شود).

— **هوای خشک:** در حرارت عادی بر سلولز اثر نمی‌کند (به همین دلیل پنبه را که از جنس سلولز است برای لباس استفاده می‌کنند).

— **حرارت:** سلولز در  $150^{\circ}\text{C}$  تغییر رنگ می‌دهد و در  $300^{\circ}\text{C}$  تجزیه می‌شود.

— **سیدها و بازها:** در صورتی که غلیظ باشند بر آن اثر می‌گذارند و در غیراین صورت اثر چندانی بر آن نمی‌گذارند.

## ۹-۵- بررسی میزان رطوبت در چوب‌ها

میزان رطوبت در چوب درختان مختلف متفاوت است. فصل برش، شرایطی که چوب در آن نگهداری می‌شود و مدت زمانی که از بریدن چوب سپری شده در این امر مؤثر است. تغییر میزان رطوبت در چوب بر تغییر حجم و فرم چوب و در نتیجه بر مقاومت مکانیکی آن اثر می‌گذارد. هم‌چنین ازدیاد رطوبت باعث هجوم حشرات و قارچ‌ها به چوب می‌شود.

### مطالعه‌ی آزاد

از نظر میزان رطوبت چوب‌ها را به صورت زیر دسته‌بندی می‌کنند:

۱- **چوب تر یا خیس (چوب دارای آب آزاد):** درختی که به تازگی قطع

شده باشد دارای چوب خیس است. مقدار رطوبت چوب بستگی به جنس درخت، نوع اقلیم، خاک و فصل برش دارد. تبخیر آب آزاد چوب (آبی که در آوندها جریان دارد) موجب هیچ‌گونه تغییر شکلی در حجم چوب نمی‌شود. چوب خیس تا دو برابر وزن چوب خشک ( $200\%$  وزن چوب) آب دارد.

۲- **چوب نم‌دار:** این چوب حاوی آبی است که در جوار سلول‌ها قرار گرفته است و میزان آن قریب  $30\%$  وزن چوب است. اگر رطوبت از این مقدار اضافه نشود برای برخی کارهای ساختمانی که در مجاورت رطوبت قرار دارند مناسب است. زمانی

که رطوبت پوسته‌ی سلول‌ها شروع به تبخیر می‌کند سلول‌ها به یک‌دیگر نزدیک می‌شوند و در نتیجه حجم چوب کاهش می‌یابد.

۳- چوب خشک : این چوب‌ها حدود ۱۸٪-۱۴٪ وزن چوب رطوبت به همراه دارند و اگر این مقدار افزایش نیابد می‌توان از آن‌ها برای برخی کارها در قسمت‌های داخلی یا بیرونی ساختمان استفاده نمود.

۴- چوب خشک مطلق : میزان رطوبت در این چوب‌ها ۴٪ است. چوب خشک بیش‌ترین میزان مصرف در ساختمان را دارا می‌باشد.

## ۹-۶ اشکال گوناگون چوب از نظر مصرف

چوب‌ها از نظر مصرف به اشکال چوب‌های گرد، بریده شده، روکش‌دار و گلولام تشبیه می‌شوند :

الف) چوب‌های گرد : چوب‌های گرد قطری بین ۷۰-۱۴ cm و طولی بین ۱۸ m-۲/۵ دارند. چوب گرد باید هرس، تمیز و تراز شود. چوب‌های گرد به دو دسته گرده و تیر تقسیم می‌شوند. تفاوت تیر و گرده در این است که در تیرها قطر دوسر تیر باهم یکی نیست، مثلاً قطر یک سر ۲۰ cm و سر دیگر ۵ cm است.

ب) چوب‌های بریده شده : چوب‌ها براساس نوع بریدن و عرضه به بازار به صورت‌های مختلف نام‌گذاری می‌شوند، از جمله گرده‌بنه، نیم‌بنه، تیرگرد، چهارتراش، الوار، تخته، خرده چوب و خاک‌اره.

### مطالعه‌ی آزاد

— گرده بنه (بینه) : چنان چه تنه گرد درخت را برحسب نیاز به قطعاتی با طول مورد نظر ببرند، گرده بنه به‌دست می‌آید.

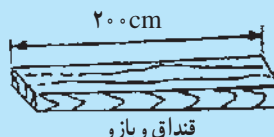
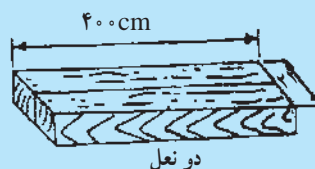
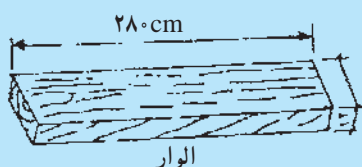
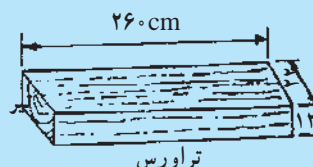
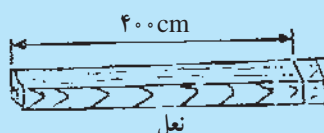
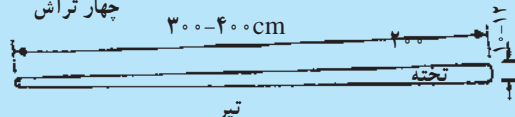
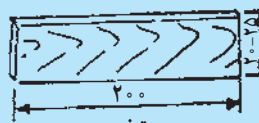
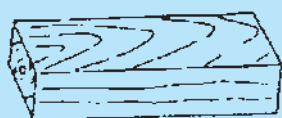
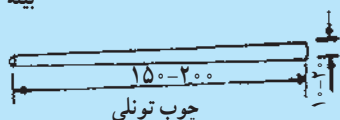
— نیم‌بنه (بینه) : چوبی است که از تقسیم چوب گرده به دو نیم به‌دست می‌آید.

— تیرگرد یا شمع : چنان چه قطر ساقه‌ی درخت در دوسر آن متفاوت باشد به آن تیرگرد می‌گویند. در صورتی که قطر آن‌ها کم باشد از آن به عنوان شمع یا موارد مشابه استفاده می‌شود.

— چهارتراش : چوبی که مقطع آن مربع یا مستطیل است و اندازه‌ی ابعاد سطح مقطع آن معمولاً از ۱۵ سانتی‌متر بیش‌تر است.

— الوار : چوبی که معمولاً مقطع آن مستطیل شکل و ابعاد آن از ۱۵ سانتی متر بیش تر است.<sup>۱</sup> الوار ممکن است چهار گوش یا سه گوش باشد.

— تخته : چوبی با مقطع مستطیل، به طول ۶-۲ m، عرض ۲۵-۸ cm و به ضخامت ۷ تا ۲ سانتی متر است. ضخامت تخته از همه انواع دیگر چوب کم تر است.



اسامی چوب ها بر اساس نحوه ی بریدن آن ها

۱- اندازه ابعاد سطح مقطع ۲۵×۴۰، ۲۰×۳۰، ۱۵×۲۰ سانتی متر می باشد.

— خرده چوب: سرشاخ‌های درخت یا قطعات کوچک و غیر قابل استفاده چوب است که معمولاً برای ساخت انواع نئوپان از آن استفاده می‌کنند.

— خاک اره: هنگام برش چوب؛ بخشی از آن که توسط اره بریده می‌شود به صورت خاکه‌های ریز به جای می‌ماند که به آن خاک اره می‌گویند. از خاک اره نیز در تولید نئوپان و انواع چوب‌های مصنوعی استفاده می‌شود.



دستگاه‌های پنج کاره و اره فلکه و دستگاه پرس در انتهای تصویر مربوط به کارگاه نجاری

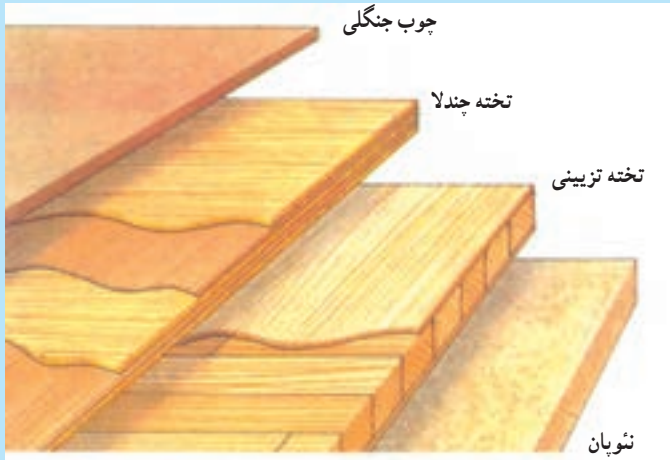
پ) چوب‌های روکش دار (سه لایه و هفت لایه): برخی از چوب‌ها خصوصاً انواع زیبای آن معمولاً کم یاب و گران‌اند. گرده‌ی این چوب‌ها را به صورت لایه‌های نازک ورقه‌ای (روکش) آماده می‌کنند و از آن در تولید تخته‌های سه لایه، هفت لایه و انواع تخته‌های روکش دار استفاده می‌نمایند.

از زائادات چوب می‌توان تخته‌های نئوپان، تخته فیبر و صفحات چوب سیمان<sup>۱</sup> را تولید کرد و در معماری داخلی و طراحی دکوراسیون مورد استفاده قرار داد.

---

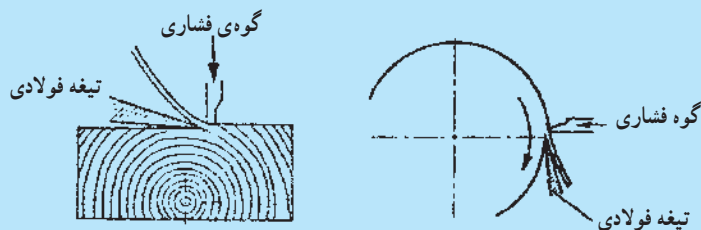
۱- نوعی نئوپان است که به مواد اولیه‌ی آن سیمان اضافه می‌شود.

تهیه چوب‌های روکش‌دار: برای این منظور معمولاً سطح چوب‌های نامرغوب و ساده یا سطح تخته‌های مصنوعی، مانند نئوپان و فیبر را با روکشی (ورقه‌هایی) از چوب مرغوب و زیبا می‌پوشانند و در کارهای درودگری و نجاری از آن استفاده می‌کنند. ضخامت روکش‌ها تا ۳/۰ mm نیز می‌رسد.



مقاطع‌ی از تخته‌های نئوپان، چندلای، چوب جنگلی و تخته‌های تزئینی

برای ساخت این چوب‌ها لایه‌های نازک روکش را به ضخامت ۱ تا ۲ میلی‌متر در جهت مخالف الیاف روی یک‌دیگر قرار می‌دهند و بین آن‌ها چسب زده می‌شود. سپس این لایه‌ها با پرس گرم و تحت فشار به یک‌دیگر می‌چسبند. روی لایه‌ی نهایی این تخته‌ها، می‌توانند انواع روکش‌های تزئینی از چوب‌های مرغوب و زیبا مثل گردو، آکاژور، ساج و ... بچسبانند. تخته‌های چندلای (هفت لایه) مزایای ویژه‌ای در مقایسه با چوب دارند. وجود لایه‌های چسب بین ورقه‌های نازک (روکش) خاصیت جذب رطوبت آن را کاهش و تاب مکانیکی آن را بهتر می‌کند.



نحوه‌ی تهیه روکش برای ساخت تخته‌ی هفت لایه‌ی

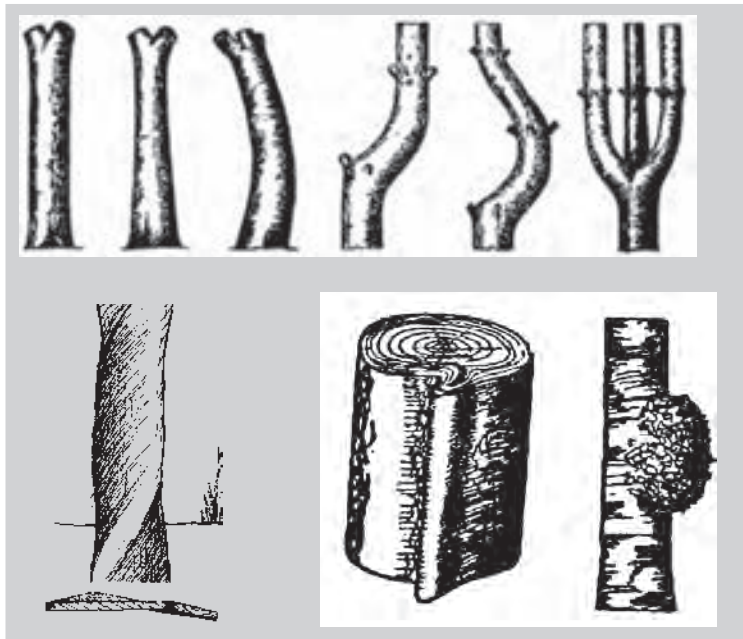
ت — تخته‌های گلولام<sup>۱</sup>: گلولام شیوه‌ای است که در آن قطعات چوب کوچک، که به لحاظ شکل و فرم و اندازه محدودیت استفاده از آن‌ها وجود دارد، از طریق چسباندن لایه‌ها روی هم به اندازه‌های بزرگ یک پارچه و فرم‌داری مبدل می‌شوند. با استفاده از قطعات و تیرهای گلولام می‌توان نیاز به تیرها و چوب‌های خم شده (انحنادار) و قوس‌دار چوبی و قاب‌هایی با دهانه وسیع را تأمین کرد.



مقاطع چوبی چندلایه می‌توانند به اشکال مختلف تهیه شوند. قوس‌های چوبی چندلایه گلولام که برای ایجاد اسکلت گنبدی سالن ورزش به کار رفته‌اند.

## ۷-۹- معایب چوب و چگونگی حفاظت از آن

ارزش‌های هنری، مهندسی، کارکردی و تجاری چوب به واسطه‌ی معایب آن پایین می‌آید. عیوب چوب باعث می‌شود که عمر، مقاومت و زیبایی آن لطمه ببیند. به همین دلیل شناخت معایب چوب و تلاش برای رفع این معایب در صنعت چوب اهمیت فراوانی دارد. عیوب چوب ممکن است گره، ترک، پیچ‌خوردگی، یک طرفه روئیدن، پرشاخ و برگ بودن باشد که اغلب به هنگام روئیدن درخت به وجود آید. (شکل ۶-۹)



شکل ۶-۹- تصاویر معایب طبیعی موجود در چوب

معایب بعد از قطع درخت و تهیه‌ی الوار نیز شامل ترک معمولی (شکاف و گسیختگی)، ترک‌یخ‌زدگی، آفات و جذب رطوبت است.

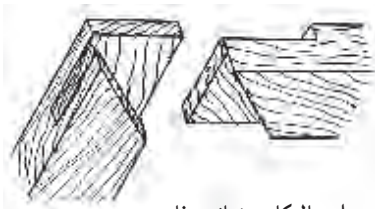
چوب را می‌توان از طریق اشباع کردن با مواد شیمیایی، رنگ، ترکیب لاک و الکل، کیلر، پلی‌استر، سوزاندن سطح چوب، قیراندود کردن در برابر آفات، حشرات، تغییرات شرایط آب و هوایی، اسیدها و قارچ‌ها محافظت نمود.

## ۹-۸- حفاظت چوب در برابر آتش سوزی

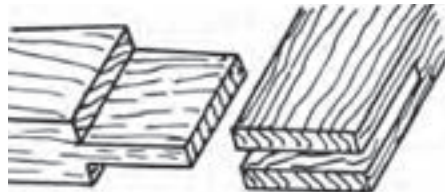
یکی از مهم ترین عیوب چوب خطر آتش سوزی آن است. روش های مختلفی برای محافظت چوب در برابر آتش سوزی وجود دارد. اندود کردن توسط پوشش های گچی؛ استفاده از آب شیشه<sup>۱</sup> و رنگ های ضد اشتعال و ضد آتش (سیلیکونی) از این روش ها محسوب می شوند. این رنگ ها ویژگی ضد آتش فوق العاده ای دارند. مواد قابل احتراق این رنگ ها از مواد قابل احتراق چوب کم تر است به همین دلیل خاصیت ضد اشتعال دارند. این رنگ ها در هنگام بروز آتش یا مواجه شدن با حرارت دود های شعله خفه کن تولید می کنند، یا به ماده اسفنجی عایق حرارت تبدیل می شوند و از بروز آتش سوزی یا گسترش آن جلوگیری می کنند. (شکل ۹-۷)

## ۹-۹- اتصالات چوبی

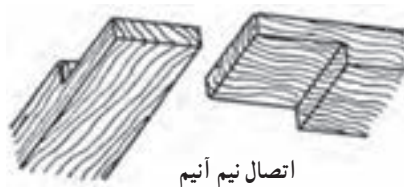
اتصال قطعات چوب به یک دیگر با استفاده از میخ، پیچ، چسب و انواع برش هایی که در چوب ایجاد می شود صورت می گیرد. در اشکال زیر برخی اتصالات چوبی نشان داده شده است.



اتصال کام و زبانه‌ی فارسی بر



اتصال کام و زبانه



اتصال نیم آنیم



اتصال دم چلچله‌ای

شکل ۹-۷- انواع اتصالات چوبی

۱- نوعی شیشه که به دلیل ترکیبات شیمیایی در آب حل می شود. برای توضیح بیشتر به مطالعه آزاد صفحه ۱۳۰ مراجعه شود.

- ۱- ساختمان درخت را تشریح کنید؟ کدام قسمت درخت قابلیت استفاده‌ی بهتری در ساختمان دارد؟
- ۲- سخت چوب‌ها و نرم چوب‌ها چه نوع چوبی هستند و چه تفاوتی با یک‌دیگر دارند؟
- ۳- پنج مورد از خواص فیزیکی و مکانیکی چوب را نام ببرید.
- ۴- چهار مورد از عیوب چوب را، به هنگام رویش یا بعد از آن، نام ببرید.
- ۵- دو مورد از اقداماتی را که برای حفاظت و مراقبت چوب در برابر آتش‌سوزی می‌توان انجام داد نام ببرید و توضیح دهید.
- ۶- دو مورد از اقداماتی را که برای حفاظت و مراقبت چوب در برابر نفوذ آفات و حشرات می‌توان انجام داد نام ببرید.

## فلزات

هدف های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- کاربرد فلزات آهنی را در ساختمان شرح دهد.
- ۲- کاربرد فلزات غیرآهنی را در ساختمان توضیح دهد.
- ۳- روش های مختلف تولید فولاد را شرح دهد.
- ۴- مقاطع مختلف فولاد ساختمانی را توضیح دهد.
- ۵- نقش عناصر اصلی تشکیل دهنده ی فولاد را در کیفیت فولاد تولیدی شرح

دهد.

- ۶- مهم ترین کاربردهای فلز آلومینیوم را نام ببرد.
- ۷- مهم ترین کاربردهای فلز مس را نام ببرد.

## مقدمه

هنگامی که انسان آتش را کشف کرد و به کار گرفت با فلزات روبه رو شد و اندکی بعد ریخته گری و ذوب فلزات تولد یافت. مس اولین فلزی بود که در کارگاه ریخته گری شکل گرفت و بعد از مدتی عناصر و مواد دیگری در مخلوط سنگ مس پیدا شد که استحکام آن را بالا برد و بدین ترتیب دوره ی برنز در حدود پنج هزار سال قبل از میلاد آغاز گردید. براساس سواد تاریخی اولین انسان هایی که از فلز استفاده کردند مردمان سرزمین های بین النهرین<sup>۱</sup> (بخش هایی از ایران قدیم، عراق و ترکیه) بودند.

---

۱- ناحیه ای در آسیای غربی در امتداد رودهای دجله و فرات و بین آن هاست که قسمت جنوبی آن مهد تمدن بشری بوده است.

آثار باستانی به دست آمده از تپه حسنلو در آذربایجان غربی نشان می‌دهد که سال‌ها قبل از میلاد، ذوب فلز در ایران رواج داشته است، اما تولید صنعتی فلز در ایران را می‌توان به تأسیس کارخانه‌ی توپ‌سازی در زمان صفویه نسبت داد.

مواد فلزی در صنعت به دو گروه فلزات آهنی (شامل مجموعه‌ی آلیاژهای آهن؛ و فلزات غیرآهنی (شامل کبلیه‌ی آلیاژهای غیرآهنی) تقسیم‌بندی می‌شوند. فلزات آهنی و آلیاژهای آن شامل انواع فولادها و چدن‌ها و فلزات غیرآهنی شامل آلومینیوم، مس، نیکل، روی، سرب، قلع، کرم، تیتانیوم، ... و آلیاژهای آنهاست.

## ۱-۱۰ فلزات آهنی

آهن ماده‌ی جدیدی نیست و انسان از زمان‌های بسیار دور با آن آشنا بوده است. هرچند استفاده از آن بسیار محدود بوده و خصوصاً در ساختمان به ندرت به کار می‌رفته است. آهن ارزان‌ترین و بعد از آلومینیوم فراوان‌ترین فلز دنیاست. در حدود ۹۰ درصد تولیدات فلزات دنیا را آهن و آلیاژهای آن تشکیل می‌دهد. آهن خالص بیش‌تر به صورت فولادهای ساده‌ی کربنی و چدن استفاده می‌شود.

مصرف این فلز از ابتدای قرن ۱۸ و با انقلاب صنعتی روبه فزونی گذاشت و از زمانی که تهیه‌ی آهن به نحو صنعتی مقدور گردید، اهمیتی کاملاً تازه یافت. افزایش ناگهانی عرضه‌ی آهن که به

دلیل تولید کارخانه‌ای صورت گرفت سیمای جهان را تغییر داد و این ماده را، که ابتدا فقط برای ساخت ماشین‌آلات به کار می‌رفت، وارد عرصه‌ی ساختمان نمود.<sup>۱-۱۰</sup> (شکل‌های ۱-۱ و ۱-۲)



شکل ۱-۱-۱۰ کریستال پالاس - ژوزف پاکستون - لندن ۱۸۵۱

استفاده از آهن، به عنوان یک مصالح ساختمانی، ابتدا در ساختن شیروانی‌ها در کشورهای اروپایی معمول شد، زیرا بام‌های چوبی مرتباً طعمه‌ی حریق می‌شد. پس از آن روش‌های صنعتی جدید امکان تهیه‌ی ستون

۱- ورود آهن به صنعت ساختمان مرهون Sir Henry Bessemer است که در سال ۱۸۵۵ امکان تولید انبوه اقتصادی آن را از طریق دمیدن اکسیژن در فلز مذاب به وجود آورد.



چدنی را برای استفاده در ساختمان میسر کرد.

شکل ۲-۱۰- برج ایفل در حال ساخت - پاریس ۱۸۸۹ میلادی

## مطالعه‌ی آزاد

نخستین بنای بزرگی که در آن از چدن (و شیشه) به مقدار زیاد استفاده شد کریستال پالاس<sup>۱</sup> (قصر بلوری، لندن ۱۸۵۱) بود که توسط ژوزف پاکستون<sup>۲</sup> ساخته شد. برج ۳۰۰ متری ایفل (بدون در نظر گرفتن آنتن تلویزیونی آن) که برای نمایشگاه ۱۸۸۹ پاریس ساخته شده بود اوج کاربرد فلزات آهنی در ساختمان‌های مهندسی آن زمان محسوب می‌شود.

## آهن خام

برای تهیه‌ی آهن ابتدا از طریق گداختن سنگ آهن در کوره‌های آهن‌گدازی؛ آهن خام اسفنجی<sup>۳</sup> به دست می‌آورند و سپس با استفاده از آن چدن و فولاد می‌سازند. آهن در هوای مرطوب زنگ می‌زند و به هیدرواکسید آهن تبدیل می‌شود. آهن خالص مصرف ساختمانی ندارد. سنگ‌های آهن معمولاً خالص نیستند و دارای ناخالصی‌های سیلیسی، رسی یا آهکی‌اند.<sup>۴</sup> لازمه‌ی تولید آهن خام فراهم نمودن موارد اساسی زیر است:

(الف) سنگ آهن، که ممکن است به صورت سنگ آهن مغناطیسی (مگنتیت) یا

۱- Cristal Palace

۲- Joseph Paxton

۳- آهنی است که به تنهایی استفاده‌ی ساختمانی ندارد و ماده‌ی اولیه‌ی تهیه چدن و فولاد و دیگر آلیاژهای

آهنی است.

۴- اگر سنگ آهن سیلیسی باشد از گدازآورهای آهکی و اگر جنس آن آهکی باشد از گدازآورهای سیلیسی

استفاده می‌شود.

هیدرواکسید آهن، کربنات آهن و یا سولفور آهن باشد. استحصال آهن از سنگ‌های آهنی که کم‌تر از ۲۵٪ وزنشان آهن داشته باشند مقرون به صرفه نیست. سنگ آهن از اجزای مهم تهیه فولاد است که از معادن روباز استخراج و توسط بلدوزر یا بیل جابه‌جا می‌شود و با کامیون به محل موردنظر انتقال می‌یابد.

ب) کک، که برای سوخت کوره و ترکیب شدن با آهن به منظور ایجاد کربور آهن استفاده می‌شود.

ج) کوره آهن‌گدازی، که برای جدا کردن آهن از سنگ‌های آهن مورد استفاده قرار می‌گیرد.

آهن خام در مواجهه با حرارت بالا بدون آن که خمیری شود ذوب می‌شود (مانند یخ) و خاصیت چکش‌خواری ندارد. هم‌چنین ضربه‌پذیر نیست و زیر ضربه می‌شکند. این آهن برای آهن‌گری مناسب نیست و چون خمیری نمی‌شود نمی‌توان آن را نورد داد. بنابراین باید ترکیب و میزان عناصر تشکیل‌دهنده آن را به گونه‌ای تنظیم نمایند تا قابلیت کاربرد ساختمانی پیدا نماید. (به عنوان مثال چنان‌چه مقداری از کربن آن را بسوزانند و سیلیس آن را بگیرند تبدیل به چدن می‌شود.)

## ۲-۱۰- انواع کوره‌های آهن‌گدازی

۱- کوره آهن‌گدازی بلند: این کوره از سه قسمت تنوره، آتش‌خانه و بوته تشکیل شده و سوخت آن کک است. (شکل ۳-۱۰) تنوره در بالا، آتش‌خانه در میانه و بوته در پایین کوره جا دارند. در بالای تنوره درپوشی است که از بیرون رفتن گاز کوره و حرارت آن جلوگیری می‌کند. دور این درپوش سکوی بزرگی وجود دارد که کوره از آن‌جا بارگیری می‌شود.

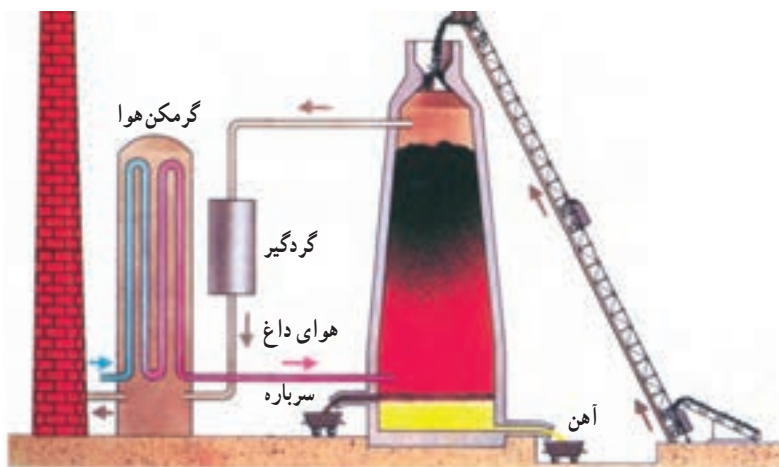
سوخت کوره‌های آهن‌گدازی بلند باید سخت باشد تا در اثر سنگینی بار کوره خرد نشود. در صورت خرد شدن، سوخت هوا به راحتی در کوره جریان پیدا نمی‌کند و کوره اصطلاحاً خفه می‌کند و خاموش می‌شود.

۲- کوره‌های آهن‌گدازی برقی که برای ذوب سنگ آهن از برق استفاده می‌شود.

۳- کوره‌های تنوره‌ای یا خفته، که با استفاده از گاز کربن یا هیدروژنی که از گاز نفت می‌گیرند آهن خام اسفنجی تولید می‌کنند.

---

۱- نورد دستگاهی شبیه به وردنه‌ی نانوایی است که خمیر را با آن پهن می‌کنند. در صنایع فولاد دستگاه نورد برای شکل دادن به فولاد استفاده می‌شود.



شکل ۳-۱- تصویر شماتیک کوره‌ی بلند آهن‌گذاری

### ۳-۱- مشتقات آهن

مهم‌ترین مشتقات آهن شامل چدن و انواع فولاد است، که با توجه به اهمیت و گسترش کاربرد آن در ساختمان، ابتدا نحوه‌ی تولید، خواص و انواع محصولات ساختمانی آن شرح داده می‌شود.

**فولاد<sup>۱</sup>:** فولاد یا پولاد از آلیاژهای آهن است که از زمان‌های گذشته شناخته شده بود و برای تولید جنگ افزار از آن استفاده می‌کردند. اصطلاحاً زمانی که درصد کربن در آلیاژ آهن-کربن کم‌تر از دو درصد باشد به آن فولاد می‌گویند. برای این منظور کربن موجود در آهن خام سفید را می‌سوزانند تا میزان آن کاهش یابد.<sup>۲</sup> معمولاً نسبت کربن در اکثر فولادها کم‌تر از یک درصد است. (جدول ۱-۱)

۱- Steel

۲- میزان کربن به ۱/۵ - ۰/۲٪ برسد.

## جدول ۱-۱- تأثیر عناصر آلیاژی بر خاصیت فولاد

عناصر آلیاژی	تأثیری که بر خاصیت فولاد به جای می‌گذارد
کربن و سیلیسیم	تردی - تاب کششی
منگنز و سیلیسیم	سختی
گوگرد	روانی و تاب ضربه‌ای
فسفر	شکندگی
کرم و مس	پیش‌گیری از زنگ‌زدگی

**فولاد ساختمانی زنگ‌نزن:** برای این منظور حداقل ۱۲٪ وزنی فولاد به آن کرم اضافه می‌شود. علاوه بر این آلیاژهای فولادی دیگری که در برابر زنگ‌زدگی مقاوم‌اند نیز وجود دارد. حلیی ورق‌ی فولادی و نازک با پوشش قلع است و آهن سفید ورق‌نازک فولادی با ضخامت کم و پوشش روی است و هر دو در برابر زنگ‌زدن مقاوم‌اند.

### مطالعه‌ی آزاد

#### روش‌های ساخت فولاد

در گذشته از طریق خمیری کردن آهن خام و سوزاندن کربن آن اقدام به تهیه‌ی فولاد می‌کردند. در حال حاضر این روش استفاده چندانی ندارد و منسوخ شده است. در این روش آهن خام را در تگار کوچک فولادی می‌ریختند و به آن شعله می‌دادند تا ذوب شود. این آهن را هم می‌زدند تا کربن آن بسوزد و درجه‌ی ذوب آن بالا برود و خمیری شود. خمیر فولاد را تکه تکه با گازانبر از کوره بیرون می‌آوردند و با پتک به آن می‌کوبیدند تا سرباره‌ی آن بریزد و به شمش تبدیل شود. چند شمش را به همین ترتیب با یک‌دیگر دسته می‌کردند و مجدداً در کوره گرما می‌دادند تا سرخ شود و با پتک سنگین آن‌ها را یک‌پارچه می‌کردند. کوره‌های آهن‌گری قدیمی با همین روش فولاد تهیه می‌کردند.

روش دیگر که امروزه برای تولید فولاد استفاده می‌شود اکسیژن‌دهی یا شعله‌دادن به آهن مذاب است. در این روش ابتدا آهن خام تولید شده را با تگارهای فولادی به تانک مخلوط‌کن گهواره‌ای بسیار بزرگ با ظرفیت ۱۰۰۰ تن و بیش‌تر منتقل می‌کنند، تا سرباره‌ها را از آن جدا نمایند. پس از آن آهن خامی که سرباره‌ی آن گرفته شده است در

تغارهای فولادی ریخته می‌شود و این تغارها را در پاتیل‌های فولادسازی تخلیه می‌کنند و به آن اکسیژن وارد می‌کنند تا کربن مازاد آن گرفته شود.

فولاد برای مقاصد و مصارف گوناگون آماده می‌شود و بر این اساس عناصر

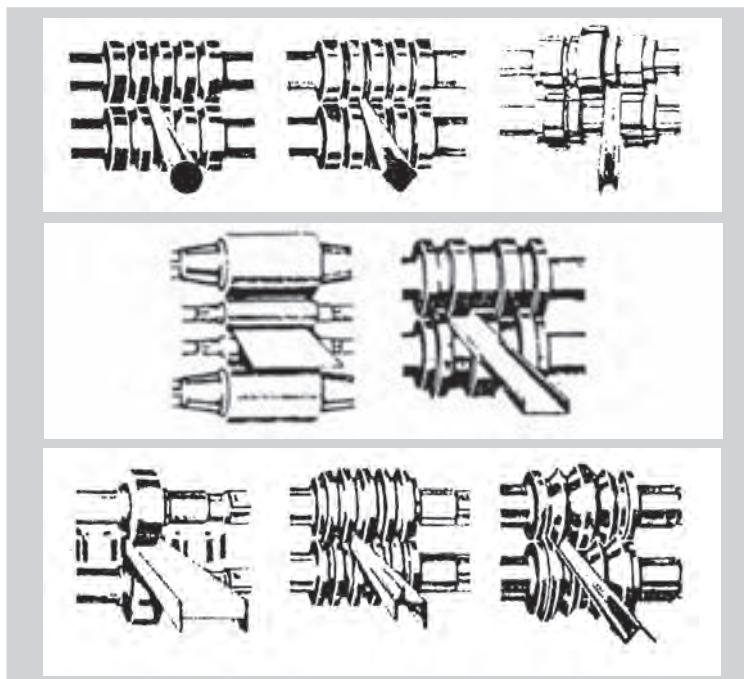


تصویری از پاتیل تهیه‌ی فولاد به روش اکسیژن‌دهی

تشکیل‌دهنده‌ی آن را تنظیم می‌کنند. مثلاً برای تهیه‌ی فولاد خشکه، که در صنایع نظامی و ساخت مته و ... کاربرد دارد، فولاد به‌دست آمده از کوره‌های فولادسازی را در بوت‌های نسوزی به ظرفیت  $3^{\circ}-4^{\circ} \text{ kg}$  ذوب می‌کنند و ناخالصی‌های آن را با درست کردن سرباره از آن جدا می‌نمایند. پس از آن میزان سیلیسیم، منگنز، نیکل و ... را تنظیم می‌کنند تا خشکه‌ی موردنظر درست شود.

— **شکل دادن به فولاد** : فولاد با استفاده از روش‌های نورد زدن، ریختن، آهن‌گری، کشیدن و پرس کردن شکل داده می‌شود.

— **نورد زدن** : امروزه بیش‌تر فرآورده‌های فولادی را از طریق نورد زدن به تولید می‌رسانند و به بازار عرضه می‌شوند. برای این منظور فولاد را در گرمای  $114^{\circ}\text{C}-105^{\circ}\text{C}$  سرخ می‌کنند تا به خمیر سفت تبدیل شود. سپس این خمیر را نورد می‌زنند. قطعه‌ی فولاد موردنظر باید از قرقره‌های چنددستگاه نورد بگذرد تا به شکل مورد نظر درآید. (شکل ۴-۱)



شکل ۴-۱۰- نورد فولاد در مقاطع با اشکال مختلف

— **فولادریزی:** در این روش، قالب موردنظر را تهیه می‌کنیم و فولاد مذاب درون قالب ریخته می‌شود. چون فولاد هنگام سرد شدن اندکی جمع می‌شود قالب را از هر طرف ۲-۱/۵٪ بزرگ‌تر می‌سازند تا پس از سرد شدن فولاد ریخته شده اندازه موردنظر را پیدا کند.

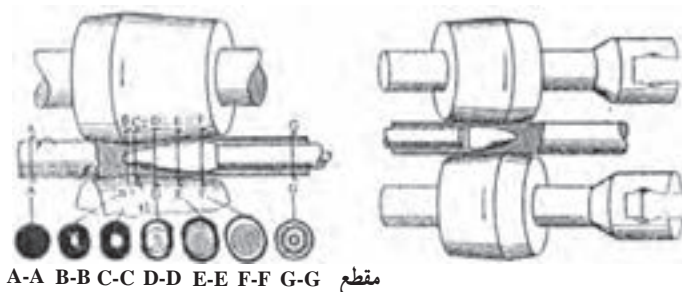
— **آهنگری:** آهنگری و چکش کاری قدیمی‌ترین روش شکل دادن به فلزات است. در قدیم چون روش چکش کاری بیش‌تر برای شکل دادن قطعات آهنی نظیر نیزه، شمشیر، سپر و قطعات کشاورزی به کار برده می‌شد به آن آهنگری می‌گفتند. برای این منظور ابتدا به فولاد حرارت می‌دهند تا به صورت خمیری سفت درآید، سپس آن را با پتک می‌کوبند یا چکش کاری می‌کنند تا به شکل موردنظر درآید.

— **کشیدن:** میله‌های فولادی و فولادهای گرد ضخیم‌تر از ۵ mm را با نورد و کم‌تر از آن را با کشیدن به دست می‌آورند. برای ساختن میله یا سیم فولادی کم‌تر از ۵ mm آن را می‌کشند. چون کشیدن فولاد سرد بر سختی آن تأثیر می‌گذارد و خطر پاره شدن را به همراه دارد، گاهی اوقات ابتدا به آن گرما می‌دهند تا سرخ شود و سپس کشیده می‌شود.

— **پرس کردن:** در این روش ورق‌های فولاد توسط پرس‌های چند تنی به شکل موردنظر

درمی‌آید. در صنایع اتومبیل‌سازی قسمت‌های مختلف بدنه‌ی اتومبیل را از طریق پرس کردن تهیه می‌کنند.

— **لوله‌سازی:** فولاد از طریق نورد زدن، یا جوش دادن درز تسمه یا ورق فولادی به شکل لوله درمی‌آید. در روش دیگر از طریق مغزی گذاری و نورد زدن لوله بدون درز ساخته می‌شود. (شکل ۵-۱۰)



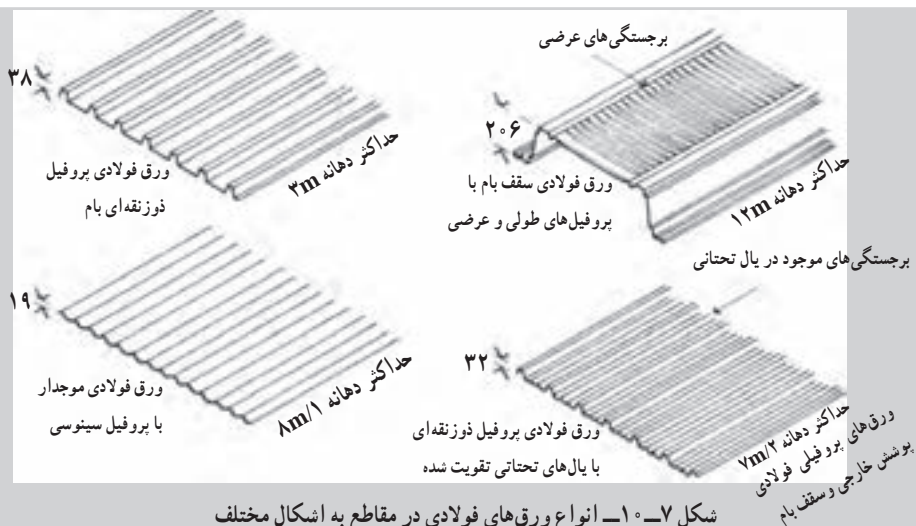
شکل ۵-۱۰- تولید لوله بدون درز توسط مغزی گذاری

#### ۴-۱۰- اشکال و مقاطع فولادهای ساختمانی

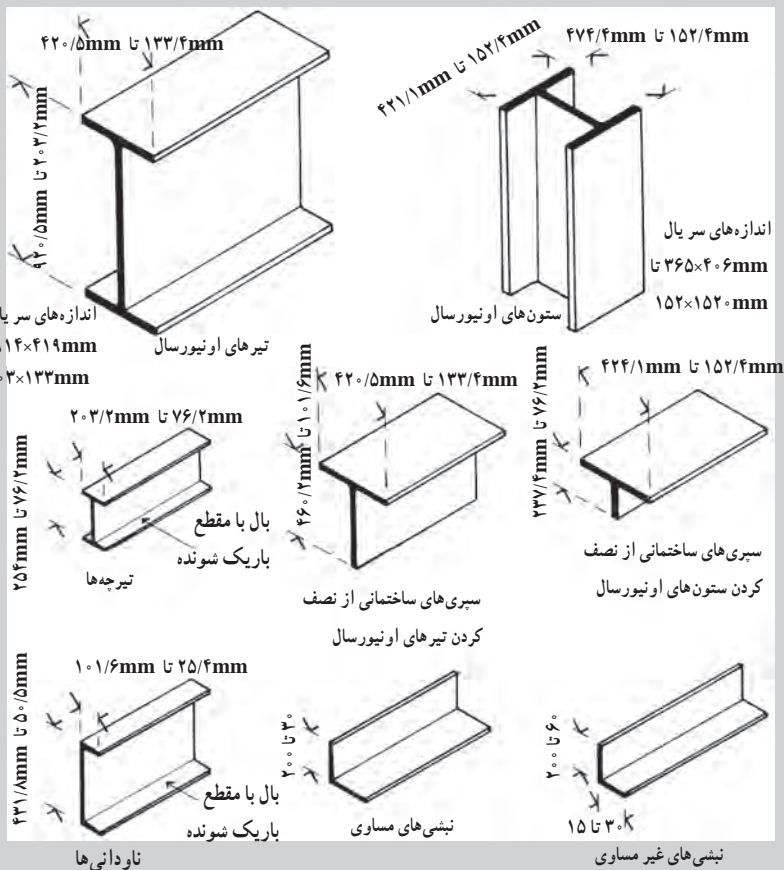
فولاد ساختمانی را در اشکال و مقاطع مختلف، مانند تیرآهن‌های معمولی و بال پهن، میل گرد، ورق، تسمه، سپری، نبشی و انواع پروفیل‌های در و پنجره تولید می‌کنند، آن‌گاه به بازار عرضه می‌شود. (شکل‌های ۶-۱۰ تا ۹-۱۰)



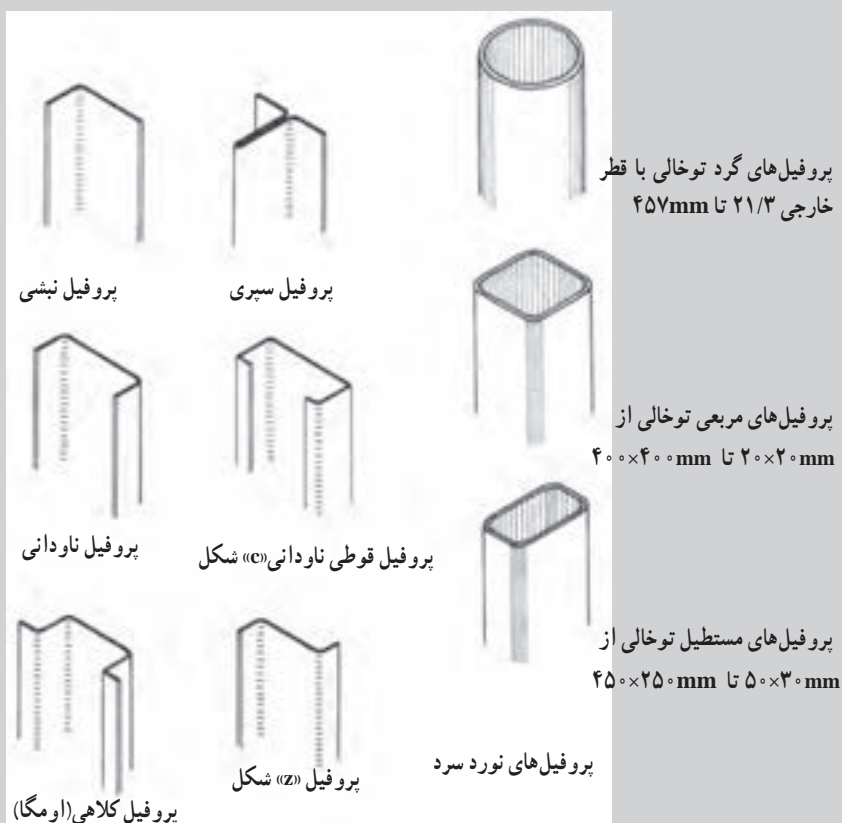
شکل ۶-۱۰- انواع مختلف میل‌گردهای فولادی



شکل ۷-۱۰. انواع ورق های فولادی در مقاطع به اشکال مختلف



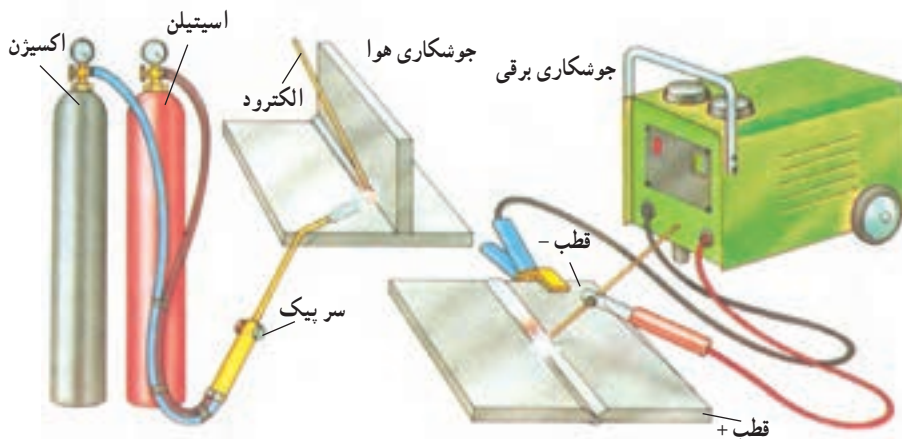
شکل ۸-۱۰. پروفیل های فولادی نورد گرم



شکل ۹-۱۰- انواع پروفیل‌های فولادی تو خالی و خمیده اشکال مختلف

## ۵-۱- روش‌های اتصال قطعات فلزی

اتصال قطعات فلزی به یک‌دیگر از طریق پرچ، پیچ و مهره، بست و جوشکاری انجام می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از جوشکاری برای اتصال قطعات فلزی رواج بیش‌تری یافته است. جوشکاری با استفاده از تجهیزات مختلف انجام می‌شود و برای هر قسمت از ساختمان با توجه به بارهای وارد شده، از جوش برق (شکل ۱۰-۱) یا جوش کاربیت (هوا) (شکل ۱۱-۱) استفاده می‌شود. مثلاً برای اتصال قطعات اسکلت فلزی، پروفیل‌های در و پنجره و ... از جوش برق و برای اتصال قطعات فلزی که ضخامت آن‌ها از ۲mm کم‌تر است از جوش کاربیت استفاده می‌شود.



شکل ۱۱-۱- دستگاه جوش هوا

شکل ۱۰-۱- دستگاه جوش برق

## ۶-۱۰- چدن

چدن‌ها مهم‌ترین گروه از آلیاژهای آهنی بعد از فولادهای ساده کربنی (ورق، تیرآهن، نبشی و...) هستند. میزان کربن چدن‌ها حداکثر چهار درصد و میزان سیلیسیم موجود در آن‌ها بین ۵/۰٪ الی ۳/۵ درصد است. چدن کربور آهنی است که از آهن خام ساخته می‌شود. برای ساختن چدن، آهن خام را در کوره‌ی شعله‌ای یا برقی مجدداً ذوب می‌کنند و با تنظیم میزان عناصر کربن، فسفر، منگنز، سیلیسیم در آن و اضافه کردن کمی هم آهن قراضه به آن ناخالصی‌ها به شکل سرباره در بالا قرار می‌گیرند و آن‌چه به جای می‌ماند چدن است.

چدن نیز مانند آهن خام، بدون این که خمیری شود در گرمای  $1300^{\circ}\text{C}$  -  $1150^{\circ}\text{C}$  ذوب می‌شود (مانند یخ). جنس چدن سخت و ترد است و اگر فسفر آن زیاد باشد شکننده می‌شود. چدن خاصیت چکش‌خواری خوبی ندارد و در برابر آتش و رطوبت پایدارتر از فولاد است. نمونه‌هایی از قطعات چدنی که در ساختمان‌ها با آن‌ها مواجهیم لوله‌های آب‌رسانی؛ لوله و اتصالات فاضلابی، پره و دیگ‌های شوفاز، دریچه‌های آب، فاضلاب، مخبرات و آتش‌نشانی موجود در کوچه‌ها و خیابان‌ها هستند.

## ۷-۱۰- آلومینیوم

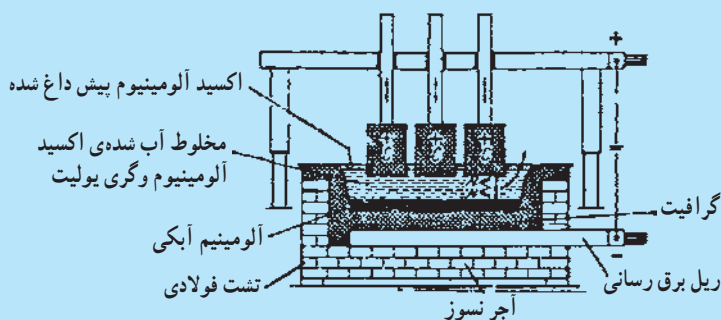
تمام فلزات به جز آهن و فولاد در گروه فلزات غیرآهنی قرار دارند. آلومینیوم فلزی با ظاهری نقره‌ای، خاکستری مات، جلاپذیر، نرم، سبک و چکش‌خوار است و به آسانی شکل داده می‌شود. این

فلز، پس از آهن، پرمصرف‌ترین فلز محسوب می‌شود و مصرف آن روز به روز بیش‌تر می‌شود. آلومینیوم مهم‌ترین فلز غیرآهنی است که در گرمای  $658^{\circ}\text{C}$  ذوب می‌شود و در مقایسه با آهن وزن مخصوصش کم‌تر است. ولی با وجود این، استحکام بعضی از آلیاژهای آن از فولاد ساختمانی نیز بیش‌تر است. آلومینیوم دارای کاربردهای مختلف از جمله استفاده در ساخت ظروف، قطعات صنعتی، ساختمان و معماری است. امروزه از آلومینیوم و آلیاژهای آن در سطح وسیعی در مصارف ساختمانی (درب، ورق، پنجره، دست‌گیره)، مصارف شهرسازی (لوله و اتصالات)، مصارف خانگی (کتری - قابلمه)، مصارف تجاری و بسته‌بندی (پاکت‌های شیر و آب میوه، قوطی نوشابه، فویل)، مصارف الکتریکی (کابل‌ها) و مصارف هواپیمایی، اتومبیل و کشتی‌سازی استفاده می‌شود.

### مطالعه‌ی آزاد

#### فرآوری آلومینیوم

برای تهیه‌ی آلومینیوم سنگ معدن بوکسیت<sup>۱</sup> را پس از استخراج در سنگ‌شکن‌ها خرد می‌کنند و آن را با سود سوزآور ترکیب می‌نمایند.



کوره‌ی ذوب سنگ آلومینیوم

سپس این ترکیب در کوره با دمای  $2000^{\circ}\text{F}$  یا  $1100^{\circ}\text{C}$  پخته و تبدیل به آلومینیوم اکسید (آلومینا) می‌شود و با عبور جریان الکتریکی  $250,000$  آمپر از آلومینا آن را به مولکول‌های تشکیل‌دهنده‌اش، یعنی آلومینیوم و اکسیژن تجزیه می‌کنند. آلومینیوم در ته مخزن قرار می‌گیرد و به بیرون از آن منتقل می‌شود.

<sup>۱</sup> - Bauxite



کاربرد ورق‌های کمپوزیت آلومینیومی در نمای بیرونی فرودگاه کیش

پروفیل‌های آلومینیوم در مقاطع مختلف برای تولید در، پنجره، ورق، میل‌گرد، چهارچوب، تسمه و شمش ساخته می‌شود. به منظور افزایش مقاومت سطوح آلومینیومی در برابر عوامل جوی و خوردگی سطوح آن‌ها پوشش آنودایز می‌شود. «آنودایز» فرآیندی الکتروشیمیایی است که طی آن لایه‌ی جدیدی سخت‌تر از فلز اصلی به وجود می‌آید. این پوشش امکان رنگ‌آمیزی را نیز ممکن می‌سازد.



انواع مختلف مقاطع آلومینیومی برای پنجره

مس یکی دیگر از فلزات غیرآهنی پرمصرف و قدیمی ترین فلز صنعتی است. مس، بعد از نقره، هادی ترین فلز است. مس در صنعت ساختمان، در مصارف الکتریکی (سیم و کابل)، مصارف خانگی (دیگ، سماور، کتری)، وسایل صوتی، کشتی سازی، مجسمه سازی، صنایع دستی و تزئینات ساختمان کاربرد وسیعی دارد. آلیاژهای مس بسیار متنوع اند و از میان آنها می توان به برنز یا مفرغ (که آلیاژی از مس و اندکی قلع، سرب و نیکل است) برنج ها (آلیاژ مس و روی) و آلومینیوم برنز (ترکیبی از برنز و آلومینیوم) اشاره کرد.

## پرسش های پایان فصل

- ۱- فلزات ساختمانی به چند گروه تقسیم می شوند؟ از هر گروه مثال هایی ذکر کنید.
- ۲- آهن و فولاد چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟
- ۳- دو روش شناخته شده ی تولید فولاد را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۴- انواع روش های شکل دادن به مقاطع فولادی را نام ببرید.
- ۵- چدن چیست و چه کاربردی در ساختمان دارد؟
- ۶- آلومینیوم چه خواصی دارد؟

# فصل یازدهم

## سیمان، بتن

هدف‌های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- سیمان را تعریف کند.
- ۲- بتن را تعریف کند.
- ۳- نقش سیمان را در ساختمان بیان کند.
- ۴- نقش بتن را در ساختمان شرح دهد.
- ۵- مواد اولیه‌ی تهیه‌ی سیمان را نام ببرد.
- ۶- مواد اولیه‌ی تهیه‌ی بتن را نام ببرد.
- ۷- نقش عناصر اولیه‌ی تهیه‌ی سیمان را بر کیفیت و کارایی آن توضیح دهد.
- ۸- خواص سیمان‌های پرتلند را شرح دهد.
- ۹- مزایا و معایب بتن را توضیح دهد.
- ۱۰- کاربرد انواع بتن را در ساختمان توضیح دهد.

### مقدمه

سیمان واژه‌ای است که از لغت رومی سمنتوم<sup>۱</sup> گرفته شده است. منابع غربی تاریخ به کارگیری سیمان را در ساختمان‌ها حدود ۲۰۰۰ سال پیش، یعنی زمان ساخت بنای پانتئون رم (۲۷ سال قبل از

<sup>۱</sup> - Cementom

میلاد) که در آن سیمانی با ترکیب خرده سنگ و آهک پخته شده به کار گرفته شده بود، عنوان نموده اند. با توجه به قدمت طولانی تر استفاده از ساروج در ایران (تخت جمشید) می توان پیدایش و استفاده از سیمان را به سال های قبل از میلاد نسبت داد.

سیمان به شکل امروزی اختراع و ابتکار یک بنای انگلیسی<sup>۱</sup> است. وی از پختن آهک و خاک رس در حرارت بالا و آسیاب کردن آن ها ابتدایی ترین نوع سیمان امروزی را به وجود آورد. از این سیمان در ساختن فانوس دریایی استفاده نمودند و به این دلیل که سیمان مذکور پس از سخت شدن به رنگ سنگ های آهکی ساحل جزیره ی پرتلند (انگلیس) در می آمد به نام سیمان پرتلند مشهور گردید.

### ۱-۱- سیمان پرتلند و مواد تشکیل دهنده ی آن

سیمان پرتلند پودری است طوسی رنگ، متمایل به سبز که از ترکیب، آسیاب کردن و همگن نمودن سنگ آهک و خاک رس به نسبت سه به یک و حرارت دادن به آن ها به دست می آید. سیمان پرتلند رایج ترین و پر مصرف ترین سیمان مورد استفاده در صنعت ساختمان سازی، اعم از پل، تونل، راه و ساختمان محسوب می شود. مواد تشکیل دهنده ی سیمان به طور مجزا و به نسبت میزان مصرف از بیش تر به کم تر عبارت اند از:

— **کلسیم اکسید**: وجود آن در سیمان باعث می شود که کلسیم سیلیکات سیمان افزایش یابد و ازدیاد این ترکیب باعث بالا رفتن تاب ملات سیمان در روزهای نخستین شود. میزان کلسیم اکسید موجود در سیمان، بسته به جنس و نوع سیمان مورد نظر، ۶۰ تا ۷۰٪ وزن سیمان را تشکیل می دهد.

— **سیلیس**: سیلیس در کوره ی سیمان یزی با آهک ترکیبی به نام کلسیم سیلیکات را به وجود می آورد و چنان چه سیلیس جای گزین آهک شود، تاب ملات سیمان به کندی افزایش می یابد.

— **آلومینیوم اکسید (خاک رس)**: آلومینیوم اکسید در سیمان ترکیب های کلسیم آلومینات درست می کند و چون زودتر از سیلیکات ها با آب ترکیب می شوند سیمان را زود گیر می کنند. هم چنین دارای نقش گداز آور است و درجه ی ذوب شدن مواد خام را پایین می آورد.

— **آهن اکسید**: آهن اکسید در سیمان نقش گداز آور دارد. هم چنین با دیگر مواد موجود در سیمان ترکیب می شود<sup>۲</sup>. سیمان های با آهن اکسید زیاد کند گیرند. میزان زیاد آن در مواد اولیه رنگ

۱- جوزف اسپدین (joseph aspdin) بنای انگلیسی اهل لیدز بود که در سال ۱۸۲۴ میلادی سیمان را به وجود آورد.

۲- با آلومینیوم و کلسیم اکسید ترکیب می شود و تتراکلسیم آلومینو فریت را تشکیل می دهد.

سیمان را تیره می‌کند. سیمان سفید فاقد این اکسید است.

— **منیزی:** منیزیم اکسید در سیمان پزی نقش گدازآور دارد و هرچه کم‌تر باشد بهتر است. زیرا با سیمان ترکیب نمی‌شود و به صورت آزاد در آن باقی می‌ماند. چون منیزیم اکسید پس از گرفتن ملات سیمان، به کندی با آب ترکیب و منبسط می‌شود، ملات سیمان گرفته شده را می‌ترکاند.

— **قلیایی‌ها:** قلیایی‌هایی مانند سدیم و پتاسیم در سیمان نقش جسم گدازآور را دارند. میزان آن‌ها نباید بیش از یک درصد وزن سیمان باشد. زیرا در صورت افزایش این نسبت، نظم زمان گرفتن بتن ملات دشوار می‌شود.

### مطالعه‌ی آزاد

#### تهیه و پخت سیمان:

برای تهیه‌ی سیمان، ابتدا مواد اولیه از معادن سنگ آهک و خاک استخراج و به کارخانه حمل می‌شود. سپس این مواد در آسیاب خرد می‌شوند و به دانه‌هایی با ضخامت  $\frac{1}{8}$  میلی‌متر تبدیل می‌گردند. این مواد به دو صورت خشک یا تر (با کمک آب) و به خوبی با هم مخلوط می‌شوند و از آن‌ها نمونه‌برداری می‌شود. نمونه‌ها پس از آزمایش و تأیید نسبت عناصر تشکیل دهنده، اجازه‌ی ورود به کوره پیدا می‌کنند. مواد اولیه‌ی موجود در کوره در دمای  $1500^{\circ}$  درجه سانتی‌گراد عرق می‌کند. بخشی از آن‌ها ذوب می‌شوند و بقیه‌ی دانه‌ها به یک‌دیگر می‌چسبند. آن‌چه به وجود می‌آید «کلینکر» نام دارد، که ترکیبی از چهار عنصر کلسیم، سیلیسیم، آلومینیوم و آهن است. کلینکر پس از خروج از کوره و سرد شدن با ۲ درصد سنگ گچ مخلوط می‌شود و پس از آسیاب شدن در آسیاب‌های ساچمه‌ای به پودر سیمان تبدیل می‌گردد.

### ۲-۱۱- انواع سیمان پرتلند

سیمان ایران مطابق استاندارد در پنج گروه دسته‌بندی می‌شود که هرکدام مشخصات فنی و کاربرد خاصی دارند. انواع اصلی آن‌ها عبارت‌اند از:

— **سیمان پرتلند نوع یک:** این سیمان رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین نوع سیمان در ایران و جهان است و در تمام کارهای ساختمانی مانند پل‌ها، تونل‌ها، ساختمان‌های بتنی و ... مصرف می‌شود. مصرف این نوع سیمان در سازه‌هایی که در معرض حمله‌ی سولفات‌ها هستند مانند اسکله‌های دریایی

و پایه‌های پل‌ها یا زمین‌های سنگ‌گچی مجاز نیست. گرفتن سیمان پرتلند ۲ ساعت پس از ساخت بتن شروع، و پس از ۲۸ روز پایان می‌یابد.

— **سیمان پرتلند نوع دو** : این نوع سیمان در برابر نفوذ اندک و محدود سولفات‌ها مناسب است. به همین دلیل برای ساختن سازه‌هایی مانند کانال‌های فاضلاب از آن استفاده می‌شود. درجه‌ی حرارت هیدراسیون<sup>۱</sup> این سیمان نسبت به سیمان نوع یک کم‌تر است و به همین دلیل برای بتن‌ریزی در هوای گرم مناسب است. مصرف این نوع سیمان، در مکان‌هایی که در معرض حمله‌ی شدید سولفات‌ها هستند، مانند سازه‌های دریایی، مجاز نیست.

— **سیمان پرتلند نوع سه** : این سیمان زودگیر است به این معنی که زودتر از ۲۸ روز به مقاومت نهایی می‌رسد. به همین دلیل در محل‌هایی که باید به سرعت قالب برداری صورت گیرد مصرف می‌شود.

به علت زودگیر بودن؛ گرمای اولیه‌ی تولید شده‌ی آن نسبت به دیگر سیمان‌ها زیاد است و مصرف آن در هوای سرد پیشنهاد می‌شود. ضمن این‌که در چنین شرایطی به دلیل زودگیر بودن بتن خطر یخ‌زدگی آن نیز منتفی می‌شود و به‌طور کلی مقاومت ۷ روزه این نوع سیمان برابر ۵۰٪ مقاومت ۲۸ روزه سیمان معمولی است.

— **سیمان پرتلند نوع چهار** : این نوع سیمان کم‌ترین حرارت هیدراسیون را به هنگام سخت شدن تولید می‌کند. به همین دلیل در بتن‌ریزی سازه‌های حجیم مانند سدها از آن استفاده می‌شود. معمولاً در جاهایی که گرمای به‌دست آمده سیمان برای سازه‌ی بتنی ضرر دارد نیز این نوع سیمان استفاده می‌شود. استفاده از این نوع سیمان در مناطق گرم کشور مشروط به این‌که خطر حمله‌ی سولفات‌ها وجود نداشته باشد، توصیه می‌شود.

— **سیمان پرتلند نوع پنج** : این نوع سیمان برای پایداری در برابر حمله‌ی شدید سولفات‌ها تولید می‌شود و به همین دلیل به سیمان ضد سولفات معروف است. مصرف این نوع سیمان در ساختمان اسکله‌ها، پایه‌های پل‌ها و کارهای دریایی یا در بنادر که محیط طبیعی دارای خوردندگی بسیار است توصیه می‌شود. به چنین سیمانی به علت زیادی اکسید آهن؛ سیمان آهنی<sup>۲</sup> هم می‌گویند.

---

۱- حرارتی که در نتیجه‌ی ترکیب سیمان با آب حاصل می‌شود.

۲- Iron cement

### ۳-۱۱- سیمان روباره (سیمان آهن‌گذاری یا سیمان سرباره)

این نوع سیمان که به آن سیمان پرتلند سرباره یا سیمان آهنی هم می‌گویند از مخلوط کردن روباره‌ی کارخانه‌های ذوب آهن (که به سرعت با آب سرد شده است) با کلینکر و آسیاب کردن این مخلوط حاصل می‌شود<sup>۱</sup>. سیمان روباره با سرعت و میزان کم‌تری نسبت به سیمان معمولی گرما تولید می‌کند و به عنوان سیمان کم‌حرارت در کارهای بتنی حجیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیمان روباره در برابر عوامل شیمیایی از سیمان پرتلند معمولی مقاوم‌تر است.

### ۴-۱۱- سیمان پوزولان (سیمان تراس)

پوزولان یا تراس، ماده‌ی سیلیسی و یا سیلیس و آلومینی است که از کف سنگ‌ها، پوک‌ها و خاکسترهای آتش‌فشانی به‌وجود آمده است و به خودی خود خاصیت چسبندگی ندارد. اما اگر پودر شود و با گرد آهک شکفته مخلوط گردد خاصیت چسبندگی پیدا می‌کند و به آن سیمان طبیعی می‌گویند.

در صورت کاهش میزان کلینکر سیمان و جایگزین کردن پوزولان به آن، سیمان پوزولانی به‌دست می‌آید که در برابر حمله سولفات‌ها مقاوم است. معمولاً قیمت آن از سیمان پرتلند معمولی ارزان‌تر است.

### ۵-۱۱- سیمان رنگی

گاهی برای ناماسازی یا کف‌سازی یا تهیه‌ی موزایک‌های رنگی و به‌طور کلی توجه بیش‌تر به زیبایی در معماری نیاز به سیمان‌های رنگی خصوصاً سیمان سفید است. با توجه به این که رنگ دودی متمایل به سبز سیمان پرتلند معمولی به دلیل وجود اکسیدهای آهن در آن است در این صورت برای ساختن سیمان سفید اکسیدهای آهن را از آن جدا می‌کنند<sup>۲</sup>.

طریقه‌ی دیگر این است که به سیمان سفید، رنگ‌های معدنی (به شرطی که با سیمان ترکیب شیمیایی نداشته باشد) اضافه می‌کنند. سیمان‌های دیگری چون سیمان انبساطی (متورم یا آب‌بندی)، سیمان برقی (سیمان آلومینا)<sup>۳</sup>، سیمان چاه‌های نفت نیز وجود دارد که براساس شرایط ساختمانی مورد

۱- نسبت وزنی مخلوط روباره با کلینکر ۶۵٪ روباره به ۳۵٪ کلینکر است.

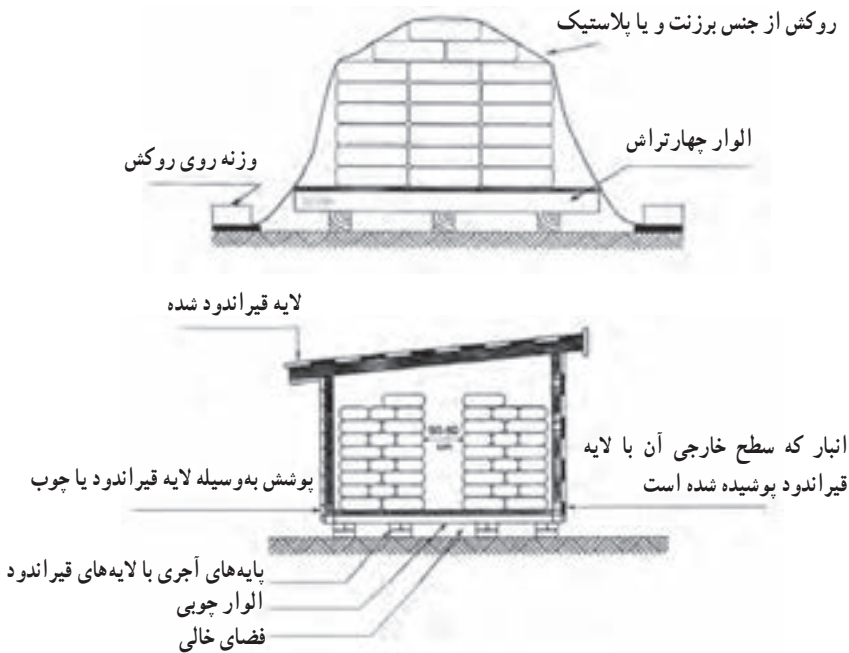
۲- برای تهیه‌ی سیمان‌های سبز از کرم اکسید؛ سیمان قرمز و قرمز کم‌رنگ و زرد از آهن اکسیدهای؛ سیمان سیاه و قهوه‌ای از منگنز اکسید و سیمان آبی از کبالت اکسید استفاده می‌شود که این مواد به صورت سنگ همراه کلینکر آسیاب می‌شود.

۳- نوعی سیمان با آلومینوم اکسید زیاد و آهک کم است که در برابر عوامل شیمیایی خصوصاً سولفات‌ها مقاوم است. این سیمان بسیار زودگیر است. به همین دلیل از آن برای لکه‌گیری بتن سدها، پل‌ها و لوله‌های بتنی استفاده می‌شود.

استفاده قرار می گیرد.

## ۱۱-۶- انبار کردن سیمان

انبار کردن صحیح چه در کارخانه و قبل از عرضه به بازار و چه در کارگاه ها و قبل از مصرف امری ضروری است. سیمان باید در جاهایی انبار شود که از رطوبت به دور باشد. چون رطوبت باعث گرفتن و سخت شدن سیمان و تبدیل آن به کلوخه می شود. چنین سیمانی را نمی توان در کارهای ساختمانی استفاده نمود، زیرا علاوه بر دیرگیر شدن، سبب کاهش مقاومت بتن و ملات می شود. کف محل نگهداری سیمان باید خشک و توسط آجر یا چهارتراش های چوبی ده سانتی متری، بالاتر از سطح زمین قرار گیرد. چنانچه سیمان در فضای باز نگهداری شود باید روی آن را برزنت یا پلاستیک کشید. حداکثر ارتفاع سیمان هایی که روی هم قرار می گیرند نباید از یک متر و نیم بیش تر شود. (شکل ۱۱-۱)



شکل ۱۱-۱- انبار کردن سیمان در فضای باز و بسته

## ۷-۱۱- مهم ترین کاربرد سیمان در ساختمان

سیمان به صورت ملات در دیوار و کف سازی ها، یا به صورت بتن در جاهای مختلف ساختمان و تولید قطعات بتنی به کار گرفته می شود.

## ۸-۱۱- ملات ماسه سیمان

ماده ی چسباننده ی این ملات سیمان پرتلند است که با نسبت حجمی یک به پنج<sup>۱</sup> یعنی یک واحد سیمان و پنج واحد حجمی ماسه؛ مخلوط و با آب ترکیب می شود. در حال حاضر این ملات مرغوب ترین نوع ملات ساختمانی محسوب می شود. ملات ماسه سیمان باید به مقدار کم ساخته شود به صورتی که از زمان مخلوط کردن آن با آب تا پایان مصرف حداکثر بیش تر از دو ساعت نگذرد.

## ۹-۱۱- بتن<sup>۲</sup>

بعد از اختراع سیمان و اطلاع از خواص آن، در طول قرن ۱۹ تهیه و تولید سیمان با کیفیت های بالاتر رواج یافت و همراه با آن مصرف بتن روبه فزونی گذاشت. به طوری که از ابتدای قرن ۲۰، بتن به عنوان یکی از مواد اصلی ایجاد سازه های ساختمانی اهمیت زیادی پیدا نمود.

بتن، سنگ دج مصنوعی، متراکم و همگنی است که از مخلوط کردن دانه های سنگی درشت (شن)، دانه های سنگی ریز (ریزدانه یا ماسه)، سیمان و آب درست می شود. دانه های ریز، فضای خالی بین دانه های بزرگ را پر می کنند و همه ی مصالح به وسیله ی دوغاب سیمان که خاصیت چسبندگی دارد به هم می چسبند. حجم بتن تهیه شده از مجموع حجم اجزای تشکیل دهنده ی آن کم تر است، زیرا قسمت زیادی از حجم دانه های ریز صرف پر کردن فضای خالی بین دانه های درشت می شود. بتن حدود ۱/۵ تا ۲ ساعت پس از ترکیب با آب، واکنش های مربوط به گیرایش را شروع می نماید. در هفته ی اول بتن ریزی و در شرایط مناسب نگهداری حدود ۶۰٪ مقاومت نهایی و پس از ۲۸ روز حدود ۹۰٪ مقاومت نهایی خود را به دست خواهد آورد. بتن هایی که پس از ریختن در شرایط مرطوب نگهداری نشوند مقاومت کمتری به دست خواهند آورد. درجه ی حرارت مناسب برای بتن ریزی ۳۸-۲۵°C است چنانچه دمای محیط کمتر از ۵ درجه سلسیوس یا بیشتر از ۳۸ درجه سلسیوس باشد بتن ریزی باید با اتخاذ تدابیر لازم و فراهم کردن شرایط مناسب صورت گیرد.

۱- ترکیب مواد مورد استفاده در ملات ها به صورت حجمی یا وزنی است. در کارگاه ها بیشتر با نسبت حجمی کار می کنند.

۲- Concrete

بتن در مقایسه با آهن دارای مزایایی چون شکل پذیری، مقاومت فشاری خوب، مقاومت خوب در برابر آتش سوزی، و دوام زیاد و هزینه نگهداری کم است. معایب بتن عبارت‌اند از: نیاز به کنترل زیاد در فرآیند تولید (به دلیل استفاده از مواد مختلف جهت تهیه آن)، مقاومت برشی و کششی کم‌تر نسبت به آهن، که باعث حجم شدن اندازه‌ی قطعات در دهانه‌های بزرگ می‌شود.

## ۱۰-۱۱- مصالح سنگی در بتن و دانه‌بندی آن‌ها

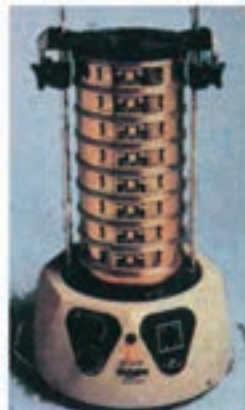
مصالح سنگی یا به عبارت دیگر شن و ماسه در بتن بین ۸۵٪-۶۰٪ از حجم بتن را تشکیل می‌دهند. مصالح سنگی نباید هیچ‌گونه ترکیب شیمیایی در بتن انجام دهند. این مصالح باید تمیز و سخت باشند و از تاب فشاری بالایی برخوردار باشند. به طور کلی مصالح سنگی در بتن به دو نوع سنگ‌های ریزدانه (ماسه) و درشت دانه (شن) تقسیم می‌شوند.

*الف) سنگ‌های ریزدانه (ماسه):* اندازه‌ی دانه‌های ماسه بین ۷mm-۰ است<sup>۱</sup> که به همراه سیمان فضای خالی بین دانه‌های بزرگ‌تر را پر می‌کنند تا بتن توپر و محکم شود.

*ب) سنگ‌های درشت دانه (شن):* قطر این دانه‌ها از ۷mm به بالا است. برای بتن‌ریزی در حجم‌های کوچک دانه‌های بین ۲۰-۷mm و بتن‌ریزی در حجم‌های بزرگ مانند پی‌ها، سدها دانه‌های درشت‌تر از ۲۰mm استفاده می‌شود. شن و ماسه باید تمیز و عاری از خاک باشد و در کارهای حساس درصد خاک و مقاومت و دانه‌بندی آن‌ها در کارخانه کنترل شود. نسبت حجمی اختلاط سیمان، ماسه و شن را در بعضی آیین‌نامه‌ها به صورت اعداد متوالی ذکر می‌کنند<sup>۲</sup>. (شکل ۱۱-۲)

---

۱- یعنی وقتی مصالح سنگی سرند می‌شوند کلیه‌ی دانه‌هایی که از سوراخ‌های دایره شکل به قطر ۷mm یا مربع‌های به ابعاد ۷×۷mm و کوچک‌تر از آن بگذرند دارای دانه‌بندی ۰-۷ میلی‌متر هستند و به آن‌ها ماسه اطلاق می‌شود.  
۲- مثلاً B1:2:4 یعنی این که ۱ حجم سیمان با ۲ حجم ماسه و ۴ حجم شن را با هم مخلوط کنند.



شکل ۱۱-۲- شیکر (Shaker) برای سرنند کردن دانه‌ها (تصویر سمت راست) انواع الک با شماره‌های مختلف (تصویر سمت چپ)

### مطالعه‌ی آزاد

شن و ماسه به دو صورت طبیعی از طریق بستر رودخانه‌ها یا معادن طبیعی دیگر؛ و شکسته شده از طریق خرد کردن سنگ‌ها توسط دستگاه‌های سنگ‌شکن تهیه می‌شود.

شن و ماسه‌هایی که از بستر رودخانه‌ها به دست می‌آیند معمولاً گرد گوشه و صیقلی‌اند و سطح اصطکاک کم‌تری دارند و روی هم می‌لغزند. گاهی دارای مواد اضافی مانند چوب، زغال و ... هستند و دانه‌های ریز آن زیاد است. این نوع شن و ماسه را قبل از مصرف باید دو تا سه بار شست تا خاک رس آن جدا شود.

شن و ماسه‌ی شکسته در سنگ‌شکن‌ها خرد می‌شود و به وسیله‌ی الک‌های مختلف دانه‌بندی می‌گردد. این نوع شن و ماسه تیز گوشه است و از قابلیت اصطکاک بالایی برخوردار است و به همین دلیل روی هم نمی‌لغزند و چنان‌چه بتن‌ریزی خوب انجام شود مقاومت کششی و فشاری بیش‌تری نسبت به دانه‌های طبیعی دارند. در صورت استفاده از دانه‌های شکسته شده در بتن، برای ایجاد کارایی<sup>۱</sup> بیش‌تر باید از آب بیش‌تری استفاده کرد.

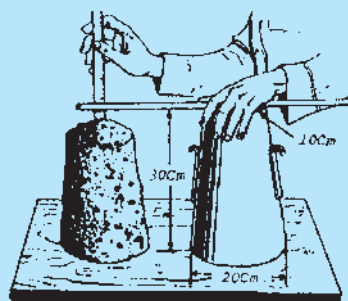
بهترین سنگ برای تهیه‌ی شن و ماسه سنگ‌های گرانیتی یا سیلیسی‌اند و هرچه سنگ متراکم‌تر و وزن بیش‌تری داشته باشد برای تهیه‌ی شن و ماسه بهتر است.

آب مورد مصرف در ساختن بتن باید تمیز و عاری از مواد قلیایی، سولفات‌ها، نمک‌ها، اسیدها، مواد آلی، چربی، سختی و مواد معدنی باشد. آب کارخانه‌ها و آبی که در مانداب‌ها و باتلاق‌هاست برای ساختن بتن مناسب نیست. در کارهای حساس و مهم آب مصرفی در بتن باید آزمایش شود. میزان آب مصرفی در بتن باید تا حدی باشد که مخلوط آب، سیمان و شن و ماسه به صورت خمیری شکل پذیرد. درآید. کیفیت ترکیب این مخلوط باید به گونه‌ای باشد که از به وجود آمدن فضای خالی زیاد و پرت نشده و جدایی مصالح جلوگیری کند.

### مطالعه‌ی آزاد

#### آزمایش اسلامپ بتن<sup>۱</sup>

برای تعیین غلظت بتن و تشخیص کارایی آن باید آزمایش اسلامپ یا آزمایش سُلی بتن انجام شود. برای این منظور قالب فلزی به شکل مخروط ناقص که قطر قاعده‌ی پایین آن ۲۰ cm و قاعده‌ی بالایی آن ۱۰ cm و ارتفاع آن ۳۰ cm باشد در سه لایه هر لایه ۲۵ بار با میله‌ای فلزی کوبیده می‌شود پر می‌گردد. بعد از پرسیدن قالب، آن را برمی‌دارند. تفاضل ارتفاع بتن پس از برداشتن قالب با ارتفاع قالب مقدار افت یا اسلامپ بتن است. اسلامپ کم نشان‌دهنده‌ی سفتی و غلظت زیاد و اسلامپ زیاد نشان‌دهنده‌ی غلظت کم و شل بودن بتن است.



آزمایش اسلامپ بتن

اسلامپ = x

d = ارتفاع بتن پس از برداشتن قالب

## ۱۲-۱۱- افزودنی‌های بتن

افزودنی‌ها موادی هستند که به خمیر یا دوغاب سیمان اضافه می‌شوند تا برخی خواص بتن مانند شکل‌پذیری، مقاومت، دوام و آب‌بندی آن را بهتر نمایند. گاهی این مواد برای ایجاد مقاومت در برابر یخ‌زدگی و گاه برای آب‌بندی و کم کردن نفوذپذیری بتن استفاده می‌شوند. از افزودنی‌های زودگیر برای رسیدن سریع به مقاومت نهایی بتن و از افزودنی‌های دیرگیر برای کم کردن سرعت گیرایش بتن استفاده می‌شود. این مواد به مقدار کم و هنگام ساختن بتن به آب آن اضافه می‌شوند. افزودنی‌ها نباید عناصر ترکیب‌کننده سیمان را تجزیه کنند یا با آن‌ها ترکیب شوند.

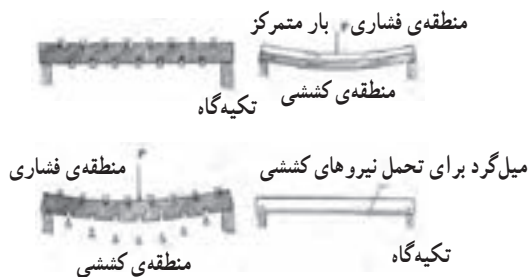
## ۱۳-۱۱- انواع بتن

**بتن مسلح<sup>۱</sup>:** ایده‌ی ترکیب بتن و فولاد و کشف این خاصیت بتن را قادر به مقاومت در برابر کشش نمود. قبل از کاربرد فولاد در بتن، استفاده از بتن محدود به سازه‌هایی بود که فقط در مقابل فشار مقاومت داشتند. برای تهیه‌ی بتن مسلح، فولاد باید در جایی قرار گیرد که عضو سازه‌ای تحت کشش است و بتن در جایی که عهده‌دار مقاومت فشاری باشد. (شکل‌های ۱۱-۳ و ۱۱-۴)

فولاد هم‌چنین برای کنترل ترک خوردگی ناشی از انقباض حرارتی عمل می‌کند.



شکل ۱۱-۴- سازه بتن مسلح برج مراقبت  
فرودگاه بین‌المللی امام خمینی - تهران



شکل ۱۱-۳- نمودار رفتار تیرچه‌های بتنی در  
برابر فشار و کشش

بتن سبک : نوعی بتن است که مواد اولیه‌ی تشکیل دهنده‌ی آن از دانه‌های سبک<sup>۱</sup> شکل گرفته است. وزن فضایی این نوع بتن کم‌تراز بتن معمولی است.

بتن گازی : چنان‌چه به دوغاب بتن پودر آلومینیوم اضافه شود (درمجاورت آب و هنگام گرفتن) از آن گاز متصاعد می‌شود و بتن متخلخل و سبک می‌گردد. این نوع بتن بسیار سبک است و برای دیوارهای جداکننده از آن استفاده می‌شود.

## پرسش‌های پایان فصل

- ۱- سیمان چیست؟ مواد تشکیل دهنده‌ی آن را نام ببرید.
- ۲- انواع سیمان پرتلند را نام ببرید و خواص هریک را به اختصار بنویسید.
- ۳- سیمان رنگی چگونه تولید می‌شود؟
- ۴- بتن چیست؟
- ۵- خاصیت هیدرولیکی و هیدراسیون سیمان چه اثری بر تهیه بتن دارد؟
- ۶- مواد اصلی تشکیل دهنده‌ی بتن چیست؟
- ۷- مصالح سنگی چه نقشی در کیفیت بتن دارند؟ چه خصوصیتی باید داشته باشند؟
- ۸- بتن مسلح چیست؟ چه تفاوتی با بتن ساده دارد؟

---

۱- مانند پوکه معدنی یا دانه‌های لیکا

# فصل دوازدهم

## شیشه

هدف‌های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- نقش و کاربرد شیشه را در ساختمان شرح دهد.
- ۲- خواص شیشه را نام ببرد.
- ۳- امکاناتی را که شیشه در ساختمان و معماری به وجود آورده است، توضیح دهد.
- ۴- نحوه‌ی تولید شیشه را شرح دهد.
- ۵- انواع مختلف شیشه را نام ببرد.
- ۶- نحوه‌ی تولید شیشه رنگی را شرح دهد.

## مقدمه

تاریخچه‌ی پیدایش شیشه به حدود ۶۰۰۰ سال پیش می‌رسد و اولین بار استفاده از آن به صورت زیورآلات بوده است. شیشه جسمی است شفاف که نور را از خود عبور می‌دهد و اجسام از پشت آن نمایان می‌شوند<sup>۱</sup>. برای انسان همواره هدایت نور به داخل بنا، به شرط کنترل اثرات ناخوشایند محیط بیرون بر فضای درون و تنظیم شرایط محیطی، مورد توجه بوده است. به همین دلیل شیشه در معماری به منظور حفظ فضاهای داخل از اثرات نامطلوب شرایط طبیعی مانند باد و باران، سرما، گرما، گرد و خاک، و هم‌چنین رساندن نور و به تبع آن زیبایی به فضاها، مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه

بر این استفاده از آن احجام سنگین را سبک می‌کند و به بنا جلوه و ارزش‌های خاص می‌دهد. امروزه معماری بدون استفاده از شیشه مشکل و غیرممکن به نظر می‌رسد. (شکل ۱-۱۲)

معماری معاصر بخش بسیار مهمی از گسترش خود را مدیون صنعت شیشه است. هم‌چنین افزایش کارایی و مطرح شدن انواع شیشه‌ها بر اهمیت آن در ساختمان افزوده است.



شکل ۱-۱۲- شیشه‌های رنگی پنجره‌ی ارسی خانه زینت‌الملک شیراز

با توجه به آثار معماری می‌توان گفت در ایران اولین بار شیشه برای پوشاندن نورگیرهای سقفی مورد استفاده قرار گرفته است. برای این منظور آن را به صورت جامی کم‌عمق شکل می‌دادند و این جام را به صورت وارونه در بام خانه‌ها یا حمام‌ها نصب می‌کردند. (شکل ۲-۱۲) اصطلاح شیشه جام نیز از همین جا نشئت گرفته است.



شکل ۲-۱۲- استفاده از گلجام در بازسازی سقف حمام

به طور کلی شیشه جسمی سخت است که فقط الماس بر آن خش می‌اندازد. برای بریدن شیشه ابتدا با الماس یا چرخک شیشه‌بری روی آن خط می‌اندازند، سپس با کمی خم کردن، آن را دو تکه می‌کنند. شیشه در برابر مواد شیمیایی پایدار است و تنها فلوئوریک اسید (HF) باعث خوردگی آن می‌شود.

هدایت گرمایی و الکتریسته شیشه کم است. کم و زیاد شدن دمای هوا باعث بروز تنش و نهایتاً شکستن شیشه می‌شود. شیشه در برابر ضربه و گرمای زیاد، مقاومت چندانی ندارد و برای جلوگیری از اثرات موارد مذکور شیشه‌های نشکن، مسلح و ضد حریق یا ضد آتش می‌سازند.

### مطالعه‌ی آزاد

#### شیشه‌سازی:

برای تولید شیشه، سنگ‌های سیلیسی را در کوره حرارت می‌دهند تا به صورت خمیری شل و روان درآید. برای آن که این سنگ‌ها زودتر ذوب شود آن‌ها را به اندازه‌ی دانه‌های ماسه درمی‌آورند و به آن گدازآور<sup>۱</sup> اضافه می‌کنند. علاوه بر مواد فوق اندکی خرده شیشه هم به درون کوره می‌ریزند.

بیشتر شیشه‌هایی که در ساختمان‌سازی مصرف می‌شود دارای گدازآور سدیمی هستند. کربنات‌های سدیم و پتاسیم به کندی در آب حل می‌شوند، به همین دلیل شیشه‌هایی که حاوی این عناصر باشند در برابر اثرات جوی، خصوصاً هوای گرم و مرطوب، پایدار نخواهند بود و شفافیت خود را ازدست می‌دهند. اگر آهک را از مواد اولیه شیشه جدا کنند و سدیم سیلیکات یا پتاسیم سیلیکات را با فشار بخار آب درهم حل کنند آب شیشه بدست می‌آید.

### ۱۲-۱- ترکیب شیشه‌های ساختمانی

مواد اولیه‌ی تشکیل دهنده شیشه‌های ساختمانی و نسبت ترکیب آن‌ها در جدول صفحه بعد آمده است. (جدول ۱۲-۱)

---

۱- گدازآورهای شیشه شامل سنگ آهک  $\text{CaCO}_3$ ، سدیم سولفات  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ، سدیم کربنات  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ، پتاسیم کربنات  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ، دولومیت  $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$  است. اندازه‌ی دانه‌های سیلیس و گدازآورها باید تا حدی باشد که فشار شعله‌ی کوره باعث جابه‌جایی آن‌ها نشود.

## جدول ۱۲-۱- عناصر اولیه تولید شیشه

عناصر اولیه‌ی تولید شیشه	نسبت مواد (درصد وزنی)
منگنز اکسید <sup>۱</sup>	۴
کلسیم اکسید	۸-۱۲
سدیم اکسید	۱۲-۱۵
سیلیس <sup>۲</sup>	۷۱-۷۴
سیلیکات <sup>۳</sup>	۰/۴-۰/۷
آهن اکسید <sup>۴</sup> ، منگنز اکسید، آلومینیوم اکسید، تیتانیوم اکسید <sup>۵</sup>	۰/۵-۱/۲

به دلیل این که سیلیس و آهک مقدار کمی آهن دارند در کوره سیلیکات آهن تشکیل می‌دهند و همین ماده باعث سبز شدن رنگ شیشه می‌شود. چنان‌چه ساخت شیشه‌ی بی‌رنگ مورد نظر باشد باید آهن اکسید موجود در ماسه سیلیسی و سنگ آهک را از آن جدا نمود.

### مطالعه‌ی آزاد

#### کوره‌ی شیشه‌گذاری:

برای تهیه‌ی شیشه ابتدا مواد خام شیشه را به نسبت‌های مشخص ترکیب و به درون کوره‌های ذوب هدایت می‌کنند. شیشه در گرمای حدود  $1450^{\circ}\text{C}$  به خمیر روان همگن تبدیل می‌شود. (گرمای شعله به حدود  $1600^{\circ}\text{C}$  -  $1500^{\circ}\text{C}$  می‌رسد). کوره‌های کوچک با ظرفیت چند تن و کوره‌های بزرگ تا گنجایش  $1500$  تن هم ساخته شده است. کوره ممکن است مساحتی حدود  $250\text{ m}^2$  داشته باشد و ارتفاع شیشه مذاب تا یک متر برسد.

۱-  $\text{MnO}$

۲-  $\text{SiO}_2$

۳-  $\text{SiO}_2$

۴-  $\text{Fe}_2\text{O}_3$

۵-  $\text{TiO}_2$



تصویر شماتیک کوره‌ی ذوب شیشه و تولید شیشه‌ی جام به روش قلع مذاب

به منظور این که گرمای درون کوره و شیشه‌ی گداخته شده بر بدنه‌ی کوره اثر ننماید درون آن با آجر نسوز پوشیده شده است.

### انواع روش‌های شکل دادن به شیشه

برای شکل دادن به شیشه روش‌های مختلفی ازجمله دمیدن (فوت کردن)، کشیدن، ریختن، نورد، پرس کردن (فشردن)، مسلح کردن و تنیدن وجود دارد. به جز روش ریختن که نیاز به شیشه‌ی مایع و روان دارد و تنیدن که شیشه را تا درجه‌ی سرخ شدن  $700^{\circ}\text{C}$  گرما می‌دهند، در دیگر روش‌ها عمدتاً از خمیر شیشه که درجه‌ی حرارتی حدود  $1100^{\circ}\text{C}$  دارد استفاده می‌شود.

در گذشته برای ساختن شیشه‌ی جام خمیر آن را روی نوک لوله‌ی سبک توخالی (نی) می‌گذاشتند و به درون لوله می‌دمیدند تا خمیر، شکل گوی بگیرد. مجدداً آن را سرخ کرده و می‌غلطاندند تا به شکل استوانه‌ای درآید. استوانه‌های شیشه‌ای را در قالب‌های چوبی قالب می‌زدند و پس از جدا کردن سر و ته، آن را از طول می‌بریدند تا باز شود و پس از نورد به صورت تخت درآید. از ابتدای قرن بیستم میلادی این روش منسوخ و روش‌های جدید جایگزین آن شد.



## ۲-۱۲- ساختن شیشه جام به روش جدید و انواع آن

برای این منظور آجر نسوز شکاف داری را روی خمیر شیشه در «حوضچه‌ی برداشت» قرار می‌دهند. خمیر شیشه از درز آجر نسوز به بالا کشیده می‌شود. سپس آن را از لای نوردهای فولادی عبور می‌دهند تا شکل بگیرد. (شکل ۳-۱۲) هنگامی که خمیر شیشه در حال عبور از اولین نورد غلتکی است هوای سرد عبور داده می‌شود تا خمیر شیشه سفت شود (نورد دستگاهی شبیه به وردنه‌ی نانوايي است که خمیر را با آن پهن می‌کنند). سپس آن را در اندازه‌های موردنظر برش می‌دهند.

در برخی کارخانه‌ها خمیر شیشه پس از عبور از نخستین مرحله‌ی نورد، ۹۰ درجه به دور غلتک



دیگر چرخانده می‌شود تا روی بستر افقی قرار گیرد. با روش کشیدن شیشه‌ی جام را تا ضخامت هفت میلی‌متر می‌سازند.

شکل ۳-۱۲- شیشه‌ی جام تخت پس از خروج از کوره

ابعاد شیشه‌های جام در جدول زیر ذکر شده است. (جدول ۲-۱۲)

جدول ۲-۱۲- ضخامت و ابعاد شیشه‌های جام

ضخامت شیشه (میلی‌متر)	ابعاد شیشه (سانتی‌متر)
۲	۱۵۰×۲۰۰
۳	۱۶۰×۲۰۰
۴	۱۶۰×۲۰۰

رواداری ضخامت شیشه می تواند تا ۱/۰ میلی متر کم تر یا بیش تر باشد. مثلاً ضخامت شیشه ی سه میل می تواند ۲/۹ تا ۳/۱ میلی متر شود. جدول رواداری انواع شیشه به شرح زیر است. (جدول ۱۲-۳)

جدول ۱۲-۳- رواداری انواع شیشه براساس ضخامت آن

نوع شیشه	ضخامت اسمی بر حسب میلی متر	حداکثر رواداری بر حسب میلی متر
شیشه های نازک	۱	± ۰/۲
	۲	
شیشه های متوسط	۲/۲	± ۰/۳
	۳	
	۴	
شیشه های ضخیم	۵	± ۰/۳
	۵/۵	
	۶	
	۸	± ۰/۴ ± ۰/۶ ± ۰/۸ ± ۱
	۱۰	
	۱۲	
	۱۵	

برای ساختن شیشه ی جام بدون موج و با ضخامت یک دست، شیشه را از میان غلتک های نورد می گذرانند و بر بستری از قلع مذاب قرار می دهند. درجه ی ذوب قلع °C ۲۳۱ است و چون اثر شیمیایی بر شیشه به جای نمی گذارد از آن استفاده می شود. برای این که شیشه سفت نشود از بالا و پایین به آن گرما می دهند. با این روش شیشه های جام نازک با ضخامت حدود ۳ mm تا ۶ mm ساخته می شود و با افزایش ضخامت شیشه سطح آن می تواند بیش تر شود.

به منظور تولید شیشه برای به کارگیری در شرایط متفاوت انواع شیشه ها تولید می شود. مثلاً چنان چه شیشه را تا °C ۷۰۰ سرخ کنند و سپس دو طرف شیشه ی سرخ شده را با هوا سرد نمایند دو روی آن منقبض می شود و با فشرده شدن شیشه مقاومت آن در برابر فشار و ضربه افزایش می یابد. به این نوع شیشه تنیده یا سکوریت (شیشه ی جام نشکن حرارتی) می گویند. انواع شیشه با کیفیت های مختلف عبارت اند از: شیشه ی مشجر، شیشه ی ریختگی، شیشه ی جام مات، شیشه ی رفلکس (انعکاسی)،



- ۱- خواص شیشه‌ی ساختمانی را ذکر کنید. چه دلایلی برای کاربرد روزافزون آن در ساختمان وجود دارد؟
- ۲- عناصر اصلی تولید شیشه را نام ببرید.
- ۳- شیشه‌ی جام بدون موج چگونه تولید می‌شود؟
- ۴- شیشه‌ی جام تنیده چگونه تولید می‌شود؟ چه خاصیتی دارد و در چه جاهایی استفاده می‌شود؟
- ۵- انواع شیشه‌هایی را که ممکن است در ساختمان به کار گرفت نام ببرید.
- ۶- طریقه‌ی انبار کردن و نگهداری شیشه را به اختصار بنویسید.

## عایق‌های رطوبتی، حرارتی و صوتی

هدف‌های رفتاری: در پایان فصل هنرجو باید بتواند:

- ۱- اهداف عایق‌بندی رطوبتی، حرارتی و صوتی را توضیح دهد.
- ۲- متداول‌ترین روش‌های عایق‌بندی رطوبتی، صوتی و عایق‌کاری حرارتی را شرح دهد.
- ۳- خواص قیر را توضیح دهد.
- ۴- موارد کاربرد قیرهای معدنی و پالایشگاهی را نام ببرد.
- ۵- مزایای استفاده از عایق قیر را توضیح دهد.
- ۶- مصالح مهم و رایجی را که برای صدابندی و عایق‌کاری حرارتی به کار می‌رود، نام ببرد.

### مقدمه

ایجاد شرایط آسایش در ساختمان‌ها مستلزم توجه به سه نوع عایق‌کاری رطوبتی، حرارتی و صوتی است. هریک از این عایق‌کاری‌ها نیازمند استفاده و به‌کارگیری نوع خاصی از مصالح است که باید در مرحله‌ی طراحی لحاظ شود و در مرحله‌ی ساخت بنا اجرا گردد. از انواع مذکور، عایق رطوبتی از گذشته‌های دور مورد توجه بوده است. عایق‌های رطوبتی به منظور جلوگیری از نفوذ رطوبت، حتی اگر محل عایق‌کاری تحت فشار آب باشد، به کار می‌روند. از عایق رطوبتی در بام‌ها،

منابع آب، پی‌ها، کف و بدنه‌ی زیرزمین استفاده می‌شود. انواع مصالحی که از گذشته تاکنون، به عنوان عایق رطوبتی در ساختمان‌ها به کار می‌رفته، شامل خاک رس، مواد قیری، فلزات و آلیاژهای آن‌ها، چوب، ملات‌ها، آردواز، آزیست، و ... است. از میان مصالح فوق، قیر و گونی مهم‌ترین عایق رطوبتی است که برای نم‌بندی یا آب‌بندی بناها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۱۳-۱- قیر<sup>۱</sup> و انواع عایق‌های قیری

قیر ماده‌ی سیاه چسبنده‌ای است که استفاده‌ی از آن در ساختمان قدمتی ۵۰۰۰ ساله دارد. قیر در دمای عادی جسم سخت و شکننده‌ای است که قطعات آن را با چکش جدا می‌کنند. با گرما دادن به قیر ابتدا سفت و سپس خمیری، بعد شل می‌شود و سپس به شکل مایع درمی‌آید. قیر دانه‌های سنگی را به یک دیگر می‌چسباند، از این رو برای رویه‌ی آسفالتی جاده‌ها کاربرد دارد. هم‌چنین به دلیل این که آب در آن نفوذ نمی‌کند، برای آب‌بندی ساختمان‌ها و جاهایی که باید از رطوبت مصون باشد به کار می‌رود.



قیر از قدیم در ایران مورد استفاده بوده است و در حال حاضر متداول‌ترین عایق رطوبتی در ایران محسوب می‌شود که به صورت قیر و گونی مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه بر این به صورت انواع عایق‌های قیری دیگر مانند مشمع‌های قیری و ورق‌های قیراندود و در سال‌های اخیر به صورت پوشش‌های پیش‌ساخته‌ی کارخانه‌ای تولید و استفاده می‌شود.

(شکل ۱۳-۱)

شکل ۱۳-۱- عایق کاری رطوبتی با استفاده از عایق آماده

### ۱۳-۲- انواع قیرها

امروزه قیر به سه صورت قیرهای معدنی (طبیعی) و پالایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد. الف) قیرهای معدنی<sup>۲</sup>، به صورت قیر طبیعی آماده یا سنگ‌های قیری در محیط طبیعت یافت

۱- Tar;Bitumen

۲- قیری است که به صورت طبیعی به وجود آمده و از قدیم‌الایام برای هر نوع عایق کاری رطوبتی استفاده می‌شده است.

می‌شوند.

ب) قیرپالایشگاهی، نوع دیگر قیر است، که از پالایش نفت خام به دست می‌آید و امروزه کاربرد بیش‌تری در ساختمان دارد. و در راه‌سازی و عایق‌کاری رطوبتی مورد استفاده قرار می‌گیرد و شامل انواع زیر است:

۱- **قیرهای خالص:** این نوع قیرها در پالایشگاه نفت خام تولید می‌شوند. از این قیر در کارخانه‌های آسفالت‌سازی استفاده می‌شود.

۲- **قیر هو/دمیده یا اکسید شده:** روند تهیه‌ی این قیر به گونه‌ای است که خاصیت نرمی و کشش‌پذیری آن در سرما حفظ می‌شود.

۳- **قیرهای محلول:** این قیرها را از حل کردن قیر خالص در بنزین، نفت چراغ و نفت کوره به دست می‌آورند و آن‌ها را بسته به نوع حلال‌شان به سه دسته قیرهای محلول زودگیر، کندگیر و دیرگیر تقسیم می‌کنند.

۴- **قیرهای نفتی/امولسیون<sup>۱</sup>:** قیر امولسیون مایعی به رنگ قهوه‌ای است که دارای دانه‌های بسیار ریز (نزدیک به میکرون) است که در آب پراکنده و شناورند و با اضافه کردن آب رقیق می‌شود. این قیر برای پایداری خاک‌ها و ماسه‌های روان مورد استفاده قرار می‌گیرد. انواع دیگر قیر که در نتیجه‌ی گرما دادن به زغال سنگ و سرد کردن گاز حاصل از تقطیر آن به دست می‌آید قطران است که در آب‌بندی و ساختن رویه‌های راه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ۳-۱۳- شناسایی کیفیت قیرها

قیرها به‌طور خاص با درجه‌ی نفوذ<sup>۲</sup> و درجه‌ی نرمی<sup>۳</sup> شناسایی و نام‌گذاری می‌شوند. البته قیر، به جز این دو خاصیت، از خواص دیگری نیز برخوردار است که با توجه به آن‌ها درجه‌بندی می‌گردد. درجه‌ی نفوذپذیری: این خاصیت نشان دهنده‌ی روانی، شلی، خمیری و سفتی قیر است. در مناطق گرم قیر با درجه‌ی نفوذ کم (برای این که جاری نشود) و در مناطق سرد قیر با درجه‌ی نفوذ بالا (برای این که بتواند به درون خلل و فرج سطحی که باید عایق شود، نفوذ کند و برودت هوا باعث سختی و شکنندگی آن نشود) استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، چون در هوای سرد خطر جاری شدن قیر

---

۱- امولسیون مخلوط دو مایع است که در یک‌دیگر حل نمی‌شوند و یکی در دیگری به صورت شناور قرار می‌گیرد.

۲- Penetration Point

۳- Softening Point

وجود ندارد، می‌توان از قیر با درجه‌ی نفوذ بالا استفاده کرد.

### مطالعه‌ی آزاد

درجه‌ی نفوذ قیر میزان فرورفتن سوزنی فلزی به وزن  $100\text{ g}$  در دمای  $25^\circ\text{C}$  در مدت زمان ۵ ثانیه در قیر است. این خصوصیت با «درجه» نمایش داده می‌شود و هر درجه معادل  $1\text{ mm}/^\circ$  نفوذ در قیر است. عدد به‌دست آمده معمولاً در سمت راست نوع قیر نوشته می‌شود. مثلاً قیر ۲۵-۸۵ یعنی قیری که درجه‌ی نفوذ آن ۲۵ است. به عبارتی سوزن  $100^\circ$  گرمی در دمای  $25^\circ\text{C}$  و در مدت ۵ ثانیه معادل  $2/5\text{ mm}$  در این قیر نفوذ می‌کند.

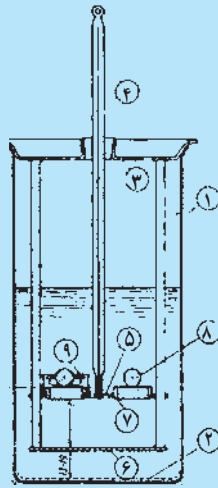
**درجه‌ی نرمی:** درجه‌ی نرمی، درجه‌ی حرارتی است که قیر از حالت جامد به حالت روان درمی‌آید. هرچه درجه‌ی نرمی قیر بیش‌تر باشد (به عبارت دیگر درجه‌ی حرارتی که قیر به حالت روان درمی‌آید زیاد باشد)، درمقابل افزایش درجه‌ی حرارت محیط کم‌تر حساس می‌شود و درجه‌ی نفوذ آن نیز کمتر می‌شود.

در مناطق گرم به دلیل بالا بودن درجه‌ی حرارت، قیر با درجه‌ی نرمی بالا و در مناطق سرد به دلیل پایین بودن دمای محیط قیر با درجه‌ی نرمی کم لازم است<sup>۱</sup>.

### مطالعه‌ی آزاد

درجه‌ی نرمی قیر در گرمای زیر  $100^\circ\text{C}$  با استفاده از حلقه‌ی برنجی پر شده از قیر که روی آن گلوله فلزی به وزن  $3/5\text{ g}$  قرار گرفته است، اندازه‌گیری می‌شود. این آزمایش در ظرف شیشه‌ای پر از آبی که از زیر به آن گرما می‌دهند اجرا می‌شود. گرمای ظرف را در هر دقیقه یک درجه افزایش می‌دهند و حرارت تا آن‌جا که آب موجود در ظرف، قیر را تا حدی نرم کند که گلوله از درون قیر بگذرد ادامه می‌یابد. درجه‌ی گرمایی که در آن گلوله از درون قیر عبور کند، درجه‌ی نرمی قیر است. عدد به‌دست آمده را در سمت چپ می‌نویسند. مثلاً قیر ۲۵-۸۰ یعنی قیری که در شرایط آزمایشگاهی و در دمای  $80^\circ\text{C}$  گلوله  $3/5$  گرمی از آن عبور می‌کند.

۱- به همین دلیل از قیر و  $15-90\text{ R}$  در مناطق گرم یا مناطقی که اختلاف درجه‌ی حرارت روز و شب آن زیاد است و برای سطوحی که در تماس مستقیم با آفتاب‌اند، استفاده می‌شود. در مناطق سردسیر و معتدل از  $25-80\text{ R}$  (قیر شل) استفاده می‌کنند این قیرها معمولاً با قیر خالص  $70-60\text{ R}$  مخلوط و مصرف می‌شود.

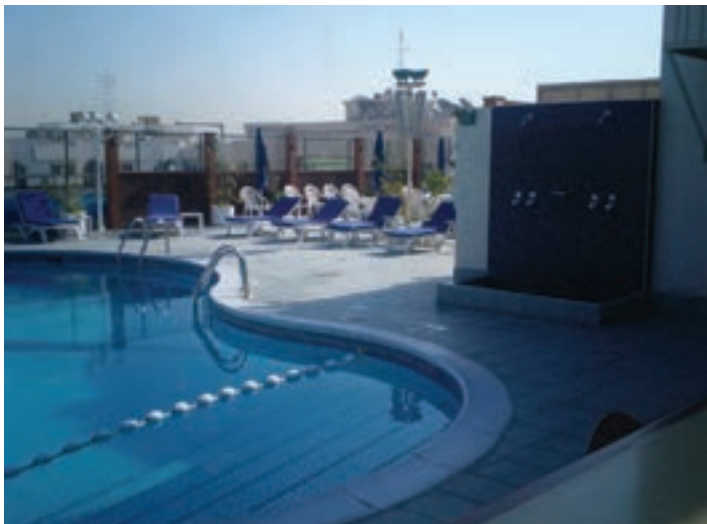


آزمایش تعیین درجه‌ی نرمی

- ۱- جام شیشه‌ای پشت پیدا با گنجایش  $800 \text{ cm}^3$
- ۲- توری برنجی با سوراخ‌هایی به دهانه  $1/7 \text{ م.م.}$
- ۳- درپوش نگاه‌دارنده‌ی گرماسنج
- ۴- گرماسنج
- ۵- نگاه‌دارنده‌ی گلوله و حلقه پر شده از قیر
- ۶- نگاه‌دارنده‌ی گلوله پس از فرو افتادن
- ۷- حلقه‌ی برنجی یا فولاد زنگ نزن، پر شده از قیر
- ۸- گلوله‌های فولادی زنگ نزن
- ۹- میله تنظیم‌کننده محل قرارگیری گلوله فولادی

#### ۴-۱۳ کاربرد قیر در ساختمان

مصرف قیر در ساختمان به صورت قیروگونی، پوشش‌های پیش‌ساخته عایق‌کاری و یا مشمع‌های قیراندود برای عایق‌کاری پشت‌بام، روی پی‌ها یا مکان‌هایی مانند حمام و آشپزخانه است که دائماً در معرض شست‌وشو و رطوبت قرار دارند. (شکل ۲-۱۳)



شکل ۲-۱۳- عایق‌کاری مناسب امکان ساخت استخر در پشت‌بام را میسر ساخته است.

گونی‌هایی که برای عایق‌کاری در ساختمان مصرف می‌شوند برحسب نوع بافت و وزن، یک متر مربع از آن‌ها به سه درجه تقسیم می‌شوند. (جدول ۱-۱۳)

جدول ۱-۱۳- ویژگی‌های گونی‌کنفی برای عایق‌کاری رطوبتی

ردیف	شرح ویژگی	حدود قابل قبول	روش آزمایش
۱	وزن یک مترمربع به گرم (حداقل)	۳۱۰	استاندارد ایران به شماره‌ی ۱۱۴۸
۲	تعداد تار در یک دسی‌متر	۴۳+۳	استاندارد ایران به شماره‌ی ۶۸۲
۳	تعداد بود در یک دسی‌متر	۴۳+۳	استاندارد ایران به شماره‌ی ۶۸۳
۴	مقاومت در جهت تار به نیوتن (حداقل)	۶۸۶	استاندارد ایران به شماره‌ی ۱۱۴۷
۵	مقاومت در جهت بود به نیوتن (حداقل)	۷۸۴	استاندارد ایران به شماره‌ی ۱۱۴۸
۶	چربی نخ درصد وزنی (حداکثر)	۲	استاندارد ایران به شماره‌ی ۳۰
۷	اندازه‌ی چشمه در جهت تار و بود به میلی‌متر	حداقل ۲/۲ حداکثر ۲/۵	
۸	یک‌نواختی	در ظاهر دارای بافت یکنواخت است.	چشمی

### ۵-۱۳- مزایای قیر

مزایای قیر غیرقابل نفوذ بودن در برابر رطوبت و آب، قابلیت شکل‌پذیری و ارتجاعی، خاصیت چسبندگی و چسباندن دانه‌های سنگی به یک‌دیگر، پایداری نسبتاً خوب در مواجهه با اسیدها، بازها و نمک‌ها و هم‌چنین عایق بودن در برابر الکتریسیته است.

### ۶-۱۳- معایب قیر

قیر در هوای گرم روان می‌شود، در گرمای بالا یا در مواجهه با حرارت تجزیه می‌شود و می‌سوزد، مقاومت فشاری و کششی کمی دارد به‌طوری که تغییر شکل می‌دهد و در روغن‌های معدنی و برخی حلال‌های دیگر مانند سولفورکربن حل می‌شود.

## ۷-۱۳- عایق‌های رطوبتی آماده

عایق‌های رطوبتی آماده از حدود چهار دهه قبل با به عرصه صنعت ساختمان گذاشت و بلافاصله به عنوان رقیبی در کنار قیرگونی و آسفالت شروع به رشد کرد. این عایق‌ها که به صورت یک لایه و دولایه به شکل ساده یا با روکش آلومینیوم<sup>۱</sup> در کارخانه آماده می‌شود، به راحتی قابلیت نصب در محل‌های مورد استفاده را دارد<sup>۲</sup>.

## ۸-۱۳- عایق‌های حرارتی

همراه با پیدایش مصالح ساختمانی جدید، ضخامت جداره‌های ساختمان از جمله دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها یا دیگر پوسته‌های بنا به حداقل ممکن کاهش یافته است. در نتیجه انتقال حرارت و صدا از جداره‌ها آسان‌تر شده است.

با افزایش فرهنگ بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشورمان، استفاده از عایق حرارتی جایگاه ویژه‌ای یافته است. عایق‌کاری حرارتی در اقلیم‌های گرم و سرد سبب کاهش بار سرمایش و گرمایش و در نتیجه کاهش مصرف انرژی در فصول سرد و گرم می‌شود. هم‌چنین تقلیل هزینه‌های تأسیسات تهویه و شوفاژ و حفظ محیط زیست از آلودگی‌های ناشی از مصرف زیاد انرژی را به دنبال دارد. میزان عایق‌کاری در اقلیم‌های مختلف متغیر است و بستگی به درجه حرارت محیط خارج ساختمان دارد.

## ۹-۱۳- مصالح عایق حرارتی و روش‌های عایق‌کاری

مصالح عایق حرارتی عموماً از مواد سبک ساخته می‌شوند، هم‌چنین عایق‌کاری حرارتی ممکن است از طریق ایجاد فاصله‌ی هوایی (حفره) بین دو جداره‌ی یک عضو ساختمانی تأمین گردد.



شکل ۳-۱۳- انواع مختلف عایق‌های حرارتی

مصالح عمده‌ای که برای جلوگیری از انتقال گرما استفاده می‌شوند عبارت‌اند از: عایق‌های انباشته به صورت آزاد، عایق‌های پتویی، عایق‌های پاشیدنی. (شکل ۳-۱۳)

مقاومت حرارتی (قابلیت عایق بودن)

۱- وجود لایه‌ی آلومینیوم باعث انعکاس نور خورشید و جلوگیری از تجزیه‌شدن مواد قیر می‌شود.

۲- مواد اولیه‌ی عایق‌های آماده عبارت‌اند از: قیر، تیشو (پشم شیشه ورقه‌شده و دوخته‌شده)، ورق‌های آلومینیوم فویل، فیلم پلی اتیلن، و برابری یا چسب ایزوگام (هنگام چسب عایق روی سطحی که باید عایق‌کاری شود لازم است).

مصالح به کار رفته در پوسته‌ی ساختمان بستگی به ضخامت، وزن مخصوص و میزان رطوبت موجود در آن‌ها دارد.

### مطالعه‌ی آزاد

عایق‌های انباشته به صورت آزاد یا فله (Loos Fill) از رشته‌ها و دانه‌های سبک تهیه می‌شوند. رشته‌ها شامل پشم سنگ، پشم شیشه، پشم سرپاره یا الیاف گیاهی (که معمولاً پشم چوب است) و دانه‌ها از مواد معدنی منبسط شده مانند پرلیت، ورمیکولیت، خاک رس و نظایر آن تهیه می‌شوند.

عایق‌های پتویی (Blanket Insulation) از پشم سنگ، پشم شیشه، پشم سرپاره، پشم چوب، پنبه، پشم حیوانات در ضخامت‌های متفاوت تا ۱۰۰ میلی‌متر تهیه و به عرض‌های مختلف بریده می‌شوند. گاهی دارای پوششی از ورقه‌ی آلومینیوم یا کاغذ صنعتی (کرافت) هستند.

عایق‌های پاشیدنی (Sprayed ON Insulation) از مخلوط کردن تارها یا مصالح متخلخل با یک چسب، ساخته می‌شود و بر روی سطوح مورد نظر پاشیده می‌شوند. معمول‌ترین مصالح مخلوط‌هایی از آزیست، پرلیت، ورمیکولیت یا پوکه رسی با دوغاب سیمان و در برخی موارد با دوغاب گچ است. کف پلی اورتان نیز ممکن است بعضی اوقات در چند مرحله پاشیده شود.

### ۱۰-۱۳- عایق‌های صوتی

با توجه به روند رو به رشد زندگی شهری و تنوع منابع تولیدکننده‌ی صداهای ناخوشایند نیاز به کنترل صداهای مزاحم ضرورت یافته است.

استفاده از مصالح ساختمانی و عایق‌های صوتی مناسب و روش‌های نوین ساخت و ساز می‌تواند به حل مشکل و مقابله با صداهای مزاحم در ساختمان کمک نمایند. برای انتخاب مصالح به منظور کنترل صدا، باید دو جنبه‌ی جذب و انتقال صوت مورد توجه قرار گیرد.

مصالحی که جاذب صدا هستند ممکن است به آسانی صوت را از محلی به محل دیگر انتقال دهند و برعکس مصالحی که در برابر عبور صوت مقاوم‌اند باعث بروز انعکاس<sup>۱</sup> یا طنین<sup>۲</sup> در فضاهای بسته می‌شوند.

۱- Reverberation

۲- Echo

## ۱۱-۱۳- طبیعت صوت و چگونگی انتقال آن

صوت از ارتعاش به وجود می آید و در هوا یا هر محیطی که کم و بیش ارتجاعی باشد انتشار می یابد. صداهایی که در فضای زندگی و محیط کار موجودند به دو گروه تقسیم می شوند:

(الف) صداهای هوایی (هوابرد)<sup>۱</sup>: این صداها در هوا به وجود می آیند و از راه درها و پنجره ها یا توسط ارتعاش دیوارها و سقف ها به فضا وارد می شوند.

(ب) صداهای کوبه ای<sup>۲</sup>: صداهای کوبه ای یا ضربه ای در اثر ضربه تولید می شوند. این صداها مستقیماً یا از راه لرزاندن مصالح سخت به اتاق ها راه می یابند.

## ۱۲-۱۳- انواع مصالح مورد استفاده در ساختمان با اهداف عایق بندی صوتی

مصالح مورد استفاده به منظور عایق صوتی به دو گروه مصالح جذب کننده ی صدا و عایق های صوتی (صدابند) تقسیم می شوند:

**مصالح جذب کننده ی صدا:** مواد و مصالحی هستند که از طریق جذب صدا وظیفه ی عایق کاری صوتی را انجام می دهند. این مواد از نظر تغییرات ضریب جذب برحسب تواتر به سه دسته ی کلی مصالح متخلخل (مانند پشم شیشه، پشم سنگ، ورمیکولیت<sup>۳</sup>)، پانل ها (مانند تخته های چوبی، گچی، ورق های فشرده) و کاوکی (مصالحی به اشکال و احجام هندسی مانند کوزه، خمره) تقسیم می شوند.

**مصالح صدابند:** مصالحی، با خصوصیتی چون وزن مخصوص بالا، نرمی طبیعی، ظرفیت بالای کاهش سرو صدا و غیرقابل نفوذ بودن هستند. زیادی وزن از این نظر حائز اهمیت است زیرا سبب کاهش ارتعاشات می شود به عنوان مثال وزن زیاد و نرمی ورق سرب، که در سایر مصالح آکوستیکی امری عادی است باعث کاهش ارتعاشات آن می شود. انواع این مصالح عبارت اند از:

**الف - مصالح صدابند در مقابل صدای هوابرد:** جداره هایی که به عنوان جداکننده مورد استفاده قرار می گیرد در صورتی که از مصالحی با چگالی سطحی بالا و بدون خلل و فرج ساخته شود، عایق صوتی مناسبی در مقابل صدای هوابرد است.<sup>۴</sup>

۱- Air borne Noise

۲- Impact Noise

۳- ماده ای معدنی و سبک که دارای خاصیت عایق صوتی، حرارتی و ضد حریق است.

۴- این امر در تمام تواترهای مورد اندازه گیری صدق نمی کند زیرا در تواتر طبیعی و تواتر بحرانی جدار، افت صوتی کاهش می یابد.

در صورتی که عایق صوتی بیش‌تری مورد نظر باشد و یا به دلایلی ساختن دیوار سنگین مقدور نباشد از جدارهای دابل استفاده می‌شود.

**ب – مصالح صدا/بند در مقابل صدای کوبه‌ای:** در ساختمان‌ها یا سالن‌های ورزشی، سینماها و تئاترهای چندین طبقه‌ی متداول، صدای کوبه‌ای به‌ویژه صدای ضربه‌ی پا برای طبقات زیرین بیش‌از صدای هوابرد آزاردهنده است. این وضعیت در اجسامی که دارای سختی و مقاومت بیش‌ترند، اهمیت زیادتری دارد. مثلاً در ساختمان‌هایی که با مصالح سخت مثل تیرآهن و بتن آرمه ساخته شده‌اند، انتشار صدای کوبه‌ای و عایق کردن آن از اهمیت خاصی برخوردار است. برای پیش‌گیری از نفوذ صدای کوبه‌ای تدابیر گوناگونی را می‌توان اتخاذ نمود، که مؤثرترین آن‌ها پوشش روی کف با مواد الیافی مانند موکت و سقف‌های دوجداره (کف شناور)<sup>۱</sup> و زدن سقف کاذب با استفاده از یک لایه‌ی جاذب صداست.

## پرسش‌های پایان فصل

- ۱- خواص قیر را به اختصار توضیح دهید.
- ۲- قیر معدنی چه نوع قیری است؟
- ۳- انواع قیرهای پالایشگاهی را نام ببرید.
- ۴- مزایای عایق‌کاری با قیر را شرح دهید.
- ۵- چرا ساختمان‌ها به عایق‌کاری حرارتی نیاز دارند؟
- ۶- انواع مصالح عمده را، که برای جلوگیری از انتقال گرما مورد استفاده قرار می‌گیرد، نام ببرید.
- ۷- چرا باید ساختمان‌ها در برابر انتقال سرو صدا و اصوات ناخواسته عایق‌کاری شوند؟
- ۸- مصالحی که به‌منظور عایق‌کاری صوتی استفاده می‌شوند به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- ۹- انواع مصالحی را که برای عایق‌کاری صوتی انتخاب می‌شوند نام ببرید.

---

۱- کف‌هایی که از طریق به‌کارگیری مصالحی مانند لاستیک یا ماسه از سقف جدا می‌شوند و به این ترتیب صداها را در آن‌ها مستهلک می‌شود و به لایه‌ی زیرین انتقال نمی‌یابند.

# فصل چهاردهم

## پلاستیک‌ها

هدف‌های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- پلاستیک را تعریف کند.
- ۲- خصوصیات پلاستیک را نام ببرد.
- ۳- انواع پلاستیک‌ها را از نظر رفتار در برابر گرما نام ببرد.
- ۴- ویژگی انواع پلاستیک را توضیح دهد.
- ۵- انواع پلاستیک‌هایی را که برای عایق‌کاری حرارتی استفاده می‌شوند نام ببرد.

### مقدمه

پلاستیک واژه‌ای یونانی<sup>۱</sup> و به معنای «شکل‌پذیر» است. پلاستیک مبتنی بر شیمی کربن است و از خواص اتم آن به‌دست می‌آید. اهمیت کربن در تولید پلاستیک‌ها به دلیل قابلیت منحصر به فرد اتم‌های آن است که می‌توانند به‌صورت زنجیره‌ای یا حلقوی به یک‌دیگر پیوندند و مولکول‌های خیلی درشتی درست کنند.<sup>۲</sup>

---

<sup>۱</sup> - Plastikos

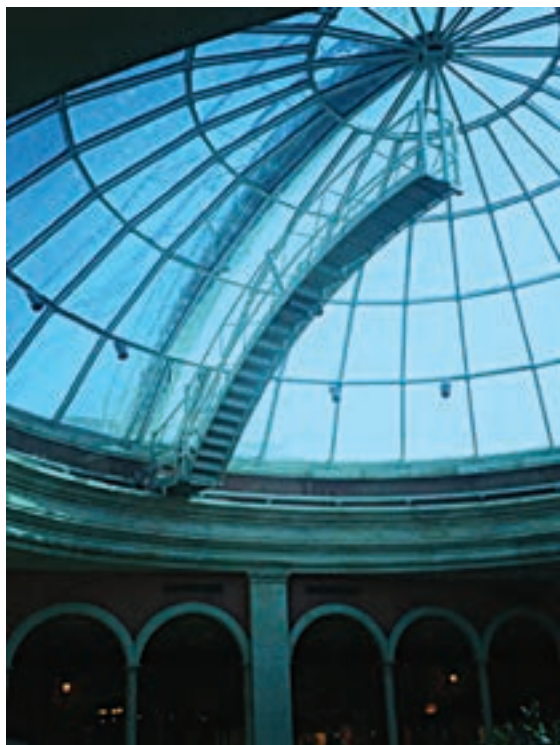
<sup>۲</sup> - موادی مانند پروتئین‌ها، چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها، که در بافت‌های حیوانی وجود دارند و ترکیباتی مانند نشاسته و سلولز که ساختار اصلی گیاهان را شکل می‌دهند از همین مولکول‌ها ساخته شده‌اند. ترکیبات کربن در ساختمان خیلی از مواد دیگر مانند کاغذ، لاستیک، رنگ‌ها، صابون، پاک‌کننده‌ها و سوخت‌هایی مانند چوب، زغال، نفت، بنزین و گاز طبیعی و انواع متعدد پلاستیک‌ها و الیاف مصنوعی وجود دارد.

اصطلاحاً، به ایجاد مولکول‌های خیلی درشت، از طریق اتصال مولکول‌های ترکیبات ساده‌ی کربن «پلیمر کردن» گفته می‌شود. بنابراین پلاستیک‌ها از طریق پلیمر کردن ترکیبات کربن به دست می‌آیند.

پلاستیک‌ها خواص زیادی دارند، از جمله سبک و ضد رطوبت‌اند و به راحتی قالب‌گیری می‌شوند. هم‌چنین ارزان هستند و به اشکال مختلف درمی‌آیند. رنگ‌ها و چسب‌های با کیفیت بالا و پردوامی از آن‌ها به دست می‌آید. و می‌توان آن‌ها را با خواص مختلف و منظورهای گوناگون تهیه نمود. تمام پلاستیک‌هایی که از آن‌ها استفاده می‌کنیم پلیمر هستند و به همین دلیل اسم خیلی از آن‌ها با «پلی» شروع می‌شود. مانند پلی‌اتیلن، پلی‌استر، پلی‌استایرن و ... .

پلیمرها به دو صورت طبیعی از موادی مانند نشاسته و سلولز مصنوعی که از ترکیبات نفت مشتق می‌شوند، به دست می‌آیند.

پلاستیک‌هایی که امروزه ساخته می‌شوند بسیار متنوع و برخی از آن‌ها به قدری سخت و مستحکم‌اند که مقاومت آن‌ها از فولاد هم بیش‌تر است. بعضی از انواع پلاستیک‌ها مانند انواع پلیمرهایی که با الیاف مسلح شده‌اند<sup>۱۴-۱</sup> علاوه بر این که نقش سازه‌ای دارند، در برابر آتش‌سوزی هم مقاوم‌اند. امروزه استفاده از پلاستیک‌های مسلح شده با الیاف در صنعت ساختمان روز به روز در حال افزایش است و در برخی موارد رفته‌رفته جای فولاد را می‌گیرند. (شکل ۱-۱۴)



شکل ۱-۱۴- استفاده‌ی پلکسی‌گلاس برای پوشش‌های سبک و نور گذران

## ۱-۱۴- انواع پلاستیک

به طور کلی پلاستیک‌ها از نظر رفتار در برابر گرما به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱- ترموپلاستیک‌ها (گرما نرم)<sup>۱</sup>: پلاستیک‌های نرم و قابل انعطافی هستند که در اثر گرما نرم و در اثر سرما سفت می‌شوند. این خاصیت موجب می‌شود تا قالب‌گیری و ساختن وسایل مختلف از پلاستیک‌های گرما نرم، آسان شود. گرما موجب نرمی این پلاستیک‌ها می‌شود، اما هنگامی که سرد باشند به قدر کافی سفت و مقاوم‌اند.

معمولاً ترموپلاستیک‌ها در اثر نیرو از دیاد طول پیدا می‌کنند ولی در اثر گرما کم‌کم به جای اولشان برمی‌گردند. از این نوع پلاستیک‌ها در ساخت پیچ مهره، عایق‌های برق، ساخت وسایل آشپزخانه و ... استفاده می‌شود.

۲- ترموست‌ها (گرما سخت)<sup>۲</sup>: نوعی دیگر از پلاستیک‌ها را، که در برابر گرما سفتی و سختی خود را از دست نمی‌دهند، اصطلاحاً «گرما سخت» می‌گویند. این پلاستیک‌ها برخلاف ترموپلاستیک‌ها، پس از سفت شدن چنان‌چه مجدداً حرارت ببینند نرم نمی‌شوند. ترموست‌ها به دلیل شکنندگی‌شان، معمولاً برای ساختن اشیاء کم‌تر به کار می‌روند. اما برای خودگیری رزین‌های (صمغ) مورد استفاده در چسب‌ها، روغن‌های جلا و رنگ‌ها بسیار مناسب‌اند<sup>۳</sup>.



شکل ۱۴-۲- نحوه‌ی تهیه لاستیک طبیعی

نوع دیگری از پلاستیک‌ها نرم و کشسان‌اند، که به آن‌ها الاستومر<sup>۴</sup> می‌گویند. این پلیمرها در صورت کشیدن یا بارگذاری تغییر شکل می‌دهند و پس از حذف نیرو مجدداً به شکل اولیه برمی‌گردند (مانند لاستیک). (شکل ۱۴-۲)

۱- Thermoplastics

۲- Thermosetting

۳- انواع اپوکسی (E.P)، ملامین (M.F)، فنولیک (P.F)، پلی‌استر، پلی‌یورتان (P.U)، سیلیکون (SI)، اوره (U.F) از گروه

ترموست‌ها هستند.

۴- Elastomer

## ۲-۱۴- کاربرد پلاستیک در عایق کاری ساختمان

نوع دیگری از پلاستیک‌هایی که در ساختمان مصرف می‌شوند، از ترکیب پلیمرها و پرکننده‌ها<sup>۱</sup> ساخته شده‌اند. پرکننده‌های مورد استفاده به صورت پودرهای آلی یا معدنی، تار (رشته‌های نخی)، پارچه و ورق برای عایق کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. چون این پرکننده‌ها از پلیمر ارزان‌ترند هرچه میزان آن‌ها در ساختن پلاستیک بیش‌تر باشد پلاستیک ارزان‌تر تهیه می‌شود.

پودرها ریزدانه‌هایی از جنس سیلیس، سنگ آهک و ... هستند که با پلیمرها ترکیب می‌شوند و بر سختی و دوام پلاستیک‌ها می‌افزایند و آن‌ها را در برابر سرما و گرما و حملات اسیدی مقاوم می‌کنند و هزینه تمام‌شده را کاهش می‌دهند.

نوع دیگری از عایق‌های پلاستیکی تارها یا رشته‌های نخی پرکننده‌اند. این پرکننده‌ها از جنس پشم شیشه، تارچوب و پنبه‌ی کوهی هستند. ترکیب آن‌ها با پلاستیک‌ها ضمن ازدیاد مقاومت حرارتی و ضربه‌پذیری، تردی و شکنندگی آن‌ها را کم می‌کند.

## ۳-۱۴- خواص فنی پلاستیک‌ها

پلاستیک‌ها وزن مخصوصی شبیه به چوب دارند که در مقایسه با دوام و وزن مخصوص فولاد مزیت قابل توجهی است. هنگام به‌کارگیری و استفاده از پلاستیک‌ها توجه به خواص و آثار زیست محیطی آن‌ها ضروری است.

مثلاً پی. وی. سی<sup>۲</sup> که به‌عنوان ماده‌ی پوششی در سقف‌های غشایی یا به‌صورت روکش پلاستیکی روی مواد دیگر به‌کار گرفته می‌شود، هنگام سوختن دود سیاه رنگ بسیار خطرناکی تولید می‌کند و عایق‌بندی آن بسیار دشوار است.

استفاده از پلاستیک‌ها در ساختمان‌سازی به دلیل خواص گسترده‌ی آن روز به روز در حال افزایش است. خصوصیت انعطاف‌پذیری، سختی، استحکام (قابلیت فشار، کشش، ارتجاعی) شکنندگی، شفافیت یا مات بودن را به راحتی می‌توان با استفاده از پلاستیک تأمین نمود. البته باید توجه کرد مجموعه‌ی این ویژگی‌ها، محدودیت‌هایی را نیز در هنگام استفاده به‌وجود می‌آورد که باید به آن‌ها توجه نمود.

برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های پلاستیک‌ها عبارت‌اند از: سبکی وزن، شکل‌پذیری، عایق بودن

۱- filler

۲- Poly Vinyl Chloride (P.V.C)

در برابر الکتریسیته، گرما و صوت، پایداری رنگ در برابر نور خورشید، جذب بسیار کم آب و رطوبت، پایداری در برابر حلال‌های آلی و اثرات شیمیایی، شفاف بودن و عبور نور از آن‌ها، ثابت ماندن حجم در برابر سرما و گرما و بالأخره در برابر ضربه و سایش مقاوم‌اند.

### مطالعه‌ی آزاد

#### تولید و شکل‌دهی به پلاستیک‌ها :

برای تولید فرآورده‌های پلاستیکی معمولاً سه مرحله طی می‌شود :

**مرحله‌ی اول؛** تبدیل مواد اولیه به ترکیبات پلاستیکی پایه به شکل پودر، دانه‌ریز<sup>۱</sup>،

دانه‌درشت<sup>۲</sup> یا رزین‌های مایع است. (تبدیل مونومر به پلیمر پایه)

**مرحله‌ی دوم؛** شکل دادن به این مواد است به‌طوری‌که با اعمال روش‌هایی آن‌ها را به صورت ورق، فیلم و میل و سایر نیم‌رخ‌ها درمی‌آورند. معمولاً در این مرحله پلاستیک‌ها با یک یا چند جسم دیگر ترکیب می‌شوند تا ویژگی‌های فیزیکی دل‌خواه در فرآورده به دست آید. مواد نرم‌کننده برای کارپذیری بیش‌تر؛ مواد پرکننده برای افزایش حجم و در نتیجه ارزان تر شدن؛ فیبرها برای افزایش تاب و پایداری؛ و مواد سخت‌کننده به منظور گیرش سریع‌تر، به مواد اولیه‌ی پلاستیکی افزوده می‌شوند.

**مرحله‌ی سوم؛** شکل دادن به آن‌ها و تولید فرآورده‌های پلاستیکی نهایی از این نیم‌رخ‌ها یا مواد اولیه است.

تولید قطعات پلاستیکی گرما نرم به دو روش صورت می‌پذیرد :

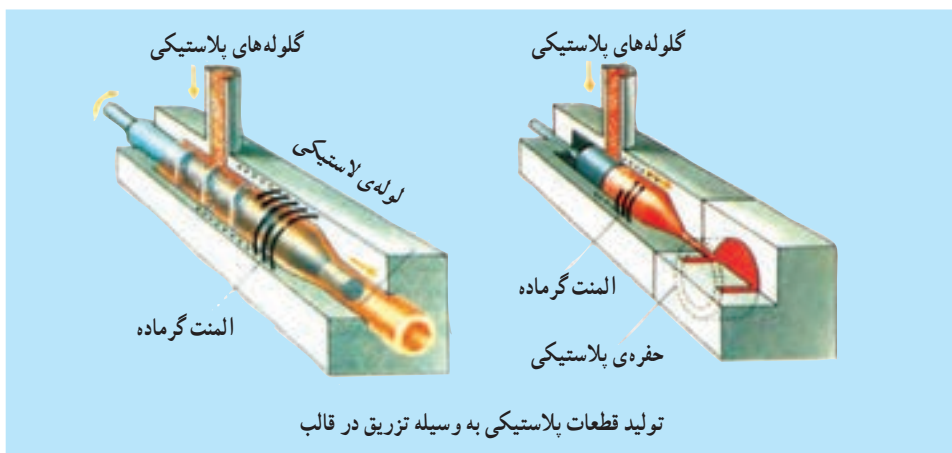
۱. **اکستروژن:** در این روش ابتدا صفحه یا ورق پلاستیکی تولید می‌شود و سپس صفحه از طریق گرما و مکش به محصول نهایی یا شکل مورد نظر درمی‌آید.

۲. **به‌وسیله‌ی تزریق در قالب:** در این روش قطعه پلاستیکی مورد نظر از طریق تزریق در قالبی به همان شکل تولید می‌شود.

چنانچه پلاستیک از نوع ترموست باشد از طریق پلیمریزه کردن (امکان اتصال اتم‌ها و ایجاد زنجیره‌ای از آن‌ها) مواد اولیه یا اختلاط رزین و سخت‌کننده در یک فرآیند تک مرحله‌ای به شکل دل‌خواه درمی‌آید.

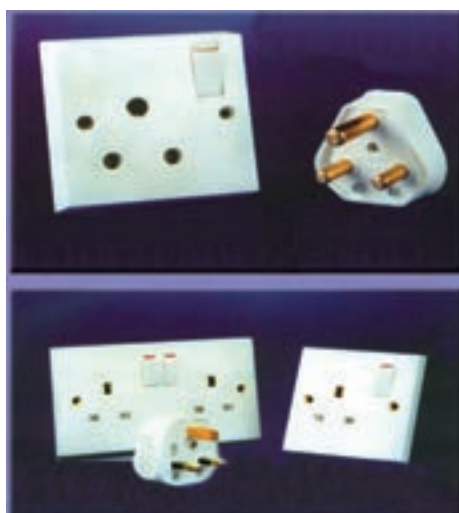
۱- Granules

۲- Beads



#### ۴-۱۴- اتصال قطعات پلاستیکی

پلاستیک‌ها در مقاطع تسمه، گونیا، نبشی، سپری، لوله، ورق تخت و موج‌دار یا مقاطع و اشکال و ابزار خاص دیگر مانند کلید، پریز، سریپیچ، ... در ساختمان استفاده می‌شوند. (شکل ۳-۱۴)



شکل ۳-۱۴- نمونه‌هایی از انواع کلید و پریز پلاستیکی

اجزای پلاستیکی به وسیله ی پیچ، پرچ، پیچ و مهره و چسب و اتصالات و بند و بست های از جنس خودشان یا فلز به یک دیگر یا به مصالح دیگر متصل می شوند. علاوه بر این ترموپلاستیک ها به وسیله ی جوش حرارتی هم به یک دیگر متصل می شوند. لبه های مصالحی را که باید به یک دیگر متصل شوند روی هم می چینند و پس از فشردن، حرارت می دهند، تا اتصالی یک پارچه را به وجود آورند.

## پرسش های پایان فصل

- ۱- پلاستیک چیست؟ به چه موادی اطلاق می شود و چگونه به وجود می آید؟
- ۲- انواع پلاستیک ها را از نظر نرمی و سختی نام ببرید و به اختصار توضیح دهید.
- ۳- کاربرد پلاستیک ها در ساختمان به چه منظورهایی است؟
- ۴- چهار مورد از خواص پلاستیک ها را نام ببرید.
- ۵- روش های مختلف اتصال قطعات پلاستیکی را نام ببرید.

# فصل پانزدهم

## مصالح کف سازی، دیوار سازی و رنگ آمیزی

هدف های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- دلایل استفاده از مصالح جدید در کف سازی و دیوار سازی را شرح دهد.
- ۲- انواع مهم مصالح جدید در کف سازی و دیوار سازی سبک و پوشش آن ها را نام ببرد.
- ۳- مشخصات فنی و کاربردی انواع کف پوش و دیوارهای سبک را شرح دهد.
- ۴- مواد اولیه ی کف پوش ها و دیوارهای سبک را نام ببرد.
- ۵- اصول اجرایی رنگ آمیزی دیوار را توضیح دهد.

### مقدمه

بخشی از فرآیند طراحی و اجرای ساختمان اقداماتی است که به کف ها، دیوارها و پوشش روی آن ها مربوط می شود. در کشور ما این بخش از کار به صورت سنتی با مصالح بنایی انجام می شود. اما امروزه مصالح جدید با قابلیت های ویژه به بازار عرضه می شود و امکانات و گزینه های مختلفی فراروی طراحان، مجریان و استفاده کنندگان قرار می دهد. فصل آخر این کتاب به معرفی برخی از مهم ترین مصالح جدید که می تواند در کف سازی، اجرای دیوارها و پوشش آن ها به کار گرفته شود، اختصاص یافته است. مهم ترین خاصیت مصالح جدید افزایش دقت و استحکام، سبکی، زیبایی، سرعت بخشیدن به فرآیند اجرا و در مواردی ارزانی است. در فصل حاضر سعی خواهد شد، ضمن معرفی این نوع

مصالح، نکاتی در مورد فنون و الزامات اجرایی به کارگیری آن‌ها ذکر گردد.

### ۱-۱۵- مصالح کف سازی

کف سازی می تواند از مصالح مختلف یا ترکیبی از چند نوع از آن‌ها باشد. موزائیک سیمانی، پوشش های پلاستیکی مانند کاشی وینیلی، کف پوش وینیلی فوم دار، لاستیک؛ پوشش های چوبی مانند الوار، پارکت، بلوک چوبی از این نوع کف پوش ها محسوب می شوند.

**کف سازی با موزائیک سیمانی:** کف سازی با موزائیک شیوه ای است که با ظهور سیمان تولیدات بتنی در کشور از سال ها پیش مورد استفاده قرار گرفته است. موزائیک و ملات ماسه سیمان عناصر اصلی تشکیل دهنده ی کف سازی با موزائیک در فضا های داخلی است.

**کف پوش های پلاستیکی:** پوشش های پلاستیکی در انواع مختلف زیر تولید می شود:

*الف) کاشی وینیلی:* این نوع کاشی از یک لایه وینیل که به آستری قابل انعطاف چسبیده تشکیل شده است. شکل آن مربع یا مربع مستطیل است<sup>۱</sup>. (شکل ۱-۱۵)



شکل ۱-۱۵- کاربرد کاشی وینیلی برای فرش کف

این نوع کاشی در برابر چربی ها، روغن ها، بسیاری از اسیدها و بازها و مشتقات نفتی به خوبی پایداری می کند. با افزودن مواد فلزی به این کاشی ها، می توان کاشی هادی الکتریسیته که ضد جرقه است، تولید نمود.

۱- کاشی وینیلی به ابعاد ۱۵ تا ۲۵ سانتی متر یا به صورت نوارهای به ابعاد ۲۵×۹۰ سانتی متر و یا توب هایی به عرض ۵۰ تا ۱۵۰

سانتی متر و به ضخامت ۲ تا ۳ میلی متر ساخته می شود.

ب) **کف پوش وینیلی فوم دار**: این کف پوش ها نرم و قابل انعطاف اند و به شکل نوارهایی که اصطلاحاً «رول» گفته می شود تولید می شوند.<sup>۱</sup>

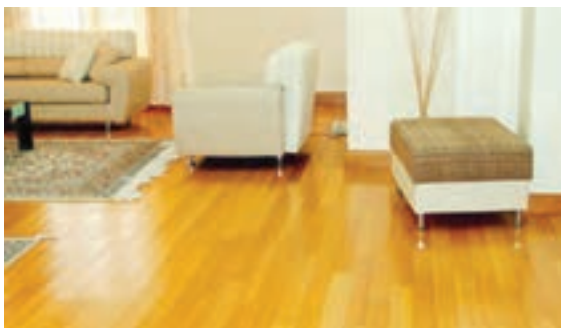
پوشش های لاستیکی: برای ساخت کف پوش از لاستیک نیز استفاده می شود. کف پوش های لاستیکی معمولاً از لاستیک مصنوعی، که خطر اکسید شدن آن ها کم تر از لاستیک طبیعی است، ساخته می شود. کاشی های لاستیکی به شکل مربع یا مستطیل اند.<sup>۲</sup>

پوشش های چوبی: از چوب برای پوشش کف و دیوار و سقف استفاده می شود. پوشش های چوبی با اشکال گوناگون متداول به شرح ذیل تهیه می شود.

الف) **کف پوش الواری**: این کف پوش به صورت تخته های بلند استفاده می شوند. اتصال آن ها از پهلو و انتها با کام و زیانه است و با میخ های آهنی یا چوبی یا چسب به زیرسازی نصب و محکم می شود.<sup>۳</sup>

ب) **کف پوش نواری**: این کف پوش مانند کف پوش الواری است، اما از تخته های کوچک تر، که به شکل نوارهای باریکی درآمده است، استفاده می شود.<sup>۴</sup>

پ) **پارکت**: کف پوش پارکت معمولاً از تکه های درختان سخت چوب مانند گردو، مرز، بلوط، راش، افرا و ... در اندازه های متفاوت و نقش های گوناگون مانند شطرنجی، جناغی و حصیری ساخته می شود.<sup>۵</sup> (شکل ۲-۱۵)



شکل ۲-۱۵- کف سازی اتاق با استفاده از پارکت های چوبی

۱- این کف پوش ها به صورت توپ هایی به عرض ۱۳۰ تا ۱۸۰ سانتی متر و ضخامت حدود ۴ میلی متر تولید می شود.

۲- پوشش های لاستیکی به ابعاد ۱۵ تا ۹۰ سانتی متر و ضخامت ۲ تا ۴/۵ میلی متر تولید می شود.

۳- این تخته ها به عرض ۸ تا ۲۵ سانتی متر و به ضخامت ۲ تا ۴ سانتی متر ساخته می شود.

۴- پهنای این تخته ها معمولاً ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی متر و ضخامت آن ها بین ۱ تا ۴ سانتی متر متغیر است.

۵- ضخامت تکه چوب ها معمولاً از ۶ تا ۱۸ میلی متر و درازای آن ها از ۷/۵ تا ۴۵ سانتی متر و پهنای آن ها از ۲ تا ۵ سانتی متر است

ت) **بلوک چوبی**: بلوک چوبی نوعی پارکت ضخیم است که در ابعاد مختلف ساخته می‌شود. معمول‌ترین اندازه‌ی آن  $5^\circ \times 5^\circ \times 5^\circ$  سانتی‌متر است و به کمک چسب و ماستیک بر روی کف‌سازی فرش می‌شود.

## ۲-۱۵- دیوارهای سبک

دیوارهای سبک، یا از نوع ساده به صورت تخته‌های ساختمانی نظیر تخته گچی، تخته سیمانی، تخته‌های چوبی و یا پلاستیکی‌اند، یا به صورت دیوارهای سبک مرکب<sup>۱</sup>، با ترکیبی از اعضای فلزی نگه‌دارنده، تخته‌های ساختمانی و انواع عایق‌های صوتی و حرارتی‌اند. استفاده از دیوارهای سبک مرکب از سابقه‌ی طولانی برخوردار بوده و در سال‌های اخیر در ایران نیز مورد توجه بوده است. متداول‌ترین دیوارهای سبک ساده به شرح زیر است:

**صفحات گچی**: تخته‌های گچی در ایران کاربرد زیادی دارند. ماده اولیه‌ی صفحات گچی پودر گچ ساختمانی است. صفحات گچی اسم عام برای کلیه‌ی محصولات است که از یک صفحه‌ی غیرقابل اشتعال گچی و غالباً با روکش محافظ کاغذ کرافت<sup>۲</sup> تشکیل شده است. این لایه‌ی محافظ که تحت شرایط کنترل‌شده‌ی کارخانه بر روی این صفحات پرس می‌شود، از مقوای فشرده‌ای تهیه شده است که خاصیت کشسانی را بالا می‌برد. صفحات گچی در دو نوع، یکی به صورت پانل‌های ساده و دیگر به صورت پانل‌های با ترکیب فایبرگلاس تهیه می‌شوند.

نوع فایبرگلاس میزان مقاومت پانل‌ها را در مقابل آتش مستقیم بالا می‌برد و در راهروهای فرار و پوشش‌های حفاظتی ستون‌ها و تیرهای فلزی بنا و کانال‌های عبور تأسیسات بین طبقات و غیره استفاده می‌شود.<sup>۳</sup>

## دیوارهای سبک<sup>۴</sup> با عایق‌های پلاستیکی

این نوع دیوارها شامل مفتول‌هایی در سه بعد است که از دو طرف هسته‌ی مرکزی از جنس

---

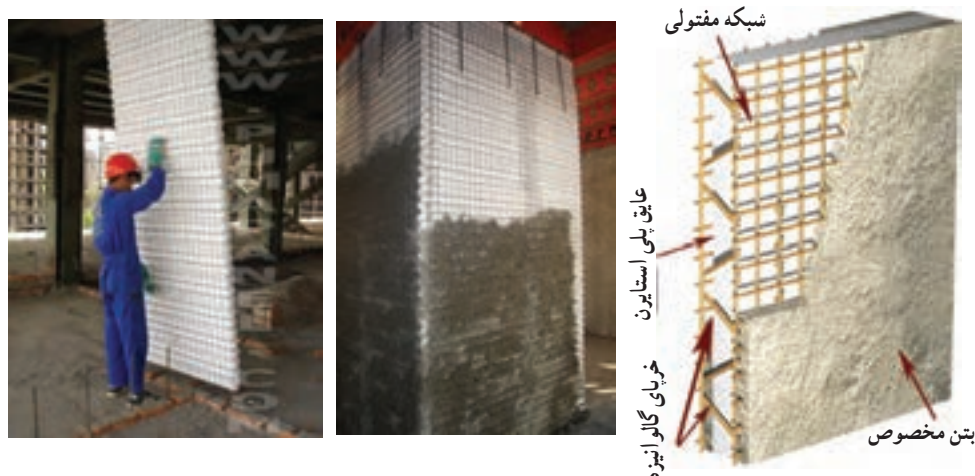
۱- Composite Dry wall

۲- Craft

۳- صفحات گچی معمولاً با عرض  $1/2^\circ$  و طول‌های ۲ تا ۴ متر و در صورت لزوم به طول مورد نظر ساخته می‌شود ضخامت این صفحات بین ۹ تا ۱۸ میلی‌متر متغیر است.

۴- Sandwich panel

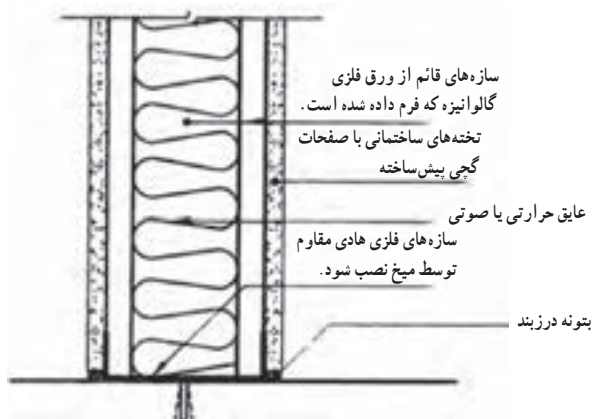
پلی استایرن را محافظت می کنند. قسمت عمده ی این دیوارها در کارخانه ساخته می شوند و پس از نصب در محل مورد نظر به دو طرف آن ها بتن پاشیده می شود و سپس سطح روی آن را صاف می کنند. (شکل ۱۵-۳)



شکل ۱۵-۳ جزئیات دیوار سبک و نحوه ی اجرای آن

### ۱۵-۳ دیوارهای سبک مرکب

دیوارهای سبک مرکب، غالباً به عنوان دیوار جداکننده مورد استفاده قرار می گیرند. اما با رعایت اصول فنی و تغییر در مشخصات نگه دارنده ها براساس محاسبات سازه ای، می توان از آن ها به عنوان دیوار باربر نیز استفاده نمود. شکل زیر نمونه ای متداول از دیوارهای مرکب سبک را نشان می دهد. (شکل ۱۵-۴)



شکل ۱۵-۴ جزئیات دیوار مرکب با پوشش صفحات گچی و نحوه ی اجرای آن

دیوارهای سبک مرکب را می‌توان در اغلب شرایط محیط به جز در زیر باران و رطوبت زیاد نصب نمود. تمامی اتصالات اجزای دیوار با یک‌دیگر از نوع خشک است و به این منظور غالباً از پرچ، جوش نقطه‌ای و یا پیچ استفاده می‌شود. اتصال دیوار سبک مرکب به کف و سقف از طریق نگه‌دارنده انجام می‌گیرد، که معمولاً با پیچ و یا میخ‌های شلیکی اجرا می‌شود.

#### ۴-۱۵- رنگ و پوشش سطح دیوار با آن

رنگ‌ها از مهم‌ترین مواد مورد استفاده در ساختمان و معماری‌اند، که علاوه بر حفاظت سطوح؛ بهداشت و زیبایی فضا دارای اثرات روحی و روانی و وزن ادراکی نیز هستند. رنگ‌های گرم را معمولاً نزدیک‌تر به خود احساس می‌کنیم و گویی فضا کوچک است، درحالی‌که رنگ‌های سرد فضا را بزرگ‌تر نشان می‌دهند. انواع سطوح گلی، آهکی، گچی، سیمانی، سنگی، فلزی، چوبی، پلیمری و شیشه‌ای را به شرط آماده‌سازی صحیح، می‌توان رنگ‌آمیزی کرد.

**مواد اولیه تولید رنگ:** رنگ‌ها پوشش‌های آلی هستند که مجموعه‌ی کامل و متنوعی از لعاب‌ها، لاک‌ها، جلاها، سیلرها و کیلرها را در بر می‌گیرند و از اختلاط رزین، رنگدانه، حلال و مواد افزودنی (به منظور بهبود کیفیت و خشک‌کردن رنگ) به‌دست می‌آیند. پایه‌ی اصلی رنگ‌ها، رزین است و انتخاب نوع پوشش براساس نوع رزین انجام می‌شود. رزین‌ها یکی از مهم‌ترین عوامل تشکیل‌دهنده‌ی رنگ‌اند، که ظاهری شبیه عسل دارند.

**خواص رنگ‌های ساختمانی:** رنگ‌های ساختمانی اصولاً باید ویژگی‌های خود را در تمام مدت حفظ کنند. به‌طور مثال چنان‌چه یک قوطی حاوی رنگ را باز نمایید رنگ آن باید فاقد رویه و رسوب باشد. هم‌چنین رنگ پس از نگهداری به مدت طولانی در انبار نباید سفت شود یا رویه ببندد یا روی آن رنگینه به‌وجود آید و یا خشک شود و برآفتش از بین رود. رنگ‌ها عموماً باید فاقد مواد سمی و خطرناک باشند. دانه‌های آن قابل لمس نیست و در مقابل نور و عوامل شیمیایی و مدت زمان نگهداری پایدارند.

میزان بازتاب<sup>۱</sup> نور بستگی به ترکیبات رنگ دارد و این بازتاب از رنگ مات کامل شروع می‌شود و به رنگ کاملاً براق خاتمه می‌یابد.

توجه به موارد زیر به هنگام رنگ‌آمیزی ضروری است:

— قبل از مصرف رنگ‌های ساختمانی باید حتماً آن را با حلال مناسب همان رنگ رقیق کنیم.

<sup>۱</sup> - Gloss

- رقیق کردن رنگ باید تدریجی انجام شود و رنگ نباید خیلی سرد باشد.
- قلم مویی که در مصرف رنگ‌های ساختمانی به کار می‌رود، باید متناسب با سطح مورد نظر باشد، به طوری که خلل و فرج را بپوشاند.
- هنگام رنگ کردن سطح، چنانچه ضخامت ناهمواری‌ها و خلل و فرج زیاد باشد باید پیش از شروع به رنگ آمیزی؛ سطح را با سمباده‌ی مناسب به خوبی سمباده کرد، به طوری که ناهمواری‌های باقی مانده به وسیله‌ی لایه‌های رنگ قابل پوشیده شدن شود.
- بسته به میزان ناهمواری‌های موجود در سطح، باید آن را با چند لایه‌ی آستری رنگ کرد. معمولاً آستری کمی رقیق‌تر از لایه رنگ اصلی است.
- رنگ پلاستیک را با آب و رنگ روغنی را با تینر رقیق می‌کنند.
- هنگام پوشاندن سطح با آخرین لایه باید مهارت کافی به کار گرفته شود تا در نهایت سطحی صاف و یک دست به دست آید.
- به هنگام رنگ آمیزی، دمای محیط نباید از پنج درجه سانتی گراد کم‌تر و رطوبت نسبی از ۸۰ درصد بیش‌تر باشد.
- از رنگ آمیزی روی سطوح یخ‌زده، زیر باران و در زیر آفتاب شدید باید خودداری شود.
- با توجه به این که ترکیبات سربی سمی است، باید به مقررات خاص مندرج در قوانین محیط زیستی تولید و کاربرد رنگ برای تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان توجه شود. استفاده از رنگ‌های دارای رنگدانه‌های سرب، برای رنگ کردن وسایلی که مورد استفاده‌ی بچه‌ها یا در دسترس آن‌ها است، ممنوع است.

## ۵-۱۵- کاغذ دیواری

کاغذ دیواری یکی از دیوارپوش‌های متداول است که در ساختمان‌های مسکونی و سالن‌های عمومی، مانند سینماها و سالن‌های کنفرانس مورد استفاده قرار می‌گیرد این پوشش در توپ‌هایی به عرض ۵۰ تا ۹۰ سانتی متر تولید می‌شود. این روش پوشش دیوار به وسیله‌ی چسب‌های شیمیایی با سرعت نسبتاً زیادی نصب می‌شود. به منظور ایمنی از حریق باید توجه داشت که برحسب مورد، جنس کاغذ دیواری و چسب مورد استفاده از نوع تأیید شده، انتخاب شود. (شکل ۵-۱۵)



شکل ۵-۱۵- کاربرد کاغذ دیواری به عنوان پوشش نهایی دیوارها

## پرسش‌های پایان فصل

- ۱- انواع کف پوش‌هایی را که برای کف‌سازی می‌توان به کار گرفت نام ببرید.
- ۲- دو نوع کف پوش پلاستیکی را نام ببرید و ویژگی آن‌ها را بنویسید.
- ۳- انواع دیوارهای سبک را نام ببرید و تفاوت بین آن‌ها را توضیح دهید.
- ۴- رنگ چیست و مواد اولیه‌ی تولید آن را ذکر کنید.
- ۵- چهار مورد از نکات مهمی که در رنگ‌آمیزی باید لحاظ شود، ذکر کنید.

## فهرست منابع و مآخذ

- ۱- بری، رایین، ساختمان‌سازی، ترجمه‌ی اردشیر اطمیابی، جویبار، تهران، ۱۳۷۹، ج ۵
- ۲- تابش، حسن، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، دفتر اول، ارتباط، تهران، ۱۳۷۹
- ۳- حامی، احمد، مصالح ساختمان، ج ۱۴، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲
- ۴- حجازی، رضا، چوب‌شناسی و صنایع چوب، ج ۲، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۴
- ۵- چادلی، ری، تکنولوژی ساختمان، ترجمه‌ی اردشیر اطمیابی، آرمان، تهران، ۱۳۷۰، ج ۴
- ۶- دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، مبحث پنجم مقررات ملی ساختمان، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی ۱۳۸۲
- ۷- سازمان برنامه و بودجه، دفتر امور فنی و تدوین معیارها، مشخصات فنی عمومی ساختمان، ش ۵۵، تهران، ۱۳۷۹
- ۸- سازمان نقشه‌برداری ایران، اطلس ملی زمین‌شناسی ایران، ج ۲، تهران، ۱۳۷۹
- ۹- سرتیپی‌پور، محسن، مصالح در ساختمان و معماری، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۸۶
- ۱۰- سرتیپی‌پور، محسن، زیست بوم و مصالح ساختمانی (پروژه‌ی پژوهشی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی)، تهران، ۱۳۸۳
- ۱۱- موتوهیکو، هاکانو، زلزله در آلبوم تجربه (فراگیری مهندسی زلزله با مشاهده خرابی‌ها)، ترجمه‌ی نعمت حسینی و محمدرضا اسلامی، ج ۲، مرکز مطالعات بحران‌های طبیعی در صنعت، تهران، ۱۳۸۳
- ۱۲- وول، دابلو، دی. و سی. اچ. گرونمن و ئی. آر. گلینز. درودگری و شناخت صنعت چوب، ترجمه‌ی غلامرضا حقانی و داریوش شباهنگ، رشدیه، تهران، ۱۳۶۱
- ۱۳- Edwards, Brian. Sustainable Architecture, 2<sup>nd</sup>. edition, GB, Architectural Press, 1999.
- ۱۴- "Architectural Design", Green Architecture, Vol 71, No 4, July 2001.
- ۱۵- The construction of building, 5<sup>th</sup>. Edition, BSP Professional Books, England, 1991.

