



ایالت هنر، مرجع تخصصی کنکور هنر

کانال تلگرام: @artstate

ایнстاگرام: state.art

وب سایت: www.art-state.com

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

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

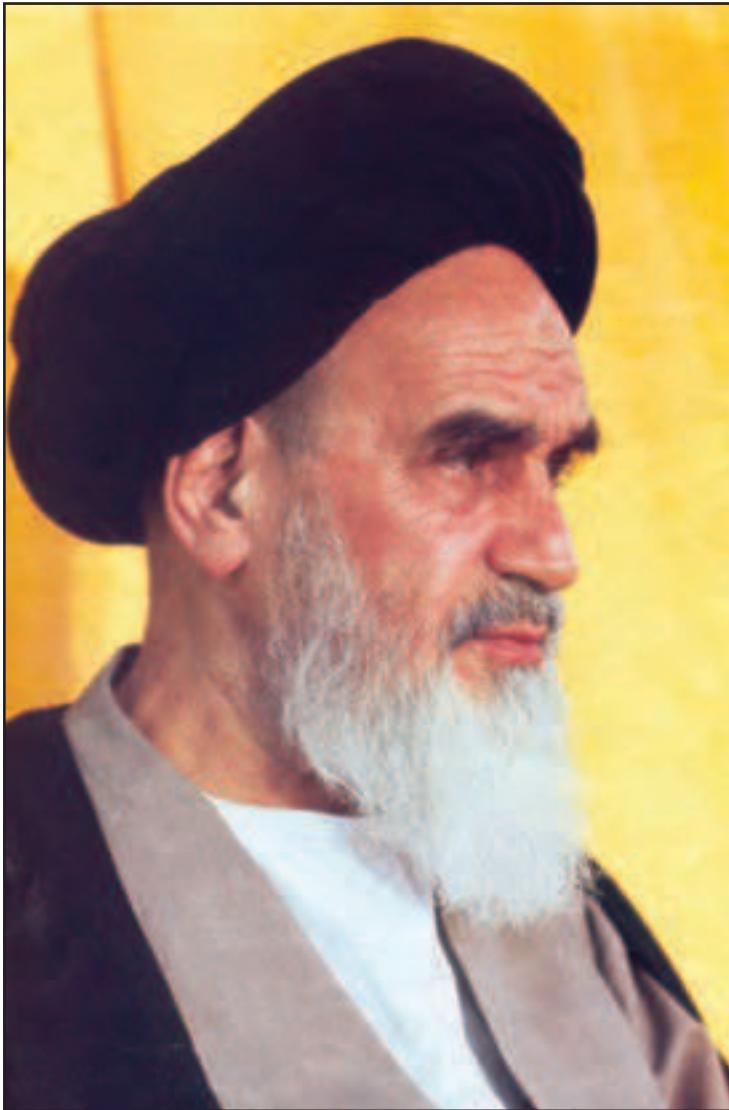
وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



نام کتاب :	شناخت مواد و مصالح - ۲۱۰۶۲۷
بدیدآورنده :	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، نبی الله مقیمی، بیدا تقابی، پرستو آریانزاد، غلامحسین قربانیان، عبدالحمید قنبران، ملک طباطبائی زواره و دارا افسار قوچانی (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
میراث آماده‌سازی هنری :	محسن سرتیبی‌پور (مؤلف) - حسین داودی (ویراستار ادبی)
شناسه افزوده آماده‌سازی :	اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
شناسی سازمان :	طاهر حسن‌زاده (طراح جلد) - صفری عابدی (صفحة آرا)
تهران : خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)	تلفن : ۰۹۶۶-۸۸۳۱۱۶۱-۹
و بگاه : www.irtextbook.ir و www.chap.sch.ir	کد پستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
ناشر :	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱ (دارویخش) تلفن : ۰۹۱۵-۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار : ۰۹۱۶-۴۴۹۸۵۱۵-۳۷۵۱۵
چاپخانه :	شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهما می 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، اقیاس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس‌برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز منوع 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 بپرهیزید.

امام خمینی «قدس سرّه الشّریف»

همکاران محترم و دانش آموزان عزیز:

پیشنهادات و نظرات خود را درباره محتوای این کتاب به نشانی
تهران - صندوق پستی شماره ۱۵۴۸۷۴ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و
حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

info@tvoecd.sch.ir

پیام نگار (ایمیل)

www.tvoecd.sch.ir

وبگاه (وبسایت)

فهرست مطالب

۱	فصل اول : خواص و ویژگی های فنی مصالح
۱	مقدمه
۲	۱-۱-۱- 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	۱-۱-۷- خواص مکانیکی
۷	۱-۱-۸- خواص شیمیایی
۸	۱-۱-۹- چگونگی تولید مصالح
۹	۱-۱-۱۰- خطرات واکنش های شیمیایی
۹	۱-۱-۱۱- 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	۴-۲- اقدامات برای سهولت بازیافت مواد ساختمانی
۱۵	۵-۲- احیای بناها و اثرات آن بر بازیافت مصالح
۱۸	فصل سوم : زمین
۱۸	مقدمه
۱۹	۱-۳- پیدایش زمین
۱۹	۲-۳- ساختمان زمین
۲۱	۳-۳- زلزله چیست و چگونه به وجود می آید؟
۲۵	۴-۳- مقیاس شدت و بزرگی زلزله و اثرات آن بر ساختمان‌ها
۲۶	۵-۳- زمین‌شناسی و احداث ساختمان
۲۸	فصل چهارم : سنگ‌ها
۲۸	مقدمه
۲۰	۱-۴- انواع سنگ‌ها از نظر منشأ پیدایش
۲۶	۲-۴- نام‌گذاری سنگ‌ها براساس نوع کار روی آن‌ها
۲۸	۳-۴- مشخصات کلی سنگ برای مصرف در ساختمان
۴۱	فصل پنجم : خاک
۴۱	مقدمه
۴۲	۱-۵- هوازدگی و به وجود آمدن خاک رس
۴۴	۲-۵- خاک رس و ترکیبات آن
۴۵	۳-۵- چگونگی دست‌یابی به خاک رس
۴۵	۴-۵- خواص خاک رس
۴۶	۵-۵- اثر رطوبت بر خاک‌ها
۴۶	۶-۵- رنگ خاک رس
۴۷	۷-۵- کاربرد خاک رس
۴۷	۸-۵- ملات گل

۵۰

فصل ششم : آجر و سرامیک

۵۰

مقدمه

۵۲

۶_۱- مواد اولیه تهیه آجر

۵۷

۶_۲- انواع کوره های آجریزی

۵۸

۶_۳- ویژگی های آجر خوب

۵۹

۶_۴- آجرهای متداول ساختمانی

۶۳

۶_۵- اجزای آجر

۶۳

۶_۶- کاشی و سرامیک

۶۸

فصل هفتم : آهک

۶۸

مقدمه

۶۹

۷_۱- پختن سنگ آهک

۶۹

۷_۲- انواع کوره های آهک پزی

۷۰

۷_۳- آهک شکfte

۷۲

۷_۴- انواع ملات های آهکی

۷۶

فصل هشتم : گچ

۷۶

مقدمه

۷۷

۸_۱- انواع کوره های گچ پزی

۷۸

۸_۲- زمان گرفتن ملات گچ

۷۹

۸_۳- گچ مرمری یا مرمر مصنوعی

۸۰

۸_۴- ویژگی های گچ

۸۱

۸_۵- مصارف گچ

۸۳

۸_۶- ساختن ملات گچ

۸۳

۸_۷- 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 کوردهای آهن گدازی
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 بوزولان (سیمان تراس)
۱۲۰	۱۱-۵- سیمان رنگی
۱۲۱	۱۱-۶- انبار کردن سیمان
۱۲۲	۱۱-۷- مهم‌ترین کاربرد سیمان در ساختمان
۱۲۲	۱۱-۸- ملات ماسه سیمان
۱۲۲	۱۱-۹- بتن
۱۲۳	۱۱-۱۰- مصالح سنگی در بتن و دانه‌بندی آن‌ها
۱۲۵	۱۱-۱۱- آب
۱۲۶	۱۱-۱۲- افزودنی‌های بتن
۱۲۶	۱۱-۱۳- انواع بتن

۱۲۸	فصل دوازدهم : شیشه
۱۲۸	مقدمه
۱۳۰	۱۲-۱- ترکیب شیشه‌های 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 : عایق‌های رطوبتی، حرارتی و صوتی
۱۳۷	مقدمه
۱۳۸	۱۳-۱- قیر و انواع عایق‌های 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- عایق‌های رطوبتی آماده

۱۴۳	۱۳-۸- عایق‌های حرارتی
۱۴۲	۱۳-۹- مصالح عایق حرارتی و روش‌های عایق کاری
۱۴۴	۱۳-۱۰- عایق‌های صوتی
۱۴۵	۱۳-۱۱- طبیعت صوت و چگونگی اشکال آن
	۱۳-۱۲- انواع مصالح مورد استفاده در ساختمان با اهداف عایق‌بندی صوتی
۱۴۵	

فصل چهاردهم : پلاستیک‌ها مقدمه

۱۴۷	۱۴-۱- انواع پلاستیک
۱۴۷	۱۴-۲- کاربرد پلاستیک در عایق کاری ساختمان
۱۴۹	۱۴-۳- خواص فنی پلاستیک‌ها
۱۵۰	۱۴-۴- اتصال قطعات پلاستیکی
۱۵۲	

فصل پانزدهم : مصالح کف‌سازی، دیوارسازی و رنگ آمیزی مقدمه

۱۵۴	۱۵-۱- مصالح کف‌سازی
۱۵۴	۱۵-۲- دیوارهای سبک
۱۵۵	۱۵-۳- دیوارهای سبک مرکب
۱۵۷	۱۵-۴- رنگ و پوشش سطح دیوار با آن
۱۵۸	۱۵-۵- کاغذ دیواری
۱۵۹	
۱۶۰	

مقدمه

در طرح‌ها و نقشه‌های «معماری» خطوطی که محدوده فضاهای 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، به‌دلیل مبادلاتی که با ساختمان، فضای پوسته‌بنا، بازشوها 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 تأثیرگذیری آن‌ها از نحوه تهیه و فرآیند تولید اجتناب‌نپذیر 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 عمدۀ منابع تجدیدنپذیر جهان (سنگ آهن، سنگ آهک، گچ، خاک و...) و میزان قابل توجهی انرژی در ساختمان‌ها به وجود می‌آیند، در نحوه طراحی و ساخت و استفاده درست و زیست‌محیطی از طریق ساختمان‌ها به وجود می‌آیند، در نحوه طراحی و ساخت و استفاده درست و به جا از مصالح و بناها دقت عمل پیش‌تری ایجاد می‌شود و چه‌سما موجب تجدیدنظر اساسی گردد.

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

شیمیابی 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 بنای شود مورد توجه قرار گرفته و با توجه به موقعیت لرزه خیزی کشور مفاهیم لزله 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 فراورده‌های 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 فرآیند 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 آن را پیدا خواهند نمود. بدینهی است این شیوه تمرین، بخشی از آموزش است که هنرجو، حین آن دانش خود، در موضوع مربوطه را افزایش

می دهد. گزارش نهایی و نمونه مصالحی که توسط هنرجویان تهیه شده می تواند با صلاح دید معلم و در قالب یک سمینار ۲۰-۱۵ دقیقه ای توسط هنرجویان به همکلاسی ها ارایه شود.

توجه شود نیازی به تمرین های سنگین و گزارش هایی که مستلزم صرف وقت زیاد باشد وجود ندارد. بنابراین تمرین باید ساده و با توجه به کارگاه ها یا کارخانه های تولید مصالح و کارگاه های 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 می تواند بسیار مفید و کاراتر واقع شود.

امیدواریم هنرجویان رشتۀ نقشه کشی معماری، به کمک آموزش ها و کسب مهارت های لازم، به شناخت مواد و مصالح ساختمانی دست یابند تا از آن پس در ترسیم آگاهانه نقشه های فاز یک و دو، یا حضور در کارگاه و کمک به اجرای پروژه ها از این ابزارها استفاده بهینه کنند و در به کارگیری و هدایت صحیح آن ها موفق باشند.

مؤلف

هدف کلی

شنایخت مصالح مورد استفاده در عملیات ساختمانی

فصل اول

خواص و ویژگی‌های فنی مصالح

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- عوامل اصلی و تعیین‌کننده در انتخاب و به کارگیری مصالح را توضیح دهد.
- ۲- مفاهیم پایه و اصلی مربوط به خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح و تأثیر آن‌ها 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 به کارگیری 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 به کار می‌بردند کاملاً مطلع بودند و در شرایط مختلف و کاربری‌های متفاوت از موادی مناسب کار استفاده می‌کردند و براساس پایه‌بندی به قوانین صنف معماری خود را متعهد به انجام درست و دقیق ساخت بنا می‌دانستند.

۱- فنوت‌نامه‌ی بتایان

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. /مروزه علاوه بر موارد فوق معیارهای پایداری محیط‌زیست و پیش‌گیری از آسیب رساندن به طبیعت نیز به عنوان عاملی تعیین‌کننده 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- خواص فیزیکی

خواص فیزیکی مصالح شامل ویژگی‌هایی چون جرم^۱، وزن^۲، 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 تشکیل‌دهنده‌ی 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 نیروسنجه اندازه‌گیری می‌شود و واحد آن کیلوگرم نیرو یا نیوتون 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^۱) : 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 $7/8 \text{ گرم}$ است.

– فشردگی و تخلخل مواد : با کمک این دو شاخص درجه‌ی فشردگی (توپری) 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 (خلل و فرج) جسم و حجم فضایی آن محاسبه می‌شود. میزان تحمل نیرو، سرما و گرما، جذب آب، درجه‌ی یخ‌بندان، ضربه 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 نشان‌دهنده 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 تعیین کننده در برابر خراش اجسام است. از این نظر کلیه اجسام را به دسته تفکیک و در جدولی رده‌بندی می‌کنند.^۲

۱-Density

۲- این جدول توسط فردیک 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 به‌وسیله 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 بر می‌دارد).
- ۳- سنگ آهک (با سکه‌ی مسی خراش بر می‌دارد).
- ۴- منیزیت (با چاقو خراش بر می‌دارد).
- ۵- منیتیت، کرومیت (با شیشه خراش بر می‌دارد).
- ۶- هماتیت (با سوہان خراش بر می‌دارد).
- ۷- کوارتز (با چینی بدون لعاب خراش بر می‌دارد).
- ۸- توپاز (با الماس خراش بر می‌دارد).
- ۹- یاقوت (با الماس خراش بر می‌دارد).
- ۱۰- الماس (سخت‌ترین کانی است که هیچ نوع کانی دیگر روی آن خط نمی‌اندازد).

۱-۱-۲- 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 این‌رو، هنگام انتخاب مصالح، موارد زیر باید مورد توجه قرار گیرد.

- قابلیت نفوذ آب در جسم: میزان آبی که در جسم نفوذ می‌کند.
- قابلیت (ظرفیت) جذب آب: مقدار آبی که حجم یک جسم را پر می‌کند.
- میزان رطوبت: وزن آب موجود در مصالح ساختمانی
- ضربیب نرمی: مقاومت مصالح در اثر جذب آب و اشباع شدن کاهش می‌یابد. این ضربیب 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 1m^3 سطح جسمی، که ضخامت آن یک متر باشد، عبور

می‌کند.

برخی مواد مانند خاک رس صد درصد و برخی دیگر مانند شیشه و فولاد صفر است. باید توجه داشت مصالحی که ضریب نرمی شان کمتر از 8% است، در مناطق مرطوب به کار گرفته نشوند.

- مقاومت در برابر یخ‌بندان: مواد ساختمانی را از آب اشباع می‌نمایند و تحت شرایط اشباع و برودت 17°C -آن را منجمد می‌کنند. سپس آن‌ها را در حرارت عادی قرار می‌دهند تا یخ آن‌ها ذوب شود و این حالت را براساس نوع مصالح، نقش سازه‌ای و غیرسازه‌ای آن‌ها و اقلیم بین 10 تا 20 بار تکرار می‌کنند. مصالحی که پس از این آزمایش بسته بودند، بیش از 5% از وزنشان کاسته نشود و بیش تر از 5% تاب مکانیکی خود را از دست ندهند، مصالح مقاوم در برابر یخ‌بندان محسوب می‌شوند. 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 می‌توان

از طریق معیارهای زیر تعیین نمود:

- ظرفیت حرارتی: یعنی خاصیت جذب مقدار معینی از حرارت توسط جسم. این خاصیت در طراحی انبارهای حرارتی^۱ برای سیستم‌های گرمایش غیرفعال خورشیدی^۲ نقش تعیین‌کننده‌ای دارد. در معماری سنتی ایران، از جمله حمام‌ها، با توجه به مشکلاتی که در تهیه‌ی سوخت بود، گذشتگان ما از مصالحی که ظرفیت حرارتی مناسبی داشت بهره می‌بردند.

- ضریب انبساط و انقباض: خصوصیتی که به وسیله‌ی چندین آزمایش در درجه‌ی حرارت‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود. شناخت این ضریب، به لحاظ هم‌جواری مصالح و رفتارهایی که مصالح مختلف در هنگام سرما و گرما از خود بروز می‌دهند، 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 آتش‌سوزی.

از نظر مقاومت در برابر حرارت، مواد به سه گروه تقسیم می‌شوند:

۱- اجسام نسوز: این اجسام مشتعل نمی‌شوند و به زغال نیز تبدیل نمی‌گردند. بعضی از آن‌ها در برابر شعله به مقدار کم (آجرهای نسوز) و بعضی بیشتر (آهن) تغییر شکل می‌دهند.^۳

۱- مصالح ساختمانی ای را که گرمای خورشید را در خود ذخیره می‌کنند دارای این قابلیت‌اند؛ مانند سنگ یا صخره.

۲- نوعی از گرمایش که با استفاده از انرژی خورشید گرمای مورد نیاز ساختمان را تأمین می‌کند و از وابستگی به انرژی الکتریستیه یا سوخت‌های فسیلی می‌کاهد.

۳- موادی که حرارت بالای 158°C را تحمل می‌کنند در این دسته قرار دارند.

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

۳- اجسام سوزرا: 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.^۲

۴- 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- 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- 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 جذب‌کننده‌ی صدا در ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرند. این دو مصالح را نباید با یکدیگر اشتباه کرد. به عنوان مثال، پشم شیشه یا آکوستیک تایل^۳ ۸۰° تا ۹۰° در صد ارزشی صوتی را جذب می‌کند و با وجود داشتن جذب بالای صوتی قابلیت عایق بودن آن فوق العاده ناچیز است.

۱-۲- 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**^۴ هستند (مثل چدن، سنگ، آجر و شیشه).

۱- این مواد معمولاً بین دمای ۱۳۵° تا ۱۵۸° C تغییر شکل می‌دهند.

۲- این مواد معمولاً در پایین تر از ۱۳۵° 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 بر می‌گردند، زیرا خاصیت ارجاعی دارد^۱ 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).

۱-۳- خواص شیمیایی

یک صد و نه عنصر مختلف به طور طبیعی در زمین یافت می‌شود. از ترکیب این عناصر حدود پنج میلیون ترکیب مختلف به دست 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 غیرفلزی ساختمانی		عناصر فلزی ساختمانی	
H _I	۱- هیدروژن	Na _I	۱- سدیم
Cl _{II}	۲- کلر	K _I	۲- پتاسیم
F _I	۳- فلور	Ag _I	۳- نقره
S _{II}	۴- گوگرد	Ca _{II}	۴- کلسیم
O _{II}	۵- اکسیژن	Mn _{II}	۵- منگنز
N _{III (II, IV, V)}	۶- نیتروژن	Mg _{II}	۶- منجیم
B _{III}	۷- بور	Pb _{II}	۷- سرب
P _{III (V)}	۸- فسفر	Cu _{II}	۸- مس
C _{IV (II)}	۹- کربن	Zn _{II}	۹- روی
Si _{IV}	۱۰- سیلیسیم	Ba _{II}	۱۰- باریم
		Fe _{II, III}	۱۱- آهن
		Al _{III}	۱۲- آلومینیوم

۱- این خاصیت را اصطلاحاً خاصیت الاستیک یا ارجاعی می‌گویند و در محاسبات به صورت ضرب Elastisite در نظر گرفته می‌شود.

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

۱-۴-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 به راحتی در آن‌ها انجام می‌شود) و این امکان در مورد جامدات به راحتی 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 به صورت 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

	ترکیب با اکسیژن	تبديل به اسید	ترکیب با آب	تبديل به اسید یا باز	اسید و باز در ترکیب با یکدیگر
غیرفلزی مانند C (کربن) فلزی مانند Ca (کلسیم)	↑ عناصر	CO ₂ (گاز کربنیک)	↑ CaO (اسید کلسیم)	H ₂ CO ₃ (کربنیک اسید) Ca(OH) ₂ (کلسیم هیدروکسید)	CaCO ₃ + 2H ₂ O (نمک)

۱- خطرات و اکنش‌های 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، بر حسب 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 مقادیر 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 این‌رو 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.

۲- اثرات کربنات‌ها و سولفات‌ها بر مصالح ساختمانی

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

مصالح ساختمانی کربنات دار در آتش‌سوزی‌ها پایدار نیستند، زیرا در اثر حرارت خواص آن‌ها تغییر می‌کند و از هم متلاشی می‌شوند.^۱

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 انودوها می‌شوند.

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

۱- سنگ آهک موجود در مصالح در گرمای حدود 90°C ، گاز کربنیک (CO_2) موجود در خود را از دست می‌دهد و به آهک زنده CaO تبدیل می‌شود و با گرفتن رطوبت یا آب، به آهک شکفته، $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 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 چلب، ارتجاعی و خمیری بودن مصالح ساختمانی را بیان کنید.
- ۵- علت بروز سفیدک‌های روی مصالح ساختمانی را توضیح دهید.

فصل دو

مصالح و محیط‌زیست

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- اثرات زیست‌محیطی 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 آسیب‌پذیری محیط‌زیست 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 زیست‌محیطی 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 لاپهی ازن و تهدید سلامتی انسان‌ها از اثرات مشهود این نوع دخالت‌های گسترده در محیط طبیعی است. به همین دلیل حفظ محیط‌زیست 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 محیط‌زیست 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- محیط‌زیست و مصرف مصالح

تقریباً همه‌ی مصالح ساختمانی ای 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 زیست‌محیطی 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 رویاز سنگ آهن، یا خاک رس آجرپزی مشاهده می‌شود)، منتشر شدن متان (به دلیل فساد مواد کربن‌دار)، بروز عوارض و آلودگی‌های حاصل از حمل و نقل، انتشار گرد و غبار، انتشار کربن دی‌کسید، آلودگی هوا و آلودگی صوتی.

۲-۲- اثرات ساختمان‌سازی بر تخریب لایه‌ی ازن

گازهای سی، اف، سی^۱ (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 تجدیدنظر قرار گرفت. لایه‌ی ازن ما را در برابر پرتوهای زیان‌بار اشعه فرابنفش خورشید حفاظت می‌کند. این گازها در بهدام انداختن گرمای خورشید نیز بسیار مؤثرند و چنان‌چه مقدار آن‌ها از حد مجاز فراتر رود علاوه بر آسیب رساندن

به لایه‌ی ازن، باعث بازتابش انرژی کم‌تری به فضا می‌شوند (شکل ۱-۲) و درتیجه 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، به عنوان سردکننده در سیستم‌های تهویه مطبوع کاربرد دارد و برای پاشیدن پلاستیک‌های اسفنجی^۱ در عالیق‌های حرارتی، نیز به کار می‌رود.

تخریب لا یهی از ن باعث افزایش اشعه‌ی فرابنفش به سطح زمین و افزایش بیماری‌های مانند سرطان پوست شده است. مصرف این گازها، که با افزایش دمای زمین همراه است، هشداری است بر این که استفاده از این مواد باید محدود گردد و یا کنار گذشته شود.

1—Plastic foams

۳- بازیافت مواد و مصالح و اهمیت آن

کلیست 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. هم‌چنان 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 پسمانده‌های گیاهی و حیوانی، به منظور تولید کود و انرژی، روزبه روز مورد توجه پیش‌تری 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- 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^۱ (بوم‌شناسی)، حاوی میزان مصرف انرژی برای تولید

و امکان و میزان بازیافت مصالح.

۲-۵- 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^۱ 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 غیرمکانیکی 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 (سیز) 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 فضاهای قرار گرفتن در مسیر نسیم‌های مطلوب یا طراحی و خلق عناصر معماری؛ مانند بادگیر، حوض خانه، سرداب، گودال با غچه و... از جمله مصادیقی هستند که از این مفاهیم نشت گرفته‌اند. (شکل‌های ۲-۲ و ۳-۲)



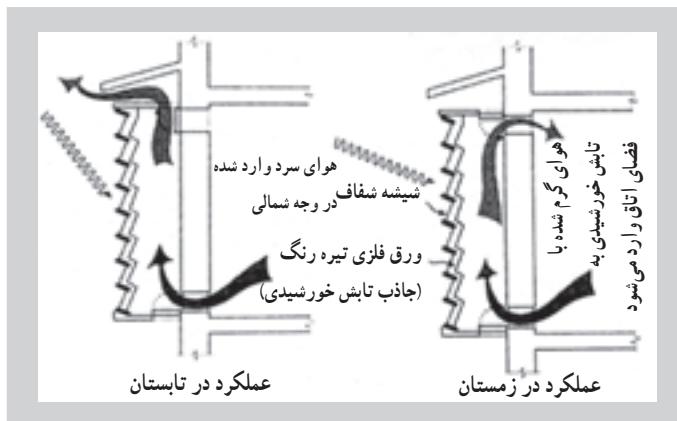
شکل ۲-۲ - مدرسه‌ی آقا‌بزرگ کاشان با طرح گودال باغچه و بادگیرهایی که نمایانگر استفاده‌ی هوشمندانه از عناصر اقلیمی است. استفاده از خاک بستر ساختمان، بدون باقی گذاشتن آثار یا ضایعات در محل استخراج، برای ایجاد مصالح موجب شده است تا با حداقل مصراف انرژی و افزودنی‌های غیر محلی، درصد عده‌ی مصالح موردنیاز از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

هم‌اکنون بسیاری از ساختمان‌های زیبایی 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 به عنوان بخشی از وظایف برنامه‌ریزان، طراحان، معماران و سازندگان مورد توجه قرار گیرد، بسیاری از ساختمان‌های قدیمی می‌توانند احیا شوند.



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

توجه به ابعاد زیست محیطی مصالح از مهم‌ترین عوامل در معماری پایدار است. پایداری، دیدگاه هزاره‌ی سوم تمدن انسانی تلقی می‌شود و شرط لازم برای بقای در روی کره‌زمین 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 درنهایت، اجزای معماری با محیط خود سازگاری و انطباق داشته باشند (شکل ۲-۴).



شکل ۲-۴- 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 سی اف سی و هالوژن چه کاربردی در ساختمان دارند؟
- ۳- عوارض منفی استفاده از گازهای سی اف سی 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.

فصل سویم

زمین

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

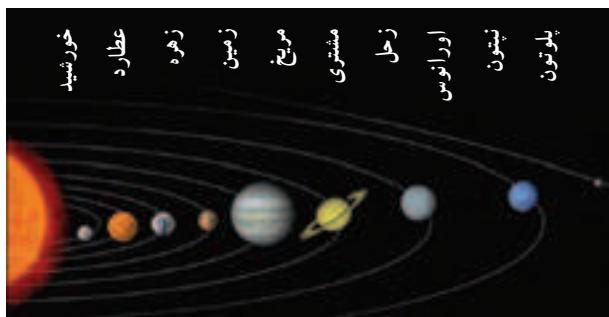
- ۱- نحوه‌ی پیدایش زمین و منظومه‌ی شمسی را بیان کند.
- ۲- قسمت‌های مختلف ساختمان زمین را نام ببرد.
- ۳- عناصر اصلی تشکیل دهنده‌ی پوسته‌ی زمین را نام ببرد.
- ۴- مفهوم زلزله و نحوه‌ی به وجود آمدن آن را شرح دهد.
- ۵- اصطلاحات مهم پدیده زلزله (شدت، بزرگی، کانون، و مرکز زلزله) را تعریف کند.
- ۶- رابطه‌ی زمین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

مقدمه

زمین بستر تمامی بنها و ریشه‌ی تمام مصالح و مواد ساختمانی است. علاوه بر گیاهان، که آن‌ها هم ریشه در خاک زمین دارند، تمام مصالح به صورت 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) به وجود 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

وازه‌ی زمین از ریشه‌ی «زم» به معنی «سرد» است.^۱ 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 ($46^{\circ} \text{ میلیون سال}$) می‌رسد.



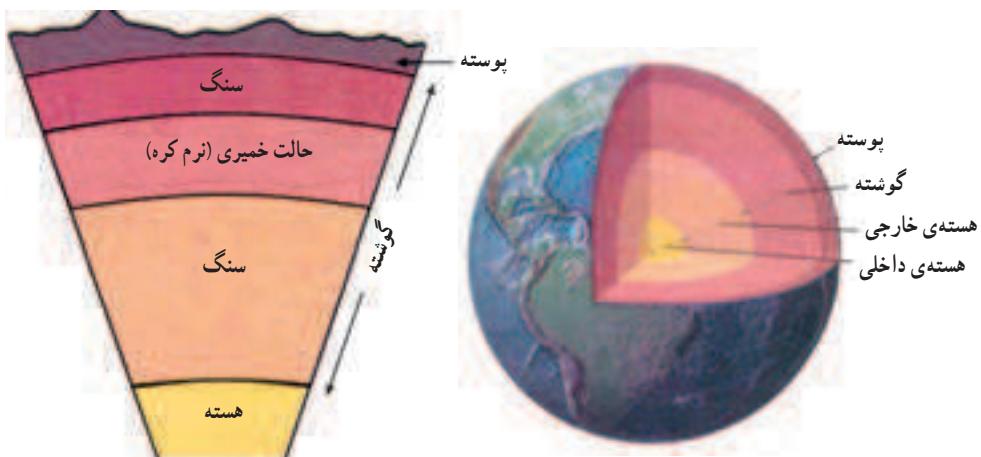
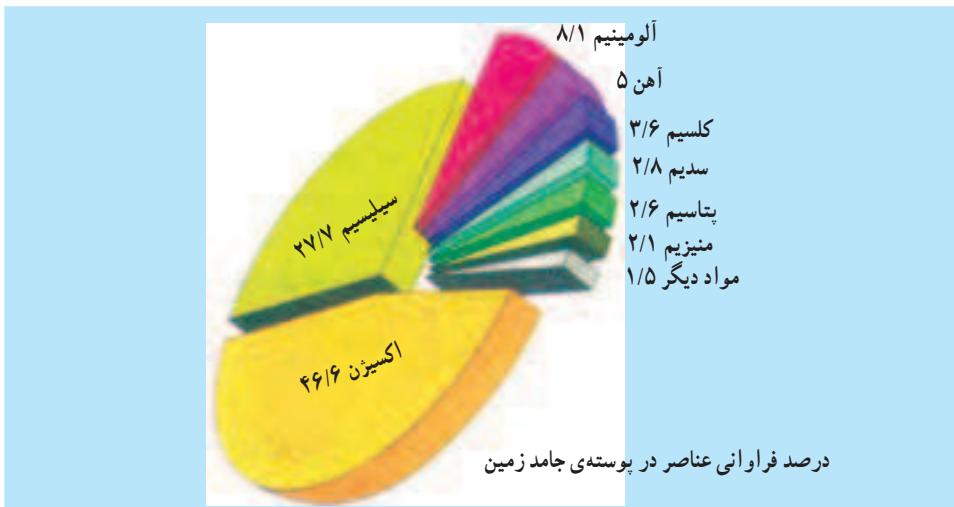
شکل ۱-۳- قرارگیری سیارات در منظومه‌ی شمسی

۲-۳- ساختمان زمین

کره‌ی زمین به شکل بیضی دوری 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 حداقل آن در مناطق مرتفع و زیر کوه‌های قاره‌هاست. ضخامت گوشته حدود ۳۴۷۶ کیلومتر است.

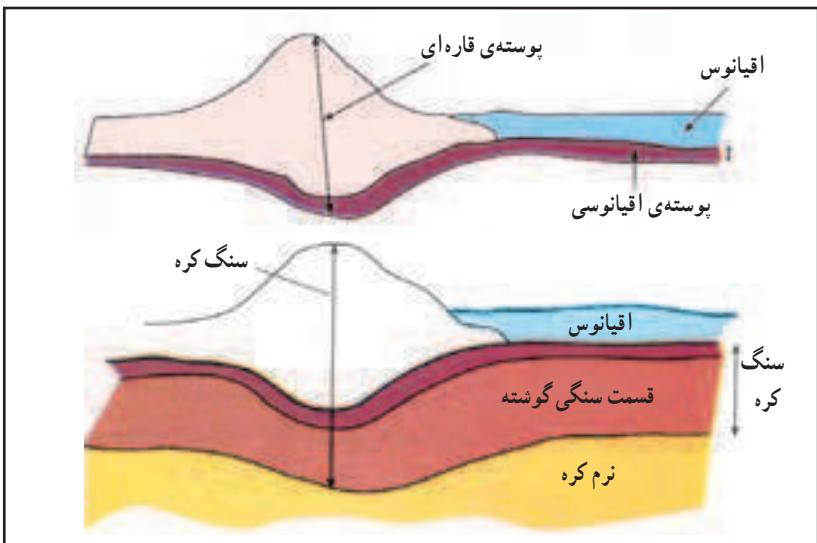
۱- چنان‌که در کلمات زمستان و زمهریر دیده می‌شود و بسوند «ین» به معنای نسبت و همانندی است.

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 تهابی حدود نیمی از وزن پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. پوسته‌ی کره زمین از سنگ‌های آذرین، تهشیست (رسوبی) و دگرگون شکل گرفته است. جنس بیشتر سنگ‌های این قسمت گرانیتی است.



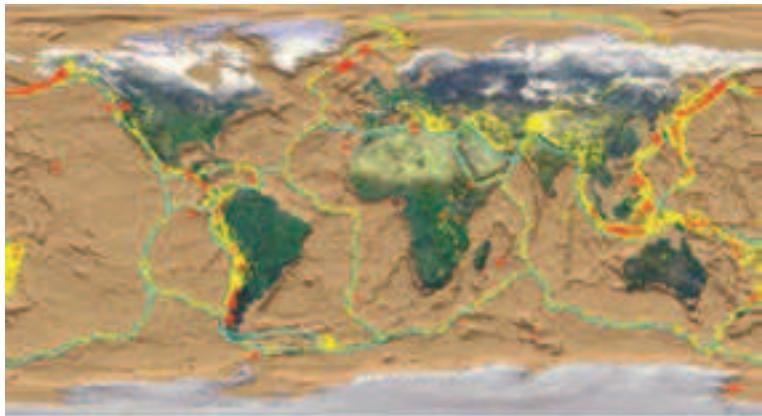
شکل ۳-۳- ضخامت سنگ کره در قاره ها بیشتر از اقیانوس ها است.

۳-۳- زلزله چیست و چگونه به وجود می آید؟

قرن بیستم را می توان دوران شناخت علمی زلزله و چگونگی وقوع آن، شناسایی مکان های زلزله خیز و اثرات زلزله بر محیط طبیعی و ساختمان ها به شمار آورد. با توجه به پیشرفت های 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 قطعه قطعه شده و قاره‌های امروزی را به وجود آورده‌اند. در سال ۱۹۶۸ نظریه‌ی وگنر به نظریه‌ای جامع‌تر با عنوان تکتونیک صفحه‌ای^۱ 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، زئوفزیک‌دانان و زئوشیمیان دانان 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 جابه‌جائی اند و اقیانوس اطلس و سیع ترین اقیانوس زمین در حال کوچک‌تر شدن است.

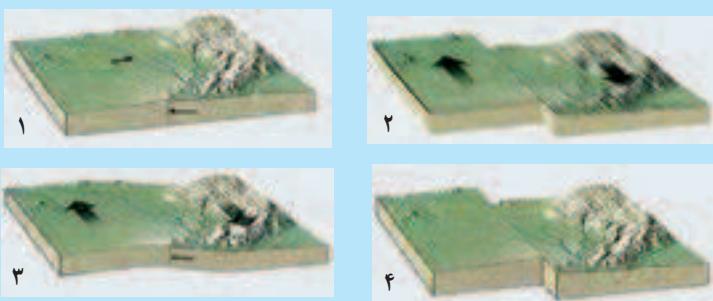


شکل ۴-۳- نواحی زرد رنگ مناطق زلزله خیز جهان و خطوط سبز رنگ مرز بین صفحات تکتونیکی را نشان می دهد.
همان گونه که مشخص است نواحی زلزله خیز بر خطوط سبز منطبق اند.

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 چلپ 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 چلپ سنگی مکان فعالیت‌های زمین‌شناسی (زمین‌شناسی) و تکتونیکی است.



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

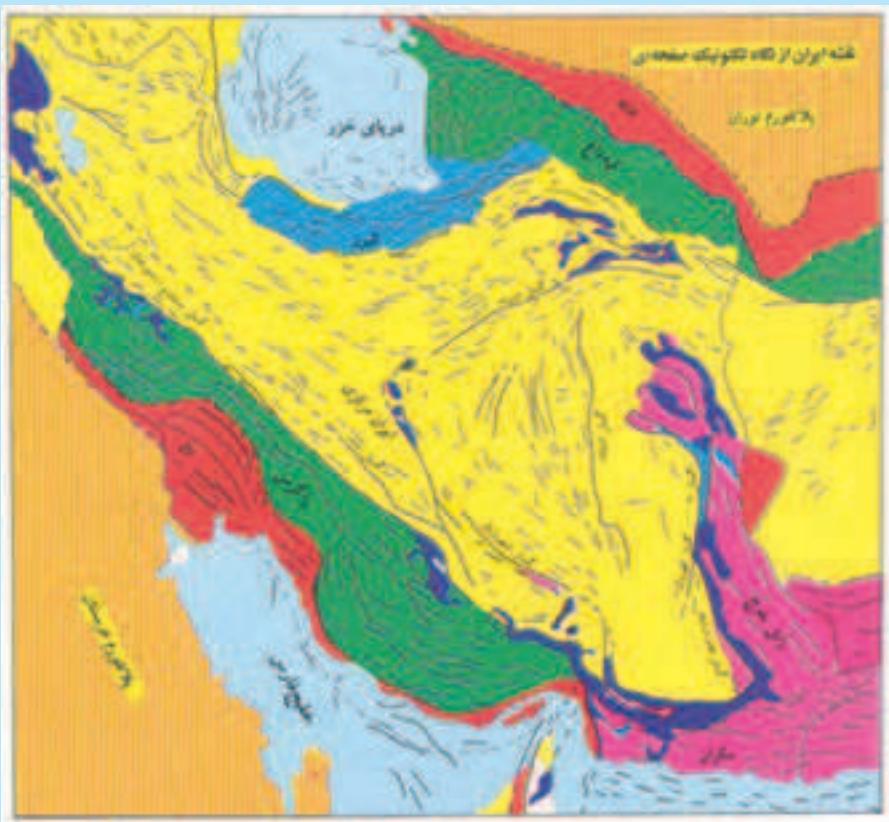
زمین لرزه ها و آتش فشان ها در امتداد این مرزها تمرکز یافته، به طوری که برخی از این مرزها مکان کوه سازی شده اند. برخورد قاره ها رشته کوه های عظیمی چون هیمالیا را به وجود آورده است و در واقع زمین لرزه ها لحظاتی از این حرکت بزرگ و بسیار پیچیده‌ی کوه زایی محسوب می شوند.



تأثیر زلزله دی ماه سال ۸۲ بهم بر بناهای کهن و جدید شهر تصویر پایین ارگ تاریخی بهم بزرگ ترین بنای خشتی جهان و تصویر بالا ساختمانی جدید با اسکلت فلزی

براساس این نظریه، کشور ایران، که تحت تأثیر کوه زایی آلب است، بین دو سپر 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 سیله‌ی 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 به‌وقوع می‌پوند نتیجه‌ی تزدیک شدن و برخورد این دو ورقه‌ی قاره‌ای است. نظر به زلزله‌خیز بودن کشورمان توجه جدی به ساخت و ساز مناسب لازم است و بسیار/همیت دارد.



نقشه‌ی ایران از نظر تکتونیک صفحه‌ای

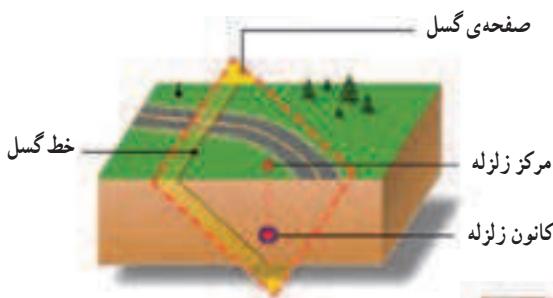
۴-۳- مقیاس شدت و بزرگی زلزله و اثرات آن بر ساختمان‌ها

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.

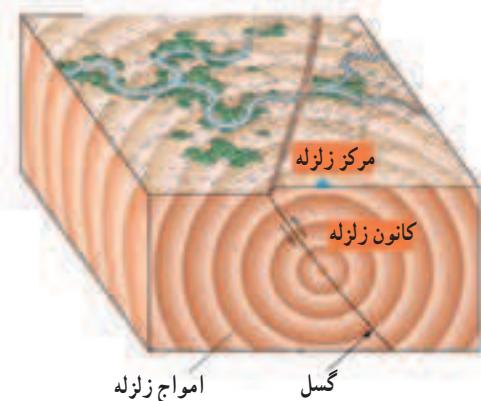
اما برای تعیین میزان انرژی آزاد شده در کانون زلزله (شکل ۴-۵) از مقیاس دیگری بنام بزرگی زلزله استفاده می‌شود.

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

ریشتون نقشه‌ای عمومی برای مناطقی که خطر وقوع زلزله‌های کم عمق داشتند تهیه نمود و به دنبال آن صفحات تکتونیکی (زمین ساخت) فعل 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 ۴-۵- «کانون زلزله» محل واقعی حرکت گسل در زیر زمین است که در آن جا انرژی آزاد می‌شود. اما «مرکز زلزله» نقطه‌ای است به موازات کانون در ر روی زمین و از آن برای نشان دادن زلزله بر روی نقشه استفاده می‌شود.

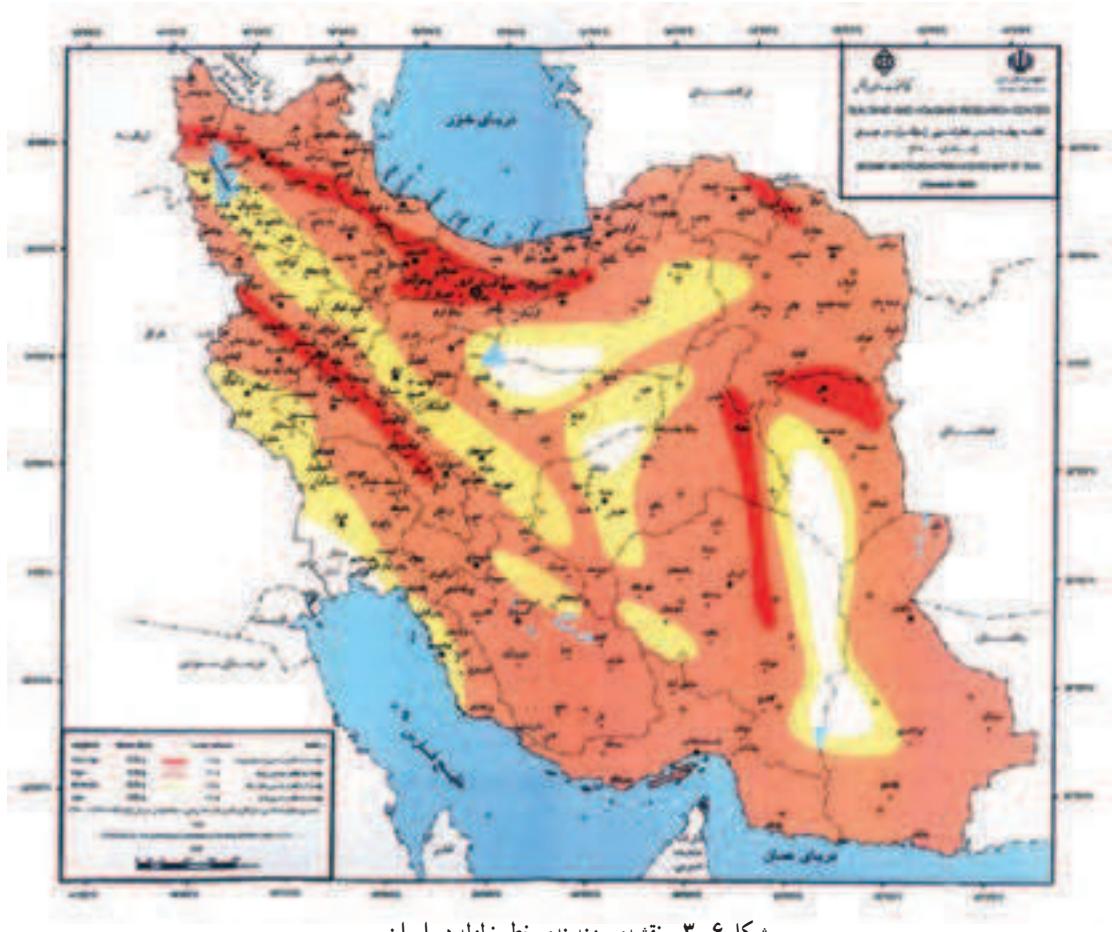


در سال ۱۹۰۲ داشمند ایتالیایی جوزیه مركالی مقیاسی برای اندازه‌گیری شدت زلزله ابداع کرد که بنام او نام‌گذاری شد. مقیاس مركالی (Msk) برای تعیین میزان ویرانی‌ها استفاده می‌شود. شدت، معیاری کیفی است که میزان آن از طریق بررسی آثار و جابجایی وسایل و میزان خرابی‌های بجا مانده بعد از زلزله تعیین می‌شود. در سال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

با توجه به نظریه جابجایی 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 آشفتگی سریع در پوسته‌ی زمین و یا در قسمت‌های بالای گوشه‌ته، به وجود می‌آید. محلی که منشأ زلزله است و انرژی به یکباره از آن جا 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 می‌باید و پس از لحظه‌ی کوتاهی به تدریج فروکش می‌کند.

۵-۳- 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 بی‌ها ادامه باید تا این امکان فراهم شود که فرضیات به عمل آمده و الگوهای محاسباتی با نتایج به دست آمده از رویت شرایط واقعی زمین، انطباق داده شود و کنترل گردد.



شکل ۶-۳- نقشه‌ی پنهانه‌بندی 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؟

فصل چهارم

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 به کارگیری 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 بوسه‌ی زمین تشکیل شده باشند. کانی‌ها مواد طبیعی، غیرآلی، متابور و جامدی هستند که ترکیب شیمیابی 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 جسته است.



شکل ۱-۴-۴- 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^۱ و اهرام مصر از جمله بناهای سنگی‌ای هستند که از گذشته به جای مانده‌اند. (شکل ۱-۴-۴) مقاومت خوب سنگ باعث شده است تا از آن در قسمت‌هایی که بنا به زمین متصل می‌شود (بی‌ها 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 واستفاده از سنگ است. (شکل ۱-۴-۲)



شکل ۱-۴-۲- استفاده از سنگ با تکنیک درخشان در تخت جمشید

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

۱-۴- انواع سنگ‌ها از نظر منشأ پیدایش

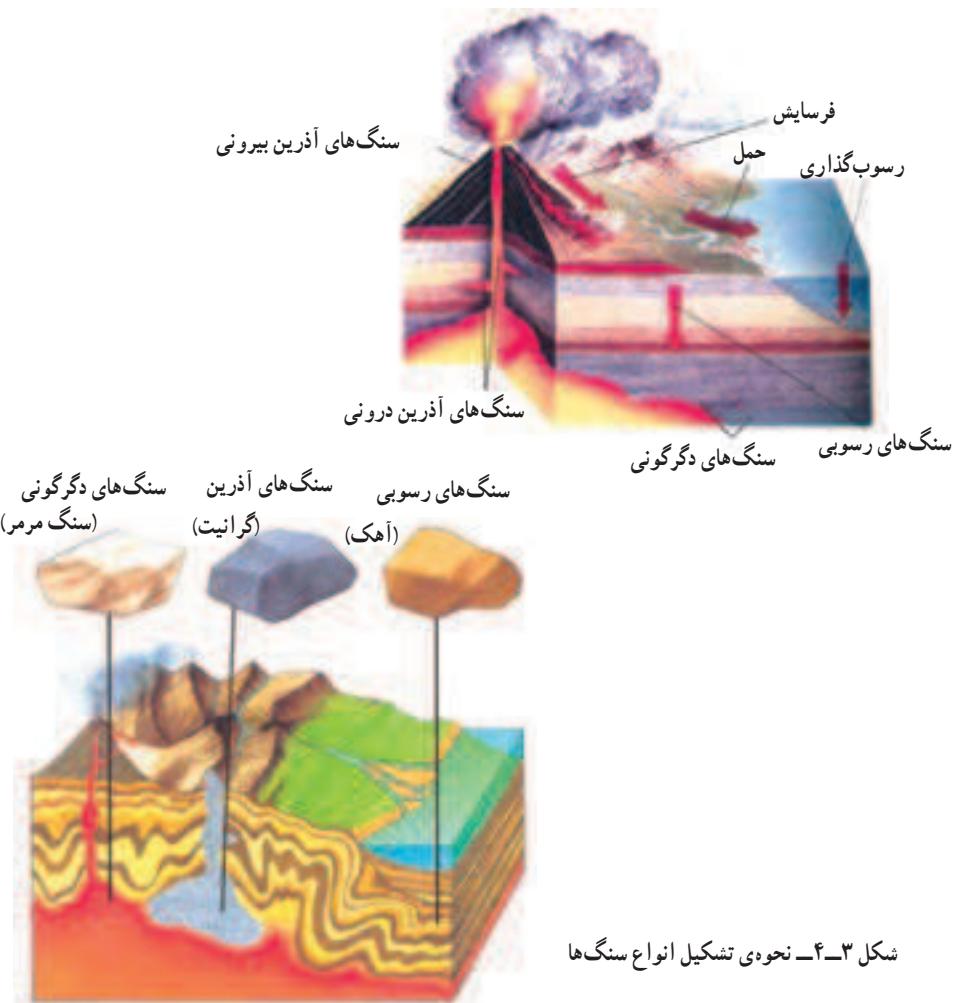
سنگ‌ها را از نظر منشأ پیدایش در سه گروه می‌توان دسته‌بندی نمود (شکل ۳-۴) :

۱- سنگ‌های آذرین (درونی، بیرونی و آتش‌فشنایی)

۲- سنگ‌های رسوبی

۳- سنگ‌های دگرگونی

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



(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 سنگ‌های 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 تشکیل‌دهنده 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^۱، پرفیر زیبنیت^۲، و پرفیر دیوریت^۳ از این دسته‌اند.

(ج) سنگ‌های آتش‌فشنایی: 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 یوکه سنگ منجمد در می‌آیند که برای شبیه‌بندی بام‌ها از آن‌ها استفاده می‌شود.^۴ خانه‌های روستایی کندوان در چین سنگ‌هایی حفر شده‌اند. (شکل‌های ۴-۴ و ۴-۵)



شکل ۴-۴—روستای کندوان در استان آذربایجان شرقی

۱—Granite porphyry

۲—Syenit porphyry

۳—Diorite porphyry

۴—جای گزین مصنوعی این نوع چوکه دانه‌های Leca است که، به دلیل سرد شدن سریع در کوره، به صورت متخلخل، توالی و سیک درمی‌آیند.



شکل ۴-۵—خانه‌های روستای کندوان

۲—سنگ‌های ته نشستت 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، زغالسنگ، گاز طبیعی، معادن آهن، الومینیوم، سنگ‌ها و مصالح ساختمانی را تشکیل می‌دهند که در زندگی ما اثر بسیار دارد. از انواع این سنگ‌ها می‌توان کنگلومرا^۱ (جوش سنگ)، ماسه سنگ‌ها^۲ و شیل، سنگ آهک، سنگ‌های مرجانی یا زغالسنگ 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 (معمولًاً کوارتز)‌اند. این ذرات کم و بیش به وسیله‌ی مجموعه‌ای از مواد مختلف مانند آهک، 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 کند 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.^۱ 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 ترینی 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 ساخته 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 جزئیات 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 فتیله‌ی انفجاری، می‌توان سنگ را جدا نمود. این روش برای کانسراهای که لايه‌بندی طبیعی دارند و به حفر چال‌های افقی نیاز ندارند، نظیر معادن تراورتن، با موفقیت انجام می‌گیرد.



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

استخراج سنگ بلوك با سيم هاي برش فولادي (حليوني) : استفاده از شيوه‌ی برش با سيم فولادي، از يك صد سال پيش در معادن بزرگ سنگ كشورهای اروپائي نظير ايتاليا متداول گردیده است. در اين روش ابتدا چاه‌هایي با طول پيش از سی متر، که در سطوح مختلف يکدیگر را قطع می‌کنند، حفر می‌شود. آن‌گاه با عبور سيم فولادی از چاه‌ها به برش آن اقدام می‌شود.

اساس کار بر حرکت دوراني يك سيم فولادی تحت کشش است، که به کمک پودر سيليس و آب موجب برش سنگ می‌گردد. به طورکلی اين سيسitem برش، از يك دستگاه نيروي محركه (وينچ)، و تعدادي قرقره‌ی هدايت‌کننده‌ی دستگاه ایجاد کشش و ابزارهای کمکی وابسته تشکيل شده است.

برش سنگ با ماشين‌های هواز (شيارزن) : ماشين‌های هواز برای

سنگ‌هایی که سختی آن‌ها چندان زیاد نباشد، به کار گرفته می‌شود. ولی در سنگ‌های سخت نظری 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 الماس دار را از آن عبور می‌دهند. سیم برش دارای طول ۲۵ الی ۴۵ متر است (حداکثر طول سیم برش می‌تواند ۱۵° متر باشد) و توسط یک وینچ با قرقره‌ی راهنمای 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- نام‌گذاری سنگ‌ها براساس نوع کار روی آن‌ها

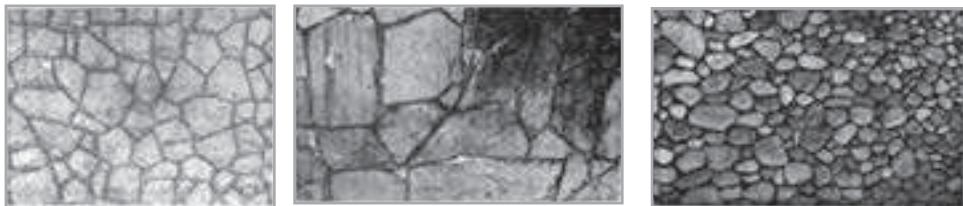
در کارگاه‌های ساختمانی سنگ‌ها را براساس نوع کاری که روی آن‌ها انجام می‌شود به دو گروه خام و کار شده تقسیم می‌کنند، به این شرح:

۱- سنگ‌های خام: سنگی که از معدن استخراج می‌شود مانند قلوه سنگ که از بستر رودخانه

تهیه می‌شود. (شکل ۴-۶)

(الف) سنگ قله: به قطعات بزرگ سنگ که از کوه جدا می‌شوند سنگ قله می‌گویند. این نوع سنگ‌ها مستقیماً از معدن سنگ استخراج می‌شوند. به سنگ قله، سنگ کوب^۱ (مکعب) هم می‌گویند.

ب) سنگ لاشه: سنگ‌های ناصافی که به اندازه‌ی مناسب شکسته شده‌اند. این سنگ‌ها حاصل عمل انفجارند و یا پس از خرد کردن قطعات بزرگ‌تر به دست می‌آیند و ممکن است هر شکلی داشته باشد. (شکل ۴-۷)



شکل ۴-۷- استفاده از سنگ لاشه

شکل ۴-۶- نیازی با قلوه سنگ طبیعی

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

۲- سنگ‌های کار شده: در نتیجه‌ی تیشه کاری و پرداخت‌هایی که روی سنگ خام می‌شود، انواع سنگ‌های زیر به دست می‌آید (شکل ۴-۸):

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

ب) سنگ بادُبر (یا رگه‌ای): سنگی است که به صورت تقریباً مکعبی درمی‌آید. سطح نمای آن تقریباً مربع یا مستطیل می‌شود. (شکل ۹-۶)



سنگ قله (کوهی)



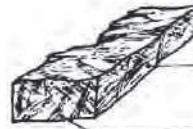
سنگ لشه کوچک



سنگ لشه

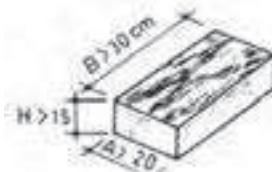


راسته‌ی سنگ



عمق سنگ

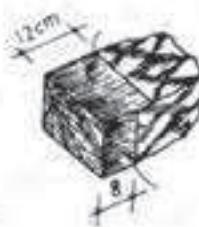
کله‌ی سنگ



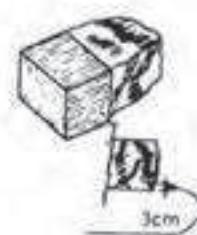
سنگ دست تراش (تمام تراش)



سنگ فتیله‌ای (بادکوبه‌ای)



سنگ کلنگی



سنگ سرتراش



سنگ لایه‌ای



سنگ چکسی

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



شکل ۴-۹—استفاده از سنگ بادبر در نما

پ) 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 می‌نمایند و به آن «سنگ سرتراش گونیاشده» می‌گویند.

ت) سنگ دست تراش: (تمام تراش، پاک تراش یا چند نما): اگر کلیه‌ی 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 (۳-۲ سانتی‌متر): معمولاً به عرض ۴ 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 بر حسب 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 بنای باید دارای مشخصات زیر باشند.

– بافت سنگ باید بدون شیار، تَرَک و رگه‌های سست باشد (کرمو نباشد). همچنین یک نواخت و همگن و بدون خُلَّ و فُرَج و پوسیدگی باشد.

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

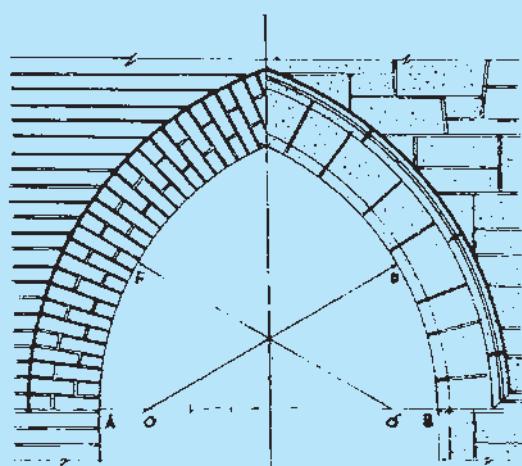
– سنگ باید شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط را تحمل نماید؛ در برابر تابش آفتاب، باد، یخ‌بندان، تغییرات دما و کلیه‌ی عوامل فرسایش، مقاوم و در برابر محیط‌های شیمیایی، اسیدی، قلیایی و عمل هیدرولیز و اکسیداسیون مقاوم باشد.

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

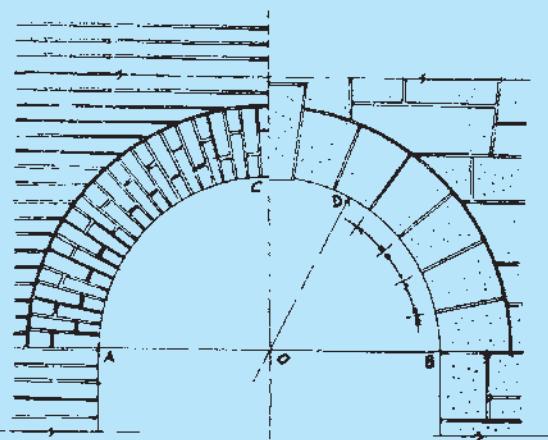
– سنگ باید تمیز و فاقد هرگونه آلودگی به مواد طبیعی و مصنوعی باشد.

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

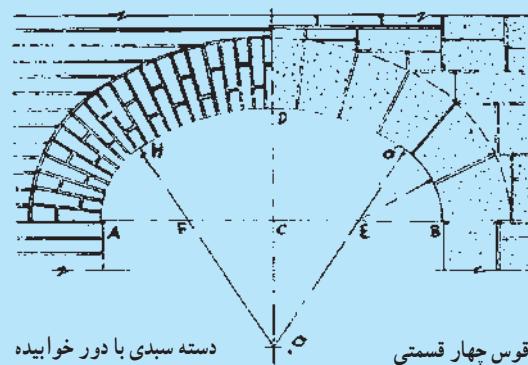
مطالعه‌ی آزاد



قوس هشت قسمتی از پوال یا طاق شاه عباسی معروف به شاخ بزی



قوس نیم دایره



دسته سبده با دور خوابیده

قوس چهار قسمتی

نمونهایی از اجرای برخی انواع قوس‌های سنگی و آجری

پرسش‌های پایان فصل

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

فصل پنجم

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 «هوای کره^۱» قرار گیرد، دچار تخریب فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌شود.

۱-۵- هوازدگی و به وجود آمدن خاک رس

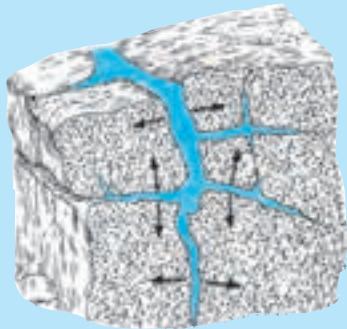
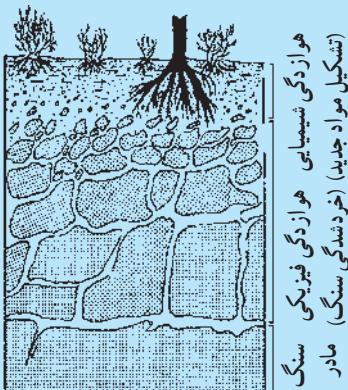
«هوازدگی» فرآیندی است که مواد پیوسته و متراکم پیوسته‌ی سطح زمین را به موادی ناپیوسته و نرم تبدیل می‌کند. به طور کلی «هوازدگی» خرد شدن و تجزیه‌ی شیمیایی سنگ‌ها در محل خود، به علت تأثیرات آب، هوا و موجودات زنده است.

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 به طور 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 به وجود 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 بروی سنگ مادر

هوازدگی شیمیایی : نوعی هوازدگی است که به تغییر شیمیایی جنس سنگ منجر می‌شود. در هوازدگی 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 هوازدگی شیمیایی می‌شود عبارت‌اند از هیدرولیز^۱، هیدراسیون^۲، دهیدراسیون^۳، اکسیداسیون (اکسایش)^۴ و انحلال است.

هوازدگی زیستی : هوازدگی 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، موریانه، موش صحرابی، کرم‌ها و ...) باشد. این جانوران دائمًا در حال به هم زدن و جایه‌جا کردن مواد تشکیل‌دهنده خاک‌اند و به علاوه با بالا آوردن ذرات دست نخورده‌ی کانی‌ها به سطح زمین و قرار دادن آن‌ها در مقابل آب و هوا، باعث تأثیر بیش‌تر هوازدگی 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)

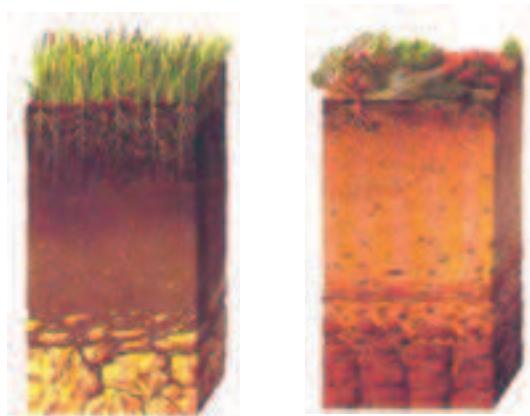
خود فشاری به وجود می‌آورد که ممکن است باعث خرد شدن سنگ‌های دیواره‌ی شکاف شود. ریشه‌ی درختان بزرگ گاهی تا عمق قابل توجهی از سطح زمین پایین می‌رود.

بنابراین باعث می‌شود که عوامل هوازدگی تا اعمق پیشتری 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 عوامی چون جنس سنگ‌های مادر، شبب 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 پیابانی 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^۱ و میکاهاست. این مواد جزء مهمی از سنگ‌های آذرین و دگرگون‌اند و از مهم‌ترین مواد معدنی موجود در طبیعت به وجود می‌آیند. (شکل ۱-۵)



شکل ۱-۵- خاک و لایه‌های مختلف

دو عنصر اصلی تشکیل دهندهٔ خاک رس سیلیس و آلومینیوم اکسید است و هر قدر میزان آن‌ها بیشتر باشد درجهٔ خلوص خاک رس بیشتر می‌شود.

۳-۵-چگونگی دستیابی به خاک رس

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

الف) خاک رس ته نشستی (حمل شده) که به آن خاک رس آبرفتی نیز می‌گویند. این خاک رس از محل اولیهٔ خود به وسیلهٔ عوامل جوی مانند بارندگی، سیلاب، رودخانه و ... حرکت می‌کند و در نقطه‌ی دیگری ته‌نشین می‌شود.

ب) خاک رس معدنی یا برجا. این خاک رس در محلی که تشکیل شده باقی می‌ماند و حرکت نمی‌کند. خاک رس معدنی از خاک رس آبرفتی خالص‌تر است. اما جنس خاک رس آبرفتی با توجه به بستر رودخانه‌هایی که در آن جاری می‌شود متفاوت و دارای ناخالصی است.

۴- خواص خاک رس

مهم‌ترین خواص خاک رس عبارت‌اند از:

— **خاصیت چسبندگی**: این خاصیت به دلیل رسیدن آب به آن به وجود می‌آید. اما چنان‌چه خاک رس کاملاً سیراب شود چسبندگی خود را از دست می‌دهد.

— **خاصیت شکل‌پذیری**: وجود آب بین دانه‌های خاک رس باعث می‌شود دانه‌های خاک رس با کوچک‌ترین نیرو روی یکدیگر لغزیده شوند. در نتیجه خاصیت خمیری و شکل‌پذیری (پلاستیسیته) فوق العاده‌ای در خاک رس ایجاد می‌شود و به هر شکلی در می‌آید و پس از خشک شدن و پخته شدن به همان شکل باقی ماند.

— **خاصیت عایق‌بندی رطوبتی**: قبل از رواج قیر، برای عایق‌بندی رطوبتی بام‌ها از این خاصیت خاک رس استفاده می‌شد. هنوز هم در بسیاری از شهرهای کوچک و روستاهای روی بام را با یک لایهٔ خاک رس و کاه‌انمود می‌نمایند. خاک رس استعداد مکنده‌گی آب دارد، به طوری که می‌تواند آب را بمکد و بعد از آن که کاملاً اشباع شد منبسط می‌شود و هر ذره منفذ مجاور خود را پرمی‌کند. در این حالت خاک رس کاملاً غیرقابل نفوذ می‌شود و از نفوذ آب به سطوح پایین‌تر جلوگیری می‌کند.

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.^۱

مطالعه‌ی آزاد

تأثیر اندازه و شکل هندسی دانه‌بندی بر خاک‌ها: برای تعیین دانه‌بندی خاک، آن‌ها را از الک‌هایی که اندازه‌ی چشم‌های 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 جسمی یا شن و ماسه‌ای، شامل دانه‌های سنگی شن و ماسه‌ی گوشیدار، نیمه گوشیدار، 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.

۶-۵- رنگ خاک رس

بیش‌ترین خاک رسی که در طبیعت وجود دارد سرخ رنگ است. علت سرخی خاک رس به اکسیدهای آهن سه ظرفیتی^۱ موجود در آن مربوط است (خاک رس‌های به رنگ سفید فاقد اکسید آهن‌اند). چنان‌چه رنگ خاک تیره باشد به دلیل وجود کرین 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.



را که از خاک مشخصی تهیه نموده ایم 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 آجریزی، کاشی و سرامیک، تهیه‌ی نسوز^۱، تهیه‌ی لوازم بهداشتی مانند روشنویی، 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 انود زیر سفیدکاری، ساختن شفته، ملات‌های گل آهک، گل، کاه گل، خشت (برای تهیه‌ی آجر) و یسکویت کاشی مصرف می‌شود. مهم‌ترین ملات و انودی که از گل تهیه می‌شوند عبارت اند 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 سرزنده می‌کردند تا خاک نرم‌هه 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 یا جداره‌ی 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 تراست 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 بر می‌دارد و در این حالت آب در آن نفوذ می‌کند. در بعضی مناطق این خاک را با ماسه مخلوط می‌کرند و به مصرف می‌رسانند.

۵-۹ انود 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 انود دیوارهای بیرونی و پشت بام استفاده می‌شود. (شکل ۵-۲) 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 انود «سیم گل» است که از نزمه‌ی 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 دیرگیر است.^۱

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

۱- انواع ملات از نظر زمان گیرایی:

ملات‌ها از نظر زمان موردنیاز 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 شدن سخت شدن را آغاز می‌کنند و ظرف ۱۵ دقیقه بعد از مصرف، سخت می‌شوند. محل مصرف این ملات‌ها در طاق‌های ضربی آجری، تیغه‌های ۵ سانتی‌متری، انود پلاستر دیوارها یا نصب موقت قطعات، شمع کوبی‌ها و نصب سنگ‌های بلاک 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 آلمینی) از این دسته محسوب می‌شوند.

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

هم رنگ آن را روشن می‌سازد و هم به دلیل داشتن کرین آن را محکم‌تر می‌کند.



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

پرسش‌های پایان فصل

- ۱- خاک رس چگونه به وجود می‌آید؟
- ۲- آثار و عوارض احتمالی هوازدگی بر مصالح مورد استفاده در ساختمان را به اختصار شرح دهید.
- ۳- انواع اصلی خاک رس‌هایی را که در طبیعت یافت می‌شوند نام ببرید و تفاوت بین آن‌ها را بگویید.
- ۴- ترکیبات اصلی خاک رس را نام ببرید.
- ۵- موارد استفاده و کاربرد خاک رس را بیان کنید.
- ۶- دو نوع شناخته شده‌ی ملات و انود گلی را نام ببرید. توضیح دهید در چه جاهایی به کار گرفته می‌شوند.

فصل ششم

آجر و سرامیک

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- مواد اولیه‌ی تهیه‌ی آجر و کاشی را نام ببرد.
- ۲- انواع مختلف کوره‌های پخت آجر و کاشی را نام ببرد.
- ۳- شبوه‌های مختلف آماده کردن و پخت خشت را شرح دهد.
- ۴- ویژگی‌های یک آجر خوب ساختمانی را توضیح دهد.
- ۵- انواع تقسیمات آجر را از نظر ابعاد نام ببرد.
- ۶- تولید کاشی و درجه‌بندی آن را شرح دهد.
- ۷- طریقه و اصول به کارگیری و نصب کاشی را توضیح دهد.

مقدمه

آجر (آگور) واژه‌ای با بلی است که در گذشته برای توصیف لوح‌هایی که احکام و فرامین دولتی را روی آن می‌نوشتند و سپس آن را می‌پختند، به کار می‌رفت. زمان واقعی پیدایش آجر مشخص نیست اما گمان می‌رود برای نخستین بار از پخته شدن خاک مجاور اجاق‌های آتش به وجود آن بی‌برده باشند. اولین کوره‌های آجریزی نیز از قرار دادن لایه‌های خشت در کنار شعله‌های آتش ساخته شدند. می‌توان گفت آجر سنگ دگرگونی مصنوعی است که از پخته شدن خاک رس در ابعاد و اندازه‌های دلخواه به دست می‌آید و اولین عنصر پیش ساخته با تولید ابوه 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، انوده گچی و ملات قبر ساخته شده است.



شکل ۲-۶- ایوان مدائن از آثار دوره ساسانیان

ساختمان برج بابل (۵۰۰۰ سال پیش)، چغازنبیل در جنوب شرقی دزفول مربوط به تمدن/یلامی 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 متر 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 تهیی آجر

خاک آجر معمولاً مخلوطی است از خاک رس، ماسه، فلدسپات، سنگ آهک، سولفات‌ها، کانی‌های آهن^۱ و برای تهیی آن به خاک رس خالص نیاز نیست. خاک رس مناسب برای آجر نباید در صد زیادی آهک داشته باشد، زیرا باعث می‌شود کیفیت لازم را پس از پخت نداشته باشد. عناصر اصلی خاک رس آجریزی 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، ترد و بوک بوده و مقاومتش کم است.

— آلومین: آلومین بخش شکل‌بندی 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 110°C – 115°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، متزیم، سدیم، بتاسمیم، 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^۱ درمی‌آید. اگر سنگ آهک به صورت دانه درشت در خاک خست 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 (الوئک).

– 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، کارگداز آور را انجام می‌دهد. اگر اکسید آهن (سه ظرفیتی) در خاک آجر به پنج درصد وزن آن بر سد دمای ذوب را کاهش می‌دهد و رنگ آجر نیز سرخ می‌شود.^۲

– 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^۳ به محوطه‌های کارخانه آجریزی انتقال می‌دهند.

۲ – آماده‌سازی خاک : مواد بنایی 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 می‌شود.

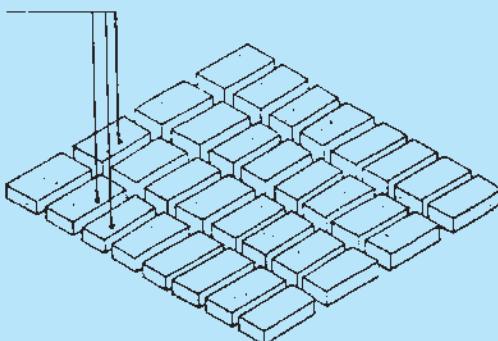
۲ – این نوع خاک به دلیل این که پس از پختن تقریباً نم و رطوبت را به خود جذب نمی‌کند و در برابر آب نسبتاً نفوذ ناپذیر است، برای ساختن لوله‌ی سفالی (تبوشه) استفاده می‌شود.

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

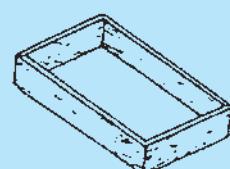
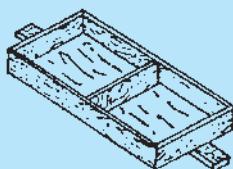
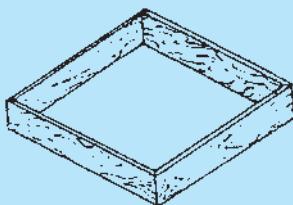
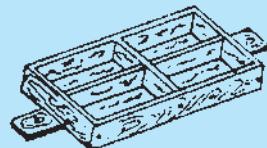
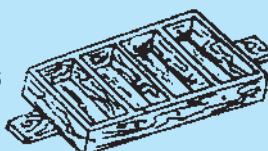
۳- تهیه گل و قالب‌گیری خشت (خشت‌زنی) :

الف) تهیه‌ی گل و خشت‌زنی به روش دستی : منظور از آماده کردن و تهیه‌ی گل، فراهم نمودن گلی یک دست و عاری از کلوخه و مواد خارجی است. در روش سنتی پس از سرنده کردن و یک دست نمودن خاک، آخوره‌ای درست می‌کنند و حدود ۳۵ تا ۳۰ 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



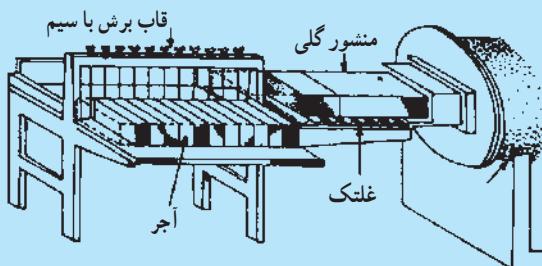
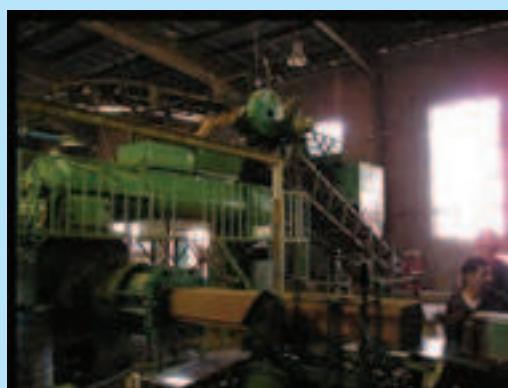
کلاف قالب «کشیده» بدون ته
قالب جفتی «خشتی» ایرانی
کلاف قالب تکی مرتع «خشتی» بدون ته
نواع قالب‌های دستی خشت‌زنی و نحوه چیدن خشت‌های خام

ب) خست زنی به روش کارخانه‌ای: سه روش عمدی کارخانه‌ای برای قالب‌گیری گل و خست زنی 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 ماشین مکنده‌ای شبیه به چرخ گوشت به نام «اکسترودر» عبور داده می‌شود و هوا زدایی می‌گردد. سپس با سیم برش بریده می‌شود. خست تهیه شده به دستگاه خشک کن منتقل می‌شود.

۲. روش گل سفت: در این روش ۲۵ تا ۲۰ درصد وزن خاک به آن آب اضافه می‌شود. و ادامه‌ی 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 8 kg/cm^2 ؛ خاک نمناک را با دستگاه، پرس و به خست تبدیل می‌کنند. در این روش نیازی به خشک کردن خست نیست.



قالب‌گیری خست و تبدیل آن به قالب‌های آجر یا بلوك

۴- انواع روش‌های خشک کردن خست :

- الف) قرار دادن خست در هوای آزاد به مدت ۱۳ تا ۱۵ روز
- ب) استفاده از کوره‌ی حلقه‌ای هوفمان و قرار دادن خست در اتاق‌های کوره (قمیرها) یا بام آن
- پ) استفاده از اتاق گرم (گرم خانه). گرم خانه اتاق بلند و باریکی است که از پایین آن هوای داغ و از بالا رطوبت فضای مکیده می‌شود.



گرم خانه برای خشک کردن خست‌ها و سفال‌های خام

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

پس از خشک کردن خست، 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 (آجریزی): پس از خشک شدن خست‌ها، آن‌ها را در کوره

می‌چینند. خست‌های خشک باید طوری در کوره چیده شوند که گازهای داغ و شعله بتوانند از لابه‌لای آن‌ها عبور کند. پختن آجر یعنی گرم‌آمدن به آن به‌طوری که آب تبلور اخاک رس بپرد و دانه‌های خاک به یکدیگر بچسبند و جسم سخت و همگنی را به وجود آورند. درجه‌ی پخت آجر از 80°C تا 120°C درجه سانتی‌گراد است و مدت پخت آجر، با توجه به نحوه‌ی رساندن حرارت به خست‌ها، 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 آجرپزی

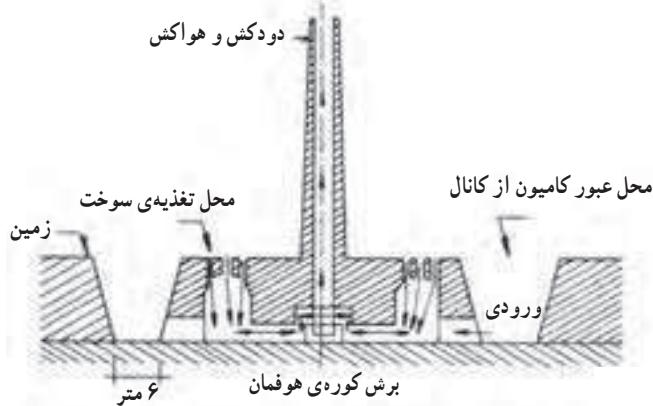
کوره تنوره ای و چاهی

این کوره ها از قدیمی ترین انواع کوره های آجرپزی 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 کمتر از این کوره ها استفاده می شود.

کوره های هو فمان^۱



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



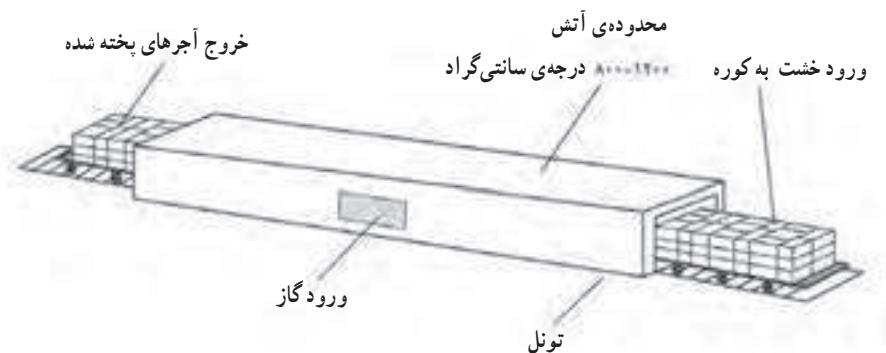
شکل ۶-۶- کوره های هو فمان حلقه ای و حلقه ای کشیده

۱- این کوره در سال ۱۸۵۸ میلادی به ابتکار یک بنای آلمانی به نام فردیک هو فمان 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 یک‌نواخت 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 شانه‌ی سلامت، توپری، مقاومت و میزان جذب آب مناسب آن است. آجری که صدای خفه بددهد یا خوب پخته نشده است و یا ترک دارد.

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

- مواد شیمیابی نباید در آجر اثر نامطلوب به جای گذارد.

- هرچه قدر ضریب انتقال حرارتی کم‌تر باشد مرغوب‌تر است.

- رنگ آجر باید یک‌نواخت باشد (این ویژگی به جنس شیمیابی و یک‌نواختی در پخت مربوط می‌شود).

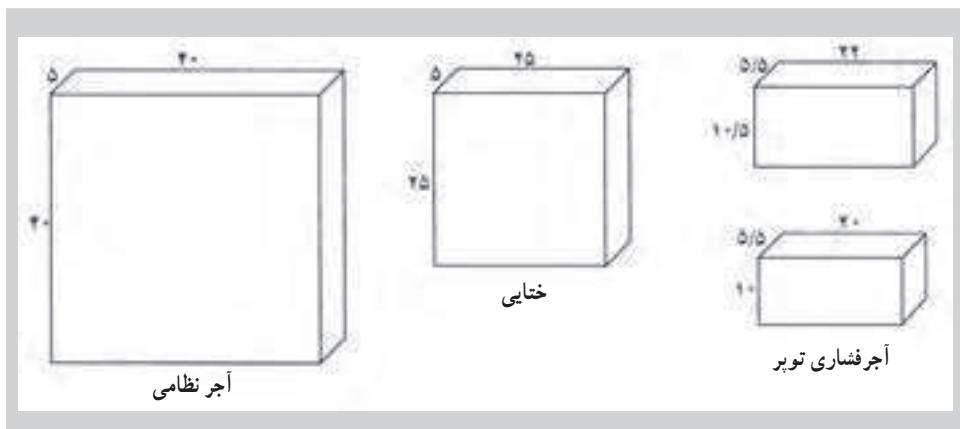
- بافت آجر باید همگن باشد.

- سطح آجر باید بدون حفره و فاقد آلومینیم 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 بخوبی زده و خرد می‌شود.
- میزان جذب کم سبب نچسبیدن ملات به آجر و زیادی جذب آب باعث ناپایداری در برابر بخوردگی می‌شود. حداقل مقاومت فشاری آجر فشاری 8 kg/cm^2 (متوسط ۵ نمونه) و آجرهای ماشینی با مقاومت زیاد 20 kg/cm^2 (متوسط ۵ نمونه) است.

۶-۶- 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) سانتی‌متر تهیه می‌شود^۱. از آنجایی که موقع خشت‌زنی با دست، گوشه‌های گل در قالب با انگشت فشار داده می‌شود، این آجر به فشاری مشهور شد. این نوع آجر برای گری چینی^۲، طاق ضربی، دیوارهای حمال، جداکننده و هم‌چنین به صورت آبساب^۳ برای نماسازی استفاده می‌شود.



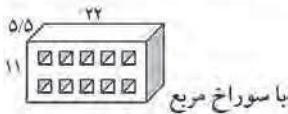
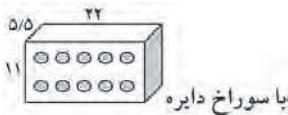
شکل ۸- انواع آجر و ابعاد آنها

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

۲- آجری که بدون برداخت در سفت کاری به کار می‌رود.

۳- آجری که سطوح آن با کمک سنباده و آب برداخت می‌شود.

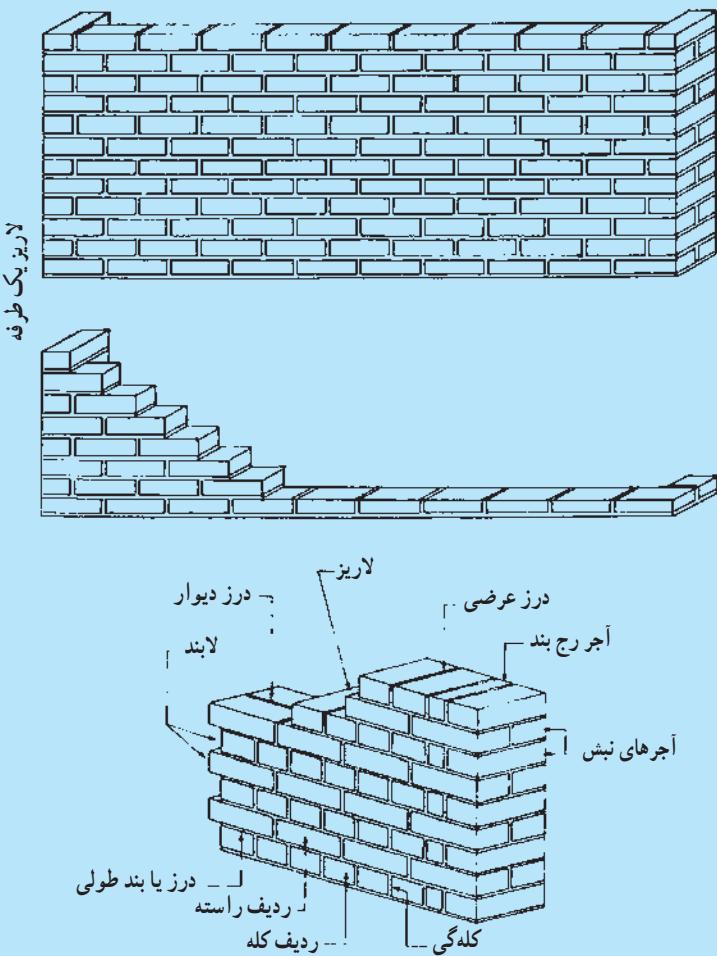
۲- آجر ماشینی یا سوراخ دار : این آجر روی سطح بزرگ‌تر خود تا 1° سوراخ به قطر $1/5$ تا 2 سانتی‌متر دارد و به دلیل ترد و شکننده بودن قابل تیشه داری نیست. ابعادش $5/5 \times 10/5 \times 22$ است^۱ و سطح سوراخ‌های آن نباید بیش‌تر از 25% سطح بزرگ‌تر آن باشد. (شکل ۶-۹)



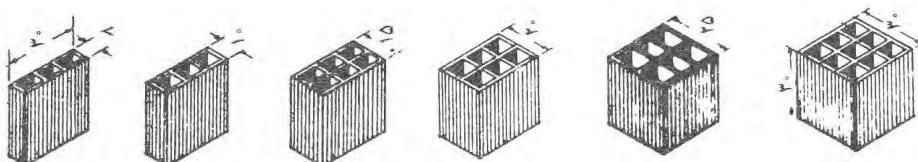
شکل ۶-۹- انواع آجر ماشینی با سوراخ دایره و مربع

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

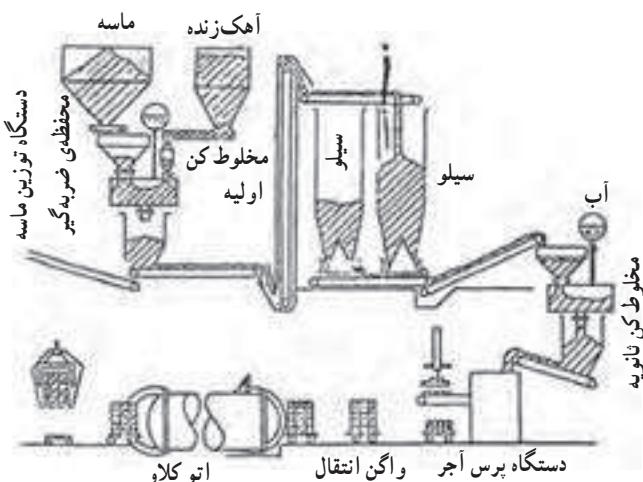


۳- آجر سفالی : این آجرها هم برای دیوار چینی و هم برای پوشش اجزای تیرچه بلوک در سقف‌ها استفاده می‌شوند و با ابعاد مختلف، که نمونه‌هایی از آن‌ها در شکل زیر می‌بینید، تولید می‌شوند. (شکل ۶-۱۰)



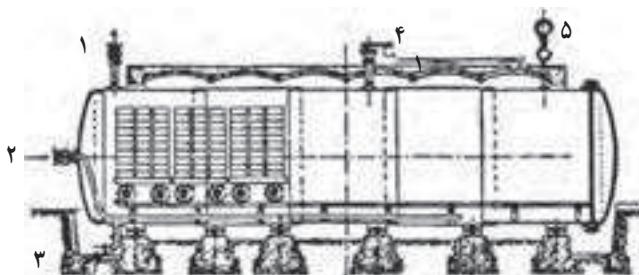
شکل ۶-۱۰- انواع آجرهای سفالی توحالی و اندازه‌ی آن‌ها

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 ۱۶-۲۱ اتمسفر و دمای ۲۵-۲۰ در مدت ۴-۱ ساعت پخته می‌شوند. این آجرها عموماً 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 تهییی آجر ماسه آهکی

این آجر دارای سطح صاف و اندازه‌های کاملاً یکسانی است و در بی‌ها، کفسازی‌ها، دیوارهای حمل 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- فشارسنگ

۶-۶- اجزاءی آجر

در گذشته مبنای تقسیم‌بندی آجر براساس ابعاد آجر ختایی^۱ 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 ۶-۱۳) بنابراین :

- ۳/۴ یک آجر کامل فشاری را سه قدمی؛
- ۱/۲ یک آجر کامل فشاری را نیمه؛
- ۱/۴ یک آجر کامل فشاری را چارک یا کلوک؛
- نصف آجر از ضخامت را لایه یا نیم لایی $20 \times 10 \times 2.5$ ؛
- و نصف آجر از عرض را قلمدانی $5 \times 5 \times 20$ می‌گویند.



۶-۶- اجزاءی 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

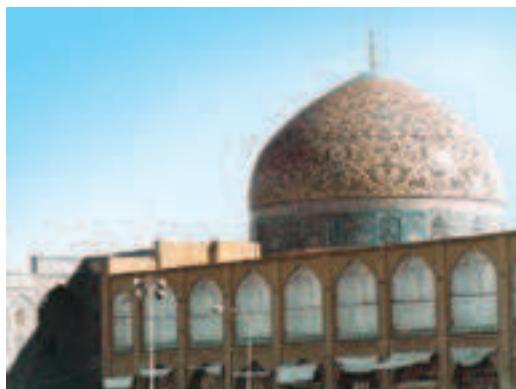
۱- نام دیگر آجر ایرانی است که ابعاد آن $5 \times 25 \times 20$ سانتی‌متر است.

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 خشن‌تر 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 فرش‌کردن کف آشیزخانه، توالت و حمام و کلیه‌ی فضاهای مروط 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 فرآورده‌ی است سرامیکی، که به سبب پخته‌شدن در درجه‌ی حرارت معین^۱، 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 می‌آورden. پس از آن که این کاشی به اندازه‌ی کافی سفت و سخت می‌شد، مجدداً آن را در قالب آهنی دیگری که دارای

۱- 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.^۱ پس از خشک شدن مراحل پخت و لعب دادن انجام می‌گرفت.

مواد اولیه‌ی کاشی: کاشی از دو قسمت، شامل بدنه و لعب کاشی تشکیل شده است. بدنه‌ی کاشی از خمیری شامل : کائولین، دولومیت، بنتونیت و تالک است و لعب آن انواع مختلفی دارد، از جمله لعب شیشه‌ای «زیر پیدا» که معمولاً با اکسید سرب، سیلیس، فلدسپات و کائولین تولید می‌شود یا لعب سفید رنگ که از اکسید قلع به دست می‌آید. برای ساخت لعب‌های 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 پیش‌تر استفاده می‌شود تا حین پخت، چسبندگی پیش‌تری 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 گلوه‌ای 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 تهیه بیسکویت : مواد اولیه، که به صورت پودر دانه‌بندی شده‌ی مرطوب در آمده، 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 ۱۰۵° 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— لعب دادن و پختن آن : عناصری چون وانادیم، کروم، منگنز، آهن، کیالت،

۱— قبل از قالب‌گیری مجدد، بدنه‌ی قالب را با نفت یا روغن بزرک آغشته می‌کردند تا گل به بدنه آن نپسند.

نیکل، مس و ... عناصر واسطه یا انتقالی برای تهیهٔ لعب رنگی محسوب می‌شوند.
اکسید کبالت برای رنگ آبی تا سرمه‌ای، اکسید آهن رنگ کرم تا حنایی 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 15×15 سانتی‌متر بوده اما در سال‌های اخیر کاشی‌هایی با ابعاد مختلف^۱ 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 لعب نگرفته و ترک روی آن‌ها مشخص می‌شود.



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

۱- 10×10 و 10×20 و 20×20 و 20×30 و 30×30 و 15×20 و 15×25 و 15×10 و 5×20 و 5×25 و 40×40 سانتی‌متر و به ضخامت ۱۱ تا ۵ میلی‌متر.

پرسش‌های پایان فصل

- ۱- مواد اولیه‌ی تهیه‌ی آجر چیست؟ عناصر تشکیل دهنده آن را بنویسید.
- ۲- انواع مختلف کوره‌های آجربریزی 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 تنسبات 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.

فصل نهم

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^۱ 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 یک‌پارچه‌ای را به وجود می‌آورد.

انواع ملات‌های آهک با ویژگی‌های مختلف از نظر نحوه‌ی خودگیری مانند شفته‌آهک (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 پایدار کردن زمین‌ها، بی‌سازی راه‌ها و جلوگیری از روییدن گیاهان در شانه‌ی خاکی راه‌های آسفالتی 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 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

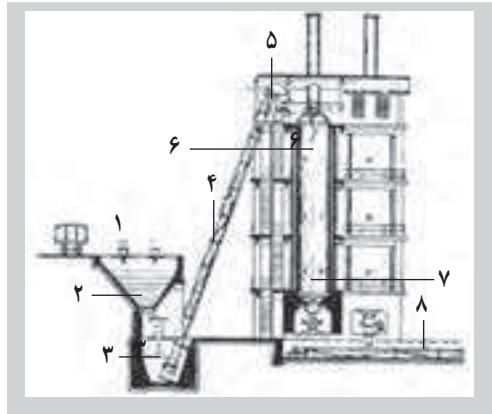
برای تهیه آهک زنده؛ سنگ آهک را می‌پزند تا گاز کربنیک آن جدا شود. در این صورت آن‌چه به جا می‌ماند کلسیم اکسید است که به آن «آهک زنده» یا «نشکفته» می‌گویند. آهک زنده پس از ترکیب با آب و شکفته شدن می‌تواند با دیگر مصالح ترکیب شود و در ساختمان مورد استفاده قرار گیرد. جنس آهک زنده به ترکیب عناصر خارجی موجود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

۲-۷- انواع کوره‌های آهک پزی

۱- کوره‌ی تنوره‌ای: این کوره قدیمی‌ترین کوره‌ی آهک پزی در کشور، پس از کوره‌های چاهی محسوب می‌شود. در این نوع کوره‌ها بوته (هیزم) و سنگ آهک به صورت لایه‌لایه و مخروطی روی هم قرار می‌گیرند و پس از گل مالی شدن، کوره را روشن می‌کنند. از این کوره برای آهک پزی کم‌تر استفاده می‌شود.

۲- کوره‌ی حلقه‌ای: این کوره بیشتر برای آهک پزی به کار می‌رود و مانند کوره‌های آجریزی هوفمان است.

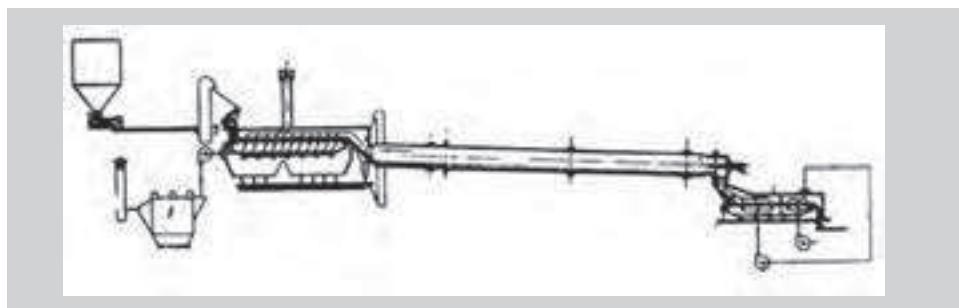
۳- کوره ایستاده: این کوره بیشتر برای تهیه آهک معمولی یا آهک مورد نیاز کارخانه‌های مانند قند به کار می‌رود. خردۀ سنگ آهک را از بالا در این کوره می‌ریزند تا ضمن حرکت به سوی پایین کوره و پخته شدن، از ته کوره تخلیه شوند. (شکل ۱-۷)



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

شکل ۱-۷-۱- کوره‌ی ایستاده آهک پزی با شبکه‌گردانه‌ی کف کوره

۴- کوره گردانه خفتۀ : کار این کوره مانند کوره سیمان‌پزی است. سنگ آهک کلوخه به درون کوره هدایت می‌شود و کلوخه آهک زنده از آن بیرون می‌رود. (شکل ۲-۷)



شکل ۲-۷-۲- کوره‌ی خفتۀ آهک پزی با محور گردانه

۷-۳ 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 شکفته‌شدن گرما پس می‌دهد. این گرما به 40° 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 آهک شویی 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 پرشود. مقداری از آب موجود در دوغاب آهک تبخیر و بخش دیگر آن در زمین اطراف جذب می‌شود. پس از این که ترک‌هایی به پهنهای 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.



تهییه‌ی آهک شکفته به روش تر (دوغابی)

۲— روش خشک : کلوخه‌ی آهک زنده را در لایه‌های ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متر روی سطح تمیزی بهن می‌کنند و روی آن آب می‌پاشند و زیر و رو می‌کنند تا بشکند. مجدداً لایه‌های دیگر به همین صورت بهن 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°C می‌رسد، بیرون نزود 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 فضای 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.^۱ آتشکده‌ها و بسیاری از بنای‌های دوره ساسانی با پیشنهاد آهکی و ملات گل آهک ساخته شده‌اند. مسجد کبود تبریز، مسجد جامع دزفول، مسجد جامع اصفهان و بسیاری از میراث‌های معماری ما روی پیشنهاد 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 آهک‌دار فلزات، به ویژه سرب، روی و الومینیوم را در خود حل می‌کند. از این‌رو لوله‌های فلزی را پیش از قراردادن در ملات‌های آهکی باید قیرانود کرد. انواع ملات‌های آهکی عبارت‌اند از :

ملات گل آهک : پس از کشف آهک و ساختن کوره‌های آهک پزی استفاده از ملاتی مقاوم‌تر که اشکالات ملات گل را نداشته باشد (پس از خشک‌شدن ترک برندار و در آب و 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 سخت‌شدن ملات گل آهک و شفته آهک مانند گرفتن و سخت‌شدن 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.^۲

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

۲- میزان آهک مورد نیاز حدود 30 kg/m^3 است.

شفته : شفته همان ملات گل آهک است که به آن قلوه های سنگ اضافه می شود و بیش تر برای بی سازی یا زیرسازی راه ها استفاده می شود. نوع دیگری از شفته به نام «شفتهی تیزان» یا «پرآهک» مشهور است و در جاهایی که نیاز به پی قوی و با استحکام بیش تر باشد به کار می رود. شفته تیزان شل است و برای هم زدن آن زمان بیش تری صرف می کند تا شفته قوام بگیرد. بهتر است شفته آهکی با دوغاب آهک ساخته شود^۱ زیرا هر چه آهک بیش تر در دوغاب حل شده باشد شفته زودگیرتر و مقاومت آن بیش تر می شود. ملات گل آهک و شفته آهکی در هوای گرم و مريطوب سریع تر می گیرد و مقاومت تر می شود. از شفته به دلیل مقاومت شد در برابر رطوبت در آهک بُری دیوار، سقف و ستون حمام ها /استفاده می شده است. آهک بُری حمام گنجعلی خان کرمان نمونه‌ی خوب و مشهور در این زمینه است.

ملات ماسه آهک : اگر در ملات گل آهک به جای خاک از ماسه‌ی کفی^۲ استفاده شود، چنین

ترکیبی را ملات ماسه آهک می گویند، که به مراتب مرغوب تر و مقاوم تر از ملات گل آهک است. (شکل ۷-۳) این ملات برای رسیدن به مقاومت خوب حتی^۳ باید در مجاورت هوا و رطوبت نگه داشته شود. در غیر این صورت فعل و انفعالات شیمیایی درون آن متوقف می شود و اصطلاحاً می سوزد و دانه های آن باهم ترکیب نمی شوند.^۴



شکل ۷-۳- سرنده کردن 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 می کند.

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

۳- میزان آهک مورد استفاده در این ملات حدود 30 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.^۱ 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 سیلیسی دار 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- آسیاب‌های شوشتار 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 15 kg/m^3 است.

ملات ساروج : این ملات از مخلوط کردن گرد آهک شکفته با خاک رس، خاکستر، مغزنه (لوبی) یا موی بز و ترکیب این مخلوط با آب درست می شود. ساروج ملاتی آبی است و به همین منظور در آب انبارها، بی‌ها 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 دوباره‌ی این خشت‌ها و ترکیب مجدد با آب و موی بز به دست می‌آید. مانند ساروجی که در بندر خمیر/استان هرمزگان ساخته می‌شود. خاکستر دارای مقدار زیادی کربن است که به ترکیب شیمیایی بهتر و سختی ملات ساروج کمک می‌کند.

پرسش‌های پایان فصل

- ۱- انواع کوره‌های 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 می‌شود؟
- 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- نحوه 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 کلسیم داری (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.^۱

۱- چنان‌چه کربن داشته باشد (زغال) خاکستری و اگر هیدرو اکسید آهن داشته باشند رنگشان زرد روشن است. FeO رنگ آن را کبود و Fe_3O_4 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 پختنی بستگی دارد.

مطالعه‌ی آزاد

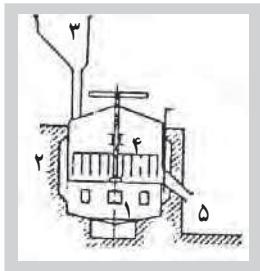
فعل و انفعالات پخت گچ در کوره به شرح زیر است :

- ۱- آب شیمیایی سنگ گچ از 10°C به بالا کم کم تبخیر می‌شود و در گرمای 18°C به کلسیم سولفات با 5% مولکول آب ($\text{H}_2\text{O}/\text{CaSO}_4$) تبدیل می‌شود. گرد گچ معمولی به سرعت با آب ترکیب می‌شود و تاب آن از تاب سنگ گچ کمتر است.
- ۲- اگر گرمای آن به 30°C برسد گچ خشک یا تشنه یعنی کلسیم سولفات بدون آب شیمیایی، CaSO_4 به دست می‌آید. گرد این گچ به اندازه‌ای میل ترکیب با آب دارد که بخار هوا را می‌گیرد و به سنگ گچ تبدیل می‌شود.
- ۳- سنگ گچ در دمای 30°C - 32°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.

۱-۸- انواع کوره‌های گچ پزی

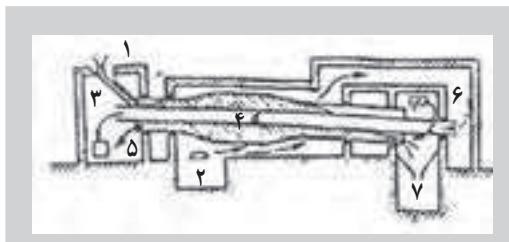
۱- کوره‌های چاهی یا تنوره‌ای : این نوع کوره‌ها قدیمی‌ترین نوع کوره‌های گچ پزی محسوب می‌شوند. سنگ گچ را در آن می‌چینند و توں کوره را آتش می‌کنند تا گچ بیزد. به دلیل این که حرارت کوره قابل کنترل نیست، همه نوع گچ ساختمانی از معمولی تا تشنه (انیدریت)، سوخته و سنگ گچ تجزیه شده در آن یافت می‌شود.

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 (ماتنند بو دادن تخمه و آجیل) و گرد سنگ گچ را به طور پیوسته هم می‌زنند تا به صورت یکنواخت بیزد. (شکل ۱-۸)



شکل ۱-۸- کوره‌ی تاوه‌ای: ۱- آتشخانه ۲- کanal دور تاوه گچ پزی ۳- قیف ورود گرد سنگ گچ ۴- دستگاه هم زننده‌ی گرد سنگ گچ در تاوه ۵- دریچه‌ی بیرون ریختن گرد گچ پخته

۳- کوره‌ی دور (گردندۀ خفتۀ): کار این کوره‌ها پیوسته است. سنگ گچ کلوخه شده را درون استوانه‌ای خفتۀ 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 ۲-۸) 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 آن را روی کوره‌های آجریزی نیز می‌پزند.



شکل ۲-۸- کوره دور خفتۀ: ۱- کلوخه سنگ گچ به کوره ریخته می‌شود ۲- آتشخانه ۳- گاز داغ به دور کوره گردندۀ 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- کلوخه گچ پخته از کوره بیرون می‌ریزد

۲-۸- زمان گرفتن ملات گچ

زمان گرفتن گچ کارخانه‌ای معمولی در ایران $9\text{--}10$ دقیقه است، اما با افزودن جسم‌های کانی، گیاهی و دامی به گرد گچ، می‌توان زمان گرفتن آن را کنترل نمود و آن را تنگ‌گیر یا کندگیر کرد.

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

* افزودنی‌های گچ برای کندگیری و زودگیری آن

۳-۸-۳- گچ مرمری یا مرمر مصنوعی^۳

این نوع گچ برای استفاده در جاهای نمناک مانند آبریزگاه، نمای پیروزی بناها مصرف می‌شود.^۴ برای تهیه‌ی گچ مرمری سنگ گچ را در گرمای $C^{\circ} ۳۰۰$ می‌پزند و آسیاب می‌کنند. این گرد را در محلول زاج^۵ خمیر می‌کنند. پس از گرفتن و سخت شدن مجدداً آن را در گرمای $C^{\circ} ۵۰۰$ می‌پزند و سپس آسیاب می‌کنند، آن گاه به مصرف می‌رسانند. رنگ گچ مرمری سفید است. ملات این گچ پس از گرفتن سخت تر می‌شود و دارای تابی بیش تراز ملات گچ ساختمانی معمولی است. برای انود 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 کوییده و از آن به عنوان چسب استفاده می‌کنند.



۳_keen

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

۵- زاج‌ها، سولفات‌های مضاعف هستند و فرمول کلی آن‌ها $2H_2O + R_2(SO_4)_2 + M_2SO_4$ است. M نماینده‌ی یک فلز قلایی مانند پتاسیم با آمونیوم و R نماینده‌ی یک فلز سه ظرفیتی مانند الومینیوم، آهن و یا کرم است که در اصطلاح عموم به آن زاج سفید گفته می‌شود. مانند پتاسیم سولفات‌ K_2SO_4 .

۴-۸- ویژگی‌های گچ

- وزن مخصوص گچ کیسه‌ای $1/2 \text{ T/m}^3$ است.
- ۲- رنگ گچ ساختمانی سفید است و سطح پوشیده شده‌ی با آن را می‌توان با رنگ لعابی یا پلاستیکی یا روغنی رنگ کرد. در دوره‌ی صفویه به ملات گچ رنگ اضافه می‌کردند و اندود رنگی پس از خشک شدن رنگش باقی می‌ماند.
- ۳- گچ گرما و صدا را پخش نمی‌کند و در برابر آتش سوزی مقاوم است. ملات گچ یخ نمی‌زند و می‌توان تا سرمای زیر ده درجه سانتی‌گراد در کاربنایی از آن استفاده کرد.
- ۴- با اضافه کردن افروزنی‌ها مانند نمک طعام، گردآهک و سربش می‌توان زمان گیرایش گچ را سریع‌تر نمود یا آن را به تأخیر انداخت.
- ۵- ملات گچ ساختمانی هنگام گرفتن یک درصد حجمش زیاد می‌شود و همه سوراخ‌های ریز پوسته رومالی پر می‌شود. از این‌رو می‌توان سطوح‌های بزرگ را بدون این که ترک بخورد اندود کرد.
- ۶- سطح یرونی گچ چون پوک نیست و سوراخ ندارد قارچ نمی‌زند و حشره در آن لانه نمی‌کند. گچ در برابر نفوذ رطوبت ضعیف است و اگر این پوسته آب بمکد و آب به آستر بررسد گچ طبله می‌کند و باید آن را کند و دوباره تجدید نمود.
- ۷- ملات گچ با فلزات سولفات درست می‌کند. از این‌رو در پوشش‌های طاق ضربی برای پیش‌گیری باید تیرآهن را به خوبی با ضد زنگ رنگ کرد.

مطالعه‌ی آزاد

ویژگی‌های فیزیکی انواع گچ ساختمانی

زمان گیرش (دقیقه)	دانه‌بندی		نوع گچ
	مانده‌ی روی الک (درصد وزنی)	چشم‌الک (میلی‌متر)	
۱۰ تا ۱۵	۸ تا ۴	صفرا	۲/۵
		کمتر از ۵	۱/۴
۸ تا ۴	۱۵ تا ۸	۰/۵	۰/۵
		صفرا	۰/۵۰
۸ تا ۴	۲ تا ۱	کمتر از ۲	۰/۲۵
			گچ پرداخت (اندود)

۸-۵- مصارف گچ

صارف گچ زیاد است و از گچ ریزی برای پیاده کردن نقشه ساختمان تا ساختن انواع ملات های گچی و سفید کاری، سنگ کاری، مجسمه سازی، گچ بری، اجرای ابزارهای گچی و صنعت سیمان سازی استفاده می کنند. (شکل های ۸-۳ تا ۸-۵)



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



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

ملات گچ و خاک را در انود آستر روی دیوار و زیر سقف و ساختن طاق ضربی و ملات گچ خالص را در سفید کاری و گچ بری مصرف می کنند.

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

نوع گچ	موارد مصرف
گچ ساختمانی * $\text{CaSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	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 60° درصد باشد.
گچ انود ** $\text{CaSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	انودهای داخلی در مناطقی که میزان رطوبت نسبی هوا کم‌تر از 60° درصد باشد.
گچ مرمری - ملات گچ و آهک	انودهای داخلی و نماسازی در مناطقی که میزان رطوبت نسبی هوا بیش از 60° درصد باشد.

* در استاندارد ایران به نام گچ زیرکاری نام‌گذاری شده است.

** در استاندارد ایران به نام گچ پرداخت نام‌گذاری شده است.



شكل ۱-۵- طریقه‌ی گچ کاری دیوار

با گچ و پوست برنج یا پوشال یا کاه دیوارهای (صفحه) گچی به ضخامت ۸cm تا ۱۲ cm و ابعاد $100 \times 50 \times 50$ cm می‌سازند. دیوارهای کلفت‌تر را توخالی می‌سازند.

در حال حاضر نوعی از صفحات گچی^۱ پیش ساخته و سبک با ضخامت ۱/۵ تا ۵ سانتی متر و با نام های تجاری مختلف تولید می شود که در دیوارهای جدا کننده کاربرد دارد.

۶-۸- 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 هارا در آب پاشید تا روحی همهی دانه های آن آب انود شود، سپس آن را باید خوب هم زد تا مورد استفاده قرار گیرد.

ملات گچ زودگیر 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 پیشگیری از ایجاد موج روی سطوح وسیع، که از گذشته به جای مانده، قاب سازی و گچ بری است. گچ بری هایی به جای مانده از زمان اشکانیان، ساسانیان و دوران اسلام نمونه هایی از این نوع است. (شکل ۶-۸)

شکل ۶-۸- گچ بری مسجد شاه ولی تفت

مقدار آبی که برای یک کیلوگرم پودر گچ لازم است تا تبدیل به ملات شود از نظر تئوری بست درصد وزن آن است (۲٪ لیتر) اما برای این که شکل پذیری بهتری در ملات به وجود آید و کارگران مجال کار کردن با آن را داشته باشند حدود ۷٪ تا ۸٪ درصد وزن گچ به آن آب اضافه می کنند. و در این صورت بخشی از منافذ آن، به دلیل افزایش حجم گچ، پر می شود ولی بخش دیگر به صورت فضاهای خالی باقی می ماند.

۶-۸-۷- ملات های گچ

گچ را می توان به صورت انود روى دیوار یا ملات در طاق های خشتشی یا آجری به کار گرفت.

۱- Gypsum board

انواع ملات‌ها و اندودهای گچی به شرح زیر است:

ملات گچ و خاک : گچ و خاک یکی از پر مصرف‌ترین ملات‌های زودگیر در ساختمان‌سازی است که در آن از خاک رس سرند شده و پودر 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 می‌شود. خاک موجود در ملات آن را شکل پذیر (پلاستیک)، دیرگیر و از نظر اقتصادی ارزان کم‌تر می‌شود.

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 سنگ کاری‌ها سنگ پلاک به صورت موقت توسط ملات گچ نگهداری می‌شود تا بتوان پشت پلاک‌ها را دوغاب ماسه سیمان ریخت.^۱ 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 شستشو 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 باید 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 باید 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 سریش به ملات گچ آن را به گونه‌ای تهیه می‌کردند که هنگام تکیه‌دادن به دیوار لباس‌ها سفید نشوند.

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

پرسش‌های پایان فصل

- ۱- چهار مورد از کاربردهای گچ را در ساختمان نام بیرید.
- ۲- فرآیند تبدیل سنگ گچ به گچ ساختمانی را به اختصار بنویسید.
- ۳- انواع کوره‌های گچ‌بزی را نام بیرید 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 بیرید.
- ۶- چهار مورد از ویژگی‌های گچ ساختمانی را بیان کید.
- ۷- گچ کشته چگونه ساخته می‌شود؟
- ۸- ملات‌های گچی چگونه و در چه حجم‌هایی ساخته می‌شود؟

فصل نهم

چوب

هدف‌های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- نحوه‌ی کاربرد چوب را در ساختمان شرح دهد.
- ۲- ساختمان درخت و قسمت‌های مختلف آن را، که استفاده ساختمانی دارد، شرح دهد.
- ۳- انواع چوب‌ها 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 عرضه‌ی چوب را به بازار شرح دهد.
- ۷- نحوه‌ی تهیه و تولید روکش و تخته‌های چندلایی را توضیح دهد.
- ۸- معایب چوب و نحوه‌ی حفاظت از آن را نام ببرد.
- ۹- چند نمونه از اتصالات چوبی را نام ببرد.

مقدمه

چوب بافت سلولزی آلی^۱ است که عمدترين عناصر تشکيل دهنده‌ی آن کربن و اکسیژن^۲ است.

-
- ۱- غشاء سلول‌های گیاهی که جسمی جامد، بی‌بو و بی‌طعم 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 سکونتگاه‌های انسانی با کمک آن ساخته شده است.



در گذشته‌های دور بیشتر 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 کمتر شده است.

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

در ایران قدیم ساختمان‌های روستایی، شهری، بیل‌ها، 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 قاپوی اصفهان دیده می‌شود. (شکل ۹-۲)



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

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

۹- ساختمان درخت

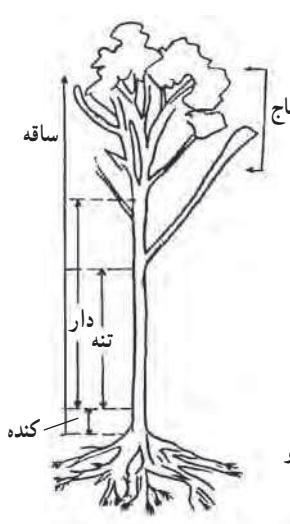
درخت از ریشه، تنه و اجزای بالایی (شاخه، برگ و ...) تشکیل شده است. ریشه‌ها با فرورفتن در خاک، رطوبت و مواد معدنی موجود در آن را جذب می‌کنند و به تنه می‌رسانند. تنه درخت شاخه‌ها و قسمت‌های بالایی را تقویت و تغذیه می‌نماید و امکان رساندن آب و شیره‌ی درختی از ریشه به برگ‌ها و بالعکس را فراهم می‌کند. (شکل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

در برش عرضی تنه 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 (الایه‌ی مرده) و درونی (الایه‌ی 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 تنه 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 متسلسل از لوله (آوند)‌های متعدد در کنار هم است.



شکل ۹-۳- فتو(نور) سنتز عمل غذاسازی برای درخت است که در این فرآیند درخت CO_2 را می‌گیرد و به اکسیژن، قند و مقداری انرژی تبدیل می‌کند. عمل فتوسنتز نیاز به انرژی مواد معدنی و کلروفیل دارد.



۹-۲- چوب

همان طور که گفته شد چوب محکم ترین و مقاوم ترین قسمت درخت است که از تعدادی حلقه‌ی باریک و هم مرکز 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

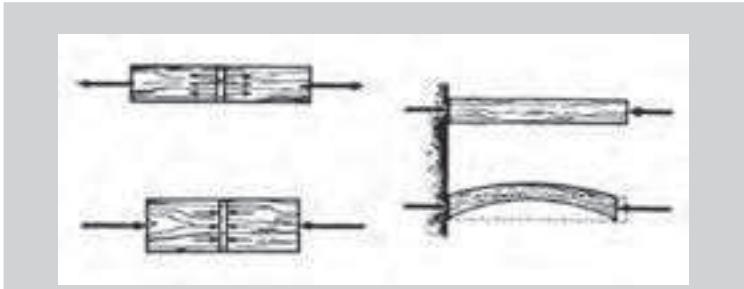
(الف) سخت چوب‌ها : سخت چوب‌ها شامل چوب درختان پهن برگ مانند گردو، بلوط و چنار است.

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 نازک کاری (مثالاً کف‌پوش، قرنیز و ...) ساختمان به کار می‌روند. (شکل ۹-۴)



شکل ۹-۴- ارسی نه لنگه‌ای حسینیه‌ی 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 فضاهای داخلی بنا، تخته‌ی قالب‌بندی 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 (مثلًاً 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 زیبایی شناختی و حسی می‌تواند گوناگون

باشد و سلیقه‌های متفاوتی را ارضا کند. مانند چوب گرد که به دلیل رنگ مناسب خواهان زیاد دارد. دوام چوب با تیرگی رنگ آن رابطه مستقیم دارد و چوب‌های تیره رنگ معمولاً با دوام ترند. 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 تزیینی) 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 خمی 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 پر و خالی بودن فضاهای 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 سلول
تشکیل می‌دهد، که از نظر صنایع شیمیایی اهمیت فوق العاده 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 پنه را که از جنس
سلولز است برای لباس استفاده می‌کنند).

– حرارت : سلولز در 15°C تغییر رنگ می‌دهد و در 30°C تجزیه می‌شود.

– اسیدها و بازها : در صورتی که غلیظ باشند بر آن اثر می‌گذارند و در غیراین صورت اثر
چندانی بر آن نمی‌گذارند.

۵-۹- 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 از دیابد 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 (20% 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 یک دیگر 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.

۶-۹- اشکال گوناگون چوب از نظر مصرف

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

(الف) چوب‌های گرد : چوب‌های گرد قطری بین cm ۷۰-۱۴ و طولی بین m ۲/۵-۱۸ 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 cm ۲۰ و سر دیگر cm ۵ 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، خرد چوب و خاک‌اره.

مطالعه‌ی آزاد

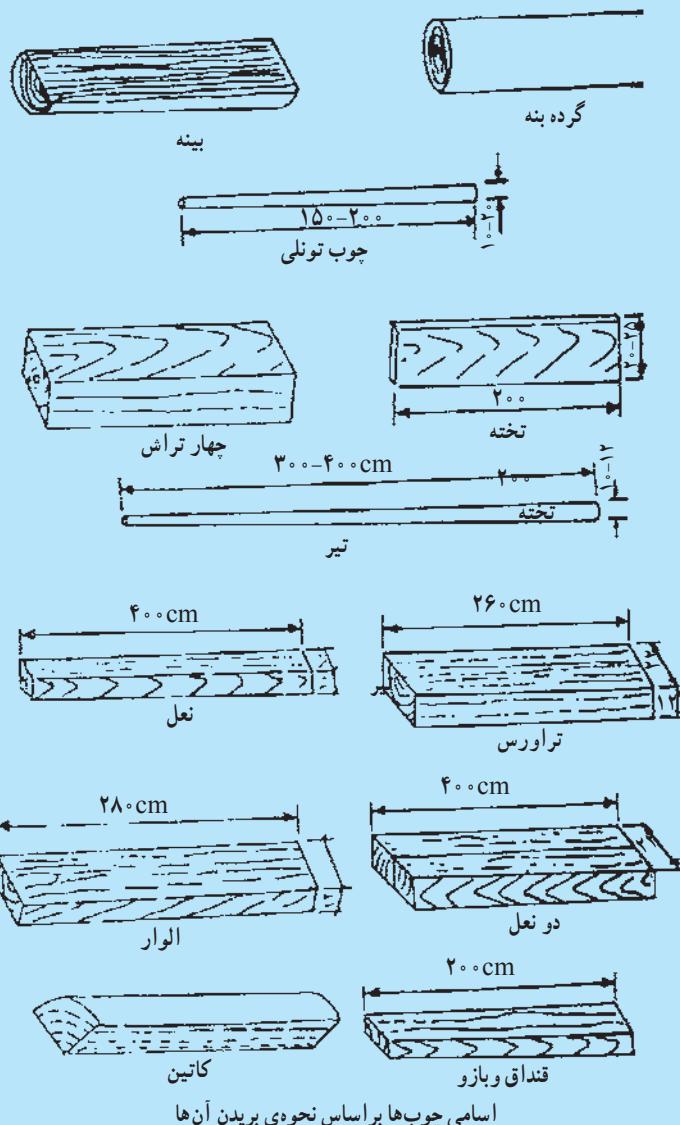
- گرده بنه (بنه) : چنان‌چه تنه گرد درخت را بر حسب نیاز به قطعاتی با طول مورد نظر ببرند، گرده بنه به دست می‌آید.

- نیم‌بنه (بنه) : چوبی است که از تقسیم چوب گرده به دو نیم به دست می‌آید.

- تیرگرد یا شمع : چنان‌چه 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 پیش تر است. ^۱ الوار ممکن است چهارگوش یا سه گوش باشد.
- تخته : چوبی با مقطع مستطیل، به طول 6 m ، عرض 25 cm و به ضخامت 7 تا 2 سانتی متر است. ضخامت تخته از همه انواع دیگر چوب کمتر است.



۱- اندازه ابعاد سطح مقطع 15×20 ؛ 20×30 ؛ 25×40 سانتی متر می‌باشد.

- خرد چوب :** سرشاخهای درخت یا قطعات کوچک و غیرقابل 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 خاکهای 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

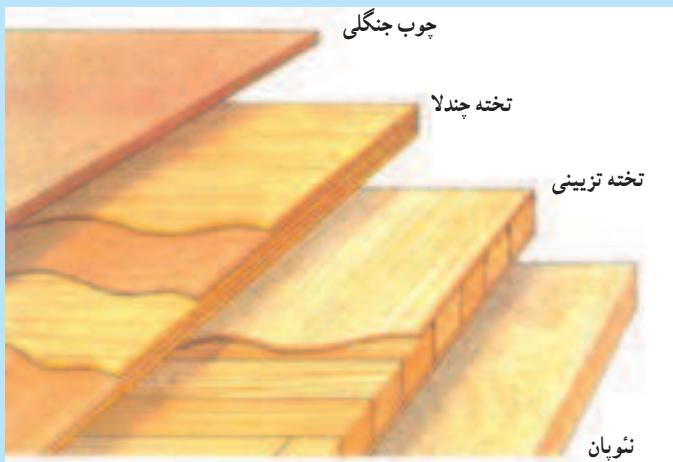
پ) چوب‌های روکش‌دار (سه‌لایی و هفت‌لایی) : برخی از چوب‌ها خصوصاً انواع زیبای آن معمولاً کم یاب و گران‌اند. گردهی این چوب‌ها را به صورت لایه‌های نازک ورقه‌ای (روکش) آماده می‌کنند و از آن در تولید تخته‌های سه‌لایی، هفت‌لایی و انواع تخته‌های روکش‌دار استفاده می‌نمایند.

از زائدات چوب می‌توان تخته‌های نئوپان، تخته فیبر و صفحات چوب سیمان^۱ 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.

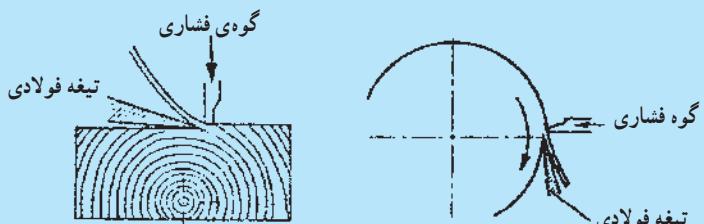
مطالعه‌ی آزاد

تهیه چوب‌های روکش دار: برای این منظور معمولاً سطح چوب‌های نامرغوب و ساده یا سطح تخته‌های مصنوعی، مانند نوپیان 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 $3/8$ mm نیز می‌رسد.



مقاطعی از تخته‌های نوپیان، چندلایی، چوب جنگلی و تخته‌های تزیینی

برای ساخت این چوب‌ها لایه‌های نازک روکش را به ضخامت ۱ تا ۲ میلی‌متر در جهت مخالف الیاف روی یک دیگر قرار می‌دهند و بین آن‌ها چسب زده می‌شود. سپس این لایه‌ها با پرس گرم و تحت فشار به یک دیگر می‌چسبند. روی لایه‌ی نهایی این تخته‌ها، می‌توانند انواع روکش‌های تزیینی از چوب‌های مرغوب و زیبا مثل گردو، آکاژور، ساج و ... بحسابانند. تخته‌های چندلایی (هفت‌لایی) 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 هفت‌لایی

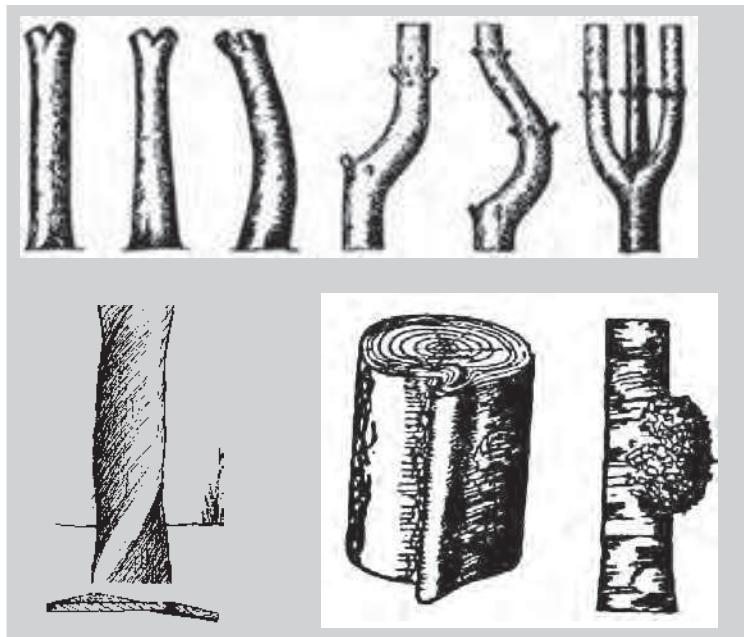
ت — تخته‌های گلولام^۱ : گلولام شیوه‌ای است که در آن قطعات چوب کوچک، که به لحاظ شکل و فرم و اندازه محدودیت استفاده از آنها وجود دارد، از طریق چسباندن لایه‌ها روی هم به اندازه‌های بزرگ یک پارچه و فرم‌داری مبدل می‌شوند. با استفاده از قطعات و تیرهای گلولام می‌توان نیاز به تیرها و چوب‌های خم شده (انحنادار) 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.

۹-۷- معايب چوب و چگونگي حفاظت از آن

ارزش‌های هنری، مهندسی، کارکردی و تجاری چوب به واسطه‌ی معايب آن پایین می‌آيد. عیوب چوب باعث می‌شود که عمر، مقاومت و زیبایی آن لطمہ بییند. به همین دلیل شناخت معايب چوب و تلاش برای رفع این معايب در صنعت چوب اهمیت فراوانی دارد. عیوب چوب ممکن است گره، ترک، پیچ خوردنگی، یک طرفه رویدن، برشاخ و برگ بودن باشد که اغلب به هنگام رویدن درخت به وجود آيد. (شکل ۹-۶)



شکل ۹-۶- تصاویر معايب طبیعی موجود در چوب

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

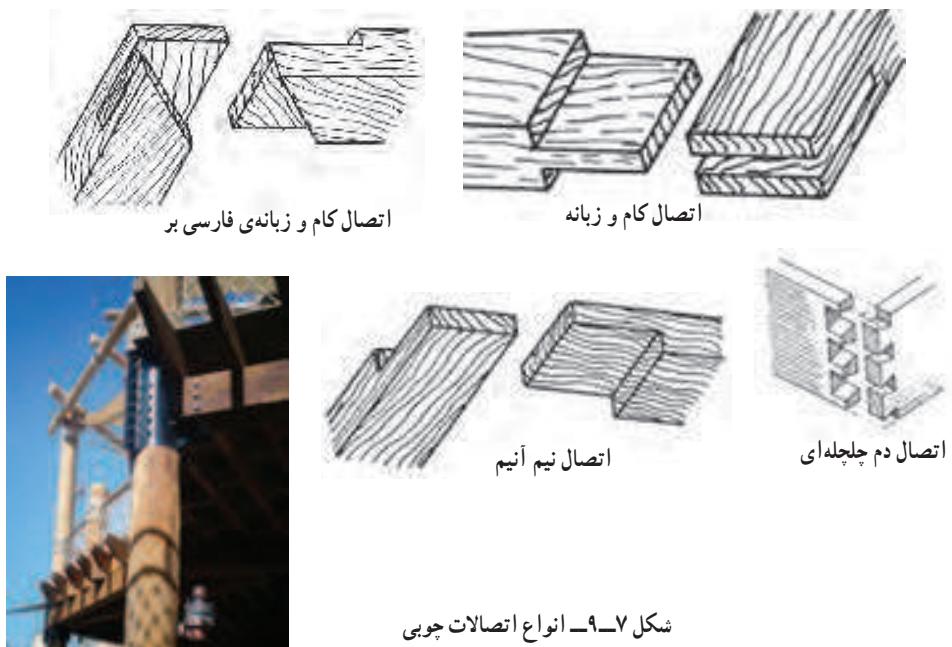
چوب را می‌توان از طریق اشباع کردن با مواد شیمیایی، رنگ، ترکیب لاک و الکل، کیلر، پلی استر، سوزاندن سطح چوب، قیرانود کردن در برابر آفات، حشرات، تغییرات شرایط آب و هوایی، اسیدها و قارچ‌ها محافظت نمود.

۹-۸- حفاظت چوب در برابر آتش سوزی

یکی از مهم‌ترین عیوب چوب خطر آتش سوزی آن است. روش‌های مختلفی برای محافظت چوب در برابر آتش سوزی وجود دارد. انود کردن توسط پوشش‌های گچی؛ استفاده از آب شیشه^۱ و رنگ‌های ضد اشتعال و ضد آتش (سیلیکونی) از این روش‌ها محسوب می‌شوند. این رنگ‌ها ویژگی ضد آتش فوق العاده‌ای دارند. مواد قابل احتراق این رنگ‌ها از مواد قابل احتراق چوب کم‌تر است به همین دلیل خاصیت ضد اشتعال دارند. این رنگ‌ها در هنگام بروز آتش یا مواجه شدن با حرارت دودهای شعله خفه کن تولید می‌کنند، یا به ماده اسفنجی عایق حرارت تبدیل می‌شوند و از بروز آتش سوزی یا گسترش آن جلوگیری می‌کنند. (شکل ۹-۷)

۹-۹- اتصالات چوبی

اتصال قطعات چوب به یک‌دیگر با استفاده از میخ، پیچ، چسب و انواع برش‌هایی که در چوب ایجاد می‌شود صورت می‌گیرد. در اشکال زیر برخی اتصالات چوبی نشان داده شده است.



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

پرسش‌های پایان فصل

- 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.

فصل دهم

فلزات

هدف‌های 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- روش‌های مختلف تولید فولاد را شرح دهد.
- ۴- مقاطع مختلف فولاد ساختمانی را توضیح دهد.
- ۵- نقش عناصر اصلی تشکیل دهنده‌ی فولاد را در کیفیت فولاد تولیدی شرح دهد.
- ۶- مهم‌ترین کاربردهای فلز آلومینیوم را نام ببرد.
- ۷- مهم‌ترین کاربردهای فلز مس را نام ببرد.

مقدمه

هنگامی که انسان آتش را کشف کرد و به کار گرفت با فلزات رو به رو شد و اندکی بعد ریخته‌گری و ذوب فلزات تولد یافت. مس اولین فلزی بود که در کارگاه ریخته‌گری 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 دوره‌ی برنز در حدود پنج هزار سال قبل از میلاد آغاز گردید. براساس شواهد تاریخی اولین انسان‌هایی که از فلز استفاده کردند مردمان سرزمین‌های بین النہرین^۱ (بغذش‌هایی از ایران قدیم، عراق و ترکیه) بودند.

۱- ناحیه‌ای در آسیای غربی در امتداد رودهای دجله و فرات و بین آن‌هاست 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 کلیه‌ی 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 آن هاست.

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.

صرف این فلز از ابتدای قرن ۱۸ و با انقلاب صنعتی رویه 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. (شکل‌های ۱۰-۱ و ۱۰-۲)



شکل ۱۰-۱ - 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 مر hon Sir Henry Bessemer است که در سال ۱۸۵۵ امکان تولید انبوه اقتصادی آن را از طریق دمین اکسیژن در فلز مذاب به وجود آورد.

چدنی را برای استفاده در ساختمان میسر کرد.



شکل ۲-۱°- 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^۱ (قصر بلوری، لندن ۱۸۵۱) بود که توسط ژوزف پاکستون^۲ ساخته شد. برج ۳۰۰ متری ایفل (بدون درنظر گرفتن آتن 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^۳ به دست می‌آورند و سپس با استفاده از آن چدن و فولاد می‌سازند. آهن در هوای مرطوب زنگ می‌زند و به هیدروواکسید آهن تبدیل می‌شود. آهن خالص مصرف ساختمانی ندارد. سنگ‌های آهن معمولاً خالص نیستند و دارای ناخالصی‌های سیلیسی، رسی یا آهکی‌اند.^۴ 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- آهنه‌ی است که به تنهایی استفاده‌ی ساختمانی ندارد و ماده‌ی اولیه‌ی تهیه چدن و فولاد و دیگر آلیاژهای آهنه‌ی است.

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

هیدروواکسید آهن، کربنات آهن و یا سولفور آهن باشد. استحصال آهن از سنگ‌های آهنی که کمتر از ۲۵٪ وزنشان آهن داشته باشند مقرن 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 بین) 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^۱ 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 بسوazاند و سیلیس آن را بگیرند تبدیل به چدن می‌شود).

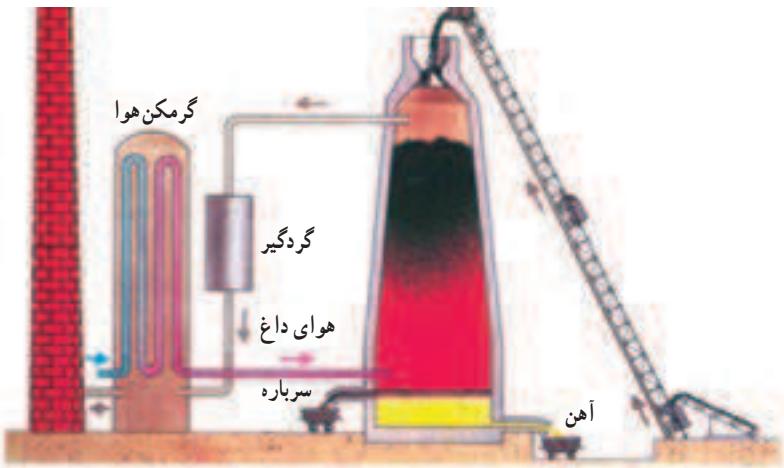
۱۰- انواع کوره‌های آهن‌گدازی

۱- کوره آهن‌گدازی بلند: این کوره از سه قسمت توره، آش‌خانه و بوته تشکیل شده و سوخت آن کک است. (شکل ۱۰-۳) توره در بالا، آشخانه در میانه و بوته در پایین کوره جا دارند. در بالای توره دریوشی است که از بیرون رفتن گاز کوره و حرارت آن جلوگیری می‌کند. دور این دریوش 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 توره‌ای یا خفتة، 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 بھن می‌کنند. در صنایع فولاد دستگاه نورد برای شکل دادن به فولاد استفاده می‌شود.



شکل ۳-۱۰- تصویر شماتیک کوره‌ی بلند آهن‌گذاری

۳-۱۰- 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^۱ : 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.^۲ معمولاً نسبت کربن در اکثر فولادها کم‌تر از یک درصد است.

(جدول ۱۰-۱)

۱- Steel

۲- میزان کربن به $1/5 - 1/2\%$ برسد.

جدول ۱-۱۰- تأثیر عناصر آلیاژی بر خاصیت فولاد

عنصر 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	شکنندگی
کرم و مس	پیش‌گیری از زنگ‌زدگی

فولاد ساختمانی زنگ نزن : برای این منظور حداقل ۱۲٪ وزنی فولاد به آن کرم اضافه می‌شود. علاوه بر این آلیاژهای فولادی دیگری که در برابر زنگ زدگی مقاوم‌اند نیز وجود دارد. حلبی ورقی فولادی و نازک با پوشش قلع است و آهن سفید ورق نازک فولادی با ضخامت کم و پوشش روی است و هر دو در برابر زنگ زدن 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 تغار 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 با گازانبر از کوره بیرون می‌آوردند و با پتک به آن می‌کوییدند تا سرباره‌ی آن بریزد و به شمش تبدیل شود. چند شمش را به همین ترتیب با یک دیگر دسته می‌کردند و مجدداً در کوره گرما می‌دادند تا سرخ شود و با پتک سنگین آن‌ها را یک پارچه می‌کردند. کوره‌های آهنگری قدیمی با همین روش فولاد تهیه می‌کردند.

روش دیگر که امروزه برای تولید فولاد استفاده می‌شود اکسیژن دهی یا شعله‌دادن به آهن مذاب است. در این روش ابتدا آهن خام تولید شده را با تغارهای فولادی به تانک مخلوط کن 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 در پاتیل‌های فولادسازی تخلیه می‌کنند و به آن اکسیژن وارد می‌کنند تا کرین مازاد آن گرفته شود. فولاد برای مقاصد و مصارف گوناگون آماده می‌شود و بر این اساس عناصر



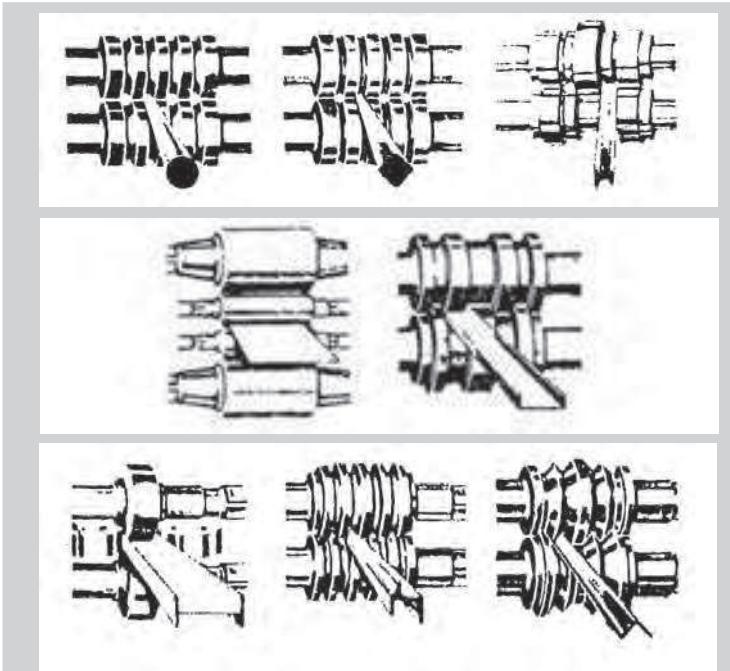
اکسیژن به داخل دمیده می‌شود

تصویری از پاتیل تهیه فولاد به روش اکسیژن دهی

تشکیل دهنده آن را تنظیم می‌کنند. مثلاً برای تهیه فولاد خشکه، که در صنایع نظامی و ساخت مته و ... کاربرد دارد، فولاد بدست آمده از کوره‌های فولادسازی را در بوته‌های نسوزی به ظرفیت $kg\text{--}40\text{--}30$ 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 مورد نظر 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 1140°C — 1050°C سرخ می‌کنند تا به خمیر سفت تبدیل شود. سپس این خمیر را نورد می‌زنند. قطعه‌ی فولاد مورد نظر باید از فرقه‌های چند دستگاه نورد بگذرد تا به شکل مورد نظر درآید. (شکل ۴—۱)



شکل ۱-۴—نورد فولاد در مقاطع با اشکال مختلف

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

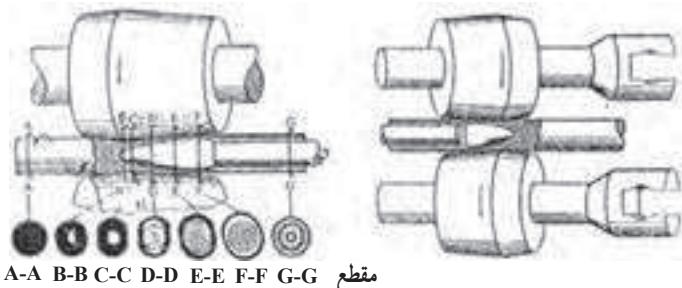
آهنگری: آهنگری و چکش کاری قدیمی‌ترین روش شکل دادن به فلزات است. در قدیم چون روش چکش کاری بیشتر برای شکل دادن قطعات آهنی نظیر نیزه، شمشیر، سپر و قطعات کشاورزی به کار برده می‌شد به آن آهنگری می‌گفتند. برای این منظور ابتدا به فولاد حرارت می‌دهند تا به صورت خمیری سفت درآید، سپس آن را با پتک می‌کوبند یا چکش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

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 می‌کشنند. چون کشیدن فولاد سرد بر سختی آن تأثیر می‌گذارد و خطر پاره شدن را به همراه دارد، گاهی اوقات ابتدا به آن گرمایی دهند تا سرخ شود و سپس کشیده می‌شود.

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

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

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



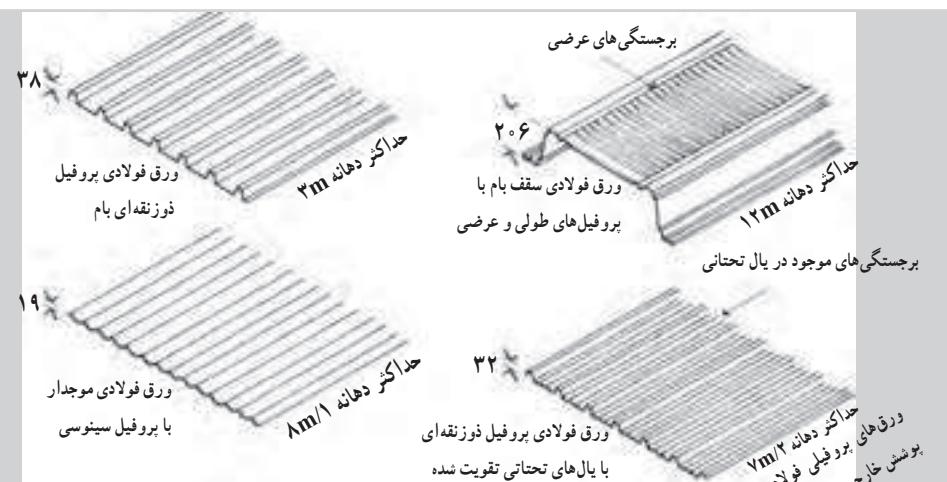
شکل ۱۰-۵— تولید لوله بدون درز توسط مغزی گذاری

۱۰-۴— اشكال و مقاطع مختلف فولادهای ساختمانی

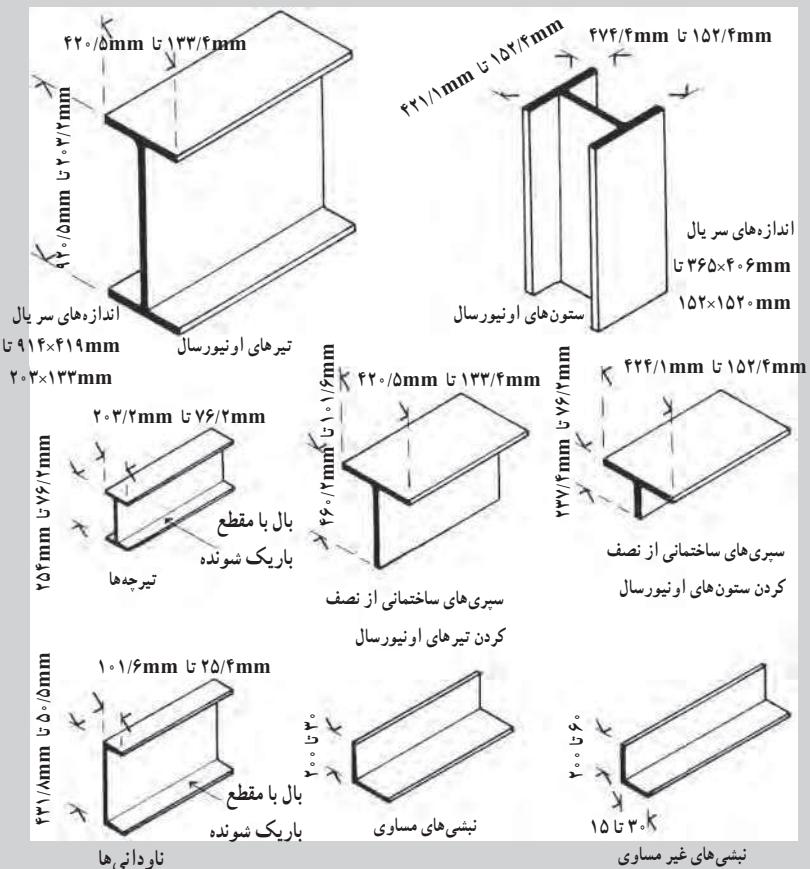
فولاد ساختمانی را در اشكال و مقاطع مختلف، مانند تیرآهن‌های معمولی و بال پهن، میل‌گرد، ورق، تسمه، سپری، نبشی و انواع پروفیل‌های در و پنجره تولید می‌کنند، آن‌گاه به بازار عرضه می‌شود. (شکل‌های ۱۰-۶ تا ۱۰-۹)



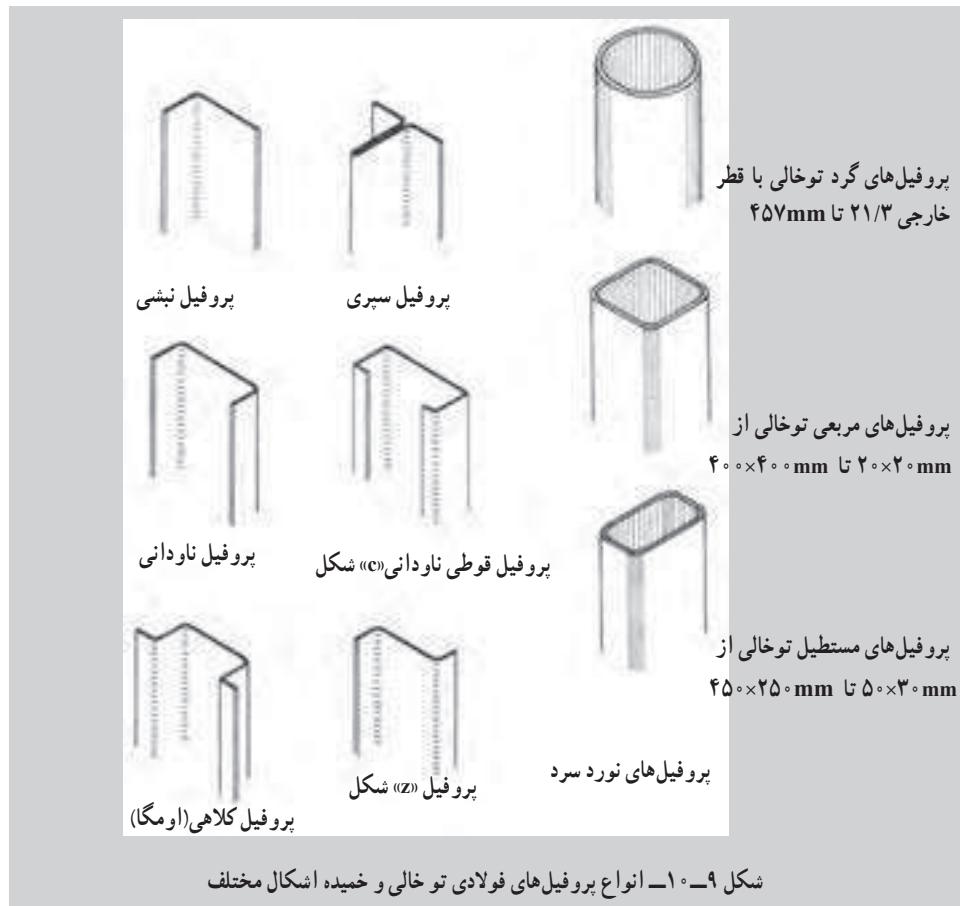
شکل ۱۰-۶— انواع مختلف میل‌گردهای فولادی



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



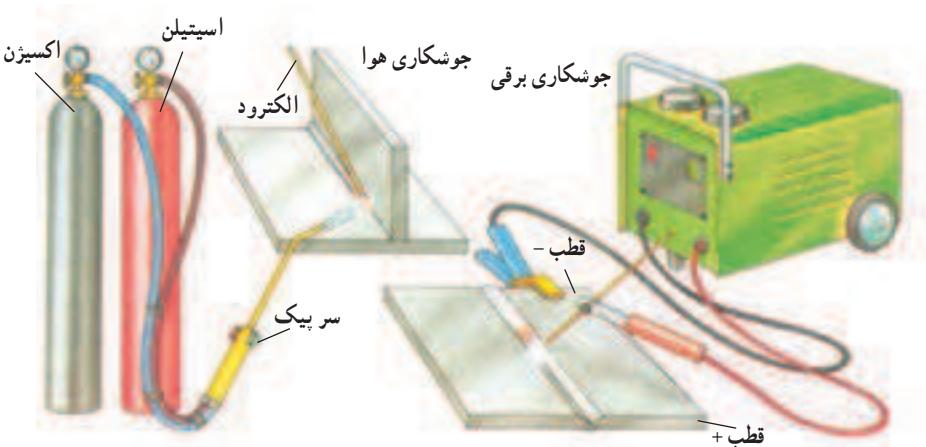
شکل ۸-۱۰- پروفیل های فولادی نورد گرم



۵- روش‌های اتصال قطعات فلزی

اتصال قطعات فلزی به یک دیگر از طریق برج، 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 ۱۱-۱) یا جوش کاربیت (هوا) (شکل ۱۱-۱۰) 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 ۱۱-۱۰- دستگاه جوش برق

شکل ۱۱-۱۰- دستگاه جوش برق

۶- چدن

چدن‌ها مهم‌ترین گروه از آلیاژ‌های آهنی بعد از فولادهای ساده کربنی (ورق، تیرآهن، نبشی و ...) هستند. میزان کربن چدن‌ها حداقل چهار درصد و میزان سیلیسیم موجود در آن‌ها بین 0.5% الى $3/5$ 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 سریاره در بالا قرار می‌گیرند و آن‌چه به جای می‌ماند چدن است.

چدن نیز مانند آهن خام، بدون این که خمیری شود در گرمای $130^{\circ} - 115^{\circ}$ ذوب می‌شود (مانند یخ). جنس چدن سخت و ترد است و اگر فسفر آن زیاد باشد شکننده می‌شود. چدن خاصیت چکش خواری 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، مخابرات و آتش‌نشانی موجود در کوچه‌ها و خیابان‌ها هستند.

۷- الومینیوم

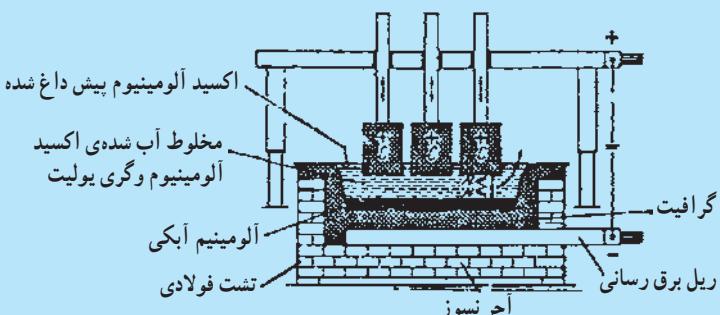
تمام فلزات به جز آهن و فولاد در گروه فلزات غیرآهنی قرار دارند. الومینیوم فلزی با ظاهری نقره‌ای، خاکستری مات، جلاپذیر، نرم، سبک و چکش خوار است و به آسانی شکل داده می‌شود. این

فلز، پس از آهن، پر مصرف ترین فلز محسوب می‌شود و مصرف آن روز به روز بیشتر می‌شود. آلومنیوم مهم‌ترین فلز غیرآهنی است که در گرمای 658°C ذوب می‌شود و در مقایسه با آهن وزن مخصوص‌شش کم‌تر است. ولی با وجود این، استحکام بعضی از آلیاژهای آن از فولاد ساختمانی نیز بیشتر است. آلومنیوم دارای کاربردهای مختلف از جمله استفاده در ساخت ظروف، قطعات صنعتی، ساختمان و معماری است. امروزه از آلومنیوم 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 هوایی‌مایی، اتومبیل و کشتی‌سازی استفاده می‌شود.

مطالعه‌ی آزاد

فرآوری آلومنیوم

برای تهیه‌ی آلومنیوم سنگ معدن بوکسیت^۱ را پس از استخراج در سنگ‌شکن‌ها خرد می‌کنند و آن را با سود سوز آور ترکیب می‌نمایند.



کوره‌ی ذوب سنگ آلومنیوم

سپس این ترکیب در کوره با دمای 2000°f یا (1100°C) پخته و تبدیل به آلومنیوم اکسید (آلومینا) می‌شود و با عبور جریان الکتریکی $250,000$ آمپر از آلومنیا آن را به مولکول‌های تشکیل‌دهنده‌اش، یعنی آلومنیوم و اکسیژن تجزیه می‌کنند. آلومنیوم در ته مخزن قرار می‌گیرد و به بیرون از آن منتقل می‌شود.

۱—Bauxite



کاربرد ورق‌های کمپوزیت آلومینیومی در نمای بیرونی فرودگاه کیش

بروفیل‌های 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 قدیمی‌ترین فلز صنعتی است. مس، بعد از نقره، هادی‌ترین فلز است. مس در صنعت ساختمان، در مصارف الکتریکی (سیم و کابل)، مصارف خانگی (دیگ، سماور، کتری)، وسائل صوتی، کشتی سازی، مجسمه‌سازی، صنایع دستی و تزیینات ساختمان کاربرد وسیعی دارد. آلیاژ‌های مس بسیار متنوع‌اند و از میان آن‌ها می‌توان به برنز یا مفرغ (که آلیاژی از مس و اندکی قلع، سرب و نیکل است) برنج‌ها (آلیاژ مس و روی) و آلومنیوم برنز (ترکیبی از برنز و آلومنیوم) اشاره کرد.

پرسش‌های پایان فصل

- ۱- فلزات ساختمانی به چند گروه تقسیم می‌شوند؟ از هر گروه مثال‌هایی ذکر کنید.
- ۲- آهن و فولاد چه تفاوتی با یک دیگر دارند؟
- ۳- دو روش شناخته شده‌ی تولید فولاد را نام ببرید و توضیح دهید.
- ۴- انواع روش‌های شکل دادن به مقاطع فولادی را نام ببرید.
- ۵- چدن چیست و چه کاربردی در ساختمان دارد؟
- ۶- آلومنیوم چه خواصی دارد؟

فصل پنجم

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 بیرد.
- ۶- مواد اولیه‌ی تهیه‌ی بتن را نام بیرد.
- 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^۱ گرفته شده است. منابع غربی تاریخ به کارگیری سیمان را در ساختمان‌ها حدود ۲۰۰۰ سال پیش، یعنی زمان ساخت بنای پاتئون رم (۲۷ سال قبل از

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 (اخت جمشید) می توان پیدا شن و استفاده از سیمان را به سال های قبل از میلاد نسبت داد.

سیمان به شکل امروزی اختراع و ابتکار یک بنای انگلیسی^۱ است. وی از پختن آهک و خاک رس در حرارت بالا و آسیاب کردن آنها 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 جزیره‌ی پرتلند (انگلیس) درمی آمد به نام سیمان پرتلند مشهور گردید.

۱۱-۱ سیمان پرتلند و مواد تشکیل دهنده‌ی 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 آنها به دست می‌آید. سیمان پرتلند رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین سیمان مورد استفاده در صنعت ساختمان‌سازی، اعم از پل، تونل، راه و ساختمان محسوب می‌شود. مواد تشکیل دهنده‌ی سیمان به طور مجزا و به نسبت میزان مصرف از پیش‌تر به کم تر عبارت‌اند از:

کلسیم اکسید : وجود آن در سیمان باعث می‌شود که کلسیم سیلیکات سیمان افزایش باد و از دیاد این ترکیب باعث بالا رفتن تاب ملات سیمان در روزهای نخستین شود. میزان کلسیم اکسید موجود در سیمان، بسته به جنس و نوع سیمان موردنظر، ۶۰ تا ۷۰٪ وزن سیمان را تشکیل می‌دهد.

سیلیس : سیلیس در کوره‌ی سیمان پزی با آهک ترکیبی به نام کلسیم سیلیکات را به وجود می‌آورد و چنان‌چه سیلیس جای‌گزین آهک شود، تاب ملات سیمان به کندی افزایش می‌یابد.

آلومینیوم اکسید (خاک رس) : آلومینیوم اکسید در سیمان ترکیب‌های کلسیم آلومینات درست می‌کند و چون زودتر از سیلیکات‌ها با آب ترکیب می‌شوند سیمان را زودگیر می‌کنند. هم‌چنین دارای نقش گداز‌آور است و درجه‌ی ذوب شدن مواد خام را پایین می‌آورد.

آهن اکسید : آهن اکسید در سیمان نقش گداز‌آور دارد. هم‌چنین با دیگر مواد موجود در سیمان ترکیب می‌شود^۲. سیمان‌های با آهن اکسید زیاد کندگیرند. میزان زیاد آن در مواد اولیه رنگ

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

۲- با آلومینیوم و کلسیم اکسید ترکیب می‌شود و تراکلسیم آلومینو فریت را تشکیل می‌دهد.

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

— **منیزی** : منیزیم اکسید در سیمان بُزی نقش گذازآور 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 گذازآور 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 تهیه 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 ۱/۰ 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 ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد عرق می‌کند. بخشی از آن‌ها ذوب می‌شوند و بقیه‌ی دانه‌ها به یک دیگر 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 ساقمه‌ای به پودر سیمان تبدیل می‌گردد.

۱۱-۲- انواع سیمان پرتلند

سیمان ایران مطابق استاندارد در پنج گروه دسته‌بندی می‌شود که هر کدام 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 بتی و ... مصرف می‌شود. مصرف این نوع سیمان در سازه‌هایی که در معرض حمله‌ی سولفات‌ها هستند مانند اسکله‌های دریایی

و پایه‌های پل‌ها یا زمین‌های سنگ گچی مجاز نیست. گرفن 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 انک و محدود سولفات‌ها مناسب است. به همین دلیل برای ساختن سازه‌هایی مانند کانال‌های فاضلاب از آن استفاده می‌شود. درجهٔ حرارت هیدراسیون^۱ این سیمان نسبت به سیمان نوع یک کمتر است و به همین دلیل برای بتن ریزی در هوای گرم مناسب است. مصرف این نوع سیمان، در مکان‌هایی که در معرض حملهٔ 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 قالب‌برداری صورت گیرد مصرف می‌شود.

به علت زودگیر بودن؛ گرمای اولیهٔ تولید شدهٔ 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 بخ زدگی آن نیز منتفی می‌شود و به طور 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 بتن ریزی سازه‌های حجمی مانند سدها از آن استفاده می‌شود. معمولاً در جاهایی که گرمای به‌دست آمده سیمان برای سازه‌ی بتونی ضرر دارد نیز این نوع سیمان استفاده می‌شود. استفاده از این نوع سیمان در مناطق گرم کشور مشروط به این که خطر حملهٔ سولفات‌ها وجود نداشته باشد، توصیه می‌شود.

— سیمان پرتلند نوع پنج : این نوع سیمان برای پایداری در برابر حملهٔ 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 خورندگی بسیار است توصیه می‌شود. به چنین سیمانی به علت زیادی اکسید آهن؛ سیمان آهنی^۲ هم می‌گویند.

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

۲- Iron cement

۱۱-۳- سیمان روباره (سیمان آهن‌گدازی 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.^۱ سیمان روباره با سرعت و میزان کمتری نسبت به سیمان معمولی گرما تولید می‌کند و به عنوان سیمان کم حرارت در کارهای بتی حجیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیمان روباره در برابر عوامل شیمیایی از سیمان پرتلند معمولی مقاوم‌تر است.

۱۱-۴- سیمان پوزولان (سیمان تراس)

پوزولان یا تراس، ماده‌ی سیلیسی و یا سیلیس و آلومینی است که از کف سنگ‌ها، پوکه سنگ‌ها و خاکسترها آتش‌فشانی به وجود آمده است و به خودی خود خاصیت چسبندگی ندارد. اما اگر پودر شود و با گرد آهک شکفتنه 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 به دست می‌آید که در برابر حمله سولفات‌ها مقاوم است. معمولاً قیمت آن از سیمان پرتلند معمولی ارزان‌تر است.

۱۱-۵- سیمان رنگی

گاهی برای نمازازی یا کفسازی یا تهیه‌ی موزاییک‌های رنگی و به طور 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.^۲

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

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

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

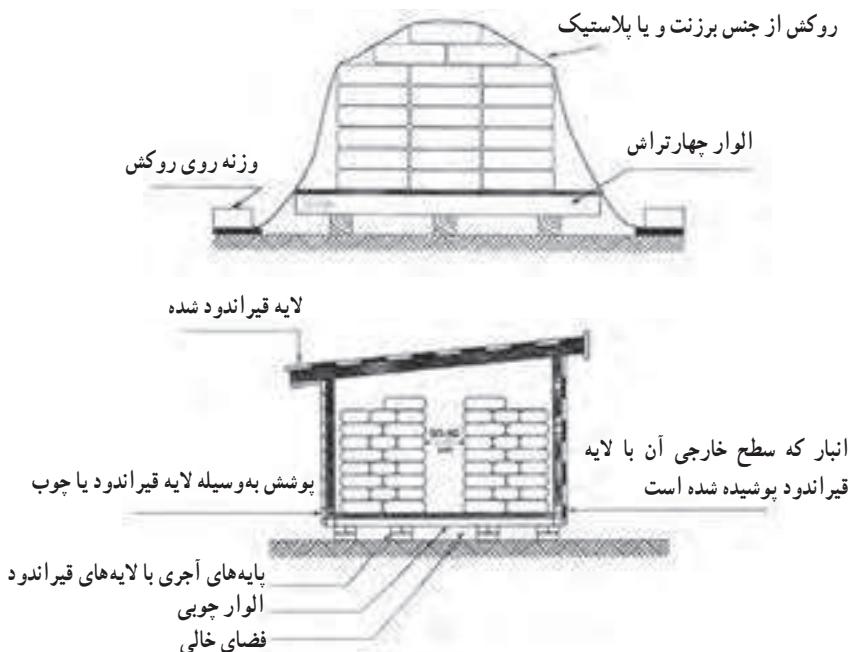
۳- نوعی سیمان با آلومینیوم اکسید زیاد و آهک کم است که در برابر عوامل شیمیایی خصوصاً سولفات‌ها مقاوم است. این سیمان بسیار زودگیر است. به همین دلیل از آن برای لکه‌گیری بن سدها، بل ها و لوشهای بتی استفاده می‌شود.

استفاده قرار می‌گیرد.

۱۱-۶- انبار کردن سیمان

انبار کردن صحیح چه در کارخانه و قبل از عرضه به بازار و چه در کارگاهها و قبل از مصرف امری ضروری است. سیمان باید در جاها بی انبار شود که از رطوبت به دور باشد. چون رطوبت باعث گرفتن و سخت شدن سیمان و تبدیل آن به کلوخه می‌شود. چنین سیمانی را نمی‌توان در کارهای ساختمانی استفاده نمود، زیرا علاوه بر دیرگیر شدن، سبب کاهش مقاومت بتن و ملات می‌شود. کف محل نگهداری سیمان باید خشک و توسط آجر یا چهارتراش‌های چوبی ده سانتی‌متری، بالاتر از سطح زمین قرار گیرد. چنان‌چه سیمان در فضای باز نگهداری شود باید روی آن را برزن特 یا پلاستیک کشید. حداکثر ارتفاع سیمان‌هایی که روی هم قرار می‌گیرند نباید از یک متر و نیم بیشتر شود.

(شکل ۱۱-۱)



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

۱۱-۷ مهمنه کاربرد سیمان در ساختمان

سیمان به صورت ملات در دیوار و کفسازی‌ها، یا به صورت بتن در جاهای مختلف ساختمان و تولید قطعات بتنی به کار گرفته می‌شود.

۱۱-۸ ملات ماسه سیمان

ماده‌ی چسباننده‌ی این ملات سیمان پرتلند است که با نسبت حجمی یک به پنج^۱ یعنی یک واحد سیمان و پنج واحد حجمی ماسه؛ مخلوط و با آب ترکیب می‌شود. در حال حاضر این ملات مرغوب‌ترین نوع ملات ساختمانی محسوب می‌شود. ملات ماسه سیمان باید به مقدار کم ساخته شود به صورتی که از زمان مخلوط کردن آن با آب تا پایان مصرف حداقل بیشتر از دو ساعت نگذرد.

۱۱-۹ بتن^۲

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

بتن، سنگ دج مصنوعی، متراکم و همگنی است که از مخلوط کردن دانه‌های سنگی درشت (شن)، دانه‌های سنگی ریز (ریزدانه یا ماسه)، سیمان و آب درست می‌شود. دانه‌های ریز، فضای خالی بین دانه‌های بزرگ را پر می‌کنند و همه‌ی مصالح به وسیله‌ی دوغاب سیمان که خاصیت چسبندگی دارد به هم می‌چسبند. حجم بتن تهیه شده از مجموع حجم اجزای تشکیل‌دهنده‌ی آن کمتر است، زیرا قسمت زیادی از حجم دانه‌های ریز صرف پرکردن فضای خالی بین دانه‌های درشت می‌شود. بتن حدود ۱/۵ تا ۲ ساعت پس از ترکیب با آب، واکنش‌های مربوط به گیرایش را شروع می‌نماید. در هفت‌تی اول بتن ریزی و در شرایط مناسب نگهداری حدود ۶٪ مقاومت نهایی و پس از ۲۸ روز حدود ۹۰٪ مقاومت نهایی خود را به دست خواهد آورد. بتن‌هایی که پس از ریختن در شرایط مربوط نگهداری نشوند مقاومت کمتری به دست خواهند آورد. درجه‌ی حرارت مناسب برای بتن ریزی $25-38^{\circ}\text{C}$ است چنانچه دمای محیط کمتر از ۵ درجه سلسیوس یا بیشتر از ۳۸ درجه سلسیوس باشد بتن ریزی باید با اتخاذ تدبیر لازم و فراهم کردن شرایط مناسب صورت گیرد.

۱- ترکیب مواد مورداستفاده در ملات‌ها به صورت حجمی با وزنی است. در کارگاه‌ها بیشتر با نسبت حجمی کار می‌کنند.

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 عبارت اند از : نیاز به کنترل زیاد در فرآیند تولید (به دلیل استفاده از مواد مختلف جهت تهیه آن)، مقاومت برشی و کششی کم تر نسبت به آهن، که باعث حجمی شدن اندازه‌ی قطعات در دهانه‌های بزرگ می‌شود.

۱۱-۱۰- مصالح سنگی در بتن و دانه‌بندی آن‌ها

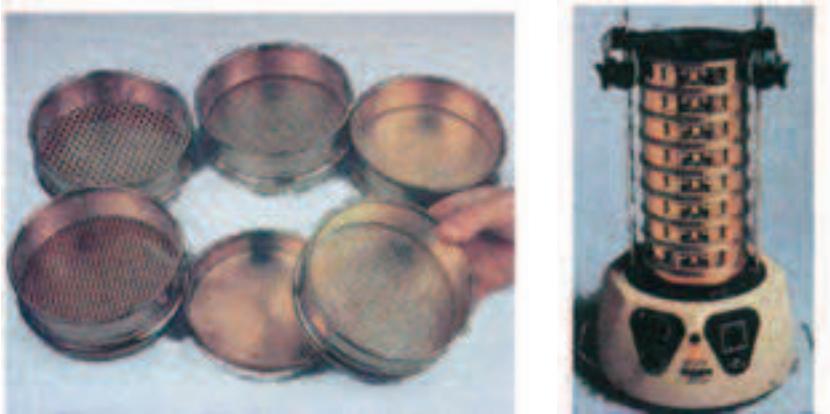
مصالح سنگی یا به عبارت دیگر شن و ماسه در بتن بین ۶% - ۸۵% از حجم بتن را تشکیل می‌دهند. مصالح سنگی باید هیچ‌گونه ترکیب شیمیایی در بتن انجام دهنند. این مصالح باید تمیز و سخت باشند و از تاب فشاری بالایی برخوردار باشند. به طور کلی مصالح سنگی در بتن به دو نوع سنگ‌های ریزدانه (ماسه) و درشت‌دانه (شن) تقسیم می‌شوند.

(الف) سنگ‌های ریزدانه (ماسه) : اندازه‌ی دانه‌های ماسه بین ۷mm - ۷۰mm است^۱ که به همراه سیمان فضای خالی بین دانه‌های بزرگ‌تر را پر می‌کنند تا بتن تویر و محکم شود.

(ب) سنگ‌های درشت‌دانه (شن) : قطر این دانه‌ها از ۷mm به بالا است. برای بتن ریزی در حجم‌های کوچک دانه‌های بین ۲۰mm - ۷mm و بتن ریزی 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 آینه‌ها به صورت اعداد متوالی ذکر می‌کنند. (شکل ۱۱-۲)

۱- یعنی وقتی مصالح سنگی سرد می‌شوند کلیه دانه‌های از سوراخ‌های دایره‌شکل به قطر ۷mm یا مربع‌های به ابعاد ۷x۷mm و کوچک‌تر از آن بگذرند دارای دانه‌بندی ۷-۰ میلی‌متر هستند و به آن‌ها ماسه اطلاق می‌شود.

۲- مثلاً ۴:۲:۱ B1:2:4 یعنی این که ۱ حجم سیمان با ۲ حجم ماسه و ۴ حجم شن را با هم مخلوط کنند.



شکل ۲-۱۱- شیکر (Shaker) برای سرند 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 گردگوشه 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 تیزگوشه 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^۱ 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.

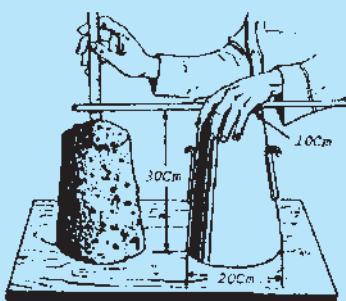
۱۱-۱۱ آب

آب مورد مصرف در ساختن بتن باید تمیز و عاری از مواد قلیابی، 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 پذیر درآید. کیفیت ترکیب این مخلوط باید به گونه‌ای باشد که از به وجود آمدن فضای خالی زیاد و پرنشهده و جدایی مصالح جلوگیری کند.

مطالعه‌ی آزاد

آزمایش اسلامپ بتن^۱

برای تعیین غلظت بتن و تشخیص کارایی آن باید آزمایش اسلامپ یا آزمایش شُلی بتن انجام شود. برای این منظور قالب فلزی به شکل مخروط ناقص که قطر قاعده‌ی پایین آن 20 cm و قطر قاعده‌ی بالای آن 10 cm و ارتفاع آن 30 cm باشد در سه لایه که هر لایه ۲۵ بار با میله‌ای فلزی کوییده می‌شود پر می‌گردد. بعد از پرشدن قالب، آن را بر می‌دارند. تفاضل ارتفاع بتن پس از برداشتن قالب با ارتفاع قالب مقدار افت یا اسلامپ بتن است. اسلامپ کم نشان دهنده‌ی سفتی و غلظت زیاد و اسلامپ زیاد نشان دهنده‌ی غلظت کم و شل بودن بتن است.



آزمایش اسلامپ بتن

$x =$ اسلامپ

$d =$ ارتفاع بتن پس از برداشتن قالب

۱۱-۱۲- افزودنی‌های بتن

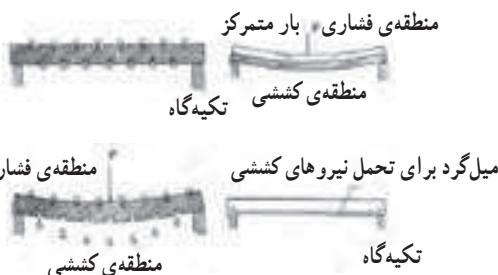
افزودنی‌ها موادی هستند که به خمیر یا دوغاب سیمان اضافه می‌شوند تا برخی خواص بتن مانند شکل پذیری، مقاومت، دوام و آب‌بندی آن را بهتر نمایند. گاهی این مواد برای ایجاد مقاومت در برابر یخ‌زدگی و گاه برای آب‌بندی و کم کردن نفوذپذیری بتن استفاده می‌شوند. از افزودنی‌های زودگیر برای رسیدن سریع به مقاومت نهایی 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 باید عناصر ترکیب کننده سیمان را تجزیه کنند یا با آن‌ها ترکیب شوند.

۱۱-۱۳- انواع بتن

بتن مسلح^۱: 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 خوردنی ناشی از انقباض حرارتی عمل می‌کند.



شکل ۱۱-۴- سازه بتن مسلح برج مراقبت
فروگاه 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^۱ شکل گرفته است. وزن فضایی این نوع بتن کم تراز بتن معمولی است.

بتن گازی : چنان‌چه به دوغاب بتن پودر آلومینیوم اضافه شود (در مجاورت 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 برد.
- 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 برد.

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^۱. برای انسان همواره هدایت نور به داخل بنا، به شرط کنترل اثرات ناخوشایند محیط پیرون 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 فضاهای، مورد استفاده قرار می‌گیرد. علاوه

^۱_ Transparent

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 ۱۲-۱) معماری معاصر بخشنده بسیار مهمی از گسترش خود را مدیون صنعت شیشه است. هم‌چنین افزایش کارآیی و مطرح شدن انواع شیشه‌ها بر اهمیت آن در ساختمان افزوده است.



شکل ۱۲-۱- 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 کم عمق شکل می‌دادند و این جام را به صورت وارونه در بام خانه‌ها یا حمام‌ها نصب می‌کردند. (شکل ۱۲-۲) اصطلاح شیشه جام نیز از همین جا نشئت گرفته است.



شکل ۱۲-۲- 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 فلورئیک اسید (HF) باعث خوردگی آن می‌شود.

هادیت گرمایی و الکتریسیته شیشه کم است. کم و زیاد شدن دمای هوا باعث بروز تنفس 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 ضدآتش 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^۱ اضافه می‌کنند. علاوه بر مواد فوق اندکی خرد 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- 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 CaCO_3 ، سدیم سولفات Na_2SO_4 ، سدیم کربنات Na_3CO_3 ، پتاسیم کربنات K_3CO_3 ، دولومیتا $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ 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

عنصر اولیه تولید شیشه	نسبت مواد (در صد وزنی)
منگنز اکسید ^۱	۴
کلسیم اکسید	۸-۱۲
سدیم اکسید	۱۲-۱۵
سیلیس ^۲	۷۱-۷۴
سیلیکات ^۳	۰/۴-۰/۷
آهن اکسید ^۴ ، منگزاکسید، آلومینیوم اکسید، تیتانیوم اکسید ^۵	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 145°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 25 m^2 داشته باشد و ارتفاع شیشه مذاب تا یک متر برسد.

۱- MnO

۲- SiO_2

۳- SiO_2

۴- Fe_2O_3

۵- 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 از جمله دمیدن (فوت کردن)، کشیدن، ریختن، نورد، پرس کردن (فسردن)، 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°C گرمای دهنده، در دیگر روش‌ها عمدتاً از خمیر شیشه که درجه‌ی حرارتی حدود 1100°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 می‌غلتاندند 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.



۱۲-۲- 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 ۱۲-۳) هنگامی که خمیر شیشه در حال عبور از اولین نورده غلتکی است هوای سرد عبور داده می‌شود تا خمیر شیشه سفت شود (نورد دستگاهی شبیه به وردنه‌ی نانوایی 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 ۱۲-۳- شیشه‌ی جام تخت پس از خروج از کوره

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

جدول ۱۲-۲- ضخامت و ابعاد شیشه‌های جام

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

رواداری ضخامت شیشه می‌تواند تا ۱٪ میلی‌متر کم‌تر یا بیش‌تر باشد. مثلاً ضخامت شیشه‌ی سه میل می‌تواند ۲/۹ تا ۳/۱ میلی‌متر شود. جدول رواداری انواع شیشه به شرح زیر است. (جدول ۱۲-۳)

جدول ۱۲-۳—رواداری انواع شیشه براساس ضخامت آن

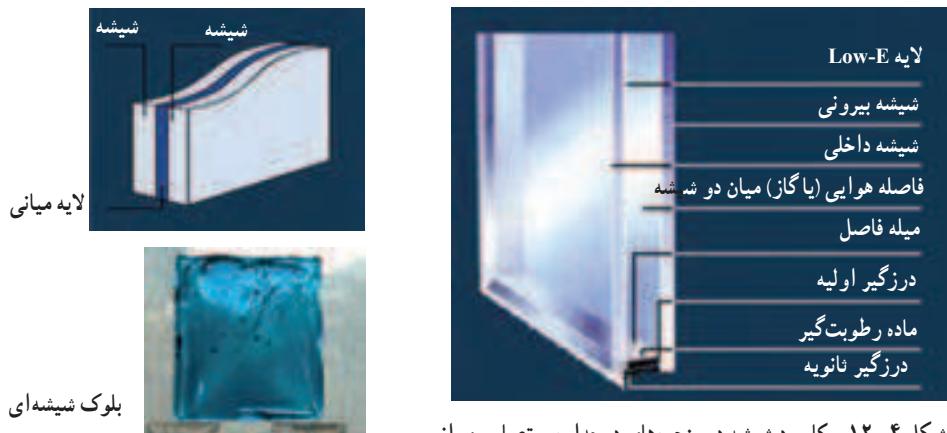
نوع شیشه	ضخامت اسمی بر حسب میلی‌متر	حداکثر رواداری بر حسب میلی‌متر
شیشه‌های نازک	۱	±۰/۲
	۲	
شیشه‌های متوسط	۲/۲	±۰/۳
	۳	
	۴	
شیشه‌های ضخیم	۵	±۰/۳
	۵/۵	
	۶	
شیشه‌های ضخیم	۸	±۰/۴
	۱۰	±۰/۶
	۱۲	±۰/۸
	۱۵	±۱

برای ساختن شیشه‌ی جام بدون موج و با ضخامت یک دست، شیشه را از میان غلتک‌های نورد می‌گذرانند و بر بستری از قلع مذاب قرار می‌دهند. درجه‌ی ذوب قلع ۲۳۱°C است و چون اثر شیمیایی بر شیشه به جای نمی‌گذارد از آن استفاده می‌شود. برای این که شیشه سفت نشود از بالا و پایین به آن گرمایی دهد. با این روش شیشه‌های جام نازک با ضخامت حدود ۳mm تا ۶mm ساخته می‌شود و با افزایش ضخامت شیشه سطح آن می‌تواند بیش‌تر شود.

به منظور تولید شیشه برای به کارگیری در شرایط متفاوت انواع شیشه‌ها تولید می‌شود. مثلاً چنان‌چه شیشه را تا ۷۰°C سرخ کنند و سپس دو طرف شیشه‌ی سرخ شده را با هوا سرد نمایند دو روی آن منقبض می‌شود و با فشرده شدن شیشه مقاومت آن در برابر فشار و ضربه افزایش می‌یابد. به این نوع شیشه تنیده یا سکوریت (شیشه‌ی جام نشکن حرارتی) می‌گویند. انواع شیشه با کیفیت‌های مختلف عبارت‌اند از: شیشه‌ی مشجر، شیشه‌ی ریختگی، شیشه‌ی جام مات، شیشه‌ی رفلکس (انعکاسی)،

شیشه‌ی سیلیسی (کوارتزی)، شیشه‌ی مسلح (باتور سیمی)، شیشه‌ی خم، شیشه‌ی لایه‌دار (لمینت)، شیشه‌ی ضدگلوله (لمینت ضدگلوله)، بلوک شیشه، شیشه‌ی شیری، تار شیشه، کف شیشه، آب شیشه^۱، و شیشه‌های رنگی. این شیشه‌ها براساس نیاز و شرایط طراحی در ساختمان مصرف می‌شوند.

(شکل ۱۲-۴)



شکل ۱۲-۴—کاربرد شیشه در پنجره‌های دوجداره و تصاویری از
شیشه جام لایه‌دار و بلوک شیشه‌ای

۱۲-۳ طریقه‌ی نگهداری و انبار کردن شیشه

چنان‌چه شیشه‌ی جام را برای مدتی طولانی در یک محل نگهداری کنند، محل آن باید سرپوشیده، خشک و فاقد رطوبت باشد. شیشه‌ی جام را باید در جعبه‌های چوبی محکم و درون پوشال بسته‌بندی نمود یا در تکیه‌گاه‌های ایستاده با سطح صاف و به صورت عمودی قرار داد. معمولاً مشخصات شیشه، ابعاد و اندازه و نام کارخانه‌ی سازنده را روی جعبه‌های آن درج می‌نمایند. قرار دادن تعداد زیادی شیشه‌ی جام روی یک دیگر، در صورتی که باید برای مدت زیاد در انبار نگهداری شود، درست نیست زیرا امکان چسبیدن آن‌ها به یک دیگر و غیرقابل استفاده شدن‌شان وجود دارد. در صورت ضرورت نگهداری‌های طولانی مدت، باید بین هر دو جام، یک لایه‌ی کاغذ قرار داد.

پرسش‌های پایان فصل

- ۱- خواص شیشه‌ی ساختمانی را ذکر کنید. چه دلایلی برای کاربرد روزافرون 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.

فصل سیزدهم

عایق‌های رطوبتی، حرارتی و صوتی

هدف‌های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- اهداف عایق‌بندی رطوبتی، حرارتی و صوتی را توضیح دهد.
- ۲- متدالول‌ترین روش‌های عایق‌بندی رطوبتی، صوتی و عایق‌کاری حرارتی را شرح دهد.
- ۳- خواص قیر را توضیح دهد.
- ۴- موارد کاربرد فیرهای معدنی و پالایشگاهی را نام برد.
- 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 برد.

مقدمه

ایجاد شرایط آسایش در ساختمان‌ها مستلزم توجه به سه نوع عایق‌کاری رطوبتی، حرارتی و صوتی است. هریک از این عایق‌کاری‌ها نیازمند استفاده و به کارگیری 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، بی‌ها، 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، آزبست، 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^۱ 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 مصنون باشد به کار می‌رود.



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

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)

۱۳-۲- انواع قیرها

امروزه قیر به سه صورت قیرهای معدنی (طبیعی) و پالایشگاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
الف) قیرهای معدنی^۲، به صورت قیر طبیعی آمده 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) قیر پالایشگاهی، 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/ا دمیله یا اکسید شده: روند تهیه‌ی این قیر به گونه‌ای است که خاصیت نرمی و کشش پذیری 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^۱: 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.

۱۳-۳- شناسایی کیفیت قیرها

قیرها به طور خاص با درجه‌ی نفوذ^۲ و درجه‌ی نرمی^۳ 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 نفوذ پذیری: این خاصیت نشان دهنده‌ی روانی، شلی، خمیری و سفتی قیر است. در مناطق گرم قیر با درجه‌ی نفوذ کم (برای این‌که جاری نشود) و در مناطق سرد قیر با درجه‌ی نفوذ بالا (برای این‌که بتواند به درون خُلل و فُرج سطحی که باید عایق شود، نفوذ کند و برودت هواباgst 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 یک دیگر 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 g در دمای 25°C در مدت زمان ۵ ثانیه در قیر است. این خصوصیت با «درجه» نمایش داده می‌شود و هر درجه معادل $1/\text{mm}$ نفوذ در قیر است. عدد به دست آمده معمولاً در سمت راست نوع قیر نوشته می‌شود. مثلاً قیر $25-85$ یعنی قیری که درجه‌ی نفوذ آن 25 است. به عبارتی سوزن 100 g در دمای 25°C و در مدت ۵ ثانیه معادل $2/5\text{mm}$ در این قیر نفوذ می‌کند.

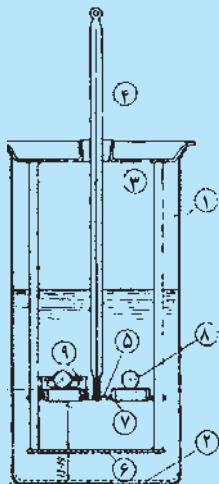
درجه‌ی نرمی: درجه‌ی نرمی، درجه‌ی حرارتی است که قیر از حالت جامد به حالت روان درمی‌آید. هرچه درجه‌ی نرمی قیر بیشتر باشد (به عبارت دیگر درجه‌ی حرارتی که قیر به حالت روان درمی‌آید زیاد باشد)، در مقابل افزایش درجه‌ی حرارت محیط کمتر حساس می‌شود و درجه‌ی نفوذ آن نیز کمتر می‌شود.

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.^۱

مطالعه‌ی آزاد

درجه‌ی نرمی قیر در گرمای زیر 25°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 گرمایی دهنده اجرا می‌شود. گرمایی ظرف را در هر دقیقه یک درجه افزایش می‌دهند و حرارت تا آن جا 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 به دست آمده را در سمت چپ می‌نویسند. مثلاً قیر $25-80$ یعنی قیری که در شرایط آزمایشگاهی و در دمای 25°C گلوله از آن عبور می‌کند.

۱- به همین دلیل از قیر و R_{15-90} 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 R_{25-80} (قیر شل) استفاده می‌کنند این قیرها معمولاً با قیر خالص R_{70-60} مخلوط و مصرف می‌شود.



آزمایش تعیین درجه نرمی

- ۱—جام شیشه‌ای پشت پیدا با گنجایش 800 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 فروافتادن
- ۷—حلقه‌ی برنجی یا فولاد زنگ نزن، پر شده از قیر
- ۸—گلوله‌های فولادی زنگ نزن
- ۹—میله تنظیم کننده محل قرارگیری گلوله فولادی

۱۳-۴ کاربرد قیر در ساختمان

صرف قیر در ساختمان به صورت قیروگونی، پوشش‌های پیش‌ساخته عایق‌کاری و یا مشمع‌های قیراندود برای عایق‌کاری پشت بام، روی بی‌ها یا مکان‌هایی مانند حمام و آشیزخانه است که دائمًا در معرض شستشو و رطوبت قرار دارند. (شکل ۱۳-۲)



شکل ۱۳-۲—عایق‌کاری مناسب امکان ساخت استخر در پشت بام را میسر ساخته است.

گونی هایی که برای عایق کاری در ساختمان مصرف می شوند بر حسب نوع بافت و وزن، یک متر مربع از آن ها به سه درجه تقسیم می شوند. (جدول ۱۳-۱)

جدول ۱۳-۱-ویژگی های گونی کنفی برای عایق کاری 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 پود 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 پود به نیوتن (حداقل)	۷۸۴	استاندارد ایران به شماره‌ی ۱۱۴۸
۶	چربی نخ درصد وزنی (حداکثر)	۲	استاندارد ایران به شماره‌ی ۳۰
۷	اندازه‌ی چشمeh در جهت تار و پود به میلی‌متر	۲/۲ ۲/۵	حداکثر حداکثر
۸	یک نواختی	در ظاهر دارای بافت یکنواخت است.	چشمی

۱۳-۵-مزایای قیر

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

۱۳-۶-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 به طوری که تغییر شکل می‌دهد و در روغن‌های معدنی و برخی حلال‌های دیگر مانند سولفورکربن حل می‌شود.

۱۳-۷- عایق‌های رطوبتی آماده

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

۱۳-۸- 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. درنتیجه 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. عایق کاری حرارتی در اقلیم‌های گرم و سرد سبب کاهش بار سرمایش و گرمایش و درنتیجه کاهش مصرف انرژی در فصول سرد و گرم می‌شود. هم‌چنین تقلیل هزینه‌های تأسیسات تهویه و شوفاز و حفظ محیط زیست از آلودگی‌های ناشی از مصرف زیاد انرژی را به دنبال دارد. میزان عایق کاری در اقلیم‌های مختلف متغیر است و بستگی به درجه حرارت محیط خارج ساختمان دارد.

۱۳-۹- مصالح عایق حرارتی و روش‌های عایق‌کاری

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



شكل ۱۳-۳- انواع مختلف عایق‌های حرارتی

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

مقاومت حرارتی (قابلیت عایق بودن)

- ۱- وجود لایه‌ی آلومینیوم باعث انکاس نور خورشید و جلوگیری از تجزیه‌شدن مواد قیر می‌شود.
- ۲- مواد اولیه‌ی عایق‌های آماده عبارت اند از: قیر، تیشو (پشم شیشه ورقه‌شده و دوخته‌شده)، ورق‌های آلومینیوم فویل، فیلم پلی‌اتیلن، و پرایمر یا چسب ایزوجام (هنگام چسب عایق روی سطحی که باید عایق کاری 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 ابناشته به صورت آزاد یا فله (Loos Fill) از رشته‌ها و دانه‌های سبک تهیه می‌شوند. رشته‌ها شامل پشم سنگ، پشم شیشه، پشم سرباره 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 سرباره، 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 آزبست، 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.

۱۳—عایق‌های صوتی

با توجه به روند رو به رشد زندگی شهری و تنوع منابع تولید کننده‌ی صداهای ناخواهاند نیاز به کنترل صداهای مزاحم ضرورت یافته است.

استفاده از مصالح ساختمانی و عایق‌های صوتی مناسب و روش‌های نوین ساخت و ساز می‌توانند 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 بر عکس مصالحی که در برابر عبور صوت مقاوم‌اند باعث بروز انعکاس^۱ یا طنين^۲ در فضاهای بسته می‌شوند.

۱—Reverberation

۲—Echo

۱۳-۱۱- طبیعت صوت و چگونگی انتقال آن

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

(الف) صداهای هوایی (هوابرده)^۱: این صداها در هوا به وجود می‌آیند و از راه درها و پنجره‌ها یا توسط ارتعاش دیوارها و سقف‌ها به فضا وارد می‌شوند.

(ب) صداهای کوبه‌ای^۲: صداهای کوبه‌ای یا ضربه‌ای در اثر ضربه تولید می‌شوند. این صداها مستقیماً یا از راه لرزاندن مصالح سخت به اتاق‌ها راه می‌یابند.

۱۳-۱۲- انواع مصالح مورد استفاده در ساختمان با اهداف عایق‌بندی صوتی

مصالح مورد استفاده به منظور عایق صوتی به دو گروه مصالح جذب‌کننده‌ی صدا و عایق‌های صوتی (صدابند) تقسیم می‌شوند:

مصالح جذب‌کننده‌ی صدا: مواد و مصالحی هستند که از طریق جذب صدا وظیفه‌ی عایق‌کاری صوتی را انجام می‌دهند. این مواد از نظر تغییرات ضربی جذب بر حسب تواتر به سه دسته‌ی کلی مصالح متخلخل (مانند پشم‌شیشه، پشم‌سنگ، ورمیکولیت^۳), پانل‌ها (مانند تخته‌های چوبی، گچی، ورق‌های فشرده) و کاوکی (مصالحی به اشکال و احجام هندسی مانند کوزه، خمره) تقسیم می‌شوند.

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

الف - مصالح صدابند در مقابل صدای هوابرده: جداره‌هایی که به عنوان جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد در صورتی که از مصالحی با چگالی سطحی بالا و بدون خلل و فرج ساخته شود، عایق صوتی مناسبی در مقابل صدای هوابرده است.^۴

۱-Air borne Noise

۲-Impact Noise

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

۴- این امر در تمام تواترهای مورد اندازه‌گیری صدق نمی‌کند زیرا در تواتر طبیعی و تواتر بحرانی جدار، افت صوتی کاهش می‌یابد.

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

ب – مصالح صدابند در مقابل صدای کوبه‌ای: در ساختمان‌ها یا سالن‌های ورزشی، سینماها و تئاترهای چندین طبقه‌ی متداول، صدای کوبه‌ای بهویژه صدای ضربه‌ی پا برای طبقات زیرین بیش از صدای هوا برآذاردهنده است. این وضعیت در اجمالی که دارای سختی و مقاومت بیشترند، اهمیت زیادتری دارد. مثلاً در ساختمان‌هایی که با مصالح سخت مثل تیرآهن و بن 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^۱) 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 عمدۀ را، که برای جلوگیری از انتقال گرما مورد استفاده قرار می‌گیرد، نام ببرید.
- ۷- چرا باید ساختمان‌ها در برابر انتقال سر و صدا و اصوات ناخواسته عایق‌کاری شوند؟
- ۸- مصالحی که به منظور 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 به کارگیری مصالحی مانند لاستیک یا ماسه از سقف جدا می‌شوند و به این ترتیب صدای کوبه‌ای در آن‌ها مستهلك 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 بیرد.
- ۳- انواع پلاستیک‌ها را از نظر رفتار در برابر گرما نام بیرد.
- ۴- ویژگی انواع پلاستیک را توضیح دهد.
- ۵- انواع پلاستیک‌هایی را که برای عایق‌کاری حرارتی استفاده می‌شوند نام بیرد .

مقدمه

پلاستیک واژه‌ای یونانی^۱ و به معنای «شکل‌پذیر» است. پلاستیک مبتنی بر شیمی کرین است و از خواص اتم آن بدست می‌آید. اهمیت کرین در تولید پلاستیک‌ها به دلیل قابلیت منحصر به فرد اتم‌های آن است که می‌توانند به صورت زنجیره‌ای یا حلقوی به یک دیگر بپیوندند و مولکول‌های خیلی درشتی درست کنند.^۲

۱- Plastikos

۲- 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 کرین 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.

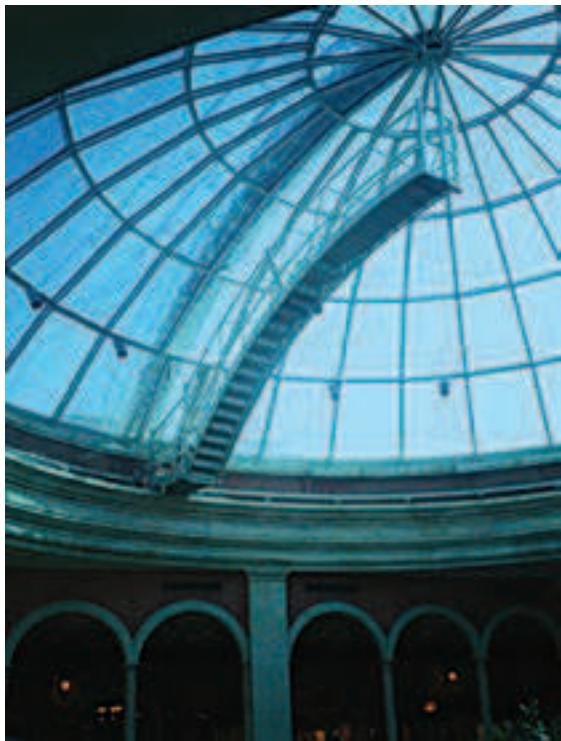
اصطلاحاً، به ایجاد مولکول‌های خیلی درشت، از طریق اتصال مولکول‌های ترکیبات ساده‌ی کرین «پلیمر کردن» گفته می‌شود. بنابراین پلاستیک‌ها از طریق پلیمر کردن ترکیبات کرین به دست می‌آیند.

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 بردامی 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^۱ 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 ۱۴-۱)



شکل ۱۴-۱ – استفاده‌ی پلکسی گلاس برای پوشش‌های سبک و نور گذران

۱۴-۱- انواع پلاستیک

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

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

معمولًاً ترمومولالاستیک‌ها در اثر نیرو از دیاد طول پیدا می‌کنند ولی در اثر گرمای کم به جای اولشان بر می‌گردند. از این نوع پلاستیک‌ها در ساخت پیچ مهره، عایق‌های برق، ساخت وسایل آشپزخانه و ... استفاده می‌شود.

۲- ترموموست‌ها (گرمای سخت)^۲: نوعی دیگر از پلاستیک‌ها را، که در برابر گرمای سفتی و سختی خود را از دست نمی‌دهند، اصطلاحاً «گرمای سخت» می‌گویند. این پلاستیک‌ها برخلاف ترمومولالاستیک‌ها، پس از سفت شدن چنان‌چه مجددًاً حرارت بینند نرم نمی‌شوند. ترموموست‌ها به دلیل شکنندگی‌شان، معمولًاً برای ساختن اشیاء کمتر به کار می‌روند. اما برای خودگیری رزین‌های (صمغ) مورد استفاده در چسب‌ها، روغن‌های جلا و رنگ‌ها بسیار مناسب‌اند.^۳.



شکل ۱۴-۲- نحوه تهیه لاستیک طبیعی

نوع دیگری از پلاستیک‌ها نرم و کشسان‌اند، که به آن‌ها الاستومر^۴ می‌گویند. این پلیمرها در صورت کشیدن یا بارگذاری تغییر شکل می‌دهند و پس از حذف نیرو مجددًاً به شکل اولیه بر می‌گردند (مانند لاستیک). (شکل ۱۴-۲)

۱- Thermoplastics

۲- Thermosetting

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

ترموست‌ها هستند.

۴- Elastomer

۱۴-۲ کاربرد پلاستیک در عایق‌کاری ساختمان

نوع دیگری از پلاستیک‌هایی که در ساختمان مصرف می‌شوند، از ترکیب پلیمرها و پرکننده‌ها^۱ ساخته شده‌اند. پرکننده‌های مورد استفاده به صورت پودرهای آلی یا معدنی، تار (رشته‌های نخی)، پارچه و ورق برای عایق‌کاری 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 مقاوم‌تر 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 افزایش مقاومت حرارتی و ضربه‌پذیری، تردی و شکنندگی آن‌ها را کم می‌کند.

۱۴-۳ خواص فنی پلاستیک‌ها

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

مثلاً^۲ بی. وی. سی^۳ که به عنوان ماده‌ی پوششی در سقف‌های غشایی یا به صورت روکش پلاستیکی روی مواد دیگر به کار گرفته می‌شود، هنگام سوختن دود سیاه رنگ بسیار خطناکی 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، ارتعاضی) شکنندگی، شفافیت یا مات‌بودن را به راحتی می‌توان با استفاده از پلاستیک تأمین نمود. البته باید توجه کرد مجموعه‌ی این ویژگی‌ها، محدودیت‌هایی را نیز در هنگام استفاده به وجود می‌آورد که باید به آن‌ها توجه نمود.

برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های پلاستیک‌ها عبارت‌اند از: سبکی وزن، شکل‌پذیری، عایق‌بودن

۱—filler

۲—Polly 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، شفافبودن و عبور نور از آن‌ها، ثابت‌ماندن حجم در برابر سرما و گرما و بالآخره 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^۱،

دانه‌درشت^۲ یا رزین‌های مایع است. (تبدیل مونومر به پلیمر پایه)

مرحله‌ی دوم: شکل‌دادن به این مواد است به‌طوری‌که با اعمال روش‌های آن‌ها را به صورت ورق، فیلم، میله و سایر نیم‌رخ‌ها درمی‌آورند. معمولاً در این مرحله پلاستیک‌ها با یک یا چند جسم دیگر ترکیب می‌شوند تا ویژگی‌های فیزیکی دلخواه فرآورده به‌دست آید. مواد نرم کننده برای کاربینیری بیشتر؛ مواد پرکننده برای افزایش حجم و درنتیجه ارزان‌ترشدن؛ فیرهای برای افزایش تاب و پایائی؛ و مواد سخت‌کننده به منظور گیرش سریع‌تر، به مواد اولیه پلاستیکی افزوده می‌شوند.

مرحله‌ی سوم: شکل‌دادن به آن‌ها و تولید فرآورده‌های پلاستیکی نهایی از این نیم‌رخ‌ها یا مواد اولیه است.

تولید قطعات پلاستیکی گرما نرم به دو روش صورت می‌پذیرد :

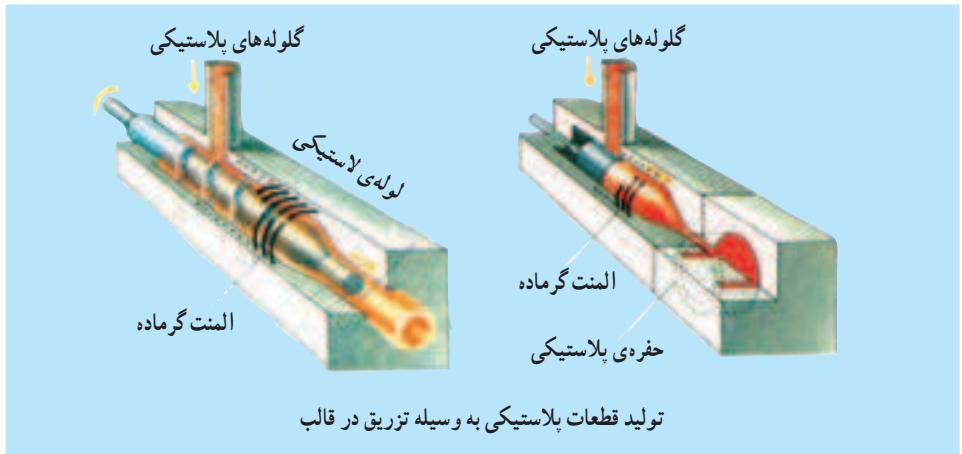
۱. **اکستروژن:** در این روش ابتدا صفحه یا ورق پلاستیکی تولید می‌شود و سپس صفحه از طریق گرما و مکش به محصول نهایی یا شکل مورد نظر درمی‌آید.

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 ترموموست 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



۱۴-۴- اتصال قطعات پلاستیکی

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



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

اجزای پلاستیکی به وسیله‌ی پیچ، پیچ، پیچ و مهرو و چسب و اتصالات و بند و بسته‌های از جنس خودشان یا فلز به یک دیگر با به مصالح دیگر متصل می‌شوند. علاوه بر این ترمопلاستیک‌ها به وسیله‌ی جوش حرارتی هم به یک دیگر متصل می‌شوند. لبه‌های مصالحی را که باید به یک دیگر متصل شوند روی هم می‌چینند و پس از فشردن، حرارت می‌دهند، تا اتصالی یک پارچه را به وجود آورند.

پرسش‌های پایان فصل

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

فصل پنجم

مصالح کفسازی، دیوارسازی و رنگآمیزی

هدف‌های رفتاری : در پایان فصل هنرجو باید بتواند :

- ۱- دلایل استفاده از مصالح جدید در کفسازی و دیوارسازی را شرح دهد.
- ۲- انواع مهم مصالح جدید در کفسازی و دیوارسازی سبک و پوشش آنها را نام ببرد.
- ۳- مشخصات فنی و کاربردی انواع کفپوش و دیوارهای سبک را شرح دهد.
- ۴- مواد اولیه‌ی کفپوش‌ها و دیوارهای سبک را نام ببرد.
- ۵- اصول اجرایی رنگآمیزی دیوار را توضیح دهد.

مقدمه

بخشی از فرآیند طراحی و اجرای ساختمان اقداماتی است که به کف‌ها، دیوارها و پوشش روی آن‌ها مربوط می‌شود. در کشور ما این بخش از کار به صورت سنتی با مصالح بنایی انجام می‌شود. اما امروزه مصالح جدید با قابلیت‌های ویژه به بازار عرضه می‌شود و امکانات و گزینه‌های مختلفی فراز روی طراحان، مجریان و استفاده‌کنندگان قرار می‌دهد. فصل آخر این کتاب به معرفی برخی از مهم‌ترین مصالح جدید که می‌توانند در کفسازی، اجرای دیوارها و پوشش آن‌ها به کار گرفته شود، اختصاص یافته است. مهم‌ترین 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.

۱۵-۱ مصالح کفسازی

کفسازی می‌تواند از مصالح مختلف یا ترکیبی از چند نوع از آن‌ها باشد. موزائیک سیمانی، پوشش‌های پلاستیکی مانند کاشی وینیلی، کف‌پوش وینیلی فوم‌دار، لاستیک؛ پوشش‌های چوبی مانند الوار، پارکت، بلوك چوبی از این نوع کف‌پوش‌ها محسوب می‌شوند.

کفسازی با موزائیک سیمانی : کفسازی با موزائیک شیوه‌ای است که با ظهر سیمان و تولیدات بتنی در کشور از سال‌ها پیش مورد استفاده قرار گرفته است. موزائیک و ملات ماسه سیمان عناصر اصلی تشکیل‌دهنده‌ی کفسازی با موزائیک در فضاهای داخلی است.

کف‌پوش‌های پلاستیکی : پوشش‌های پلاستیکی در انواع مختلف زیر تولید می‌شود :
(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.^۱ (شکل ۱۵-۱)



شکل ۱۵-۱- کاربرد کاشی وینیلی برای فرش کف

این نوع کاشی در برابر چربی‌ها، روغن‌ها، سیاری از اسیدها و بازها و مشتقات نفتی به خوبی پایداری می‌کند. با افرودن مواد فلزی به این کاشی‌ها، می‌توان کاشی هادی الکتریسیته که ضد جرقه است، تولید نمود.

۱- کاشی وینیلی به ابعاد ۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متر یا به صورت نوارهای به ابعاد ۹۰×۲۵ سانتی‌متر و یا توب‌هایی به عرض ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر ساخته می‌شود.

ب) کف پوش وینیلی فومدار: این کف پوش‌ها نرم و قابل انعطاف‌اند و به شکل نوارهایی که اصطلاحاً «رول» گفته می‌شود تولید می‌شوند.^۱

پوشش‌های لاستیکی: برای ساخت کف پوش از لاستیک نیز استفاده می‌شود. کف پوش‌های لاستیکی معمولاً از لاستیک مصنوعی، که خطر اکسیده شدن آن‌ها کم‌تر از لاستیک طبیعی است، ساخته می‌شود. کاشی‌های لاستیکی به شکل مربع یا مستطیل‌اند.^۲

پوشش‌های چوبی: از چوب برای بخش کف و دیوار و سقف استفاده می‌شود. بخش‌های چوبی با اشکال گوناگون متدائل به شرح ذیل تهیه می‌شود.

(الف) کف پوش الواری: این کف پوش به صورت تخته‌های بلند استفاده می‌شوند. اتصال آن‌ها از پهلو و انتهای کام و زبانه است و با مینخ‌های آهنی یا چوبی یا چسب به زیرسازی نصب و محکم می‌شود.^۳

ب) کف پوش نواری: این کف پوش مانند کف پوش الواری است، اما از تخته‌های کوچک‌تر، که به شکل نوارهای باریکی درآمده است، استفاده می‌شود.^۴

پ) پارکت: کف پوش پارکت معمولاً از تکه‌های درختان سخت چوب مانند گردو، مرز، بلوط، راش، افرا و ... در اندازه‌های متفاوت و نقش‌های گوناگون مانند شطرنجی، جناغی و حصیری ساخته می‌شود.^۵ (شکل ۱۵-۲)



شکل ۱۵-۲ - کفسازی اتاق با استفاده از پارکت‌های چوبی

۱- این کف پوش‌ها به صورت توب‌هایی به عرض 12° تا 18° سانتی‌متر و ضخامت حدود ۴ میلی‌متر تولید می‌شود.

۲- بخش‌های لاستیکی به ابعاد ۱۵ تا ۹۰ سانتی‌متر و ضخامت ۲ تا $4/5$ میلی‌متر تولید می‌شود.

۳- این تخته‌ها به عرض ۸ تا ۲۵ سانتی‌متر و به ضخامت ۲ تا ۴ سانتی‌متر ساخته می‌شود.

۴- پهنه‌ای این تخته‌ها معمولاً $7/5$, 10 , 15 و 18 سانتی‌متر و ضخامت آن‌ها بین ۱ تا ۴ سانتی‌متر متغیر است.

۵- ضخامت تکچوب‌ها معمولاً از 6 تا 18 میلی‌متر و درازای آن‌ها از $7/5$ تا 45 سانتی‌متر و پهنه‌ای آن‌ها از ۲ تا ۵ سانتی‌متر است و در کارخانه آماده می‌شود.

ت) **بلوک چوبی**: بلوک چوبی نوعی پارکت ضخیم است که در ابعاد مختلف ساخته می‌شود. معمول ترین اندازه‌ی آن $50 \times 50 \times 50$ سانتی‌متر است و به کمک چسب و ماستیک بر روی کف‌سازی فرش می‌شود.

۱۵-۲ دیوارهای سبک

دیوارهای سبک، یا از نوع ساده به صورت تخته‌های ساختمانی نظیر تخته‌گچی، تخته سیمانی، تخته‌های چوبی و یا پلاستیکی‌اند، یا به صورت دیوارهای سبک مرکب^۱، 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. متدائل ترین 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 محصولاتی است که از یک صفحه‌ی غیرقابل اشتعال گچی و غالباً با روکش محافظت کاغذ کرافت^۲ تشکیل شده است. این لایه‌ی محافظت که تحت شرایط کنترل شده‌ی کارخانه بر روی این صفحات پرس می‌شود، از مقواهی 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.^۳

دیوارهای سبک^۴ با عایق‌های پلاستیکی

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

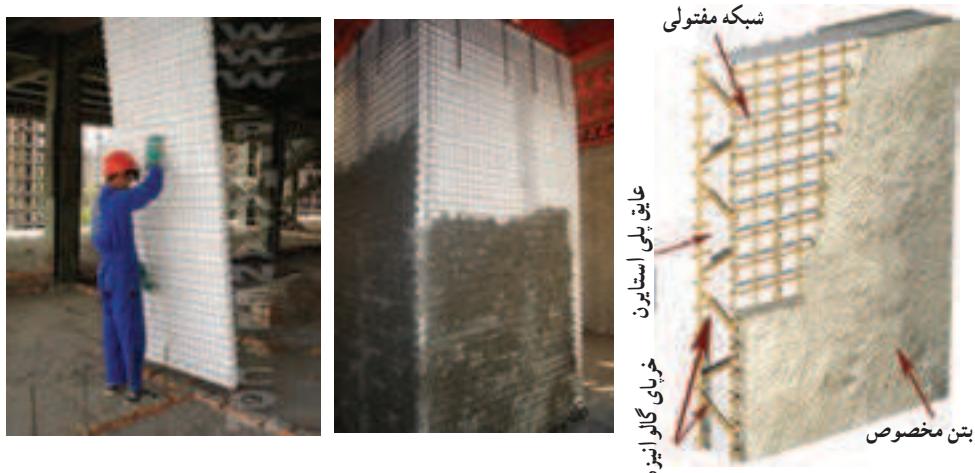
۱—Composite Dry wall

۲—Craft

۳—صفحات گچی معمولاً با عرض $1/20$ 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 می‌کنند. قسمت عمدی این دیوارها در کارخانه ساخته می‌شوند و پس از نصب در محل مورد نظر به دو طرف آن‌ها بتن پاشیده می‌شود و سپس سطح روی آن را صاف می‌کنند.
(شکل ۱۵-۳)



شکل ۱۵-۳—جزئیات دیوار سبک و نحوه اجرای آن

۱۵-۳—دیوارهای سبک مرکب

دیوارهای سبک مرکب، غالباً به عنوان دیوار جداگانه مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما با رعایت اصول فنی و تغییر در مشخصات نگهدارنده‌ها براساس محاسبات سازه‌ای، می‌توان از آن‌ها به عنوان دیوار برابر نیز استفاده نمود. شکل زیر نمونه‌ای متداول از دیوارهای مرکب سبک را نشان می‌دهد. (شکل ۱۵-۴)



شکل ۱۵-۴—جزئیات دیوار مرکب با پوشش صفحات گچی و نحوه 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 یک دیگر از نوع خشک است و به این منظور غالباً از پیچ، 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.

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 تزدیک‌تر به خود احساس می‌کنیم و گویی فضا کوچک است، درحالی که 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 رنگ آمیزی 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 خشک کردن رنگ) به دست 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. به طور 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 بیندد یا روی آن رنگینه به وجود آید و یا خشک شود و برآقیتش 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^۱ نور بستگی به ترکیبات رنگ دارد و این بازتاب از رنگ‌مات کامل شروع می‌شود و به رنگ کاملاً براق خاتمه می‌پاید.

توجه به موارد زیر به هنگام رنگ آمیزی ضروری است :
– قبل از مصرف رنگ‌های ساختمانی باید حتماً آن را با حلال مناسب همان رنگ رقیق کنیم.

- رقیق کردن رنگ باید تدریجی انجام شود و رنگ نباید خیلی سرد باشد.
- قلم مویی که در مصرف رنگ‌های ساختمانی به کار می‌رود، باید مناسب 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 باقی‌مانده به وسیله‌ی لایه‌های رنگ قابل پوشیده‌شدن شود.
- بسته به میزان ناهمواری‌های موجود در سطح، باید آن را با چند لایه‌ی آستری رنگ کرد. معمولاً آستری کمی رقیق‌تر از لایه‌ی رنگ اصلی است.
- رنگ پلاستیک را با آب و رنگ روغنی را با تینر رقیق می‌کنند.
- هنگام پوشاندن سطح با آخرين لایه باید مهارت کافی به کار گرفته شود تا در نهایت سطحی صاف و یک‌دست به دست آید.
- به هنگام رنگ آمیزی، دمای محیط نباید از پنج درجه سانتی‌گراد 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 این‌که ترکیبات سربی سمی است، باید به مقررات خاص مندرج در قوانین محیط زیستی تولید و کاربرد رنگ برای تولید کنندگان، مصرف کنندگان توجه شود. استفاده از رنگ‌های دارای رنگدانه‌های سرب، برای رنگ کردن وسایلی که مورد استفاده‌ی بچه‌ها یا در دسترس آن‌ها است، ممنوع است.

۱۵-۵- 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 توبه‌ایی به عرض ۵ تا ۹ سانتی‌متر تولید می‌شود. این روش پوشش دیوار به وسیله‌ی چسب‌های شیمیابی با سرعت نسبتاً زیادی نصب می‌شود. به منظور ایمنی از حریق باید توجه داشت که بر حسب مورد، جنس کاغذ دیواری و چسب مورد استفاده از نوع تأیید شده، انتخاب شود. (شکل ۱۵-۵)



شکل ۱۵— کاربرد کاغذ دیواری به عنوان پوشش نهایی دیوارها

پرسش‌های پایان فصل

- ۱— انواع کف‌پوش‌هایی را که برای کفسازی می‌توان به کار گرفت نام ببرید.
- ۲— دو نوع کف‌پوش 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 مأخذ

- ۱- بری، راین، ساختمانسازی، ترجمه‌ی اردشیر اطیابی، جویبار، تهران، ۱۳۷۹، ۵ ج
- ۲- تابش، حسن، مصالح و فرآورده‌های ساختمانی، دفتر اول، ارتباط، تهران، ۱۳۷۹
- ۳- حامی، احمد، مصالح ساختمان، چ ۱۴، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۸۲
- ۴- حجازی، رضا، چوب‌شناسی و صنایع چوب، چ ۲، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۴
- ۵- چادلی، ری، تکنولوژی ساختمان، ترجمه‌ی اردشیر اطیابی، آرمان، تهران، ۱۳۷۰، ۴ ج
- 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 ۱۳۷۹، تهران، ۵۵
- ۸- سازمان نقشه‌برداری ایران، اطلس ملی زمین‌شناسی ایران، چ ۲، تهران، ۱۳۷۹
- ۹- سرتیبی بور، محسن، مصالح در ساختمان و معماری، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ۱۳۸۶
- ۱۰- سرتیبی بور، محسن، زیست بوم و مصالح ساختمانی (پژوهشی 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 حسنی و محمدرضا اسلامی، چ ۲، مرکز مطالعات بحران‌های طبیعی در صنعت، تهران، ۱۳۸۳
- ۱۲- وول، دابلیو، دی. و سی. اچ. گرونمن و ئی. آر. گلینز. درودگری و شناخت صنعت چوب، ترجمه‌ی غلامرضا حقانی و داریوش شبا亨گ، رشدیه، تهران، ۱۳۶۱
- ۱۳- Edwards, Brian. Sustainable Architecture, 2nd. edition, GB, Architectural Press, 1999.
- ۱۴- "Architectural Design", Green Architecture, Vol 71, No 4, July 2001.
- ۱۵- The construction of building, 5th. Edition, BSP Professional Books, England, 1991.

