

به سایت [4khooneh.org](http://4khooneh.org) سر بزنید ...



- مشاوره تحصیلی بگیرید.
- درباره آینده شغلی رشته تحصیلی خود اطلاعاتی کسب کنید.
- کارنامه رتبه‌های برتر کنکور را ببینید.
- با کتابامون بیشتر آشنا بشید.
- ۱۰ صفحه اول تمام کتابامون رو ببینید.
- در آزمون های جامع ما بصورت رایگان شرکت کنید.
- به صورت آنلاین خرید کرده و کتاب را با ارسال رایگان درب منزل تحویل بگیرید.
- و یه عالمه مطالب آموزنده دیگه ...

[www.4khooneh.org](http://www.4khooneh.org)

## بخش نهم:

# شناخت مواد و مصالح

۱ خواص و ویژگی‌های فنی مصالح

۲ مصالح و محیط زیست

۳ زمین

۴ سنگ‌ها

۵ خاک

۶ آجر و سرامیک

۷ آهک

۸ گچ

۹ چوب

۱۰ فلزات

۱۱ سیمان، بتن

۱۲ شیشه

۱۳ عایق‌های رطوبتی، حرارتی و صوتی

۱۴ پلاستیک‌ها

۱۵ مصالح کف‌سازی، دیوارسازی و رنگ‌آمیزی

## فصل اول: خواص و ویژگی‌های فنی مصالح

اصولاً استفاده از مصالح در صورتی مجاز است که خواص فنی آن‌ها با استانداردها و مقررات ملی، که در این زمینه وضع گردیده، مطابقت نماید. استانداردها و مقررات ملی هر کشوری براساس ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح تدوین می‌شود. امروزه علاوه بر موارد فوق معیارهای پایداری محیط‌زیست و پیش‌گیری از آسیب رساندن به طبیعت نیز به عنوان عاملی تعیین‌کننده در نحوه تولید و به کارگیری مصالح مورد نظر قرار می‌گیرد.

### نکته

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.

### ○ خواص فیزیکی

خواص فیزیکی مصالح شامل ویژگی‌هایی چون جرم، وزن، 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.

### نکات

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

**فشردگی و تخلخل مواد:** با کمک این دو شاخص درجه‌ی فشردگی (توپری) و تخلخل (پوکی) مواد مشخص می‌شود. **میزان فشردگی:** میزان فشردگی و توپری جسم از نسبت بین وزن مخصوص فضایی و وزن مخصوص جسم جامد به دست می‌آید. (میزان فشردگی شاخص تراکم ماده است که به آن جرم مخصوص هم می‌گویند). **میزان تخلخل:** درجه‌ی پوکی جسم را مشخص می‌کند و از نسبت بین حجم فضای خالی (خلل و فرج) جسم و حجم فضایی آن محاسبه می‌شود. (تخلخل، حجم فضاهای خالی در واحد حجم جسم است).

### نکته

میزان تحمل نیرو، سرما و گرما، جذب آب، درجه‌ی یخبندان و ضریب هدایت حرارتی 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.

### ○ 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 نشان دهنده‌ی مقاومت آن‌ها در برابر فرسایش ناشی از اصطکاک با عوامل طبیعی (مانند باد و باران) یا عوامل مصنوعی (مانند سایش ناشی از جابه‌جایی اجسام روی هم) است. سختی کانی‌ها عاملی تعیین‌کننده در برابر خراش اجسام است. براساس جدول فردریک‌موس (Mohs): تالک، نرم‌ترین کانی است که با شست سائیده می‌شود و الماس، سخت‌ترین کانی‌ست که بر هر جسمی خط می‌اندازد. هر کانی‌ای که به وسیله کانی دیگر خراش بردارد نسبت به آن نرم‌تر است.

### ○ آب و مصالح ساختمانی

**قابلیت نفوذ آب در جسم:** میزان آبی که در جسم نفوذ می‌کند. (براساس محاسبه‌ی مقدار آب تحت فشاری که در مدت یک ساعت از  $1\text{m}^2$  سطح جسمی، که ضخامت آن یک متر باشد، عبور می‌کند). **قابلیت (ظرفیت) جذب آب:** مقدار آبی که حجم یک جسم را پر می‌کند. **میزان رطوبت:** وزن آب موجود در مصالح ساختمانی

**ضریب نرمی:** این ضریب نشان‌دهنده‌ی مقاومت مکانیکی مصالح در برابر نفوذ آب و رطوبت است. (نسبت مقاومت جسم در حالت اشباع شده را به مقاومت جسم خشک «ضریب نرمی» می‌گویند) باید توجه داشت مصالحی که ضریب نرمی‌شان کم‌تر از ۰/۸ 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  $17^{\circ}\text{C}$  آن را منجمد می‌کنند سپس آن‌ها را در حرارت عادی قرار می‌دهند تا یخ آن‌ها ذوب شود و این حالت را بین ۱۰ تا ۲۰۰ بار تکرار می‌کنند. مصالحی که پس از این آزمایش پوسته پوسته نشوند، بیش از ۵٪ از وزنشان کاسته نشود و بیش‌تر از ۲۵٪ تاب مکانیکی خود را از دست ندهند. مصالح مقاوم در برابر یخبندان محسوب می‌شوند. در واقع هر یک تا دو آزمایش معادل ۳ تا ۵ سال مقاومت مصالح در محیط طبیعی است.

## ○ حرارت و مصالح ساختمانی

**ظرفیت حرارتی:** یعنی خاصیت جذب مقدار معینی از حرارت توسط جسم. این خاصیت در طراحی انباره‌های حرارتی برای سیستم‌های گرمایش غیرفعال خورشیدی 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 مناسب داشت بهره می‌بردند.

### نکات

- انباره‌های حرارتی، مصالح ساختمانی‌ای هستند که گرمای خورشید را در خود ذخیره می‌کنند مانند سنگ یا صخره.
- گرمایش غیرفعال خورشیدی، نوعی از گرمایش است که با استفاده از انرژی خورشید گرمای مورد نیاز ساختمان را تأمین می‌کند و از وابستگی به انرژی الکتریسیته یا سوخت‌های فسیلی می‌کاهد.

**ضریب انبساط و انقباض:** خصوصیتی که به وسیله چندین آزمایش در درجه‌ی حرارت‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شوند.

### نکته

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. (موادی که حرارت بالای  $1580^{\circ}\text{C}$  را تحمل می‌کنند در این دسته قرار دارند.)
- ۲- **اجسام دیرسوز:** این اجسام تحت تأثیر شعله، با درجه‌ی حرارت زیاد به راحتی شعله‌ور یا تبدیل به زغال نمی‌شوند. مانند آسفالت که تنها در مجاورت شعله می‌سوزد و به محض این که شعله دور شود از سوختن باز می‌ماند. (این مواد معمولاً بین دمای  $1350^{\circ}\text{C}$  تا  $1580^{\circ}\text{C}$  تغییر شکل می‌دهند.)

- ۳- **اجسام سوزا:** این اجسام در اثر شعله یا حرارت بالا مشتعل می‌شوند و خودبه‌خود به سوختن ادامه می‌دهند. اکثر مواد آلی مانند چوب از این دسته‌اند. (این مواد معمولاً در پایین‌تر از  $1350^{\circ}\text{C}$  خواص خود را از دست می‌دهند.)

## ○ قابلیت جذب و انعکاس نور

جذب و انعکاس نور به بافت، رنگ، شکل و سطح مواد بستگی دارد و هم چنین قابلیت عبور نور به میزان شفافیت، مات و کدر بودن مصالح بستگی دارد.

## ○ 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.

**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. به عنوان مثال، پشم شیشه یا آکوستیک تایل ۸۰ تا ۹۰ درصد انرژی صوتی را جذب می‌کند و با وجود داشتن جذب بالای صوتی قابلیت عایق‌بودن آن فوق‌العاده ناچیز است.

## ○ 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 نیروهای است که به آن‌ها وارد می‌شود.

### نکته

برخی مصالح در برابر میزان خاصی از نیرو هیچ‌گونه تغییر شکلی نمی‌پذیرند و به اصطلاح صلب هستند (مثل چدن، سنگ، آجر و شیشه). گروهی دیگر مانند فولاد در برابر همان نیرو تغییر شکل می‌دهند، اما پس از برداشتن آن نیرو جسم به حالت اول برمی‌گردد، زیرا خاصیت ارتجاعی دارند (این خاصیت را اصطلاحاً خاصیت الاستیک یا ارتجاعی می‌گویند و در محاسبات به صورت ضریب الاستیک در نظر گرفته می‌شود). 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).

## ○ خواص شیمیایی

یک‌صد 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 غیر فلزی 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).

## ○ چگونگی تولید مصالح

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

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.

## ○ خطرات واکنش‌های شیمیایی

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

## ○ اثرات کربنات‌ها و سولفات‌ها بر مصالح ساختمانی

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

### نکات

- مصالح ساختمانی کربنات‌دار در آتش‌سوزی‌ها پایدار نیستند، زیرا در اثر حرارت خواص آن‌ها تغییر می‌کند و از هم متلاشی می‌شوند.
- سنگ آهک موجود در مصالح در گرمای حدود  $900^{\circ}\text{C}$ ، گاز کربنیک ( $\text{CO}_2$ ) موجود در خود را از دست می‌دهد و به آهک زنده  $\text{CaO}$  تبدیل می‌شوند 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.

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

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

### ۱- میزان تخلخل و فشردگی مصالح چه تاثیری در کیفیت عایق بودن آن‌ها دارد؟

تخلخل، حجم فضاهای خالی در واحد حجم جسم است و درجه‌ی پوکی آن را مشخص می‌کند. میزان تحمل نیرو، سرما و گرما، جذب آب، درجه‌ی یخبندان، ضریب هدایت حرارتی و جذب انعکاس نور و صدای مصالح بستگی به میزان تخلخل و فشردگی آن‌ها دارد. چنانچه عایق‌بندی ساختمان‌ها در برابر نفوذ آب و رطوبت مورد توجه باشد باید از مصالحی با میزان فشردگی زیاد (مانند قیر) استفاده کرد و چنانچه عایق‌بندی ساختمان در برابر سرما و گرما مدنظر باشد موادی با تخلخل زیاد مانند پشم شیشه به کار می‌رود.

### ۲- چرا به هنگام به کارگیری مواد ساختمانی، باید به درجه‌ی سختی آن‌ها توجه نمود؟

سختی کانی‌ها نشان‌دهنده‌ی مقاومت آن‌ها در برابر فرسایش ناشی از اصطکاک با عوامل طبیعی (مانند باد و باران) یا عوامل مصنوعی (مانند سایش ناشی از جابه‌جایی اجسام روی هم) است. سختی کانی‌ها عاملی تعیین‌کننده در برابر خراش اجسام است.

### ۳- چه مصالحی در برابر یخبندان مقاوم‌اند؟

مصالحی که میزان تخلخل کمتر و فشردگی بیشتری دارند آب به داخل این مصالح کمتر نفوذ می‌کند و در نتیجه در مقابل یخبندان مقاوم‌تر هستند. مواد ساختمانی را از آب اشباع می‌نمایند و تحت شرایط اشباع و برودت  $-17^{\circ}\text{C}$  آن را منجمد می‌کنند سپس آن‌ها را در حرارت عادی قرار می‌دهند تا یخ آن‌ها ذوب شود و این حالت را بین ۱۰ تا ۲۰۰ بار تکرار می‌کنند. مصالحی که پس از این آزمایش پوسته پوسته نشوند، بیش از ۵٪ از وزنشان کاسته نشود و بیش‌تر از ۲۵٪ تاب مکانیکی خود را از دست ندهند، مصالح مقاوم در برابر یخبندان محسوب می‌شوند. در واقع هر یک تا دو آزمایش معادل ۳ تا ۵ سال مقاومت مصالح در محیط طبیعی است.

### ۴- مفهوم ویژگی صلب، ارتجاعی و خمیری بودن مصالح ساختمانی را بیان کنید.

واکنش مصالح مختلف در برابر نیرو یکسان نیست. برخی مصالح در برابر میزان خاصی از نیرو هیچ‌گونه تغییر شکلی نمی‌پذیرند و به اصطلاح صلب هستند (مثل چدن، سنگ، آجر و شیشه). گروهی دیگر مانند فولاد در برابر همان نیرو تغییر شکل می‌دهند، اما پس از برداشتن آن نیرو جسم به حالت اول بر می‌گردد، زیرا خاصیت ارتجاعی دارد. برخی دیگر از مصالح در برابر همان نیرو تغییر شکل می‌دهند و پس از برداشتن نیرو به حالت اول بر نمی‌گردند. این‌ها را جسم پلاستیک یا خمیری می‌گویند. (مثل قیر یا گل)

### ۵- علت بروز سفیدک‌های روی مصالح ساختمانی را توضیح دهید.

سفیدک‌ها ممکن است در نتیجه‌ی وجود سولفات‌ها، کربنات‌ها، کلورورها و یا نیترات‌های موجود در مواد اولیه‌ی مصالح به وجود آیند به این ترتیب، پس از 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.

شناخت مواد و مصالح



## پرسش‌های چهار گزینه‌ای

### ۱- قابلیت هدایت حرارتی توسط مصالح ساختمانی علاوه بر جنس به کدام عامل جسم بستگی دارد؟

- |           |           |            |         |
|-----------|-----------|------------|---------|
| (۱) ضخامت | (۲) مساحت | (۳) ارتفاع | (۴) طول |
|-----------|-----------|------------|---------|

### ۲- کدام مصالح، جسم صلب محسوب نمی‌شود؟

- |         |          |         |           |
|---------|----------|---------|-----------|
| (۱) آجر | (۲) شیشه | (۳) چدن | (۴) فولاد |
|---------|----------|---------|-----------|

### ۳- تمامی موارد زیر از عوامل تعیین‌کننده‌ی انتخاب و به کارگیری مصالح ساختمانی می‌باشد به جز:

- |   |   |
|---|---|
| (۱) پیش‌گیری از آسیب‌رساندن به طبیعت              | (۲) پایداری محیط زیست                             |
| (۳) مطابقت مشخصات فنی با استانداردها و مقررات ملی | (۴) فراوانی مصالح و پایین بودن هزینه‌ی آماده‌سازی |

### ۴- اصولاً استفاده از مصالح ساختمانی در چه صورتی مجاز است؟

- (۱) در صورتیکه مصالح مقاومت کافی داشته باشند.
- (۲) در صورتیکه خواص فنی آن‌ها با استانداردها و مقررات ملی که در این زمینه وضع گردیده مطابقت نماید.
- (۳) در صورتیکه به محیط‌زیست آسیب نرسانند.
- (۴) در صورتیکه خواص فیزیکی مطلوبی داشته باشند.

راهنمای گام به گام



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 استفاده مجدد قرار داد.

یکی از مهمترین موانع موجود در راه بازیافت مواد ساختمانی این است که سازندگان مصالح و طراحان در پیش‌بینی قابلیت استفاده مجدد اجزای ساختمانی اعم از سازه‌های یا غیرسازه‌های کم توجه‌اند.

بازیافت دارای مزایای متعددی است. از جمله: حفظ منابع طبیعی، صرفه‌جویی در مصرف، انرژی برای تولید و حمل و نقل، کاهش هزینه‌ها، کاهش خطرات آلودگی محیط، استفاده از انرژی دریافتی از مواد زائد، استفاده از مواد زائدی که در صورت استفاده نشدن به محل‌های دفن زباله منتقل می‌شود و کاهش نیاز به منابع جدید.

### ○ 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 (بوم شناختی)، حاوی میزان مصرف انرژی برای تولید و امکان و میزان بازیافت مصالح.

### ○ 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. ۱- مانع از اتلاف منابع انرژی می‌شود، ۲- به تداوم استفاده از کاربری‌های عمومی و تأسیسات زیربنایی (که معمولاً در ارتباط با آن‌ها شکل گرفته‌اند) کمک می‌نماید. ۳- 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 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.

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

### نکات

- مدرسه‌ی آقا بزرگ کاشان با طرح گودال باغچه و بادگیرهایی که نمایانگر استفاده‌ی هوشمندانه از عناصر اقلیمی است. استفاده از خاک بستر ساختمان، بدون باقی‌گذاشتن آثار یا ضایعات در محل استخراج، برای ایجاد مصالح موجب شده است تا با حداقل مصرف انرژی و افزودنی‌های غیرمحل، درصد عمده‌ی مصالح مورد نیاز از درون محل کارگاه ساختمانی تأمین شود.
- توجه به ابعاد زیست محیطی مصالح از مهم‌ترین عامل در معماری پایدار است.
- پایداری، دیدگاه هزاره‌ی سوم تمدن انسانی تلقی می‌شود و شرط لازم برای بقای در روی کره زمین نیل به آن است. با چنین دیدگاهی («معماری پایدار (سبز)» به معنی طراحی هوشمندانه در بهره‌گیری از عناصر اولیه‌ی موجود در طبیعت و هماهنگی و توازن با قوانین حاکم بر طبیعت (انرژی خورشیدی، باد و ...) است. به طوری که در نهایت، اجزای معماری با محیط خود سازگاری و انطباق داشته باشند.

## پرسش‌های فصل دوم

- ۱- آثار منفی مصرف بی‌رویه‌ی مواد و مصالح ساختمانی به محیط زندگی انسان‌ها را شرح دهید. تقریباً همه‌ی مصالح ساختمانی‌ای که در صنعت ساختمان به کار گرفته می‌شوند منشأ طبیعی دارند و از طبیعت به دست می‌آیند. 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. استخراج این مواد آثار زیست‌محیطی نامطلوبی به همراه دارد. از جمله: آسیب رسیدن به زیستگاه‌های طبیعی، از بین رفتن زمین‌های کشاورزی، صدمه دیدن چشم‌اندازهای طبیعی (مانند آن چه در معادن روباز 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- گازهای سی اف سی و هالوژن چه کاربردی در ساختمان دارند؟

گازهای سی اف سی در سیستم‌های خنک کننده ساختمان به کار می‌روند این گازها برای پاشیدن پلاستیک‌های اسفنجی و عایق‌های حرارتی نیز کاربرد دارد. هالوژن‌ها نیز برای روشنایی و اطفاء حریق استفاده می‌شوند.

## ۳- عوارض منفی استفاده از گازهای سی اف سی و هالوژن بر زمین و محیط زندگی را شرح دهید.

این گازها 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. این گازها در به دام انداختن گرمای خورشید بسیار موثرند و چنانچه مقدار آن‌ها از حد مجاز فراتر رود علاوه بر آسیب رساندن به لایه‌ی ازن، باعث بازتابش انرژی کم‌تری به فضا می‌شوند و در نتیجه جو زمین گرم‌تر می‌شود.

## ۴- بازیافت مصالح چیست؟

«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، روز به روز مورد توجه بیش‌تری قرار می‌گیرد.

## ۵- نمونه‌هایی از عناصر قابل بازیافت در ساختمان را که با بکارگیری مجدد آن‌ها می‌توان از آثار و عوارض منفی تخریب منابع

### زیست محیطی جلوگیری نمود بیان کنید؟

تیر و ستون‌های فولادی و چوبی، سنگ دانه‌هایی 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 آلومینیوم عمده‌ترین مصالح قابل بازیافت در ساختمان‌اند که می‌توان آن‌ها را مورد استفاده‌ی مجدد قرار داد.

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### ۱- استفاده از کدام مورد، سبب آسیب به لایه‌ی ازن می‌شود؟

- (۱) تیر و ستون فولادی  
(۲) پشم شیشه در عایق‌بندی  
(۳) هالوژن برای روشنایی یا اطفای حریق  
(۴) سنگ‌دانه‌های حاصل از خرد کردن بتن

### ۲- کدامیک از مزایای احیای بناهای قدیمی است؟

- (۱) تداوم استفاده از کاربری‌های عمومی  
(۲) مانع از اتلاف انرژی  
(۳) صرفه‌جویی اقتصادی  
(۴) هر سه مورد

### ۳- همه‌ی گزینه‌ها از اثرات مشهود دخالت‌های گسترده در محیط طبیعی محسوب می‌شوند به جز:

- (۱) کاهش بارندگی و ایجاد بحران کم آبی  
(۲) انقراض گونه‌های جانوری و گیاهی  
(۳) آلودگی هوا، آب رودخانه‌ها و دریاها  
(۴) آسیب به لایه‌ی ازن و تهدید سلامتی انسان

### ۴- تقریباً همه‌ی مصالح ساختمانی که در صنعت ساختمانی بکار گرفته می‌شوند منشأ ..... دارند و از طبیعت بدست می‌آیند.

- (۱) آلی (۲) گیاهی (۳) طبیعی (۴) فلزی

### ۵- دلیل منتشر شدن متان در هوا چیست؟

- (۱) تجزیه سنگ آهک  
(۲) فساد مواد کربن دار  
(۳) تخریب لایه ازن  
(۴) مصرف سی - اف - سی‌ها

### ۶- کدام گازها در سیستم‌های خنک کننده ساختمان‌ها به کار می‌روند؟

- (۱) سی - اف - سی‌ها (۲) ازن (۳) دی اکسید کربن (۴) هیدروژن

## جواب پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- ۱ ۲ ۳ ۴  
۲- ۱ ۲ ۳ ۴  
۳- ۱ ۲ ۳ ۴  
۴- ۱ ۲ ۳ ۴  
۵- ۱ ۲ ۳ ۴  
۶- ۱ ۲ ۳ ۴

## فصل سوم: زمین

### ○ پیدایش زمین

واژه‌ی زمین از ریشه‌ی «زم» به معنی «سرد» است (چنان‌که در کلمات زمستان و زمهریر دیده می‌شود).

### ○ ساختمان زمین

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

**نکته:** قسمت اعظم پوسته زمین از عناصر 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 به ترتیب ضخامت؛ اکسیژن، سیلیسیم، آلومینیوم، آهن، کلسیم، سدیم، پتاسیم و منیزیم ساخته شده است و از این میان اکسیژن به تنهایی حدود نیمی از وزن پوسته زمین را تشکیل می‌دهد. پوسته‌ی کره زمین از سنگ‌های آذرین، ته‌نشست (رسوبی) و دگرگون شکل گرفته است. جنس بیشتر سنگ‌های این قسمت گرانیتی است.

### ○ زلزله چیست و چگونه به وجود می‌آید؟

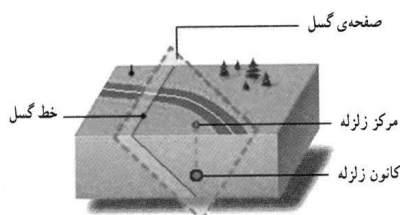
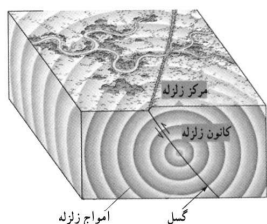
بر اساس نظریه‌ی تکتونیک صفحه‌ای، سنگ کره‌ی زمین (پوسته‌ی زمین) یکپارچه نیست، بلکه از تعدادی ورقه‌های پوسته مانند کوچک و بزرگ تشکیل شده است. بر اساس لغزش و حرکت و برخورد این پوسته‌ها با یکدیگر زلزله به وجود می‌آید. با توجه به نظریه جابه‌جایی قاره‌ها؛ زلزله به سبب ذخیره‌شدن مقادیر زیادی انرژی در درون زمین و پدیده‌ی انتشار امواج ناشی از آزاد شدن این انرژی و ناشی از آشفته‌گی سریع در پوسته زمین و یا در قسمت‌های بالای گوشته، به وجود می‌آید. محلی که منشأ زلزله است و انرژی به یک باره از آنجا آزاد و رها می‌گردد، «کانون زلزله» و نقطه‌ی واقع بر سطح زمین، که در بالای کانون قرار دارد، «مرکز زلزله» نام دارد. دامنه‌ی حرکت زمین بر روی سطح ابتدا شامل لرزه‌هایی جزئی است که یک باره افزایش می‌یابد و پس از لحظه‌ی کوتاهی به تدریج فروکش می‌کند.

### نکات

- تکتونیک به فعالیت‌های درونی زمین یا اصطلاحاً به فعالیت‌های ساختمان زمین (زمین ساخت) می‌گویند. (تکتونیک صفحه‌ای به معنی زمین ساخت ورقه‌ای است) امروزه اکثر زمین‌شناسان، ژئوفیزیک‌دانان و ژئوشیمی‌دانان معتقدند که قاره‌ها در سراسر تاریخ زمین، یعنی طی چند میلیارد سال از سوئی به سوی دیگر سطح زمین جابه‌جا شده‌اند، این قاره‌ها هم‌چنان در حال جابه‌جایی‌اند و اقیانوس اطلس وسیع‌ترین اقیانوس زمین در حال کوچک‌تر شدن است.
- دریا لرزه (تسونامی) ناشی از زلزله‌هایی است که در کف اقیانوس‌ها به وقوع می‌پیوندد.

### ○ مقیاس شدت 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 غیر دستگاهی است که به ۱۲ درجه تقسیم می‌شود. برای تعیین میزان انرژی آزاد شده در کانون زلزله از مقیاس دیگری به نام بزرگی زلزله استفاده می‌شود. اندکی بعد از نظریه‌ی جابه‌جایی قاره‌ها، «چارلز ریشر» در سال ۱۹۳۵ مقیاسی را، که شدت مکان یک زلزله را اندازه‌گیری می‌کند، ابداع کرد. این ابداع به افتخار وی به نام «ریشر» نام‌گذاری شد. در این مقیاس که به صورت لگاریتمی است هر یک درجه افزایش به معنای افزایش ده برابری حرکات زمینی است. به عبارت دیگر قدرت یک زلزله‌ی شش ریشتری ده برابر زلزله‌ی پنج‌ریشتری و یک صد برابر زلزله‌ی چهار ریشتری است.



## ○ 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. این بررسی‌ها از مرحله‌ی انتخاب محل ساختمان آغاز می‌شود و تا مرحله‌ی قرار گرفتن اطلاعات مربوط به نحوه‌ی طراحی در اختیار تیم طراح، ادامه دارد. توصیه می‌شود این بررسی‌ها حداقل تا اجرای پی‌ها ادامه یابد تا این امکان فراهم شود که فرضیات به عمل آمده و الگوهای محاسباتی با نتایج به دست آمده از رؤیت شرایط واقعی زمین انطباق و کنترل شود.

### پرسش‌های فصل سوم

#### ۱- نحوه‌ی پیدایش زمین و منظومه شمسی را شرح دهید.

واژه‌ی زمین از ریشه‌ی «زم» به معنی «سرد» است و پسوند «ین» به معنای نسبت و همانندی است بر طبق نظریه‌ی «لاپلاس» منظومه شمسی در ابتدا به صورت توده‌ی ابری بسیار عظیم متشکل از ذرات معلق با حرکت دورانی بوده که قسمت مرکزی آن بسیار متراکم گشته است. این توده ابر بسیار بزرگ به تدریج سرد شده و تقلیل حجم یافته و با بیش‌تر شدن نیروی گریز از مرکز آن از نیروی جاذبه، قسمت‌هایی از آن از توده‌ی اصلی جدا گشته و در مسیر حلقوی به دور هسته‌ای اصلی به گردش در آمده‌اند.

#### ۲- ساختمان زمین را شرح دهید و عناصر اصلی تشکیل دهنده پوسته‌ی زمین را نام ببرید.

کره‌ی زمین به شکل بیضی دواری است که در دو قطب مسطح گردیده با شعاع استوایی ۶۳۷۸ کیلومتر، به طوری که ۲۱ کیلومتر از شعاع قطبی طول‌تر است. زمین ساختمان همگن و یکنواختی ندارد و از سه قسمت پوسته، گوشته و هسته تشکیل شده است. ضخامت پوسته‌ی جامد زمین به طور متوسط ۳۵ کیلومتر است. این ضخامت در نقاط مختلف بین ۵ تا ۶۵ کیلومتر است. حداقل ضخامت پوسته در زیر اقیانوس‌ها و حداکثر آن در مناطق مرتفع و زیر کوه‌های قاره‌هاست. ضخامت گوشته حدود ۳۴۷۶ کیلومتر است. قسمت اعظم پوسته زمین از عناصر اکسیژن، سیلیسیم و آلومینیوم تشکیل شده است. این قسمت بیش‌تر از جنس سنگ‌های گرانیتی است. پوسته‌ی اقیانوسی و قاره‌ای از سیلیسیم و منگنز تشکیل شده است ۹۹ درصد وزن پوسته‌ی زمین از هشت عنصر اصلی منیزیم، پتاسیم، کلسیم، آلومینیوم، سدیم، آهن، سیلیسیم و اکسیژن ساخته شده است و از این میان اکسیژن به تنهایی حدود نیمی از وزن پوسته زمین را تشکیل می‌دهد.

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

پوسته‌ی زمین یکپارچه نیست. بلکه از تعدادی ورقه‌های پوسته مانند کوچک و بزرگ تشکیل شده است. بر اثر لغزش و حرکت و برخورد این پوسته‌ها با یکدیگر زلزله به وجود می‌آید.

#### ۴- شدت زلزله چیست؟

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

#### ۵- بزرگی زلزله چیست؟

برای تعیین میزان انرژی آزاد شده در کانون زلزله از مقیاس دیگری به نام بزرگی زلزله استفاده می‌شود. اندکی بعد از نظریه‌ی جابه‌جایی قاره‌ها، «چارلز ریشر» در سال ۱۹۳۵ مقیاسی را، که شدت مکان یک زلزله را اندازه‌گیری می‌کند، ابداع کرد. این ابداع به افتخار وی به نام «ریشر» نام‌گذاری شد. در این مقیاس که به صورت لگاریتمی است هر یک درجه افزایش به معنای افزایش ده برابری حرکات زمینی است. به عبارت دیگر قدرت یک زلزله‌ی شش ریشتری ده برابر زلزله‌ی پنج ریشتری و یک صد برابر زلزله‌ی چهار ریشتری است.

#### ۶- اصطلاحات «کانون زلزله» و «مرکز زلزله» را توضیح دهید.

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

#### ۷- برای احداث ساختمان به چه شناختی از زمین نیاز است؟

اطلاع از موقعیت گسل‌ها و شناسایی جنس خاک‌هایی که بستر بنا محسوب می‌شوند برای طرح و اجرای یک ساختمان ضروری است. 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.

## پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱- فراوانی کدام مورد، در پوسته‌ی کره‌ی زمین بیشتر است؟

CaO (۱)      SiO<sub>۲</sub> (۲)      MgO (۳)      Al<sub>۲</sub>O<sub>۳</sub> (۴)

۲- قدرت یک زلزله‌ی شش ریشتری چند برابر زلزله‌ی چهار ریشتری است؟

۲۵ (۱)      ۱۰ (۲)      ۵۰ (۳)      ۱۰۰ (۴)

۳- بر طبق نظریه کدام دانشمند منظومه شمسی در ابتدا بصورت توده‌ی ابری بسیار عظیم بوده است؟

لاپلاس (۱)      توماس (۲)      ریشتر (۳)      اولر (۴)

۴- کدام گزینه در رابطه با کره زمین صحیح است؟

(۱) زمین ساختمان همگن و یکنواختی دارد.  
(۳) شعاع استوائی از شعاع قطبی طولی‌تر است.  
(۴) ضخامت پوسته در زیر کوهها کمتر از زیر دریاها است.

۵- ضخامت متوسط پوسته زمین چند کیلومتر است؟

۲۰ (۱)      ۳۵ (۲)      ۶۵ (۳)      ۵ (۴)

۶- پوسته زمین بیشتر از چه عناصری تشکیل شده است؟

(۱) سیلیسیم و آلومینیم      (۲) سیلیسیم و منگنز      (۳) آهن و نیکل      (۴) آهن و سیلیسیم

جواب پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱-  ۱  ۲  ۳  ۴      ۳-  ۱  ۲  ۳  ۴      ۱-  ۱  ۲  ۳  ۴

۲-  ۱  ۲  ۳  ۴      ۴-  ۱  ۲  ۳  ۴      ۶-  ۱  ۲  ۳  ۴

## فصل چهارم: سنگ‌ها



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

استفاده از سنگ در احداث ساختمان ابتدا در بناهای آئینی به کار گرفته شد. بنای استونهنج و اهرام مصر از جمله بناهای سنگی ای هستند که از گذشته به جای مانده‌اند. مقاومت خوب سنگ باعث شده است تا از آن در قسمت‌هایی که بنا به زمین متصل می‌شود (پی‌ها و کرسی چینی‌ها) یا در جاهایی که میزان بارگذاری زیاد است (پل‌ها و طاق‌ها و ...)، استفاده شود. کاربرد سنگ در معماری ایرانی نیز قدمت طولانی دارد و آثار باشکوهی که در پاسارگاد، تخت جمشید، نقش رستم، بقایای کاخ آپادانا در شوش و ... به جای مانده، همه یادآور هنر و مهارت مردمان این دیار در به کارگیری و استفاده از سنگ است.

## ○ انواع سنگ‌ها از نظر منشأ پیدایش

۱- سنگ‌های آذرین (درونی، بیرونی و آتش‌فشانی)

۲- سنگ‌های رسوبی

۳- سنگ‌های دگرگونی

۱- **سنگ‌های آذرین:** این سنگ‌ها از انجماد مواد مذاب زیر پوسته‌ی زمین به نام «ماگما» به وجود می‌آیند. ماگما پس از تشکیل، به دلیل این که نسبت به سنگ‌های اطراف وزن مخصوص کم‌تری دارد، گرایش حرکتش 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 گرانیته‌ها از این دسته‌اند. گرانیته‌ها سنگ‌هایی سخت و بادوام‌اند به طوری که در برابر نفوذ آب، رطوبت و ضربه مقاوم‌اند و به همین دلیل از آن‌ها در نمای ساختمان‌ها زیاد استفاده می‌شود.

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

**ج) سنگ‌های آتش‌فشانی:** در این حالت خمیر مایه‌ی سنگ، به سرعت به طرف هوای سرد حرکت می‌کند و منجمد می‌شود. به همین دلیل سنگ حالت بلوری پیدا نمی‌کند (مانند بازالت). سنگ‌هایی که به سرعت در هوای آزاد سرد می‌شوند به شکل کف سنگ یا پوک سنگ منجمد در می‌آیند که برای شیب‌بندی بام‌ها از آن استفاده می‌شود. خانه‌های روستایی کندوان در چنین سنگ‌هایی حفر شده‌اند.

### نکته

جایگزین مصنوعی کف سنگ، دانه‌های Leca است که به دلیل سرد شدن سریع در کوره، به صورت متخلخل، توخالی و سبک در می‌آیند.

۲- **سنگ‌های ته نشست یا رسوبی:** این سنگ‌ها از فرسایش و هوازدگی سنگ‌های آذرین و تجمع و به هم پیوستن قطعه سنگ‌ها، جسم‌های محلول در آب دریاها و یا بقایای گیاهان و جانوران در سطح زمین به وجود می‌آیند. سنگ‌ها رسوبی منابعی چون نفت، زغال سنگ، گاز طبیعی، معادن آهن، آلومینیوم، سنگ‌ها و مصالح ساختمانی را تشکیل می‌دهند که در زندگی ما اثر بسیار دارد. از انواع این سنگ‌ها می‌توان کنگلومرا (جوش سنگ)، ماسه سنگ‌ها و شیل، سنگ آهک، سنگ‌های مرجانی یا زغال سنگ را نام برد. (ماسه سنگ‌ها اجتماعی از ذرات ماسه «معمولاً کوارتز» اند. این ذرات کم و بیش به وسیله‌ی مجموعه‌ای از مواد مختلف مانند آهک، رس، اکسید آهن و سیلیس به هم متصل شده‌اند.)

۳- **سنگ‌های دگرگونی:** سنگ‌های آذرین یا رسوبی ممکن است بر اثر حرارت و فشار موجود در اعماق زمین یا مجاورت با توده‌ی ماگما، به هنگام ترکیبات شیمیایی و فیزیکی تغییر کنند و به سنگی جدید و کاملاً متفاوت با انواع اولیه تبدیل شوند. این سنگ‌ها را «دگرگون شده» می‌گویند. سنگ‌های دگرگون شده معمولاً محکم‌تر و بادوام‌تر از سنگ‌های رسوبی‌اند. چون گرما و فشار فضاهای خالی بین دانه‌های آن‌ها را از میان برده و بر تراکم آن‌ها افزوده است. از انواع این سنگ‌ها می‌توان سنگ لوح، سنگ شیست، گنیس، مرمر و کوارتزیت را نام برد.

## ○ 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 قلوه‌سنگ که از بستر رودخانه تهیه می‌شود.

**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 (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.

۲- سنگ‌های کار شده: در نتیجه‌ی تیشه کاری و پرداخت‌هایی که روی سنگ خام می‌شود، انواع سنگ‌های زیر به دست می‌آید:  
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.

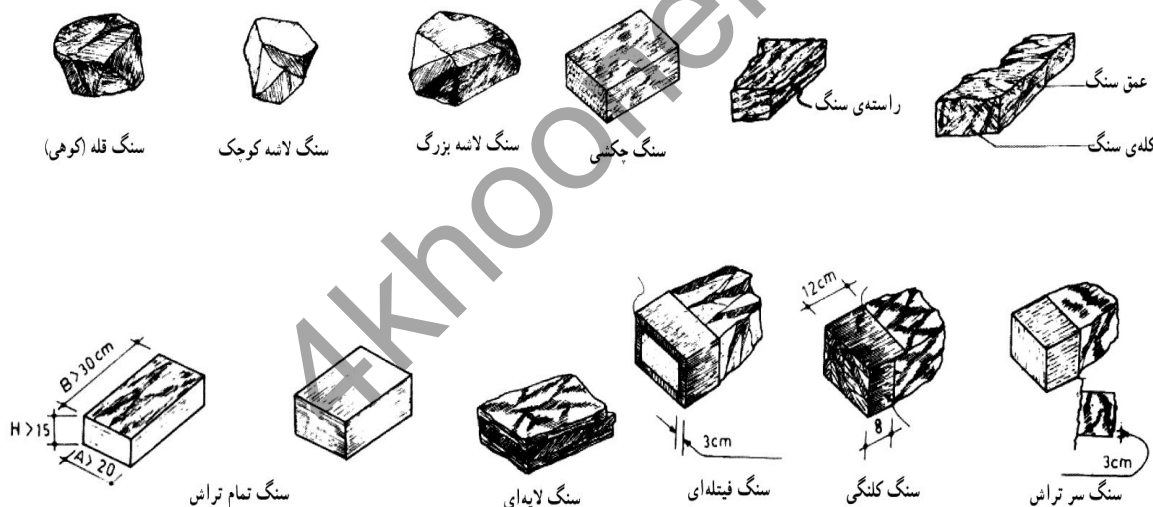
ب) سنگ بادبر (یا رگه‌ای): سنگی است که به صورت تقریباً مکعبی در می‌آید. سطح نمای آن تقریباً مربع یا مستطیل می‌شود.  
پ) سنگ سرتراش: اگر برای ایجاد درزهای ملات خور بهتر، روی این سطوح را بتراشند به آن سنگ سرتراش می‌گویند و در مواردی چهار وجه ملات خور این سنگ را گونیا می‌نامند و به آن «سنگ سرتراش گونیا شده» 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 (۲-۳ سانتی‌متر)؛ معمولاً به عرض ۴۰ سانتی‌متر و به طول آزاد (طول قله)، برش 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.



### ○ مشخصات کلی سنگ برای مصرف در ساختمان

سنگ‌های مورد مصرف در کارهای بنایی باید دارای مشخصات زیر باشند:

- ۱) بافت سنگ باید بدون شیار، ترک و رگه‌های سست باشد (کرمو نباشد). هم چنین یک‌نواخت و همگن و بدون خلل و فرج و پوسیدگی باشد.
- ۲) سنگ ساختمانی نباید بیش از ۸٪ وزنش آب جذب کند یا در آب متلاشی شود.
- ۳) 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.
- ۴) تاب فشاری سنگ برای قطعات باربر نباید کم‌تر از  $150 \text{ kg/cm}^2$  باشد و در برابر سایش در مکان‌های پر رفت و آمد مقاوم باشد.
- ۵) سنگ باید تمیز و فاقد هر گونه آلودگی به مواد طبیعی و مصنوعی باشد.

## پرسش‌های فصل چهارم

### ۱- سنگ چیست و چگونه تشکیل می‌شود؟

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

### ۲- از نظر منشاء پیدایش، سنگ‌ها به چند دسته تقسیم می‌شوند؟ این سنگ‌ها چه تفاوت‌هایی با یکدیگر دارند؟

سنگ‌ها را از نظر منشاء پیدایش در سه گروه می‌توان دسته‌بندی نمود.  
 (۱) سنگ‌های آذرین (درونی، بیرونی و آتشفشانی)، (۲) سنگ‌های رسوبی، (۳) سنگ‌های دگرگونی؛ تفاوت این سنگ‌ها در نحوه تشکیل آنها است.  
 (۱) سنگ‌های آذرین از انجماد مواد مذاب زیر پوسته‌ی زمین به نام «ماگما» به وجود می‌آیند.  
 (۲) سنگ‌های ته‌نشست یا رسوبی 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.  
 (۳) سنگ‌های دگرگونی سنگ‌های آذرین یا رسوبی ممکن است بر اثر حرارت و فشار موجود در اعماق زمین یا مجاورت با توده‌های ماگما، به هنگام ترکیبات شیمیایی و فیزیکی تغییر کنند و به سنگی جدید و کاملاً متفاوت با انواع اولیه تبدیل شوند.

### ۳- سنگ لاشه چیست؟ چه تفاوتی با سنگ قواره دارد؟

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

### ۴- سنگ اندازه (حکمی) چیست و در چه مواردی سفارش داده می‌شود؟

اگر سنگ دقیقاً براساس ابعاد و اندازه‌های مشخصی، که در نقشه منظور شده، به کارخانه سفارش داده شود به آن سنگ حکمی می‌گویند.

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### ۱- مهمترین سنگ آذرین مورد استفاده در کارهای ساختمانی کدام است؟

- ۱) گنیس (۲) گرانیت (۳) کوارتزیت (۴) مرمر
- ۲- کدام گزینه جزء سنگ‌های دگرگون محسوب نمی‌شود؟  
 (۱) سنگ آهک (۲) شیست (۳) گنیس (۴) کوارتزیت
- ۳- خانه‌های ساخته شده در روستای کندوان آذربایجان شرقی، در کدام نوع سنگ حفر شده‌اند؟  
 (۱) آذرین بیرونی (۲) آذرین درونی (۳) آتشفشانی (۴) دگرگونی
- ۴- کدام سنگ، سخت و بادوام‌تر است؟  
 (۱) دیوریت (۲) کوارتزیت (۳) کنگومرا (۴) کلسیت
- ۵- دلیل حرکت ماگما به سمت لایه‌های بالایی زمین، کدام است؟  
 (۱) حرکت ناگهانی زمین (۲) فشار گازهای داخلی (۳) وزن مخصوص کم (۴) فرسایش لایه‌های پوسته زمین

### ۶- همه‌ی گزینه‌ها مشخصات فنی مورد مصرف در کارهای بنایی با سنگ را معرفی می‌کند به جز:

- (۱) بافت آن باید بدون شیار، ترک و رگه‌های سست و بدون خلل و فرج باشد.  
 (۲) قابلیت جذب آب آن بیشتر از ۸ درصد وزن آن باشد.  
 (۳) تاب فشاری آن برای قطعات برابر کم‌تر از ۱۵۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع باشد.  
 (۴) شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط را تحمل کند و در برابر عوامل شیمیایی مقاوم باشد.

### جواب پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- ۱ ۲ ۳ ۴ -۳ ۱ ۲ ۳ ۴ -۵ ۱ ۲ ۳ ۴
- ۲- ۱ ۲ ۳ ۴ -۴ ۱ ۲ ۳ ۴ -۶ ۱ ۲ ۳ ۴

## فصل پنجم: خاک

خاک ریزترین دانه طبیعی موجود در سطح پوسته‌ی زمین و چسبی (ملاتی) طبیعی است که از گذشته‌های دور و به فراوانی در ساختمان‌سازی مورد استفاده بوده است. از نظر نحوه‌ی پیدایش «خاک» محصول نهایی هوازدگی و نتیجه‌ی تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌هاست، همراه با تجمع باقی‌مانده‌های در حال فساد جانداران (تخریب زیستی)، توسط طبیعت (که معمولاً طی دوره‌های منظم صورت می‌گیرد) هر جا که سنگ در مجاورت «هوا کره» قرار گیرد، دچار تخریب فیزیکی، شیمیایی و زیستی می‌شود.

### ○ هوازدگی و به وجود آمدن خاک رس

«هوازدگی» فرآیندی است که مواد پیوسته و متراکم پوسته‌ی 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.

### ○ 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.

#### نکته

خاک رس‌ها نتیجه‌ی عمل فرسایش و هوازدگی بر فلدسپات‌ها و میکاهاست. این مواد جزء مهمی از سنگ‌های آذرین و دگرگون‌اند و از مهم‌ترین مواد معدنی موجود در طبیعت به وجود می‌آیند.

دو عنصر اصلی تشکیل دهنده‌ی خاک رس سیلیس و آلومینیوم اکسید است و هر قدر درجه‌ی خلوص خاک رس بیشتر باشد یعنی مقدار سیلیس و آلومینیوم اکسید آن‌ها بیشتر می‌شود.

### ○ چگونگی دستیابی به خاک رس

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

الف) خاک رس ته‌نشستی (حمل شده) که به آن خاک رس آبرفتی نیز می‌گویند. این خاک رس از محل اولیه‌ی خود به وسیله‌ی 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.

### ○ 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) فوق‌العاده‌ای در خاک رس ایجاد می‌شود و به هر شکلی در می‌آید و پس از خشک شدن و پخته شدن به همان شکل باقی بماند.

- **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 روستاها روی بام را با یک لایه‌ی خاک رس و کاه اندود می‌نمایند. خاک رس استعداد مکندگی آب دارد، به طوری که می‌تواند آب را بمکد و بعد از آن که کاملاً اشباع شد منبسط می‌شود و هر ذره منافذ مجاور خود را پر می‌کند. در این حالت خاک رس کاملاً غیر قابل نفوذ می‌شود و از نفوذ آب به سطوح پایین‌تر جلوگیری می‌کند.

### ○ 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.

#### نکته

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.



## ○ رنگ خاک رس

بیشترین خاک رسی که در طبیعت وجود دارد سرخ رنگ است. علت سرخی خاک رس به اکسیدهای آهن سه ظرفیتی موجود در آن مربوط است (خاک رس‌های به رنگ سفید فاقد اکسید آهن‌اند). چنانچه رنگ خاک تیره باشد به دلیل وجود کربن است. اگر با گرافیت همراه باشد رنگ خاک رس خاکستری می‌شود. وجود اکسیدهای آهن دو ظرفیتی برحسب 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.

## ○ کاربرد خاک رس

### نکته

خاک رس در صنایع وابسته به آجرپزی، کاشی و سرامیک، تهیه نسوز، تهیه لوازم بهداشتی مانند روشویی، سنگ توالت و ... مصرف می‌شود. هم چنین در صنایع چینی‌سازی برای ظروف آشپزخانه و در صنعت برق برای تهیه ی عایق‌های برقی (مقاومت‌های الکتریکی ...) از آن استفاده می‌شود.

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

## ○ 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 آب‌انبار یا چاه فاضلاب را سرند می‌کردند تا خاک نرمه به دست آید، سپس آن را با آب مخلوط می‌کردند و به عنوان ملات به کار می‌بردند. ملات گل با توجه به این که چسبندگی آن پس از خشک‌شدن، ناچیز است و تحمل بارهای ناشی از وزن ساختمان و یا نیروهای جانبی مانند باد و زلزله را ندارد ملات مطمئن و معتبری محسوب نمی‌شود.

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

## ○ اندود کاه گل

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

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

## ○ انواع ملات از نظر زمان گیرایی:

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

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

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

## پرسش‌های فصل پنجم

### ۱- خاک رس چگونه به وجود می‌آید؟

خاک رس در اثر فرآیندی به نام هوازگی که مواد پیوسته و متراکم پوسته سطح زمین را به موادی ناپیوسته و نرم تبدیل می‌کند و به علت تأثیرات آب، هوا و موجودات زنده است تشکیل می‌شود. سنگ‌های آذرین که در شرایط فشار و درجه‌ی حرارت زیاد زیرزمین 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.

### ۲- آثار و عوارض احتمالی هوازگی بر مصالح مورد استفاده در ساختمان را به اختصار شرح دهید.

هوازگی گونه‌های مختلفی دارد که همه آنها باعث فرسایش سنگ و خاک و مصالح ساختمانی می‌شوند عواملی مانند یخبندان نوعی هوازگی فیزیکی است که می‌تواند باعث شکسته و خرد شدن سنگ‌ها شود. اکسیداسیون، هیدرولیز و هیدراسیون هوازگی شیمیایی هستند. عواملی مانند موجودات حفر، تأثیرات انسان‌ها و حیوانات نیز هوازگی زیستی هستند که هر کدام به نوعی باعث بروز عوارض در مصالح می‌شوند.

### ۳- انواع اصلی خاک رس‌هایی را که در طبیعت یافت می‌شوند نام ببرید و تفاوت بین آنها را بگویید.

خاک رس مورد استفاده در ساختمان، به دو طریق در طبیعت یافت می‌شود:  
الف) خاک رس ته‌نشستی (حمل شده) که به آن خاک رس آبرفتی نیز می‌گویند. این خاک رس از محل اولیه‌ی خود به وسیله‌ی عوامل جوی مانند بارندگی، سیلاب، رودخانه و... حرکت می‌کند و در نقطه‌ی دیگری ته‌نشین می‌شود.  
ب) خاک رس معدنی یا برجاء. 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- ترکیبات اصلی خاک رس را نام ببرید.

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 هوازگی بر فلدسپات‌ها و میکاهاست. این مواد جزء مهمی از سنگ‌های آذرین و دگرگون‌اند و از مهم‌ترین مواد معدنی موجود در طبیعت به وجود می‌آیند.

### ۵- موارد استفاده و کاربرد خاک رس را بیان کنید.

خاک رس در صنایع وابسته به آجرپزی، کاشی و سرامیک، تهیه‌ی نسوز، تهیه‌ی لوازم بهداشتی مانند روشویی، سنگ توالت و... مصرف می‌شود. همچنین در صنایع چینی‌سازی برای ظروف آشپزخانه و در صنعت برق برای تهیه‌ی عایق‌های برقی (مقاومت‌های الکتریکی...) از آن استفاده می‌شود. خاک رس به صورت مخلوط خاک رس و گچ (گچ و خاک) برای آندود زیر سفیدکاری، ساختن شفته، ملات‌های گل آهک، گل، کاه گل، خشت (برای تهیه‌ی آجر) و بیسکویت کاشی مصرف می‌شود.

### ۶- دو نوع شناخته شده‌ی ملات و آندود گلی را نام ببرید. توضیح دهید در چه جاهایی به کار گرفته می‌شوند؟

۱) ملات گل: قدیمی‌ترین ملات مورد استفاده در ایران است. اکثر ساختمان‌ها با استفاده از این ملات ساخته می‌شود. 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. ۲) ملات کاه‌گل: برای جلوگیری از ترک خوردن گل به آخوره‌ی آن کاه اضافه می‌کنند. از این رو به آن کاه‌گل می‌گویند. از این ترکیب برای آندود دیوارهای بیرونی و پشت بام استفاده می‌شود. 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.

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### ۱- خاک رس با کدام مورد همراه باشد، رنگ آن خاکستری می‌شود؟

- ۱) آهک      ۲) کربن      ۳) اکسید آهن دو ظرفیتی      ۴) گرافیت

### ۲- خاک چگونه تشکیل می‌شود؟

- ۱) خاک محصول نهایی هوازگی است.  
۲) خاک نتیجه تخریب فیزیکی و شیمیایی سنگ‌هاست  
۳) خاک از باقی‌مانده‌های در حال فساد جانداران بوجود می‌آید.  
۴) هر سه مورد

### ۳- فرآیندی که مواد پیوسته و متراکم پوسته سطح زمین را به موادی ناپیوسته و نرم تبدیل می‌کند چه نامیده می‌شود؟

- ۱) فرسایش      ۲) هوازگی      ۳) دگرگونی      ۴) تجزیه

- ۴- یخ بستن آب در شکاف سنگ‌ها باعث چند درصد افزایش حجم آن‌ها می‌شود؟  
 (۱) ۲ درصد (۲) ۵ درصد (۳) ۹ درصد (۴) ۱۲ درصد
- ۵- نیروی زلزله چه نوع هوازدهی محسوب می‌شود؟  
 (۱) فیزیکی (۲) شیمیایی (۳) زیستی (۴) مکانیکی
- ۶- جانوران حفار (مورچه، مورپانه و ...) باعث چه نوع هوازدهی می‌شوند؟  
 (۱) فیزیکی (۲) شیمیایی (۳) زیستی (۴) مکانیکی

### ✍️ جواب پرسش‌های چهار گزینه‌ای

- ۱-  ۱  ۲  ۳  ۴ -۳  ۱  ۲  ۳  ۴ -۵  ۱  ۲  ۳  ۴
- ۲-  ۱  ۲  ۳  ۴ -۴  ۱  ۲  ۳  ۴ -۶  ۱  ۲  ۳  ۴

## فصل ششم: آجر و سرامیک

آجر (آگور) واژه‌ای بابلی است که در گذشته برای توصیف لوح‌هایی که احکام و فرامین دولتی را روی آن می‌نوشتند و سپس آن را می‌پختند، به کار می‌رفت. می‌توان گفت آجر سنگ دگرگونی مصنوعی است که از پخته شدن خاک رس در ابعاد و اندازه‌های دل خواه به دست می‌آید و اولین عنصر پیش ساخته با تولید انبوه بوده است.

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

### ○ مواد اولیه‌ی تهیه‌ی آجر

خاک آجر معمولاً مخلوطی است از خاک رس، ماسه، فلدسپات، سنگ آهک، سولفات‌ها، کانی‌های آهن و برای تهیه‌ی آن به خاک رس خالص نیاز نیست. خاک رس مناسب برای آجر نباید درصد زیادی آهک داشته باشد، زیرا باعث می‌شود کیفیت لازم را پس از پخت نداشته باشد.

### ○ عناصر اصلی خاک رس آجری

(۱) سیلیس: سیلیس به شکل دانه‌های ماسه است و از موادی است که در خاک آجر یافت می‌شود. کوارتز حاصل شده از سنگ‌های آذرین پس از پوسیدن تبدیل به ماسه و لای می‌گردد. بنابراین در همه‌ی خاک‌ها کم و بیش ماسه و لای یافت می‌شود. ماسه استخوان‌بندی خشت است. اگر مقدار ماسه در آجر زیاد باشد مقدار خاک رس کم می‌شود، در نتیجه آجری که به دست می‌آید، تُرد و پوک بوده و مقاومتش کم است.

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

(۳) فلدسپات: فلدسپات در آجر به صورت عامل گدازآور عمل می‌کند و گرمای خمیری شدن آجر را به حدود  $1150^{\circ}\text{C} - 1100^{\circ}\text{C}$  تقلیل می‌دهد.

(۴) سنگ آهک: اگر مقدار سنگ آهک در خاک آجر کم و به شکل گرد باشد رنگ آجر را 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 (آجری است که در نتیجه حرارت زیاد دانه‌های آن ذوب و هم جوش شود. به دلیل این که رطوبت در این آجر نفوذ نمی‌کند برای ساخت دیوار آب‌انبارها از آن استفاده می‌شد.) در می‌آید اگر سنگ آهک به صورت دانه درشت در خاک خشت باشد پس از پختن در کوره، گاز کربنیک آن جدا می‌شود و آهک زنده باقی می‌ماند. آهک زنده پس از این که رطوبت را می‌گیرد به آهک شکفته تبدیل می‌شود و آجر را می‌ترکاند (آلوتک).

(۵) 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.

۶) **املاح آهن:** اکسید آهن در آجر، کارگداز آور را انجام می‌دهد. اگر اکسید آهن (سه ظرفیتی) در خاک آجر به پنج درصد وزن آن برسد دمای ذوب را کاهش می‌دهد و رنگ آجر نیز سرخ می‌شود. (این نوع خاک به دلیل این که پس از پختن تقریباً نم و رطوبت را به خود جذب نمی‌کند و در برابر آب نسبتاً نفوذناپذیر است، برای ساختن لوله ی سفالی «تنبوشه» استفاده می‌شود.)

۷) **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.

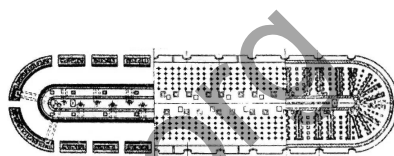
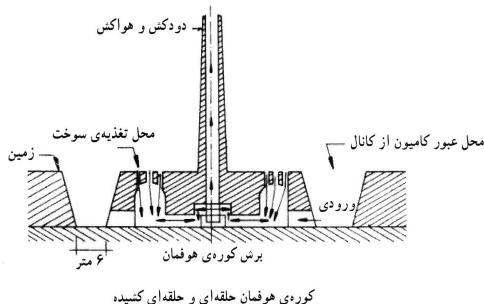
## ○ انواع کوره‌های آجرپزی

### کوره تنوره‌ای و چاهی

این کوره‌ها از قدیمی‌ترین انواع کوره‌های آجرپزی در ایران محسوب می‌شوند و می‌توان آن‌ها را در کارگاه‌های ساختمانی، که حمل آجر به آن‌جا به دلیل مسافت زیاد اقتصادی نباشد، احداث نمود. در حال حاضر کم‌تر از این کوره‌ها استفاده می‌شود.

### کوره هوفمان

کوره‌های هوفمان به شکل حلقه‌ای (دایره) یا حلقه‌ای کشیده (بیضوی) هستند و معمولاً روی سطح زمین یا پایین‌تر از سطح زمین ساخته می‌شوند.



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

## ○ کوره ی 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.

## ○ ویژگی‌های آجر خوب

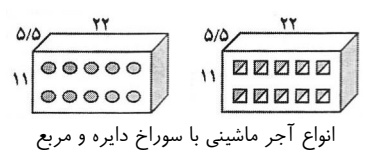
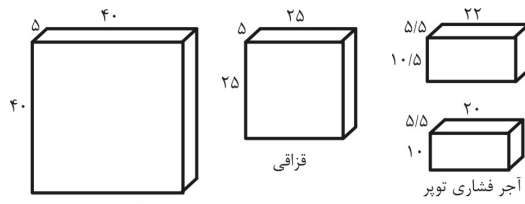
- باید در برخورد با آجر دیگر صدای زنگ بدهد صدای زنگ نشانه‌ی سلامت، توپری، مقاومت و میزان جذب آب مناسب آن است.
- آجری که صدای خفه بدهد یا خوب پخته نشده است و یا ترک دارد.
- باید در آتش‌سوزی مقاومت کند و خمیری و ذوب نشود.
- مواد شیمیایی نباید در آجر اثر نامطلوب به جای گذارد.
- هرچه قدر ضریب انتقال حرارتش کم‌تر باشد مرغوب‌تر است.
- رنگ آجر باید یک‌نواخت باشد (این ویژگی به جنس شیمیایی و یک‌نواختی در پخت مربوط می‌شود).
- بافت آجر باید همگن باشد.
- سطح آجر باید بدون حفره و فاقد آلوتک باشد.
- سختی آجر باید به اندازه‌ای باشد که با ناخن خراشیده نشود.
- آجر نباید پوک باشد. آجر پوک آب را جذب می‌کند و به هنگام سرما یخ زده و خرد می‌شد. میزان جذب کم سبب نجسیدن ملات به آجر و زیادی جذب آب باعث ناپایداری در برابر یخ‌زدگی می‌شود. حداقل مقاومت فشاری آجر فشاری  $80 \text{ kg/cm}^2$  (متوسط ۵ نمونه) و آجرهای ماشینی با مقاومت زیاد  $200 \text{ kg/cm}^2$  (متوسط ۵ نمونه) است.

## ○ آجرهای متداول ساختمانی

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

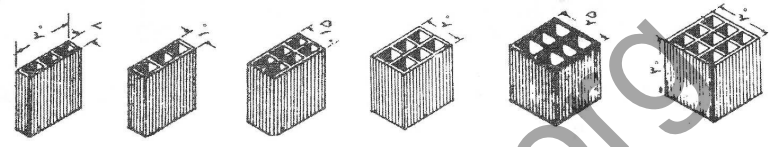
- ۱- **آجر فشاری:** که به ابعاد  $22 \times 10 \times 5$  و یا با همین طول و عرض ولی به ضخامت (۴ یا ۳) سانتی‌متر تهیه می‌شود. از آنجایی که موقع خشت‌زدن با دست، گوشه‌های گل در قالب با انگشت فشار داده می‌شد، این آجر به فشاری مشهور شد. این نوع آجر برای

گری چینی، (آجری که بدون پرداخت در سفت کاری به کار می رود) طاق ضربی، دیوارهای حمال، جداکننده و هم چنین به صورت آیساب (آجری که سطوح آن با کمک سمباده و آب پرداخت می شود). برای نماسازی استفاده می گردد.



۳- **آجر ماشینی یا سوراخ دار:** این آجر روی سطح بزرگتر خود ۸ تا ۱۰ سوراخ به قطر ۱/۵ تا ۲ سانتی متر دارد و به دلیل ترد و شکننده بودن قابل تیشه داری نیست. ابعادش ۵/۵ × ۱۰ × ۲۲ است و سطح سوراخ های آن نباید بیش تر از ۲۵٪ سطح بزرگتر آن باشد. برای این که بتوان آجرها را به صورت کله و راسته چید، هر بُعد دو برابر بعد دیگر است.

۴- **آجر سفالی:** این آجرها هم برای دیوارچینی و هم برای پوشش اجزای تیرچه بلوک در سقف ها استفاده می شوند و با ابعاد مختلف، که نمونه هایی از آن ها را در شکل صفحه بعد می بینید، تولید می شوند.



۵- **آجرهای ماسه آهکی (سیلیکات کلسیم):** آجر ماسه آهکی از طریق ترکیب ماسه شسته، آهک و آب و پس از قالب خوردن، به اشکال مورد نظر تولید می شود. این آجرها معمولاً به رنگ سفید کدر هستند و با افزودن مواد رنگی به ترکیب اولیه، می توان آن ها را به رنگ های دلخواه تولید نمود.

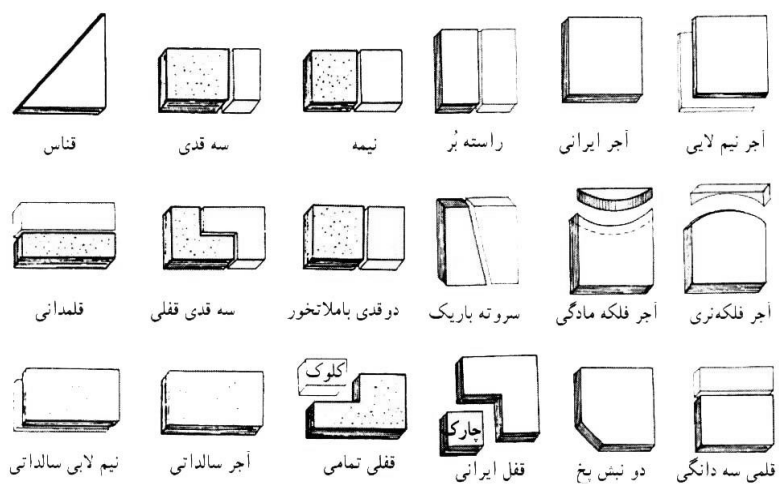
این آجر دارای سطح صاف و اندازه های کاملاً یکسانی است و در پی ها، کف سازی ها، دیوارهای حمال و ساخت سقف و نماسازی مورد استفاده قرار می گیرد.

مواد اولیه پس از آماده سازی و قالب گیری وارد دستگاه پخت می شود و تحت تاثیر بخار آب و فشار ۲۱-۱۶ اتمسفر و دمای ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجه در مدت ۴ تا ۱۰ ساعت پخته می شوند.

### ○ اجزای آجر

در گذشته مبنای تقسیم بندی آجر براساس ابعاد آجر ختایی (نام دیگر آجر ایرانی است که ابعاد آن ۵ × ۲۵ × ۲۰ سانتی متر است) بود و به نصف آن «نیمه» می گفتند که به اندازه یک آجر فشاری کامل بود. اما امروزه مبنای تقسیم بندی آجر براساس ابعاد آجر فشاری است. بنابراین:

- ۳/۴ یک آجر کامل فشاری را سه قدی؛
- ۱/۴ یک آجر کامل فشاری را چارک یا کلوک؛
- و نصف آجر از عرض را قلمدانی (۵ × ۲۰ × ۲۰) می گویند.



اجزای آجر و انواع تراش های روی آن

## ○ 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 ذوب شدن می‌رسیدند و تبدیل به «آجر جوش» می‌شدند و در نتیجه اولین کاشی‌ها به صورت آجرهایی که آب در آن نفوذ نمی‌کند تهیه شد. در صنعت ساختمان، به کاشی‌هایی «سرامیک» می‌گویند که ذرات آن‌ها بیشتر به هم فشرده شده‌اند، در نتیجه سخت‌تر و خش‌ناپذیرتر و در برابر اسیدها مقاوم‌تر شده‌اند و جذب آب آن بسیار ناچیز است (در حدود صفر) و مواد زاید را به خود نمی‌گیرد. سرامیک مناسب‌ترین پوشش برای کف فضاهای بهداشتی است و برای فرش کردن کف آشپزخانه، توالت و حمام و کلیه‌ی فضاهای مرطوب و عناصری که با آب در تماس‌اند، به کار می‌روند. گاهی برای پوشش دیوارهای داخلی و خارجی ساختمان نیز از سرامیک استفاده می‌شود.

**کاشی:** کاشی نیز فرآورده‌ای است سرامیکی، که به سبب پخته شدن در درجه‌ی حرارت معین (۹۰۰ تا ۲۰۰۰ درجه‌ی سانتی‌گراد)، به حالت نیمه شیشه‌ای با خاصیت جذب آب بسیار کم و مقاوم در برابر ساییدگی، فشار و ضربه مکانیکی تبدیل می‌شود.

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

**ابعاد و درجه‌بندی کاشی‌ها:** در گذشته رایج‌ترین ابعاد کاشی در ایران کاشی ۱۵×۱۵ سانتی‌متر بوده اما در سال‌های اخیر کاشی‌هایی با ابعاد مختلف تولید و به بازار عرضه می‌شود. کاشی‌ها از نظر مرغوبیت و نداشتن عیب به سه درجه‌ی یک، دو و سه تقسیم می‌شوند. این درجه‌بندی با توجه به مقدار لکه، محل‌های لعاب نگرفته و ترک روی آن‌ها مشخص می‌شود.

## پرسش‌های فصل نهم

### ۱- مواد اولیه‌ی تهیه‌ی آجر چیست؟ عناصر تشکیل‌دهنده‌ی آن را بنویسید.

خاک آجر معمولاً مخلوطی است از خاک رس، ماسه، فلدسپات، سنگ آهک، سولفات‌ها، کانی‌های آهن. برای تهیه‌ی آن به خاک رس خالص نیاز نیست.

### ۲- انواع مختلف کوره‌های آجرپزی را نام ببرید.

کوره تنوره‌ای و چاهی، کوره‌های هوفمان، کوره‌های تونلی.

### ۳- چهار مورد از ویژگی‌های یک آجر خوب را بنویسید.

- ۱) باید در برخورد با آجر دیگر صدای زنگ بدهد. صدای زنگ نشانه‌ی سلامت، توپری، مقاومت و میزان جذب آب مناسب آن است. آجری که صدای خفه بدهد یا خوب پخته نشده است و یا ترک دارد.
- ۲) باید در آتش‌سوزی مقاومت کند و خمیری و ذوب نشود.
- ۳) مواد شیمیایی نباید در آجر اثر نامطلوب به جای گذارد.
- ۴) هر چه قدر ضریب انتقال حرارتش کم‌تر باشد مرغوب‌تر است.

### ۴- سه نوع از متداول‌ترین آجرهایی که در ساختمان استفاده می‌شود، همراه با مشخصات و ابعاد و اندازه‌های آن ذکر نمایید.

- ۱) آجر فشاری: که به ابعاد  $۲۲ \times ۱۰ \times ۵/۵$  و یا با همین طول و عرض ولی به ضخامت (۴ یا ۳) سانتی‌متر تهیه می‌شود. از آن جایی که موقع خشت زدن با دست، گوشه‌های گل در قالب با انگشت فشار داده می‌شد، این آجر به فشاری مشهور شد. این نوع آجر برای گری چینی، طاق ضربی، آجر فشاری توپر دیوارهای حامل، جدا کننده و همچنین به صورت آبساز برای نماسازی استفاده می‌شود.
- ۲) آجر ماشینی یا سوراخ‌دار: این آجر روی سطح بزرگ‌تر خود ۸ تا ۱۰ سوراخ به قطر  $۱/۵$  تا ۲ سانتی‌متر دارد و به دلیل ترد و شکننده بودن قابل تیشه‌داری نیست. ابعادش  $۲۲ \times ۱۰/۵ \times ۵/۵$  است و سطح سوراخ‌های آن نباید بیش‌تر از ۲۵٪ سطح بزرگ‌تر آن باشد. برای این که بتوان این آجرها را به صورت کله و راسته چید، تقریباً هر بعد دو برابر بعد دیگر است.
- ۳) آجر سفالی: این آجرها هم برای دیوارچینی و هم برای پوشش اجزای تیرچه بلوک در سقف‌ها استفاده می‌شوند و با ابعاد مختلف تولید می‌شوند.

## ۵- اجزای آجرهای معمولی را نام ببرید و اندازه و تناسب آن‌ها را بیان کنید.

در گذشته مبنای تقسیم‌بندی آجر براساس ابعاد آجر ختایی 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. بنابراین:

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

## ۶- کاشی و سرامیک چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

مواد اولیه‌ی اصلی کاشی (کف و دیواری) خاک رس است، اما در کاشی‌های کف (سرامیک) از موادی که زودتر ذوب می‌شوند بیشتر استفاده می‌شود تا حین پخت، چسبندگی بیش‌تری بین ذرات ایجاد شود و علاوه بر استحکام، آب کم‌تری جذب کند.

## ۷- مواد اولیه‌ی کاشی را ذکر کنید.

کاشی از دو قسمت شامل بدنه و لعاب کاشی تشکیل شده است. بدنه‌ی کاشی از خمیری شامل: کائولین، دولومیت، بنتونیت و تالک است و لعاب آن انواع مختلفی دارد، از جمله لعاب شیشه‌ای «زیر پیدا» که معمولاً با اکسید سرب، سیلیس فلدسپات و کائولین تولید می‌شود یا لعاب سفید رنگ که از اکسید قلع به دست می‌آید. برای ساخت لعاب‌های رنگی از کانی‌های رنگی استفاده می‌شود.

## ۸- انواع کاشی از نظر مرغوبیت به چند دسته تقسیم می‌شوند و معیارهای این دسته‌بندی را ذکر کنید؟

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

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### ۱- نقش سنگ آهک در تهیه‌ی آجر چیست؟

(۱) استخوان‌بندی خشت

(۳) روشن شدن رنگ آجر

(۲) شکل‌پذیری خاک

(۴) افزایش دمای ذوب آجر

### ۲- از همه‌ی موارد زیر در خمیر بدنه‌ی کاشی استفاده می‌شود، به جز:

(۱) تالک

(۲) کائولین

(۳) اکسید سرب

(۴) دولومیت

### ۳- کدامیک از مواد تشکیل‌دهنده‌ی آجر، باعث آلوتک آجر می‌شود؟

(۱) سنگ آهک

(۲) املاح آهن

(۳) آلومین

(۴) سیلیس

### ۴- وجود کدام مورد در خاک آجرپزی، درجه‌ی پخت آجر را کاهش می‌دهد؟

(۱) اکسید آهن

(۲) سولفات کلسیم

(۳) اکسید کلسیم

(۴) سولفات سدیم

### ۵- دمای پخت کاشی، چند درجه‌ی سانتی‌گراد است؟

(۱) ۱۲۵

(۲) ۸۰۰

(۳) ۶۵۰

(۴) ۱۱۰۰

### ۶- «گری چینی» به چه معناست؟

(۱) نوعی بندکشی در آجر چینی

(۳) نوعی تزئینات خاص در آجر چینی

(۲) به‌کارگیری آجری که سطوح آن پرداخت گشته

(۴) به‌کارگیری آجر بدون پرداخت در سفت‌کاری

## جواب پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- ۱ ۲ ۳ ۴ - ۳ ۱ ۲ ۳ ۴ - ۵ ۱ ۲ ۳ ۴
- ۲- ۱ ۲ ۳ ۴ - ۴ ۱ ۲ ۳ ۴ - ۶ ۱ ۲ ۳ ۴

## فصل هفتم: آهک

انواع ملات‌های آهک با ویژگی‌های مختلف از نظر نحوه‌ی خودگیری مانند شفته آهک (دوغاب آهک و خاک) و ساروج از قدیم در ایران مورد استفاده بوده و از آنها در احداث ساختمان، بندها و باروها استفاده می‌کرده‌اند. در دهه‌های اخیر استفاده از آهک و شفته‌ی آهکی برای پایدار کردن زمین‌ها پی‌سازی راه‌ها و جلوگیری از روییدن گیاهان در شانه‌ی خاکی راه‌های آسفالت به مقدار زیاد به کار می‌رفته است. از آنجایی که آهک در مجاورت با فلز موجب فساد فلزات می‌شود، به همین جهت مصرف کلیه‌ی ملات‌هایی که در آن از آهک استفاده می‌شود در مجاورت مواد فلزی ممنوع است.

### ○ پختن سنگ آهک

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

### ○ انواع کوره‌های آهک‌پزی

- ۱- **کوره‌ی تنوره‌ای:** این کوره قدیمی‌ترین کوره‌ی آهک‌پزی در کشور، پس از کوره‌های چاهی محسوب می‌شود. در این نوع کوره‌ها بوته (هیزم) و سنگ آهک به صورت لایه لایه و مخروطی روی هم قرار می‌گیرند و پس از گل مالی شدن، کوره را روشن می‌کنند. از این کوره برای آهک‌پزی کم‌تر استفاده می‌شود.
- ۲- **کوره‌ی حلقه‌ای:** این کوره بیش‌تر برای آهک‌پزی به کار می‌رود و مانند کوره‌های آجرپزی هوفمان است.
- ۳- **کوره ایستاده:** این کوره بیش‌تر برای تهیه آهک معمولی یا آهک مورد نیاز کارخانه‌هایی مانند قند به کار می‌رود. خرده‌ی سنگ آهک را از بالا در این کوره می‌ریزند تا ضمن حرکت به سوی پایین کوره و پخته شدن، از ته کوره تخلیه شوند.
- ۴- **کوره گردنده خفته:** کار این کوره مانند کوره سیمان‌پزی است. سنگ آهک کلوخه به درون کوره هدایت می‌شود و کلوخه آهک زنده از آن بیرون می‌رود.

### ○ آهک شکفته

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

### ○ انواع ملات‌های آهکی

آهک در مناطق مرطوب دوام و پایداری بیش‌تری دارد، اما در مکان‌های خشک کم‌دوام است. به همین دلیل در پشت‌بام‌ها و به عنوان اندود از آن استفاده نمی‌شود. هم چنین باید توجه نمود آب آهک‌دار فلزات، به ویژه سرب، روی و آلومینیوم را در خود حل می‌کند. از این رو لوله‌های فلزی را پیش از قرار دادن در ملات‌های آهکی باید قیراندود کرد. انواع ملات‌های آهکی عبارت‌اند از:

**ملات گل آهک:** برای این منظور آهک شکفته شده را به خاک اضافه و سپس با آب ترکیب می‌کنند، آن گاه به مصرف می‌رسانند. گرفتن و سخت شدن ملات گل آهک و شفته آهک مانند گرفتن و سخت شدن ملات‌های آبی است. زیرا آهک با سیلیس خاک رس ترکیب و به سیلیکات کلسیم تبدیل می‌شود و نیازی به گاز کربنیک هوا ندارد. این ملات آبی است و برای رسیدن به مقاومت مطلوب باید در مجاورت رطوبت قرار گیرد.

### نکته

میزان آهک مورد نیاز حدود  $30 \text{ kg/m}^3$  است.

**شفته:** شفته همان ملات گل آهک است که به آن قلوه‌های سنگ اضافه می‌شود و بیش‌تر برای پی‌سازی یا زیرسازی راه‌ها استفاده می‌شود. نوع دیگری از شفته به نام «شفته‌ی تیزان» یا «پراآهک» مشهور است و در جاهایی که نیاز به پی قوی و با استحکام بیش‌تر باشد به کار می‌رود. شفته تیزان شل است و برای هم زدن آن زمان بیش‌تری صرف می‌کنند تا شفته قوام بگیرد. بهتر است شفته آهکی با دوغاب آهک ساخته شود زیرا هر چه آهک بیش‌تر در دوغاب حل شده باشد شفته زودگیرتر و مقاومت آن بیش‌تر می‌شود. ملات گل آهک و شفته آهکی در هوای گرم و مرطوب سریع‌تر می‌گیرد و مقاوم‌تر می‌شود. از شفته‌به دلیل مقاومتش در برابر رطوبت در آهک بُری دیوار، سقف و ستون حمام‌ها استفاده می‌شده است. آهک بری 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 (ماسه رودخانه‌ای که به خاک مخلوط است و شسته نشده باشد) استفاده شود، چنین ترکیبی را ملات ماسه آهک می‌گویند، که به مراتب مرغوب‌تر و مقاوم‌تر از ملات گل آهک است. این ملات برای رسیدن به مقاومت خوب حتماً باید در مجاورت هوا و رطوبت نگه داشته شود. در غیر این صورت فعل و انفعالات شیمیایی درون آن متوقف می‌شود و اصطلاحاً می‌سوزد و دانه‌های آن با هم ترکیب نمی‌شوند. (میزان آهک مورد استفاده در این ملات حدود  $300 \text{ kg/m}^3$  است.)

**ملات باتارد (حرامزاده):** اگر به ملات ماسه آهک، سیمان اضافه شود به آن ملات باتارد می‌گویند. برای این منظور می‌توان علاوه بر ماسه‌ی شکسته از ماسه‌ی کفی که دارای ریزدانه‌های بیش‌تری است استفاده نمود. (میزان مصرف سیمان و آهک هر یک حدود  $150 \text{ kg/m}^3$  است.) نسبت ماسه ۶، آهک ۱ و سیمان ۱ است.

#### نکته

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

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

آهک‌های آبی از چنین فرآورده‌هایی محسوب می‌شوند. برای تهیه‌ی چنین آهک‌هایی سنگ آهک سیلیس‌دار یا خاک رس‌دار (گل آهک) در گرمای پایین‌تر از «مرز عرق کردن» پخته می‌شود و پس از آسیاب کردن به مصرف می‌رسد. آهک آبی، برای بناهایی که در معرض هوای بیرون قرار دارند یا برای ساختمان‌های دریایی و زیرآبی به کار می‌رود. زیرا سولفات‌ها و آب دریا در ملات آهک آبی اثر بد ندارند. به همین جهت در زمین‌های سولفات‌دار و ساختمان‌های بندری و دریایی مصرف بیش‌تری دارند. ملات ساروج از آهک آبی به دست می‌آید.

**ملات ساروج:** این ملات از مخلوط کردن گرد آهک شکفته با خاک رس، خاکستر، مغزنی (لویی) یا موی بز و ترکیب این مخلوط با آب درست می‌شود. ساروج ملاتی آبی است و به همین منظور در آب انبارها، پی‌ها و بندها (سدها)ی آبی استفاده می‌شود. 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 فصل هفتم

#### ۱- انواع کوره‌های آهک‌پزی را نام ببرید.

(۱ کوره تنوره‌ای ، ۲ کوره حلقه‌ای ، ۳ کوره ایستاده ، ۴ کوره گردنده خفته.

#### ۲- ملات گل آهک چیست؟ میزان آهک مورد استفاده در آن چقدر است؟

آهک شکفته شده را به خاک اضافه و سپس با آب ترکیب می‌کنند، آن گاه به مصرف می‌رسانند. گرفتن و سخت شدن ملات گل آهک و شفته آهک مانند گرفتن و سخت شدن ملات‌های آبی است. میزان آهک موردنیاز در ساخت این نوع ملات آهکی  $300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$  است.

#### ۳- ملات ساروج چیست و چگونه تهیه می‌شود؟

این ملات از مخلوط کردن گرد آهک شکفته با خاک رس، خاکستر، مغزنی (لویی) یا موی بز و ترکیب این مخلوط با آب درست می‌شود. ساروج ملاتی آبی است و به همین منظور در آب انبارها، پی‌ها و بندهای (سدهای) آبی استفاده می‌شود. 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.

#### ۴- شفته چیست و چه کاربردهایی دارد؟

شفته همان ملات گل آهک است که به آن قله‌های سنگ اضافه می‌شود و بیش‌تر برای پی‌سازی یا زیرسازی راه‌ها استفاده می‌شود. نوع دیگری از شفته به نام «شفته‌ی تیزان» یا «پرآهک» مشهور است در جاهایی که نیاز به پی قوی و یا استحکام بیش‌تر باشد به کار می‌رود.

۵- ملات هوایی و آبی را تعریف کنید و تفاوت آن دو را با یکدیگر توضیح دهید.

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.

### پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱- کدام گزینه در مورد خواص و ویژگی‌های آهک، صحیح است؟

- (۱) خمیر آهک، فلزها به ویژه سرب و روی را در خود حل می‌کند.
- (۲) ملات پس از اینکه گرفت و سفت شد، کاهش حجم پیدا می‌کند.
- (۳) اگر در روزهای نخست، به ملات ماسه و آهک، رطوبت برسد، ملات می‌سوزد.
- (۴) هر چه مقدار  $CaO$  در آهک کمتر باشد، بیشتر با آب ترکیب می‌شود.

۲- در فرآیند گرفتن، سفت و سخت شدن آهک شکفته و خاک رس چه چیزی صورت می‌گیرد؟

- (۱) با  $CO_2$  هوا ترکیب می‌شود و تولید سنگ آهک می‌کند.
- (۲) با کلسیم موجود در خاک ترکیب می‌شود و کربنات کلسیم تولید می‌کند.
- (۳) با فسفات موجود در خاک ترکیب می‌شود و فسفات کلسیم تشکیل می‌دهد.
- (۴) با سیلیس خاک رس ترکیب می‌شود و سیلیکات کلسیم تشکیل می‌دهد.

۳- برای ایجاد پی قوی و با استحکام زیاد ملات مناسب کدام است؟

- (۱) گل آهک
- (۲) باتارد
- (۳) ماسه آهک
- (۴) شفته‌ی تیزان

۴- گرمای آهک هنگام شکفته شدن به چند درجه‌ساعتی‌گراد می‌رسد؟

- (۱) ۴۰۰ درجه
- (۲) ۱۰۰ درجه
- (۳) ۵۰۰ درجه
- (۴) ۱۱۰۰ درجه

۵- میزان آهک مورد نیاز برای تهیه ملات گل آهک چقدر است؟

- (۱)  $15 \cdot kg/m^3$
- (۲)  $20 \cdot kg/m^3$
- (۳)  $30 \cdot kg/m^3$
- (۴)  $35 \cdot kg/m^3$

۶- نام دیگر شفته تیزان چیست؟

- (۱) کم مایه
- (۲) پر آهک
- (۳) کشته
- (۴) ساروج

### جواب پرسش‌های چهار گزینه‌ای

- ۱-  ۱  ۲  ۳  ۴ -۳  ۱  ۲  ۳  ۴ -۵  ۱  ۲  ۳  ۴
- ۲-  ۱  ۲  ۳  ۴ -۴  ۱  ۲  ۳  ۴ -۶  ۱  ۲  ۳  ۴

## فصل هشتم: گچ

گچ ساختمانی از پختن و آسیاب کردن سنگ گچ به دست می‌آید. سنگ گچ کانی کلسیم‌داری (کلسیم سولفات آبدار) است که در طبیعت، به وفور و تقریباً در تمام نقاط ایران یافت می‌شود.

سنگ گچ از سنگ‌های رسوبی با درجه‌ی سختی ۲ است که به دلیل میل ترکیبی شدید به طور خالص یافت نمی‌شود و بیشتر به صورت مخلوط با آهک و خاک رس یا ترکیب با کربن یا اکسیدهای آهن یافت می‌شود. سنگ گچ‌های خالص سفید رنگ‌اند.

**نکته:** چنانچه سنگ گچ کربن داشته باشد (زغال) خاکستری و اگر هیدرواکسید آهن داشته باشند، رنگشان زرد روشن است  $FeO$  رنگ آن را کبود و  $Fe_2O_3$  رنگ آن را قرمز می‌کند.

### ○ فرآوری گچ

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

## ○ انواع کوره‌های گچ‌پزی

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

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

۳- کوره‌ی دوار (گردنده‌ی خفته): کار این کوره‌ها پیوسته است. سنگ گچ کلوخه شده را درون استوانه‌ای خفته از جنس فولاد، که نسبت به محور افق چهاردرصد شیب دارد، می‌ریزند تا حرارت ببیند. سپس از طرف دیگر سنگ گچ پخته شده بیرون می‌آید. 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 آجرپزی نیز می‌پزند.

## ○ زمان گرفتن ملات گچ

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

### نکته

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

## ○ گچ مرمری یا مرمر مصنوعی

این نوع گچ برای استفاده در جاهای نمناک مانند آبریزگاه، نمای بیرونی بناها مصرف می‌شود. (از ملات گچ و آهک هم می‌توان در جاهای مرطوب استفاده نمود) برای تهیه گچ مرمری سنگ گچ را در گرمای  $300^{\circ}\text{C}$  می‌پزند و آسیاب می‌کنند. این گرد را در محلول زاج (زاج‌ها، سولفات‌های مضاعف هستند و فرمول کلی آن‌ها  $M_2\text{SO}_4 \cdot R_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  است. M نماینده‌ی یک فلز قلیایی مانند پتاسیم یا آمونیوم و R نماینده‌ی یک فلز سه ظرفیتی مانند آلومینیوم، آهن و یا کرم است که در اصطلاح عموم به آن زاج سفید گفته می‌شود. مانند سولفات پتاسیم  $(\text{K}_2\text{SO}_4)$  خمیر می‌کنند. پس از گرفتن و سخت شدن مجدداً آن را در گرمای  $500^{\circ}\text{C}$  می‌پزند و سپس آسیاب می‌کنند، آن گاه به مصرف می‌رسانند. رنگ گچ مرمری سفید است. ملات این گچ پس از گرفتن سخت‌تر می‌شود و دارای تابی بیش‌تر از ملات گچ ساختمانی معمولی است. برای اندود کاری فضاهای مرطوب علاوه بر گچ مرمری می‌توان از ملات گچ و آهک هم استفاده نمود.

## ○ ویژگی‌های گچ

- ۱- وزن مخصوص گچ کیسه‌ای  $1/2\text{T}/\text{m}^3$  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 آتش‌سوزی مقاوم است. ملات گچ یخ نمی‌زند و می‌توان تا سرمای زیر ده درجه سانتی‌گراد در کار بنایی از آن استفاده کرد.
- ۴- با اضافه کردن افزودنی‌ها مانند نمک طعام، گرد آهک و سریش 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 این رو می‌توان سطح‌های بزرگ را بدون این که ترک بخورد اندود کرد.
- ۶- سطح بیرونی 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 برسد گچ طبله می‌کند و باید آن را کند و دوباره تجدید نمود.
- ۷- ملات گچ با فلزات سولفات درست می‌کند. از این رو در پوشش‌های طاق ضربی برای پیش‌گیری باید تیر آهن را به خوبی با ضدزنگ رنگ کرد.

## ○ مصارف گچ

مصارف گچ زیاد است و از گچ‌ریزی برای پیاده کردن نقشه ساختمان تا ساختن انواع ملات‌های گچی و سفیدکاری، سنگ‌کاری، مجسمه‌سازی، گچ‌بری، اجرای ابزارهای گچی و صنعت سیمان‌سازی استفاده می‌کنند. ملات گچ و خاک را در اندود آستر روی دیوار و زیر سقف و ساختن طاق ضربی و ملات گچ خالص را در سفیدکاری و گچ‌بری مصرف می‌کنند.

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

در حال حاضر نوعی از پانل‌های گچی پیش ساخته و سبک با ضخامت ۱/۵ تا ۵ سانتی‌متر و با نام‌های تجاری مختلف تولید می‌شود که در دیوارهای جدا کننده کاربرد دارد.

نوع گچ	موارد مصرف
گچ ساختمانی (در استاندارد ایران به نام گچ زیرکاری نام‌گذاری شده است). $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	کارهای عمومی مانند ملات‌های گچ، گچ و خاک، گچ و ماسه، تولید قطعات پیش ساخته و بلوک‌های گچی، بتن گچی، در نقاطی که میزان رطوبت نسبی هوا کم‌تر از ۶۰ درصد باشد.
گچ آندود (در استاندارد ایران به نام گچ پرداخت نام‌گذاری شده است). $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$	آندودهای داخلی در مناطقی که میزان رطوبت نسبی هوا کم‌تر از ۶۰ درصد باشد.
گچ مرمری - ملات گچ و آهک	آندودهای داخلی و نماسازی در مناطقی که میزان رطوبت نسبی هوا بیش از ۶۰ درصد باشد.

### ○ ساختن ملات گچ

برای ساختن ملات‌های گچ، گچ و خاک، گچ و ماسه و یا هر نوع ملات گچی دیگر، مانند ملات آجرکاری شومینه (ترکیب گچ، خاک نسوز، سیمان و آب)، باید گرد آن‌ها را در آب پاشید تا روی همه‌ی دانه‌های آن آب آندود شود، سپس آن را باید خوب هم زد تا مورد استفاده قرار گیرد. ملات گچ زودگیر است و به همین دلیل سطح‌های بزرگ را نمی‌توان به صورت صاف و بدون موج سفیدکاری کرد. یکی از راه‌ها برای پیش‌گیری از ایجاد موج روی سطوح وسیع، که از گذشته به جای مانده، قاب‌سازی و گچ‌بری است. گچ‌بری‌های به جای مانده از زمان اشکانیان، ساسانیان و دوران اسلام نمونه‌هایی از این نوع است. مقدار آبی که برای یک کیلوگرم بودر گچ لازم است تا تبدیل به ملات شود از نظر تئوری بیست درصد وزن آن است (۰/۲ لیتر) اما برای این که شکل‌پذیری بهتری در ملات به وجود آید و کارگران مجال کار کردن با آن را داشته باشند حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد وزن گچ به آن آب اضافه می‌کنند. در این صورت بخشی از منافذ آن، به دلیل ازدیاد حجم گچ، پر می‌شود ولی بخش دیگر به صورت فضاهای خالی باقی می‌ماند.

### ○ ملات‌های گچ

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

استفاده از ملات گچ و خاک در محل‌های خیلی مرطوب مجاز نیست، زیرا به سرعت رطوبت هوا را می‌گیرد و طبله می‌کند. به علت زودگیر بودن ملات گچ و خاک باید آن را به میزان کم ساخت و به مصرف رساند.

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

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

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

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

## پرسش‌های فصل هشتم

### ۱- چهار مورد از کاربردهای گچ را در ساختمان نام ببرید.

مصارف گچ زیاد است و از گچ‌ریزی برای پیاده‌کردن نقشه ساختمان تا ساختن انواع ملات‌های گچی و سفیدکاری، سنگ‌کاری، مجسمه‌سازی، گچ‌بری، اجرای ابزارهای گچی و صنعت سیمان‌سازی استفاده می‌کنند.

### ۲- فرآیند تبدیل سنگ گچ به گچ ساختمانی را به اختصار بنویسید.

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

### ۳- انواع کوره‌های گچ‌پزی را نام ببرید و توضیح دهید.

۱) کوره‌های چاهی یا تنوره‌ای: این نوع کوره‌ها قدیمی‌ترین نوع کوره‌های گچ‌پزی محسوب می‌شوند. سنگ گچ را در آن می‌چینند و تون کوره را آتش می‌کنند تا گچ بپزد. به دلیل این که حرارت کوره قابل کنترل نیست، همه نوع گچ ساختمانی از معمولی تا تشنه (انیدریت)، سوخته و سنگ گچ تجزیه شده در آن یافت می‌شود. ۲) کوره‌های تاوه‌ای: سنگ گچ را در سنگ‌شکن به کلوخه‌های کوچک تبدیل و سپس آسیاب می‌کنند تا پودر شود. این گرد را در تاوه‌های بزرگ گرما می‌دهند و گرد سنگ گچ را به طور پیوسته هم می‌زنند تا به صورت یکنواخت بپزد. ۳) کوره‌های دوار (گردنده‌ی خفته): کار این کوره‌ها پیوسته است. سنگ گچ کلوخه شده را درون استوانه‌ای خفته از جنس فولاد، که نسبت به محور افق چهاردرصد شیب دارد، می‌ریزند تا حرارت ببیند. سپس از طرف دیگر سنگ گچ پخته شده بیرون می‌آید. سنگ گچ پخته شده را برای رسیدن به نرمی موردنظر، آسیاب می‌کنند و سپس مورد استفاده قرار می‌دهند.

### ۴- گچ مرمری چیست؟ در چه جاهایی استفاده می‌شود و چه ویژگی‌هایی دارد؟

این نوع گچ برای استفاده در جاهای نمناک مانند آبریزگاه، نمای بیرونی بناها مصرف می‌شود. برای تهیه‌ی گچ مرمری سنگ گچ را در گرمای  $300^{\circ}\text{C}$  می‌پزند و آسیاب می‌کنند. این گرد را در محلول زاج خمیر می‌کنند. پس از گرفتن و سخت شدن مجدداً آن را در گرمای  $500^{\circ}\text{C}$  می‌پزند و سپس آسیاب می‌کنند آن گاه به مصرف می‌رسانند. رنگ گچ مرمری سفید است ملات این گچ پس از گرفتن سخت‌تر می‌شود و دارای تابی بیش‌تر از ملات گچ ساختمانی معمولی است.

### ۵- سه ماده‌ای را که برای به تاخیر انداختن زمان گیرایی گچ استفاده می‌شود نام ببرید.

۱) پودر آهک شکفته ، ۲) سریش ، ۳) برآکس.

### ۶- چهار مورد از ویژگی‌های گچ ساختمانی را بیان کنید.

۱) وزن مخصوص گچ کیسه‌ای  $1/2T/m^3$  است. ۲) رنگ گچ ساختمانی سفید است و سطح پوشیده شده‌ی با آن را می‌توان با رنگ لعابی یا پلاستیکی یا روغنی رنگ کرد. ۳) گچ گرما و صدا را پخش نمی‌کند و در برابر آتش‌سوزی مقاوم است. ملات گچ یخ نمی‌زند و می‌توان تا سرمای زیر ده درجه سانتی‌گراد در کار بنایی از آن استفاده کرد. ۴) ملات گچ ساختمانی هنگام گرفتن یک درصد حجمش زیاد می‌شود و همه سوراخ‌های ریز پوسته رومالی پر می‌شود. از این رو می‌توان سطح‌های بزرگ را بدون این که ترک بخورد اندود کرد.

### ۷- گچ کشته چگونه ساخته می‌شود؟

به علت زودگیر بودن گچ نمی‌توان سطوح وسیع را به صورت یک دست و یکنواخت با آن اندود کرد. بنابراین به منظور صیقلی کردن سطوح اندود شده، روی آن را گچ کشته می‌کشند. ضخامت گچ کشته نباید از یک میلی‌متر بیش‌تر باشد. برای ساختن گچ کشته گرد الک کرده، آن را وارد آب می‌کنند و با دست هم می‌زنند و مالش می‌دهند تا به هنگام سفت شدن مانع از ایجاد کریستال شوند.

### ۸- ملات‌های گچی چگونه و در چه حجم‌هایی ساخته می‌شود؟

برای ساختن ملات‌های گچ، گچ و خاک، گچ و ماسه و یا هر نوع ملات گچی دیگر مانند ملات آجرکاری شومینه (ترکیب گچ، خاک نسوز، سیمان و آب) باید گرد آن‌ها را در آب پاشید تا روی همه‌ی دانه‌های آن آب اندود شود، سپس آن را باید خوب هم زد تا مورد استفاده قرار گیرد. مقدار آبی که برای یک کیلوگرم پودر گچ لازم است تا تبدیل به ملات شود از نظر تئوری ۲۰٪ وزن آن است.

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- برای آندودکاری در جاهای مرطوب، از کدام نوع ملات گچ استفاده می‌شود؟

- (۱) کشته (۲) مرمری (۳) گچ و ماسه (۴) گچ و خاک

۲- سنگ گچ خالص چگونه است؟

- (۱) سرخ روشن (۲) زرد تیره (۳) سبز مایل به قهوه‌ای (۴) سفید

۳- کدامیک از ویژگیهای گچ ساختمانی محسوب نمی‌شود؟

- (۱) هدایت حرارتی بالا (۲) عدم یخزدگی در هوای سرد  
(۳) افزایش حجم در زمان گیرش (۴) مقاومت در برابر عوامل بیولوژیک

۴- کاربرد اصلی گچ کشته چیست و حداکثر ضخامت آن چه میزان است؟

- (۱) کاهش زمان گیرش ملات - ۱ میلی‌متر (۲) صیقلی نمودن سطوح آندود - ۱ میلی‌متر  
(۳) کاهش زمان گیرش ملات - ۲ میلی‌متر (۴) صیقلی نمودن سطوح آندود - ۲ میلی‌متر

۵- در مناطقی که میزان رطوبت نسبی هوا کم‌تر از ۶۰ درصد است از کدام گچ برای آندودکاری استفاده می‌شود؟

- (۱)  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$  (۲)  $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$   
(۳)  $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  (۴)  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

۶- کدام گزینه در رابطه با گچ صحیح است؟

- (۱) سنگ گچ از سنگهای دگرگونی است  
(۲) سختی سنگ گچ ۳ موس می‌باشد.  
(۳) سنگ گچ خالص سفیدرنگ است  
(۴) اگر سنگ گچ دارای هیدرواکسید آهن باشد رنگ آن کبود می‌شود.

جواب پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- ۱ ۲ ۳ ۴ -۱ ۱ ۲ ۳ ۴ -۳ ۱ ۲ ۳ ۴ -۵ ۱ ۲ ۳ ۴  
۲- ۱ ۲ ۳ ۴ -۲ ۱ ۲ ۳ ۴ -۴ ۱ ۲ ۳ ۴ -۶ ۱ ۲ ۳ ۴

## فصل نهم: چوب

چوب بافت سلولزی آلی است که عمده‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده‌ی آن کربن و اکسیژن است.

در ایران قدیم ساختمان‌های روستایی، شهری، پل‌ها، کوشک‌ها و ... را با چوب می‌ساختند. پوشش سقف کاخ باستانی مادها در هگمتانه (چوب سدر و سرو)، و تخت جمشید (چوب‌های بلوط، گردو، سدر و سرو)؛ چهل ستون و عالی‌قاپو در اصفهان و مسجد بناب در حومه مراغه همه از چوب ساخته شده‌اند.

## ○ ساختمان درخت

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

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

۲- 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.

۳- مغز، در مرکز تنه و در شاخه‌های درخت قرار دارد. روی برش عرضی تنه‌ی درخت دایره‌های هم مرکزی دیده می‌شود که نشان‌دهنده‌ی سن درخت است رنگ این دایره‌ها از سوی درون روشن (بهاره) و به سوی بیرون تیره (پاییزه) می‌شود. بافت چوب متشکل از لوله (آوند)های متعدد در کنار هم است.

## ○ چوب

چوب محکم‌ترین و مقاوم‌ترین 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. 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.

## ○ انواع چوب‌ها از نظر مقاومت

**الف) سخت چوب‌ها:** سخت چوب‌ها شامل چوب درختان پهن برگ مانند گردو، بلوط و چنار است. نام سخت چوب به لحاظ تراکم بیش‌تر بافت چوب است و دلیل بر سخت بودن کلیه‌ی چوب‌های این دسته نمی‌شود و استثنائاتی وجود دارد. سخت چوب‌ها برای مبلمان، در و پنجره‌ی فضا‌های مجاور بیرون بنا و نازک‌کاری (مثلاً کف پوش، قرنیز و ...) ساختمان به کار می‌روند.

**ب) نرم چوب‌ها:** نرم چوب‌ها شامل درختان سوزنی برگ، مانند سرو، کاج و سرخدار هستند. سوزنی برگ‌ها 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. از نرم چوب‌ها برای اجرای ستون، تیر ساختمان؛ در و پنجره فضا‌های داخلی بنا، تخته‌ی قالب‌بندی و ... استفاده می‌شود. چون درختان نرم چوب رشد خوبی دارند.

## ○ خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی چوب:

مهم‌ترین خواص فیزیکی چوب:

- ۱- **وزن مخصوص چوب:** با افزایش وزن مخصوص چوب، سنگین‌تر می‌شود و مقاومت آن افزایش می‌یابد.
- ۲- **رطوبت چوب:** مقدار آبی است که در واحد وزن چوب وجود دارد و میزان تری و خشکی آن را مشخص می‌کند.
- ۳- **هدایت حرارتی:** قابلیت هدایت حرارتی چوب کم است و به این دلیل برای ساختن عایق‌های حرارتی مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد (مثلاً استفاده از چوب روی دستگیره‌های فلزی درها یا دسته‌ی سماور و کتری) با افزایش حرارت، هدایت حرارتی چوب افزایش می‌یابد. در تیرهای چوبی کلفت با وجود این که چوب زود مشتعل می‌شود قسمت درونی آن تا مدت نسبتاً زیادی از خطر اشتعال در امان می‌ماند.
- ۴- **انتقال و انتشار و انعکاس صوت:** چوب، به سبب قابلیت ارتجاعی، قادر به تقویت اصوات است. براساس همین خاصیت 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.
- ۵- **رنگ:** رنگ چوب از خواصی است که از نظر زیبایی شناختی و حسی می‌تواند گوناگون باشد و سلیقه‌های متفاوتی را ارضا کند. مانند چوب گردو که به دلیل رنگ مناسب خواهان زیاد دارد. دوام چوب با تیرگی رنگ آن رابطه مستقیم دارد و چوب‌های تیره رنگ معمولاً با دوام‌ترند هم‌چنین چوب پیر تیره‌تر از چوب جوان است. رنگ چوب براساس گونه‌های مختلف آن متفاوت است.
- ۶- **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 متساعد می‌کنند. چوب‌های خوش‌بو، مانند ارس، صندل و سرو خمره‌ای به مصرف کارهای لوکس (مانند مبلمان و صنایع دستی و تزئینی) می‌رسد. دوام این نوع چوب‌ها بیشتر از چوب‌های دیگر است.
- ۷- **قابلیت سوختن و انرژی زایی:** زوایند چوب در صورت سوختن حرارت مطبوع و شعله‌های زیبا ایجاد می‌کند.

خواص مکانیکی:

- **تاب کششی و فشاری** - **تاب برشی** - **تاب ضربه‌ای**
- خواص شیمیایی: از نظر خواص شیمیایی قسمت اعظم غشای سلول‌های چوبی را سلولز تشکیل می‌دهد، که از نظر صنایع شیمیایی اهمیت فوق‌العاده دارد (به عنوان مثال جهت تولید کاغذ، پلیمر یا الیاف مصنوعی پارچه از سلولز استفاده می‌شود).
- **هوای خشک:** در حرارت عادی بر سلولز اثر نمی‌کند (به همین دلیل پنبه را که از جنس سلولز است برای لباس استفاده می‌کنند).
  - **حرارت:** سلولز در  $150^{\circ}\text{C}$  تغییر رنگ می‌دهد و در  $300^{\circ}\text{C}$  تجزیه می‌شود.
  - **اسیدها و بازها:** در صورتی که غلیظ باشند بر آن اثر می‌گذارند و در غیر اینصورت اثر چندانی بر آن نمی‌گذارند.

## ○ بررسی میزان رطوبت در چوب‌ها

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

## ○ اشکال گوناگون چوب از نظر مصرف

الف) چوب‌های گرد: چوب‌های گرد قطری بین ۷۰-۱۴ cm و طولی بین ۱۸-۲/۵ m 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 دو سر تیر با هم یکی نیست، مثلاً قطر یک سر ۲۰ cm و سر دیگر ۵ cm است.

ب) چوب‌های بریده شده: چوب‌ها براساس نوع بریدن و عرضه به بازار به صورت‌های مختلف نام‌گذاری می‌شوند، از جمله گرده‌بند، نیم‌بند، تیرگرد، چهار تراش، الوار، تخته، خرده چوب و خاک اره.

پ) چوب‌های روکش‌دار (سه لایه و هفت لایه): برخی از چوب‌ها خصوصاً انواع زیبای آن معمولاً کم‌یاب و گران‌اند. گرده‌ی این چوب‌ها را به صورت لایه‌های نازک ورقه‌ای آماده می‌کنند و از آن در تولید تخته‌های سه‌لایه، هفت‌لایه و انواع تخته‌های روکش‌دار استفاده می‌نمایند. از زائادات چوب می‌توان تخته‌های نئوپان، تخته فیبر و صفحات چوب سیمان را تولید کرد و در معماری داخلی و طراحی دکوراسیون مورد استفاده قرار داد.

### نکته

صفحات چوب سیمان نوعی نئوپان است که به مواد اولیه آن سیمان اضافه می‌شود.

## ○ معایب چوب و چگونگی حفاظت از آن

عیوب چوب ممکن است گره، ترک، پیچ‌خوردگی، یک طرفه رویدن، پرشاخ و برگ بودن باشد که اغلب به هنگام رویدن درخت به وجود آید. عیوب چوب باعث می‌شود که عمر، مقاومت و زیبایی آن لطمه ببیند.

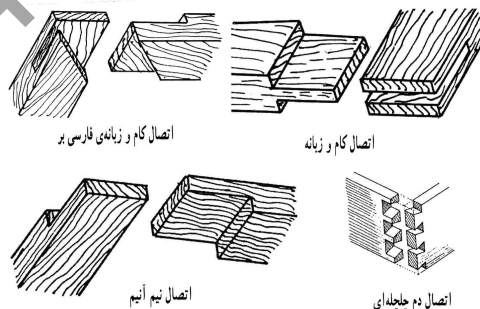
معایب بعد از قطع درخت و تهیه‌ی الوار نیز شامل ترک معمولی (شکاف و گسیختگی)، ترک یخ‌زدگی، آفات و جذب رطوبت است. چوب را می‌توان از طریق اشباع کردن با مواد شیمیایی، رنگ، ترکیب لاک و الکل، کیلر، پلی استر، سوزاندن سطح چوب، قیراندود کردن در برابر آفات، حشرات و تغییرات شرایط آب و هوایی، اسیدها و قارچ‌ها محافظت نمود.

## ○ حفاظت چوب در برابر آتش‌سوزی

یکی از مهم‌ترین عیوب چوب خطر آتش‌سوزی آن است. روش‌های مختلفی برای محافظت چوب در برابر آتش‌سوزی وجود دارد. اندود کردن توسط پوشش‌های گچی؛ استفاده از آب شیشه و رنگ‌های ضد‌اشتعال و ضد آتش (سیلیکون‌ها) از این روش‌ها محسوب می‌شوند. این رنگ‌ها ویژگی ضد آتش فوق‌العاده‌ای 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 دوده‌های شعله خفه کن تولید می‌کنند، یا به ماده اسفنجی عایق حرارت تبدیل می‌شوند و از بروز آتش‌سوزی یا گسترش آن جلوگیری می‌کنند.

## ○ اتصالات چوبی

اتصالات قطعات چوب به یک دیگر 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.



## پرسش‌های فصل نهم

۱- ساختمان درخت را تشریح کنید. کدام قسمت درخت قابلیت استفاده‌ی بهتری در ساختمان دارد؟

درخت از ریشه، تنه و اجزای بالایی (شاخه، برگ و ...) تشکیل شده است. در برش عرضی تنه‌ی درخت سه بخش جدا از هم‌دیگر دیده می‌شود: پوست؛ که مصرف ساختمانی ندارد و حفاظت تنه یا شاخه‌ی درخت را به عهده دارد و شامل دو قسمت بیرونی (لایه‌ی مرده) و درونی (لایه‌ی زنده) است. لایه‌ی زنده پوست درخت را «کامبیوم» می‌گویند. چوب: این قسمت از درخت که امکان بارگذاری روی آن وجود دارد، حجم عمده‌ی تنه درخت را تشکیل می‌دهد و کاربرد زیادی در صنعت ساختمان دارد. مغز: در مرکز تنه و در شاخه‌های درخت قرار دارد.



## ۲- سخت چوب‌ها و نرم‌چوب‌ها چه نوع چوبی هستند و چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

الف) سخت‌چوب‌ها: 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 نما و نازک کاری (مثلاً کف‌پوش، قرنیز و ...) ساختمان به کار می‌روند.

ب) نرم‌چوب‌ها: نرم‌چوب‌ها شامل درختان سوزنی برگ، مانند سرو، کاج و سرخدار هستند. سوزنی برگ‌ها 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.

## ۳- پنج مورد از خواص فیزیکی و مکانیکی چوب را نام ببرید.

۱) وزن مخصوص ، ۲) رطوبت ، ۳) هدایت حرارتی ، ۴) رنگ ، ۵) بو و طعم.

## ۴- چهار مورد از عیوب چوب را ، به هنگام رویش یا بعد از آن نام ببرید.

عیوب چوب ممکن است گره، ترک، پیچ‌خوردگی، یک طرفه رویدن، پرشاخ و برگ بودن باشد که اغلب به هنگام رویدن درخت به وجود آید. معایب بعد از قطع درخت و تهیه‌ی الوار نیز شامل ترک معمولی (شکاف و گسیختگی)، ترک‌پخ‌زدگی، آفات و جذب رطوبت است.

## ۵- دو مورد از اقداماتی را که برای حفاظت و مراقبت چوب در برابر آتش‌سوزی می‌توان انجام داد نام ببرید و توضیح دهید.

یکی از مهم‌ترین عیوب چوب خطر آتش‌سوزی آن است. اندود کردن توسط پوشش‌های گچی؛ استفاده از آب شیشه و رنگ‌های ضد اشتعال و ضد آتش (سیلیکونی) از این روش‌ها محسوب می‌شوند.

## ۶- دو مورد از اقداماتی را که برای حفاظت و مراقبت چوب در برابر نفوذ آفات و حشرات می‌توان انجام داد نام ببرید.

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

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### ۱- گزینه صحیح در مورد ویژگی‌های چوب کدام است؟

- ۱) چوب‌های پیر، تیره‌رنگ و بادوام‌ترند.  
۲) با افزایش وزن مخصوص چوب، مقاومت آن کاهش می‌یابد.  
۳) چوب‌های نرم، قابلیت انتشار و انعکاس صوتی بیشتری دارند.  
۴) چوب‌های خوشبو، دارای دوام کمتری هستند.

### ۲- کدام خاصیت چوب، منجر به استفاده از آن به عنوان روکش دستگیره‌های فلزی می‌شود؟

- ۱) رنگ  
۲) تاب کششی  
۳) وزن مخصوص  
۴) هدایت حرارتی

### ۳- کدامیک از موارد زیر، چوب را در برابر آفت‌ها مقاوم می‌سازد؟

- ۱) گچ  
۲) آب شیشه  
۳) پلی‌استر  
۴) رنگ‌ها سیلیکونی

### ۴- کدام گزینه جزء نرم چوب‌ها محسوب می‌شود؟

- ۱) گردو  
۲) سرخدار  
۳) بلوط  
۴) چنار

### ۵- کامبیوم چیست؟

- ۱) لایه مرده پوست درخت  
۲) چوب تنه درخت که قابلیت بارگذاری دارد.  
۳) لایه زنده پوست درخت  
۴) مغز تنه درخت

### ۶- کدام گزینه در رابطه با چوب صحیح نیست؟

- ۱) چوب بافت سلولزی آلی است.  
۲) عمده‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده آن کربن و اکسیژن است.  
۳) در برش عرضی تنه درخت سه بخش مجزا دیده می‌شود.  
۴) چوب بهاره مقاومتر از چوب پاییزه است.

## جواب پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- ۱ ۲ ۳ ۴ - ۳ ۱ ۲ ۳ ۴ - ۵ ۱ ۲ ۳ ۴  
۲- ۱ ۲ ۳ ۴ - ۴ ۱ ۲ ۳ ۴ - ۶ ۱ ۲ ۳ ۴

## فصل دهم: فلزات

هنگامی که انسان آتش را کشف کرد و به کار گرفت با فلزات روبه‌رو 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 بین‌النهرین (بخش‌هایی از ایران قدیم، عراق و ترکیه) بودند.

### نکته

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، سرب، قلع، کرم، تیتانیوم و ... آلیاژهای آنهاست.

### ○ فلزات آهنی

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.

استفاده از آهن، به عنوان یک مصالح ساختمانی، ابتدا در ساختن شیروانی‌ها در کشورهای اروپایی معمول شد، زیرا بام‌های چوبی مرتباً طعمه‌ی حریق می‌شد.

نورد دستگاهی شبیه به وردنه است که در نانوالی‌ها، خمیر را با آن پهن می‌کنند. در صنایع فولاد دستگاه نورد برای شکل دادن به فولاد استفاده می‌شود.

### ○ انواع کوره‌های آهن‌گذاری

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

سوخت کوره‌های آهن‌گذاری 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.

سوخت کوره‌های آهن‌گذاری 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 آهن‌گذاری برقی: برای ذوب سنگ آهن از برق استفاده می‌شود.

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

### ○ مشتقات آهن

فولاد: فولاد یا فولاد 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. (میزان کربن به ۱/۵-۰/۲٪ برسد). معمولاً نسبت کربن در اکثر فولادها کم‌تر از یک درصد است.

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 مقاومند نیز وجود دارد. حلیی ورق فولادی و نازک با پوشش قلع است و آهن سفید ورق نازک فولادی با ضخامت کم و پوشش روی هستند و هر دو در برابر زنگ زدن مقاوم‌اند.

## ○ روش‌های ساخت فولاد

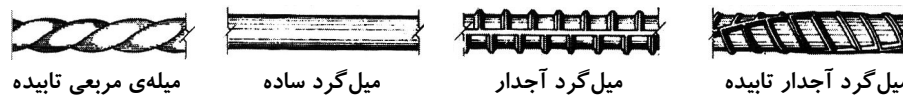
در گذشته از طریق خمیری کردن آهن خام و سوزاندن کربن آن اقدام به تهیه فولاد می‌کردند. در حال حاضر این روش استفاده چندانی ندارد و منسوخ شده است در این روش آهن خام را در تگار کوچک فولادی می‌ریختند و به آن شعله می‌دادند تا ذوب شود. این آهن را هم می‌زدند تا کربن آن بسوزد و درجه‌ی ذوب بالا برود و خمیری شود. خمیر فولاد را تکه‌تکه با گازانبر از کوره بیرون می‌آوردند و با پتک به آن می‌کوبیدند تا سرباره‌ی آن بریزد و به شمش تبدیل شود. چند شمش را به همین ترتیب با یک‌دیگر دسته می‌کردند و مجدداً در کوره گرم 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 اکسیژن‌دهی یا شعله‌دادن به آهن مذاب است. در این روش ابتدا آهن خام تولید شده را با تگارهای فولادی به تانک مخلوط‌کن گهواره‌ای بسیار بزرگ با ظرفیت ۱۰۰۰ تن و بیش‌تر منتقل می‌کنند، تا سرباره‌ها را از آن جدا نمایند. پس از آن آهن خامی که سرباره‌ی آن گرفته شده است در تگارهای فولادی ریخته می‌شود و این تگارها را با پاتیل‌های فولادسازی تخلیه می‌کنند و به آن اکسیژن وارد می‌کنند تا کربن مازاد آن گرفته شود. فولاد برای مقاصد و مصارف گوناگون آماده می‌شود و بر این اساس عناصر تشکیل دهنده‌ی آن را تنظیم می‌کنند. مثلاً برای تهیه فولاد خشکه، که در صنایع نظامی و ساخت مته و ... کاربرد دارد، فولاد به دست آمده از کوره‌های فولادسازی را در بوته‌های نسوزی به ظرفیت ۴۰-۳۰ kg ذوب می‌کنند و ناخالصی‌های آن را با درست کردن سرباره از آن جدا می‌نمایند. پس از آن میزان سیلیسیم، منگنز، نیکل و ... را تنظیم می‌کنند تا خشکه‌ی مورد نظر درست شود.

## ○ شکل دادن به فولاد

- ۱) **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  $1140^{\circ}\text{C}$  -  $1050^{\circ}\text{C}$  سرخ می‌کنند تا به خمیر سفت تبدیل شود. سپس این خمیر را نورد می‌زنند. قطعه‌ی فولاد مورد نظر باید از قرقه‌های چند دستگاه نورد بگذرد تا به شکل مورد نظر درآید.
- ۲) **فولادریزی:** در این روش، قالب مورد نظر را تهیه می‌کنیم و فولاد مذاب درون قالب ریخته می‌شود. چون فولاد هنگام سرد شدن اندکی جمع می‌شود قالب را از هر طرف ۲-۱/۵٪ بزرگ‌تر می‌سازند تا پس از سرد شدن فولاد ریخته شده اندازه مورد نظر را پیدا کند.
- ۳) **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 مورد نظر درآید.
- ۴) **کشیدن:** میله‌های فولادی و فولادهای گرد ضخیم‌تر از ۵mm را با نورد و کم‌تر از آن را با کشیدن به دست می‌آورند. برای ساختن میله یا سیم فولادی کمتر از ۵mm آن را می‌شکنند. چون کشیدن فولاد سرد بر سختی آن تأثیر می‌گذارد و خطر پاره شدن را به همراه دارد. گاهی اوقات ابتدا به آن گرما می‌دهند تا سرخ شود و سپس کشیده می‌شود.
- ۵) **پرس کردن:** در این روش ورق‌های فولاد توسط پرس‌های چند تنی به شکل مورد نظر در می‌آید. در صنایع اتومبیل‌سازی قسمت‌های مختلف بدنه‌ی اتومبیل را از طریق پرس کردن تهیه می‌کنند.
- ۶) **لوله‌سازی:** 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.

## ○ اشکال و مقاطع مختلف فولادهای ساختمانی

فولاد ساختمانی را در اشکال و مقاطع مختلف، مانند تیر آهن‌های معمولی و بال پهن، میل‌گرد، ورق، تسمه، سپری، نبشی و انواع پروفیل‌های در و پنجره تولید می‌کنند، آن‌گاه به بازار عرضه می‌شود.



انواع مختلف میل‌گردهای فولادی

## ○ روش‌های اتصال مقاطع فلزی

اتصال مقاطع فلزی به یک‌دیگر از طریق پرچ، پیچ و مهره، بست و جوشکاری انجام می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از جوشکاری برای اتصال مقاطع 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 یا جوش کربیت استفاده می‌شود.

### نکته

برای اتصال مقاطع اسکلت فلزی، پروفیل‌های در و پنجره و ... از جوش برق و برای اتصال مقاطع فلزی که ضخامت آن از ۲mm کم‌تر است از جوش کربیت استفاده می‌شود.

## ○ چدن

چدن‌ها مهم‌ترین گروه از آلیاژهای آهنی بعد از فولادهای ساده کربنی (ورق، تیرآهن، نبشی و ...) هستند. میزان کربن چدن‌ها حداکثر چهاردرصد و میزان سیلیسیم موجود در آن بین ۰/۵ الی ۳/۵ درصد است. چدن کربور آهنی است که از آهن خام ساخته می‌شود. برای ساختن چدن، آهن خام را در کوره‌ی شعله‌ای یا برقی مجدداً ذوب می‌کنند و با تنظیم میزان عناصر کربن، فسفر، منگنز، سیلیسیم در آن و اضافه کردن کمی هم آهن قراضه به آن ناخالصی‌ها به شکل سرباره در بالا قرار می‌گیرند و آن چه به جای می‌ماند چدن است. چدن نیز مانند آهن خام، بدون این که خمیری شود در گرمای  $1150-1300^{\circ}\text{C}$  ذوب می‌شود (مانند یخ) جنس چدن سخت و ترد است و اگر فسفر آن زیاد باشد شکننده می‌شود. چدن خاصیت چکش‌خواری خوبی ندارد و در برابر آتش و رطوبت پایداری از فولاد است. نمونه‌هایی از قطعات چدنی که در ساختمان‌ها با آن‌ها مواجهیم لوله‌های آب‌رسانی، لوله و اتصالات فاضلابی، پره و دیگ‌های شوقاژ، دریچه‌های آب، فاضلاب، مخبرات و آتش‌نشانی موجود در کوچه‌ها و خیابان‌ها هستند.

## ○ آلومینیوم

تمام فلزات به جز آهن و فولاد در گروه فلزات غیرآهنی قرار دارند. آلومینیوم فلزی با ظاهری نقره‌ای، خاکستری مات، جلاپذیر، نرم، سبک و چکش‌خوار است و به آسانی شکل داده می‌شود. این فلز، پس از آهن، پرمصرف‌ترین فلز محسوب می‌شود و مصرف آن روز به روز بیش‌تر می‌شود. آلومینیوم مهم‌ترین فلز غیرآهنی است که در گرمای  $658^{\circ}\text{C}$  ذوب می‌شود و در مقایسه با آهن وزن مخصوص کم‌تر است. ولی با وجود این، استحکام بعضی از آلیاژهای آن از فولاد ساختمانی نیز بیش‌تر است. آلومینیوم دارای کاربردهای مختلف از جمله در ساخت ظروف، قطعات صنعتی، ساختمان و معماری است. امروزه از آلومینیوم و آلیاژهای آن در سطح وسیعی در مصارف ساختمانی (درب، ورق، پنجره، دست‌گیره) مصارف شهرسازی (لوله و اتصالات)، مصارف خانگی (کتری، قابلمه)، مصارف تجاری و بسته‌بندی (پاکت‌های شیر و آب‌میوه، قوطی نوشابه، فویل)، مصارف الکتریکی (کابل‌ها) و مصارف هواپیمایی، اتومبیل و کشتی‌سازی استفاده می‌شود.

## ○ مس

مس یکی دیگر از فلزات غیرآهنی پرمصرف و قدیم‌ترین 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)، وسایل صوتی، کشتی‌سازی، 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 (آلیاژهای مس و روی) و آلومینیوم برنز (ترکیبی از برنز و آلومینیوم) اشاره کرد.

## پرسش‌های فصل دهم

۱- فلزات ساختمانی به چند گروه تقسیم می‌شوند؟ از هر گروه مثال‌هایی ذکر کنید.

فلزات آهنی (چدن و فولاد)، فلزات غیرآهنی (مس، آلومینیوم، برنج و برنز)

۲- آهن و فولاد چه تفاوتی با یکدیگر دارند؟

فولاد از آلیاژهای آهن است که در ساخت جنگ‌افزارها نیز از آن استفاده می‌شود 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.

۳- دو روش شناخته شده‌ی تولید فولاد را نام ببرید و توضیح دهید.

۱) در گذشته از طریق خمیری کردن آهن خام و سوزاندن کربن آن اقدام به تهیه‌ی فولاد می‌کردند. در حال حاضر این روش استفاده چندانی ندارد و منسوخ شده است. در این روش آهن خام را در تگار کوچک فولادی می‌ریختند و به آن شعله می‌دادند تا ذوب شود. این آهن را هم می‌زدند تا کربن آن بسوزد و درجه‌ی ذوب آن بالا برود و خمیری شود. خمیر فولاد را تکه تکه با گازانبر از کوره بیرون می‌آوردند و با پتک به آن می‌کوبیدند تا سرباره‌ی آن بریزد و به شمش تبدیل شود. چند شمش را به همین ترتیب با یکدیگر دسته می‌کردند و مجدداً در کوره گرما می‌دادند تا سرخ شود و با پتک سنگین آن‌ها را یک پارچه می‌کردند. ۲) روش دیگر که امروزه برای تولید فولاد استفاده می‌شود اکسیژن‌دهی یا شعله دادن به آهن مذاب است. در این روش ابتدا آهن خام تولید شده را با تگارای فولادی به تانک مخلوط‌کن گهواره‌ای بسیار بزرگ با ظرفیت ۱۰۰۰ تن و بیش‌تر منتقل می‌کنند تا سرباره‌ها را از آن جدا نمایند. پس از آن آهن خامی که سرباره‌ی آن گرفته شده است در تگارهای فولادی ریخته می‌شود و این تگارها را در پاتیل‌های فولادسازی تخلیه می‌کنند و به آن اکسیژن وارد می‌کنند تا کربن مازاد آن گرفته شود.

۴- انواع روش‌های شکل دادن به مقاطع فولادی را نام ببرید.  
نورد زدن - فولادریزی - آهنگری - کشیدن - پرس کردن و لوله‌سازی.

۵- چدن چیست و چه کاربردی در ساختمان دارد؟

چدن‌ها مهم‌ترین گروه از آلیاژهای آهنی بعد از فولادهای ساده کربنی (ورق، تیرآهن، نبشی و ...) هستند. میزان کربن چدن‌ها حداکثر چهاردرصد و میزان سیلیسیم موجود در آن‌ها بین ۰/۵ الی ۳/۵ درصد است. چدن کربور آهنی است که از آهن خام ساخته می‌شود. برای ساختن چدن، آهن خام را در کوره‌ی شعله‌ای یا برقی مجدداً ذوب می‌کنند و با تنظیم میزان عناصر کربن، فسفر، منگنز، سیلیسیم در آن و اضافه کردن کمی هم آهن قراضه به آن ناخالصی‌ها به شکل سرباره در بالا قرار می‌گیرند و آن چه به جای می‌ماند چدن است. نمونه‌هایی از قطعات چدنی که در ساختمان‌ها با آن‌ها مواجهیم لوله‌های آب‌رسانی، لوله و اتصالات فاضلابی، پره و دیگ‌های شواژ، دریچه‌های آب، فاضلاب، مخابرات و آتش‌فشانی موجود در کوچه‌ها و خیابان‌ها هستند.

۶- آلومینیوم چه خواصی دارد؟

آلومینیوم فلزی با ظاهری نقره‌ای، خاکستری مات، جلاپذیر، نرم، سبک و چکش‌خوار است و به آسانی شکل داده می‌شود. این فلز، پس از آهن، پرمصرف‌ترین فلز محسوب می‌شود و مصرف آن روز به روز بیشتر می‌شود. در مقایسه با آهن وزن مخصوصش کم‌تر است. ولی با وجود این، استحکام بعضی از آلیاژهای آن از فولاد ساختمانی نیز بیشتر است.

پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- فولاد چیست؟

- ۱) با افزایش کربن در آهن خام سفید، به دست می‌آید.
- ۲) آلیاژ آهن - کربن است، که درصد کربن آن کمتر از ۲ درصد است.
- ۳) میزان کربن آن حداکثر ۴ درصد و میزان سیلیسیم آن ۰/۵ درصد است.
- ۴) آلیاژ آهن - کربن است که درصد کربن آن کمتر از ۴/۲ درصد باشد.

۲- آلیاژ برنج از ترکیب دو فلز ..... به قسمت‌های مختلف به دست می‌آید.

- ۱) قلع و آلومینیوم
- ۲) مس و آلومینیوم
- ۳) روی و قلع
- ۴) مس و روی

۳- قدیمی‌ترین فلز صنعتی جهان کدام است؟

- ۱) مس
- ۲) چدن
- ۳) فولاد
- ۴) آلومینیوم

۴- قابلیت هدایت الکتریکی کدام فلز، بیش‌تر است؟

- ۱) مس
- ۲) روی
- ۳) آهن
- ۴) آلومینیوم

۵- برای اتصال کدام قطعه‌ی فلزی، از جوش کاریت استفاده می‌شود؟

- ۱) اسکلت فلزی
- ۲) با ضخامت کمتر از ۲ میلی‌متر
- ۳) پروفیل در و پنجره
- ۴) با ضخامت کمتر از ۵ میلی‌متر

۶- برای تولید فولاد ساختمانی زنگ نزن، چه عنصری به آن اضافه می‌شود؟

- ۱) روی
- ۲) قلع
- ۳) کروم
- ۴) فسفر

جواب پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱-  ۱  ۲  ۳  ۴ - ۳  ۱  ۲  ۳  ۴ - ۵  ۱  ۲  ۳  ۴
- ۲-  ۱  ۲  ۳  ۴ - ۴  ۱  ۲  ۳  ۴ - ۶  ۱  ۲  ۳  ۴

## فصل یازدهم: سیمان، بتن

سیمان واژه‌ای است که از لغت رومی سمنتوم گرفته شده است.

### ○ سیمان پرتلند و مواد تشکیل‌دهنده‌ی 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 تشکیل‌دهنده‌ی سیمان به طور مجزا و به نسبت میزان مصرف از بیش‌تر به کم‌تر عبارت‌اند از:

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

- **سیلیس:** سیلیس در کوره‌ی سیمان‌پزی 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 (خاک‌رس):** 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. (با آلومینیوم و کلسیم اکسید ترکیب می‌شود و تتراکلسیم آلومینو فریت را تشکیل می‌دهد). سیمان‌های با آهن اکسید زیاد کندگیرند. میزان زیاد آن در مواد اولیه رنگ سیمان را تیره می‌کند. سیمان سفید فاقد این اکسید است.

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

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

### ○ انواع سیمان پرتلند

- **سیمان پرتلند نوع یک:** این سیمان رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین نوع سیمان در ایران و جهان است و در تمام کارهای ساختمانی مانند پل‌ها، تونل‌ها ساختمان‌های بتنی و ... مصرف می‌شود. مصرف این نوع سیمان در سازه‌هایی که در معرض حمله‌ی سولفات‌ها هستند مانند اسکله‌های دریایی و پایه‌های پل‌ها یا زمین‌های سنگ گچی مجاز نیست. گرفتن سیمان پرتلند ۲ ساعت پس از ساخت بتن شروع و پس از ۲۸ روز پایان می‌یابد.

- **سیمان پرتلند نوع دو:** این نوع سیمان در برابر نفوذ اندک و محدود سولفات‌ها مناسب است. به همین دلیل برای ساختن سازه‌هایی مانند کانال‌های فاضلاب از آن استفاده می‌شود. درجه‌ی حرارت هیدراسیون (حرارتی که در نتیجه‌ی ترکیب سیمان با آب حاصل می‌شود) این سیمان نسبت به سیمان نوع یک کم‌تر است و به همین دلیل برای بتن‌ریزی در هوای گرم مناسب است. مصرف این نوع سیمان، در مکان‌هایی که در معرض حمله‌ی شدید سولفات‌ها هستند، مانند سازه‌های دریایی، مجاز نیست.

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

به علت زودگیر بودن؛ گرمای اولیه‌ی تولید شده‌ی آن نسبت به دیگر سیمان‌ها زیاد است و مصرف آن در هوای سرد پیشنهاد می‌شود. ضمن این که در چنین شرایطی به دلیل زودگیر بودن بتن خطر یخ 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 بتن‌ریزی سازه‌های حجیم مانند سدها از آن استفاده می‌شود. معمولاً در جاهایی که گرمای به دست آمده سیمان برای سازه‌ی بتنی ضرر دارد نیز این نوع سیمان استفاده می‌شود. استفاده از این نوع سیمان در مناطق گرم کشور مشروط به این که خطر حمله‌ی سولفات‌ها وجود نداشته باشد، توصیه می‌شود.

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

## ○ سیمان روباره (سیمان آهن‌گذاری یا سیمان سرباره)

این نوع سیمان که به آن سیمان پرتلند سرباره یا سیمان آهنی هم می‌گویند از مخلوط کردن روباره‌ی کارخانه‌های ذوب آهن (که به سرعت با آب سرد شده است) با کلینکر و آسیاب کردن این مخلوط حاصل می‌شود. (نسبت وزنی مخلوط روباره با کلینکر ۶۵٪ روباره به ۳۵٪ کلینکر است) سیمان روباره با سرعت و میزان کم‌تری نسبت به سیمان معمولی گرما تولید می‌کند و به عنوان سیمان کم‌حرارت در کارهای بتنی حجیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. سیمان روباره در برابر عوامل شیمیایی از سیمان پرتلند معمولی مقاوم‌تر است.

## ○ سیمان پوزولان (سیمان تراس)

پوزولان یا تراس، ماده‌ی سیلیسی و یا سیلیس و آلومینی است که از کف سنگ‌ها، پوک سنگ‌ها و خاکسترهای آتش‌فشانی به وجود آمده است و به خودی خود خاصیت چسبندگی ندارد. اما اگر پودر شود و با گرد آهک شگفته 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.

## ○ سیمان رنگی

گاهی برای نماسازی 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.

### نکته

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

طریقه‌ی دیگر این است که به سیمان سفید، رنگ‌های معدنی (به شرطی که با سیمان ترکیب شیمیایی نداشته باشد) اضافه می‌کنند. سیمان‌های دیگری چون سیمان انبساطی (متورم یا آب‌بندی)، سیمان برقی یا سیمان آلومینا (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 بتن سدها، پل‌ها و لوله‌های بتنی استفاده می‌شود)، سیمان چاه‌های نفت نیز وجود دارد که براساس شرایط ساختمانی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## ○ انبار کردن سیمان

سیمان باید در جاهایی انبار شود که از رطوبت به دور باشد. چون رطوبت باعث گرفتن و سخت شدن سیمان و تبدیل آن به کلوخه 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 برزنت یا پلاستیک کشید. حداکثر ارتفاع سیمان‌هایی که روی هم قرار می‌گیرند نباید از یک متر و نیم بیش‌تر شود.

## ○ مهم‌ترین 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.

## ○ ملات ماسه سیمان

ماده‌ی چسباننده‌ی این ملات سیمان پرتلند است که با نسبت حجمی یک به پنج 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 حداکثر بیش‌تر از دو ساعت نگذرد.

## ○ بتن

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 پر کردن 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 هفته‌ی اول بتن‌ریزی و در شرایط مناسب نگهداری حدود ۶۰٪ مقاومت نهایی و پس از ۲۸ روز حدود ۹۰٪ مقاومت نهایی خود را به دست خواهد آورد. بتن‌هایی که پس از ریختن در شرایط مرطوب نگهداری نشوند مقاومت کم‌تری به

دست خواهند آورد. درجه‌ی حرارت مناسب برای بتن‌ریزی  $25-38^{\circ}\text{C}$  است چنانچه دمای محیط کم از  $5^{\circ}\text{C}$  درجه سلسیوس یا بیشتر از  $38^{\circ}\text{C}$  سلسیوس باشد بتن‌ریزی باید با اتخاذ تدابیر لازم و فراهم کردن شرایط مناسب صورت گیرد.

#### نکات

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

### ○ مصالح سنگی در بتن و دانه‌بندی آن‌ها

مصالح سنگی یا به عبارت دیگر شن و ماسه در بتن بین  $75\% - 60\%$  از حجم بتن را تشکیل می‌دهند. مصالح سنگی نباید هیچ‌گونه ترکیب شیمیایی در بتن انجام دهند. این مصالح باید تمیز و سخت باشند و از تاب فشاری بالایی برخوردار باشند. به طور کلی مصالح سنگی در بتن به دو نوع سنگ‌های ریزدانه (ماسه) و درشت دانه (شن) تقسیم می‌شوند.

**الف) سنگ‌های ریزدانه (ماسه):** اندازه‌ی دانه‌های ماسه بین  $75\text{mm} - 0$  است که به همراه سیمان فضای خالی بین دانه‌های بزرگ‌تر را پر می‌کنند تا بتن توپر و محکم شود.

**ب) سنگ‌های درشت دانه (شن):** قطر این دانه‌ها از  $75\text{mm}$  به بالا است. برای بتن‌ریزی در حجم‌های کوچک دانه‌های بین  $20\text{mm} - 75\text{mm}$  و بتن‌ریزی در حجم‌های بزرگ مانند پی‌ها، سدها دانه‌های درشت‌تر از  $20\text{mm}$  استفاده می‌شود.

#### نکته

شن و ماسه باید تمیز و عاری از خاک باشد و در کارهای حساس درصد خاک و مقاومت و دانه‌بندی آن‌ها در کارخانه کنترل شود. نسبت حجمی اختلاط سیمان، ماسه و شن را در بعضی آیین‌نامه‌ها به صورت اعداد متوالی ذکر می‌کنند. (مثلاً  $B 1:2:4$  یعنی این که  $1$  حجم سیمان با  $2$  حجم ماسه و  $4$  حجم شن را با هم مخلوط کنند.)

### ○ آب

آب مورد مصرف در ساختن بتن باید تمیز و عاری از مواد قلیایی، سولفات‌ها، نمک‌ها، اسیدها، مواد آلی، چربی، سختی و مواد معدنی باشد. آب کارخانه‌ها و آبی که در ماندآب‌ها 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 شکل‌پذیر درآید. کیفیت ترکیب این مخلوط باید به گونه‌ای باشد که از به وجود آمدن فضای خالی زیاد و پرنشده و جدایی مصالح جلوگیری کند.

### ○ افزودنی‌های بتن

افزودنی‌ها موادی هستند که به خمیر یا دوغاب اضافه می‌شوند تا برخی خواص بتن مانند شکل‌پذیری، مقاومت، دوام و آب‌بندی 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 اضافه می‌شوند. افزودنی‌ها نباید عناصر ترکیب‌کننده سیمان را تجزیه کنند یا با آن‌ها ترکیب شوند.

### ○ انواع بتن

**بتن مسلح:** ایده‌ی ترکیب بتن و فولاد و کشف این خاصیت بتن را قادر به مقاومت در برابر کشش نمود. 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.

فولاد هم چنین برای کنترل ترک‌خوردگی ناشی از انقباض حرارتی عمل می‌کند.

**بتن سبک:** نوعی بتن است که مواد اولیه‌ی تشکیل دهنده‌ی آن از دانه‌های سبک (مانند پوک معدنی یا دانه‌های لیکا) شکل گرفته است. وزن فضایی این بتن کم‌تر از 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 فصل یازدهم

### ۱- سیمان چیست؟ مواد تشکیل دهنده آن را نام ببرید.

سیمان واژه‌ای است که از لغت رومی سمتوم گرفته شده است و مواد تشکیل دهنده آن عبارتند از: کلسیم اکسید، سیلیس، آلومینیوم اکسید (خاک رس)، آهن اکسید، منیزی، قلیایی‌ها.

### ۲- انواع سیمان پرتلند را نام ببرید و خواص هر یک را به اختصار بنویسید.

**سیمان پرتلند نوع یک:** این سیمان رایج‌ترین و پرمصرف‌ترین نوع سیمان در ایران و جهان است و در تمام کارهای ساختمانی مانند پل‌ها، تونل‌ها، ساختمان‌های بتنی و ..... مصرف می‌شود. مصرف این نوع سیمان در سازه‌هایی که در معرض حمله‌ی سولفات‌ها هستند مانند اسکله‌های دریایی و پایه‌ای پل‌ها یا زمین‌های سنگ گچی مجاز نیست. گرفتن سیمان پرتلند ۲ ساعت پس از ساخت بتن شروع، و پس از ۲۸ روز پایان می‌یابد.

**سیمان پرتلند نوع دو:** این نوع سیمان در برابر نفوذ اندک و محدود سولفات‌ها مناسب است. به همین دلیل برای ساختن سازه‌هایی مانند کانال‌های فاضلاب از آن استفاده می‌شود. برای بتن‌ریزی در هوای گرم مناسب است. مصرف این نوع سیمان، در مکان‌هایی که در معرض حمله‌ی شدید سولفات‌ها هستند، مانند سازه‌های دریایی مجاز نیست.

**سیمان پرتلند نوع سه:** این سیمان زودگیر است به این معنی که زودتر از ۲۸ روز به مقاومت نهایی می‌رسد. به همین دلیل در محل‌هایی که باید به سرعت قالب برداری صورت گیرد مصرف می‌شود. به علت زودگیر بودن گرمای اولیه‌ی تولید شده‌ی آن نسبت به دیگر سیمان‌ها زیاد است و مصرف آن در هوای سرد پیشنهاد می‌شود. ضمن این که در چنین شرایطی به دلیل زودگیر بودن بتن خطر یخ‌زدگی 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 بتن‌ریزی سازه‌های حجیم مانند سداها از آن استفاده می‌شود. استفاده از این نوع سیمان در مناطق گرم کشور مشروط به این که خطر حمله‌ی سولفات‌ها وجود نداشته باشد، توصیه می‌شود.

**سیمان پرتلند نوع پنج:** این نوع سیمان برای پایداری در برابر حمله‌ی شدید سولفات‌ها تولید می‌شود و به همین دلیل به سیمان ضد سولفات معروف است.

### ۳- سیمان رنگی چگونه تولید می‌شود؟

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. طریقی دیگر این است که به سیمان سفید، رنگ‌های معدنی (به شرطی که با سیمان ترکیب شیمیایی نداشته باشد) اضافه می‌کنند.

### ۴- بتن چیست؟

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.

### ۵- خاصیت هیدرولیکی و هیدراسیون سیمان چه اثری بر تهیه بتن دارد؟

در جریان هیدراسیون هر دانه گرد سیمان در ترکیب با آب به ذرات بی‌نهایت ریز تجزیه شده و افزایش درجه حرارت باعث تسریع عمل هیدراسیون می‌شود و بتن زودتر مقاومت خود را به دست می‌آورد.

### ۶- مواد اصلی تشکیل دهنده بتن چیست؟

دانه‌های سنگی درشت (شن)، دانه‌های سنگی ریز (ماسه)، سیمان، آب، افزودنی‌ها.

### ۷- مصالح سنگی چه نقشی در کیفیت بتن دارند؟ چه خصوصیتی باید داشته باشند؟

مصالح سنگی عامل مقاومت بتن سخت شده در مقابل فشارهای وارده است به عبارت دیگر دوغاب سیمان مصالح سنگی را در کنار هم نگه می‌دارد و مصالح سنگی در مقابل فشارهای وارده مقاومت می‌کنند. مصالح سنگی نباید هیچ‌گونه ترکیب شیمیایی در بتن انجام دهد. این مصالح باید تمیز و سخت باشند و از تاب فشاری بالایی برخوردار باشند.

## ۸- بتن مسلح چیست؟ چه تفاوتی با بتن ساده دارد؟

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

## پرسش‌های چهار گزینه‌ای

### ۱- مهمترین مشخصه‌ی بتن چیست؟

- (۱) میزان آب  
(۲) مقاومت فشاری  
(۳) نوعی سیمان مصرفی  
(۴) نوع و اندازه‌ی شن مصرفی

### ۲- سیمان سفید، فاقد کدام مورد است؟

- (۱) اکسید آهن  
(۲) اکسید سیلیسیم  
(۳) اکسید کلسیم  
(۴) اکسید آلومینیم

### ۳- افزایش بیش از حد کدام یک از موارد زیر در ترکیب سیمان باعث ترک خوردگی آن پس از گیرش می‌شود؟

- (۱) سیلیس  
(۲) منیزی  
(۳) اکسید آهن  
(۴) اکسید آلومینیم

### ۴- همه‌ی موارد زیر جزء مزایای بتن در مقابل فولاد است به جز:

- (۱) هزینه‌ی نگهداری کم  
(۲) شکل‌پذیری  
(۳) مقاومت خوب در برابر حریق  
(۴) کنترل دقیق در فرآیند تولید

### ۵- نسبت سنگ آهک به خاک رس در سیمان پرتلند چقدر است؟

- (۱) سه به یک  
(۲) یک به سه  
(۳) چهار به یک  
(۴) یک به چهار

### ۶- ازدیاد کدام ماده باعث بالارفتن تاب ملات سیمان در روزهای نخستین می‌شود؟

- (۱) اکسید آلومینیم  
(۲) اکسید آهن  
(۳) اکسید کلسیم  
(۴) اکسید منیزیم

### جواب پرسش‌های چهار گزینه‌ای

- ۱- ۱ ۲ ۳ ۴ -۳ ۱ ۲ ۳ ۴ -۵ ۱ ۲ ۳ ۴  
۲- ۱ ۲ ۳ ۴ -۴ ۱ ۲ ۳ ۴ -۶ ۱ ۲ ۳ ۴

## فصل دوازدهم: شیشه

تاریخچه‌ی پیدایش شیشه به حدود ۶۰۰۰ سال پیش می‌رسد و اولین بار استفاده از آن به صورت زیورآلات بوده است. با توجه به آثار معماری می‌توان گفت در ایران اولین بار شیشه برای پوشاندن نورگیرهای سقفی مورد استفاده قرار گرفته است. برای این منظور آن را به صورت جامی کم‌عمق شکل می‌دادند و این جام را به صورت وارونه در بام خانه‌ها یا حمام‌ها نصب می‌کردند. اصطلاح شیشه جام نیز از همین جا نشئت گرفته است.

### نکات

- به طور کلی شیشه جسمی است که فقط الماس بر آن خش می‌اندازد. برای بریدن شیشه ابتدا با الماس یا چرخک شیشه‌بری روی آن خط می‌اندازند، سپس با کمی خم کردن، آن را دو تکه می‌کنند. شیشه در برابر مواد شیمیایی پایدار است و تنها فلوئوریک اسید (HF) باعث خوردگی آن می‌شود.
- هدایت گرمایی و الکتریسته شیشه کم است. کم و زیاد شدن دمای هوا باعث بروز تنش و نهایتاً شکستن شیشه می‌شود. شیشه در برابر ضربه و گرمای زیاد، مقاومت چندانی ندارد و برای جلوگیری از اثرات مذکور شیشه‌های نشکن، مسلح و ضدحریق یا ضدآتش می‌سازند.

## ○ ترکیب شیشه‌های ساختمانی

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

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

## ○ 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. هنگامی که خمیر شیشه در حال عبور از اولین نورد غلتکی است هوای سرد عبور داده می‌شود تا خمیر شیشه سفت شود (نورد دستگاهی شبیه به وردنه‌ی نانواپی است که خمیر را با آن پهن می‌کنند). سپس آن را در اندازه‌های مورد نظر 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. رواداری ضخامت شیشه می‌تواند تا ۰/۱ میلی‌متر کمتر یا بیشتر باشد. مثلاً ضخامت شیشه ۳ میل می‌تواند ۲/۹ تا ۳/۱ میلی‌متر شود.

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  $231^{\circ}\text{C}$  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 گرما می‌دهند. 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  $700^{\circ}\text{C}$  سرخ کنند و سپس دو طرف شیشه سرخ شده را با هوا سرد نمایند دو روی آن منقبض می‌شود و با فشردن 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: شیشه مشجر، شیشه‌ی ریختگی، شیشه‌ی جام مات، شیشه‌ی رفلکس (انعکاسی)، شیشه‌ی سیلیسی (کوارتزی)، شیشه‌ی مسلح (با تور سیمی)، شیشه‌ی خم، شیشه‌ی لایه‌دار (لمینت)، شیشه‌ی ضد گلوله (لمینت ضد گلوله)، بلوک شیشه، شیشه شیر، تار شیشه، کف شیشه، آب شیشه و شیشه‌های رنگی. این شیشه‌ها براساس نیاز و شرایط طراحی در ساختمان مصرف می‌شوند.

## ○ طریقه‌ی نگهداری و انبار کردن شیشه

محل آن باید سرپوشیده، خشک و فاقد رطوبت باشد. شیشه 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.

### نکته

قرار دادن تعداد زیادی شیشه‌ی جام روی یکدیگر، 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 فصل دوازدهم

۱- خواص شیشه‌ی ساختمانی را ذکر کنید. چه دلایلی برای کاربرد روز افزون آن در ساختمان وجود دارد؟

به طور کلی شیشه جسمی سخت است که فقط الماس بر آن خش می‌اندازد. شیشه در برابر مواد شیمیایی پایدار است و تنها فلوئوریک اسید (MF) باعث خوردگی آن می‌شود. هدایت گرمایی و الکتریسیته شیشه کم است. کم و زیاد شدن دمای هوا باعث بروز تنش و نهایتاً شکستن شیشه می‌شود. شیشه در برابر ضربه و گرمای زیاد، مقاومت چندانی ندارد و برای جلوگیری از اثرات موارد مذکور شیشه‌های نشکن، مسلح و ضد حریق یا ضد آتش می‌سازند.

۲- عناصر اصلی تولید شیشه را نام ببرید.

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

۳- شیشه‌ی جام بدون موج چگونه تولید می‌شود؟

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  $231^{\circ}\text{C}$  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 گرما می‌دهند. با این روش شیشه‌های جام نازک با ضخامت حدود ۳mm تا ۶mm ساخته می‌شود و با افزایش ضخامت شیشه سطح آن می‌تواند بیش‌تر شود.

۴- شیشه‌ی جام تنیده چگونه تولید می‌شود؟ چه خاصیتی دارد و در چه جاهایی استفاده می‌شود؟

چنانچه شیشه را تا  $700^{\circ}\text{C}$  سرخ کنند و سپس دو طرف شیشه‌ی سرخ شده را با هوا سرد نمایند دو روی آن منقبض می‌شود و با فشردن شدن شیشه مقاومت آن در برابر فشار و ضربه افزایش می‌یابد. به این نوع شیشه تنیده یا سکوریت (شیشه‌ی جام نشکن حرارتی) می‌گویند. کاربرد این نوع شیشه در ویتترین مغازه‌ها و درهای شیشه‌ای می‌باشد.

۵- انواع شیشه‌هایی را که ممکن است در ساختمان به کار گرفت نام ببرید.

شیشه‌ی مشجر، شیشه‌ی ریختگی، شیشه‌ی جام مات، شیشه‌ی رفلکس (انعکاسی)، شیشه‌ی سیلیسی (کوارتزی)، شیشه‌ی مسلح (با تور سیمی)، شیشه‌ی خم، شیشه‌ی لایه‌دار (لمینت)، شیشه‌ی ضد گلوله (لمینت ضد گلوله)، بلوکه شیشه، شیشه‌ی شیری، تار شیشه، کف شیشه، آب شیشه و شیشه‌های رنگی.

۶- طریقه‌ی انبار کردن و نگهداری شیشه را به اختصار بنویسید.

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. قرار دادن تعداد زیادی شیشه‌ی جام روی یکدیگر، در صورتی که باید برای مدت زیاد در انبار نگهداری شود درست نیست زیرا امکان چسبیدن آن‌ها به یکدیگر و غیرقابل استفاده شدنشان وجود دارد. در صورت ضرورت نگهداری‌های طولانی مدت، باید بین هر دو جام، یک لایه‌ی کاغذ قرار داد.

## پرسش‌های چهار گزینه‌ای

۱- در اثر سرخ کردن دو طرف شیشه و سپس منقبض کردن دو طرف آن با هوای سرد، چه نوع شیشه‌ای به دست می‌آید؟

(۱) جام (۲) جام مات (۳) ضد گلوله (۴) سکوریت

۲- کدام گزینه جزء خواص شیشه نمی‌باشد؟

(۱) هدایت الکتریکی ناچیز (۲) هدایت گرمایی زیاد (۳) مقاومت کم در برابر گرمای زیاد (۴) مقاومت در برابر اسیدها، به جزء فلوئوریک اسید

۳- رواداری ضخامت شیشه‌ی جام بر حسب میلی‌متر کدام است؟

- (۱)  $+0/2$  (۲)  $\pm 0/2$  (۳)  $\pm 0/1$  (۴)  $+0/1$

۴- استفاده از شیشه اولین بار به چه صورت بوده است؟

- (۱) نورگیر (۲) ظروف (۳) زیورآلات (۴) برای بریدن اجسام

۵- با توجه به آثار معماری در ایران می‌توان گفت که اولین بار شیشه .....

- (۱) برای پوشاندن نورگیرهای سقفی مورد استفاده قرار گرفته است.  
(۲) به عنوان پنجره مورد استفاده قرار گرفته است.  
(۳) در ساخت پنجره‌های ارسی بکار رفته است.  
(۴) برای ایجاد تزئینات آینه‌کاری استفاده شده است

۶- کدام گزینه صحیح است؟

- (۱) شیشه جسمی است سخت که فقط الماس بر آن خش می‌اندازد.  
(۲) شیشه در برابر مواد شیمیایی پایدار است و تنها اسید فلئوئوریک باعث خوردگی آن می‌شود.  
(۳) هدایت گرمایی و الکتریسیته شیشه کم است.  
(۴) هر سه مورد

✍️ جواب پرسش‌های چهار گزینه‌ای

- ۱-  ۱  ۲  ۳  ۴  ۵  ۱  ۲  ۳  ۴
- ۲-  ۱  ۲  ۳  ۴  ۱  ۲  ۳  ۴  ۱  ۲  ۳  ۴

## فصل سیزدهم: عایق‌های رطوبتی، حرارتی و صوتی

ایجاد شرایط آسایش در ساختمان‌ها مستلزم توجه به سه نوع عایق کاری رطوبتی، حرارتی و صوتی است. هر یک 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. انواع مصالحی که از گذشته تاکنون، به عنوان عایق رطوبتی در ساختمان‌ها به کار می‌رفته، شامل خاک رس، مواد قیری، فلزات و آلیاژهای آن‌ها؛ چوب، ملات‌ها، آردواز، آزیست، و ... است. قیر و گونی مهم‌ترین عایق رطوبتی است که برای نم‌بندی یا آب‌بندی بناها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

### ○ قیر و انواع عایق‌های قیری

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

### ○ انواع قیرها

- الف) قیرهای معدنی،** به صورت قیر طبیعی آماده یا سنگ‌های قیری در محیط طبیعت یافت 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 هوا دمیده 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 حال‌آشان به سه دسته قیرهای محلول زودگیر، کندگیر و دیرگیر تقسیم می‌کنند.
  - ۴- **قیرهای نفتی امولسیون:** 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.

نکته

امولسیون مخلوط کردن دو مایع است که در یک دیگر حل نمی‌شوند و یکی در دیگری به صورت شناور قرار می‌گیرد.

**قطران:** از انواع دیگر قیر است که در نتیجه‌ی گرما دادن به زغال سنگ و سرد کردن گاز حاصل شده از تقطیر آن به دست می‌آید و در آب‌بندی و ساختن رویه‌های راه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

## ○ شناسایی کیفیت قیرها

قیرها به طور خاص با درجه‌ی نفوذ و درجه‌ی نرمی شناسایی و نام‌گذاری می‌شوند. البته قیر، به جز این دو خاصیت، از خواص دیگری نیز برخوردار است که با توجه به آن‌ها درجه‌بندی می‌گردد.

**درجه‌ی نفوذپذیری:** این خاصیت نشان‌دهنده‌ی روانی، شلی، خمیری و سفتی قیر است. در مناطق گرم قیر با درجه‌ی نفوذ کم (برای این که جاری نشود) و در مناطق سرد قیر با درجه‌ی نفوذ بالا (برای این که بتواند به درون خلل و فرج سطحی که باید عایق شود، نفوذ کند و برودت هوا باعث سختی و شکنندگی آن نشود) استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، چون در هوای سرد خطر جاری شدن قیر وجود ندارد، می‌توان از قیر با درجه‌ی نفوذ بالا استفاده کرد.

**درجه نرمی:** درجه‌ی نرمی، درجه‌ی حرارتی است که قیر از حالت جامد به حالت روان در می‌آید. هر چه درجه‌ی نرمی قیر بیش‌تر باشد (به عبارت دیگر درجه‌ی حرارتی که قیر به حالت روان در می‌آید 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. (به همین دلیل از قیر ۹۰-۱۵ R در مناطق گرم یا مناطقی که اختلاف درجه‌ی حرارت روز و شب آن زیاد است و برای سطوحی که در تماس مستقیم با آفتاب‌اند، استفاده می‌شود. در مناطق سردسیر و معتدل از قیر شل ۲۵-۸۰ R استفاده می‌شود. این قیرها معمولاً با قیر خالص ۶۰-۷۰ R مخلوط و مصرف می‌شود.)

### نکته

گونی‌هایی که برای عایق‌کاری در ساختمان مصرف می‌شوند بر حسب نوع بافت و وزن، یک متر مربع از آن‌ها به سه درجه تقسیم می‌شوند.

## ○ مزایای قیر

- ۱) غیرقابل نفوذ بودن در برابر رطوبت و آب
- ۲) قابلیت شکل‌پذیری و ارتجاعی
- ۳) خاصیت چسبندگی و چسباندن دانه‌های سنگی به یکدیگر
- ۴) پایداری نسبتاً خوب در مواجهه با اسیدها، بازها و نمک‌ها
- ۵) عایق‌بودن در برابر الکتریسیته

## ○ معایب قیر

- ۱) قیر در هوای گرم روان می‌شود.
- ۲) در گرمای بالا یا در مواجهه با حرارت تجزیه می‌شود و می‌سوزد.
- ۳) مقاومت فشاری و کششی کمی دارد به طوری که تغییر شکل می‌دهد.
- ۴) در روغن‌های معدنی و برخی حلال‌های دیگر مانند سولفور کربن حل می‌شود.

## ○ عایق‌های رطوبتی آماده

این عایق‌ها که به صورت یک لایه و دو لایه به شکل ساده یا با روکش آلومینیوم (وجود لایه‌ی آلومینیوم باعث انعکاس نور خورشید و جلوگیری از تجزیه‌شدن مواد قیر می‌شود)، در کارخانه آماده می‌شود، به راحتی قابلیت نصب در محل‌های مورد استفاده را دارد. (مواد اولیه‌ی عایق‌های آماده عبارتند از: قیر، تیشو (پشم شیشه ورقه شده و دوخته شده)، ورق‌های آلومینیوم فویل، فیلم پلی اتیلن، و پرایمر یا چسب ایزوگام (هنگام چسب عایق روی سطحی که باید عایق‌کاری شود لازم است).

## ○ عایق‌های حرارتی

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

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

## ○ مصالح عایق حرارتی و روش‌های عایق کاری

مصالح عایق حرارتی عموماً از مواد سبک ساخته می‌شوند، هم چنین عایق کاری حرارتی ممکن است از طریق ایجاد فاصله هوایی (حفره) بین دو جداری یک عضو ساختمانی تأمین گردد.

مصالح عمده‌ای که برای جلوگیری از انتقال گرما استفاده می‌شوند عبارت‌اند از:

- عایق‌های انباشته به صورت آزاد - عایق‌های بتویی - عایق‌های پاشیدنی

### نکته

مقاومت حرارتی قابلیت عایق بودن مصالح به کار رفته در پوسته‌ی ساختمان بستگی به ضخامت، وزن مخصوص و میزان رطوبت موجود در آن‌ها دارد.

## ○ عایق‌های صوتی

با توجه به روند رو به رشد زندگی شهری و تنوع منابع تولید کننده‌ی صداهای ناخوشایند 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 برعکس مصالحی که در برابر عبور صوت مقاوم‌اند باعث بروز انعکاس یا طنین در فضاهای بسته می‌شوند.

## ○ 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 (هوابرد):** این صداهای در هوا به وجود می‌آیند و از راه درها و پنجره‌ها یا توسط ارتعاش دیوارها و سقف‌ها به فضا وارد می‌شوند.  
**ب) صداهای کوبه‌ای:** صداهای کوبه‌ای یا ضربه‌ای در اثر ضربه تولید می‌شوند. این صداها مستقیماً یا از راه لرزاندن مصالح سخت به اتاق‌ها راه می‌یابند.

## ○ انواع مصالح مورد استفاده در ساختمان با اهداف عایق‌بندی صوتی

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

**۱) مصالح جذب کننده‌ی صدا:** مواد و مصالحی هستند که از طریق جذب صدا وظیفه‌ی عایق کاری صوتی را انجام می‌دهند. این مواد از نظر تغییرات ضریب جذب بر حسب تواتر به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند:

الف) مصالح متخلخل (مانند پشم شیشه، پشم سنگ، ورمیکولیت)

ب) پانل‌ها (مانند تخته‌های چوبی، گچی، ورق‌های فشرده)

ج) کاوکی (مصالحی به اشکال و احجام هندسی مانند کوزه، خمره)

### نکته

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

**۲) مصالح صدا بند:** مصالحی با خصوصیتی چون وزن مخصوص بالا، نرمی طبیعی، ظرفیت بالای کاهش سرو صدا و غیرقابل نفوذ بودن هستند. زیادی وزن از این نظر حائز اهمیت است زیرا سبب کاهش ارتعاشات 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 عبارت‌اند از:

**الف) مصالح صدابند در مقابل صدای هوابرد:** جداره‌هایی که به عنوان جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند در صورتی که از مصالحی با چگالی سطحی بالا و بدون خلل و فرج ساخته شود، عایق صوتی مناسبی در مقابل صدای هوابرد است. (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 دابل استفاده می‌شود.

**ب) مصالح صدابند در مقابل صدای کوبه‌ای:** در ساختمان‌ها یا سالن‌های ورزشی، سینماها و تئاترهای چندین طبقه‌ی متداول، صدای کوبه‌ای به ویژه صدای ضربه‌ی پا برای طبقات زیرین بیش از صدای هوابرد آزاردهنده است. این وضعیت در اجسامی که دارای سختی و مقاومت بیش‌ترند، اهمیت زیادتری دارد. مثلاً در ساختمان‌هایی که با مصالح سخت مثل تیر آهن و بتن آرمه ساخته شده‌اند، انتشار صدای کوبه‌ای و عایق کردن آن از اهمیت خاصی برخوردار است. برای پیش‌گیری از نفوذ صدای کوبه‌ای تدابیر گوناگونی را می‌توان اتخاذ نمود، که مؤثرترین آن‌ها پوشش روی کف با مواد الیافی مانند موکت و سقف‌های دو جداره یا کف شناور (کف‌هایی که از طریق به کارگیری مصالحی مانند لاستیک یا ماسه از سقف جدا می‌شوند و به این ترتیب صداهای کوبه‌ای در آن‌ها مستهلک می‌شود و به لایه‌ی زیرین انتقال نمی‌یابد.) و زدن سقف کاذب با استفاده از یک لایه‌ی جاذب صداست.



## پرسش‌های فصل سیزدهم

۱- خواص قیر را به اختصار توضیح دهید.

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، بدل می‌شود و سپس به شکل مایع در می‌آید. قیر دانه‌های سنگی را به یکدیگر می‌چسباند، از این رو برای رویه‌ی آسفالتی جاده‌ها کاربرد دارد. همچنین به دلیل این که آب در آن نفوذ نمی‌کند، برای آب‌بندی ساختمان‌ها و جاهایی که باید از رطوبت مصون باشد به کار می‌رود.

۲- قیر معدنی چه نوع قیری است؟

قیری است که به صورت طبیعی به وجود آمده و از قدیم‌الایام برای هر نوع عایق کاری رطوبتی استفاده می‌شده است. به صورت قیر طبیعی آماده یا سنگ‌های قیری در محیط طبیعت یافت می‌شوند.

۳- انواع قیرهای پالایشگاهی را نام ببرید.

(۱) قیر خالص (۲) قیر هوادمیده یا اکسید شده (۳) قیرهای محلول (۴) قیرهای نفتی امولسیون.

۴- مزایای عایق کاری با قیر را شرح دهید.

- (۱) غیر قابل نفوذ بودن در برابر رطوبت و آب
- (۲) قابلیت شکل‌پذیری و ارتجاعی
- (۳) خاصیت چسبندگی و چسباندن دانه‌های سنگی به یکدیگر
- (۴) پایداری نسبتاً خوب در مواجهه با اسیدها، بازها و نمک‌ها
- (۵) عایق بودن در برابر الکتریسیته

۵- چرا ساختمان‌ها به عایق کاری حرارتی نیاز دارند؟

حل: همراه با پیدایش مصالح ساختمانی جدید، ضخامت جداره‌های ساختمان از جمله دیوارها، سقف‌ها و کف‌ها با دیگر پوسته‌های بنا به حداقل ممکن کاهش یافته است. در نتیجه انتقال حرارت و صدا از جداره‌ها آسان‌تر شده است. عایق کاری حرارتی، در اقلیم‌های گرم و سرد سبب کاهش بار سرمایش و گرمایش و در نتیجه کاهش مصرف انرژی در فصول سرد و گرم می‌شود. همچنین تقلیل هزینه‌های تاسیسات تهویه و شوفاژ و حفظ محیط زیست از آلودگی‌های ناشی از مصرف زیاد انرژی را به دنبال دارد.

۶- انواع مصالح عمده را، که برای جلوگیری از انتقال گرما مورد استفاده قرار می‌گیرد، نام ببرید.

حل: مصالح عمده‌ای که برای جلوگیری از انتقال گرما استفاده می‌شوند عبارت‌اند از: عایق‌های انباشته به صورت آزاد، عایق‌های پتویی، عایق‌های پاشیدنی.

۷- چرا باید ساختمان‌ها در برابر انتقال سر و صدا و اصوات ناخواسته عایق کاری شوند؟

حل: با توجه به روند رو به رشد زندگی شهری و تنوع منابع تولید کننده‌ی صداهای ناخوشایند 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.

۸- مصالحی که به منظور عایق کاری صوتی استفاده می‌شوند به چند دسته تقسیم می‌شوند؟

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

۹- انواع مصالحی را که برای عایق کاری صوتی انتخاب می‌شوند نام ببرید.

حل: پشم شیشه، پشم سنگ، ورمیکولیت، تخته‌های چوبی و گچی، ورق‌های فشرده، کاوکی‌ها، مواد یابانی مانند موکت، سقف‌های دوجداره، کف شناور.



## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

۱- از قیرهای نفتی امولسیون، در کدام مورد استفاده می‌شود؟

- (۱) حل کردن قیر خالص در بنزین  
(۲) پایداری خاک و ماسه‌های روان  
(۳) کارخانه‌های آسفالت‌سازی  
(۴) آب‌بندی و ساختن رویه‌های راه

۲- کدامیک جزء ویژگی‌های قیر ساختمانی نمی‌باشد؟

- (۱) حالت ارتجاعی  
(۲) عایق الکتریسیته  
(۳) مقاومت در برابر اسیدها  
(۴) مقاومت در برابر روغنهای معدنی

۳- کدام مصالح جزء عایق‌ها به حساب نمی‌آید؟

- (۱) پلاستیک  
(۲) مواد نفتی  
(۳) ورق‌های فلزی  
(۴) سنگ‌های ساختمانی

۴- برای عایق‌کاری حرارتی از همه‌ی موارد زیر استفاده می‌شود به جز:

- (۱) انباشته  
(۲) پتویی  
(۳) جدار دوبل  
(۴) پاشیدنی

۵- قیری که به صورت طبیعی بوجود آمده و از قدیم‌الایام برای هر نوع عایق‌کاری رطوبتی استفاده می‌شده کدام است؟

- (۱) قطران  
(۲) قیر محلول  
(۳) قیرهای امولسیون  
(۴) قیر معدنی

۶- کدام نوع قیر خاصیت نرمی و کشش‌پذیری آن در سرما حفظ می‌شود؟

- (۱) قیر معدنی  
(۲) قیر اکسید شده  
(۳) قیر محلول  
(۴) قیر امولسیون

جواب پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱-  ۱  ۲  ۳  ۴  
۲-  ۱  ۲  ۳  ۴  
۳-  ۱  ۲  ۳  ۴  
۴-  ۱  ۲  ۳  ۴  
۵-  ۱  ۲  ۳  ۴  
۶-  ۱  ۲  ۳  ۴

## فصل چهاردهم: پلاستیک‌ها

پلاستیک واژه‌ای یونانی و به معنای «شکل‌پذیر» است. پلاستیک مبتنی بر شیمی کربن است و از خواص اتم آن به دست می‌آید. اهمیت کربن در تولید پلاستیک‌ها به دلیل قابلیت منحصر به فرد اتم‌های آن است که می‌توانند به صورت زنجیره‌ای یا حلقوی به یکدیگر پیوندند و مولکول‌های خیلی درشتی درست کنند. (موادی مانند پروتئین‌ها، چربی‌ها و کربوهیدرات‌ها، که در بافت‌های حیوانی وجود دارند و ترکیباتی مانند نشاسته و سلولز که ساختار اصلی گیاهان را شکل می‌دهند از همین مولکول‌ها ساخته شده‌اند. ترکیبات کربن در ساختمان خیلی از مواد دیگر مانند کاغذ، لاستیک، رنگ‌ها، صابون، پاک‌کننده‌ها و سوخت‌هایی مانند چوب، زغال، نفت، بنزین و گاز طبیعی و انواع متعدد پلاستیک‌ها و الیاف مصنوعی وجود دارد.)

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

پلاستیک‌ها خواص زیادی دارند، از جمله سبک و ضد رطوبت‌اند و به راحتی قالب‌گیری می‌شوند. هم‌چنین ارزان هستند و به اشکال مختلف در می‌آیند. رنگ‌ها و چسب‌های با کیفیت بالا و پردوامی از آن‌ها به دست می‌آید و می‌توان آن‌ها را از با خواص مختلف و منظوره‌های 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 پلی اتیلن، پلی استر، پلی استایرن و ...

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

پلاستیک‌هایی که امروز 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 علاوه بر این که نقش سازه‌ای دارند، در برابر آتش‌سوزی هم مقاوم‌اند. امروزه استفاده از پلاستیک‌های مسلح شده با الیاف در صنعت ساختمان روزبه‌روز در حال افزایش است و در برخی موارد رفته‌رفته جای فولاد را می‌گیرند.

## ○ انواع پلاستیک

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

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

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

۲- **ترموست‌ها (گرما سخت):** نوعی دیگر از پلاستیک‌ها را، که در برابر گرما سفتی و سختی خود را از دست نمی‌دهند، اصطلاحاً «گرما سخت» می‌گویند. این پلاستیک‌ها برخلاف ترموپلاستیک‌ها، پس از سفت‌شدن چنان‌چه مجدداً حرارت ببینند نرم نمی‌شوند. ترموست‌ها به دلیل شکنندگی‌شان، معمولاً برای ساختن اشیاء کم‌تر به کار می‌روند. اما برای خودگیری رزین‌های (صمغ) مورد استفاده در چسب‌ها، روغن‌های جلا و رنگ‌ها بسیار مناسب‌اند. (انواع اپوکسی (E.P)، ملامین (M.F)، فنولیک (P.E)، پلی‌استر، پلی‌یورتان (P.U)، سیلیکون (SI)، اوره (U.F) از گروه ترموست‌ها هستند.)

### نکته

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

## ○ کاربرد پلاستیک در عایق‌کاری ساختمان

نوع دیگری از پلاستیک‌هایی که در ساختمان مصرف می‌شوند، از ترکیب پلیمرها و پرکننده‌ها ساخته شده‌اند. پرکننده‌های مورد استفاده به صورت پودرهای آلی یا معدنی، تار (رشته‌های نخ)، 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 دوام پلاستیک‌ها می‌افزایند و آن‌ها را در برابر سرما و گرما و حملات اسیدی مقاوم‌تر می‌کنند و هزینه تمام شده را کاهش می‌دهند. نوع دیگری از عایق‌های پلاستیکی تارها یا رشته‌های نخ پرکننده‌اند این پرکننده‌ها از جنس پشم شیشه، تار چوب و پنبه‌ی کوهی هستند. ترکیب آن‌ها با پلاستیک‌ها ضمن ازدیاد مقاومت حرارتی و ضربه‌پذیری، تردی و شکنندگی آن‌ها را کم می‌کند.

## ○ خواص فنی پلاستیک

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 زیست محیطی آن‌ها ضروری است. مثلاً پی. وی. سی 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 خطرناکی تولید می‌کند و عایق‌بندی آن بسیار دشوار است.

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

**برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های پلاستیک‌ها عبارت‌اند از:** سبکی وزن، شکل‌پذیری، عایق بودن در برابر الکتریسیته، گرما و صوت، پایداری رنگ در برابر نور خورشید، جذب بسیار کم آب و رطوبت، پایداری در برابر حلال‌های آلی و اثرات شیمیایی، شفاف بودن و عبور نور از آن‌ها، ثابت ماندن حجم در برابر سرما و گرما و بالاخره در برابر ضربه و سایش مقاوم‌اند.

## ○ اتصال قطعات پلاستیکی

پلاستیک در مقاطع تسمه، گونیا، نبشی، سپری، لوله، ورق تخت و موج‌دار یا مقاطع و اشکال و ابزار خاص دیگر مانند کلید، پریز، سرپیچ و ... در ساختمان استفاده می‌شوند. اجزای پلاستیکی به وسیله‌ی پیچ، برچ، پیچ و مهره و چسب و اتصالات و بند بست‌های از جنس خودشان یا فلز به یک‌دیگر یا به مصالح دیگر متصل می‌شوند. علاوه بر این ترموپلاستیک‌ها به وسیله‌ی جوش حرارتی هم به یک‌دیگر متصل می‌شوند. لبه‌های مصالحی را که باید به یک‌دیگر متصل شوند روی هم می‌چینند و پس از فشردن، حرارت می‌دهند، تا اتصالی یک پارچه را به وجود آورند.

## پرسش‌های فصل چهاردهم

### ۱- پلاستیک چیست؟ به چه موادی اطلاق می‌شود و چگونه به وجود می‌آید؟

پلاستیک واژه‌ای یونانی و به معنای «شکل‌پذیر» است. پلاستیک مبتنی بر شیمی کربن است و از خواص اتم آن به دست می‌آید. اهمیت کربن در تولید پلاستیک به دلیل قابلیت منحصر به فرد اتم‌های آن است که می‌توانند به صورت زنجیره‌ای یا حلقوی به یکدیگر ببیوندند و مولکول‌های خیلی درشتی درست کنند. اصطلاحاً، به ایجاد مولکول‌های خیلی درشت، از طریق اتصال مولکول‌های ترکیبات ساده‌ی کربن «پلیمر کردن» گفته می‌شود. بنابراین پلاستیک‌ها از طریق پلیمر کردن ترکیبات کربن به دست می‌آیند.

### ۲- انواع پلاستیک‌ها را از نظر نرمی و سختی نام ببرید و به اختصار توضیح دهید.

ترموپلاستیک‌ها (گرما نرم): پلاستیک‌های نرم و قابل انعطافی هستند که در اثر گرما نرم و در اثر سرما سفت می‌شوند. این خاصیت موجب می‌شود تا قالب‌گیری و ساختن وسایل مختلف از پلاستیک‌های گرما نرم، آسان شود. معمولاً ترموپلاستیک‌ها در اثر نیرو ازدیاد طول پیدا می‌کنند ولی در اثر گرما کم کم به جای اولشان بر می‌گردند. از این نوع پلاستیک‌ها در ساخت پیچ مهره، عایق‌های برقی، ساخت وسایل آشپزخانه و ... استفاده می‌شود.

ترموست‌ها (گرما سخت): نوعی دیگر از پلاستیک‌ها را، که در برابر گرما سفتی و سختی خود را از دست نمی‌دهند، اصطلاحاً «گرما سخت» می‌گویند. این پلاستیک‌ها برخلاف ترموپلاستیک‌ها، پس از سفت شدن چنانچه مجدداً حرکت ببینند نرم نمی‌شوند. ترموست‌ها به دلیل شکنندگی‌شان، معمولاً برای ساختن اشیاء کم‌تر به کار می‌روند. نوع دیگری از پلاستیک‌ها نرم و کشسان‌اند، که به آن‌ها الاستومر می‌گویند. این پلیمرها در صورت کشیدن یا بارگذاری تغییر شکل می‌دهند و پس از حذف نیرو مجدداً به شکل اولیه بر می‌گردند.

### ۳- کاربرد پلاستیک‌ها در ساختمان به چه منظورهایی است؟

پلاستیک‌هایی که در ساختمان مصرف می‌شوند از ترکیب پلیمرها و پرکننده‌ها ساخته شده‌اند. پرکننده‌های مورد استفاده به صورت پودرهای آلی یا معدنی، تار (رشته‌های نخ)، پارچه و ورق برای عایق‌کاری مورد استفاده قرار می‌گیرند. نوع دیگری از عایق‌های پلاستیکی تارها یا رشته‌های نخ پرکننده‌اند. این پرکننده‌ها از جنس پشم شیشه، تار چوب و پنبه‌ی کوهی هستند. ترکیب آن‌ها با پلاستیک‌ها ضمن ازدیاد مقاومت حرارتی و ضربه‌پذیری، تردی و شکنندگی آن‌ها را کم می‌کند.

### ۴- چهار مورد از خواص پلاستیک‌ها را نام ببرید.

برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های پلاستیک‌ها عبارت‌اند از: سبکی وزن، شکل‌پذیری، عایق بودن در برابر الکتریسیته، گرما و صوت، پایداری رنگ در برابر نور خورشید، جذب بسیار کم آب و رطوبت، پایداری در برابر حلال‌های آلی و اثرات شیمیایی، شفاف بودن و عبور نور از آن‌ها، ثابت ماندن حجم در برابر سرما و گرما و بالاخره در برابر ضربه و سایش مقاوم‌اند.

### ۵- روش‌های مختلف اتصال قطعات پلاستیکی را نام ببرید.

پلاستیک‌ها در مقاطع تسمه، گونیا، نبشی، سپری، لوله، ورق تخت و موج‌دار یا مقاطع و اشکال و ابزار خاص دیگر مانند کلید، پریز، سرپیچ و ... در ساختمان استفاده می‌شوند. اجزای پلاستیکی به وسیله‌ی پیچ، پرچ، پیچ و مهره و چسب و اتصالات و بند و بست‌های از جنس خودشان به مصالح دیگر متصل می‌شوند. علاوه بر این ترموپلاستیک‌ها به وسیله‌ی جوش حرارتی هم به یکدیگر متصل می‌شوند. لبه‌های مصالحی را که باید به یکدیگر متصل شوند روی هم می‌چینند و پس از فشردن، حرارت می‌دهند، تا اتصالی یک پارچه را به وجود آورند.

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### ۱- از ترموپلاستیک‌ها، در ساخت کدام موارد استفاده می‌شود؟

- (۱) الباف نسوز مانند پنبه کوهی  
(۲) چسب، روغن جلا و رنگ

- (۱) مصالح جذب‌کننده‌ی صدا  
(۳) پیچ و مهره، وسایل آشپزخانه

۲- به ایجاد مولکول‌های خیلی درشت از طریق اتصال مولکول‌های ترکیبات ساده کربن چه می‌گویند؟

- (۱) ایزومر کردن (۲) پلیمر کردن (۳) پلکسی کردن (۴) موازنه کردن

۳- کدام گزینه جزء خواص پلاستیک محسوب می‌شود؟

- (۱) سبک و ضد رطوبت‌اند  
(۲) به راحتی قالب‌گیری می‌شوند.  
(۳) رنگها و چسب‌های با کیفیت بالا و پر دوامی از آنها بدست می‌آید.  
(۴) هر سه مورد

۴- کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) پلیمرها به دو صورت طبیعی و مصنوعی به دست می‌آیند.  
(۲) برخی از پلاستیک‌ها بقدری سخت و محکم هستند که مقاومت آنها از فولاد هم بیشتر است.  
(۳) برخی از پلاستیک‌هایی که از آنها استفاده می‌کنیم پلیمر نیستند.  
(۴) از موادی مثل نشاسته و سلولز می‌توان پلیمرهای طبیعی بدست آورد.

۵- پلاستیک‌ها از نظر رفتار در برابر گرما به چند دسته تقسیم می‌شوند؟

- (۱) یک دسته (۲) دو دسته (۳) سه دسته (۴) چهار دسته

۶- به پلاستیک‌هایی که نرم و قابل انعطاف هستند و در اثر گرما، نرم و در اثر سرما، سفت می‌شوند چه گفته می‌شود؟

- (۱) ترموپلاستیک (۲) ترموست (۳) گرماسخت (۴) اپوکسی

جواب پرسش‌های چهار گزینه‌ای

- ۱- ۱ ۲ ۳ ۴ -۱ ۱ ۲ ۳ ۴ -۳ ۱ ۲ ۳ ۴ -۵ ۱ ۲ ۳ ۴  
۲- ۱ ۲ ۳ ۴ -۲ ۱ ۲ ۳ ۴ -۴ ۱ ۲ ۳ ۴ -۶ ۱ ۲ ۳ ۴

## فصل پانزدهم: مصالح کف‌سازی، دیوارسازی و رنگ آمیزی

مهم‌ترین خاصیت مصالح جدید افزایش دقت و استحکام، سبکی، زیبایی، سرعت بخشیدن به فرآیند اجرا و در مواردی ارزانی است.

### ○ 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، بلوک چوبی از این نوع کف‌پوش‌ها محسوب می‌شوند.

**کف‌سازی با موزائیک سیمانی:** کف‌سازی با موزائیک شیوه‌ای است که با ظهور سیمان و تولیدات بتنی در کشور از سال‌ها پیش مورد استفاده قرار گرفته است. موزائیک و ملات ماسه سیمان 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. (کاشی وینیلی به ابعاد ۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متر یا به صورت نوارهای به ابعاد ۲۵ × ۹۰ سانتی‌متر و یا توپ‌هایی به عرض ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر و به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر ساخته می‌شود.)

این نوع کاشی در برابر چربی‌ها، روغن‌ها، بسیاری از اسیدها و بازها و مشتقات نفتی به خوبی پایداری می‌کند. با افزودن مواد فلزی به این کاشی‌ها، می‌توان کاشی هادی الکتریسته که ضدجرقه است، تولید نمود.

**ب) کف پوش وینیلی فوم‌دار:** این کف‌پوش‌ها نرم و قابل انعطاف‌اند و به شکل نوارهایی که اصطلاحاً «رول» گفته می‌شود تولید می‌شوند. (این کف‌پوش‌ها به صورت توپ‌هایی به عرض ۱۳۰ تا ۱۸۰ سانتی‌متر و ضخامت حدود ۴ میلی‌متر تولید می‌شود.)

**پوشش‌های لاستیکی:** کف‌پوش‌های لاستیکی معمولاً از لاستیک مصنوعی، که خطر اکسیدشدن آن‌ها کمتر از لاستیک طبیعی است، ساخته می‌شود. کاشی‌های لاستیکی به شکل مربع یا مستطیل‌اند. (پوشش‌های لاستیک به ابعاد ۱۵ تا ۹۰ سانتی‌متر و ضخامت ۲ تا ۴/۵ میلی‌متر تولید می‌شود.)

**پوشش‌های چوبی:** از چوب برای پوشش کف و دیوار و سقف استفاده می‌شود. پوشش‌های چوبی با اشکال گوناگون متداول به شرح ذیل تهیه می‌شود.

**الف) کف پوش الواری:** این کف‌پوش به صورت تخته‌های بلند استفاده می‌شوند. اتصال آن‌ها از پهلو و انتها با کام و زبانه است و با میخ‌های آهنی یا چوبی یا چسب به زیرسازی نصب و محکم می‌شود. (این تخته‌ها به عرض ۸ تا ۲۵ سانتی‌متر و به ضخامت ۲ تا ۴ سانتی‌متر ساخته می‌شود.)

**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. (پهنای این تخته‌ها معمولاً ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر و ضخامت آن‌ها بین ۱ تا ۴ سانتی‌متر متغیر است.)

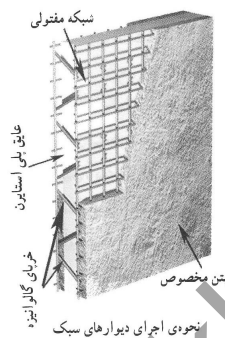
**پ) پارکت:** کف پوش پارکت معمولاً از تکه‌های درختان سخت چوب مانند گردو، ممرز، بلوط، راش، افرا و ... در اندازه‌های متفاوت و نقش‌های گوناگون مانند شطرنجی، جناغی و حصیری ساخته می‌شود. (ضخامت تکه چوب‌ها معمولاً ۶ تا ۱۸ میلی‌متر و درازای آن‌ها از ۷/۵ تا ۴۵ سانتی‌متر و پهنای آن از ۲ تا ۵ سانتی‌متر است و در کارخانه آماده می‌شود.)

**ت) بلوک چوبی:** بلوک چوبی نوعی پارکت ضخیم است که در ابعاد مختلف ساخته می‌شود. معمول‌ترین اندازه‌ی آن ۵×۵×۵ سانتی‌متر است و به کمک چسب و ماستیک بر روی کف‌سازی فرش می‌شود.

## ○ دیوارهای سبک

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

**صفحات گچی:** تخته‌های گچی در ایران کاربرد زیادی دارند. ماده اولیه‌ی صفحات گچی پودر گچ ساختمانی است. صفحات گچی اسم عام برای کلبه‌ی محصولاتی است که از یک صفحه‌ی غیرقابل اشتعال گچی و غالباً با روکش محافظ کاغذ کرافت تشکیل شده است. این لایه‌ی محافظ که تحت شرایط کنترل‌شده‌ی کارخانه بر روی این صفحات پرس می‌شود، از مقوای فشرده‌ای تهیه شده است که خاصیت کشسانی را بالا می‌برد. صفحات گچی در دو نوع، یکی به صورت پانل‌های ساده و دیگر به صورت پانل‌های با ترکیب فایبرگلاس تهیه می‌شوند. نوع فایبرگلاس میزان مقاومت پانل‌ها را در مقابل آتش مستقیم بالا می‌برد و در راهروهای فرار و پوشش‌های حفاظتی ستون‌ها و تیرهای فلزی بنا و کانال‌های عبور تأسیسات بین طبقات و غیره استفاده می‌شود. (صفحات گچی معمولاً با عرض ۱/۲۰ 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.)



## ○ دیوارهای سبک با عایق‌های پلاستیکی

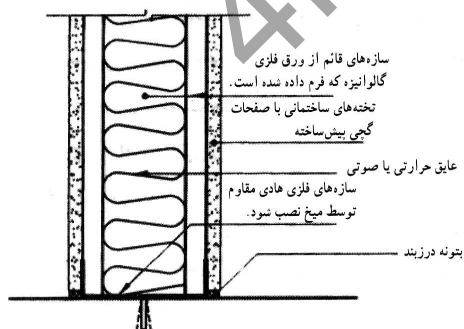
این نوع دیوارها شامل مفتول‌هایی در سه بعد است که از دو طرف هسته‌ی مرکزی از جنس پلی استایرن را محافظت می‌کنند. قسمت عمده‌ی این دیوارها در کارخانه ساخته می‌شوند و پس از نصب در محل مورد نظر به دو طرف آن‌ها بتن پاشیده می‌شود و سپس سطح روی آن را صاف می‌کنند.

## ○ دیوارهای سبک مرکب

دیوارهای سبک مرکب، غالباً به عنوان دیوار جداکننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما با رعایت اصول فنی و تغییر در مشخصات نگه‌دارنده‌ها براساس محاسبات سازه‌ای، می‌توان از آن‌ها به عنوان دیوار باربر نیز استفاده نمود. شکل زیر نمونه‌ای از دیوارهای سبک مرکب را نشان می‌دهد. 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 پرچ، جوش نقطه‌ای و یا پیچ استفاده می‌شود. اتصال دیوار سبک مرکب به کف و سقف از طریق نگهدارنده انجام می‌گیرد، که معمولاً با پیچ و میخ‌های شلیکی اجرا می‌شود.

## ○ رنگ و پوشش سطح دیوار با آن

رنگ‌ها از مهم‌ترین مواد مورد استفاده در ساختمان و معماری‌اند، که علاوه بر حفاظت سطوح، بهداشت و زیبایی فضا دارای اثرات روحی و روانی و وزن ادراکی نیز هستند. رنگ‌های گرم را معمولاً نزدیک‌تر به خود احساس می‌کنیم و گویی فضا کوچک است، در حالی 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.



اجرای دیوار مرکب با پوشش نهایی صفحات گچی

## ○ 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. هم چنین رنگ پس از نگاه‌داری به مدت طولانی در انبار نباید سفت شود یا رویه ببندد یا روی آن رنگینه به وجود آید و یا خشک شود و برآفتش از بین رود. رنگ‌ها عموماً باید فاقد مواد سمی و خطرناک باشند. دانه‌های آن قابل لمس نیست و در مقابل نور و عوامل شیمیایی و مدت زمان نگاه‌داری پایدارند. میزان بازتاب نور بستگی به ترکیبات رنگ دارد و این بازتاب از رنگ مات کامل شروع می‌شود و به رنگ کاملاً براق خاتمه می‌یابد.

توجه به موارد زیر به هنگام رنگ‌آمیزی ضروری است:

- قبل از مصرف رنگ‌های ساختمانی باید حتماً آن را با حلال مناسب همان رنگ رقیق کنیم.
  - رقیق کردن رنگ باید تدریجی انجام شود و رنگ نباید خیلی سرد باشد.
  - قلم مویی که در مصرف رنگ‌های ساختمانی به کار می‌رود، باید متناسب با سطح مورد نظر باشد، به طوری که خُلل و فُرَج را بپوشاند.
  - هنگام رنگ کردن سطح، چنان‌چه ضخامت ناهمواری‌ها و خلل و فرج زیاد باشد باید پیش از شروع به رنگ‌آمیزی، سطح را با سمباده‌ی مناسب به خوبی سمباده کرد، به طوری که ناهمواری‌های باقی‌مانده به وسیله‌ی لایه‌های رنگ قابل پوشیده شدن شود.
  - بسته به میزان ناهمواری‌های موجود در سطح، باید آن را با چند لایه‌ی آستری رنگ کرد. معمولاً آستری کمی رقیق‌تر از لایه رنگ اصلی است.
  - رنگ پلاستیک را با آب و رنگ روغنی را با تینر رقیق می‌کنند.
  - هنگام پوشاندن سطح با آخرین لایه باید مهارت کافی به کار گرفته شود تا در نهایت سطحی صاف و یک‌دست به دست آید.
  - به هنگام رنگ‌آمیزی، دمای محیط نباید از پنج درجه سانتی‌گراد کم‌تر و رطوبت نسبی از ۸۰ درصد بیش‌تر باشد.
  - از رنگ‌آمیزی روی سطوح یخ‌زده، زیر باران و در زیر آفتاب شدید باید خودداری شود.
- با توجه به این که ترکیبات سربی سمی است، باید به مقررات خاص مندرج در قوانین محیط زیستی تولید و کاربرد رنگ برای تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان توجه می‌شود. استفاده از رنگ‌های دارای رنگدانه‌های سرب، برای رنگ کردن وسایلی که مورد استفاده‌ی بچه‌ها یا در دسترس آن‌ها است، ممنوع است.

## ○ کاغذ دیواری

کاغذ دیواری یکی از دیوارپوش‌های متداول است که در ساختمان‌های مسکونی و سالن‌های عمومی، مانند سینماها و سالن‌های کنفرانس مورد استفاده قرار می‌گیرد این پوشش در توپ‌هایی به عرض ۵۰ تا ۹۰ سانتی‌متر تولید می‌شود. این روش پوشش دیوار به وسیله‌ی چسب‌های شیمیایی با سرعت نسبتاً زیادی نصب می‌شود. به منظور ایمنی از حریق باید توجه داشت که برحسب مورد، جنس کاغذ دیواری و چسب مورد استفاده از نوع تأیید شده، انتخاب شود.

## پرسش‌های فصل پانزدهم

۱- انواع کف‌پوش‌هایی را که برای کف‌سازی می‌توان به کار گرفت نام ببرید.

موزائیک سیمانی، پوشش‌های پلاستیکی مانند کاشی وینیلی، کف‌پوش وینیلی فوم‌دار، لاستیک؛ پوشش‌های چوبی مانند الوار، پارکت، بلوک چوبی از این نوع کف‌پوش‌ها محسوب می‌شوند.

۲- دو نوع کف‌پوش پلاستیکی را نام ببرید و ویژگی آن‌ها را بنویسید.

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

ب) کف‌پوش وینیلی فوم‌دار؛ این کف‌پوش‌ها نرم و قابل انعطاف‌اند و به شکل نوارهایی که اصطلاحاً «رول» گفته می‌شود تولید می‌شوند.

### ۳- انواع دیوارهای سبک را نام ببرید و تفاوت بین آن‌ها را توضیح دهید.

دیوارهای سبک با عایق‌های پلاستیکی: این نوع دیوارها شامل مفتول‌هایی در سه بعد است که از دو طرف هسته‌ی مرکزی از جنس پلی استایرن را محافظت می‌کنند. قسمت عمده‌ی این دیوارها در کارخانه ساخته می‌شوند و پس از نصب در محل موردنظر به دو طرف آن‌ها بتن پاشیده می‌شود و سپس سطح روی آن را صاف می‌کنند. دیوارهای سبک مرکب: غالباً به عنوان دیوار جدا کننده مورد استفاده قرار می‌گیرند. اما با رعایت اصول فنی و تغییر شکل در مشخصات نگه دارنده‌ها براساس محاسبات سازه‌ای، می‌توان از آن‌ها به عنوان دیوار باربر نیز استفاده نمود.

### ۴- رنگ چیست و مواد اولیه‌ی تولید آن را ذکر کنید.

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. 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.

### ۵- چهار مورد از نکات مهمی که در رنگ آمیزی باید لحاظ شود، ذکر کنید.

(۱) قبل از مصرف رنگ‌های ساختمانی باید حتماً آن را با حلال مناسب همان رنگ رقیق کنیم، (۲) رنگ پلاستیک را با آب و رنگ روغنی را با تینر رقیق می‌کنند. (۳) به هنگام رنگ آمیزی، دمای محیط نباید از پنج درجه سانتی‌گراد کم‌تر و رطوبت نسبی از ۸۰ درصد بیش‌تر باشد. (۴) از رنگ آمیزی روی سطوح یخ‌زده، زیرباران و در زیر آفتاب شدید باید خودداری شود.

## پرسش‌های چهارگزینه‌ای

### ۱- جنس روکش محافظ صفحات گچی کدام است؟

- (۱) کاغذ کرافت (۲) رنگ پلاستیک (۳) چسب و ماستیک (۴) ورق سیلیکون

### ۲- کمترین میزان دما (برحسب °C) به حداکثر میزان درصد رطوبت برای رنگ آمیزی ساختمان کدام است؟

- (۱) ۸۰ - ۴ (۲) ۶۰ - ۴ (۳) ۸۰ - ۵ (۴) ۶۰ - ۵

### ۳- مهمترین خاصیت مصالح جدید چیست؟

- (۱) افزایش دقت و استحکام (۲) سرعت بخشیدن به فرآیند اجرا (۳) سبکی و زیبایی (۴) هر سه مورد

### ۴- کدام گزینه صحیح نیست؟

- (۱) برای ساخت کف پوش از لاستیک نیز استفاده می‌شود.  
(۲) کف پوش‌های لاستیکی معمولاً از لاستیک طبیعی که خطر اکسیدشدن آنها کمتر از لاستیک مصنوعی است ساخته می‌شود.  
(۳) کاشی‌های لاستیکی به شکل مربع یا مستطیل هستند.  
(۴) کاشی‌های وینیلی در برابر چربی‌ها روغن‌ها و بسیاری از اسیدها و بازها و مشتقات نفتی به خوبی پایداری می‌کند.

### ۵- اتصال کف پوش‌های الواری به چه صورتی است؟

- (۱) فاق و زبانه (۲) دم چلچله‌ای (۳) کام و زبانه (۴) فارسی بر

### ۶- این نوع کف پوش مانند کف پوش الواری است اما از تخته‌های کوچکتر که به شکل نوارهای باریکی درآمده است، استفاده می‌شود؟

- (۱) کف پوش نواری (۲) کف پوش پارکت (۳) بلوک چوبی (۴) کاشی وینیلی

## جواب پرسش‌های چهارگزینه‌ای

- ۱- ۱ ۲ ۳ ۴ - ۳ ۱ ۲ ۳ ۴ - ۵ ۱ ۲ ۳ ۴  
۲- ۱ ۲ ۳ ۴ - ۴ ۱ ۲ ۳ ۴ - ۶ ۱ ۲ ۳ ۴