

## خواص و ویژگی‌های فنی مصالح

هدف‌های رفتاری : در پایان این فصل هنرجو باید بتواند :

۱- عوامل اصلی و تعیین‌کننده در انتخاب و به‌کارگیری مصالح را توضیح

دهد.

۲- مفاهیم پایه و اصلی مربوط به خواص فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح و

تأثیر آن‌ها را در انتخاب مصالح شرح دهد.

۳- تأثیر ویژگی‌های فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی مصالح را در انتخاب آن‌ها

شرح دهد.

۴- برخی خطرات واکنش‌های شیمیایی را، که ممکن است پس از مصرف و

به‌کارگیری مصالح در ساختمان بروز کند، توضیح دهد.

### مقدمه

کاربرد درست مصالح در بنا مستلزم شناخت خواص پایه‌ای آن‌هاست. در گذشته معماران سنتی ما از ویژگی‌های مواد و مصالحی که به‌کار می‌بردند کاملاً مطلع بودند و در شرایط مختلف و کاربری‌های متفاوت از موادی مناسب کار استفاده می‌کردند و براساس پای‌بندی به قوانین صنف معمار<sup>۱</sup> خود را متعهد به انجام درست و دقیق ساخت بنا می‌دانستند.

۱- فوت‌نامه‌ی بنایان

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

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

## ۱-۱- خواص فیزیکی

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

### مطالعه‌ی آزاد

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

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

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

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

مواد و مصالح مختلف ساختمانی معمولاً وزن مخصوص‌های متفاوتی دارند.

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

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

– **فشردگی و تخلخل مواد**: با کمک این دو شاخص درجه‌ی فشردگی (توپری) و تخلخل (پوکی) مواد مشخص می‌شود.

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

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

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

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

<sup>۱</sup> – Density

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

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

### مطالعه‌ی آزاد

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

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

- **قابلیت نفوذ آب در جسم:** میزان آبی که در جسم نفوذ می‌کند.<sup>۱</sup>
- **قابلیت (ظرفیت) جذب آب:** مقدار آبی که حجم یک جسم را پر می‌کند.
- **میزان رطوبت:** وزن آب موجود در مصالح ساختمانی
- **ضریب نرمی:** مقاومت مصالح در اثر جذب آب و اشباع شدن کاهش می‌یابد. این ضریب نشان‌دهنده‌ی مقاومت مکانیکی مصالح در برابر نفوذ آب و رطوبت است. (نسبت مقاومت جسم در حالت اشباع شده را به مقاومت جسم خشک «ضریب نرمی» می‌گویند.) میزان کاهش مقاومت

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

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

– **مقاومت در برابر یخبندان:** مواد ساختمانی را از آب اشباع می نمایند و تحت شرایط اشباع و برودت  $17^{\circ}\text{C}$  آن را منجمد می کنند. سپس آن ها را در حرارت عادی قرار می دهند تا یخ آن ها ذوب شود و این حالت را براساس نوع مصالح، نقش سازه ای و غیرسازه ای آن ها و اقلیم بین  $10$  تا  $200$  بار تکرار می کنند. مصالحی که پس از این آزمایش پوسته پوسته نشوند، بیش از  $5\%$  از وزنشان کاسته نشود و بیش تر از  $25\%$  تاب مکانیکی خود را از دست ندهند، مصالح مقاوم در برابر یخبندان محسوب می شوند. در واقع هریک تا دو آزمایش معادل  $3$  تا  $5$  سال مقاومت مصالح در محیط طبیعی است.

### ۳-۱-۱- حرارت و مصالح ساختمانی: تأثیر حرارت بر مصالح ساختمانی را می توان

از طریق معیارهای زیر تعیین نمود:

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

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

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

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

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

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

۳- موادی که حرارت بالای  $158^{\circ}\text{C}$  را تحمل می کنند در این دسته قرار دارند.

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

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

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

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

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

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

## ۲-۱- **خواص مکانیکی**

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

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

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

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

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

### ۳-۱- خواص شیمیایی

یک صد و نه عنصر مختلف به طور طبیعی در زمین یافت می‌شود. از ترکیب این عناصر حدود پنج میلیون ترکیب مختلف به دست می‌آید که ۴/۵ میلیون آن مربوط به ترکیبات اتم کربن است. در صنعت ساختمان تقریباً با ۲۲ عنصر سروکار داریم که ۱۲ عنصر آن‌ها فلزی و ۱۰ عنصر دیگر 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).

### مطالعه‌ی آزاد

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

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

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

#### ۴-۱- چگونگی تولید مصالح

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

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

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

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

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

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

#### مطالعه‌ی آزاد

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

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



## ۵-۱- خطرات و اکنش‌های شیمیایی

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

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

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

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

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

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

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

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

---

۱- 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 می‌شود و با گرفتن رطوبت یا آب، به آهک شکفته  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  تبدیل می‌گردد و به دلیل افزایش حجم باعث تخریب مصالح می‌شود.

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

## پرسش‌های پایان فصل

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

## مصالح و محیط زیست

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

- ۱- اثرات زیست محیطی تولید و مصرف مصالح ساختمانی را توضیح دهد.
- ۲- اهمیت حفاظت از کره ی زمین و لایه ی ازن را شرح دهد.
- ۳- تأثیر ساخت و ساز انسان را بر کره ی زمین بیان کند.
- ۴- مفهوم بازیافت مواد و مصالح را تعریف کند.
- ۵- عناصر قابل بازیافت را در ساختمان نام ببرد.
- ۶- روش های مختلف بازیافت مصالح ساختمانی را نام ببرد.
- ۷- نحوه ی به کارگیری مجدد ساختمان های قدیمی را توضیح دهد.
- ۸- اهمیت به کارگیری مجدد ساختمان های قدیمی را در کاهش آسیب پذیری محیط زیست شرح دهد.

### مقدمه

امروزه، با گسترش ساخت و سازها و تشدید فعالیت های عمرانی کشورها، بخش عظیمی از منابع طبیعی و سرمایه های ملی در این بخش مصرف می شود. استخراج روزافزون منابع زمینی، علاوه بر کاهش یا اتمام منابع تجدیدناپذیر، آسیب های زیست محیطی گسترده ای را به دنبال داشته و سلامتی انسان ها و کلیه ی جانداران روی زمین را در معرض تهدید قرار داده است. آلودگی هوا و آب رودخانه ها و دریاها، انقراض گونه های جانوری و گیاهی، آسیب به لایه ی ازن و تهدید سلامتی انسان ها از اثرات مشهود این نوع دخالت های گسترده در محیط طبیعی است. به همین دلیل حفظ محیط زیست و استفاده بهینه از منابع آن از مهم ترین عوامل برای توسعه ی پایدار و پیشرفت کشورها

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

## ۱-۲- محیط‌زیست و مصرف مصالح

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

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

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

## ۲-۲- اثرات ساختمان‌سازی بر تخریب لایه‌ی ازن

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

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

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



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

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

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

۱- Plastic foams

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

۱- Passive Solar Energy (PSE)



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

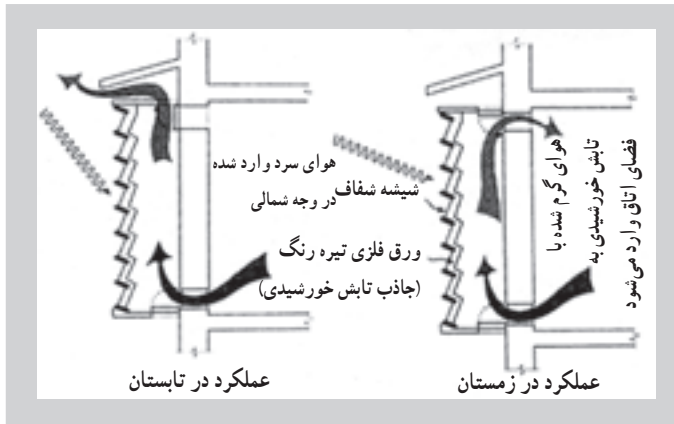
هم‌اکنون بسیاری از ساختمان‌های زیبای شهری و روستایی که دارای ارزش‌های فرهنگی و اجتماعی و تاریخی‌اند و از مزیت‌های نسبی ذکر شده برخوردارند، تخریب می‌شوند. چنانچه احساس مسئولیت نسبت به انرژی، محیط‌زیست و بازیافت به‌عنوان بخشی از وظایف برنامه‌ریزان، طراحان، معماران و سازندگان مورد توجه قرارگیرد، بسیاری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



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



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



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

## پرسش‌های پایان فصل

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

## زمین

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

## مقدمه

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

### ۳-۱- پیدایش زمین

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



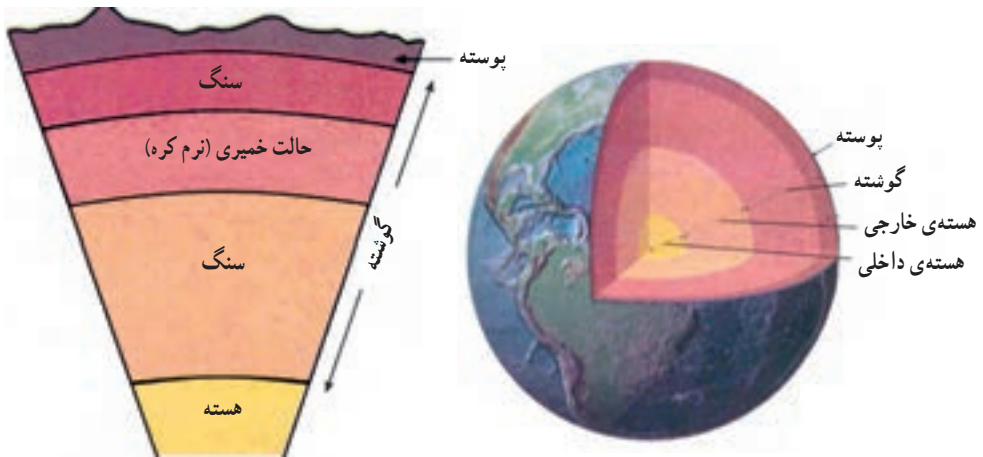
شکل ۳-۱- قرارگیری سیارات در منظومه‌ی شمسی

### ۳-۲- ساختمان زمین

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

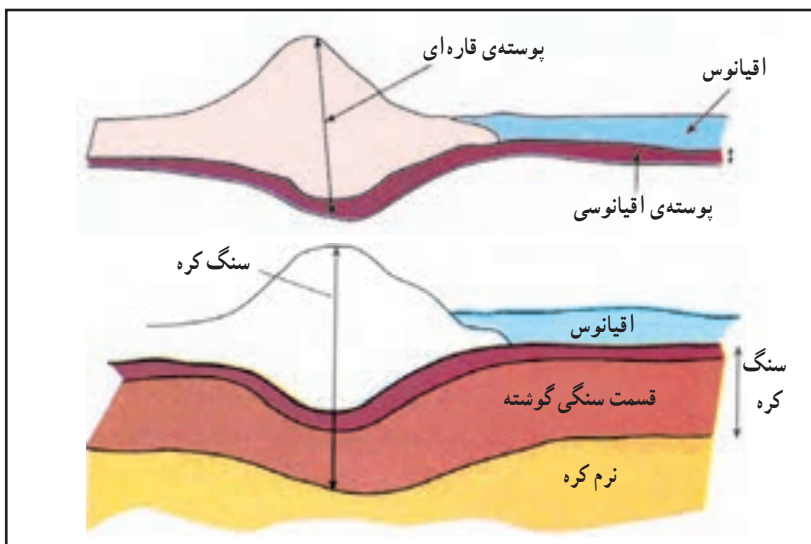
۱- چنان‌که در کلمات زمستان و زمهریر دیده می‌شود و پسوند «ین» به معنای نسبت و همانندی است.

## مطالعه‌ی آزاد



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

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



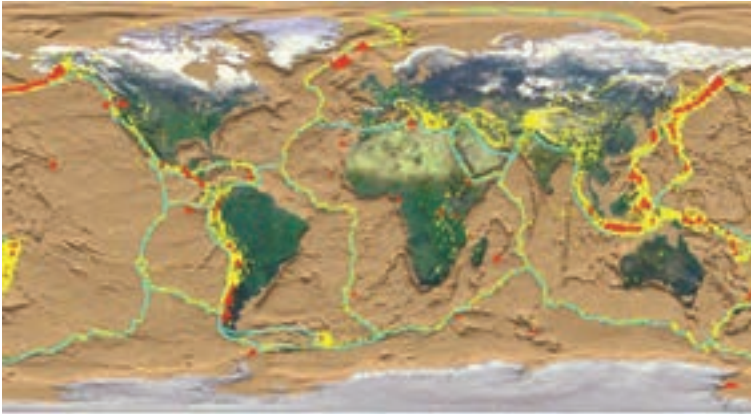
شکل ۳-۳- ضخامت سنگ کره در قاره‌ها بیشتر از اقیانوس‌ها است.

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

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

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

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



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

### مطالعه‌ی آزاد

## تکتونیک صفحه‌ای و زمین‌شناسی ایران

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



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

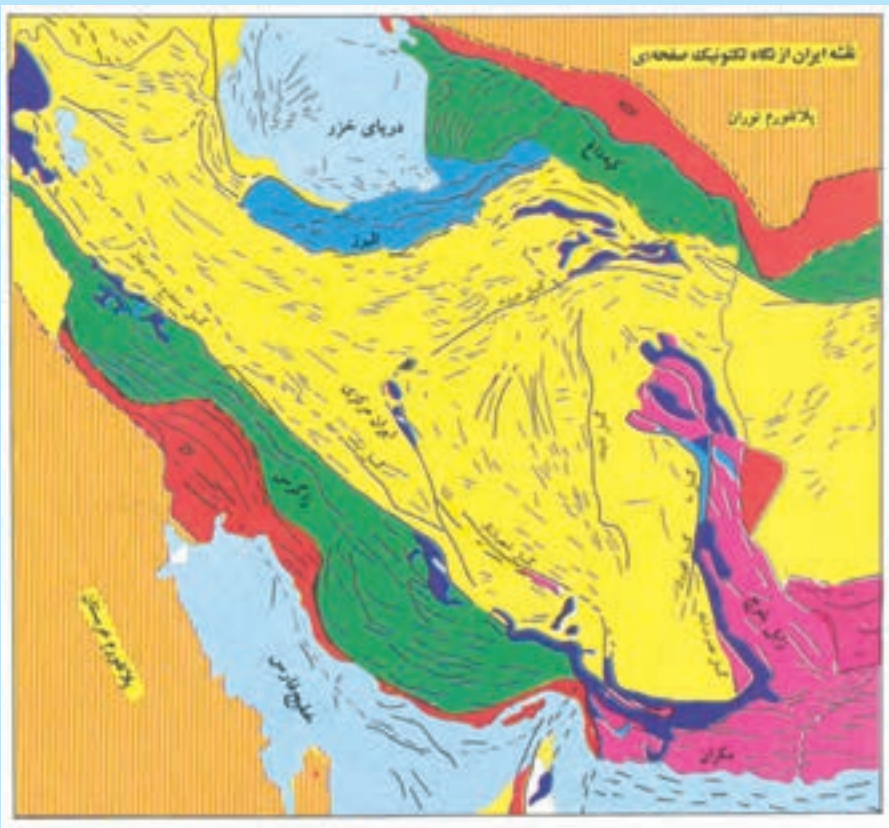
زمین لرزه‌ها و آتش فشان‌ها در امتداد این مرزها تمرکز یافته، به طوری که برخی از این مرزها مکان کوه‌سازی شده‌اند. برخورد قاره‌ها رشته کوه‌های عظیمی چون هیمالیا را به وجود آورده است و در واقع زمین لرزه‌ها لحظاتی از این حرکت بزرگ و بسیار پیچیده‌ی کوه‌زایی محسوب می‌شوند.



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

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

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



نقشه‌ی ایران از نظر تکتونیک صفحه‌ای



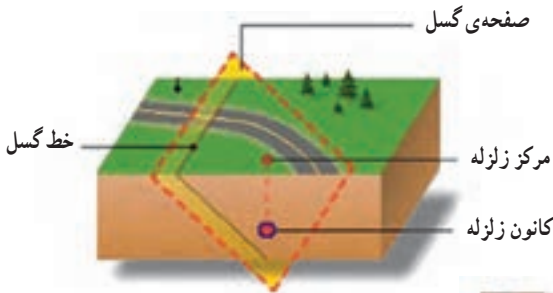
### ۳-۴- مقیاس شدت و بزرگی زلزله و اثرات آن بر ساختمان‌ها

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

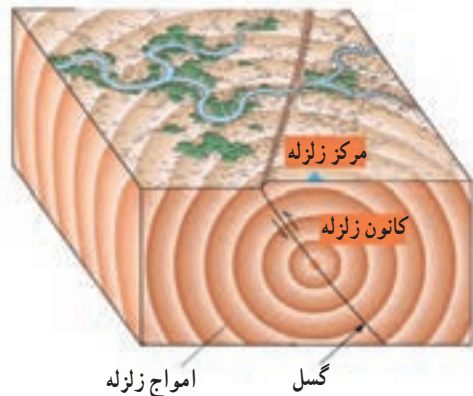
اما برای تعیین میزان انرژی آزاد شده در کانون زلزله (شکل ۳-۵) از مقیاس دیگری بنام بزرگی زلزله استفاده می‌شود.

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

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



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

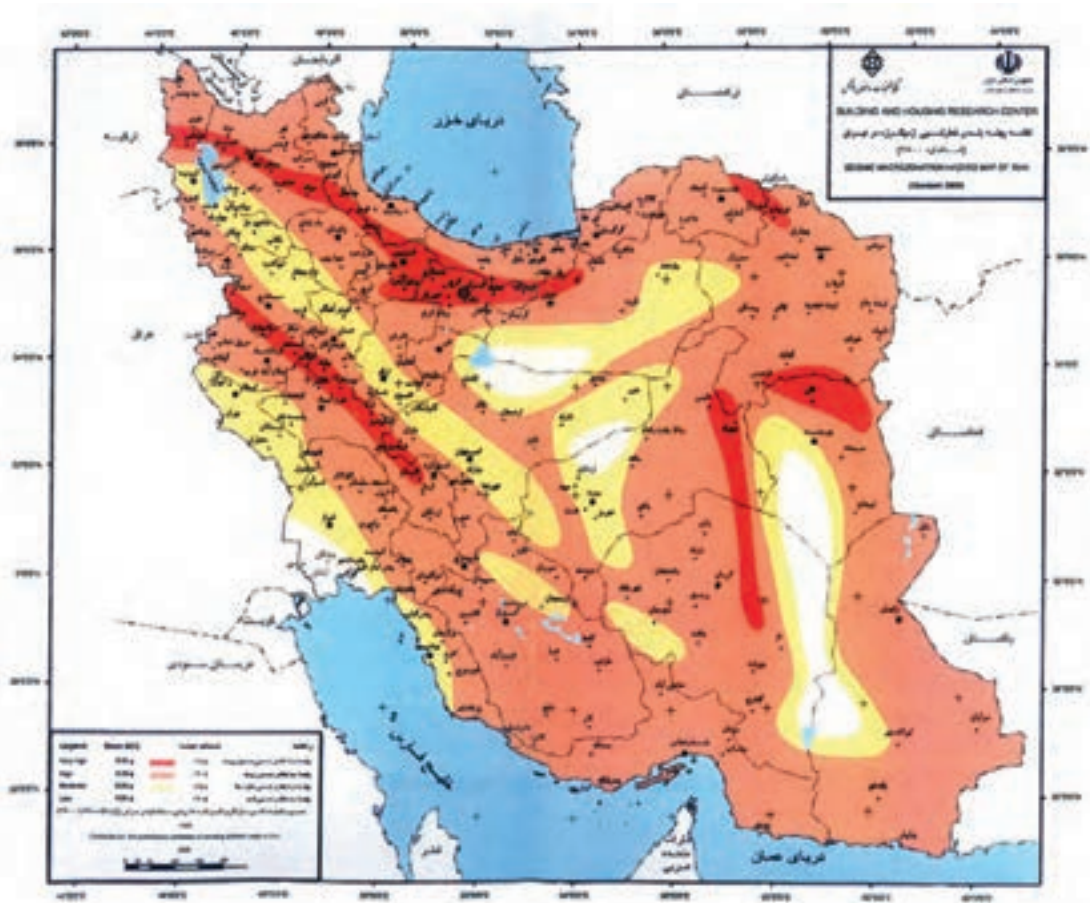


در سال ۱۹۰۲ دانشمند ایتالیایی جوزپه مرکالی مقیاسی برای اندازه‌گیری شدت زلزله ابداع کرد که بنام او نام‌گذاری شد. مقیاس مرکالی (Msk) برای تعیین میزان ویرانی‌ها استفاده می‌شود. شدت، معیاری کیفی است که میزان آن از طریق بررسی آثار و جابجایی وسایل و میزان خرابی‌های بجای مانده بعد از زلزله تعیین می‌شود. در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

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

### ۳-۵- زمین‌شناسی و احداث ساختمان

اطلاع از موقعیت گسل‌ها و شناسایی جنس خاک‌هایی که بستر بنا محسوب می‌شوند برای طرح و اجرای یک ساختمان ضروری است (شکل ۶-۳). 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 داده شود و کنترل گردد.



شکل ۳-۶- نقشه‌ی پهنه‌بندی خطر زلزله در ایران

## پرسش‌های پایان فصل

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