

ساخت‌های تکتونیک و کوه‌زایی



مجموعه‌ی فرآیندهایی را که سبب تغییر شکل فیزیکی و تغییر در ساخت اولیه‌ی سنگ‌ها می‌شود، فرآیندهای ساختمانی گویند. فرآیندهای ساختمانی باعث ایجاد ساخت‌های جدید (ساخت‌تانویه) و متنوعی در پوسته‌ی زمین می‌شوند. بخشی از علم زمین‌شناسی که ساخت‌های حاصل از تغییر شکل سنگ‌ها را در ارتباط با فرآیندهای ایجادکننده‌ی آن‌ها بررسی می‌کند تکتونیک یا زمین‌ساخت می‌نامند. فشار و دما که از عوامل اصلی دگرگونی‌اند، در فرآیندهای ساختمانی نیز اهمیت اساسی دارند. مدت زمان وارد شدن فشار، عامل سوم مؤثر در فرآیندهای ساختمانی است. بنابراین در فرآیندهای ساختمانی همواره اثر عوامل سه‌گانه‌ی فشار، دما و زمان بررسی می‌شود. چون طرز اثر این عوامل عموماً به‌طور مستقیم در طبیعت قابل مشاهده نیست، آن‌را با مدل‌هایی کم‌و بیش مشابه با حالات طبیعی در آزمایشگاه بررسی می‌کنند.

بررسی رفتار سنگ‌ها در آزمایشگاه نشان داده‌است که تغییر شکل سنگ‌ها به دو صورت خمیری و شکننده صورت می‌گیرد و عوامل متعددی همچون ترکیب و بافت سنگ، فشار، دمای محیط و آب در میزان این‌گونه تغییرات نقش مهمی دارند.

ساخت‌های اولیه

ساخت‌هایی را که به‌هنگام تشکیل سنگ ایجاد می‌شوند ساخت اولیه‌ی سنگ گویند. به‌طور مثال، ساخت‌های گدازه‌ای، آذرآواری، صفحه‌ای (سیل و دایک) و توده‌ای (باتولیت) از ساخت‌های اولیه‌ی سنگ‌های آذرین و لایه‌بندی مهم‌ترین ساخت اولیه‌ی سنگ‌های رسوبی به حساب می‌آیند. چون در این فصل ساخت‌های ثانویه‌ی سنگ‌های رسوبی مورد مطالعه قرار می‌گیرد، شرح بیشتری درباره‌ی ساخت اولیه‌ی سنگ‌های رسوبی آورده می‌شود.

در یک محیط رسوبی مواد رسوبی به‌صورت لایه‌های موازی بر روی هم ته‌نشین می‌شوند و پس از سخت شدن این لایه‌ها، سنگ‌های رسوبی ایجاد می‌شوند. هر لایه یا طبقه، جسم ورقه‌مانندی است که طول و عرض آن در مقایسه با ضخامتش بسیار زیاد است. ضخامت هر لایه ممکن است



شکل ۱-۶ - چه تفاوت‌هایی بین لایه‌های این منطقه می‌بینید؟

کمتر از یک سانتی‌متر تا بیش از دهها متر باشد و به وسیله‌ی سطحی به نام سطح لایه‌بندی از لایه‌ی مجاور خود جدا می‌شود. دو لایه‌ی مجاور ممکن است از نظر بافت (اندازه ذرات)، جنس، رنگ و ... با یکدیگر متفاوت باشند (شکل ۱-۶). هر لایه ممکن است در تمام وسعت گسترش خود مستوی نباشد، اما برای مطالعه می‌توان آن‌ها را در مناطق محدود مستوی فرض کرد.

فکر کنید

آیا همیشه گسترش افقی یک لایه از نظر جنس و بافت یکسان است؟

تنش

چنان‌که می‌دانید، یکی از خصوصیات نیرو، تغییر شکل دادن اجسام است. همچنین، می‌دانید نیروی وارد به سطح معین را فشار گویند. هرگاه جسمی تحت تأثیر فشاری از خارج قرار گیرد، در داخل جسم هم فشاری به وجود می‌آید که با فشار خارجی مقابله می‌کند، این فشار داخلی را تنش گویند که عامل اصلی تغییر شکل در سنگ‌ها به حساب می‌آید.

تنش‌های ایجاد شده در سنگ به یکی از سه صورت فشاری، کششی یا برشی اند. فشارهای خارجی که به سمت هم عمل نمایند در داخل سنگ تنش‌های فشاری ایجاد می‌کنند، درجایی که فشارهای خارجی از هم دور شوند باعث ایجاد تنش‌های کششی می‌شوند و وقتی جسمی تحت تأثیر فشارهای برشی قبل از وارد شدن فشار



شکل ۲-۶

قرار گیرد (مشابه حرکت لبه‌های قیچی) در مقاطع آن تنش‌های برشی به وجود می‌آید (شکل ۲-۶). مواد جامد بر اثر تنش تغییر شکل می‌دهند. پس از رفع تنش، ماده‌ی تغییر شکل یافته مایل است که به حالت اول بازگشت کند. نوع و مقدار تغییر شکل و مقدار بازگشت به حالت اول در مواد مختلف متفاوت است. ماده‌ای که پس از رفع تنش به حالت اول خود بازگردد کش‌سان یا الاستیک و ماده‌ای که پس از رفع تنش تغییر شکلش برگشت پذیر نباشد خمیرسان یا پلاستیک نامیده می‌شود. تغییر شکل مواد طبیعی در شرایط مختلف کش‌سان یا خمیرسان یا ترکیبی از آن دو است. وقتی جسمی تحت تنش قرار گیرد ابتدا از خود حالت کش‌سان نشان می‌دهد ولی با افزایش تنش به مرحله‌ای می‌رسد که در آن همه یا قسمتی از تغییر شکل جسم غیر قابل برگشت می‌شود (حد کش‌سانی). از این حد به بعد پس از رفع تنش جسم حالت خمیری نشان می‌دهد و کاملاً به حالت اولیه بر نمی‌گردد؛ با افزایش بیش‌تر تنش مرحله‌ای می‌رسد که در آن ماده تاب مقاومت ندارد و می‌شکند.

فکر کنید

در چه صورت تنش وارد به یک قطعه شیشه به جای شکستن، در آن تغییر شکل خمیری به وجود می‌آورد؟

سنگ‌ها نیز در برابر تنش ابتدا واکنش کش‌سان از خود نشان می‌دهند که چندان قابل رؤیت نیست ولی با ادامه‌ی تنش ممکن است واکنش به صورت خمیری باشد، مثلاً وقتی که سنگ‌ها چین می‌خورند؛ و یا به صورت شکننده باشد مانند وقتی که در سنگ‌ها درز یا گسل به وجود می‌آید. نوع واکنش سنگ‌ها در برابر تنش به عواملی چون فشار همه‌جانبه، دما، زمان، آب یا محلول‌های دیگر بستگی دارد.

● انتظار دارید در هریک از حالت‌های زیر سنگ‌ها چه نوع واکنشی از خود نشان دهند؟

شکستگی	خمیری	
		– سنگ در اعماق زمین قرار دارد
		– سنگ در روی زمین قرار دارد
		– سنگ در محل بسیار گرمی قرار دارد
		– تنش به‌طور ناگهانی به سنگ وارد می‌شود
		– تنش در مدت زمان طولانی و به آرامی به سنگ وارد می‌شود
		– سنگ آبدار است
		– سنگ خشک است

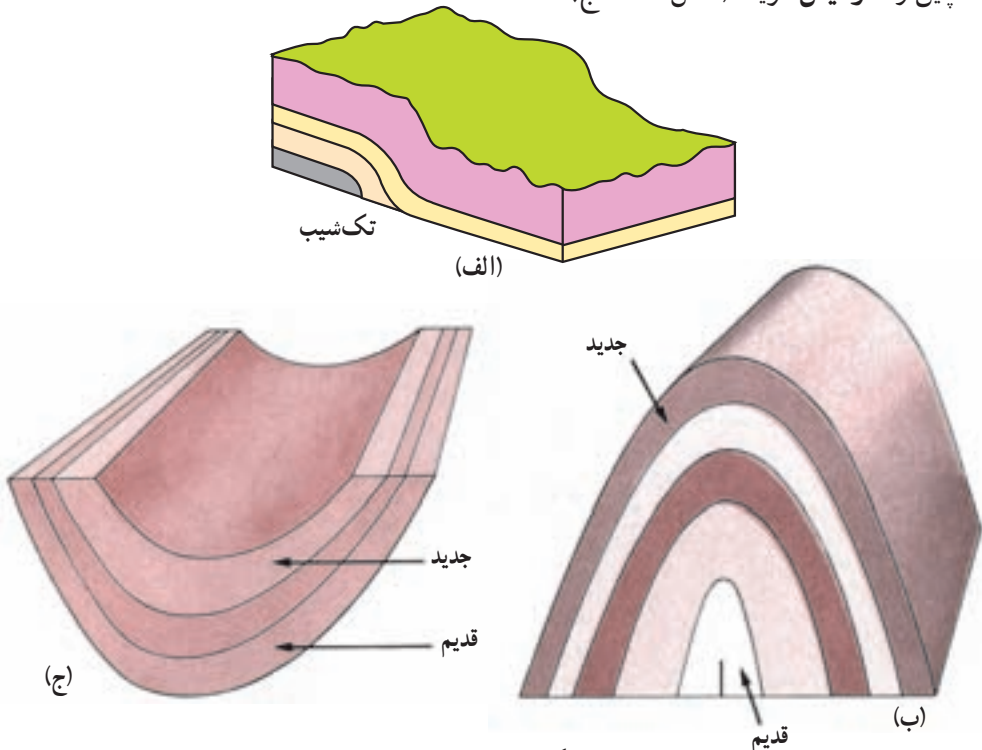
ساخت‌های ثانویه

با وارد شدن تنش به لایه‌های افقی، ساخت اولیه (لایه‌بندی) از حالت افقی خارج شده و ساخت‌های ثانویه را به وجود می‌آورند.

چین خوردگی: به‌طور کلی چین‌ها را می‌توان خمیدگی‌های موجود در سنگ‌ها بر اثر واکنش‌های خمیری دانست. چین‌ها فقط باعث تغییر وضعیت لایه‌های سنگی در فضا می‌شوند، و ممکن است از چند سانتی‌متر تا چندین کیلومتر طول و عرض داشته باشند.

انواع چین

اگر قسمتی از لایه‌های رسوبی از حالت افقی خارج شوند و پایین‌تر یا بالاتر از سطح اصلی قرار گیرند چین را **تک‌شیب** گویند (شکل ۳-۶-الف) و اگر لایه‌های سنگی طوری خم شوند که لایه‌های قدیمی‌تر در مرکز و لایه‌های جدید در تحدب چین قرار گیرند، چین را **تاقدیس** می‌نامند (شکل ۳-۶-ب) در صورتی که لایه‌های جدیدتر در مرکز و لایه‌های قدیمی‌تر در تحدب چین قرار گیرند، چین را **ناودیس** گویند (شکل ۳-۶-ج).



شکل ۳-۶ - انواع چین

مشخصه‌های چین

هرچین را با مشخصات زیر شناسایی می‌کنند:

لولای چین: لولای چین خطی فرضی است که نقاطی از یک لایه را که دارای حداکثر انحنا هستند، به یکدیگر وصل می‌کند (خط aa' در شکل ۴-۶). لولای چین ممکن است افقی، مایل و یا قائم باشد.

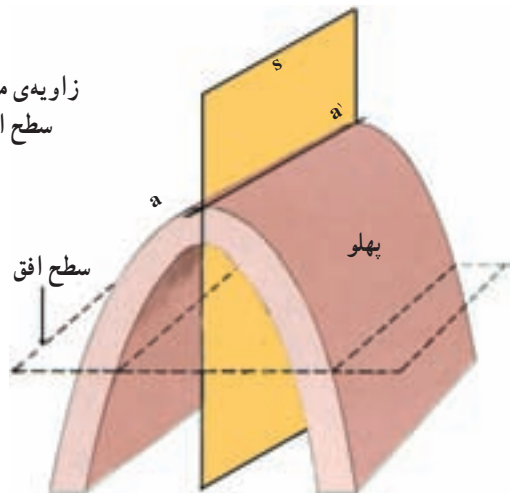
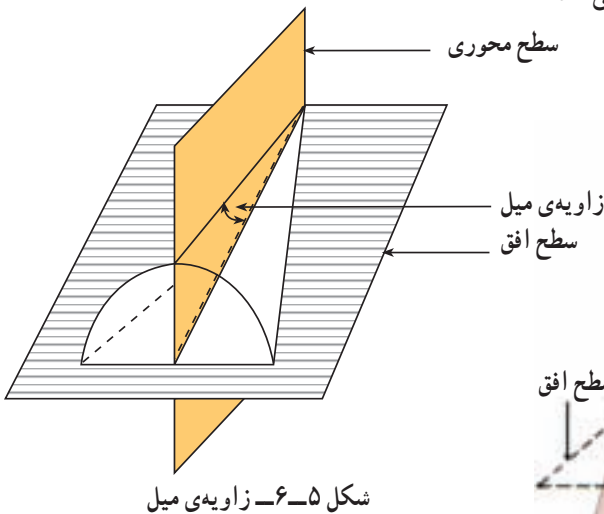
سطح محوری: به سطحی فرضی که از تمام لولاهای چین عبور می‌کند و چین را تقریباً به دو قسمت متقارن تقسیم می‌کند سطح محوری گویند (شکل ۴-۶ سطح S). سطح محوری ممکن است مایل، خوابیده و یا قائم باشد.

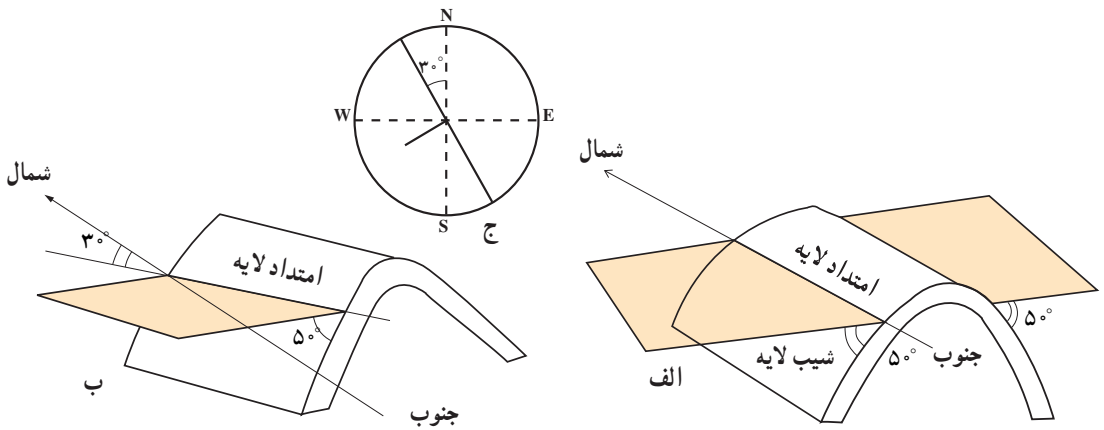
پهلوی: طرفین چین را پهلو یا یال می‌نامند.

زاویه‌ی میل: اگر لولای چین افقی نباشد و با سطح افق زاویه بسازد، در این صورت زاویه‌ی بین لولا و سطح افق را زاویه‌ی میل چین گویند (شکل ۵-۶).

موقعیت هر یک از لایه‌های چین خورده به وسیله‌ی امتداد و شیب مشخص می‌شود (شکل ۶-۶). امتداد لایه: فصل مشترک یک صفحه‌ی افقی با سطح هر لایه را امتداد آن لایه گویند و آن را با زاویه‌ای که نسبت به شمال یا جنوب می‌سازد مشخص می‌کنند.

شیب لایه: زاویه‌ای است که سطح لایه با سطح افق می‌سازد. شیب لایه بین صفر (لایه‌های افقی) تا 90° درجه (لایه‌های قائم) تغییر می‌کند.





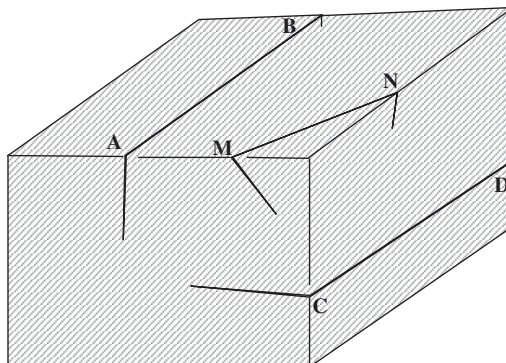
شکل ۶-۶ الف - امتداد لایه‌های این چین شمالی - جنوبی است و شیب لایه در پهلوی غربی آن 5° به سمت غرب و در پهلوی شرقی 5° به سمت شرق است. ب - امتداد لایه در پهلوی غربی این چین 3° از شمال به سمت غرب انحراف دارد N30W. شیب لایه 5° به سمت جنوب غرب است 50SW بنابراین موقعیت این لایه را به طور کلی به صورت 50SW و N30W نشان می‌دهند. ج - علائم قراردادی برای نشان دادن امتداد و شیب یک لایه.

شکستگی‌ها

شکستگی در سنگ‌ها عموماً به دو صورت درز و گسل نمایان می‌شوند.

درزها و گسل‌ها در مطالعات زمین‌شناسی اهمیت ویژه‌ای دارند. به‌هنگام ساختن جاده‌ها، سدها، تونل‌ها و سایر سازه‌های مهندسی، آگاهی از وضعیت درزها و گسل‌ها بسیار حائز اهمیت است. از نظر تجمع آب‌زیرزمینی نیز درزها و گسل‌ها اهمیت دارند و در تشکیل کانسارهای گرمابی عامل مهمی به حساب می‌آیند.

درز: به نوعی شکستگی گفته می‌شود که، سنگ‌های دو طرف سطح درز نسبت به هم جابه‌جا نشده باشند (شکل ۶-۷). درزها را از نظرهای مختلف تقسیم‌بندی می‌کنند. اگر موقعیت صفحه درز را نسبت به سطح افق در نظر بگیریم، می‌توان آن‌ها را به انواع قائم، افقی و مایل تقسیم‌بندی کرد.



AB درز قائم

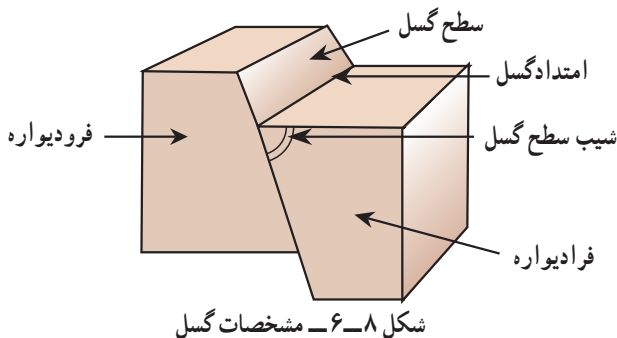
CD درز افقی

MN درز مایل

شکل ۶-۷ - انواع درز

گسل‌ها: گسل‌ها شکستگی‌هایی هستند که در آن، سنگ‌های طرفین شکستگی نسبت به هم لغزش پیدا کرده‌اند. مقدار لغزش از حدود یک سانتی‌متر تا چند کیلومتر تغییر می‌کند.

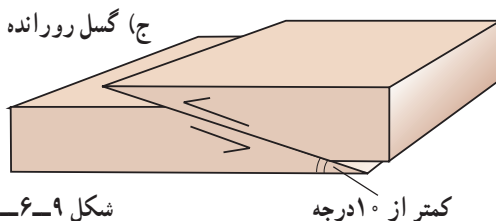
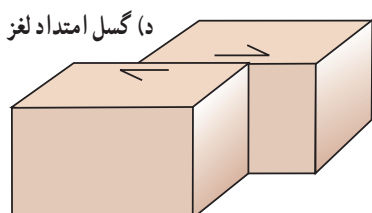
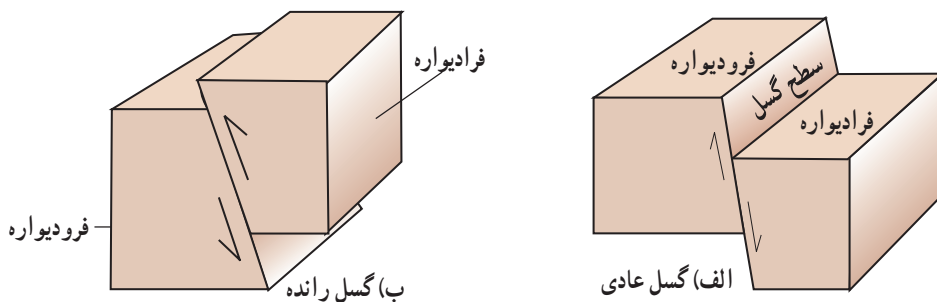
مشخصه‌های یک گسل: هر گسل با سه مشخصه‌ی سطح گسل، امتداد و شیب شناسایی می‌شود (شکل ۸-۶).



سطح گسل: سطحی که شکستگی و جابه‌جایی در امتداد آن اتفاق افتاده است سطح گسل نام دارد. سطح گسل ممکن است قائم، مایل و یا افقی باشد. در گسل‌هایی که سطح گسل مایل است طبقات روی سطح گسل را فرا دیواره و طبقات سنگی زیر سطح گسل را فرو دیواره می‌نامند. امتداد و شیب سطح گسل را مانند شیب و امتداد لایه‌ها مشخص می‌کنند.

انواع گسل

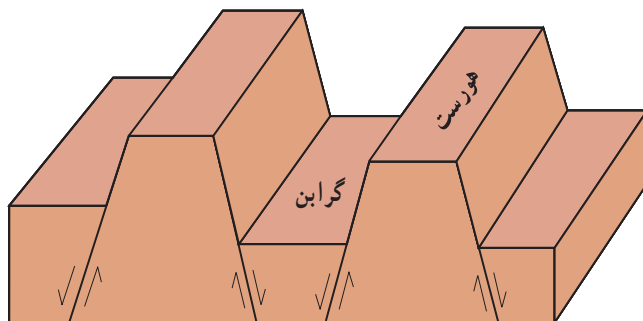
اگر سطح گسل قائم باشد، گسل را قائم گویند و اگر سطح گسل مایل باشد، در صورتی که فرا دیواره نسبت به فرو دیواره به طرف پایین حرکت کرده باشد یا فرو دیواره نسبت به فرا دیواره به سمت بالا حرکت کرده باشد، گسل را عادی گویند (شکل ۹-۶ الف).



شکل ۹-۶ - اقسام گسل ساده

در گسل‌هایی که سطح گسل مایل است، اگر فرادیواره نسبت به فرودیواره به سمت بالا یا فرودیواره نسبت به فرادیواره به سمت پایین حرکت کرده باشد، گسل را رانده یا معکوس گویند (شکل ۹-۶-ب). اگر در گسل‌های رانده مقدار جابه‌جایی بیش از یک کیلومتر و زاویه‌ی سطح گسل کم‌تر از 10° درجه باشد، گسل را رورانندگی یا رورانده گویند (شکل ۹-۶-ج). گاهی بر اثر تنش‌برشی لغزش سنگ‌ها در امتداد سطح گسل اتفاق می‌افتد، در این صورت گسل را امتدادلغز گویند (شکل ۹-۶-د).

در بخش‌هایی از پوسته‌ی زمین که تحت تنش‌های کششی قرار دارند، ممکن است تعدادی گسل‌های عادی موازی هم ایجاد شوند و به این ترتیب بخش‌هایی از پوسته‌ی پایین بیفتد و ساختی به نام گرابن (پایین افتادگی) را بسازد و بخش‌هایی بالا رود و ساختی به نام هورست (بالا رانندگی) را بسازد (شکل ۱۰-۶).



شکل ۱۰-۶- گرابن و هورست

کمربندهای کوه‌زایی

کوه‌ها، پدیده‌هایی هستند که بیشتر از سایر عوارض سطح زمین نظر دانشمندان را به خود جلب کرده‌اند. با آنکه مطالعه‌ی علمی در این زمینه، قدمت 150 ساله دارد، اما پاسخ بیشتر مسایل، در طول چند دهه‌ی اخیر، که اطلاعات ما درباره‌ی فرآیندهای درونی زمین افزایش یافته، حاصل آمده‌اند. فرآیندی که منجر به تشکیل کوه‌ها می‌شود، کوه‌زایی نام دارد. مطالعه بر روی سنگ‌هایی که در تشکیل کوه‌ها شرکت دارند، حاکی از وجود نیروهای بسیار عظیمی است که در زمان تشکیل کوه‌ها بر سنگ‌ها وارد آمده و گذشته‌از چین‌دادن لایه‌های رسوبی، آن‌ها را در حد چند هزار متر بالا برده‌اند. با آن‌که چین‌خوردگی‌ها، عظمت این نیروها را به خوبی نشان می‌دهند، اما گسل‌ها، درزها و فعالیت‌های آذرین هم حکایت از وجود این نیروها دارند.

وقتی که زمین‌شناسان از فرآیندهای کوه‌زایی صحبت می‌کنند، معمولاً کمربندهای مهمی را



شکل ۱۱-۶ - کمربندهای عمده کوهزایی در جهان

در نظر می‌گیرند که در شکل (۱۱-۶) نشان داده شده‌اند. این کمربندها، رشته‌کوه‌هایی چون آلپ، اورال، البرز، هیمالیا، آپالاش و آند را شامل می‌شوند. رشته‌کوه‌ها، در روی همه‌ی قاره‌ها وجود دارند و طول آن‌ها ممکن است به چند هزار کیلومتر هم برسد.