



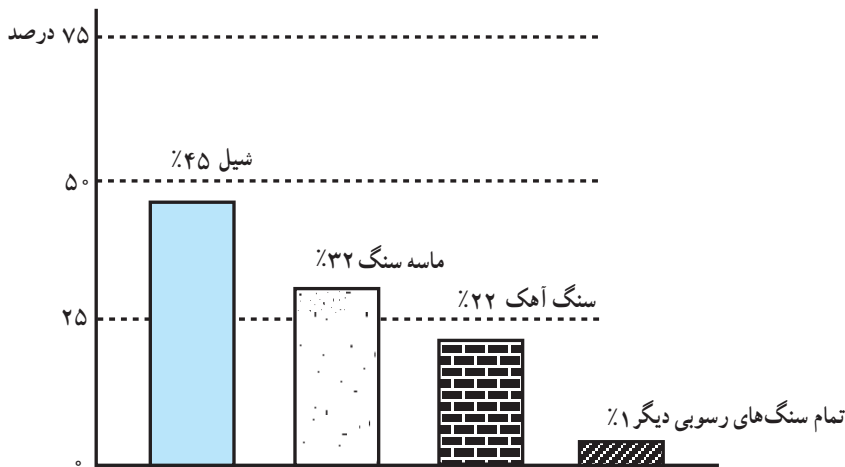
## سنگ‌های رسوبی

بیشتر ما در محل‌هایی زندگی می‌کنیم که به آسانی نمی‌توانیم فعالیت یک آتشفشان یا طرز انجماد ماده مذاب را ببینیم. اما مشاهده ساحل ماسه‌ای، یا رودی که مقداری گل به همراه می‌برد، آسان است. می‌دانید که مواد همراه اغلب رودها، سرانجام به دریا می‌رسند و در ته آن رسوب می‌کنند. شما در هر نقطه از کشور که زندگی کنید، فاصله چندانی از رسوباتی که قبلاً تشکیل شده‌اند، یا امروزه در حال تشکیل‌اند، ندارید. این رسوبات به وسیله عواملی مانند آب، یخچال یا باد به وجود آمده و پس از جابه‌جایی، معمولاً به شکل لایه‌لایه روی هم ته‌نشین شده‌اند. (شکل ۱-۷) بیشتر رسوبات، سرانجام به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند. سنگ‌های رسوبی، لایه‌نازکی را در سطح زمین تشکیل می‌دهند (۵ درصد از ۳۵ کیلومتر اولیه پوسته قاره‌ای)، اما همین سنگ‌ها، در سطح زمین فراوان‌تر از سنگ‌های دیگرند.



شکل ۱-۷- یکی از مشخصات ظاهری سنگ‌های رسوبی، لایه‌لایه بودن آنهاست.

سنگ‌های رسوبی، منابعی چون نفت، زغال‌سنگ، گاز طبیعی، معادن آهن، آلومینیم، سنگ‌های ساختمانی و مصالح ساختمانی دیگر را تشکیل می‌دهند، یعنی در زندگی ما اثر زیادی دارند. سنگ‌های رسوبی، شواهد مربوط به تاریخچه گذشته زمین را هم در بر دارند (فسیل‌ها و غیره) و نشان می‌دهند که وضع دریاها و خشکی‌ها، رشته‌کوه‌ها و غیره در گذشته چگونه بوده است.



شکل ۲-۷- نسبت فراوانی سنگ‌های رسوبی در روی زمین

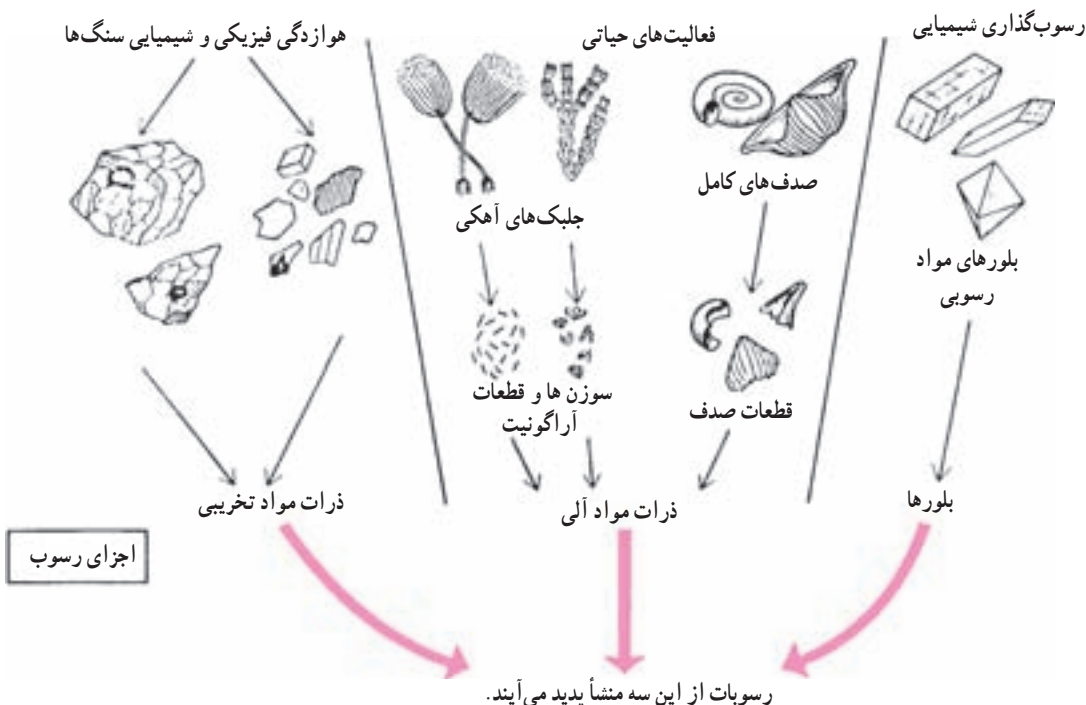
## منشأ رسوبات

به‌طور کلی منشأ رسوبات دریایی را به ترتیب زیر می‌توان ذکر کرد. (شکل ۳-۷)

۱- مواد تخریب شده: مقدار زیادی شن، ماسه و رس از خشکی‌ها به درون دریاها برده می‌شوند که حاصل تخریب سنگ‌های قاره‌ها هستند.

۲- بقایای بدن جانداران: جانداران زیادی وجود دارند که برای تشکیل پوشش محافظ بدن (پوسته و صدف) و اسکلت خود به مواد معدنی از قبیل کربنات‌های کلسیم، سیلیس و گاهی فسفات‌ها، سولفیدها و اکسیدهای آهن محتاجند. طبعاً این مواد بعد از مرگ جانداران بر جای می‌مانند و در آب رسوب می‌کنند.

۳- مواد شیمیایی: بعضی از موادی که در روی خشکی‌ها در آب حل می‌شوند، به‌طریقه شیمیایی در دریا رسوب می‌کنند. نمک طعام، کربنات‌های کلسیم و منیزیم، بعضی سولفات‌ها، ترکیبات آهن و غیره را باید از این جمله شمرد.



شکل ۳-۷- رسوبات مخلوطی از مواد تخریبی، شیمیایی یا آلی‌اند.

## منشأ و نوع کانی‌های موجود در سنگ‌های رسوبی

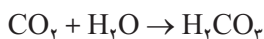
سنگ‌های رسوبی هم مانند سنگ‌های آذرین، یا دگرگون شده، مجموعه‌ای از کانی‌ها هستند. در این سنگ‌ها، سه کانی از همه بیشتر یافت می‌شود که عبارت‌اند از: رس، کوارتز و کلسیت. البته در برخی از سنگ‌های ویژه، کانی‌های دیگری عمومیت دارند. به ندرت ممکن است در یک سنگ رسوبی فقط یک نوع کانی یافت شود. مثلاً در سنگ آهک، کانی کلسیت بسیار فراوان است، اما در خالص‌ترین سنگ‌های آهکی هم مقداری کانی‌های دیگر مانند رس یا کوارتز، علاوه بر کلسیت دیده می‌شود. همچنین، دانه‌های بسیاری از ماسه‌سنگ‌ها از جنس کوارتز است، اما خمیره‌ای که این دانه‌ها را به هم می‌پیوندد ممکن است رس، سیلیس، کلسیت، دولومیت یا اکسید آهن باشد.

کانی‌های رسی از تجزیه سیلیکات‌ها، به‌ویژه فلدسپات‌ها حاصل می‌آیند. همین کانی‌ها بعداً ممکن است اجزای اصلی سنگ‌های رسی یا شیل‌ها را تشکیل دهند.

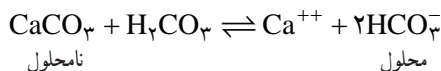
کوارتز هم از تجزیه سنگ‌های آذرین به‌وجود می‌آید، زیرا وقتی بر اثر هوازدگی، یک سنگ گرانیتی تجزیه می‌شود، دانه‌های کوارتز موجود در آن آزاد می‌شوند. بیشتر حجم ماسه‌سنگ‌ها را کوارتز

تشکیل می‌دهد. در عین حال مقداری سیلیس محلول و در اندازه‌های کلوئیدی هم در نتیجه هوازدگی شیمیایی سنگ‌های گرانیتی یا انحلال اسکلت موجوداتی که اسکلت سیلیسی دارند (دیاتوم‌ها) حاصل می‌آید، که این سیلیس بعداً ممکن است سیمان سنگ‌های رسوبی دانه درشت را پدید آورد، یا آنکه به شکل کانی جدیدی به نام اوپال ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) درآید. اوپال متبلور نیست و سختی آن از کوارتز کمتر است. البته گاهی نیز سیلیس در بعضی از سنگ‌های رسوبی به صورت بلورهای بسیار دانه‌ریزی دیده می‌شود. از سنگ‌هایی که بدین صورت حاصل می‌شوند، می‌توان نوعی سنگ آتش‌زنه «فلینت» و کلسدونی (Calcedony) را نام برد (سنگ آتش‌زنه را آدیمان نخستین برای تهیه ابزارهای خود به کار می‌برده‌اند).

کلسیت، کانی اصلی تشکیل‌دهنده سنگ‌های آهکی است. کربنات کلسیم نیز یکی دیگر از مواد شیمیایی است که می‌تواند در بین ذرات و قطعات سنگ‌ها نفوذ کند و آنها را به هم بچسباند. بیشتر آب‌های زیرزمینی مقداری  $\text{CO}_2$  در خود محلول دارند. با این ترتیب این آب‌ها تا حدی خاصیت اسیدی می‌یابند.



این اسید هم به نوبه خود با کلسیت ترکیب می‌شود و آن را به بیکربنات محلول تبدیل می‌کند.



و البته صورت نامحلول این ماده، در بین ذرات رسوبی تشکیل سیمان آهکی را می‌دهد. به جز سه کانی رس، کوارتز و کلسیت، کانی‌های دیگری که در میان سنگ‌های رسوبی یافت می‌شوند عبارت‌اند از: (۱) دولومیت،  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$  یا کربنات مضاعف کلسیم و منیزیم. (۲) مقداری فلدسپات‌های مختلف و میکا. (۳) اکسیدهای آهن، که طبعاً منشأ آن کانی‌های آهن و منیزیم‌دار بوده است و به صورت هماتیت و لیمونیت درآمده‌اند. (۴) هالیت ( $\text{NaCl}$ ) و ژیس  $\text{ZnSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ،  $\text{CaSO}_4$  که از تبخیر آب‌های محتوی این مواد برجای مانده‌اند. به عنوان مثال اگر این شوری به  $10^\circ$  برابر حد طبیعی برسد، ته‌نشین شدن هالیت آغاز می‌شود. ضمناً قطعات ریز و درشت مواد آتشفشانی و همچنین مواد آلی هم ممکن است در میان سنگ‌های رسوبی یافت شوند.

## حمل رسوبات

مواد سازنده رسوبات شیمیایی، به صورت محلول در آب حمل می‌شوند. این مواد، تا زمانی که

دما، فشار یا ترکیب شیمیایی آب عوض نشود، یعنی شرایط برای رسوب‌گذاری فراهم نباشد، همچنان به صورت محلول می‌مانند.

❓ بعضی از جانداران، در کم و زیاد کردن املاح محلول در آب دخالت دارند. به نظر شما نوع این دخالت چگونه است؟

بیشتر رسوبات از نوع تخریبی‌اند و به طریقه مکانیکی از خرد شدن سنگ‌ها در روی خشکی یا سواحل حاصل آمده‌اند. در حمل این مواد، آب جاری، باد یا یخچال دخالت دارند. مقدار رسوباتی که در طول یک سال به دریا برده می‌شوند، حدود  $10^6$  میلیارد تن تخمین زده می‌شود، که بیشتر این مواد را رودها به دریا می‌برند.



شکل ۴-۷- موادی که رودها با خود حمل می‌کنند معمولاً متناسب با وزن ته‌نشین می‌شوند. در این صورت، چرا مواد ریز و درشت را در کنار هم می‌یابیم؟

اندازه دانه‌هایی که به محیط رسوبی برده می‌شوند، به نوع سنگ اولیه و میزان مقاومت آن در برابر عوامل تخریب‌کننده و همچنین نوع عامل حمل‌کننده، مسافت طی شده و وضعیت مسیر بستگی دارد. سنگ‌های مختلف، دانه‌هایی در اندازه‌ها و شکل‌های مختلفی ایجاد می‌کنند. مثلاً، از گرانیت‌های دانه درشت، در مقایسه با خاکسترهای آتشفشانی، ذرات درشت‌تری حاصل می‌آید.

❓ موادی که توسط عوامل مختلف فرسایشی حمل می‌شوند، گاهی «جورشدگی» (یعنی از نظر قطر هم‌اندازه بودن) خوبی را از خود نشان می‌دهند. به نظر شما، این جورشدگی‌ها در کدام نوع رسوبات زیاد و در کدام‌ها کم است؟

شکل دانه‌هایی که از خرد شدن سنگ‌ها در مراحل نخست حاصل می‌آیند، زاویه‌دار و نامنظم است. اما همان دانه‌ها ممکن است در ضمن حمل، با ایجاد ساییدگی، گرد و بدون زاویه شوند. رودها یکی از عوامل مهم تغییردهنده شکل دانه‌های رسوب‌اند.

دانه‌های مربوط به کانی‌های نرم از قبیل ژیس و کلسیت، زودتر گرد می‌شوند تا دانه‌های سیلیسی و سخت. در مطالعه‌ای معلوم شد که دانه‌های نرم بعد از طی ۱۱ کیلومتر به همراه آب، صاف شدند، در صورتی که دانه‌های کوارتز، پس از طی ۸۵ تا ۳۳۵ کیلومتر لبه‌های تیز خود را از دست دادند.

**دیاژنز:** عبارت از مجموع تغییرات فیزیکی و شیمیایی است که سبب تبدیل رسوبات به سنگ می‌شود. این پدیده شامل صورت‌های زیر است:

**سیمان شدن:** در این مورد، فواصل موجود در بین قطعات و ذرات سنگ را نوعی ماده شیمیایی پر می‌کند و آنها را بهم می‌چسباند. از میان مواد مختلفی که می‌توانند سیمان سنگ‌های رسوبی شوند، کلسیت، دولومیت و کوارتز فراوان‌تر از بقیه‌اند، اما اکسیدهای آهن، اوپال و انیدریت هم می‌توانند سیمان پاره‌ای از سنگ‌های تخریبی رسوبی را تشکیل دهند. مواد سیمانی اصولاً توسط آب‌های نافذ در فضای میان ذرات نفوذ می‌کنند و پس از سخت شدن باعث اتصال ذرات جدا از هم می‌شوند.

**متراکم شدن:** در فرآیند متراکم شدن، به علت فشاری که از لایه‌های فوقانی وارد می‌آید، فضاهای میان ذرات به تدریج تقلیل حاصل می‌کند. بدین ترتیب، از قطر لایه رسوبی کاسته و بر تراکم و چسبندگی آنها افزوده می‌شود. در طی این فرآیند، آبی که در اصل فواصل میان ذرات را پر کرده، بیرون رانده می‌شود.

در رسوبات دانه‌ریزی که اندازه آنها سیلت (دانه‌هایی کمی درشت‌تر از رس) یا رس باشند، فضای میان ذرات چنان کوچک است که آب به آزادی نمی‌تواند از آنها بگذرد. بدین ترتیب، ماده سیمانی هم نمی‌تواند خود را به آن فضاها برساند. در این حال، چسبیدن ذرات به همدیگر، تحت اثر فرآیندهای متراکم شدن خواهد بود.

فرایندهای سیمانی شدن و متراکم شدن را سنگی شدن می‌نامند.

**تبلور دوباره:** متبلور شدن بعضی از مواد رسوبی خود یک نوع تشکیل سنگ محسوب می‌شود. در این میان ممکن است کانی‌های تازه‌ای متبلور شوند، یا بلورهای موجود درشت شوند. این فرآیند در بسیاری از سنگ‌های آهکی و دولومیتی و ماسه سنگ‌ها دیده می‌شود.

دیاژنز ارزش‌های عملی نیز دارد، زیرا ذخیره نفت، گاز و منابع آب‌های زیرزمینی به فضاهای موجود در میان سنگ‌ها بستگی دارد که تحت تأثیر این فرآیند بوده‌اند. تشکیل نفت خود نتیجه نوعی

دیاژن است که طی آن بازمانده‌های آلی جانداران تدریجاً مبدل به نفت مایع یا گاز طبیعی می‌شود. تبدیل تورب (که نوعی زغال‌سنگ نارس و بسیار ناخالص است) به زغال‌سنگ و آنتراسیت هم نتیجه دیاژن است. درک این پدیده‌ها سبب می‌شود که با آگاهی بیشتری به دنبال چنین منابعی بگردیم.

## بافت

بافت در سنگ‌های رسوبی اهمیت ویژه‌ای دارد، چون شاهد خوبی در تعیین مسافت حمل شده و نوع محیط رسوب‌گذاری است. دو نوع بافت اصلی در سنگ‌های رسوبی تشخیص داده شده است: بافت آواری (تخریبی) و بافت غیر آواری (بلورین).

**بافت آواری:** اندازه ذرات در سنگ‌های رسوبی متفاوت است و ممکن است دانه‌درشت (بزرگ‌تر از ۲ میلیمتر)، متوسط (۲ تا  $\frac{1}{16}$  میلیمتر)، و ریز (کمتر از  $\frac{1}{16}$  میلیمتر) باشند. خرده‌سنگ‌ها و ذرات کانی‌ها براساس میزان ساییدگی، ممکن است صاف یا زاویه‌دار باشند.

جورشده‌گی از ویژگی‌های بافتی مهم در سنگ‌های رسوبی است، که نشان‌دهنده نوع عامل حمل و نوع محیط رسوب‌گذاری است. میزان سیمان‌شدگی نیز از ویژگی‌های بافتی مهم در سنگ‌های تخریبی است. سیمان اصلی این‌گونه سنگ‌ها از آهک، سیلیس و اکسیدهای آهن و رس است.

**بافت غیر آواری (بلورین):** بافت بلورین به‌صورت شبکه بلورهای به هم پیوسته است. کانی‌های حاصل از ته‌نشست شیمیایی در آب‌ها، بافت بلورین را تشکیل می‌دهند. مواد تقریباً نامحلول، زودتر جدا شده و ته‌نشین می‌شوند. این بافت را از نظر اندازه بلورها به اقسام درشت‌بلور (بزرگ‌تر از ۲ میلیمتر)، متوسط بلور (۲ تا  $\frac{1}{16}$ ) و ریزبلور (کمتر از  $\frac{1}{16}$ ) تقسیم می‌کنند.

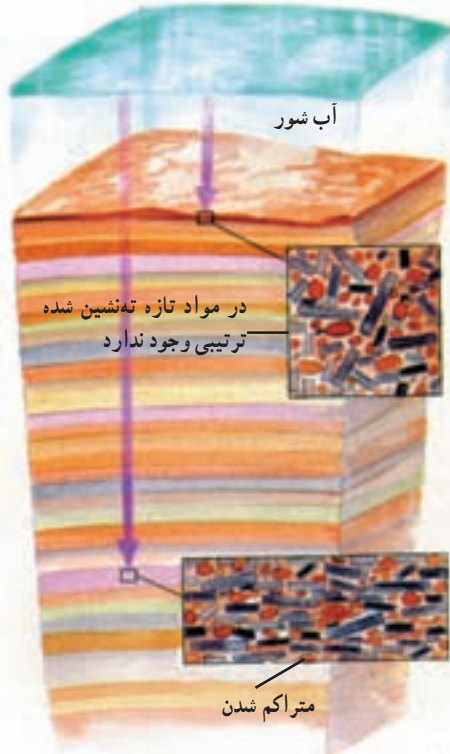
## طبقه‌بندی

سنگ‌های رسوبی را معمولاً به دو گروه آواری و شیمیایی طبقه‌بندی می‌کنند، اما هر کدام از این گروه‌ها، شامل اقسام مختلفی از سنگ‌ها می‌شوند که از لحاظ طرز انتقال، اندازه ذرات، جنس، رسوب‌گذاری و سنگ‌شدن با هم تفاوت دارند.

**سنگ‌های رسوبی آواری:** این گروه از سنگ‌ها، براساس اندازه قطعات یا ذرات طبقه‌بندی می‌شوند (جدول ۱-۷) شیل‌ها دانه‌ریزترین سنگ‌های آواری، ماسه‌سنگ‌ها دانه متوسط و کنگلومراها دانه درشت‌ترین این گروه از سنگ‌ها هستند. توجه داشته باشید که همه سنگ‌های آواری، اجتماعی از دانه‌های منفصل‌اند که معمولاً توسط سیمانی به هم چسبیده شده‌اند.

جدول ۱-۷- طبقه‌بندی ذرات رسوبی برای سنگ‌های رسوبی آواری

اندازه ذرات (میلیمتر)	ذرات	رسوبات (ناپیوسته)	سنگ‌های رسوبی آواری
$> 256$ $64-256$ $4-64$ $2-4$	درشت‌سنگ قلوه‌سنگ ریگ شن	دانه درشت	کنگلوما (ذرات گرد) یا برش (ذرات زاویه‌دار)
$\frac{1}{16}-2$	ماسه	دانه متوسط	ماسه‌سنگ
$\frac{1}{256}-\frac{1}{16}$ $< \frac{1}{256}$	سیلت سیلت + رس رس	دانه ریز	سیلت سنگ گل‌سنگ شیل



شکل ۵-۷- کانی‌های ورقه‌ای در ابتدای ته‌نشین شدن، نظم معینی ندارند، اما پس از مدتی این نظم حاصل می‌آید.

شیل‌ها، فراوان‌ترین سنگ‌های رسوبی‌اند و دانه‌های تشکیل‌دهنده آنها فقط در آب‌های بسیار ساکن و بدون تلاطم رسوب می‌کنند. کانی‌های تشکیل‌دهنده شیل‌ها از نوع رسی و میکا هستند که حالتی ورقه‌ای دارند و در اعماق زیاد، تحت تأثیر فشارهای فوقانی، به صورت موازی درمی‌آیند (شکل ۵-۷). از مشخصات سنگ‌های رسی آن است که وقتی به زبان زده شوند، خاصیت چسبندگی از خود نشان می‌دهند.

رنگ شیل‌ها کاملاً متفاوت است و به نوع کانی‌های موجود در سنگ بستگی دارد. شیل‌های قرمز، اکسید آهن دارند. شیل‌های سبز محتوی اکسیدهای آهنی هستند که در محیط دارای اکسیژن اندک رسوب کرده‌اند. شیل‌های سیاه نیز در آب‌های دارای اکسیژن اندک رسوب کرده‌اند. در این گونه محیط‌ها، ترکیبات کربن‌دار به خوبی



تجزیه نشده‌اند. رنگ سیاه به علت وجود کربن است.

رس‌ها موارد مصرف گوناگون دارند. رس لازم برای کارهای سفالگری و سرامیک را از همین سنگ‌ها می‌گیرند. از اختلاط رس با کربنات کلسیم، سیمان پرتلند حاصل می‌آید. در شیل‌های نفتی هم مقداری نفت ذخیره است که شاید انسان ناچار شود روزی برای تأمین انرژی به آنها روی بیاورد. از انواع دیگر سنگ‌های رسوبی تخریبی دانه‌ریز، سیلت سنگ و گِل‌سنگ را می‌توان نام برد که اولی از ذرات سیلت که درشت‌تر از ذرات رس است، تشکیل شده است و دومی از ذرات تقریباً مساوی سیلت و رسی تشکیل شده، مثل شیل لمس صاف دارد، تورق‌پذیر نیست و به‌صورت توده‌ای یافت می‌شود. ماسه‌سنگ‌ها، که در حدود ۳۲ درصد از سنگ‌های رسوبی را تشکیل می‌دهند، دانه‌هایی دارند که توسط سیمانی از جنس سیلیس یا کربنات به هم متصل شده‌اند.

دو نوع ماسه سنگ هم وجود دارد که از لحاظ ترکیب و ظاهر، با هم متفاوتند. ماسه سنگی که بیشتر از ۹۰ درصد آن کوارتز باشد، سیمان اندکی دارد و کوارتز آرنیت نامیده می‌شود. این ماسه‌سنگ‌ها رنگی روشن دارند. دانه‌های آنها گرد شده و جور شده است، یعنی معلوم است که مسافت زیادی را طی کرده‌اند. آرکوزها، بیشتر از ۲۵ درصد فلدسپات دارند. این سنگ‌ها، از تخریب گرانیت‌های محتوی فلدسپات زیاد حاصل می‌آیند. جورشدگی دانه‌ها خوب نیست و در ضمن، دانه‌ها زاویه دارند (یعنی، جابه‌جایی زیادی نداشته‌اند).

❓ آرکوزها مخصوص مناطق خشک‌اند. آیا علت آن‌را می‌توانید حدس بزنید؟

ماسه سنگ‌ها، در کارهای ساختمانی، جاده‌سازی و پل‌سازی کاربرد زیادی دارند. بیشتر نفت خام جهان، گاز طبیعی و منابع آب زیرزمینی در میان ماسه سنگ‌ها ذخیره است، زیرا این سنگ‌ها، پرحفره‌اند. کنگلومرا، از سیمان‌شدگی ذرات درشت رسوبی (بزرگ‌تر از ۲ میلیمتر) با گردشدگی خوب و ماده زمینه‌ای از سیلیس و رس تشکیل شده است (شکل ۶-۷-الف). قلوه‌سنگ‌ها و ریگ‌های موجود در کنگلومرا ممکن است از جنس هر کانی یا سنگی باشند، ولی اغلب، از مواد مقاوم مثل کوارتز هستند. از آنجا که قطعات کنگلومرا گردشدگی دارند، زمین‌شناسان معتقدند که عواملی مثل جریان‌های سریع آب‌های جاری و امواج، آنها را تا مسافتی که برای گرد شدن کافی بوده، حمل کرده‌اند.

برش، از سیمان‌شدگی ذرات درشت و زاویه‌دار، با زمینه‌ای از ذرات ریزتر تشکیل شده است (شکل ۶-۷-ب). ذرات برش جورشدگی ضعیف دارند. و از آنجا که ذرات درشت و زاویه‌دارند، فاصله حمل آنها کم بوده است. برش‌ها اغلب از تجمع رسوبات در اثر زمین لغزه، یا خردشدن سنگ‌ها در امتداد سطح گسل‌ها و سیمان‌شدگی بعدی آنها ایجاد شده‌اند.



ج - کوکینا



الف - کنگلومرا

ج : بعضی از بی مهره‌های دریازی، کربنات کلسیم یا سیلیس را از آب دریا جذب می‌کنند. صدف‌ها و قسمت‌های سخت این جانداران، بعد از مرگ در بستر دریا ته‌نشین می‌شوند و یا ممکن است به صورت قطعاتی تجمع یابند. بافت سنگ‌های حاصل از این رسوبات، شبیه بافت آواری است، با این تفاوت که این سنگ‌ها از تجمع قطعات سخت موجودات زنده حاصل آمده‌اند.



ب - پرش

شکل ۶-۷ - نمونه‌هایی از سنگ‌های رسوبی آواری

**سنگ‌های رسوبی شیمیایی :** این سنگ‌ها، بر خلاف سنگ‌های رسوبی آواری که از تجمع قطعات و ذرات سنگ‌های قدیمی‌تر حاصل آمده‌اند، مجموعه‌ای از بلورهای متصل به هم هستند که قبلاً به صورت محلول در آب بوده‌اند. این سنگ‌ها، دو دسته‌اند : بعضی، مستقیماً از محلول‌ها جدا شده و رسوب کرده‌اند (غیرآلی) و بعضی دیگر حاصل فعالیت‌های زیستی گیاهان و جانوران هستند (آلی).

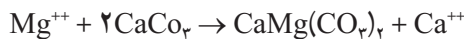
**سنگ‌های رسوبی شیمیایی غیر آلی :** این گونه سنگ‌ها زمانی تشکیل می‌شوند که مواد حل شده در آب، به علت تبخیر یا انجام واکنش‌های شیمیایی رسوب کنند.

سنگ آهک، که ترکیب اصلی آن کربنات کلسیم است، حدود ۲۲ درصد سنگ‌های رسوبی را شامل می‌شود. بعضی سنگ‌های آهکی در شرایط خاص بر اثر واکنش‌های شیمیایی حاصل می‌شوند. مواد حل شدنی معمولاً با بالا رفتن دما زودتر حل می‌شوند، اما قابلیت انحلال کربنات کلسیم، به مقدار دی‌اکسید کربن موجود در آب بستگی دارد. از آنجا که دی‌اکسید کربن موجود در آب گرم کمتر از مقدار این گاز در آب سرد است، آهک در آب گرم زودتر به حد اشباع می‌رسد و زودتر هم رسوب می‌کند.

البته به‌جز دما، عوامل دیگری هم در مقدار رسوب کربنات کلسیم در آب دخالت دارند. از آن جمله می‌توان به آشفته‌گی آب، وجود گیاهان فتوسنتزکننده، عمق و فشار آب اشاره کرد؛ مثلاً آبی که آرام نباشد،  $CO_2$  بیشتری از دست می‌دهد و کربنات کلسیم موجود در آن رسوب می‌کند. کاهش فشار آب هم،  $CO_2$  بیشتر را به هوا می‌فرستد. پس، رسوب کربنات کلسیم در آب‌های کم‌عمق بیشتر از آب‌های عمیق است.

سنگ آهک شیمیایی، در شرایط ویژه‌ای، در خشکی هم تشکیل می‌شود؛ مثلاً در دهانه چشمه‌های آهکی، وقتی آب زیرزمینی به سطح زمین می‌رسد، با محیط کم‌فشار و گرم‌تری روبه‌رو می‌شود و به علت جاری شدن، آشفته‌گی آن افزایش می‌یابد. همه این عوامل، در متصاعد شدن  $CO_2$  و رسوب کربنات کلسیم مؤثرند. سنگ آهک پر حفره و شیرین‌رنگ تراورتن و ستون‌های آهکی درون غارها به همین شکل به‌وجود می‌آیند. تراورتن به‌عنوان سنگ‌نما، کف‌پوش و پله کاربرد زیادی دارد.

دولومیت، در اثر عبور محلول‌های غنی از منیزیم از سنگ‌های آهکی، منیزیم جانشین قسمتی از کلسیم شده و دولومیت تشکیل می‌شود. این فرایند جانشینی، باعث تبلور دوباره سنگ‌های آهکی می‌شود:



کلسیم محلول + دولومیت → کلسیت + منیزیم محلول

چرت (Chert)، به سنگ‌هایی گفته می‌شود که در آنها سیلیس ( $SiO_2$ ) زیاد به‌صورت بلورهای میکروسکوپی وجود دارد. چرت با منشأ شیمیایی آن محصول رسوب کردن سیلیس در آب‌هایی است که از این ماده اشباعند. چرت سنگی بسیار سخت است و هنگام شکسته شدن لبه‌های تیزی پیدا می‌کند. به همین دلیل، آدیمان نخستین از آن ابزارهای گوناگونی می‌ساخته‌اند.

سنگ‌های تبخیری، آب می‌تواند مقدار زیادی نمک را در خود حل کند. هر جا که آب کم‌عمق

و گرم باشد، یا در محیط‌هایی مانند بعضی کولاب‌ها و دریاچه‌ها که مقدار تبخیر بیشتر از مقدار آب‌های ورودی است، وقتی نمک طعام یا گچ به حد اشباع می‌رسد، ته‌نشین می‌شود و سنگ‌های تبخیری را به وجود می‌آورد. سنگ‌های تبخیری نشانه وجود آب‌وهوای گرم و خشک هستند. در بیشتر نقاط کشور ما منابع عظیم گچ و نمک در بین سنگ‌های رسوبی قدیمی یافت می‌شود. این سنگ‌ها امروزه نیز در نقاط مختلف کویر مرکزی و کولاب‌ها و دریاچه‌های داخلی تشکیل می‌شوند.

**سنگ نمک**، اغلب بی‌رنگ است، اما به علت وجود اکسید آهن گاهی به رنگ قرمز روشن نیز دیده می‌شود. مزه شور این سنگ بهترین وسیله تشخیص آن است.

**سنگ گچ آبدار** (ژیپس)، اغلب سفیدرنگ است و گاهی به علت وجود مقدار کمی اکسید آهن به رنگ قرمز روشن دیده می‌شود. سختی آن کم و با ناخن خط برمی‌دارد. سنگ گچ بی‌آب را «انیدریت» می‌گویند که سنگی متراکم و به رنگ سفید مایل به خاکستری است.

**سنگ‌های رسوبی شیمیایی آلی**: چنین سنگ‌هایی، قاعدتاً محصول فعالیت جاندارانند. مهم‌ترین سنگ‌های این گروه عبارت‌اند از: سنگ‌آهک آلی و چرت که از بقایای اسکلت جانوران و گیاهان دریازی حاصل می‌آیند و زغال‌سنگ، که محصول گیاهان خشکی‌زی است.

بیشتر سنگ‌آهک‌های آلی در آب‌های کم‌عمق و گرم استوایی تشکیل می‌شوند؛ زیرا به دلیل وجود شرایط مساعد و غذای کافی، جانداران زیادی در این آب‌ها زندگی می‌کنند که از تجمع اسکلت و پوسته‌های آهکی آنها (بیشتر از همه جلبک‌های آهکی) پس از مرگ، سنگ‌آهک حاصل می‌آید. البته، در آب‌های سرد و عمیق هم از تجمع پوسته‌های آهکی روزن‌داران که زندگی پلانکتونی دارند، **گل سفید** که نوعی سنگ‌آهک است، تشکیل می‌شود.

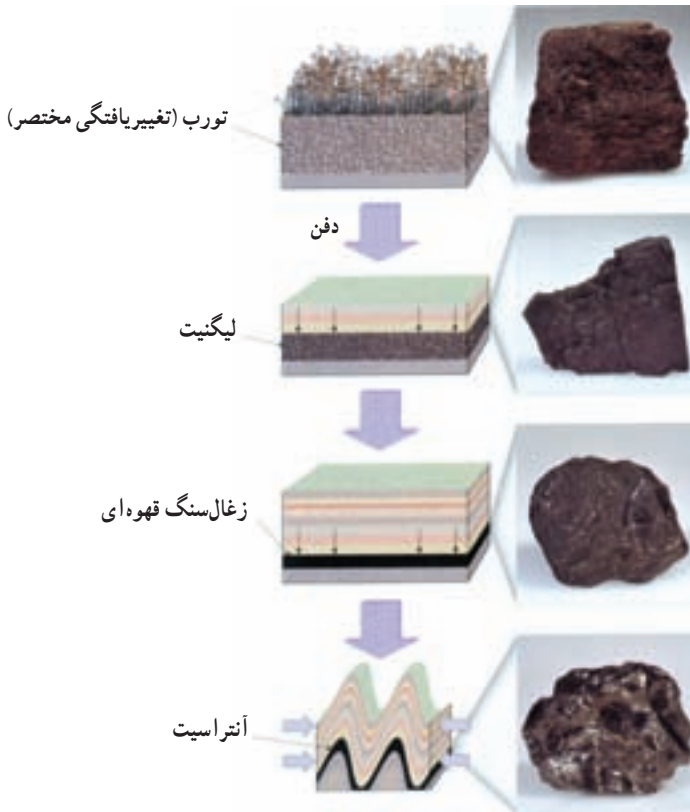
**چرت آلی**، که بیشتر آن را سیلیس بازمانده از جانداران دریازی چون شعاعیان و دیاتوم‌ها و رادیولرها تشکیل می‌دهد.

چرا بیشتر نرم‌تنانی که پوسته آهکی دارند در آب‌های گرم و بیشتر موجوداتی که پوسته سیلیسی دارند در آب‌های سرد زندگی می‌کنند؟

**زغال‌سنگ**، نوعی سنگ‌رسوبی است که بقایای گیاهی فراوان دارد. مواد گیاهی معمولاً در روی زمین به سرعت تجزیه می‌شوند، اما در محیطی که اکسیژن اندک باشد، ممکن است آن مواد تا زمان مدفون شدن و تبدیل به زغال‌سنگ باقی بمانند. آب ساکن و گرم مناطق مردابی، برای ایجاد زغال‌سنگ بسیار مناسب است، زیرا به دلیل جریان نداشتن هوا، اکسیژن چندانی وارد آب نمی‌شود تا به مواد آلی تجمع یافته در بستر برسد. به این ترتیب، این مواد به صورت تجزیه نشده باقی می‌ماند.

در طول میلیون‌ها سال، با افزایش فشار و وزن رسوبات فوقانی، آب،  $CO_2$  و گازهای دیگر از بازمانده‌های گیاهی خارج می‌شوند و در نتیجه، به نسبت درصد کربن آنها افزوده می‌شود. در مراحل اولیه این فرایند، ساختار گیاه حفظ می‌شود و ماده‌ای قهوه‌ای رنگ و نرم به نام تورب ایجاد می‌شود. با افزایش تدریجی فشار و گرما، موادی فشرده‌تر و سخت‌تر حاصل می‌آیند. این مواد به ترتیب درجه خلوص لیگنیت، زغال‌سنگ قهوه‌ای و آنتراسیت هستند (شکل ۷-۷).

رگه‌های زغالی را معمولاً در میان لایه‌های رسوبی دیگر می‌توان یافت؛ زیرا مناطق مردابی و مناسب برای تشکیل زغال‌سنگ که عموماً در کنار دریاها یا قدیمی قرار داشته‌اند، گاهگاه، با بالا آمدن سطح آب دریا، به زیر آب می‌رفته‌اند و رسوبات دریا روی آنها را می‌پوشانده است.



شکل ۷-۷ - تشکیل زغال‌سنگ از رسوبات مردابی. مراحل تشکیل این لایه‌ها را شرح دهید.