

نیمرخ خاک: خاک به صورت لایه‌هایی افقی تشکیل می‌شود که به آن «افق‌های خاک» می‌گویند. هر یک از افق‌های خاک را با یکی از حروف لاتین نشان می‌دهند (شکل ۶-۹). بالاترین لایه، افق A است. این لایه حاوی هوموس و مقدار کمی رس و ماسه است. ریشه‌های بسیاری از گیاهان محدود به همین افق‌اند. در زیر آن افق B قرار دارد که حاوی رس، ماسه و مقدار کمی هوموس است. افق B همچنین حاوی عناصر محلولی است که به وسیله آب از افق فوقانی شسته شده‌اند. در زیر افق B، لایه ضخیم‌تری متشکل از سنگ‌هایی که بخشی از آن هوازده‌اند، قرار دارد. اغلب ریشه‌های گیاهی به این لایه نمی‌رسد. نفوذ آب و هوا نیز به این افق محدود می‌شود. در زیر افق C سنگ بستر قرار گرفته است.

گرچه افق‌های پیش‌گفته را در بسیاری از خاک‌ها می‌توان مشاهده کرد، ولی خاک‌های نواحی مختلف با هم تفاوت دارند. در مناطق سرد، خاک کمی تشکیل می‌شود، زیرا سطح یخ‌زده زمین مانع از هوازدگی بیشتر است. به علاوه، در این نواحی به علت نبودن پوشش گیاهی محافظ، سطح تازه سنگ‌ها در بیشتر نقاط دیده می‌شود.

در مناطق مرطوب حاره‌ای به علت بالا بودن دما و باران فراوان، خاک‌های ضخیمی تشکیل می‌شود. ولی در این مناطق بسیاری از کانی‌ها از لایه لای خاک شسته می‌شوند و از این رو، این خاک‌ها برای رشد فراوان محصولات کشاورزی به قدر کافی غنی نیستند.

خاک‌های نواحی بیابانی به علت هوازدگی شیمیایی کم و فرسایش آبی و بادی زیاد، معمولاً نازک و به صورت تکه‌تکه‌اند. این خاک‌ها غالباً دارای کانی‌های محلول ولی فاقد مواد آلی‌اند، یا مواد آلی کمی دارند. افق‌های خاک معمولاً وجود ندارد یا به خوبی توسعه پیدا نکرده است.

در مناطق معتدل، معمولاً میزان بارش کمتر از نواحی پرباران استوایی است با وجود این، مناطق معتدل غالباً آن قدر باران دریافت می‌کنند که خاک‌های ضخیمی پدید آورند. رشد فراوان گیاهان در این نواحی، خاک‌های غنی، سیاه‌رنگ و با هوموس فراوان تولید می‌کند. به همین جهت خاک‌های نواحی معتدل از حاصلخیزترین خاک‌ها هستند و بیشتر غذای مردم جهان از همین نواحی تأمین می‌شود.

۲ — فرسایش

فرسایش عبارت است از فرایندهایی که در طی آن مواد هوازده و متلاشی شده سنگ‌های سطح زمین جابه‌جا می‌شوند. هوازدگی مقدمه فرسایش است و در طی فرسایش، هوازدگی نیز همچنان ادامه دارد (شکل ۷-۹).



شکل ۷-۹- فرسایش لایه‌های رسوبی

عواملی چون نیروی جاذبه، آب‌های جاری، آب‌های زیرزمینی، یخچال‌ها، دریا و باد در فرسایش سنگ‌ها دخالت دارند.

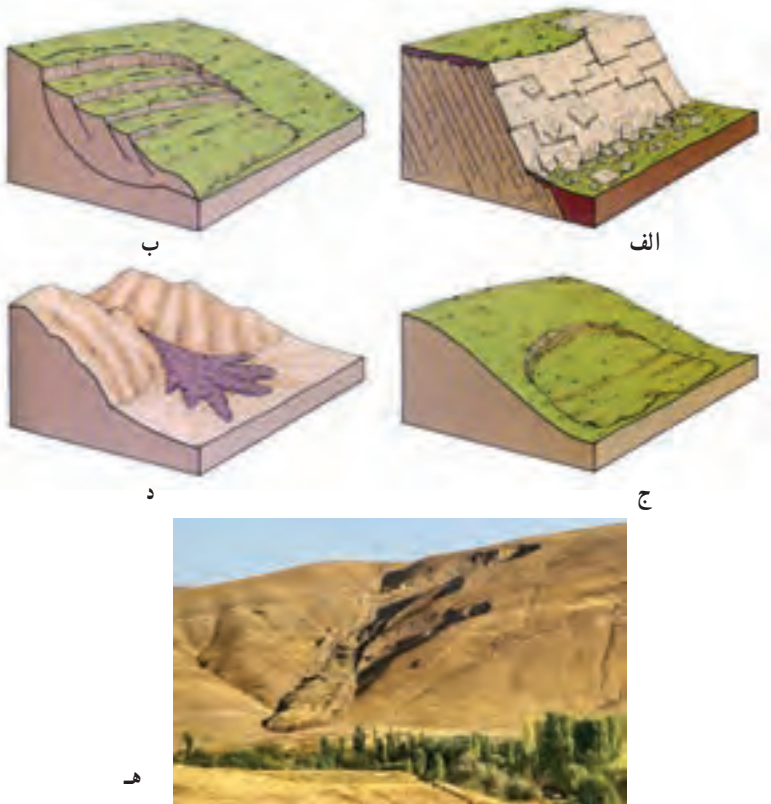
نیروی جاذبه: توده‌های سنگ و خاک در سراسیبهی ممکن است بدون دخالت یک عامل حمل و نقل مثل آب، باد یا یخ به حرکت درآیند. با این حال آب نقش مهمی در حرکت مواد در سراسیبهی‌ها دارد. اشباع ذرات خاک‌ها یا رسوبات با آب، اصطکاک بین آنها را کاهش می‌دهد و حرکت را آسان‌تر می‌کند. به همین جهت است که پس از بارندگی‌های شدید و طولانی، احتمال حرکت توده‌های خاک و سنگ در سراسیبهی‌ها بیشتر است. به هر حال فرایندهای هوازدگی، حرکت توده‌های سنگ و خاک در دامنه‌ها فرایندهای وابسته به هم‌اند و اثر متقابل برهم دارند. نتیجه نهایی عمل آنها متلاشی شدن تدریجی سنگ بستر و پراکندگی مواد حاصل است.

دژه‌ای که بر اثر هوازدگی از سنگ بستر جدا می‌شود، دارای انرژی پتانسیلی است که آن را در جهت شیب زمین به حرکت درمی‌آورد. این آغاز مسافرت ذره است که می‌تواند خیلی تند یا خیلی کند باشد. این ذره دیر یا زود در اختیار یک رود یا عامل حمل‌کننده دیگری قرار می‌گیرد که آن را به فواصل دورتری می‌برد.

در تقسیم‌بندی حرکت مواد در دامنه‌ها، عوامل مختلفی مثل جنس، نوع مواد و سرعت حرکت را در نظر می‌گیرند. این حرکات را به‌طور کلی می‌توان به سه نوع «ریزش»، «لغزش» و «جریان» تقسیم کرد. «ریزش» عبارت از حرکت و سقوط ذرات سنگ و خاک از پرتگاه‌ها و سراسیب‌های خیلی تند است (شکل ۸-۹- الف).

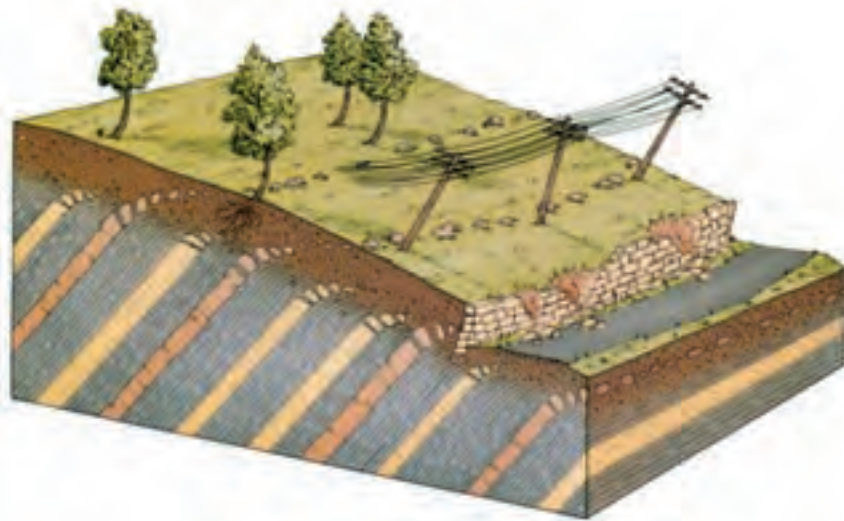
حرکت توده‌های سنگ یا رسوب در امتداد سطوح لغزشی را «لغزش» می‌خوانند. «زمین لغزه» نیز اصطلاحی کلی است که معمولاً شامل حرکات لغزشی و ریزشی توده‌های نسبتاً خشک سنگ و خاک می‌شود. سطوح لغزشی معمولاً سطح لایه‌بندی یا سطح شکستگی‌هاست (شکل ۸-۹-ب و ه). معمولاً وجود یک لایه رسی در زیر قطعات و توده‌های سنگ، لغزش آنها را آسان‌تر می‌کند، زیرا لایه رسی بر اثر نفوذ آب حالت صابونی و لغزنده پیدا می‌کند. پایداری سنگ‌ها در بریدگی‌های طبیعی و مصنوعی به جهت شیب لایه‌ها بستگی دارد.

در نوع سوم حرکات دامنه‌ای، مواد به صورت خمیری (پلاستیک) یا نیمه مایع به سمت پایین جریان می‌یابند (شکل ۸-۹-ج). جریان‌ها گاهی بسیار تندند، مانند «جریان‌های گل» که در مناطق کوهستانی نواحی خشک و نیمه‌خشک صحرایی، پس از رگبارهای کوتاه مدت، عمومیت دارند (شکل ۸-۹-د). باران‌های تند، پوشش خاک و مواد هوازده را به سرعت به توده‌هایی از گل تبدیل می‌کند که همراه با قطعات سنگ، رو به پایین به حرکت درمی‌آیند و قدرت فرسایشی زیادی دارند.



شکل ۸-۹- انواع حرکات دامنه‌ای

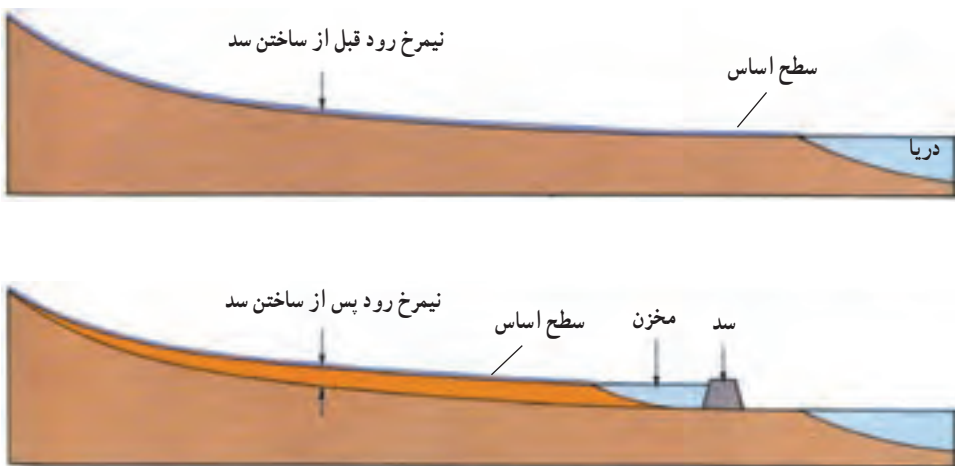
اهمیت مطالعه حرکات دامنه‌ای در کارهای مهندسی : حرکت توده‌های سنگ و خاک گاهی ممکن است به ساختمان‌ها و دیگر سازه‌هایی که در دامنه سرایشی‌ها و پرتگاه‌ها قرار گرفته‌اند صدمه بزند یا آنها را تخریب کند، جاده‌ها و خطوط آهن را مسدود سازد و در مسیر رودها، سدها و دریاچه‌هایی به وجود آورد. به این جهت مطالعه حرکت سنگ‌ها در بسیاری از کارهای مهندسی مربوط به ایجاد جاده‌ها، پل‌ها، سدها و ساختمان‌ها اهمیت اساسی دارد. این گونه سازه‌ها باید در نقاطی بنا شوند که زمین به قدر کافی پایدار باشد، یا تدابیر لازم از پیش اندیشیده شود. بی توجهی به مسئله ریزش و لغزش سنگ‌ها و محاسبه دقیق شیب بریدگی‌ها گاهی می‌تواند خسارات فراوانی به بار آورد. امروزه به روش‌های مختلف، مثل ایجاد دیواره‌های حایل، استفاده از تورهای سیمی، محاسبه دقیق شیب بریدگی‌ها، ایجاد زهکشی برای تخلیه آب اضافی، ایجاد بهمن‌گیرها و بسیاری اقدامات دیگر، کوشش می‌شود که شیب‌ها تثبیت شود و آثار نامطلوب ریزش‌ها و لغزش‌ها از بین برود.



شکل ۹-۹ - خزش ملایم مواد

آب‌های جاری : حتماً تاکنون رودهای کوچک یا بزرگی را دیده‌اید. بعضی از رودها، آب تقریباً زلالی دارند. ولی برخی دیگر گل‌آلودند. رودها، چه کوچک و چه بزرگ، همواره سطح زمین را در جایی می‌فرسایند و مواد حاصل را در جای دیگر ته‌نشین می‌کنند. فرسایش سطح زمین از لحظه فرود

قطرات باران شروع می‌شود. هر قطره باران، در لحظه برخورد به زمین، دارای مقداری انرژی جنبشی است که می‌تواند ذرات خاک را سست و پراکنده کند. آن‌گاه این ذرات توسط آب‌های سطحی شسته می‌شوند. این‌گونه فرسایش، که «فرسایش ورقه‌ای» خوانده می‌شود، نقش مهمی در فرسایش و شستشوی خاک در سطح حوضه آبریز دارد. اگر سطح زمین به وسیله رستنی‌ها محافظت نشده باشد فرسایش بیشتری پیدا می‌کند. وقتی زمین به قدر کافی فرسایش پیدا کند، مجاری و آبراهه‌های کوچکی ایجاد می‌شود. با ادامه فرسایش، این مجاری وسیع‌تر و عمیق‌تر شده و بسترهای بزرگ‌تری به وجود می‌آید. رودها طی فرایندی که «فرسایش قهقرايي» خوانده می‌شود، طول خود را روبه عقب نیز می‌افزایند. به عبارت دیگر رودها با فرسایش هرچه بیشتر سنگ‌ها در مبدأ یا سرچشمه خود، دائماً زمین را به طرف بالای رود حفر می‌کنند. انتهای دیگر رود، که مصب یا دهانه رودخانه خوانده می‌شود، جایی است که رود وارد توده‌ای از آب مثل دریا یا دریاچه می‌شود و موادی را که با خود حمل می‌کند ته‌نشین می‌سازد. هیچ رودی نمی‌تواند پایین‌تر از ارتفاع دهانه خود، سطح زمین را فرسایش دهد. سطحی که در آن رودخانه انرژی خود را از دست می‌دهد و نمی‌تواند بیش از آن بستر خود را روبه پایین حفر کند، سطح مبنای سطح اساس خوانده می‌شود. سطح مبنای نهایی رودها معمولاً سطح دریاست. یک دریاچه یا لایه‌ای از یک سنگ مقاوم ممکن است به عنوان یک سطح مبنای موقتی یا محلی عمل کند (شکل ۹-۱۱).



شکل ۹-۱۰ - بالا رفتن سطح اساس با ساخته شدن سد

وقتی یک رودخانه با لایه‌ای از یک سنگ مقاوم روبرو شود، معمولاً تشکیل آبشار یا تندآب می‌دهد. سنگ مقاوم به عنوان یک سطح مبنای موقتی عمل می‌کند. با فرسایش آهسته سنگ مقاوم، آبشار یا تندآب به طرف بالای رود عقب‌نشینی می‌کند.

تشکیل دره: توسعه دره رودخانه‌ها را می‌توان به سه مرحله جوانی، بلوغ و پیری تقسیم کرد، دره رودهای جوان، ۷ شکل با دیواره‌های پرشیب است. زیرا بیشتر انرژی فرسایشی آنها صرف عمیق‌تر کردن بسترشان می‌شود (شکل ۱۱-۹). وقتی رود جوانی به سطح مبنای خود نزدیک می‌شود، شروع به «فرسایش جانبی» سواحل خود می‌کند و دره‌ای پهن‌تر به وجود می‌آورد. هوازدگی و ریزش و لغزش دیواره‌های دره و فرسایش توسط انشعابات رود به پهن‌تر شدن بیشتر دره کمک می‌کند و در نتیجه رودی بالغ تشکیل می‌شود.

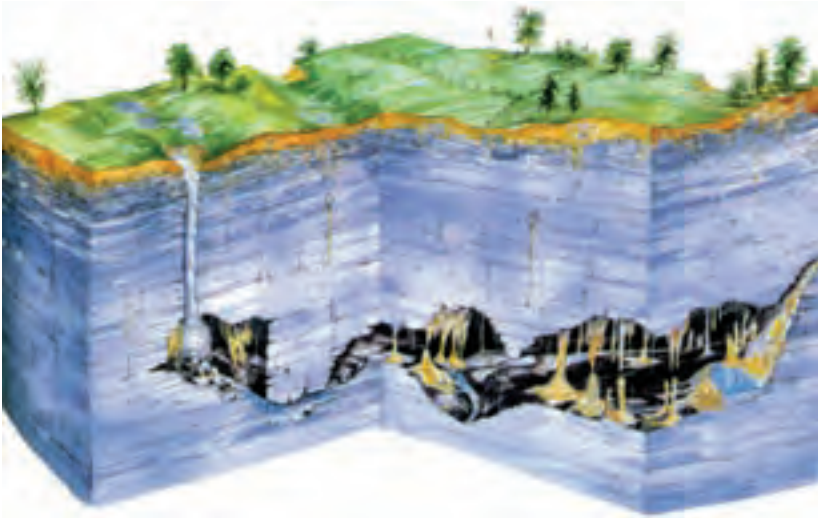


شکل ۱۱-۹ - یک دره ۷ شکل. این دره‌ها در چه نوع زمین‌هایی تشکیل می‌شود؟

آب‌های زیرزمینی: آب‌های فرورو ضمن عبور از لایه‌های خاک و سنگ، مقدار زیادی از مواد را در خود حل می‌کنند، به خصوص که حرکت آب نیز به کندی صورت می‌گیرد. مقدار و نوع مواد معدنی محلول در آب بستگی به جنس و ضخامت لایه‌های خاک و سنگ و دمای آبی دارد که از

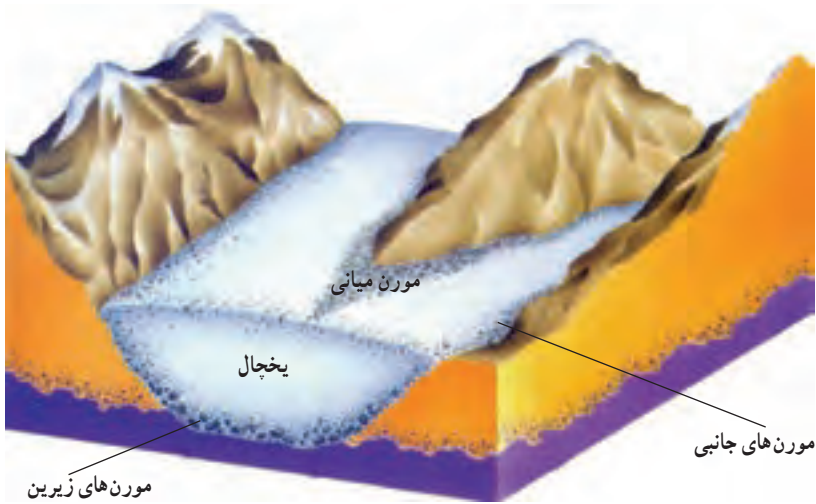
میان آنها می‌گذرد.

آب‌های فرورو با عمل انحلال خود سبب تخریب بعضی از قسمت‌های درونی زمین می‌شوند. به ویژه اگر جنس زمین از لایه‌های آهکی و محلول در آب باشد عمل تخریب آسان‌تر صورت می‌گیرد. لایه‌هایی که جنس آنها از آهک باشد غالباً شکافدارند. وقتی که آب‌های دارای دی‌اکسید کربن که حالت اسیدی دارند به درون این شکاف‌ها راه یابند، کم‌کم آهک را در خود حل می‌کنند. ادامه این عمل طی هزاران سال منجر به پیدایش حفره بزرگی به نام غار می‌شود که ممکن است طول و عرض آن به کیلومترها برسد (شکل ۱۲-۹). گرچه اغلب غارها کوچک‌اند، ولی برخی نیز اندازه‌های استثنایی پیدا می‌کنند و متشکل از شبکه پیچیده‌ای از مجاری، محفظه‌ها، گذرگاه‌ها و تالارهای زیرزمینی‌اند. در برخی از غارها مثل غار علی‌صدر (حوالی همدان) سطح ایستایی بالاتر از کف غار قرار گرفته و ایجاد دریاچه‌ای زیرزمینی کرده است.



شکل ۱۲-۹- تشکیل غار در داخل سنگ‌های آهکی صورت می‌گیرد.

یخچال‌ها: یخچال‌ها با نیروی زیادی سنگ‌های بستر خود را فرسایش می‌دهند و این کار به وسیله مورن‌ها صورت می‌گیرد. تمام موادی که به وسیله یخچال حمل می‌شوند به نام مورن موسومند مورن‌ها ممکن است در زیر، کنار و یا در میان یخچال باشند، در جلوی یخچال هم موادی به وسیله یخ آورده می‌شوند که در نتیجه ذوب یخ، آن مواد روی هم انباشته می‌شوند و مورن‌های جبهه‌ای را به وجود می‌آورند (شکل ۱۳-۹).

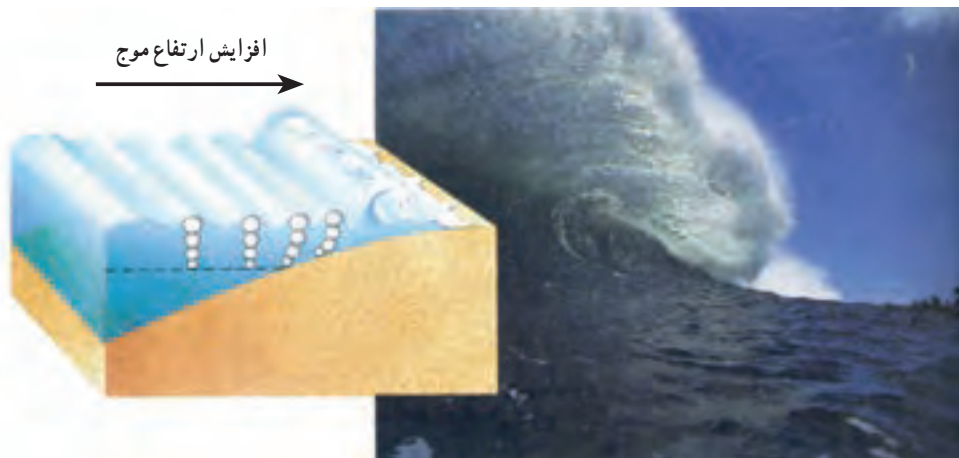


شکل ۱۳-۹- برخورد دو یخچال دره ای و تشکیل مورن های میانی

مورن ها در زیر و اطراف یخچال به طور ثابت در یخ قرار دارند و همچنان که با یخ به جلو می روند، بستر یخچال را می ساینند. ذرات شن، مانند سمباده عمل می کنند و سبب صاف و صیقلی شدن بستر یخچال می شوند. مورن های درشت تر در سنگ های بستر، خطوط موازی ایجاد می کنند، این خطوط امتداد حرکت یخچال را نشان می دهند. بدیهی است که مورن ها خود نیز مخطط می شوند. یخچال های قطبی چون نواحی کوهستانی را یکسره می پوشانند از ارتفاع قله می کاهند و آنها را صاف و ساییده می کنند، در حالی که یخچال های دره ای ارتفاعات را می برند و آنها را تیزتر می کنند.

دریاها: وقتی که موج به سوی ساحل پیش می آید، به نقطه ای می رسد که عمق آب بسیار کم است. در اینجا ته موج با زمین برخورد می کند و از سرعت قسمت پایین آن کاسته می شود، اما قسمت سطحی آن با سرعت قبلی به حرکت خود ادامه می دهد. نتیجه آن می شود که موج می شکند (شکل ۱۴-۹) وقتی که موج شکسته شد، نیروی زیادی در لبه آن جمع می شود که به کمک این نیرو می تواند موادی را در ساحل جابه جا کند و اگر به ساحل سنگی برخورد، باعث ریزش و تخریب آن می شود.

امواج را باید از نیرومندترین عوامل فرسایش دانست. مخصوصاً در سواحل سنگی که عمق آب در کناره ها نیز زیاد است، تمام نیروی موج در اولین نقطه برخورد جمع می شود. فشار موجی که از طوفان پدید می آید ممکن است متجاوز از هزار کیلوگرم نیرو بر متر مربع باشد. امواج دریا باعث



شکل ۱۴-۹- وقتی طول موج کاهش یابد، ارتفاع آن زیاد خواهد شد.

پراکنده شدن شن، سنگ ریزه و گل های رسی روی ساحل می شوند و سنگ های بزرگ را به قطعات کوچک تر تقسیم می کنند. این قطعات نیز ضمن حرکات متوالی کم کم بدون زاویه می شوند، این مواد به عمل تخریبی امواج کمک می کنند، زیرا آب آنها را به سنگ های دیگر می کوبد. با این عمل، خود آنها نیز خردتر و به ماسه مبدل می شوند. در سواحل سنگی نیز نفوذ آب در شکاف سنگ ها که توسط موج صورت می گیرد، سبب فروریختن سنگ ها می شود (شکل ۱۵-۹). همچنین، اگر در سنگ های ساحلی املاح محلول وجود داشته باشند، آن املاح در آب دریا حل می شوند و تخریب سواحل سرعت بیشتری پیدا می کند.

آب دریا می تواند مواد حاصل از تخریب ساحل، هوازدگی و مواد حل شده توسط رودها را جابه جا کند. همه این مواد از قطعات بزرگ گرفته تا ذرات کوچک رس به وسیله امواج و جریان های دریایی حمل می شوند تا آنجا که دور از تأثیر این عوامل قرار گیرند و رسوب کنند. از آنجا که در کنار ساحل قدرت امواج زیاد است، قطعات ریز و درشت حمل می شوند، اما هر چه از ساحل دورتر می شویم، از قدرت امواج به تدریج کاسته می شود و بالطبع قطعات بزرگ تر در نزدیکی ساحل می مانند و آنها که کوچک ترند جلوتر برده می شوند (شکل ۱۶-۹). دانه های شن در قسمت های کم عمق رسوب می کنند و ذرات رس به نواحی عمیق تر آب کشانده می شوند.

باد: باد یکی از عوامل تغییر سیمای زمین به ویژه در نواحی خشک و بیابانی است. در بیابان ها بارندگی کم و رستنی ها پراکنده و محدودند. به همین جهت سطح زمین بیشتر در معرض فرسایش باد



شکل ۱۵-۹- اثر امواج بر سواحل



شکل ۱۶-۹- فرسایش سواحل جنوبی کشور

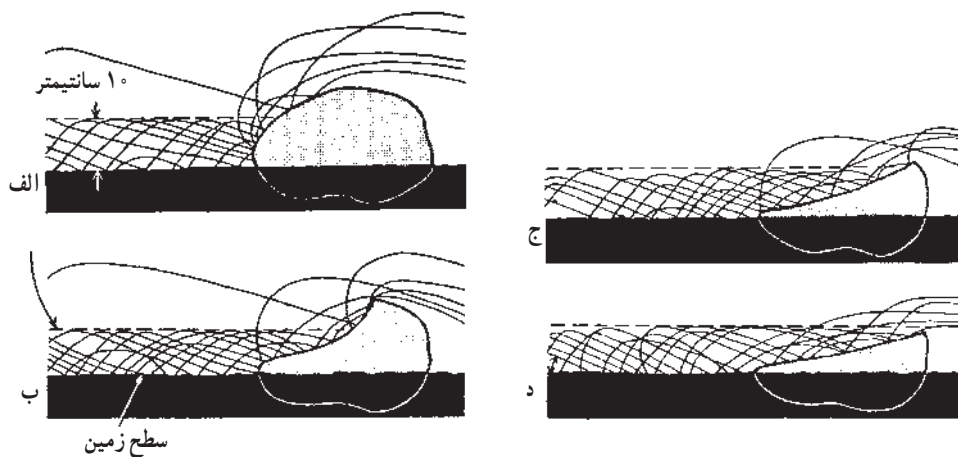
قرار می‌گیرد و آثار فرسایشی و رسوبی باد بهتر از هر جای دیگر نمایان است. ولی بیابان‌ها تنها قلمرو فعالیت باد نیست. باد در مناطق دیگر، از جمله مناطق قطبی، سواحل دریاها، نواحی کوهستانی و حتی در مناطق معتدل و مرطوب، در کنار سایر عوامل طبیعی فعال است. گرچه باد عامل زمین‌شناسی مهمی است، ولی در مقایسه با آب یا یخ نقش کوچک‌تری در تغییرات سطح زمین دارد. بادها از نظر شیمیایی تأثیری بر سنگ‌ها ندارند و قادر به انحلال کانی‌ها نیستند و به علاوه، قدرت فرسایش و توان حمل آنها

بسیار کمتر از رودها و یخچال‌هاست.

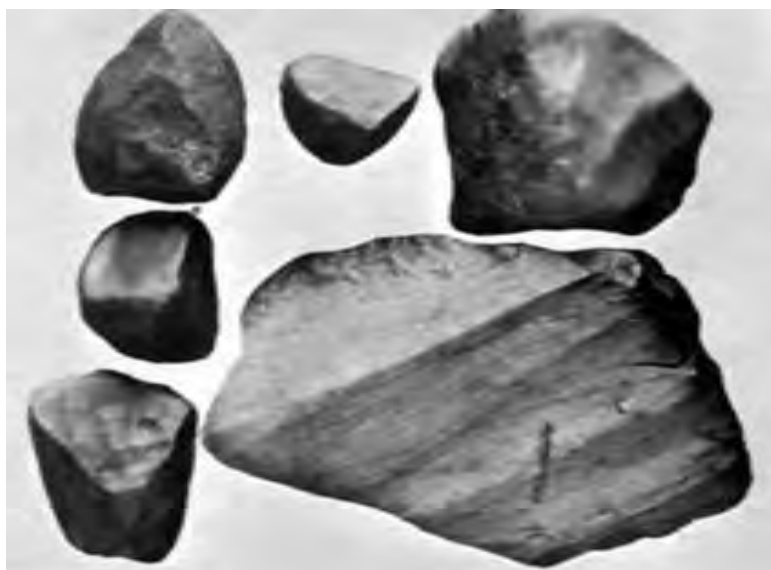
ذراتی که به وسیله بادها به حرکت درمی‌آیند شامل دو بخش بار بستری و بار معلق است. ذراتی که در سطح یا نزدیک سطح زمین و بر اثر غلتیدن یا جهش‌های متوالی به جلو رانده می‌شوند، «بار بستری» و ذرات دانه‌ریزتری که باد قادر است به صورت معلق در هوا حمل کند، «بار معلق» خوانده می‌شوند. چگالی خیلی کمتر هوا نسبت به آب و یخ، موجب می‌شود که باد در حمل رسوبات خیلی کمتر از رودها و یخچال‌ها مؤثر باشد. در نتیجه، در سرعت‌های یکسان، باد قادر به حمل ذرات دانه‌ریزتری است. ذراتی که به صورت بار بستری جابه‌جا می‌شوند اکثراً در حد ماسه‌اند. ذرات ماسه به ندرت ممکن است خیلی از زمین بلند شوند. ذرات دانه‌ریزتر (معمولاً کوچک‌تر از $2/0$ میلی‌متر) می‌توانند به صورت معلق جابه‌جا شوند، ذرات خیلی دانه‌ریز گرد و غبار ممکن است مدت‌های طولانی در هوا معلق باقی بمانند.

حمل ذرات دانه‌ریز توسط باد : مواد دانه‌ریزی که به صورت معلق توسط بادها جابه‌جا می‌شوند، غالباً به فاصله کمی از منشأ خود دوباره در سطح زمین رسوب می‌کنند. ولی گاهی بادهای قوی قادرند این ذرات را مدت‌های طولانی در هوا کره نگه‌دارند و در فواصل دوری بر جای بگذارند. پس از فوران آتشفشان کراکاتوا نزدیک جزیره جاوه در اندونزی به سال ۱۸۸۳ میلادی، خاکسترهای دانه‌ریز آتشفشانی چند سال در لایه‌های فوقانی هوا کره باقی ماندند و چندبار به دور زمین چرخیدند و در نقاط دور دستی مانند اروپای غربی به زمین نشستند.

برخورد مداوم باد با سطح خاک و سنگ موجب فرسایش آنها می‌شود. روشن است که باد، خاک‌ها و رسوبات را خیلی آسان‌تر از سنگ‌های سخت و یک پارچه می‌فرساید. در واقع باد به تنهایی اثر چندانی بر سطح سنگ‌ها ندارد. ولی ذراتی که به وسیله بادها حمل می‌شوند با برخورد مداوم به سنگ‌ها و موانعی که در سر راهشان قرار دارد، می‌توانند موجب «سایش» سطح آنها شوند. (شکل ۱۷-۹). چون عمل سایش بیشتر به وسیله ذرات ماسه انجام می‌گیرد، به آن «سایش ماسه‌ای» نیز می‌گویند. به این ترتیب در تکه سنگ‌های پراکنده در سطح زمین بر اثر برخورد مداوم ذرات ماسه در یک یا چند جهت، ممکن است سطح یا سطوح صافی ایجاد شود. برحسب شرایط، سطح سنگ‌ها ممکن است شیاردار، نقطه‌نقطه یا صیقلی شود. سنگ یا تکه‌سنگی را که تحت اثر سایش بادی قرار گرفته باشد اصطلاحاً «بادساب» می‌گویند (شکل ۱۸-۹).



شکل ۱۷-۹- ذرات ماسه سطح سنگ‌ها را می‌خراشند.



شکل ۱۸-۹- قطعات بادساب

فرسایش بادی در نواحی بیابانی گاهی موجب پیدایش شیارهای عمیقی در رسوبات نرم می‌شود، که به آنها شیارهای «بادکند» و تیغه‌های بین آنها را «یاردانگ» می‌گویند. در قسمت‌هایی از دشت لوت در شرق کرمان، باد در رسوبات نرم رسی و گچی شیارهایی به عمق ۸۰ متر حفر کرده است.

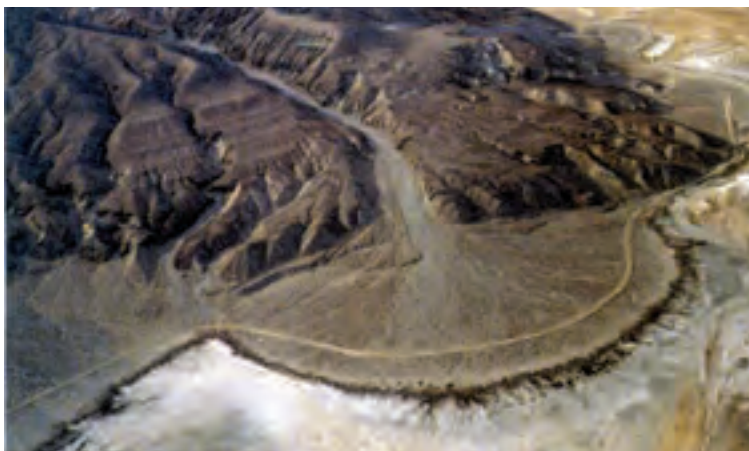
۳- رسوب‌گذاری

وقتی که باد از جریان می‌افتد یا زمانی که آب از حرکت می‌ایستد و یا یخچال ذوب می‌شود، یعنی انرژی خود را از دست می‌دهند، مواد همراه آنها ته‌نشین می‌شوند. در روی زمین، عمل حمل مواد توسط آب، باد و یخچال، تحت تأثیر نیروی گرانشی همیشه از بلندی‌ها به سوی فرورفتگی‌ها صورت می‌گیرد. به طور کلی، به موادی که توسط عوامل فرسایشی حمل شده و در محیط‌های رسوبی ته‌نشین می‌شوند، رسوب می‌گویند.

آب‌های جاری: وقتی که سرعت آب جاری کاسته شود، مقداری از مواد همراه آن رسوب می‌کنند. سرعت رود وقتی کم می‌شود که درجه شیب مسیر آن کاهش یابد، بسترش عریض شود، یا مقدار آب آن کاهش یابد رودها مخصوصاً زمانی سرعت خود را از دست می‌دهند که وارد دریا شوند و در اینجاست که تمام مواد همراهشان رسوب خواهد کرد. ولی رودها بخشی از رسوبات سنگین وزن و درشت خود را نیز در خشکی‌ها، در بستر یا کناره‌های آن، به جای می‌گذارند. این گونه رسوبات را به طور کلی «آبرفت» می‌گویند. آبرفت‌ها به ترتیب جرم و حجم ته‌نشین می‌شوند و اغلب گردشگری و جورشدگی خوبی دارند. تشکیل مخروط افکنه، دلتا، تراس آبرفتی و دشت سیلابی از اعمال رسوب‌گذاری آب‌های جاری است (شکل‌های ۱۹-۹ و ۲۰-۹).



شکل ۱۹-۹ - تراس آبرفتی و دشت سیلابی



شکل ۲۰-۹ - مخروط افکنه

آب‌های زیرزمینی: آب‌های زیرزمینی معمولاً موادی را به صورت حل شده حمل می‌کنند. این مواد محلول به صورت سیمان بین ذرات منفصل ته‌نشین می‌شوند و آنها را تبدیل به سنگ می‌کنند.

عمل دیگر آب‌های زیرزمینی «جانشینی» است. بر اثر این فرایند ممکن است یک ماده در آب حل شود و هم‌زمان جای آن با ماده معدنی جدیدی پر شود. به این ترتیب صدف‌ها، استخوان، برگ‌ها، ساقه درختان و غیره ممکن است به‌طور کامل به‌وسیله یک ماده معدنی جدید جانشین شوند.

آب‌های زیرزمینی با رسوب‌گذاری کربنات کلسیم بر سقف، کف و دیواره‌های غارها سبب پدید آمدن شکل‌های بسیار زیبایی می‌شوند. رسوبات سقف غارها را استالاکتیت و رسوبات کف غارها را استالاکمیت گویند (شکل ۲۱-۹).

آب‌های زیرزمینی با ظاهر شدن در سطح زمین نیز بخشی از مواد محلول خود را ممکن است به‌صورت رسوب ته‌نشین کنند. این‌گونه رسوبات، بیشتر به‌وسیله چشمه‌های آب گرم تشکیل می‌شوند. آب گرم چون از نظر شیمیایی فعال‌تر از آب سرد است، بیشتر می‌تواند کانی‌های مسیر خود را حل کند. با رسیدن آب گرم به سطح زمین و در نتیجه تغییر شرایط، مقداری از کانی‌های محلول در آب در سطح زمین ته‌نشین می‌شوند. در دهانه بسیاری از چشمه‌های آب گرم (مثلاً چشمه‌های آب اسک در اطراف کوه آتشفشان دماوند، یا چشمه‌های سرعین در اطراف آتشفشان سبلان)، رسوبات کربنات کلسیم ته‌نشین می‌شود.



الف

شکل ۲۱-۹- تشکیل ستون‌های آهکی در داخل غار (الف) مقطع
یک ستون آهکی (ب)

یخچال‌ها: یخچال نیز کاری مشابه کار آب‌های جاری را انجام می‌دهد. اما آب‌های جاری موقعی مواد را ته‌نشین می‌کنند که از سرعت جریان آنها کاسته شود، در صورتی که کاهش سرعت حرکت یخچال تأثیری در عمل رسوب‌گذاری ندارد و ته‌نشین شدن مواد حمل شده به وسیله یخچال را باید نتیجه مستقیم ذوب یخ و برف دانست (شکل ۲۲-۹).

موادی که به وسیله یخچال رسوب‌گذاری می‌شوند دو دسته‌اند:

۱- موادی که در موقع ته‌نشین شدن، صورت لایه‌لایه به خود نمی‌گیرند و شامل ذرات میکروسکوپی رس تا سنگ‌هایی به وزن چندین تن هستند که با هم مخلوط شده‌اند. این مواد را جمعاً رسوبات درهم یخچالی (تیل) می‌نامند.



۲- آبی که در نتیجه ذوب یخ، در زیر یخچال‌ها جاری می‌شود، رسوبات دانه‌ریزی به همراه دارد که آنها را پس از ته‌نشین شدن، باید رسوبات مطبق یخچالی نامید. این رسوبات تقریباً صورت لایه‌لایه دارند.

اقیانوس‌ها: منابع اصلی رسوبات اقیانوسی عبارت‌اند از: (۱) قاره‌ها، که مواد حاصل از هوازدگی و فرسایش آنها به وسیله آب، باد و یخ به

شکل ۲۲-۹- مواد همراه یخچال، پس از ذوب یخ، در روی بستر آن بر جای می‌مانند.

دریاها حمل می‌شود، ۲) آب دریا همراه با مواد شیمیایی محلول در آنها، ۳) جاندارانی که در دریا زندگی می‌کنند و پوسته و اسکلت آنها بخش زیستی رسوبات دریایی را تشکیل می‌دهد، ۴) خاکسترهای آتشفشانی، ۵) مقدار کمی رسوباتی که از خارج از سیاره زمین منشأ گرفته و به صورت عمدتاً غبارهای شهاب‌سنگی وارد آب اقیانوس‌ها می‌شود.

رسوبات حاشیه قاره‌ها عموماً از نوع رسوبات آواری هستند که از قاره‌ها منشأ گرفته‌اند. چون رسوبات دانه درشت‌تر زودتر ته‌نشین می‌شوند، به ساحل نزدیک‌ترند و به تدریج رسوبات به طرف دریا دانه‌ریزتر می‌شوند. این رسوبات معمولاً در محل خود ثابت نیستند و به وسیله جریان‌هایی که در فلات قاره و شیب قاره وجود دارد و بر اثر لغزش‌های زیردریایی پراکنده و جابه‌جا می‌شوند و حتی به آن سوی خیز قاره برده می‌شوند. ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی رسوبات آواری به جنس سنگ‌هایی وابسته است که بر اثر هوازدگی از آنها منشأ گرفته‌اند. ولی ریزترین بخش آنها را کانی‌های رسی تشکیل می‌دهد. این ذرات دانه‌ریز به آسانی به صورت معلق باقی می‌مانند و ممکن است تا فواصل دوری حمل شده و در دشت‌های مفاکی ته‌نشین شوند و بخشی از رسوبات پلاژیک را تشکیل دهند. رسوبات پلاژیک، صرف‌نظر از منشأ آنها، به رسوبات اقیانوس‌های باز (دور از حاشیه قاره‌ها) گفته می‌شود. البته بیشتر رسوبات پلاژیک کف اقیانوس‌ها منشأ زیستی دارند.

مهم‌ترین جاندارانی که در تشکیل رسوبات پلاژیک شرکت دارند، دو گروه از آغازیان جانور مانند به نام روزن داران و شعاعیان‌اند. بخش‌های سخت بدن بیشتر روزن داران، آهکی (غنی از CaCO_3) و شعاعیان، سیلیسی (غنی از SiO_2) است. اجساد این جانوران، که در نزدیک سطح آب زندگی می‌کنند، پس از مرگ به اعماق اقیانوس فرومی‌رود و در کف آن ته‌نشین می‌شود. مواد آلی نرم بدن آنها به تدریج می‌پوسد و بخش‌های سخت به جای می‌ماند. گرچه هر پوسته یا صدف خیلی کوچک است، ولی تعداد بی‌شمار این جانداران روی هم، تجمع عظیمی از رسوبات را می‌سازد، که حاصل آن تشکیل رسوبات دانه‌ریز آهکی و سیلیسی اشباع از آب است که به آن لجن آهکی و سیلیسی گفته می‌شود.

نوع دیگری از رسوبات زیستی دریاها، ریف‌های آهکی است. ریف‌ها، توده‌های آهکی بزرگی هستند که به وسیله جانداران دریایی آهک‌ساز به ویژه مرجان‌ها، ایجاد می‌شوند. این جانداران با جذب بی‌کربنات کلسیم محلول در آب دریا اسکلتی آهکی برای خود می‌سازند. مرجان‌ها به صورت کلنی با هم زندگی می‌کنند و از اجتماع اسکلت‌های باقی‌مانده میلیون‌ها جانور مرجانی، توده‌های آهکی بزرگی در اطراف جزایر و سواحل دریاها (به ویژه در مناطق استوایی اقیانوس آرام)

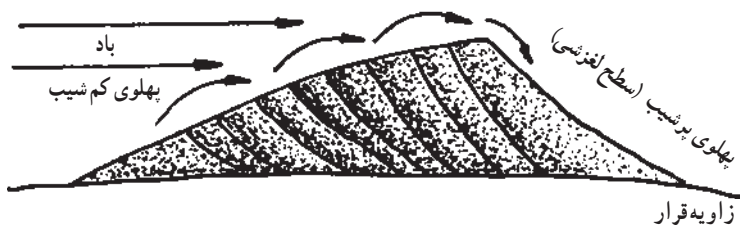
به وجود می‌آورند.

در بخش‌های خیلی عمیق کف اقیانوس‌ها، در جایی که سرعت رسوب‌گذاری بسیار کم است، بر اثر واکنش‌های شیمیایی بین یون‌های محلول در آب و مواد موجود در کف دریا، اکسیدها و هیدروکسیدهای منگنز به صورت گرهک‌های منگنز ته‌نشین می‌شوند. این گرهک‌ها توده‌های مدور و غنی از منگنز، به قطر ۵ تا ۱۰ سانتیمتراند که مناطق وسیعی از کف دریاها را می‌پوشانند. این گرهک‌ها شامل لایه‌های اکسیدهای منگنز و آهن مخلوط با ذرات رسوبی‌اند. دانشمندان تصور می‌کنند که این گرهک‌ها علاوه بر منگنز و آهن حاوی مقادیر عظیمی از نیکل و کبالت باشند. طرح‌هایی برای استفاده از این منابع درآینده، تهیه شده است.

باد: ذراتی که به وسیله بادها حمل می‌شوند، سرانجام رسوبات بادی را به وجود می‌آورند. ذرات ماسه که در نزدیک سطح زمین و نسبتاً آهسته حرکت می‌کنند، خیلی زود با کم شدن سرعت باد از حرکت باز می‌مانند. ذرات دانه‌ریزتر رس و سیلت که به صورت معلق و سریع‌تر حرکت می‌کنند، قبل از ته‌نشینی، مسافت‌های طولانی تری را می‌پیمایند.

باد معمولاً ذرات درشت‌تر را به صورت تپه‌ها یا پشته‌هایی از ماسه به جای می‌گذارد که «تلماسه» خوانده می‌شوند. بخش‌های وسیعی از بیابان‌ها، مثل صحرای بزرگ در آفریقا، ربع‌الخالی در عربستان و دشت‌لوت ایران پوشیده از تلماسه‌هاست. تلماسه‌ها همچنین در سواحل دریاها (مثل بخش‌هایی از سواحل دریای خزر و خلیج فارس) نیز تشکیل می‌شوند.

ذرات ماسه، که به صورت بار بستری حرکت می‌کنند، در برخورد با موانعی که بر سر راه آنها قرار گرفته‌اند به روی هم انباشته می‌شوند. با جمع شدن تدریجی ماسه، سرانجام تلماسه به وجود می‌آید. ارتفاع تلماسه‌ها گاهی از ۱۰۰ متر تجاوز می‌کند. در دشت‌لوت تلماسه‌هایی با ارتفاع بیش از ۲۰۰ متر نیز مشاهده می‌شود. تلماسه‌ها در مقطع، شکلی نامتقارن دارند و پهلوی کم شیب آنها رو به باد قرار گرفته است. ذرات ماسه از پهلوی رو به باد به بالا رانده می‌شوند و در پهلوی دیگر سقوط می‌کنند. وقتی تجمع ماسه در پهلوی پرشیب از حد معینی، که زاویه قرار خوانده می‌شود (شکل ۲۳-۹)، تجاوز کند ماسه‌ها به سمت پایین می‌لغزند. از این رو شیب پهلوی پرشیب (سطح لغزشی) همیشه تقریباً ثابت و حدود ۳۴° باقی می‌ماند. به این ترتیب حرکت مداوم ماسه‌ها از سطح کم شیب و سقوط آنها در دامنه پرشیب موجب می‌شود که کل تلماسه نیز به آهستگی در جهت وزش باد به حرکت درآید (شکل ۲۴-۹). رسوبات تلماسه‌ای عموماً از ماسه‌های دانه‌ریز، گرد شده با جورشدگی خوب تشکیل شده‌اند و معمولاً از جنس کوارتزند.



شکل ۲۳ - ۹ - برشی از یک تلماسه، نحوه حرکت ذرات ماسه به وسیله باد و ساختمان داخلی تلماسه



شکل ۲۴ - ۹ - الف - تلماسه در کویر لوت



شکل ۲۴ - ۹ - ب - تلماسه در کویر داخلی کشور

مسئله ماسه‌های روان: اندازه‌گیری موقعیت تلماسه‌ها در طول زمان نشان می‌دهد که در مناطق بیابانی تلماسه‌ها تا ۲۵ متر در سال نیز جابه‌جا می‌شوند. پیشروی ماسه‌ها در نواحی اطراف بیابان‌ها و در امتداد سواحل ماسه‌ای گاهی موجب وارد آمدن خسارات فراوانی به شهرها، مزارع، جاده‌ها، کانال‌های آبیاری و غیره می‌شود و حتی ممکن است موجودیت یک شهر یا روستا را به خطر اندازد. پوشش گیاهی پیوسته، همان‌طور که می‌تواند مانع عمل رویش شود می‌تواند از مهاجرت تلماسه‌ها نیز جلوگیری کند. ساکنان اطراف کویر مرکزی ایران که همواره با خطر هجوم ماسه‌های روان مواجه‌اند برای تثبیت ماسه‌ها و جلوگیری از پیشروی ماسه‌ها روش‌های مختلفی را به کار می‌بندند. از جمله ایجاد دیوارهای حصیری به نام «بادشکن» در مسیر باد یا کاشتن گیاهانی که با آب و هوای خشک سازگارند و می‌توانند در ماسه‌ها رشد کنند (مانند گیاه تاغ یا گز).

- ۱- چرا کانی‌های ماگمایی فراوان‌ترین کانی‌ها در پوسته زمین اند؟
- ۲- منظور از سنگ‌های درونگیر چیست؟
- ۳- دو کانی مهم سنگ‌های رسوبی را که به طریق شیمیایی به وجود می‌آیند نام ببرید. چرا این دو کانی در سنگ‌های آذرین یافت نمی‌شوند؟
- ۴- به کمک چه خواصی می‌توان باریت را از کلسیت تشخیص داد؟
- ۵- ماگما چگونه به وجود می‌آید و عوامل تولید آن کدام است؟
- ۶- چرا رنگ خاک‌ها متفاوت است؟
- ۷- بافت سنگ آذرینی که هم دارای بلورهای درشت و هم دارای بلورهای ریز همراه با شیشه باشد، چه نام دارد و نحوه تشکیل آن چیست؟
- ۸- یوکه معدنی چگونه حاصل می‌شود؟ موارد استفاده آن را ذکر کنید.
- ۹- یک کانسنگ برای آنکه ارزش بیشتری داشته باشد به نظر شما باید واجد چه شرایطی باشد؟
- ۱۰- چرا سنگ‌های رسوبی در سطح زمین فراوان‌اند، ولی در حجم پوسته زمین چنین نیست؟
- ۱۱- چه کانی‌هایی در سنگ‌های رسوبی تخریبی فراوان‌ترند و چرا؟
- ۱۲- چگونه بافت آواری را از بافت غیرآواری تشخیص می‌دهید؟
- ۱۳- چگونه می‌توانید ثابت کنید که ماسه‌سنگ‌ها در سطح زمین تشکیل شده‌اند؟
- ۱۴- چرا ماسه‌سنگ‌ها در محیط‌های مختلفی تشکیل می‌شوند؟
- ۱۵- چرا کانی الیوین در ماسه‌سنگ‌ها به ندرت یافت می‌شود؟
- ۱۶- محیط تشکیل شیل چه تفاوتی با محیط‌های دیگر دارد؟
- ۱۷- رس به چه موادی گفته می‌شود؟
- ۱۸- اهمیت اقتصادی شناسایی سنگ‌های رسوبی چیست؟
- ۱۹- یک بادکنک را در هوا رها کنید. این بادکنک رو به مشرق حرکت می‌کند. آیا فشار هوا را باز هم همه‌جانبه می‌گویید یا جهت‌دار؟ چرا؟
- ۲۰- چه نوع سنگ‌های دگرگونی در نتیجه فشار جهت‌دار به وجود می‌آید؟
- ۲۱- وقتی می‌گوییم سیالات و آب در دگرگونی نقش کاتالیزوری دارند، منظور چیست؟
- ۲۲- کدام سنگ دگرگونی را در هاله دگرگونی می‌توان یافت؟ مشخصات آن چیست؟
- ۲۳- در دگرگونی مجاورتی دما عامل تعیین‌کننده است یا فشار؟
- ۲۴- شنیستوزیته را تعریف کنید. کدام یک از سنگ‌های زیر دارای شنیستوزیته‌اند؟ گنیس، سنگ لوح و هورنفلس.

۲۵- یکی از مشخصات بارز اسلیت‌ها را با ذکر دلیل بیان کنید.

۲۶- مرمر و کوارتزیت هر دو سنگ دگرگون شده‌اند. مرمر سخت‌تر و متراکم‌تر است یا کوارتزیت؟ چرا؟

پاره‌ای از مشخصات کانی‌های معروف

نام و فرمول شیمیایی	درجه سختی	وزن مخصوص	رنگ	اثر بر چینی بدون لابل	نوع شکنندگی	جلا	خاصه‌های مهم
آبیت CaAl ₂ Si ₂ O ₈	۵-۷	۲۷-۳۱	قرمز، سبز، قهوه‌ای، زرد	سپید	تورق ضعیف دارد، شکنندگی صدفی	شیشه‌ای	یکی از منابع عم العت کوره‌هاست، برخی از آن در جوهرسازی به کار می‌رود، اما نرم است.
آزیت (بیت‌سوزن) یا گروپول Mg ₃ Si ₂ O ₈ (OH) ₂	۷/۸-۱۵	۱۵	سبز زرد، سفید	عمر رنگ	دشمن‌ترتبه می‌شود	اثر شیمی	از آن بیت‌سوزن به‌دست می‌آید.
زوکلاز (از فلزیسات‌ها) K(AlSi ₃ O ₈)	۶	۱۵۷	سفید، خاکستری، صورتی	سپید	در دو جهت تورق خوب دارد	شیشه‌ای	خاصه‌های سنگ‌های آذرین را دارد.
الماس C	۱۰	۳/۵	عمر رنگ تا زرد کم‌رنگ، گاهی به رنگ‌های دیگر	عمر رنگ	تورق چهار وجهی دارد	شیشه‌ای، چرب	جوهر است، برای سنباده کاری و حفاری هم به کار می‌رود.
آلمون (ریمون) (Mg, Fe) ₃ Si ₃ O ₈	۷-۹/۵	۲۳۷-۲۴۷	سبز زیتونی	سبز کمرنگ - سفید	صدفی	الماسی	یکی از کانی‌های تشکیل دهنده سنگ‌های آذرین است.
آزیت (اوعی بیروکسین) Ca(Mg, Fe, Al) ₂ (AlSi ₂ O ₈)	۶-۵	۲/۶-۳/۲	سبز تیره تا سفید	خاکستری، مایل به سبز	مشهوره‌ای آن در ابعاد زاویه ۹۰ درجه در دو سطح می‌تواند	شیشه‌ای	از کانی‌هایی است که در رزک سنگ‌های آذرین زیاد یافت می‌شود.
بیریت (میگانی سفید) K(Mg,Fe) ₃ (AlSi ₃ O ₈)(OH) ₆	۳-۷/۵	۷/۸-۷/۲	سفید، قهوه‌ای، سبز تیره	عمر رنگ	در یک جهت تورق دارد	شیشه‌ای	در سنگ‌های آذرین و دگرگون‌شده زیاد است.
بیریت (اوسنید آهنی) FeS ₂	۵-۶/۵	۵/۲	زرد	سفید مایل به سبز، قهوه‌ای	ناظم	فازی	در ساختن اسپید سولفوریک به عنوان منبع گوگرد به کار می‌رود.
تالک Mg ₃ Si ₂ (OH) ₄	۱	۲/۸-۲/۷	خاکستری، سفید، سبز کمرنگ	سپید	در یک جهت تورق دارد	چرب	از تغییر شکل سیلیکات‌هاست، حاصل می‌شود و در سنگ‌های دگرگون‌شده زیاد است.
تورال Al ₂ SiO ₅ (F,OH) ₂	۸	۲/۶-۲/۴	زرد تا گاهی - صورتی، سبز، آبی	عمر رنگ	در یک جهت تورق دارد	شیشه‌ای	نوعی جوهر است.
دولبیت Ca ₂ Mg(CO ₃) ₂	۳/۵-۳	۷/۵	صورتی، سفید، خاکستری، سبز، سفید	عمر رنگ	در سه جهت تورق دارد	شیشه‌ای تا پورالیته‌ای	در سنگ‌های آهکی دولومیتی فراوان است، نسبت به کلسیت در برابر اسید کربنیک زغلی تریز انحمت تاثیر واضح می‌شود.
تس (گیم) CaSO ₄ ·2H ₂ O	۲	۲/۳۲	عمر رنگ سفید و در اثر ناخالصی زرد و قهوه‌ای	عمر رنگ	در یک جهت تورق خوب دارد	شیشه‌ای	در سنگ‌های رسوبی فراوان است.
فلوریت CaF ₂	۴	۳-۳/۲	سپید، زرد، سبز، قرمز، ارغوانی، آبی	عمر رنگ	تورق چهار وجهی دارد	شیشه‌ای	بعضی گونه‌ها خاصیت فلورسانس دارند، در سنگ آهک‌ها فراوان است.



نام و فرمول شیمیایی	درجه سختی	وزن مخصوص	رنگ	اثر بر چینی بدون لعاب	نوع شکستگی	جلا	خاصه‌های مهم
کاولینت (تفکی چینی) $Al_2SiO_5(OH)$	۲-۲/۵	۲/۶	سفید	بزرگ	ناظم	خاکی	از هوازدگی فلزات پدید می‌آید. جانب اثر طوره شسته است.
کلسیت $CaCO_3$	۳	۲/۷	معمولاً سفید یا بزرگ، گاهی خاکستری، صورتی، آبی و زرد	بزرگ	در سه جهت توری دارد	شیشه‌ای	توسی کانی بسیار فراوان است. در ترکیب سنگ‌های آتشفشانی بزرگ می‌کند. اسید کلریدریک بر آن اثر دارد.
کوارتز SiO_2	۷	۲/۶۵	بزرگ، سفید و بر اثر ناخالصی به رنگ‌های مختلف	بزرگ	صفیف	شیشه‌ای	یکی از اجزای اصلی سنگ‌های آذرین است.
کال PBS	۷/۵	۷/۳-۷/۶	سرمی	سرمی	در سه جهت توری دارد	تازی	کائینگ اصلی سرب است.
گرافیت C	۱-۳	۲/۳	سیاه	سیاه	در یک جهت توری دارد	چرب	در سنگ‌های دگرگون یافت می‌شود.
لیونیت (اکسید آبدار آهن) $FeO.nH_2O$	۵-۵/۵	۲/۶-۳	زرد، قهوه‌ای تا سیاه	زرد- قهوه‌ای	ناظم	خاکی	توسی کائینگ نوعی آهن است.
مانیت Fe_2O_3	۶	۵/۷۸	سیاه	سیاه	ناظم	تازی	خاصیت آهن‌یابی دارد.
سکریت (تفکی چینی) $KAl_3Si_3O_{10}(OH)$	۲-۲/۵	۲/۲۶-۲/۲۱	تازک، بزرگ، قهوه‌ای، ضخیم؛ زرد کم‌رنگ، قهوه‌ای، سبز و قهوه‌ای	بزرگ	توری خوب در یک جهت	شیشه‌ای	به عنوان طلق سبز مورد مصرف دارد.
هالت (تفکی علم) $NaCl$	۲/۵	۲/۱۶	بزرگ؛ سفید؛ در اثر ناخالصی زرد و قهوه‌ای	بزرگ	در سه جهت توری دارد	شیشه‌ای	استفاده خوراکی دارد.
همایت (اکسید آهن) Fe_2O_3	۵/۵-۶/۵	۵/۲۶	قهوه‌ای تا سیاه	تور آجری	ناظم	تازی	مهم‌ترین کائینگ آهن است.
موریلاند (از آمفیبولها) سینکات در همی از Al, Ti, Mg, Na, Ca	۵-۶	۲/۲	سبز تیره تا سیاه	بزرگ	توری سخت زاویه ۵۶ درجه و ۱۲۴ درجه	شیشه‌ای	در سنگ‌های آذرین و دگرگون یافت می‌شود.
اپات $RR_2(SiO_3)_2$ Mg, Fe سنگی است Al, Ti, Mg, Na, Ca و R^+, R^2, Fe, Al, Cr, Ti اید	۶/۵-۷/۵	۷/۵-۳/۳	قرمز، قهوه‌ای، زرد، سفید، سبز	بزرگ	ناظم	شیشه‌ای	در سنگ‌های دگرگون شده زیاد است. توسی جبر ابر است.