دفتر برنامه ریزی آموزشی سازمان میراث فرهنگی ، صنایع دستی و گردشگری

آموزش راهنمایان طبیعت گردی

آشنایی با زمین شناسی و جاذبه های ژئوتوریستی ایران

تالیف: سید امیر توکلی صبور

مدیریت اجرایی: افسانه احسانی

طراحی گرافیک و تنظیم: مروه فرهودی

تهیه کننده: شرکت متخصصین طبیعت گردی (اکوتور ایران)

ساختار جزوه

فصل اول: زمین از دیدگاه کلی

هدف فصل

مقدمه

۱-۱- منشاء منظومه شمسی

۱-۲- اتمسفر

۱-۲-۱- بخش‌های مختلف اتمسفر و ترکیب آن‌ها

۱-۲-۲- اثر گلخانه‌ای

۱-۲-۳- اتمسفر در گذشته

۱-۳- هیدروسفر

۱-۳-۱- ترکیب آب دریا

۱-۴- ساختمان درونی زمین

۱-۴-۱- چگالی زمین

۱-۴-۲- دمای اعماق زمین

۱-۵- نحوه مطالعه ساختمان درونی زمین

۱-۶- ترکیب شیمیایی زمین

خلاصه فصل

خود را بیازماییم

فصل دوم: کانی‌ها و شناخت آن‌ها

هدف فصل

مقدمه

۲-۱- تعریف کانی

۲-۲- روش‌های شناخت کانی‌ها

۳-۲- خواص فیزیکی کانی‌ها
۱-۳-۲- شکل بلورین
۲-۳-۲- سختی
۳-۳-۲- رنگ خاکه
۴-۳-۲- جلا
۵-۳-۲- رنگ
۶-۳-۲- رَخ و نوع شکستگی
۷ -۳-۲-خاصیت مغناطیسی
۸-۳-۲- واکنش در برابر اسید
۹-۳-۲- چگالی
۴-۲- طبقه بندی کانی‌ها
۱-۴-۲- کانی‌های سیلیکاته
۲-۴-۲- کانی‌های غیر سیلیکاته
۵-۲- معرفی مشخصات بعضی از کانی‌ها
۱-۵-۲- کوارتز
۲-۵-۲- کلیست
۳-۵-۲- نمک طعام (هالیت)
۴-۵-۲- گچ
۵-۵-۲- هماتیت
۶-۵-۲- کلسدونی
۷-۵-۲- آگات (عقیق)
۸-۵-۲- فلدسپات‌ها
۹-۵-۲- میکاها

۱۰-۵-۲- پیریت
۱۱-۵-۲- گالن
۶-۲- کاربرد کانی‌ها و کانی‌های جواهری
۷-۲- روش شناسایی کانی‌ها
خلاصه فصل
خود را بیازماییم
فصل سوم: فرآیندهای هوازدگی
هدف فصل
مقدمه
۱-۳- انواع هوازدگی
۱-۱-۳-هوازدگی فیزیکی
۲-۱-۳- هوازدگی شیمیایی
۲-۳- رابطه هوازدگی با آب و هوا
۳-۳- محصولات هوازدگی
۱-۳-۳- نیمرخ خاک
۲-۳-۳- عوامل مؤثر در ایجاد خاک
خلاصه فصل
خود را بیازماییم
فصل چهارم: عوامل خارجی در تغییر شکل زمین
هدف فصل
مقدمه
۱-۴- باران
۲-۴- رودخانه ها

۱-۲-۴- دره
۲-۲-۴- آبرفت
۳-۲-۴-گرد شدگی در ذرات
۳-۴- آبشار
۴-۴- آب‌های زیر زمینی
۱-۴-۴- منشاء آب‌های زیرزمینی
۲-۴-۴-راه های خروج طبیعی آب از زیر زمین
۳-۴-۴-اثرات آب‌های زیرزمینی
۴-۴-۴-استالاکتیت و استالاگمیت
۵-۴-۴-تراورتن
۵-۴- باد و کویر
۱-۵-۴- فرسایش بادی
۲-۵-۴- تپه های ماسه ای
۶-۴-کویر (بیابان)
۷-۴- انواع بیابان‌های ایران
۱-۷-۴-بیابان های ساحلی
۲-۷-۴-بیابان های داخلی
خلاصه فصل
خود را بیازماییم
فصل پنجم: سنگ های آذرین
هدف فصل
مقدمه
۱-۵- منشاء ماگما

۲-۵- ترکیب ماگما
۳-۵- بافت سنگ‌های آذرین
۱-۳-۵- طبقه بندی سنگ‌های آذرین
۴-۵- معرفی برخی از سنگ‌های آذرین
۱-۴-۵- گرانیت
۲-۴-۵- بازالت
۳-۴-۵- اسکوری (سنگ پا)
۴-۴-۵- ابسیدین
۵-۴-۵- توف و سنگ‌های آذرآواری
خلاصه فصل
خود را بیازماییم
فصل ششم: سنگ‌های رسوبی
هدف فصل
مقدمه
۱-۶- فرآیندهای رسوبی
۲-۶- منشاء رسوبات
۱-۲-۶-مخروط افکنه
۲-۲-۶-دشت های سیلابی
۳-۲-۶-رسوبات بادی
۴-۲-۶-رسوبات یخچالی
۵-۲-۶-دلتاها
۶-۲-۶-خطوط ساحلی

۳-۶- ترکیبات رسوبات
۱-۳-۶-کوارتز
۲-۳-۶- کلسیت
۳-۳-۶- رس
۴-۳-۶- قطعات سنگ ها
۴-۶- ساختارهای رسوبی
۱-۴-۶- لایه
۲-۴-۶- ریپل مارک
۳-۴-۶- ترک های گلی
۴-۴-۶- کنکرسیون
۵-۴-۶- ژئود
۵-۶- طبقه بندی سنگ‌های رسوبی
۶-۶- سنگ‌های رسوبی
۱-۶-۶- سنگ‌های تخریبی
۲-۶-۶- سنگ‌های شیمیایی
خلاصه فصل
خود را بیازماییم
فصل هفتم: سنگ‌های دگرگونی
هدف فصل
مقدمه
۱-۷- عوامل دگرگون کننده
۲-۷- انواع دگرگونی
۱-۲-۷- دگرگونی ناحیه ای

۲-۲-۷- دگرگونی مجاورتی
۳-۲-۷- دگرگونی دینامیکی
۳-۷- انواع سنگ‌های دگرگونی
۱-۳-۷- مرمر
۲-۳-۷- اِسلِیت
۳-۳-۷- فیلیت
۴-۳-۷- شیست
۵-۳-۷- گنیس
خلاصه فصل
خود را بیازماییم
فصل هشتم: فسیل شناسی و زمان
هدف فصل
مقدمه
۱-۸- روش‌های تعیین سن
۲-۸- جدول زمانی در زمین شناسی
۳-۸- رده بندی موجودات
۴-۸- شرایط فسیل شدن
۵-۸- انواع فسیل شدن
۱-۵-۸- فسیل شدن اعضای نرم
۲-۵-۸- فسیل شدن اعضای سخت
۳-۵-۸- فسیل شدن بی مهرگان
۴-۵-۸- فسیل شدن با ترکسبات فسفاته، کیتین و کوتیکول
۵-۵-۸- رد یا اثر جانور

۶-۸- انواع سنگ‌های حاوی فسیل
۷-۸- فسیل شناسی
۱-۷-۸- شاخه نرم‌تنان
۲-۷-۸- شاخه بازوپایان
۳-۷-۸- شاخه خارپوستان
۴-۷-۸- شاخه آرتروپودا یا بندپایان
۸-۸- تحولات موجودات در زمان زمین شناسی
خلاصه فصل
خود را بیازماییم
فصل نهم: عوامل درونی در تغییر شکل زمین
هدف فصل
مقدمه
۱-۹- اشکال ساختمانی
۱-۱-۹- چین‌ها
۲-۱-۹- گسل‌ها
۳-۱-۹- درزها
۲-۹- زمین لرزه
۳-۹- زمین ساخت ورقه ای
خلاصه فصل
خود را بیازماییم
فصل دهم: جاذبه های گردشگری زمین شناسی
هدف فصل
مقدمه

۱-۱۰- ژئوپارک
۲-۱۰- جاذبه های ژئوتوریستی ایران
۱-۲-۱۰-آتشفشان دماوند
۲-۲-۱۰-آتشفشان های تفتان و بزمان
۳-۲-۱۰-روستای کندوان
۴-۲-۱۰- تنگه های شمال کنگان
۵-۲-۱۰- حوض سلطان
۶-۲-۱۰- دریاچه تار و هویر
۷-۲-۱۰- گل‌فشان
۸-۲-۱۰- گنبدهای نمکی
۳-۱۰-ابزارهای مورد نیاز در برنامه های صحرایی زمین شناسی
فهرست منابع و مآخذ
واژه نامه

همانگونه که در ادامه می توانید در این دفتر مشاهده نمایید، مطالب این مجموعه دردو بخش تنظیم شده است: (تصویر رو به رو)

- بدنه اصلی: شامل متن اصلی دفتر که مطابق فهرست به پنج فصل و زیر فصل های ذکر شده، تقسیم می گردد. این بخش به طور عمده در هر صفحه در دو ستون تنظیم شده است، ولی در برخی صفحات بر حسب مورد تک ستونی شده است.
- ستون حاشیه: در این ستون، شما با دو نوع از اطلاعات رو به رو هستید:
  - مطالبی که زیر عنوان " بیشتر بدانیم" گردآوری شده اند:

بیشتر بدانیم:

و

  - مطالبی که زیر عنوان "یک نکته" ارائه گردیده اند.

یک نکته:

مطالبی که زیر عنوان " بیشتر بدانیم" آمده اند، همانگونه که از نام آن پیداست، فقط برای مطالعه هستند. در این جا شما با اطلاعات مفید و جالبی درباره موضوع مورد بحث در صفحه آشنا می شوید و یا درباره مطلبی که به صورت مختصر در متن گفته شده، توضیحات کامل تری دریافت می کنید. در اغلب موارد این توضیحات با هدف خاص این دفتر، که ایجاد شناخت برای فراگیران دوره های آموزش راهنمای طبیعت گردی است، همخوانی دارد. به بیان روشن تر از زاویه ای انتخاب و بیان شده اند که در آینده برای شما راهنمایان آینده تورهای طبیعت گردی در سفرها و تجارب صحرایی کاربرد داشته باشند. مطالبی که با عنوان "یک نکته" مطرح می شوند، در حقیقت جزئی از متن اصلی این دفتر هستند که با هدف تاکید بیشتر بر مطلب ارائه شده، در ستون حاشیه آورده شده اند.

ستون حاشیه　　بدنه اصلی

در این جا نیز در اغلب موارد اطلاعاتی دریافت می کنید که برای یک راهنمای طبیعت گردی در آینده کاربرد ملموس تری خواهد داشت. به طور مثال توصیه هایی درباره نحوه برخورد یا اقدام در یک مورد خاص، فصول مناسب برای مشاهده یک گونه خاص و ...

مطالب ارائه شده در حاشیه اغلب به صورت تک ستونی است، اما در برخی صفحات بر حسب ضرورت در دو ستون ارائه شده است. توجه کنید که این مطالب را – چه مطالبی که با عنوان " بیشتر بدانیم" آمده اند و چه مطالبی که با عنوان " یک نکته" ذکر شده اند– می‌توانید به صورت مجزا از متن مطالعه کنید و از اطلاعات ارائه شده در آن بهره ببرید. اما از آن جا که هر یک از این نکات به بهانه مطلبی در داخل متن ارائه شده اند، رابطه میان نکته ها و متن اصلی به کمک دو نماد مشخص شده است. شما به کمک این نمادها می‌توانید از داخل متن اصلی به نکته مورد نظر مراجعه کرده و پس از مطالعه آن به ادامه متن رجوع کنید.

این نماد ها عبارتند از:

- برای نکاتی که زیر عنوان " بیشتر بدانیم" آمده اند.
- برای نکاتی که زیر عنوان " یک نکته" آمده اند.

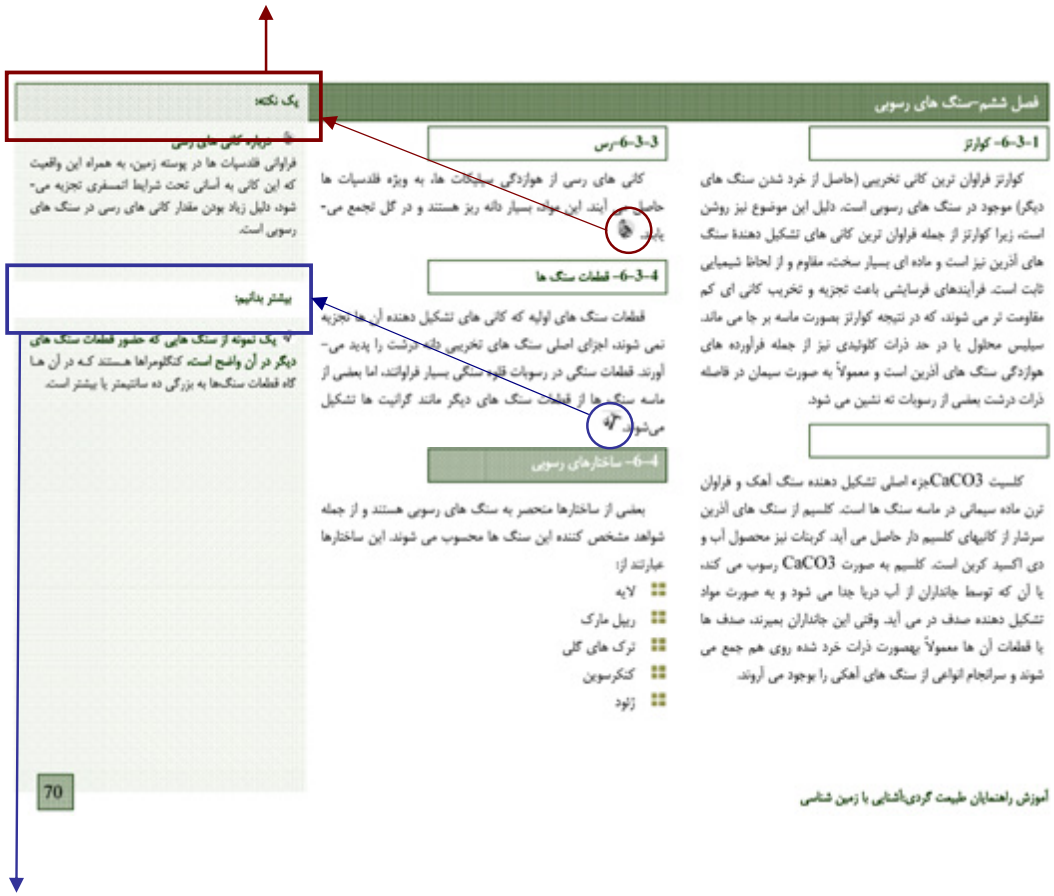
بدین ترتیب شما در زمان مطالعه متن اصلی با مشاهده یکی از این دو علامت می توانید به ستون حاشیه مراجعه نموده و نکته ذکر شده را مورد مطالعه قرار دهید. بدیهی است که عنوان نکته نیز به گونه ای انتخاب شده که به موضوع مورد بحث آن از داخل متن اشاره داشته باشد. در تصویر رو به رو نمونه ای از صفحات ارائه گردیده و توضیحات داده شده به صورت گرافیکی برروی آن نمایش داده شده است.

در انتهای این دفتر یک واژه نامه ارائه گردیده که در آن معادل های لاتین و انگلیسی مجموعه ای از واژگان بکار رفته در متن، ارائه شده است. هر یک از کلماتی که در داخل واژه نامه آمده است، در نخستین کاربرد آن در متن، با تغییر رنگ و فونت (شکل حروف) مشخص گردیده است. بعلاوه کلمه به صورت ایتالیک نوشته شده است، به طو رمثال:

" ...مواد یک اندازه، یک شکل و دارای ترکیب مشابه در نقاط جدا از هم جمع می شوند به این فرآیند، ***عمل تفریق رسوبی*** گفته می شود...."

در این قسمت از متن کلمه ای که در زیر آن خط کشیده شده، در واژه نامه آمده است.

این قسمت از ستون حاشیه، نکات مهم را بیان کرده است.


فصل ششم-سنگ های رسوبی

6-3-1- کوارتز

کوارتز فراوان ترین کانی تخریبی (حاصل از خرد شدن سنگ های دیگر) موجود در سنگ های رسوبی است. دلیل این موضوع نیز روشن است. زیرا کوارتز از جمله فراوان ترین کانی های تشکیل دهندهٔ سنگ های آذرین نیز است و ماده ای بسیار سخت، مقاوم و از لحاظ شیمیایی ثابت است. فرآیندهای فرسایشی باعث تجزیه و تخریب کانی ای کم مقاومت تر می شوند، که در نتیجه کوارتز بصورت ماسه بر جا می ماند. سیلیس محلول یا در حد ذرات کلوئیدی نیز از جمله فرآورده های هوازدگی سنگ های آذرین است و معمولاً به صورت سیمان در فاصله ذرات درشت بعضی از رسوبات ته نشین می شود.

کلسیت CaCO3 جزء اصلی تشکیل دهنده سنگ آهک و فراوان ترین ماده سیمانی در ماسه سنگ ها است. کلسیم از سنگ های آذرین سرشار از کانیهای کلسیم دار حاصل می آید. کربنات نیز محصول آب و دی اکسید کربن است. کلسیم به صورت CaCO3 رسوب می کند، یا آن که توسط جانداران از آب دریا جدا می شود و به صورت مواد تشکیل دهنده صدف در می آید. وقتی این جانداران بمیرند، صدف ها یا قطعات آن ها معمولاً بهصورت ذرات خرد شده روی هم جمع می شوند و سرانجام انواعی از سنگ های آهکی را بوجود می آورند.

6-3-3-رس

کانی های رسی از هوازدگی سیلیکات ها، به ویژه فلدسپات ها حاصل می آیند. این مواد بسیار دانه ریز هستند و در گل تجمع می-یابند.

6-3-4- قطعات سنگ ها

قطعات سنگ های اولیه که کانی های تشکیل دهنده آن ها تجزیه نمی شوند، اجزای اصلی سنگ های تخریبی دانه درشت را پدید می-آورند. قطعات سنگی در رسوبات قلوه سنگی بسیار فراوانند، اما بعضی از ماسه سنگ ها از قطعات سنگ های دیگر مانند گرانیت ها تشکیل می‌شوند.

6-4- ساختارهای رسوبی

بعضی از ساختارها منحصر به سنگ های رسوبی هستند و از جمله شواهد مشخص کننده این سنگ ها محسوب می شوند. این ساختارها عبارتند از:

- لایه
- ریپل مارک
- ترک های گلی
- کنکرسیون
- ژئود

یک نکته:

درباره کانی های رسی

فراوانی فلدسپات ها در پوسته زمین، به همراه این واقعیت که این کانی به آسانی تحت شرایط اتمسفری تجزیه می-شود، دلیل زیاد بودن مقدار کانی های رسی در سنگ های رسوبی است.

بیشتر بدانیم:

یک نمونه از سنگ هایی که حضور قطعات سنگ های دیگر در آن واضح است، کنگلومراها هستند که در آن ها گاه قطعات سنگ‌ها به بزرگی ده سانتیمتر یا بیشتر است.

70

آموزش راهنمایان طبیعت گردی/آشنایی با زمین شناسی

این قسمت از ستون حاشیه، مطالبی را برای مطالعه مطرح کرده است.

فصل اول–زمین از دیدگاه کلی

- هدف فصل
- مقدمه
- ۱–۱– منشاء منظومه شمسی
- ۱–۲– اتمسفر
- ۱–۳– هیدروسفر
- ۱–۴– ساختمان درونی زمین
- ۱–۵– نحوه مطالعه ساختمان درونی زمین
- ۱–۶– ترکیب شیمیایی زمین
- خلاصه فصل
- خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- آشنایی با جایگاه منظومه شمسی و نحوه تشکیل خورشید و سیارات.
- شناخت جایگاه زمین در جهان هستی و منظومه شمسی.
- معرفی نظریات گوناگون درباره منظومه شمسی.
- آشنایی با ماهیت اتمسفر، ترکیبات آن و سرگذشت اتمسفر.
- بررسی ماهیت آب های کره زمین و نحوه تکوین آن‌ها.
- آشنایی با بخش های مختلف زمین، نحوه شناخت و عملکرد هر یک از آن‌ها.

مقدمه

زمین به عنوان سومین سیاره منظومه شمسی جزو سیارات سنگی (زمینی) و داخلی محسوب می‌شود و تنها سیاره‌ای در این منظومه است که به لحاظ دارا بودن ***اتمسفر*** ضخیم به همراه گازهای حیاتی و همین طور سطح وسیعی آب در سطح خود، شرایط لازم برای زیست موجودات را پدید آورد.

اتمسفری که در اطراف زمین قرار گرفته است، دارای لایه‌های متفاوتی از نظر درصد گازهای موجود در آن‌ها است که یکی از مهم ترین این لایه‌ها، لایه ازن است. این لایه با جذب امواج ماوراء بنفش مانع گرم شدن بیش از حد کره زمین می‌شود و حیات را بر سطح آن امکان پذیر می‌کند. علاوه بر اتمسفر، وجود آب در بخش وسیعی از سطح کره زمین، با توجه به ظرفیت گرمایی بالای خود به این تعادل دما کمک می‌کند.

در سایر مباحث این فصل به بررسی سن کره زمین و ماهیت ***سنگ کره*** می‌پردازیم و این که چگونه می‌توان کمک امواج زلزله بخش-های مختلف زمین را شناسایی کرد.

بیشتر بدانیم:

۱-۱- منشاء منظومه شمسی

در مورد منشاء منظومه شمسی، دو نظریه اصلی وجود دارد که طبق این دو نظریه، منظومه شمسی از خورشیدی کهن یا سحابی خورشیدی پدید آمده است. اما اختلاف این دو نظریه درباره منشاء نیروی ایجاد سیارات از این سحابی خورشیدی است.

منظومه شمسی با وجود این که نسبت به کهکشان ما اهمیت چندانی ندارد اما با توجه به این که می‌توان آن را به عنوان یک سیستم مستقل بررسی کرد حائز اهمیت است. نظریاتی که درباره منظومه شمسی ارائه می‌شود باید قادر به توضیح نظام های موجود در آن باشد. مهم ترین این نظام ها به قرار زیر می باشند.

- خورشید به تنهایی بیش از ۹۹/۸٪ از جرم منظومه را به خود اختصاص داده، اما تنها ۲٪ از ***ممان زاویه‌ای*** منظومه را دارا است.
- تمام سیارات در مدارهای بیضی شکل در یک جهت به دور خورشید گردش کرده و تمام مدارها عملاً در یک صفحه قرار می‌گیرند.
- سیارات در همان جهت گردش به دور خورشید حول محورشان می‌چرخند، جهت گردش اغلب اقمار سیارات نیز همانند خود سیارات است.
- فاصله بین سیارات دارای نظم خاصی است که از ***قانون باد*** پیروی می‌کند و سیارات به دو گروه مختلف تقسیم می‌شوند: گروه داخلی شامل سیارات کوچک (عطارد، زهره، زمین و مریخ) و گروه بیرونی شامل سیارات بزرگ (مشتری، ناهید، اورانوس و نپتون)، که به سیارات اصلی شهرت دارند

.

- علی رغم تجمع جرم در خورشید، بخش اصلی ممان زاویه‌ای منظومه شمسی در سیارات آن مجتمع گردیده است.

فیلسوف فرانسوی ***بوفون*** درسال ۱۷۴۹، نظریه اول را ارئه کرده است. طبق نظر وی سیارات در اثر تصادم ستاره‌ای دیگر با خورشید از پیکر آن جدا شده‌اند. نظریه دوم با ارائه فرضیه ***کانت*** در سال ۱۷۵۵ به وجود آمد. کانت اظهار داشت که در درون سحابی خورشیدی اصلی، مناطقی با چگالی کمی بیشتر از میانگین چگالی سحابی به عنوان محلی برای اجتماع ماده عمل کرده و بدین ترتیب سیارات در مراکز این مناطق رشد می‌یابند. ***لاپلاس*** در سال ۱۷۹۶، وضعیت ابتدایی خورشید را بصورت توده‌ای از گازهای رقیق چرخان در نظر گرفت که تمام حجم فعلی منظومه شمسی را دربر می‌گرفت. انقباض این توده که با افزایش سرعت و چرخش همراه بود، به جدا شدن چند سری از حلقه‌های گازی به وسیله نیروی گریز از مرکز منجر شد. سپس این حلقه‌ها سرد شد و سیارات را تشکیل دادند.

نظریه لاپلاس، به مدت ۶۰ سال، تفکر علمی زمان را به خود اختصاص داده بود، تا اینکه فیزیک دانی بنام ***کلرک ماکسول*** نشان داد که فیزیک منظومه شمسی با منشاء فرضی لاپلاس جور در نمی‌آید. این نظریه نمی‌توانست قواعد ذکر شده در بالا را به خوبی توجیه کند، لذا مجدداً نظریه بوفون به شکل جدیدتری مطرح شد.

در سال های اخیر ***فون ویتسکر*** نظریه‌ای به شرح ذیل ارائه کرده است. وی خورشید اولیه را توده‌ای در نظر می‌گیرد که با سرعت بسیار در چرخش است و به وسیله هاله‌ای عدسی شکل متشکل ازذرات جامد و گاز که حرکتی متلاطم دارند، احاطه شده است. در این هاله عدسی شکل، مرزی شبیه به گرداب بوجود می‌آید و موجب اجتماع ماده می‌شود که این نیز به

بیشتر بدانیم:

درباره گردش سیارات منظومه شمسی به دور خود

در میان سیارات منظومه شمسی اورانوس و زهره بر خلاف جهت گردش به دور خورشید، حول محور خود می‌چرخند.

قانون باد یک سریِ عددی است که با فواصل نسبی سیارات از خورشید رابطه نزدیکی داشته و می‌توان آنرا بدین صورت منظم کرد:

سیاره	فاصله نسبی متوسط
عطارد	۳/۹
زهره	۷/۲
زمین	۱۰
مریخ	۱۵/۲
فضای تهی	۲۹*
مشتری	۵۲
زحل	۹۵
اورانوس	۱۹۲
نپتون	۳۰۱
پلوتو	۳۹۵

*فقدان سیاره‌ای بین مریخ و مشتری در فاصله متوسط ۲۹، توسط سیارک ها پر شده است که این مسئله سال ها بعد از قانون بادکشف شد.

نوبه خود سیارات را بوجود می‌آورد. این نظریه علت تمرکز سیارات بزرگ در بخش خارجی منظومه شمسی و یا وضعیت خاص پلوتو را توضیح می‌دهد. اخیراً نظریات متعددی نیز ارائه شده است که بر اساس منطق انفجار ***سوپرنوا*** است.

۲-۱- اتمسفر

اتمسفر یا هواکره، اگرچه فقط جزء کوچکی از کل جرم زمین را تشکیل می‌دهد، اما تأثیر آن برروی سطح زمین قابل ملاحظه است. اتمسفر واسطه‌ای برای انتقال انرژی گرمایی خورشید به زمین و همچنین عهده‌دار توزیع این گرما در بخش های مختلف زمین است.

زمین در میان سیارات منظومه شمسی دارای ترکیب منحصر به فردی از سیالات سطحی اتمسفر و هیدروسفر است که محیط مطلوبی برای توسعه و ادامه زندگی در زمین فراهم کرده و این وضع را صدها میلیون سال همچنان حفظ کرده است. اتمسفر مانع رسیدن پرتوهای خطرناک خورشید به زمین می‌شود و به این ترتیب ادامه زندگی موجودات زنده را فراهم می‌کند. اتمسفر دمای زمین را به طور مطلوبی تنظیم می‌کند. اتمسفر همچنین سطح زمین را از برخورد قطعات و سنگهای سرگردانی که وارد محدوده جاذبه زمین می‌شوند محافظت می‌کند و بر اثر تماس با این قطعات یا تمام آن‌ها را از بین می‌برد و یا آن‌قدر کوچک می‌کند که تأثیر آن‌ها در زمان برخورد با زمین بسیار کم می‌شود.

۱-۲-۱- بخش های مختلف اتمسفر و ترکیب آن ها

ترکیب اتمسفر ساده بوده و تقریباً به طور کامل از سه عنصر نیتروژن، اکسیژن و آرگون تشکیل شده است. غلظت برخی از مواد موجود در اتمسفر که شامل اجزای سازنده اصلی می‌شود حداقل از نظر تغییرات کوتاه مدت ثابت است. سایر ترکیبات و خصوصاً آب، تغییرات زیادی را در دوره‌های کوتاه زمانی نشان می‌دهند. بخار آب اتمسفر می‌تواند تا ۴٪ هم برسد (جدول شماره ۱).

نیتروژن	٪۷۸
اکسیژن	٪۲۱
آرگن	٪۰/۹۴
دی اکسید کربن	٪۰/۰۳
هیدروژن	٪۰/۰۰۰۵

جدول ۱- ترکیبات اصلی اتمسفر و درصد وزنی آن ها

جریان های همرفتی در ارتفاع کمتر از ۶۰ کیلومتر باعث ثابت ماندن نسبت ترکیب های مختلف می‌شود. در بالاتر از این ارتفاع، جدایش ثقلی را می‌توان بر اساس وزن ملوکولی مشاهده نمود. به همین دلیل است که لایه‌ای از اتمسفر که در زیر ۶۰ کیلومتر واقع می‌شود را اغلب ***هوموسفر*** می‌گویند- هوموسفر شامل لایه‌های موجود در زیر این ارتفاع است. بخش پایینی اتمسفر که همرفتی (کنوکسیون) در آن جریان غالب است ***تروپوسفر*** نام دارد و تا ارتفاع بیش از ۱۰ کیلومتری گسترش دارد (تصویر۱) و بالاتر از این لایه ***استراتوسفر*** واقع شده است، که این نام به دلیل خاصیت چند

بیشتر بدانیم:

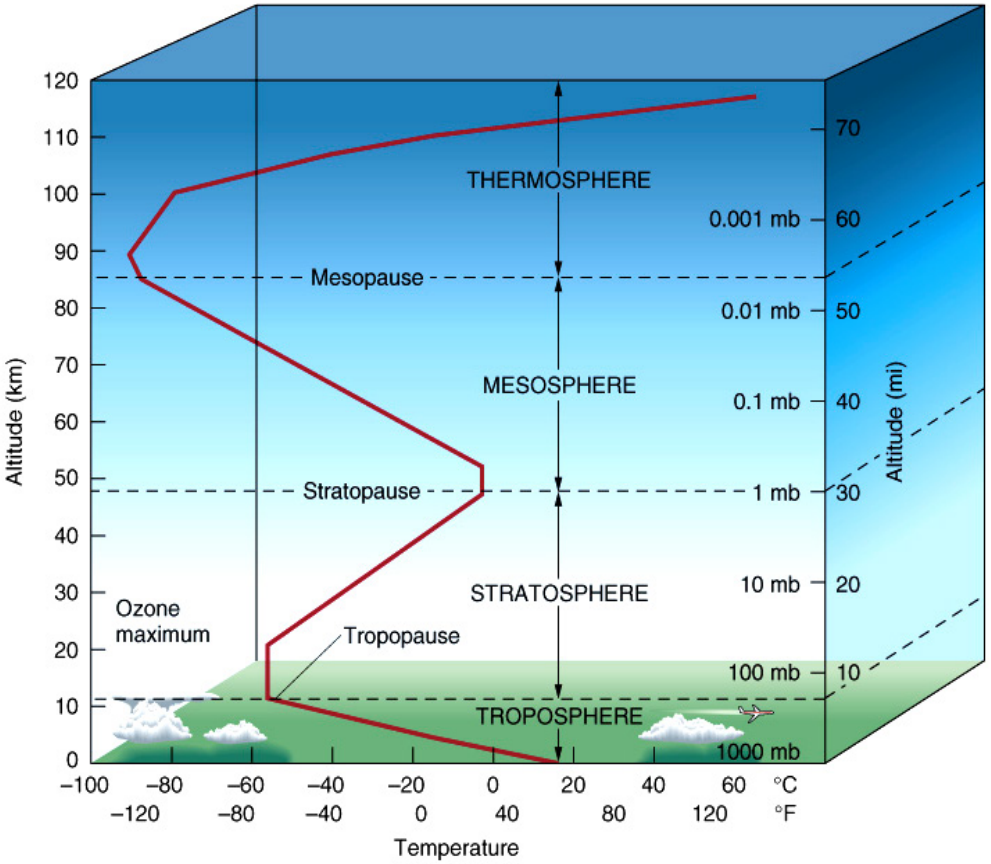
نکته ای جالب درباره نقش اتمسفر در تعدیل دما

همانگونه که در متن اشاره شد، اتمسفر در تعدیل دمای زیمن نقش قابل توجهی دارد، بطوری که بدون آن شاید تفاوت دمای شبانه روز به بیش از ۲۰۰ درجه سانتیگراد می‌رسید.جالب است که بدانید د به دلیل اتمسفر بسیار رقیق مریخ، دما در سطح آن در حدود ۱۱۲ درجه سانتیگراد است.

لایه‌ای بودن آن است و تا ارتفاع حدود ۵۰ کیلومتر وجود دارد. مرز بین تروپوسفر و استراتوسفر هم با عرض جغرافیایی و هم با فصول مختلف تغییر می‌کند. در بالاتر از ۸۰ کیلومتری سطح زمین لایه ***یونوسفر*** وجود دارد. در این لایه یون ها به دلیل یونیزاسیون القایی ناشی از تشعشات ماورای بنفش خورشید، بوجود می‌آیند. (تصویر۱)

لایه‌ای که به آن ***اوزون*** گفته می‌شود، عمدتاً در استراتوسفر و تقریباً در ارتفاع ۲۰ تا ۳۰ کیلومتری قرار دارد. گاز اوزون شکلی از اکسیژن است که مولکول آن بجای دو اتم، شامل سه اتم اکسیژن است. در لایه اوزون پرتوهای فرابنفش باعث می‌شوند که مولکول های معمولی اکسیژن به دو اتم تفکیک شوند. وقتی یک اتم منفرد اکسیژن با یک مولکول دو اتمی اکسیژن برخورد می‌کند یک مولکول اوزون تشکیل می‌شود. این فرآیند برگشت پذیر است.

و سرانجام به مولکول های معمولی تبدیل می‌شود. لایه اوزون به مقدار زیادی پرتوهای بلندتر فرابنفش و بخشی از طول موج های مرئی و فروسرخ را نیز جذب می‌کند. جذب این پرتوها باعث گرم شدن لایه اوزون می‌شود و در نتیجه دما در ارتفاعات زیر ۵۰ کیلومتر بالاتر می‌رود.



تصویر۱- تصویر سه بعدی از لایه ها، دما و فشار در اتمسفر

بیشتر بدانیم:

دانستنی هایی درباره توده های هوا

بسیاری از پدیده‌های هواشناسی مثل تشکیل ابر، باران و برف، طوفان ها و بسیاری از پدیده‌های دیگر وابسته به ***توده‌های هوا*** است. توده هوا از نظر ابعاد، حجم بزرگی از هواست که بطور افقی بخش قابل توجهی از یک قاره یا اقیانوس را می‌پوشاند و بطور قائم نیز در بخش مهمی از تروپوسفر ادامه دارد. یک توده هوای معین دارای رطوبت و دمای تقریبا یکنواختی در تمام جهات افقی در هر ارتفاعی است. با توجه به حجم بزرگ توده هوا و هدایت گرمایی کم هوا، به راحتی می‌توان دریافت که این توده‌ها به سرعت تشکیل نمی‌شوند. بنابراین برای ایجاد آنها باید حجم بزرگی از هوا به مدت طولانی (معمولاً بیش از ۱۵ روز) در ناحیه‌ای معین از زمین راکد بماند یا در آن ناحیه گردش کند تا بتواند ویژگی‌های فیزیکی معینی را به دست آورد. معمولاً توده‌های هوا را بر حسب مناطق جغرافیایی منبع آنها نام گذاری می‌کنند. مانند توده‌های هوای مدیترانه‌ای و توده هوای قطبی. واضح است که توده‌های هوای دریایی مرطوبتر از توده‌های هوای قاره‌ای و توده‌های هوای قطبی سردتر از توده‌های هوای حاره‌ای است. وقتی توده هوا تشکیل شد تحت اثر جریانهای عمومی هواکره به حرکت در می‌آید. مرز بین دو توده هوا را **جبهه** می‌گویند.

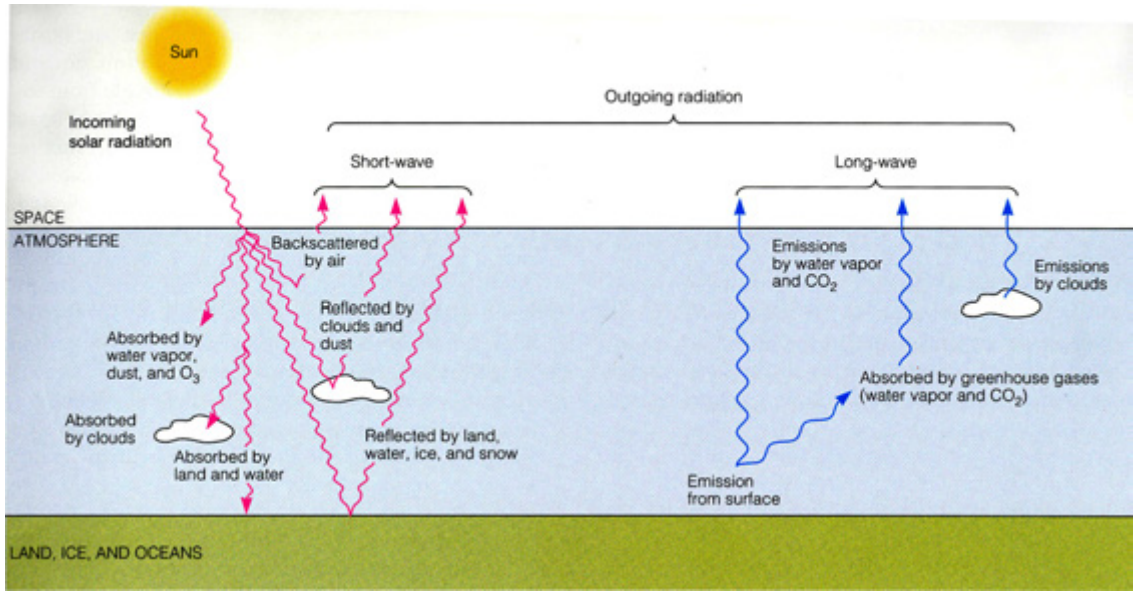
درباره لایه ازن

این لایه که نقش مهم برای حیات بر روی کره زمین دارد بر اثر آلودگی‌های موجود در هوا و خصوصاً ترکیبات کلروفلئورکربن (CFC) که در صنایع سرماساز و حلال ها کاربرد دارد مورد تهدید قرار گرفته است.

۲-۲-۱- اثر گلخانه ای

همان طور که اشاره شد، بخار آب یکی از مهمترین اجزای اتمسفر است و مقدار آن بین ۰/۰۲ تا ۴ درصد وزنی تغییر می‌کند. مقدار بخار آب موجود در اتمسفر به چند عامل بستگی دارد که از بین این عوامل درجه حرارت مهم ترین است. بنابراین میانگین سالانه بخار آب در عرض‌های جغرافیایی به این شرح است، مدار صفر درجه برابر با ۲/۶۳ درصد حجمی، مدار ۵۰ درجه شمالی برابر ۰/۹۲ درصد حجمی و مدار ۷۰ درجه شمالی برابر با ۰/۲۲ درصد حجمی است. بخار آب موجود در اتمسفر نقش مهمی در تنظیم شرایط اقلیمی ایفا می‌کند. بخار آب همراه با دی‌اکسید کربن مسوول سازوکار مهمی در کنترل دما است که به ***اثر گلخانه‌ای*** شهرت دارد.

تشعشعات خورشیدی با برخی طول موج های خاص می‌تواند از میان ملکولهای $H2O, CO2$ عبور کرده و به سطح زمین برخورد کند. پس از برخورد، ***انرژی تشعشعی*** با طول موج بلندتر بار دیگر متساطع شده و به وسیله ملکولهای $H2O, CO2$ جذب گردیده و بنابراین باعث گرم شدن اتمسفر می‌شود. امروزه در روی زمین جذب گرما باعث می‌شود که یکنواختی بیشتری در درمای عرض‌های مختلف جغرافیایی برقرار شود و بدون بخار آب اختلاف دما در عرض‌های جغرافیایی مختلف تفاوت زیادی می‌کرد (تصویر ۲).



تصویر۲- در این تصویر عوامل گوناگون در ایجاد اثر گلخانه ای مشاهده می شود.

بیشتر بدانیم:

نکته ای جالب درباره اثر گلخانه ای

تخمین زده شده که اگر کره زمین ۵ درصد به خورشید نزدیک تر بود مقدار تشعشع اضافی بحدی می‌رسید که اثر گلخانه‌ای غیر قابل کنترل شده و بنابراین تمام هیدروسفر زمین تبخیر می‌شد و سیاره‌ای بوجود می‌آمد که با سیاره‌ای که اکنون برروی آن زندگی می‌کنیم تفاوت زیادی می‌داشت.

دانستنی هایی درباره ابرها و انواع آن ها

ابر، بر اثر تجمع ذرات ریز و قطره‌های کوچک آب و یا دانه‌های ریز یخ که بصورت معلق در افق های مختلف اتمسفر قرار گرفته است، تشکیل می‌شود. این ذرات، ابعادی معادی ۰/۰۲ تا ۰/۰۶ میلیمتر دارند. قطرکها بر اثر تجمع و تراکم برروی هسته‌های نمک بسیار ریز تشکیل می‌شود. این ذرات حاصل سوخت‌ها، مواد آلی، گرد و غبار و خاکسترهای آتشفشانی که در هوا معلق‌اند، هسته‌های تراکمی هوا کره را تشکیل می‌دهند. از مهم ترین این ذرات، ذرات نمک هستند که خاصیت جذب رطوبت در آن-ها نیز بالا است. رطوبت از سطح اقیانوس‌ها بر اثر تماس باد با آن ها به دست می‌آید و در نهایت این رطوبت جذب نمک ها و ذرات معلق می‌شود.

قطرک های آب خالص می‌توانند در دماهای خیلی پایین‌تر از نقطه انجماد به حالت مایع باقی بمانند. این توده های مایع را ابر سرد می‌گویند. تا منفی ۱۰ درجه سانتی گراد ذرات ابر تقریباً بطور کامل به حالت مایع هستند. در دمای سردتر مخلوطی از ذرات مایع و یخ و در کمتر از منفی ۴۰ درجه سانتی گراد ابر کاملاً از بلورهای یخ تشکیل شده است.

بیشتر بدانیم:

دانستنی هایی درباره ابرها و انواع آن ها

ابرها به اشکال مختلفی هستند که هر کدام از آن‌ها نمایان گر نوع خاصی از ابر با ویژگی‌های خاص خود است، این اشکال به شرح زیر است.

- ابرهای ***کپه‌ای*** (***کومولی***): این ابرها بصورت توده‌های متراکم شبیه به گل کلم و با پنبه هستند. این شکل ابرها عموماً نشانه صعود جریانهای قائم هواست که هوای مرطوب را به سرعت به افق‌های بالا حمل می‌کند.
- ابرهای ***سیروس*** (تصویر ۳)، ***سیروکومولوس*** (تصویر ۴) و ***سیرواستراتوس***: (تصویر ۵) این ابرها از بلورهای یخ درست شده‌اند. ابرهای سیروس بالترین ابرها هستند و معمولاً بارندگی ندارند و بسیار نازکند.
- ابرهای ***آلتوکومولوس*** (تصویر ۶) و ***آلتواستراتوس*** (تصویر ۷): این ابرها در ارتفاع حدود ۲ تا ۷ کیلومتری جو قرار دارند و ابرهایی که در ارتفاع پایین‌تر تا حدود ۲ کیلومتر قرار می گیرند، سه نوع ***استراتوس*** (تصویر ۸)، ***نیمبواستراتوس*** (تصویر ۹) و ***استراتوکومولوس*** (تصویر ۱۰) هستند. ابرهای استراتوس، ابرهای یکنواختی هستند که در ارتفاع کم معمولاً تمام آسمان را می‌پوشانند. ابرهای نیمبواستراتوس، از ضخیم شدن و تا حدی باران‌زا و یا برفی شدن ابرهای استراتوس ایجاد می‌شوند (پیشوند نیمبو به معنی باران است). این ابرها معمولاً خاکستری تیره هستند و به مقدار زیادی نور خورشید را مستهلک می‌کنند. ابرهای استراتوکومولوس شامل توده‌های متراکمی از ابرها هستند که دارای ارتفاع قاعده‌ای مشخصی هستند.
- ابرهای ***کومولونیمبوس*** (تصویر ۱۱): این ابرها همراه با بارندگی سنگین، تگرگ و رعد و برق است و گاهی تا ارتفاعات ۱۸ کیلومتر نیز در مناطق گرمسیری صعود می‌کنند. این ابرها حالت پنبه‌ای مانند دارند و به شکل های متراکم و گل کلمی با قاعده صاف دیده می‌شوند. در تصاویر ۳ تا ۷ نمونه هایی از ابرهای گفته شده، نشان داده شده است.

تصویر ۱۲ انواع ابرهای معمول آسمان را به صورت شماتیک نشان می دهد.

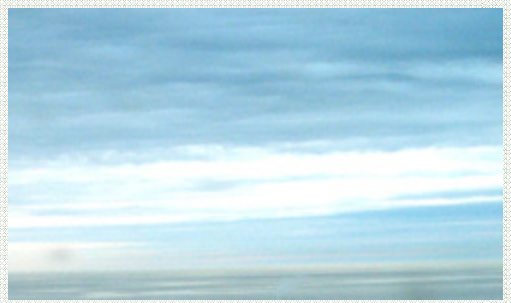
تصویر۴- ابر سیروکومولوس

تصویر۳- ابر سیروس

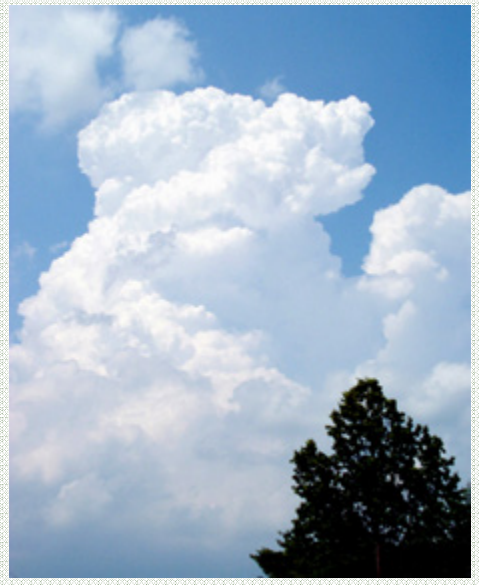
تصویر۶- ابر آلتوکومولوس

تصویر۵- ابر سیرواستراتوس

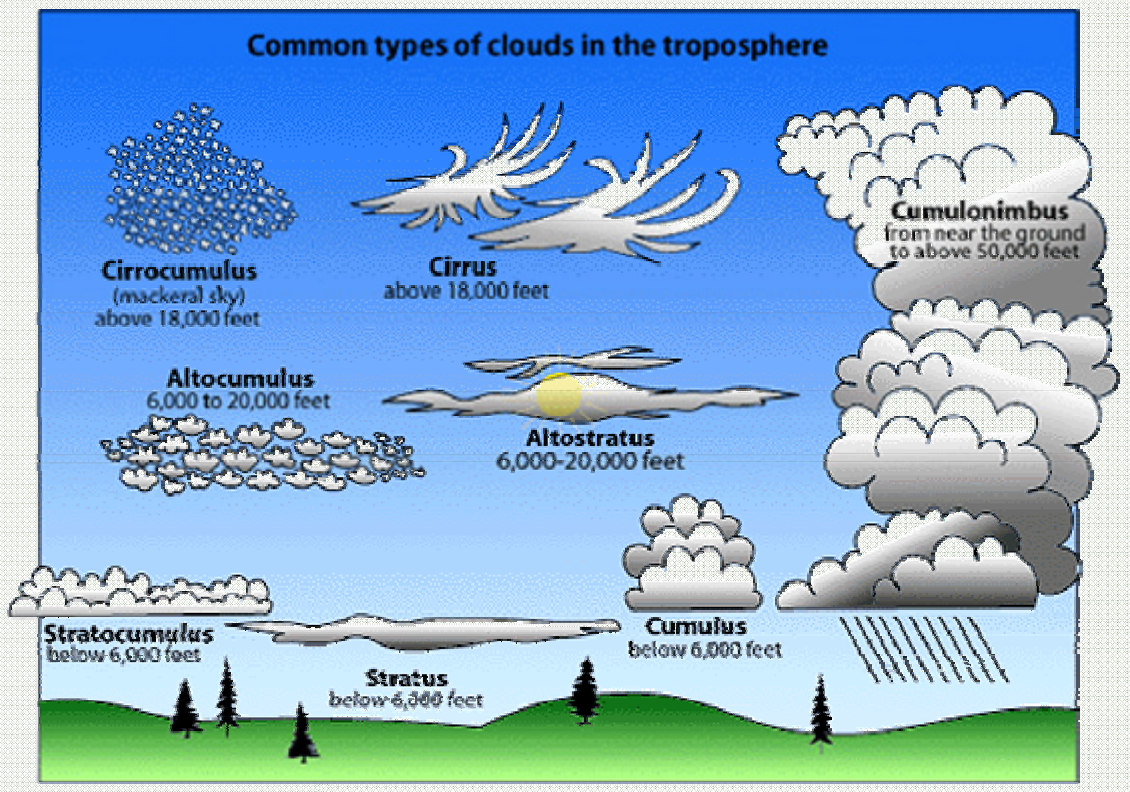
تصویر۸- ابر استراتوس



تصویر۷- ابر آلتواستراتوس



تصویر۱۱- ابر کومولونیمبوس



تصویر۱۲- انواع متداول ابر در تروپوسفر

تصویر۱۰- ابر استراتوکومولوس

تصویر۹- ابر نیمبواستراتوس

۳-۲-۱- اتمسفر در گذشته

در گذشته اتمسفر زمین، میزان اکسیژن در حدود ۰/۱درصد مقدار کنونی آن بوده است. کم بودن مقدار اکسیژن اتمسفر اولیه باعث می‌شده که تشعشع ماورای بنفش به سطح زمین رسیده و محیطی کشنده را فراهم آورد. برخی رسوبات قدیمی در مقایسه با رسوبات امروزی مشابه خود، کمتر اکسیده شده‌اند. در این رسوبات شواهدی وجود دارد که حاکی از حضور ترکیبات اورانیوم، گوگرد، منگنز و آهن در حالت احیاء می باشد. تمام این عناصر در شرایط فعلی اتمسفر به آسانی اکسیده می‌شوند. به نظر می‌رسد اتمسفر زمین حدود ۲ میلیارد سال پیش اتمسفر اکسید کننده‌ای نبوده است.

با توجه به حضور تشعشع کشنده در سطح زمین، گفته می‌شود که ارگانیزم‌های فتوسنتزی برای در امان ماندن از این اشعه مرگ بار، ابتدا در زیر آب شروع به رشد و گسترش کردند تا سپر محافظتی مناسبی را برای خود فراهم آورند. بیشتر اکسیژن تولید شده توسط این ارگانیزم‌ها برای اکسید کردن ترکیبات شیمیایی احیاء مصرف می‌شد، اما به هر حال مقداری نیز در اتمسفر منتشر می‌شد.

هنگامی که مقدار اکسیژن اتمسفر به یک درصد سطح فعلی آن رسید، ارگانیزم های در حال گسترش توانستند سازوکار حیاتی خود را از ***تخمیر*** به تنفس تبدیل کنند. این تغییر را ***نقطه پاستور*** می‌گویند. در این زمان حفاظت در مقابل نور ماورای بنفش به حد کافی صورت گرفته و بنابراین فقط چند سانتی متر آب برای حیات کافی بود، به همین دلیل حیات می‌توانست افزایش تکاملی انفجار آمیزی را شروع کند.

بیشتر بدانیم:

در حدود ۴۰۰ میلیون سال قبل (سیلورین) یعنی زمانی که مقدار اکسیژن آزاد شده در اثر فعالیت فتوسنتز به۱۰٪ مقدار فعلی آن در اتمسفر رسید، سطح زمین دیگر در مقابل اشعه مضر ماوراءبنفش محافظت شده و حیات می‌توانست در سطح آب و خشکی گسترش یابد و در نهایت مقدار اکسیژن آنقدر افزایش یافت تا به حد فعلی رسید.

۲-۱-هیدروسفر

هیدروسفر قشری ناپیوسته از آب شیرین، شور و جامد در سطح زمین است. هیدروسفر از اقیانوس‌ها همراه با دریاها و خلیج‌های پیوسته به آنها، دریاچه‌ها، آب رودها و رودخانه‌ها، آبهای زیرزمینی و برف و یخ تشکیل شده است. از این میان اقیانوس‌ها از نظر بزرگی حائز درجه اول اهمیت هستند، زیرا وسعتی معادل ۳۶۱ میلیون کیلومتر مربع یا به عبارتی۷۰/۸ درصد از سطح زمین را می‌پوشانند. اگر عمق متوسط اقیانوس را ۳۸۰۰ متر در نظر بگیریم حجم اقیانوس‌ها را می‌توان محاسبه کرد. بر اساس این محاسبه حجم آب اقیانوس ها ۱۳۷۰ میلیون کیلومتر مکعب است. چگالی آب دریا در سطح با شوری عادی و در صفر درجه سانتی‌گراد ۱/۰۲۸ است، اما این چگالی به خاطر تراکم پذیری ناچیز آب تحت فشار با افزایش عمق بیشتر می‌شود. اگر چه تعیین دقیق مقدار آب در سایر بخش‌های هیدروسفر مشکل است اما به صورت تخمینی اطلاعاتی از آنها ارائه می‌شود. آب دریا ۹۷٪ از وزن کل هیدروسفر را تشکیل می‌دهد و به همین دلیل ترکیب آن را می‌توان به عنوان میانگین ترکیب هیدروسفر به حساب آورد.

۱-۳-۱- ترکیب آب دریا

برای بحث درباره ترکیب آب دریا از دو کمیت ***شوری*** و ***کلریته*** استفاده می‌شود. کلریته آب از رسوب دادن کلیه ترکیبات هالوژن‌دار با استفاده از نمک نقره و محاسبه وزن آن بدست می‌آید. اساساً مقدار کل ترکیبات کلردار، برم‌دار و یددار موجود در ۱ کیلوگرم از آب دریا بر حسب گرم را کلریته می‌گویند. مفهوم شوری با کلریته کمی تفاوت دارد و مقدار آن از وزن کل مواد جامد حل شده در ۱ کیلوگرم آب اندکی کمتر است و می‌توان آن را از روی کلریته یا از طریق اندازه‌گیری خاصیتی فیزیکی مانند چگالی، ضریب شکست و یا هدایت الکتریکی تعیین نمود. شوری و کلریته را به طور نسبی بر حسب گرم بر کیلوگرم آب دریا و یا بر حسب ***قسمت در هزار*** بیان کرد.

بیشتر بدانیم:

میانگین شوری دریا ها

جالب است که بدانید میانگین شوری دریاهای آزاد حدود ۳۵ در هزار و تغییرات منطقه‌ای آن بین ۳۲ تا ۳۷ در هزار است. مقدار شوری دریای سرخ و خلیج فارس جایی که تبخیر زیاد و بارش ناچیز می‌باشد به ۴۱ در هزار هم می‌رسد.

تکامل اقیانوس

تاریخچه اولیه هیدروسفر مانند تاریخچه اتمسفر به خارج شدن مواد فرار زمین و وارد شدن آنها به سطح می‌شود. این فرآیند طی زمان زمین شناسی نرخی ثابت داشته، یا در اوایل تاریخ زمین از سرعت بیشتری برخوردار بوده است، هنوز به صورت سوال باقی مانده است. تغییرات ترکیب شیمیایی آب دریا نیز مورد توجه است. یکی از احتمالات موجود در این رابطه، افزایش نمکهای محلول به یک آب اساساً شیرین و به عبارت دیگر تبدیل تدریجی ترکیب آب دریا به ترکیبی شبیه به ترکیب امروزی آن است. شواهد دیرینه شناسی حاکی از آن است که در ۶۰۰ میلیون سال گذشته و به احتمال قوی در ۳۰۰۰ میلیون سال گذشته، مقدار نمک‌های محلول آب اقیانوس تغییر زیادی نکرده است. بر اساس عقاید موجود در رابطه با منشاء زمین، اقیانوس‌ها به محض این که سطح زمین به اندازه کافی برای تقطیر آب، سرد شد، تشکیل شده‌اند. مقدار آب وشوری اقیانوس‌های اولیه ناشناخته مانده است. طی تاریخ زمین‌شناسی، اقیانوس ها در اثر افزایش آب های اولیه ماگمایی رشد کردند. این رشد احتمالاً در اوایل تاریخ زمین از نرخ بسیار بزرگ تری برخوردار بوده است، یعنی همان زمانی که پوسته نازک تر، دمای میانگین زمین بیشتر، و گرمای رادیوژن بیشتر باعث فعالیت آذرین شدید می‌شد. ماهیت سنگ های رسوبی و فسیل‌ها نشان می‌دهد که مقدار مواد محلول طی زمان زمین‌شناسی ثابت مانده است.

۴-۱-ساختمان درونی زمین

بررسی‌های تاریخی نشان داده‌اند که انسان از زمان های قدیم مشتاق شناسایی ساختمان داخلی کره زمین بوده است. از آنجا که دسترسی مستقیم به قسمت های داخلی زمین امکان‌پذیر نیست و حتی با وجود تکنولوژی عصر حاضر نیز تنها ۰/۵ درصد از شعاع زمین با حفاری قابل دستیابی است، لذا روش های غیر مستقیم همواره الهام بخش انسان در کسب اطلاعات از قسمت های داخلی بوده است. از آن جمله می‌توان آتشفشان ها، که مواد مذاب درونی را به سطح می‌آورند، چشمه های آب گرم و بسیاری پدیده‌های غیر مستقیم دیگر را ذکر کرد.

در نتیجه توسعه علم ژئوفیزیک در سال های اخیر اطلاعات با ارزشی از ترکیب وساختمان قسمت های درونی زمین بدست آمده است. روش های ژئوفیزیکی بسیار متنوع هستند. از میان تمام این روش ها ، بررسی نحوه حرکت امواج زلزله بزرگ ترین آگاهی را در مورد جنس و ساختمان قسمت های درونی زمین به دست داده است.

از روی تجزیه و تحلیل امواج لرزه‌ای می‌توان به اطلاعات زیادی در رابطه با درون زمین دست یافت. هر زمین‌لرزه انواع مختلفی از امواج را تولید می‌کند که از این میان دو نوع که از درون پیکر زمین عبور می‌کند برای منظور فعلی ما حائز بیشترین اهمیت است. این دو نوع موج حتی اگر محیط عبورشان یکسان باشد با سرعت های متفاوت حرکت می‌کنند. موج سریع تر موجی است که به وسیله ارتعاش در جهت انتشار موج منتقل می‌شود (مشابه امواج صوتی در فضا). این امواج اولین امواجی هستند که به وسیله لرزه‌نگارها در فاصله قابل ملاحظه ای از کانون زلزله ثبت شده و به ان ها ***امواج اولیه*** یا امواج p می‌گویند. امواج کندتر آن هایی هستند که از طریق ارتعاش عمود بر جهت انتشار انتقال می‌یابند (مشابه امواج نور) و به ***امواج ثانویه، امواج برشی***، یا امواج S شهرت دارند. سرعت امواج P و S بسته به چگالی و ضرایب ثابت الاستیکی موادی که این امواج از آن ها عبور می‌کنند تغییر کرده و همچنین می‌توانند در سطح ناپیوستگی‌ها منعکس یا شکسته شوند. از روی مقایسه زمان ورود امواج P و S یک شوک واحد به ایستگاه‌های مختلف، می‌توان جداول مربوط به زمان عبور را تهیه کرده و از روی آن سرعت این دو موج را به عنوان تابعی از عمق، محاسبه نمود.

همان گونه که در تصویر۱۳ نشان داده شده است، درون زمین به وضوح ناهمگن است، زیرا خواص الاستیکی مواد در اعماق مختلف متفاوت است. این ناهمگنی تصادفی نبوده و به صورت مناطقی مشاهده می‌گردد که به وسیله ناپیوستگی‌های تیز و تدریجی از یکدیگر جدا می‌شوند. بر این اساس، زمین به سه بخش تقسیم می‌شود که عبارتند از:

- ***پوسته***، که از سطح شروع شده و تا اولین ناپیوستگی (***ناپیوستگی موهورو ویچیک***) ادامه دارد.
- ***جبه***، که از قاعده‌ی پوسته شروع شده و تا دومین ناپیوستگی(***ناپیوستگی ویچرت ـ گوتنبرک***) ادامه دارد و
- ***هسته***، که از ناپیوستگی ویچرت ـ گوتنبرک شروع شده و تا مرکز زمین ادامه می‌یابد.

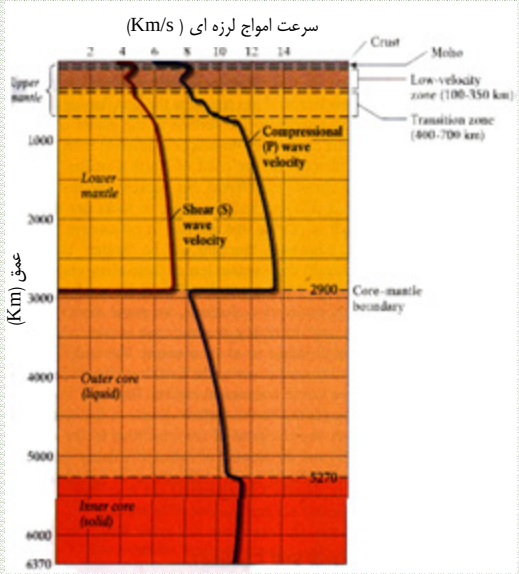
از بین رفتن امواج S در قاعده‌ی جبه بخصوص حائز اهمیت است و نشان می‌دهد که مواد سازنده هسته زمین رفتاری مانند یک مایع دارد. ناپیوستگی رده دوم نیز در پوسته، جبه و هسته تشخیص داده شده است که بر اثر افزایش یا کاهش سرعت امواج مشخص شده است که باعث ایجاد

بیشتر بدانیم:

علم ژئوفیزیک علمی است که بررسی وحل مسائل زمین را از دیدگاه فیزیکی مد نظر دارد.

درباره ناپیوستگی های درون زمین

همان گونه که اشاره شد و در تصویر ۱۳ نیز دیده می‌شود، ناهمگنی لایه های درونی زمین به صورت مناطقی مشاهده می‌گردد که به وسیله ناپیوستگی‌های تیز و تدریجی از یکدیگر جدا می‌شوند. دو ناپیوستگی اصلی رده اول به وسیله تمام ژئوفیزیست‌ها تشخیص داده شده است. ناپیوستگی رده اول ناپیوستگی است که شکستگی ناگهانی در منحنی سرعت ـ عمق ایجاد می کند.



تصویر۱۳- عمق ناپیوستگی های موجود در کره زمین و تغییرات در سرعت حرکت امواج

شکست در منحنی امواج شده است. در بخش بیشتر بدانیم درباره ماهیت هسته مطالب جالبی مطرح شده است.

۱-۴-۱- چگالی زمین

در سال ۱۷۹۸ ***کاوندیش*** از طریق مقایسه جاذبه بین دو کره سربی و دو کره طلایی و با استفاده از یک ترازوی حساس، ضریب ثابت ثقل را تعیین کرد و از این اندازه‌گیری میانگین چگالی زمین را ۵/۴۸ تعیین کرد. از آن جا که میانگین چگالی سنگ های سطحی حدود ۲/۸ است، برای این که بتوان چگالی کل زمین را توجیه نمود، نتیجه گرفته می‌شود که چگالی درون زمین باید بیش از ۵/۵ باشد.

۲-۴-۱- دمای اعماق زمین

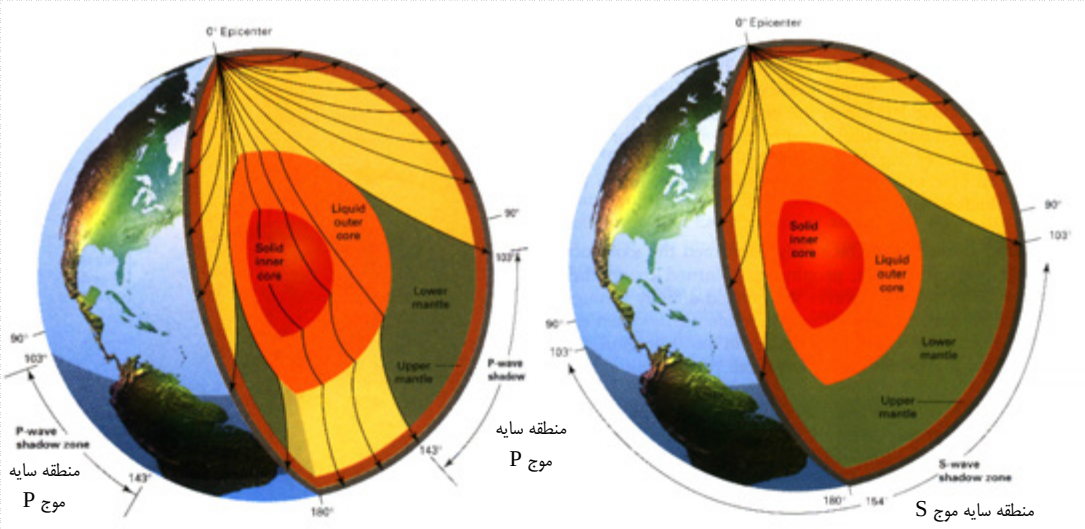
مشاهدات مستقیم در معادن و حفاری‌ها نشان می‌دهد که دما همواره با افزایش عمق، زیاد می‌شود. اگر چه نرخ این افزایش از محلی به محل دیگر تفاوت بسیار دارد. این تغییرات دما مشخصه لایه‌های پوسته‌ای بوده. ***شیب گرمایی*** اندازه‌گیری شده در پوسته زمین در محدوده‌ای بین ۱۰ تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد در هر کیلومتر استفاده می‌شود. از روی شیب گرمایی و رسانایی گرمایی سنگ‌ها، جریان حرارت به طرف سطح را می‌توان محاسبه نمود. میانگین مقدار جریان حرارتی ۱۰×۱/۵ کالری بر سانتی‌مترمربع بر ثانیه است. این مقدار سالانه برابر با ۵۰ کالری بر سانتی‌مترمربع می‌شود که برای ذوب یک صفحه یخ به ضخامت ۶ میلیمتر کافی می‌باشد.

بیشتر بدانیم:

شناخت ماهیت هسته

برای آگاهی از نحوه‌ی تشخیص مرز بین گوشته و هسته ورود امواج S و P را که توسط یک زمین لرزه ایجاد شده‌اند به لرزه‌نگارهای اطراف جهان مورد بررسی قرار می‌دهیم. در فاصله میان زاویه‌ای صفر تا ۱۰۳ درجه از مرکز زمین لرزه امواج P قبل از امواج S به لرزه‌نگارها می‌رسد، چون سرعت آنها بیشتر است.بین۱۰۳ تا ۱۴۲ درجه هیچ یک از امواج S و P به طور مستقیم از کانون زلزله دریافت نمی‌شود و ظاهراً به نظر می‌رسد که این بخش به دلیل وجود سپری در داخل زمین، که جلوی امواج را می‌گیرد، ایجاد شده است. از ۱۴۳ درجه به بعد امواج P بار دیگر ظاهر می‌شوند، بدون آنکه اثری از امواج S باشد. منطقه بین ۱۰۳ تا ۱۴۳ درجه را منطقه سایه موج P و فاصله بین۱۰۳ تا ۱۸۰ درجه را منطقه سایه موج S می‌نامند. در عمق۲۹۰۰ کیلومتری بین گوشته و هسته، مرزی وجود دارد که باعث شکست امواج P می‌شود. لذا امواج P وارد شده به هسته هیچ گاه در فاصله بین ۱۰۳ تا۱۴۳ درجه ثبت نمی‌شوند و باعث ایجاد منطقه سایه می‌شود.

امواج S نیز مانند امواج p رفتار می‌کنند و در محدوده‌ی ۱۰۳ تا ۱۸۰ درجه ثبت نمی‌شوند. دلیل این امر این است که هسته خارجی ماهیت مایع دارد، چون امواج S قابلیت عبور از فاز مایع را ندارد، لذا از هسته عبور نمی‌کنند. اما با ثبت اطلاعات به دست آمده از امواج P معلوم می‌شود که فقط هسته خارجی ماهیت مایع دارد و هسته داخلی جامد است. مرز میان هسته خارجی و داخلی را به نام ***ناپیوستگی لمان*** می شناسند که توسط خانم اینگه لمان شناخته شد (تصویر ۱۴).



تصویر ۱۴- نمایش منطقه های سایه حاصل از امواج S,P زلزله

عدد محاسبه شده امروزی برای چگالی زمین ۵/۵۱۷+۰/۰۰۴ است.

این نکته نشان می‌دهد که نسبت تأثیر گرمای آزاد شده از زمین در مقایسه با تأثیر خورشید در گرم کردن اتمسفر بسیار ناچیز است.

دمای زمین با نفوذ به اعماق بیشتر می شود. این افزایش دما در نقاط مختلف زمین متفاوت است ولی بطور میانگین به ازاء هر ۱۰۰ متر ۳ درجه سانتی‌گراد (هر کیلومتر ۳۰ درجه سانتی‌گراد)، دمای زمین افزایش می یابد.

۵-۱-نحوه مطالعه ساختمان درونی زمین

همانگونه که اشاره شد، اطلاعاتی که از داده‌های حاصل از زلزله‌ها بدست آمد و تفسیر ژئوفیزیست‌ها بر روی آن ها نشان داد که زمین از سه افق اصلی تشکیل شده است که عبارتند از پوسته، جبه و هسته.

پوسته زمین برخلاف دو بخش دیگر از همگنی کمتری برخوردار است و حتی پوسته‌های قاره‌ای با پوسته‌های کف اقیانوس‌ها هم اختلاف جنس دارند. پوسته زمین در مقیاس شعاع زمین ضخامت ناچیزی را به خود اختصاص داده است. ضخامت پوسته در مناطق مختلف متفاوت است. در زیر اقیانوس‌ها ضخامت پوسته زمین معادل۱۰ تا ۱۵ کیلومتر است و در زیر قاره‌ها حدود ۳۵ کیلومتر است. اما ضخامت پوسته زمین در محل‌های فرورانش و مناطق کوه‌زایی گاه به۶۰ کیلومتر هم می‌رسد.

با بررسی‌های ژئوفیزیکی، مشخص گردیده که جبه از سه قسمت تشکیل شده است: جبه بالایی، میانی و جبه زیرین. جبه بالایی تا عمق ۴۰۰ کیلومتری وجود دارد و جبه میانی تا عمق ۶۰۰ کیلومتری و در نهایت جبه‌ی زیرین تا عمق ۲۹۰۰ کیلومتری ادامه می‌یابد. جنس جبه در بخش‌های مختلف به دلیل فشار و دمای حاکم در این گستره وسیع متغیر است. ناپیوستگی لرزه‌ای واقع بین جبه و هسته یک ناپیوستگی تند بوده و محل قرار داشتن آن با دقتی قابل ملاحظه، تعیین شده است.

عدم عبور امواج S از هسته (بخش بیرونی) دلایلی را برای تعیین ضخامت آن به دست داد. بر این اساس هسته بیرونی تا عمق ۵۰۰۰ کیلومتری ادامه پیدا می کند و در نهایت، هسته داخلی قرار دارد که تا مرکز زمین ادامه می‌یابد. (تصویر ۱۵)

بیشتر بدانیم:

فرضیه پیشین درباره ماهیت پوسته زمین

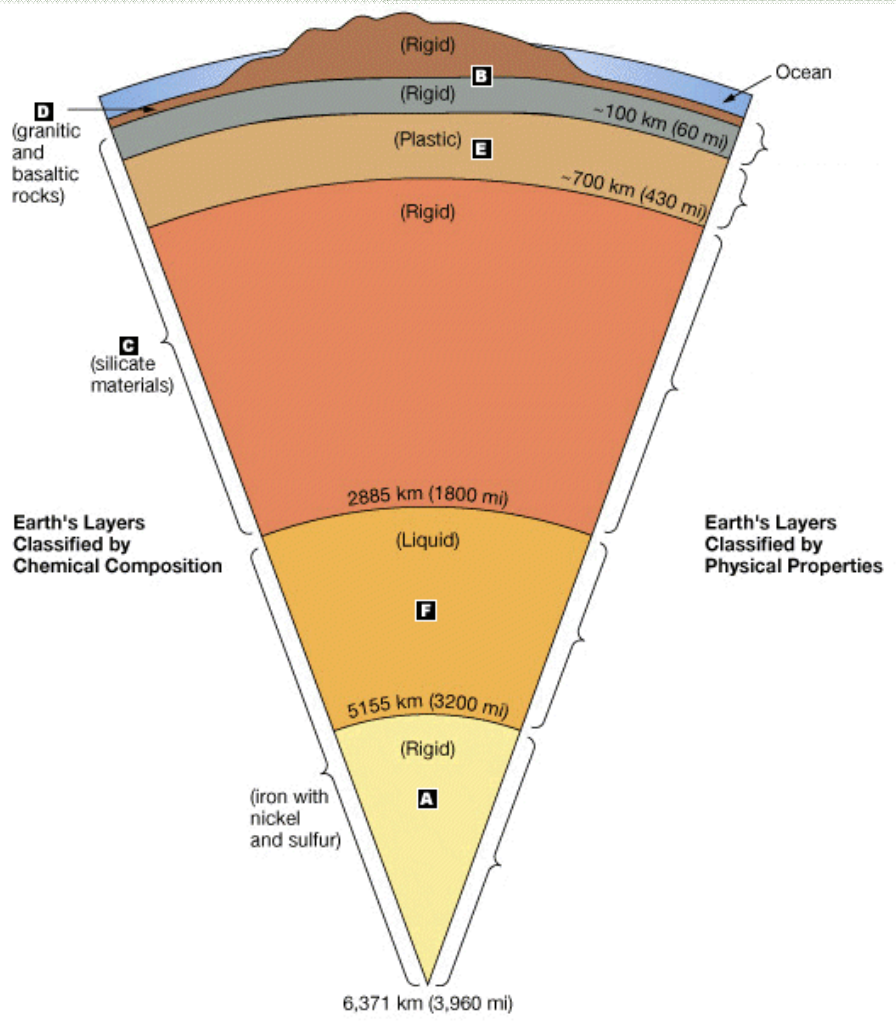
در گذشته فرض بر این بود که پوسته از دو بخش فوقانی با جنس گرانیتی که به سی ال (Si-Al) (غنی شده از آلومینیوم و سیلیسیوم) موسوم است و لایه زیرین که با جنس بازالتی و به سیما (Si-Mg) (غنی شده از سیلیسیوم ومنیزیم) مشهور است، تشکیل شده است. البته این موضوع امروزه مردود دانسته شده است.

۶-۱-ترکیب شیمیایی زمین

در حدود ۹۰٪ زمین از چهار عنصر آهن، اکسیژن، سیلیسیوم و منیزیم تشکیل شده است و عناصر دیگر که هر کدام بیش از ۱٪ حضور دارند عبارتند از عناصر نیکل، کلسیم، آلومینیوم و گوگرد. عناصر دیگر مانند پتاسیم، سدیم، کروم و... مقادیری بین ۰/۰۱ تا ۱٪ را به خود اختصاص داده‌اند که قابل اغماض است.

زمین در مقایسه با خورشید از میزان هیدروژن و هلیوم بسیار کمی برخوردار است، این عامل به میزان جاذبه سیارات نسبت به خورشید است که قابلیت نگهداری این دو عنصر را در میدان جاذبه‌ای خود به مقدار زیاد ندارند و این عناصر از جاذبه زمین فرار می‌کنند.

بیشتر بدانیم:



تصویر۱۵ – در این تصویر ضخامت و ماهیت فیزیکی بخش های مختلف زمین مشاهده می شود.

خلاصه فصل

زمین به عنوان سومین سیاره در منظومه شمسی، جزو سیارات داخلی محسوب می شود. هر جسمی که بخواهد از فضای اطراف زمین به سمت زمین وارد شود، ابتدا از اتمسفر زمین عبور می کند. اتمسفر بعنوان یک محافظ برای تمام موجودات زنده بر روی کره زمین عمل می کند و آنها را از تأثیرات کشنده امواج کیهانی و خورشیدی محافظت می کند.

دومین عامل مهم در وجود حیات در کره زمین، هیدروسفر است که نقش مهمی در ایجاد تعادل در دمای کره دارد. آب به دلیل ظرفیت گرمایی بالایی که دارد در طول روز گرمای خورشید را ذخیره می کند و در هنگام شب با آزاد کردن آن باعث ایجاد گرمای محیط اطراف می شود و درنتیج تعادل دمای روز و شب را باعث می شود.

مطالعه بخش های درونی زمین با روش های ژئوفیزیکی نشان داد که زمین از چهار بخش که از خارج به داخل عبارتند از: پوسته، جبه، هشته خارجی و هسته داخلی. از بین این چهار بخش، فقط هسته خارجی دارای ماهیت مایع است و مابقی جامد هستند.

بیشتر بدانیم:

بیشتر بدانیم:

خود را بیازماییم

۱- سیارات داخلی را به ترتیب دور شدن از خورشید نام ببرید؟

۲- سیارات خارجی را به ترتیب دور شدن از خورشید نام ببرید؟

۳- نقش های اتمسفر را به عنوان یک سپر محافظتی نام ببرید؟

۴- مواد اصلی تشکیل دهنده اتمسفر را با میزان درصد وزنی هر کدام نام ببرید؟

۵- لایه اوزون در چه ارتفاعی از اتمسفر است و ترکیب آن چیست؟

۶- اثر گلخانه ای را به اختصار شرح دهید؟

۷- میانگین شوری آب دریاهای آزاد چقدر است و میزان شوری در خلیج فارس چه میزان است؟

۸- ناپیوستگی میان پوسته و جبه چه نام دارد؟

۹- دمای زمین به ازای هر ۱۰۰ متر چند درجه افزایش می یابد؟

۱۰- لایه های مختلف کره زمین را با ذکر ماهیت فیزیکی آن ها نام ببرید؟

فصل دوم– کانی ها و شناخت آن ها

- هدف فصل
- مقدمه
- ۲-۱- تعریف کانی
- ۲-۲- روش‌های شناخت کانی‌ها
- ۲-۳- خواص فیزیکی کانی‌ها
- ۲-۴- طبقه بندی کانی‌ها
- ۲-۵- معرفی مشخصات بعضی از کانی‌ها
- ۲-۶- کاربرد کانی‌ها و کانی‌های جواهری
- ۲-۷- روش شناسایی کانی‌ها
- خلاصه فصل
- خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- آشنایی با نقش کانی ها در زندگی انسان.
- آشنایی با انواع روشهای مطالعه کانی ها.
- شناخت بیشتر روش های فیزیکی بعنوان ارزان ترین راه.
- شناخت گروه های اصلی کانی ها.
- آشنایی با کانی های مشهور و عمومی.
- آشنایی با بعضی از کانی های جواهری

مقدمه

تمام آن چه از زمین دیده می شود به جز بخش ناچیزی، از سنگ ها و کانی ها تشکیل شده است. سنگ ها خود از کانی های مختلف تشکیل شده اند. با توجه به این که تعداد کانی های شناخته شده بیش از ۳۵۰۰ عدد است، نمی توان نقش آن ها را در زندگی بشر نادیده گرفت. با این حال می توان گفت که همه ما به نوعی با انواع مختلف کانی ها در زندگی روزمره برخورد کرده ایم.

این کانی ها می تواند در اشکال مختلف و با خواص مختلف، کاربردهای گوناگونی داشته باشند که در نتیجه آن تأثیرات متفاوتی را در زندگی ما دارند. از این جمله می توان نمک خوراکی و یخ را به عنوان کانی هایی که دارای مصرف خوراکی هستند نام برد و یا بعضی دیگر مانند الماس، طلا دارای کاربری تزئینی و صنعتی دارند. پس با این تأثیر عمیق کانی ها در زندگی انسان ها، لازم است که انواع مختلف آن ها را بشناسیم و با آثار و کاربرد آن ها آشنا شویم.

بیشتر بدانیم:

از طرفی، در یک تور طبیعت گردی، گردشگران اغلب از زمین زیر پای خود غافل می مانند و به طور معمول مجذوب گیاهان، جانوران، پرندگان و یا منظر زیبای طبیعی هستند. شما می توانید به عنوان یک راهنمای طبیعت گردی، با شناخت کانی ها و آشنایی با روش های ساده تشخیص نوع کانی، گردشگران طبیعت گرد خود را به زمین حساس و علاقه مند نمایید. در این فصل نیز تلاش گردیده مبنایی برای آشنایی شما فراگیران عزیز با انواع کانی ها فراهم گردد. بدیهی است شناخت گسترده و عمیق از سنگ ها و کانی ها و به خصوص مهارت تشخیص نوع کانی ها نیازمند کسب دانش و تجربه گسترده در این حوزه است.

۱-۲- تعریف کانی

برای آن که بتوان یک ماده ای را ***کانی*** نامید، باید دارای چند ویژگی باشد که در صورت عدم هر کدام از این ویژگی ها، این امتیاز از آن ماده حذف می شود. طبق تعریف، کانی عبارت است از ماده ای طبیعی، جامد (دارای ساختمان بلورین مشخص) و غیر آلی. کانی ها علاوه بر ویژگی های اصلی ذکر شده، دارای مشخصه های دیگری نیز هستند که عبارتند از:

- الف- هر کانی دارای ترکیب شیمیایی مشخص و ثابت و یا دارای دامنه مشخصی از تغییرات در عناصر خود است که باعث می شود تا یک کانی دامنه گسترده ای از عناصر را در ساختمان بلورین خود نداشته باشد.
- ب- هر کانی متشکل از عناصر یا گروهی از عناصر است که در طبیعت به هم پیوسته و جامدی متبلور و غیر آلی را تشکیل داده اند. هر ماده متبلور دارای ساختار درونی مشخصی است که در آن اتم ها به نسبت های معین وجود دارند و طبق الگوی هندسی منظمی در کنار هم قرار گرفته اند. این نظم اتمی یکی از بارزترین مشخصه کانی ها محسوب می شود و در تمام قسمت های کانی بطور یکنواخت وجود دارد و اگر تبلور در شرایط ایده آل صورت گرفته باشد، کانی حاصل دارای شکل بلورین کاملی است.

در مقابل اتم ها در یک مایع یا گاز نظم اتمی خیلی کمی دارند یا این که اصلا فاقد آن هستند، در نتیجه شکل معینی ندارند. موادی که بدون نظم اتمی، جامد می شوند را اصطلاحا ***بی شکل*** نام می دهند.

با این وجود بعضی از مواد دیگر مانند صدف نرمتنان، مروارید، کهربا (که در اصل فسیل صمغ درختان است)، عاج فیل و یا سنگ قیمتی اُپال به دلیل این که هر کدام یکی از موارد نقض را شامل می شوند، جزو کانی ها محسوب نمی شوند. با توجه به این‌که کانی ها یک ترکیب شیمیایی محسوب می شوند اما نام گذاری آن‌ها بر اساس نام گذاری شیمیدانان نیست بلک برای هر کانی نامی اختصاص داده شده است که می تواند از نام محلی که اول بار کشف شده و یا نام دانشمندی که آن را کشف کرده است باشد.

یک نکته:

درباره کانی های اطرافمان:
بر مبنای مشخصه الف، موادی مانند نمک و یخ (آب در حالت جامد دارای نظم بلورین است) یک کانی محسوب می شوند و در مقابل موادی مانند نفت و ذغال سنگ به دلیل منشاء آلی آن ها کانی محسوب نمی شوند.

از مواد بی شکل می توان به شیشه اشاره نمود که اتم های آن طبق الگوی منظمی در کنار هم قرار نگرفته اند، بنابراین بسیاری از فیزیکدانان شیشه را مایعی بسیار چسبنده می دانند.

۲-۲-روش های شناخت کانی ها

روش های گوناگون برای شناخت کانی‌ها وجود دارد و برای هر کدام از این روش‌ها، ابزار خاصی نیز وجود دارد. به عنوان مثال کانی‌ها را می‌توان با روش ***پراش اشعه ایکس*** شناسایی کرد، طبعاً این روش دارای هزینه بسیار زیادی است و در همه جا امکان پذیر نیست. از دیگر روش ها، شناسایی با استفاده از خواص نوری آنها است که این روش نیز طبعاً در آزمایشگاه مهیا می‌شود. با توجه به نکات ذکر شده، ساده‌ترین و ارزان‌ترین روش برای شناخت کانی‌ها، استفاده از روش های فیزیکی برای شناخت آن ها است.

به عنوان راهنمای طبیعت گردی، آشایی با این دسته از روش ها، در صحرا برای شما بسیار سودمند خواهد بود، چراکه می توانید به همراه گردشگران، برای شناخت جنس و نوع کانی هایی را که در طول مسیرهای سفر مشاهده می نمایید، تلاش کنید.

۲-۳-خواص فیزیکی کانی ها

هر کانی دارای خواص فیزیکی ویژه‌ای از قبیل ***شکل بلور، درجه سختی، رَخ (کلیواژ)، وزن مخصوص، رنگ، جلا و رنگ خاکه*** است. بیشتر خواص به نحو بارزی ثابت هستند و صرفه نظر از محیطی که تشکیل شده‌اند، در شناسایی کانی‌ها نقش اساسی دارند. در بعضی از کانی ها، اتم های بخصوصی می‌تواند در ساختمان بلورین آنها، جانشین اتم های اصلی موجود در ساختمان آن کانی بشود و از این نظر به آجرهایی از جنس‌های مختلف می‌مانند که دارای اندازه‌هایی تقریباً نزدیک به هم دارند. بنابراین می‌توانند بدون تغییر دادن شکل خارجی بلور، بجای یکدیگر قرار گیرند. نتیجه این عمل گاه باعث بروز رنگ های متفاوتی نسبت به بلور خالص و عاری از هر گونه عنصر اضافی است. با این مقدمه به شرح خواص فیزیکی کانی ها می‌پردازیم.

۲-۳-۱- شکل بلورین

شکل یک بلور در واقع انعکاسی از ساختمان درونی آن است و می‌توان به کمک آن کانی‌های زیادی را شناسایی کرد. کانی ها زمانی شکل بلوری خود را نمایان می‌کنند که بتوانند در فضایی که تشکیل می‌شوند به آزادی رشد کنند و تمام سطوح بلوری خود را بطور کامل نمایان کنند زیرا زمانی که در محیط های متراکم و بدون فضای مناسب تشکیل می‌شوند، رشد همزمان سایر بلورها باعث می‌شود تا هیچ کدام نتوانند به آن شکل ظاهری که در ساختمان درونی آنها مقرر شده است، بدل شوند.

در طبیعت، ۷ رده‌بندی برای اشکال بلوری وجود دارد. هر کدام از این رده‌ها دارای اشکال خاص خود هستند. این ۷ رده بلوری به شرح زیر است.

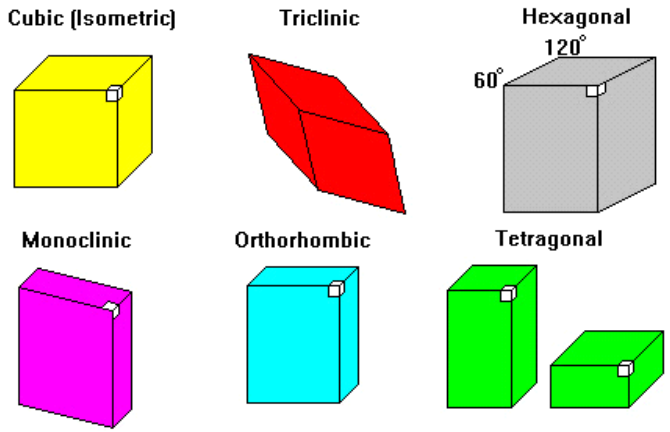
- ***سیستم تبلور*** مکعبی
- سیستم ***اُرترومبیک***
- سیستم تتراگونال
- سیستم تبلور منوکلینیک
- تریگونال
- هگزاگونال
- سیستم تبلور تری‌کلینیک (تصویر ۱۶).

یک نکته:

درباره شکل بلورین کانی ها:
جالب است که بدانید، در طبیعت کمتر به یک بلور منفرد بر می‌خوریم و در مقابل آنچه که معمولاً دیده می‌شود اجتماعی از بلورهای ریز و درشت کانی است.

بیشتر بدانیم:

مثال هایی از شکل بلورین در کانی ها:
نمک ، پیریت و گالن دارای سیستم بلوری کوبیک (مکعبی) (تصاویر ۱۸ و ۲۰)، نبات و گچ دارای سیستم بلوری مونوکلینیک و کوارتز دارای سیستم بلوری هگزاگونال می باشند (تصویر ۱۸).



تصویر ۱۶- اشکال مختلف سیستم های تبلور کانی ها (بجز سیستم تبلور تریگونال)

۲-۳-۲-سختی

سختی هر کانی مقیاسی از میزان مقاومت آن کانی در برابر سایش و خراشیدگی است. سختی یکی دیگر از خواصی است و به ساختمان درونی و قدرت پیوندهای بین اتمی مربوط می‌شود. اگر دو کانی بر روی هم کشیده شوند، کانی‌سخت‌تر، کانی نرم تر را خراش می‌دهد. برای شناخت سختی هر کانی، نموداری وجود دارد که در آن ۱۰ کانی شاخص با میزان سختی آن‌ها به همراه بعضی از مواد مانند ناخن انگشت، تیغه چاقو، سکه و شیشه نیز در این نمودار مشخص شده است این نمودار به نام مقیاس سختی موهس مشهور است (نمودار ۱). الماس با درجه سختی ۱۰ و تالک با درجه سختی ۱ به عنوان سخت‌ترین و نرم ترین کانی معرفی شده است.

نمودار۱- نمودار سختی کانی ها

یک نکته:

درباره سختی کانی ها:

سختی از جمله خواصی است که می‌توان به کمک آن، با خطای کمی کانی‌ها را شناسایی کرد. بطور کلی درجه سختی، یک خاصیت فیزیکی قابل اعتماد است، اما ممکن است که تغییراتی که ترکیب کانی رخ می‌دهد، باعث سخت‌تر یا نرم تر شدن آنها شود. از این رو برای تعیین سختی هر کانی باید سطوح تازه و بدون هوازدگی هر کانی را مورد آزمایش قرار داد.

بیشتر بدانیم:

ابزار لازم برای تعیین سختی کانی ها در طبیعت

برای تعیین میزان سختی کانی ها ما می توانیم از یک قطعه شیشه، تیغه چاقو یا سکه و همینطور ناخن انگشت ها استفاده کنیم. کوارتز شیشه و فلز را خط می‌اندازد و در مقابل تیغه چاقو بر روی کلسیت خط می اندازد.

نمودار شماره ۱

۳-۳-۲-رنگ خاکه

هنگامی که کانی بصورت پودر درآورده شود، معمولاً رنگ خود را نسبت به حالت قطعه‌ای بهتر نشان می‌دهد. در آزمایشگاه رنگ خاکه را با کشیدن کانی بر روی یک قطعه چینی بدون لعاب تعیین می‌کنند. با این شیوه نمی توان رنگ خاکه را برای کانی هایی که سخت تر از چینی بدون لعاب هستند، به دست آورد. زیرا این کانی ها خود باعث خراشیده شدن چینی می شوند. (تصویر۱۷). در جدول شماره دو رنگ خاکه تعدادی از کانی های عمومی ارائه شده است.

کانی	رنگ خاکه
مگنتیت	سیاه
پیریت	سیاه – قهوه‌ای
هماتیت	آجری
گالن	خاکستری
لیمونیت	زرد مایل به قهوه‌ای
کلسیت	سفید
نمک طعام	سفید
گچ (ژیپس)	سفید

تصویر۱۷- نحوه مشخص کردن رنگ خاکه در کانی هماتیت

۴-۳-۲-جلا

جلوه کانی از نظر میزان و نحوه انعکاس نور را جلا می‌گویند که بیش از همه با واژه‌های ***فلزی*** و ***غیر فلزی*** معرفی می‌شود. بعضی از کانی‌ها در سطوح تازه خود دارای جلایی فلز مانند هستند. جلای غیر فلزی انواع مختلفی دارد که مهم ترین آن‌ها عبارتند از شیشه‌ای، مرواریدی، صمغی، چرب و ابریشمی. برای آشنا شدن با این نوع جلاها، باید کانی‌های مختلف را مورد بررسی قرار داد. بعضی از کانی‌ها به سبب هوازدگی یا حفره‌دار شدن، طبعاً فاقد جلا هستند. برای این کانی‌ها جلای ***خاکی*** یا ***کدر*** در نظر گرفته می‌شود.

ویژگی فیزیکی دیگری از کانی ها که در این بحث می‌توان به آن اشاره کرد، شفافیت است. شفافیت به مقدار نوری بستگی دارد که از کانی

یک نکته:

درباره رنگ خاکه در کانی ها:

راهنمایان عزیز توجه داشته باشید که معمولاً رنگ خاکه کانی با رنگ نمونه دستی متفاوت است. بنابراین هرگز نباید از روی قطعات کانی درباره رنگ خاکه آن اظهار نظر کرد بطور کلی می‌توان گفت که رنگ خاکه برای شناخت کانی-های فلزی و تیره مناسب است. رنگ خاکه روش مؤثری برای شناخت کانی های فلزی مانند گالن و پیریت به حساب می آید. با استفاده از یک تکه چینی شکسته شده در محلی که لعاب ندارد می توان این آزمایش را انجام داد.

بیشتر بدانیم:

مثال هایی ساده از جلای کانی ها:

برای درک جلای شیشه ای می توان به نگین های الماس و یا کوارتز اشاره کرد. جلای فلزی را با سمباده زدن بر روی یک سطح آهنی که رنگ براق آن نمایان می شود، می توان مشاهده نمود. در جداول صفحه بعد، انواع کانی ها بر اساس نوع جلای آن ها معرفی شده اند.

جداول دسته بندی انواع جلا در کانی ها

رنگ خاکه	سایر مشخصات	نام کانی
خاکستری	**رُخ: سه جهت**، چگالی: ۷/۶، جلا: فلزی، رنگ: خاکستری	گالن
سیاه	**دارای خاصیت مغناطیسی**، رنگ: سیاه، چگالی: ۵/۲، سختی: ۶	مگنتیت (منیتیت)
سیاه	**رنگ: خاکستری**، سختی:۱، چگالی:۲	گرافیت
سیاه مایل به سبز	**رنگ: زرد طلایی** و گاه ارغوانی، چگالی ۴/۳ ، سختی: ۴	کالکوپیریت ($CuFeS_2$)
سیاه مایل به سبز	**رنگ: زرد برنجی**، سیستم تبلور: کوبیک، چگالی: ۵، سختی: ۶ بدون رُخ	پیریت
آجری	**رنگ: سیاه تا قهوه ای**، چگالی: ۵، سختی ۵-۶، بدون رخ	هماتیت
زرد مایل به قهوه ای	**رنگ: زرد و قهوه ای**، چگالی ۳-۴، سختی ۵/۵	لیمونیت

بعضی از کانی‌های دارای جلای غیر فلزی

جلای غیر فلزی – رنگ تیره

سخت تر از شیشه	رخ مشخص	گروه پیروکسن	رخ در دو جهت با زاویه ۹۰ درجه، سبز تیره تا سیاه، بلورها منشوری کوتاه و ۸ وجهی، سختی ۶ و چگالی بیش از ۳
		گروه آمفیبول	رخ در دو جهت با زاویه ۶۰ و ۱۲۰ درجه، سبز تیره تا سیاه یا قهوه ای، بلورهای منشوری و طویل
	رخ نا مشخص	اولیوین	سبز زیتونی، معمولاً به صورت دانه های کوچک شیشه ای، شکست صدفی، شفاف تا تیمه شفاف، سختی ۶ تا ۷
		گارنت (گرونا)	رنگ قرمز، قهوه ای یا زرد و جلای شیشه ای، شکست صدفی، بصورت بلورهای ۱۲ وجهی، سختی بالای ۷
نرمتر از شیشه	رخ مشخص	بیوتیت	قهوه ای تا سیاه، یک رخ کامل، بصورت ورقه ای و قابل انعطاف، سختی ۲/۵ تا ۳
		کلریت	سبز تا سبز خیلی تیره، یک جهت رخ، سختی ۲ تا ۲/۵
		اسفالریت	رنگ قهوه ای مایل به زرد، جلای صمغی، دارای ۶ جهت رخ و سختی ۳/۵ تا ۴
	رخ نا مشخص	هماتیت	قرمز دارای جلای خاکی یا فلزی، رنگ خاکه قرمز
		لیمونیت	رنگ خاکه قهوه ای، رنگ قهوه ای مایل به زرد و سختی ۱/۵

کانی‌های دارای جلای غیر فلزی با رنگ روشن

سخت تر از شیشه	رخ نا مشخص	کوارتز (شیری، دودی، صورتی، بنفش)	شکست صدفی، سختی ۷، شفاف تا نیمه شفاف، جلای شیشه ای، بلورهای منشوری ۶ وجهی
		کوارتز نهان بلور (اگات، فلینت، چرت، ژاسپ و اُپال)	شکست صدفی، سختی ۶ تا ۶/۵ دارای رنگهای مختلف، نیمه شفاف، دارای جلای مات تا ابری
نرمتر از شیشه	رخ مشخص	هالیت (نمک طعام)	رخ کامل سه جهتی، بی رنگ تا سفید، محلول در آب، طعم شور، سختی ۲ تا ۲/۵ چگالی ۲
		ژیپس	رخ کامل در یک جهت، سختی ۲، سفید، شفاف، غیر الاستیک
		کلسیت	رخ کامل در سه جهت با زاویه تقریبی ۷۵ درجه، واکنش با اسید کلریدریک، سختی ۳، بی رنگ، سفید، آبی، چگالی ۲/۷
		دولومیت	سه جهت رخ مانند کلسیت، با اسید قلی واکنش میدهد، سختی ۳/۵ تا۴، چگالی ۲/۸، رنگها متغیر
		فلئورین	رخ خوب در ۴ جهت، سختی ۴، چگالی ۳، رنگ زرد، آبی، سبز، بنفش، شفاف، بلورها مکعبی
		مسکویت	رخ کامل در یک جهت، می توان از آن ورقه های نازک و الاستیک تهیه کرد، سختی ۲ تا ۳، چگالی ۲/۸

بیشتر بدانیم:

عبور می‌کند. به عنوان مثال کوارتز معمولاً شفاف است. بعضی از کانی‌ها بعنوان کانی های نیمه شفاف محسوب می‌شوند و نور را به خوبی از خود عبور نمی‌دهند، مانند بلور گچ (ژیپس) و بعضی دیگر هرگز نور را از خود عبور نمی‌دهند مانند پیریت. در تصویر ۱۸ و ۱۹، می توان چند نمونه از جلای کانی ها را دید.

تصویر۱۸- بالا، جلای شیشه ای در کوارتز. پایین، جلای فلزی در پیریت

تصویر۱۹-جلای خاکی (حالت رسوبی هماتیت)

۵-۳-۲-رنگ

رنگ، یکی از مشخص‌ترین ویژگی کانی است و درمورد کانی‌هایی مانند پیریت (به رنگ طلایی)، مس (با رنگ سرخ) و طلا (با رنگ زرد طلایی) کاملاً مشخص است. سایر کانی ها بسته به وجود ناخالصی و تفاوت در ترکیب، به رنگ های مختلفی دیده می‌شوند. مثلاً کوارتز را از بلورهای بی‌رنگ تا صورتی، قرمز، سفید، سیاه و بنفش می‌توان دید. (تصویر ۲۰)

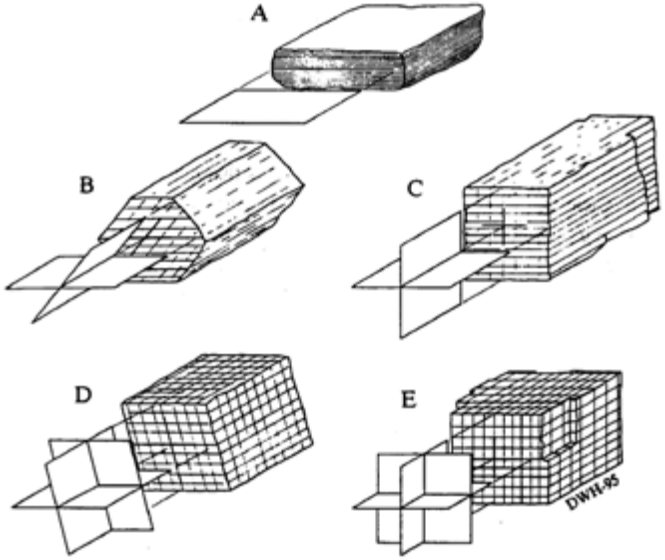
یک نکته:

درباره رنگ کانی ها:
رنگ در مورد تعدادی از کانی‌ها وسیله تشخیص بسیار خوبی است ولی در مورد اغلب کانی ها با استفاده از رنگ نمی‌توان آن را شناسایی کرد

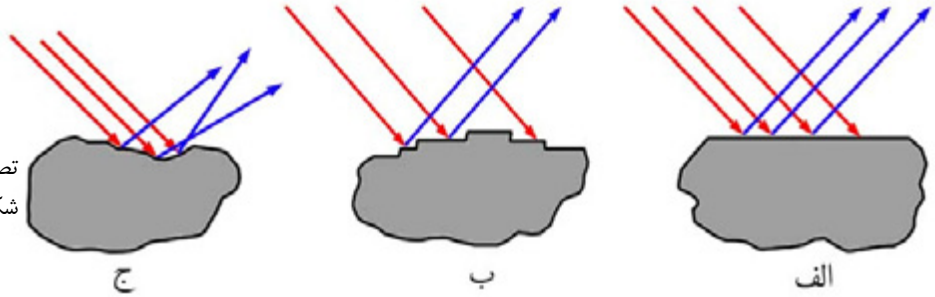
۶-۳-۲-رخ و نوع شکستگی

نیروهایی که در یک ساختمان بلورین اتم ها را در کنار هم نگه می‌دارند، لزوماً در همه جهات مساوی نیستند. اگر سطوح ضعف مشخصی در بلور وجود داشته باشد، کانی در امتداد این سطح بسیار آسان تر از سطوح دیگر ترک برمی‌دارد یا بلور بطور مکرر می‌شکند. سطحی که عمل شکستن در امتداد آن صورت می‌گیرد به سطح رَخ موسوم است. بلورها ممکن است دارای یک، دو، سه(صفحه بعد)، چهار و یا شش جهت رخ باشند (تصویر ۲۱).

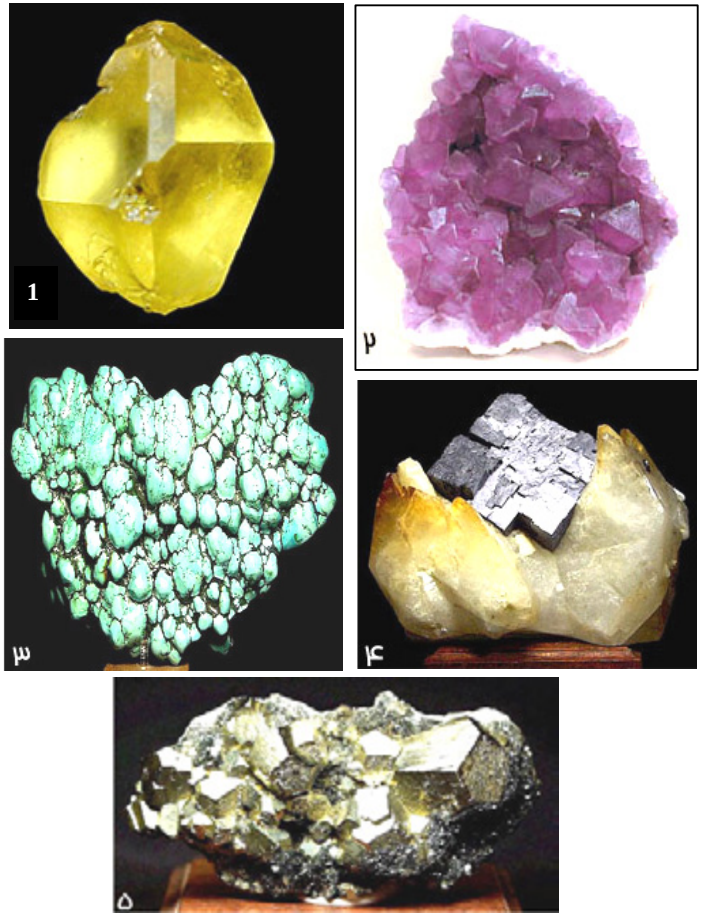
بعضی از کانی‌ها مانند گچ (ژیپس) در یک جهت بهتر از جهت‌های دیگر متورق می‌شوند. رخ کامل به آسانی قابل تشخیص است زیرا در نتیجه شکستگی در امتداد آن، سطحی صاف پدیدار می‌شود که مانند آیینه نور را منعکس می‌کنند. (تصویر۲۲- الف). سطوح رَخ ممکن است حالت پله‌ای داشته باشند و در نگاه نخست به صورت شکستگی نامنظم جلوه کنند. اگر نمونه در مقابل منبع نور چرخانده شود، سطوح کوچک و موازی رَخ، نور را همانند سطوح بزرگ و صاف، منعکس می‌کنند. (تصویر ۲۲- ب). سطح شکستگی نامنظم، نور را در هیچ جهت معینی متمرکز نمی‌کند (تصویر ۲۲- ج).



تصویر۲۱- A یک جهت رخ، B دو جهت رخ با زاویه غیر قائم، C-دو جهت رخ قائم، D سه جهت رخ غیر قائم،E سه جهت رخ قائم



تصویر۲۲-حالت های گوناگون شکستن کانی بر اثر نوع رَخ



تصویر۲۰- (۱) گوگرد، (۲) فلئوریت، (۳) فیروزه، (۴) گالن و کلسیت، (۵) پیریت

باید این نکته را توجه داشت که سطوح بلور با سطوح رَخ تفاوت دارد، رَخ در نتیجه ضعفی در ساختمان بلور است که بلور در امتداد آن ها می‌شکند ولی سطوح بلوری منعکس کننده ساختمان هندسی بلور و طرز قرار گرفتن اتم‌ها هستند.

در بعضی از کانی ها، اتم ها در ساختمان بلورین چنان دقیق به هم متصل شده‌اند که سطح شکست معینی را در بلور نمی‌توان یافت که بهتر از سطوح دیگر باشد، چنین کانی‌هایی رَخ ندارند و گفته می‌شود که شکستگی آنها نامنظم است.

۷-۳-۲- خاصیت مغناطیسی

مگنتیت از جمله کانی هایی است که خاصیت مغناطیسی از خود نشان می‌دهد. این کانی نوعی دیگری از اکسید آهن است. (Fe_3O_4) و تنها کانی معمولی است که توسط آهن ربای کوچک جذب می‌شود. کانی‌های دیگری هم وجود دارند که دارای خاصیت مغناطیسی هستند که تنها به کمک ابزارهای دقیق قابل تشخیصند.

۸-۳-۲- واکنش در برابر اسید

وقتی اسید کلریدریک سرد و رقیق بر روی کربنات کلسیم (کانی های کلسیت و آراگونیت) ریخته شود، به شدت می‌جوشد. با استفاده از این آزمایش ساده می‌توان بخش زیادی از کانی هایی را که در محیطهای طبیعی دیده می‌شوند، شناسایی کرد. البته این اسید بر روی تمام کانی های کربناته این اثر را ندارد.

۹-۳-۲-چگالی

چگالی، نسبت میان جرم کانی در هوا بر جرم آن آب هم حجم آن است. این خاصیت از جمله ثابت‌ترین خواص فیزیکی یک کانی است. شما می‌توانید چگالی یک کانی را از تقسیم کردن وزن آن در هوا بر وزن آب هم حجمش به دقت تعیین کنید. اما در طبیعت می‌توانید با در دست گرفتن نمونه کانی ها، به تجربه به میزان وزن مخصوص آن ها پی ببرید.

علاوه بر موارد ذکر شده، خواص دیگری نیز برای شناخت کانی ها وجود دارد که به دلیل عمومیت نداشتن آن ها برای اغلب کانی ها، از ذکر آن ها خودداری می‌شود.

یک نکته:

درباره شکستگی درکانی های بدون رخ:
انواع شکستگی معمولی در کانی های بدون رخ عبارتند از صدفی، نامنظم و رشته‌ای. از جمله این کانی ها می‌توان به کوارتز اشاره کرد که به دلیل عدم وجود رخ در ساختمان بلوری خود دارای شکستگی صدفی است. این شکستگی را در لبه شیشه‌های ضربه خورده می‌توان مشاهده کرد. این خاصیت به جواهری بودن آن ها کمک می کند. اغلب کانی های جواهری بدون رخ هستند.

بیشتر بدانیم:

- **(صفحه قبل)** برای **مشاهده کلیواژ سه جهته** در بلور نمک بهتر است تا یک تکه نمک را با چکش بشکنیم و مشاهده می کنیم که در سطح شکسته شده زوایای قائم وجود دارد که در راستای همان سه رخ قائم است.
- **کربنات کلسیم** (کانی های کلسیت و آراگونیت) یکی از فراوان ترین کانی ها در سطح زمین است.
- **توصیه ایمنی در کاربرد اسید کلریدریک**
باید توجه داشت که اسید کلریدریک رقیق، اسیدی خطرناک نیست اما بهتر است که با پوست تماس نداشته باشد. در ضمن گازی را که متصاعد می‌شود، نباید تنفس نمود.
- **یک آزمایش:** مقدار اسید کلریدریک (جوهر نمک) را بر روی تکه سنگ مرمری بریزید و نحوه جوشش آن را مشاهده نمایید

۴-۲-طبقه بندی کانی ها

همه کانی‌های موجود، بطور کلی به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند. این دو دسته شامل سیلیکات ها و غیر سیلیکات ها هستند که به تفصیل به شرح آنها می‌پردازیم.

۱-۴-۲- کانی های سیلیکاته

با توجه به این که بخش عمده‌ای از پوسته زمین از دو عنصر اکسیژن و سیلیسیوم تشکیل شده است، عمده‌ترین کانی‌های سازنده پوسته زمین سیلیکات ها هستند.

۲-۴-۲- کانی های غیر سیلیکاته

با وجود این که کانی‌های غیر سیلیکاته از کانی‌های سیلیکاته بیشتر هستند، اما حجم کمی از پوسته زمین را به خود اختصاص داده‌اند. برخی از این کانی‌ها، در مقیاس وسیع وجود دارند و می‌توانند سنگ ساز باشند. این دسته از کانی‌ها اغلب بصورت کانی‌های فرعی در سنگ‌هایی که عمدتاً از سیلیکات ها درست شده‌اند، یافت می‌شوند. کانی‌های غیر سیلیکاته از نظر اقتصادی بسیار اهمیت دارند زیرا منابع فلزی و غیرفلزی معدنی از آن ها به دست می‌آید. گروه‌های اصلی کانی‌های غیر سیلیکاته عبارتند از:

- عناصر
- اکسیدها (ترکیب با اکسیژن)
- سولفیدها
- کربنات ها
- هالیدها
- سولفات ها
- فسفات ها

در ادامه به شرح انواع گفته شده می پردازیم.

■ **عناصر**

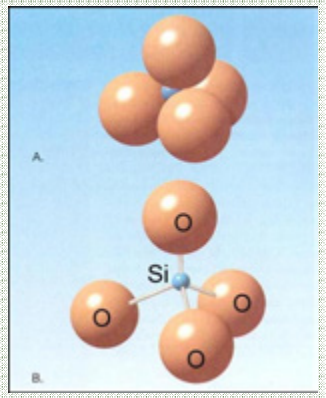
این کانی‌ها در واقع از یک عنصر، خصوصاً عناصری که میل واکنشی ندارند. اعضای این گروه از کانی‌ها، گرچه نقش چندانی در ساختمان پوسته زمین ندارند، ولی اغلب کانی‌های با ارزشی هستند. جلای فلزی، قابلیت انعکاس، چگالی نسبی بالا و قابلیت هدایت الکتریکی و حرارتی زیاد، از ویژگی‌های این کانی‌ها است. عناصر اغلب به صورت‌های گوناگون دیده می‌شوند. به طور مثال کربن به دو صورت الماس و گرافیت یافت می‌شود. از عناصر فلزی می‌توان به طلا، پلاتین و مس و از کانی‌های عنصری غیرفلزی می‌توان به گرافیت، الماس و گوگرد اشاره کرد. (تصویر ۲۴)

تصویر۲۴- کانی مس (راست) و الماس (چپ)

بیشتر بدانیم:

درباره کانی های سیلیکاته

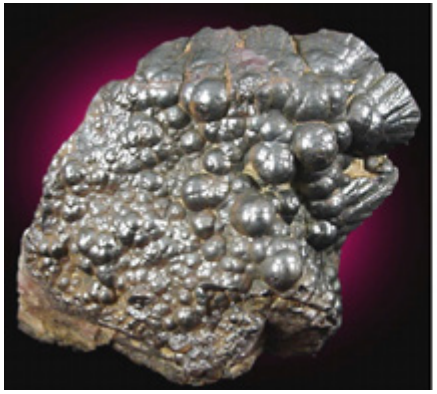
جالب است که بدانید، سیلیکات ها حدود ۸۷ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهند. ساختمان اولیه همه سیلیکات ها را ساختمان‌های چهار وجهی حاصل از اکسیژن و سیلیسیوم تشکیل می‌دهد. این چهار وجهی‌ها که ترکیب آنها SiO4 است به دلیل این که از چهار اکسیژن اطراف Si فقط ۴ ظرفیت آنها خنثی می‌شود، لذا دارای ۴ ظرفیت منفی آزاد است و می‌تواند یون های دارای بار مثبت را در اطراف خود جمع کند. این یون های مثبت باعث اتصال این چهار وجهی می‌شود (تصویر ۲۳).



تصویر۲۳- نحوه آرایش چهار عنصر اکسیژن در اطراف سیلیسیوم

■ **اکسید ها**

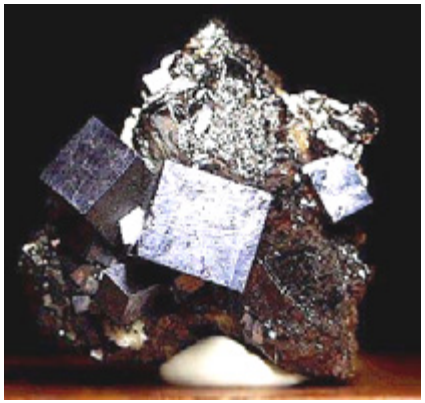
کانی های اکسیدی در حدود ۱۵۰ عدد هستند و در مجموع درحدود ۱۷ درصد از پوسته زمین را به خود اختصاص داده‌اند. در بین این کـانی‌هـا، بخش عمده‌ای را اکسید سیلیسیوم SiO_2 به خود اختصاص داده است. اغلب کانی های این گروه در سطح زمین پایدار هستند و هـوازدگی بـر روی آنها تأثیر ندارد. این کانی ها اغلب سختی بالایی دارند و اغلـب در بخش‌های فوقانی پوسته که دسترسی زیادتری به اکسیژن دارند، یافـت می‌شوند. کانی هـایی کـه در ایـن گـروه شـاخص هـستند، عبارتنـد از: هماتیت Fe_2O_3 و مگنتیت Fe_3O_4. (تصویر ۲۵)



تصویر ۲۵- اسپینل (راست) و هماتیت (چپ)

■ **سولفیدها**

این گروه از کانی‌ها از پیوند عناصر فلزی با عنصر گوگرد تشکیل می‌شوند. جلای کانی‌های سولفیدی اغلب فلزی، کدر و دارای سختی پایین (بین ۲ تا ۴) و چگالی نسبی بالا هستند. گالن (Galena) PbS و پیریت FeS_2 نمونه‌هایی از این دسته است. (تصویر ۲۶)



تصویر ۲۶- گالن (راست) و پیریت (چپ)

■ **کربنات ها**

این گروه از کانی‌ها در اثر ترکیب میان بنیان CO_3 با کاتیون های فلزی (صفحه بعد) ایجاد می‌شود. بسیاری از کانی‌های کربناته، به خصوص کلسیت $CaCO_3$ که جزء کانی‌های سنگ‌ساز محسوب می‌شود، جزو کانی‌های شاخص این گروه محسوب می‌شود. کانی‌های این گروه دارای رخ خوب و رنگ‌های روشن دارند و کلسیت و آراگونیت که هر دو دارای ترکیب مشابه هستند و فقط سیستم تبلور آن‌ها متفاوت است از فراوان ترین کانی های این گروه است که هر دو با اسید

تصویر ۲۷- دولومیت (راست) و کلسیت با رنگ زرد (چپ)

کلریدریک واکنش می‌دهند. از دیگر کانی های کربناته که به وفور یافت می شود دولومیت (کربنات کلسیم و منیزیم) است. (تصویر ۲۷)

- **هالید ها**

این کانی ها بر اثر ترکیب میان عناصر فلزی با عناصری مانند کلر، فلئور و یا یُد ایجاد می‌شوند. در میان این سه عنصر، کلریدها از تنوع بیشتری برخوردارند. کانی‌های این گروه اغلب در سیستم کوبیک (مکعبی) متبلور می‌شوند. این کانی ها در آب حل می‌شوند و اغلب طعم‌دار هستند و سختی و چگالی کم نیز دارند. برعکس فلئوریدها از روی سختی زیادشان مشخص می‌شوند. نمک طعام (NaCl) و فلئوریت (CaF2) دو کانی از این گروه است.

- **سولفات ها**

سولفات ها، کانی هایی هستند که از ترکیب فلزات با بنیان شیمیایی SO4 تشکیل می‌شود. کانی های این گروه در طبیعت فراوان است. از ویژگی‌های این گروه از کانی‌ها رنگ روشن، سختی کم (کمتر از ۴) و چگالی کم – به جز موارد استثنا– است. از مهم ترین کانی های این گروه می توان به گچ (ژیپس) CaSO4,2(H2O) اشاره نمود.

فسفات ها

این کانی‌ها در وجود بنیان شیمیایی PO4 با هم مشترکند. این کانی‌ها اغلب سختی بالایی ندارند و به آسانی در اسیدها حل می‌شوند. از مشهورترین کانی‌های این گروه فیروزه است.

بیشتر بدانیم:

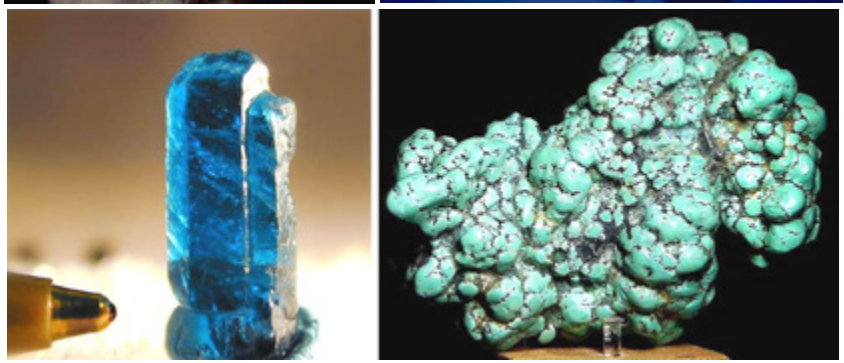
منظور از **کاتیون**، یون مثبت است.کاتیون ها اغلب عناصر فلزی هستند.

درباره هالیدها:

بطور کلی این دسته از کانی ها، از نظر اقتصادی با ارزش هستند و در صنایع شیمیایی، آهن و فولاد و شیشه‌سازی مصرف می‌شوند.

تصویر ۲۸- بلور مکعبی از نمک طعام (هالیت)

تصویر ۲۹ - بلورهای شفاف گچ (راست) و بلورهای باریت (سولفات باریم) (چپ)



تصویر ۳۰ -کانی فیروزه (راست) و بلور آبی رنگ آپاتیت (چپ)

۵-۲-معرفی مشخصات برخی از کانی ها

در این بخش به ذکر مشخصات کانی‌هایی کـه افـراد در بـسیاری از مکانها می‌توانند آن‌ها را مشاهده کنند پرداخته می‌شود و محل‌هایی کـه این کانی‌ها درآن‌ها فراوان هستند را معرفی می‌شود.

۱-۵-۲- کوارتز

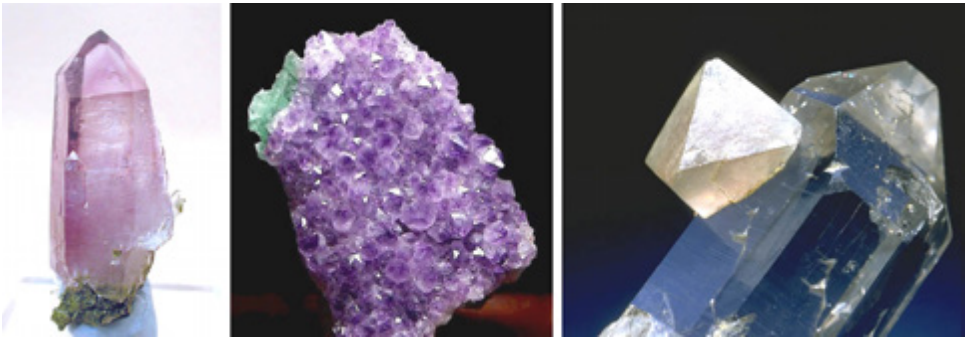
کوارتز یکی از فراوان ترین کـانی هـای پوسـته زمـین اسـت و جـزء تشکیل دهنده بسیاری از سنگ ها نیز محسوب می‌شود. در صـورتی کـه کوارتز بتواند در محیطی بدون محدودیت رشد کند، تشکیل بلورهـایی بـا شکل کامل شش وجهی را می‌دهد که در انتها به یک هرم ختم می‌شوند. کوارتز به رنگ های متعدد دیده می‌شـود. کـوارتز دارای سـختی ۷ و شکستگی صدفی و جلای شیشه‌ای است. در تصویر ۳۱ چند نمونه از بلور کوارتز در رنگ های مختلف نشان داده شده است.

۲-۵-۲- کلسیت

کلسیت یکی از کانی هایی است که جزء اصلی بسیاری از سنگ هـا را تشکیل می‌دهند و به شکل‌های مختلفی ظاهر می‌شوند. سنگ های مرمـر و آهک تقریباً تماماً از کلسیت تشکیل شده‌اند. این کانی با درجه سـختی ۳ ، رَخ کامل در سه جهت با زاویه غیر قائم و واکنش با اسید کلریدریک، به سادگی قابل شناسایی است. (ر.ج به تصویر۲۷)

۳-۵-۲- نمک طعام (هالیت)

این کانی دارای بلورهای مکعبی معمولاً شـفاف اسـت. بـا ایـن وجـود ناخالصی‌های مختلف می‌تواند رنگ آن را تغییر دهد. این کـانی دارای سـه جهت رَخ با زاویه ۹۰ درجه است. درجه سختی نمک طعـام بـین ۲ تـا ۲/۵ است. (صفحه بعد) (تصویر۲۸).



تصویر ۳۱- کوارتز بی رنگ به همراه بلور فلئورین (راست)، کوارتز بنفش (وسط)، کوارتز صورتی (چپ)

بیشتر بدانیم:

دانستنی هایی جالب درباره رنگ های کانی کوارتز

همانگونه که در متن اشاره گردید، کوارتز به رنگ های متعددی دیده می‌شود. هر کدام از این رنگ ها در دارای اسامی مخصوص به خود نیز است که در زیر به آن ها اشاره می‌شود.

رنگ	نام جواهری
بی رنگ	دُر کوهی
بنفش	آمتیست
زرد	سیترین
سبز	پرازیولیت
صورتی	رُز کوارتز
قهوه‌ای، سیاه	کوارتز دودی یا اُنیکس

کانی کوارتز را در چه نقاطی از ایران می توان مشاهده نمود؟

کوارتز را در بیشتر نقاط و در اشکال مختلف می‌توان مشاهده نمود. به عنوان مثال در بسیاری از سنگ های آتشفشانی و رسوبی بصورت بلورهای شکل‌دار قابل مشاهده است. این کانی را به دلیل فراوانی در اغلب مناطق ایران می توانیم مشاهده کنیم.

درجه سختی ۳ برای کلسیت بدین معناست که آهن بر روی آن خط می‌اندازد.

کانی کلسیت را در چه نقاطی از ایران می توان مشاهده نمود؟

این کانی را تقریباً در تمام مناطق ایران به اشکال مختلف و رنگ های متنوع می‌توان مشاهده نمود و با توجه به ویژگی های این کانی، به خوبی می توان آن را شناسایی کرد.

۴-۵-۲- گچ (ژیپس):

گچ بطور کلی بی‌رنگ تا سفید است جلایی شیشه‌ای تا ابریشمی دارد. این کانی دارای سختی ۲ و دارای یک جهت رخ کامل و دو جهت رخ ناقص است. (تصویر ۲۹)

۵-۵-۲- *هماتیت*

هماتیت یک از کانی‌های آهن دار است که به شکل های متفاوتی نمایان می‌شوند. مانند: هماتیت فلسی (با جلای فلزی) و هماتیت خاکی. مشخصه بارز هماتیت رنگ خاکه قرمز آن است. (تصاویر ۱۹ و ۲۵).

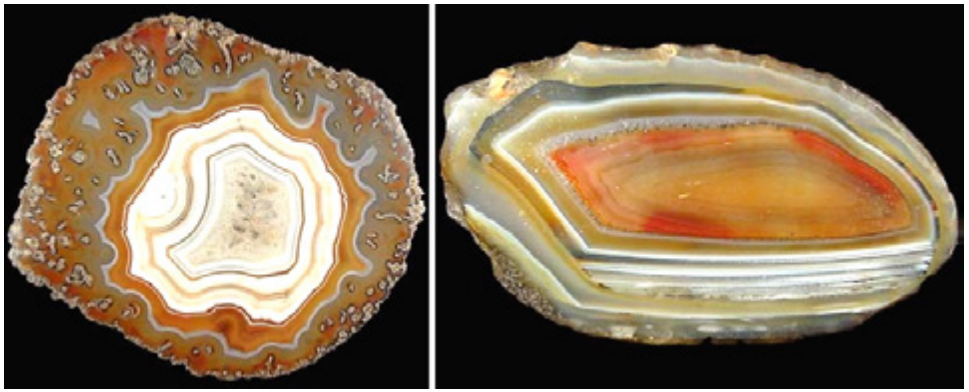
۶-۵-۲- *کلسدونی:*

کوارتزهای نهان بلورین از تعداد بی‌شماری بلورهای بسیار ریز تشکیل شده است. این نوع کوارتز در انواع رنگ ها وجود دارد. فلینت یا سنگ آتش زنه (چخماق) نوع دیگری از کلسدونی با رنگ روشن و سفید است که در اثر برخوردشان باهم جرقه ایجاد می گردد.

۷-۵-۲- آگات (عقیق)

واژه عقیق یا آگات از نام رودخانه‌ای بنام Achates در شبه جزیره سیسیل مشتق شده است. عقیق دارای انواع شفاف، نیمه شفاف و مات و از لایه‌های کلسدونی است. آگات دارای رنگ های متعدد است اما در کشور ما نام عقیق فقط به رنگ خاصی از آگات اطلاق می‌شود و به هر کدام از رنگ ها نام های دیگری نیز داده شده است که در اصل همه آن‌ها، آگات است (تصویر ۳۲).

نوارها یا لایه‌های موجود در عقیق توسط تبلور متناوب بوجود آمده‌اند که چگونگی این امر مشخص نیست. (صفحه بعد) لایه‌های متحدالمرکز در عقیق‌ها تابع شکل حفره‌ای است که در آن تشکیل می‌شوند. ویژگی های برخی دیگر از کانی ها در فسمت بیشتر بداتیم آورده شده است. (صفحه بعد)



تصویر ۳۲- دو نمونه از آگات

بیشتر بدانیم:

کانی نمک طعام را در چه نقاطی از ایران می توان مشاهده نمود؟(از صفحه قبل)

احتمالا برای شما فراگیران عزیز جالب است که بدانید، نمک در ایران در مناطقی که به گنبدهای نمکی موسوم است به خوبی قابل مشاهده است. از آن جمله می توان به گنبد نمکی جزیره قشم، جزیره هرمز، جزیره لارک، گنبد نمکی شمال غرب قم و گنبدهای نمکی جنوب سمنان اشاره نمود. علاوه بر این، نمک را در دریاچه نمک و همین طور دریاچه حوض‌سلطان نیز می‌توان دید.

یکی از نکات مهمی که به خصوص شما فراگیران عزیز می باید توجه داشته باشِد این است که نمک در اثر انحلال دارای سطوحی با لبه‌های تیز می شود. بنابراین در هنگام حرکت از روی آن ها باید نهایت دقت صورت پذیرد.

درجه سختی ۲ برای ژیپس بدین معناست که با ناخن خط برمی‌دارد.

کانی گچ را در چه نقاطی از ایران می توان مشاهده نمود؟

کانی گچ را در کنار بسیاری توده‌های نمکی می‌توان مشاهده کرد. در سایر نقاط در البرز در حوالی شمال روستای ایوانکی و در بسیاری مناطق ارتفاعات زاگرس در جنوب استان فارس و خوزستان می‌توان لایه‌های گچ را مشاهده کرد.

هماتیت را در چه نقاطی از ایران می توان مشاهده نمود؟

هماتیت را در ایران در مناطق بسیاری می توان یافت. اما در اطراف گنبدهای نمکی هرمز، قشم، قم و اغلب گنبدهای نمکی می‌توان مشاهده نمود.

کلسدونی را در چه نقاطی از ایران می توان مشاهده نمود؟

کلسدونی را در بسیاری از مناطق می‌توان یافت.

۸-۵-۲- فلدسپات ها:

این کانی ها مانند کوارتزها از اجزای اصلی سنگ های مختلف محسوب می‌شوند. فلدسپات ها دارای دو جهت رَخ با زاویه ۹۰ درجه هستند و دارای سختی ۶ و جلای مرواریدی دارند. بلورهای درشت فلدسپات با اشکال مستطیلی در سنگ‌های آذرین دیده می‌شود (تصویر ۳۳).

این بلور در بیشتر نقاط ایران و در اغلب سنگ های آذرین قابل مشاهده است. یکی از سنگ هایی که فلدسپات ها در آن به خوبی دیده می‌شود، گرانیت ها هستند (نظیر سنگ هایی که در متروی تهران نیز دیده می‌شود).

۹-۵-۲- میکاها:

میکاها، گروهی از کانی ها هستند که دارای ساختار صفحه‌ای بود و به راحتی حالت ورقه‌ای می‌شوند. از این گروه یک نمونه را معرفی می‌کنیم. این کانی ها چون عایق حرارتی مناسبی هستند در صنایع کاربرد فراوان دارند و یکی از ساده‌ترین کاربردهای آن در طلق اجاق‌های قدیمی است که در واقع یک ورق نازک از کانی میکای سفید است (تصویر ۳۴).

۱۰-۵-۲- پیریت:

پیریت یک کانی فلزی زرد رنگ با ترکیب FeS_2. بلورهای این معمولاً به شکل مکعب با درجه سختی بین ۶ تا ۶/۵ است. در این کانی نوع شکست بلورها بصورت صدفی است (تصویر ۲۶). این کانی را در اطرف بعضی از گنبدهای نمکی می توان مشاهده نمود.

۱۱-۵-۲- گالن:

گالن (سولفید سرب)، مهم ترین کانی سرب‌دار است. این کانی دارای سیستم تبلور مکعبی است و به سادگی می‌توان آن را از روی سه جهت رَخ با زاویه ۹۰ درجه و چگالی بالا و رنگ سربی به خوبی شناسایی کرد (تصویر۲۶).

بیشتر بدانیم:

تصویر ۳۳- بلورهای سفید موجود در سنگ فلدسپات

تصویر ۳۴- بلورهای ورقه ای میکا

کلسدونی را در چه نقاطی از ایران می توان مشاهده نمود؟ (ادامه)

از این رو به دلیل پراکندگی وسیع این کانی، نمی توان به جای مشخصی برای مشاهده آن اشاره کرد

درباره چگونگی به وجود آمدن لایه های موجود در عقیق

یک تئوری این است که لایه‌های گوناگون عقیق در درون حفراتی که در داخل گدازه‌ها یا در سایر سنگ ها وجود دارد، به آهستگی از مایعات سیلیسی کریستالیزه می‌شود ولی امروزه این فرضیه نیز که عقیق همزمان با تشکیل سنگ های اطراف تشکیل می‌شود، ارائه شده است. البته با توجه به انوع عقیق (آگات) می‌توان هر دو نظریه را تأیید کرد.

۶-۲-کاربرد کانی ها و کانی های جواهری

کانی‌ها دارای کاربردهای متفاوتی هستند و همانطور که اشاره شد، بخش از وابستگی موجودات به زمین، از نیاز آن ها به کانی ها مشخص می‌شود. این وابستگی می‌تواند در ابعاد مختلف مانند غذایی، صنعتی و یا تزئینی باشد. در ادامه، مهم ترین کاربردهای کانی‌ها در جنبه‌های غذایی، تزئینی و صنعتی در قسمت بیشتر بدانیم به صورت جدول ارائه شده است. بعلاوه نکات مفیدی جهت شناسایی کانی ها نیز در این قسمت ارائه گردیده است.

۷-۲-روش شناسایی کانی ها:

کانی‌ها را باید طبق نظم معینی مطالعه کرد. باید تمام خواصی را که در کانی می‌یابید ثبت کنید. می‌توان به ترتیب زیر عمل کرد:

۱- شناسایی نوع جلا، رنگ و رنگ خاکه

۲- تعیین درجه سختی، نوع رَخ یا شکستگی و سایر خواص فیزیکی.

۳- شناسایی سیستم بلوری یا ساختار مجموعه بلوری.

پس از آن که همه خواص فیزیکی کانی را یادداشت کردید، برای شناسایی آن به ضمیمه های شماره ۱، ۲و۳ مراجعه کنید. در این ضمایم، کانی ها به ترتیب بر اساس جلا و رنگ به سه دسته تقسیم شده‌اند. در جدول اول کانی های دارای جلای فلزی معرفی شده است و در جدول دوم کانی های دارای جلای غیر فلزی ولی تیره رنگ و در نهایت در جدول آخر کانی های دارای جلای غیر فلزی و دارای رنگ روشن را معرفی شده است. کانی‌های مخصوص را هم می‌توان با استفاده از توضیحات کوتاه مربوط به سایر خواص شناسایی کرد. مثلاً اگر ملاحظه کنید که یک کانی دارای رنگ روشن و جلای غیر فلزی است و از فولاد و شیشه هم نرم تر است و با ناخن نیز خط برمی‌دارد و یک جهت رَخ دارد، به جدول۳ که مربوط به جلای غیر فلزی و رنگ روشن است رجوع کنید. به سراغ کانی هایی بروید

بیشتر بدانیم:

که از شیشه نرم ترند و نمونه‌ای را انتخاب که در یک جهت رَخ خوب دارد. تنها کانی دارای این مشخصات، گچ (ژیپس) است.

موارد مصرف	کانی ها
ساینده‌ها	الماس، کرندوم، گرونا، کوارتز
مصالح ساختمانی	ژیپس، کلسیت، دلومیت، آزبست
سرامیک ها	فلدسپات ها، رس ها، کیانیت، ولاستونیت
عایق کننده‌ها	موسکویت
عدسی‌های نوری	کوارتز، فلئوریت
گدازنده‌ها	فلئوریت
گل حفاری	باریت
پزشکی	گوگرد، کائولینیت، اورپیمان، رآلگار
تولید اسیدها	فلئوریت، پیریت، مارکاسیت، گوگرد
کودها	آپاتیت، فلدسپات های پتاسیم‌دار
تمیز کننده‌ها	بوراکس
روان کننده‌ها	گرافیت، تالک
منابع انرژی	کارنوتیت، یورانینیت، توریانیت
تصفیه آب	گروه زئولیت
رنگدانه	لیمونیت، اورپیمان، رآلگار

کانی ها و موارد مصرف آن ها

خلاصه فصل

کانی یک ماده طبیعی، جامد و غیر آلی است و هر کانی دارای محدوده مشخصی از تغییرات شیمیایی است. کانی ها در زندگی انسان به اشکال مختلف نقش دارند مانند کاربرد غذایی، صنعتی، تزئینی و غیره.

برای شناخت کانی ها علاوه بر راه های پیچیده که نیازمند استفاده از ابزار خاص و دقیق است، می توان از خواص فیزیکی آن ها نیز استفاده کرد. بعضی از مشخصه های فیزیکی مانند سیستم تبلور، رنگ خاکه، سختی، وزن مخصوص و رَخ برای شناخت یک کانی قابل اطمینان است اما بعضی دیگر مانند رنگ در مورد بعضی از کانی ها به هیچ وجه ثابت نیست.

کانی ها به دو دسته اصلی که شامل سیلیکات ها (دارای واحد ساختمانی چهار وجهی از Si و O است) و غیر سیلیکات ها تشکیل شده‌اند. غیر سیلیکات ها گروه بزرگی هستند که دارای زیر مجموعه هایی شامل عناصر، اکسیدها، سولفیدها، کربنات ها، هالیدها، سولفات ها و فسفات ها است. غیر سیلیکات ها به عنوان ماده اصلی بسیاری از فلزات هستند و یا خود مستقیماً ارزش معدنی دارند.

بیشتر بدانیم:

نام جواهری	نام کانی	رنگ	درجه سختی
عقیق (آگات)	کوارتز نواری	متغییر	۷
الکساندریت	کریزوبریل	سبز زمردی	۸/۵
در کوهی بنفش (آمتیست)	کوارتز	بنفش	۷
لعل پوست پیازی (یاقوت بالاس)	اسپینل	قرمز	۸
زمرد کبود (آکوآمارین)	بریل	آبی- سبز	۸
کارنالین	کوارتز	قرمز	۷
در کوهی لیمویی (سیترین)	کوارتز	زرد	۷
زمرد	بریل	سبز	۸
گرونا	گروه گرونا	متغییر	۷/۵ – ۶/۵
یشم	ترمولیت	سبز	۶-۵
سنگ ارمنی (لاپیس لازولی)	لازوریت	آبی	۵/۵
اوپال (عقیق سلیمانی)	سیلیس بی شکل	متغییر	۶/۵
یاقوت	کرندوم	قرمز	۹
یاقوت کبود (سافیر)	کرندوم	آبی	۹
زبرجد	توپاز	متغییر	۸

جواهرات قیمتی و نیمه قیمتی

بیشتر بدانیم:

خود را بیازماییم

۱- تعریف کانی چیست و آیا نفت و زغال سنگ کانی محسوب می شوند؟

۲- سیستم های تبلور چند عدد هستند، نام ببرید؟

۳- سخت ترین و نرم ترین کانی در جدول سختی ها چیست؟

۴- رنگ خاکه چیست و چگونه مشخص می شود؟

۵- جلای کوارتز، نمک و پیریت کدام است؟

۱) شیشه ای، خاکی، شیشه ای ۲)فلزی، شیشه ای، فلزی ۳) شیشه ای، شیشه ای، فلزی ۴)خاکی، شیشه ای، فلزی

۶- کانی ها به چند دسته اصلی تقسیم می شوند؟

۷- مشخصات کانی کوارتز را بنویسید؟

۸- کوارتز بنفش، زرد و بی رنگ به چه نامی مشهور هستند؟

۹- آسان ترین را برای شناخت کلسیت چیست؟

۱۰-بهترین راه برای شناخت گچ چیست؟

۱۱-جنس آگات چیست؟

فصل سوم– فرآیندهای هوازدگی

- هدف فصل
- مقدمه
- ۳-۱- انواع هوازدگی
- ۳-۲- رابطه هوازدگی با آب و هوا
- ۳-۳- محصولات هوازدگی
- خلاصه فصل
- خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- انواع هوازدگی
- فرآیندهایی که منجر به هوازدگی فیزیکی می شوند.
- مهم ترین نقش هوازدگی و اهمیت آن.
- انواع هوازدگی شیمیایی.
- مقاومت کانی ها در برابر هوازدگی.
- محصولات هوازدگی.
- افق های متفاوت خاک.

مقدمه

این تصور که چهره کنونی زمین، از زمان های دور به این شکل بوده و یا این که برای مدت زمان زیادی نیز به همین شکل باقی مِی-ماند، بسیار اشتباه است زیرا که چهره زمین همواره تحت تاثیر عواملی است که از درون و بیرون آن را تغییر می دهد.

فرآیندهای هوازدگی در هر نوع که باشد زمینه را برای عواملی مانند رودها، یخچال ها و غیره مهیا می کند تا به راحتی بتوانند شکل زمین را تغییر دهند. هوازدگی اساسا به دو نوع اصلی تقسیم می شوند که عبارتند از هوازدگی مکانیکی و هوازدگی شیمیایی. در این فصل تلاش گردیده برای آشنایی شما فراگیران عزیز با انواع هوازدگی و تاثیر آن بر بستر طبیعی و فرایندهای طبیعی مقدماتی فراهم گردد.

بیشتر بدانیم:

درباره هوازدگی

عواملی مانند آب های جاری و باد نیز به صورت دوطرفه باعث افزایش هوازدگی می شوند.

۱-۳- انواع هوازدگی

همانطور که اشاره شد، هوازدگی دو نوع است. در هوازدگی فیزیکی توده های سنگ به طور مکانیکی خرد می شوند و به قطعات بزرگ وکوچک و گاه تا ابعاد رس و ماسه ریز نیز تبدیل می شوند. در هوازدگی شیمیایی بین کانی های سنگ و مواد موجود در محیط بخصوص آب و اکسیژن واکنش شیمیایی رخ می دهد. در ادامه هر یک از این دو نوع هوازدگی اصلی را بیشتر خواهیم شناخت.

۱-۱-۳- هوازدگی فیزیکی

عوامل گوناگونی در خرد و متلاشی شدن فیزیکی سنگ ها مؤثر است که مهم ترین این عوامل به شرح زیر هستند.

- **یخ زدگی:**

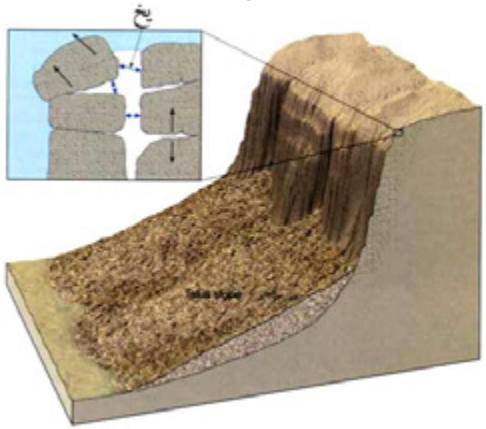
اغلب سنگ ها دارای ترک و حفره هستند و آب می تواند به داخل آن‌ها نفوذ کند. این آب می تواند به اشکال مختلف – گاه به حالت مایع و گاه به حالت بخار– به این روزنه ها نفوذ کند. با کاهش دما و رسیدن به نقطه انجماد، آب نیز یخ می زند. آب بر اثر یخ زدن تا ۹ درصد افزایش حجم پیدا می کند، این افزایش حجم فشار زیادی را به سنگ های اطراف ترک ها وارد می کند و باعث شکستن و باز شدن بیشتر آن‌ها می‌شود. با تکرار عمل یخ زدگی در طول شبانه روز، سنگ ها به تدریج از هم جدا می شود. این نوع از هوازدگی می تواند قطعات بزرگ را از سنگ های اصلی جدا کند و در محل های مرتفع آن‌ها را به پایین سقوط دهد که در نتیجه تجمع آن ها ***واریزه*** ایجاد می شود (تصویر۳۵).

- **رشد بلورها:**

رشد بلورها می تواند باعث ترک در سنگ ها شود و آن ها را از هم جدا کند. رشد بلورهای نمک نیز قادر است عملکردی مشابه با انجماد آب داشته باشد. در محیط های گرم، با تبخیر آب و اشباع شدن آب حاوی نمک ، به مرور بلورهای نمک شروع به رشد می کنند. با رشد بلورهای ریز نمک و نیرویی که در پی آن ایجاد می شود، سنگ ها شروع به ترک خوردن و جدا شدن از هم می کنند.

- **اختلاف دما:**

انبساط و انقباض بر اثر تغییرات دمای شب و روزیکی دیگر از عوامل مهم وتأثیر گذار در هوازدگی فیزیکی است. با گرم شدن سنگ ها، خصوصا سنگ هایی که دارای کانی های متنوع هستند، اختلاف ضریب انبساط کانی های موجود در سنگ، باعث ترک های نازک و میکروسکوپی در پیکره سنگ می شود. با تکرار این موضوع، ترک سنگ بزرگ تر و در نتیجه قطعه قطعه می شود.



تصویر ۳۵- خرد شدگی بر اثر یخ زدن و ایجاد واریزه.

بیشتر بدانیم:

درباره هالیدها:

بطور کلی این دسته از کانی ها، از نظر اقتصادی با ارزش هستند و در صنایع شیمیایی، آهن و فولاد و شیشه‌سازی مصرف می‌شوند.

یک نکته:

درباره رشد بلورهای نمک و ترک خوردگی در سنگ-ها

راهنمایان عزیز توجه داشته باشند که این پدیده بیشتر در مناطق خشک که میزان تبخیر آب بالا است اتفاق می افتد..

هوازدگی ناشی از اختلاف دما بیشتر در مناطقی اتفاق می افتد که اختلاف دمای بین روز و شب زیاد است. همچنان که می دانید مناطق بیابانی از این جمله اند.

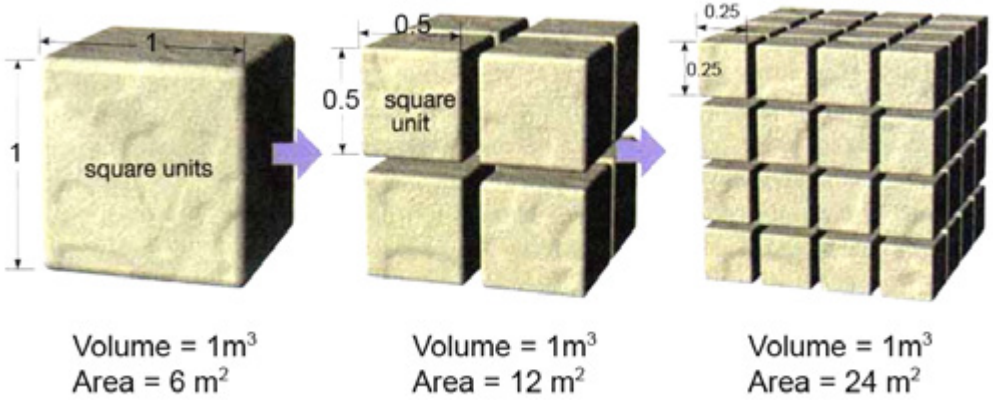
- **اثر گیاهان و جانوران:**

گیاهان و جانوران نیز در تخریب فیزیکی سنگ ها مؤثرند. گاهی اثرات فیریکی و شیمیایی جانوران را در دسته متفاوتی تحت عنوان هوازدگی زیستی قرار می دهند . ریشه گیاهان با نفوذ خود در داخل شکاف سنگ ها و بر اثر رشد، ممکن است فشاری ایجاد کند که به خرد شدن سنگ منجر شود. ریشه گیاهان می تواند تا عمق قابل توجهی در زمین نفوذ کند و در نتیجه عوامل هوازدگی می توانند تا اعماق بیشتری اثر کنند (تصویر۳۶).

جانورانی مانند کرم های خاکی، موریانه، مورچه و دیگر جانوران حفار، دائما در قشر سطحی خاک مشغول بر هم زدن ذرات خاک هستند. این جانوران نمی توانند قطعات بزرگ سنگ را جابجا کنند ولی می توانند ذرات ریز کانی را به سطح بیاورند تا در معرض هوازدگی شیمیایی قرار گیرند.

نتیجه تمام عوامل ذکر شده بعنوان هوازدگی فیزیکی این است که باعث افزایش سطح تأثیر سنگ در مقابل هوازدگی شیمیایی می شوند.

تصویر ۳۶-ریشه گیاه با رشد خود در یک شکاف باعث باز شدن آن می شود.



تصویر۳۷- تأثیر هوازدگی فیزیکی در افزایش سطح مؤثر سنگ

یک نکته:

چگونه هوازدگی فیزیکی به افزایش تاثیر هوازدگی شیمیایی می انجامد؟

خرد شدن یک حجم ثابت از سنگ در اثر عوامل فیزیکی (هوازدگی فیزیکی) باعث می شود سطوح زیادتری در معرض عوامل مؤثر در هوازدگی شیمیایی قرار گیرد و سرعت هوازدگی افزایش یابد. نمونه عددی این اتفاق در تصویر ۳۷ آورده شده است. همانگونه که در این شکل مشاهده می نمایید، بلوکی که یک متر مکعب حجم و شش۶ متر مربع سطح داشته، به دلیل خرد شدن با وجود حجم ثابت، سطح آن ۲۴ متر مربع گردیده است.

۲-۱-۳- هوازدگی شیمیایی

هوازدگی شیمیایی در سنگ ها وقتی رخ میدهد که کانی های سازنده سنگ با آب، اکسیژن، دی اکسید کربن و اسیدهایی که جانوران تولید می کنند واکنش شیمیایی انجام دهند. در نتیجه گفته می شود سنگ اصلی تجزیه شده است. کانی های تجزیه نشده موجود در سنگ های اصلی را کانی های اولیه و کانی های حاصل از هوازدگی را کانی های ثانویه می گویند. انواع هوازدگی شیمیایی به شرح زیر می باشد.

- **انحلال:**

اغلب کانی ها می توانند در آب حل شوند، این انحلال بسته به کانی-های مختلف متفاوت است. به طور مثال کانی هالیت (نمک طعام) و ژیپس (گچ)، اگر آب کافی موجود باشد به آسانی حل می شوند. یک لیتر آب در دمای ۱۰ درجه سانتی گراد می تواند در حدود ۲۶۰ گرم نمک و حدود دو گرم گچ را در خود حل کند. آب های زیرزمینی ممکن است با نفوذ به لایه های سنگ نمک و گچ، حفراتی را در داخل آن ها ایجاد کنند. نمونه ای از اشکال انحلال را در تصویر ۳۸ مشاهده می کنید.

آب حاوی دی اکسید کربن که خاصیت اسیدی پیدا کرده است، می تواند سنگ آهک را در خود حل کند و این سنگ را ازبین ببرد. یون های موجود در آب باعث سختی آن می شوند و در نتیجه در مناطقی که سنگ آهک و دولومیت (کربنات کلسیم و منیزیم) گسترش داشته باشد، آب ها معمولاً از نوع سخت هستند.

- **اکسایش:**

از دست دادن الکترون ها توسط یک عنصر بر اثر واکنش های شیمیایی را اکسایش یا اکسیداسیون می گویند. گرچه این فرآیند لزوماً در اثر ترکیب با اکسیژن رخ نمی دهد ولی در محیط طبیعی به علت آن که اکسیژن آزاد در اتمسفر به راحتی در دسترس است، اکسایش عموما در نتیجه ترکیب کانی ها با اکسیژن صورت می گیرد. آهن از عناصری است که میل واکنشی زیاد با اکسیژن دارد.

تصویر۳۸- اشکال ایجاد شده در سنگ های نمکی پس از انحلال

بیشتر بدانیم:

- **بالا بودن سختی آب** مصرف آن را برای نوشیدن یا کشاورزی نامناسب کرده، در صنعت مشکلاتی بوجود می آورد.
- **عنصر آهن در چه کانی هایی فراوان است؟**

جالب است که بدانید، آهن درکانی های اولیوین، پیروکسن، بیوتیت، گرونا و بسیاری از کانی های دیگر به مقدار فراوان وجود دارد.

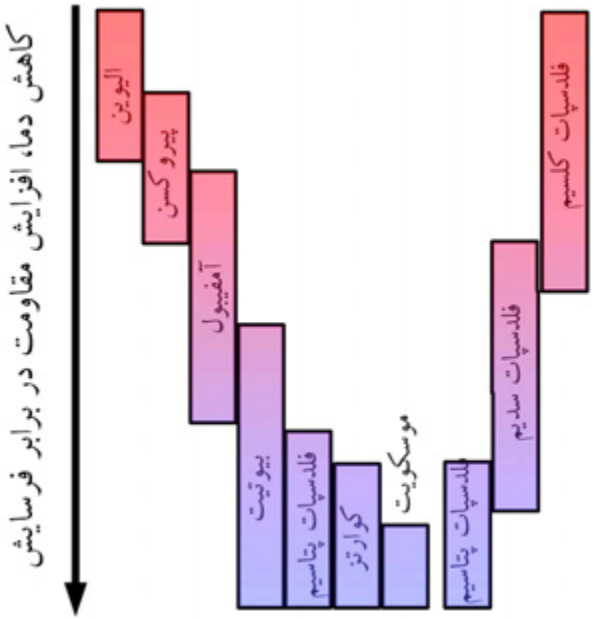
۳-۲- رابطه هوازدگی با آب و هوا

تأثیر آب و هوا در میزان هوازدگی و یا نحوه آن غیر قابل انکار است. یک سنگ در شرایط مختلف اقلیمی، می تواند محصولات گوناگونی را ایجاد کند. به عنوان مثال در آب و هوای خشک - مانند مناطق بیابانی- یک سنگ، بیشتر مراحل هوازدگی فیزیکی را متحمل می شود و به دلیل کمبود میزان رطوبت در محیط، هوازدگی شیمیایی به کندی رخ داده و یا هرگز رخ نمی دهد. به همین دلیل است که سنگ ها اغلب زاویه دار هستند (تصویر۳۹).

در صحراها اغلب آب های زیرزمینی در اثر جریان مویینگی به طرف بالا حرکت می کنند و در شرایط کم آبی شدید، بر اثر تبخیر، قشری از نمک در سطح زمین بجا می گذارند- مانند دشت های اطراف قم-. در اقلیم های خشک سنگ هایی که از چند کانی تشکیل شده اند مانند اغلب سنگ های آذرین، در مقابل فرسایش مقاومت کمتری نسبت به سنگ های تک کانی از خود نشان می دهند. به همین جهت در مناطق بیابانی، آهک می تواند به عنوان یک عامل صخره ساز عمل کند.

در مناطق مرطوبی که یخبندان زمستانی دارند، قوی ترین عامل در هوازدگی، فرآیند یخ زدگی است و در مناطق گرم ومرطوب (مناطق حاره)، به دلیل بارش های فراوان و گرمای محیط سرعت فرآیند هوازدگی شیمیایی بسیار بالا است و هوازدگی گاه تا اعماق زیاد هم اثر می کند.

تصویر۳۹- مناطق بیابانی با پوشش سنگی (کویر شمال لوت)



تصویر ۴۰- نمودار ترتیب تبلور کانی ها و مقاومت آن ها

بیشتر بدانیم:

مقاومت کانی ها در برابر هوازدگی:

سرعت هوازدگی در سنگ ها به میزان شکستگی ها، منافذ بین دانه ها، سطوح لایه بندی و دیگر فضاهای خالی موجود در سنگ بستگی دارد. اما جالب است که بدانید که در کنار همه این عوامل، یک عامل دیگر هم وجود دارد و آن نوع کانی موجود در سنگ است. کانی ها برحسب مقاومت خود در برابر هوازدگی و فرسایش دارای یک نظم و ترتیب هستند. روند افزایش مقاومت کانی ها در برابر فرسایش و هوازدگی دقیقا عکس روند تشکیل و تبلور آن ها از مواد مذاب درون زمین است.

ترتیب تبلورکانی ها در حین انجماد از ماگما توسط سری واکنشی باون تفسیر می شود. این سری واکنشی را دانشمندی به همین نام طراحی کرد. همان طور که در نمودار تصویر ۴۰ دیده می شود کانی ***اولیوین*** در دمای بیشتر و در اولین مراحل تبلور در ماگما جدا می شود و به ترتیب کانی‌های سری ***پیروکسن***، ***آمفیبول*** و ***میکا***.

در سوی دیگر این نمودار روند تبلور فلدسپات ها دیده می-شود که از فلدسپات های کلسیم دار آغاز و تا فلدسپات‌های پتاسیم دار پایان می پذیرد. در نهایت دو کانی ***موسکویت*** و کوارتز وجود دارد که در آخرین مراحل تبلور ماگما و در کمترین دما تشکیل می شوند.

با توجه به مقاومت کانی های مختلف در برابر هوازدگی و فرسایش، متوجه می شویم که کانی کوارتز از مقاوم ترین کانی ها در برابر فرسایش است و به ترتیب میزان مقاومت کانی های بیوتیت، آمفیبول، پیروکسن و اولیوین در برابر فرسایش کاهش می یابد. از دیگر نکاتی که می توان درک کرد این است که هرچه کانی در دمای پایین تری تشکیل شده باشد به همان نسبت مقاومت بیشتری در شرایط جوی در برابر فرسایش دارد.

۳-۳-محصولات هوازدگی

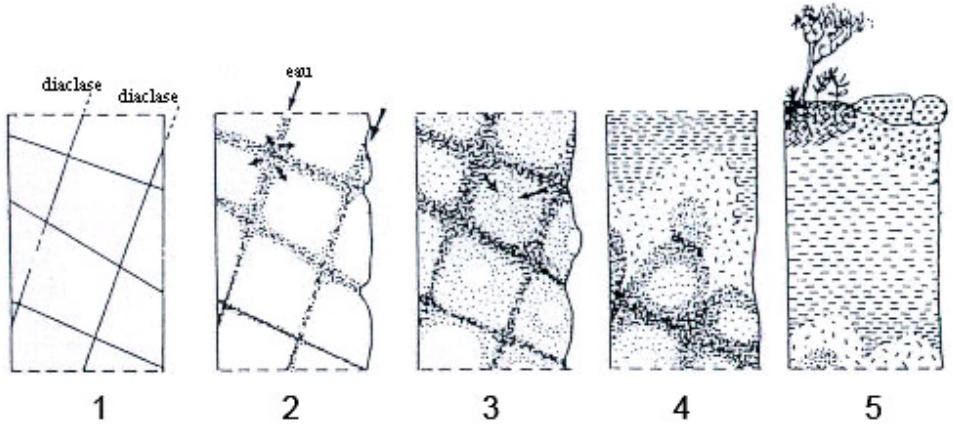
هوازدگی های فیزیکی و شیمیایی عواملی هستند که باعث تولید خاک می شوند. خاک یکی از مهم ترین موادی است که تمدن بشر و اقتصاد بشری را تحت تأثیر خود قرار داده است. فرهنگ و تمدن بشر ارتباط تنگاتنگی با حاصل خیزی خاک دارد. خاک بنا به تعریف، لایه ای از مواد سست و نرم در سطح زمین است که به قدر کافی هوازده شده باشد، بطوری که ریشه گیاهان بتواند در آن رشد کند. خاک فضایی است که در آن می توان بیشترین تأثیر عمل متقابل بین اتمسفر و سطح زمین را مشاهده کرد.

یک عامل مهم در خاک وجود فعالیت های زیستی گیاهان و میکروارگانیسم ها است. این فعالیت نه تنها مربوط به گیاهان و جانوران زنده است، بلکه شامل واکنش های شیمیایی مواد آلی مرده نیز می شود.

هرچه ریشه گیاهان بهتر بتواند در خاک رشد کند حاصل خیزی خاک بیشتر است و این حاصل خیزی نه فقط از مواد آلی پوسیده شده و عناصر موجود در اتمسفر مثل نیتروژن اخذ شده، بلکه از مواد معدنی موجود در خاک مانند کلسیم و پتاسیم و غیره نیز نتیجه شده است. (تصویر۴۱)

۱-۳-۳- نیمرخ خاک

ویژگی منحصر به فرد خاک در نحوه قرار گرفتن اجزای سازنده آن نهفته است و همچنین خواص لایه های مختلفی که به سطح کنونی مربوط بوده و بطور عمودی با عمق تغییر می کنند و هر یک از لایه های مجزا را یک افق خاک می گویند. افق خاک از چند سانتی متر تا دسی متر متغییر بوده و تمام افق ها را بر روی هم یک ***نیمرخ خاک*** می‌گویند. یک خاک بالغ، پنج افق اصلی دارد که به ترتیب از بالا به پایین با حروف لاتین R, C, B, A, O نمایش داده می شوند. (تصویر۴۲)



تصویر ۴۱- مراحل تشکیل سنگ به خاک

بیشتر بدانیم:

مقاومت کانی ها در برابر هوازدگی(ادامه)

این روند مقاومت کانی ها در برابر فرسایش را در نموداری موسوم به سری پایداری گلدیش مشخص می‌کند (این سری عکس سری باون است.)

کانی های سیلیکاته ای که در بالاترین دماها متبلور می-شوند و کمترین نسبت سیلیسیوم را به اکسیژن دارند، سریع‌تر هوازده می شوند. با توجه به این که پیوند میان سیلیسیوم و اکسیژن قوی است، لذا اگر نسبت این دو عنصر زیادتر باشد، کانی مقاوم تر است (به جز موارد استثناء).

علاوه بر اقلیم و نوع سنگ، شیب زمین نیز در ضخامت پوشش مواد هوازده مؤثر است. اگر سطح زمین در حالتی که سنگ در معرض هوازدگی قرار دارد صاف یا دارای شیب خیلی آرامی باشد، محصولات ناشی از هوازدگی در طی دوره ای از زمان روی هم جمع می شوند و ضخامت قابل توجهی پیدا می کنند.

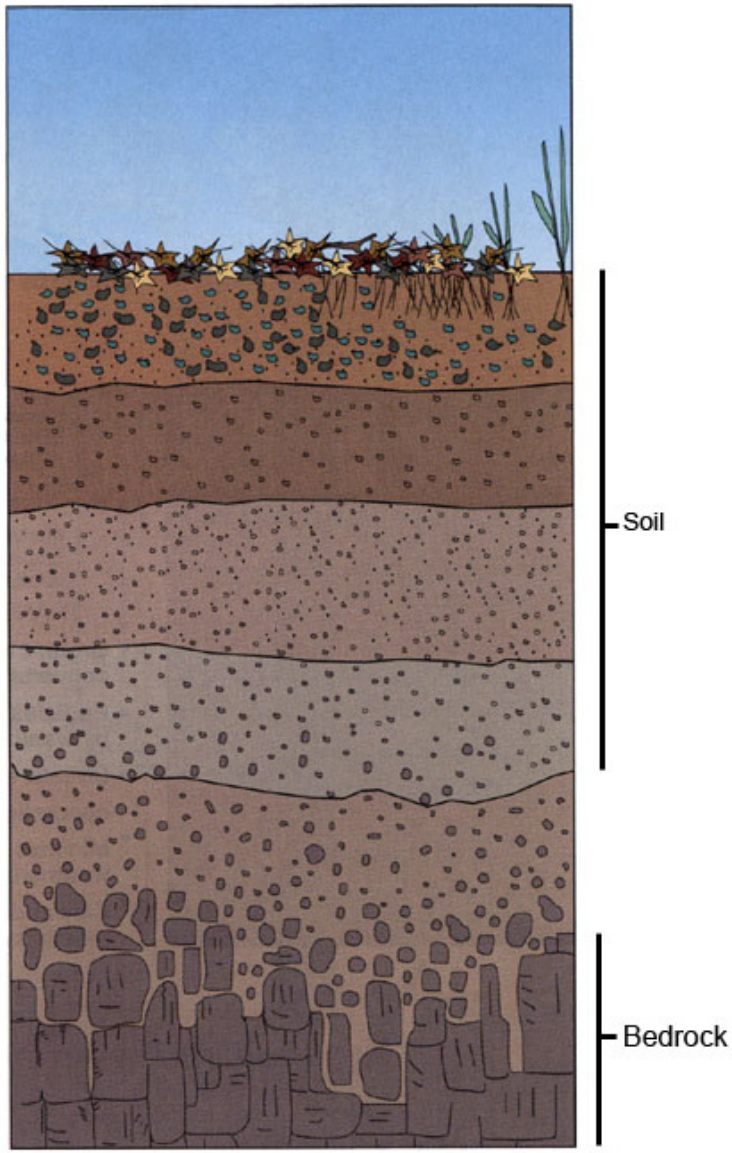
به هر صورت به این سؤال که هوازدگی با چه سرعتی در سنگ ها و مناطق مختلف رخ می دهد، نمی توان جواب قاطعی داد. محیط های فیزیکی و شیمیایی که امکان هوازدگی را فراهم می کنند بسیار متغیرند به همین دلیل جهت بعضی از سنگ ها در برخی اقلیم ها ممکن است در طی هزاران سال اساسا بدون تغییر باقی بمانند و بعضی دیگر در مدتی بسیار کم به هوازدگی دچار شوند.

درباره پنج افق اصلی در نیمرخ خاک بالغ

- افق O، بالاترین لایه خاک است که با تجمع مواد آلی و فقدان مواد معدنی مشخص می شود. قسمت بالاتر این افق غنی از مواد آلی، از مواد گیاهی تازه تشکیل شده است. در حالی که بخش پایینی آن شامل مواد گیاهی پوسیده است. ←

درباره پنج افق اصلی در نیمرخ خاک بالغ (ادامه)

- افق A، بیشتر از ذرات کانی و مواد آلی تشکیل شده است. در مناطق مرطوب آب های نافذ دارای دی اکسید کربن، تمام کربنات کلسیم موجود در این افق را حل کرده، به افق پایین تر می برند. شسته شدن موادی مانند کربنات کلسیم را ***فروشست*** می گویند و به همین جهت این افق را گاهی افق فروشست نیز می خوانند. کربنات های محلول همراه با کانی های رسی و اکسیدهای آهن که توسط آب های نافذ از افق A شسته شده اند در افق B تجمع پیدا می‌کنند.
- افقE، در بعضی از منابع، افقی با این نام نیز مشخص شده است.
- افقB، در این افق اکسید آهن تمرکز پیدا می کند، به همین دلیل این افق معمولا به رنگ زرد یا قرمز است. رس موجود در این افق همراه با اکسید آهن باعث سخت تر و نفوذ ناپذیرتر شدن آن می شود. به همین دلیل رشد ریشه گیاهان در این افق مشکل است.
- افقC، که در زیر افق B قرار دارد متشکل از موادی است که بخشی از آن ها هوازده شده اند. این افق پایین تر از منطقه اصلی فعالیت های زیستی قرار دارد. بخش های بالایی این افق از هوازدگی بیشتری برخوردار است ولی ممکن است همچنان بعضی از خصوصیات سنگ مادر، یعنی موادی را که از آن منشاء گرفته، داشته باشد. بخش های پایین تر این افق شامل قطعات مجزایی از سنگ مادر است.
- افق R مواد مولد خاک یا سنگ مادر است که می تواند سنگ بستر، آبرفت و یا مواد دیگری باشد. از آن خاک تشکیل شده و قاعده نمیرخ خاک را تشکیل می دهد.



تصویر ۴۲- افق های خاک

۲-۳-۳- عوامل موثر در ایجاد خاک

همانطور که ذکر شد، سنگ های مختلف در شرایط متفاوت آب و هوا می توانند باعث تشکیل خاک هایی متفاوت شوند. عواملی که در تشکیل خاک ها مؤثرند، عبارتند از جنس سنگ مادر، آب و هوا، تپوگرافی، تراکم موجودات زنده و زمان. آب و هوا یکی از مهم ترین عوامل در ایجاد خاک است. این عامل، مشخص کننده میزان رطوبت و دمای محیط است که هر دو برای هوازدگی شیمیایی مؤثر هستند.

در مناطق پر باران با بیش از ۵۰۰ تا ۶۰۰ میلی متر بارش در سال کربنات کلسیم و سایر نمک های محلول، توسط آب حاوی دی اکسید کربن حل شده و سپس جابجا می شوند، در حالی که رس ها و کانی های اکسید آهن در افق B تجمع پیدا می کنند. به این نوع خاک ها ***پدالفر*** می گویند. وقتی بارندگی کمتر از میزان مذکور باشد، آب کافی برای ایجاد محیط اسیدی جهت انحلال کلسیت در دسترس نمی باشد و خاک غنی از کربنات کلسیم می شود که بنام ***پدوکال*** معروف است. گاهی اوقات رسوب کربنات کلسیم در بخش بالایی خاک، پوسته سختی را تشکیل می دهد که معمولاً به آن ***کالیش*** می گویند.

در بعضی محیط ها، به خصوص محیط های پرباران، کوارتز و کانی های رسی هم نمی توانند مقاومت کنند در نتیجه ممکن است با انحلال کوارتز و تجزیه کانی های رسی، خاک های باقی مانده غنی از اکسیدها و هیدروکسیدهای آهن و آلومینیوم شود و به این ترتیب ***لاتریت*** ها و ***بوکسیت*** ها به وجود می آیند.

بیشتر بدانیم:

- **خاک پدوکال** در نواحی بیابانی فراوان است.

خلاصه فصل

یکی از مهم ترین عوامل در تغییر شکل کره زمین، پدیده های هوازدگی است. هوازدگی به دو نوع هوازدگی فیزیکی و شیمیایی صورت می پذیرد. عواملی مانند یخ زدگی، رشد گیاهان، رشد بلورها و اختلاف دما جزو هوازدگی فیزیکی محسوب می شوند. نقش اصلی هوازدگی فیزیکی افزایش سطح مؤثر برای هوازدگی شیمیایی است. هوازدگی شیمیایی بر خلاف هوازدگی فیزیکی، ماهیت شیمیایی سنگ ها را تغییر می دهد. کانی های مختلف در برابر هوازدگی مقاومت های مختلفی دارند هر چه کانی در دمای پایین تری تشکیل شده باشد، مقاومت آن در برابر فرسایش بیشتر است.

در نتیجه فرایندهای هوازدگی، محصولی ایجاد می شود که خاک نام دارد. خاک ها در مناطق مختلف، ماهیت مختلف دارند که به عواملی مانند، جنس، آب و هوا، شیب توپوگرافی و غیره بستگی دارد.

خود را بیازماییم

۱- انواع هوازدگی را نام ببرید؟

۲- عواملی که باعث هوازدگی فیزیکی می شوندکدامند؟

۳- موجودات زنده چگونه در هوازدگی نقش دارند؟. با ذکر مثال.

۴- مهم ترین تأثیر هوازدگی مکانیکی چیست؟

۵- انواع پدیده های هوازدگی شیمیایی کدامند؟

۶- رابطه هوازدگی با آب و هوا چیست؟ (به اختصار).

۷- افق های خاک از بالا به پایین کدامند؟

بیشتر بدانیم:

فصل چهارم– عوامل خارجی در تغییر شکل زمین

- هدف فصل
- مقدمه
- ۱-۴- باران
- ۲-۴- رودخانه ها
- ۳-۴- آبشار
- ۴-۴- آب‌های زیر زمینی
- ۵-۴- باد و کویر
- ۶-۴-کویر (بیابان)
- ۷-۴- انواع بیابان‌های ایران
- خلاصه فصل
- خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- آشنایی با نقش باران در ایجاد فرسایش.
- آشنایی با نحوه فرسایش در رودها.
- شناخت دره های رودخانه ای و انواع آن ها از نظر شکل.
- نقش آبرفت ها به عنوان رسوبات حاصل از رودخانه ها.
- آشنایی با نحوه تشکیل آبشار و انواع آن.
- آشنایی با آب های زیرزمینی و نقش آن ها در فرسایش.
- مکانیزم تشکیل چشمه.
- آشنایی با تکنولوژی حفر قنات و مکانیسم عملکرد آن.
- معرفی پدیده های غار و ***کارست*** و اشکال زمین شناسی درون غارها.
- آشنایی با رسوبات حاصل از چشمه های زیرزمینی.
- نقش باد در فرتغییر شکل زمین و نحوه انجام آن.
- آشنایی با ***برخان*** ها و نحوه جابجایی آن‌ها.
- شناخت انواع بیابان های ایران.

مقدمه

همانطور که قبلا اشاره شد، سطح زمین دائم در حال تغییر شکل است. نیز اشاره گردید که تغییرات چهره زمین بر اثر دو نیروی داخلی و خارجی زمین است. در این فصل به بررسی نیروهای خارجی تغییر شکل دهنده شکل زمین می پردازیم. این نیروها شامل آب های جاری در سطح زمین و یا آب های زیرزمینی، باد و یخچال است. هر کدام از این عوامل، از یک ماده به عنوان عامل تأثیرگذار استفاده می کنند.

با شناخت هر یک از این عوامل فرساینده و نوع تغییراتی که در سطح زمین ایجاد می نمایند، شما راهنمایان عزیز در عین درک عمیق تر از پدیده های طبیعی ناشی از فرسایش، می توانید در سفر ها برای مسافران خود تصویر روشن تری از چنین پدیده هایی – به خصوص منشا و دلیل پیدایش آن ها – ترسیم نمایید.

یک نکته:

نیروهای خارجی تغییر دهنده سطح زمین از چه مواد واسطه ای برای ایجاد فرسایش بهره می گیرند؟

آب های سطحی و زیرزمینی از عامل فرسایش دهندگی آب (در فاز مایع) استفاده می کنند، یخچال ها از نیروی قدرتمند یخ ها (آب در فاز جامد) بهره می برند و باد هم از جریان هوا جهت تغییر در سطح زمین استفاده می کند.

۱-۴- باران

بارش زمانی رخ می دهد که توده های بزرگی از هوای مرطوب به سرعت تا زیر نقطه شبنم سرد شود و قطرک های آب و بلورهای یخ تشکیل گردد. در ابرهایی که حالت بارش ندارند، قطر این ذرات (قطرک ها) کمتر از ۱۰ میکرون است و لذا در هوا معلق می ماند.

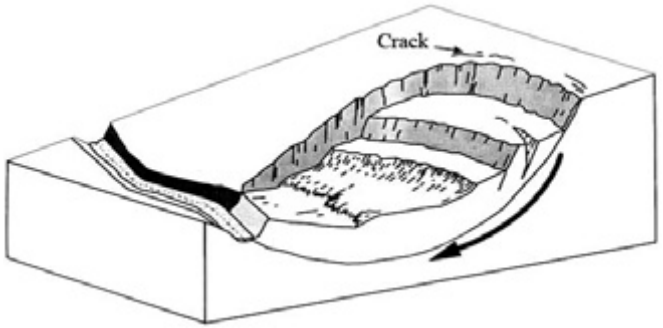
بارش زمانی رخ می دهد که قطر این ذرات افزایش یابد و در نتیجه سنگین شدن، سقوط کنند. البته این نکته نیز مهم است که گاه این قطره ها در مسیر سقوط خود به سمت زمین، در افق های پایین تر از ابر، کمی تبخیر می شوند لذا اگر این تبخیر بیش از حد باشد، قطره مذکور به زمین نمی رسد. با توجه به مطلب ذکر شده، برای تولید باران های قوی نیاز به این است که قطرات آب در اثر برخورد به هم بزرگ تر شوند تا باران های سیل آسا ایجاد شود.

سرد شدن توده های هوا، که لازمه بارندگی های فراوان است، بر اثر بالا رفتن هوا امکان پذیر می شود. صعود هوا به ارتفاعات بالاتر به علل مختلف صورت می گیرد.

باران با تمام آثار زندگی بخش خود برای انسان و سایر موجودات، می تواند به عنوان یک عامل مخرب نیز عمل کند. البته این اثرات تخریبی در نتیجه دخل و تصرف انسان در طبیعت و بر هم زدن تعادل آن ایجاد می شود.

در قسمت بیشتر بدانیم با برخی از اثرات تخریبی در حوزه زمین شناختی آشنا می شوید که بارش از عوامل ایجاد کننده و یا تسریع کننده آن ها محسوب می شود. این اثرات عبارتند از: رانش زمین ، جریان-ها (، صفحه بعد) و ریزش ها (، صفحه بعد)

تصویر۴۳- زمین هایی که بر اثر شسته شدن خاک، غیر حاصلخیز شده اند.



تصویر ۱-۴۳- مدل سه بعدی از نحوه حرکت زمین در زمان رانش

بیشتر بدانیم:

نقطه شبنم دمایی است که حجمی از هوا در فشار ثابت و میزان بخار ثابت، به حالت اشباع می رسد.

آیا می دانید، چرا در مناطق با پوشش گیاهی مناسب، احتمال فرسایش خاک بسیار کمتر است؟

هر قطره باران در زمان برخورد با سطح زمین، انرژی ذخیره شده در خود را آزاد می کند. در مناطقی که دارای پوشش گیاهی با تراکم مناسب است، قطرات آب در اولین برخورد با برگ گیاهان، بخش از انرژی خود را آزاد می کند، در نتیجه پس از سقوط از برگ به روی زمین چون میزان انرژی ذخیره شده بسیار کم است نمی تواند عامل تخریبی مهمی محسوب شود. در مقابل در زمین هایی که فاقد پوشش گیاهی متراکم هستند (مانند مناطق نیمه خشک و خشک و یا مناطقی که درختان آن قطع شده است) قطرات آب باران در اولین برخورد به سطح خاک، باعث سست شدن ذرات خاک می شود، در نتیجه با جریان یافتن آب، این ذرات سست شسته و حمل می شوند و زمین هایی را ایجاد می کنند که در آن ها قابلیت رشد گیاه وجود ندارد.

رانش زمین

حرکات رو به پایین سنگ یا رسوب در امتداد سطوح لغزنده را لغزش می گویند. واژه ***زمین لغزش*** اصطلاحی است که شامل کلیه حرکات لغزشی و ریزشی توده های نسبتاً خشک خاک و سنگ اطلاق می شود. گاه این واژه برای حرکت‌های سریع در دامنه ها نیز اطلاق می شود.

لغزش سنگ، حرکت‌های رو به پایین سنگ‌ها در جهت سطوح صاف شیب دار را لغزش سنگ می گویند. این سطوح شیب دار می تواند سطح لایه بندی و یا سطوح شکستگی ها باشد.

رانش زمین (ادامه)

-یعنی این‌که به محل بخصوصی تکیه نداشته باشند.- در این صورت توده سنگ بدون اتصال می تواند حرکت کند. گاه وجود یک لایه رسی در زیر سنگ‌ها، شرایط را برای لغزش قطعات و توده های سنگ فوقانی است زیرا لایه رس بر اثر نفوذ آب حالت خمیری پیدا میکند و در نتیجه نیروی اصطکاک و ایستادگی سنگ های فوقانی را کاهش می دهد (تصویر۱-۴۳).

جریان ها(از صفحه قبل)

به نوعی از حرکات دامنه ای گفته می شود که مواد رفتاری خمیر مانند دارند. در بسیاری از موارد، حرکاتی که با ریزش یا لغزش آغاز شده اند، بعداً به حرکات جریانی تبدیل می شوند. جریان‌ها خصوصیات بسیار گوناگونی دارند که شامل کندترین تا سریع‌ترین آن‌ها می شود.

حرکت فوق العاده آهسته و رو به پایین خاک، پوشش سنگی و سنگ را تحت تأثیر نیروی گرانی اصطلاحاً ***خزش*** می گویند (تصویر ۲-۴۳). اگر چه خزش فرآیندی بسیار کند است و مستقیماً قابل مشاهده نیست اما آثار آن مانند خم شدن تنه درختان، کج شدن دکل های برق و تلفن و یا خم شدن دیوارها مشاهده کرد.

عوامل ایجاد کننده خزش به این شرح است:

۱- یخ زدگی و ذوب متوالی آب در منافذ خاک وسنگ پوشش که موجب برخاستن و فرونشس ذرات می شود.

۲- مرطوب و خشک شدن متوالی که موجب انبساط و انقباض کانی‌های رسی می شود.

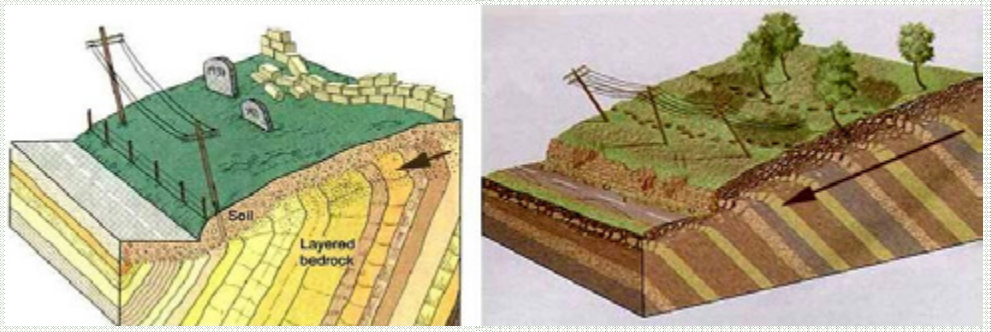
۳- گرم و شرد شدن بدون انجماد که موجب تغییرات حجم ذرات کانی می گردد.

۴- رشد و پوسیدگی گیاهان که باعث شکافتن خاک و حرکت رو به پایین ذرات می شود.

۵- انحلال مواد معدنی که باعث ایجاد منفذ در خاک می کند و خاک بالاتر را به پایین هدایت می کند.

از دیگر انواع حرکات دامنه ای جریان تند مواد تخریبی در سراشیبی ها است که جریان واریزه خوانده می شود. بسیاری از این‌گونه جریان‌ها ابتدا بصورت لغزش شروع می شود و در پایین سراشیبی، که توده های لغزیده خرد شده و با هوا و آب مخلوط می شود بصورت جریان در می آید و معمولاً توده هایی زبانه ای شکل در دامنه ها تشکیل می دهد. جالب است که بدانید، پدیده خزش را در جنگل‌های شمالی ایران خصوصاً در نواحی جنوب عباس آباد (غرب چالوس) به خوبی می‌توان مشاهده کرد.

اصطلاح ***بهمن*** نیز در مورد سریع‌ترین حرکات دامنه ای جریانی، لغزشی وریزشی به کار می رود. بهمن، به دنبال صدایی بلند که نشانه گسیختگی مواد در بالای یک سراشیبی است، در چند ثانیه یا چند دقیقه موادی که بصورت بهمن سرازیر شد اند، به پایین سراشیبی می رسند و در منطقه ای در دامنه پخش میشوند. حرکات خیلی تند توده های سنگ را ***بهمن سنگ*** می گویند.



تصویر ۲-۴۳- حرکت آرام خاک بر روی شیب‌ها و خمیده شدن دکل‌ها و تنه درختان

ریزش ها (از صفحه قبل)

افتادن قطعات یا ذرات سنگ و خاک از پرتگاه ها و سراشیبی های خیلی تند را ریزش می گویند. خرده سنگ هایی که به این ترتیب در دامنه ارتفاعات و ***دیواره ها*** تجمع پیدا می کنند، اصطلاحاً ***تالوس*** می گویند. ریزش سنگ می تواند فرآیندی خشک و نتیجه فعالیت ریشه گیاهان یا یخ زدگی آب در شکاف سنگ‌ها باشد که منجر به شکستن و خرد کردن سنگ ها و سقوط آن‌ها از دیواره پرتگاه می شود.

۴–۲–رودخانه ها

در هر جایی از سطح خشکی های کره زمین زمانی که آب در سطح زمین بصورت بارش نزولات جوی و یا خروج آب های زیر زمینی از درون زمین، ظاهر گردید، جریان آب آغاز می شود. این جریان آب در هر مقیاس که باشد آثاری را بدنبال دارد که عبارتند از فرسایش، حمل و رسوب گذاری. آب های جاری دائما سنگ های سطح زمین را فرسایش می دهند و سپس مواد فرسایش یافته را حمل می کنند و در صورت کاهش نیروی جریان آب، ذرات حمل شده را رسوب می دهند. در اثر این فرآیندها، تغییراتی در شکل ظاهری زمین ایجاد می شود که در این قسمت بحث می شود.

پس از رسیدن آب به سطح زمین، بخشی از آن که تبخیر نمی شود و یا در زمین نفوذ نمی کند به صورت روان آب در سطح زمین جاری می‌شود. میزان آب جاری شده برروی زمین به عواملی مانند شیب و نفوذ پذیری زمین، میزان رطوبت قبلی زمین، پوشش گیاهی، شرایط آب و هوا (دما و رطوبت نسبی و ..) و همچنین شدت و مدت بارش نیز بستگی دارد. مثلا هر چه شیب زمین بیشتر و نفوذ پذیری آن کمتر باشد، بخش بیشتری از آب جاری می شود.

آب های جاری در سطح زمین بصورت رشته های باریک جریان پیدا می کند و سرانجام با اتصال هر چه بیشتر این شاخه های کوچک، رود اصلی ایجاد می شود. هر رودخانه از مجموعه بزرگی از این انشعابات در یک منطقه وسیع تشکیل می شود. این منطقه وسیع را حوضه آبریز یا حوضه آبخیز می گویند (تصویر ۴۴). بعنوان مثال حوضه آبریز دریاچه ارومیه شامل تلخه رود، سیمینه رود، زرینه رود و سایر رودهای کوچک منتهی به آن است.

یک رود در طول مسیر خود از سرچشمه تا نقطه نهایی، از شیب زیاد به شیب کم یا حتی افقی حرکت می کند. مثلاً رودخانه هراز از ارتفاعات دماوند منشاء می گیرد و پس از طی ۲۵ کیلومتر از ارتفاع حدود ۵۰۰۰ متر به ارتفاع ۱۸۰۰ متر در حوالی آب اسک می رسد و در حوالی شهر آمل به ارتفاع حدود ۱۰۰ متر می رسد و در نهایت به دریای مازندران منتهی می شود.

رودها در انتهای مسیر خود به سطحی می رسند که به نوعی مقصد محسوب می شود. سطحی که در آن از حرکت می ایستد را سطح مبنا می‌گویند. در قسمت بیشتر بدانیم برخی دیگر از تعاریف مربوط به رودخانه ها آورده شده است.

تصویر ۴۴– حوضه آبریز رودخانه

بیشتر بدانیم:

برخی تعاریف در حوزه رودخانه ها:

- **آبدهی (دبی):** سرعت جریان آب رودخانه یکی از پارامترهای مهمی است که در معرفی هر رودخانه از آن سخن به میان می آید و عبارت است از حجم آبی را که در واحد زمان از مقطع عرضی معینی از رود عبور می کند که آنرا بر حسب مترمکعب بر ثانیه بیان می کنند. آبدهی رودها بر حسب شرایط اقلیمی و مکانی تغییر می کند.
- **رود دائمی، فصلی و موقت:** رودها بر اساس تداوم جریان آب آن ها به سه نوع رود دائمی یا روان‌رود (که در تمام سال آب در آن روان است)، رود متناوب یا فصلی (رودی که در بخشی از سال آب در آن جریان دارد) و رود موقت یا خشکه رود (رودی که در بخش اعظم سال خشک است و فقط در فاطله کوتاهی پس از بارندگی، آب در آن جریان دارد) تقسیم می شوند..

جالب است که بدانید، رودها در مناطق مرطوب و پرباران اغلب از نوع دائمی هستند و در مناطق خشک و بیابانی از نوع موقت یا خشکه رود. البته بعضی از رودها در نزدیکی سرچشمه دائمی هستند و در بخش ای پایین تر و نزدیک به دشت حالت موقتی پیدا می کنند. مانند رود کرج یا جاجرود که پس از رسیدن به دشت های جنوبی تهران کاملاً پراکنده و مستهلک می شوند..

۱-۲-۴- دره

نیروی آب جاری با سرعت جریان ارتباط مستقیم دارد. رودها در بخش های ابتدایی مسیر خود که از شیب زیادتر وسرعت بیشتری برخوردارند، توان فرسایشی بیشتری نیز دارند. لذا فرسایش رودخانه ای در قسمت های پر شیب رود صورت می پذیرد و باعث می شود که مسیر خود را حفر کند و به پایین فرو رود. دره هایی که توسط رودها ایجاد می شوند حالت V شکل دارند که البته این شکل بطور واضح در بخش های بالایی رود دیده می شود. دره رودها اغلب حالت متقارن ندارند. عواملی مانند اختلاف جنس در دو سوی رودخانه و یا حتی جهت لایه بندی در سنگ ها می تواند باعث عدم تقارن در شکل دره بشود.

انواع دره های رودخانه ای و دلیل عدم تقارن آن ها را در می توان در تصویر ۴۵ مشاهده نمود.

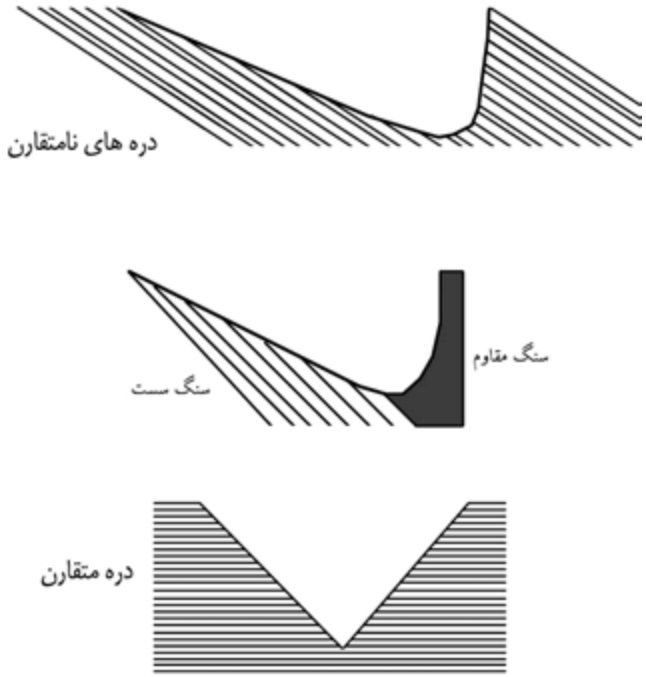
۲-۲-۴-*آبرفت*

رود پس از رسیدن به دشت، سرعت جریان آب در آن کاهش می یابد و به دنبال آن انرژی نیز کاهش می یابد و توان حمل ذرات را از دست می دهد و شروع به رسوب گذاشتن ذرات می کند. ذرات درشت تر به دلیل وزن بیشتر خود زودتر از ذرات کوچکتر مانند ماسه رسوب می کنند و در نهایت ذرات رس از آب آرام رود جدا می شود.

مجموعه رسوباتی که توسط رودخانه از درشت در بالا و ریز در پایین رسوب می کند را *آبرفت* می گویند. این رسوبات به دلیل وجود تخلخل بالا و همینطور وجود مخازن آب زیر زمینی، تمدن های بشری را برروی خود جای داده اند، مانند حوضه آبرفتی وسیع **بین النهرین** و یا حوضه وسیع **دشت خوزستان** و **دشت گیلان**.

۳-۲-۴-گردشدگی در ذرات

ذراتی که توسط رودخانه حمل می شوند، به دلیل برخورد با یکدیگر به مرور زوایای نیز خود را از دست می دهند و به شکل کروی نزدیک می‌شوند. میزان گرد شدگی ذرات به جنس و مسافتی که حمل شده اند ارتباط دارد. هرچه دانه نرم تر باشد زودتر گرد می شود.



تصویر ۴۵- دو برش بالا: نمونه ای از دره های نامتقارن و پایین: دره متقارن

بیشتر بدانیم:

برای مشاهده دره های رودخانه ای در ایران می توان به رشته کوه های البرز و زاگرس و سایر ارتفاعاتی که دارای بارش باران است مراجعه کرد. دره هراز در حوالی آب اسک دره رودخانه ای نامتقارن می باشد. به این دلیل که پهلوی شمالی این دره را گدازه های دماوند و پهلوی جنوبی را سنگ های آهکی تشکیل داده است و مقاومت این دو در برابر فرسایش متفاوت است، در نتیجه دره ای که در اثر فرسایش به وجود آمده، دره ای نامتقارن است.

حوزه های آبرفتی تمدن ساز جهان:

از جمله حوزه های آبرفتی مهم که زادگاه تمدن های بشری بوده اند، می توان به حوضه آبرفتی وسیع بین النهرین و یا حوضه وسیع دشت خوزستان و دشت گیلان اشاره نمود.

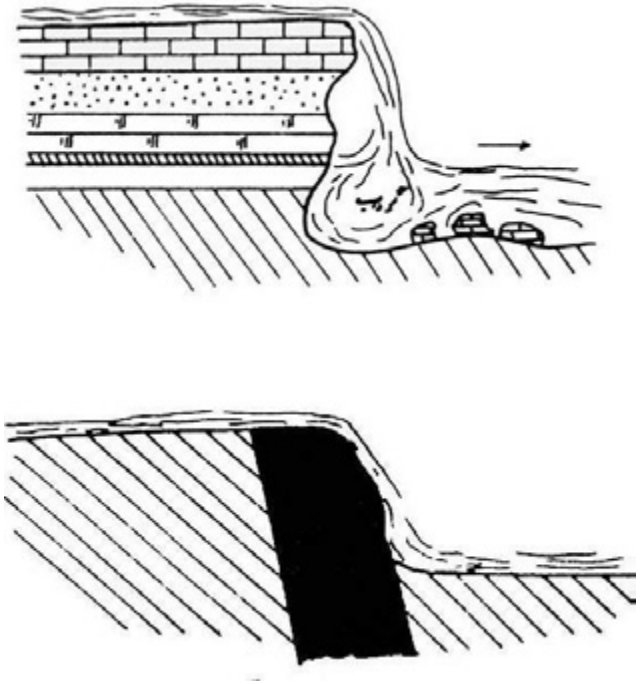
درباره پدیده گردشدگی در ذرات رودخانه ای:

این پدیده را در بسیاری از رودها در سراسر ایران می توان مشاهده کرد. دانه ها نزدیک سرچشمه رود حالتی زاویه دار دارند ولی در مناطق پست و دشتی به شکل کروی نزدیک-تر هستند.

۳-۴-آبشار

آبشار یکی از پدیده های زیبا و جالب در مسیر آب های جاری است که خود یکی از جاذبه های طبیعی و زمین شناسی محسوب می شود. رودها در مسیر جریان خود از سنگ هایی با سختی های متفاوت عبور می‌کنند. بعضی از سنگ ها در مقابل فرسایش مقاومند و بعضی دیگر مانند سنگ های رسی، نرم ترند. موقعیت قرار گرفتن این دو نوع سنگ نسبت به هم می تواند گاه باعث تشکیل آبشار بشود. اگر در جهت جریان رود ابتدا سنگ سخت و سپس سنگ نرم قرار داشته باشد، چون سنگ نرم‌تر زودتر حفر می شود، در نتیجه یک اختلاف ارتفاع بین دو جنس نرم و سخت ایجاد می شودو در نهایت مانند پله، ایجاد آبشار می-کند. (تصویر ۴۶ پایین)

در نوع دیگر اگر سنگ نرم در زیر سنگ سخت باشد نیز می تواند باعث تشکیل آبشار شود ولی در این حالت چون به مرور سنگ نرم زیرین فرسایش پیدا می کند، قطعات سنگ محکم فوقانی از بالا سقوط می کند و به مرور آبشار را به عقب می راند. (تصویر ۴۶ بالا) برای تشکیل آبشار راه سومی نیز وجود دارد که در مبحث مربوط به نیروهای دورنی زمین بحث می شود.



تصویر ۴۶- انواع حالت های تشکیل آبشار

بیشتر بدانیم:

نکته ای جالب درباره آبشارهای ایران

همان گونه که می دانید، در ایران آبشارهای متعدد و زیبایی وجود دارد، اما تکته جالب این است که بخش عمده‌ای از این آبشارها در رشته کوه های زاگرس قرار دارد مانند آبشار مارگون، آب سفید و غیره.

۴-۴-آب های زیرزمینی

بخشی از آب های کره زمین در میان منافذ و روزنه های موجود در میان ذرات سنگ ها و خاک ها قرار دارند. بخشی از این آب ها جزو چرخه آب های سطح زمین هستند و از طریق آب های جوی تغذیه می-شوند و مجدداً به این چرخه افزوده می شوند. بزرگ ترین ذخیره آب شیرین قابل استفاده انسان ها در زیر زمین نهفته است. امروزه بهره برداری از آب های زیرزمینی برای مصارف کشاورزی، صنعت، شرب و غیره در مناطق مختلف استفاده می شود.

علاوه بر موراد ذکر شده، آب های زیرزمینی در ایجاد تغییرات در پوسته زمین نقش مهمی دارند و می توانند باعث ایجاد انواع غارها شوند.

۱-۴-۴-منشاء آب های زیرزمینی

بارش های جوی اصلی ترین منشاء آب های زیرزمینی است. میزان آب زیرزمینی صرفاً به میزان بارش بستگی ندارد بلکه به نوع خاک، نفوذ پذیری، پوشش گیاهی، شیب زمین و یا رطوبت قبلی موجود در میان ذرات بستگی دارد. در بارش های آرام، آب فرصت بیشتری برای نفوذ به درون زمین را دارد، در صورتی که اگر بارش حالت سیلابی داشته باشد، این امکان وجود ندارد.

آب های زیر زمینی از منابع دیگری به جز آب های جوی نیز تأمین می شوند. بعنوان مثال بخش از آب های زیر زمینی، آب هایی هستند که به علت بدام افتادن در لابلای رسوبات، در زیر زمین باقی مانده اند. این نوع از آب ها را آب های فسیل نیز می گویند. آب های فسیل کیفیت مناسب برای شرب ندارند و به دلیل حبس شدن میزان شوری آن ها افزایش می یابد.

نوع دیگر از آب های زیر زمینی، آب هایی با منشاء ماگمایی هستند. این آب ها از توده های بزرگ ماگمایی که در حال سرد شدن هستند بوجود می آیند. چون این آب ها مستقیماً از بخش مذاب زمین مشتق شده اند، لذا قبل از آن وارد چرخه آب نشده بودند.

برخی دیگر از تعاریف مربوط به این حوزه در قسمت بیشتر بدانیم آورده شده است.

۲-۴-۴-راه های خروج طبیعی آب از زیرزمین

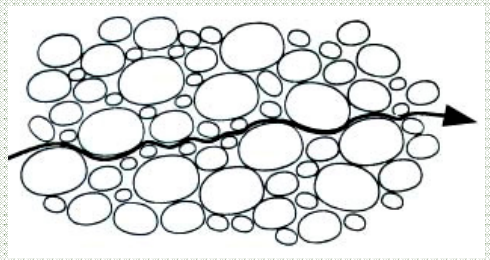
- **چشمه:** در هر محلی که سفره آب زیرزمینی توسط سطح زمین قطع شود، آب در سطح زمین جاری می شود. اگر این تخلیه آب به آرامی و کم باشد ایجاد سطح تراوش می کند ولی اگر خروج آب از زیرزمین به صورت جریان متمرکز باشد، ایجاد چشمه می کند.گاهی اوقات بر اثر شکستگی در سفره های تحت فشاری که در زیر مناطق بیابانی وجود دارد، ممکن است چشمه های آرتزین تشکیل شود و آب سفره تحت فشار به سطح زمین راه پیدا کند. واحه هایی که در وسط بیابان وجود دارند، به همین شکل به وجود آمده اند. همان گونه که می‌دانید به مناطق حاصلخیز و پوشیده از گیاه در وسط بیابان های خشک، واحه می گویند.

آب بعضی از چشمه ها به دلایل متعدد، از میانگین دمای هوای منطقه بالاتر است، این گونه چشمه ها را چشمه آب‌گرم می گویند. آب های زیرزمینی به دو طریق گرم می شوند. اول این که بر اثر نفوذ آب

بیشتر بدانیم:

برخی تعاریف

- **تخلخل:** مقدار فضای خالی در لابلای یک خاک یا سنگ را تخلخل می گویند. میزان تخلخل در سنگ ها و رسوبات به عوامل مختلفی بستگی دارد که عبارتند از شکل دانه ها، سیمان و اندازه نسبی دانه ها. هرچه دانه کرویت بیشتری داشته باشد، میزان تخلخل نیز بیشتر است. هر چه سیمان بین دانه بیشتر باشد، میزان تخلخل کمتر است و هر چه دانه ها از نظر اندازه هماهنگ تر باشند، تخلخل بیشتر است.
- **نفوذپذیری:** توانایی رسوبات یا خاک متخلخل را برای عبور دادن یک سیال، نفوذپذیری می گویند. اگر آب به آسانی بتواند در رسوبات جریان پیدا کند، اصطلاحاً رسوب نفوذپذیری خوب دارد و در غیر این صورت رسوب نفوذ ناپذیر است. آبرفت ها از جمله رسوباتی هستند که تخلخل بالا و نفوذ پذیری خوبی دارند (تصویر ۴۷).

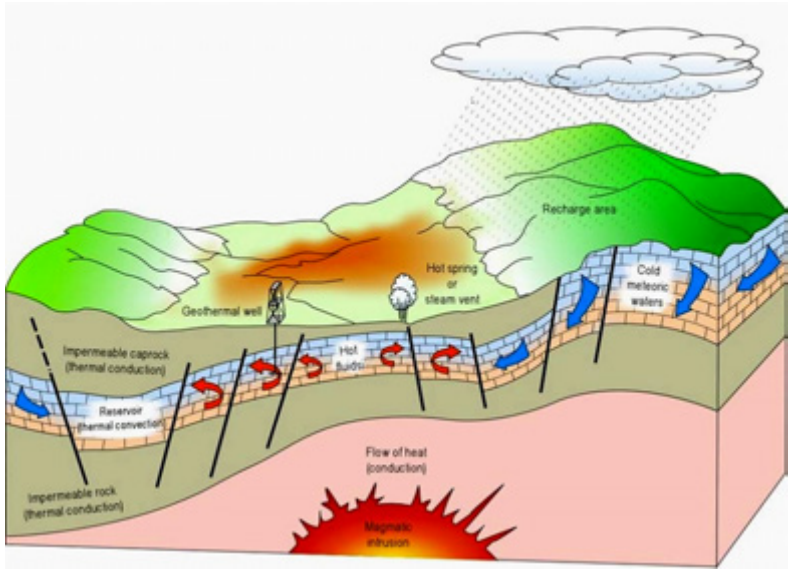


تصویر ۴۷- نفوذ پذیری در رسوبات

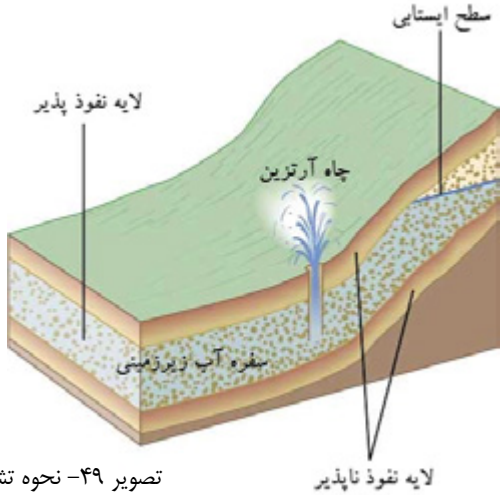
- **سطح ایستابی:** مرز میان منطقه اشباع از آب و سطح فوقانی منطقه اشباع را سطح ایستابی می گویند. در بخش بالایی منطقه اشباع،لابلای ذرات علاوه بر آب، هوا نیز وجود دارد به این منطقه، منطقه تهویه نیز می‌گویند.

در اعماق به مرور آب بر اثر گرمایی که در اعماق وجود داردگرم می شود، این آب‌گرم از طریق مجاری و شکستگی ها به سطح زمین راه پیدا می کند. دومین راه این است که در بعضی از مناطق زمین حضور توده های ماگمایی مانند اطراف آتشفشان ها، از دمای بالاتری نسبت به اطراف برخوردارند، آبی که از اطراف به این توده ها نزدیک می شود، گرم می‌شود و با خروج از سطح زمین چشمه های آب‌گرم را ایجاد می کند. از گرمای توده های مذاب درون زمین امروزه جهت نیروگاه های ***زمین حرارتی*** استفاده می شود (تصویر ۴۸).

بعضی از چشمه های آبگرم که بطور متناوب از آنها آب گرم و بخار با فشار خارج می شود به ***آبفشان*** مشهور هستند درباره راه های استخراج آب های زیرزمینی در قسمت بیشتر بدانیم به طور مختصر مطالبی ارائه شده است.



تصویر ۴۸– نمایش چرخه ورود آب های جوی و گرم شدن در زمین و خروج بصورت چشمه آب‌گرم



تصویر ۴۹– نحوه تشکیل چاه آرتزین

بیشتر بدانیم:

برخی تعاریف (ادامه)

- **سفره آب زیرزمینی:** لایه یا مجموعه آب‌داری را که بتوان آب آن را از راه های گوناگون بدست آورد، لایه آب دار یا سفره آب زیرزمینی می گویند. سفره های آب زیرزمینی مناسب، اغلب در رسوبات شن و ماسه تشکیل می شود، لذا بهترین محل برای وجود سفره های آب زیرزمینی است. رسوبات رسی با وجود تخلخل بالا، اما از نفوذپذیری کمی برخوردارند، سفره های آب زیرزمینی مناسبی را تشکیل نمی-دهند.

سفره های آب زیر زمینی بر دو نوع هستند. سفره های آزاد (سفره آبی که توسط لایه نفوذ ناپذیر محدود نشده باشد) و سفره های تحت فشار (سفره هایی که توسط لایه های نفوذ ناپذیر مانند رس محدود شده باشد).

چشمه های آب گرم ایران

در ایران چشمه های آب‌گرم را در اطراف آتشفشان ها به وفور می توان دید مانند چشمه های آب‌گرم اطراف سهند، سبلان و دماوند.

راه های استخراج آب های زیرزمینی

- **چاه:** چاه که یک حفره استوانه ای شکل است از بالای سطح آب زیرزمینی حفر می شود و تا منطقه اشباع پیش می‌رود. چاه ها به روش های سنتی و مدرن حفر می شوند. در روش های سنتی، عمق چاه کم است و در محل هایی حفر می شود که سفره آب زیرزمینی به سطح زمین نزدیک است ولی چاه های مدرن با استفاده از دستگاه های مکانیکی و تا اعماق زیاد حفر می شود. نوعی از چاه که در سفره های آب زیرزمینیِ تحت فشار حفر می شود و در نتیجه آب آن با فشار خارج می شود به ***چاه آرتزین*** معروف است.(تصویر۴۹).

۳-۴-۴-اثرات آب های زیرزمینی

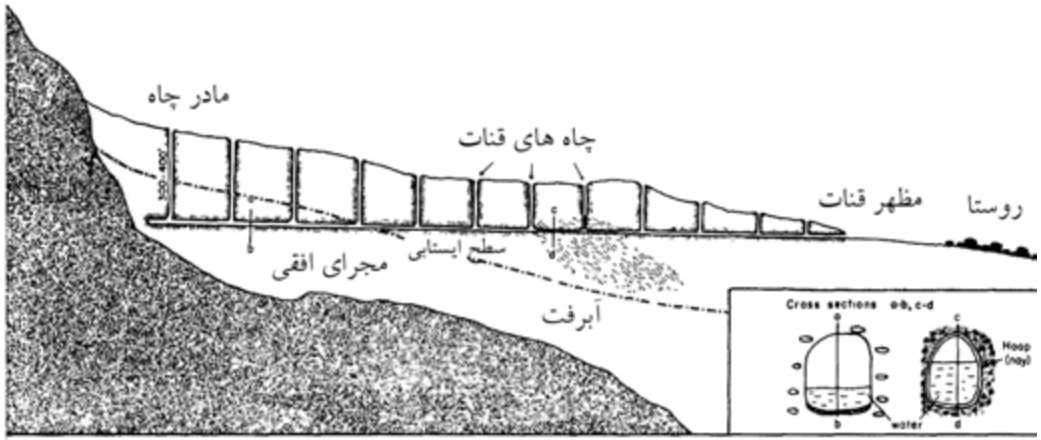
آب های زیرزمینی مانند سایر عوامل فرسایش دهنده زمین، توان ایجاد تغییر شکل در زمین را دارند. آب های زیرزمینی بیشتر به واسطه انحلال باعث فرسایش سطح زمین می شوند. آب خالص توان انحلال کمی دارد اما اگر آب بتواند مقدار دی اکسید کربن را در خود حل کند، خاصیت اسیدی پیدا می کند و در این مرحله قدرت انحلالی آب زیادتر می شود. آب اسیدی به راحتی می تواند سنگ های آهکی را حل کند که به دنبال آن پدیده های زیبایی را ایجاد می کند که درباره آن ها بحث خواهیم نمود.

انحلال سنگ ها در امتداد شکاف ها، درزه ها و یا سطوح لایه بندی با سهولت بیشتری صورت می پذیرد. آب اسیدی وقتی به سنگ های آهکی برخورد می کند به مرور آن ها را حل می کند و با خود حمل می-کند. در نتیجه این انحلال و جابجایی، فضایی خالی ایجاد می شود که دارای شکلی نامنظم است و به آن ***غار*** گفته می شود.

غارها دارای ابعاد متفاوتی هستند و این تفاوت به گسترش واحدهای سنگ آهکی بستگی دارد. شکل غارها نیز با عمق سفره آب زیرزمینی ارتباط دارد. اغلب غارها در منطقه اشباع آب های زیرزمینی تشکیل شده‌اند.

نوع دیگری از غارها که در سنگ های نمکی تشکیل می شوند به غارهای نمکی موسوم هستند. مکانیسم تشکیل این غارها همانند غارهای آهکی است، اما گسترش این غارها محدود به توده های نمکی است (تصویر ۵۱).

- **کارست:** اثرات انحلالی سنگ های آهکی ممکن است به وسیله آب های زیرزمینی در سطح زمین منجر به توپوگرافی کارستی شود. این پدیده بر اثر بزرگ تر شدن غارها و ریزش سقف آن ها و یا انحلال سنگ ها از سطح به سمت پایین، فرورفتگی ها یا حفره هایی قیفی شکل را ایجاد می‌کند که به آن چاله کارستی می گویند.



تصویر ۵۰- برش عرضی از یک قنات

بیشتر بدانیم:

راه های استخراج آب های زیرزمینی (ادامه)

- **قنات:**

یکی از بزرگ ترین ابتکارهای ایرانیان باستان برای انتقال آب، حفر قنات یا کاریز است. قنات یا کاریز یک مجرای تقریباً افقی همراه با تعدادی چاه است که در زمین حفر می شود تا آب زیرزمینی در آن روان شود و به سطح زمین راه پیدا کند. قسمت اصلی قنات، مجرای افقی یا پیشکار است که وظیفه انتقال آب را به طرف مظهر قنات به عهده دارد. مجرای قنات از دو قسمت تشکیل شده است که اصطلاحاً تره کار و خشکه کار می گویند. قسمت تره کار، عامل اصلی جمع آوری آب است و آن را به سمت بخش خشکه کار هدایت می کند. مجرای افقی با تعدادی چاه عمودی به سطح زمین راه پیدا می کند که بنام **میله** معروف است. اولین چاه (دورترین چاه به مظهر قنات) بنام مادر چاه معروف است (تصویر ۵۰)

درباره غارهای ایران

با توجه به این که در ایران غارهای متعددی وجود دارد، به در این جا به غار بخصوصی اشاره نمی کنیم. اما مهم ترین غارهای نمکی در ایران در جزیره قشم واقع است.

پیشنهاد می شود با توجه به محل زندگی خود نزدیک ترین غار را برای بازدید انتخاب کنید و فضای غار را به طور ملموس تجربه نمایید. البته توجه داشته باشید که غارنوردی نیز نظیر کوهنوردی بر پایه رعایت مجموعه ای از اصول و نکات ایمنی استوار است و شما به عنوان راهنمای تور می-باید در عین آمادگی جسمانی کافی و نیز شناخت کامل و کافی از غار مورد بازدید، هم خود اصول و نکات لازم را رعایت نمایید و هم بر مراعات آن ها از طرف مسافران خود مصر باشید.

این فرورفتگی ها مدور و قطر آن ها ممکن است به چند متر و عمق آن ها به ده ها متر می رسد. وجود چاله های کارستی، دره های خشک و فقدان زهکشی سطحی از خوصیات توپوگرافی کارستی است.

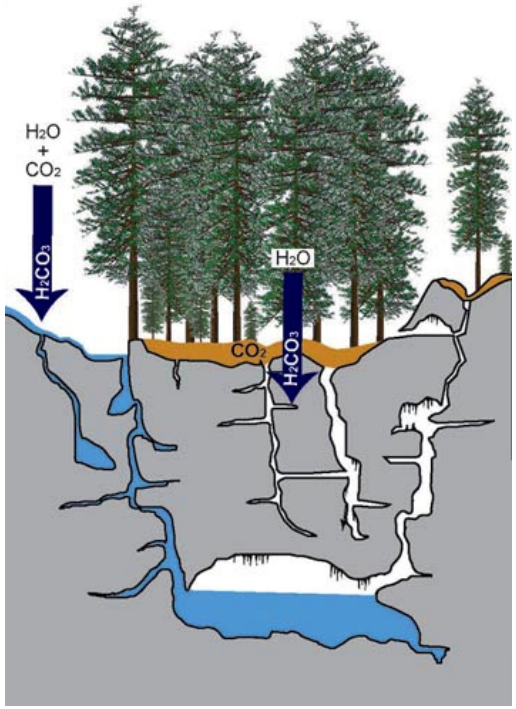
۴-۴-۴-استالاکتیت و استالاگمیت

آب هایی که کربنات کلسیم را در خود حل نموده اند، در شرایط مناسب در غارها و حفرات زیرزمینی با تغییر شرایط فیزیکی (دما و فشار) و شیمیایی (اسیدیته)، کربنات کلسیم را از خود جدا می کنند. زمانی که آب از سقف به پایین می چکد، مقداری از کربنات کلسیم را باقی می-گذارد. تجمع این کربنات کلسیم به مرور زمان اشکال قندیل مانندی را ایجاد می کند که از سقف غارها آویزان هستند و به آنها استالاکتیت گفته می شود.

آبی که از سقف می چکد هنوز مقداری کربنات کلسیم را در خود دارد. این آب پس از برخورد با زمین بخشی از مواد همراه خود را باقی می گذارد و باعث تشکیل اشکال مخروطی یا استوانه ای شکلی در کف غارها می شود که به آنها استالاگمیت گفته می شود. به مرور با رشد استالاکتیت ها و استالاگمیت ها، این دو پدیده با هم برخورد می کنند و ستون ها را ایجاد می کنند.

۵-۴-۴-تراورتن

همانطور که اشاره شد، آب های گرم قابلیت زیادتری در حل کردن مواد در خود دارند. با خروج این آب ها به صورت چشمه های آب‌گرم و ورود آن ها به هوای آزاد، دما و فشار کاهش می یابد و یون هایی که در آب باعث خاصیت اسیدی آن شده بودند (مانند بنیان SO2) از آب خارج می شوند و به دنبال آن با کاهش اسیدی شدن آب، بی‌کربنات محلول بصورت کربنات کلسیم رسوب می کند. در نتیجه تجمع این رسوبات کربنات کلسیم، سنگی بنام تراورتن ایجاد می شود که دارای حفرات زیادی در ساختار خود است. این سنگ ها بر حسب نوع ناخالصی موجود در آن ها به رنگ های قرمز، قهوه ای، زرد یا سیاه دیده می شوند و در صورت عدم وجود آن ها به رنگ سفید تشکیل می شوند. گاز SO2 خارج شده از آب‌های گرم باعث ایجاد بوی بد در اطراف این چشمه ها می شود.



تصویر ۵۱- مکانیسم تشکیل غار

بیشتر بدانیم:

چشمه های تراورتن ساز در ایران

در ایران چشمه های تراورتن ساز متعددی وجود دارد مانند چشمه آب گرم آب اسک در جاده هراز، چشمه تراورتنی منطقه تخت سلیمان، چشمه های جنوب نایبند و چشمه های جنوب قم.

آیا می دانید کنکرسیون چیست؟

بر اثر ته نشین شدن مواد محلول آب های زیرزمینی در سنگ های رسوبی، توده ای از مواد معدنی سخت و متراکم تشکیل می شود که به آن کنکرسیون می گویند. ابعاد این پدیده از چند میلیمتر تا چند متر می رسد و معمولاً بیضوی یا کروی هستند. این رسوبات که جنس هایی متفاوت دارند به دور یک هسته مرکزی تجمع می کنند و در نهایت به صورت متحدالمرکز رشد می کنند (تصویر ۵۲). کنکرسیون ها را در بسیاری از سنگ های رسوبی می توان مشاهده کرد. در شمال تهران (در حوالی شمشک و گرمابدر) و در جاده هراز بعد از امام زاده هاشم می توان کنکرسیون های اکسید آهنی را به وفور دید

تصویر ۵۲- برشی از یک کنکرسیون آهن دار

- **ژئود:**

ژئودها که به آن‌ها بلوردان هم می گویند، بر اثر تجمع کانی ها در داخل حفرات موجود در سنگ ها ایجاد می شوند. با ورود مواد سازنده کانی ها به داخل حفرات، کانی ها متبلور می شوند. از ویژگی بلورهای موجود در ژئودها، وجود شکل بلوری کامل آن ها است. علت این امر این است که چون فضای مناسب برای رشد کانی وجود دارد، بلورها به راحتی به شکل بلوری خود تشکیل می شوند. گاهی اوقات بلورها بر اثر رشد از اطراف، در مرکز فضای حفره به هم می رسند و در نتیجه شکل زیبای بلوری خود را از دست می دهند. ژئودهای کوارتز یکی از منابع اصلی تأمین کننده کانی های جواهری سری کوارتز است (تصویر ۵۳).

تصویر ۵۳- نمونه ای از یک ژئود کوآرتزی

۵-۴- باد و کویر

بر خلاف جریان آب که در مناطقی خاص و محدود به اطراف رودخانه هاست، جریان وزش باد در تمام مناطق کره زمین از قطب تا استوا وجود دارد. باد مانند آب جاری می تواند باعث فرسایش بر روی سنگ های سطح زمین بشود و ذرات فرسایش داده را جابجا می کند و در نهایت با کاهش انرژی، آن ها را رسوب می دهد. با توجه به این که گیاهان معمولا یکی از موانع فرسایش بادی و آبی هستند، لذا آثار پدیده های ناشی از باد را در مناطق بیابانی و خشک بهتر می توان مشاهده کرد.

۵-۴-۱-فرسایش بادی

فرسایش توسط باد به دو شکل صورت می گیرد که عبارتند از بادروبی و سایش.

- **بادروبی:** در اثر فرآیند بادروبی، ذرات ریز یک منطقه از سطح زمین جابجا می شود و به مرور ذرات درشتی که قابلیت حمل آن ها توسط باد نیست باقی می ماند. در نتیجه این فرآیند پوششی از دانه های درشت در سطح زمین باقی می ماند که این پوشش را اصطلاحاً سنگفرش بیابان می‌گویند. این نوع پوشش بیابانی را در بسیاری از بیابان های ایران می‌توان دید.

فرسایش بادی در نواحی بیابانی، گاهی موجب تشکیل شیارها و فرورفتگی های طویل و عمیقی در رسوبات نرم می شود. این گونه شیارهای بادکَند معمولاً در جهت بادهای اصلی هر منطقه تشکیل می-

بیشتر بدانیم:

ژئودها در ایران

در ایران در بسیاری از سنگ های آذرین خروجی و بعضی از سنگ های رسوبی می توان ژئودها را یافت. عمومی ترین نوع آن کوارتزهای شفاف است اما در بعضی مناطق کوارتز بنفش (آمتیست) نیز وجود دارد..

شود. تیغه های بین این شیارها را یاردانگ می گویند.

- **سایش:** نوع دیگر از فرسایش بادی زمانی رخ می دهد که باد ذرات کوچکی مانند ماسه را با خود حمل می کند و به سایر اجسامی که در مسیر خود قرار دارد می کوبد و در نتیجه این برخوردها، در سطح جسم ثابت تغییراتی ایجاد می شود. سایش بیشتر توسط ذراتی ایجاد می شود که در نزدیک سطح زمین حرکت می کنند. چون اندازه این ذرات معمولاً در حد ماسه است، لذا به این عمل، سایش ماسه ای نیز می گویند.

از نکات جالب در این پدیده این است که گاه یک سنگ که اساساً از کانی نرم تری تشکیل شده، از سنگ دیگری که از کانی های مقاوم تر تشکیل شده اما دارای تعدد کانی است، پایداری بیشتری در برابر پدیده سایش دارد. یکی از عمده ترین دلایل این پدیده این است که هماهنگی و یک‌دستی در کانی های تشکیل دهنده یک سنگ باعث همسانی و یکنواختی مقاومت سنگ می گردد. اما سنگی که از انواع کانی ها تشکیل شده باشد، مقاومت ناهمسانی دارد. لذا در سنگ حفراتی که ناشی از حذف کانی نرم تر است ایجاد می شود (تصویر ۵۴).

۲-۵-۴-تپه های ماسه ای

تپه های ماسه ای، عوارضی هستند که توسط جریان باد ایجاد می-شوند و در مناطق کویری و ساحلی به وفور دیده می شوند. ماسه هایی که همراه باد حرکت می کنند، با رسیدن به موانع، توقف می کنند و بر روی هم جمع می شوند و برآمدگی هایی از ماسه به وجود می آید که خود موجب تجمع بیشتر ذرات ماسه و سرانجام تشکیل تپه های ماسه‌ای می شود.

تپه های ماسه ای دارای شکل نامتقارن هستند و باد ذرات را در جهتی که شیب کمتری دارد به بالا می برد و از بخش دارای شیب زیادتر به پایین سقوط می دهد (تصویر ۵۶).

تصویر۵۴-حفرات خالی شده محل بلورهای مستطیلی فلدسپات است.

در سطح این تپه های ماسه ای، امواج کوچکی از ماسه دیده م شود که به آن ها آثار موجی یا ***ریپل مارک*** می گویند.

بیشتر بدانیم:

پدیده زیبای یاردانگ در ایران

جالب است که بدانید در بخش هایی از کویر لوت، در منطقه ای به وسعت تقریبی ۱۰ هزار کیلومتر مربع از رسوبات نرم دریاچه ای (شامل رس و گچ) مناظر فرسایشی زیبایی توسط باد ایجاد شده است. در این رسوبات وزش مداوم باد، شیارهای طولانی به ارتفاع ۸۰ متر ایجاد کرده است. این رسوبات (و اشکال فرسایشی) را اصطلاحاً کلوت می گویند (تصویر ۵۵). ضخامت این رسوبات بیش از ۳۰۰ متر تخمین زده می شود.

پدیده زیبای تپه های ماسه ای در ایران

در کویر لوت وبخشهایی از سواحل جنوبی ایران، پوشیده از تپه های ماسه ای است. بسیاری از این تپه ها به ارتفاع ۳۰ تا ۱۰۰ متر است. اما در شرق کویر لوت تلماسه هایی با ارتفاع بیش از ۲۰۰ متر نیز مشاهده شده است.

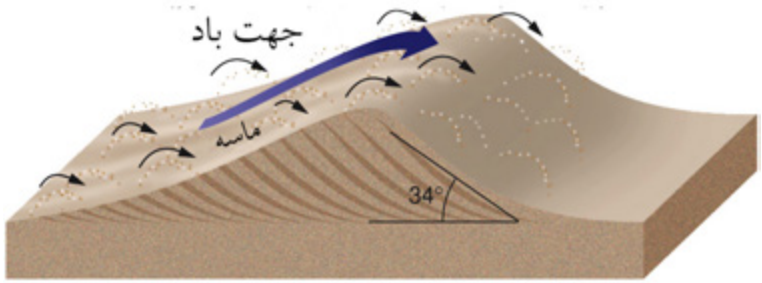
تصویر ۵۵- کویر لوت و منطقه کلوت‌ها (خطوط موازی در بخش غربی)

- **برخان:**

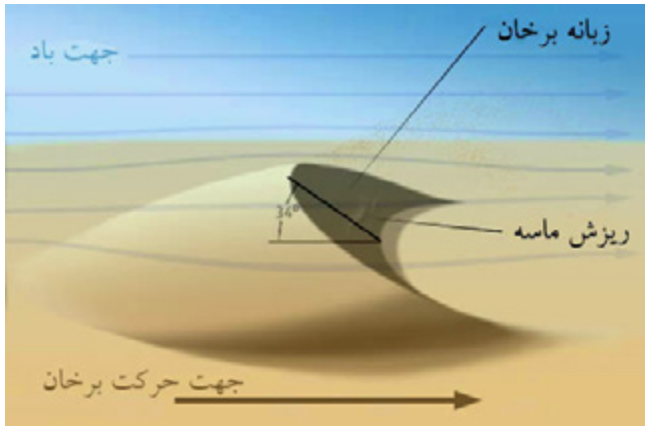
برخان ها، تپه های ماسه ای هلالی شکل هستند که دامنه محدب وکم شیب آن ها در مقابل باد قرار دارد (تصویر۵۷). برخان ها به صورت تلماسه های منفرد در سطح زمین جابجا می شوند. ماسه در دامنه های محدب رو به بالا حرکت می کند و در دامنه پرشیب و مقعر به پایین می افتد و در امتداد بازوهای برخان به جلو حرکت می کند و در نتیجه برخان جابجا می شود.

۶-۴- کویر (بیابان)

بیابان ها را مناطقی با بارش کم و تبخیر زیاد در نظر می گیرند. هر چه میزان تبخیر در یک منطقه زیادتر باشد، منطقه خشک تر می شود. در بیابان های مرکزی ایران میزان تبخیر سالانه، ده ها برابر مقدار بارندگی است. این میزان در دشت لوت ممکن است بیش از ۵ هزار میلیمتر در سال برسد. میزان بارش در مناطق بیابانی سالانه کمتر از ۲۵۰ میلیمتر و در مناطق نیمه بیابانی سالانه کمتر از ۵۰۰ میلیمتر تعیین شده است. کاهش بارنگی و به دنبال آن کاهش رطوبت، باعث می شود تا هوازدگی شیمیایی در کویرها کمتر رخ دهد.



تصویر۵۶- نحوه جابجایی ذرات ماسه توسط باد در تلماسه ها



تصویر۵۷- نحوه حرکت برخان‌ها

بیشتر بدانیم:

خصوصیات بیابان ها

۱- دما: بیابان ها اغلب در طول روز بسیار گرم و در شب بسیار سرد هستند. این امر به این دلیل است که در طول روز به دلیل عدم پوشش ابر، زمین بخش زیادی از انرژی خورشید را جذب می کند و گرم می شود و در طول شب زمین دمای خود را به سرعت از دست می دهد و بسیار سرد می شود.

۲- بارش: همان طور که ذکر شد، بارش در بیابان ها بسیار کم است. در بخش هایی از بیابان های مرکزی و جنوبی شرقی ایران بارش سالانه کمتر از ۵۰ میلیمتر است (حداقل بارش ثبت شده در جنوب زاهدان در حدود ۳۰ میلیمتر در سال است). بارش باران در بیابان های مرکزی ایران به علت بالا بودن دما، ناچیز است.

۳- رستنی ها: بیابان ها از نظر پوشش گیاهی بسیار متنوع هستند. دشت لوت که از خشک ترین نواحی ایران است، از لحاظ رستنی ها نیز بسیار فقیر است و قسمت وسیعی از آن به ویژه در بخش تلماسه ها و منطقه کلوت، بطور کلی فاقد زندگی گیاهی است. گیاهان بیابانی با آب و هوای خشک سازش پیدا کرده اند. گیاهان پراکنده در بیابان ها برروی فرآیندهای هوازدگی و فرسایش مؤثرند.

۴- آب زیرزمینی: در مناطق خشک آب زیرزمینی فقط از بارندگی های پراکنده محلی یا از رودهایی خارج از منطقه و یا از طریق سفره های تحت فشار منشا می گیرد. بنابراین در بیابان ها آب زیر زمینی قابل استفاده معمولاً محدود است. این مناطق ممکن است دارای سفره های بزرگ آب زیرزمینی باشند ولی به دلیل کاهش تغذیه، سطح ایستابی در اعماق قرار دارد. عمق سطح ایستابی در بیابان های خشک مرکزی ایران ممکن است به چند متر برسد.

۷-۴- انواع بیابان های ایران

اگرچه بیابان های ایران جزء بیابان های گرم مجاور حاره ای محسوب می شود، اما حضور و دخالت پاره ای از عوامل جغرافیایی از جمله حجم و امتداد ناهمواری، ارتفاع و عرض جغرافیایی و مجاورت با اقیانوس هند و سرانجام نفوذ شاخه ای از این اقیانوس به جنوب ایران، تغییراتی را در شرایط اقلیمی ایران ایجاد کرده است. بیابان های ایران به دو بخش اصلی تقسیم می شوند که عبارتند از بیابان‌های ساحلی و بیابان های داخلی. در زیر به شرح هر یک از این دو گونه می پردازیم:

۱-۷-۴-بیابان های ساحلی

این بیابان ها به صورت نواری شرقی- غربی با عرض های متفاوت از خلیج گواتر تا خوزستان ادامه پیدا می کند و در سواحل شمالی دریای عمان و خلیج فارس گسترده شده اند. به دلیل مجاورت با آب های اقیانوس و خلیج فارس، این بیابان ها دارای رطوبت نسبی بالا (خصوصاً در فصل گرم) است. این پدیده باعث شده تا تراکم پوشش گیاهی افزایش یابد و میزان فرسایش بادی کاهش یابد. در بیابان های ساحلی بر اثر جذب رطوبت هوا توسط خاک، قشر سطحی نسبتاً سختی تشکیل می شود.

۲-۷-۴-بیابان های داخلی

این بیابان ها در مرکز و شرق و جنوب شرق ایران بصورت حوضه های بسته مستقل یا نیمه مستقلی پراکنده شده اند. رشته ارتفاعات منفصل باعث جدا شدن این مناطق از یکدیگر شده اند. بیابان های داخلی ایران به دو بخش بیابان های گرم و بیابان های نسبتاً گرم تفکیک می شوند.

- **بیابان های گرم:**

مهم ترین عامل تفکیک این بیابان ها، ارتفاع آن ها از سطح دریاهای آزاد است. بطوری که پست ترین آن ها، گرم ترین بیابان ها نیز است. لوت ۵۶ متر، جازموریان ۳۵۰ متر، طبس و مرغاب کوه در این گروه از بیاباها قرار دارند. هر چند در فصل سرد امکان چند روز یخبندان در حاشیه آن ها وجود دارد، اما هرگز بارش های محدود جوی بصورت برف نازل نمی شود. قلل مرتفع حاشیه این بیابان ها را برای مدتی محدود تاجی از برف می پوشاند (مانند ارتفاعات شتری و فاش کوه)

- **بیابان های نسبتا گرم:**

سایر بیابان های مرکزی و شرقی ایران در این گروه قرار دارند. در این بیابان ها تابستان های گرم و خشک و زمستان های سرد و نیمه خشک حکم‌فرما است. چون محور ارتفاعات حاشیه این بیابان ها در امتداد جریان های مرطوب قرار دارند و همین محورها از ارتفاع چندانی برخوردار نیستند، بنابراین نفوذ توده های هوای نیمه مرطوب و سرد و خشک در فصل زمستان به داخل آن ها شرایطی غیر از بیاباهای گرم به وجود می آورد. (صفحه بعد)

بیشتر بدانیم:

خصوصیات بیابان ها (ادامه)

هوازدگی و خاک: در مناطق بیابانی هوازدگی مکانیکی بیشتر از هوازدگی شیمیایی نقش دارد. از معدود نشانه های هوازدگی شیمیایی، پوشش های نازک قرمز تیره، قهوه ای یا سیاه رنگی است که بر روی قطعات سنگ یا سطوحی که مدتی طولانی در معرض هوای بیابانی قرار داشته اند، تشکیل می شود. این پوشش ها از اکسید آهن با مقادیر جزیی اکسید منگنز و سیلیس تشکیل شده است. این لایه به دلیل براق بودن، به ورنی بیابان معروف است. دو فرضیه برای تشکیل ورنی بیابان وجود دارد:

الف) عامل ایجاد این لایه آهن و منگنز داخل سنگ است.

ب) فرضیه دیگر این مواد را از منشاء خارج از سنگ و از سنگ های اطراف در نظر می گیرد. با توجه به این که این پدیده در سطح سنگ های عاری آهن و منگنز هم رخ می-دهد، این نظریه می تواند صحت داشته باشد. (تصویر ۵۸)

تصویر ۵۸-نمونه ای از کلسدونی با رنگ قهوه ای روشن با پوشش براق سیاه رنگ (ورنی)

خلاصه فصل

عوامل متعددی در تغییر شکل سطح زمین مؤثر هستند. یکی از مهمترین عوامل آب‌های جاری هستند. منشاء اولیه آب‌های جاری از بارش نزولات جوی است. در نتیجه بارش باران اشکال متعدد فرسایشی ایجاد می شود و یا این‌که باعث بروز پدیده های متعددی مانند رانش زمین، خزش و ریزش می‌شود. آب‌های جوی پس از آن‌که بخشی از آن-ها جذب زمین شد و یا تبخیر شدند، مابقی بصورت آب جاری روان می-شوند. این جریان به دنبال خود باعث ایجاد رودخانه می شود. رودها نقش تعیین کننده ای در ایجاد تغییر در چهره زمین را به عهده دارند. مهمترین پدیده که بر اثر جریان رود ایجاد می شود، دره ها هستند که دره ها با توجه به عوامل متعدد دارای اشکال گوناگونی هستند. رسوبات باقی مانده از حرکت رودها باعث تشکیل آبرفت‌ها می شوند که اغلب دارای دانه بندی نامنظم هستند. یکی از زیباترین پدیده های ایجاد شده در مسیر رودها، آبشارها هستند که در نتیجه اختلاف جنس سنگ‌ها در دو سوی مسیر آب ایجاد میشوند.

همان‌طور که ذکر شد بخشی از آب جوی، بصورت رودها جریان پیدا نمی‌کردند و به داخل زمین نفوذ میکردند. این آب‌ها باعث تشکیل سفره های آب زیر زمینی می شوند. این نوع آب‌ها نیز قابلیت ایجاد غارها و کارست‌ها هستند که با حل کردن سنگ‌های مسیر حرکت خود، باعث تشکیل این پدیده ها می شوند. آب‌هایی که به داخل زمین نفوذ کرده اند با روش‌های گوناگونی از زمین خارج می شود. بخش از این راه ها طبیعی هستند مانند چشمه ها (به صورت آبگرم و یا آبسرد) و بخش دیگر به صورت مصنوعی هستند مانند چاه و قنات.

کویر نیز یکی دیگر از مناطقی است که در آن پدیده های فرسایشی بافت تغییر شکل سطح زمین می شوند. در کویرها عامل اصلی این تغییرات، باد ها هستند. در نتیجه جریان باد پدیده هایی مانند تپه های ماسه و برخان‌ها ایجاد میشوند که یکی از جاذبه های طبیعی در ایران است.

خود را بیازماییم

۱- عمل فرسایشی باران به چه نحوی است؟

۲- حوضه آبریز (حوضه آبخیز) چیست؟

۳- شکل دره ها در رودخانه ها به چه شکل است و تقارن و یا عدم تقارن آن به چه عواملی بستگی دارد؟

۴- آبرفت چیست، دانه بندی آن با دور شدن از منشاء رود چه تغییری می‌کند؟

۵- راه های خروج آب‌های زیر زمینی را بیان کنید؟

۶- چشمه چه زمانی ایجاد می‌شود؟

۷- مهمترین تأثیر آب‌های زیر زمینی منجر به تشکیل چه پدیده هایی می شود؟

۸- فرسایش بادی به چند روش اثر می‌کند؟

۹- در تپه های ماسه ای باد از کدام جهت (شیب دامنه ها) می وزد (با رسم شکل).

۱۰- بیابان‌ها چه تعریفی دارند؟

۱۱- انواع بیابان‌ها را در ایران معرفی کنید.

بیشتر بدانیم:

نمونه های بیابان های نسبتا گرم در ایران (از صفحه قبل)

بهترین نمونه این بیابان ها، دشت کویر است که وسیع ترین بیابان ایران نیز است. بیابان های سیستان، تربت، بجستان، بیارجمند، دامغان، مسیله، دشت قزوین، اراک، عقدا، دق سرخ، سیاه کوه، روین، بافق، رفسنجان، گاوخونی، ابرقو، مروست، سیرجان و غیره در این گروه قرار دارند.

فصل پنجم: سنگ های آذرین

- هدف فصل
- مقدمه
- ۵-۱- منشاء ماگما
- ۵-۲- ترکیب ماگما
- ۵-۳- بافت سنگ‌های آذرین
- ۵-۴- معرفی برخی از سنگ‌های آذرین
- خلاصه فصل
- خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- آشنایی با ماگما و منشا آن.
- معرفی مناطق عمده در ایجاد سنگ‌های آذرین و آتشفشان ها.
- شناخت ترکیب ماگما عناصر تشکیل دهنده آن و دمای تشکیل.
- بررسی و شناسایی بافت در سنگ های آذرین.
- معرفی سنگ های شاخص در سنگ‌های آذرین و محل مـشاهده آن ها در ایران.
- توصیف آتشفشان های ایران

مقدمه

در این فصل سعی بر این است که مطالبی برای تشخیص و تفسیر سنگ های آذرین ارائه می شود. از آن جا که این سنگ ها از یک ماده داغ مذاب به نام ماگما تشکیل می شوند، مشاهده مستقیم آن ها محدود به بررسی مواد و سنگ های آذرین خروجی یعنی آن هایی است که به همراه فعالیت های آتشفشانی تشکیل می شوند. امرووزه اطلاعات و دانسته های زیادی در مورد محیط و شرایطی که تحت آن ماگما تشکیل و همچنین منجمد می شود، به دست آمده است. این اطلاعات عمدتاً با مطالعه ترکیب و بافت سنگ های آذرین کسب شده اند. در این فصل توجه زیادی به این دو خاصیت معطوف می شود. از این اطلاعات می-توان سنگ های آذرین را تشخیص داد و سرگذشت آن ها را تفسیر کرد.

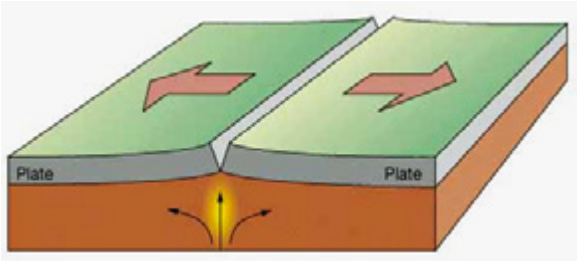
۱-۵- منشا ماگما

بدیهی است که مشاهدات مستقیم در مورد چگونگی تشکیل ماگما صورت نپذیرفته است. از این رو کلیه دانسته های ما در این مورد حاصل مطالعات غیر مستقیم روی این مساله است. از جمله: بررسی خواص شیمیایی و فیزیکی سنگ های مذاب، ماگماهای مصنوعی که در آزمایشگاه تهیه می شود و مطالعه خواص ژئوفیزیکی زمین مانند چگالی، رفتار زمین در مقابل عبور امواج لرزه ای و بررسی ساخت های ناحیه ای آن. با آن که هنوز مسائل زیادی در این مورد مطرح است، ولی توانسته-ایم اطلاعات مهمی در مورد مرزها و حدودی که ماگما در آن جا تشکیل می شود کسب کنیم و همچنین جنبه هایی از مکانیسم هایی که از طریق آن ها به پوسته زمین راه می یابد، شناخته شده اند.

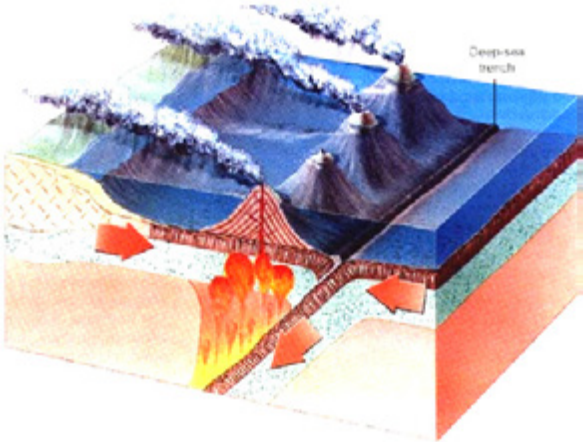
بر اساس اطلاعات حاصل از امواج لرزه ای، مشخص شده است که زمین تا اعماق ۲۹۰۰ کیلومتری جامد است و تنها هسته بیرونی آن حالت مایع دارد. وزن مخصوص مایعی که هسته بیرونی زمین از آن تشکیل شده، حدود تا ۱۰ گرم بر سانتی متر مکعب است که بسیار بیشتر از وزن مخصوص هر نوع ماگما یا سنگ آذرین در پوسته زمین است. بنابراین، برخلاف عقیده عموم، بسیار بعید است که ماگما از هسته بیرونی وحتی از قسمت های تحتانی یا میانی گوشته منشا بگیرد. ماگما می بایستی از ذوب سنگ جامد در جبه فوقانی و پوسته تحتانی در اعماق حدود ۳۰ تا ۱۶۰ کیلومتری زیر زمین منشا بگیرد.

برای تولید ماگما دو ناحیه از همه مهم ترند:

- رشته کوه های میان اقیانوسی: در این قسمت از پوسته زمین، صفحات از هم جدا می شوند و حالتی دور شونده (واگرا) دارند (تصویر۵۹).
- مناطق فرورانش: در این مناطق صفحات حالتی همگرا (نزدیک شونده) دارند و یکی از صفحات به داخل جبه فرو می رود (تصویر۶۰).



تصویر ۵۹- مناطق در حال باز شدگی با خروج ماگما (مانند خط مرکزی اقیانوس اطلس)



تصویر ۶۰- مناطق در حال فرورانش و ایجاد ماگما و آتشفشان (منطقه زاگرس در ایران)

بیشتر بدانیم:

درباره منشا و ترکیب ماگما

یک نکته مهم در بررسی منشا و ترکیب ماگما این است که هر کانی دارای نقطه ذوب خاصی است، بنابراین هنگامی که یک سنگ گرم می شود، کانی های مختلف به تدریج ذوب می شوند و یک توالی مشخص برای ذوب شدن آن ها وجود خواهد داشت. در نتیجه، ذوب سنگ می تواند منجر به تشکیل ماگما با ترکیب های مختلفی نسبت به سنگ اصلی شود.

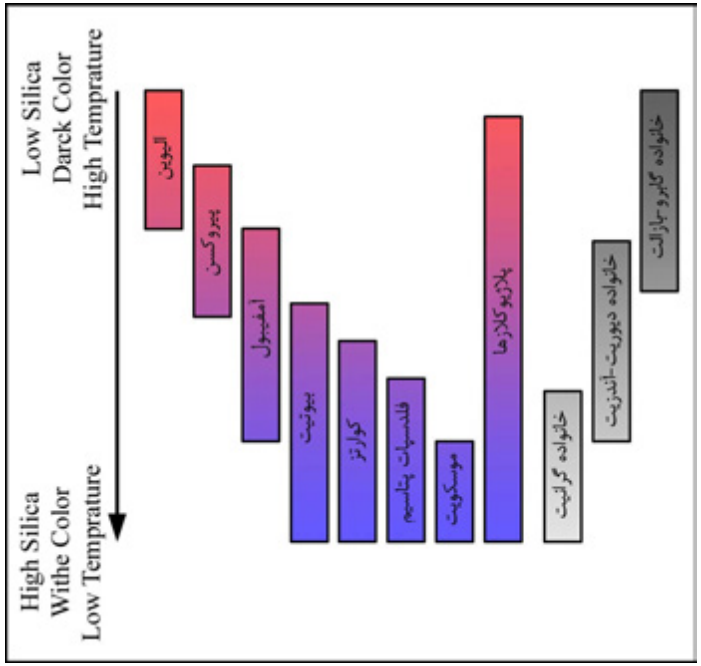
در هر دوی این مناطق، به علت حرکات صفحات و جریان های همرفتی در جبه، تغییرات دمایی وجود دارد و ذوب بخشی از سنگ ها انجام می شود.

۲-۵- ترکیب ماگما

تقریباً ۹۹ درصد اغلب سنگ های آذرین تنها از ۸ عنصر اکسیژن، سیلیسیم، آلومینیوم، آهن، کلسیم، پتاسیم، سدیم و منیزیم تشکیل شده‌اند. بیشتر این عناصر در ساختمان بلورین کانی های سیلیکاتی تشکیل دهندهٔ سنگ ها وجود دارند و کانی های مختلفی را تشکیل می‌دهند. شش گروه کانی موجود در سنگ های آذرین (فلدسپات ها، اولیوین، پیروکسن، آمفیبول، کوارتز و میکا) بیش از ۹۶ درصد حجم بیشتر سنگ های آذرین را تشکیل می دهند. از این رو در بررسی سنگ های آذرین، این کانی ها نقش مهمی دارند.

تبلور کانی های مختلف از ماگما، از دمای ۱۲۰۰ تا ۶۰۰ درجه سانتی گراد انجام می شود. کانی هایی با نقطه انجماد بالا در ابتدا متبلور می شوند و به علت آزادی محیط، می توانند بلورهای شکل دار درست کنند. کانی هایی که در دماهای پایین تر متبلور می شوند، مجبورند در فضاهای خالی بین بلورهایی که قبلاً تشکیل شده اند، رشد کنند. به این دلیل اغلب شکل های نامنظمی را درست می کنند.

مطالعات آزمایشگاهی انجام شده روی ماگمای مصنوعی و همچنین بررسی های سنگ شناسی نشان داده است که برای تبلور کانی های مختلف از ماگما یک ترتیب مشخص وجود دارد. این سری



تصویر۶۱- نمودار سری تبلور کانی‌ها از ماگما

تبلور در تصویر ۶۱ آورده شده و اساس مطالعه سنگ‌های آذرین است.

بیشتر بدانیم:

درباره رفتار صفحات در دو منطقه رشته کوه های اقیانوسی و مناطق فرورانش بیشتر بدانیم:

در محدوه رشته کوه های میان اقیانوسی بر اثر جریان همرفتی حاصل از بالا آمدن مواد مذاب و سرد شدن آن ها در زمان رسیدن به کف اقیانوس، باعث باز شدن و دور شدن دو صفحه از یکدیگر باز و دور می شود و در محل خروج مواد مذاب هم یک رشته کوه طویل در کف اقیانوس ایجاد می شود.

در منطقه فرورانش، پوسته اقیانوسی و رسوبات همراه آن به داخل جبه حرکت می کنند و به علت اصطکاک ناشی از حرکات صفحات و همچنین حرارت جبه، گرم می شوند. در این مرحله صفحه در حال فرورفتن ذوب می شود و ماگمای حاصل به بالا می آید و اگر مسیر برای خروج آن هموار باشد به صورت آتشفشان از داخل زمین خارج می-شود و در غیر این صورت سنگ های آذرین درونی را ایجاد می کند.

توضیحاتی پیرامون نمودار سری تبلور کانی ها

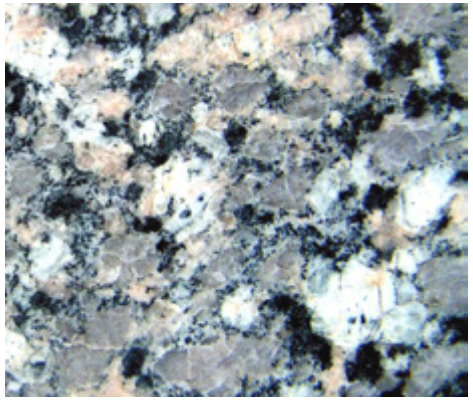
با توجه به ترتیب تبلور، دیده می شود که در یک ماگمای قلیایی (ماگمایی که میزان سیلیس آن پایین باشد) اولیوین از اولین کانی هایی است که تشکیل می شوند و پس از آن‌ها کانی های پیروکسن و آمفیبول تشکیل می شوند. چنین ماگمایی سنگ های خانواده گابرو و بازالت را ایجاد می کند و در دمایی بین ۱۲۰۰ تا ۹۰۰ درج سانتی گراد تشکیل می شود. در ماگماهایی که غنی از سیلیسیم و آلومینیوم هستند، ابتدا بیوتیت و فلدسپات و به دنبال آن ها کوارتز و موسکویت تشکیل می شوند. سنگ های خانواده گرانیت از چنین ماگمایی در دماهای کمتر از ۹۰۰ درجه سانتی گراد تشکیل می شوند.

۳-۵- بافت سنگ های آذرین

بافت عبارت از اندازه، شکل و وضیت قرار گرفتن کانی های مختلف در کنار هم در یک توده سنگی است. بافت بیشتر سنگ های آذرین طوری است که بلورهای کانی ها حالتی در هم بافته دارند. این مساله بخصوص در مورد سنگ های آذرینی مصداق دارد که بلورهایشان درشت است. بافت سنگ های آذرین از عواملی چون ترکیب و سرعت سرد شدن ماگمای اولیه تأثیر می پذیرد. ماگماهایی که در اعماق زمین قرار دارند به آهستگی سرد می شوند. در این ماگماها بلور کانی های مختلف کم و بیش یک اندازه هستند و می توانند تا حد چند سانتی متر یا بیشتر نیز برسند (تصویر ۶۲).

ولی برعکس، ماگمایی که به سطح زمین می رسد به سرعت سرد می شود و بلورها زمان کوتاهی را برای رشد کردن در اختیار دارند. بلورهای تشکیل شده در چنین مواردی عمدتاً کوچک هستند که به ندرت می توان بدون میکروسکوپ آن ها را شاهده کرد. این گونه سنگ ها حالتی دانه ریز و توده ای شکل دارند. در صورتی که عمل سرد شدن ماگما خیلی سریع اتفاق بیفتد، مثلاً هنگامی که گدازه به داخل آب دریا یا دریاچه جریان یابد، بلورها تقریباً هیچ زمانی برای تشکیل شدن پیدا نمی کنند. سنگی که در این حالت پدید می آید یک شیشه طبیعی است (تصویر ۶۳).

در صورتی که عمل سرد شدن ماگما در چند مرحله و با سرعت های مختلف انجام شود، نوع دیگری از بافت ایجاد می‌شود. این مورد معمولاً به این صورت است که ابتدا عمل سرد شدن ماگما به کندی انجام می-شود، ولی پس از آن سرعت سرد شدن افزایش می یابد. در نتیجه وقوع



تصویر۶۲- نمایی از بافت درشت بلور

تصویر۶۳- نمایی از یک بافت شیشه ای

این پدیده، دو اندازه مختلف از بلورها تشکیل می شود. به بلورهای درشت تر که در مرحله سرد شدن آهسته ماگما تشکیل شده اند، درشت بلور می گویند. این درشت بلورها توسط بلورهای ریزتر که در زمان سرد شدن سریع ماگما تشکیل شده اند، احاطه می شوند(تصویر۶۴).

بیشتر بدانیم:

نام بافت های سنگ‌های آذرین:

در بحث اولیه در مورد بافت ها نحوه تشکیل انواع آن ها به طور خلاصه توضیح داده شد. در این بخش صرفاً نام هر کدام را اشاره می کنیم.

- **بافت فانریتیک:** در این نوع بافت بلورهای منفرد آن قدر درشت هستند که می توان با چشم غیر مسلح آن ها را مشاهده کرد (تصویر ۶۲)
- **بافت آفانیتیک:** در این بافت بلورها فقط با استفاده از میکروسکوپ قابل مشاهده اند و سنگ هایی که دارای این بافت هستند حالتی توده ای و متراکم دارند. (تصویر۶۵)

تصویر ۶۵- نمونه ای از بافت متراکم که به سرعت سرد شده

- **بافت شیشه ای:** این نوع بافت شبیه شیشهٔ معمولی است و می تواند در سنگ ها به صورت توده ای متراکم یا رشته‌ای و متخلخل وجود داشته باشد. در این بافت حتی با میکروسکوپ نمی توان هیچ بلوری را دید. (تصویر ۶۳)

۱-۳-۵–طبقه بندی سنگ های آذرین

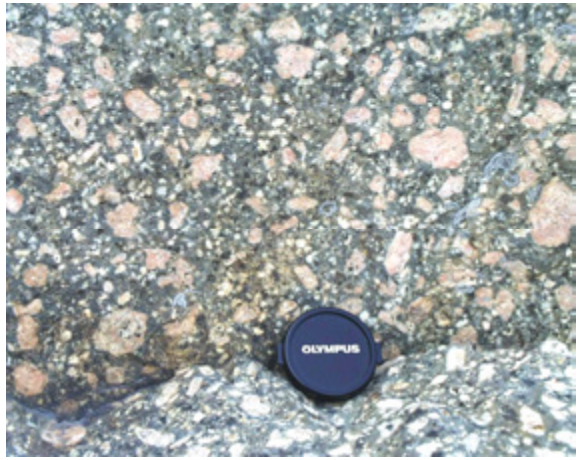
مفیدترین ومشخص ترین راه طبقه بندی سنگ‌های آذرین بر اساس دو ملاک ترکیب و بافت است. این ملاک‌ها از این نظر اهمیت دارند که به کمک آنها هم میتوان سنگ را توصیف و در نتیجه از سایر سنگها جدا کرد و هم اینکه وضع نحوه تشکیل سنگ اطلاعاتی بدست آورد. آگاهی از نوع کانیهای سازنده سنگ، راهنمای خوبی برای تشخیص نوع ماگمای منشاء سنگ است. حالت و نوع بافت نیز نشان دهندهٔ وضعیت سرد شدن ماگما اولیه است.

۴-۵– معرفی برخی از سنگ های آذرین

۱-۴-۵–گرانیت

تقریباً می توان گفت گرانیت آشناترین نوع سنگ آذرین است. بافت این سنگ درشت دانه (فانریتیک) است ولی ابعاد متوسط بلورها از حد کمتر از یک سانتی متر تا بیش از ۲/۵ سانتیمتر تغییر میکند. اغلب کانی های موجود در گرانیت به جز کوارتز، دارای شکل مشخصی هستند که نشان دهنده تشکیل آن ها در زمان زودتر از کوآرتز است. در گرانیت‌ها بلورهای سفید رنگ، فلدسپات، بلورهای شفاف، کوآرتز و بلورهای سیاه رنگ معمولاً بیوتیت هستند.

اغلب گرانیت‌ها خاکستری هستند ولی اگر جزء اصلی سنگ فلدسپات باشد، به رنگ صورتی و یا سفید نیز دیده می شود. (تصویر ۶۶)



تصویر۶۴– نمونه ای از بافت دانه درشت و دانه ریز (پورفیری)

تصویر۶۶– نمونه ای از گرانیت های ایران

بیشتر بدانیم:

نام بافت های سنگ‌های آذرین: (ادامه)

- **بافت *پورفیری:*** در این بافت بلورها در دو اندازه وجود دارند که بلورهای درشت تر را درشت بلور یا فنوکریست و بلورهای ریزتر را خمیره سنگ می نامند. گاه خمیره بسیار ریز بلور است و گاه می توان با کمی دقت بلورهای آن را دید. (تصویر ۶۴)

شاخص ترین توده های سنگ گرانیت در ایران

احتمالا برای شما فراگیران عزیز جالب است که بدانید، در ایران توده های بزرگ و کوچک فراوانی با جنس گرانیتی وجود دارد، مناطق شاخص و شناخته شده آن عبارتند از: شمال و شمالغرب زنجان، شمال غرب ابهر و سروجان، شمال گلپایگان، شمال بافق، زریگان، برنورد، جنوب سائین دژ، شمال غرب تبریز (کوه مورو)، جنوب و جنوب غرب مشهد (توده ای با وسعت ۶۰ در ۴۰ کیلومتر)، غرب همدان و شمال اسد آباد (آلموقلاق)، گرانیت الوند (با وسعت ۱۵ در ۴۰ کیلومتر)، علم کوه، جنوب لاهیجان، لنگرود و گرانیت شیر کوه.

گرانیت به عنوان سنگ ساختمانی

در بازار تجاری سنگ‌های ساختمانی بسیاری از سنگ‌ها که مشابه با گرانیت هستند با نام گرانیت عرضه می‌شود و این در حالی است که این سنگ‌ها از نظر ترکیب شیمیایی و دمای تشکیل با سنگ آذرین متفاوت هستند و حتی بعضی نیز اساساً سنگ آذرین نیستند.

۲-۴-۵-بازالت

بازالت یکی از سنگ هایی است که به سادگی می توان آن را تشخیص داد. بازالت فراوان ترین سنگ آذرین خروجی است. مشخصه های اصلی آن عبارتند از رنگ سیاه و حالت توده ای و متراکم. معمولاً در آن بلورهای منفرد را با چشم غیر مسلح نمی توان دید، ولی زیر میکروسکوپ بلورهای سوزنی ریز فلدسپات مشاهده می شوند. (تصویر ۶۰)

اغلب بازالت ها دارای درشت بلور هستند که از جنس پیروکسن و یا اولیوین است. در بعضی از بازالت ها، درشت بلورها طولی معادل ۵ سانتی متر دارد.

یکی از اشکالی که در بازالت ها دیده میشود، حالت منشورهای شش ضلعی در آن‌ها است. این اتفاق بر اثر سرد شدن گدازه و کشش در سه جهت با زاویه ۱۲۰ درجه رخ میدهد که در نهایت از قطع شدن این سه امتداد ستونهایی شش ضلعی پدید می آید. (تصویر۶۷).

۳-۴-۵-اسکوری (سنگ پا)

بعضی از بازالت ها حالتی سوراخ سوراخ دارند. در این سنگ ها تقریباً نیمی از حجم کلی را حفره های خالی تشکیل می دهند. بافت حفره ای هنگامی تشکیل می شود که گازها در گدازه در حال سرد شدن به طرف بالا حرکت می کنند و در قسمت های سطحی تر حبس می-شوند، یا این که به بیرون راه می یابند. به بازالت هایی که بسیار حفره دار باشند گاهی اسکوری می گویند. در گدازه های بازالتی قدیمی گاهی این فضاهای خالی و حفره ها با کانی های دیگر پر می شوند (تصویر ۶۸).

تصویر۶۷- نمایی از منشورهای بازالتی

تصویر۶۸- نمونه ای از اسکوری با حفرات فراوان

بیشتر بدانیم:

پدیده منشورهای شش ضلعی بازالتی را در ایران
در گدازه های دماوند، ماکو و یا سربیشه میتوان دید (تصویر۶۷).

شاخص ترین توده های بازالتی در ایران
حوالی دامغان (بزکوه – ترود)، شاهرود، ماسوله، انارک، اطراف مشهد، جیرود، شمال قزوین تا حوالی کوهین، ماکو، طالش، شاندرمن، حوالی آوج، جنوب لاهیجان، سبلان، سهند، سربیشه، بزمان، مهاباد، سلماس، شمال اهر و دماوند..

اسکوری ها در ایران در حوالی دشتهای شمال قزوین یافت می شود.

۴-۴-۵-ابسیدین

ابسیدین، شیشه آتشفشانی توده ای و متراکم است که بصورت صدفی می شکند و دارای جلای شیشه ای است. (تصویر ۵۸) با وجود ترکیبی که دارد، رنگ آن به علت وجود ذرات ریز و غبار مانند از مگنتیت یا کانی های آهن و منیزیم دار، سیاه است. ابسیدین به ندرت به رنگ-های زرد، قرمز یا قهوه ای کمرنگ نیز دیده می شود که علت آن اکسیده شدن مگنتیت یا هماتیت است.

۵-۴-۵- توف و سنگ های آذرآواری

مواد خرد شده و پرتاب شده از دودکش آتشفشان ها را که از طریق هوا انتقال می یابند، مواد آذرآواری و سنگ هایی را که از سفت شدن این مواد تشکیل می شوند، توف می نامند. رنگ توف ها معمولاً از زرد تا خاکستری، سبز، صورتی و قهوه ای روشن تغییر می کند. توف عمدتاً سبک وزن و نسبتاً سست است.

مواد آذرآواری اگر در خشکی انباشته شوند، به سادگی فرسوده شده و توسط آب حمل می شوند. در نتیجه همراه سایر مواد رسوبی ته نشین می شوند. در قسمت بیشتر بدانیم مطاب مفیدی درمورد روش های شناسایی سنگ های آذرین ارائه شده است. به علاوه در مورد آتشفشان های ایران نیز اطلاعات جالبی مطرح شده است.

بیشتر بدانیم:

توف ها در ایران

توف ها را در شمال تهران و بسیاری از ماطق ایران مرکزی، جنوب قم و شرق ایران میتوان مشاهده کرد.

روش شناسایی سنگ های آذرین

برای تشخیص سنگ های آذرین، سه ملاک عمده کانی شناسی زیر مورد استفاده قرار می گیرد.

- **وجود یا عدم وجود کوارتز:** کوارتز در سنگ های آذرین روشن –سنگ هایی که میزان کوارتز آن ها زیاد باشد جزو سنگ های اسیدی محسوب می شوند.– یکی از کانی های اصلی سازنده سنگ است، ولی در سنگ های آذرین تیره، یا وجود ندارد یا جزء کانی های اصلی محسوب نمی-شود.
- **نوع فلدسپات از نظر ترکیب:** فلدسپات های پتاسیم دار و ***پلاژیوکلازها*** (سدیم و کلسیم دار) جزء کانی های اصلی سنگ های اسیدی هستند، ولی در سنگ های آذرین حد واسط و قلیایی یا وجود ندارند یا به مقادیر جزیی یافت می شوند. در عوض پلاژیوکلاز مشخصه سنگ های آذرین قلیایی است.
- **نسبت و نوع کانی های آهن و منیزم:** به عنوان یک قانون کلی می توان گفت که سنگ های آذرین قلیایی (سنگ های تیره رنگ)، غنی از کانی های آهن و منیزم دار هستند، در حالی که انواع اسیدی (سنگ‌های روشن) عمدتاً مقادیر زیادی کوآرتز دارند.

آتشفشان های ایران

در طی آخرین دوران زمین شناسی، آتشفشان هایی در ایران وجود داشته که امروزه قلل آن ها ارتفاعات مهمی تشکیل داده اند. در حال حاضر، برخی از آن‌ها در مرحله گوگرد زدایی بوده و از دهانه آن ها بخار آب و گازهای گوگردی خارج می شود. بر اساس داده های موجود، برخی از آتشفشان ها حتی از قدیم نیز فعال بوده اند، (نظیر سبلان) ولی مخروط اصلی آن ها در کواترنر به وجود آمده است. آتشفشان هایی که در کواترنز فعال بوده اند عبارتند از دماوند، سهند، سبلان، تفتان، بزمان و غیره.

- **دماوند:**

مخروط دماوند در مرکز سلسله جبال البرز، بارزترین غعالیت آتشفشانی کواترنر را نمایان می سازد به استثنای برخی از فوران های کوچک که اخیراً کشف شده است در این کمربند کوهزایی فعالیت جدید شناخته نشده است. تاریخ فعالیت این آتشفشان بخوبی شناخته نشده و مخروط آن به صورت مطبق است، که ارتفاع آن از سطح دریا ۵۶۷۰ متر، ولی از زمینهای اطراف ۱۶۰۰ تا ۲۰۰۰ متر است.

گدازه‌های دماوند وسعتی در حدود ۴۰۰ کیلومتر مربع را پوشانیده است. دهانه آتشفشان دماوند در حدود ۴۰۰ متر قطر دارد. قسمت مرکزی دهانه به وسیله دریاچه ای از یخ پوشیده است و در حاشیه سنگی آن ها خروج گازهایی وجود دارد و باعث زرد رنگ شدن سنگ ها شده است.

تعیین سن گدازه های دماوند با روش کربن ۱۴، که از مواد کربن دار موجود در رسوبات و لابلای گدازه ها، حداقل سن در حدود ۳۸۵۰۰ سال تعیین شده است.

چندین چشمه گوگردی و آب گرم مستقیماً به مرحله نیمه فعال امروزی دماوند مربوط است، مانند چشمه های گوگردی و آب گرم که در جنوب شرقی کوه واقع است و درجه حرارت آب آن در حدود ۷۰ تا ۸۰ درجه سانتیگراد است. سایر چشمه نیز که سرشار از آهک و بخار گوگرد است، در آسک، دره عمیق هراز و بایجان ظاهر می شوند. بر اثر چشمه های آبگرم، ضخامت زیادی از تراورتن بر جای گذاشته شده است.

- **تفتان:**

این کوه نیز نوعی آتشفشان مطبق است که در ۹۹ کیلومتری جنوب–جنوب شرقی زاهدان و ۴۵ کیلومتری شمال – شمال غربی خاش قرار دارد. ارتفاع این کوه از سطح دریا ۴۰۵۰ متر ولی نسبت به زمین های اطراف ۲۶۰۰ متر است. ساختمان اصلی شامل دو کوه است که به وسیله بخشی زین مانند باریک به هم متصل شده اند. قله جنوب شرقی تا اندازه ای شکل مخروطی خود را حفظ کرده و به وسیله جریان گدازه ضخیم و جوانتر پوشیده شده است.

لایه های خاکستر در این آتشفشان کم است. دهانه ای با شیب تند در دامنه جنوبی قله وجود دارد که قسمتی از آن به وسیله انفجار شدید و فرسایش بعدی خراب شده است. از دیواره هایی که شیب تند دارند خروج های گاز زرد و سفید رنگ، با صدایی شبیه سوت بالا می آیند و ایجاد ابری سفید می کند که گاه از فاصله ۱۰۰ کیلومتری دیده می شود.

- **بزمان:**

این آتشفشان در ۱۱۰ کیلومتری شمال غرب ایرانشهر و ۱۲۰ کیلومتری مغرب خاش قرار دارد. ارتفاع آن از سطح دریا ۳۴۹۰ متر، ولی نسبت به زمین های اطراف ۲۱۰۰ متر است. مخروط اصلی و فرعی، مطبق است که گدازه های آن از چندین دهانه خارج شده است. مخروط اصلی ارتفاعی در حدود ۳۴۹۰ متر دارد، جریان های بزرگ گدازه از دامنه شرقی قله جریان یافته است. در دامنه شمالی نیز همین جریان گدازه، مخروطی با شیب تند و بسیار مشخص تشکیل داده که از آن جریان گدازه با غلظت خیلی زیاد بیرون آمده است. در اطراف قله اصلی چندین مخروط کوچک که گدازه تیره رنگ بازالتی تشکیل شده، دیده می شود. بلندترین قله، مخروطی جدید است که از قطعات بزرگ گدازه و خاکستر تشکیل شده و قطر دهانه آن در حدود ۵۰۰ متر است.

- **سهند:**

آتشفشان سهند در ۴۰ کیلومتری جنوب تبریز واقع است و با آتشفشان های کوچک تر شمال غرب دریاچه ارومیه و مرکز آتشفشانی ارمنستان و آرارت که در نزدیکی مرز ایران واقع است، ارتباط دارد. کوه سهند با ارتفاع ۳۶۰۰ متر مخروطی بسیار پهن و گسترده دارد که از توف ها و خاکسترهای فراوان تشکیل شده و به وسیله آب های جاری، دره های تنگی در آنها ایجاد شده است. تعیین سن مطلق گدازه های مختلف سهند بین ۱۲ میلیون سال تا ۰/۱۴ میلیون سال را نشان داده است. به این ترتیب آتشفشان های سهند در چند مرحله فعالیت داشته و در حد بین این مراحل فعال، آرامش نسبی بر قرار بوده است.

- **سبلان:**

آتشفشان سبلان از نوع آتشفشان نقطه ای و مخروط آن مطبق است که از نظر ساختمان و حجم شبیه آتشفشان های حاشیه قاره ای است، ولی از نظر شیمیایی شباهتی با انواع حاشیه قاره ای ندارد. این کوه در مشرق تبریز واقع است. ارتفاع آن از سطح دریا ۴۸۰۰ متر و گدازه های آن سطحی معادل ۱۲۰۰ کیلومتر مربع را اشغال کرده اند و به علت فروریختگی و ریزش متعدد به شدت قطعه قطعه است.

خلاصه فصل

ماگما به عنوان ماده اولیه تشکیل سنگ های آذرین در محیطی تشکیل میشود که دما و حرارت بسیار بالا است، لذا مشاهده مستقیم آن امکان پذیر نمی‌باشد. مهم ترین محل های تشکیل ماگما در زمین عبارتند از مناطقی که صفحات زمین از یکدیگر دور میشوند و یا به زیر یکدیگر می‌روند. ماگمای تشکیل شده دارای تنوع ترکیبی است ولی عمدتا از هشت عنصر شاخص تشکیل شده اند. دمای تشکیل ماگما نیز دارای دامنه تنوع بسیاری است که از حدود ۱۲۰۰ تا۶۰۰ درجه سانتی-گراد تغییر می کند. ابعاد کانی های موجود در سنگ های آذرین تابع شرایط متفاوتی است که یکی از این عوامل دما است. اگر سنگ به مرور سرد شود، بلورها فرصت رشد پیدا می کنند و ابعاد آن‌ها بزرگ می‌شود. در مقابل اگر سنگ سریع سرد شود، بلورها کوچک و یا گاه سنگ بدون بلور است.

در میان سنگ های مختلفی که گستره سنگ های آذرین را تشکیل می دهد به شرح سنگ های شاخص مانند گرانیت، بازالت، ابسیدین و توف پرداخته شد.

نقشه پراکندگی سنگ های آذرین و آذرآواری در ایران، در صفحه بعد ارائه شده است.

خود را بیازماییم

۱– مناطق مهم در تولید ماگما کدام است؟

۲– ابعاد بلورهای سنگ های آذرین تابع چه عواملی است؟

بیشتر بدانیم:

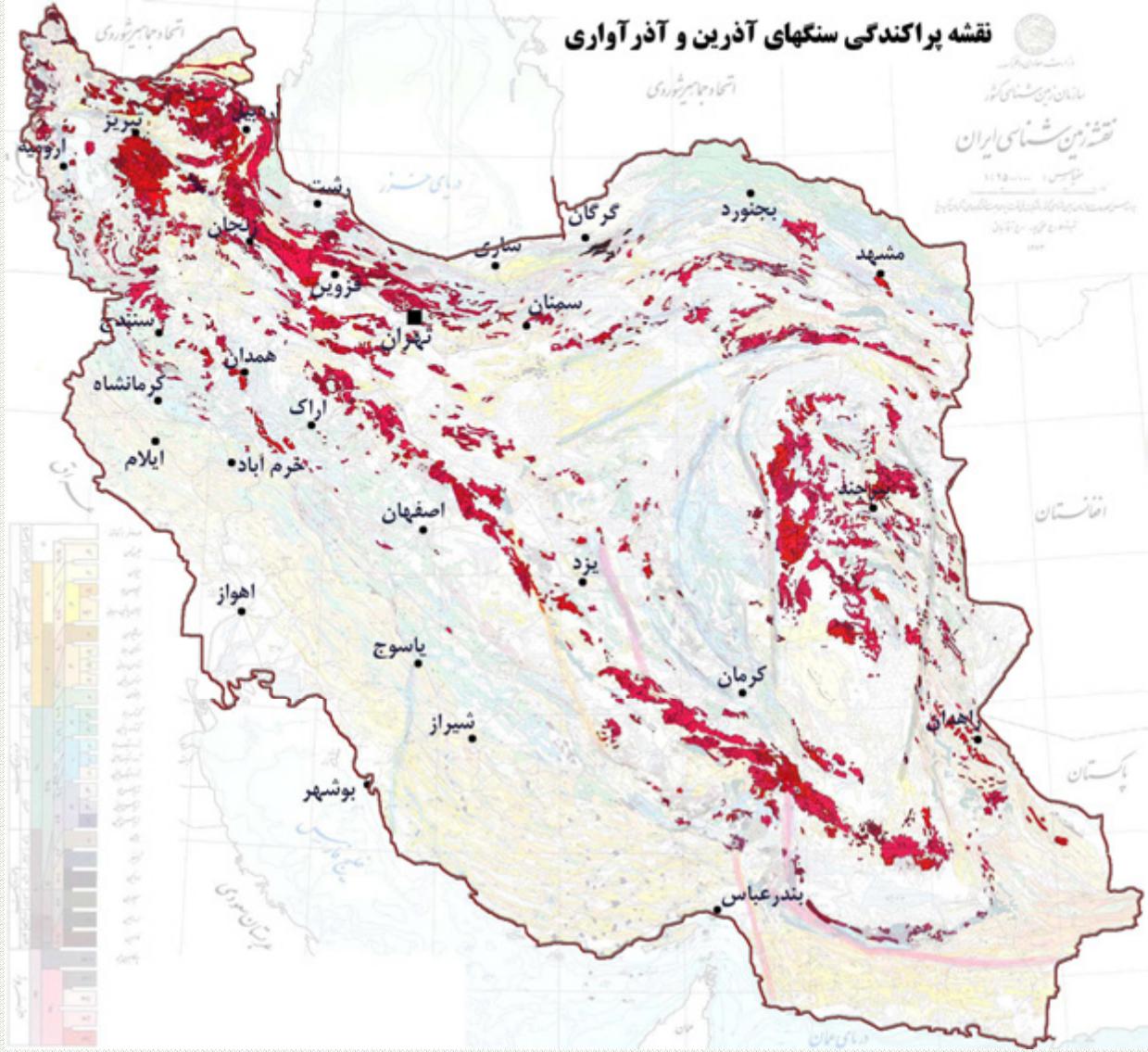
۳– گرانیت چه ویژگی دارد و چند محل شاخص در ایران را نام ببرید؟

۴– بازالت جزو کدام دسته از سنگ های آذرین است و یکی از زیباترین پدیده هایی که در بازالت ها دیده می‌شود چیست؟

۵– ابسیدین چگونه تشکیل می شود؟

۶– توف ها از چه ذراتی تشکیل شده اند؟

بیشتر بدانیم:



فصل ششم: سنگ‌های رسوبی

هدف فصل

مقدمه

۶-۱- فرآیندهای رسوبی

۶-۲- منشاء رسوبات

۶-۳- ترکیبات رسوبات

۶-۴- ساختارهای رسوبی

۶-۵- طبقه بندی سنگ‌های رسوبی

۶-۶- سنگ‌های رسوبی

خلاصه فصل

خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- آشنایی با فرآیندهای رسوبی.
- شناخت منشاء رسوبات.
- معرفی محیط هایی که رسوبات مختلف در آن ها ایجاد می‌شوند.
- جنس و ترکیب رسوبات و مهم‌ترین مواد موجود در رسوبات.
- معرفی ساختارها و اشکالی که روبات ایجاد می‌کنند.
- شناخت و طبقه بندی رسوبات.
- معرفی بعضی از سنگ‌های رسوبی تخریبی و شیمیایی.

مقدمه

پوسته جامد زمین از سنگ های آذرین، دگرگونی و رسوبی تشکیل شده است. سنگ های رسوبی بیش از ۷۰درصد سطح خارجی زمین را می پوشانند، اما از نظر حجمی فقط درصد کمی از پوسته جامد زمین را تشکیل می دهند. این سنگ ها قبل از سخت شدن به صورت رسوب بر جای گذاشته شده اند.

رسوب به تمام موادی اطلاق می شود که از تخریب مواد جامد پوستهٔ زمین و حمل و نقل آن ها به وسیله آب و باد و یخ نتیجه شده یا از اشباع شدن مواد شیمیایی محلول در آب و یا از ترشح موجودات زنده سرچشمه گرفته اند که در نهایت به صورت لایه هایی در سطح پوسته جامد زمین رسوب کرده اند. بطور کلی رسوب ممکن است به طریقه فیزیکی، شیمیایی و یا بیوشیمیایی تشکیل شده باشد.

بیشتر بدانیم:

سنگ های رسوبی فقط درحدود پنج درصد از حجم پوسته جامد زمین را تشکیل می دهند.

۶-۱-فرایندهای رسوبی

مهم ترین فرآیندهایی که در پیدایش سنگ های رسوبی دخالت دارند عبارتند از:

- هوازدگی فیزیکی و شیمیایی مواد سازندهٔ سنگ های اولیه،
- انتقال یافتن فرآورده های هوازدگی توسط آب جاری،
- باد، نیروی جاذبه یا یخ،
- بر جا نهاده شدن مواد در یک حوضه رسوبی و
- فشرده شدن و سیمانی شدن رسوبات و تبدیل آن ها بـه سـنگی سخت. این فرآیندها دائماً در جریان بوده و بـرای مـا انـسان هـا قابـل مشاهده است.

یکی از مهم ترین نتایج جابجایی و ته نشین شدن رسوبات، دانه بندی شدن دقیق مکانیکی و شیمیایی مواد سازنده سنگ های اولیه است که به نام تفکیک رسوبات خوانده می شود. موادی که از لحاظ اندازه و وزن مشابه هستند، به تبعیت از انرژی مکانیکی که در زمان ته نشین سازی بر آن ها وارد می آید، در محیط رسوبی مشابهی تجمع می‌یابند.

دانه بندی شیمیایی نیز به همان ترتیب که مواد قابل حل تر از بقیه جدا شده و وارد آب می شوند، به طور همزمان انجام می گیرد. مثلاً قلوه سنگ های درشت ممکن است در مخروط افکنه پای کوه و نزدیک به سرچشمه رود رسوب گذاری شوند، در حالی که ماسه ها تا ساحل دریا به پیش رانده می شوند. جریان های دریایی و امواج، دانه های بسیار ریز گل را می شویند، که این مواد نیز سرانجام در محیطی با انرژی مکانیکی اندک، از قبیل برکه و دریاچه برجای گذارده می‌شوند. کربنات کلسیم معمولاً طی این فرآیند حل شده، در آب های کم عمق خالی از ماسه و گل رسوب گذاری می شود.

۶-۲-منشاء رسوبات

سنگ های رسوبی مختلف، در محیط های رسوبی متفاوتی ممکن است تشکیل شوند. اصطلاح محیط رسوبی به جایی اشاره می کند که رسوبات در آن ته نشین می شوند، ولی البته شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی حاکم بر آن نقطه نیز مورد نظر است. محیط های مختلف رسوبی به شرح زیر است:

- مخروط افکنه
- دشت های سیلابی
- رسوبات بادی
- رسوبات یخچالی
- دلتا
- خطوط ساحلی

در ادامه درباره هریک از این موارد توضیحاتی ارائه می شود.

بیشتر بدانیم:

درباره فرآیندهای رسوب گذاری

اگر فرآیندهای رسوب گـذاری در دوره هـای طـولانی فعـال باشند، تفکیک رسوبی به حد کمال صورت خواهد پذیرفت.

۱-۲-۶-مخروط افکنه

مخروط های افکنه از جمله رسوبات حوضه های خشک است. در آن ها عموماً قطعه سنگ های بزرگ، قلوه سنگ و ریگ به طور در هم دیده می شود. ماسه دانه ریز هم ممکن است در نزدیکی لبه خارجی مخروط افکنه و درون دره ته‌نشین شود. مخروط افکنه ها وقتی از آسمان مشاهده شوند، مانند باد بزن هستند و نام انگلیسی آن ها نیز از این شکل اقتباس شده است. (تصویر ۶۹)

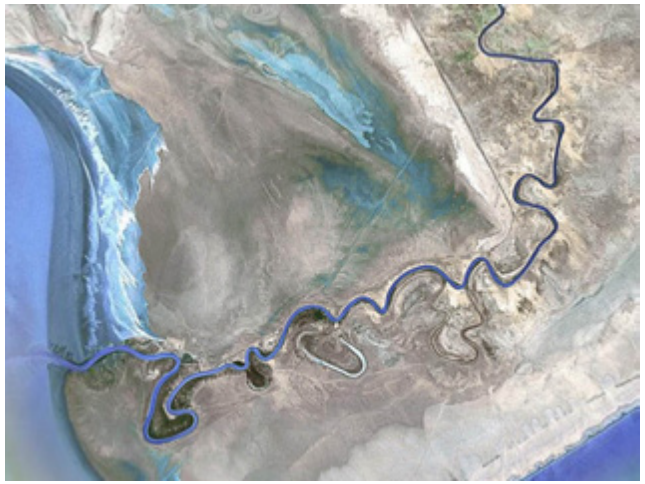
۲-۲-۶-دشت های سیلابی

رودهای بزرگ دنیا معمولاً قبل از رسیدن به دریا با پیچ و خم هایی از روی دشت های مسطح می گذرند و مقدار زیادی رسوب در این قسمت ها بر جا می گذارند. سنگ هایی که در دشت سیلابی تشکیل می شوند معمولاً پهنه های ماسه سنگی هستند (تصویر۷۰)

۳-۲-۶-رسوبات بادی

باد عامل جور کنندهٔ (مرتب کننده) مؤثری است و می تواند دانه های ماسه را بر اساس وزن آن ها انتخاب و حمل کند. با حمل ماسه، ریگ ها برجا می‌مانند و غبارها به ارتفاعات بالای هوا برده شده و قبل از آن که به صورت لایه نازک *لُس* بر سطح زمین فرود آیند ممکن است هزاران کیلومتر جابه‌جا شوند. ماسه های حمل شده نیز در تلماسه ها روی هم جمع می شوند. از خصوصیات این مواد، دانه بندی شدن خوب در آن ها است.

تصویر۶۹- تصویر ماهواره ای از یک مخروط افکنه در استان فارس



تصویر۷۰- دشت سیلابی رود هندیجان و پیچش رود در این منطقه

بیشتر بدانیم:

مخروط افکنه ها در ایران

در ایران در محل هایی که رودخانه به دشت منتهی می‌شود می توان محیط های مخروط افکنه ای را دید. مثلاً در انتهای رودهایی مانند جاجرود در دشت ورامین و یا بسیاری از رودهای دیگر که در هنگام ورود به دشت، محیط مخروط افکنه ای را ایجاد میکنند.

دشت های سیلابی در ایران

در ایران در اطراف رودهایی مانند سفید رود، کارون، اروند و بسیار از رودهای بزرگ در مناطق دشتی می توان، رسوبات دشت سیلابی را دید.

۴-۲-۶-رسوبات یخچالی

رسوبات ِیخچالی، موادی هستند که بر اثر حرکت توده یخ بر روی سنگ ها و کندن آن ها ایجاد می شوند. رسوبات یخچالی به دلیل این که هر چه را که در مسیرشان باشد، با خود حمل می کنند، شامل مجموعه درهمی از قطعات برزگ و کوچک سنگ، ماسه و رس می-باشند.

۵-۲-۶-دلتاها

دلتاها مجموعه های بزرگ رسوباتند که در دهانه رودها رسوب-گذاری می کنند. دلتاها از جمله محیط های رسوبی بسیار مشخص هستند ومحیط های کوچک تر و فرعی چندی از قبیل بستر رود، دشت سیلابی ساحل، پشته های دریایی و پهنه های جزر و مدی را شامل می‌شوند. رسوبات در این مجموعه به طور کلی شامل لایه های ضخیم ماسه، رس و مواد آلی است (تصویر ۷۱).

۶-۲-۶-خطوط ساحلی

رسوبات ساحلی به صورت های مختلفی در امتداد سواحل پست تشکیل می شوند و تا حدودی باتلاق های محتوی آب آرام را در بر می‌گیرند. موادی که در ساحل برجا نهاده شده اند، کاملاً توسط امواج شسته می شوند و رسوباتی پاکیزه و یکدست از جنس ماسه های کوآرتزی را تشکیل می دهند. پهنه های جزر و مدی ممکن است در پشت تلماسه های ساحلی و متصل به لبه آب، در جایی که گل و ماسه ریز ته نشین می شود، پدید آیند.

تصویر ۷۱- تصویر ماهواره ای از دلتای سفید رود

۳-۶-ترکیبات رسوبات

از آنجا که رسوبات می توانند از سنگ های گوناگونی منشا بگیرند، انتظار می رود که ترکیب سنگ های رسوبی نیز بسیار متفاوت و پیچیده باشد. اگر رسوبات در نزدیکی منشاء تشکیل ته نشین شوند، در واقع چنین گفته ای درست از آب در می آید. اما اگر فرآیندهای هوازدگی و فرسایشی طولانی شوند، مواد یک اندازه، یک شکل و دارای ترکیب مشابه در نقاط جدا از هم جمع می شوند به این فرآیند، عمل ***تفریق رسوبی*** گفته می شود. بدین ترتیب بیشتر سنگ های رسوبی شامل موادی هستند که در سنگ های دیگر فراوانند و در دما و فشار سطح زمین وضع ثابت دارند. بیش تر حجم اغلب سنگ های رسوبی تنها از چهار ماده تشکیل شده است که عبارتند از: کوارتز، کلسیت، رس و قطعات سنگ ها.

۱-۳-۶- کوارتز

کوارتز فراوان ترین کانی تخریبی (حاصل از خرد شدن سنگ های دیگر) موجود در سنگ های رسوبی است. دلیل این موضوع نیز روشن است، زیرا کوارتز از جمله فراوان ترین کانی های تشکیل دهندهٔ سنگ های آذرین نیز است و ماده ای بسیار سخت، مقاوم و از لحاظ شیمیایی ثابت است. فرآیندهای فرسایشی باعث تجزیه و تخریب کانی ای کم مقاومت تر می شوند، که در نتیجه کوارتز بصورت ماسه بر جا می ماند. سیلیس محلول یا در حد ذرات کلوئیدی نیز از جمله فرآورده های هوازدگی سنگ های آذرین است و معمولاً به صورت سیمان در فاصله ذرات درشت بعضی از رسوبات ته نشین می شود.

کلسیت $CaCO_3$ جزء اصلی تشکیل دهنده سنگ آهک و فراوان ترن ماده سیمانی در ماسه سنگ ها است. کلسیم از سنگ های آذرین سرشار از کانیهای کلسیم دار حاصل می آید. کربنات نیز محصول آب و دی اکسید کربن است. کلسیم به صورت $CaCO_3$ رسوب می کند، یا آن که توسط جانداران از آب دریا جدا می شود و به صورت مواد تشکیل دهنده صدف در می آید. وقتی این جانداران بمیرند، صدف ها یا قطعات آن ها معمولاً بهصورت ذرات خرد شده روی هم جمع می شوند و سرانجام انواعی از سنگ های آهکی را بوجود می آرند.

۳-۳-۶-رس

کانی های رسی از هوازدگی سیلیکات ها، به ویژه فلدسپات ها حاصل می آیند. این مواد، بسیار دانه ریز هستند و در گل تجمع می-یابند.

۴-۳-۶- قطعات سنگ ها

قطعات سنگ های اولیه که کانی های تشکیل دهنده آن ها تجزیه نمی شوند، اجزای اصلی سنگ های تخریبی دانه درشت را پدید می-آورند. قطعات سنگی در رسوبات قلوه سنگی بسیار فراوانند، اما بعضی از ماسه سنگ ها از قطعات سنگ های دیگر مانند گرانیت ها تشکیل می‌شوند.

۴-۶- ساختارهای رسوبی

بعضی از ساختارها منحصر به سنگ های رسوبی هستند و از جمله شواهد مشخص کننده این سنگ ها محسوب می شوند. این ساختارها عبارتند از:

- لایه
- ریپل مارک
- ترک های گلی
- کنکرسوین
- ژئود

یک نکته:

درباره کانی های رسی

فراوانی فلدسپات ها در پوسته زمین، به همراه این واقعیت که این کانی به آسانی تحت شرایط اتمسفری تجزیه می-شود، دلیل زیاد بودن مقدار کانی های رسی در سنگ های رسوبی است.

بیشتر بدانیم:

یک نمونه از سنگ هایی که حضور قطعات سنگ های دیگر در آن واضح است، کنگلومراها هستند که در آن ها گاه قطعات سنگ‌ها به بزرگی ده سانتیمتر یا بیشتر است.

۱-۴-۶- لایه

یکی از مهم ترین ساختار های رسوبی لایه است. لایه یا طبقه از لحاظ معنی مترادف هستند. لایه عبارت از بخشی از سنگ های رسوبی است که به توسط جنس سنگ، ساختمان داخلی و بافت از لایه پایین و بالای خود قابل تشخیص است (تصویر ۷۲).

۲-۴-۶-ریپل مارک

ریپل مارک ها ساختمان های موجی شکلی هستند که در اثر حرکت امواج آب یا حرکت باد در روی سطوح ماسه ای در محیط خشکی و یا دریایی تشکیل می گردند. اندازهٔ ریپل ها به اندازه دانه های رسوبی، سرعت جریان و میزان رسوب گذاری بستگی دارد. ریپل مارک در رسوبات دانه درشت مانند شن و ماسه درشت و یا در رسوبات بسیار ریز تشکیل نمی شود (تصویر ۷۳).

۳-۴-۶- ترک های گلی

ذرات دانه ریز رسی پس از رسوب گذاری دارای مقدار زیادی آب در خلل و فرج خود می باشند. چنانچه این رسوبات از آب خارج گردند و در معرض هوا قرار گیرند، رفته رفته آب خود را از دست می دهند. حال در اثر انقباض و کشش، در سطح این رسوبات ترک هایی ایجاد می-گردد که به ترک های گلی مشهور هستند (تصویر ۷۴).

تصویر۷۴- نمایی از ترک گلی در رسوبات ریز دانه

۴-۴-۶- کنکرسیون

کنکرسیون ها عبارتند از ساختمان های گرد شده ای که منشا غیر آلی داشته و در داخل سنگ های رسوبی یافت می شوند. در کنکرسیون ها، رسوبات به صورت لایه های متحدالمرکز در اطراف یک هسته مرکزی رسوب کرده اند. قطر آن ها ممکن است بین چند میلی متر تا چند متر تغییر کند این سنگ ها را نباید با قلوه سنگ هایی که در اثر تخریب و حمل مواد به صورت گرد شده در آمده، اشتباه گرفت (تصویر ۷۵).

بیشتر بدانیم:

تصویر ۷۲- نمایی از لایه بندی در سنگ‌های رسوبی

تصویر ۷۳- نمایی از آثار موجی بر روی رسوبات

۵–۴–۶– ژئود

ژئود عبارت از ساختمان هایی است که به شکل تقریباً کروی است و در داخل آن ها حفره ای وجود دارد. قطر این اشکال کروی از یک سانتی متر تا بیش از یک متر در تغییر است. ولی قطر بیشتر آن ها در حدود ۱۰ تا ۲۰ سانتیمتر است. در سطح خارجی ژئودها یک لایه نازک و متراکمی از کلسدونی قرار می گیرد که گاهی اوقات این لایه به طور ناقص بوده و در بعضی موارد بر اثر فرسایش به کلی از بین رفته است (تصویر۷۶).

۵–۶– طبقه بندی سنگ های رسوبی

تفریق رسوبی مبنایی منطقی برای طبقه بندی فراهم می کند. اما گوناگونی فراوان منابع مواد و محیط های رسوبی، امکان تنظیم طرح نوعی طبقه بندی که همه اقسام این سنگ ها را در بر بگیرد، مشکل می سازد. مثلاً سنگ های تخریبی، حاصل فرآیندهایی هستند که کاملاً متفاوت از فرآیندهای مؤثر در ایجاد رسوبات شیمیایی یا آلی است. بدین ترتیب بر اساس تفریق رسوبی دو گروه اصلی برای سنگ های رسوبی در نظر گرفته می شود که عباتند از:

۱– تخریبی و ۲– شیمیایی– آلی.

سنگ های تخریبی بر اساس اندازه ذرات موجود در آن ها تقسیم بندی می شوند و برای هر اندازه، سنگی با نام منحصر به آن وجود دارد. درجدول ارائه شده در بخش بیشتر بدانیم، اندازه ذرات و نام سنگ های مربوط به هر دسته معرفی شده است. فراگیران عزیز

تصویر ۷۵– نمونه ای از یک کنکرسیون

تصویر ۷۶– نمونه ای از یک ژئود

بیشتر بدانیم:

جدول اندازه ذرات در بافت تخریبی

اندازه ذرات (میلیمتر)	جنس یا شکل ظاهری ذرات	نام سنگ
بزرگ تر از ۲	قطعات گرد شده (از هر جنس)	کنگلومرا Conglomerate
	قطعات زاویه دار (از هر جنس)	بِرِش Breccia
بین ۲ تا ۰/۰۶۲۵	کوارتز و کمی کانی‌های دیگر	ماسه سنگ Sandstone
	کوارتز و بیش از ۲۵ درصد فلدسپات	آرکوز
	کوارتز و قطعات سنگ	گریواک
بین $\frac{1}{16}$ تا $\frac{1}{256}$	کوارتز	سیلت استون
کمتر از $\frac{1}{256}$	کوارتز و کانی های رسی	شیل

توجه داشته باشید که از میان سنگ های ذکر شده فقط شناخت سه مورد اول در این دوره درسی نیاز است.

رسوبات شیمیایی بر اساس ترکیب طبقه بندی می شوند و تقسیمات فرعی آن ها از روی بافت یا سایر ویژگی های برجسته ای است که در جدول ارائه شده در قسمت بیشتر بدانیم، به آن‌ها اشاره شده است.

۶-۶- سنگ های رسوبی

1-۶-۶- سنگ های تخریبی

- **کنگلومرا:** کنگلومراها شامل قطعات درشت سنگ (بیش از ۲ میلیمتر) که با خمیره ای از جنس کلسیت یا کوارتز احاطه شده اند. دانه ها اغلب گرد شده اند. قطعات تشکیل دهنده کنگلومرا ممکن است از هر جنسی باشد، اما مواد مقاومی مانند کوارتز بیشتر در آن ها یافت می‌شود. در بعضی از رسوبات نیز قطعات سنگ آهک، گرانیت یا سنگ های دیگر فراوان است.

تنها عواملی که می توانند قلوه سنگ ها و قطعات بزرگ سنگ را حمل کنند، آب های پر سرعت، یخ و نیروی جاذبه است. مهم ترین نقطه تشکیل کنگلومرا مخروط افکنه، بستر رودها و سواحل دریا است (تصویر ۷۷).

تصویر۷۷- نمونه ای از کنگلومرا

- **بِرِش:** بِرِش نوعی سنگ تخریبی دانه درشت است که قطعات تشکیل دهنده آن زاویه دار هستند و اثر سایش چندانی در آن ها آشکار نیست. مواد سازنده بِرِش از جورشدگی و یکدستی خوبی برخوردار نیست و بین آن ها را زمینه ای دانه ریز پر می کند. (تصویر۷۸)

تصویر ۷۸- نمونه ای از یک برش

بیشتر بدانیم:

مشخصات رسوبات شمیایی و سنگ های مربوطه

بافت	ترکیب	نام سنگ
متوسط تا دانه درشت	کلسیت	سنگ آهک متبلور
فسیل و قطعات فسیل با سیمان سست		کوکینا
فسیل فراوان در زمینه آهکی		سنگ آهک فسیل دار
کلسیت نواری		تراورتن
بسیار ریز بلور و متراکم	کلسدونی SiO2	چرت
ریز تا درشت بلور	ژیپس	سنگ گچ
ریز تا درشت بلور	نمک طعام	سنگ نمک

بِرِش ها بیشتر در محل یخچال ها، از لغزش مواد در دامنه کوه و ریزش های دیگر تشکیل می شوند. حرکت در امتداد سطوح گسل نیز مولد نوعی بِرِش است که مواد سازند آن در فضاهای خالی و حفره های فرو می ریزد.

- **ماسه سنگ:** ماسه سنگ ها از جمله سنگ های رسوبی تخریبی هستند که قطر بیشتر دانه های آن‌ها بین ۰/۰۲۵۶ تا ۲ میلی متر است. دانه ها مملولاً گرد شده اند اثرات سایش را نشان می دهند. کوارتز معمولاً کانی فراوان این سنگ ها را تشکیل می دهد. اما فلدسپات، گرونا، میکا و سایر کانی ها هم ممکن است به مقادیر مختلفی در آن ها یافت شوند. سیمان ماسه سنگ ها بیشتر از جنس کلسیت، کوارتز یا اکسید آهن است. ماسه سنگ ها بیشتر لایه لایه هستند و بسته به وجود ناخالصی ها و نوع سیمان، به رنگ های نخودی، قرمز، قهوه ای، زرد و یا سبز دیده می شوند. (تصویر۷۹).
- **شِیل:** شِیل ها سنگ های تخریبی دانه ریزی هستند که قطر ذرات سازنده آنها کمتر از $\frac{1}{256}$ میلی متر است. این سنگ ها اصولاً ورقه ورقه یا به صورت لایه های نازک هستند. این خصوصیت آن ها را در نمونه های کوچک و دستی و مقاطع میکروسکوپی هم می توان مشاهده کرد. مواد اصلی سازنده شیل، کوارتز، میکا و کانی های رسی است. این سنگ ها معمولاً در محیط های مردابی و باتلاقی، آب های کم تحرک و دور از ساحل، دشت های سیلابی و دریاچه ها که انرژی مکانیکی در آن ها کم است تشکیل می شوند.

۲-۶-۶- سنگ های شیمیایی

- **سنگ آهک:** سنگ های آهکی، سنگ های رسوبی هستند که بیش از ۵۰ درصد حجم آن ها را کربنات کلسیم تشکیل می دهد. ناخالصی‌ها که ممکن است مقدارشان تا ۵۰ درصد برسد، عبارتند از رس، کوارتز، اکسید آهن، قطعات سنگ‌ها و مواد دیگر. کلسیت ممکن است به طور شیمیایی یا آلی رسوب کند، یا آن که منشاء تخریبی داشته باشد. اقسام بسیار گوناگون سنگ آهک بر اساس بافت یا خصوصیات پر اهمیت دیگر طبقه بندی می شوند.

تصویر۷۹- یک ماسه سنگ با لایه بندی نازک

بیشتر بدانیم:

- **ماسه سنگ** ها ممکن است در محیط های گوناگونی از قبیل سواحل، بیابان ها، دشت های سیلابی و دلتاها تشکیل شوند.
- **سنگ آهک** یکی از عمومی ترین سنگ های رسوبی در ایران و در بسیار از مناطق البرز و زاگرس و همین طور ایران مرکزی به وفور یافت می شود.

یک نکته:

- **نکته ای درباره سنگ های آهکی**

همه سنگ های آهکی از لحاظ این که بیشتر ساختمانشان از کلسیت است و در برابر اسید کلریدریک می جوشند، به هم شبیهند.

- **کوکینا:** کوکینا نامی است که به سنگی آهکی و سست، پر حفره و با سیمان ضعیف داده شده است که تقریباً به طور کامل از صدف یا قطعات صدف تشکیل شده است. بدین ترتیب، کوکینا نوع ویژه ای از سنگ های تخریبی است که در آن، قطعات سازنده، خود از درون محیط رسوبی منشاء می گیرند و حاصل فرسایش یافتگی و انتقال مواد از نقاط دیگر نیستند (تصویر ۸۰).
- **تراورتن** تراورتن کربنات کلسیمی است که در غارها و چشمه ها رسوبگذاری شده است. این سنگ اصولاً نواری است و لایه های تیره و روشن متناوب در آن دیده می شود که حاصل مقادیر اندک ناخالصی از موادی مانند اکسید آهن، مواد آلی، اکسید منگنز و غیره در حین دوره های متوالی رسوب گذاری است. استالاگتیت و استالاگمیت های بر جای مانده در غارها از اقسام تراورتن هستند. از آنجا که مقدار تراورتن در روی زمین زیاد نیست و بیشتر آن چه هست به دوره های اخیر مربوط می شود، از لحاظ زمین شناسی اهمیت چندانی ندارند (تصویر ۸۱).
- **سنگ گچ:** سنگ گچ نوعی رسوب شیمیایی است که تقریباً بطور کامل از کانی ژیپس تشکیل شده است. رنگ طبیعی آن سفید است، اما ممکن است به رنگ های زرد و یا قرمز کمرنگ هم یافت شود. ژیپس معمولاً توده ای شکل است، اما لایه های نازک آن را که با نفوذ رس در بعضی از نقاط تشکیل می شود می توان یافت. ژیپس حاصل تبخیر آب های شور دریاچه ها و دریاهای گرم در خلیج های بسته است و بدین ترتیب، می تواند مشخص کننده آب و هوای خشک یا نیمه خشک در زمان تشکیل باشد.

تصویر ۸۰– نمونه ای از یک کوکینا

تصویر ۸۱– یک تراورتن با حالت لایه ای

بیشتر بدانیم:

توده های تراورتن در ایران

توده های تراورتنی را در ایران در اطراف اغلب چشمه های آب مانند آب اسک، آذر شهر، گنو، رامسر، منطقه آذربایجان، نایبند، جنوب قم و غیره می‌توان یافت.

یک نکته:

از مشخصات مهم سنگ گچ

یکی از مشخصات مهم این سنگ آن است که به علت نرمی با ناخی خراشیده می شود. راهنمایان عزیز توجه داشته باشند که در هنگام سفر، به کمک چنین ویژگی های ساده ای می توان بدون نیاز به ابزار تخصصی خاصی، نوع یک کانی را شناسایی نمود و یا آن را از انواع دیگر تفکیک نمود.

- **سنگ نمک:** سنگ نمک از کانی هالیت حاصل می آید. بلورهای این کانی ممکن است دانه ریز، متوسط یا درشت باشند. معمولاً بی-رنگند، اما وجود ناخالصی هایی از جنس اکسید آهن و رس، آن را به رنگ قرمز درمی آورد.

سنگ نمک از لحاظ منشا به سنگ گچ می ماند. رسوبات نمک در نقاط مختلف کشور ما یافت می شود. یکی از خاصه های مهم و جالب توجه سنگ نمک این است که در دما و فشار نسبتاً پایین روان می شود بطوری که رسوبات نمک موجود در اعماق زیاد ممکن است بالا بیایند و به صورت گنبد مانندهایی در سطح زمین ظاهر شوند.

- **چرت و فلینت:** چرت و فلینت (سنگ چخماق)، سنگ های سیلیسی شیمیایی فراوانی هستند. رنگ آن ها ممکن است سفید یا خاکستری، سبز، آبی، قرمز، زرد یا سیاه باشد. چرت و فلینت معمولاً به صورت گرهک هایی در داخل سنگ آهک یافت می شوند و ممکن است پوششی سفید به خود بگیرند (تصویر ۸۲).

- **زغال‌سنگ:** زغال‌سنگ متشکل از بازمانده های گیاهی کاملاً تغییر یافته است. این سنگ تیره و غیر متبلور است و به رنگ های قهوه ای روشن تا سیاه دیده می شود. تشکیل زغال‌سنگ نتیجه مدفون شدن **تورب** است و طبقه بندی آن بر اساس درجه تغییر یافتگی صورت می گیرد. وارد آمدن مداوم فشار و حرارت بر تورب، باعث تشکیل لیگنیت (زغال قهوه ای)، زغال بیتومینی (نرم) و آنتراسیت (زغال سخت) می شود.

تصویر ۸۲– یک چرت با رنگ تیره

بیشتر بدانیم:

گنبدهای نمکی در ایران

در ایران تعداد زیادی گنبد نمکی وجود دارد که تعدادی از آن ها در استان سمنان و تعدادی در استان قم است و اما بیش-ترین تعداد از گنبدهای نمکی ایران در زاگرس واقع شده است.

تورب بازمانده گیاهانی است که بصورت ناقص تجزیه شده اند به عبارتی دیگر تورب زغال نارس است.

خلاصه فصل

سنگ های رسوبی طی چهار فرآیند که عبارتند از هوازدگی فیزیکی و شیمیایی، انتقال، رسوب و فشرده شدن ایجاد می شوند. طی جابجایی، ذرات رسوب از یکدیگر تفکیک می شوند و دانه های سنگین تر زودتر رسوب میکنند. هر نوع رسوب و سنگ مرتبط با آن با محیط رسوبی بخصوصی نیز ارتباط دارد. مهم ترین این محیط ها عبارتند از مخروط افکنه، دلتا، دشت سیلابی، رسوبات بادی، یخچال ها و خطوط ساحلی.

ذرات موجود در رسوبات از جنس های مختلف هستند ولی به صورت عمده به چهار دسته که شامل کوارتز، کلسیت، رس و قطعات خرد شده تشکیل می شوند. برای طبقه بندی سنگ ها، آن ها را به دو دسته اصلی تخریبی و شیمیایی – آلی تقسیم می کنند.

در نقشه صفحه بعد پراکندگی سنگ های رسوبی در ایران مشخص شده است.

خود را بیازماییم

۱- فرآیندهایی که در پیدایش سنگ های رسوبی نقش دارند کدامند؟

۲- بیشتر رسوبات از چه موادی تشکیل شده اند؟

۳- منشا کلسیت در رسوبات از چه راه هایی است؟

۴- مهم ترین ساخت در سنگ های رسوبی کدام است؟

۵- سنگ های رسوبی بر حسب شرایط تشکیل به چند دسته تقسیم می شوند؟

۶- کنگلومرا و برش جزو کدام دسته از سنگ های رسوبی هستند و تفاوت آن ها در چیست؟

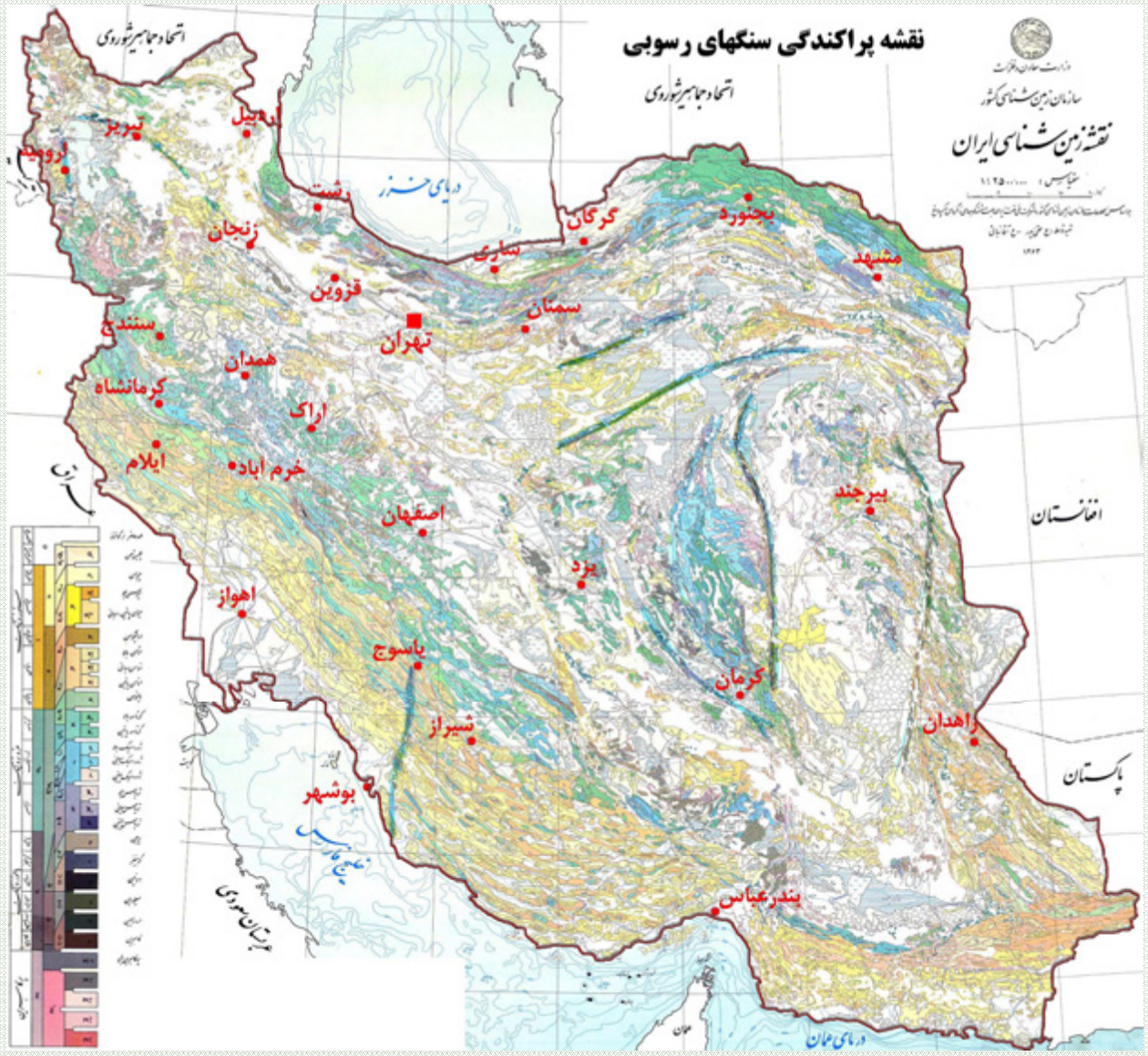
۷- تراورتن چه نوع سنگ رسوبی است و جنس آن چیست؟

۸- استالاکتیت و استالاگمیت چه جنسی دارند؟

۹- جنس سنگ چخماق از چیست؟

بیشتر بدانیم:

بیشتر بدانیم:



فصل هفتم: سنگ‌های دگرگونی

- هدف فصل
- مقدمه
- ۱-۷- عوامل دگرگون کننده
- ۲-۷- انواع دگرگونی
- ۳-۷- انواع سنگ‌های دگرگونی
- خلاصه فصل
- خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- شناخت عوامل اصلی در دگرگون شدن سنگ ها.
- آشنایی با انواع دگرگونی های سنگ ها.
- بررسی و شناخت دگرگونی ناحیه ای و مناطق موجود در ایران.
- شناخت دگرگونی نوع مجاورتی و محل هایی یافت آن در ایران.
- شناسایی سنگ های دگرگونی شاخص.

مقدمه

سنگ های دگرگون شده، سنگ هایی هستند که به علت اثر حرارت و فشار و احتمالا تأثیر مایعات و گازها، تغییرات عمده ای را متحمل شده اند. مواد اصلی ممکن است رسوبات دریایی که در دما و فشار سطحی تشکیل شده اند، به همراه لایه های متناوب گدازه باشد که در دماهای بالا متبلور می شوند.

پدیده دگرگونی به محو و ناپدید شدن یک یا مجموعه ای از کانی های متبلور سنگ تعبیر می شود. این تغییرات ممکن است بر روی سنگ های رسوبی که در شرایط سطحی به وجود آمده اند یا در سنگ های آذرین که از ماگما متبلور گردیده و یا حتی در سنگ های دگرگونی حادث شود. در حالت اخیر، شرایط دگرگونی سنگ قبلی تغییر می‌نماید و این پدیده با ظهور و پیدایش یک یا مجموعه ای از کانی های جدید همراه می باشد. بنابراین دگرگونی عبارت از پاسخی است که هر سنگ در مقابل تغییرات محیط شیمیایی یا فیزیکی از خود بروز می دهد و این پاسخ به صورت تجدید تبلور کانی های قدیمی به دانه های جدید و یا پدیدار شدن کانی های نوظهور و تخریب بعضی دیگر تجلی می کند.

تغییرات دگرگونی همواره در جهتی انجام می شوند که حالت تعادل را برقرار کنند. اثرات دگرگونی عبارتند از:

- تغییرات شیمیایی و رشد کانی های جدید (با اضافه شدن یا بدون اضافه شدن عناصر جدید توسط مایعات و گازها).
- تغییر شکل و جهت یافتگی دانهٔ کانی های سازندهٔ سنگ ها.
- تبلور مجدد کانی ها و درشت تر شدن دانه ها.

نتیجه دگرگونی، تشکیل سنگی با سختی بیش تر و بلورهای درشت تر است که ساختار تازه ای دارد.

یک نکته:

درباره سنگ های دگرگونی

هر سه نوع سنگ (آذرین، رسوبی و دگرگونی) ممکن است دگرگون شوند. اما سنگ های آذرین نفوذی که در محیطی با دما و فشار بالا تشکیل شده اند، کمتر از سنگ های رسوبی که در شرایط نزدیک تر به سطح شکل گرفته اند، متحمل دگرگونی می شوند.

۱–۷–عوامل دگرگون کننده

مهم ترین عوامل فیزیکی که در دگرگونی سنگ ها نقش دارند فشار و درجه حرارت است. تغییرات این دو عامل فعل و انفعالاتی را بین کانی های یک سنگ باعث می شود. چنانچه قبلاً گفته شد، هر کانی در فشار و درجه حرارت معینی تشکیل می شود و اگر در شرایط جدیدی از درجه حرارت و فشار قرار گیرد ناپایدار بوده و برای رسیدن به شرایط تعادل جدید به کانی های دیگری تبدیل می شود. غیر از دو عامل فوق باید نقش زمان و سیالات بخصوص آب را هم در نظر گرفت.

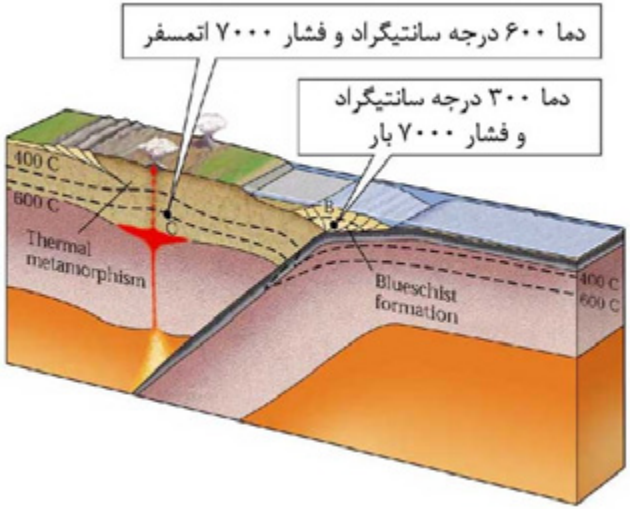
۲–۷– انواع دگرگونی

سنگ ها به روش های گوناگونی دگرگون می شوند که مهم ترین انواع دگرگونی به شرح زیر است.

۱–۲–۷–دگرگونی ناحیه ای

دگرگونی ناحیه دارای گسترش زیاد و خاص نوارهای کوهزایی است. در مناطقی که دو صفحه به هم می رسند یعنی در تمام نوارهای بزرگ کوه‌زایی جهان، می‌توان حجم های عظیم از آن را مشاهده نمود. این دگرگونی معمولاً با ماگماتیسم همراه است و در آن توده های نفوذی گرانیت نیز یافت می شود (تصویر۸۳).

حد این دگرگونی بسیار وسیع و از چند صد متر تا چندین هزار کیلومتر گسترش دارد. عامل اصلی ایجاد آن، فشارهای جهت دار است که مسلماً دما نیز در آن نقش دارد.



تصویر ۸۳– نمایش زون های دگرگونی ناحیه ای و انواع آن در زون فرورانش

بیشتر بدانیم:

برخی از زون های دگرگونی ناحیه ای در ایران

با توجه به گسترش و وسعت دگرگونی ناحیه ای در ایران بعضی از زون های دگرگونی ایران به اختصار عبارتند از:

۱– دگرگونی زون بینالود که در جنوب مشهد تا تربت جام ادامه داشته و تا داخل افغانستان نیز دنباله آن قابل تعقیب است.

۲– سنگ های دگرگونی در ناحیه اسالم (راه خلخال) و شاندرمن در کوه های طالش را می توان تنوعی از گنیس و شیست و اسلیت دانست.

۳– مجموعه دگرگونی گشت واقع در مشرق ماسوله، سنگ هایی با درجات دگرگونی متفاوت قابل رویت است. بیرون زدگی ها فقط در مسیر رودخانه غروب بار و ماسال قابل مشاهده هستند.

۴– نوار دگرگونی یا زون سنندج– سیرجان به طول تقریبی ۱۲۰۰ کیلومتر و پهنای متوسط ۳۰ کیلومتر گسترش داشته و شامل مجموعه های دگرگونی سنندج، همدان، ملایر، تویسرکان، بروجرد، اراک، گلپایگان، بوانات، ده بید، نیریز، اسفندقه، سیرجان، حاجی آباد است.

۵– دگرگونی ده سلم در مشرق ایران در جنوب بیرجند بصورت نواری به طول ۱۳۰ کیلومتر و به عرض تقریبی ۲۰ تا ۱۵ کیلومتر وجود دارد که در بخش غربی درجه دگرگونی آن شدیدتر از بخشهای شرقی است.

۶– دگرگونی زون فیلیش شرق ایران یعنی زون نهبندان – خاش واقع در حد شرقی مرز ایران با پاکستان،حاوی اسلیت‌ها و فیلیت‌های دگرگون شده. گرانیت زاهدان نیز در داخل این مجموعه دگرگونی است.

۷– علی آباد در گرگان، حاوی شیست‌های دگرگون شده و دارای گسترش زیاد و در امتداد شرقی – غربی هستند.

۲-۲-۷-دگرگونی مجاورتی

این نوع دگرگونی در اثر مجاورت ماگمای در حال سرد شدن با سنگهای مجاور خود ایجاد می شود و همراه با تأثیر دمای بالا و محلول‌های فعال است. این نوع دگرگونی حالتی موضعی و محلی دارد، یعنی با دور شدن از محل تماس تودهٔ نفوذی با سنگ مجاور، اثرات دگرگونی به سرعت از بین می رود. بطور کلی در این نوع دگرگونی هر چه از منبع حرارتی دورتر می شویم سنگ‌هایی که تشکیل شده اند دارای مقاومت کمتری در برابر فرسایش دارند. این پدیده در تصویر ۸۴ در مقایسه با چینی، سفال و در نهایت خاک رس معرفی شده است.

در این نوع دگرگونی، گرما و شیمیایی جزء عوامل اصلی دگرگون کردن سنگ‌ها هستند که درنتیجه آن‌ها، سنگ‌ها سخت شده، تبلور مجدد می یابند و حالتی توده ای و متراکم پیدا می‌کنند. در صورتی که بخارها و محلول‌ها موادی را به محیط دگرگونی اضاف کنند، کانی‌های جدید ساخته می شوند. در این مواقع ممکن است قسمت‌هایی از سنگ اصلی کاملاً توسط کانی‌های جدید جایگزین شود.

بیشتر بدانیم:

برخی از زون های دگرگونی در ایران (ادامه)

۸- در مغرب شهر ارومیه، دگرگونی ناحیه ای با وسعت و ضخامت زیاد و درجات متنوع وجود دارد که ادامه آن به کشور ترکیه می رسد. این دگرگونی بسیار قدیمی است و در آن مرمر گنیس هم وجود دارد.

۹- در تکاب دگرگونی با وسعت زیاد وجود دارد. در آن گنیس، میکاشیست‌های مختلف و شیست نیز وجود دارد.

۱۰- در ساغند، اردکان یزد، متنوع‌ترین ، بارزترین و ضخیم ترین سریهای دگرگونی با ضخامت ۱۰ هزار متر وجود دارد که به سری چاپدونی و مجموعه بنه شورو و مجموعه تاشک شهرت دارند.

۱۱- در شرق جندق و به سمت مصر یک سری دگرگونی از اسلیت تا گنیس وجود دارد که در آن انواعی شیست ها را نیز می‌توان مشاهده کرد.

برخی از زون های دگرگونی مجاورتی در ایران

با توجه به این که دگرگونی مجاورتی در مقیاسهای مختلف رخ می دهد، در اینجا به ذکر موارد شاخص آن می پردازیم:

۱- در نزدیکی پلور (جاده هراز) در حد بین آهکهای ژوراسیک (سازند لار) و گدازه های دماوند، خاکهای قدیمی به رنگ قرمز آجری در آمده که گاه ضخامت آن به ۵۰ سانت هم می رسد.

۲- در حاشیه توده نفوذی قصر فیروزه، آهکهای دگرگون شده به مرمر تبدیل شده است. در نتیجه این دگرگونی معدن آهن قصر فیروزه ایجاد شده است.

۳- در ناحیه اهر، در اطراف توده های نفوذی، دگرگونی باعث ایجاد ذخایر مس در سنگ‌های آهکی شده است (معدن مزرعه).

۴- در حاشیه توده الوند، یک سری کامل از سنگ‌های دگرگونی مجاورتی ایجاد شده است در مسیر اسد آباد قابل مشاهده هستند.

۵- گرانیت دوران (زنجان) باعث دگرگونی رسوبات رسی در اطراف خود شده است.

۶- گرانیت جنوب لاهیجان در ضلع جنوب شرقی خود، سنگهای آهکی را دگرگون کرده و به مرمر تبدیل کرده است.

۷- در اطراف ملایر، دگرگونی مجاورتی سنگ‌های اطراف توده نفوذی گرانیت یونس به خوبی قابل مشاهده است.

۸- در شرق ایران، گرانیت شاه کوه در شمال مجموعه ده سلم، باعث دگرگونی مجدد سنگ‌ها شده است.

۹- در اطراف توده های نفوذی مشهد، هاله های دگرگونی جالبی وجود دارد که از شیست و اسلیت است.

۱۰- در اطراف توده های نفوذی لواسان در شرق تهران، سنگهای توف دگرگون شده و سخت شده اند.

۱۱- در سد کرج، در حاشیه شمالی سنگ پایه سد، باعث دگرگونی توفهای سبز شده و آن‌ها را مستحکم کرده است.

۱۲- در اطراف ابهر، گرانیت‌ها باعث دگرگون شدن توفهای محدوده شده و در آن‌ها کانی‌های سبز مس دیده می شود.

۱۳- در حاشیه شرقی گرانیت شیر کوه یزد، مرمرهای دانه درشتی وجود دارد که برای موزاییک سازی از آن‌ها استفاده می شود.

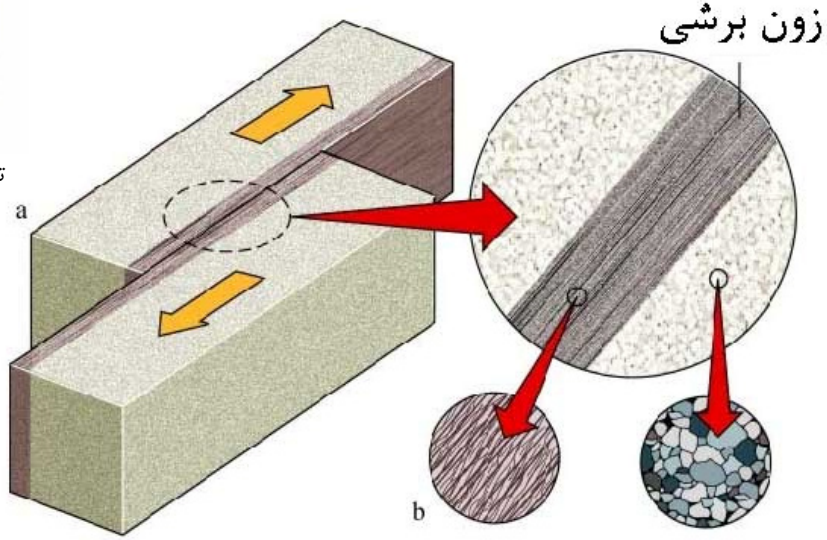
۱۴- در شرق روستای علی آباد در مسیر تهران – قم، گدازه های آتشفشانی قدیمی باعث دگرگون شده سنگ‌های زیرین آن‌ها شده و به رنگ آجری تبدیل شده اند.

توضیحی درباره دگرگونی های ناحیه ای و مجاورتی

اساساً دگرگونی ها بصورت منطقه ای و هاله مانند هستند و با گذر از کنار توده های آذرین به سمت مجاور به مرور شدت میزان دگرگونی

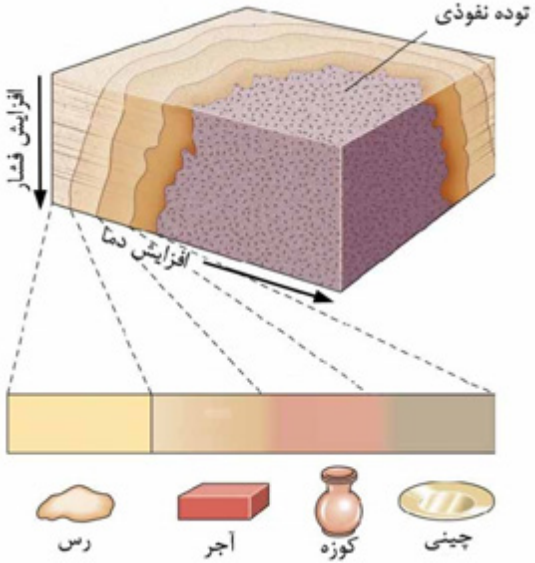
۳-۲-۷-دگرگونی دینامیکی

دگرگونی دینامیکی در ارتباط با سطوح گسلی بزرگ و مهم مشاهده میشود. همزمان با حرکات گسل‌های بزرگ، در سطوح آن‌ها دگرگونی دینامیکی رخ میدهد. واضح است که در سطوح فوقانی پوسته زمین، سنگ ها شکننده هستند. بنابراین وقتی تحت تأثیر حرکات مکانیکی شدید قرار میگیرند خرد می شوند که حتی در مقیاس نمونه دستی یا کوچک‌تر از آن قابل تشخیص میباشند. ولی در سطح عمیق تر که درجه حرارت زیادتر است ممکن است حرکت با تبلور دوباره همراه باشد و در حالات استثنایی حتی ممکن است پدیده ذوب نیز اتفاق افتد. قطعه قطعه شدن شدید سنگ‌ها درامتداد سطوح گسلی باعث ایجاد نوعی سنگ بنام بِرِش گسلی می شود (تصویر۸۵).



تصویر ۸۵- نمایش زون دگرگونی دینامیکی

نوع خرد شدگی در برش‌ها به نوع سنگ میزبان بستگی دارد. اگر سنگ میزبان سخت و توده ای باشد، سنگ مزبور بسیار دانه ریز می شود و اگر سنگ میزبان از نوع سنگ‌های دارای کانیهای صفحه ای باشد، برش حاصل نوعی سنگ متورق می‌شود.



تصویر ۸۴- نمودار روند دگرگونی حرارتی در مقایسه با محصولات خاک رس

یک نکته:

درباره برش گسلی

نوع خرد شدگی در برش‌ها به نوع سنگ میزبان بستگی دارد. اگر سنگ میزبان سخت و توده ای باشد، سنگ مزبور بسیار دانه ریز می‌شود و اگر سنگ میزبان از نوع سنگ‌های دارای کانی های صفحه ای باشد، برش حاصل نوعی سنگ متورق می شود.

بیشتر بدانیم:

توضیحی درباره دگرگونی های ناحیه ای و مجاورتی (ادامه)

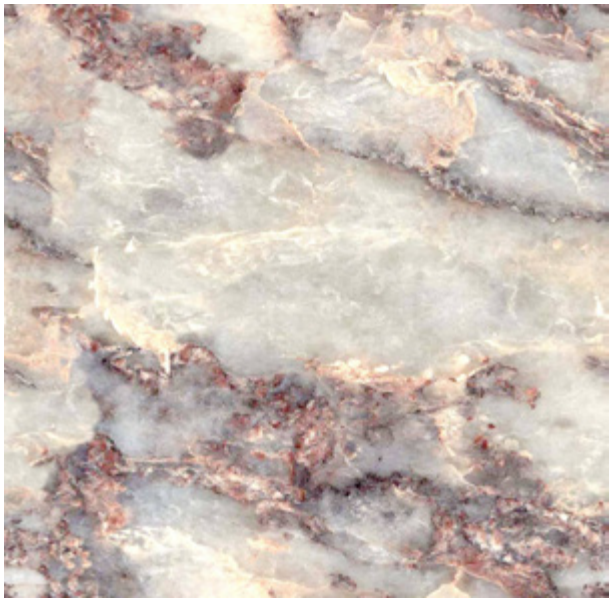
کم می شود تا در نهایت به سنگ اصلی برسد مانند شکل سنگ‌های دگرگونی مجاورتی و در مورد دگرگونی های ناحیه ای نیز و در مورد دگرگونی های ناحیه ای نیز این اتفاق رخ میدهد و می‌توان روند دگرگونی را از درجه زیاد به کم و یا برعکس بر روی زمین مشاهده کرد.

۳–۷– انواع سنگ های دگرگونی

در ادامه یکی از معروفترین سنگ های دگرگونی به شما معرفی می‌گردد، دیگر انواع سنگ های دگرگونی را می توانید در قسمت بیشتر بدانیم، مطالعه نمایید. (صفحه بعد)

۱–۳–۷–مرمر

مرمر نوعی سنگ دگرگون شدهٔ فاقد تورق است که عمدتاً از کلسیت تشکیل می شود. بلورهای این سنگ معمولاً درشت و در هم بافته شده هستند. به این دلیل مرمر سنگی متراکم و درشت بلورین است. در برخی موارد به علت تغییر شکل و ایجاد حالت جریانی، مواد آلی موجود در سنگ اولیه به صورت نوار و لایه هایی در سنگ مرمر دیده می شوند. رنگ این سنگ می تواند سفید، صورتی، خاکستری متمایل به آبی، یا قهوه ای باشد. (تصویر۸۶).



تصویر ۸۶–نمایی از یک سنگ مرمر

بیشتر بدانیم:

طبقه بندی سنگ‌های دگرگونی

سنگ‌های دگرگون شده حالت‌های پیچیده ای دارند. به این دلیل تنظیم یک روش طبقه بندی مناسب بر اساس نوع کانی‌ها یا نوع منشأ، برای آن‌ها مشکل است. مناسب-ترین طرح طبقه بندی سنگ‌های دگرگون شده این است که آن‌ها را بر اساس وضعیت ساختاری به گروه های اصلی و سپس بر مبنای ترکیب کانی شناسی به گروه های فرعی تسیم کنیم. مطابق این طبقه بندی دو گروه اصلی از سنگهای دگرگون شده را میتوان تشخیص داد:

الف) آن‌هایی که دارای حالت تورق هستند (دارای ساختار مشخص صفحه ای)

ب) آن‌هایی که فاقد تورق هستند و حالتی توده ای دارند.

سنگ‌های دگرگون شدهٔ دارای تورق را می توان بر اساس نوع تورق آنها به زیرگروه هایی تقسیم کرد. در هر گروه نیز بر اساس این‌که کانی‌های عمدهٔ سنگ از چه نوع باشند، انواع مختلف سنگ‌های دگرگون شده وجود خواهند داشت.

یک نکته:

یک روش شناسایی سنگ مرمر

یکی از مشخصه های عمدهٔ مرمر نیز مانند سنگ آهک، نرمی و واکنش پذیری آن با اسید کلریدریک است

انواع سنگ‌های دگرگونی (از صفحه بعد)

- ***۲-۳-۷- اِسلیت***: اسلیت سنگ دگرگون شدهٔ دانه ریز با نوع خاصی از تورق به نام رَخ اسلیتی است. در بسیاری از اسلیت‌ها اثرات لایه بندی رسوبی اولیه توسط اختلاف در رنگ یا ابعاد دانه ها قابل تشخیص است و این سطوح لایه بندی معمولاً زاویه ای با سطوح رَخ اسلیتی می سازند. کانی‌های اسلیت به طور عمده عبارتند از کوارتز، موسکویت و کلریت. ولی بلور آن‌ها معمولاً به قدری کوچک است که تنها با میکروسکوپ قابل تشخیص هستند. اسلیت سنگی است با درجه دگرگونی کم که عمدتاً از شیل حاصل می آید. رنگ آن‌ها خاکستری، سیاه، قرمز یا سبز است (تصویر۸۹).
- **۳-۳-۷- فیلیت:** فیلیت بطور کلی شبیه به اسلیت است، با این تفاوت که روی سطوح تورق دارای جلا و حالت براق است.
- **۴-۳-۷- *شیست*:** شیست‌ها انواعی از سنگ‌های دگرگون شده اند که در آنها تورق به علت موازی قرار بلورهای نسبتاً درشت تر کانی‌های صفحه ای، ایجاد می شود. میکاها (خصوصاً موسکویت) جزو کانی‌های صفحه ای اصلی تشکیل دهندهٔ این نوع سنگ‌ها هستند. در این سنگ‌ها معمولاً فلدسپات کمتر وجود دارد، در حالی که کوارتز، گارنت و آمفیبول‌ها می توانند جزو کانی‌های سنگ باشند (تصویر۸۸).
- **۵-۳-۷- *گنیس*:** در گنیس ها تورق به علت وجود لایه های متناوب از کانی‌های مختلف ایجاد می شود. فلدسپات و کوارتز کانی‌های اصلی این نوع سنگ هستند ولی مقادیر کمتری میکا و سایر کانی‌های آهن و منیزیم دار نیز ممکن است در سنگ وجود داشته باشند. به این دلیل گنیس ها از نظر ترکیب شبیه به گرانیت‌ها هستند. تورق در گنیس‌ها می تواند به صورت لایه های تقریباً ممتدی از کانی‌های تیره و روشن تا لایه های چین خورده و تغییر شکل یافته از این کانی‌ها باشد. گاهی لایه های متناوب که نمایان‌گر تورق هستند، تا حدود چند سانتیمتر می رسد.

گنیس‌ها جزو فراوان‌ترین انواع سنگ‌های دگرگون شده هستند. این نوع سنگ‌ها معرف درجه دگرگونی زیادند و می‌توانند از سنگ‌های مختلفی تشکیل شود (تصویر۸۷).

تصویر ۸۷– نمونه ای از یک گنیس

تصویر ۸۸– نمونه ای از یک شیست

تصویر ۸۹– نمونه ای از یک اسلیت

خلاصه فصل

عوامل متعددی باعث دگرگونی در سنگ‌ها می شوند که اهم این عوامل شامل دما، فشار و تأثیر سیالات بر سنگ‌ها است. سنگ‌ها به روش‌های مختلفی دگرگون می شوند که عمده ترین آن‌ها عبارتند از دگرگونی ناحیه ای که در مناطقی که صفحات مختلف کره زمین که به یکدیگر برخورد میکنند ایجاد میشوند. لذا اغلب به صورت نوارهایی کشیده در امتداد زون‌های کوهزایی هستند. نوعی دیگر از دگرگونی ها نوع حرارتی هستند که در کنار توده های ماگمایی با حرارت بالا ایجاد می شوند و در نوع سوم دگرگونی نوع دینامیکی (در کنار گسل‌ها) است.

سنگ‌های دگرگونی را اساساً به دو دسته اصلی که یک گروه دارای تورق و دیگری فاقد تورق هستند تقسیم می‌شوند. در صفحه بعد نقـشه مناطق دگرگونی ناحیه ای در ایران ارائه شده است.

خود را بیازماییم

۱– عوامل دگرگونی را نام ببرید؟

۲– انواع دگرگونی را معرفی کنید؟

۳– دگرگونی ناحیه ای در چه مناطقی از زمین ایجاد میشوند؟

۴– عامل اصلی در دگرگونی ناحیه ای چیست؟

۵– دگرگونی دینامیکی در چه محل‌هایی ایجاد میشوند.

۶– مرمر چه جنسی دارد و چه نوع سنگ دگرگونی است؟

بیشتر بدانیم:

بیشتر بدانیم:

فصل هشتم: فسیل شناسی و زمان

هدف فصل

مقدمه

۸-۱- روش‌های تعیین سن

۸-۲- جدول زمانی در زمین شناسی

۸-۳- رده بندی موجودات

۸-۴- شرایط فسیل شدن

۸-۵- انواع فسیل شدن

۸-۶- انواع سنگ‌های حاوی فسیل

۸-۷- فسیل شناسی

۸-۸- تحولات موجودات در زمان زمین شناسی

خلاصه فصل

خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- آشنایی با روش‌های گوناگون تعیین سن در زمین شناسی.
- معرفی جدول زمانی زمین شناسی و نحوه تقسیم بندی این جدول.
- آشنایی با علم طبقه بندی موجدات و تقسیمات این رده بندی.
- معرفی شرایط فسیل شده موجودات زنده.
- شناخت انواع فسیل شدن.
- آشنایی با بعضی از رده های شاخص موجودات فسیل شده.
- بررسی تحولات موجودات در تاریخ زمین شناسی.

مقدمه

همانگونه که هر فردی علاقه مند است بداند در چه تاریخی متولد شده و چقدر از عمرش می گذرد، این سؤال در ذهن بسیاری از دانشمندان و زمین شناسان و حتی مردم عادی پیش آمده و می آید که: عمر زمین چقدر است و تاریخ وقوع پدیده های و حوادث آن بدرستی چه موقع بوده است؟

بنابر این پژوهشگران زمین شناسی در جستجوی راهی جهت پی بردن به اوضاع گذشته زمین اند که بدانند عمر زمین در چه حدود و تاریخ تحولات ناشی از سیر تکاملی آن از بدو تشکیل تاکنون چگونه بوده است.

پیدایش حیات در روی زمین و سیر تکاملی در عالم موجودات گیاهی و جانوری در طول تاریخ زمین نشان می دهد که آثار و بقایای موجودات در زمان‌های گذشته زمین شناسی که آنها را امروز تحت عنوان فسیل‌ها مورد مطالعه قرار می‌دهند، مبنای تقسیم بندی تاریخ زمین قرار گرفته اند.

حیات اولیه با پیدایش تک سلولی هایی نظیر باکتری‌ها از سه میلیارد و ششصد میلیون سال قبل یعنی زمان ***پرفانروزوئیک*** آغاز شده و ظهور موجودات اولیه پر سلولی و دارای قسمت‌های سخت (اسکلت و صدف) از ششصد میلیون سال قبل تاکنون مؤید وجود مرحله دیگری از تاریخ حیات در کره زمین است که تحت عنوان ***فانروزوئیک*** خوانده می شود.

۸–۱– روش های تعیین سن زمین

یکی از مسائل مهم برای هر زمین شناس تعیین توالی حوادث و رویدادهای ثبت شده در برشی است که روی آن‌ها را مطالعه می کند. تعیین این توالی‌ها به دو صورت امکان دارد:

- تعیین سن نسبی: زمان این حوادث را نسبت به هم بسنجیم. یعنی مشخص کنیم کدام حادثه زودتر و کدام یک دیرتر اتفاق افتاده است.
- تعیین سن مطلق: سن هر حادثه را بطور مجزا و مطلق اندازه بگیریم و سپس موقعیت آن‌ها را نسبت به هم بسنجیم.

۸–۲– جدول زمانی در زمین شناسی

برای توصیف پدیده های مختلف زمین، راه های گوناگونی وجود دارد. مثلاً کانی‌ها را بر اساس ویژگی‌های فیزیکی، نوری و یا نظم اتمی و فرمول شیمیایی آن‌ها و یا سنگ‌ها را بر حسب شرایط تشکیل به رسوبی، آذرین و دگرگونی تقسیم بندی کردیم. ما حتی می‌توانیم

بیشتر بدانیم:

مثالی برای سن مطلق

به عنوان مثال بگوییم که در دویست میلیون سال قبل در یک منطقه دریا پس روی کرده و در ۱۷۰ میلیون سال قبل در این فعالیت‌های آتشفشانی به وقوع پیوسته و سپس در ۱۵۰ میلیون سال قبل در آنجا پیشروی دریا صورت گرفته است.

جانوران فسیل شده را بر طبق پارامترهای زیست شناسی آن‌ها توصیف کنیم اما یکی از جنبه های مهم که هنوز به بحث در مورد آن نپرداختیم، مبحث جدول زمانی در زمین شناسی و این‌که هر پدیده در چه تاریخی از عمر زمین به وقوع پیوسته است. با این توضیح در اینجا به تقسیمات زمانی در زمین شناسی و نحوه این تقسیم بندی ها می-پردازیم.

از آنجا که تعیین مرزهای جدا کننده زمان در این تقویم بسیار مهم است لذا از عوامل متعددی که به شرح زیر است:

- تکامل جانوران: با توجه به این‌که روند تکاملی جانوران برگشت ناپذیر است، می‌توان بر اساس تغییرات مهم تکاملی جانوران تاریخ زمین را تقسیم کرد. که این تغییرات می‌تواند شامل ظهور یا حذف یک جانور یا گیاه باشد و یا تغییرات مهم زیست شناسی در شاخه ای از موجودات زنده.
- پدیده های کوهزایی به عنوان رخدادهای بزرگ در کل زمین، می-تواند عامل مهمی در ایجاد یک مرز جدا کننده میان زمان‌های مختلف باشد.
- تحولات رسوبی: عواملی مانند پیش روی ها و پس روی در دریاها می‌تواند نقش مؤثری در تفکیک زمان‌ها در زمین شناسی داشته باشد.

بر پایه حوادث بالا می‌توان سن هر بخش از تاریخ زمین را تقسیم بندی کرد. با استفاده از روش‌های تعیین سن مطلق می‌توان سن هر بخش از تاریخ زمین را نیز معین کرد.

یک نکته:

جدول تقویم زمان شناسی

با توجه به مطالب ذکر شده، زمین شناسان جدول تقویم زمانی زمین شناسی را به دو بخش اصلی تقسیم کردند که مرز این تقسیم بندی را بر حسب پدیده کوهزایی و تکامل جانوری انتخاب کردند. این دو بخش با توجه به حضور و عدم حضور موجدات زنده به دو بخش دارای آثار زیستی یا فانِروزوئیک که از حدود ۵۷۰ تا ۶۰۰ میلیون سال قبل آغاز می شود (البته در منابع مختلف این اعداد ممکن است با هم کمی اختلاف داشته باشند) و تا زمان حال ادامه پیدا می کند و بخش دیگر که به عنوان بخش فاقد آثار زیستی یا قبل از ظهور حیات است را با نام پِرِفانِروزوئیک نام گذاری کردند که از ابتدای تشکیل زمین در حدود ۴۶۰۰ میلیون سال قبل تا حدود ۶۰۰ میلیون سال قبل ادامه دارد. البته پس از تشکیل این جدول زمانی و معرفی آن در مجامع بین اللملی بعنوان یک استاندارد، آثاری از حیات در بخش پِرِفانِروزوئیک یافت شد، در نتیجه اقدام به تقسم بندی های کوچکتری در این قسمت شد.

بخش دارای آثار حیات (فانِروزوئیک) به سه بخش اصلی که به ***دوران*** معرف است تقسیم بندی شد که شامل ***پالئوزوئیک*** یا دیرین زیستی از ۵۷۰ تا ۲۴۵ میلیون سال قبل، ***مزوزوئیک*** یا میان زیستی از ۲۴۵ تا ۶۵ میلیون سال قبل و ***سِنوزوئیک*** یا نو زیستی از ۶۵ تا زمان حال است. البته در بعضی از تقسیم بندی ها دوران چهارم یا ***کواترنری*** را در این تقویم در نظر گرفته اند که کمتر از ۱ میلیون سال قدمت دارد.

هر یک از دوران به بخش‌های کوچکتری موسوم به ***دوره*** تقسیم می شوند که نام هر دوره یا از محل‌هایی که سنگ‌های آن زمان اولین بار مطالعه شده، مانند ژوراسیک که از کوه های ژورا انتخاب شد و یا از رخدادهای مهم آن دوره اقتباس شده است. مانند کربونیفر که به دلیل حضور لایه های زغال‌سنگ در رسوبات این زمان در انگلستان این نام انتخاب شد. جدول تقویم زمین شناسی در صفحه بعد آورده شده است.

۳-۸- رده بندی موجودات

تاکسونومی از دو کلمه یونانی تاکسیس به معنی ترتیب دادن و منظم کردن و نوموس به مفهوم نظام و قانون گرفته شده است. منظور از تاکسونومی، تعریف مشخصات و قواعد نام‌گذاری جانداران و اصول مربوط به رده بندی آن‌ها است.

رده بندی، نتیجه کار تاکسونومی است که در آن جانوران یا گیاهان به ترتیب سلسله مراتب منظم و رده بندی می گردند. واحدهای مختلف رده بندی موجدات به شرح زیر است:

- *سلسله*
- *شاخه*
- *رده*
- *راسته*
- *خانواده*
- *جنس*
- *گونه*

مثالی ازاین طبقه بندی را در مورد انسان بیان می کنیم:

سلسله	شاخه	رده	راسته	خانواده	جنس	گونه
جانوران	کورداتا	پستانداران	پرینات‌ها	هومینیده	هومو	ساپینس

Eon	Era دوران	Period دوره	begin - end (Mya)
Phanerozoic (PH)	Cenozoic (CZ) نو زیستی	Neogene (N) نئوژن	۲۳ - ۰,۰
		Paleogene (E) پالئوژن	٦٥ – ۲۳
	Mesozoic (MZ) میان زیستی	Cretaceous (K) کرتاسه	١٤٥- ٦٥
		Jurassic (J) ژوراسیک	۲۰۸ – ١٤٥
		Triassic (T) تریاس	۲٤٥ – ۲۰۸
	Paleozoic (PZ) دیرینه زیستی	Permian (P) پرمین	۲۹۰ – ۲٤٥
		Carboniferous (C) کربنیفر	۳٦۰ – ۲۹۰
		Devonian (D) دونین	٤۰۸ – ۳٦۰
		Silurian (S) سیلورین	٤٤۰ – ٤۰۸
		Ordovician (O) اردوویسین	٥١۰ – ٤٤۰
		Cambrian (Є) کامبرین	٥۷۰ – ٥١۰
Prephanerozoic	Proterozoic (PR)	Neoproterozoic (NP)	١۰۰۰ – ٥۷۰
		Mesoproterozoic (MP)	١٦۰۰ – ١۰۰۰
		Paleoproterozoic (PP)	۲٥۰۰ – ١٦۰۰
	Archean (AR)	Neoarchean (NA)	۲۸۰۰ – ۲٥۰۰
		Mesoarchean (MA)	۳۲۰۰ – ۲۸۰۰
		Paleoarchean (PA)	۳٦۰۰ – ۳۲۰۰
		Eoarchean* (EA)	۳۸۰۰ – ۳٦۰۰
	Hadean* (HA)	Early Imbrian* EI	۳۸٥۰ – ۳۸۰۰
		Nectarian* (NC)	۳۹٥۰ – ۳۸٥۰
		Basin Groups* (BG)	٤١٥۰ – ۳۹٥۰
		Cryptic* (CY)	- ٤١٥۰

جدول زمانی در زمین شناسی

۸-۴- شرایط فسیل شدن

شرایطی که می تواند منجر به تشکیل فسیل گردد، عبارتند از:

- وجود اندام‌های سخت (اسکلت) یا صدف در موجود.
- مدفون شدن موجود در رسوبات و پوشش کامل آن تا زمان فسیل شدن.
- فعالیت باکتری‌ها که منجر به از بین رفتن قسمتها و اندام‌های آلی جانور می گردد.
- فعل و انفعالات شیمیایی و جانشینی مواد و عناصر در اسکلت یا صدف.

بدیهی است که بافت های زنده موجودات که ملکول‌های مواد آلی دارند توسط باکتری‌ها تجزیه و فاسد می گردند، ولی چنانچه در شرایط محافظت کامل، مثلاً در توده های یخ، گلهای نرم، صمغ ها و خاکسترهای آتشفشان قرار گیرند احتمال فسیل شده کامل آن‌ها وجود دارد ولی قسمت‌های سخت جانور با مقاومتی که دارند بیشتر به حالت فسیل در می آیند.

نیروهای فشاری و تراکمی رسوبات، گاه باعث می گردد که اسکلت موجودات از شکل اصلی خارج شود. مثلاً فسیل‌های موجود در شیل هایی که نیروهای فشاری را تحمل کرده اند اغلب پهن هستند.

امکان دارد اسکلت یا صدف توسط کانیهایی غیر از جنس خود آن-ها جانشین شود مثلاً در اغلب صدف‌های آمونیت مشاهده می‌شود که کاملاً از کانی پیریت تشکیل شده است که این یک پدیده جانشینی را بیان می کند. گاه از صدف قالبی باقی می ماند که بر اثر حل شدن اسکلت یا صدف است و جای آن بر روی رسوبات باقی مانده است.

۸-۵- انواع فسیل شدن

۸-۵-۱- فسیل شدن اعضای نرم

این نوع فسیل شدن موقعی صورت می‌گیرد که موجب در محیطی کاملاً دور از هوا قرار بگیرد. وجود چنین محیطی کمتر اتفاق افتاده و موجودات اغلب تحت تأثیر عمل باکتری‌ها واقع می‌شوند ولی در این مورد می توان از چند محیط مناسب نام برد.

- **یخبندان:** در سال ۱۷۹۹ میلادی در منطقه قطبی سیبری، جسد کامل ماموت‌ها که در نتیجه یخبندان به حالت اولی با گوشت و پوست و پشم وحتی محتویات داخلی معده آنها باقی مانده بود پیدا شد. بعد از آن تاریخ بیش از ۵۰ فسیل دیگر در سیبری پیدا شده اند. گوشت بعضی از این سنگواره ها به قدری خوب محافظت شده بود که ممکن است توسط حیوانات وحشی مورد استفاده قرار گیرد.
- **مدفون شدن در آسفالت طبیعی:** در بعضی از مناطق نفت خیز در امتداد شکستگی‌ها، نفت خام به سطح زمین جریان پیدا می کند و در گودال-هایی تجمع می یابد. با تبخیر شدن نفت‌های سبک، نفت سنگین مانند آسفالت طبیعی در گودال باقی می ماند. با پوشیده شدن این نفت‌ها با لایه ای نازک از گرد و غبار، باعث می شود تا چنانچه موجودی از روی آن عبور کند به داخل آن فرو رفته و مدفون شود و تمام بخش‌های بدن سالم بماند.
- **مومیایی شدن:** در مناطق با آب وهوای خشک، جانوران دوره های گذشته که بر حسب اتفاق در زیر شن‌های روان و مواد رسی مدفون شده‌اند در نتیجه خشکی هوا، گوشت و پوست جانور خشکیده و جانور

بیشتر بدانیم:

جنس اندام های سخت در موجودات

اسکلت یا صدف در موجودات ممکن است از کربنات کلسیم، فسفات کلسیم، سیلیس کیتین و غیره باشد.

نظریات مختلف در مورد نحوه فسیل شدن جانوران یافت شده در یخبندان های سیبری

درباره دلیل فسیل شدن ماموت ها و دیگر جانوران یافت شده، گفته می شود که یا این موجودات تحمل سرمای سخت منطقه را نداشتند و هلاک شدند و در داخل یخ‌ها مدفون شدند و یا این‌که آن‌ها از ابتدا در این مناطق می زیستند ولی گاه هنگام عبور از کنار دره ها بر اثر ریزش کناره دره به کف دره سقوط کردند و توسط رسوبات یخی مدفون شدند.

بر اساس جدید ترین مطالعات انجام گرفته، عوامل ژنتیکی در انقراض این موجودات نقش داشته اند.

به حالت اولی خود فسیل شده است. در حقیقت خشک شدگی باعث مومیائی شدن طبیعی موجود می شود.

- **مدفون شدن حشرات در داخل صمغ درختان:** حشرات و یا جانداران کوچک ادوار گذشته که به صمغ‌ها چسبیده و در داخل آن‌ها محفوظ مانده اند در اثر گذشت زمان و سخت شدن صمغ‌ها بودن کوچکترین تغییری محافظت شده اند که حتی بافت‌ها مختلف آن‌ها نیز زیر میکروسکوپ قابل مطالعه است. در کهربا، اسکلت‌های کیتینی و بعضی بافتهای نرم حفظ شده اند. (تصویر ۹۰)

۸-۵-۲- فسیل شدن اعضای سخت

فسیل شدن اعضای سخت مانند اسکلت، صدف.

۸-۵-۳- فسیل شدن بی مهرگان

در موجود زنده اغلب از کربنات کلسیم بصورت آراگونیت است ولی در حالت فسیل شدن به کلسیت تبدیل می گردد. در واقع ترکیب شیمیایی تغییر نمی کند و فقط ساختمان بلورین عوض می شود.

۸-۵-۴- فسیل شدن با ترکسبات فسفاته، کیتین و کوتیکول

در موجوداتی که در ساختمان خود دارای این مواد هستند فسیل شدن بهتر صورت می گیرد، چون این مواد در مقابل عوامل تجزیه کننده مقاوم ترند. گیاهان و دانه های گرده، دارای کوتیکول هستند. این ماده یک ترکیب آلی است.

۸-۵-۵- رد یا اثر جانور

نوع دیگری از فسیل شدن وجود دارد که فقط آثاری از موجود باقی مانده و بصورت رد یا اثر جانور است. این نوع از فسیل‌ها با قالبها متفاوت هستند.

۸-۶- انواع سنگ های حاوی فسیل

فسیل‌ها اساساً در سنگ‌های رسوبی نظیر آهک، شیل و ماسه سنگ که در دریاها، دلتاها یا دشت‌های طغیانی رودخانه های قدیمی برجای گذاشته شده اند، یافت می شوند. فسیل‌ها اغلب در سنگ‌هایی که در دریاهای کم عمق رسوب کرده اند به دلیل گسترش و فراوانی موجودات زنده و سرعت رسوب‌گذاری بسیار فراوانند، در حالی که در سنگ‌های مربوط به خشکی‌ها نادرند و یا اصولاً وجود ندارند. در مواردی نه چندان معمولا، فسیل‌ها در انواع دیگری از سنگ‌ها نظیر تراورتن، توف و غیره نیز دیده می شوند. غیر عادی ترین حالت وجود فسیل همراه با سنگ‌های آذرین است.

سنگ آهک‌ها اغلب دارای فسیل فراوان و در بعضی مواقع سنگ تماماً از صدف‌های موجودات تشکیل شده است. هر چند که فسیل‌ها ممکن است کامل و خرد نشده باشند ولی معمولاً به صورت قطعات شکسته شده دیده می شوند.

سنگ‌های دانه ریز مانند شیل‌ها و رس‌ها نیز ممکن است دارای فسیل فراوان و واجد فسیل‌هایی باشند که به خوبی حفظ شده اند، به خوبی که جزئیات ظریف ساختمانی ارگانیسم دیده شده است. غالباً در این نوع سنگ‌های دانه ریز، در نتیجه فشردگی عمودی طبقات، فسیل-

بیشتر بدانیم:

نمونه ای از فسیل همراه با سنگ های آذرین

از آن جمله می توان تنه درخت کربونیزه شده ای را که بطور ایستاده در گدازه ملاحظه شده، نام برد.

این مورد در کشور ایالات متحده آمریکا مشاهده شده است.

تصویر ۹۰- حشره به دام افتاده در شیره یک گیاه

های پهن شده و صدف‌های ظریف و صدمه پذیر در نتیجه تراکم خرد می شوند.

۸-۷- فسیل شناسی

با توجه به تنوع شاخه های مختلف جانوری و گیاهای، در این بخش به شرح انواعی می پردازیم که شناسایی آن‌ها ساده تر و مشاهده آن‌ها نیز امکان پذیر تر است. بدیهی است که این معرفی صرفا دریچه ای بر علم گسترده فسیل شناسی است و شناخت دقیق گونه یک فسیل به دانش و مطالعه عمیق و گسترده در حوزه این علم نیاز داراد در اینجا تلاش گردیده، برای شما فراگیران عزیز مبنایی برای شناخت آنچه ممکن است در سفرهای طبیعت گردی مشاهده نمایید، فراهم گردد.

۸-۷-۱- شاخه نرم‌تنان

نرمتنان دارای بدنی بدون بند و نرم هستند. منشأ آن‌ها در سیر تکاملی کاملاً مشخص نیست. این موجودات هم به کرم‌های بنددار و هم به کرم‌های پهن شباهت دارند. بدن نرمتنان به چهار قسمت تقسیم می گردد که عبارتند از:

- قسمتی که کم و بیش سر نامیده می شود و شامل دهان، شاخک‌های حسی و چشم‌ها می باشد.
- قسمت پاها که در بخش شکمی قرار داشته و عضلانی است.
- توده احشایی که در پشت حیوان قرار داشته و شامل اندام‌هایی چون روده، کلیه وسیستم تولید مثل می باشد.

امروزه نرم‌تنان تقریباً با ۱۲۸۰۰۰ گونه، پس از بندپایان بزرگترین و متعددترین شاخه جانوری می باشند که در اقیانوس‌ها، آب‌های شیرین و نقاط مختلف خشکی ها و بطور کلی در همه جا یافت می گردند.

نرم‌تنان دارای اندازه های مختلفی هستند. گونه ای از ***سفالوپودها*** (سرپایان) بسیار بزرگ است و طول صدف پیچشی آن گاهی تا ۲۰ متر می رسد. سفالوپودا بزرگترین جانوران بی مهره هستند. در مقابل نرمتنان کوچک به اندازه کمتر از میلیمتر نیز مشاهده می شوند.

از میان رده های مختلف نرمتنان، به بررسی سه رده ***گاستروپودا*** (شکم پایان)، ***دو کفه ای‌ها*** و سفالوپودا (سرپایان) می پردازیم.

- **رده گاستروپودا یا شکم پایان**

گاستروپودا موجوداتی هستند که دارای سر، پا، محفظه محتوی روده ها و مانتل می باشند. مانتل، صدف آهکی مارپیچ یا ساده را ترشح می‌کند. اغلب موجوداتی دریایی بوده ولی حداقل از کربونیفر به بعد در آب‌های شیرین و در خشکی‌ها نیز یافت گردیده اند. اگر چه آن‌ها معمولاً در آب‌های کم عمق زیست می نمایند ولی در اعماق ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ متری نیز پیدا شده اند.

گاستروپودا گیاه‌خوار، گوشت‌خوار و یا همه چیز خوار می باشد. در گاستروپودا، سر دارای دهان، چشم ها و یک یا دو جفت شاخک مشخص می باشد. پیچش بدن مهمترین ویژگی گاستروپودها محسوب می شود. پیچش شامل مانتل و صدف می شود که قسمتهای نرم بدن را نیز در بر می‌گیرد. با توجه به وضعیت سر و پا گاستروپودها پیچش ۱۸۰ درجه در خلاف جهت حرکت عقربه های ساعت را نشان می‌دهند. در قسمت بیشتر بدانیم، برخی از جنس های گاستروپودا، معرفی شده است.

بیشتر بدانیم:

آیا می دانید چند گونه از نرمتنان تاکنون شناخته شده است؟

امروزه نرمتنان تقریباً با ۱۲۸۰۰۰ گونه، پس از بندپایان بزرگترین و متعددترین شاخه جانوری می باشند که در اقیانوس‌ها، آب‌های شیرین و نقاط مختلف خشکی ها و به طور کلی در همه جا یافت می گردند

نکته ای جالب درباره تنوع گاستروپوداها

گاستروپودا با ۱۰۵۰۰۰ گونه، امروزه متنوع ترین رده نرمتنان محسوب گشته و بیشترین پراکندگی و گسترش جهانی از نرمتنان را دارا هستند.

برخی از جنس های گاستروپودا

در ادامه جهت آشنایی شما فراگیران عزیز، برخی از جنس های گاستروپودا معرفی گردیده است:

- ***توریتلا*** :صدف دارای پیچش مخروطی و بلند است. تعداد پیچش ۸ تا ۲۰ عدد بوده و شکل مارپیچی دارد. سن: الیگوسن – عهد حاضر (تصویر ۹۱).

تصویر ۹۱- فسیل توریتلا

- ***سپیره ا:*** پیچش‌های اولیه بوسیله پیچش بزرگ انتهایی پوشیده می شود و شکل کلی صدف تخم مرغی است. دهانه باریک، شکاف مانند و دندانه دار بود و دارای دندان‌های اسپیندل میباشد. بخشی از صدف خارجی بوسیله جبه پوشیده میشود. سن: میوسن– عهد حاضر (تصویر۹۲).

- **رده پلسی پودا (دوکفه ای‌ها):**

دو کفه ای‌ها نرم‌تنانی با تقارن دو جانبی بودن سر، با یک پوشش خارجی و یک صدف دو قسمتی می باشند. صدف به کفهٔ راست و کفهٔ چپ تقسیم می شود. لولا در بخش پشتی صدف قرار دارد و شامل سیستم متغییری از دندان‌ها و حفره ها است که کفه ها را در جوار یکدیگر نگاه می دارند. لولای پشتی برای باز کردن کفه ها بکار می-رود، در صورتی‌که بستن کفه ها بوسیله انقباض عضله عملی می شود. دو عضله متمایل به مرکز از یک کفه به کفه دیگر امتداد پیدا می‌کنند و صدف را می بندند. در قسمت بیشتر بدانیم، برخی از جنس های دو کفه‌ای ها، معرفی شده است.

بیشتر بدانیم:

برخی از جنس های گاستروپودا (ادامه)

- ***مورکس:*** صدف گرد تا تخم مرغی شکل و نسبتاً طویل است. پیچش ها دارای نوارهای مارپیچش متعدد و خطوط رشد می‌باشد. این جنس دارای بخش‌های ضخیم شده و خاردار بوده و دهانه تخم مرغی شکل با کانال باریک و طویلی که تقریباً در قسمت انتهایی بسته است. سن: میوسن – عهد حاضر (تصویر۹۳) .
- ***کونوس:*** صدف مخروطی شکل است و دیوارهٔ داخلی پیچش صدف را نشان نمی دهد. بخش پیچیده معمولاً کوتاه بوده و دهانه باریک، طویل و یکنواخت می‌باشد (تصویر ۹۴).

تصویر ۹۲– صدف سیپره آ

تصویر ۹۳– صدف مورکس

تصویر ۹۴– فسیل کونوس

برخی از جنس های دوکفه ای ها

- ***اینوسراموس*** صدف تخم مرغی شکل تا گرد شده با دو کفه نا مساوی که دارای شیارهای متحدالمرکز می باشد. حفرات لولا کوچک در طول خط لولائی وجود دارند. لایه منشوری بسیار ضخیم بوده و معرف کرتاسه بالائی است. سن: ژوراسیک – کرتاسه (تصویر ۹۵).
- ***پکتن*** صدف دارای دو کفه نا برابر بوده، کفه راست محدب و کفه چپ مسطح است. خط لولا مستقیم و با دو دهلیز نسبتاً مساوی در جلو و عقب صدف وجود دارد. در یک حفره مرکزی واقع است. شیارهای شعاعی عمیق از مشخصه های این صدف است. پکتن ها جزو معدود گونه های شناگر در میان دوکفه ای‌ها است (تصویر ۹۶).

بیشتر بدانیم:

برخی از جنس های دوکفه ای ها (ادامه)

- ***اویستر:*** کفه راست مسطح و صدف دارای تزئینات تیغه ای است. اثر یک ماهیچه در داخل صدف مشاهده می شود. سن: کرتاسه – عهد حاضر (تصویر ۹۷).
- ***گریفه آ:*** دو کفهٔ صدف اندازهٔ کاملاً نا برابر دارند. کفه چپ کاملاً مقعر است و کفه راست از پوسته ای مسطح تشکیل شده است. سن ژوراسیک – عهد حاضر (تصویر ۹۸).
- ***اگزوژیرا:*** صدف های کوچک تا نسبتاً بزرگ با حالت مارپیچی تا محیطی از ویژگی‌های آن است. این جنس دارای تعدادی گونه از فسیل-های شاخص است. سن: ژوراسیک میانی – عهد حاضر (تصاویر ۹۹).

تصویر ۹۶– فسیل پکتن

تصویر ۹۸– فسیل گریفه آ

تصویر ۹۹– فسیل اگزوژیرا

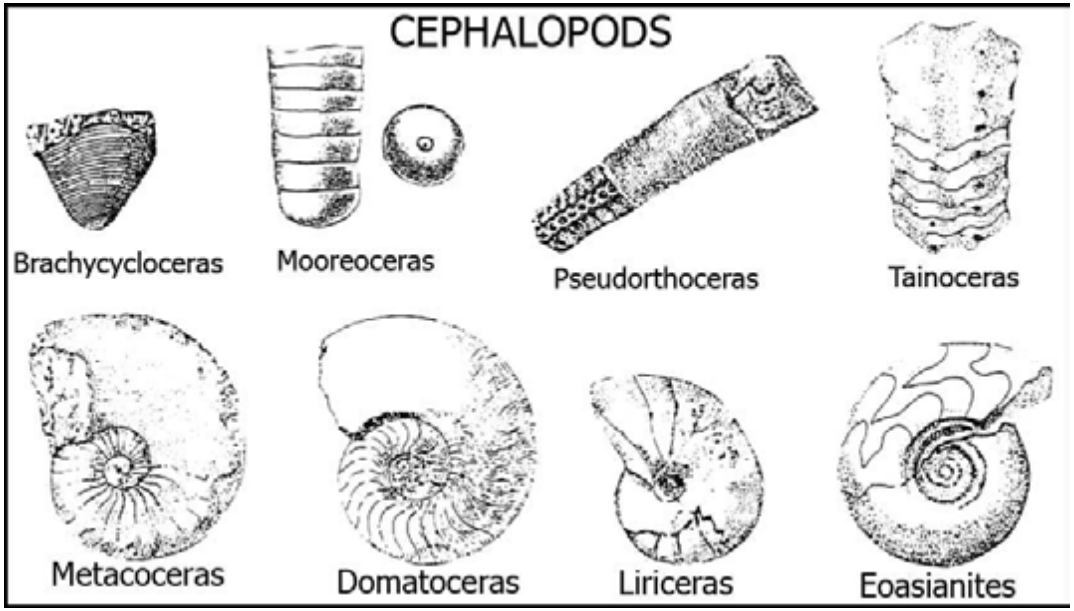
تصویر ۹۵– فسیل اینوسرامس

تصویر ۹۷– فسیل اویستر

- **رده سرپایان**

این رده تکامل یافته ترین رده در شاخه نرم‌تنان و تنها رده شامل شناگرهای فعال با اعضای حسی و چشم‌های مخصوص هستند. سرپایان منحصراً در محیط‌های دریایی زندگی می کرده اند. آن‌ها شامل بزرگترین بی مهرگان به اندازه ۲۲ متر (با طول بازوها) نیز هستند که بدنی قیفی شکل داشته و بازوها به شکل پا تغییر پیدا می-کنند. سرپایان امروزی معمولاً آرواره های قوی دارند. سرپایان دارای مهمترین سنگ‌واره های مشخص از دونین تا پایان کرتاسه هستند.

با توجه به تکامل این رده از نرمتنان و پیچیدگی‌های موجود در شناخت آن‌ها در شاخه، صرفاً به معرفی راسته های آنها بر اساس تصویر می پردازیم. (تصاویر ۱۰۰ تا ۱۰۲).



تصویر ۱۰۰– نمونه هایی از زیر مجموعه های ردهٔ سرپایان

تصویر ۱۰۲– دو نمونه از آمونیت‌ها ژوراسیک

تصویر ۱۰۱– یک آمونیت با تزئینات بر روی صدف (راست) و یک صدف داخی بلمنیت

۲-۷-۸- *شاخه بازوپایان*

یکی از مهم‌ترین شاخه بی مهرگان هستند که دارای دو کفه بوده و قسمت‌های نرم بدن در آن جای دارد. این موجودات در تمام طبقات زمین شناسی (در محیط‌های دریایی) خصوصا دوران اول یافت می-شوند. بازوپایان (براکیوپودا) نقش ارزنده ای در چینه شناسی دوران اول دارند. بازوپایان شباهت زیادی به دو کفه ای ها دارند ولی از نظر اندازه وشکل و همچنین داشتن تقارن دو طرفی از دو کفه ای‌ها متمایز می‌گردند.

اندازه بازوپایان معمولاً از ۵ تا ۸۰ میلیمتر است ولی استثناً اندازه انواعی از آن‌ها ممکن است حدود ۱ میلیمتر یا ۳۷ سانتی‌متر نیز برسد. قدیمی‌ترین بازوپا متعلق به کامبرین زیرین است و اکثر آن‌ها در شروع دوران دوم از بین رفته اند بطوری‌که در حال حاضر حدود ۲۰۰ گونه از این موجودات در آب‌ها زیست می کند.

- **اشکال صدف:**

شکل صدف ممکن است گرد، بیضوی و یا کفه ها دارای کناره های کنگره دار یا زاویه دار باشند. همچنین صدف ممکن است محدب ومقعر و یا پهن باشد. سطح خارجی صدف ممکن است صاف یا تزئیناتی به صورت متحدالمرکز همراه با خار و یا دارای خطوط شعاعی برجسته باشد. بازوپایان به دو رده مفصل داران و بدون مفصل ها تقسیم می شوند (تصویر۱۰۳،۱۰۴).

بیشتر بدانیم:

درباره نام لاتین بازوپایان (Brachiopoda)
نام براکیوپودا به علت وجود زوائدی بنام براکیا در بدن این موجودات است. این موجودات کف زی و دریایی هستند و در عمق کم دریا زیست می کنند (بین ساحل تا ۱۸۰ متر). این موجودات توسط اندام ساقه مانندی به رسوبات کف حوضه رسوبی متصل می شوند.

تصویر ۱۰۳- چند نمونه از فسیل براکیوپودا

۳-۷-۸- *شاخه خارپوستان*

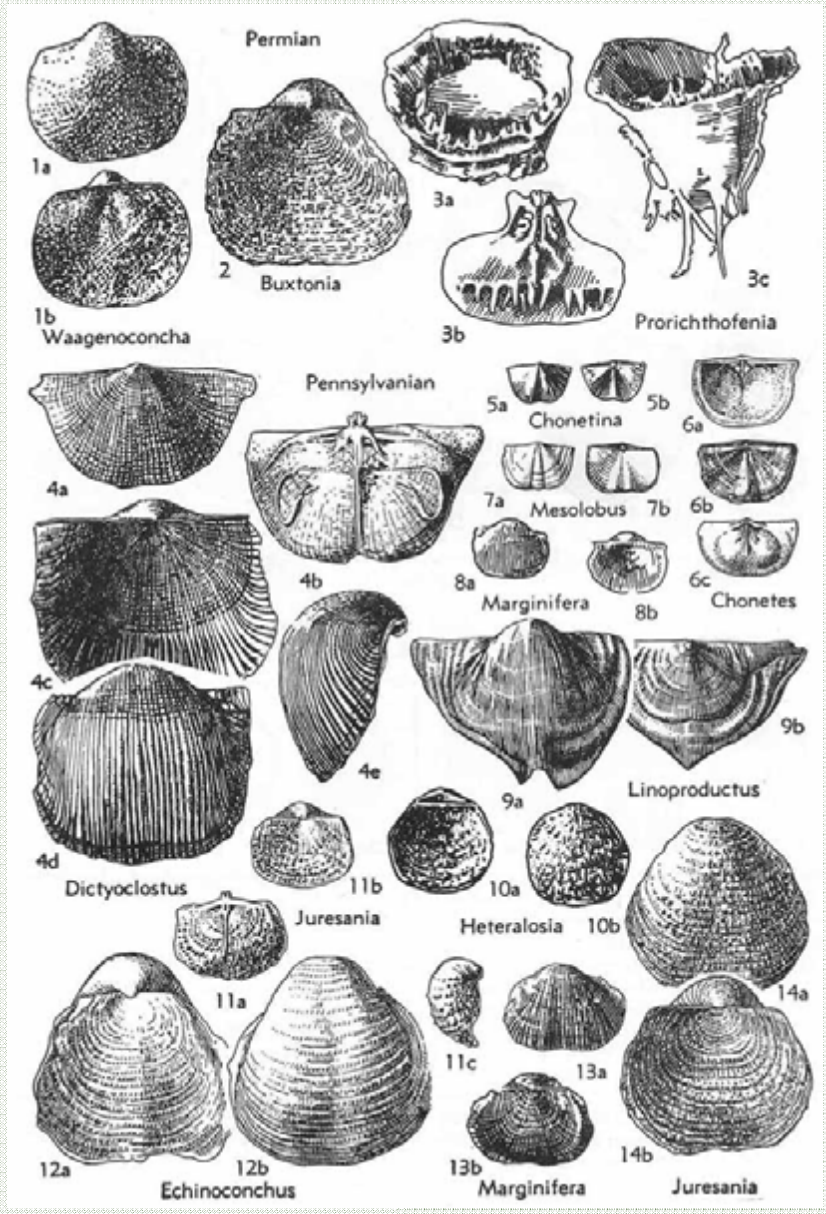
خارپوستان جانوران دریایی بی مهره، کف زی و دارای تقارت دو طرفی و یا اغلب پنج شعاعی هستند. اندازه آن‌ها از چند میلیمتر تا ۲۰ متر تغییر میکند. این جانوران دارای سیستم جریان آب در بدن خود می‌باشند. اسکلت خارپوستان تکامل یافته و دارای صفحات آهکی است که در بعضی از اشکال حاوی خارهای انعطاف پذیر میباشد. خارپوستان برای اولین بار در کامبرین ظاهر شده اند و معرف اشکال ثابت پالئوزوئیک هستند.

بدن خارپوستان دارای دهان و مخرج بوده و از دهان مرکزی یک مجرای گوارشی به سمت مخرج امتداد می یابد. سیستم گردش آب از طریق منافذ سطحی (صفحات غربالی) در ارتباط با آب، محیط اطراف می باشد. خارپوستان اغلب موجودات دریایی هستند که در اعماق مختلف زندگی می‌کنند. برخی از آن‌ها روی بسترهای گِلی زیست می-نمایند.

- **ردهٔ خاردان:**

با توجه به فراوانی بیشتر این رده نسبت به سایر رده ها در ایران نمونه هایی به فسیل‌های این رده اشاره می شود.

موجودات متعلق به این رده خاردار بوده و غالبا دارای اشکال کروی تا صفحه ای هستند. صدف از صفحات کلسیتی زنجیره ای ثابتی تشکیل شده است. ناحیه دهانی در بخش مرکزی و یا محیطی سطح زیرین قرار دارد. محدودهٔ مخرجی در روی رأس یا روی نیمه عقبی، بین قله و دهان واقع است. بر حسب چگونگی قرار گرفتن دهان و مخرج نسبت به هم دو گروه در آنها تشخیص داده می شود که شامل



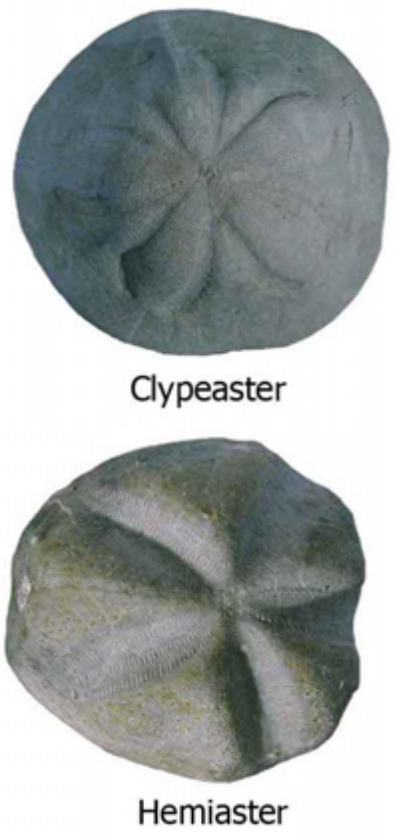
تصویر ۱۰۴– چند نمونه از فسیل‌های براکیوپودا

خارداران منظم (دهان و مخرج در دو طرف مقابل هم قرار دارند) و خارداران نامنظم (مخرج به قسمت عقبی جانور متمایل شده است) تقسم می شوند. از آنجا که انواع نامنظم از انواع منظم تکامل یافته تر هستند، لذا امروزه واژه های منظم و نامنظم فقط مفهوم توصیفی دارند. توجه به تنوع راسته های در این رده لذا از ذکر نام آن‌ها خودداری می شود. تصویر ۱۰۵ انواع جنس‌ها در راسته های مختلف این رده را نشان می دهد.

۴-۷-۸- *شاخه آرتروپودا یا بندپایان*

بند پایان از فراوانترین شاخه جانوری هستند. یکی از مهم‌ترین نکات در تکامل بندپایان دارا بودن اسکلت خارجی است، که در بسیاری از بندپایان دریایی از کامبرین وجود دارد. اسکلت خارجی اساساً کیتینی است ولی گاهی اوقات با کربنات کلسیم و فسفات کلسیم نیز همراه است که باعث سختی بیشتر آن می‌شود. تمام بند پایان در طول زندگی خود چندین بار پوست اندازی می‌کنند که فواصل زمانی این پوست اندازی ها کم و بیش منظم است.

شاخه بندپایان شامل چند زیر شاخه است، با توجه به گستردگی و همینطور کمبود نمونه های فسیلی در بعضی از زیر شاخه ها صرفا رده تریلوبیت‌ها از زیر شاخه ***تریلوبیتومورفا*** را مورد بحث قرار می‌دهیم.



تصویر ۱۰۵- چند نمونه از خارداران

بیشتر بدانیم:

درباره تنوع بندپایان

نزدیک به یک میلیون گونه به تنهایی ۷۵ درصد گونه های شناخته شدهٔ امروزی از بندپایان را تشکیل می‌دهند. ۹۰ درصد بندپایان امروزی متعلق به حشرات هستند. ضمناً بندپایان یکی از قدیمی‌ترین شاخه هایی هستند که از زمان آغاز کامبرین وجود داشتند.

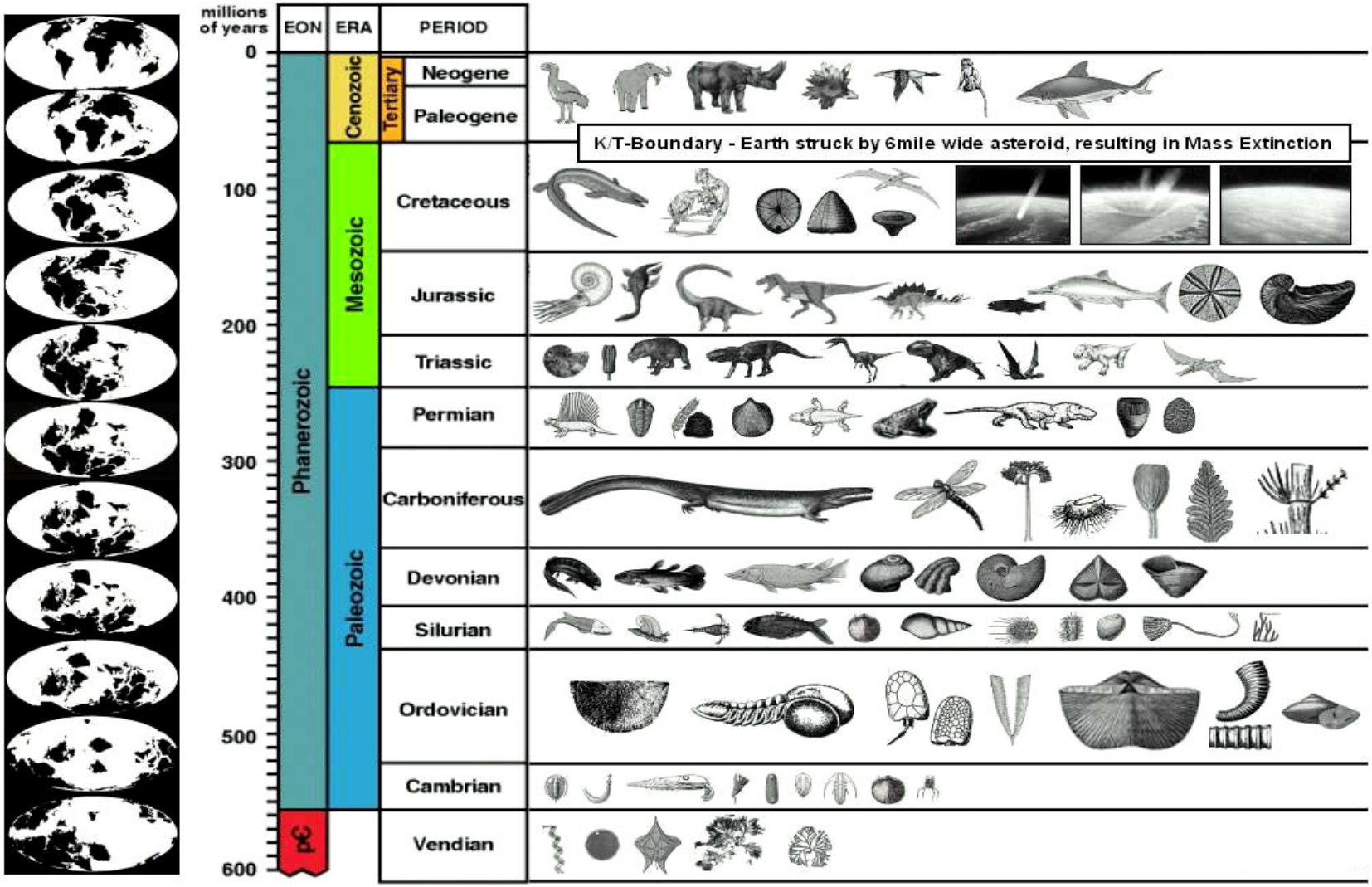
- **رده تریلوبیت ها**

تریولبیت‌ها بند پایان دریایی منقرض شدهٔ دوران پالئوزوئیک هستند که تنوع و فراوانی زیادی را نشان داده اند. شناسایی آن‌ها آسان و تکاملشان سریع می‌باشند، بنابراین فسیل‌های شاخص بسیار خوبی محسوب می‌شوند. آن‌ها در سراسر پالئوزوئیک، از کامبرین زیرین وجود داشته اند و حدود ۱۳۰۰ جنس از این رده توصیف شده اند. بدن این موجودات بوسیله پوشش سخت خارجی که در سطح پشتی قرار دارد محافظت می شود. قسمت عمده بخش شکمی توسط پوشش سخت خارجی محافظت نمیشود. تریلوبیت‌ها دارای چشمهای مرکب بودند و حداکثر ۱۵۰۰۰ عدسی در چشم آن‌ها دیده میشد. البته تریلوبیت‌های فاقد چشم نیز وجود دارد. چند نمونه از تریلوبیت‌ها در تصویر ۱۰۶ نشان داده شده است.

۸-۸- تحولات موجودات در زمان زمین شناسی

تمامی موجودات زنده در طول تاریخ زمین شناسی، ماهیتی ثابت و بدون تغییر نداشتند. بلکه بر حسب تغییرات شرایط اقلیمی و همینطور تغییرات کیهانی، موجودات زنده نیز برای تطبیق خود با این تغییرات به مرور خود را تغییر داده و در نتیجه با انجام تغییراتی در ساختار بدنی موجودات منجر به ایجاد یک گونه جدید میشود. البته گاه بعضی از جانوران نیز نتوانستند خود را با تغییرات هماهنگ کنند لذا نسل آن‌ها منقرض می شود. در جداولی که برای هر رده از موجودات ارائه می‌شود، پیدایش، حذف، فروانی در تعداد گونه ها و یا تحول آن‌ها به گونه جدید نشان داده می شود. در تصویر ۱۰۷ ظهور رده های شاخص در زمان‌های مختلف نشان داده شده است.

تصویر ۱۰۶– دو نمونه از تریلوبیت‌ها



تصویر ۱۰۷- جدول تقویمی تحولات موجودات در زمان زمین شناسی

خلاصه فصل

سن وقایع را در زمین شناسی به دو روش مطلق و نسبی می-سنجند. در تعیین سن مطلق از روش‌های رادیواکتیو استفاده می شود و در سن یابی نسبی، بر حسب تقدم و تأخر رخدادها سن ارائه می شود. تقویم زمانی زمین شناسی، به دو بخش اصلی تقسیم شده است که بخش عمده آن را فاقد حیات معرفی می کنند و فقط حدود ۶۰۰ میلیون سال نهایی را دارای آثار زیستی معرفی می کنند. فسیل‌ها نیز مانند موجودات زنده کنونی نیازمند طبقه بندی هستند. طبقه بندی این موجودات نیز با اصول طبقه بندی و تقسیمات طبقه بندی در موجودات زنده تطابق دارد.

تمامی موجودات برای فسیل شدن نیازمند شرایطی هستند که در صورت عدم این شرایط بدن موجود زنده ازبین می رود و باقی نمی‌ماند. از اهم این شرایط می‌توان به وجود اندام سخت در موجودات را نام برد. این اندام‌ها نیز باید در شرایطی قرار بگیرند که حفظ شوند و بر اثر فعالیت باکتری‌ها از بین نروند. از بهترین سنگ‌ها برای یافتن فسیل‌ها می توان به سنگ‌های رسوبی اشاره کرد که به دلیل رسوب کردن در زیر دریا، شرایط برای حفظ فسیل در آن‌ها فراوان بوده است.

خود را بیازماییم

۱- چند روش برای تعین سن رخدادهای وجود دارد؟

۲- مرزهای تقویم زمین شناسی بر اساس چه رخدادهایی تنظیم میشود؟

۳- زمان زمین شناسی به چند بخش اصلی تقسیم شده، نام ببرید.

۴- شرایط فسیل شدن کدامند؟

۵- فسیل شدن اعضای نرم چگونه اتفاق می افتد؟

۶- چه سنگ‌هایی دارای بیشترین فسیل‌ها هستند؟

۷- گاستروپودها (شکم پایان) مشابه کدام یک از نرمتنان امروزی و موجود در خشکی هستند؟

۸- شاخص ترین ویژگی رده خارداران چیست؟

بیشتر بدانیم:

فصل نهم: عوامل درونی در تغییر شکل زمین

هدف فصل

مقدمه

۱-۹- اشکال ساختمانی

۲-۹- زمین لرزه

۳-۹- زمین ساخت ورقه ای

خلاصه فصل

خود را بیازماییم

هدف فصل

اهداف مطالعه این فصل عبارتند از:

- آشنایی با نقش عوامل درونی در تغییر شکل زمین.
- بررسی ***چین***ها و انواع آن‌ها.
- نحوه ایجاد ***گسل*** و انواع آن.
- نحوه شناسایی گسل‌ها بر روی زمین.
- ویژگی ***درز*** و اختلاف آن با گسل.
- آشنایی با زمین لرزه و نحوه تشکیل آن و پراکندگی زلزله ها در جهان و عمق های کانون زلزله ها.
- آشنایی با نظریه اشتقاق قاره ها و دلایل این پدیده.
- انواع حرکت صفحات کره زمین نسبت به هم و نحوه حرکت آن‌ها.

مقدمه

مجموعه فرآیندهایی که باعث تغییر شکل فیزیکی سنگ‌ها و ایجاد ساخت‌های مختلف در آن‌ها می شوند، به فرآیندهای ساختمانی موسوم است. بر اثر عملکرد این فرآیندها، ساخت‌ها (ساختارها) متنوعی در پوسته زمین ایجاد می شود.

چنان‌که دیدیم فشار و دما از عوامل اصلی دگرگونی اند. این دو عامل در فرآیندهای ساختمانی نیز اهمیت اساسی دارند. سرعت انجام واکنش‌ها عامل سوم مؤثر در فرآیندهای ساختمانی است. بنابراین در فرآیندهای ساختمانی همواره اثر عوامل سه گانه فشار، دما و زمان بررسی می شود. چون نحوهٔ اثر این عوامل عموماً بطور مستقیم در طبیعت قابل مشاهده نیست، آن‌را با مدلهایی کمابیش مشابه با حالات طبیعی در آزمایشگاه بررسی می کنند.

۱-۹- اشکال ساختمانی

۱-۱-۹-چین ها

تغییر شکل خمیری سنگ‌ها، که معمولاً در اعماق زمین صورت می گیرد، باعث خم شدن و چین خوردن آن‌ها می شود. در اینجا ابتدا مکانیسم چین خوردگی و به دنبال آن تقسیم بندی چین‌ها را مرور میکنیم.

- **مکانیسم چین خوردگی:**

پیدایش چین در طبیعت بر اثر دو نوع مکانیسم تغییر شکل خطی و تغییر شکل لایه ای صورت می گیرد. تغییر شکل خطی معمولاً در توده های سنگی یکنواخت و تغییر شکل لایه ای در سنگ‌هایی که لایه هایی با خواص مکانیکی مختلف دارند ایجاد می شود.

- **طبقه بندی و شناسایی چین‌ها:**

گفتیم در مواردی ***تنجش*** (استرین) کم باشد سنگ‌ها بر اثر فشارهای وارد به صورت مواد خمیری عمل می کنند و چین می خورند. چین خوردگی باعث ایجاد ***تاقدیس*** و ***ناودیس*** می شود.(تصویر ۱۰۸) هر چین دارای دو پهلو یا دامنه است. لولای چین، خطی فرضی است که نقاط دارای حداکثر انحنای چین را به هم وصل می کند. در تاقدیس‌ها لایه های موجود در بخش مرکزی قوس چین قدیمی تر از لایه های بخش حاشیه ای هستند اما در مورد ناودیس این مساله برعکس است (تصویر ۱۰۹). چین‌ها، که معمولا در اعماق زمین تشکیل می شوند، با

یک نکته:

درباره علت چین خوردگی

علت چین خوردگی می تواند عوامل مختلفی از قبیل فشار حاصل از تزریق مواد از زیر، فشار حاصل از وزن مواد فوقانی و مهم‌تر از همه نیروهای افقی جهت دار باشد.

بیشتر بدانیم:

درباره طبقه بندی چین‌ها

چین ها را می‌توان با توجه به جهت‌گیری محور، سطح محوری و شیب دامنه هایشان به گروه های مختلفی تقسیم کرد. چینی که فاصلهٔ سطح محوری از دو دامنهٔ آن به یک اندازه باشد چین متقارن نامیده می شود و در غیر اینصورت نامتقارن است. چین‌ها بر مبنای زاویهٔ شیب سطح محوری به انواع قائم، مایل، برگشته و خوابیده تقسیم می شوند. چین‌ها علاوه بر آن می‌توان از روی شدت و مقدار خم شدگی دامنه هایشان به انواع چین باز، چین بسته و چین هم‌شیب طبقه بندی کرد. در چین هم‌شیب دو پهلوی چین با هم موازی هستند.

چین ها را در بسیاری از نقاط ایران می توان در سنگ های رسوبی مشاهده نمود.

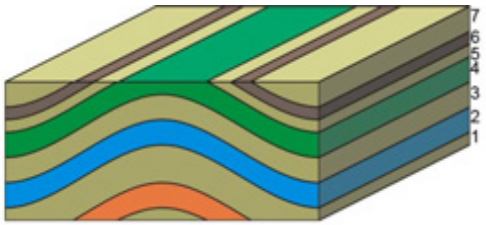
گذشت زمان و بر اثر فرسایش لایه های فوقانی، در سطح زمین آشکار می‌شوند و به اصطلاح زمین شناسان رخنمون پیدا می کنند.

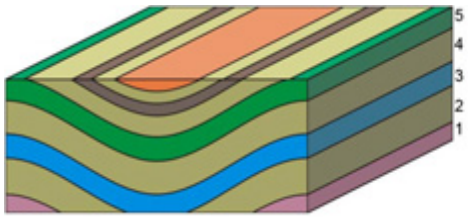
۲-۱-۹-گسل ها

هر جا که نیروهای وارد شده بر سنگ‌های سازندهٔ پوسته زمین بیش از تحمل آن‌ها باشد می شکنند. همان گونه که پیشتر هم گفتیم در اعماق پوسته، به دلیل بالا بودن دما و فشار، سنگهای جامد رفتاری خمیری از خود نشان می دهند و در شرایط مناسب چین می خورند. در مقابل، در نواحی نزدیک به سطح که سنگ‌ها سردترند حالتی ترد و شکننده دارند و در صورتی که تنشهای ایجاد شده در سنگ از مقاومت آن بیشتر شود، سنگ گسیخته می شود. شکستگی‌های ایجاد شده در سنگ‌ها را در صورتی که همراه با جابجایی باشند گسل و در غیر این-صورت درز می نامیم.

گسل‌ها را با توجه به جهت یابی نیروهای ایجاد کننده آن‌ها، می-توان به سه گروه عمدهٔ گسل‌های عادی، گسل‌های معکوس و گسل-های امتداد لغز تقسیم کرد. در ادامه شرح مختصری از هر یک از این انواع ارائه می گردد:

تصویر ۱۰۸-تصویر تاقدیس در دره گرمابدر





تصویر۱۰۹- مدل سه بعدی از چین-های تاقدیس (راست) و ناودیس (چپ)

بیشتر بدانیم:

در چه مناطقی از ایران و در چه ساختارهایی، می توان چین ها را مشاهده نمود؟

چین‌ها را در بسیاری از نقاط ایران می‌توان در سنگ‌های رسوبی مشاهده کرد.

- **گسل‌های عادی:**

گسل‌های عادی که فراوان‌ترین نوع گسل در طبیعت هستند معمولاً ساخت‌های ناشی از کشش هستند. در بخش‌هایی از پوستهٔ زمین که تحت کشش قرار دارد ممکن است سیستمی از گسل‌های عادی موازی هم ایجاد شده و به این ترتیب بخش‌هایی از پوسته پایین بیفتد. گسل-های عادی باعث افزایش سطح زمین می شوند (تصویر ۱۱۰ و ۱۱۳)

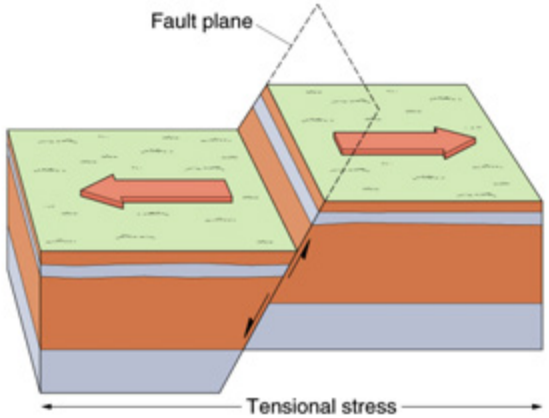
- **گسل‌های معکوس:**

گسل‌های معکوس بر اثر نیروهای فشاری ایجاد می شوند و در مناطقی تحت تأثیر نیروهای فشاری باشد چنانچه از آستانه تحمل سنگ‌ها بیشتر باشد، سنگ‌ها می‌شکنند و گسل‌های معکوس را ایجاد می کنند. این نوع گسل‌ها باعث جمع (کوتاه) شدن سطح زمین می شوند (تصویر ۱۱۱ و ۱۱۴).

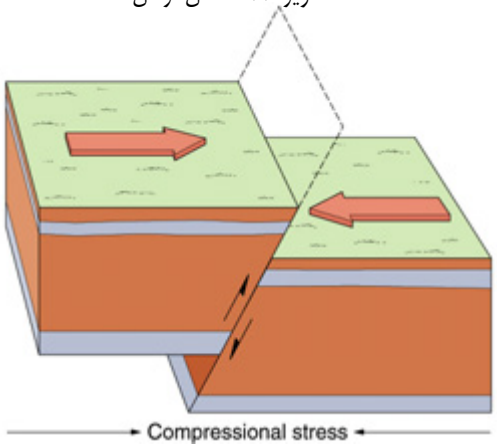
- **گسل امتداد لغز:**

عامل ایجاد گسل‌های امتداد لغز نیروهای بُرِشی است. چنین نیروهایی ممکن است در خلال کشش‌ها یا فشارهای بزرگ که در نواحی وسیعی از پوسته عمل می کنند، ایجاد شود. به همین دلیل است که گسل‌های امتداد لغز ممکن است همراه با گسل‌های معکوس نیز دیده شوند (تصویر ۱۱۲).

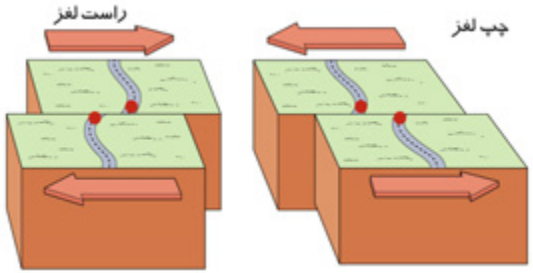
برای شناخت گسل‌های امتداد لغز (چپ لغز یا راست لغز) می باید عمود بر سطح گسل قرار گرفت و چنانچه عوارض مقابل به سمت چپ حرکت کرده بودند، چپ لغز و اگر به راست حرکت کرده باشند راست لغز می گویند.گسل‌ها غالباً ساده نیستند بلکه ترکیبی از انواع گسل‌های عادی و امتداد لغز و یا معکوس و امتداد لغز نیز دیده می شوند.



تصویر۱۱۰- گسل نرمال



تصویر۱۱۱-گسل معکوس



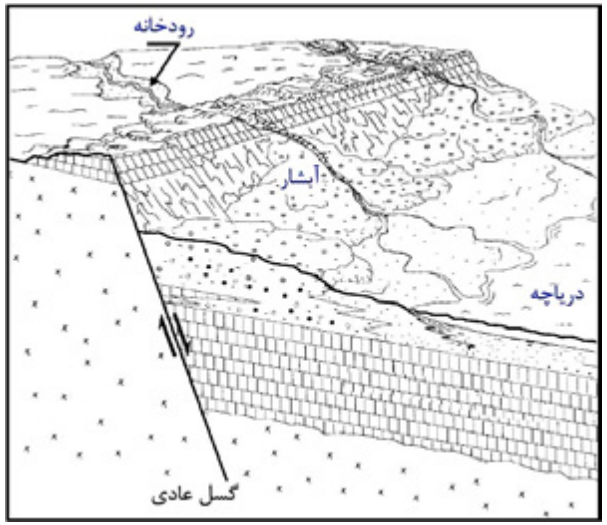
تصویر۱۱۲- انواع گسل‌های امتداد لغز

تصویر ۱۱۳- گسل عادی

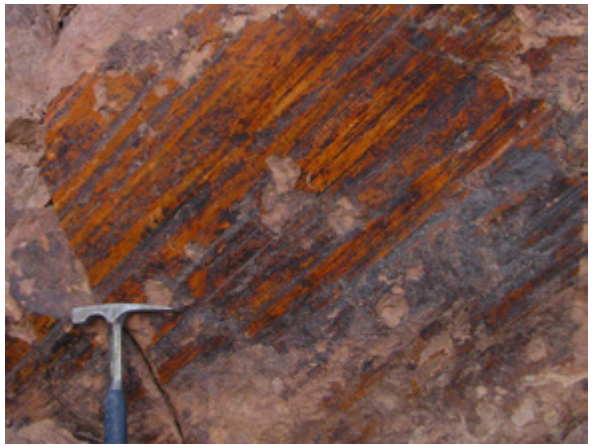
تصویر ۱۱۴- گسل معکوس

- **شناسایی گسل‌ها:** برخی از گسل‌ها، مانند گسلی که در تصاویر قبل آمده است، به خوبی قابل شناسایی هستند. در صورتی که بسیاری دیگر، مخصوصاً انواع بزرگ، چنین نیستند و تشخیص آن‌ها محتاج بررسی‌های دقیق است. گسل‌هایی که به تازگی فعال بوده اند ممکن است پرتگاه هایی را بسازند (که ایجاد آبشار می کنند) یا مسیر حرکت رودها را جابجا کرده باشند (تصویر ۱۱۵).

در محل حرکت دو بلوک گسل، سطحی صاف و براق ایجاد می‌شود که به آن آیینهٔ گسل گفته می شود. دانه های کمی درشت تر و مقاوم نیز خطوط و شیارهایی در سطح صاف شده گسل ایجاد می‌کنند. به این شیارها خش لغزش گفته می شود (تصاویر ۱۱۶ و ۱۱۷).



تصویر ۱۱۵- آبشار ایجاد شده بر اثر یک گسل



تصویر ۱۱۶- تصویر خش های یک گسل

یک نکته:

درباره خش لغزش ها

از خش لغزش‌ها می‌توان جهت تعیین سمت حرکت و جابجایی گسل سود جست. به این ترتیب که آخرین حرکت گسل معمولاً به موازات امتداد خش لغزش‌هاست. (تصویر ۱۱۷)

تصویر ۱۱۷- خش لغزش‌های ناشی از دو مرحله فعالیت یک گسل در جهات مختلف

بیشتر بدانیم:

درباره شناسایی گسل ها

خط اثر گسل‌های قدیمی را گاه می توان در سطح زمین به خوبی مشاهده کرد. منطقه خرد شده در امتداد گسل معمولاً مقاومت کمتری در برابر هوازدگی و فرسایش دارد. به این ترتیب پس از مدتی خط گسل یک بخش فرو رفته را می‌سازد. مجموعه ای از برکه ها یا دریاچه هایی که بطور خطی قرار گرفته اند یا امتداد مسیر حرکت برخی از رودها می تواند خط گسل را نشان دهد مانند دریاچه تار و هویر و رود هویر در امتداد گسل مشاء — فشم.

۳-۱-۹-درزها

درز ها احتمالاً ساده ترین و فراوان‌ترین ساختهای تکتونیکی هستند. کمتر سنگی در سطح زمین پیدا میشود که کاملاً فاقد درز باشد. درزها معمولاً شکستگی‌های منظمی هستند که در امتداد آن‌ها هیچ-گونه حرکتی صورت نگرفته و بر خلاف شکاف‌ها از باز نشده اند. درزها اغلب بصورت گروه‌های موازی ایجاد می شوند. در سنگی ممکن است چند جهت درز با هم عمل کنند و سنگ را به شکل منظم قطعه قطعه کنند. وجود درزها باعث افزایش سرعت هوازدگی مکانیکی و شیمایی می شود. درزه ها را در اغلب سنگ‌ها می توان دید، بعنوان نمونه در جاده هراز در بسیاری از توف‌ها سبز به خوبی قابل مشاهده هستند.

۲-۹- زمین لرزه

لرزش زمین، زلزله یا زمین‌لرزه نامیده می شود. زمین لرزه ها ممکن است بسیار خفیف تا شدید و مخرب باشند. در زمان زمین لرزه انرژی انباشته شده در سنگ‌ها به طور ناگهانی رها می شود و به صورت امواجی به اطراف حرکت می کند. این امواج در رسیدن به سطح زمین باعث لرزش و تخریب بناها، ایجاد گسل‌ها، لغزش‌ها، ریزش‌ها و بسیاری پدیده های دیگر می شود. در قسمت بیشتر بدانیم، درباره منشاء زمین لرزه و پراکندگی زمین لرزه ها، مطالب جالبی ارائه شده است.

بیشتر بدانیم:

منشاء زمین لرزه:

یکی از اولین سؤال‌هایی که از دیر باز برای زمین شناسان وجود داشته منشا و نیروهای ایجاد کنندهٔ زمین لرزه بوده است. از میان تمام نظریات ارائه شده، نظریهٔ بازگشت کشسان از جامعیت بیشتری برخوردار است. طبق این نظریه نیروهای تغییر شکل دهندهٔ فعال در پوسته رمین، در قسمت‌های سطحی که سنگ‌ها رفتار خمیری از خود نشان می دهند، به تدریج باعث تغییر شکل کشسان سنگ‌ها می شوند. در نقطه ای که مقدار تغییر شکل کشسان از تحمل سنگ بیشتر شود، سنگ می شکند و لایه ها به حالت اولیهٔ خود باز می گردند. به این ترتیب انرژی ذخیره شده در سنگ به حالت تنجش کشسان (استرین کشسان)، به طور ناگهانی رها می شود و به صورت امواج لرزه ای به اطراف حرکت می کند.

زمین لرزه منحصراً بر اثر شکستن سنگ ایجاد نمی شود. در اغلب موارد بر اثر انباشته شدن زیاده از حد انرژی در سنگ، حرکاتی در امتداد شکستگی‌ها و گسل‌های قبلی موجود در سنگ صورت می گیرد و ضمن رها شدن انرژی ذخیره شده، زمین لرزه هایی به وجود می آید. از این روست که در زمان بررسی لرزه خیزی یک منطقه علاوه بر مطالعه تاریخچهٔ زمین لرزه های آن، گسل‌های فعال و لرزه خیز موجود در منطقه را نیز مورد مطالعه قرار می دهیم.

پراکندگی زمین لرزه ها:

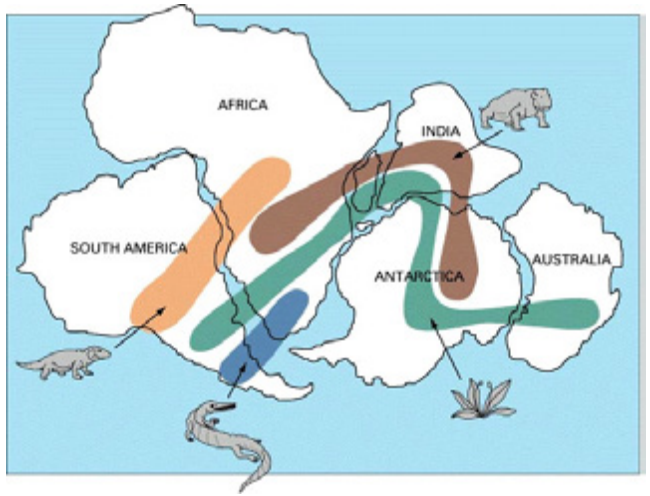
خاستگاه اغلب زمین‌لرزه ها نواحی نزدیک به سطح زمین است. در این نقاط سنگها عمدتاً رفتار ترد و شکننده از خود نشان می دهند. البته در مواردی زمین‌لرزه هایی تا عمق ۷۰۰ کیلومتر نیز ثبت شده است. زمین لرزه ها را از نظر عمق می توان به سه گروه تقسیم کرد:

- زمین لرزه های کم عمق؛ کمتر از ۷۰ کیلومتر.
- زمین ارزه های با عمق متوسط؛ بین ۷۰ تا ۳۰۰ کیلومتر.
- زمین لرزه های عمیق؛ بیش از ۳۰۰ کیلومتر.

همان‌گونه که در تصویر ۱۱۸ دیده می شود، اغلب زلزله های عالم در نواحی مشخصی که به مناطق لرزه خیز یا کمربند زلزله معروف اند، روی می دهند. مهم‌ترین منطقه زلزله خیز جهان عبارت است از حاشیه اقیانوس آرام و نواحی بخصوصی که بر کوهزایی های جوان دنیا (مانند آلپ، هیمالیا، البرز و زاگرس) منطبق اند.

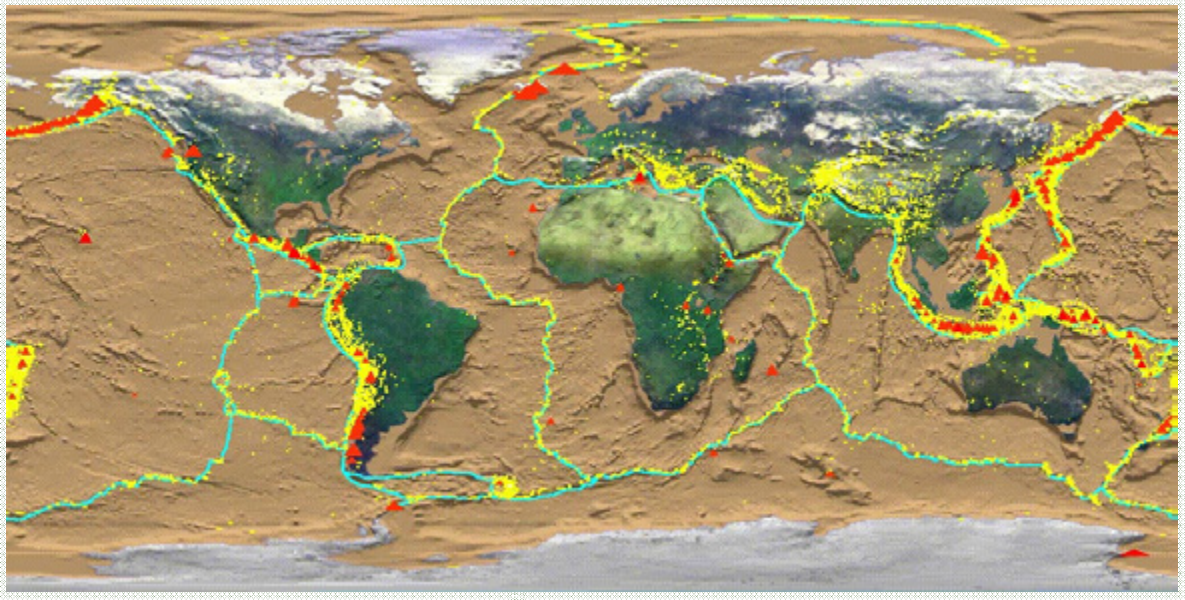
۳-۹- زمین ساخت ورقه ای

در سال ۱۹۱۵ آلفرد وگنر دانشمند آلمانی اظهار داشت که قاره ها در جای خود ثابت نیستند و به طور دائم در سطح زمین نسبت به هم جابجا می شوند. این نظریه تحت عنوان نظریه ***زمین ساخت ورقه ای*** شناخته می شود. این دانشمند که شاید بتوان پایه گذار دانش تکتونیک به مفهوم جدیدش دانست دلایل متعددی را در تأیید نظریه خود ارائه داد که در رأس آن‌ها می توان از شباهت باور نکردنی حاشیه آمریکای جنوبی و آفریقا نام برد (تصویر ۱۱۹ و ۱۲۰). در این باره می توانید اطلاعات بیشتری را در قسمت بیشتر بدانیم، مطالعه نمایید.



تصویر ۱۱۹-شباهت آثار فسیلی یافت شده در قاره های گوناگون بعنوان یکی از دلایل اشتقاق قاره ها

بیشتر بدانیم:



تصویر۱۱۸- مرز صفحات تشکیل دهنده کره زمین و نقاط کانون زلزله (نقاط زرد) و نقاط آتشفشانی (نقاط قرمز)

مفاهیم اصلی نظریه زمین ساخت ورقی را به نحو زیر می توان خلاصه کرد:

۱- بخش‌های خارجی زمین از تعدادی ورقه (صفحه) مجزا درست شده است که به ندرت در داخل آن‌ها زمین لرزه ای اتفاق می افتد. حاشیهٔ این ورقه ها با لرزه خیزی زیاد مشخص می شوند.

۲- ورقه ها با توجه به موقعیت جغرافیایی کنونی آنها نام‌گذاری شده است. بطور کلی سطح زمین از تعداد شش ورقه اصلی و بزرگ‌تر به نام‌های آفریقا، اورازیا (اروپا – آسیا)، هند، اقیانوس آرام، جنوبگان و آمریکا و تعداد بیشتری ورقهٔ کوچک‌تر تشکیل شده است.

۳- هر ورقه به طورمتوسط ۱۵۰ کیلومتر ضخامت دارد و متشکل از پوسته و گوشته فوقانی، یعنی سنگ کره است.

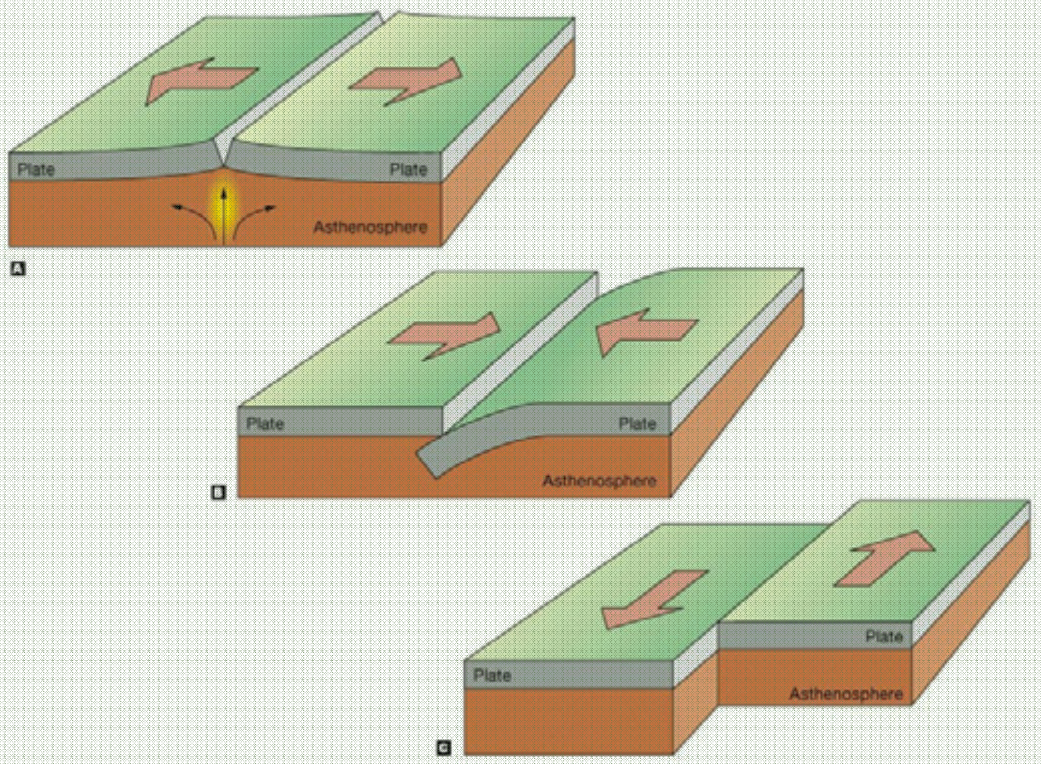
۴- در زیر ورقه ها لایه ای متشکل از سنگ‌های نرم و شکل پذیر به نام ***سست کره*** قرار دارد. کاهش سرعت حرکت امواج لرزه ای در سست کره وسیلهٔ مناسبی جهت تعیین موقعیت آن است.

۵- ورقه های سنگ کره در یک جا ثابت نیستند و نسبت به هم حرکت می‌کنند. از این رو حاشیه ورقه ها مناطق فعالیت‌های شدید زمین ساختی، آذرین و دگرگونی است.

۶- حرکت ورقه ها نسبت به هم در بعضی از مناطق حالت دور شونده دارد مانند خط مرکزی در اقیانوس اطلس و مرکز دریای سرخ. به این صفحات واگرا می گویند (تصویر ۱۲۱). در بعضی دیگر از مناطق صفحات به یکدیگر نزدیک می شوند و پس از برخورد یکی به زیر دیگری فرو می رود. این فرآیند را فرورانش می گویند. مانند فرورانش صفحه عربستان به زیر ایران مرکزی در امتداد زاگرس (تصویر ۱۲۱).

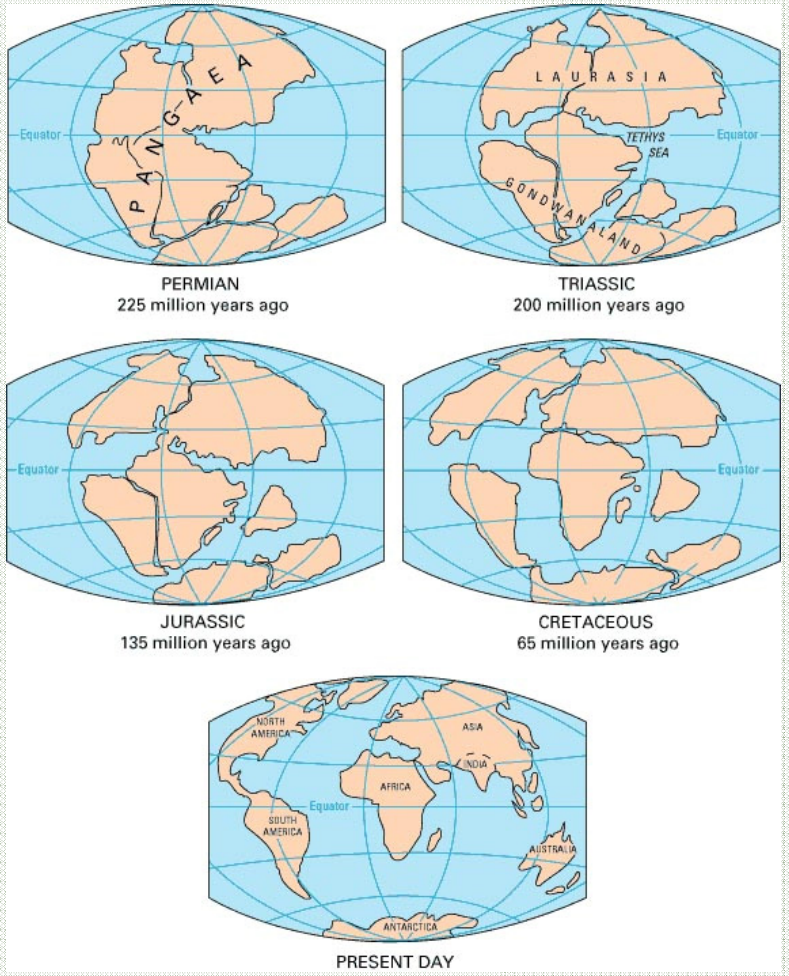
مفاهیم اصلی نظریه زمین ساخت ورقی (ادامه)

این محل‌ها را مرزهای همگرا می نامند. در مواردی دیگر نیز گاه صفحات بدون تأثیری بر روی هم از کنار یکدیگر عبور می کنند. به این مرزها نیز حاشیهٔ خنثی می گویند (تصویر ۱۲۱).



تصویر ۱۲۱- انواع مرزهای صفحات A- صفحات در حال دور شدن و حرکت بروری سست کره، B- صفحات همگرا و C- صفحات خنثی

تصویر۱۲۰- روند تحولات قاره ها از پرمین تا حال



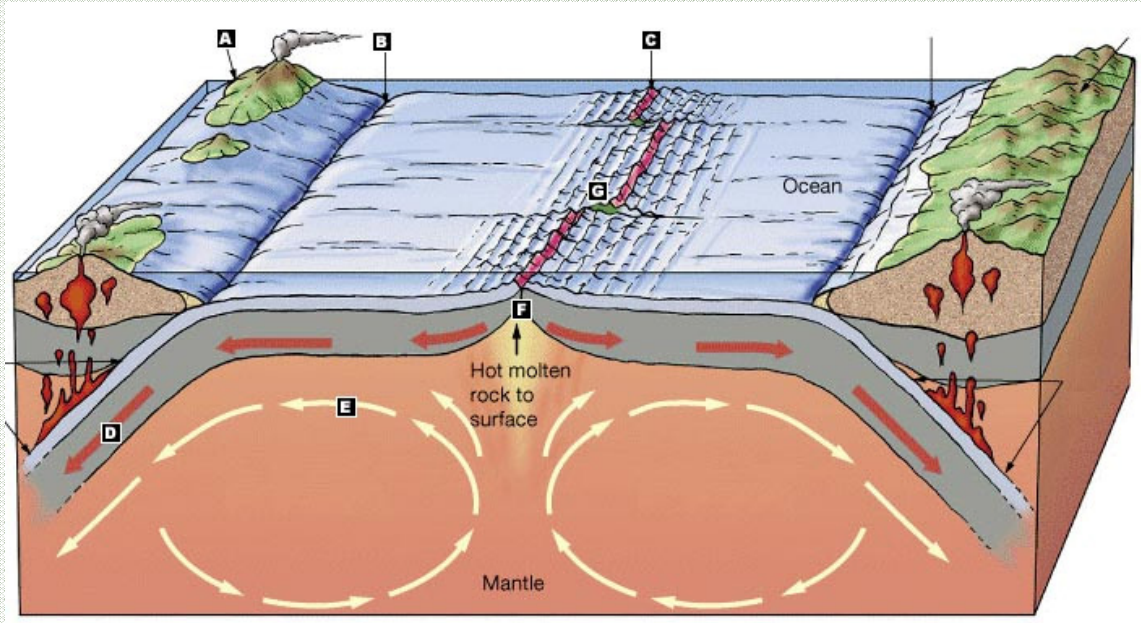
مفاهیم اصلی نظریه زمین ساخت ورقی (ادامه)

۷- اغلب کوه های جهان در حاشیه های واگرا یا همگرا ایجاد شده اند. کوه های ناشی از مرزهای همگرا مانند رشته کوه هیمالیا، البرز، زاگرس وآلپ. رشته کوه های ناشی از مرزهای واگرا نیز مانند رشته کوه های میان اقیانوسی در اقیانوس اطلس.

نظریه اصلی در زمینه علت حرکت صفحات این‌گونه است که زمین را مانند ظرف آب گرمی که در حال سرد شدن است در نظر می گیرند. در این ظرف جریان همرفتی (کنوکسیون) ایجاد می شود. در این حالت آب از وسط ظرف بالا آمده و در سطح پراکنده می شود و پس از خنک و سرد شدن از کناره ها به پایین می رود. احتمال می رود که در زمین نیز چنین جریانی البته در مقیاسی بسیار عظیم وجود داشته باشد که از گوشته در زیر پشته های اقیانوسی بالا آمده و در زیر حاشیه های همگرا پایین می رود (تصویر ۱۲۲).

نقش و تأثیر زمین ساخت ورقه ای در زندگی انسان

همان‌طور که ذکر شد، صفحات پوسته زمین نسبت به هم حرکات متفاوتی را بروز می دهند و همین‌طور نیز اشاره شد که بیشتر زلزله ها و آتشفشان‌ها بر روی مرز صفحات پوسته قرار دارند. با شناخت حرکات پوسته زمین و اثرات ناشی از آن نه تنها به درک بیشتری از مکانسیم زلزله و آتشفشان‌ها می‌رسیم بلکه بیش از ۷۵ درصد ذخایر فلزی در دنیا در کنار مرزهای گوناگون صفحات کره زمین قرار گرفته اند که با افزایش دانش بشر نسبت به این پدیده (زمین ساخت ورقه ای) کمک بزرگی در اکتشاف منابع معدنی نیز میکند. به عنوان نمونه معدن مس سرچشمه در امتداد زون فرورانش صفحه کوچک عربستان به زیر صفحه ایران مرکزی ایجاد شده است.



تصویر ۱۲۲- دیاگرام سه بعدی از نحوه حرکت صفحات و جریان همرفتی (E) و مرزهای همگرا (B) و مرزهای واگرا (C) و ذوب بر اثر فرورانش (D)

خلاصه فصل

عوامل متعددی باعث ایجاد شکل کنونی زمین شده اند اما در میان این عوامل، نیروهای درونی زمین که باعث تشکیل کوه، دره، آبشار، آتشفشان و یا اقیانوس می شوند دارای مقیاس تأثیر گذاری وسیعتری هستند. بر اثر نیروهایی درونی زمین اشکال ساختمانی مانند چین‌ها، و گسل‌ها رسماً باعث تغییر شکل زمین می شوند و در یک مقیاس جهانی نیز زمین ساخت ورقه ای نیز می تواند رشته کوه ها و یا اقیانوس ها را ایجاد و یا حذف کند. با توجه به این‌که پدیده های ساختمانی را در هر مقیاسی (میکروسکوپی تا جهانی) می‌توان مشاهده کرد لذا، شاید بتوان گفت که در تمام نقاط ایران این اشکال را خصوصاً در سنگ‌های رسوبی بتوان مشاهده کرد.

خود را بیازماییم

۱- چین‌ها بر اثر چه نوع نیروهایی ایجاد می شوند؟

۲- انواع چین‌ها را نام ببرید و شکل هر یک را رسم کنید.

۳- گسل چه نوع پدیده ساختمانی است و فرق آن با درزه چیست؟

۴- انواع گسل را نام ببرید و هر کدام بر اثر چه نیرویی ایجاد می‌شوند؟

بیشتر بدانیم:

فصل دهم: جاذبه های گردشگری زمین شناسی

- هدف فصل
- مقدمه
- ۱-۱۰- ژئوپارک
- ۲-۱۰- جاذبه های ژئوتوریستی ایران
- ۳-۱۰- ابزارهای مورد نیاز در برنامه های صحرایی زمین شناسی
- خلاصه فصل
- خود را بیازماییم

هدف فصل

- آشنایی شما فراگیران عزیز دوره های آموزش راهنمایـان طبیـت گردی با:
- جاذبه های متنوع گردشگری در حوزه زمین شناسی
- برخی از مهم ترین جاذبه های زمین شناختی در ایران
- ابزارها و تمهیدات لازم در سفری که با هدف بازدید از یک پدیده زمین شناختی و یا با تمرکز بر موضوعات مربوط، انجام می گیرد.
- آشنایی با نکات مربوط به عکاسی از پدیده های زمین شناختی

مقدمه

گاهی اوقات ما موضوعاتی را که بسیار نزدیک هستند، نمی بینیم و یا به دلیل حضور دائمی پدیده یا موجودیتی در کنارمان، وجود آن را فراموش می‌کنیم. (به طور مثال هوا) اما در بحث اقلیم ها و اکوسیستم‌ها، از تنوع و فراوانی گونه های در ایران صحبت می‌کنیم و اشاره می-شود که با توجه به وجود اقلیم های گوناگون در ایران، ما دارای تنوع زیستی نیز هستیم. اما نکته ای که در این بین توجه کمی به آن شده، این است که شرایط منحصر به فرد زمین شناسی ایران باعث بروز تنوع اقلیمی و به دنبال آن تنوع زیستی شده است. آیا می-توان بدون در نظر گرفتن علت بوجود آورنده کویر و یا کوهستان به تنهایی از معلول های آن صحبت کرد.

بر این اساس در ادامه مکان‌هایی که به لحاظ زمین شناختی زیبا هستند و برخی از مهم ترین پدیده هایی که جاذبه زمین‌شناختی محسوب می گردند، معرفی شده است.

۱-۱۰-ژئوپارک

ژئوپارک‌ها مناطقی هستند که دارای ارزش فرهنگی و ملی هستند. این مناطق اغلب دارای پیچدگی‌های زمین شناسی نیستند و در دنیا محل‌هایی که به عنوان ژئوپارک انتخاب می شوند، یک یا چند پدیده زمین شناسی که برای عموم قابل درک و مشاهده باشد را در خود جای داده اند.

آنچه که شایان توجه است و از نمونه ای ذکر شده در قسمت بیشتر بدانیم نیز قابل دریافت، این است که محل‌هایی دارای ارزش ژئوتوریستی نباید دارای پیچدگی‌های زمین شناختی باشند، به گونه ای که افراد فاقد اطلاعات کافی در حوزه زمین شناسی، تمایلی به دیدن آنها نداشته باشند. برعکس، تمام این مناطق به معرفی پدیده هایی می‌پردازند که به لحاظ تصویری زیبا، به لحاظ علمی قابل درک و دارای تنوع کم در پدیده های زمین شناسی هستند. با این پیش فرض-ها به معرفی محل‌هایی از ایران که دارای ارزش ژئوتوریستی هستند می‌پردازیم، پر واضح است که این مناطق به عنوان گلچینی از گلستان زیبایی های زمین شناسی ایران معرفی شده اند.

بیشتر بدانیم:

معرفی نمونه هایی از ژئوپارک ها در جهان

مثلاً ژئوپارک یلواستون (Yellow stone) در آمریکا منطقه ای است که به علت وجود کانون‌های گرم ناشی از وجود توده های ماگمایی باعث تشکیل آبفشان‌ها در این منطقه شده است. یا ژئوپارک‌هایی که در چین وجود دارد مانند، ژئوپارک کوه سونگ شان (Mount Songshan) که شامل مجموعه ای از ماسه سنگ‌ها است که به دلیل فرسایش نمایی زیبا دارد، دره هونگ شی (Hongshi valley) که جریان آب رودخانه مجموعه ای از آبشارها و نماهای زیبا را بوجود آورده است، ژئوپارک جنگل سنگی (Rock Forest) که سنگ‌های گرانیتی به دلیل فرسایش مناظر زیبایی را خلق کرده اند و در کشور خودمان نیز محدوده ژئوتوریستی قشم که فرسایش آبی به همراه تنوع فسیل‌ها در رسوبات باعث تشکیل جلوه های زیبای طبیعی شده است..

۲-۱۰-جاذبه های ژئوتوریستی ایران

جهت آشنایی شما فراگیران عزیز، در این جا مجموعه ای از مکان ها و پدیده هایی که به لحاظ زمین شناختی زیبا بوده و می‌توانند در زمره جذابیت های گردشگری ایران محسوب شوند، معرفی می شوند.

۱-۲-۱۰-آتشفشان دماوند

آتشفشان دماوند بلندترین قله از غربی‌ترین مرزهای اروپا تا محل قله دماوند است. این قله علاوه بر تمام جاذبه های کوه نوردی که دارد به عنوان یکی از آتشفشان‌هایی هست که با توجه به جنس آن با توجه به قرار گرفتن بر پایه ای بلند توانسته قله ای تقریباً متقارن و مرتفع را ایجاد کند.

۲-۲-۱۰-آتشفشان های تفتان و بزمان

هر دوی این آتشفشان‌ها در استان سیستان و بلوچستان قرار دارد. خروج گازهای گوگرد باعث ایجاد لایه ای زرد رنگ در اطراف قله تفتان شده است.

۳-۲-۱۰-روستای کندوان

این روستا از توابع اسکو در آذربایجان شرقی است. خانه های این روستا که درون صخره بنا شده است در واقع در میان خاکسترهای آتشفشانی و سخت شده هستند.

بیشتر بدانیم:

درباره آتشفشان دماوند

در کشورهایی مانند نپال و پاکستان یکی از منابع درآمد، اجازه صعود از ارتفاعات هیمالیا است در صورتی که ما برای صعود و همین‌طور زیبایی های زمین شناسی این کوه هیچ گونه درآمدی نداریم. پدیده هایی که در ارتباط با این آتشفشان ایجاد شده، چشمه های آبگرم، منشورهای بازالتی و دهانه های زیبای آتشفشانی در این مخروط.

درباره آتشفشان‌های تفتان و بزمان

تفتان با ارتفاع ۴۰۵۰ متر و بزمان با ارتفاع ۳۴۹۰ متر هر دو تقریباً در مرحله نیمه فعالی قرار دارند. در اطراف بزمان، در حوالی روستای بزمان چشمه آبگرمی با دمای حدود ۳۶ درجه سانتیگراد وجود دارد که به لحاظ زمین شناسی با آتشفشان تفتان مرتبط است.

درباره روستای کندوان

تمام خانه های صخره ای روستای کندوان با حفر کردن سنگ‌ها و ایجاد فضا برای زندگی در لابلای آن‌ها ایجاد شده است یکی از دلایل ایجاد خانه ها در این فضا برای جلوگیری از حمله دشمن است و مانند یک قلعه افراد را حفظ می‌کند.

۴-۲-۱۰- تنگه های شمال کنگان:

این تنگه ها که در جنوبی ترین بخش ارتفاعات زاگرس و در مجاورت خلیج فارس است، بر اثر فرسایش آبی ایجاد شده اند.

۵-۲-۱۰- حوض سلطان

دریاچه حوض سلطان یا دریاچه شاهی، وسعتی معادل ۳۳۰ کیلومتر مربع دارد. سطح این دریاچه تماماً از نمک پوشیده شده است. این پوشش نمکی اغلب خشک است و گاه در بعضی از فصول مانند بهار، لایه نازکی از آب به ضخامت چند سانتی‌متر سطح بخش شمالی و شرقی را فرا میگیرد. لایه های نمک به دلیل همراه بودن با رس، در زمان خشک شدن بصورت اشکال منظم پنج یا شش ضلعی ترک می-خورد که به چند ضلعی های نمکی مشهور هستند.

۶-۲-۱۰- دریاچه تار و هویر

دریاچه تار در شمال شهرستان دماوند قرار دارد. این دریاچه یک پدیده زیبای زمین شناسی محسوب می شود. این دریاچه بر روی گسل بزرگ فیروزکوه – آبیک واقع شده است. (تصویر ۱۲۳)

در ادامه به معرفی برخی از پدیده های زیبای زمین شناختی می-پردازیم و نمونه (های) آن را در ایران معرفی می کنیم. درقسمت بیشتر بدانیم، مجموعه ای از جاذبه های زمین شناختی استان های مختلف کشور معرفیی شده اند. (صفحه بعد)

بیشتر بدانیم:

درباره تنگه های شمال کنگان

در پشت همه این تنگه مناطق بزرگی وجود دارد که حوضه آبگیر آن‌ها محسوب می‌شود. در تصاویر هوایی مانند یک گلابی به نظر می‌آید که آب را پس جمع کردن از تنگه باریک خارج می‌کند. به دلیل عمیق و باریک بودن این معابر، میزان تبخیر بسیار کم است و حتی در تابستان با وجود خشکی منطقه در این تنگه ها نهرهای باریکی جریان دارد. از گذشته های دور، مردم با بستن سد در انتهای تنگه و نگه داشتن آب در پشت آن آن‌را از طریق کانال‌هایی که در داخل سنگ‌ها برای جلوگیری از تبخیر می‌کندند، تا روستا هدایت می‌کردند و مورد استفاده قرار می-دادند. آثار این سدها و کانال‌های دست کند وجود دارد.

درباره حوض سلطان

نمک در این دریاچه تا عمق ۴۶ متری وجود دارد ولی بصورت یکنواخت نیست بلکه از مجموع ۵ لایه به ضخامت ۲۰ متر تشکیل شده است. برای رسیدن به مرکز این دریاچه به جز حاشیه این دریاچه که در فصول زمستان و بهار گلی است و نیاز به داشتن کفش ضد آب است، حرکت بر روی لایه های نمک به راحتی امکان پذیر است و به دلیل مقاومت نمک، به هیچ وجه فرو نمی رود. در اطراف این دریاچه خصوصاً در بخش غربی و شمالی دارای پوشش گیاهی است که این گیاهان از نوع نمک دوست هستند. نحوه تشکیل چند ضلعی های نمک اینگونه است که در زمان همراهی نمک با رس، وقتی رس ها آب خود را از دست میدهند ترک میخورند اما در محل ترکها آب حاوی نمک بر اساس خاصیت مؤیینگی به سطح میآید و با تبخیر آب یک لایه برجسته ایجاد می شود.

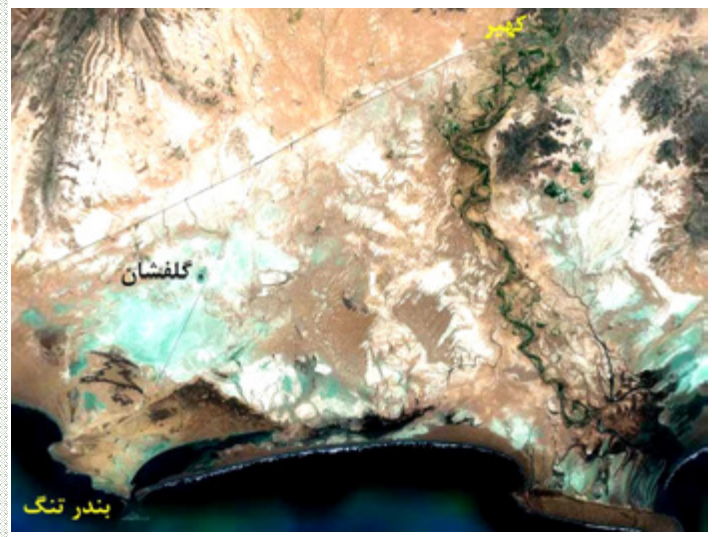
درباره دریاچه تار و هویر

این دریاچه بر اثر لغزش زمین و مسدود شدن مسیر جریان آب ایجاد شده است. در بخش جنوبی دریاچه می‌توان آثار این لغزش بزرگ را مشاهده کرده که به دنبال آن جریان آب به سمت رود هویر مسدود شد و در نهایت تبدیل به دریاچه شده است

تصویر ۱۲۳- دریاچه تار (عکس از حسین کشمیری)

۷-۲-۱۰- گل‌فشان

در دنیا بیش از صدها و هزاران نمونه از گل‌فشان‌ها وجود دارد. این گل‌فشانها در ابعاد گوناگون وجود دارند. بخش زیادی از آن‌ها با توجه به این‌که در محل برخورد صفحات پوسته هستند، در زیر دریاها و اقیانوس ها وجود دارند. گلفشان چابهار نیز در زون فرورانش صفحه دریای عمان به زیر ایران مرکزی قرار دارد. در تصویر ۱۲۴ نقشه ماهواره ای این گلفشان را مشاهده می کنید.



تصویر ۱۲۴- نقشه ماهواره ای گلفشان چابهار

بیشتر بدانیم:

برخی از جاذبه های زمین شناختی استان های مختلف ایران (از صفحه قبل)

- **جاذبه های استان های شمال غرب و غرب**

آتشفشان‌های سهند و سبلان، گدازه های آتشفشانی در منطقه خوی، منشورهای بازالتی در ماکو، چشمه های آبگرم اردبیل، دریاچه ارومیه و جزیره کبودان، دریاچه نئور، چشمه های آبگرم اطراف خلخال، آبشار آسیاب خرابه، روستای کندوان، غار پرو در کرمانشاه، دریاچه زریوار، گنج نامه و آبشار گنج نامه، غار علیصدر و چشمه های تراورتنی در تکاب.

- **جاذبه های استان‌های جنوبی:**

گل فشان چابهار، پدیده های فرسایشی در مسیر جاسک به چابهار، جزیره هرمز و گنبد نمکی آن، جزیره قشم، تنگه های حاصل از فرسایش در شمال کنگان، غار شفق در نزدیکی فیروزآباد، دریاچه بختگان، دریاچه فامور، دریاچه مهارلو، گنبدهای نمکی هرمزگان، آبشار مارگون و آب گرم لشقان حوالی بندر خمیر.

- **جاذبه های مرکزی و شرقی ایران:**

گنبدهای نمکی قم، گنبدهای نمکی جنوب سمنان، آب گرم دلیجان، آبشار آب سفید در جنوب الیگودرز، حوض سلطان، دریاچه نمک، کویرهای مرکزی ایران، باتلاق گاوخونی، روستای میمند در استان یزد، ماهان، دریاچه گهر، غار کرفتو و غار کتله خور.

- **استان-های شمالی و تهران:**

چشمه آب اسک، چشمه لاریجان، دریاچه اوان، دریاچه ولشت، دریاچه تارو هویر، دریاچه لاسم، غار دانیال، غار یخ مراد، قله علم کوه، آبشار پلور، چشمه آب گرم، غار کیارم حوالی مینودشت، گل فشان گمیشان و آبشار شیرآباد در نزدیکی خان بین.

واضح است که مناطق ذکر شده فقط نمونه ای از محل‌هایی هست که به دلیل امکان مشاهده و دسترسی آنها برای عموم علاقه مندان به طبیعت وجود دارد، و بسیاری دیگر از پدیده ها به دلیل واقع شدن در مناطق بکر و دست نخورده جاذبه های خاص خود و همینطور توریست منحصر به خود را می طلبد.

درباره پدیده گلفشان

تعداد زیادی از پدیده در آمریکا، استرالیا، آذربایجان، اکراین، ایتالیا (سیسیل)، پاکستان، چین و یونان میتوان یافت بزرگترین گل فشان ۱۰ کیلومتر قطر و ۷۰۰ متر ارتفاع دارد. گازی که از گلفشان‌ها خارج می‌شود در حدود ۸۶ درصد آن متان است و مقادیر کمی دی اکسید کربن و نیتروژن نیز همراه دارد. بعضی از گلفشان‌ها با مواد هیدروکربنی نیز همراه است و در زونهای فرورانش و یا کمربندهای کوه زایی قرار دارند.

درباره گلفشان چابهار

این گلفشان در مختصات ۲۵ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و ۵۹ درجه و ۵۶ دقیقه شرقی واقع است و ارتفاع آن نسبت به زمین‌های اطراف در حدود ۱۵ متر است. به منظور دسترسی به آن پس از روستای کهیر با طی مسافت حدود ۱۵ کیلومتر به دوراهی بندر تنگ رسیده و از این محل نیز پس ۷ کیلومتر به محل گلفشان می‌رسیم.

۸-۲-۱۰- گنبدهای نمکی

این پدیده ها ساختمان‌های زمین شناسی گنبدی شکلی هستند که عامل به وجود آورنده آن‌ها نمک است. گنبدهای نمکی در سطح زمین به شکل رخنمون ندارند و شکل آن‌ها تابع شرایط زمین‌شناسی منطقه-ای است که رخنون پیدا می‌کنند. به همراه گنبدهای نمکی گچ، گوگرد، سنگ های رسوبی و آذرین نیز مشاهده می‌شوند. این سنگ‌ها در حین بالا آمدن توده نمک از محل اصلی خود جدا شده و به سطح آورده شده‌اند. در ایران در استان هرمزگان، قم و سمنان گنبدهای نمکی متعددی را می‌توان مشاهده کرد. در صفحه بعد نقشه پراکندگی گنبدهای نمکی را در ایران مشاهده می کنید.

در ادامه ذکر نکته ای درباره جاذبه های مربوط به مناطق دارای قسیل در ایران لازم به نظر می رسد. در بسیاری از کشورهای جهان مناطق دارای فسیل یکی از جاذبه های زمین شناسی محسوب می‌شود. البته بازدید از این مناطق همانند بازدید از حیات وحش که بدون گرفتن هیچ جانوری صورت می‌گیرد، برگزار می شود. این موضوع متأسفانه در کشور ما رعایت نمی شود و هنوز این اطلاع رسانی صورت نگرفته است که همان‌گونه که شیر ایرانی و ببر مازندران منقرض شدند و یا یوزپلنگ ایران و گور ایران در خطر انقراض هستند، ولی با حفظ آن‌ها این فرصت وجود دارد که محافظت شوند. اما بیش از ۹۰ درصد موجوداتی که به فسیل تبدیل شده اند، یا رده زیستی آن موجود کاملاً منقرض شده، مانند تریلوبیتها و یا آن جنس و گونه دیگر حضور ندارد. پس با برداشتن یک نمونه فسیل، یک موجود که به هیچوجه جایگزین نمیشود حذف شده است. با این توصیف از ذکر محل‌هایی که به لحاظ فسیلی غنی هستند خودداری شده است، با این امید که شما فراگیران عزیز و راهنمایان آینده سفرهای طبیعت گردی، نیز در حفظ این ثروت های ملی به نوبه خود کوشا باشید.

در ادامه مجموعه ابزارهای مورد نیاز در برنامه های صحرایی زمین شناسی معرفی شده اند. در قسمت بیشتر بدانیم نیز راهنمایی های مفیدی درباره عکاسی از پدیده های زمین شناسی ارائه شده است. (صفحه بعد) شما به عنوان راهنمای سفرهای طبیعت گردی، با آگاهی از ابزارهای لازم برای سفرهای با برنامه و هدف خاص در طبیعت، به طور مثال با تمرکز بر پدیده ای زمین شناختی و نیز شناخت نکات و اصول مربوط به عکس برداری در هر شاخه ای که به پدیده ای طبیعی مربوط می شود، می توانید بر حسب نوع سفر به مسافران همراه خود راهنمایی های لازم را ارائه نمایید.

۳-۱۰-ابزارهای مورد نیاز در برنامه های صحرایی زمین شناسی

الف) ابزار زمین شناسی

۱- چکش
۲- قطب نما (کمپاس)
۳- ذره بین دستی (با درشت نمایی ۲۰ برابر)
۴- کیسه نمونه
۵- اسید کلریدریک
۶- نقشه
۷- عینک امینی
۸- دفترچه یادداشت
۹- یک قطعه شیشه

بیشتر بدانیم:

درباره گنبدهای نمکی

نحوه تشکیل این گنبدها این‌گونه است که نمک به علت وزن مخصوص کم و همینطور خاصیت شکل پذیری، به مرور به منظور فرار از فشار لایه های فوقانی به سمت بالا حرکت می‌کند. این حرکت بسیار آرام و گاه کمتر از یک میلیمتر در سال است. این نمک‌ها از لایه های نمک دارد زیرین زمین تغذیه می‌شوند. در محل‌هایی که در گذشته لایه های نمک به دلیل تبخیر بالا و یا سایر عوامل بر روی هم اباشته شده اند و به مرور لایه ای ضخیم ایجاد شده است. وجود یک عامل چین خوردگی در درون زمین می-تواند باعث حرکت توده نمک به سمت بالا بشود. با تخلیه شدن لایه های زیرین از نمک به مرور نشست می‌کند و حالت یک ناودیس را ایجاد می‌کند.

بیشتر بدانیم:

ب) لوازم غیر زمین شناسی

۱- قمقمه
۲- چاقو
۳- چراغ قوه
۴- سوت
۵- کبریت
۶- کلاه آفتابی
۷- کمک‌های اولیه و داروهای ضروری
۸- سوزن و نخ
۹- دوربین عکاسی
۱۰- کرم ضد آفتاب
۱۱- GPS
۱۲- در بازکن
۱۳- لباس ضد آب
۱۴- کارت شناسایی

پایان

بیشتر بدانیم:

اصول عکاسی در زمین شناسی (از صفحه قبل)

عکاسی از پدیده های زمین شناسی همانند عکاسی از طبیعت است البته به جز مواردی که عکس یک نمونه سنگ، کانی و یا فسیل در داخل فضای غیر طبیعی و با امکان نورپردازی مصنوعی است. عکاسی در محیط طبیعی تابع شرایطی است که محیط ایجاد می‌کند. مهم‌ترین تفاوت عکاسی از طبیعت با عکاسی از پدیده های زمین شناسی در این است که گاه ما اگر شدت نور، زاویه نور، رنگ و یا سایر موارد مناسب نباشد، از یک منظره عکاسی نمیکنیم اما گاه مجبوریم در زمان نامناسب از نور و یا زاویه آن از یک پدیده عکس بگیریم.

برای بسیاری از زمین شناسان این اتفاق افتاده است که در زمانی که یک پدیده زیبای زمین شناسی را مشاهده کرده اند، یا اساساً امکان این‌که نور از زاویه مناسب به آن بتابد نیست و یا امکان حضور مجدد در زمان مناسب برای عکاسی از آن دوباره مهیا نمیشود. پس ما اغلب با یک سری محدودیت هایی مواجه هستیم که سعی می‌کنیم در مواردی آثار منفی آنها را در عکس کاهش دهیم. البته باید اشاره کرد که در کنار این محدودیت‌ها، این امتیاز هم وجود دارد که پدیده های زمین شناسی مانند جانوران و حیات وحش متحرک نبوده و ثابت هستند و در صورتی فردی بخواهد عکس‌هایی هنری از این پدیده ها بگیرد می‌تواند در زمان‌های مناسب مراجعه کند و از آن عکس بگیرد. با توجه به این توضیح به نکاتی که در عکاسی از پدیده های زمین شناسی باید مورد توجه باشد اشاره می‌کنیم:

تصویر ۱۲۵-آثار موجی بر روی رسوبات سنگ شده

۱- شدت نور تابیده شده به سوژه باید به گونه ای باشد تا وضوح پدیده را افزایش دهد. گاه وجود سایه باعث تیره تر شدن فضای عکس بشود و در نتیجه سوژه به خوبی قابل تشخیص نباشد.

۲- زاویه نور تابیده شده یکی از مهم‌ترین عوامل در عکاسی محسوب می شود. زمانی که از پدیده که حالت بر جسته دارد عکاسی میکنیم، بهتر است تا نور از زاویه بتابد تا با ایجاد سایه، به سوژه حالتی برجسته بدهد. مثلا در زمان عکاسی از موج‌های ریز روی ماسه های بیابان، اگر نور از بالا بتابد هیچ سایه ای ایجاد نمیکند و درک پدیده بسیار دشوار است. اما اگر از اطراف و با زاویه نور بتابد با ایجاد سایه حالت برجسته بودن را نمایان میکند. در تصویر ۱۲۵ با توجه به زاویه مایل نور (از بالا سمت چپ عکس) باعث ایجاد نمای برجسته در موج‌های روی سنگ شده است.

تصویر ۱۲۶- یک بلور کوچک از آپاتیت

۳- وجود یک مقیاس که برای همه افراد اندازه آن مشخص باشد در کنار پدیده ها ضروری است. مثلا اگر از یک فسیل یا بلور کانی بدون مقیاس عکاسی شود، بیننده اندازه آن را نمی-تواند تصور کند. اما وجود یک مقیاس باعث می‌شود تا بزرگی یا کوچکی آنرا درک کند. در تصویر ۱۲۶ چنانچه نوک خودکار را با دست یا کاغذ بپوشانید تشخیص اندازه واقعی آن دشوار است و بیننده ممکن است اندازه این بلور را بزرگ تصور کند در صورتی طول بلور در حدود یک و نیم سانتی‌متر است.مقیاس ها می‌تواند بر حسب اندازه پدیده شامل: درپوش خودکار، خودکار، درپوش دوربین عکاسی، سکه، ساعت مچی، انگشت دست، انسان، خودرو و یا خط کش های دقیق باشد.

اصول عکاسی در زمین شناسی (ادامه)

۴- در عکس‌هایی که از نمای کلی یک پدیده است (منظور عکس‌هایی که از دور از یک پدیده بزرگ گرفته می شود) جهت جغرافیای دید در شرح آن عکس الزامی است. اهمیت این نکته در این است که به بیننده کمک می‌کند تا تصور دقیقی از راستا و جهت آن عارضه در محیط طبیعی داشته باشد. نحوه انجام این کار به شکل است که چنانچه به سمت شمال‌شرق به یک پدیده نگاه میکنید و از آن عکس می‌گیرید، در شرح عکس به عبارت "دید به سمت شمال شرق اشاره کنید". اگر عکسی از دماوند گرفته شود و در شرح آن نوشته شود (دید به سمت جنوب)، بیننده متوجه می شود که در حال دیدن جبهه شمالی دماوند است و دچار ابهام نمی‌شود.

۱- **اصول ژئوشیمی**، ترجمه دکتر فرید مر و علی اصغر شرفی، دانشگاه شیراز، ۱۳۷۳، ۵۶۶ صفحه.

۲- **اصول نقشه برداری زمین شناسی**، ترجمه پیمان رضایی و علی حسن جلیلیان، نشر نخستین، ۱۳۷۵، ۱۸۹ صفحه.

۳- **بی مهرگان فسیل (ماکروفسیل)**، دکتر محمد علی جعفریان، دکتر حسین وزیری مقدم و دکتر عزیز الله طاهری، دانشگاه اصفهان، ۱۳۸۲، ۳۴۶ صفحه.

۴- **پتروگرافی و پترولوژی سنگهای آذرین**، دکتر حسین معین وزیری و علی احمدی، دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۷۱، ۵۳۹ صفحه.

۵- **جهان جواهرات کلیات جواهر شناسی**، دکتر داریوش ادیب، ۱۳۶۹، ۳۶۲ صفحه.

۶- **چینه شناسی ایران**، دکتر خسرو خسرو تهرانی، انتشارات پیام نور، ۱۳۷۶، ۴۰۷ صفحه.

۷- **دیباچه ای بر ماگماتسیم ایران**، دکتر حسین معین وزیری، دانشگاه تربیت معلم، ۱۳۷۵، ۴۴۰ صفحه.

۸- **رسوب شناسی**، دکتر رضا موسوی حرمی، انتشارات آستان قدس رضوی، ۱۳۷۷، ۴۷۴ صفحه.

۹- **زمین شناسی ایران**، دکتر خسرو خسرو تهرانی، انتشارات پیام نور، ۱۳۷۶، ۳۲۷ صفحه.

۱۰- **زمین شناسی ایران**، دکتر علی درویش زاده، انتشارات امیرکبیر، ۱۳۷۱، ۹۰۱ صفحه.

۱۱- **زمین شناسی ایران (چینه شناسی، تکتونیک، دگرگونی و ماگماتیسم)**، علی درویش زاده، انتشارات امیر کبیر، ۱۳۸۳، ۴۳۴ صفحه

۱۲- **زمین شناسی تاریخی**، محمد داستانپور، دانشگاه شهید باهنر کرمان، ۱۳۸۰، ۲۰۲ صفحه.

۱۳- **زمین شناسی عمومی**، حسن مدنی و سیروس شفیعی، دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۸۴، ۴۸۲ صفحه.

۱۴- **زمین شناسی فیزیکی (جلد اول: فرآیندهای بیرونی)**، دکتر حسین معماریان، محمود صداقت، انتشارات پیام نور،۱۳۸۲، ۷۰۴ صفحه.

۱۵- **زمین شناسی فیزیکی (جلد دوم: فرآیندهای درونی)**، دکتر حسین معماریان، محمود صداقت، انتشارات پیام نور، ۱۳۸۲، ۷۱۵ صفحه.

۱۶- **ژئومورفولوژی ایران**، دکتر محمود علایی طالقانی، نشر قومس، ۱۳۸۲، ۴۰۴ صفحه

۱۷- **ژئومورفولوژی ایران (جلد ۱و۲)**، دکتر محمد جعفر زمردیان، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۳۸۳، ۲۷۶ صفحه.

۱۸- **سنگ شناسی دگرگونی**، دکتر علی درویش زاده، انتشارات پیام نور، ۱۳۷۱، ۳۶۴ صفحه.

۱۹- **سنگ‌ها و کانی‌های گرانبها (گوهرها) و جایگاه آن‌ها در ایران**، دکتر منصور قربانی، نشر آرین زمین، ۱۳۸۲، ۳۹۶ صفحه.

۲۰- **شناسایی مقدماتی سنگ‌ها**، ترجمه حسین دانشفر، نشر دفتر امور کمک آموزشی و کتابخانه ها، ۱۳۶۸، ۱۲۸ صفحه.

۲۱- **فسیل شناسی بی مهرگان (ماکروفسیل ها)**، ترجمه و تألیف دکتر خسرو خسرو تهرانی، انتشارات زئوس، ۴۲۲ صفحه.

۲۲- **کویرهای ایران و خصوصیات ژئومورفولوژیکی و پالئوکلیماتولوژی آن**، ترجمه دکتر عباس پاشائی، ۱۳۸۱، انتشارات سازمان جغرافیایی وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، ۳۲۸ صفحه.

۲۳- **ماگماها و سنگ‌های ماگمایی مبانی پترولوژی سنگ‌های آذرین**، ترجمه دکتر علی درویش زاده و عباس آسیابانها، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۰، ۵۱۵ صفحه.

۲۴- **مبانی آتشفشان شناسی با نگرشی بر آتشفشان‌های ایران**، دکتر منصور قربانی، ۱۳۸۲، ۳۶۲ صفحه.

۲۵- **مبانی ژئومورفولوژی**، دکتر محمدرضا اصغری مقدم، انتشارات صدرا، ۱۳۸۳، ۲۹۶ صفحه.

ابرهای کپه‌ای (کومولی)	Cumulus
اتمسفر	Atmosphere
اثر گلخانه‌ای	Greenhouse effect
امواج اولیه	(Primary waves
امواج برشی	(Shear waves)
امواج ثانویه	Secondary waves
استراتوسفر	Stratosphere
(ابر) استراتوکومولوس	Stratocumulus
(ابر) استراتوس	Stratus
استالاکتیت	Stalactite
استالاگمیت	Stalagmite
اسلیت	Slate
اگزوژیرا	Exogyra
انرژی تشعشعی	Radiant energy
ابسیدین	Obsidian
اُرترومبیک	Orthrombic
آبرفت	Alluvium
آبفشان	Geyser
(ابر) آلتواستراتوس	Altostratus
(ابر) آلتوکومولوس	Altocumulus
اوزون	Ozone
اویستر	Oyster
اینوسراموس	Inoceramus

(شاخه) بازوپایان	Brachiopoda
(شاخه) بندپایان	Arthropoda
بافت	Texture
بوفون	Buffon
بی شکل	Amorphous
بهمن	Avelanch
بهمن سنگ	Rock avelanch
(روش) پراش اشعه ایکس	X-ray diffraction
پالِئوزوئیک	Paleozoic
پِرِفانِروزوئیک	Prephanerozoic
پکتن	Pecten
پلاژیوکلازها	plagioclase
پورفیری	Porphyritic
جبهه	Front
تاقدیس	Anticlinal
تاکسونومی	Taxonomy
تالوس	Talus
تتراگونال	Tetragonal
تراورتن	travertine
تروپوسفر	Troposphere
تری‌کلینیک	Triclinic
تریگونال	Trigonal
تریلوبیتومورفا	Trilobitomorpha
تریلوبیت ها	Trilobita

Letal radiation	تشعشع کشنده
Fementation	تخمیر
Sedimentary differentiation	تفریق رسوبی
Strain	تنجش
Air mass	توده‌های هوا
Torb	تورب
Turritella	توریتلا
Tuff	توف
Luster	جلا
Earthy	جلای خاکی یا کدر
Metallic	جلای فلزی
Nonmetallic	جلای غیر فلزی
Genus	جنس
Artesian well	چاه آرتزین
Chert, flint	چرت و فلینت
fold	چین
Echinodermata	(شاخه) خارپوستان
Family	خانواده
Creep	خزش
Hardness scale	درجه سختی
Valley	دره
Era	دوران
Period	دوره
Bivalves	دو کفه ای‌ها

دیواره	Clift
راسته	Order
رده	Class
رَخ (کلیواژ)	Cleavage
رنگ	Color
رنگ خاکه	Streak
ریپل مارک	Ripple mark
زمین حرارتی	Geothermal
زمین لغزش	Landslide
زمین ساخت ورقه ای	Plate tectonic
سری واکنشی باون	Bowen’s reaction series
سست کره	Asthenosphere
سرپایان	Cephalopoda
سلسله	Kingdom
سیپره آ	Cypraea
سفالوپودها	Cephalopoda
(ابر) سیروس	Cirrus
(ابر) سیروکومولوس	Cirrocumulus
(ابر) سیرواستراتوس	Cirrostratus
سنگ آهک	Limestone
سنگ کره	Lithosphere
سِنوزوئیک	Cenozoic
سوپرنوا	Supernova

شاخه	Phylum
شکل بلور	Crystal shape
شکم پایان	Gastropoda
شیب گرمایی	Thermal gradients
شیست	Schist
شیل	Sheil
غار	Cave
فانروزوئیک	phanerozoic
فروشست	leaching
فون ویتسکر	Von Weizsacker
قانون باد	Bade`s Law
قسمت در هزار	part per thousand
کارست	karst
کانت	Kant
کانی	Mineral
کاوندیش	Cavendish
کلرک ماکسول	Clerk Maxwell
کلریته	Chlorinity
کلسدونی	Chalcedony
کنکرسیون	Concretion
کوآترنری	Quaternary
کوکینا	Coquina
کومولونیمبوس	Cumulonimbus

کونوس	Conus
گریفه آ	Gryphea
گسل	Fault
گنیس	Gneiss
گونه	Species
لاپلاس	Laplace
لُس	Loess
مآندر	Meander
مزوزوئیک	Mesozoic
مخروط افکنه	Fan Alluvium
سیستم تبلور	Crystal system
ممان زاویه‌ای	Angular momentum
مورکس	Murex
مونوکلینیک	Monoclinic
ناپیوستگی لمان	Lehman discontinuity
ناپیوستگی موهورو ویچیک	Moho discontinuity
ناپیوستگی ویچرت ـ گوتنبرک	Wiechert-Gutenberg discontinuity
ناودیس	Synclinal
نقطه پاستور	Pasteur point
نیمبواستراتوس	Nimbostratus
واریزه	Debris
وزن مخصوص	Specific weight
هگزاگونال	Hexgonal

هوموسفر	Homosphere
یونوسفر	Ionosphere
هماتیت	Hematite
هیدروسفر	Hydrosphere