

پودمان ۱

تحلیل کانی‌ها و سنگ‌های معدنی



واحد یادگیری ۱

تحلیل انواع کانی‌ها در اکتشاف مواد معدنی

مقدمه

در این فصل سعی بر آن شده که شناختی از چگونگی تشکیل سنگ و کانی‌های تشکیل دهنده آن داشته باشیم و در ادامه خصوصیات هر یک از سنگ‌ها را مورد بررسی قرار دهیم تا بتوانیم شناختی اولیه از انواع سنگ‌ها به دست بیاوریم. تشخیص نوع کانی و با استفاده از آن شناخت نوع سنگ جزء علوم پایه در اکتشاف، استخراج و فراوری مواد معدنی است و کاربرد گسترده‌ای در فعالیت‌های مربوط به زمین‌شناسی و معدن دارد که به کمک آن می‌توان مواد معدنی با ارزش را از باطله‌ها تشخیص داد. به عنوان مثال در اکتشاف با تشخیص محیط‌های مناسب کانی‌سازی و تشخیص کانی‌های با ارزش می‌توان مکان‌های مناسب جهت انجام عملیات اکتشافی را تعیین نمود. در استخراج مواد معدنی و در یک جبهه کار معدن تشخیص قسمت‌های پرعیار، کم‌عیار و یا باطله با استفاده از علم کانی‌شناسی و سنگ‌شناسی انجام می‌شود و در نهایت در عملیات فراوری، با تشخیص کانی‌ها از باطله عملیات سنگجوری و همچنین کنترل محصول می‌تواند انجام شود.

کانی: عبارت است از عنصری با ترکیبات شیمیایی طبیعی، جامد، همگن و متبلور با ساختار نسبتاً معین که در زمین یافت می‌شود. خواص فیزیکی کانی‌ها در حدود مشخص ممکن است تغییر نمایند.

بلور: کانی‌ها به صورت اجسام هندسی با ساختمان اتمی منظم متبلور می‌گردند که به آن بلور می‌گویند.

کانی‌شناسی

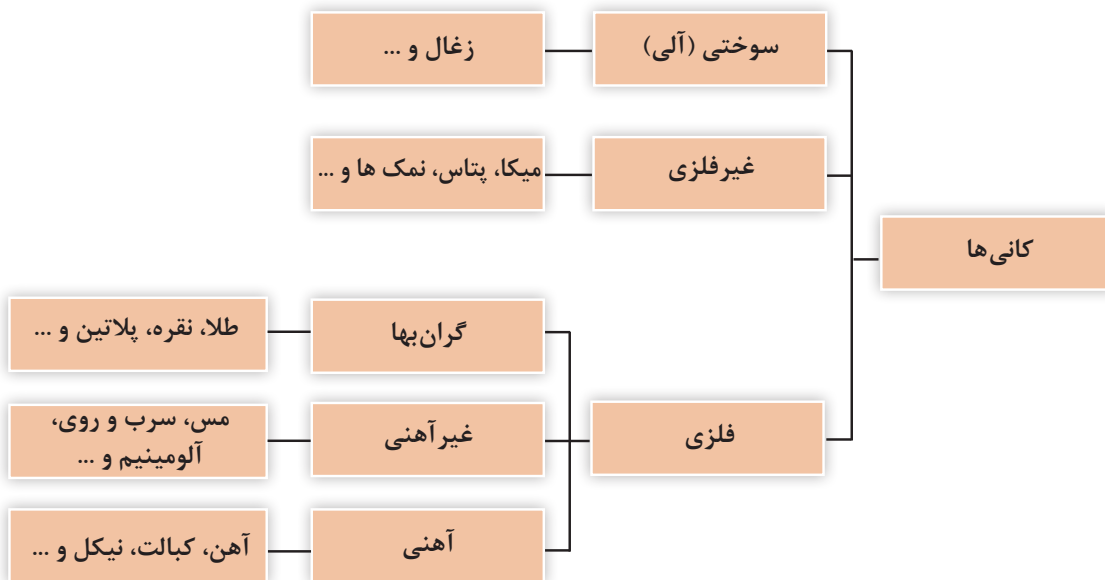
علم مربوط به شناخت آن دسته از ترکیبات معدنی که بدون دخالت انسان و به طور طبیعی وجود دارند و عمدتاً جامد می‌باشند مانند کانی‌های کوارتز، فلدسپات، میکا، طلا، نقره و غیره را کانی‌شناسی گویند. کانی‌ها پایه و اساس تشکیل و به وجود آمدن گیاهان، جانوران و همچنین پایه‌ای برای پیشرفت تمدن و تکنولوژی می‌باشند. کانی‌شناسی در واقع شناخت مواد معدنی خام به منظور سنجش ساختار و ترکیب شیمیایی مواد معدنی، به منظور استفاده در صنایع مختلف مانند ذوب فلزات و تأمین مواد اولیه کارخانه‌ها را دربر می‌گیرد.

طبقه‌بندی کانی‌ها

با توجه به اینکه تعداد کانی‌ها بسیار فراوان است و به لحاظ خواص فیزیکی و شیمیایی از پیچیدگی فراوانی برخوردارند، روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی آنها ارائه شده است. در اینجا به بررسی دو روش طبقه‌بندی کانی‌ها با ذکر مثال می‌پردازیم.

طبقه‌بندی کانی‌ها براساس نوع کاربرد

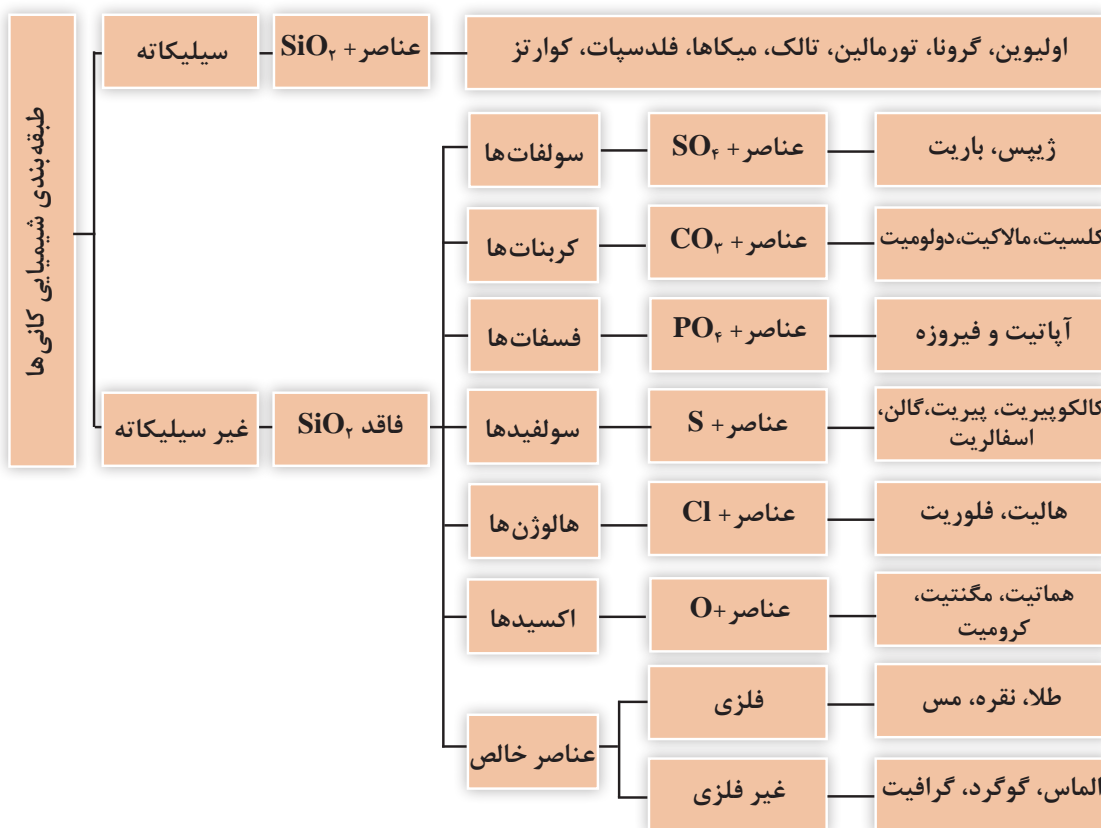
کانی‌ها را براساس نوع استفاده می‌توان به سه دسته کلی طبقه‌بندی کرد که شامل: کانی‌های فلزی، غیرفلزی و سوختی می‌باشند. نمودار زیر تقسیم‌بندی کانی‌ها را بر این اساس نشان می‌دهد.



نمودار تقسیم‌بندی کانی‌ها

طبقه‌بندی کانی‌ها براساس خواص شیمیایی

براساس خصوصیات شیمیایی، کانی‌ها به دو دسته کلی سیلیکاته و غیرسیلیکاته تقسیم می‌شوند. کانی‌های سیلیکاته کانی‌هایی هستند که در ترکیب شیمیایی آنها سیلیس (Si) وجود دارد. کانی‌های غیرسیلیکاته فاقد عنصر سیلیس هستند، دسته‌بندی این کانی‌ها به شرح نمودار زیر است.



کانی‌های سیلیکاته: نتیجه مطالعه ترکیب شیمیایی سنگ‌های آذرین و آتشفشان‌های فعال نشان می‌دهد که ماگما ترکیب سیلیسی است همراه با اکسیدهای فلزی، بخار آب و مواد فرار که از اعماق زمین به قسمت‌های بالایی پوسته راه پیدا می‌کند و با از دست دادن گرمای خود کانی‌های آذرین متبلور می‌شود و سنگ‌های آذرین درونی پدید می‌آید. قسمتی از ماگما که به سطح زمین راه پیدا می‌کند گدازه نامیده می‌شود و سنگ آذرین بیرونی را تشکیل می‌دهد.

پودمان ۱: تحلیل کانی‌ها و سنگ‌های معدنی

در مجموع می‌توان گفت که بیش از ۹۰٪ پوسته زمین از سیلیکات‌ها تشکیل شده است که عناصر سازنده آن شامل ۸ عنصر زیر می‌باشند.

| عبار | علامت اختصاری | نام عنصر |
|----------|-------------------|----------------------------------|
| ٪ ۶۲/۵ | O | اکسیژن |
| ٪ ۲۱/۲ | Si | سیلیسیم |
| ٪ ۶/۵ | Al | آلومینیوم |
| ٪ ۳ تا ۲ | Fe, Mg, Na, K, Ca | آهن، منیزیم، سدیم، پتاسیم، کلسیم |

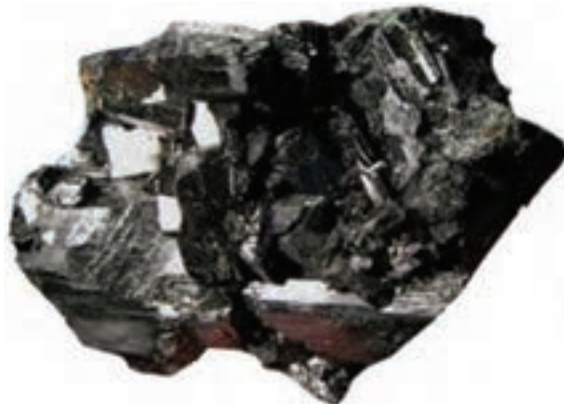


کانی اولیوین

بنابراین ترکیب اصلی سنگ‌های تشکیل‌دهنده زمین را کانی‌های سیلیکاته تشکیل می‌دهند و لازم است جهت تشخیص نام این سنگ‌ها نوع کانی‌های سیلیکاته و میزان هر یک را تعیین نمود. بنابراین در این پودمان به بررسی مهم‌ترین کانی‌های سیلیکاته می‌پردازیم:

۱ اولیوین: دارای ساختمان سیلیکاتی، رنگ سبز زیتونی و خاکه آن بی‌رنگ است. جلای کانی شیشه‌ای و شکست صدفی دارد. به علت مقاومت حرارتی بالا در ماسه‌های ریخته‌گری کاربرد دارد. همچنین از کانی اولیوین در صنایع جواهرسازی و تهیه نگین انگشترهای قیمتی نیز استفاده می‌شود.

۲ پیروکسن: رنگ این کانی سبز خاکستری تا سیاه، رنگ خاکه آن بی‌رنگ و جلای آن شیشه‌ای و مهم‌ترین نوع آن اوژیت است.



کانی پیروکسن



کانی آمفیبول

۳ **آمفیبول:** به صورت بلورهای منشوری طویل باریک و سوزنی شکل که به صورت مستقل و یا مجتمع در رنگ‌های مختلف دیده می‌شود. رنگ آن سبز تیره تا سیاه و رنگ خاکه آن بی‌رنگ، و جلای شیشه‌ای و مهم‌ترین نوع آن هورنبلند است.



کانی میکای سیاه

۴ **میکاه‌ها:** دارای ساختمان ورقه‌ای شکل هستند و به دو نوع میکای سیاه (بیوتیت) و میکای سفید (مسکویت) تقسیم می‌شوند.

● **میکای سیاه (بیوتیت):** به رنگ سیاه یا قهوه‌ای و دارای رنگ خاکه بی‌رنگ می‌باشد. جلای آن شیشه‌ای است.



کانی میکای سفید

● **میکای سفید (مسکویت):** بی‌رنگ و شفاف بوده رنگ خاکه آن بی‌رنگ است و جلای آن شیشه‌ای می‌باشد. از میکای سفید در صنایع الکتریکی و الکترونیکی استفاده می‌شود با توجه به مقاومت آن در برابر حرارت و شفاف بودن و از ورقه‌های آن در ساختن تلق چراغ‌های علاءالدین قدیم و پنجره‌های کوره‌های ذوب استفاده می‌شود.



کانی تورمالین

۵ **تورمالین:** دارای رنگ‌های متنوعی بوده که رنگ سیاه آن بیشتر متداول است. رنگ خاکه آن بی‌رنگ، جلای شیشه‌ای و شکستگی نامنظم دارد. سطح مقطع بلورهای آن به شکل مثلث است و در جواهرسازی و صنایع الکترونیک کاربرد دارد.

پودمان ۱: تحلیل کانی‌ها و سنگ‌های معدنی



کانی پلاژیوکلاز فلدسپات - Cu



کانی پلاژیوکلاز فلدسپات - Na



کانی اورتوکلاز فلدسپات



کانی لوسیت

۶ **فلدسپات‌ها:** فلدسپات‌ها از فراوان‌ترین کانی‌های پوسته زمین هستند و در صنایع سرامیک، چینی و کاشی‌سازی کاربرد دارند و به دو دسته ارتوکلاز و پلاژیوکلاز تقسیم می‌شوند.

● پلاژیوکلازها (Na-Ca Feldspar):

فلدسپات‌های سدیک و کلسیک را پلاژیوکلاز گویند. به رنگ سفید تا خاکستری کم رنگ است. اثر خاکی آن بی‌رنگ، جلای آن شیشه‌ای و از انواع آن می‌توان به آنورتیت، آندزین، الیگوکلاز و آلبیت می‌باشد.



● اورتوکلاز (k-Feldspar):

فلدسپات‌های پتاسیک را اورتوکلاز گویند. به رنگ گرم روشن تا صورتی است. رنگ خاکی بی‌رنگ و جلای شیشه‌ای دارد و از انواع مهم آن سانیدین است.

۷ **فلدسپات‌توئیدها:** این دسته از کانی‌ها شباهت زیادی با فلدسپات‌ها دارند و مهم‌ترین کانی‌های آنها عبارت‌اند از:

● **لوسیت:** دارای جلای شیشه‌ای و چرب و رنگ سفید با ته رنگ مایل به خاکستری یا مایل به زرد است. این کانی به صورت دانه‌ای درون سنگ‌های آذرین بسیار کمیاب است. از این کانی به‌عنوان کود شیمیایی و همچنین به‌عنوان کانی آلومینیم‌دار در تولید آلومینیم استفاده می‌شود.



کانی‌های نفلین

● **نفلین:** این کانی سنگ‌ساز در سنگ‌های آذرین قلیایی سرشار از سدیم وجود دارد. جلا بر روی سطوح بلور جلای شیشه‌ای تا چرب دارد. از نظر رنگ بی‌رنگ تا سفید مایل به خاکستری و حتی تا قهوه‌ای و سرخ‌گون نیز دارد. شبیه به اورتوکلاز هستند ولی دارای رخ بهترند. نفلین بیشتر در سنگ‌های آذرین فقیر از سیلیس و در پگماتیت‌ها با زیرکن، تیتانیوم و ایلمینیت همراه است. از نفلین در صنایع آلومینیم، شیشه و سرامیک و همچنین تهیه کودهای شیمیایی استفاده می‌شود.



کانی کوارتز

▲ **کوارتز:** از نظر فرمول شیمیایی یک اکسید است ولی اختصاصات فیزیکی، شیمیایی و ساختمان داخلی آن به گونه‌ای است که جزو سیلیکات‌ها به حساب می‌آید. بی‌رنگ است و دارای جلای شیشه‌ای و فاقد رخ بوده و شکستگی از نوع صدفی دارد. بر روی شیشه خط می‌اندازد و سختی آن ۷ است. در مقابل هوا بسیار مقاوم است. از کوارتز در صنعت شیشه‌سازی، کاغذسازی، سمباده و ابزارهای نوری و الکتریکی استفاده می‌شود. از انواع مهم کوارتزها، کوارتز دودی، صورتی، آمیتیست، اوپال، عقیق و کالسدون می‌باشد.

در خصوص انواع کانی‌های کوارتز و کاربردهای آنها تحقیق کنید و نتایج را با همکلاسی‌های خود بررسی نمایید.

پژوهش



کانی ژئولیت

۹ **ژئولیت:** آلومینوسیلیکات‌های سدیم و کلسیم آبدار می‌باشند که درون حفره‌های گدازه‌های آتشفشانی تشکیل می‌شود. در اثر حرارت آب موجود در آنها خارج می‌شود و پس از سرد شدن مجدداً آب را جذب می‌کنند. بلورهای آنها به شکل رشته‌ای و یا الیافی می‌باشد. ژئولیت‌ها در کشاورزی به عنوان عامل نگهدارنده آب، تصفیه آب و در صنایع نظامی کاربرد دارند.

آنچه در خصوص انواع کانی‌های سیلیکاته بیان شده به اختصار و با هدف استفاده جهت شناسایی انواع سنگ‌ها می‌باشد در خصوص دسته‌بندی کامل کانی‌های سیلیکاته تحقیق کنید و جدولی در این خصوص ارائه نمایید.

پژوهش



واحد یادگیری ۲

تحلیل انواع سنگ‌ها جهت تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی

سنگ‌شناسی

سنگ:

به موادی گفته می‌شود که به‌طور طبیعی از اجتماع یک یا چند نوع کانی تشکیل شده باشند. در زمین سه گروه سنگ با سه روش تشکیل و منشأ جداگانه وجود دارد.

سنگ‌های آذرین: محصول انجماد مواد مذاب درونی‌اند که در داخل یا سطح زمین سرد و تبدیل به سنگ شده‌اند.

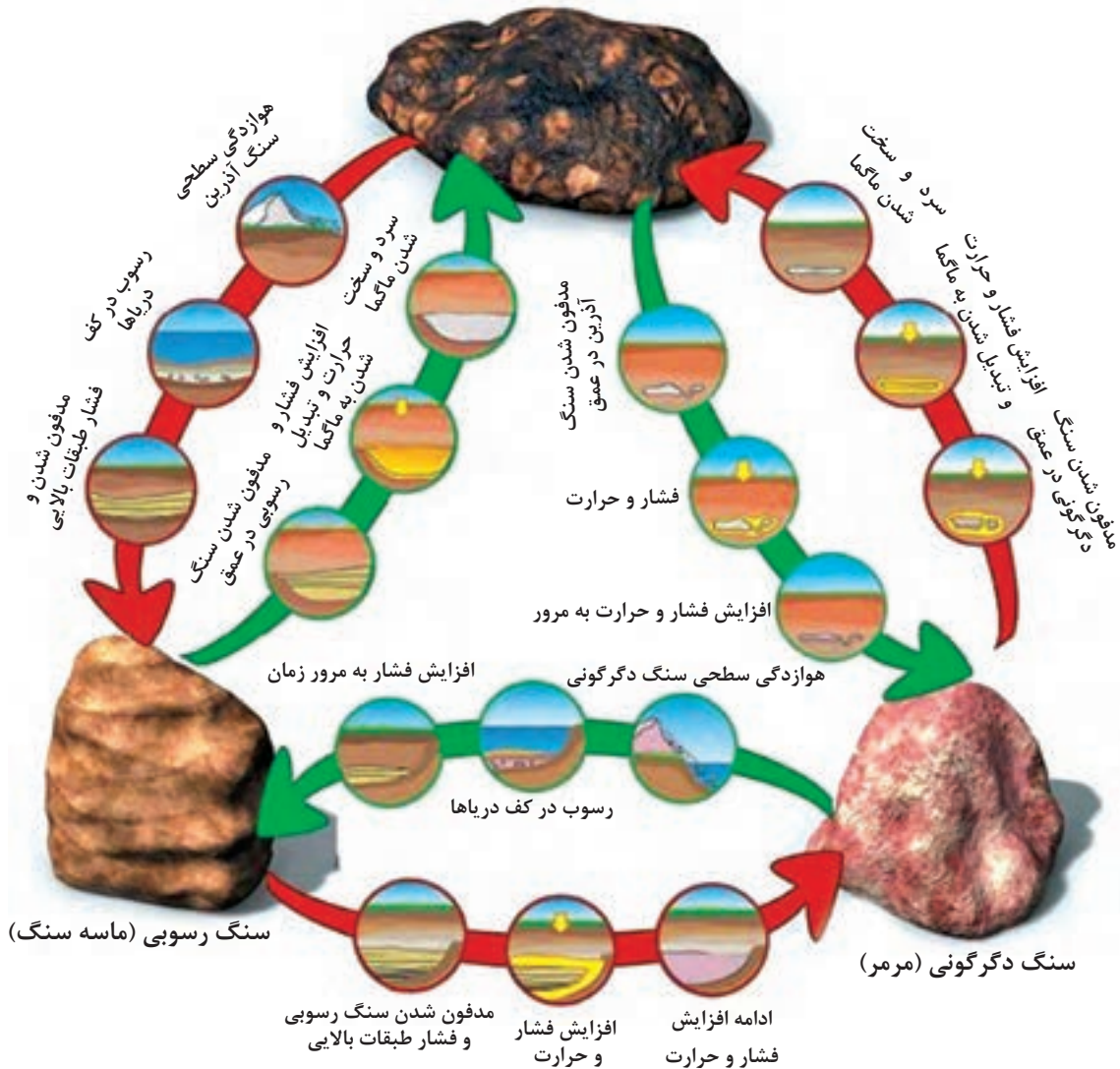
سنگ‌های دگرگون شده: در صورتی تشکیل می‌شوند که ترکیب شیمیایی یا ساختار یک سنگ در حالت جامد تحت تأثیر گرما، فشار و واکنش‌های شیمیایی خاص عوض شود.

سنگ‌های رسوبی: ممکن است از فرسایش و هوازدگی سنگ‌های آذرین و دگرگونی و رسوب آنها در جای مناسب به‌وجود آیند یا از بقایای موجودات زنده قدیمی تشکیل شوند. بعضی از سنگ‌های رسوبی هم حاصل تبخیر شدید آب‌های اشباع از املاح خاص و بر جای ماندن آن املاح هستند.

سنگ‌های آذرین، رسوبی و دگرگونی تحت فرایندهای مختلف می‌توانند به یکدیگر تبدیل شوند این چرخه تبدیل سنگ‌ها و فرایندهای مؤثر بر روی آنها در شکل صفحه بعد نشان داده شده است. در این شکل دو سیکل تبدیل سنگ‌ها به یکدیگر با مسیرهای سبز و قرمز رنگ نشان داده شده است. به‌عنوان مثال مرحله اول از مسیر قرمز نشان می‌دهد که با حرکت در جهت خلاف عقربه‌های ساعت چگونه سنگ‌های آذرین به سنگ رسوبی تبدیل می‌شوند. فرایندهای مؤثر عبارت‌اند از:

- طی فرایندهای هوازدگی در سطح زمین ذرات از سنگ‌های آذرین جدا می‌شوند.
- ذرات جدا شده با جریان باد و یا آب رودخانه‌ها حرکت کرده و در کف دریاها و اقیانوس‌ها مدفون می‌شوند.
- پس از گذشت زمان طولانی مواد در زیر طبقات بالایی مدفون و در اثر فشار وزن طبقات بالایی رسوبات سفت و سخت شده و به سنگ رسوبی تبدیل می‌شوند.

سنگ آذرین (بازالت)



چرخه تبدیل سنگ

بارش فکری: در شکل بالا ۲ نمونه چرخه متفاوت تبدیل انواع سنگ‌ها به یکدیگر نشان داده شده است. هر چرخه را بررسی کنید و برای هر یک شرحی بنویسید.

طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین

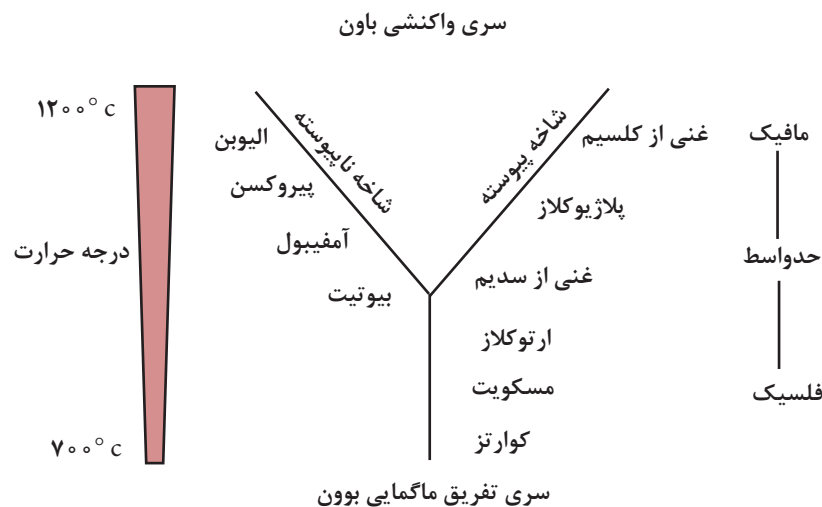
سنگ‌های آذرین به‌طور کلی به دو گروه آذرین بیرونی (آتشفشانی^۱) و آذرین درونی (نفوذی^۲) تقسیم می‌شوند.

نحوه تشکیل سنگ‌های آذرین درونی و بیرونی از ماگما

نحوه تشخیص سنگ‌های آذرین براساس اندازه بلورها، رنگ و میزان کانی‌های سیلیکاته موجود در ساختمان، آنها می‌باشد. برخی از مهم‌ترین عوامل تشخیص سنگ در ادامه بیان شده است.
اندازه دانه‌ها: در صورتی که سنگ‌ها کاملاً دارای دانه‌های متبلور باشند و قابل تشخیص با چشم، جزء سنگ‌های آذرین درونی قرار می‌گیرند. اما در صورتی که قسمتی و یا تمامی سنگ فاقد دانه‌های بلوری قابل تشخیص با چشم باشند جزء سنگ‌های آذرین بیرونی قرار می‌گیرند.

چرا سنگ‌های آذرین درونی دارای دانه‌های بلوری درشت هستند اما سنگ‌های آذرین بیرونی فاقد دانه‌بندی بلورین می‌باشند. منابع را بررسی و نتایج را در کلاس ارائه نمایید.

رنگ سنگ: هرچه رنگ سنگ تیره‌تر باشد، جزء سنگ‌های مافیک و الترا مافیک قرار می‌گیرد که به آن معناست که سنگ دارای کانی‌های تیره‌تر و وزن مخصوص بیشتر بوده و در مراحل اولیه از ماگما جدا شده است و هرچه سنگ روشن‌تر باشد به آن کانی‌های فلسیک گویند و بدین معناست که کانی‌های با رنگ روشن آن مثل کوارتز و فلدسپات آن بیشتر است و در مراحل انتهایی از ماگما تشکیل شده است. این مراحل جدا شدن کانی‌ها از ماگما را سری تفریق ماگمایی یا سری بوون^۳ گویند که در شکل زیر نمایش داده شده است.



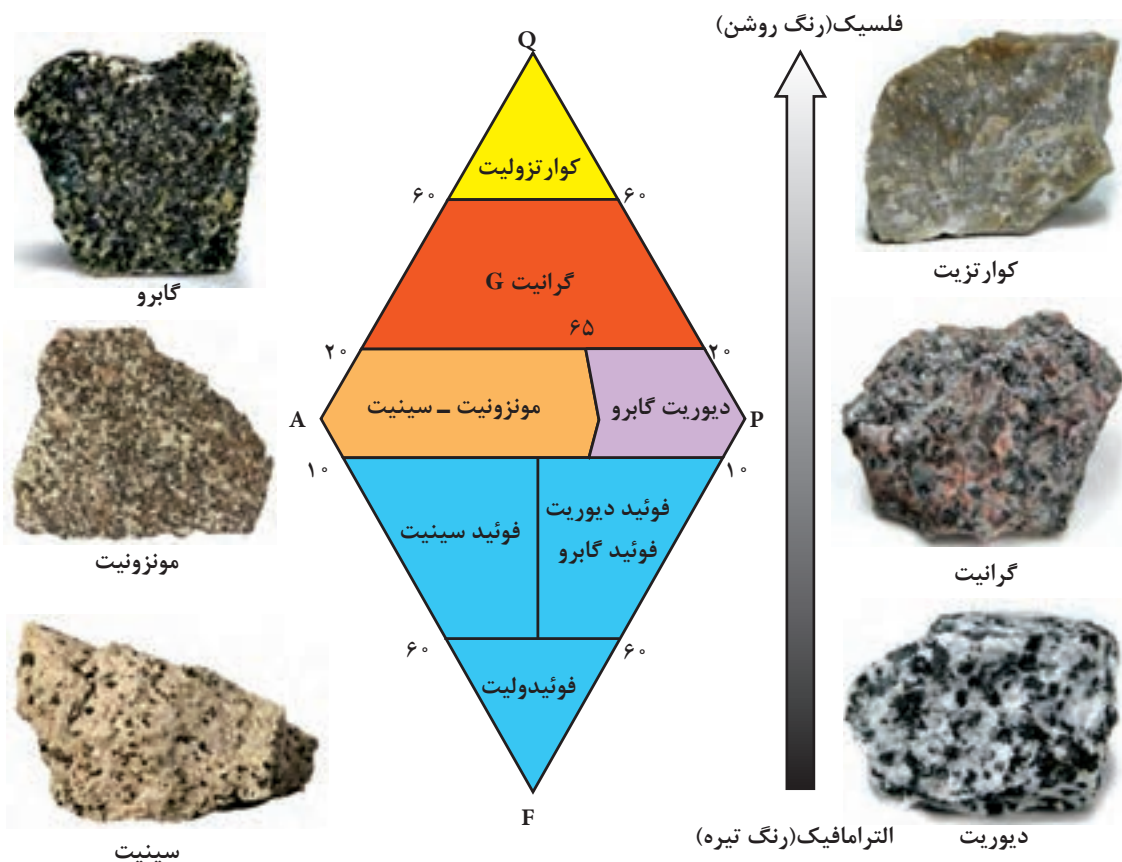
۱- Volcanic Rocks

۲- Plutonic Rocks

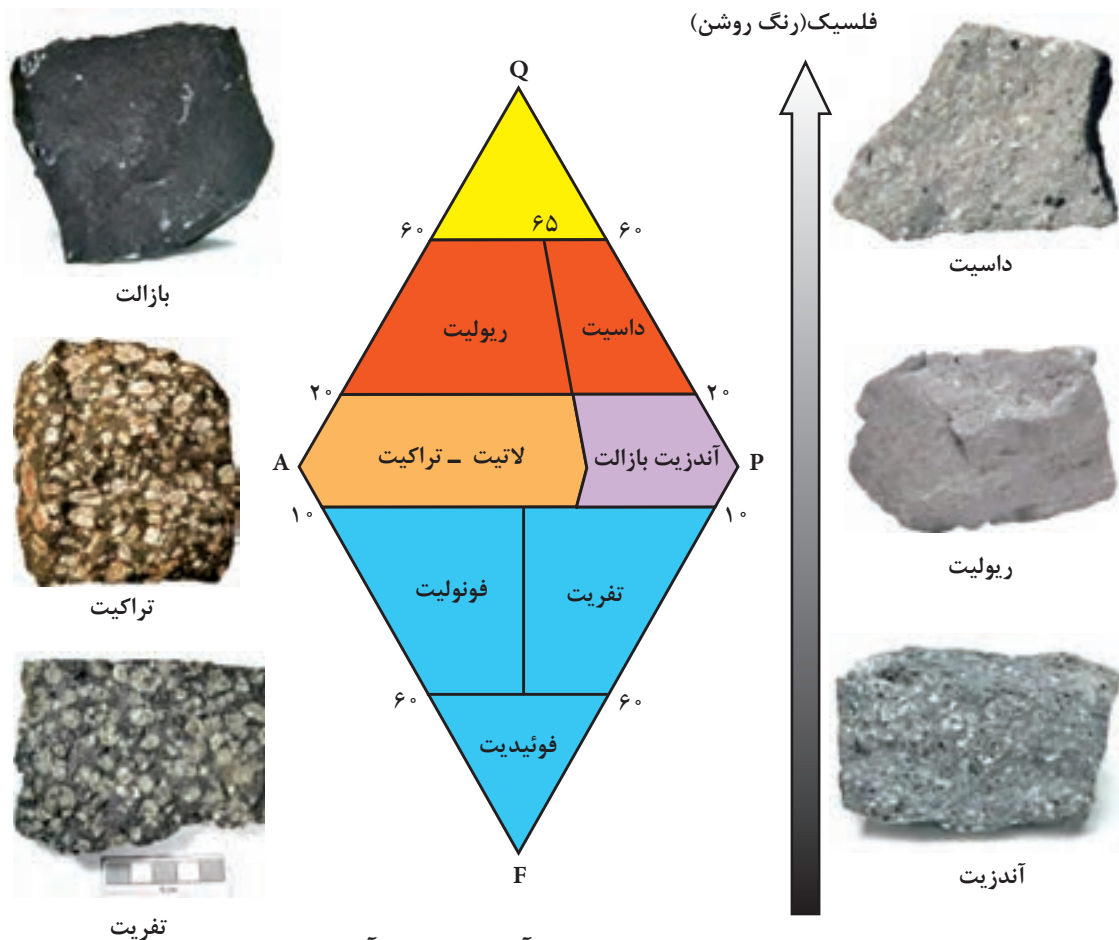
۳- Bowen Reaction Series

براساس سری تفریق ماگمایی بوون ماگما در حین حرکت از داخل زمین (۱۲۰۰ درجه سانتی‌گراد) به طرف سطح زمین (۷۰۰ درجه سانتی‌گراد) مرتباً حرارت از دست داده و برخی از عناصر محلول در ماگما که میل به محلول بودن کمتری دارند نامحلول می‌شوند، یعنی با توجه به فشار و حرارت موجود از حالت یون به ذره درمی‌آیند و از ماگما جدا شده و تبدیل به کانی‌هایی می‌شوند که سری بوون مراحل تفریق و تشکیل این کانی‌ها را نشان می‌دهد. در تفریق ماگمایی آن کانی‌هایی که عناصر آنها میل به محلول بودن کمتر، وزن مخصوص و نقطه ذوب بالاتری دارند اول جدا می‌شوند. لذا مشاهده می‌شود که سری کانی‌های پیوسته (غنی از کلسیم مثل پلاژیوکلاز، و غنی از سدیم و ...) و سری ناپیوسته مانند اولیوین، پیروکسن، آمفیبول و ... ابتدا از ماگما جدا شده و به تدریج با کاهش درجه حرارت ماگما سایر کانی‌ها مانند کوارتز در مراحل پایانی تشکیل می‌شود.

میزان کانی‌های سیلیکاته: پس از تشخیص درونی و یا بیرونی بودن سنگ‌های آذرین می‌بایست با بررسی درصد حجمی ترکیب کانی‌های سیلیکاته سنگ، نام سنگ را تشخیص داد. تشخیص نام سنگ‌های آذرین بر مبنای نمودارهای اشتريکایزن (Streckeisen) صورت می‌گیرد.



نمودار تقسیم‌بندی سنگ‌های آذرین درونی (نفوذی)



نمودار تقسیم‌بندی سنگ‌های آذرین بیرونی (آتشفشانی)

Q: کوارتز

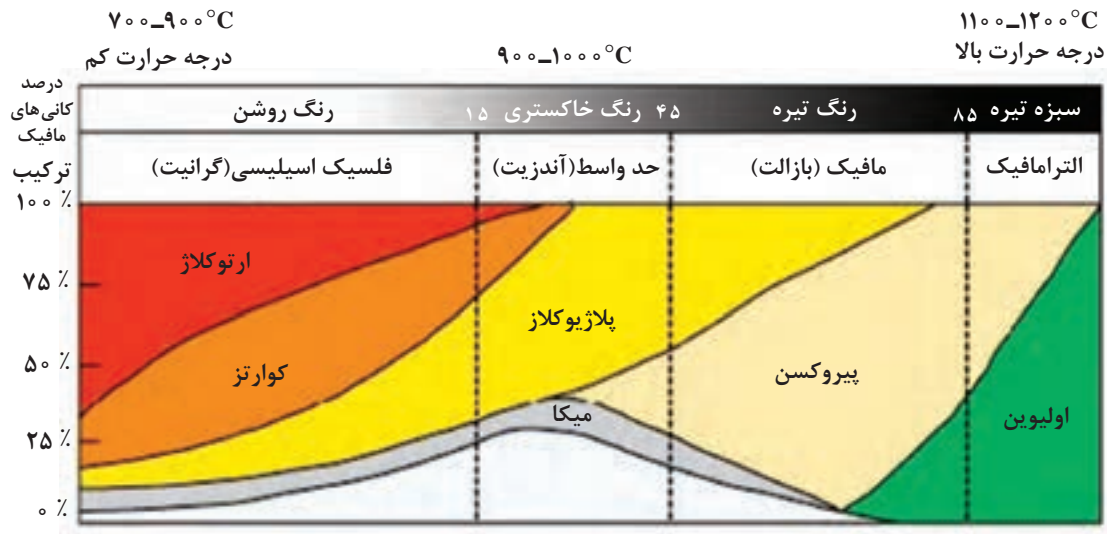
A: فلدسپات‌های قلیایی (آلکالن) مانند ارتوز، سانیدین، آلبت، آنورتیت

F: فلدسپاتوئیدها

P: پلاژیوکلازها

مثال ۱: براساس نمودارهای اشتريک‌ايزن، اگر سنگی دارای دانه‌های قابل مشاهده با چشم و تقریباً یک اندازه باشد یک سنگ آذرین نفوذی است و در صورتی که دارای ۴۵٪ کانی‌های سیلیسی (Q)، ۱۵٪ کانی‌های پلاژیوکلاز (P) و ۳۵٪ ارتوز (A) باشد، نام سنگ، گرانیت است (که با علامت G بر روی نمودار نشان داده شده).

توجه: مقدار هر یک از کانی‌های موجود در رئوس نمودار ۱۰۰٪ در نظر گرفته می‌شود و هرچه از آن رئوس دور می‌شویم مقدار آن کانی کاهش می‌یابد. بنابراین در رأس بالایی مقدار کانی سیلیس حداکثر (۱۰۰٪) است و هرچه به سمت مرکز لوزی حرکت می‌کنیم مقدار آن کاهش می‌یابد که همان‌طور که در شکل نشان داده شده است با دور شدن از رأس مقدار آن به ۶۰، ۲۰ و صفر (در امتداد A، P) می‌رسد.



| بافت سنگ | نام سنگ | | | |
|-----------|------------|------------------|------------|-----------------------|
| دانه درشت | گرانیت | دیوریت | گابرو | پریدوتیت |
| دانه ریز | ریولیت | آندزیت | بازالت | ناشناخته (بسیار نادر) |
| آذرآواری | ریولیت توف | آندزیت توف | بازالت توف | |
| شیشه ای | ابسیدین | | | |
| جریان دار | پومیس | اسکوریا (سنگ پا) | | |

پودمان ۱: تحلیل کانی‌ها و سنگ‌های معدنی

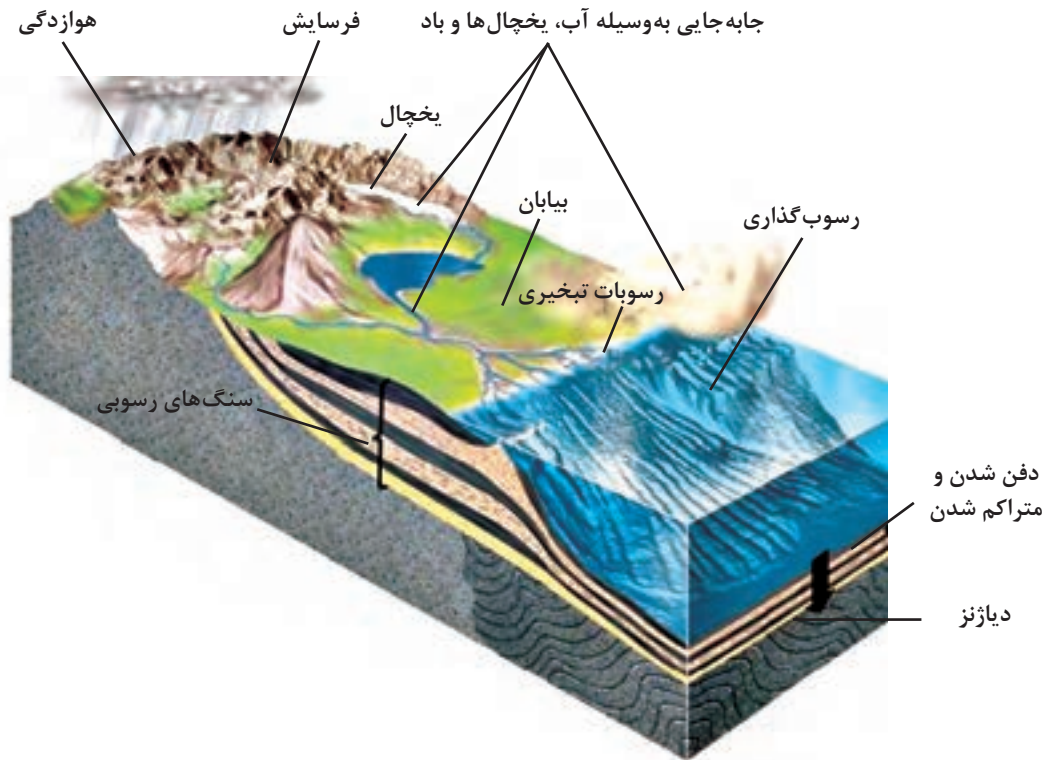
سؤال: با توجه به طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین و مشخصات ارائه شده در جدول زیر، خانه‌های خالی جدول را تکمیل کنید.

| شکل | %F | %P | %A | %Q | بافت سنگ | نام سنگ |
|---|-------|-------|-------|-------|-------------------|---------|
|  | ۰ | | | ۳۰ | دانه درشت | گرانیت |
|  | متغیر | متغیر | متغیر | متغیر | | |
| | ۵۰ | ۳۵ | ۱۰ | ۵ | شیشه‌ای و ریزدانه | |
|  | | | | | | داسیت |
|  | | | | | | دیوریت |
|  | | | | | | بازالت |

طبقه‌بندی سنگ‌های رسوبی

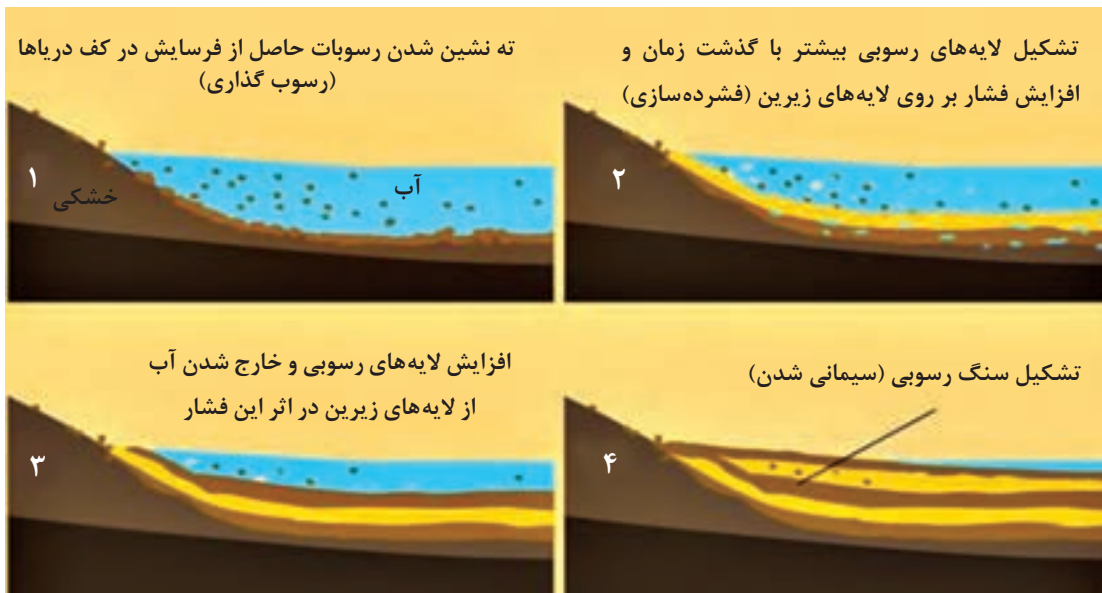
رسوب: ذرات ته‌نشین شده و سخت نشده که از سنگ‌های آذرین، دگرگونی و یا رسوبی قبلی و در اثر فرایندهای فرسایش فیزیکی، شیمیایی و یا بیوشیمیایی تشکیل می‌شوند، رسوب گویند.

سنگ رسوبی: چنانچه رسوبات فوق تحت شرایط فشار و دما قرار گیرند و مجدداً به هم پیوسته و سخت شوند، سنگ‌های رسوبی را تشکیل می‌دهند. بنابراین سنگ‌های رسوبی در اثر حمل و نقل و ته‌نشین شدن ذرات سنگ‌های قبلی و یا رسوب مواد محلول حاصل از آنها در محیط‌های مختلف (هوا، رودخانه، دریاچه و یخچال) و یا از سیمان شدن و به هم چسبیدن سنگ‌های مختلف و برجا (بدون حمل و نقل) تشکیل شده باشند.



به‌طور کلی مراحل تشکیل سنگ‌های رسوبی از رسوبات به شرح ذیل است:

- ۱ تجزیه و تخریب مکانیکی و یا شیمیایی و بیوشیمیایی دانه‌ها، جداشدگی مواد حاصل از هوازدگی بر اثر فرایندهای فرسایش، حمل و نقل و ته‌نشست.
 - ۲ گذر زمان، ایجاد لایه‌های بیشتر و قرار گرفتن رسوبات در لایه‌های زیرین و فشرده شدن.
 - ۳ افزایش بیشتر لایه و طبقات رویی که باعث خارج شدن آب موجود بین لایه‌ها می‌شود.
 - ۴ سیمانی شدن و سخت شدن رسوبات و تولید سنگ رسوبی طی فرایند دیازنز
- دیازنز: عبارت است از مجموعه تغییراتی که ضمن آن رسوب نرم و منفصل تبدیل به سنگ سخت می‌شود.

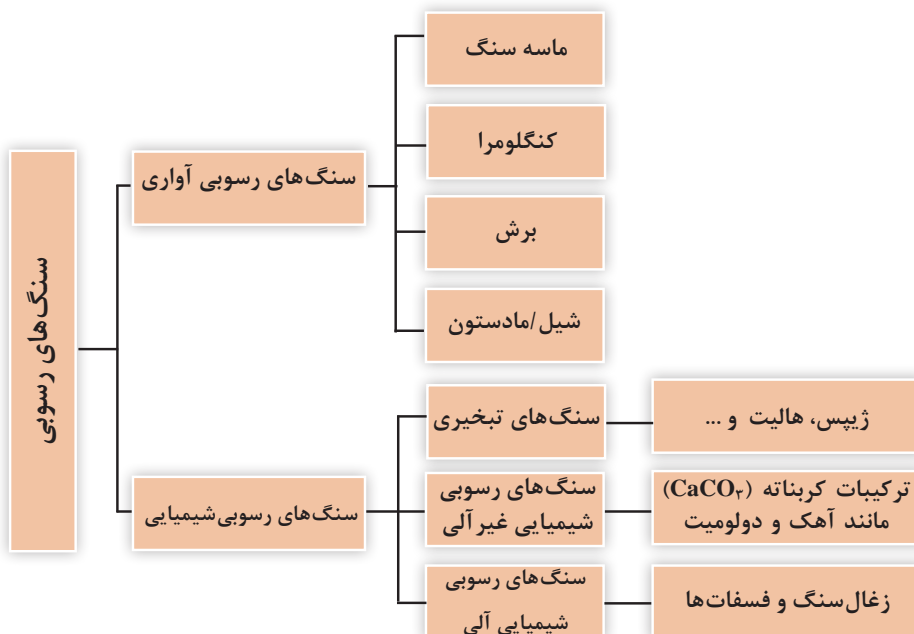


انواع سنگ‌های رسوبی:

سنگ‌های رسوبی به‌طور کلی به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

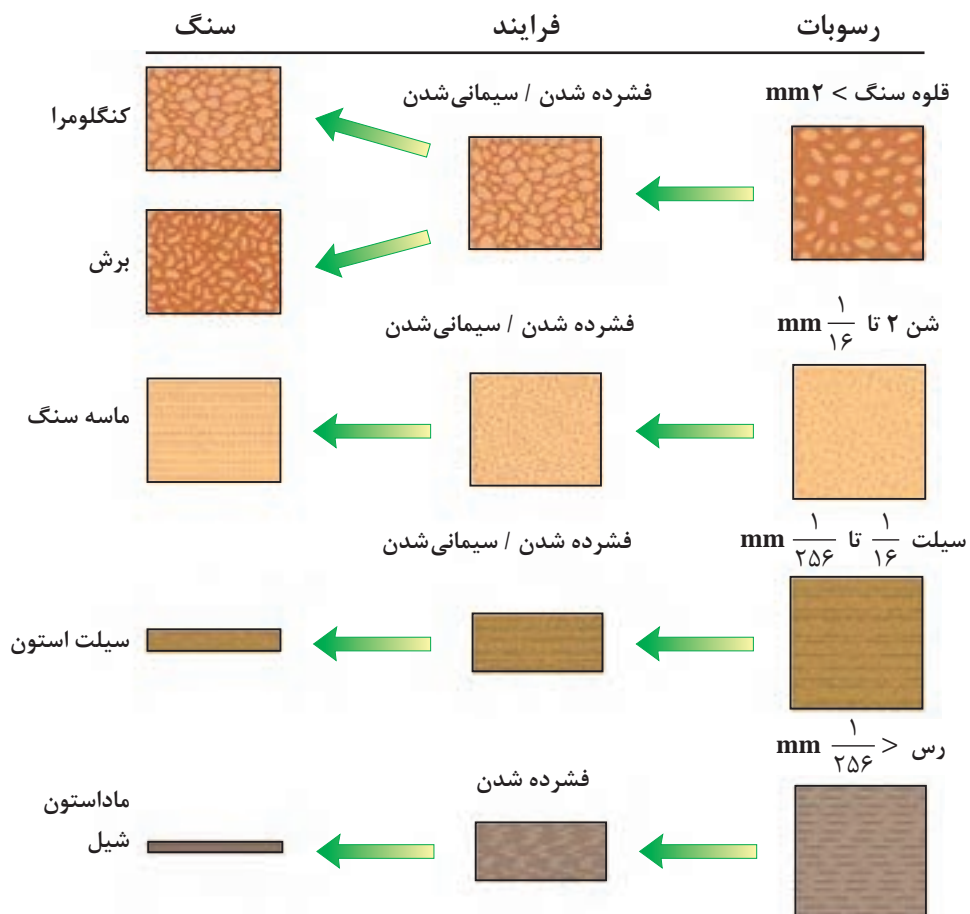
سنگ‌های رسوبی آواری: این سنگ‌های رسوبی از اجزای سنگ‌های قدیمی‌تر بر اثر هوازدگی و فرسایش حاصل شده‌اند. این رسوبات توسط باد، آب یا یخچال‌ها و نیروی ثقل از جایی به جای دیگر منتقل می‌شوند و درجات مختلفی از سایش را تحمل کرده و سرانجام به صورت رسوب ته‌نشین می‌شوند.

سنگ‌های رسوبی شیمیایی: ترکیبی از کانی‌های رسوب کرده در آب (معمولاً اقیانوس‌ها) که در نتیجه تبخیر مانند نمک‌ها (هالیت و ژپس) و یا ترکیبات غیر آلی (CaCO_3) و یا آلی مانند زغال و فسفات‌ها ایجاد می‌شوند.



جدول شناسایی انواع سنگ‌های رسوبی آواری

| نام سنگ | توضیحات | ترکیب | اندازه دانه | |
|-----------|-------------------------------------|--|---|-------------|
| کنگلوмера | قطعات گرد شده | اغلب کانی‌های کوارتز، فلدسپات و رسی؛ ممکن است حاوی قطعاتی از دیگر سنگ‌ها و کانی‌های نیز باشند. | قلوه‌ای، تکه‌سنگ، تخته‌سنگ (فاقد شن، سیلت و رس) | رسوبی آواری |
| برش | قطعات گوشه دار | | شن (۲ تا ۰/۰۶ میلی‌متر) | |
| ماسه سنگ | ذرات ریز تا درشت | | سیلت (۰/۰۶ تا ۰/۰۰۴ میلی‌متر) | |
| شیل | ذرات بسیار ریز | | رس (کوچک‌تر از ۰/۰۰۴ میلی‌متر) | |
| | متراکم؛ ممکن است به آسانی خرد شوند. | | | |



جدول نحوه تشکیل سنگ‌های رسوبی آواری

| | |
|---|--|
| <p>کنگلوما:</p> <p>یک سنگ رسوبی آواری است که از قطعات بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر و گرد شده تشکیل شده است. فضای بین این قطعات را ذرات کوچک و یا سیمان شیمیایی پر کرده است.</p> |  |
|  | <p>برش:</p> <p>سنگ رسوبی آواری است که از قطعات با قطر بزرگ‌تر از ۲ میلی‌متر و زاویه‌دار تشکیل شده است. فضای بین قطعات از مواد ریزدانه پر شده است.</p> |
| <p>ماسه سنگ:</p> <p>سنگ رسوبی آواری است که از ذرات شن و ماسه (قطر ۲ تا $\frac{1}{16}$ میلی‌متر) و در اثر هوازدگی تشکیل شده است.</p> |  |
|  | <p>شیل:</p> <p>سنگ رسوبی آواری است که از ذرات رس (قطر کمتر از $\frac{1}{256}$ میلی‌متر) و در اثر هوازدگی تشکیل شده است.</p> |

جدول شناسایی انواع سنگ‌های رسوبی شیمیایی

| نام سنگ | توضیحات | ترکیب | اندازه دانه | بافت | |
|---------------|---|---------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| سنگ نمک | بلورهای تشکیل شده در اثر رسوب و یا تبخیر شیمیایی | هالیت | ریز تا درشت بلور | بلورین | رسوبی شیمیایی |
| ژیپس | | ژیپس | | | |
| دولومیت | | دولومیت | | | |
| سنگ آهک | رسوب اسکلت موجودات زنده و سیمانی شدن قطعات پوسته آنها | کلسیت | میکروسکوپی تا درشت بلور | بلورین یا بایوکلاستیک | |
| زغال بیتومینه | فشرده شدن باقیمانده گیاهان | کربن | | بایوکلاستیک | |



سنگ نمک (هالیت):

یک سنگ رسوبی شیمیایی است که در اثر تبخیر آب اقیانوس‌ها و یا دریاچه‌ها تشکیل می‌شود. عمدتاً در صنایع شیمیایی و غذایی کاربرد دارد.



ژپس:

یک سنگ رسوبی تبخیری است که عمدتاً همراه با نمک، انیدریت، سولفور و... سولفور، کلسیت و دولومیت تشکیل می‌شود فرمول شیمیایی آن $(CaSO_4 \cdot H_2O)$ است و در صورتی که آب خود را از دست بدهد به انیدریت تبدیل می‌شود. ژپس در مصالح ساختمانی و پزشکی کاربرد دارد.



دولومیت:

سنگ رسوبی شیمیایی غیرآلی است که بسیار شبیه سنگ آهک است. وقتی سنگ آهک به وسیله آب‌های سطحی از منیزیم غنی شود دولومیت تشکیل می‌شود.



سنگ آهک:

این سنگ از کربنات کلسیم ($CaCO_3$) تشکیل شده و می‌تواند از مواد ارگانیک مانند انباشت پوسته جانوران، مرجان‌ها و جلبک‌ها و موادی از این قبیل تشکیل شود. همچنین سنگ آهک می‌تواند به صورت شیمیایی از رسوبات کربنات کلسیم که در دریاچه‌ها و اقیانوس‌ها رسوب کرده‌اند تشکیل شود. سنگ آهک کاربردهای فراوانی دارد برای تولید سیمان، برای خنثی کردن اسید، صنایع تولید قند و شکر، قطعات خرد شده در ساختمان سازی و به عنوان کمک ذوب در صنایع ذوب آهن.



زغال سنگ بیتومینه:

یک سنگ رسوبی شیمیایی آلی است که از باقیمانده گیاهان تشکیل شده است. زغال سنگ به عنوان سوخت مورد استفاده قرار می‌گیرد.

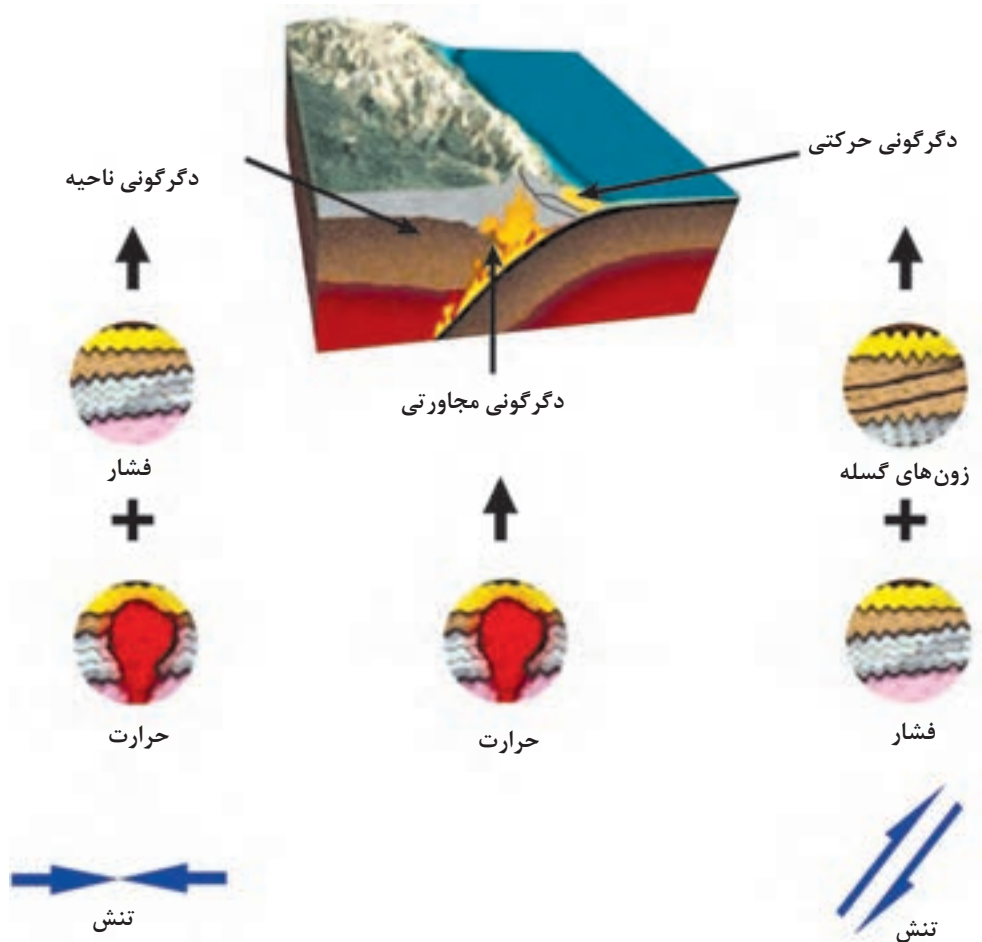
طبقه‌بندی سنگ‌های دگرگونی

سنگ‌های دگرگونی از سنگ‌های آذرین، رسوبی و یا دگرگونی قبلی به‌وجود می‌آیند به طوری که در آنها به‌علت تغییرات فشار، درجه حرارت و یا محیط شیمیایی تغییراتی به‌وجود آید اما از حالت جامد خارج نشده باشند. این تغییرات ممکن است به‌صورت تغییر بافت سنگ و یا تغییر کانی‌ها و یا تغییر هر دو باشد که با به‌وجود آمدن کانی‌های جدید، از بین رفتن کانی‌های قبلی و یا تبلور مجدد کانی‌ها صورت می‌گیرد. انواع دگرگونی عبارت‌اند از:

دگرگونی حرکتی: این نوع دگرگونی در اثر ایجاد فشار طبقات بالایی و یا ایجاد تنش در اثر فشار گسل‌ها ایجاد می‌شود. در این نوع دگرگونی حرارت کمترین تأثیر را دارد.

دگرگونی مجاورتی: در نزدیکی توده نفوذی تشکیل می‌شود. گسترش آن به حجم، درجه حرارت و عمق نفوذ ماگما بستگی مستقیم دارد.

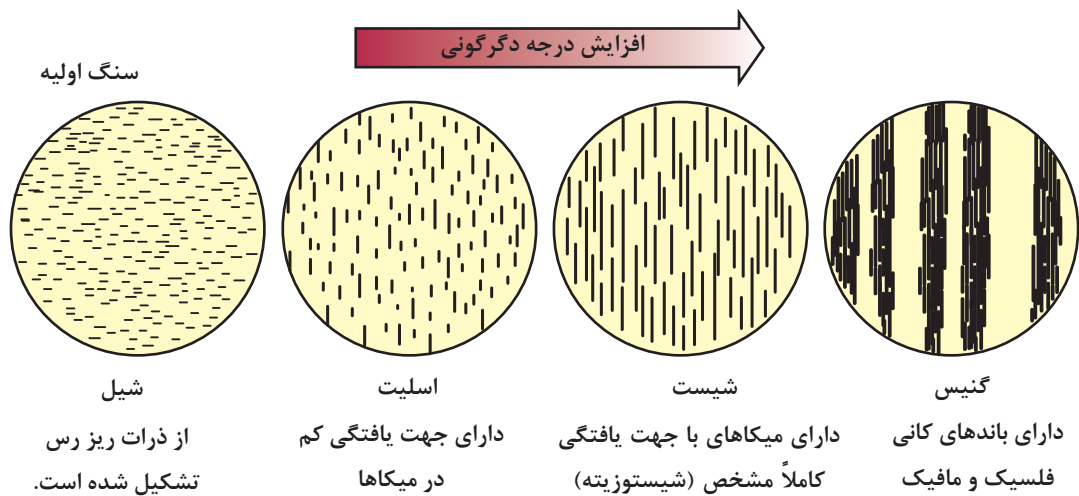
دگرگونی ناحیه‌ای: در مناطق کوه‌زایی تشکیل می‌شود و از نوع دینامیکی و حرارتی است. این نوع دگرگونی ناحیه وسیعی را تحت تأثیر قرار می‌دهد از ویژگی‌های آن، رخ اسلیتی و یا شیستوزیته است.



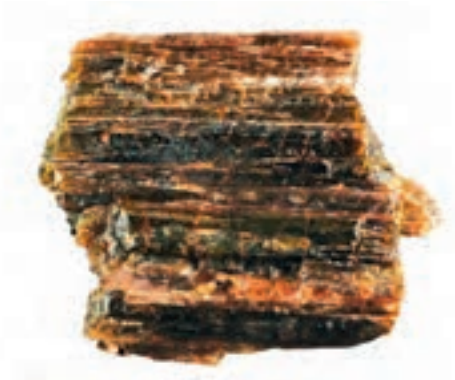
خصوصیات عمومی سنگ‌های دگرگونی:

جهت یافتگی: جهت یافتگی در سنگ‌های دگرگونی به معنای کشیده شدن و قرار گرفتن کانی‌های درون سنگ به یک سمت خاص می‌باشد. این جهت یافتگی در اثر وجود حرارت، فشار و تنش‌های موجود و در ارتباط با نوع دگرگونی مؤثر در آن محیط (حرکتی، ناحیه‌ای و یا مجاورتی) ایجاد می‌شود. در سنگ‌های دگرگونی اغلب جهت یافتگی به اشکال زیر مشاهده می‌شود:

به صورت چین‌بندی که در اغلب موارد باقیمانده ساختمان قبلی سنگ‌های رسوبی تشکیل دهنده آن است. به صورت شیستوزینه که موجب تورق آسان سنگ می‌شود. نواری شدن که به صورت تناوب کانی‌های تیره مانند آهن و منیزیم با کانی‌های روشن مثل کوارتز و فلدسپات است.



وجود کانی‌های معرف سنگ دگرگونی: برخی از مهم‌ترین کانی‌های دگرگونی عبارت‌اند از:



آندالوزیت

آندالوزیت: معمولاً به رنگ‌های قرمز، قهوه‌ای، خاکستری، بنفش و ... دیده می‌شود. جلای شیشه‌ای دارد و سختی حدود ۷، سطح شکست ناصاف و از ترکیب سیلیس و آلومینیوم تشکیل شده است.



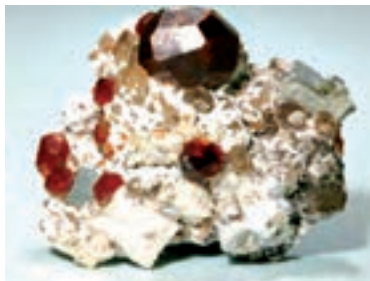
سیلیمانیت

سیلیمانیت: جلای شیشه‌ای و به رنگ سفید، آبی و سبز روشن و شفاف تا نیمه شفاف است. با بلورهای باریک و رخ در یک جهت شناخته می‌شود و در اسیدها حل نمی‌شود و از کانی‌های مشخص سنگ‌های رسی است. در سنگ‌های دگرگونی مجاورتی مانند گنایس و همچنین در سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای مانند مسکویت شایست و ... نیز یافت می‌شود.



کردیریت

کردیریت: این کانی حدود ۵۰٪ سیلیس همراه با آهن و منیزیم دارد. بی رنگ تا بنفش و آبی است. شکننده است و شباهت به کوارتز دارد و در هورنفلس‌های دگرگونی مجاورتی همراه با سیلیمانیت و پلاژیوکلاز یافت می‌شود.



گارنت

گرونا (گارنت): دارای رنگ‌های بسیار متنوعی هستند و انواع شفاف و بی‌رنگ آن کمیاب است. دارای شکل هشت وجهی هستند. انواع قرمز متمایل به قهوه‌ای و سبز آن فراوان‌تر هستند. دارای سختی بیش از ۷ هستند و بر روی شیشه خط می‌اندازد.



دیستن

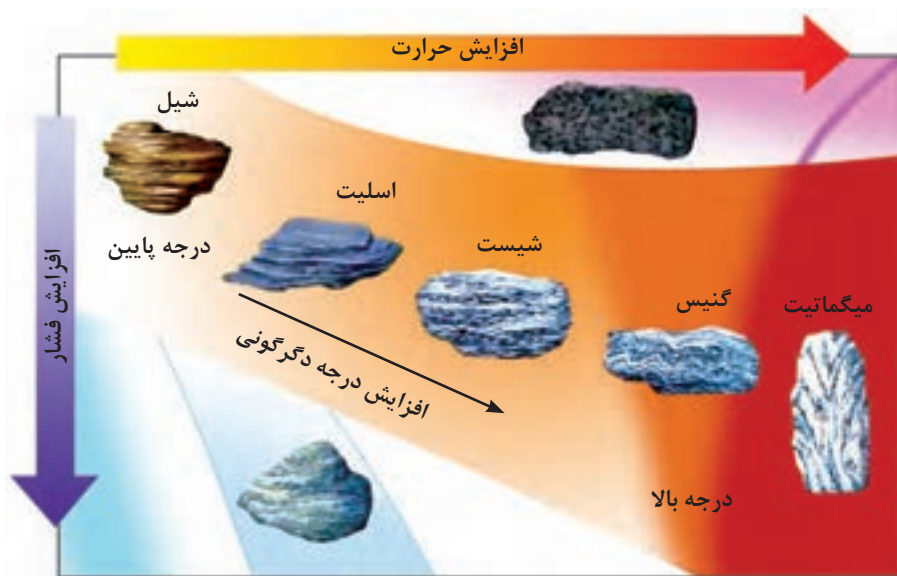
دیستن (کیانیت): معمولاً به رنگ آبی تیره دیده می‌شود. رنگ خاکه آن بی‌رنگ است و بنابراین سنگ‌ها را رنگی نمی‌کند. جلای آن شیشه‌ای و سختی آن در جهات مختلف متفاوت است. در سنگ‌های دگرگونی ناحیه‌ای یافت می‌شود و اغلب با گارنت و کروندوم همراه است. کانی‌های دیستن، آندالوزیت و سیلیمانیت در مقابل اسیدها مقاوم‌اند و در صنعت دیرگدازها کاربرد دارند.



کلریت

کلریت: در حفرات سنگ‌ها دیده می‌شود و معمولاً رنگ سبز غلفی تا سیاه مایل به سبز دارد. جلای روی رخ آن مرواریدی است. سختی کمی دارد و توسط آزمایش‌های شیمیایی از سایر کانی‌های گروه تشخیص داده می‌شود.

طبقه‌بندی سنگ‌های دگرگونی:



جدول شناسایی انواع سنگ‌های دگرگونی

| نام سنگ | توضیحات | نوع دگرگونی | ترکیب کانی‌ها | | | | | اندازه دانه | بافت | |
|----------------------|--|--|----------------------|--------|---------|---------|--------------|---------------|--------------------|--------------------|
| | | | میکر | کوارتز | فلدسپات | آمفیبول | گارت | | پتروکسن | جهت یافتگی کانی‌ها |
| اسلیت | دگرگونی درجه پایین در شیل | دگرگونی ناحیه‌ای (افزایش فشار و حرارت) | | | | | | ریز | جهت یافتگی کانی‌ها | جریان یافتگی |
| فیلیت | جریان یافتگی سطحی و براق شدگی در بلورهای میکا | | | | | | ریز تا متوسط | | | |
| شیست | کریستال‌های صفحه‌ای در رس‌ها و فلدسپات‌ها | | | | | | | متوسط تا درشت | نواری شدن | |
| گنیس | دگرگونی درجه بالا: جدا شدن انواع کانی‌ها به صورت نواری | | | | | | | | | |
| آنتراسیت | دگرگونی زغال بتومینه | ناحیه‌ای | کربن | | | | | ریز | بدون جریان یافتگی | |
| هورنفلس | تغییرات در سنگ‌های مختلف در اثر حرارت در نزدیکی ماگما | مجاورتی (حرارتی) | کانی‌های مختلف | | | | | ریز | | |
| کوارتزیت | دگرگونی در ماسه‌سنگ کوارتزی | ناحیه‌ای یا مجاورتی | کوارتز | | | | | ریز تا درشت | | |
| مرمر | دگرگونی در سنگ آهک و یا دولومیت | | کلسیت و / یا دولومیت | | | | | | | |
| کنگلومرای دگرگون شده | قلوه سنگ‌های گرد جهت یافتگی و یا کشیدگی پیدا می‌کنند. | | کانی‌های مختلف | | | | | درشت | | |

سنگ‌های دگرگونی دارای جریان یافتگی:



اسلیت: سنگ دگرگونی دارای جریان یافتگی که از دگرگونی شیل تشکیل شده است.



فیلیت: یک سنگ دارای جریان یافتگی است که از ذرات ریز میکا تشکیل شده است. سطح آن معمولاً براق است و دارای دگرگونی حدواسط بین اسلیت و شیست می‌باشد.



شیست: سنگ دگرگونی دارای جریان یافتگی خوب و مشخص است و اغلب حاوی مقادیر زیادی میکا می‌باشد که باعث می‌شود سنگ به ورقه‌های نازک تقسیم شود. این سنگ با درجه دگرگونی متوسط بین سنگ‌های فیلیت و گنایس قرار دارد.



گنایس: سنگ دگرگونی جریان یافته است که به صورت باندهای تیره و روشن از دانه‌های کانی مافیک و فلسیک است. گنایس عموماً شامل کانی‌های کوآرتز و فلدسپات می‌باشد.

سنگ‌های دگرگونی بدون جریان یافتگی:

| | |
|---|--|
|  | <p>آنتراسیت: یک سنگ دگرگونی بدون جریان یافتگی است که از دگرگونی سنگ رسوبی زغال سنگ بیتومینه ایجاد می‌شود و به عنوان سنگ‌های فسیلی سوختنی کاربرد دارد.</p> |
|  | <p>هورنفلس: سنگ دگرگونی دارای دانه‌بندی ریز و بدون جریان یافتگی است که در دگرگونی مجاورتی تشکیل می‌شود. تیره رنگ و متراکم و با وزن مخصوص زیاد می‌باشد و در نزدیکی توده ماگمای نفوذی تشکیل می‌شود.</p> |
|  | <p>کوارتزیت: ماسه‌سنگ دگرگون شده است و فاقد جهت یافتگی است که ترکیب اولیه آن عمدتاً کوارتز است.</p> |
|  | <p>مرمر: یک سنگ دگرگونی بدون جریان یافتگی است که از دگرگونی آهک و دولومیت تشکیل شده است. ترکیب اولیه آن کربنات کلسیم (CaCO_3) است.</p> |

جدول کانی‌های تیپیک و معمولی سنگ‌های آذرین، دگرگونی و رسوبی

| | |
|---|------------------------|
| <p>ارتوز، میکروکلین، پلاژیوکلاز، کوارتز، نفلین، لوسیت، هورنبلند، بیوتیت، الیوین، مسکویت</p> | <p>سنگ‌های آذرین</p> |
| <p>آندولوزیت، سلیمانیت، کردیریت، گرونا، گرافیت، کیانیت، تالک</p> | <p>سنگ‌های دگرگونی</p> |
| <p>کوارتز، کلسیت، کانی‌های رسی، هالیت، انیدریت، ژیپس، کربنات‌ها، چرت، سیلویت</p> | <p>سنگ‌های رسوبی</p> |

ارزشیابی پودمان ۱- تحلیل کانی‌ها و سنگ‌های معدنی

| نمره | استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی) | نتایج | استاندارد عملکرد (کیفیت) | تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها) | عنوان پودمان فصل |
|------|---|--------------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|
| ۳ | تحلیل و طبقه‌بندی انواع کانی‌ها، طبقه‌بندی سنگ‌ها براساس کانی‌های موجود در آنها | بالتر از حد انتظار | جداول استاندارد کانی‌ها و سنگ‌ها | تحلیل کانی‌ها در اکتشاف مواد معدنی | تحلیل کانی‌ها و سنگ‌های معدنی |
| ۲ | طبقه‌بندی سنگ‌ها براساس کانی‌های موجود در آنها | در حد انتظار | | تحلیل انواع سنگ‌ها جهت تهیه نقشه‌های زمین‌شناسی | |
| ۱ | عدم توجه به کانی‌ها در طبقه‌بندی سنگ‌ها | پایین‌تر از انتظار | | | |
| | | | | نمره مستمر از ۵ | |
| | | | | نمره شایستگی پودمان از ۳ | |
| | | | | نمره پودمان از ۲۰ | |