

### شناخت کانی‌های سیلیکاته

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- کانی‌های ماگمایی را توضیح دهد.
- ۲- ساختمان و ترکیب شیمیایی بنیان سیلیکات‌ها را بیان کند.
- ۳- ویژگی‌های فیزیکی، صفات خاص، و کاربرد سیلیکات‌های تیره و روشن «اولیوین»، «گرونا»، «تورمالین»، «پروکسن»، «آمفیبول»، «تالک»، «بیوتیت»، «سکویت»، «کائولینیت»، «فلدسپات‌ها» و «کوارتز» را توضیح دهد.



کوارتز شیری

## سیلیکات‌ها

### کانی‌های ماگمایی<sup>۱</sup>

در ساختمان بلورین کانی‌ها، بنیان‌ها به‌وسیله‌ی یون‌های مثبت چون آلومینیم، آهن، منیزیم، سدیم، پتاسیم و کلسیم به‌گونه‌ای به هم پیوند داده شده است که واحد سازنده‌ی بلور در مجموع دارای بار خنثی است. رنگ کانی به ترکیب شیمیایی آن ارتباط دارد. هرگاه در ترکیب آن‌ها آهن و منیزیم باشد دارای انواع تیره هستند. درحالی که انواع روشن فاقد این دو عنصر هستند.

### انواع کانی‌های سیلیکاته

اقسام مهم کانی‌های سیلیکاتی عبارت‌اند از:

۱- اولیوین<sup>۲</sup>: دارای ساختمان سیلیکاتی مستقل (شکل ۲-۹)، رنگ کانی سبز زیتونی بوده و خاکی‌ان، بی‌رنگ است. جلای کانی شیشه‌ای است و شکستگی صدفی دارد. کاربرد: برخی از انواع اولیوین که نوعی سنگ قیمتی است در جواهرسازی کاربرد دارد.



شکل ۲-۹

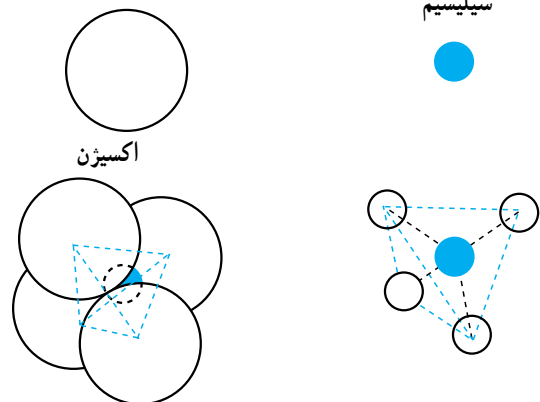


شکل ۳-۹- پریدوت

نتیجه‌ی مطالعه‌ی ترکیب شیمیایی سنگ‌های آذرین و آتشفشان‌های فعال نشان می‌دهد که ماگما<sup>۳</sup> ترکیب سیلیکاتی با اکسیدهای فلزی و بخار آب و مواد فرآر است که از اعماق به قسمت‌های بالایی پوسته راه می‌یابد و با از دست دادن گرمای خود، کانی‌های آذرین متبلور می‌شود و سنگ‌های آذرین پدید می‌آید. قسمتی از ماگما که به سطح زمین راه پیدا می‌کند «گدازه»<sup>۴</sup> نامیده می‌شود و سنگ‌های آذرین بیرونی را تشکیل می‌دهد.

### ساختمان سیلیکات‌ها

سیلیکات‌ها از اجتماع بنیان‌های  $[\text{SiO}_4]^{-4}$  تشکیل شده است. در این بنیان ظرفیت سیلیسیم Si برابر ۴ و ظرفیت اکسیژن ۲- است و چهار اتم اکسیژن در فرمول وجود دارد؛ بنابراین:  $4 \times 2 = 8$  که در مجموع، هشت ظرفیت منفی محاسبه می‌شود. با جمع جبری ظرفیت سیلیسیم و کل ظرفیت اکسیژن،  $4 - 8 = -4$  چهار ظرفیت منفی برای بنیان محاسبه می‌گردد. در شکل ۱-۹، یک بنیان چهاروجهی، که از چهار مثلث متساوی‌الاضلاع ساخته شده، سیلیسیم Si در وسط این ساختار و چهار اکسیژن در چهار رأس آن، نشان داده شده است.



شکل ۱-۹- بنیان چهاروجهی

۱ - Silicates

۲ - Magma

۳ - Lava ماده‌ی مذاب درونی زمین که حاصل ذوب سنگ‌ها است.

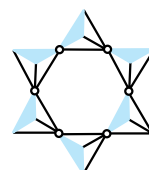
۴ - Olivine

بلورهای گرونا (آلماندن)



گرونا<sup>۱</sup>: گرونا از انواع سیلیکات‌ها با رنگ یاقوتی، سبز، سیاه و خاکه‌ای بی‌رنگ است. دارای جلای شیشه‌ای بوده، فاقد رخ است. سختی این کانی در مقیاس موس ۷/۵ است. کاربرد: از انواع شفاف گرونا در جواهرسازی استفاده می‌شود؛ هم‌چنین به‌علت سختی زیاد در تهیه‌ی کاغذ سمباده مصرف دارد (شکل ۴-۹). گرونا روی سنگ مشخص است. ۳- بریل<sup>۲</sup>: از ساخت‌های حلقوی بسته تشکیل شده است (شکل ۵-۹).

شکل ۴-۹- بلورهای گرونا روی میکاشنیست



شکل ۵-۹

بریل به رنگ کانی سبز زمردی و رنگ‌های متنوع بوده، روی چینی بدون لعاب بدون رنگ است، هم‌چنین جلای کانی، شیشه‌ای و شکستگی نامنظم دارد (شکل ۶-۹).

شکل ۶-۹- بلور شفاف بریل



شکل ۷-۹- زمرد

کاربرد: انواع رنگین و شفاف بریل در جواهرسازی به‌کار می‌رود، که گران‌ترین نوع آن زمرد<sup>۳</sup> به رنگ سبز است (شکل ۷-۹).

گرونا برگرفته از کلمه یونانی گراناتوس به معنای دانه است. Garnet - ۱

Beryl - ۲

Emerald - ۳

۴- تورمالین<sup>۱</sup>: تورمالین رنگ‌های متنوعی دارد. نوع سیاه آن بیش‌تر معمول است. رنگ خاکه‌ای آن بی‌رنگ بوده جلای کانی شیشه‌ای و شکستگی نامنظم دارد. سطح مقطع بلورهای تورمالین به شکل مثلث است (شکل ۸-۹). کاربرد: نوع رنگین تورمالین در جواهرسازی استفاده می‌شود. در صنایع الکترونیک نیز کاربرد دارد.

کانی همراه کوارتز



شورل



بلور تورمالین در دورنگ

جلای شیشه‌ای



تریگونال، هگزاگونال

شکل ۸-۹- تورمالین دورنگ، شورل سیاه رنگ

۵- پیروکسن: پیروکسن دارای ساختمان زنجیره‌ای ساده بوده (شکل ۹-۹) و مهم‌ترین نوع آن «اوژیت» نام دارد. رنگ این کانی سبز خاکستری تا سیاه بوده و رنگ خاکه‌ای آن بی‌رنگ و جلای آن شیشه‌ای است (شکل ۱۰-۹).



شکل ۹-۹



جلای شیشه‌ای

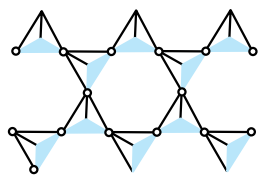
سنگ زمینه

منوکلینیک

شکستگی نامنظم

شکل ۱۰-۹- اوژیت

۶- آمفیبول<sup>۳</sup>: آمفیبول‌ها به صورت بلورهای منشوری طویل، باریک و سوزنی شکل و به حالت مجتمع یا مستقل در رنگ‌های متنوع وجود دارند. نوع مهم آمفیبول‌ها «هورنبلاند» است. آمفیبول به رنگ سبز تیره تا سیاه است؛ هم‌چنین رنگ خاکه‌ای این کانی بی‌رنگ بوده جلای شیشه‌ای و رخ کامل دارد.



شکل ۱۱-۹- ساختمان آمفیبول

۱ - Tourmaline

۲ - Augite

۳ - Amphiboles

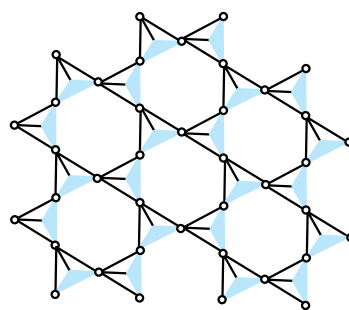
۸- میکای سیاه (بیوتیت)<sup>۲</sup>: دارای ساختمان ورقه‌ای و به رنگ سیاه یا قهوه‌ای است. رنگ خاکه‌ی آن بی‌رنگ بوده دارای جلای شیشه‌ای است.

۹- میکای سفید<sup>۳</sup> (مسکوویت): میکای سفید دارای ساختمان ورقه‌ای، بی‌رنگ و شفاف بوده، رنگ خاکه‌ی آن نیز بی‌رنگ است و جلای شیشه‌ای دارد (شکل ۹-۱۵).



شکل ۹-۱۲- بلورهای سوزنی شکل هورنبلاند

۷- تالک<sup>۱</sup>: تالک دارای ساختمان ورقه‌ای (شکل ۹-۱۳) است و حالت صابونی داشته و به رنگ سفید، سبز و رنگ‌های دیگر است. تالک دارای جلای شیشه‌ای و سختی ۱ بوده، با ناخن خراش برمی‌دارد و حالت چرب از صفات بارز این کانی است.



شکل ۹-۱۳

کاربرد: معمولاً به توده‌ی تالک سنگ صابون می‌گویند. در صنایع کاشی و سرامیک و تهیه‌ی پودر بچه کاربرد دارد.



شکل ۹-۱۵- مسکوویت

کاربرد: از میکای سفید در صنایع الکتریکی و الکترونیکی استفاده می‌شود. از ورقه‌های میکا در ساختن پنجره‌های کوره‌های ذوب فلز استفاده می‌کنند.



شکل ۹-۱۴- تالک

۱۰- کلریت<sup>۱</sup>: رنگ این کانی سبز و رنگ خاکه‌ی آن سبز روشن است. کلریت جلای شیشه‌ای دارد و انعطاف‌پذیر است (شکل ۹-۱۶).



رفتار پودری در گرانیته در حال تجزیه



تری‌کلینیک

شکل ۹-۱۸- کائولینیت



منوکلینیک

شکل ۹-۱۶- کلریت

۱۲- فلدسپات‌ها: فلدسپات‌ها از فراوان‌ترین کانی‌های پوسته‌ی جامه‌ی زمین هستند. مهم‌ترین نوع فلدسپات «اورتوکلاز» و «پلاژیوکلاز» بوده که رنگ «پلاژیوکلاز» سفید تا خاکستری کم‌رنگ، و رنگ «اورتوکلاز» کرم روشن تا صورتی است. اثر خاکه در هر گروه از کانی‌های ذکر شده بی‌رنگ است و هردو دارای جلای شیشه‌ای هستند. در شکل‌های ۹-۱۹ تا ۹-۲۱ آنورتیت، آلبیت از پلاژیوکلازها و اورتوکلاز را نشان می‌دهد.

کاربرد: استفاده در صنایع سرامیک، چینی و کاشی‌سازی.

آنورتیت همراه با اوژیت



تری‌کلینیک

شکل ۹-۱۹- آنورتیت

کاربرد: شاموزیت (کلریت آهن‌دار)، از کانه‌های آهن به‌شمار می‌آید (شکل ۹-۱۷).

اجتماع توده‌ای



منوکلینیک

شکل ۹-۱۷- شاموزیت

۱۱- کائولینیت<sup>۲</sup>: کائولن بر اثر هوازدگی فلدسپات‌ها به‌وجود می‌آید. رنگ آن سفید و گاه متنوع است. دارای رنگ خاکه‌ی بی‌رنگ و جلای کانی خاکی<sup>۳</sup> است و سختی آن حدود «۱» بوده که با لمس بین انگشتان به‌سادگی پودر می‌شود. کائولینیت رطوبت را جذب می‌کند. کاربرد: کاربرد کائولینیت در صنایع چینی‌سازی و سرامیک‌سازی است.

۱ - Chlorite

۲ - Kaolinite

۳ - Earthy

جلای شیشه‌ای تا  
مرواریدی



تریکلینیک

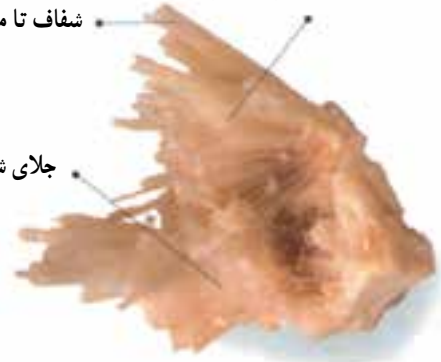
شکل ۲۰-۹- آلپیت

۱۳- زئولیت‌ها: زئولیت‌ها آلومینیم سیلیکات‌های سدیم و کلسیم آبدار هستند و در درون حفره‌های گدازه‌های آتش‌فشانی تشکیل می‌شوند. آب موجود در ترکیب زئولیت‌ها بر اثر حرارت خارج شده پس از سرد شدن دوباره آب را جذب می‌کنند که به این گونه آب موجود در ترکیب «آب زئولیتی» گویند. کانی‌های گروه زئولیت متنوع بوده، بلورهایی به رنگ سفید و شفاف تشکیل می‌دهند و اغلب به شکل رشته‌ای یا الیافی هستند. (شکل‌های ۲۲-۹ و ۲۳-۹).

بلورهای سوزنی شعاعی

شفاف تا مات

جلای شیشه‌ای



اورترومبیک

شکل ۲۲-۹- ناترولیت



منوکلینیک

شکل ۲۱-۹- اورتوکلاز

بلورهای نازک و شعاعی  
پریسماتیک

جلای شیشه‌ای



منوکلینیک

شکل ۲۳-۹- اسکولسیت

کوارتز<sup>۱</sup>: کوارتز از نظر فرمول شیمیایی یک اکسید است. اختصاصات فیزیکی، شیمیایی و ساختمان داخلی آن به گونه‌ای است که آن را جزو سیلیکات‌ها به حساب می‌آورند. فرمول شیمیایی کوارتز  $SiO_2$  و معمولاً بی‌رنگ است. جلای کوارتز شیشه‌ای است. فاقد رخ بوده شکستگی آن از نوع صدفی است.

کوارتز شیری همراه



تریگونال، هگزاگونال

جلای شیشه‌ای

شکل ۲۵-۹- کوارتز دودی

کوارتز بر روی شیشه خط می‌اندازد و شماره‌ی سختی آن ۷ است. مقاومت کوارتز در مقابل هوازدگی، بسیار است. کاربرد: از کوارتز در صنعت شیشه‌سازی، تهیه‌ی کاغذ سمباده و ابزارهای نوری و الکترونیکی استفاده می‌شود. انواع کوارتز: این کانی که به آن در کوهی<sup>۱</sup> نیز می‌گویند در حالت خالص بی‌رنگ است (شکل ۲۴-۹). در صورت داشتن ادخال‌های مختلف به رنگ‌های متنوع ظاهر می‌شود. بلورهای پرسماتیک

شفاف



بلورهای هرمی (پیرامیدال)

شکل ۲۶-۹- آمیتیست



نمونه‌های شفاف

جلای شیشه‌ای

شکل ۲۴-۹- در کوهی

بلورهای هگزاگونال



شکستگی صدفی

جلای شیشه‌ای در سطح بلور

شکستگی نامنظم

شکل ۲۷-۹- سیتترین

کوارتز دودی<sup>۲</sup>: نوعی از کوارتز با رنگ سیاه یا دودی

بوده دارای ادخال تیتان (Ti) است (شکل ۲۵-۹). آمیتیست<sup>۳</sup>: آمیتیست جواهری است که به علت داشتن منگنز (Mn) رنگ بنفش زیبایی دارد (شکل ۲۶-۹). سیتترین<sup>۴</sup>: نوع بلورهای این کوارتز به رنگ زرد است.

۱ - Rock Crystal

۲ - Smoky. Q

۳ - Amethyst

۴ - Citrine



پراز<sup>۱</sup>: وجود آکتینوت سبز در کوارتز باعث به وجود آمدن کوارتز سبزی یا پراز می شود.  
 کالسدون<sup>۲</sup>: کوارتز بسیار ریز بلورین است و اغلب به رنگ خاکستری طوسی است.



شکل ۲۸-۹- کالسدون

اونیکس<sup>۳</sup>: به صورت نوارهای رنگی (طوسی، قهوه‌ای، قرمز و سفید) تشکیل می شود.  
 شکستگی نامنظم  
 نوارها با رنگ‌های مختلف



شکل ۲۹-۹- اونیکس

۱ - Prase                      ۲ - Chalcedoine                      ۳ - Onyx

آگات<sup>۱</sup> (عقیق): نوعی اونیکس قرمز است و به گونه‌ی سنگ نیمه‌قیمتی در جواهرسازی کاربرد دارد.

نوارها با رنگ‌های متفاوت



شکل ۳۰-۹- عقیق قرمز

این کانی چرب و سطح شکست آن صدفی است. سختی آن به علت وجود چند مولکول آب کم‌تر از کوارتز است. از نوع قرمز آن در جواهرسازی استفاده می‌شود (شکل‌های ۳۱-۹ و ۳۲-۹).

اوپال<sup>۲</sup>: اوپال، کوارتزی است که در آن ۱ تا ۵ درصد آب وجود دارد و گاهی نیز به ندرت تا ۳۴ درصد آب دارد. اوپال مانند کوارتز بی‌رنگ است، اما در نتیجه‌ی ادخال عناصر شیمیایی از انواع رنگی فراوانی تشکیل شده است. جلای



شکل ۳۲-۹- اوپال قرمز



شکل ۳۱-۹- اوپال قیمتی

۱ - Agate

۲ - Opal  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$

## خودآزمایی

- ۱- اندازه و ماگما را با یکدیگر مقایسه کنید.
- ۲- کانی‌های مربوط به این گروه‌ها را نام ببرید.
- الف - کانی‌های محتوی Si                      ب - کانی‌های محتوی Na و Ca
- ج - کانی‌هایی که خاصیت تورق دارند.      د - کانی‌هایی که ارزش جواهرسازی دارند.
- ۳- در این جا سه کانی فرضی A ، B و C را نام ببرید.  
کانی A بر روی شیشه خط می‌اندازد و در تهیه‌ی سمباده به کار می‌رود.  
کانی B بر چینی بدون لعاب خط سیاه انداخته، در اثر ترکیب با اسید بوی سولفید هیدروژن می‌دهد و شکل تبلور آن مکعبی (کوبیک) است.
- کانی C ساختمان سیلیکاتی دارد و رنگ آن سبز زیتونی است.
- ۴- موارد استفاده از فلدسپات‌های مختلف را توضیح دهید.
- ۵- زئولیت‌ها چگونه ترکیباتی هستند؟
- ۶- انواع کوارتز را با رنگ‌های مربوط به هر یک، نام ببرید.
- ۷- مقطع عرضی تورمالین در محل شکستگی، چه شکل هندسی‌ای دارد؟ کاربرد آن را ذکر کنید.
- ۸- انواع بریل، رنگ‌های هر یک و کاربرد آن‌ها را توضیح دهید.

## سنگ‌های آذرین

هدف‌های رفتاری: پس از پایان این فصل از فراگیر انتظار می‌رود:

- ۱- کلیات و اهمیت سنگ‌های آذرین را توضیح دهد.
- ۲- سنگ، سنگ‌شناسی و سنگ‌شناسی توصیفی را تشریح کند.
- ۳- مفاهیم سنگ‌های آذرین درونی و بیرونی، ماگما و گدازه را توضیح دهد.
- ۴- سنگ‌ها را به سه دسته (آذرین، رسوبی و دگرگونی) طبقه‌بندی کند.
- ۵- ترکیب و انواع ماگما (سنگ‌های آذرین اسیدی، خنثی، بازیک و اولترابازیک) را توضیح دهد.
- ۶- سری واکنش‌های بوون را شرح دهد.
- ۷- ساخت و بافت سنگ‌های آذرین را بیان نماید.
- ۸- خانواده‌ی سنگ‌های آذرین (گرانیت-ریولیت) آپلیت، افسیدین، گرانودیوریت و پگماتیت را برشمارد.
- ۹- خانواده‌ی سنگ‌های آذرین (سینیت، تراکیت) و پوک‌های معدنی را نام ببرد.



## تعاریف

**الف – تعریف سنگ:** سنگ عبارت از جسم طبیعی ناهمگن است که از یک کانی یا مجموعه‌ای از چند کانی تشکیل شده است.

**ب – سنگ شناسی:** سنگ‌شناسی بخشی از علم زمین‌شناسی است که در آن راجع به طرز تشکیل، منشأ، هم‌چنین توصیف، طبقه‌بندی و ترکیب سنگ‌ها صحبت می‌شود.

**ج – سنگ‌شناسی توصیفی<sup>۱</sup>:** بخشی از سنگ‌شناسی و مربوط به ترکیب مشخصات و طبقه‌بندی سنگ‌هاست. در سنگ‌شناسی توصیفی، از چشم غیرمسلح (حداکثر با ذره‌بین دستی)، میکروسکوپ، تجزیه‌ی شیمیایی و اشعه‌ی X استفاده می‌شود.

## طبقه‌بندی سنگ‌ها

سنگ‌ها را به سه دسته تقسیم کرده‌اند: «سنگ‌های آذرین»، «سنگ‌های دگرگونی» و «سنگ‌های رسوبی».



شکل ۱-۱۰-۱. ماگما یا گدازه

## سنگ‌های آذرین<sup>۲</sup>

سنگ‌های آذرین از سرد شدن و متبلور شدن ماگما<sup>۳</sup> یا گدازه<sup>۴</sup> به وجود می‌آیند. مواد مذاب که از ذوب سنگ‌های پوسته

یا گوشته پدید می‌آیند، ماگما نامیده می‌شوند. ترکیب شیمیایی ماگما متفاوت بوده عمدتاً دارای ترکیب سیلیکاتی، بخار آب و گازهای مختلف است. هرگاه ماگما به سطح زمین راه پیدا کند، بیش‌تر گازهای خود را از دست داده تشکیل «گدازه» می‌دهد.

سنگ‌های آذرینی که در اعماق زمین و از سرد شدن ماگما حاصل می‌شوند «سنگ‌های آذرین درونی<sup>۵</sup>» نامیده می‌شوند. سنگ‌هایی که حاصل سرد شدن گدازه در سطح زمین هستند «سنگ‌های آذرین بیرونی<sup>۶</sup>» نام دارند.

## ترکیب و انواع ماگما

در ترکیب ماگما، همان ۸ عنصر اکسیژن، آلومینیوم، آهن، کلسیم، منیزیم، سدیم و پتاسیم یافت می‌شوند که در ترکیب پوسته‌ی زمین نیز فراوان‌ترین عناصر به‌شمار می‌آیند.

اگر عناصر را به صورت اکسید در نظر بگیریم درخواهیم یافت که  $\text{SiO}_2$  (سیلیس) از همه فراوان‌تر است. سنگ‌های آذرین را برحسب مقدار سیلیس به چهار گروه تقسیم‌بندی می‌کنند.

–  $\text{SiO}_2$  بیش‌تر از ۶۶ درصد: سنگ‌های آذرین اسیدی

–  $\text{SiO}_2$  بین ۵۲ تا ۶۶ درصد: سنگ‌های آذرین خنثی یا

حدواسط.

–  $\text{SiO}_2$  بین ۴۵ تا ۵۲ درصد: سنگ‌های آذرین بازیک

–  $\text{SiO}_2$  کم‌تر از ۴۵ درصد: سنگ‌های آذرین خیلی

بازیک<sup>۷</sup>

در این طبقه‌بندی، عناوین اسیدی، بازیک و خیلی بازیک براساس رنگ ظاهری و ترکیب کانی‌شناسی سنگ است.<sup>۸</sup> سنگ‌های اسیدی، کوارتز و فلدسپات فراوان، نیز ظاهر روشن دارند. سنگ‌های آذرین بازیک و خیلی بازیک به علت فراوانی کانی‌های آهن و منیزیم دار رنگ تیره از خود نشان می‌دهند. در این نوع بررسی‌ها سطح تازه شکسته‌شده‌ی سنگ در نظر گرفته می‌شود.

۱ – Petrography

۲ – Igneous Rocks

۳ – Magma

۴ – Lava

۵ – Intrusive rocks

۶ – Extrusive rocks

۷ – به سنگ‌های خیلی بازیک اولترابازیک نیز گفته می‌شود.

۸ – اصطلاحات اسیدی و بازیک و... در زمین‌شناسی با اصطلاح شیمی آن تفاوت دارد.

## نوع کانی‌ها

در ماگما از دمای بالا (اولین مرحله تبلور) تا دمای پایین (آخرین مرحله تبلور) صورت می‌گیرد و کانی‌های متفاوت تبلور می‌شوند. واکنش‌ها را «مجموعه واکنش‌های بوون<sup>۱</sup>» نیز گویند. «بوون» دانشمندی است که اولین بار نحوه تبلور کانی‌ها را در آزمایشگاه تحقیق کرد و در جدول یادشده تنظیم نمود.

در صورتی که برخی از کانی‌های سیلیکاتی فصل «۶» را براساس رنگ (از تیره تا روشن) و ترکیب کانی (افزایش میزان  $SiO_2$  موجود در کانی) مرتب کنیم، جدول ۱-۱<sup>۱</sup> پدید می‌آید: این جدول نشان‌دهنده سری واکنش‌هایی است که

جدول ۱-۱- واکنش‌هایی که براساس نظریه‌ی بوون در ماگمای بازالتی صورت می‌گیرد.

نوع سنگ	سری بوون	دما
فوق بازی (پریدوتیت)	کلسیم زیاد	دمای بالا (اولین مرحله تبلور)
بازالتی (بازالت / گابرو)	پیروکسن آمفیبول	دمای پایین (آخرین مرحله تبلور)
آندزیتی (آندزیت / دیوریت)	میکای سیاه سدیم زیاد	
گرانیتی (ریولیت / گرانیت)	فلدسپات پتاسیم دار میکای سفید کوارتز	

از معادن استخراج کنیم در هیچ جهتی ساده‌تر از جهتی دیگر نخواهد شکست.

سنگ‌های آذرین بیرونی دارای ساخت مشخص جریان‌ی هستند. این سنگ‌ها بر اثر جریان یافتن و سرد شدن مواد مذاب به وجود می‌آیند. در ساخت جریان سطحی، مانند میکاهای موازی، سنگ‌ها در امتداد این صفحات خیلی آسان‌تر شکسته می‌شوند و ساخت جریان‌ی خطی، کانی‌های منشوری شکل، مانند آمفیبول‌ها، موازی یک‌دیگر قرار می‌گیرند.

به عقیده‌ی وی بیش‌تر ماگماها ترکیب بازالتی دارند که ضمن سرد شدن تدریجی، کانی‌های مختلف و در نتیجه سنگ‌های آذرین متفاوت به وجود می‌آید.

## ساخت<sup>۲</sup> سنگ‌های آذرین

ساخت سنگ‌های آذرین در نمونه‌های کوچک عبارت‌اند از: «ساخت توده‌ای<sup>۲</sup>» و «ساخت جریان‌ی<sup>۴</sup>». سنگ‌های آذرین درونی معمولاً به صورت توده‌ای هستند. هرگاه بخواهیم آن‌ها را

۱ - Bowen

۲ - Structure

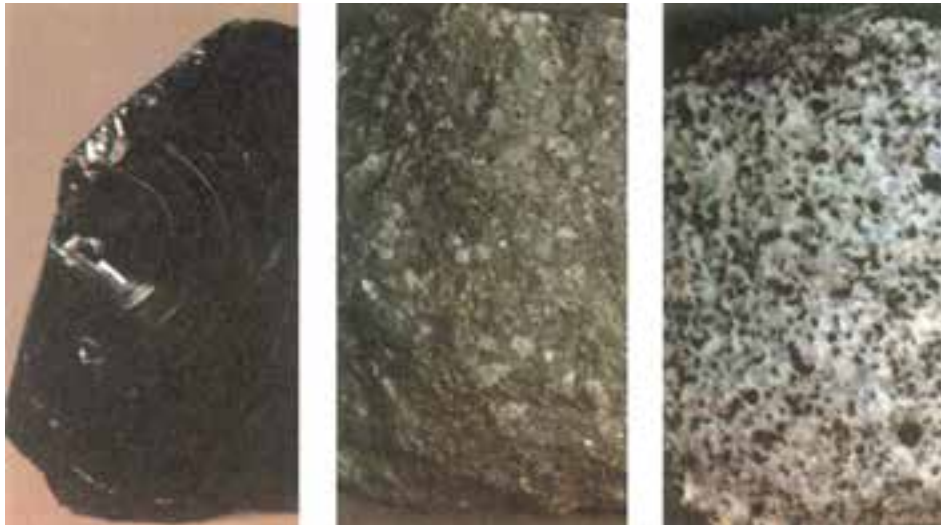
۳ - Massive

۴ - Flow

## بافت<sup>۱</sup> سنگ‌های آذرین

کانی‌های تشکیل‌دهنده‌ی سنگ آذرین است. بافت دانه درشت نشان‌دهنده‌ی سرد شدن کند و بافت دانه‌ریز نشان‌دهنده‌ی سرد شدن سریع است. بافت پورفیری نیز بیانگر هردو گونه است (شکل ۲-۱).

بافت سنگ آذرین مربوط به اندازه، شکل و آرایش کانی‌های موجود در آن است. بافت نشان‌دهنده‌ی درجه‌ی سرد شدن ماده‌ی مذاب و تبلور



بافت شیشه‌ای

بافت پورفیری

بافت دانه درشت

شکل ۲-۱- انواع بافت دانه درشت، پورفیری و شیشه‌ای

۱- ترکیب شیمیایی سنگ‌های آذرین از اسیدی تا بازیک تغییر می‌کند (این نکته در صفحات قبل توضیح داده شد).  
۲- نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده‌ی سنگ.  
۳- بیرونی و درونی بودن (بافت سنگ).  
خانواده‌های مهم سنگ‌های آذرین در این کتاب بررسی می‌شوند خانواده‌های گرانیت - ریولیت - پگماتیت، سینیت - تراکیت، دیوریت - اندزیت، گابرو - بازالت، است.  
هر ماده‌ی مذاب ممکن است در عمق یا در سطح زمین سرد شود. بنابراین، دو نوع سنگ که از نظر شیمیایی و کانی‌شناسی به هم شبیه بوده اما از نظر بافت باهم فرق دارند، تشکیل می‌شود؛ از این رو، هر سنگ آذرین درونی یک معادل بیرونی نیز دارد. سنگ‌های آذرین درونی معمولاً به صورت سنگ تزئینی و نما به کار می‌روند.

بافت سنگ‌های آذرین به انواع «درشت بلور»، «وسط بلور»، «ریز بلور» و «شیشه‌ای» طبقه‌بندی می‌شود.  
بافت پورفیری: در این نوع بافت، بلورهای درشت در زمینه‌ای ریز بلور یا شیشه‌ای قرار دارند. اختلاف بین اندازه‌های بلور در سنگ نشان‌دهنده‌ی تبلور در دو مرحله است.  
در بعضی از سنگ‌ها هیچ بلوری دیده نمی‌شود؛ مانند افسیدین<sup>۲</sup> که از شیشه‌های طبیعی و فراوان است و رنگ آن شبیه شیشه‌ی شکسته و معمولاً سیاه است؛ هم‌چنین بافت سنگ تماماً شیشه‌ای است.  
بسیاری از سنگ‌های آتش‌فشانی، دارای بافت حفره‌ای هستند که در نتیجه‌ی خروج گاز از ماگمای نیمه‌جامد، پدید آمده‌اند؛ مانند سنگ‌پا<sup>۳</sup> و پوکه‌ی معدنی<sup>۴</sup>.  
طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین: سنگ‌های آذرین براساس این مشخصات طبقه‌بندی می‌شوند:

۱ - Texture

۲ - Obsidian

۳ - Scoria

۴ - Pumice

## خانواده‌های مهم سنگ‌های آذرین

### خانواده گرانیت - ریولیت

گرانیت<sup>۱</sup>: از فراوان‌ترین سنگ‌های آذرین درونی است. بافت سنگ دانه‌ای، ودرشت بلور تا ریزبلور است. کانی‌های

اصلی تشکیل دهنده‌ی سنگ، فلدسپات، کوارتز و میکاها هستند (شکل ۳-۱۰).

رنگ گرانیت بستگی به نوع فلدسپات آن‌ها دارد.



شکل ۳-۱۰- گرانیت صورتی و گرانیت سفید



شکل ۵-۱۰



شکل ۴-۱۰- گرانیت و رگه‌ی آیلیتی

ریولیت: ریولیت عبارت از یک سنگ بیرونی، با بافت ریزبلور است. کانی‌های تشکیل دهنده‌ی سنگ همانند گرانیت از کوارتز، فلدسپات و میکای سیاه به وجود آمده است.



**پگماتیت<sup>۱</sup>**: پگماتیت‌ها حاصل فرایندهای ماگمایی هستند. از مشخصات پگماتیت‌ها وجود بلورهای درشت کانی‌های مختلف در بخش‌های داخلی آن‌هاست. کانی‌های تشکیل دهنده‌ی سنگ از کوارتز، تورمالین، بلور بریل، ورقه‌های میکا، و فلدسپات‌های بسیار درشت است. در شکل ۸-۱۰ دو تصویر از پگماتیت را مشاهده می‌کنید.



شکل ۸-۱۰- پگماتیت

**ابسیدین**: اابسیدین، شیشه‌های طبیعی بوده که دارای ترکیب کانی‌شناسی ریولیت هستند. اابسیدین سنگی سیاه و شیشه‌ای است که ظاهر قیرمانند دارد. سرعت سرد شدن در آن به حدی سریع بوده که کانی‌های آن فرصت تبلور نداشته در نتیجه، مواد آن به صورت غیرمتبلور در سنگ وجود دارد.



شکل ۶-۱۰- اابسیدین

### خانواده‌ی گرانودیوریت

در گرانیت‌ها فلدسپات‌های «اورتوز» از «پلاژیوکلاز»ها بیش‌تر است. اگر پلاژیوکلازها بیش‌تر از اورتوز بوده و کوارتز نیز موجود باشد، سنگ «گرانودیوریت» نامیده می‌شود.



بلورهای هورنبلاند

فلدسپات روشن



کانی‌های تیره‌ی فرو-مانیزین

شکل ۷-۱۰- گرانودیوریت

## خانواده‌ی سینیت – تراکیت<sup>۱</sup>

سینیت: سینیت سنگ آذرین درونی تمام بلورینی است که معمولاً فاقد کوارتز بوده، مقدار فلدسپات‌های پتاسیم دار آن از فلدسپات‌های دیگر<sup>۲</sup> بیش تر است. در سینیت ۵ تا ۴۰ درصد کانی‌های فرّومیزین (آهن و منیزیم دار) مانند میکای سیاه، هم چنین گاه ممکن است هورنبلاند در آن دیده شود.



شکل ۹-۱۰- سینیت

تراکیت: تراکیت سنگ آذرین بیرونی دانه‌ریز و ترکیب کانی‌شناسی آن شبیه به سینیت است، یعنی فاقد کوارتز بوده فلدسپات‌های پتاسیم در آن بیش تر از پلاژیوکلازهاست.



فنوکریست‌های کوچک



شکل ۱۰-۱۱- تراکیت

پوک‌های معدنی: پوک‌های معدنی نوعی از تراکیت‌های متخلخل و پرحفره است که ظاهری اسفنجی دارد و سبک وزن است. در صنایع ساختمانی به صورت عایق رطوبت و صدا از آن استفاده می‌شود.

حفرات



شکل ۱۱-۱۰- پوک‌های معدنی

## خانواده‌ی دیوریت – آندزیت<sup>۳</sup>

دیوریت: دیوریت‌ها سنگ‌های آذرین درونی تمام بلورین هستند. این سنگ فاقد کوارتز بوده مقدار فلدسپات‌های پلاژیوکلاز آن از فلدسپات‌های پتاسیم دار بیش تر است. دیوریت دارای کانی‌های آهن و منیزیم دار مانند هورنبلاند و میکای سیاه است (شکل ۱۲-۱۰).

کاربرد دیوریت‌ها: این سنگ‌ها چون نسبتاً سخت و متراکم هستند در کارهای ساختمانی از آن‌ها استفاده می‌شود.



شکل ۱۲-۱۰- دیوریت

۱ - Syenite - Trachyte

۲- فلدسپات پلاژیوکلاز (فلدسپات سدیم و کلسیم دار)

۳ - Diorite - Andesite

**بازالت:** سنگ آذرین بیرونی تمام بلورین تا نیم‌بلورین و گاهی شیشه‌ای که ترکیب کانی‌شناسی آن همانند گابرو بوده، رنگ آن تیره و اغلب سیاه است. بازالت از فراوان‌ترین سنگ‌های آذرین بیرونی است و در کف اقیانوس‌ها گسترش وسیع دارند. کانی‌های موجود در این سنگ، پلاژیوکلاز و کانی‌های آهن و منیزیم‌دار (پیروکسن، اولیوین) هستند (شکل ۱۵-۱۰).

**آندزیت:** آندزیت سنگی است بیرونی، با بافت تمام بلورین تا نیمه بلورین و بافت پورفیری، که از نظر کانی‌شناسی به دیوریت شبیه است. این سنگ از پلاژیوکلاز و میکای سیاه یا هورنبلاند و به ندرت از کوارتز به وجود آمده است.



بلورهای دانه ریز تیره رنگ

شکل ۱۵-۱۰ بازالت



فئوکریست‌های فلدسپات  
پلاژیوکلاز  
زمینه‌ی ریز بلور

شکل ۱۳-۱۰ آندزیت

### خانواده‌ی گابرو - بازالت<sup>۱</sup>

**گابرو:** سنگی است درونی، تمام بلورین و درشت بلور که کانی‌های تشکیل دهنده‌ی آن از کانی‌های آهن و منیزیم‌دار، مانند اوژیت (نوعی پیروکسن) اولیوین و پلاژیوکلازها هستند. رنگ سنگ‌های گابروی به سبب فراوانی کانی‌های تیره، اغلب تیره، خاکستری تیره یا متمایل به سیاه است.

### پریدوتیت<sup>۲</sup>

پریدوتیت، سنگ‌های درونی، با بافت بلورین و تمام تیره رنگ هستند که قسمت زیاد آن از کانی‌های اولیوین تشکیل شده است. این سنگ‌ها تجزیه می‌شوند و از آن سنگ‌های سریانتین با رنگ سبز به وجود می‌آیند.



شکل ۱۶-۱۰ پریدوتیت



فلدسپات پلاژیوکلاز  
روشن  
بلورهای دانه درشت  
پیروکسن تیره

شکل ۱۴-۱۰ گابرو

۱ - Gabro - Basalte

۲ - Pridodite



شکل ۱۷-۱۰- توف سبز البرز

### سنگ‌های آذرآواری<sup>۱</sup> (پیروکلاستیک)

سنگ‌های آذرآواری متشکل از ذرات ریز و درشت سنگ‌های آتش‌فشانی هستند که به هوا پرتاب شده، سپس دچار رسوب شده‌اند. نوعی از این رسوبات که از دانه‌های ریز تشکیل می‌شود «توف آذرین» نامیده می‌شود.

### جدول ۲-۱- طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین<sup>۲</sup>

رنگ تیره یا وزن سنگین (کانی‌های اصلی: فلدسپات، پیروکسن، آمفیبول، اولیون)	رنگ حد واسط (کانی‌های اصلی: فلدسپات، آمفیبول، بیوتیت، پیروکسن)	رنگ روشن یا وزن سبک (کانی‌های اصلی: فلدسپات و کوارتز)	بافت
گابرو متوسط بلور: دولریت = دیاپاز اولیون: دونیت پیروکسن: پیروکسینیت اولیون و پیروکسن: پریدوتیت	دیوریت کوارتزار: کوارتزدیوریت یا دیوریت کوارتزار = تونالیت	گرانیت درشت بلورتر: پگماتیت ریزبلور: آپلیت بدون کوارتز: سینیت	درشت بلور
بازالت	فلسیت (شامل ریولیت، تراکیت، فنولیت، آندزیت، داسیت، لایت، کوارتز لایت)	ریز بلور	
بازالت شیشه‌ای متخلخل: اسکوری	ابسیدین پیچ‌استون (سنگ قیری) مرواریدی: پرلیت متخلخل: پومیس	شیشه‌ای	
بازالت پورفیری	دیوریت پورفیری، فلسیت پورفیری	گرانیت پورفیری سینیت پورفیری فلسیت پورفیری ابسیدین پورفیری = ویترو پورفیری (پورفیری شیشه‌ای)	بلورهای درشت و ریز
	ریز: توف	درشت: برش آتش‌فشانی	درهم

۱ - Pyroclastic

۲- این جدول جنبه‌ی کاربردی دارد و لزومی به حفظ کردن آن نیست.

## خودآزمایی

- ۱- سنگ‌شناسی توصیفی چیست؟ ابزار مورد نیاز برای سنگ‌شناسی توصیفی کدام‌اند؟
- ۲- سنگ آذرین درونی و بیرونی، ماگما و گدازه را توضیح دهید.
- ۳- سنگ‌های آذرین اسیدی، قلیایی، مافوق قلیایی را با ذکر ترکیب شیمیایی ممکن و رنگ ظاهری تشریح کنید.
- ۴- بافت سنگ آذرینی که هم دارای بلورهای درشت و هم دارای بلورهای ریز همراه با شیشه باشد، چه نام دارد؟
- ۵- سنگ پا چرا حفره‌دار و متخلخل است؟
- ۶- گرانیت، ریولیت و پگماتیت را از نظر ترکیب شیمیایی (کانی‌شناسی) مقایسه کنید.
- ۷- به چه دلیل سنگ اسیدین به رنگ سیاه است؟
- ۸- پوک‌های معدنی چگونه حاصل می‌شود؟ کاربرد آن را ذکر کنید.
- ۹- انواع کانی‌های شرکت‌کننده در گرانیت و بازالت را برشمارید.
- ۱۰- سنگ‌های آذرآواری یا پیروکلاستیک چگونه تشکیل می‌شوند، و چه کاربردی دارند؟
- ۱۱- خانواده‌ی سنگ‌های آذرین (دیوریت - آندزیت) را بیان کنید.
- ۱۲- خانواده‌ی سنگ‌های آذرین (گابرو - بازالت) را معرفی نمایید.
- ۱۳- سنگ آذرین پریدوتیت را توضیح دهید.
- ۱۴- اهمیت و کاربرد سنگ‌های آذرین را شرح دهید.