

آذرین سنگ‌های

ماگمانبسم



ساخت‌های آذرین



۱- کلمات مناسب داخل پرانتز را انتخاب کنید.

«ساخت‌های آذرین پس از سرد شدن ماگما در درون (پوسته/ گوشته) زمین حاصل می‌شوند و در مقایسه با سنگ‌های (درون/ اطراف) خود که سنگ‌های درون‌گیر نامیده می‌شوند، براساس (شکل، اندازه و نحوه‌ی قرارگرفتن/ جنس، بافت و رنگ) خود نام‌گذاری می‌شوند.»

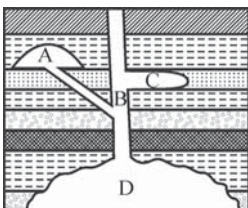
۲- هر یک از موارد سمت راست با کدام یک از موارد سمت چپ ارتباط دارد؟

- | | |
|--|------------------|
| (a) سنگ‌های اطراف ساخت‌های آذرین | (۱) باتولیت |
| (b) بزرگ‌ترین و وسیع‌ترین توده‌های آذرین عمقی | (۲) دایک |
| (c) توده‌ی آذرین نفوذی موازی لایه‌ها | (۳) سیل |
| (d) توده‌ی آذرین نفوذی عدسی‌شکل | (۴) سنگ درون‌گیر |
| (e) ساخت آذرین کوه الوند | (۵) لاکولیت |
| (f) توده‌ی آذرین نفوذی قطع‌کننده‌ی طبقات اطراف | |

۳- کدام یک از موارد زیر، از ویژگی‌های ساخت آذرین باتولیت است؟ با علامت ✓ مشخص کنید.

- | | |
|--------------------------------------|--|
| (a) عمقی بین ۲۰ تا ۳۰ کیلومتر | (b) تعیین عمق به کمک یافته‌های ژئوفیزیکی |
| (c) حاوی بلورهای دانه‌درشت | (d) شکل صفحه‌ای یا ورقه‌ای |
| (e) وسعتی کمتر از یک صد کیلومتر مربع | |

۴- در شکل مقابل:

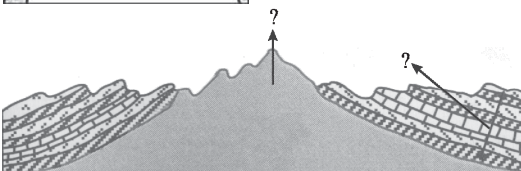


(a) هر یک از حروف A، B، C و D کدام یک از ساخت‌های آذرین را نشان می‌دهند؟

- | | |
|-----------|-----------|
| : A | : B |
| : C | : D |

(b) هر یک از ساخت‌های آذرین فوق به چه شکلی می‌باشند؟ (توده‌ای یا ورقه‌ای)

۵- با توجه به شکل مقابل:



(a) توده‌ی آذرین و لایه‌های رسوبی را روی شکل مشخص کنید.

(b) علت ظاهر شدن توده‌ی باتولیت بر سطح زمین چیست؟

ذوب، تبلور و تشکیل ماگما



۶- هنگام تبلور یک کانی، کدام یک از موارد زیر افزایش و کدام یک کاهش می‌یابند؟

- (a) نظم ساختمان بلورین:
 (b) حجم کانی:
 (c) چگالی کانی:

۷- کلمات مناسب داخل پرانتز را انتخاب کنید.

«با افزایش دما، یون‌ها دچار ارتعاش (بیشتر / کم‌تر) می‌شوند، بنابراین فضای (بیشتری / کم‌تری) نیاز دارند؛ به طوری که در نقطه‌ی (ذوب / انجماد)، فاصله‌ی

یون‌ها از هم (زیادتر / کم‌تر) شده و شدت ارتعاشات بر نیروی پیوند شیمیایی یونی فایق (می‌آید / نمی‌آید).»

۸- مواردی را که تشکیل ماگما را آسان‌تر می‌کنند، با علامت ✓ مشخص کنید.

- (a) کاهش دما ☐ (b) افزایش فشار ☐ (c) کاهش آب ☐ (d) افزایش بخار آب ☐

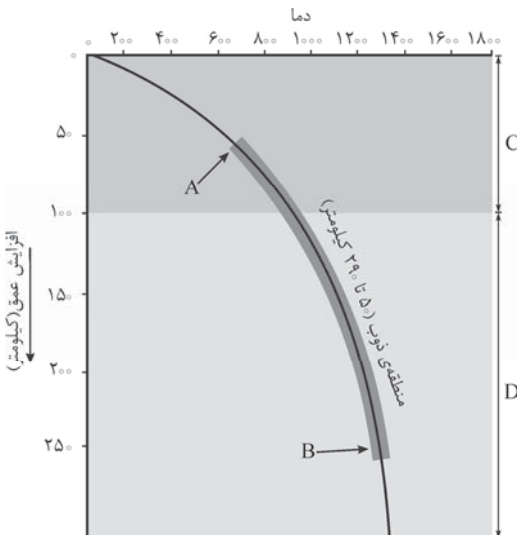
۹- جملات درست و نادرست را مشخص کنید.

- (a) هر چه عمق زیاد شود، به علت افزایش فشار، دمای کم‌تری برای ذوب سنگ لازم است.
 (b) فشار مانند گرما، باعث استحکام پیوندهای شیمیایی در کانی می‌شود.
 (c) در هنگام ذوب یک سنگ، کانی‌های زودگداز در تشکیل ماگما وارد نمی‌شوند.
 (d) یکی از علل اختلاف ترکیب ماگماها، ذوب ناقص کانی‌هاست.

۱۰- با توجه به نمودار مقابل که رابطه‌ی میان دما و عمق را نشان می‌دهد:

(a) موارد خواسته‌شده را نام‌گذاری کنید.

- A:
 B:
 C:
 D:



(b) هر یک از کانی‌های زیر در کدام منطقه (C یا D) ذوب می‌شوند؟

- الیون: کوارتز: آمفیبول: بیوتیت:
 مسکویت: فلدسپات: پیروکسن:

کانی‌ها و بافت سنگ‌های آذرین



۱۱- با توجه به جدول زیر که ترکیب عمومی سنگ‌های آذرین را نشان می‌دهد، جاهای خالی را تکمیل کنید.

نمونه	درجه‌ی غلظت نسبی ماگما	درصد سیلیس	ترکیب	بافت
	بالا			ریزبلور
آندزیت		۶۰٪		
			بازی	درشت‌بلور
پریدوتیت				

۱۲- سنگ‌های زیر را بر حسب دمای ذوب مرتب کنید.

«دیوریت، پریدوتیت، بازالت، گرانیت»
 > > > : دمای ذوب

۱۳- کدام گزینه در مورد سنگ‌های آذرین پرسلیس درست است؟

- (۱) ظاهر تیره
(۲) محل تشکیل: گشته
(۳) وفور کانی‌های کوارتز و فلدسپات
(۴) دمای ذوب بالا

۱۴- جملات درست و نادرست را مشخص کنید.

- (a) همه‌ی کانی‌های موجود در یک سنگ آذرین، در یک زمان از ماگمای مذاب جدا می‌شوند.
(b) الیوین اولین کانی است که در یک ماگمای بازالتی متبلور می‌شود.
(c) بوون معتقد بود بیشتر ماگماها ترکیب گرانیتی دارند.
(d) اولین کانی‌هایی که از سرد شدن ماگما حاصل می‌شوند، الیوین و پلاژیوکلاز سدیم‌دار هستند.
(e) در سری واکنشی بوون، پیوسته کانی‌هایی با درجه‌ی حرارت بیشتر به وجود می‌آیند.

۱۵- با توجه به نمودار مقابل که سری واکنشی

بوون را نشان می‌دهد، به سؤالات مقابل پاسخ دهید:

- (a) کانی‌های A، B و C را نام‌گذاری کنید.
(b) مواردی که در مورد کانی‌های D صحیح می‌باشد را با علامت ✓ مشخص کنید.

☐ ظاهر روشن

☐ محل تبلور: گشته

☐ زمان تبلور: مراحل آخر انجماد ماگما

- (c) ترکیب و نوع سنگ‌های حاصل از تبلور کانی‌ها را در ستون سمت راست نمودار بنویسید.

نوع سنگ	سری بوون	دما
.....	کلسیم زیاد
.....	پروکسن
.....	میکای سیاه
.....	سدیم زیاد
.....	D

۱۶- هر یک از موارد سمت راست با کدام یک از موارد سمت چپ ارتباط دارد؟

- (a) خروج گاز از گدازه‌ی در حال انجماد
(b) سرد شدن سنگ در زمان بسیار کوتاه
(c) تبلور سنگ در زمان کوتاه
(d) تبلور سنگ در اعماق زمین
(e) تبلور سنگ در دو مرحله
- (۱) شیشه‌ای
(۲) پورفیری
(۳) اسفنجی
(۴) درشت‌بلور
(۵) ریزبلور

۱۷- کلمات مناسب داخل پرانتز را انتخاب کنید.

«در بافت (پورفیری/شیشه‌ای) بلورهای درشت در زمینه‌ای فاقد بلور یا ریزبلور قرار دارند. وجود این بافت حاکی از آن است که سنگ در دو مرحله سرد شده است. مرحله‌ی اول، هنگام تبلور ماگما در (اعماق/نزدیک سطح زمین) رخ می‌دهد که یون‌ها فرصت بیشتری برای مهاجرت به سوی مراکز تبلور دارند، بنابراین تعداد مراکز تبلور (زیاد/کم) بوده و بافت (درشت‌بلور/ریزبلور) تشکیل می‌شود. در مرحله‌ی دوم نیز بلورهای (درشت/ریز) در (اعماق/نزدیک سطح زمین) تشکیل می‌شوند.»

۱۸- بافت هر یک از سنگ‌های زیر را در مقابل آن بنویسید.

- (a) سنگ‌پا:
(b) اپسیدین:
(c) آندزیت:
(d) پریدوتیت:
(e) پوک‌هی معدنی:
(f) گرانیت:

طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین



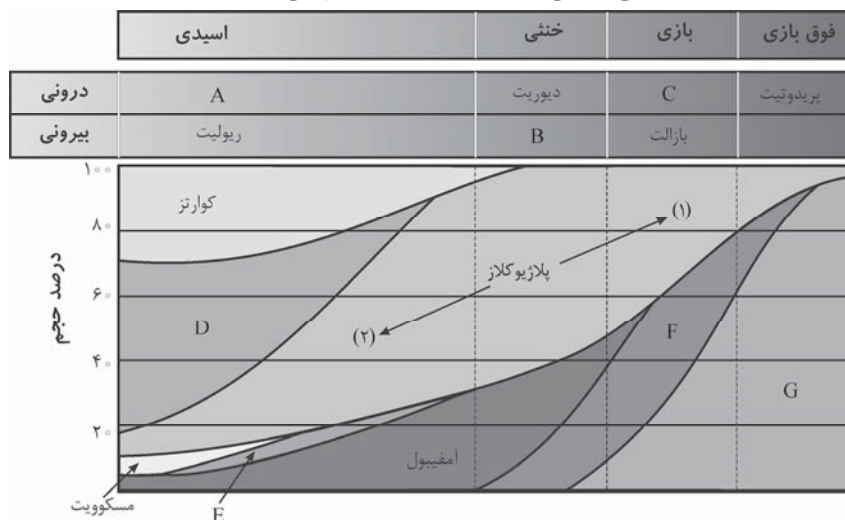
۱۹- گابرو و بازالت از نظر با یکدیگر شباهت و از نظر با یکدیگر تفاوت دارند.

- (۱) بافت - کانی‌شناسی
(۲) بافت - عمق تشکیل
(۳) کانی‌شناسی - بافت
(۴) عمق تشکیل - بافت

۲۰- سنگ آذرین وسیله‌ی خوبی برای تشخیص آن است که تابع می‌باشد.

- (۱) بافت - عمق تشکیل
(۲) رنگ - عمق تشکیل
(۳) بافت - کانی‌های موجود در سنگ
(۴) رنگ - کانی‌های موجود در سنگ

۲۱- با توجه به شکل زیر که رده‌بندی و ترکیب کانی‌شناسی سنگ‌های آذرین را نشان می‌دهد:



(a) سنگ‌ها و یا کانی‌هایی که با حروف لاتین مشخص شده‌اند را نام‌گذاری کنید.

(b) اگر در جهت (۱) و (۲) حرکت کنیم، به ترتیب کدام عنصرها در پلاژیوکلاز افزایش می‌یابند؟

۲۲- هر یک از موارد سمت راست با کدام یک از موارد سمت چپ ارتباط دارد؟

- | | |
|---------------------|----------------------------|
| (۱) صنایع چینی‌سازی | (a) رگه‌های سیلیس |
| (۲) تشکیل خاک | (b) رگه‌های فلدسپات |
| (۳) سنگ‌های تزئینی | (c) گرانیت و گابرو |
| (۴) صنایع شیشه‌سازی | (d) پوک‌های معدنی |
| (۵) ساختمان‌سازی | (e) سنگ‌پا |
| (۶) صنایع چوب | (f) کرم |
| (۷) فلزات گران‌بها | (g) فرسایش سنگ فلدسپات‌دار |

۲۳- جملات درست و نادرست را مشخص کنید.

- (a) سنگ گرانیت به علت زیبایی، مقاومت زیاد و دوام طولانی به عنوان سنگ تزئینی استخراج می‌شود.
- (b) از پوک‌های معدنی که سنگی سنگین، متخلخل و سیمان‌گیر است، به عنوان عایق در ساختمان‌ها استفاده می‌شود.
- (c) معدن مس سرچشمه‌ی کرمان توسط فرایندهای دگرگونی و بر اثر جریان محلول‌های داغ، تشکیل شده است.
- (d) چشمه‌های آب گرم سرعین در مجاورت مناطق آتشفشانی جوان قرار دارند.



۲۴- کدام یک از کانی‌های زیر را در سنگ گرانیت نمی‌توان مشاهده کرد؟

- (۱) الیوین (۲) ارتوکلاز (۳) بیوتیت (۴) آمفیبول

۲۵- اولین کانی‌هایی که از تبلور ماگمای بازالتی حاصل می‌شوند، حاوی عناصر می‌باشند.

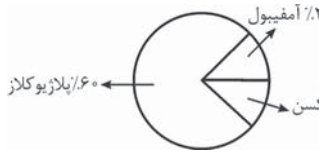
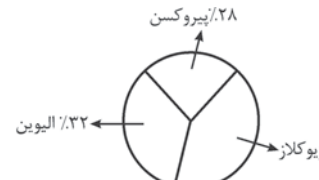
- (۱) آهن، منیزیم و کلسیم (۲) سدیم، پتاسیم و آلومینیم

۲۶- کدام یک از کانی‌های Fe_2SiO_4 و KAlSi_3O_8 زودتر با ماگمای در حال سرد شدن وارد واکنش می‌شود؟

۲۷- جملات درست و نادرست را مشخص کنید.

- (a) ماگماهای کم‌سیلیس، معمولاً مقادیر زیادی FeO و MgO دارند.
- (b) از تبلور ماگماهای پرسیلیس، کانی‌هایی مانند ارتوکلاز، مسکویت و کوارتز حاصل می‌شود.
- (c) در مراحل پایانی تبلور ماگما، درصد نسبی سدیم و پتاسیم ماگما بیشتر می‌شود.
- (d) در مراحل پایانی تبلور ماگما، احتمال این‌که ماده‌ی مذاب با کانی‌ها وارد واکنش شود، بیشتر است.

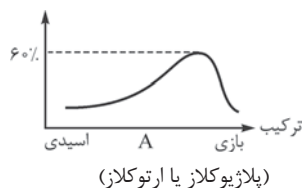
۲۸- با توجه به اطلاعات زیر، سنگ مورد نظر را در جای خالی بنویسید.

سنگ	ترکیب کانی‌شناسی	بافت
.....		درشت‌بلور
.....		ریزبلور

۲۹- کدام مورد درباره‌ی سنگ گرانیت درست و کدام مورد نادرست است؟

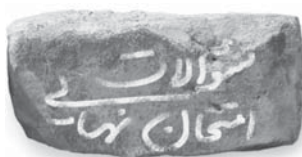
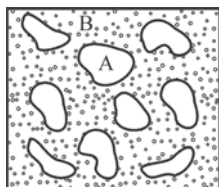
- (a) الیون و پیروکسن ندارد.
 (b) سرشار از پلاژیوکلاز کلسیم‌دار می‌باشد.
 (c) هنگام ذوب سنگ، آمفیبول آخرین کانی است که ذوب می‌شود.
 (d) بیوتیت و مسکوویت کمی دارد.

۳۰- هر یک از منحنی‌های زیر برای کدام کانی سنگ‌های آذرین رسم شده است؟ (یکی از موارد داخل پرانتز را انتخاب کنید).



۳۱- در یک سنگ آذرین همانند شکل روبه‌رو:

- (a) بافت سنگ از چه نوعی است؟
 (b) کانی‌های A و B در چه عمقی متبلور شده‌اند؟
 (c) سن کدام‌یک از کانی‌های A و B بیشتر است؟



۳۲- بزرگ‌ترین توده‌ی آذرین عمقی لاکولیت است یا باتولیت؟

۳۳- بافت یک شیل درشت‌بلور است یا پورفیری؟

۳۴- جملات درست و نادرست را مشخص کنید:

- (a) ساخت‌های آذرین توده‌ای‌شکل در درون گوشته‌ی زمین تشکیل می‌شوند.
 (b) اغلب باتولیت‌ها دانه‌درشت‌اند و در اثر فرسایش لایه‌های فوقانی در سطح زمین ظاهر می‌شوند.
 (پ) عمق لاکولیت‌ها را به کمک یافته‌های ژئوفیزیکی ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر تخمین می‌زنند.
 (ت) دایک و سیل از ساخت‌های ورقه‌ای بوده و موازی لایه‌های زمین تزریق می‌شوند.

۳۵- هنگام ذوب یک کانی به ترتیب حجم، چگالی و ساختمان بلورین آن چه تغییری می‌کند؟

۳۶- افزایش «دما» و «آب» چه اثری بر تشکیل ماگما دارد؟ (هر یک را توضیح دهید).

۳۷- اگر دما یکسان فرض شود، یک سنگ گرانیتی در عمق ۳۰ کیلومتری زودتر ذوب می‌شود یا در سطح زمین؟ چرا؟

۳۸- سنگ‌های آذرین «بازالت - ریولیت - آندزیت - پریدوتیت» را براساس هر یک از موارد زیر مرتب کنید:

(a)	سیلیس فراوان	آ	ب	پ	ت	سیلیس کم
-----	--------------	---	---	---	---	----------

(b)	رنگ تیره	آ	ب	پ	ت	رنگ روشن
-----	----------	---	---	---	---	----------

(c)	دمای ذوب بالا	آ	ب	پ	ت	دمای ذوب پایین
-----	---------------	---	---	---	---	----------------

۳۹- جمله‌ی زیر را با کلمات مناسب، کامل کنید.

«کانی‌های آهن و منیزیم‌دار، جزء کانی‌های هستند و سنگ‌های اسیدی به علت وفور و ظاهری دارند.»

۴۰- هریک از اصطلاحات زیر را تعریف کنید.

(آ) ذوب ناقص سنگ (ب) سری واکنشی بوون (پ) بافت آذرین

۴۱- با توجه به سری واکنشی بوون:

(آ) اولین و آخرین کانی‌هایی که از تبلور ماگمای بازالتی حاصل می‌شوند را نام ببرید.

(ب) A و B و C کدام کانی‌ها را نشان می‌دهند؟

پیروکسن → ماگما + A

بیوتیت → ماگما + B

C → ماگما + پیروکسن

(پ) سنگ حاصل از تبلور کانی‌های دمای بالا چه نام دارد؟

(ت) سنگ حاصل از تبلور کانی‌های دمای پایین، تیره است یا روشن؟

۴۲- در جملات زیر، کلمات مناسب را انتخاب کنید.

(آ) یکی از علل اختلاف ترکیب ماگماها، (سری واکنشی بوون/ ذوب ناقص سنگ‌ها) است.

(ب) در سنگ گرانیت، تعداد مراکز تبلور (کم/ زیاد) و اندازه‌ی آن‌ها (کوچک/ بزرگ) است.

(پ) سنگ آبسیدین در (اعماق/ سطح) زمین ایجاد شده و (ریزبلور/ فاقد بلور) می‌باشد.

(ت) با سرد شدن ماگما، (پلاژیوکلاز سدیم‌دار/ پلاژیوکلاز کلسیم‌دار) زودتر متبلور می‌شود.

(فردار ۸۹)

۴۳- اصطلاح بافت پورفیری را تعریف کنید.

(فردار ۹۰)

۴۴- علت هر یک از موارد زیر را توضیح دهید:

(آ) ایجاد بافت پورفیری

(ب) مصرف پوک‌ی معدنی به عنوان عایق در ساختمان‌ها

(شهریور ۸۸ و ۹۰)

۴۵- سنگ‌های آذرین را براساس چند ویژگی می‌توان طبقه‌بندی کرد؟ آن‌ها را بنویسید.

(فردار ۸۷)

۴۶- از دو سنگ گابرو و بازالت، کدام یک دارای بافت درشت‌بلور است؟ علت را توضیح دهید.

(فردار ۸۸)

۴۷- هر یک از عبارت‌های سمت راست با کدام سنگ آذرین در سمت چپ ارتباط دارد؟

(آ) رنگ تیره و ریزبلور (۱) ریولیت

(ب) خنثی و درشت بلور (۲) پریدوتیت

(پ) فوق بازی و درونی (۳) گابرو

(ت) معادل بیرونی گرانیت (۴) بازالت

(۵) دیوریت

(فردار ۸۶)

۴۸- هر یک از موارد زیر از اختصاصات سنگ پریدوتیت است یا ریولیت؟

(آ) درصد سیلیس بالا (ب) بافت درشت بلور (پ) رنگ تیره (ت) آذرین بیرونی

(شهریور ۸۶)

۴۹- به هر یک از سؤالات زیر پاسخ دهید:

(آ) سیل، ساخت آذرین توده‌ای است یا ورقه‌ای؟

(ب) سنگ‌پا، سنگ آذرین درونی است یا بیرونی؟

(پ) کانی پیروکسن در پوسته‌ی زمین ذوب می‌شود یا گوشته؟

(ت) در سنگ دیوریت، تعداد مراکز تبلور کم می‌باشد یا زیاد؟

۵۰- به هر یک از سؤالات زیر پاسخ دهید:

(آ) دو سنگ گرانیت و ریولیت چه شباهت‌ها و تفاوت‌هایی دارند؟

(ب) بهترین وسیله برای تشخیص نوع سنگ آذرین چیست؟

(پ) علت استفاده از گابرو به عنوان سنگ تزئینی و پوک‌ی معدنی به عنوان عایق چیست؟

(ت) رگه‌های سیلیس، رگه‌های فلدسپات و سنگ‌پا چه کاربردی دارند؟

(ث) معدن مس سرچشمه‌ی کرمان چگونه تشکیل شده است؟

(ج) سنگ‌های آذرین چه نقشی در تشکیل خاک دارند؟



ساخت‌های آذرین



- کتاب درسی بدون این که درست و حسابی در مورد مفاهیم این فصل توضیح بده، یک دفعه رفته سراغ ساخت‌های آذرین. حتی دریغ از یک توضیح در مورد عنوان فصل یا همان ماگماتیسم! اما نگران نباشید! مگه من مُردَم! الان همشو توضیح می‌دم:
- a) **فرایندهای آذرین:** به طور کلی به تمام فعالیت‌هایی که منجر به ذوب و تبلور مواد در درون یا سطح زمین می‌شوند، فرایندهای آذرین می‌گویند.
- b) **ماگما:** مواد مذاب درون زمین است که از ذوب سنگ‌ها در اعماق زمین (گوشته یا پوسته) به وجود می‌آید و از طریق شکستگی‌ها و فضاهای خالی درون زمین، به قسمت‌های بالایی پوسته یا سطح زمین راه می‌یابد و پس از انجماد، سنگ‌های آذرین را به وجود می‌آورد.
- c) **گدازه:** به ماگمای خارج شده از دهانه‌ی آتشفشان‌ها که به سطح زمین می‌رسد، گدازه می‌گویند.
- d) **ماگماتیسم:** اگر ماگما در درون زمین سرد و منجمد شود، سنگ‌های آذرین درونی یا ماگماتیک تشکیل می‌شود که به چنین پدیده‌ای اصطلاحاً ماگماتیسم می‌گویند.
- e) **سنگ آذرین درونی:** همان‌طور که گفتیم وقتی مواد مذاب در درون زمین سرد می‌شوند، سنگ آذرین درونی تشکیل می‌شود.
- f) **سنگ آذرین بیرونی:** وقتی مواد مذاب به سطح زمین می‌رسند و سرد می‌شوند، سنگ آذرین بیرونی تشکیل می‌شود.
- خب، حالا که با مفاهیم ابتدایی این فصل آشنا شدید برویم سراغ تعریف ساخت‌های آذرین:
- «ماگمای درون زمین هنگام بالآمدن از درز و شکاف‌های درون پوسته‌ی زمین سرد شده و ساخت‌های مختلفی را ایجاد می‌کند که براساس شکل، اندازه و نحوه‌ی قرارگرفتن آن‌ها در بین لایه‌های مختلف نام‌گذاری می‌شوند. به این ساخت‌های حاصل از سردشدن ماگما در درون پوسته‌ی زمین، ساخت‌های آذرین می‌گویند.»
- یادتان باشد که به سنگ‌های اطراف ساخت‌های آذرین، **سنگ درون‌گیر** می‌گویند.

انواع ساخت‌های آذرین:



ساخت‌های ورقه‌ای (صفحه‌ای):



- ۱- **سیل:** توده‌های نفوذی هستند که موازی لایه‌های زمین تزریق می‌شوند.
- ۲- **دایک:** توده‌های نفوذی هستند که لایه‌های اطراف را قطع می‌کنند.
- دقت کنید که سیل‌ها لزوماً موازی سطح زمین نمی‌باشند، اما همیشه موازی لایه‌های زمین هستند.



ساخت‌های توده‌ای:



۱- باتولیت:

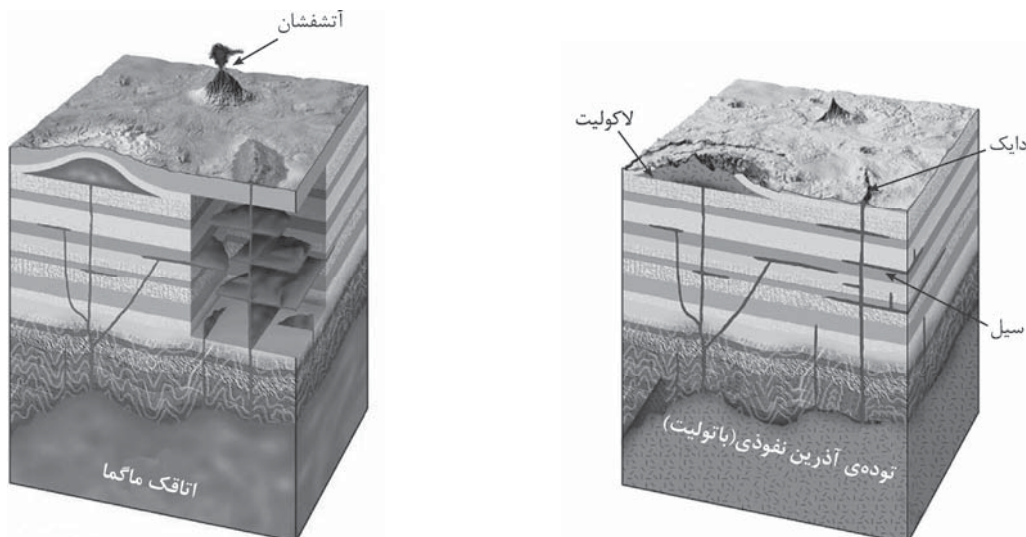
● توده‌های نفوذی هستند که تقریباً گنبدی شکل می‌باشند.

● ویژگی‌های باتولیت:

- ✓ بزرگ‌ترین و وسیع‌ترین ساخت‌های آذرین می‌باشند، مانند کوه الوند همدان.
- ✓ حداقل حدود یک‌صد کیلومتر مربع وسعت دارند.
- ✓ عمق باتولیت‌ها به کمک یافته‌های ژئوفیزیکی (مانند امواج لرزه‌ای)، ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر اندازه‌گیری شده است.
- ✓ اغلب باتولیت‌ها درشت بلورند، زیرا زمان تشکیل و تبلور آن‌ها بسیار کند و طولانی می‌باشد.
- ✓ باتولیت‌ها در اثر فرسایش لایه‌های فوقانی (مثلاً لایه‌های رسوبی) در سطح زمین ظاهر می‌شوند.



۲- **لاکولیت**: توده‌های نفوذی عدسی‌شکلی هستند که قسمت فوقانی آن‌ها محدب و قاعده‌ی آن‌ها صاف است.



۱- کلمات مناسب به ترتیب: پوسته - اطراف - شکل، اندازه و نحوه‌ی قرار گرفتن

۲- به ترتیب: (a) ← ۴ - (b) ← ۱ - (c) ← ۳ - (d) ← ۵ - (e) ← ۱ - (f) ← ۲

۳- موارد b و c درست است. / دلیل نادرستی بقیه‌ی موارد: a عمقی بین ۱۰ تا ۳۰ کیلومتر دارد، شکل d توده‌ای است، وسعت e بیشتر از یک صد کیلومتر مربع می‌باشد.

۴- A (a) : لاکولیت - B : دایک - C : سیل - D : باتولیت / b (A و D (لاکولیت و باتولیت) توده‌ای - B و C (دایک و سیل) ورقه‌ای هستند.

۵- (a) بدون شرح! / (b) فرسایش لایه‌های فوقانی (لایه‌های رسوبی)

ذوب و تبلور



● هنگام افزایش دما و ذوب یک کانی:

a یون‌ها دچار ارتعاش بیشتر می‌شوند.

b به یکدیگر برخورد می‌کنند.

c در نتیجه از یکدیگر فاصله می‌گیرند و به فضای بیشتری نیاز دارند؛ به طوری که در نقطه‌ی ذوب، فاصله‌ی یون‌ها از هم زیادتر شده و شدت ارتعاشات بر نیروی پیوند یونی غلبه می‌کند.

● **آله IQ تون بالای ۱۲۰ باشد!** می‌فهمید که سرانجام این همه داستان این می‌شه که:

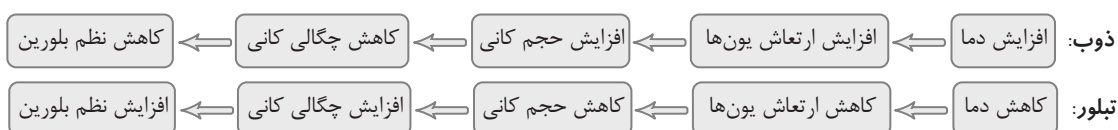
a حجم کانی افزایش می‌یابد.

b چگالی آن کاهش می‌یابد.

c نظم و ساختمان بلورین آن از بین می‌رود.

● دقت کنید که هنگام کاهش دما و تبلور کانی، عکس موارد بالا اتفاق می‌افتد.

● داستان کامل ذوب و تبلور این شکلیه:



عوامل مؤثر بر تشکیل ماگما:

۱- گرما:

به قول شاعر! هر آن‌چه که عیان است چه هایت به بیان است! همه می‌دونیم که افزایش دما موجب ذوب سنگ می‌شود. اما چگونه؟ کتاب درسی گفته: با سست کردن پیوندهای یونی در کانی‌ها.

۲- فشار:

فشار برخلاف گرما، موجب استحکام پیوندهای شیمیایی در کانی شده، در نتیجه مانع ذوب سنگ می‌شود.
سؤال: چرا برای ذوب سنگ‌ها در اعماق زمین، دمای بیشتری نسبت به سطح زمین لازم است؟ چون با افزایش عمق، فشار هم زیاد می‌شود و برای مقابله با تأثیر فشار (که مانع ذوب سنگ‌ها می‌شود)، دمای بیشتری لازم است.

۳- آب:

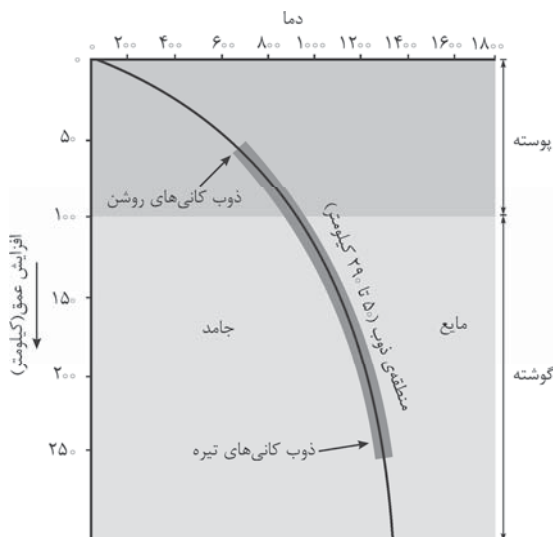
آب مانند گرما، به علت ساختمان خاص مولکولی خود (قطبی بودن)، موجب سست شدن پیوندهای یونی در کانی و افزایش روند ذوب سنگ‌ها می‌شود.
جمله‌ی ظریفی تو کتاب درسی هستش که می‌گه: افزایش فشار بخار آب موجب ذوب سنگ می‌شود. پس به افزایش فشار نگاه نکنید! مهم بخار آبه!

ذوب ناقص سنگ‌ها:

وقتی یک سنگ در معرض حرارت قرار می‌گیرد، به طور کامل ذوب نمی‌شود. چرا؟ چون از کانی‌های مختلفی تشکیل شده است که هر کدام از این کانی‌ها نقطه‌ی ذوب متفاوتی دارند؛ به طوری که ابتدا کانی‌های زودگداز (دارای نقطه‌ی ذوب پایین) ذوب می‌شوند، اما کانی‌های دیرگداز (دارای نقطه‌ی ذوب بالا) جامد می‌مانند. (یعنی ذوب نمی‌شوند؛ یعنی جمله‌ی کتاب: «در تشکیل ماگما وارد نمی‌شوند») به این پدیده ذوب ناقص می‌گوییم.
علت ذوب ناقص سنگ: همین الان گفتیم که علت ذوب ناقص یک سنگ، کانی‌های مختلف سازنده‌ی آن و اختلاف نقطه‌ی ذوب این کانی‌هاست.
تأثیر ذوب ناقص سنگ‌ها: چون بعضی از کانی‌ها ذوب شده و وارد ترکیب ماگما می‌شوند، اما برخی دیگر ذوب نشده و در نتیجه وارد ترکیب ماگما نمی‌شوند، ذوب ناقص سنگ‌ها باعث اختلاف ترکیب ماگما می‌شود.

تفسیر ذوب ناقص سنگ‌ها با توجه به نمودار کتاب درسی:

همان‌طور که نمودار مقابل نشان می‌دهد، کانی‌های روشن (فصل ۵ که یادتون هست!) در اعماق کم (پوسته) و کانی‌های تیره در اعماق بیشتر (گوشته) ذوب می‌شوند. پس می‌شه نتیجه گرفت که بیشتر سنگ‌ها و ماگمای موجود در پوسته‌ی زمین روشن و بیشتر سنگ‌ها و ماگمای موجود در گوشته تیره هستند.
فصل ۵ گفتیم که: کوارتز، مسکویت و فلدسپات جزء کانی‌های روشن و الیون، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت جزء کانی‌های تیره هستند.



۶- (a) افزایش / (b) کاهش / (c) افزایش

۷- کلمات مناسب به ترتیب: بیشتر - بیشتری - ذوب - زیادت - می‌آید

۸- تشکیل ماگما یعنی ذوب سنگ یعنی فقط مورد d

۹- (a) نادرست (دمای کم‌تری ← دمای بیشتری) / (b) نادرست (مانند ← برخلاف) / (c) نادرست (زودگداز ← دیرگداز) / (d) درست

۱۰- (a) A: ذوب کانی‌های روشن - B: ذوب کانی‌های تیره - C: پوسته - D: گوشته / (b) الیون، آمفیبول، بیوتیت و پیروکسن در منطقه‌ی D (گوشته) و کوارتز، مسکویت و فلدسپات در منطقه‌ی C (پوسته) ذوب می‌شوند.

کانی‌های سنگ‌های آذرین



گفتیم که نوع کانی‌های یک سنگ آذرین بر رنگ آن تأثیر دارد؛ بنابراین سنگ‌های آذرین را می‌توان به صورت زیر طبقه‌بندی کرد:

a سنگ‌های پر سیلیس یا اسیدی که به علت داشتن کانی‌های روشن مثل کوارتز و فلدسپات، ظاهری روشن دارند.

b سنگ‌های کم سیلیس یا بازیکی که به علت داشتن کانی‌های تیره‌ی آهن و منیزیم‌دار، ظاهری تیره دارند.

کتاب درسی در صفحه‌ی ۷۳، جدول مربوط به ترکیب عمومی سنگ‌های آذرین را آورده است که ما در این‌جا مطالب مهم و به‌دردبخور آن را برای شما می‌گوییم:

نمونه	دمای ذوب	عمق تشکیل	رنگ	درجه‌ی غلظت نسبی ماگما	درصد سیلیس	ترکیب
گرانیت / ریولیت	$600-800^{\circ}\text{C}$	کم	روشن	غلظت	$> 70\%$	اسیدی
دیوریت / آندزیت	$800-1000^{\circ}\text{C}$	کم	تیره	رقیق	60%	متوسط (خنثی)
گابرو / بازالت	$1000-1200^{\circ}\text{C}$	زیاد	تیره	رقیق	$40-50\%$	بازی
پریدوتیت	$> 1200^{\circ}\text{C}$	زیاد	تیره	رقیق	$< 40\%$	فوق بازی

سری واکنشی بوون



خب حالا می‌رسیم به داستان طولانی سری واکنشی بوون! جناب آقای بوون (Bowen) که یک ژئوفیزیکدان آمریکایی بود، از روی بررسی ماگما و مراحل سرد شدن و تبلور آن، چیزهای زیادی در مورد تبلور ماگما فهمید و به قول کتاب شما یکی از پژوهش‌های بی‌سابقه را در این زمینه انجام داد!

۱ نکته‌ی اولی که در آزمایش بوون باید به آن توجه کنید این است که بوون عقیده داشت بیشتر ماگماها ترکیب **بازالتی** دارند. بیچاره راستم می‌گفت! ما گفتیم که اگر ماگما بازالتی باشد (یعنی بازی باشد)، رنگش تیره هست، عمق تشکیلش زیاده و مهم‌تر از همه چیز این‌که دمای بالایی داره و داغ داغ هستش!

۲ حالا این ماگما دلش می‌خواد خنک شه! اما این‌جا یه مشکلی داریم! چی؟؟ تو کادر قبلی گفتیم که کانی‌های مختلف، نقطه‌ی ذوب متفاوت و در نتیجه نقطه‌ی تبلور متفاوت دارند. پس وقتی ماگما داره سرد می‌شه، همه‌ی کانی‌ها بهو متبلور نمی‌شوند!

۳ چون ماگما بازی هستش، سرشار از کانی‌های تیره‌ی آهن و منیزیم‌دار مثل الیوین، پیروکسن، آمفیبول و بیوتیت است، بنابراین زودتر از همه چیز از دست این کانی‌ها خلاص می‌شه! پس الیوین اولین کانی است که در یک ماگمای بازی متبلور می‌شود. (در دمای حدود 1600°C) هم‌زمان با الیوین، پلاژیوکلاز کلسیم‌دار نیز متبلور می‌شود. پس از این‌ها، پیروکسن شروع به تبلور می‌کند. (دمای 1400°C)

۴ سرد شدن ماگما همین‌طوری ادامه می‌یابد تا این‌که **رنگ و روی ماگما کم‌کم باز می‌شه!** غلظت کانی‌های تیره و عناصر سازندشون مثل آهن، منیزیم و کلسیم کم می‌شود، ولی در عوض غلظت عناصر سازنده‌ی کانی‌های روشن مثل سدیم و پتاسیم زیاد می‌شود. در عین حال چون غلظت سیلیس در مایع مذاب زیاد شده است، ترکیب ماگما اسیدی می‌شود.

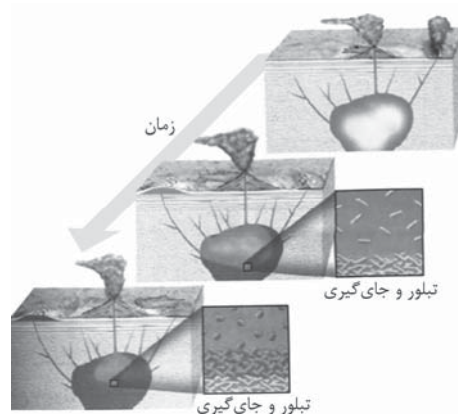
۵ روند سرد شدن و تبلور ماگما هم‌چنان ادامه می‌یابد، تا این‌که کانی‌های روشن پلاژیوکلاز سدیم‌دار، ارتوکلاز، مسکوویت و کوارتز نیز از ماگما جدا می‌شوند.

حالا این همه دادو قال در مورد تبلور کانی‌ها برای چیست؟ یک موضوعی در سری واکنشی بوون هست که می‌گوید: اگر کانی‌های متبلور شده در مایع مذاب باقی بمانند و با آن واکنش دهند، کانی‌هایی با درجه‌ی حرارت **پایین‌تر** از خود را به وجود می‌آورند. همین توالی تشکیل کانی‌ها را سری واکنشی بوون می‌گوییم.

مطلب بالا را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

پیروکسن → ماده‌ی مذاب باقی‌مانده + الیوین
 آمفیبول → ماده‌ی مذاب باقی‌مانده + پیروکسن
 بیوتیت → ماده‌ی مذاب باقی‌مانده + آمفیبول

● حالا کانی‌هایی که متبلور شده‌اند به چه درد ما می‌خورند؟! معلومه دیگه! برای تشکیل سنگ‌ها. مثلاً الیون و پلاژیوکلاز کلسیم‌دار همراه با هم پریدوتیت را به وجود می‌آورند؛ یا الیون، پلاژیوکلاز کلسیم‌دار و پیروکسن با هم سنگ بازالت (یا گابرو) را به وجود می‌آورند. به عبارت دیگر در اثر جداسدن بلورهای اولیه (مثلاً ته‌نشین شدن به کف اطاق ماگمایی) و یا عدم واکنش با مایع مذاب باقی‌مانده سنگ‌های آذرین مختلفی تشکیل می‌شود. این مطلب را با توجه به شکل زیر نیز می‌توان فهمید:



● نمودار زیر شاید مهم‌ترین نمودار کتاب درسی باشد، آن را خوب به خاطر بسپارید.

نوع سنگ	سری بوون	دما
فوق بازی (پریدوتیت)	کلسیم زیاد	دمای بالا (حدود 1600°C) (اولین مرحله تبلور)
بازی (بازالت/گابرو)	پروکسن	
خنثی (آندزیت/دیوریت)	آمفیبول	
اسیدی (ریولیت/گرانیت)	میکای سیاه فلدسپات پتاسیم‌دار میکای سفید کوارتز	دمای پایین (حدود 600°C) (آخرین مرحله تبلور)

-۱۱

نمونه	درجه‌ی غلظت نسبی ماگما	درصد سیلیس	ترکیب	بافت
ریولیت	بالا	$> 70\%$	اسیدی	ریزبلور
آندزیت	متوسط	60%	متوسط (خنثی)	ریزبلور
گابرو	پایین	$40 - 50\%$	بازی	درشت‌بلور
پریدوتیت	خیلی پایین	$< 40\%$	فوق بازی	درشت‌بلور

● اگر نتوانستید ستون آخر جدول رو جواب بدید، نگران نباشید! کمی جلوتر می‌فهمید!

۱۲- گرانیت > دیوریت > بازالت > پریدوتیت

۱۳- گزینه‌ی «۳»

۱۴- (a) نادرست (می‌شوند ← نمی‌شوند) / (b) درست / (c) نادرست (گرانیتی ← بازالتی) / (d) نادرست (پلاژیوکلاز سدیم‌دار ← پلاژیوکلاز کلسیم‌دار) / (e) نادرست (بیشتر ← کمتر)

۱۵- (a) A: الیون - B: آمفیبول - C: فلدسپات پلاژیوکلاز / (b) کانی‌های D همان کانی‌های روشن هستند که ظاهری روشن دارند، در پوسته متبلور می‌شوند و در مراحل آخر انجماد ماگما از آن جدا می‌شوند. / (c) به کادر آموزشی قبلی مراجعه کنید!

بافت آذرین

- بافت یک سنگ آذرین به اندازه، شکل و آرایش کانی‌های موجود در سنگ اشاره می‌کند.
- بافت آذرین از این نظر اهمیت دارد که به کمک بافت یک سنگ، می‌توانیم بیرونی یا درونی بودن آن را تشخیص دهیم.

انواع بافت سنگ‌های آذرین:

۱- درشت‌بلور:

در اعماق زمین، ماگما به آهستگی سرد می‌شود (زمان تبلور طولانی)، یعنی یون‌های موجود در آن فرصت زیادی برای مهاجرت به سوی مراکز تبلور دارند، در نتیجه مراکز تبلور کم‌تری تشکیل می‌شود، ولی اندازه‌ی بلورها بزرگ است. مانند پریدوتیت، گابرو، دیوریت و گرانیت.

۲- ریزبلور:

در سطح یا نزدیک سطح زمین، ماگما سریع‌تر سرد می‌شود (زمان تبلور کوتاه)، یعنی یون‌های موجود در آن فرصت کمی برای مهاجرت به سوی مراکز تبلور دارند، در نتیجه مراکز تبلور بیشتری تشکیل می‌شود، ولی اندازه‌ی بلورها کوچک است. مانند بازالت، آندزیت و ریولیت.

۳- شیشه‌ای:

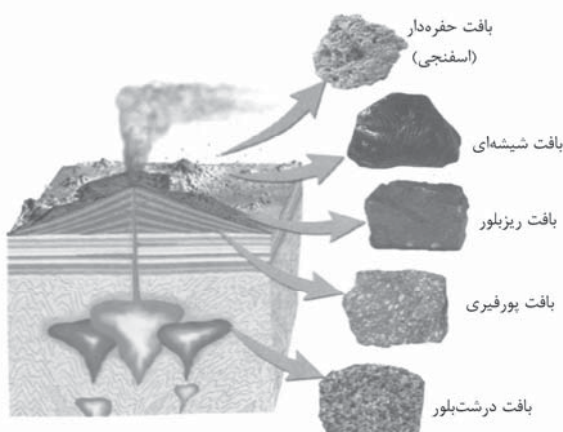
در سطح زمین، ماگما در زمان بسیار کوتاه سرد می‌شود، یعنی یون‌های موجود در آن فرصتی برای مهاجرت به سوی مراکز تبلور ندارند، در نتیجه مراکز تبلور تشکیل نمی‌شوند (ساختمان منظم بلورین وجود ندارد) و سنگ فاقد بلور ایجاد می‌شود. مانند آبسیدین.

۴- پورفیری:

گفتیم که در اعماق زمین بلورهای درشت و در سطح یا نزدیکی سطح زمین، بلورهای ریز تشکیل می‌شوند. خب که چی؟ حالا اگر ماگما هم در اعماق زمین و هم در مسیر حرکت و نزدیک‌شدن به سطح زمین (یعنی در ۲ مرحله) متبلور شود، بلورهای درشت را در کنار بلورهای ریز می‌بینیم. به این بافت آذرین که در آن بلورهای درشت در زمینه‌ای فاقد بلور یا ریزبلور قرار دارند، بافت پورفیری می‌گویند.

۵- اسفنجی (حفره‌دار):

خروج گاز از گدازه‌ی در حال انجماد، موجب تشکیل بافت اسفنجی یا حفره‌دار در سنگ آذرین می‌شود. مانند سنگ‌پا و پوکه‌ی معدنی.



یادتان که هست گفتیم گدازه، ماگمایی است که به سطح زمین رسیده است. کتاب درسی هم گفته بافت اسفنجی از گدازه تشکیل می‌شود، بنابراین می‌شه گفت که سنگ‌های آذرینی که بافت اسفنجی دارند، جزء سنگ‌های آذرین بیرونی هستند.

$$16 - a \leftarrow b - (1) \leftarrow c - (5) \leftarrow d - (4) \leftarrow e - (2)$$

۱۷- کلمات مناسب به ترتیب: پورفیری - اعماق - کم - درشت‌بلور - ریز - نزدیک سطح زمین

۱۸- a اسفنجی / b شیشه‌ای / c ریزبلور / d درشت‌بلور / e اسفنجی / f درشت‌بلور



طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین

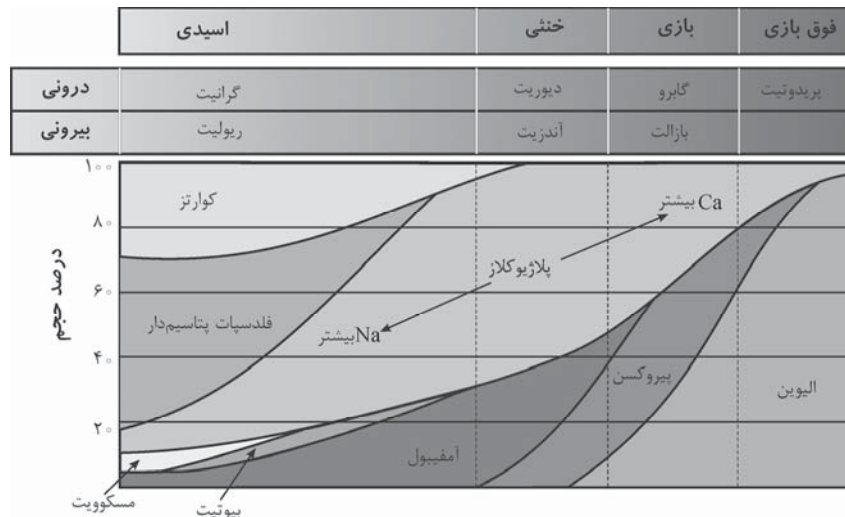
کتاب درسی گفته ملاک‌های طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین اینا هستن:

a ترکیب شیمیایی که به مقدار سیلیس بستگی دارد.

b نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده

c بیرونی و درونی بودن یا بافت سنگ

شکل زیر رده‌بندی و ترکیب کانی‌شناسی اقسام مهم سنگ‌های آذرین را نشان می‌دهد. آن را خوب به خاطر بسپارید:



خب، حالا چندتا نکته در مورد شکل بالا:

کانی‌های آذرین تشکیل‌دهنده سنگ بازالت (یا گابرو) به این صورت است: پلاژیوکلاز کلسیم‌دار ۴۰٪، الیوین ۳۲٪، پیروکسن ۲۸٪ و مقدار کمی آمفیبول.

کانی‌های آذرین تشکیل‌دهنده سنگ آندزیت (یا دیوریت) به این صورت است: پلاژیوکلاز ۶۰٪، آمفیبول ۲۰٪، پیروکسن ۲۰٪ و مقدار کمی الیوین و کوارتز.

دقت کنید که کدام کانی در ترکیب کدام سنگ وجود ندارد؛ مثلاً پری‌دوتیت فاقد آمفیبول است یا گرانیت فاقد الیوین یا پیروکسن است.

یادتان باشد که آخرین کانی که در یک سنگ گرانیت ذوب می‌شود، کانی آمفیبول است. (انگار سری واکنشی بوون را برعکس می‌کنید)

گفتیم که ماده‌ی مذاب بسته به این که کجا سرد شود، می‌تواند سنگ آذرین درونی یا بیرونی را تشکیل دهد، بنابراین هر سنگ آذرین درونی یک معادل بیرونی دارد. این دو نوع سنگ از نظر شیمیایی و کانی‌شناسی شبیه هم ولی از نظر بافت (اندازه‌ی بلورها)، با هم فرق دارند.

رنگ سنگ آذرین وسیله‌ی خوبی برای تشخیص آن می‌باشد که به کانی‌های موجود در سنگ بستگی دارد.

موارد استفاده‌ی سنگ‌های آذرین:

کاربرد	کانی و یا سنگ آذرین
سنگ‌های تزئینی	گرانیت و گابرو (به علت زیبایی، مقاومت زیاد و دوام طولانی)
صنایع شیشه‌سازی	رگه‌های سیلیس
صنایع چینی‌سازی	رگه‌های فلدسپات
به عنوان عایق در ساختمان‌سازی	پوک‌های معدنی (به علت سبکی، تخلخل و سیمان‌گیری بالا)
ساییدن و پرداختن چوب	سنگ پا
فلزات اقتصادی و با ارزش	طلا، نقره، مس، جیوه، سرب، پلاتین، اورانیم و کرم
تشکیل خاک	فرسایش و هوازدگی سنگ‌های آذرین حاوی فلدسپات

از دیگر فواید فرایندهای آذرین، تشکیل معادن زیرزمینی مثل معدن مس سرچشمه‌ی کرمان است که توسط فرایندهای آذرین و بر اثر جریان محلول‌های داغ، در داخل شکستگی‌ها و حفره‌ها، تشکیل شده است. همچنین بسیاری از چشمه‌های آب گرم مانند چشمه‌های اطراف دماوند، سرعین و بستان آباد در مجاورت مناطق آتشفشانی جوان قرار دارند.

- ۱۹- (a) A: گرانیت - B: آندزیت - C: گابرو - D: فلدسپات پتاسیم‌دار (ارتوکلاز) - E: بیوتیت - F: پیروکسن - G: الیوین / (b) در جهت (۱)، کلسیم و در جهت (۲) سدیم موجود در پلاژیوکلاز افزایش می‌یابد.
- ۲۰- گزینه‌ی «۳»
- ۲۱- گزینه‌ی «۴»
- ۲۲- $a \leftarrow b - (۴) \leftarrow c - (۱) \leftarrow d - (۵) \leftarrow e - (۶) \leftarrow f - (۷) \leftarrow g - (۲)$
- ۲۳- (a) درست / (b) نادرست (سنگین ← سبک) / (c) نادرست (دگرگونی ← آذرین) / (d) درست
- ۲۴- گزینه‌ی «۱» با توجه به شکل صفحه‌ی ۷۸ کتاب درسی، در ترکیب گرانیت، الیوین وجود ندارد.
- ۲۵- گزینه‌ی «۱» اولین کانی‌هایی که از تبلور ماگمای بازالتی حاصل می‌شوند، الیوین و پلاژیوکلاز کلسیم‌دار هستند که آهن، منیزیم و کلسیم فراوانی دارند.
- ۲۶- Fe_7SiO_4 یک نوع الیوین است و زودتر از $KAlSi_3O_8$ (یک نوع فلدسپات)، با ماگما وارد واکنش می‌شود.
- ۲۷- (a) درست (همیشه یادتان باشد که مقدار Si با مقدار Fe و Mg رابطه‌ی معکوس دارد.) / (b) درست (این نوع ماگما را در مراحل پایانی سری واکنشی بوون می‌توان مشاهده کرد.) / (c) درست / (d) نادرست (بیشتر ← کمتر)
- ۲۸- سنگ مورد نظر به ترتیب دیوریت و بازالت می‌باشد.
- ۲۹- (a) درست / (b) نادرست (پلاژیوکلاز کلسیم‌دار ← پلاژیوکلاز سدیم‌دار) / (c) درست / (d) درست
- ۳۰- A: پلاژیوکلاز ← میزان پلاژیوکلاز در سنگ‌های بازی و خنثی بیشتر است؛ هر چه سنگ اسیدی‌تر می‌شود، این میزان کمتر می‌شود. / B: الیوین ← میزان الیوین در سنگ‌های بازی بالای ۹۰٪ است؛ هر چه سنگ اسیدی‌تر می‌شود، این میزان کمتر می‌شود.
- ۳۱- (a) چون بلورهای درشت در زمینه‌ای ریزبلور قرار دارند، بنابراین بافت سنگ آذرین، پورفیری است. / (b) A درشت‌بلور است و در عمق زیاد، ولی B ریزبلور است و در عمق کم (یا نزدیکی سطح زمین) متبلور شده است. / (c) سن کانی A بیشتر از کانی B است، زیرا ابتدا بلورهای درشت A در اعماق زمین به آرامی در حال سرد شدن بوده‌اند که ناگهان ماده‌ی مذاب بیرون ریخته و بلورهای ریز B به سرعت سرد شده‌اند.
- ۳۲- باتولیت
- ۳۳- درشت‌بلور
- ۳۴- (آ) نادرست (گوشته ← پوسته) / (ب) درست / (پ) نادرست (لاکولیت ← باتولیت) / (ت) نادرست (دایک موازی لایه‌های زمین نیست).
- ۳۵- حجم کانی افزایش، چگالی آن کاهش و نظم ساختمان بلورین آن از بین می‌رود. (کاهش می‌یابد)
- ۳۶- افزایش دما، پیوندهای یونی را سست و از هم جدا می‌کند و موجب ذوب سنگ‌ها می‌شود. آب نیز به علت ساختمان خاص مولکولی خود می‌تواند مانند گرما، جدا شدن پیوندهای یونی را در کانی‌ها آسان کند و باعث افزایش روند ذوب سنگ‌ها شود.
- ۳۷- در سطح زمین، چون از سطح به عمق فشار افزایش می‌یابد و این افزایش فشار، مانع ذوب سنگ می‌شود.
- ۳۸- (a) آ: ریولیت - ب: آندزیت - پ: بازالت - ت: پریدوتیت / (b) آ: پریدوتیت - ب: بازالت - پ: آندزیت - ت: ریولیت / (c) آ: پریدوتیت - ب: بازالت - پ: آندزیت - ت: ریولیت
- ۳۹- کلمات مناسب به ترتیب: تیره - کوارتز و فلدسپات - روشن
- ۴۰- (آ) سنگ‌ها از کانی‌های مختلفی تشکیل شده‌اند که نقطه‌ی ذوب آن‌ها با هم فرق دارد، پس هنگام ذوب، بعضی از کانی‌های زودگداز ذوب می‌شوند و کانی‌های دیرگداز ذوب نشده و در تشکیل ماگما وارد نمی‌شوند. این پدیده را اصطلاحاً ذوب ناقص می‌گویند. / (ب) اگر کانی‌های متبلور شده‌ی حاصل از سرد شدن ماگما در آن باقی بمانند و با ماگما واکنش دهند، کانی‌هایی با درجه‌ی حرارت پایین‌تر از خود را به وجود می‌آورند. این توالی تشکیل کانی‌ها را سری واکنشی بوون می‌گویند. / (پ) بافت سنگ آذرین به اندازه، شکل و آرایش کانی‌های موجود در سنگ اشاره می‌کند.
- ۴۱- (آ) اولین کانی: الیوین و پلاژیوکلاز کلسیم‌دار - آخرین کانی: ارتوکلاز، مسکوویت و کوارتز / (ب) A: الیوین - B: آمفیبول - C: آمفیبول / (پ) پریدوتیت / (ت) روشن

۴۲- (آ) ذوب ناقص سنگ‌ها / (ب) کم - بزرگ / (پ) سطح - فاقد بلور / (ت) پلاژیوکلاز کلسیم‌دار

۴۳- بافت آذرینی که در آن بلورهای درشت در زمینه‌ای فاقد بلور یا ریزبلور قرار دارند.

۴۴- (آ) چون ماگما در دو مرحله سرد می‌شود؛ مرحله اول سرد شدن آرام ماگما در اعماق (درشت‌بلورها) و مرحله دوم سرد شدن ماگما در مسیر حرکت و نزدیک شدن به سطح زمین (ریزبلورها). / (ب) سبک و متخلخل بودن و سیمان‌گیری خوب

۴۵- سه ویژگی: ۱- ترکیب شیمیایی که به مقدار سیلیس موجود در سنگ بستگی دارد. ۲- نوع کانی‌های تشکیل‌دهنده‌ی سنگ ۳- بیرونی و درونی بودن یا بافت سنگ

۴۶- گابرو، زیرا گابرو سنگ آذرین درونی است و در سنگ‌های درونی، سرعت سرد شدن کندتر و تعداد مراکز تبلور کم‌تر و بلورها درشت‌تر است.

۴۷- (آ) ۴ / (ب) ۵ / (پ) ۲ / (ت) ۱

۴۸- (آ) ریولیت / (ب) پریدوتیت / (پ) پریدوتیت / (ت) ریولیت

۴۹- (آ) ورقه‌ای / (ب) بیرونی / (پ) گوشته / (ت) کم

۵۰- (آ) سنگ گرانیت، آذرین درونی است و معادل بیرونی آن ریولیت است، بنابراین این دو سنگ از نظر ترکیب شیمیایی و کانی‌شناسی شبیه هم، هستند ولی از نظر بافت با یکدیگر تفاوت دارند. / (ب) رنگ سنگ که تابع کانی‌های موجود در آن است. / (پ) گابرو (و گرانیت) به علت زیبایی، مقاومت زیاد و دوام طولانی به عنوان سنگ تزئینی استفاده می‌شوند. از پوک‌های معدنی به علت سبکی، تخلخل و سیمان‌گیری بالا، به عنوان عایق در ساختمان‌ها استفاده می‌شود. / (ت) رگه‌های سیلیس ← صنایع شیشه‌سازی - رگه‌های فلدسپات ← صنایع چینی‌سازی - سنگ‌پا ← در صنایع چوب برای پرداختن یا ساییدن چوب / (ث) توسط فرایندهای آذرین و بر اثر جریان محلول‌های داغ، مس در شکستگی‌ها و حفره‌های داخل زمین متمرکز شده است. / (ج) با فرسایش و هوازدگی کانی‌های موجود در سنگ‌های آذرین (به ویژه سنگ‌های آذرین حاوی فلدسپات)، خاک به وجود می‌آید که تکیه‌گاه و محل زیست و منبع تغذیه‌ی موجودات زنده است.