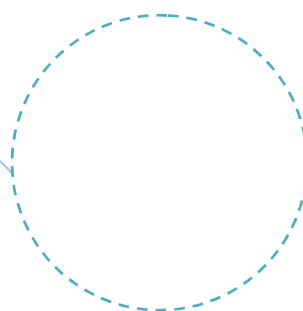
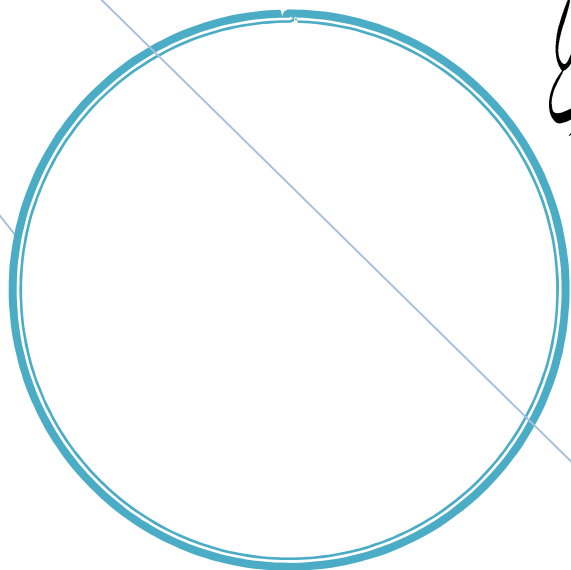


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



**ZaminAzmoon Group**

جزوات وقف عام گروه زمین آزمون

غیر قابل فروش



## سنگ‌شناسی آذرین

جزوات آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری زمین‌شناسی

تألیف: دکتر رامین صمدی

**تذکر:** گروه مولفین زمین آزمون مطابق حقوق مؤلفان و مصنفان مصوب مجلس محترم شورای اسلامی با افراد حقیقی یا حقوقی که از نام یا محتوای جزوات تألیفی گروه زمین آزمون به صورت غیرقانونی و بدون مجوز جهت فروش استفاده و یا جزوات غیر قابل فروش گروه را در شبکه‌های مجازی و یا موسسات به فروش برسانند از طریق مراجع قانونی برخورد مقتضی را خواهد نمود. فروش کلیه جزوات آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری زمین‌شناسی گروه آموزشی زمین آزمون توسط افراد حقیقی یا حقوقی و یا مؤسسات آموزشی ممنوع و این جزوات وقف عام است.

بسمه تعالی

پيامبر خدا (صلی الله علیه وآله وسلم) فرمودند:

حرگاه مؤمن یک برکه که روی آن علمی نوشته شده باشد از خود بر جای گذارد، روز قیامت آن برکه پرده میان او و آتش می شود و خداوند تبارک و تعالی به ازای حر حرمتی که روی آن نوشته شده، شیری بهشت برابر پستو تر از دنیا به او می دهد.

سلام علیکم؛

ایزدانار پاس می گویم که ما ریاکاری بخشید تا بتوانیم در زمینه تحقق آرمان های علمی و میهنی خویش، گامی دیگر برداریم. «زمین آزمون» با هدف ایجاد بانک اطلاعاتی جزوات آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی و نیز کمک به دانشجویان و محققین این رشته در سال ۱۳۸۶ آغاز به فعالیت نمود. در این راه استادان و دانشجویان و پژوهشگران محترمی با هم فکری خود به مایاری رسانده اند که اگر این هم فکری و کمک ها نبود شاید این مهم ناتمام می ماند.

اکنون به پاس ۱۰ سال تلاش صادقانه گروه آموزشی و پژوهشی زمین آزمون، هزاران امید و تلاش به ثمر نشسته است و فریختگان بسیاری همراه ما با موفقیت در دوره های کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی تحصیل نموده اند. برای پاسداشت علم و ترویج علم مقدس زمین شناسی، گروه زمین آزمون کلیه جزوات آمادگی آزمون کارشناسی ارشد و دکتری زمین شناسی خود را به صورت وقف عام به همه فریختگان جامعه علمی زمین شناسی ایران تقدیم می نماید. شایسته است از زحمات آقای مهندس مجتبی رجبی، خانم دکتر زکریا شیردشت زاده، خانم مهندس یسرا محمودزاده، آقای مهندس رسول صادقی و دیگر بزرگواران تقدیر گردد. بی گمان این مجموعه از کاستی ها و نواقص احتمالی مبری نیست ولی می تواند مسیری روشن را پیرامون داوطلبان محترم و پژوهشگران کرامی بگشاید. پیروزی و موفقیت شما در تمامی آزمون های زندگی آرزو مندیم.

مدیر گروه مؤلفین زمین آزمون

دکتر امین صدیقی



## سنگ‌شناسی آذرین

✓ سنگ‌های آذرین و دگرگونی تقریباً ۲۵٪ از سنگ‌های پوسته زمین را در برمی‌گیرند و در قسمت داخلی زمین گسترش آن‌ها حدود ۹۵٪ است.

✓ **ماگما:** به مواد مذاب و داغی که از ذوب سنگ‌ها در درون زمین به وجود می‌آیند و از کانی‌های مختلف سیلیکاته، بخار آب و CO<sub>2</sub> و گازهای دیگر تشکیل شده است.

✓ سنگ‌های آذرین را یا بر اساس روابط مکانی یا میانگین اندازه دانه‌ها و بلورهای آن معمولاً به ۳ گروه به شرح زیر تقسیم می‌کنند.

۱- **درونی (Plutonic):** در عمق زمین متبلور می‌شوند. میانگین اندازه بلورها ۵ mm > (دانه‌درشت) و یا بین ۱ تا ۵ mm (دانه متوسط) است.

۲- **نیمه عمق (Hypabyssal):** در عمق کم متبلور شده و میانگین اندازه بلورهای آن به ۰/۵ mm تا ۱ mm می‌رسد.

۳- **آتش‌فشانی (Volcanic):** این سنگ‌ها بر اثر فوران مواد مذاب در سطح زمین تشکیل می‌شوند که میانگین اندازه بلورهای آن‌ها ۰/۵ mm < است.

### ❖ عناصر مهم سنگ‌های آذرین:

✓ هنگامی که یک سنگ آذرین تجزیه شیمیایی می‌گردد به این عمل اصطلاحاً Norm می‌گویند.

✓ در اثر تجزیه اکسیدهای مهم Al, Mg, K, Na, Fe, Ca, Ti, Si محاسبه می‌گردد.

✓ با توجه به این عناصر و اکسیدهای تشکیل دهنده آن تقریباً ۴۸٪ از سنگ‌های پوسته زمین از اکسیژن، ۲۷٪ از سیلیس و ۸٪ از آلومینیم تشکیل شده و مابقی عناصر به نسبت کمتری در سنگ‌ها وجود دارند.

### ❖ سنگ‌های آذرآواری یا پیروکلاستیکی:

✓ سنگ‌هایی هستند رسوبی - آذرین: (هنگامی که مواد جامد آتش‌فشانی از درون زمین بالا آمده و در محیط دریایی همزمان حرارت خود را از دست می‌دهند و در محیط آبی ته‌نشین می‌گردند که به وسیله سیمان Si محکم شده و بافت آذرآواری می‌یابند).

✓ تقسیم‌بندی سنگ‌های پیروکلاستیکی بر مبنای شکل و اندازه قطعات پیروکلاست:

اندازه قطعات	پیروکلاست	قطعات گرد شده	قطعات زاویه‌دار
۲۵۶-۲۲ mm	بلوک و بمب	آگلومرات	پیروکلاست برشی
۳۲-۴ mm	لاپیلی	توف لاپیلی	لاپیلی‌ستون برشی
۴-۲ mm	خاکستر دانه درشت	توف دانه درشت	
۰/۲۵-۰/۰۶۲۵ mm	خاکستر دانه ریز	توف دانه ریز	

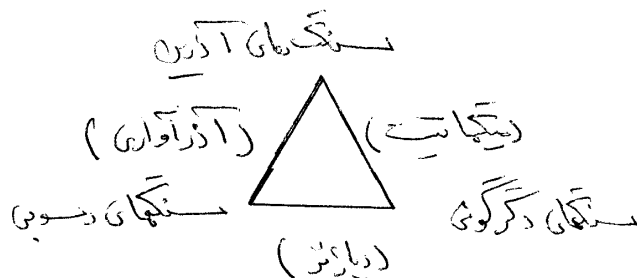
☞ نکته:

- کنگلومرا: قطعات گراول
- آگلومرا: قطعات آتش‌فشانی

• فنکلوگراف: رسوبات رود فصلی که سخت شده‌اند

× میگماتیت:

✓ سنگ‌هایی هستند مابین دگرگونی - آذرین: (تزریق ماگمایی گرانیته در سنگ‌های شیستی را می‌گویند).



× سنگ‌های هم‌خون یا کوماگماتیک:

✓ کانی‌شناسی و نوع ماگمای آن یکسان ولی عمق تشکیل (و در نتیجه بافت) آن‌ها متفاوت است.

× تقسیم ماگما بر اساس میزان گازها:

۱- هیپوماگما: حاوی گاز فراوان

۲- پیروماگما: پر گاز و کف، همراه با گازهای آزاد شده بدون خروج از ماگما

۳- اپی ماگما: فقیر از گاز

× رابطه عمق با مواد درون ماگما:

$$\frac{Feo, MgO, TiO_2, H_2O, CO_2}{SiO_2, H_2O}$$

× نکته:

میکاشیت > گنایس > میگماتیت > گرانیته آناتکسی

کاهش شدت دگرگونی

گرانیته آناتکسی: گرانیته سفیدرنگ فاقد کانی تیره

× موبیلیزاسیون: تحرک کانی‌های زود ذوب

× تقسیم انواع ماگما:

۱- ماگمای اسیدی: A: کوارتز بالا ۲۰٪ ↑، B: غلیظ با گرانروی زیاد، C: سبک و وزن مخصوص کم با

رنگ روشن، D: آب بیشتر نسبت به ماگمای بازی، E: عمق کمتر تشکیل.

۲- ماگمای بازی: A: کوارتز کم، B: وزن مخصوص زیاد، C: ماگما رقیق است، D: آب کم، E: عمق

بیشتر، F: رنگ تیره سنگ‌ها

× ترکیب شیمیایی ماگماها:

(۱) Si > 62%: ماگمای اسیدی

(۲) 52% < Si < 62%: ماگماها یا سنگ‌های حد واسط

(۳) 45% < Si < 52%: ماگمای بازیک



(۴)  $Si \leq 4.5\%$ : ماگمای الترابازیک

\* منشأ ماگماها:

۱- منشأ اولیه یا آذرین (I)  $Sr^{87}/Sr^{86} < 0.7$

۲- منشأ ثانویه یا رسوبی (S)  $Sr^{87}/Sr^{86} > 0.7$

\* نکته: عمق ماگما با درصد  $Feo, Mgo, Tio$  و میزان  $Co/Co_p, H/H_p, O$  نسبت مستقیم دارد.

\* مخفف کانی‌ها:

Plg  $\Leftarrow$  پلاژیوکلاز    Px  $\Leftarrow$  پیروکسن    Or  $\Leftarrow$  ارتوکلاز    Serp  $\Leftarrow$  سرپانتین    Mus  $\Leftarrow$  مسکوویت  
 Qtz  $\Leftarrow$  کوارتز    F  $\Leftarrow$  فلدسپات آلکالن    Mic  $\Leftarrow$  میکروکلین    Bio  $\Leftarrow$  بیوتیت    San  $\Leftarrow$  سانیدین  
 Ol  $\Leftarrow$  الیون    f  $\Leftarrow$  فلدسپاتوئید    Hbl  $\Leftarrow$  هورنبلند    Amp  $\Leftarrow$  آمفیبول    Ne  $\Leftarrow$  نفلین  
 Lus  $\Leftarrow$  لوسیت    Chl  $\Leftarrow$  کلریت

\* سری واکنش بوون:

✓ تبلور ماگما بر طبق واکنش بوون به وزن مخصوص و درجه حرارت ذوب و تبلور کانی‌ها بستگی دارد.

✓ ناشناخته‌های سری باون:  $Px \rightarrow Amp$ ;  $Amp \rightarrow Bio$  (به علت عدم تعیین فشار اکسیژن).

(۱) سری ناپیوسته:

$Qtz \leftarrow Mus \leftarrow Or \leftarrow Bi \leftarrow Amp \leftarrow Px \leftarrow Ol$

(۲) سری پیوسته:

$or(K) \leftarrow \frac{(K+Na)}{p} \lg(Na) \leftarrow \frac{(Na+Ca)}{p} \lg(ca)$

\* مراحل تبلور ماگما:

◀ دونیت یا الیونیت  $\leftarrow$  سنگی که از تبلور فقط Ol بوجود آمده

Ol + مایع غنی از  $SiO_2$   $\leftarrow$  Px

◀ پریدوتیت  $\leftarrow$  سنگ شامل کانی‌های (Px+Ol)

در این مرحله Plg(ca) متبلور می‌شود (به علت وزن مخصوص بالاتر Ca).

Px + مایع غنی از  $SiO_2$   $\leftarrow$  Hbl

◀ گابرو  $\leftarrow$  سنگ شامل کانی‌های Hbl+Px+Plg(Ca)

Hbl + مایع غنی از  $SiO_2$   $\leftarrow$  Bio

Plg(Ca) + مایع غنی از  $SiO_2$   $\leftarrow$  Plg(Na+Ca)

Bio + مایع غنی از  $SiO_2$   $\leftarrow$  Mus+Qtz+Ort

◀ گرانیت  $\leftarrow$  سنگ شامل کانی‌های Ort+Qtz+Mus+Plg(Na+Ca)

\* شرایط تبلور Bio:

اگر آب ماگما کمتر از ۱/۲٪  $\leftarrow$  تبلور بعد از کوارتز



اگر آب ماگما بین ۱/۲ تا ۳٪ ← بعد از فلدسپات آلکالن  
اگر آب ماگما بیشتر از ۳٪ ← قبل از فلدسپات آلکالن  
\* تحت فشار بخار آب اگر:

۱- فشار پایین ← Plg قبل از Hbl

۲- فشار بالا ← Hbl قبل از Plg

\* توالی آگپائی تیک:

اگر در یک ماگما  $Na_2O + K_2O \geq Al_2O_3$  باشد، توالی باون عکس می‌شود که در آن فلدسپات آلکالن مقدم بر Px و Amp تشکیل می‌شود.

\* مراحل انجماد ماگما:

۱- ارتوماگماتیک: تشکیل سیلیکات‌ها (از OI تا Qtz)

۲- پگماتیتیک: مواد باقی‌مانده به سمت بالا حرکت (فشار کم) که به صورت کانی پنوماتوژن دیده می‌شوند (تشکیل رگه پگماتیت یا آپلیت).

۳- پنوماتولیتیک یا دو ترکیب: گاز و بخار موجود سبب تخریب در سیلیکات‌ها می‌شود.

گریزن ← مجموعه‌ای از Mus+Qtz

۴- هیدروتومال یا گرمابی: آب داغ پایین‌تر از نقطه بحرانی با  $CO_2$  است، Plg تبدیل به سریسیت، آلپیت، کلسیت، کوارتز، کلریت و اپیدوت (مجموعه سوسوریت) می‌شود. Px تبدیل به اورالیت (Amp) می‌شود.

\* انجماد ماگما:

۱- انتراتلوریک: تبلور کانی‌های دارای نقطه انجماد بالا در اعماق

۲- افوزیف: انجماد باقی‌مانده مذاب در سطح زمین

\* اختلاط یا آرایش ماگما: ایجاد سنگ‌های دورگه که به این عمل هیبریداسیون گویند.

\* تبلور غیر تعادلی: بر اثر افزایش فشار بخار آب سبب ایجاد زوناسیون Plg می‌شوند.

عمل هضم یا آسیمیلاسیون ماگما: هضم مواد سرراهی در خود ماگما را گویند که به جسم بیگانه هضم نشده زینولیت (گزنولیت) یا آنکلاو گویند.

\* کانی‌های پیروژن و پنوماتوژن:

کانی‌های پیروژن فاقد آب بوده (Ort, Px, Olv) که در اثر جذب آب به پنوماتوژن یا دوتریک یا کانی آبدار تبدیل می‌شوند. مثلاً:

۱- Hbl یا Bio → Px

۲- Tur یا Mus → Or

## \* اشکال توده‌های نفوذی آذرین:

الف) توده‌های هم‌شیب یا موازی

۱- سیل: توده بازالتی هم‌شیب

۲- لاکولیت: توده نفوذی قارچی شکل

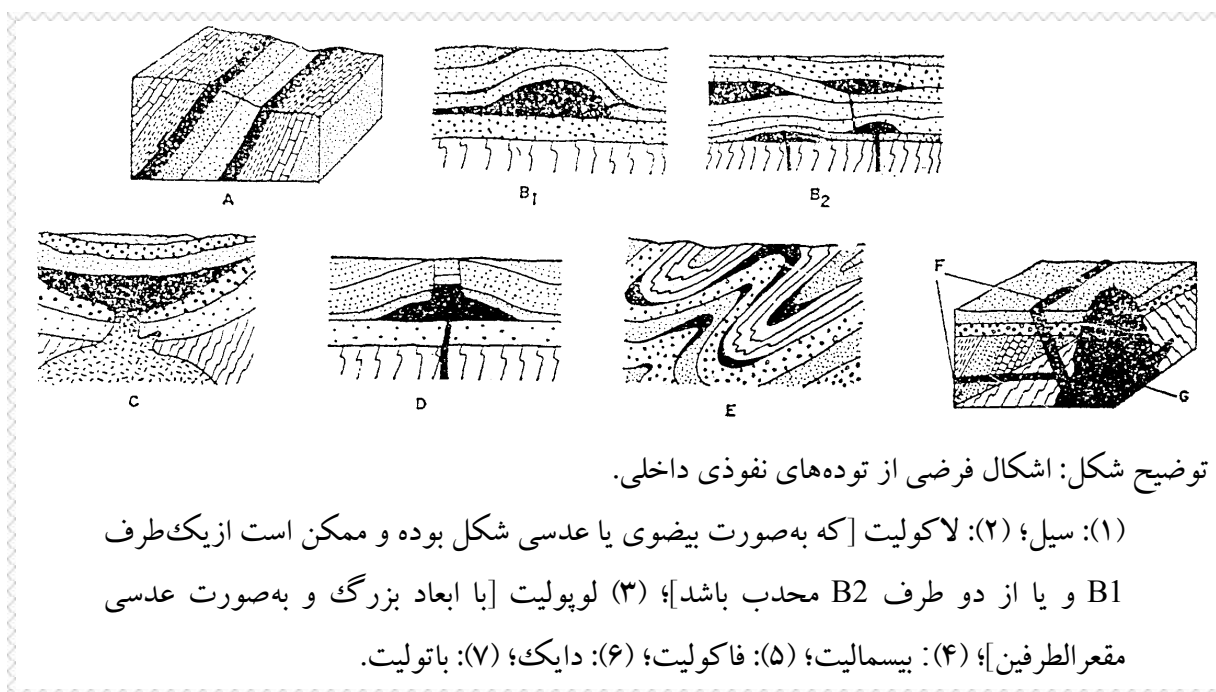
۳- لوپولیت: توده نفوذی مقعر شکل

۴- بیسمالیت: نوعی لاکولیت که قسمت فوقانی آن مسطح است.

۵- فاکولیت: توده‌ای تزریقی در چین، تاقدیس و ناودیس

ب) توده‌های ناهم‌شیب یا متقاطع

۱- دایک: توده اسیدی متقاطع

۲- باتولیت: توده‌ای بزرگتر از  $100 \text{ Km}^2$ ۳- استوک یا بس: توده‌ای کوچک‌تر از  $100 \text{ Km}^2$ 

توضیح شکل: اشکال فرضی از توده‌های نفوذی داخلی.

(۱): سیل؛ (۲): لاکولیت [که به صورت بیضوی یا عدسی شکل بوده و ممکن است از یک طرف

B1 و یا از دو طرف B2 محدب باشد]؛ (۳) لوپولیت [با ابعاد بزرگ و به صورت عدسی

مقعرالطرفین]؛ (۴): بیسمالیت؛ (۵): فاکولیت؛ (۶): دایک؛ (۷): باتولیت.

نکته:

دایک حلقوی ← انحناء به بیرون

دایک مخروطی ← انحناء به داخل





### x انواع بافت‌های سنگ‌های آذرین:

✓ آفانتیک: ریزدانه (مانند اسلیت)

✓ فانریتیک: درشت‌دانه (مانند شیست)

◀ بافت: شکل و اندازه دانه‌ها:

✓ اندازه بلورها:

• بلورها درشت: فنوکریست یا فنوکریستال

• بلورهای ریز: میکروولیت

✓ شکل بلورها:

• بافت ایدیومورفیک: شکل دار (لامپروفیر)

• بافت هیپ ایدیومورفیک: نیمه شکل دار (گرانیتی)

• بافت گزنومورفیک: بی‌شکل (آپلیت)

◀ بافت‌های آذرین درونی:

⊗ گرانولار یا دانه‌ای یا دانه‌درشت یا فانریتیک: مختص درونی‌ها است.

• بافت لامپروفیریک: بلورهای شکل دار در لامپروفیر

• بافت آپلیتیک: بلورهای بی‌شکل، بافت شکری

• بافت هیپ ایدیومورفیک: بافت متداول گرانیت‌ها، گرانیتیک

⊗ گرافیک یا گرافیر یا گرانوفیر:

✓ رشد کوارتز به صورت میخی در ارتوکلاز F

✓ دانه‌درشت که اکثراً Qtz + فلدسپات آلکالن (Mic + Ort) را دارا است.

⊗ پگماتی: علت درشتی آب و مواد فرار است.

⊗ افیتیک: بلور Plg درون Px ها دیده می‌شود (دیابازها)

⊗ ساب افیتیک: طول Plg بیشتر از قطر Px است.

⊗ دیابازیک: دانه‌درشت که فضای بین Px و Plg را کلریت اشباع کرده است.

⊗ پویی کیلیتیک: محاصره بلورهای ریز توسط بلورهای درشت.

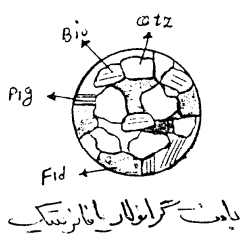
✓ سرسیتی شدن فلدسپات‌ها و کلریتی شدن گروناها، پوئی کیلوبلاستی نیست.

⊗ دلریتی: همانند دیابازیک است، ولی فاقد کلریت (Chl) می‌باشد.

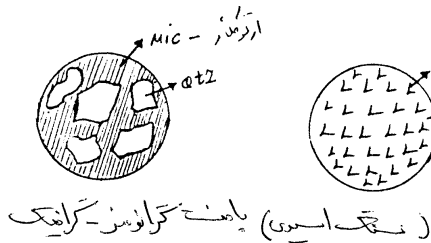
⊗ اینترگرانولار: پلاژیوکلاز در جهات مختلف و در فضای بین آن‌ها: Ol + Px

⊗ غوبالی: متعلق به فوق بازیک‌ها است که در آن الیوین به سرپانتین تبدیل شده است.

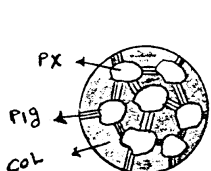
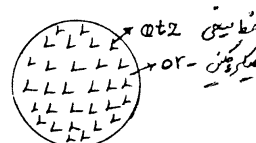
❁ تیغه‌ای درهم: فوق بازی بوده که زمینه آن سرپانتین و خطوط سیاه کانی اوپک می‌باشد.



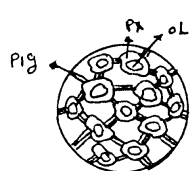
یافت گرانولار بازنیتیک



(سنگ اسیدی) یافت گرانولار - کرایتیک



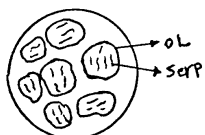
یافت انجک یا رابازیک (صحت آبدار)



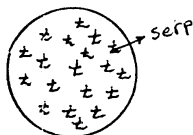
یافت بویکی لسیک (بازیک یا اسیدی)



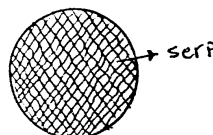
یافت دلزیت یا انتر گرانولار (ماتر آب)



یافت نزیالی یا sive (عوت بازی)



یافت نزیالی درص (عوت بازی)



یافت نزیالی (مخلوط سیاه: اوپک)



### ← بافت‌های آذرین خروجی:

☞ شیشه‌ای:

☼ معمولی: مثل ابسیدین، فاقد بلور

☼ پریتی: شیشه به اشکال کروی و بیضوی مثل پرلیت

☼ شیشه جریانی: ابسیدین و پیچستون

☼ جوش خورده یا ایگنمبریت: مثل ایگنمبریت، شیشه‌ها هنگام سرد شدن گدازه جوش خورده‌اند (سنگ

جوش = بافت اوتاکسیتیک)

☞ پرفیری: سرد شدن ماگما در دو مرحله عامل ایجاد آن می‌باشد.

☼ پرفیری با خمیره میکروگرانولار: در سنگ آذرین خروجی و اسیدی، کوارتز به صورت فنو کریست و

در زمینه<sup>۴</sup> موجود است، مثل ریولیت.

☼ پرفیری با خمیره میکروولیت: زمینه Plg و فلدسپات آلکان (میکروولیت)، مثل داسیت و آندزیت.

☼ پرفیری با خمیره شیشه: در خمیره کوارتز نداریم و زمینه همه شیشه است.

☼ پرفیری با خمیره شیشه و میکروولیت: زمینه آن میکروولیت و شیشه است.

☼ پرفیری جریانی یا تراکیتی: تراکیت (فلدسپات آلکان بالا)

☼ گلوپورپوری یا کومولوپورپوری:

✓ در سنگ با بافت پورفیری، بلورهای درشت به صورت یک مجموعه خوشه‌ای دور هم جمع

می‌شوند.

✓ فنو کریست های پراکنده (Px, Plg)

☞ حفره‌ای: بر اثر خروج گاز ماگما با فشار بوجود می‌آید.

☼ حفره‌ای یا وسیکولار

☼ بادامکی یا آمیگدالوئیدال

☞ اسفرولیتی:

✓ مجموعه شعاعی از کانی‌های سوزنی و رشته‌ای.

✓ در سنگ آذرین خروجی و اسیدی رشد کوارتز یا فلدسپات از مرکز به صورت شعاعی است.

☞ اینترسرتال:

✓ فضای بین Px, Plg را شیشه یا کانی اوپک پر کرده است، مثل بازالت.

☞ میارولیتی: وجود حفرات زاویه‌دار که به وسیله کوارتز و فلدسپات احاطه شده‌اند.

☞ اسپینفکس: الیوین تیغه‌ای که در پهلو به وسیله اوژیت پر مانند احاطه شده‌اند.

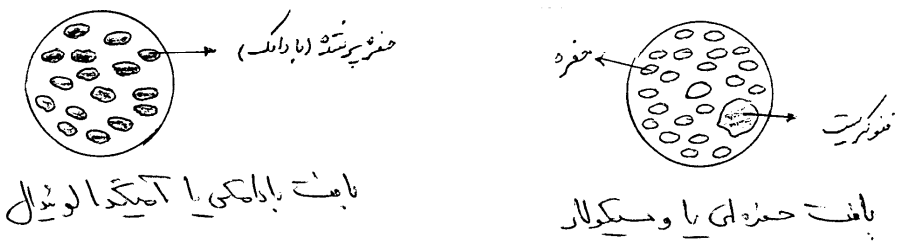
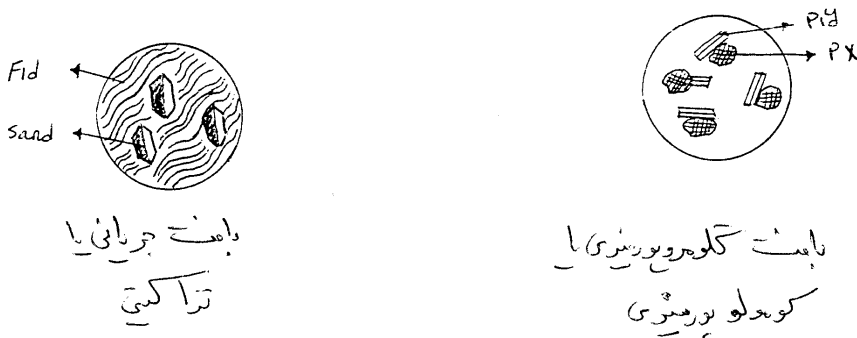
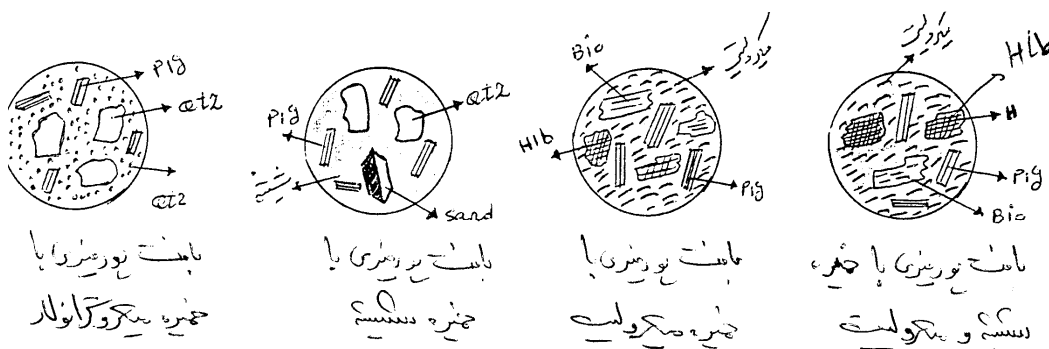
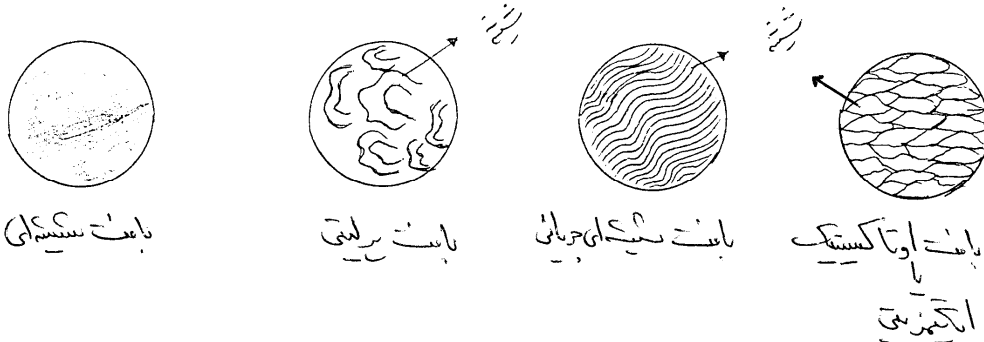
☞ تراکیتی: فلدسپاتهای تیغه‌ای به صورت موازی با هم دیده می‌شوند.

☞ هیالوافتیک: بلورهای Plg در زمینه شیشه به جای Px در بافت افیتیک.



- ☞ **میرمکتی:** توده کرمی کوارتز در زمینه Plg (Na).
- ☞ **فلسیتیک:** در زمینه سنگ رشد توأم F+ Qtz.
- ☞ **میکروگرانولار:** به صورت ریزدانه، شامل پورفیریک و غیر پورفیریک.
- ☞ **راپاکیوی:** الیگوکلاز به صورت یک هاله به دور ارتوز را گویند.
- ☞ **بافت مونزونیتیک (گرانولار):** بلورهای درشت فلدسپات آلکالن، بلورهای اتومورف Plg را در بر می‌گیرد.
- ☞ **بافت اریکولار یا کروی (درونی)** کانی‌های تیره و روشن به صورت متحدالمرکز.
- ☞ **بافت میکروگرانولار:** به صورت دانه‌های ریزبلور (بافت فلسیتیک)
- ☞ **بافت میکروولیتی:** مختص گدازه‌ها (فضای بین بلوری ← مزوستار)
- ☞ **بافت دلریتی یا اینترسرتال:** Plg در زمینه Px دیده می‌شود.
- ☞ **بافت پرلیتی:** به صورت مرواریدی (بیرونی)
- ☞ **بافت دیپلکتیک:** حد واسط بین شیشه‌ای و متبلور (بافت ضربه‌ای)
- ☞ **بافت اوفاکستیک:** قطعات شیشه به هم جوش خورده، جهت یافته و دارای حالت جریان می‌باشند (سنگ جوش)

بافت‌های میکروسکوپی آذرین بیرونی:





- ✓ آذرآواری با دخالت آب: دارای چینه‌بندی و پلی ژنی (چند منشائی)
- ✓ آذرآواری بدون دخالت آب: بدون چینه‌بندی و منوژنی (تک منشائی)

\* **دبی (Debite):** شکستگی‌های طبیعی سنگ‌های آذرین را گویند.

- دبی دیاکلازی: چندوجهی نامنظم (مثل پوست پیاز) ← آذرین نفوذی و گدازه‌ها
- دبی برشی: به صورت برشی در زیر آب ← گدازه‌ها
- دبی منشوری: به صورت ۶ گوش ← آتش فشانى
- دبی بالشی: دارای حفره داخل آن (کیسه آردی) ← زیردریایی.

\* **رده‌بندی سنگ‌های آذرین:**

← رده‌بندی شاندر بر اساس درصد کانی‌های تیره:

- سنگ‌های هولولوکوکرات یا تمام روشن ← ۱۰٪ - ۰ کانی تیره
  - سنگ‌های لوکوکرات یا روشن ← ۴۰٪ - ۱۰ کانی تیره
  - سنگ‌های مزوکوکرات یا تیرگی متوسط ← ۶۰٪ - ۴۰ کانی تیره
  - سنگ‌های ملانوکوکرات یا تیره ← ۹۰٪ - ۶۰ کانی تیره
  - سنگ‌های هولوملانوکوکرات یا خیلی تیره ← ۱۰۰٪ - ۹۰ کانی تیره
- ☞ توجه: هولوملانوکوکرات (شاندر) = خیلی تیره (جوهانسن)

← رده‌بندی کانی‌شناسی کیفی (سنگ ۱۰۰٪ دانه‌ریز):

- روشن یا فلسیک: سنگ‌های دارای کانی روشن
  - تیره یا مافیک (تراپ): سنگ‌های دارای کانی‌های تیره
- ☞ نکته:

• **الترابازیک:** فلدسپات بازیک + فلدسپاتوئید (روشن)

• **الترامافیک:** کانی‌های فرومنیزین (تیره)



◀ رده‌بندی مدال سنگ‌های آذرین:

⊗ مد (Mode): به دست آوردن کانی‌های موجود در سنگ آذرین برحسب درصد با میکروسکوپ پلاریزان را گویند.

- سنگ‌هایی که فقط کوارتز دارند: مانند کوارتزولیت که  $90\% >$  کوارتز دارد.
- سنگ‌هایی که فقط کوارتز و فلدسپات دارند، مانند گرانیت و گرانودیوریت و گرانیت آلکالن
- سنگ‌هایی که فقط فلدسپاتوئید دارند مانند لوسیت و نفلینیت که  $90\% >$  فلدسپاتوئید دارند.
- سنگ‌هایی که فقط فلدسپات F دارند، مانند آنورتوزیت که  $90\% >$  Plg دارند.
- سنگ‌هایی که فقط فلدسپات و فلدسپاتوئید دارند، مانند بازالتی‌های فلدسپاتوئید دار (آلکالن).
- سنگ‌هایی که فاقد کوارتز، فلدسپاتوئید و فلدسپات آلکالن هستند مانند پریدوتیت

◀ رده‌بندی سنگ‌های آذرین بر اساس درجه اشباعیت:

⊗ منظور از درجه اشباعیت وجود کوارتز و یا وجود فلدسپاتوئید در یک سنگ آذرین است، بر

این اساس سنگ‌ها را به ۳ رده تقسیم می‌نمایم:

- سنگ‌های فوق اشباع: سنگ‌هایی هستند که در ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها کوارتز مشاهده می‌شود، مانند پگماتیت و گرانیت.
- سنگ‌های تحت اشباع: سنگ‌هایی که در ترکیب کانی‌شناسی آن‌ها به جای کوارتز (Qtz)، فلدسپاتوئید f دیده می‌شود، مانند لوسیتیت، نفلینیت.
- سنگ‌های اشباع: فاقد کوارتز و فلدسپاتوئید هستند، مانند سینیت، گابرو و دیوریت.

⊗ ضریب اشباعی:

$$\frac{Qtz}{Qtz + F} \times 100 \text{ (اشباع)}$$

$$\frac{f}{f + F} \times 100 \text{ (تحت اشباع)}$$

⊗ ضریب فلدسپاتی:

$$\frac{F}{F + Plg} \times 100$$

⊗ ضریب لوسیتونفلینیک: در سنگ‌هایی که  $10\% <$  فلدسپات دارند کاربرد دارد.

$$\frac{Luc}{Luc + Ne} \times 100$$

⊗ ضریب پریدوتیک:



$$\frac{Ol}{Ol + Px} \times 100$$





✿ ضریب پیروکسنو آمفیبولیک: در سنگ‌های هولوملانوکرات (Amp + Px) کاربرد دارد.

$$\frac{Px}{Px + Amp} \times 100$$

✿ تعریف اندیس رنگی:

همان‌طور که می‌دانیم گروه کوارتز به‌هیچ‌وجه با فلدسپاتوئید f در یک سنگ آذرین تشکیل نمی‌گردند، به همین دلیل اندیس رنگی را در سنگ‌های کوارتز دار و فلدسپاتوئید دار به‌طور جداگانه با روابط زیر تعریف می‌کنیم:

$100 - (Qtz + Plg + F)$ : اندیس در سنگ‌های کوارتزدار

$100 - (f + Plg + F)$ : اندیس در سنگ‌های فلدسپاتوئیددار



← طبقه‌بندی بین‌المللی سنگ‌های آذرین: [I.U.G.S: International union of Geological Sciences]

❖ سنگ‌های آذرین درونی:

سنگ‌های آذرین درونی						
سنگ‌های دارای فلدسپات آلکان		سنگ‌های دارای کوارتز و فلدسپات	سنگ‌های بدون کوارتز و فلدسپات	سنگ‌های دارای فلدسپات و فلدسپاتوئید	سنگ‌های دارای فلدسپاتوئید	
سنگ‌های دارای فلدسپات آلکان و پلاژیو کلاز (کالک آلکان)		گرانیت آلکان لوکسولیانیت	سی نیت آلکان دیتروئیت لارویکیت لاردالیت	سی نیت نفلین دار ماریونیت و مونت موتیت، فویانیت و لیچ فیلدیت	دارای نفلین	دارای لوسیت
سنگ‌های دارای پلاژیو کلاز: Plg	الیگو کلاز و آندزین	گرانودیوریت Px دار گرانیت مونزونیتی	مونزونیت سی نیودیوریت	مونزونیت نفلین دار	ایزولیت (سودالیت و کاتکریکیت به‌جای نفلین)	
	لابرادور بتیونیت آنورتیت	دیوریت کوارتزدار دار تونالیت Cr دار پلومازیت (کرندون دار)	دیوریت	اسکسیست دیوریت فلدسپاتوئیددار		
		گابروی کوارتزدار	گابرو بوژی ایت	ترالیت (گابروی فلدسپاتوئیددار) سومائیت (LUC) برونیت (Ne) کریانیت، لوگاریت و تجنیت (آنالسیم دار)		
دارای آمفیبول		دارای سرپانتین	دارای پیروکسن	دارای الیون	سنگ‌های فاقد کانی‌های سفید	
آمفیبولیت		سرپانتینی نیت	پیروکسنیت	پریدوتیت		

❖ سنگ‌های آذرین بیرونی:

سنگ‌های آذرین بیرونی						
سنگ‌های دارای فلدسپات آلکان		سنگ‌های دارای کوارتز و فلدسپات	سنگ‌های بدون کوارتز و فلدسپات	سنگ‌های دارای فلدسپات و فلدسپاتوئید	سنگ‌های دارای فلدسپاتوئید	
سنگ‌های دارای فلدسپات آلکان و پلاژیو کلاز		ریولیت آلکان پانتلریت (لوکوکرات) کوماندیت (هولوکوکرات)	تراکیت آلکان دومیت (فاقد فنوکریست)	فنولیت آلکان	دارای نفلین	دارای لوسیت
سنگ‌های دارای پلاژیو کلاز	الیگو کلاز و آندزین	ریوداسیت	لاتیت، تراکی آندزیت، دورئیت، موژآریت	فنولیت تفریتی (تفریت فونولیتی)	نفلینیت اتندیت آنکاراتریت	ملیلیت لوسیت
	لابرادور بایتونیت آنورتیت	داسیت	آندزیت، هاوائیت، ایسلندیت، بونیتیت	تفریت		
		بازالت توله ایتی	بازالت، ساکالوویت، پیکریت، لابرادوریت	بازانیت		



### نکته‌ها:

- نشانه درونی بودن: میکروکلین (Mic) و نفلین (Ne)
  - نشانه خروجی بودن: سانیدین، آنورتوکلاز، لوسیت و نوزآن
  - فلدسپات آلکانن یا قلیایی (A): سانیدین، آنورتوکلاز، میکروکلین و ارتوکلاز.
  - فلدسپاتوئید (F): نفلین، لوسیت، نوزآن، آنالسیت، اسکاپولیت و زئولیت
  - در دیاگرام اشتراکایزن: کانی‌های نورماتیو مد نظر نیست.
  - در دیاگرام یودروتایی: کانی‌های نورماتیو مد نظر است.  
(نورماتیو یعنی طبیعی و عادی)
  - در صورت استفاده از مقدار نورماتیو سنگ‌ها باید قبل از آن، از دیاگرام مولر و براون برای به دست آوردن درصد Plg استفاده کنیم (به دست آوردن درصد سانیدین نسبت به کل فلدسپاتها).
  - اسیدیته کانی‌های سیلیکاته:
    - اسیدی:  $S > 60$
    - حد واسط:  $30 < S < 60$
    - بازی:  $S < 30$
- $$\frac{\text{مقدار کاتیون Si}}{\text{دیگر کاتیون‌ها + کاتیون Si (به‌غیر از O)}} = (S) \text{ اسیدیته کانی‌های سیلیکاته}$$
- مقدار اسیدیته: آنورتیت (۴۰)؛ لابرادور (۵۰)، پیروکسن (۵۰)، لوسیت (۵۰) ارتوز (۶۰)، کوارتز (۱۰۰)، الیوین و نفلین (۳۳/۳).
  - قبل از شروع پتروگرافی توصیفی باید به بررسی نکات زیر پرداخت:
    - در ماگما، آب گرانیروی را کاهش می‌دهد.
    - نقطه‌جوش ثانویه: به وجود آمدن حباب‌ها و حالت جوشش به دلیل افزایش فشار بخار گاز.



◀ رده‌بندی شیمیایی - کانی‌شناسی:

• به ترتیب کانی‌های زیر ساخته می‌شوند:

آپاتیت ← ایلمنیت ← ارتوز ← An Ab ← مگنتیت ← هماتیت ← Cpx ← Opx  
Olv

• توجه: هنگام کمبود سیلیس Si:

Ne → Ab تبدیل آلپیت به نفلین

Luc → Ort تبدیل ارتوز به لوسیت

◀ طبقه‌بندی سنگ‌های عادی بر اساس ترکیب کانی‌شناسی:

✓ کانی‌های اصلی یا شاخص: کوارتز در گرانیت، الیوین در پریدوتیت.

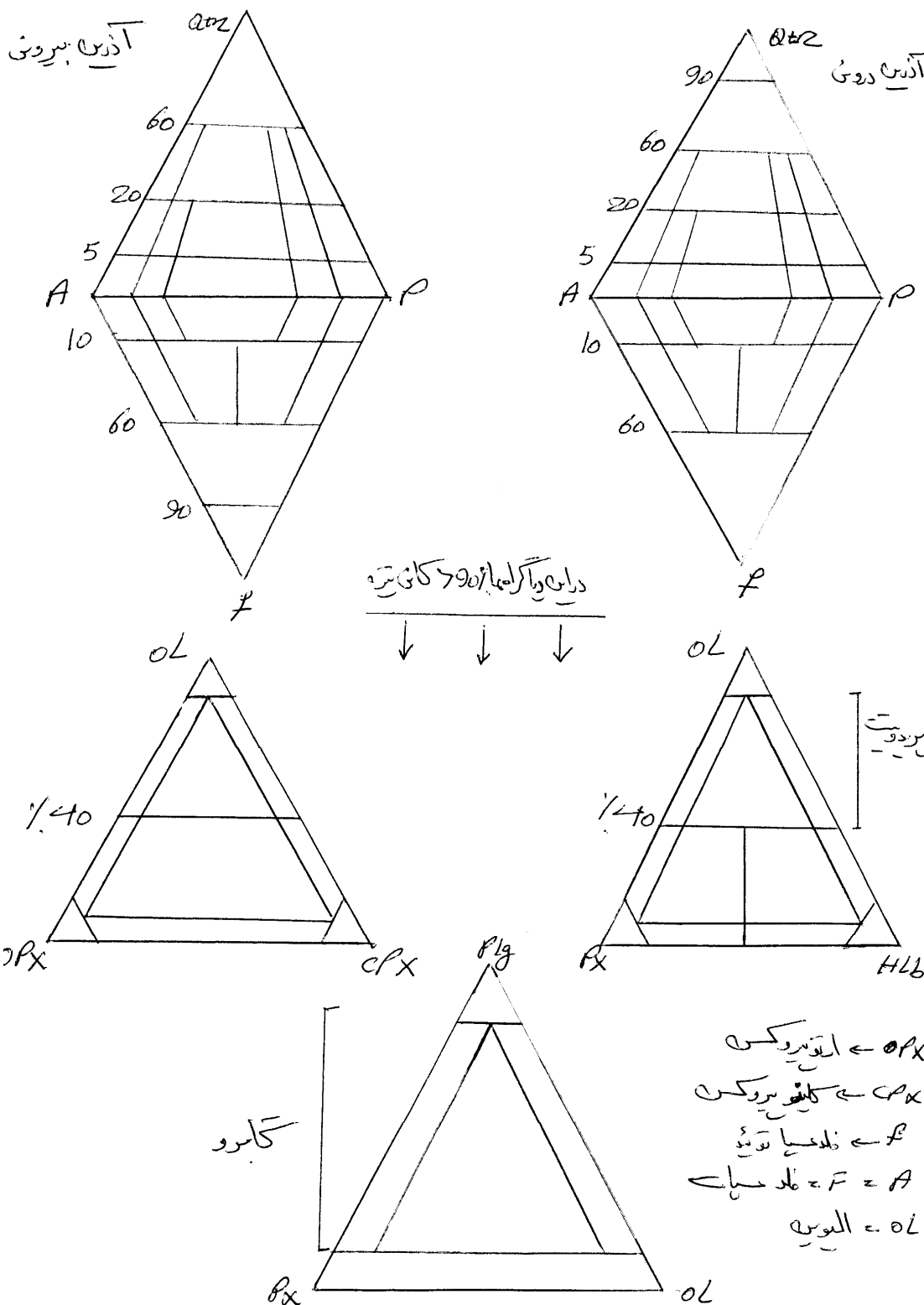
✓ کانی‌های معمولی یا عادی: ممکن است وجود داشته باشند، مانند Bio یا Mus.

✓ کانی‌های تجزیه‌شده یا ثانویه: بر اثر هوازدگی یا آلتراسیون بوجود می‌آیند؛ مانند تبدیل Ol یا Px به سرپانتین، کانی رسی، زئولیت، کربنات، سرسیت و کلریت.

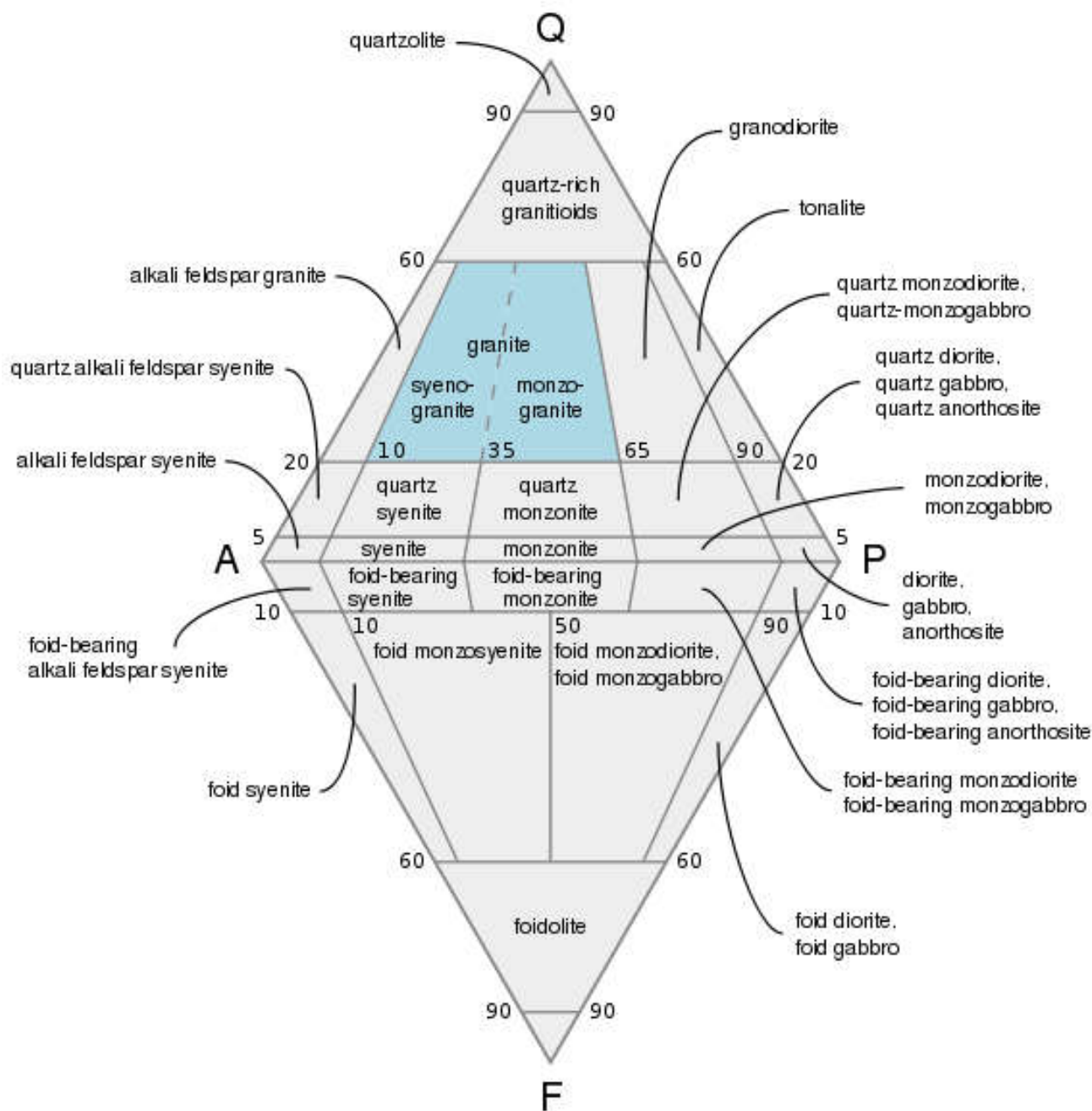
✓ کانی فرعی یا آکسسوری: در نام‌گذاری تأثیری ندارند، مانند آپاتیت، زیرکن، اسفن، روتیل، کوندوم و اوپک

◀ دیاگرام‌های اشتراک‌ایزن:

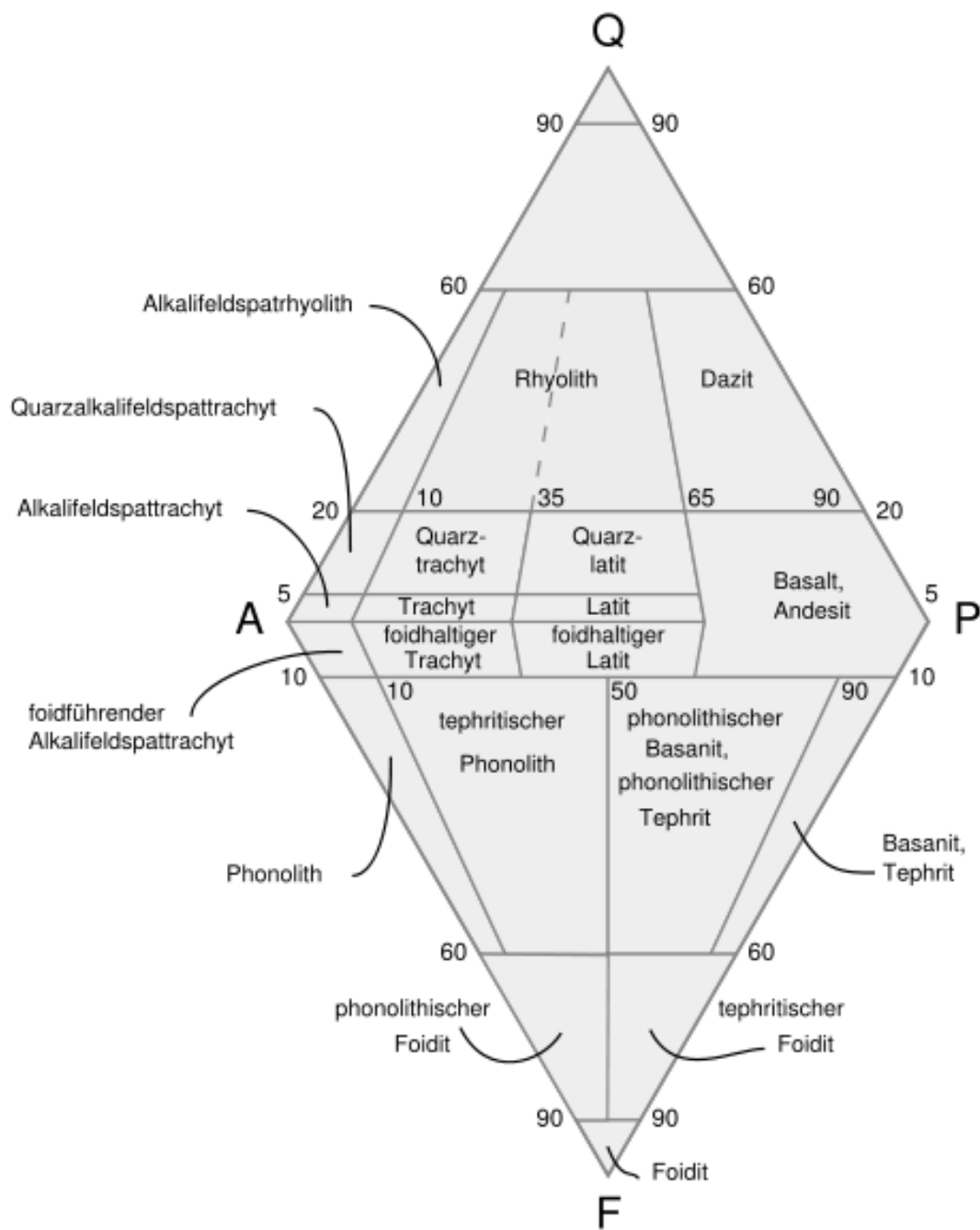
در رده‌بندی اشتراک‌ایزن مستقیماً از کانی‌های نورماتیو استفاده نمی‌شود.



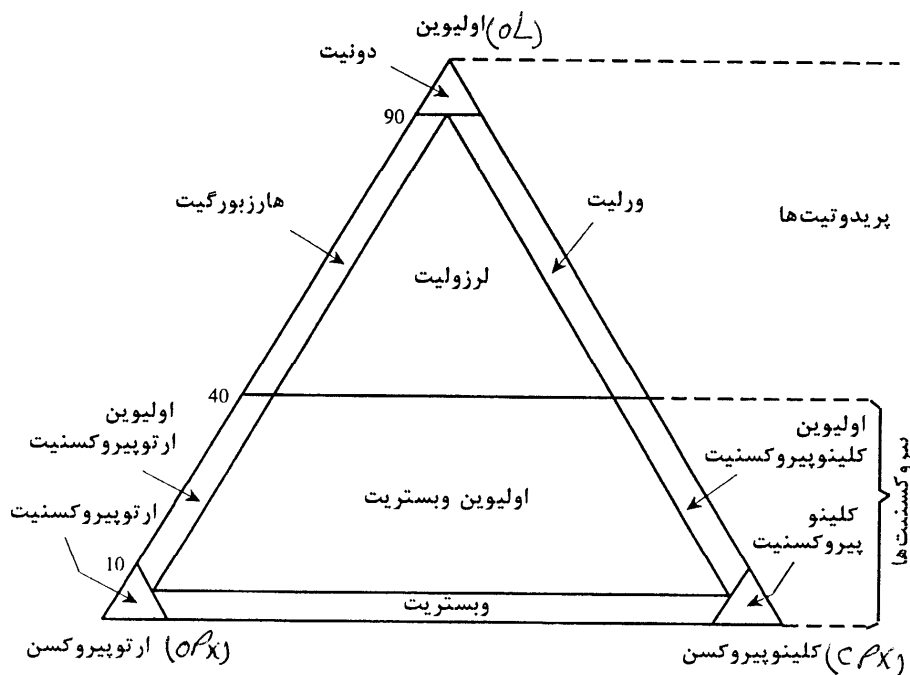
طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین درونی در حالتی که  $M < 90$ :



← طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین بیرونی یا آتش‌فشانی غیراوتروامافیک:

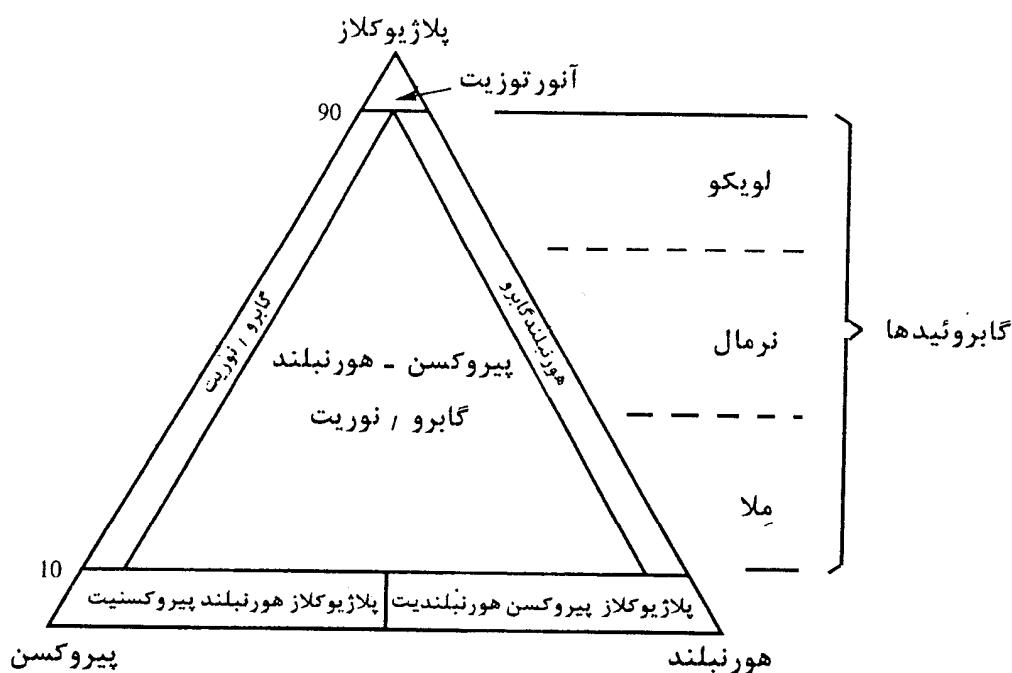


← طبقه‌بندی سنگ‌های اولترامافیکی مرکب از الیوین، ارتوپروکسن و کلینوپروکسن:



(استبسی از استرکیسن، ۱۹۷۴)

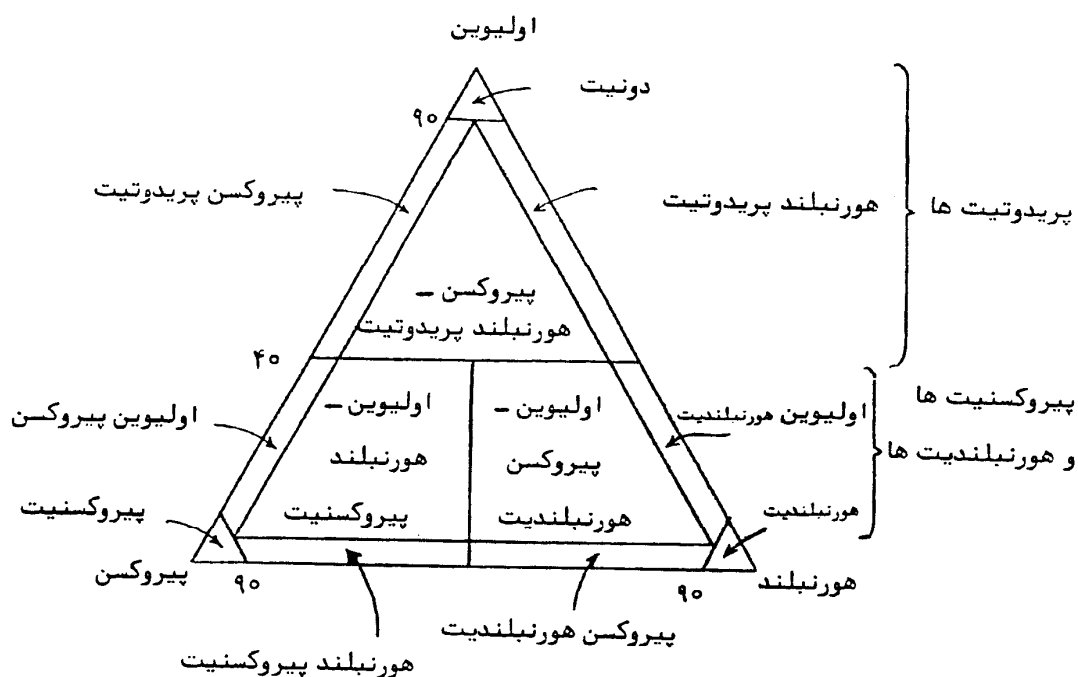
← طبقه‌بندی سنگ‌های گابرویی حاوی هورنبلند:



(استبسی از استرکیسن، ۱۹۷۴)

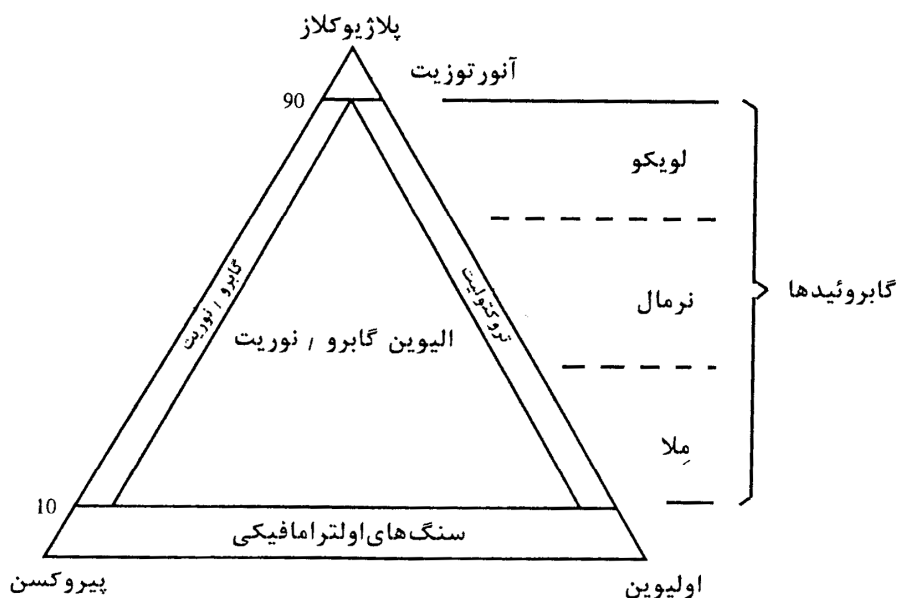


← طبقه‌بندی سنگ‌های اولترامافیکی حاوی هورنبلند:



(اصطلاحات از استرکیس، ۱۹۷۴)

← طبقه‌بندی سنگ‌های گابرویی که از Olv, Px, Plg تشکیل شده‌اند:



(اصطلاحات از استرکیس، ۱۹۷۴)

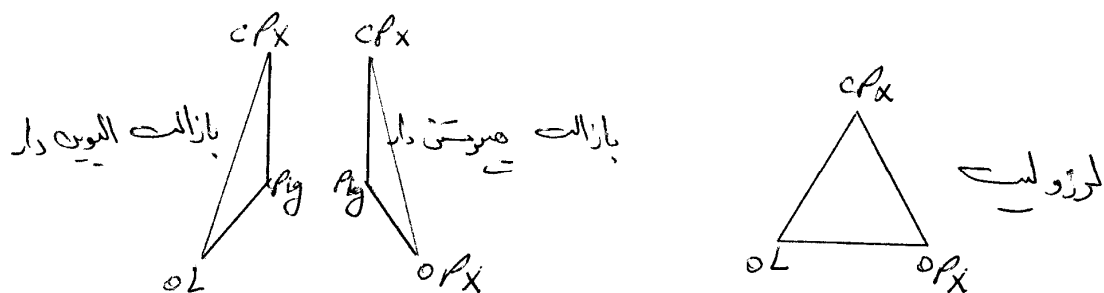
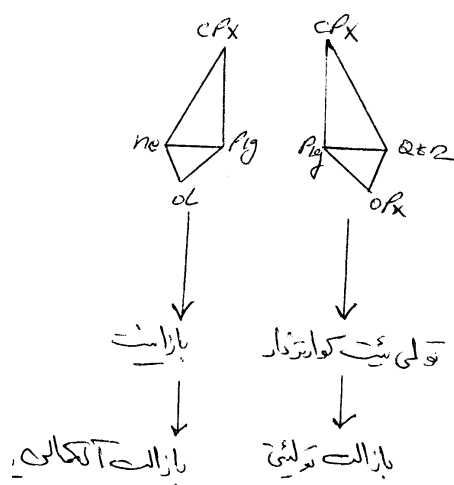
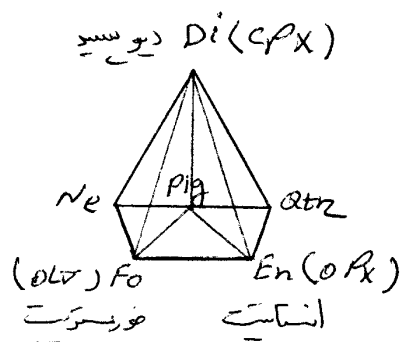


← طبقه‌بندی سنگ‌های آذرین (با تغییراتی از استریکسین، ۱۹۷۶ و لی میتر، ۱۹۸۹):

رده	راسته	دسته		
		درونی (پلوتونیک)	M	بیرونی (ولکانیک)
M < ۹۰	I سنگ‌های کوارتزدار	کوارتزولیت گرانیتونید غنی از کوارتز		
	II سنگ‌های کوارتز - فلدسپاتی	گرانیت آلکالی فلدسپات	۲۰-۰	آلکالی فلدسپات ریولیت
		گرانیت	۲۰-۵	ریولیت
		گرانودیوریت	۲۵-۵	داسیت
		تونالیت	۴۵-۱۰	داسیت
	III سنگ‌های فلدسپاتی	آلکالی فلدسپات سینیت	۲۵-۰	آلکالی فلدسپات تراکیت
		سینیت	۳۵-۱۰	تراکیت
		مونزونیت	۴۵-۱۵	لاتیت
		مونزودیوریت و مونزوگابرو	۵۰-۲۰	آندزیت
		مونزوگابرو	۶۰-۲۵	
دیوریت		۵۰-۲۵		
گابرو آنورتوزیت		۶۵-۳۵ ۱۰-۰	بازالت	
IV سنگ‌های فلدسپاتی - فلدسپاتونیدی	فوئید سینیت	*۳۰-۰	فونولیت	
	فوئید مونزوسینیت	۴۵-۱۵	فونولیت تفریتی	
	فوئید مونزودیوریت و مونزوگابرو	۶۰-۲۰	تفریت فونولیتی	
	فوئید دیوریت، فوئید گابرو	۷۰-۳۰	تفریت یا بازانیت	
سنگ‌های فلدسپاتونیدی	فوئیدولیتها		فوئیدیت	
M > ۹۰	VI سنگ‌های اولترامافیک	پریدوتیت پیروکسنیت هورنبلندیت	اولترامافیتیت	

در جدول مقادیر M به معنی نرمال آورده شده است چنانچه از نرمال کمتر یا بیشتر باشد باید پسوند لوکو و ملا در ابتدای نام سنگ آورده شود.

◀ دیاگرام یودر و تاییلی:



ت ترکیب	نام سنگ	ت ترکیب	نام سنگ
Cpx - Plg - Ne - Ol	بازالت	Plg	آنورتوزیت
Cpx - Plg - Opx	گابرونوریت	Ol - Plg	تروکتولیت
Cpx - Plg - Opx (En)	بازالت هیپرستن دار	Cpx - Plg	گابروی معمولی
Cpx - Plg - Ne	تفریت	Cpx - Ne	ایژولیت
Cpx - Plg - Ol	بازالت الیون دار	Opx - Plg	نوریت
Cpx - Ol - Ne	نفلینیت اولیون دار	Cpx - Ol	پیکریت
Cpx - Ol - Opx	لرزولیت		



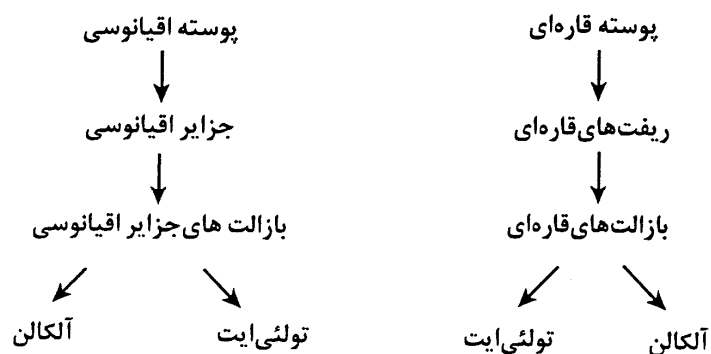
روش‌های مهم تقسیم‌بندی گرانیت‌ها:

منشأ		منشأ		منشأ		نویسندگان	اساس تقسیم بندی
گوشته		اختلال		پوسته قاره‌ای			
فوق آلکان		آلومینیوم متوسط		فوق آلومینیوم		شانده ۱۹۴۳	ترکیب شیمیایی
سری فوق آلکان	سری تولشی‌ایت	کالک آلکان K کم K متوسط K زیاد		لیکوگرانیت		لامیر و بودن ۱۹۸۲	ترکیب کانی‌شناسی
نوع A		نوع M		نوع I		نوع S	ژئوشیمی عناصر اصلی چاپل و وایت ۱۹۷۴ کولنز ۱۹۸۲ والن ۱۹۸۷
گرانیت اپی‌اوراجنی	گرانیت ریفتی	گرانیت اقیانوسی	گرانیت جزایر قوسی	گرانیت کالک آلکان	گرانیت قبل کوه زاپی	گرانیت کوه زاپی	ژئوشیمی عناصر اصلی مانبار و پی‌کولی ۱۹۸۹
گرانیت های ریفت		گرانیت اقیانوسی	گرانیت‌های کمر بندهای قوسی		گرانیت کوه زاپی قبل همزمان		ژئوشیمی عناصر جزئی پیرس و دیگران ۱۹۸۴
سری مگنتیت				سری ایلمنیت		اشی‌هارا ۱۹۷۷	کانیهای فلزی اپاک

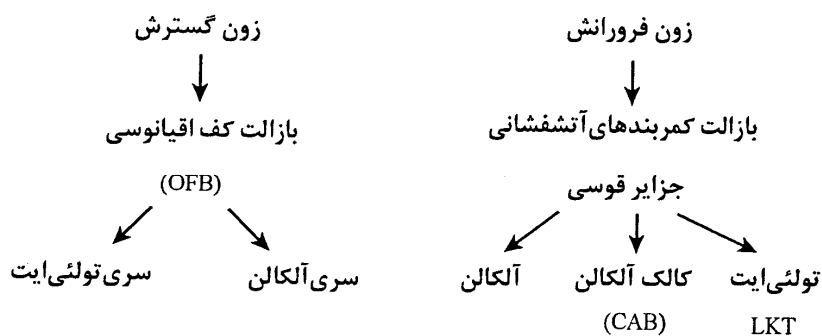
ویژگی‌های انواع گرانیت (کندی، ۱۹۸۹):

نوع A	نوع M	نوع S	نوع I	
نقاط داغ و ریفت‌های درون قاره‌ای (غیرکوه‌زایی)	زون گسترش همراه اوفیولیتها	زون تصادم قاره‌ها (کوه‌زایی)	زون فرورانش - زون تصادم قاره‌ها (کوه‌زایی)	موقعیت تکتونیکی
گرانیت غنی از پتاسیم و $\pm$ سیانیت	پلاژیوگرانیت	گرانیت	تونالیت - گرانودیوریت	ترکیب
بیوتیت، مگنتیت، هورنبلند (نوع آلکالی)	هورنبلند، بیوتیت و پیروکسن	بیوتیت، مسکویت، گارنت، ایلمنیت،	هورنبلند، بیوتیت مگنتیت و اسفن	کانیهای شاخص
۱/۱-۰/۹	$\leq ۰/۶$	$> ۱/۱$	۱/۱-۰/۵	$Al_2O_3/Na_2O+K_2O+CaO$
خیلی زیاد	جزئی	متوسط	متوسط	کاهش میزان P و Ba، Ti
ذوب بخشی سنگهای پوسته قاره‌ای	تفریق ماگمای زون گسترش	ذوب بخشی سنگهای پوسته قاره‌ای	تفریق ماگمای کالک آلکان یا بازالتها	منشأ ماگما

◀ بازالت های داخل صفحات:

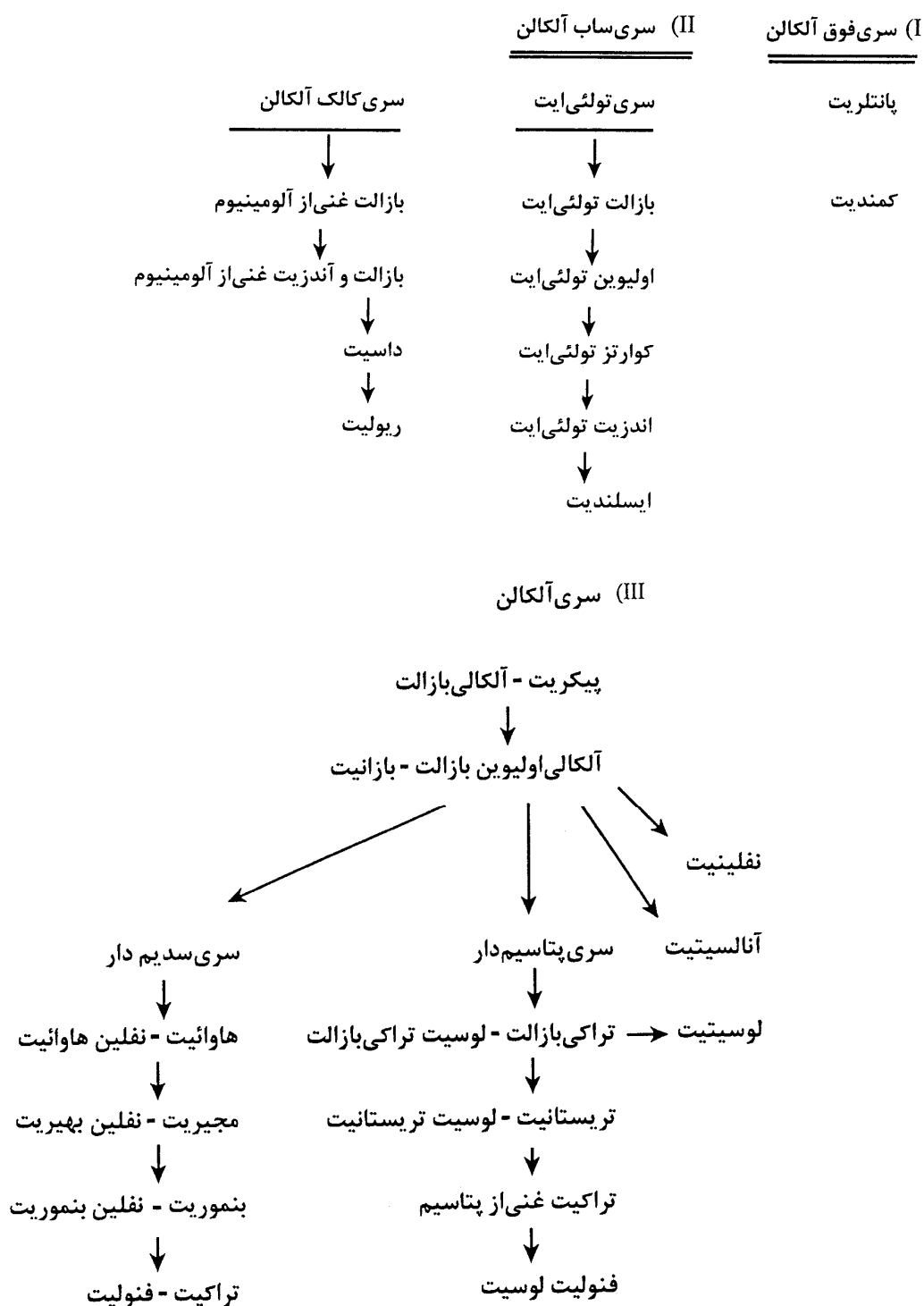


◀ بازالت های حاشیه صفحات:

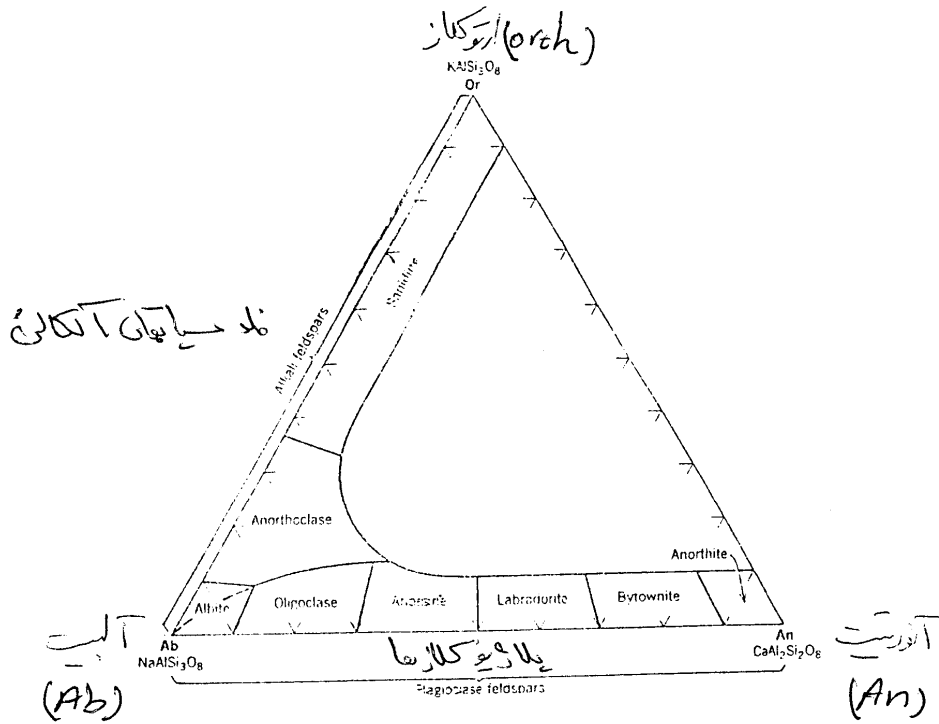




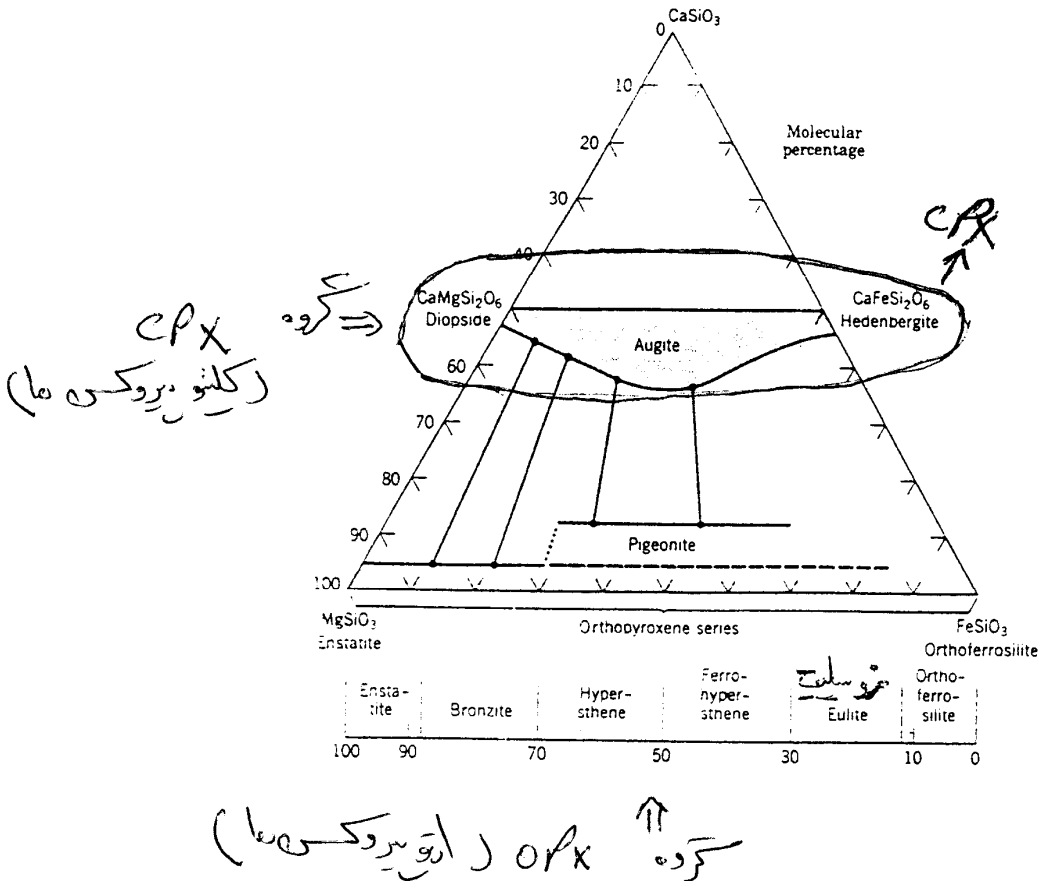
← سری سنگ‌های آتش‌فشانی:



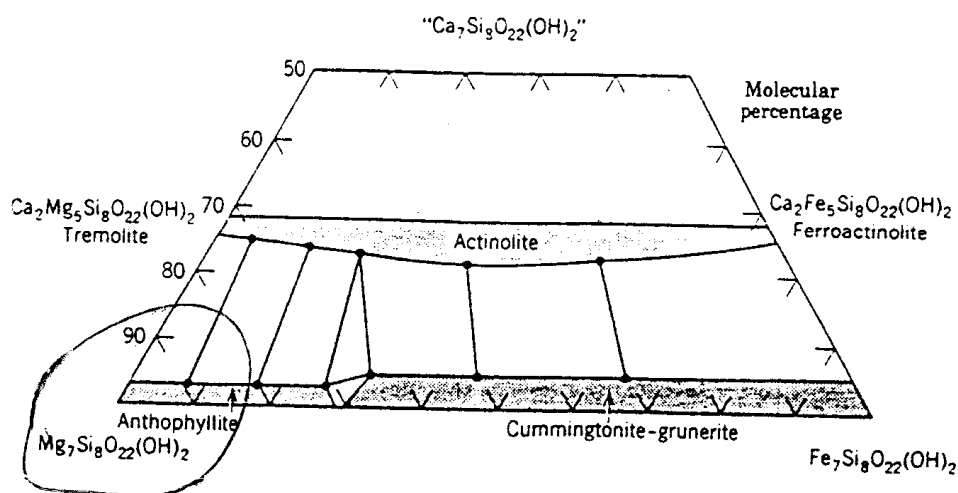
◀ دیاگرام مثلی فلدسپات‌ها:



◀ دیاگرام مثلی پیروکسن‌ها (PX):



◀ دیاگرام دوزنقه‌ای گروه آمفیبول‌ها:

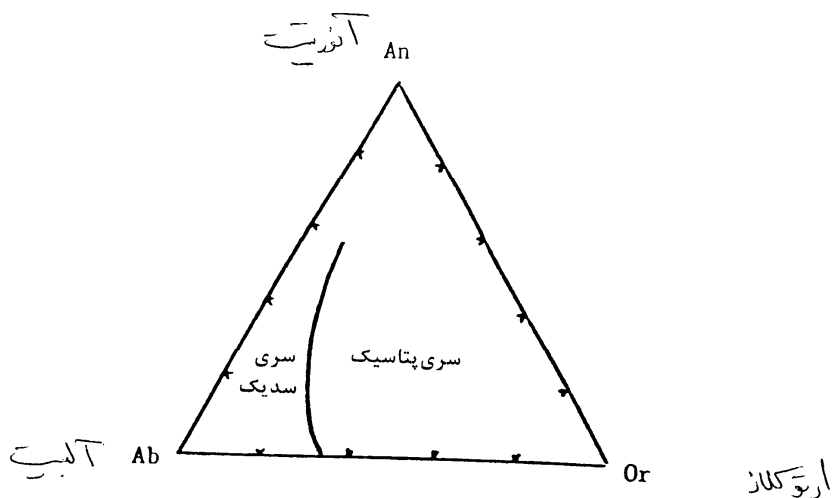


توجه: ➡

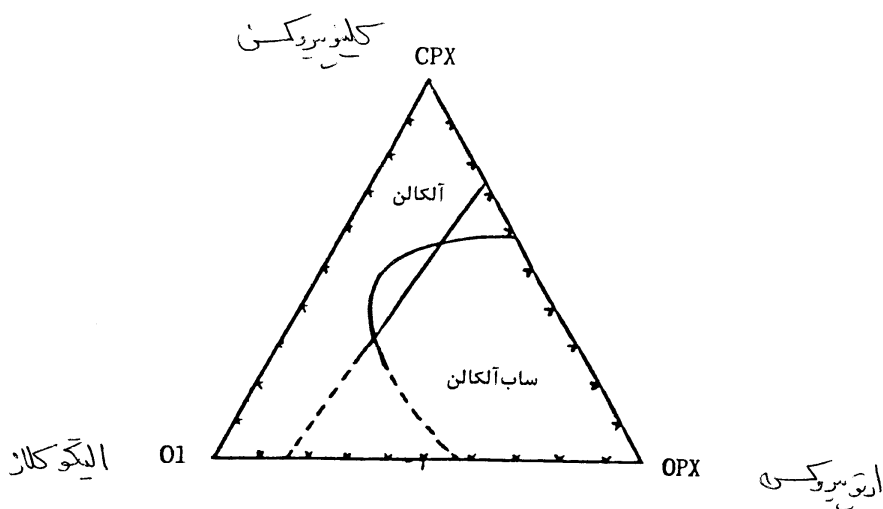
آنتوفیلیت در سیستم ارتورومبیک و بقیه آمفیبول‌ها در سیستم مونوکلین متبلور می‌شوند.



◀ نمودار تفکیک سری سدیک (Na) از پتاسیک (K):



◀ نمودار تفکیک سری ساب آلکان از سری آلکان:





## ❖ منشأ بازالت‌ها:

- × ذوب اکلوزیت: سنگی دگرگونی است که در فشار زیاد در دگرگونی ناحیه‌ای بوجود می‌آید.
  - کانی شاخص آن: گارنت پیروپ (Mg) و پیروکسن امفاسیت (Mg).
  - توجه:
  - در فشار زیاد: امفاسیت ذوب نشده و گارنت ذوب می‌گردد (بازالت معمولی).
  - در فشار کم: امفاسیت ذوب شده و گارنت ذوب نمی‌گردد (بازالت تولیتی).
- × ذوب آمفیبولیت: آمفیبولیت سنگ دگرگونی با ۹۰٪ آمفیبول سدیم دار (پارگازیت)
- × ذوب پیرولیت: شامل ۱ قسمت بازالت + ۳ قسمت پریدوتیت:
  - از ذوب پیرولیت در فشار کم، Plg بالا است.
  - از ذوب پیرولیت در فشار متوسط، اسپینل بالا است.
  - از ذوب پیرولیت در فشار زیاد، گارنت بالا است.
- × ذوب پریدوتیت: اگر در یک ماگمای بازیک کانی‌های هیپرستن و اسپینل کرم‌دار یافت شود حاصل ذوب پریدوتیت است.

## ❖ پتروگرافی سنگ‌های آذرین:

## ⊗ سنگ‌های آذرین اسیدی (درونی):

- پگماتیت آلکالن: دلایل آلکالن بودن آن؛ وجود فلدسپات فراوان، وجود نفلین و لوسیت در بازالتها، وجود پیروکسن سدیم دار ارژین یا آکمیت و آمفیبول سدیم دار ربکیت پس در پگماتیت آلکالن کوارتز - فلدسپات آلکالن و Mus مهم‌ترین بوده و بافت دانه‌درشت می‌باشد.
- ☞ پگماتیت‌ها به ۲ گروه Na و Li دار - K دار تقسیم می‌شوند که گروه سدیم و لیتیم دار تورمالین شفاف و بریل دارای ارزش اقتصادی می‌باشند.
- پگماتیت معمولی یا کالک آلکالن:  $Plg + F + Mus + Qtz$
- گرانیت آلکالن: فقیر از Mg, Ca می‌باشد و فاقد Mus است.
- گرانیت معمولی: مانند پگماتیت معمولی ولی فاقد Mus:
- $Plg \rangle Or \leftarrow$  گرانودیوریت
- $Plg = Or \leftarrow$  گرانیت مونزونیتی
- $Plg \langle Or \leftarrow$  گرانیت ساب آلکالن
- گرانودیوریت: مانند گرانیت ولی  $Plg \rangle F$
- تونالیت: ۱۰٪ < فلدسپات آلکالن دارد (نوعی گرانودیوریت)
- ترونجمیت: گرانودیوریتی فاقد فلدسپات
- گرایزن: گرانیتی که میکای آن لپیدولیت (میکای بنفش لیتیم دار) است.



- شارنوکیت یا چارنوکیت: گرانیتی که کانی مافیک آن هیپرستن است.
- پلومازیت: دیوریت کوارتزار می‌باشد.
- گرانیت ساکاروئید: گرانیت کالک آلکالن ریزبلور
- آداملیت: گرانیت کالک آلکالن شامل ارتوز + الیگوکلاز + Hbl+ Bio + کانی‌های تیره.
- لوکسولیانیت: گرانیت آلکالن حاوی بلورهای تورمالین به صورت اسفرولیتی.

#### توجه:

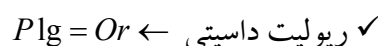
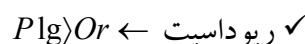
- گرانیت‌ها فاقد Mus ← آلاسکیت (گرانیت فاقد کانی تیره)
- پگماتیت دارای Mus ← آپلیت (پگماتیت ریزدانه)

#### نکته:

- کانی‌های نشان‌دهنده شیشتوزیته داخلی: کوارتز، ایلمنیت، گرافیت
- کانی‌های تفاله‌ای سنگ‌های دگرگونی: گرونا، آندالوزیت، سیلیمانیت
- در گرانیت مونزونیتی و ریولیت لاتیتی: Plg = Or

#### سنگ‌های اسیدی خروجی:

- ریولیت آلکالن: معادل گرانیت آلکالن با بافت پورفیری است. فنوکریستال سنگ Qtz+F، خمیره آن شامل میکروولیتیک‌های فلدسپات آلکالن و میکرو کریستال‌های کوارتز است.
- پانتلریت: ریولیتی آلکالن و لوکوکرات است.
- کوماندیت: ریولیتی آلکالن و هولولوکرات است.
- ریولیت معمولی: معادل گرانیت معمولی با بافت پورفیری است (کالک آلکالن) شامل:



- ابسیدین: ریولیت بی‌آب غیر متبلور است.
- پکشتن یا رتینیت: ریولیتی با ۱۰٪ آب.
- پیرومید: شیشه ریولیتی با ساخت هیالواسفرولیتیک
- کوارتز پورفیر: ریولیتی دارای فنوکریست کوارتز (ریولیت قدیمی)
- لپاریت: ریولیت فقیر از شیشه
- داسیتوئید: کوارتز در آن دیده نمی‌شود ولی در نورم کوارتز بالاست (شبه داسیت)



در داسیت که تحت فشار بخار آب ایجاد می‌شود، Bio به جای Hyp و Hbl به جای اوژیت قرار می‌گیرد.

ساکالویت یا بازالت کوارتزدار: داسیت مزوکرات با فنوکریست لابرادور و کوارتز نورماتیو.

توجه: نام‌های به کاررفته برای چارنوکیته‌ها (استریکسن ۱۹۷۶):

واژه‌های اختصاصی	واژه‌های عمومی	حوزه (منطقه)
آلکالی فلدسپات چارنوکیته	هیپرستن آلکالی فلدسپات گرانیته	۲
چارنوکیته	هیپرستن گرانیته	۳
اُپالیت	هیپرستن گرانودیوریت	۴
اندریته	هیپرستن تونالیت	۵
	هیپرستن آلکالی فلدسپات سینیت	۶
	هیپرستن سینیت	۷
مانجریت	هیپرستن مونزونیت	۸
ژوتونیت	هیپرستن مونزودیوریت یا مونزونوریت	۹
	نوریت (هیپرستن دیوریت)	۱۰

#### سنگ‌های حد واسط:

دارای حدود ۲۰٪ - ۰ کوارتز بوده و (Plg,F) کانی‌های اصلی آن‌ها می‌باشند.

- سی نیت آلکان: دارای ۹۰٪ فلدسپات آلکان (Mic - Ort) پلاژیوکلاز فاقد یا فقیر از کوارتز، معادل خروجی آن تراکیته آلکان.
- نوردماکیته: سی نیت کوارتز دار
- پولاسکیته: سی نیت نفلین دار
- لاروبکیته: سی نیت هلولو کوکرات، فلدسپات دارای فاسیس مالگاشیتیک
  - فاسیس مالگاشیتیک: فلدسپات از یک آنتی پرتیت (میکروکلین و الیگوکلاز)
- لاردالیت: سی نیت دانه‌درشت از ارتوز پرتیتی (پرتیت ← Ab)
- اپی سینیت: دیوریت یا گابروی قدیمه دارای ترکیب ثانویه
- سینیت معمولی یا کالک آلکان:
  - سینودیوریت (مانژریت) یا مونزونیت هیپرستن دار (کتالیت): Plg > Or.
  - مونزونیت (دورماکیته) یا (دورباکیته): Plg = Or.
  - سی نیت ساب آلکان (پلوئونیت): Plg < Or.



- **دورباکیت:** سی نیت مونزونیتی حاوی Bio و آمفیبول که  $Plg = Or$ 
  - در سی نیت معمولی میزان Plg ۳۵٪ تا ۱۰٪ می‌باشد، معادل خروجی آن تراکیت معمولی.
- **شونکنیت:** سی نیت آلکالن نفلین دار.
- **اورتیت:** سی نیت معمولی دارای f (نفلین)
  - سی نیت معادل تراکیت است (کراتوفیر ← تراکیت قدیمی)
  - در کراتوفیر Plg تبدیل به Ab، کلریت و کلسیت می‌شود (آلیتوفر)
- **تراکیت کالک آلکالن (معمولی):**
  - ساب آلکالن:  $Plg < Or$
  - لاتیت:  $Plg = Or$
  - تراکیتی آندزیت:  $Plg > Or$
- **دومیت:** تراکی بدون فنو کریستال دارای میکروولیت الیگوکلاز و سانیدین و کمتر از ۵٪ Bio.
- **دورئیت:** تراکی آندزیت تیره با الیوین کم.
- **موژآریت:** تراکی آندزیت با الیوین بیشتر.
- **فویائیت:** سی نیت نفلین دار.
- **لیچ فیلدیت:** نوعی فویائیت دارای کانی مافیک لپیدولیت.
- **دیترئویت:** سی نیت آلکالن سودالیت دار.
- **سی نیت آلکالن Ne دار**
  - آگپائیت: درصد آلومین > درصد آلکالن
  - میاسکیت: کانی فرعی آن زیر کان

☞ توجه:

تراکیت آلکالن برخلاف معادل درونی، فراوان‌ترند. فنو کریستالهای سانیدین یا آنورتوز در آن دیده می‌شود.

- **سانسی نیت تراکی:** تراکیت بدون کریستال و حاوی میکروولیت های الیگوکلاز و سانیدین.
- **تراکی آندزیت:** موژآریت؛ روشن؛ دورئیت؛ تیره
- **دومیت:** تراکیت بدون فنو کریست؛ دورئیت؛ تراکی آندزیت تیره
- **مونزونیت:** در آن  $Plg = Or$ ، معادل خروجی آن لاتیت یا تراکی آندزیت.

⊗ **دیوریت ها:**

- **دیوریت:** دارای حدود ۹۰٪ پلاژیوکلاز و حدود ۱۰٪ - ۰ فلدسپات می‌باشد.
  - معادل خروجی آن آندزیت می‌باشد.
- **آندزیت:** پورفیریت قدیمی؛ هاوائیت؛ بازالتی



- دیوریت دارای Bio > دیوریت دارای Amp
- دیوریت های فاقد کوارتز و فلدسپاتوئید کمیاب هستند.
  - آندرییت: دیوریت هیپرستن دار
  - پلومازیت: دیوریت کوارتز دار
- ⊗ سنگ‌های بازیک یا مافیک (گروه گابرو):
  - شبه دیوریتها بوده ولی ۵۰٪ پلاژیوکلاز آن آنورتیت است.
  - گابرو معمولی: Plg (Ca) + Cpx
  - نوریت: Plg (Ca) + Opx
  - گابرونوریت: Plg (Ca) + Cpx + Opx
  - تروکتولیت: Olv + Plg (Ca)
  - ترالیت: گابروی فلدسپاتوئیددار
  - آنورتوزیت: گابرو با بیش از ۹۰٪ پلاژیوکلاز
  - ارتوگابرو: فقط Cpx دارد
  - ارتونوریت: پیروکسن آن هیپرستن است.
  - اوکریت: گابروی آسمانی دارای An، Aug (اوژیت) و Hyp (هیپرستن).
  - بوژی ایت: گابرو دارای Hbl + Bio
- ☞ توجه:
  - آنورتوزیت معادل دیوریت هلولو کوکرات معادل گابروی هلولو کوکرات.
  - بروندریت: نوعی ترالیت دارای نفلین (Ne)
  - سومائیت: نوعی ترالیت دارای لوسیت Luc
  - کریانیت، لوگاریت، تجنیت: ترالیت حاوی آنالسیم
- ☞ توجه:
  - سنگ‌های آلکالن فاقد Plg و سنگ‌های ساب آلکالن دارای F + Plg.
  - آنورتوزیت: پلاژیوکلازیک: گابروی هلولو کوکرات = حاوی اوژیت و هیپرستن.
- ⊗ انواع سنگ‌های بازالتی:
  - فنوکریست آن  $Px + Olv \pm Plg$  (۵۰٪ آن An)
  - آنکارامیت: بازالت ملانو کرات با پیروکسن بالا
  - اوسانیت: بازالت ملانو کرات با الیوین بالا
  - بازانیت: بازالت فلدسپاتوئید دار با بیشتر از ۱۰٪ الیوین
  - تفریت: بازالت فلدسپاتوئید دار با کمتر از ۱۰٪ الیوین



- تاکی لیت: بازالت شیشه‌ای (بسیار کمیاب)
- بلاگونیت: بازالت شیشه‌ای (دارای گوتیت و لیمونیت به رنگ زرد)
- پیکریت: حد واسطه ملابازالت و پریدوتیت هستند.
- ☞ توجه:
  - آنکارامیت و اوسانیت دارای  $> 60\%$  ضریب رنگینی هستند.
  - بازالت لوکوکرات ← لابرادوریت
  - بازالت ملانوکرات ← Px آنکارامیت - Ol اوسانیت (بازالت‌های پیکریتی).
- بازالت از نظر میکروسکوپی:
  - الیوین دار ← اوژیت غنی از تیتان
  - بدون الیوین ← اوژیت بی‌رنگ
- ☼ سنگ‌های آذرین دارای فلدسپات F + فلدسپاتوئید f در آن‌ها نفلین به جای آلپیت و لوسیت به جای ارتوز تشکیل شده است.
- فلدسپاتوئیدها (f):
  - نفلین: هم درونی و هم بیرونی (ایژولیت، نفلینیت)
  - سودالیت و کانکرینیت: درونی
  - هائوئین و نوزآن: بیرونی
  - لوسیت: بیشتر بیرونی
  - آنالیم: درونی و بیرونی
  - پسدولوسیت: دارای بلورهای ریز (f) Ne + Orth
- ☼ سنگ‌های آتش‌فشانی فلدسپاتوئید دار f
  - فونولیت: سبزرنگ، دارای کاتوفوریت (آمفیبول سدیم دار قرمز)
  - لوسیتوفیر: فنولیت لوسیت دار
  - نفلینیت: هم‌ارز ایژولیت، شامل اتندیت: مزوکرات، آنکاراتریت: ملانوکرات
- ☼ سنگ‌های آذرین نفوذی فلدسپاتوئید دار f:
  - ایژولیت: Ne (نفلین) + اوژیت (Oj)
  - لوکواژولیت: ۰-۳۰ (in. Col)
  - ایژولیت: ۳۰-۷۰ (in. Col)
  - ملا یا ملتا ایژولیت: ۷۰-۹۰ (in. Col)
  - اورتیت: Ne + ساخت آپلیتی
  - آلنوئیت: میلیت + Bio + Oj + Olv
  - میسوریت: Luc + اوژیت (Oj)



### سنگ‌های الترابازیک:

هلملانوکرات شامل پریدوتیت - پیروکسنیت - هورنبلاندیت

- دونیت: پریدوتیتی متشکل از الوین + کرومیت
- ورلیت:  $Cpx + Olv$
- هارزبورژیت:  $Olv + برنزیت + Cpx$
- کرتلاندیت: پریدوتیتی از  $Ovl + Hbl + Cpx + Hyp$  (هیپرستن)
- کیمبرلیت: پریدوتیتی دارای میکای قهوه‌ای
- دیلاژیت: فقط دارای پیروکسن ( $Cpx$ )

توجه:

پریدوتیت‌ها شامل:

- ✓ دونیت:  $Olv$  (الوین)
- ✓ ورلیت:  $Di + Olv$  (دیوپسید)  $Cpx$
- ✓ هارزبورژیت:  $Hyp + Olv$  (هیپرستن)  $Opx$
- ✓ لوزولیت:  $Opx + Cpx + Olv$
- ✓ کرتلاندیت:  $Am + Px + Olv$  (آمفیبول)
- ✓ کیمبرلیت:  $Bio + Px + Olv$  (بیوتیت) میکا

پیروکسنیت‌ها شامل:

- ✓ دیلاژیت:  $Cpx$  (فقط)
- ✓ هیپرستینیت:  $Hy$  (فقط)  $Opx$
- ✓ آریه ژیت:  $Gr + Hy + Cpx$  (گرونا)

آمفیبولیت‌ها شامل:

- ✓ هورنبلاندیت:  $Hbl$  (فقط)

توجه:

- $Opx$ : هیپرستن  $Hy$ ، انستاتیت  $En$  و بیژونیت
- $Cpx$ : هدنبرژیت  $Hed$ ، اوژیت  $Oji$ ، دیوپسید  $Dio$

توجه:

- ✓ کرتلاندیت:  $Am + Px + Olv$  (آمفیبول)
- ✓ کیمبرلیت:  $Bio + Px + Olv$  (بیوتیت)

### سنگ‌های آلكالی:





سنگ‌های غنی از k سنگ‌های مدیترانه (نیگلی):

$$k = \frac{K_2O}{K_2O + Na_2O} \geq 0.4$$

ضریب نیگلی

- سنگ‌های آلکان فوق اشباع از Si: کوارتز + کانی آلکان، مانند گرانیت آلکان و ریولیت.
- سنگ‌های آلکان اشباع از Si: مانند سنگ‌های حد واسط، سی نیت و تراکیت آلکان.
- سنگ‌های آلکان تحت اشباع از Si که فلدسپاتوئید آن ۱۰٪ < است: مانند سینیت آلکان فلدسپاتوئید دار.
- سنگ‌های آلکان تحت اشباع از Si که فلدسپاتوئید آن‌ها بین ۶۰٪ - ۱۰٪: مانند گابروها و دیوریت‌های فلدسپاتوئید دار.
- سنگ‌های آلکان تحت اشباع از Si که مقدار فلدسپاتوئید آن‌ها ۶۰٪ > می‌باشد: مانند ایزولیت Ne.

#### ❁ لامپروفیرها: سنگ‌های استثنائی

- ✓ علت نام‌گذاری براقی Bio (بیوتیت) می‌باشد.
  - ✓ اکثر این سنگ‌ها به صورت دایک می‌باشند.
  - ✓ معادل خروجی و درونی ندارند و نیمه عمیق می‌باشند.
  - ✓ دارای کانی‌های آبدار (Act, Talk, Col, Bio, Hbl, ...) هستند.
  - ✓ فنوکریست آن Ol, Px, Bio, Hbl می‌باشد.
  - ✓ F, plg در خمیره آن موجود است.
  - ✓ در آن‌ها  $Na_2O + K_2O \gg SiO_2$ .
  - ✓ دارای عناصر کمیاب می‌باشند.
  - ✓ دارای رنگ تیره و مزوکرات (حدواسط) و ملانوکرات (تیره)
- ✓ لامپروفیرها:

#### • آلکان:

- مونشی کیت: اوژیت و کمی Hbl + شیشه و آنالیم
- کامپتونیت: اوژیت و کمی Hbl + فلدسپات (معادل سانائیت)
- کالک آلکان یا شوشونیتی یا عادی:
  - منیت: اوژیت + Bio + Plg (معادل فوززیت)
  - کرسانتیت: Bio, Plg > F
  - اسپسارتیت: Hbl, Plg > F
- ملییتی:



- آلنوئیت: ملیت + Bio یا فلو گوپیت.
  - پولزینیت: ملیت + نفلین و هائوئین. تر
- ✓ ترکیبات کانی شناسی لامپروفیر:

اجزای سازنده فلسیک		کانیهای مافیکی فراوان			
فلسپات	فونید	بیوتیت، دیوپسید اوزیت، ± اولیوین	هورنبلند، دیوپسید، اوزیت، ± اولیوین	آمفیبول (بارکی - ویکیت، کارسوتیت)، تیتان اوزیت، اولیوین بیوتیت	ملی لیت، بیوتیت ± تیتان اوزیت، ± اولیوین، ± کلسیت
شاخص رنگ		> ۳۵	> ۳۵	> ۴۰	> ۷۰
پلاژیوکلاز > ارتوکلاز ارتوکلاز > پلاژیوکلاز پلاژیوکلاز > ارتوکلاز ارتوکلاز > پلاژیوکلاز — —	فونید > فلسپات فونید > فلسپات شیشه یا فونید	مینیت کرسانتیت	وُجزیت اسپسارتیت	سانائیت کامپتونیت مونچی کوئیت	پولزینیت آلنوئیت
نوع لامپروفیر		کالک آلکان		آلکان	ملی لیتیک

#### ⊗ لامپروئیت ها:

- سنگ‌هایی شبه لامپروفیری که غنی از Mg, k می‌باشد.
- سه لامپروئیت شاخص عبارت‌اند از:  
اورندریت، لژیدیت و وایو مینگیت
- سنگ‌های آن معادل لوسیتیت بوده که در ساختمان Luc، میزان بالای Si می‌بینیم.
- توجه داشته باشید که دارای خاصیت پرآلکالینته قوی می‌باشند.
- این سنگ‌ها به صورت دایک، دیاترم و گاهی گدازه یافت می‌شوند.
- خصوصیات کانی شناسی لامپروئیت ها:  
▪ داشتن فلوگوپیت غنی از Ti، دیوپسید با Al<sup>↑</sup>، لوسیت، آمفیبول با Al<sup>↓</sup>، اولیوین سانیدین غنی از Fe، آمفیبولهای آلکان و... ضمناً لامپروئیت ها فاقد پلاژیوکلاز، ملی لیت و نفلین می‌باشند.

#### ⊗ کربناتیت ها:

- سنگ‌هایی شامل ۵۰٪ کربنات و ۵۰٪ سیلیکات (Px, OI)
- ✓ کربناتیت‌های Mg دار ← دارای دولومیت زیاد.
- ✓ کربناتیت‌های Fe دار ← دارای سیدریت بالا.
- ✓ کربناتیت‌های Ca دار ← دارای کلسیت بالا.



✓ ناتروکربناتیت ← کربناتیت دارای K, Na (فقط ناتروکربناتیت خروجی است).

#### ❁ اسپیلیت‌ها:

این سنگ‌ها در محیطی آبدار با سدیم زیاد وجود می‌آیند، در نتیجه کانی‌های کلریت و آلبیت آن‌ها از کانی‌های اصلی محسوب می‌شوند.

#### ❁ کراتوفیرها:

عموماً با اسپیلیت‌ها مشاهده می‌شوند که در حقیقت تراکیت‌های سدیم داری هستند که در اثر تفریق یک ماگمای بازیک تشکیل می‌گردند.

#### ❁ ویژگی‌های ماگمایی کیمبرلیتی:

اولترامافیکی غنی از K، غنی از گازهای CO<sub>2</sub> و H<sub>2</sub>O، میزان Na<sub>2</sub>O کم نسبت  $K_2O/Na_2O$  زیاد  
غنی از عناصر ناسازگار و...



## نکات سنگ‌شناسی آذرین:

- آفانتیک: ریزدانه
- فانریتیک: درشت‌دانه
- پگماتیت:
  - ✓ Li, Na: تورمالین و بریل (دارای منابع اقتصادی)
  - ✓ (Fe) Tur, Mus, Mic, Qtz: K
- اسپودومن: پروکسن Li دار که در پگماتیت های سدیم و لیتیم دار دیده می‌شود.
  - اودلیت یا اوکلیت: سیلیکات Na, Ca, Fe, Zr
  - لاهه نیت زرد: سورو سیلیکات محتوی نیوبیوم
  - آستروفیلیت: سورو سیلیکات حاوی تیتان Ti
  - بافت میارولیتی: دارای حفرات زاویه‌دار (بیرونی)
  - بافت اسپینفکس: الیون تیغه‌ای که با اوژیت پر مانند احاطه شده است (بیرونی).
  - کوارتز پورفیر: ریولیت قدیمی
  - ملافیر: بازالت قدیمی
  - کراتوفیر: تراکیت قدیمی
  - پورفیریت: آندزیت قدیمی

ریولیت معمولی (کالک آلکان)	گرانیت معمولی (کالک آلکان)
ریوداسیت ← Plg > Or	گرانوربوریت ← Plg > Or
ریولیت لاتیتی ← Plg = Or	گرانیت مونزونیتی ← Plg = Or
ریولیت ساب آلکان ← Plg < Or	گرانیت ساب آلکان ← Plg < Or

تراکیت معمولی (کالک آلکان)	سی نیت معمولی (کالک آلکان)
تراکی آندزیت=موژآریت ← Plg > Or	سینو دیوریت = ماژریت ← Plg > Or
لاتیت ← Plg = Or	مونزونیت = دورماکیت ← Plg = Or
تراکیت ساب آلکان ← Plg < Or	سینیت ساب آلکان=پلوئونیت ← Plg < Or



○ توجه:

✓ پرتیت ← K بالا

✓ آنتی پرتیت ← Na بالا

✓ میزان افزایش آب ← ابسیدین > پیچستون > پرتیت

✓ اپی دیوریت: گابرویی که تمام پیروکسنهای آن اورالیتی و پلاژیوکلازهای آن سوسوریتی شده است.

✓ کلسیت کربناتیت دانه درشت: سوئویت

✓ کلسیت کربناتیت دانه ریز: آلویکیت

✓ آندزیت کالک آلکان ← Cpx ← بازالت کالک آلکان ← Opx

✓ با دور شدن از گودال اقیانوسی به ترتیب مشاهده می کنیم:

گودال ← سری تولیتی ← کالک آلکان ← شوشونیتی ← آلکان

✓ سری شوشونیتی (↑ K و ↑ Ti):

○ آبساروکیت:  $SiO_2 < 50\%$

○ شوشونیت:  $50\% - 57\%$

○ لایتیت:  $SiO_2 > 57\%$

✓ سری ساب آلکان:

○ سری تولتی ایت: ↑ Fe

○ سری کالک آلکان: ↑ Al

✓ عدم اعتبار توالی باون: فشار بالا (↑ P)، سری آگپائیتی، کوارتز همراه با فایالیت (Fa)

✓ آپلیت و گرانیت آناتکسی مانند آلاسکیت، فاقد کانی تیره می باشند.

✓ بافت‌ها:

• ساب افیتیک: طول Plg بیشتر از قطر Px

• فلسیتیک: رشد توأم کوارتز و ارتوز

• میرمکیتی: رشد کوارتز به صورت کرمی در فضای Plg



✓ محصول نهایی تفریق بازالتها در سطح زمین سنگی فاقد کوارتز و فلدسپاتوئید دیده می‌شود (تراکیت و فنولیت)

✓ بافت غالب سنگ‌های آندزیتی (آب بالا) پورفیری

✓ اگر ماگما فقیر از Si باشد، تشکیل شبه فلدسپات را داریم، Opx را نداریم.

✓ منحنی ذوب و انجماد ماگمای بازیک خشک و آبدار مثبت و ماگمای گرانیته دارای منحنی منفی است.

✓ در ماگما فشار بالا ابتدا Hbl سپس Plg متبلور می‌شود.

✓ در ماگما فشار پایین ابتدا Plg سپس Hbl متبلور می‌شود.

✓ ارتوز:

○ تحت فشار 2-2/5 تبدیل به ← ارتوز و لوسیت

○ تحت فشار >4 تبدیل به ← فقط ارتوز

✓ مقیاس حرارتی فون کوبل:

○ ۱- آنتی موان (استی بین)، ۲- کالکوپیریت، ۳- گرونا (آلماندن)، ۴- اکینو، ۵- ارتوز، ۶-

پیروکسن، ۷- کوارتز

✓ پولوسیت = زئولیت بیرنگ = کانی تیومورف در پگماتیت ها

✓ توجه:

○ گرانیولیت: دارای Opx، دارای Plg

○ اکلوزیت: دارای Cpx، فاقد Plg

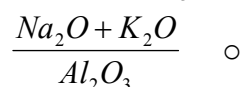
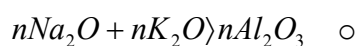
✓ تبلور Bio در سری باون:

○ آب کمتر از ۱۰۲٪ Bio بعد از کوارتز متبلور می‌شود.

○ آب بین ۱۰۲٪ - ۳٪ Bio بعد از F و قبل از Qtz متبلور می‌شود

○ آب بیشتر از ۳٪ Bio قبل از F متبلور می‌شود.

✓ تبلور در توالی آگپائیتی عکس باون است:





✓ سنگ‌های آذر آواری بدون دخالت آب مونوژنیک فاقد چینه‌بندی

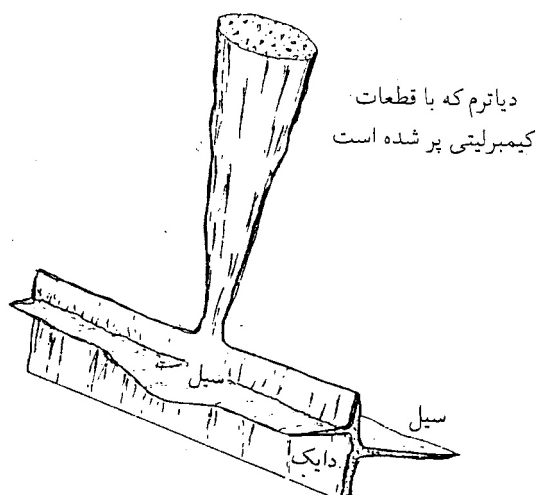
✓ سنگ‌های آذر آواری با دخالت آب پلی ژنیک داری چینه‌بندی

## آتش فشان‌ها

- آتش فشان‌ها غالباً در نقاطی به وجود می‌آیند که لیتوسفر وضعیت نامتعادل داشته باشد.
- گدازه‌های حاصل از فوران کوه وزوو تقریباً خمیری شکل و از نوع لوسیت دار است که کمبود سیلیس دارند و دارای فوران نقطه‌ای است.
- در فوران مونالوا گدازه به صورت سیال و فوران به صورت شکافی بوده است.
- فوران کوه پله، ابتدا با خروج خاکستر و گاز و سپس به صورت انفجاری بوده است.
- فوران کوه بزیمانی مهیب‌ترین فوران انفجاری تاریخ معاصر است.
- مجموعه‌ای از سیل‌ها و دایک‌ها را می‌توان آثاری از آتش فشان نارَس دانست.

### اجزای ساختمان آتش فشان:

- × **دودکش:** رابط ماده گداخته درونی با سطح زمین است.
- × **نک:** بخش انتهایی قابل رؤیت دودکش را **نک** گویند.
- × **پیپ:** دودکش‌هایی که به وسیله برش انفجاری پر می‌شود را **پیپ** یا **پایپ** گویند.
- × **دیاترم:** دودکش‌های استوانه‌ای که قطر قاعده تحتانی آن کوچک‌تر از بخش‌های فوقانی است را **دیاترم** گویند که از سنگ‌های آذرین و یا برش پر شده است.
- دیاترم‌ها در نتیجه عملکرد گازهای تحت فشار بوجود می‌آیند.
- خروج بعضی توده‌های هیپرالکالن که سرشار از آب و CO<sub>2</sub> می‌باشد نظیر کیمبرلیت‌ها، کربناتیت‌ها و... با تشکیل دیاترم همراه است.

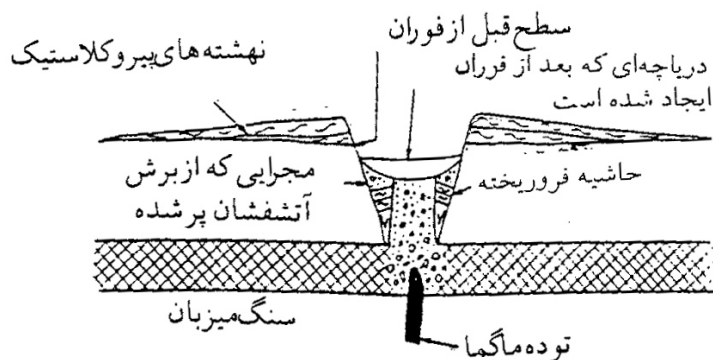


### × دهانه آتش فشان:

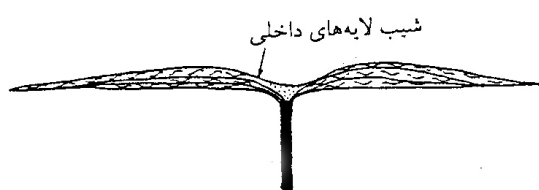
(۱) دهانه دریاچه مانند در آتش فشان نوع هاوایی دیده می‌شود.



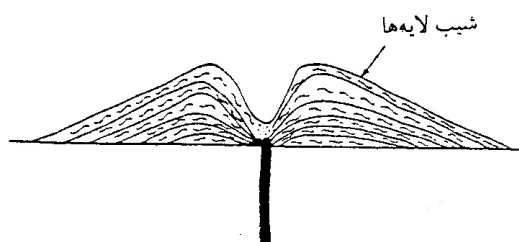
۲) **مآرها:** دهانه‌های انفجاری که بر اثر فوران آبدار به وجود می‌آید؛ به اشکال هلالی مآر آنتی دون گویند. در آنتی دون‌ها شیب تند به سمت جریان موج انفجار و شیب ملایم به سمت خارج است.



۳) **توف‌های حلقوی:** دهانه‌هایی که سطح فوران‌های قبلی را فرا گرفته و شیب داخل و خارج یکسان دارند و اساساً بازالتی‌اند.



۴) **مخروط‌های توفی:** اشکال مخروطی از مواد انفجاری؛ در مناطقی تشکیل می‌شود که آب‌های سطحی در تراز بالایی از مجرای خروج قرار گرفته باشد.



۵) **دهانه دروغین:** هنگامی که گدازه‌های بازالتی به آب دریاچه وارد می‌شوند، بوجود می‌آیند.

۶) **کالدرا:** گودی‌هایی که در ساختمان آتشفشان پدید می‌آید.

- **کالدرای انفجاری:** بر اثر انفجار و تراکم و فراوانی گازهای تحت فشار، دهانه وسیعی ایجاد می‌شود. مثال: آتشفشان بانداپی سان در ژاپن
- **کالدرای ریزشی:** فراوان‌ترین انواع کالدرا، بر اثر ریزش سقف آشیانه ماگما به وجود می‌آید؛ مثال: سبلان، دماوند.



○ **کالدرای فرسایشی:** بر اثر فرسایش جوی و یخچالی و بادی بوجود می‌آید، عموماً کمیاب‌اند و در آتشفشانهای قدیمی دیده می‌شود.

#### x مخروط آتش‌فشان:

- **استراتو ولکان:** مخروط‌های مرکب و لایه‌لایه که نتیجه فوران‌های آذرآواری و جریان گدازه بوجود می‌آیند و مشخص حاشیه صفحات فرورانش هستند.
- **سوما:** آتش‌فشان لایه‌لایه مرتفع دایره‌ای شکل و دهانه دار است، زمان استراحت آتشفشانهای لایه‌لایه معمولاً ۲ برابر زمان فعالیتشان است. ترکیب آن‌ها عمدتاً کالکو آلکالن و از آندزیت‌های بازالتی تا آندزیت و داسیت است.
- **پویی:** به معنی محل مرتفع در زبان فرانسه است.

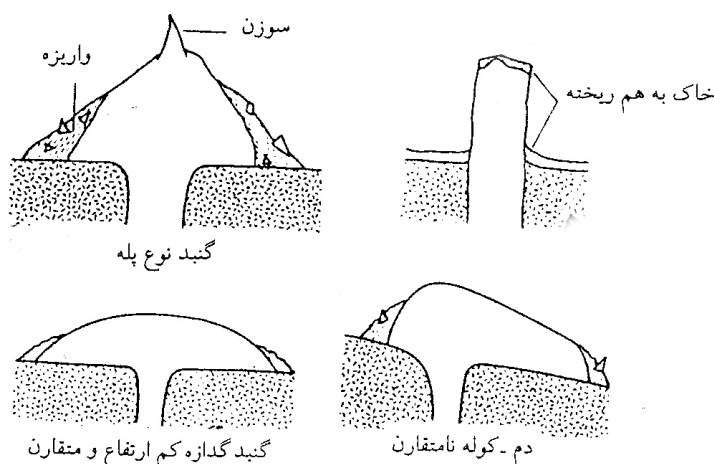
☞ ضریب گسترش عبارت است از نسبت ارتفاع (H) به شعاع (R) سطح قاعده مخروط آتش‌فشان اگر  $H/R < 1$  در این صورت مخروط و احتمالاً جریانی از گدازه خواهیم داشت. اگر  $H/R = 1$  باشد، در اینصورت توده‌های خروجی در اطراف روزنه خروج گنبد تشکیل می‌دهند. اگر  $H/R > 1$  باشد، به جای مخروط، اشکال سوزنی داریم.

☞ مهم‌ترین عامل که در ضریب گسترش تأثیر دارد ویسکوزیته یا گرانروی است.

☞ ضریب انفجار نیز به گرانروی بستگی دارد و عبارت است از درصد مواد آذرآواری به کل مواد جامدی که از دهانه آتش‌فشان خارج می‌شود.

#### x گنبد:

- اگر مواد گداخته در اطراف نقطه خروج به صورت برآمدگی متقارن و نسبتاً مرتفع درآید. گنبد یا دم آتش‌فشان بوجود می‌آید که اختصاص به انواع ویسکوز و اسیدی دارد.
- **لاوادم:** اکسترزیون پهن، مسطح، متقارن و کم ارتفاع است.
- **کوله:** اکسترزیون ضخیمی که به علت شیب زمین در یک سمت به جریان می‌افتند و سطح آن موج‌دار و چین‌خورده است.
- **پلاگ:** توده‌های سنگی که مانند پیستون به بالا می‌آیند و پس از خروج تغییر شکل نمی‌دهند و در رأس آن نوعی منشور بندی مارپیچی دیده می‌شود.



◀ **اقسام ماگما:** ماگما شامل، مواد مذاب سیلیکاتی، عناصر فرار، انکلوژیونهای گازی حاصل از بخار آب، گازهایی که در ایجاد رگه‌های معدنی نقش عمده دارد، می‌باشد.

- **ماگمای بازیگ:** مقدار سیلیس کمتر از ۵۲ درصد، ویسکوزیته کم، دما زیاد با عناصر فرار اندک.
- **ماگمای اسیدی:** مقدار سیلیس بیش از ۶۳ درصد، ویسکوزیته زیاد و حاوی گاز و مواد فرار نسبتاً زیاد و دمای کمتر از ماگمای بازیگ.
- **ماگمای حد واسط:** بین ۵۲-۶۳ درصد سیلیس و اختصاصات فیزیکی حد واسط بین ماگمای بازیگ و اسیدی دارد.

◀ **منشأ ماگما:** بر حسب موقعیت ۳ مکانیسم در ایجاد ذوب مؤثر است:

- ☼ **افزایش دما در اثر فشار ثابت:** گرمای حاصل از حرارت درونی زمین و تشعشع مواد رادیواکتیو باعث تضعیف پیوندهای اتمی می‌شود.
- ☼ **کاهش فشار در دمای ثابت:** صعود مواد سازنده گوشته به شکل جریان جابجایی یا دیابیری که با کاهش فشار توأم است.
  - ✓ در گوشته زمین عملکرد فشار بیش از تأثیر گرماست.
  - ✓ اگر کاهش فشار با کاهش دما همراه نباشد می‌تواند، موجب ذوب بخشی گوشته شود.
- ☼ **ازدیاد مواد فرار نظیر آب:** یک سنگ آبدار نسبت به سنگ خشک شاید در دمای کمتر، ذوب شود.
- ☼ **ذوب در نتیجه حرکت اصطکاکی:** در نتیجه ایجاد استرس برشی در لایه‌هایی با اختصاصات فیزیکی متفاوت تغییر شکل غیریکنواخت بروز می‌کند و هر لایه با سرعت متفاوتی تغییر شکل می‌دهد.

◀ **رابطه بین شکل آتش‌فشان و ترکیب گدازه‌ها:**



- **بازالت های جلگه‌ای:** از وسیع‌ترین فوران‌های منفرد است و گدازه‌های سازنده‌ی آن از ویسکوزیته بسیار کمی برخوردار است.
- **مخروط خاکستر:** اساساً در اثر دخالت آب بوجود می‌آید.
- **آتش‌فشان‌های ریولیتی:** فاقد مخروط مرتفع هستند آن‌ها را آتش‌فشان‌های وارونه در نظر می‌گیرند. این آتش‌فشان‌ها خاص مناطق کششی است، مانند ریفت‌ها، گرابن‌ها و حاشیه حوزه‌های قاره‌ای به شمار می‌آیند.
- ✓ چشمه‌های آبگرم آتش‌فشان‌های ریولیتی محیط مناسبی برای تشکیل طلا و نقره با منشأ گرمابی هستند.
- **روانه‌های گوگردی:** آتش‌فشان‌هایی که ترکیب آندزیتی یا داسیتی داشته باشند مقدار زیادی گوگرد در اطراف قله خود ته‌نشین می‌کنند.
- **روانه‌های مانیتیتی:** به شدت حفره‌دار و منظره طنابی شکل در سطح دارند.
- ✓ معدن آهن اسفوردی از روانه مانیتیتی ناشی شده است.

#### ◀ ایالت سنگ‌شناسی:

- ☼ منطقه وسیعی که در طی یک دوره فعالیت ماگمایی، سنگ‌های آذرین هم‌خانواده در آن نفوذ کرده یا از آن خارج شده باشد. مثال: ایالت سنگ‌شناسی توله
- ☼ سنگ‌های یک ایالت سنگ‌شناسی اصولاً از یک ماگمای مشترک به وجود آمده و نسبت به هم، هم‌خون هستند. مثال: کمپلکس بوشولد

#### ◀ سری سنگ‌های آتش‌فشانی:

- بنا به پیشنهاد سنگ‌شناسان انگلیسی ۳ سری سنگ‌شناسی آتش‌فشانی وجود دارد:
  - (۱) سری پاسیفیک: سری کالک آلکالن
  - (۲) سری آتلانتیک: آلکالی
  - (۳) سری مدیترانه: پتاسیک.
- سنگ‌های آذرین مناطق کوهزایی بیشتر کلسیک هستند و سنگ‌های نواحی غیر کوهزایی آلکالن می‌باشد.
- **خط آندزیت:** خطی فرضی است که سنگ‌های حاشیه اقیانوس کبیر (مجموعه کالک آلکالن) را از سنگ‌های داخل اقیانوس کبیر (مجموعه آلکالن) جدا می‌کند.



سری پتاسیفیک	سری مدیرانه‌ای	سری آتلاتیک
الف: بازالت	الف: تراکی بازالت الیون‌داز	الف: بازالت اولیون‌دار
آندزیت	تراکی آندزیت	بازالت
داسیت	لازیت	تراکی آندزیت
ریوداسیت	تراکیت	تراکیت
ریولیت	تراکیت پتاسیک	تراکیت سدیک
ب: آندزیت	ب: ملی لیتیت لوسیت‌دار	ب: نفلینیت اولیون
داسیت	لوسیتیت	نفلینیت
ریوداسیت	تفریت لوسیت‌دار	تفریب نفلین‌دار
ریولیت	فنولیت لوسیت‌دار	فنولیت نفلین‌دار

سری ماگمایی	موقعیت تکتونیکی
تولیتی و گاهی آلکالن	ریف‌های اقیانوسی
تولیتی، آلکالن، پرآلکالن	ریف‌های قاره‌ای
کالک آلکالن، تولیتی و به‌ندرت آلکالن	منطقه فرورانش
تمام سری‌ها به‌استثنای کالک آلکالن	درون صفحه قاره‌ای

ویژگی‌های ژئوشیمیایی یک ماده مذاب تابع عوامل زیر است:

۱- درصد ذوب بخشی

۲- عمق منبع ذوب

۳- ترکیب ماده‌ای که ذوب می‌شود

۴- رژیم حرارتی موجود

۵- دخالت سیالات

- بنا بر رابطه ریتمن-کونو: هر قدر از اقیانوس به سمت قاره پیش برویم بر مقدار آلکالن به‌ویژه پتاسیم افزوده می‌شود، در وسط اقیانوس‌ها (بازالت تولیتی) و در حاشیه قاره‌ها سری‌های کالک آلکالن و در قاره انواع آلکالن وجود دارد.
- شدت فوران هر آتش‌فشان یا برحسب انرژی آزاد شده (E) و یا مواد خروجی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

$$E = Vj(T\alpha + \beta)$$

$\alpha$ : گرمای ویژه گدازه

V: حجم گدازه

T: دمای گدازه

$\beta$ : گرمای نهان گدازه

✓ در مورد مواد خروجی جامد فرمول به این صورت درمی‌آید:  $E = VgT\alpha$

◀ اقسام فوران‌های آتش‌فشانی: شامل سپری، استرومبولی، پله و انفجاری است.



- **سپری یا هاوایی:** مخروط آن کم ارتفاع ولی سطح قاعده وسیعی دارد و ویژگی آن برون‌ریزی آرام مواد مذاب است، ترکیب گدازه‌ها عمدتاً بازالتی است؛ مثال: مونا لوا و کیلوئه
- **استرومبولی:** مخروط آن‌ها از قطعات پرتابی و گدازه تشکیل شده است. انفجارها زیاد ولی منقطع است. فاسیس‌های مخروط استرومبولی شامل:
  - **فاسیس قله مخروط:** فاقد لایه‌بندی و نظم دانه‌ای به رنگ قرمز است.
  - **فاسیس پای مخروط:** فاقد مواد دانه‌درشت و دارای لایه‌بندی و رنگ سیاه یا خاکستری دارند.
  - **فاسیس سوپو دراژ (پودر پاشی):** دارای بیش از ۹۵ درصد لاپیلی حفره‌دار سبک فاقد لایه‌بندی مشخص است و رنگ آن سیاه است.
  - **فاسیس جابجایی:** شامل قطعات پرتابی جابجا شده و شاخص حاشیه صفحات در مناطق فرورانش هستند.
- **نوع پله:** مواد خمیری از خود خارج می‌کنند و گنبد یا سوزن تشکیل می‌دهند.
  - ✓ پرلیت پومیسی یا پومیس‌های لایه‌لایه نشانه خروج آرام گاز است.
- **نوع انفجاری شدید:** گدازه دارای ویسکوزیته زیاد و با گازهای فراوان همراه است و شامل نوع ولکانو (اساساً آندزیتی تا داسیتی) و نوع پلینی و سورستی (نتیجه فوران مواد مذاب در تماس با آب)
  - ✓ ایگنمبریت مشخص تمام برش‌های پونسی است که از ابر به وجود می‌آیند.
- ☞ **فوران‌های خطی غیر انفجاری:** جنس گدازه این نوع فوران‌ها بیشتر بازالتی (تولئی ایت) و بسیار روان است و به بازالت طغیانی معروف است و با توجه به گستردگی زیاد آن را تراپ می‌نامند. مهم‌ترین ویژگی سنگ‌شناسی این بازالت‌ها نداشتن نفلین و سیلیس زیاد و آهن است.
- ☞ **فوران‌های زیردریایی:** وجود ژیزمان‌های بالشی از اختصاصات فوران‌های زیردریایی است.
- ☞ **فوران‌های زیر دریاچه‌ای:** این فوران‌های تشکیلات آذرین خاصی را به وجود می‌آورد که به آن پپریت گویند و از دو بخش (۱) آتش‌فشانی (قطعات گدازه)؛ (۲) رسوبی (سیمان مارن-آهکی و سیلیس) تشکیل شده است.
  - ✓ رنگ قرمز و گدازه هوادار نشانه فوران هوایی است.
  - ✓ گدازه بالشی و گدازه زئولیت دار سبز معرف فوران در محیط آبی است.
- ☞ **فوران‌های زیر یا داخل یخچالی:** ترکیب شیمیایی از بازالت تا ریولیت متغیر است، فوران‌های بازالتی به دو شکل دیده می‌شود: (۱) تنیدا (پشته‌های شیب‌دار)؛ (۲) توپا (پشته‌های کم شیب صفحه‌ای شکل).



### گازهای آتش فشانی

- ☞ با کاهش فشار حلالیت گازها کاهش می‌یابد و در نهایت پدیده وزیکولاسیون رخ می‌دهد.
- ☞ پدیده سوبلیمه شدن که بر اثر آن گازهای آتشفشانی، کانی‌هایی بر سطح مجرای عبور بر جا می‌گذارند که ممکن است در تعیین ترکیب گازهای آتشفشانی بکار رود.
- ☞ نحوه به دست آوردن گازهای اصلی آتشفشانی در مورد نوع هاوایی؛ گاز مستقیماً از سطح دریاچه گدازه به دست می‌آید و در نوع استرومبولی از تجزیه گدازه‌های تازه به دست می‌آید.
- ☞ گازهای آتشفشانی احیاکننده هستند که فراوانی آهن دو ظرفیتی در ماگما مؤید این مطلب است.
- ☞ **سولفات‌ها:** خروج بخار آب سولفید هیدروژن دمای ۹۰ تا ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد که در تمام مناطق آتشفشانی دیده می‌شود؛ یکی از اهمیت‌های اصلی خروج بخار آب استخراج اسید بوریک است.
- ☞ **موفت:** فومرول‌های سرد که از هوای معمولی کمی گرم‌تر است
- ☞ **ژیژر:** عبارت است از پرتاب آب سفره‌های آبدار که به دمای جوش رسیده باشد.

### زمان بین دو فوران به عوامل زیر بستگی دارد:

- (۱) قطر شکاف‌ها
- (۲) سرعت پر شدن شکاف‌ها به وسیله آب‌های سطحی
- (۳) مقدار گاز و بخار آب که در واحد زمان به شکاف وارد می‌شود
- (۴) درجه زمین‌گرایی منطقه

### سرد شدن گدازه

- سرد شدن سریع سبب تولید شیشه‌های آتشفشانی می‌شود.
- هرگاه بخش سطحی گدازه نیمه جامد باشد و به وسیله جریان‌های زیرین حمل گردد، گدازه قطعه‌قطعه، شکل می‌گیرد.

### انواع گدازه‌ها

- گدازه اسکوریا یا آآ: گدازه‌ای با سطح خشن و ناهموار به صورت قطعات با رنگ تیره و مات و حاشیه نامنظم و خمیده
- گدازه صاف یا پاهوهو: گدازه روان، فاقد گاز با سطح صاف و هموار
- گدازه تو مولوئید یا قبر مانند بر اثر جریان آخرین مرحله حرکت در مناطق مسطح یا در پیشانی روانه و بر اثر افزایش فشار هیدروستاتیک، بادکردگی و جوانه‌هایی تولید می‌کنند که بر اثر انقباض منظره چندوجهی به خود می‌گیرند که به آن **تومولوئید** گویند.

- ☞ مخروط‌هایی کوچکی از اسکوری که بر اثر خارج شدن گاز به همراه انفجار ضعیف از گدازه در حال سرد شدن حاصل می‌شود **هورینیتو** نام دارد.



- ☞ به خاک‌های قدیمی و پخته شده و تغییر رنگ یافته که در قسمت تحتانی گدازه تشکیل می‌شود خاک فسیل یا پائوسل گفته می‌شود.
- ☞ اشکال بالشی مشخص فوران‌های زیردریایی بازالت‌ها و آندزیت‌ها و تفریت‌ها است و نشانه سرد شدن سریع ماگمای سیال در مجاورت با آب و رسوبات لجن مانند کف دریاست و شکل بالش‌ها مربوط به کشش سطحی گدازه است و در شناسایی کف دریای قدیمی مفید است.
- ☞ شکستگی‌های هرم مانند که در هنگام انجماد در بالش‌ها بوجود می‌آیند که رأس آن متوجه مرکز و قاعده آن در سطح بالش قرار دارد.
- ☞ اندازه بالش‌ها تابع ۲ عامل است: ۱- فشار زیاد گدازه ۲- سرد شدن سریع
- ☞ سرد شدن سریع گدازه‌های اسیدی و ویسکوز تولید شیشه‌های آتشفشانی می‌کند که به آن منظره پرلیتی می‌دهد.

#### ◀ مواد جامد (منفصل) آتشفشانی

- کلیه پرتابه‌های منفصل و ناپیوسته را تفرا گویند.
- تفاوت بلوک و بمب در آن است که اولی به صورت جامد و دومی به صورت مایع از دهانه پرتاب می‌شود.
- قطعاتی که قطر آن‌ها ۶۴ تا ۲۵۶ میلی‌متر و بزرگتر باشد، تخته‌سنگ نام دارد و به تخته‌سنگ حفره‌دار اسکوری گویند.
- ذرات با قطر بین ۲ تا ۶۴ میلی‌متر لاپیلی نامیده می‌شود و انواع لاپیلی حفره‌دار پوزولان نام دارد.
- پوک‌ه معدنی نوعی لاپیلی حفره‌دار است که از گدازه اسیدی حاصل شده است.
- ذرات با قطر ۰,۰۶ تا ۲ میلی‌متر خاکستر درشت و ذرات با قطر کمتر از ۰,۰۶ را خاکستر ریز گویند.
- اگر رسوبات توفیت منشأ دریاچه‌ای داشته باشد سینریت نامیده می‌شود.

#### ◀ مواد جامد به هم پیوسته آتشفشانی

- سنگ‌های به هم پیوسته که قطعات سازنده آن در حد تخته‌سنگ و زاویه‌دار است، برش نام دارد.
- در صورتی که میانگین اندازه قطعات کمتر از ۶۴ میلی‌متر باشد، توف نام دارد و شامل انواعی مانند:
  - توف شیشه‌ای (با قطعات شیشه و پونس فراوان)
  - توف بلورین (دارای قطعات بلورین فراوان)
- اگر اندازه پیرو کلاستها بیش از ۶۴ میلی‌متر باشد و از قطعات مدور تشکیل شده باشد، این سنگ به هم پیوسته آگلومرا نام دارد.





◀ **نهشته‌های ولکانی کلاستیک:** این نهشته‌ها از نظر زایشی به ۳ دسته تقسیم می‌شوند:

- **اتوکلاستیک‌ها:** در نتیجه حرکت و جریان گدازه در سطح زمین و یا انفجارات آتشفشانی و تخریب گنبد و سوزن به وجود می‌آید
- **پیروکلاستیک‌های ریزشی:** از سقوط و ته‌نشینی پرتابه‌های آتشفشانی تشکیل می‌شود.
- **پیروکلاست‌های جریانی خود** به ۳ دسته تقسیم می‌شود:
  - **ایگنمبریتها:** توفهای جوش خورده با ترکیب اسیدی و بسیار سیال؛ لایه‌های ایگنمبریتی به‌طور جانبی به توفهای پومیسی و جوش نخورده تبدیل می‌شوند، عامل اصلی تشکیل مذاب‌های ایگنمبریتی پدیده سیال شدن ماگمای اسید است.
  - ✓ ایجاد درز و شکاف و شکستگی‌های خطی از اختصاصات فوران‌های ایگنمبریتی است.
  - **نهشته‌های موجی:** این نهشته‌ها در ارتباط با فوران‌های فراتو ماگمایی (در اثر تماس ماگما با آب‌های زیرزمینی یا سطحی) هستند.
  - **لاهار یا جریان گل‌های آتشفشانی:** به سیل‌هایی از گل آتشفشانی که نهشته‌های آن فاقد چینه‌بندی و جور شدگی است و ممکن است سرد یا گرم باشد.
  - ✓ نهشته‌های ریزشی مانند برف همه‌جا را می‌پوشانند اما نهشته‌های جریانی فقط در گودی‌ها انباشته می‌شود.

◀ **مواد منفصل آتشفشانی**

- **خاکستر:** مواد نرم پودری شکل که از دانه‌های ریز گدازه یا خرد شدن سنگ‌های جدار دودکش حاصل می‌شود. گسترش این مواد به شدت انفجار و وزش باد بستگی دارد.
- **پونس یا پومیس:** قطعات جامد شیشه‌ای، سبک، حفره‌دار که از ماگمای ویسکوز و اسیدی که تحت فشار زیاد باشد و دهانه ناگهان باز شود حاصل می‌شود.
- ✓ **سنگ‌پا نوعی پومیس** است که از گدازه حد واسط تا بازیک به وجود آمده است.
- **اسکوری:** قطعاتی که به‌صورت مایع پرتاب و سریعاً سرد شده و تعداد حفرات آن کمتر از پومیس است. دیواره اسکوری ضخیم‌تر و وزن آن بیشتر از پونس است.
- **بمب:** قطعات گدازه که در اثر پرتاب به حالت جامد در می‌آید و شکل آن تابع غلظت گدازه است
- ✓ **ماگمای غلیظ تولید بمب‌های قشر نانی می‌کند.**
- **اشک‌های گدازه:** یخ‌های نازک شیشه‌ای که از گدازه خیلی روان‌تر است.
- **لاپیلی:** قطعات با قطر بین ۲ تا ۶۴ میلی‌متر



✓ رابطه بین دما و ترکیب ماگما: در نواحی دما بالا و نزدیک به ستیغ اقیانوس، بازالتها سیلیس زیادتری دارند.

### ◀ مرز بین صفحات و عملکرد آنها

۱. **مرزهای همگرا (فرورانش):** محل وقوع آتشفشانهای بازالتی و تجدید پوسته اقیانوسی هستند، به آتشفشان در حاشیه این صفحات، آتشفشان کمپرسیونی گویند. ۴ حالت در این مرز رخ می‌دهد:

(۱) فرورانش یک صفحه اقیانوسی به زیر صفحه اقیانوسی دیگر

(۲) فرورانش صفحه اقیانوسی به زیر قاره‌ای: لیتوسفر در امتداد بنیوف به زیر صفحه قاره‌ای کشیده می‌شود و با گسترش آتشفشانهای عظیم آندزیتی و ضخامت زیاد لبه قاره‌ای کشیده می‌شود و با گسترش آتشفشانهای عظیم آندزیتی و ضخامت زیاد لبه قاره‌ای توأم است. این آتشفشانها غالباً انفجاری‌اند و استراتوولکان‌هایی را با مخروط مرتفع و قطر قاعده بزرگ به وجود می‌آورد.

(۳) فرورانش صفحه اقیانوسی به زیر قاره‌ای: با پیدایش جزایر قوسی (حدفاصل بین گودال اقیانوس و قاره مجاور)، در جلوی قاره به ترتیب: دراز گودال، جزایر آتشفشانی، دریای حاشیه‌ای به وجود می‌آید.

(۴) برخورد دو صفحه قاره‌ای: در محل برخورد چین‌خوردگی و گسل اتفاق می‌افتد و ضخامت لیتوسفر زیاد می‌شود.

۲. **مرزهای واگرا:** محل وقوع زلزله و آتشفشان است؛ به آتشفشان در حاشیه این صفحات کششی یا ریفیتی گویند که شامل ریفت‌های اقیانوسی و قاره‌ای است.

✓ شواهد دال بر گسترش کف اقیانوس‌ها شامل:

- وجود جزیره آتشفشانی
- گسل‌های دگرشکلی که بر پشته میان اقیانوسی عمود است
- گی یوها مخروط‌های کامل (سی مونت) و ناقص (گی یو) که با ستیغ کف اقیانوس ارتباط نداشته باشد.

۳. **مرزهای تغییر و تبدیل:** در این مرز صفحات از کنار هم عبور می‌کنند و در امتداد این گسل‌ها مرزهای واگرا و هم‌گرا با هم جفت و جور می‌شوند. به آتشفشان در این مناطق **اینترا پلیت** یا **میان‌قاره‌ای** گویند. آتشفشانهای قدیمی که بر اثر مکانیسم نقاط داغ بوجود آمده‌اند بازیک تر و دارای  $TiO_2$  بیشتری هستند.

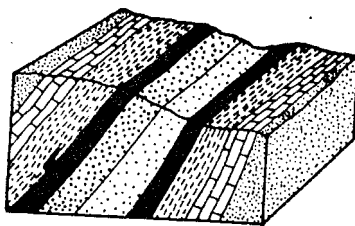


- ◀ آتش‌فشان‌های قاره‌ای: عموماً آلکالن یا کالک آلکالن هستند و انواع آندزیتی فراوان‌تر است، مقدار آلکالن به سمت قاره افزایش می‌یابد و بر اثر ذوب بخشی گوشته فوقانی، در فشار زیاد تولید می‌شود.
- ◀ آتش‌فشان‌های جزایر قوسی: به زون لرزه‌ای بنیوف وابسته‌اند و فعالیت آن‌ها اکثراً بازالتی است و به صورت کمانی است که قسمت مقعر به سمت خشکی و قسمت محدب آن به سمت اقیانوس است.
- ✓ اختصاصات جزایر قوسی شامل: فعالیت انفجاری - کانون عمیق لرزه‌ای - شدیدتر بودن گستره جریان حرارتی از سمت قاره - منفی بودن ناهنجاری ثقلی در سمت قاره - ژرفای زیاد در سمت اقیانوس.
- آتش‌فشان‌های اقیانوسی: ماگمای مادر آن تولیت اقیانوسی است و مقدار  $K_2O$  آن بسیار کم است.
  - آتش‌فشان جزایر اقیانوسی: این جزایر از نوع آلکالن است و به صورت کلاهیکی روی گدازه‌های تولیتی قدیمی را پوشانده است.
  - آتش‌فشان‌های پشته میان‌اقیانوسی: ترکیب آن اساساً از بازالت (M.O.R.) است و با محور پشته میان‌اقیانوسی موازی است.
  - ✓ در نوارهای کوهزایی قدیمی، باقیمانده پوسته اقیانوسی به صورت منشورهای به هم افزوده یا قطعات مجزا بر روی لبه صفحه رو رانده و توفهای آتشفشانی پدید می‌آید.
  - آتش‌فشان‌های وسط صفحه اقیانوسی: نوع گدازه‌ها بازالتی و ترکیب آن‌ها متفاوت است و به صورت سی مونت یا رشته جزایر آتشفشانی پدید می‌آید.
  - آتش‌فشان وسط صفحه قاره‌ای: ترکیب آن‌ها اساساً بازالت است که به صورت پهنه وسیعی ظاهر می‌شود و به آن بازالت جلگه‌ای و یا بازالت طغیانی گویند.
  - آتش‌فشان‌های ریفتهای قاره‌ای: ترکیب سنگ‌شناسی متنوع دارند، در ابتدا شرایط قاره‌ای و سپس با فرونشستن گرابن میانی شرایط دریایی برقرار می‌شود.
  - آتش‌فشان حاشیه قاره‌ای: ترکیب آن بیشتر از نوع کالک آلکالن است و وفور آتشفشانهای اسیدی و گرانیتوئیدهای همزمان دال بر دخالت پوسته در تولید مواد مذاب است.
  - آتش‌فشان جزایر قوسی: به موازات محور دراز گودال‌های اقیانوسی قرار دارد و به ترتیب بعد از گودال شامل: منطقه منشور به هم افزوده، قوس جبهه‌ای، دریای حاشیه‌ای و قوس برجامانده است.
  - ✓ سنگ بوکینیت (بازالت یا آندزیت غنی از منیزیم، کرم و نیکل) به‌عنوان ماگمای اصلی جلوی قوس‌های آتشفشانی معرفی شده است.
  - آتش‌فشان‌های منفرد کف اقیانوس: سنگ‌های آتشفشانی آن غالباً از نوع سدیگ و بعضاً تا فنولیت تفریق یافته‌اند و در موارد نادر از نوع آلکالن پتاسیک است.

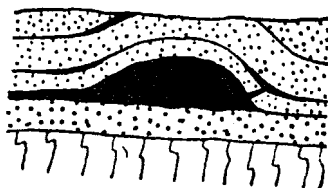
پیوست:

◀ اشکال توده‌های نفوذی:

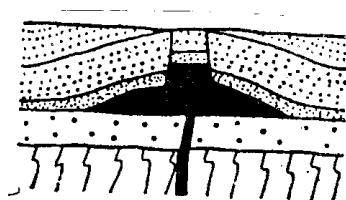
- \* **دایک:** توده نفوذی لایه‌ای شکل که طبقات سنگ درون گیر خود را قطع کرده‌اند و شامل انواع مخروطی، شعاعی و حلقوی می‌باشند.
- \* **باتولیت:** توده نفوذی بسیار بزرگی که قطرشان متناسب با عمق افزایش می‌یابد و مثال آن **توده الوند** است.
- \* **سیل:** اگر مواد گداخته‌ی تزریقی با لایه‌های رسوبی هم‌جهت باشد (شکل زیر).  
 ○ ماگمایی که به سطح زمین نمی‌رسد؛ در شبکه‌های درز و شکاف (دیاکلاز) و بین لایه‌ها تزریق می‌شود.



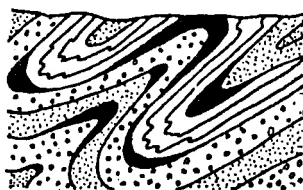
- \* **لاکولیت:** توده نفوذی عدسی شکل که با سنگ‌های درون گیر هم‌شیب می‌باشند (شکل زیر).



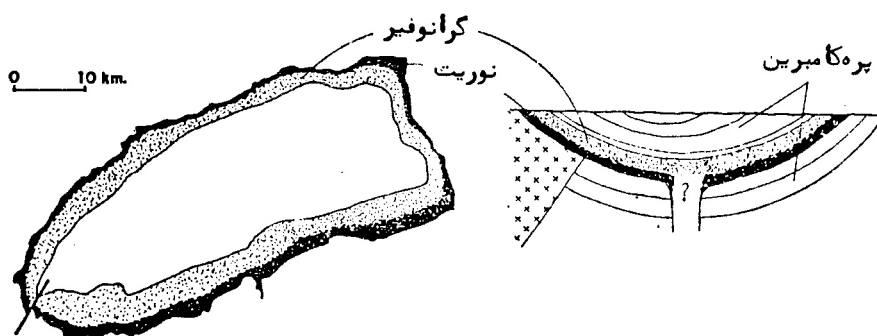
- \* **بیسمالیت:** لاکولیتی است که سقف آن به طرف بالا جابجا شده است (شکل زیر).



- \* **فاکولیت:** مواد مذابی که فضای کم‌فشار بین طبقات چین‌خورده را در امتداد لولای چین پر می‌کند. (شکل زیر)



× لوپولیت: اشکالی از انجماد مواد گداخته که به صورت ناودیس در بین لایه‌های رسوبی تزریق می‌شود.



فهرست منابع سنگ‌شناسی آذرین:

- ۱- پتروگرافی و پترولوژی سنگ‌های آذرین، دکتر معین وزیری و علی احمدی - دانشگاه خوارزمی
- ۲- نام‌گذاری و طبقه‌بندی جامع سنگ‌های رسوبی، آذرین و دگرگونی، دکتر آدابی و دکتر کریم پور، دانشگاه فردوسی مشهد و دانشگاه شهید بهشتی
- ۳- پترولوژی سنگ‌های آذرین، دکتر کریم پور - دانشگاه فردوسی مشهد
- ۴- سنگ‌شناسی (جلد ۱ و ۲)، دکتر سرابی، دکتر ایران پناه، دکتر زرعیان، دانشگاه تهران
- ۵- سنگ‌شناسی آذرین، فلوریز خیری، انتشارات دانشگاه پیام نور