

مجموعه‌های پتروکتونیک

ترجمه: مبرک کوهستانی*

کلید واژه‌ها:

سنگ آذرین، سنگ دگرگونی، سنگ رسوبی، مرکز گسترش، حوضه‌ی پیش قوسی، حوضه‌ی پشت قوسی، گسل ترانسفورم، مجموعه‌ی پتروکتونیک، منطقه‌ی فرورانش، حاشیه‌ی غیرفعال، قوس آتشفشانی، درون قاره‌ای، درون ورقه‌ی اقیانوسی، خاستگاه تکتونیک.

مقدمه

در این نوشتار، اطلاعاتی درباره‌ی انواع اصلی سنگ‌ها در هریک از سه دسته‌ی آذرین، رسوبی و دگرگونی، و جزئیات توصیفی و نظریات پتروژنتیکی به طور خلاصه ارائه شده‌اند. این داده‌ها در مجموع نگرشی درباره‌ی سرگذشت و تاریخچه‌ی پیدایش سنگ‌های پوسته‌ای به ما می‌دهند.

سنگ‌های آذرین

مشخص شده است که سنگ‌های آذرین باید از ماگماها (مایعاتی که در اثر ذوب بخشی در گوشته و در قاعده‌ی پوسته تشکیل شده‌اند) متبلور شده باشند. انواع گوناگون ماگماهای بازالتی اولیه، مذاب‌های اصلی گوشته به حساب می‌آیند و مذاب‌های آندزیتی، کوماتیتی و... نیز در شرایط خاص تشکیل

سنگ‌های رسوبی

سنگ‌های رسوبی در اثر مجموعه‌ای از فرایندهای متفاوت رسوبگذاری در سطح زمین تشکیل می‌شوند. سنگ‌های آواری از هر دو نوع سیلیکاته و کربناته، هنگامی تشکیل می‌شوند که هوازدگی و فرسایش سرزمین‌های منشأ، رسوباتی را ایجاد می‌کند که بعداً از طریق بارش رسوبات، جریان‌های کششی^۳ یا زمین

می‌شوند. مذاب‌های ریولیتی اصولاً از ذوب بخشی سنگ‌های قاعده‌ی پوسته حاصل می‌شوند. «اختلاط ماگمایی»^۱ و دیگر تغییرات ماگماهای بازالتی و ریولیتی، ماگماهای گرانودیوریتی، آندزیتی و دیگر ماگماهای متداول را تولید می‌کند. ماگماها به سمت سطح زمین حرکت می‌کنند و در مسیر حرکت خود، گرما از دست می‌دهند. تغییر ترکیب ماگما از راه هضم سنگ میزبان، اختلاط با ماگماهای دیگر، یا در اثر فرایندهای متفاوت تفریق، همگام با حرکت ماگما رخ می‌دهد. اگر از دست رفتن گرما چشمگیر باشد، به تبلور سنگ‌های پلوتونیک^۲ در اعماق منجر می‌شود، اما اگر از دست رفتن گرما اندک باشد، این امکان را می‌دهد که ماگماها به سطح زمین منتقل شوند و سنگ‌های آتشفشانی را ایجاد کنند.

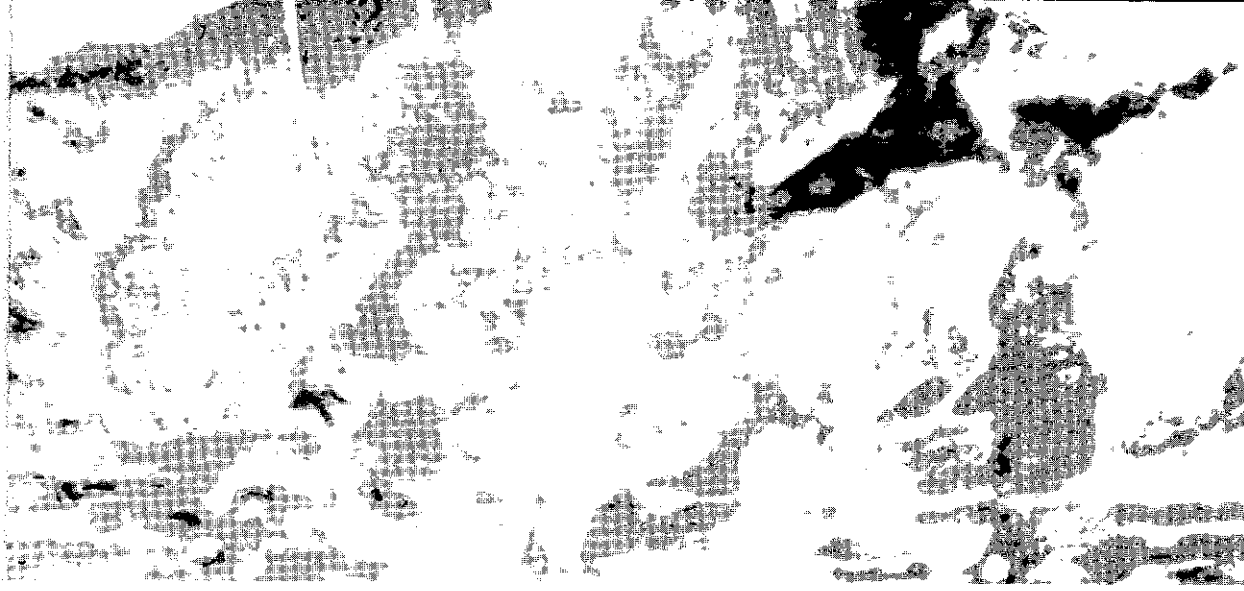


۱. در پوسته‌ی اقیانوسی، به‌خصوص جایی که فعالیت گرمایی چشمگیر است.
۲. در رشته‌کوه‌های تازه تشکیل شده که دفن شدن چینه‌شناختی یا ساختمانی، فشاری را در دمای کم اعمال کرده و در نهایت، سرزمین‌های دگرگونی ناحیه‌ای P/T بالا را به وجود می‌آورد.
۳. در رشته‌کوه‌های قوسی، و برخوردی که توده‌های نفوذی سنگ‌های آذرین و رسنایی حرارتی حاصل از گوشته، در مقیاس محلی و ناحیه‌ای به گرم شدن می‌انجامند و به ترتیب، دگرگونی مجاورتی و ناحیه‌ای را سبب می‌شوند.
۴. زیر آتشفشان‌ها که ماگماها، سنگ‌های اطراف خود را گرم می‌کنند.
۵. در امتداد مناطق گسلی که دگرگونی حرکتی، سنگ‌های میلونیتی و کاتاکلاستیک را ایجاد می‌کند.
۶. درون پوسته‌ی قاره‌ای، هم در اعماق و هم در امتداد مناطق گسلی.
۷. در گوشته.

لغزه‌ها و جریان‌های خرده سنگی در زیر دریا یا در خشکی، ته‌نشین می‌شوند. رسوبات شیمیایی متفاوت در شرایط متغیری از pH و Eh، با تبلور از محلول‌های آبگون تشکیل می‌شوند. فعالیت باکتری‌ها، در تسهیل رسوبگذاری بیوشیمیایی بسیاری از رسوبات شیمیایی مهم است. خود رسوبات و ویژگی‌های آن‌ها نشان دهنده‌ی محیط‌های رسوبگذاری آن‌هاست. دلناها، جایگاه بیش‌ترین تجمع رسوبات در مرز تماس قاره- اقیانوس به حساب می‌آیند و محیط‌های دریایی کم عمق (ساحل، فلات قاره، ریف^۴) و مخروط افکنه‌های زیردریایی، مقادیر عظیمی از رسوبات دریایی را در خود جای می‌دهند. رسوبات تشکیل شده در هر کدام از این محیط‌ها، از طریق چندین فرایند دیاژنتیکی، از جمله تراکم، سیمانی شدن و تبلور دوباره، به سنگ‌های رسوبی تبدیل می‌شوند.

سنگ‌های دگرگونی

هر جا که سنگ‌های آذرین، رسوبی یا دگرگونی قبلی در شرایط جدیدی از فشار و دما، به‌خصوص در حضور فاز سیال قرار می‌گیرند، دچار دگرگونی می‌شوند. چنین تغییراتی در محیط‌های زیر پدیدار می‌گردند:



فرایندهای دگرگونی شامل فرایندهای متفاوت تبلور دوباره و تبلور کانی‌های جدید است که غالباً به تشکیل بافت‌ها و مجموعه کانی‌های جدید در سنگ‌های دگرگونی منجر می‌شوند. عواملی همچون ترکیب کلی سنگ، ترکیب فاز سیال و شرایط P-T، مجموعه فازهایی را که از این فرایندها حاصل می‌شوند، کنترل می‌کنند.

سنگ‌ها و مرزهای ورقه‌های لیتوسفری

همه‌ی فرایندهایی که سنگ‌های پوسته را تولید می‌کنند و تغییر می‌دهند، در خاستگاه‌های ویژه‌ای در حاشیه‌ها یا درون ورقه‌های تکتونیکی رخ می‌دهند. هر خاستگاه با شرایط ویژه‌ای مشخص می‌شود که ترکیب شیمیایی، کانی‌ها، بافت‌ها و ساختارهای سنگ‌ها را کنترل می‌کند. بنابراین، ویژگی‌های گفته شده را می‌توان برای تشخیص خاستگاه‌های پتروژنتیکی سنگ‌های قدیمی به کار گرفت. آن‌ها در بهبود بخشیدن به درک و فهم سرگذشت این سنگ‌ها که یکی از هدف‌های پترولوژی است، به ما کمک می‌کنند.

انواع اصلی سنگ‌ها که در خاستگاه‌های پتروژنتیکی درون ورقه‌ها یا مرز ورقه‌ها پدیدار می‌شوند، در شکل ۱ نشان داده شده‌اند. هر خاستگاه پتروژنتیکی در درون یا در مرز ورقه‌ها، می‌تواند سنگ‌های (مجموعه‌های پتروژنتیکی^۵) نشان داده شده برای آن خاستگاه را ایجاد کند. در مراکز گسترش^۶، بازالت‌های تولییتی اقیانوسی یا «بازالت‌های پشته‌های میان اقیانوسی»^۷ (MORBs) از ماگماهایی حاصل می‌شوند که از ذوب بخشی پریدوتیت‌های گوشته‌ای در اعماق کم منشأ گرفته‌اند. MORBها یک پوشش لایه لایه و بالشی شده را روی دیگر سنگ‌های پوسته‌ی

اقیانوسی تشکیل می‌دهند که همراه با بازالت‌ها، توالی افیولیتی را می‌سازند. در زیر بازالت‌ها، کمپلکس دایک‌های صفحه‌ای، مشتقات پلوتونیک غیرلایه لایه، گابروهای کومولایی، سنگ‌های اولترامافیک و تکتونیت^۸‌های اولترامافیک گوشته‌ای در قاعده قرار دارند. از آن‌جا که پوسته در مراکز گسترش گسلش یافته است، حوضه‌ای تشکیل می‌شود که به طور مشخص برش‌های مافیک حاصل از به هم پیوستن قطعات خرد شده‌ی پوسته‌ی اقیانوسی و مقدار کمی رسوبات پلاژیک در آن جمع می‌شود. دگرسانی گرمایی ناشی از جریان آب دریا از درون سنگ‌های شکسته شده‌ی پوسته‌ای، دگرگونی گرمایی (مجاورتی) را در نزدیکی مناطق واقع بر روی اتاق ماگمایی مراکز گسترش ایجاد می‌کند. سنگ‌های حاصل از این دگرگونی، متعلق به رخساره‌ی زئولیت، پرهنیت-پومپلیت یا آلکیت-اپیدوت هورنفلس هستند. دگرشکلی و برقراری تعادل مجدد گسترده‌ی سنگ‌های ماگمایی با دماهای پوسته در اعماق، به تشکیل تکتونیت‌های متاگابرو، آمفیبول شیست‌ها و سنگ‌های متعلق به رخساره‌ی شیست سبز و آمفیبولیت منجر می‌گردد. میلیونیت^۹‌ها و کاتاکلازیت‌ها^{۱۰} در امتداد گسل‌ها تشکیل می‌شوند.

گسل‌های ترانسفورم^{۱۱} که پوسته‌ی اقیانوسی را قطع می‌کنند، همان سنگ‌های موجود در مراکز گسترش را دارند. اما در محل این گسل‌ها معمولاً سنگ‌ها در اثر تنش‌های انحرافی^{۱۲} دچار دگرشکلی شده‌اند. ملانژهای افیولیتی و مناطق میلونیتی، مشخصه‌ی این نوع مناطق گسلی هستند. در جایی که پرتگاه بزرگی در امتداد گسل ترانسفورم تشکیل شود، برش‌های فرسایش یافته از پرتگاه می‌توانند نهشته شوند. در مناطق گسلی ترانسفورم در اقیانوس‌ها، رسوبات پلاژیک نیز بر جای گذاشته می‌شوند.

طیف گسترده‌ای از سنگ‌های رسوبی در مناطق گسلی ترانسفورم روی قاره‌ها تشکیل می‌شوند که شامل برش‌های لغزشی و جریان‌های خرده سنگی، شیل‌های دریاچه‌ای و ماسه سنگ، شیل و کنگلومرای رودخانه‌ای هستند.

بر جای گذاشته شدن رسوبات پلاژیک در اقیانوس‌های باز، فرایند سنگ‌ساز غالب به حساب می‌آید. سنگ‌های رسوبی ریزدانه همچون شیل، چرت و سنگ آهک زیست‌زاد، در محیط‌هایی تشکیل می‌شوند که تحت کنترل دمای آب، عمق آب و نزدیکی به خشکی یا آتشفشان‌ها قرار دارند.

محیط‌هایی شامل درازگودال^{۱۳}، حوضه‌های پیش‌قوسی^{۱۴}، منطقه‌ی فرورانش، قوس‌های آتشفشانی و نوارهای کوهزایی همراه آن‌ها، حوضه‌ی پشت قوسی^{۱۵}، و حاشیه‌های غیرفعال^{۱۶} پشت قوس با مناطق فرورانش همراهند. درازگودال و حوضه‌های پیش‌قوسی گرچه از لحاظ اهمیت متفاوتند، اما اساساً با وجود سنگ‌های رسوبی مشخص می‌شوند. این رسوبات عبارتند از:

آلیستوستروم‌ها^{۱۷}، وک‌های توربیدیتی^{۱۸} و سنگ‌های وابسته به آن‌ها، و شیل‌های پلاژیک. توربیدیت‌ها و آلیستوستروم‌ها به خصوص مشخصه‌ی مخروط افکنه‌های زیردریایی هستند که در درازگودال‌ها و در حوضه‌های شیب درازگودال در درون حوضه‌ی پیش‌قوسی تشکیل می‌شوند. سنگ‌های رسوبی که دگرشکلی رسوبی اندکی را متحمل شده‌اند و سنگ‌های رسوبی که در اثر حرکت دچار تبلور مجدد شده‌اند نیز ممکن است، در منطقه‌ی پیش‌قوسی تشکیل شوند. ملانژهای دیابیری در برخی از مناطق پیش‌قوسی نفوذ می‌کنند و ممکن است به تشکیل آلیستوستروم‌ها منجر شوند. به ندرت ممکن است ماگماها به درون سنگ‌های پیش‌قوسی و درازگودال نفوذ کنند و باعث تشکیل

پلوتون‌ها و رخداد دگرگونی مجاورتی شوند.

منطقه‌ی فرورانش، یک منطقه‌ی دگرگونی و آتاکسی^{۱۹} است. سنگ‌های حمل شده با ورقه‌ی در حال فرورانش، در زیر منطقه‌ی پیش‌قوسی در معرض فشارهای فزاینده‌ی بالاتر قرار می‌گیرند، اما دما در اندازه‌ی کم باقی می‌ماند. برحسب مقدار دما، سنگ‌های رسوبی فرورانش کرده و پوسته‌ی اقیانوسی زیر آن‌ها در شرایط دمای کم تا متوسط رخساره‌ی زئولیت، پره‌نیت-پومپلایت، شیست آبی، شیست سبز، آمفیبولیت یا اکلوزیت دگرگون می‌شوند. این سنگ‌ها با فرورفتن به زیر ورقه‌ی رویی، گرم می‌شوند که در نتیجه به آیزدایی می‌انجامد. سپس فاز سیال ایجاد شده، به درون سنگ‌های اطراف مهاجرت می‌کند. در اعماق حدود ۱۰۰ تا ۲۰۰ کیلومتری، ذوب اندک سنگ‌های فرورانش کرده و ذوب بخشی چشمگیر سنگ‌های گوشته‌ی روی آن‌ها، به تشکیل ماگماهای نوع تولیتی، کالک آلکالن و آلکالن منجر می‌شود.

ماگماهای تولید شده در منطقه‌ی فرورانش، مواد سازنده‌ی قوس آتشفشانی را ایجاد می‌کنند. آن‌ها به سمت بالا می‌روند، در اعماق جایگیری می‌کنند و پلوتون‌ها را می‌سازند. یا در سطح زمین فوران می‌کنند و سنگ‌های آتشفشانی را پدید می‌آورند. این ماگماها در حین حرکت ممکن است دچار تفریق شوند و سنگ‌های میزبان را در خود هضم کنند. یا سنگ‌های قاعده‌ی پوسته را ذوب و ماگماهای سیلیسی تولید کنند. سپس خود با این ماگماهای تازه تشکیل شده اختلاط یابند و آندزیت‌ها را پدید آورند. ماگماهای سیلیسی فوران کرده، ریولیت‌ها و سنگ‌های آتشفشانی کم‌سیلیس را می‌سازند. یا اگر نتوانند به سطح زمین برسند، دچار تبلور می‌شوند و سنگ‌های سازنده‌ی پلوتون‌های

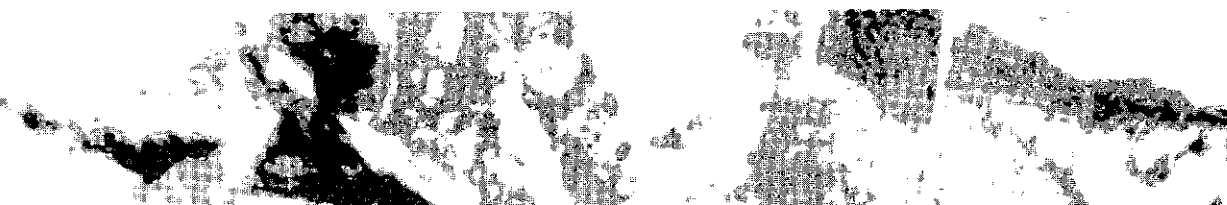


کالک آلکالن را به وجود می آورند. این سنگ‌های نفوذی به صورت گرانودیوریت‌ها و کوارتزموزنویت‌ها نمایان می شوند. تبلور ماگماهای کاملاً پرسیلیس، گرانیته‌ها را به وجود می آورد. تفریق ماگماهای گرانیتوئیدی همراه با تشکیل فاز سیال، می تواند به تبلور پگماتیت‌ها منجر شود.

کل مناطق اطراف توده‌های نفوذی در اعماق، در اثر جریان حرارتی گرم می شود و همراه با تنش‌های ناحیه‌ای ناشی از برخورد ورقه‌های لیتوسفری، دماهای (و فشارهای) لازم برای ایجاد سرزمین‌های ناحیه‌ای سنگ‌های دگرگونی حرکتی-حرارتی متعلق به رخساره‌ی شست سبز، آمفیبولیت و گرانولیت را فراهم می کند. در اعماق کم‌تر، دگرگونی مجاورتی در اطراف پلوتون‌های کم عمق (اپی زون) و متوسط (مزوزون) باعث تشکیل سنگ‌های رخساره‌ی زئولیت و انواع رخساره‌ی هورنفلس می شود. در سطح زمین، رسوبگذاری رودخانه‌ای، دریاچه‌ای و یخچالی به تشکیل رسوباتی منجر خواهد شد که اکثراً نابودشدنی هستند، اما برخی از آن‌ها باقی می مانند و بعد از سنگ شدگی، سنگ‌های رسوبی را به وجود می آورند.

حوضه‌ی پشت قوسی در اثر بالا آمدن گوشته تشکیل می شود. این بالا آمدن باعث ذوب بخشی، نفوذ ماگماها و در نتیجه، گسترش پوسته در منطقه‌ی واقع در سمت قوسی مقابل به منطقه‌ی فرورانش خواهد شد. سنگ‌های اصلی تشکیل شده، شبیه به «مورب‌ها» هستند، اما از لحاظ ترکیب شیمیایی اندکی تفاوت دارند. در این جا نیز دقیقاً مشابه با مراکز گسترش اقیانوسی، پوسته‌ی افیولیتی تشکیل می شود. گرچه وسعت ناحیه‌ای مراکز گسترش پشت قوس کم‌تر از مراکز گسترش اقیانوسی است، اما سنگ‌های گوناگون تشکیل شده، بسیار شبیه به سنگ‌های مناطق

پشته‌های میان اقیانوسی است. شاید مهم‌ترین استثنا این باشد که رخساره‌های رسوبی موجود در حاشیه‌ی حوضه‌های پشت قوسی با مجموعه‌های رسوبی پشته‌های میان اقیانوسی تفاوت دارند. در سمت قوسی حوضه، رسوبگذاری (و دیاژنز) سبب تشکیل وک‌های آتشفشانی و کنگلومراها و شیل‌های مرتبط با آن‌ها به عنوان سنگ‌های غالب خواهد شد. رسوبات حوضه‌ی مرکزی بسیار ریزدانه‌اند (لجن‌ها و سیلت‌ها) که شیل‌ها، سیلتستون‌ها و سنگ‌های آهکی و نیز مقداری توریدایت را ایجاد می کنند. در سمت قاره‌ای حوضه، سنگ‌های شاخص حاشیه‌های غیرفعال (آرنایت‌ها، سنگ‌های آهکی، دولوستون‌ها و شیل‌ها) از انواع اصلی و شاخص سنگ‌ها به حساب می آیند. حاشیه‌های غیرفعال قاره‌ها، به خصوص آن‌هایی که دارای ریف‌ها و فلات‌های وسیع هستند، و نیز دریا‌های درون خشکی، مکان‌هایی محسوب می شوند که مقادیر زیادی از سنگ‌های رسوبی که در قاره‌های امروزی به وجود می آیند، در آن‌ها تشکیل می شوند. در این جا انواع گوناگونی از سنگ‌های آهکی (شامل باندستون‌ها^۱ تا گل سنگ‌های آهکی) و دولوستون‌ها^۲ تشکیل می شوند. سنگ‌های آهکی اساساً حاصل رسوبگذاری بیوشیمیایی هستند. دولوستون‌ها عمدتاً از جریان سیالات سطحی و نزدیک سطحی و از درون سنگ‌های آهکی که منجر به تغییر ترکیب شیمیایی آن‌ها می شود، تشکیل می گردند. کوارتزآرنایت‌ها از رسوبات نهشته شده در دریا‌های وسیع درون خشکی و در امتداد خطوط ساحلی شکل می گیرند. شیل‌های فراوانی به صورت میان لایه، در درون این سنگ‌ها تشکیل می شوند. در محیط‌های در حال گذار به مناطق قاره‌ای (خلیج‌های دهانه‌ای، مرداب‌ها و دلتاهای مردابی)، رسوبات مادر برای انواع مختلف گل سنگ‌ها



و ماسه سنگ های همراه آن ها و نیز ذغال سنگ ته نشین می شوند . سنگ های درون قاره ها متنوع هستند . دیاترم ها^{۲۲} در جایی تشکیل می شوند که ماگماهای اولترامافیک غنی از کربنات، به صورت انفجاری از درون سنگ های پوسته ای مسیر خود را باز و برش های کیمبرلیتی تولید می کنند . برخی از آن ها الماس دار هستند . ماگماهای آلکالن مختلف که از ماگماهای والد آلکالی لیوین بازالت تفریق پیدا کرده اند ، به درون پوسته نفوذ می کنند و کمپلکس های آلکالن را می سازند . سنگ های آن ها از آلکالی گرانیت ها تا ژاکوپرانژیت ها و کربناتیت ها متغیرند . در اعماق قاره ها دما و فشار ناحیه ای به حدی است که دگرگونی رخساره ی شیبست سبز ، آمفیبولیت و گرانولیت فعال است . در عوض ، سنگ های رسوبی در سطح زمین تحت شرایط فشار و دمای تقریبی سطح زمین تشکیل می شوند . این سنگ ها شامل انواع گوناگون گل سنگ ها ، وک ها ، آرنایت ها ، تبخیری ها ، کنگلومراها و برش هایی هستند که در محیط های گوناگون سطح قاره ها ایجاد شده اند .

نتیجه گیری

مجموعه سنگ هایی که در خاستگاه های متفاوت تشکیل می شوند ، مجموعه های پتروکتونیک قابل تشخیصی را می سازند . ما از این مجموعه ها مخصوصاً به کمک ساختارهای همراه آن ها ، برای تفسیر سرگذشت پترولوژیکی ، تکتونیک و تاریخچه ی زمین استفاده می کنیم . بنابراین ، پترولوژی (علم مطالعه ی سنگ ها) موضوع اصلی و محوری زمین شناسی است . کاربرد پترولوژی در دیگر زیرشاخه های زمین شناسی ، همچون زمین شناسی ساختمانی ، چینه شناسی ، دیرین شناسی و ژئوفیزیک ، برای دانشجویی که در

این زمینه ها کسب دانش می کند ، کاملاً آشکار است . سنگ ها تاریخچه ی گذشته را در خود نگه می دارند و تاریخ آینده را در خود ثبت می کنند .

* دبیر زمین شناسی شهرستان قوچان

زیرنویس:

1. Magma mixing
2. Plutonic
3. Traction current
4. Reef
5. Petrotectonic assemblages
6. Spreading center
7. Mid Ocean Ridge Basalts
8. Tectonite
9. Mylonite
10. Cataclasite
11. Transform fault
12. Deviatoric stress
13. Trench
14. Back-arc basin
15. Fore-arc basin
16. Passive margin