درون زمین توده‌ی مایعی داغ و قرمز رنگ وجود دارد به نام ماگما[۱] . ماگما با رسیدن به سطح زمین، گدازه نامیده می‌شود که این فرایند باعث تشکیل آتشفشان می‌شود. در گدازه حباب‌های گاز وجود دارد.

نوع ماگمای درون زمین می‌تواند آتشفشان‌های متفاوت ایجاد کند. اگر ماگما کاملاً رقیق باشد، گاز درون آن به آسمانی رها می‌شود و در نتیجه انفجاری صورت نمی‌گیرد. به این ترتیب، ماگما فقط از کوه بیرون می‌آید و در کناره‌ها جریان می‌یابد؛ مثل آتشفشان‌هایی در هاوایی و کوه «اتنا». اگر ماگما غلیظ و چسبناک باشد، گاز درونش به آسانی رها نمی‌شود، در نتیجه انفجار صورت می‌گیرد.

بروز آتشفشان تأثیراتی به همراه دارد که یکی از آن‌ها تغییر آب و هواست. آتشفشان می‌تواند باعث بارش باران و ایجاد رعد و برق شود. آتشفشان‌ها می‌توانند تأثیراتی درازمدت در وضعیت آب و هوا ایجاد کنند. از طرف دیگر، گدازه‌هایی که سریع حرکت می‌کنند، می‌توانند باعث مرگ انسان‌ها شوند؛ چون خاکستر حاصل از بروز آتشفشان، تنفس را دشوار می‌کند.

گاهی بر اثر فعالیت‌های آتشفشانی، زلزله، قحطی و آتش‌سوزی هم رخ می‌دهد. گدازه باعث مرگ گیاهان و حیوانات هم می‌شود. در سال ۱۹۸۰، آتشفشان کوه «سن هلن»، مرگ حدود ۲۴ هزار حیوان را به دنبال داشت. فعالیت آتشفشان «تامبورای» اندونزی در سال ۱۸۱۵، ۹۲ هزار کشته به جا گذاشت. اثر این آتشفشان آن‌قدر زیاد بود که پخش شدن خاکسترهای آتشین آن در «استراتوسفر»، باعث خنک شدن آب و هوای جهان تا بیش از یک سال شد. در بعضی قسمت‌های جهان، آن سال را «سال بدون تابستان» نامیدند؛ چون هوا بسیار خنک بود. تامبورا باعث از بین رفتن محصولات، ایجاد بیماری و آلودگی آب نیز شد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

آتشفشان‌ها

گردآوری: گیتی رفیعی*

نظریات مربوط به چگونگی تشکیل انواع ماگما

۱ . ماگمای بازالتی

می‌دانیم که پوسته‌ی زمین در زیر اقیانوس‌ها نازک است و بلافاصله در زیر آن گوشته‌ی بالایی قرار دارد. این قسمت مواد اولیه‌ی لازم برای تشکیل ماگمای بازالتی را فراهم می‌کند. در مطالعات انجام گرفته مشخص شده است که این ماگما مقدار کمی بخار آب دارد.

همگرایی پوسته اقیانوسی ـ اقیانوسی

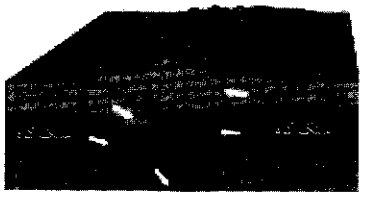
اطلاعاتی که در مورد ترکیب گوشته‌ی زمین در دست است نشان می‌دهد که گوشته از نظر ترکیب، با ماگمای بازالتی متفاوت است. بنابراین، ماگمای بازالتی باید از ذوب قسمت‌های خاصی از گوشته تحت شرایط ذوب خشک (بدون حضور آب) به‌دست آید. در مطالعات انجام شده به این نتیجه رسیده‌اند که عمق ۳۵۰km حداکثر عمقی است که در آن، ماگمای بازالتی تشکیل می‌شود.

علت حرکت این ماگمای مایع به سطح، جرم مخصوص مواد مذاب است که معمولاً کم‌تر از جرم مخصوص سنگ‌های تشکیل دهنده‌ی آن‌هاست و باعث صعود آن‌ها به طرف سطح زمین می‌شود. ماگما، ضمن حرکت به سمت بالا، با کاهش دما و فشار حالت مایع بودن خود را حفظ می‌کند و به صورت گدازه در سطح زمین جریان می‌یابد. بنابراین بازالت یکی از فراوان‌ترین سنگ‌های آذرین است.

۲ . ماگمای آندزیتی

ترکیب شیمیایی آندزیت، با ترکیب قسمت‌هایی از پوسته در زیر قاره‌ها مشابه است و تصور می‌شود که این ماگما از ذوب قسمت‌هایی از پوسته‌ی قاره‌ای تشکیل می‌شود.

براساس نظریه‌ی تکتونیک صفحه‌ای، زمانی که یکی از صفحات لیتوسفر به گوشته‌ی زمین می‌خورد، در حقیقت پوسته‌ی مرطوب اقیانوس‌ها در مجاورت گوشته قرار می‌گیرد و


همگرایی پوسته خشکی ـ خشکی

در اثر حرارت موجود، قسمت‌هایی از پوسته‌ی بازالتی ذوب می‌شود و بدین ترتیب، ماگمایی با ترکیب آندزیتی به وجود می‌آید.

۳ . ماگمای ریولیتی

دو نکته در مورد منشأ این ماگما وجود دارد: اول این که تمام آتشفشان‌های جدید با این ترکیب در پوسته‌ی قاره‌ها وجود داشته‌اند، و نکته‌ی دوم، در تمام این نوع آتشفشان‌ها در زمان خروج، مقدار زیادی بخار آب نیز همراه ماگمای ریولیتی وجود دارد که خود باعث به وجود آمدن کانی‌های آبدار، از قبیل میکا و آمفیبول‌ها در این ماگما می‌شود. این نکته نشانگر آن است که منشأ ماگمای ریولیتی پوسته‌ی قاره‌هاست. در مقایسه با ماگمای بازالتی متوجه می‌شویم که ماگمای ریولیتی در سنگ‌های نفوذی فراوان، ولی در سنگ‌های خروجی نادر است.

واگرایی پوسته خشکی ـ اقیانوسی

این موضوع را با این فرضیه توجیه می‌کنند که وقتی ماگمای تشکیل شده به سمت بالا می‌رود، فشار آن کاهش پیدا می‌کند و به علت کاهش فشار بخار آب، نقطه‌ی ذوب ماگما بالا می‌رود. برای مایع باقی ماندن ماگما لازم است که دمای آن افزایش یابد، ولی همان‌طور که می‌دانیم به سمت بالا دما کاهش می‌یابد. بنابراین، قسمت عمده‌ی این ماگما در درون زمین سرد می‌شود و سنگ‌های نفوذی گرانیت را به وجود می‌آورد و تنها مقدار کمی از آن به سطح می‌رسد و جاری می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

طبیعت آتشفشان‌ها

کوه‌های آتشفشانی با کوه‌های معمولی بسیار تفاوت دارند، زیرا این کوه‌ها توسط فرایندهایی نظیر چین‌خوردگی یا بالا آمدگی یا فرسایش ایجاد نشده‌اند، بلکه در اثر تجمع مواد فورانی نظیر لاوا، بمب‌های آتشفشانی و یا خاکسترهای آتشفشانی ایجاد شده‌اند. یک آتشفشان معمولاً یک تپه‌ی مخروطی شکل و یا یک کوه است که در اثر تجمع مواد مذاب در اطراف دودکش که به مخزن مواد در زیر زمین وصل است، ایجاد شده است.

مواد مذاب توسط نیروی ارشمیدس، یا فشار گازها و به دلیل سبک‌تر بودن ماگما از سنگ‌های اطراف خود، به بالا رانده می‌شود و در نهایت، پوسته در آن نواحی که ضعیف است، شکسته و ماده‌ی مذاب به سطح زمین می‌رسد.

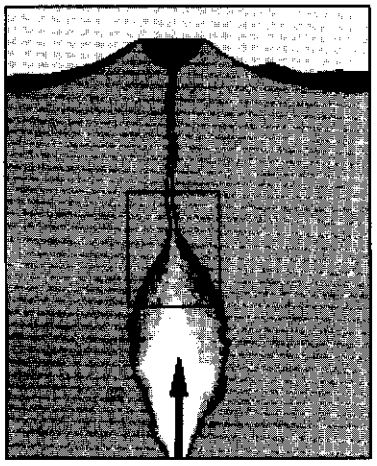
بدین ترتیب فوران آغاز می‌شود و در صورتی که آتشفشان باشد، مواد مذاب به صورت قطعات لاوا و سنگ‌های دیگر به هوا پرتاب می‌شوند. در این صورت، قطعات درشت بلوک‌ها و بمب‌ها در اطراف آتشفشان نهشته می‌شوند. همچنین ممکن است، ذرات ریز خاکستر توسط جریان‌های بادهای استراتوسفری پیرامون کره‌ی زمین به حرکت درآیند و در نهایت رسوب کنند.

مواد مذابی که زیرزمین قرار دارند و از طریق دودکش یا لوله‌ی آتشفشانی به طرف بالا حرکت می‌کنند، اصطلاحاً ماگما نامیده می‌شوند. اما بعد از این‌که این ماگما از آتشفشان فوران کرد، به آن لاوا (گدازه) گفته می‌شود.

گدازه هنگامی که از دودکش به خارج حرکت می‌کند، ماده‌ی گداخته‌ی سرخ و متخلخلی است، اما در اثر سرد و اکسید شدن، به رنگ قرمز تیره، خاکستری و یا رنگ‌های دیگر تغییر می‌کند. گدازه‌های خیلی داغ، گاز فراوان دارند. حاوی آهن و منیزیم به صورت سیال هستند و جریانی نظیر قیر داغ دارند. در صورتی‌که گدازه‌های سردتر، با گاز کم و درصد بالای سیلیس، سدیم و پتاسیم، جریان آرامی نظیر عسل غلیظ روی شیب دارند.

ماده‌ی مذاب موجود در زیرزمین که در حال صعود به طرف قسمت‌های بالای پوسته‌ی زمین است، حاوی بلورها، قطعات سنگ‌های در بر گیرنده و گازهای محلول، و عمدتاً دارای اکسیژن، سیلیس، آلومینیوم، آهن، منیزیم، کلسیم، سدیم، پتاسیم، تیتانیم و منگنز است. البته ماگماها ممکن است دارای عناصر دیگری هم به صورت جزئی باشند.

در حین سرد شدن ماگما در داخل زمین که معمولاً به آرامی صورت می‌گیرد، بلورهای کانی‌های مختلف (سری باون) تشکیل می‌شوند و در نهایت، کل ماگما به صورت جامد در می‌آید و سنگ‌های آذرین درونی و یا سنگ‌های ماگماتیک را ایجاد می‌کند. مواد مذاب از طریق شکستگی‌ها به طرف بالا می‌روند. گاهی مواد مذاب در داخل زمین تجمع می‌کنند و شکل‌هایی نظیر باتولیت، دایک و ... را می‌سازند.



در پوسته‌ی قاره‌ای، ماگما در اعماق گوشته‌ی بالایی ایجاد می‌شود. انواع مختلف مواد مذاب در پوسته ممکن است به یکدیگر نزدیک شوند و ماگماهایی با ترکیب شیمیایی بسیار متنوع ایجاد کنند.

ماگما دارای گازهای حل شده است که با رسیدن آن به سطح زمین، چون فشار طبقات بالایی کاهش می‌یابد، این گازها آزاد می‌شوند و در نهایت اگر فشار گازها کافی باشد، به آتشفشان حالت انفجاری می‌دهد. هرگاه گدازه به صورت سیال و دارای گرانروی پائین باشد، گازهای موجود در آن به راحتی آزاد می‌شوند و آتشفشان به صورت آرام با خروج گدازه‌ی سیال، به فعالیت

خود ادامه می‌دهد. ولی در صورتی که گدازه غلیظ و دارای گرانروی بالا باشد، خروج گاز از ماگما به سختی انجام می‌شود و تراکم گاز در گدازه به انفجار می‌انجامد و آتشفشان‌های انفجاری را ایجاد می‌کند.

گازهای موجود در گدازه را می‌توان با گاز موجود در یک شیشه‌ی نوشابه مقایسه کرد. هنگامی که انگشتمان را روی در شیشه می‌گذاریم و آن را به شدت تکان می‌دهیم، گاز جدا شده از نوشابه به حباب‌هایی تبدیل می‌شود و هرگاه انگشتمان را به صورت ناگهانی برداریم، محتویات داخل شیشه به بیرون فوران خواهد کرد. گازهای داخل ماگما نیز چنین رفتاری را از خود نشان می‌دهند.

جدایی شدید گازها از گدازه ممکن است، سنگی به‌نام «پومیس» را تولید کند. این سنگ به‌علت وجود حباب‌های گاز در آن، بسیار سبک و روی آب شناور است. در بسیاری از آتشفشان‌های انفجاری، شدت انفجار آن‌قدر زیاد است که مقداری از مواد تشکیل دهنده‌ی آتشفشان به هوا پرتاب می‌شود و بمب‌ها، خاکسترها و گردوغبار آتشفشانی را تشکیل می‌دهد.

اگر ماگما نزدیک به سطح زمین سرد شود، سنگ‌های آذرین ریزبلور و یا شیشه‌ای را به‌وجود می‌آورد و در صورتی که دما در سطح زمین به سرعت کاهش یابد، سنگ‌های ولکانیکی را به‌وجود می‌آورد که از مشخصه‌ی آن‌ها می‌توان قرار گرفتن بلورها در زمینه‌ای شیشه و یا مواد کریستالی دانه‌ریزتر را نام برد. هرگاه ماگما در اعماق زمین قرار داشته باشد و هرگز به سطح نرسد، به آرامی سرد می‌شود و بنابراین، در نهایت سنگ‌های آذرین با بلورهای درشت را ایجاد می‌کند.

پس از بلوری شدن نهایی و سنگی شدن، ممکن است این توده‌ها تحت تأثیر عواملی نظیر فرسایش پس از هزاران یا میلیون‌ها سال در سطح زمین نمایان شوند و بدین ترتیب، توده‌های بزرگی از سنگ‌های آذرین درونی ظاهر می‌شوند. گرانیت الوند همدان و یا گرانیت علم کوه، از مثال‌های بارز در این رابطه هستند.

نکته

آخرین فرض ایجاد آتشفشان این است که ماده‌ی مذاب یا ماده‌ی آماده‌ی طغیان که آن را ماگما می‌گویند، از شکاف یا سوراخ یا محل نازکی که پیدا می‌کند، به بیرون می‌جهد. علت این که آتشفشان خاموش می‌شود نیز این است که سوراخ یا دهانه‌ی مزبور به وسیله‌ی مواد محکم و جامدی به تدریج بسته می‌شود که آن را «میخ» [۲] می‌گویند.

در برخی نقاط مثل آریزوناو نیومکزیکو در آمریکا، آب به تدریج کوهی را که دهانه‌ی آتشفشان در آن بوده، شسته است، ولی میخی که دهانه‌ی آتشفشان را مسدود کرده بود، چون از مواد محکمی است، به صورت یک ستون بلند باقی‌مانده است.

از مهم‌ترین ویژگی‌های ماگما نحوه‌ی تبلور آن است که باعث می‌شود، کانی‌های گوناگون در مراحل متفاوت از آن جدا شوند و سنگ‌های متنوعی را بسازند. می‌دانیم، به تدریج که ماگما سرد می‌شود، ابتدا کانی‌هایی که نقطه‌ی انجمادشان بالاست، از آن جدا می‌شوند. و در مرحله‌های بعد، کانی‌هایی با نقطه‌ی ذوب پائین متبلور می‌شوند و بنابراین، ضمن انجماد ماگما از آن جدا می‌شوند. از این نظر، در شرایط جدید در حال تعادل نیستند و در نتیجه با مایع باقیمانده، فعل و انفعالات جدیدی انجام می‌دهند و کانی‌های جدیدی را به وجود می‌آورند. چگونگی ترتیب تبلور این کانی‌ها در «جدول باون» آمده است. ترتیب تبلور این کانی‌ها، برعکس ترتیب تبلور کانی‌هایی است که دچار هوازدگی گلدیس می‌شوند. چون می‌دانیم، کانی‌هایی که ابتدا متبلور می‌شوند، در دمای بالا تشکیل شده‌اند. بنابراین وقتی در سطح زمین قرار می‌گیرند، اختلاف زیاد شرایط موجود در سطح زمین با شرایط تشکیل آن‌ها، باعث ناپایداری و هوازدگی آن‌ها می‌شود. ولی کانی‌هایی که در پایان تشکیل شده‌اند، در شرایط زمین مقاوم‌تر هستند. تحولاتی که سبب می‌شوند، از یک ماگمای واحد، سنگ‌های متنوعی به وجود آید، «تفریق ماگمایی» خوانده می‌شود.

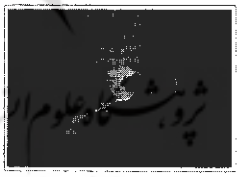
مراحل انجماد

الف) مراحل انجماد سنگ‌های آذرین درونی

می‌دانیم که سنگ‌های آذرین درونی از انجماد ماگما در اعماق زمین به وجود می‌آیند. در واقع، طبقات رسوبی و دگرگونی پوسته‌ی زمین روی مخزن ماگما قرار می‌گیرند و از سرد شدن سریع ماگما و انجماد آن جلوگیری می‌کنند. همچنین، مواد فرار درون ماگما باقی می‌مانند و در مراحل آخر تبلور، وارد ترکیب و ساختمان کانی‌ها می‌شوند. با توجه به این شرایط، چهار مرحله در انجماد ماگماها و تشکیل سنگ‌های آذرین درونی قابل تشخیص هستند:

۱. مرحله‌ی ارتوماگماتیک

در این مرحله، همه‌ی کانی‌های سیلیکاته، از الیوین گرفته تا کوارتز، متبلور می‌شوند. در پایان این مرحله، ماگمای باقیمانده از سیلیس، فلزات قلیایی و مواد فرار غنی است و بین بلورهای سیلیکاته را پر می‌کند.



۲. مرحله‌ی پگماتیتیک

در این مرحله، ماگمای باقیمانده که فضای بین بلورهای تشکیل شده را پر کرده است، کم‌کم جمع می‌شود و به سمت بالا، به مناطقی که فشار کم‌تر است، حرکت می‌کند. در پایان، این مایع در شکاف‌های توده‌ی آذرین و مخزن ماگمایی به صورت رگه‌هایی چون کوارتز، آلبیت، توپاز، تورمالین متبلور می‌شود. این رگه‌ها به رگه‌های پگماتیت معروفند.

۳. مرحله‌ی پنوماتولیتیک

در این مرحله، از ماگما فقط گازها و بخارات پر حرارت باقی‌مانده است که آخرین درزها و حفره‌های سنگ‌های آذرین را پر کرده‌اند. این گازها نقش تخریب و تجزیه‌ی سلیکات‌ها را بر عهده دارند.

۴. مرحله‌ی گرمابی یا هیدروترمال

آخرین باقیمانده‌ی ماگما آب داغ با حرارت پائین‌تر از نقطه‌ی بحرانی است که همراه با بعضی گازها، به‌ویژه CO_2 است. اگر آب در این مرحله یکدفعه صعود کند، به بخار داغ تبدیل می‌شود. اما اگر این حرکت به صورت تدریجی باشد، آب داغ به صورت مایع یا بخار در شکاف‌های توده‌ی آذرین، روی سیلکات‌ها اثر می‌گذارد و آن‌ها را دگرسان می‌کند.

ب) مراحل انجماد سنگ‌های آتشفشانی

در فعالیت‌های آتشفشانی، انجماد ماگماها به‌طور کامل در اعماق زمین صورت نمی‌گیرد، بلکه قسمت اعظم مواد مذاب در خارج از پوسته‌ی زمین منجمد می‌شوند. در تشکیل سنگ‌های آتشفشانی دو مرحله قابل تشخیص است: مرحله‌ی اول تبلور کانی‌های دارای نقطه‌ی انجماد بالا در اعماق زمین، و مرحله‌ی بعد، انجماد ماده‌ی مذاب در سطح زمین که در این مرحله، ماگما به صورت گدازه‌ی لاوا در سطح زمین جریان می‌یابد.

* دبیر آموزش و پرورش منطقه ۱۳ تهران

زیرنویس

1. Magma
2. Plug

منابع

1. www. ngdir.com
2. www.parssky.com
3. www.petrology.com
4. www.volcano.com
5. www.hamshahri news paper.com
6. Geolgy(Iran Nature & wildlife magazine)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی