فصل یازدهم

آندزیت ها

دانشگاه شهید بهشتی
و
مرکز پژوهشی زمین شناسی پارس
(آرین زمین)

دکتر منصور قربانی

آندزیت ها

مقدمه

- آندزیت ها بعد از بازالت ها فراوان ترین سنگ های آتشفشانی هستند. آنها همراه با بازالت ها، داسیت ها و ریولیت ها در مناطق آتشفشانی جزایر قوسی امروزی، حاشیه های فعال قاره ای، مناطق آتشفشانی قدیمی و در کمربندهای کوه زایی یافت می شوند.

در جزایر قوسی که در زیر آنها پوسته قاره ای وجود ندارد، نیز آندزیت ها همراه با حجم زیادی از بازالت و مقادیر کمتری داسیت و ریولیت همراه اند.

- از آنجا که سنگ های آندزیتی در مقایسه با سایر سنگ ها در کشور ایران گسترش بیشتری دارند، این فصل، مفصل تر بحث شده است.

آندزیت ها

بافت و ترکیب مودال آندزیت ها

اغلب آتشفشان های آندزیتی از نوع انفجاری شدید هستند.

اصولا آندزیت ها هم به صورت گدازه و هم به صورت توف های بلورین، توف های سنگی، توف های لاپیلی و آگلومرا دیده می شوند.

ضریب رنگینی این سنگ ها از ۲۰ تا ۴۰، متغیر است.

کانی های اصلی و عادی این سنگ ها پلاژیوکلاز و پیروکسن بوده و فراوان ترین درشت بلور آن پلاژیوکلاز می باشد. فراوانی پلاژیوکلاز نشان دهنده آن است که در هنگام فوران، پلاژیوکلاز فاز جامد آن بوده است. تیتانو مگنتیت و ایلمنیت به صورت کانی اولیه در آندزیت ها یافت می شوند. معمولا آندزیت ها دارای انواع زیادی انکلاو بوده که هم به صورت گزنولیت و هم اتولیت (از نظر منشا مشابه سنگ آذرین) یافت می شوند.

آندزیت ها

تقسیم بندی آندزیت ها

الف) آندزیت های کوهزایی

- اغلب سنگ های کوهزایی سنوزوئیک، با مرزهای هم گرای صفحات ارتباط داشته و به آندزیت کوهزایی موسوم هستند. این آندزیت ها را متعلق به سری کالکوآلکالن می دانند. اصلی ترین بازالت مرتبط با آندزیت های کوهزایی، بازالت سرشار از آلومین است. در مراحل اولیه تکامل جزایر قوسی، مجموعه بونینیت و همچنین سنگ های تولئیتی عادی بیرون ریزی دارند و در ادامه آندزیت های کوهزایی تشکیل می شوند.

ب) آندزیت های غیرکوهزایی

- سنگ های آندزیتی در محیط های تکتونیکی غیرکوهزایی نیز یافت می شوند. آندزیت های غیرکوهزایی شامل آندزیت های اقیانوسی، ایسلندیت ها و ایسلندیت های طغیانی می باشد. سنگ های مزبور نسبت به آندزیت های کوهزایی از آلومین فقیرتر و از آهن غنی تر هستند. ایسلندیت ها سنگ های حدواسطی هستند که مقدار سیلیس آنها از ۶۵ درصد بیشتر است.

آندزیت ها

سری های با ترکیب آندزیتی

در نواحی آتشفشانی جزایر قوسی و حاشیه های فعال قاره ای، بازالت هایی که همراه با آندزیت می باشند، دارای تنوع ترکیبی اند.

بازالت هایی که در کمان ها و یا حاشیه فعال قاره ای، نزدیک به اقیانوس قرار دارند، تولئیتی می باشند.

آنهایی که از اقیانوس دورند، انواع آلومینیوم بالا هستند.

آندزیت ها

آندزیت های جزایر قوسی و سنگ های همراه

۱- سری تولئیتی:

شامل بازالت تولئیتی - آندزیت تولئیتی (ایسلندیت)
داسیت تولئیتی

۲- سری کالکوآلکالن:

شامل بازالت کالک آلکالن (بازالت های آلومینیوم بالا)- آندزیت های بازالتی- آندزیت- داسیت

۳- سری شوشونیتی:

بازالت شوشونیتی(آبساروکیت)- آندزیت شوشونیتی(باناکیت)
داسیت شوشونیتی (لاتیت)

این ۳ مجموعه، به دنبال هم در نهایت به صورت چینه ای در جزایر قوسی امروزی قرار می گیرند.

آندزیت ها

ارتباط بین اکسید پتاسیم با عمق تشکیل آندزیت ها

- چون در بسیاری از جزایر قوسی و حاشیه های قاره ای و در تمامی آتشفشان های فعال، به موازات گودال اقیانوسی ارتباط خطی وجود دارد. هیچ گونه گسترشی از مقدار عمق که می توانست یک ارتباط خطی پتاسیم و عمق احتمالی را ترسیم کند، وجود ندارد.
- در آمریکای مرکزی هیچ کدام از آتشفشان هایی که در عمق ۱۵۰ کیلومتری بالای منطقه بنیوف قرار دارند، ارتباط خطی بین پتاسیم و عمق وجود ندارد.
- آتشفشان های اندکی که بسیار آلکالن بوده دور از قوس منطقه لرزه ای اند و آندزیتی نیستند، ممکن است ارتباطات ضعیفی نشان دهند.

ژئوشیمی آندزیت ها

اغلب آندزیت های کوهزایی دارای نسبت Sr87/Sr86 اولیه پایینی می باشند و به طور کلی اختلاف کمی با بازالت های همراه دارند. جایی که اختلاف وجود دارد معمولا در یک محیط حاشیه قاره ای است تا این که در یک کمان جزیره ای باشد.

هرگاه نسبت Sr87/Sr86 در آندزیت ها با متوسط بازالت ها مقایسه شده باشد و کمی افزایش را نشان دهد، لزوما مبین اختلاط ماگمایی نیست.

نسبت Sr87/Sr86 آب دریا از ۰.۷۰۹ تا ۰.۰۷۰۷ در طول دوره فانروزوئیک تغییر داشته و بازالت های کنونی کف اقیانوسی، با نسبت های ایزوتوپی که به وسیله متاسوماتیسم زیردریایی افزایش یافته، دیده شده اند.
(ساتاک و متسودا،۱۹۷۹-استایودیجل و هارت، ۱۹۸۳)

مروری بر پتروژنز آندزیت

در حال حاضر چندین مکانیسم مختلف برای منشا آندزیت ها وجود دارد که هر کدام طرفداران بسیاری برای خود یافته است.
ولی هیچ یک از این فرضیه ها به تنهایی قادر به توجیه تمام ویژگی های ماگمای آندزیتی نیست.
مطالعات عناصر نادر و ایزوتوپی برای این مسئله به کار رفته است، اما دلیل ایزوتوپی خیلی قطعی وجود ندارد؛ زیرا ماگما چه از منشا بازالتی و چه منشا پریدوتیتی ناشی شود مشخصا دارای نسبت اولیه پایینی از $^{87}Sr/^{86}Sr$ می باشد.

خاستگاه اولیه برای آندزیت ها (جایگاه پیدایش آندزیت ها)

تئوری تکتونیک صفحه ای چارچوبی را در ارتباط با منشا ماگمای آندزیتی فراهم می کند. مهمترین جایگاه امروزی آتشفشان های آندزیتی، جزایر قوسی و حاشیه های قاره ای می باشد که با مناطق فرورانش، که در آن پوسته اقیانوسی به داخل گوشته می رود، مشخص می شود.

آندزیت ها

خصوصیات پوسته اقیانوسی فرورانده و علت تشکیل آندزیت ها

مهمترین آنها عبارتند از:

۱. عمدتا ترکیب بازالتی دارد. (مانند تولئیت های اقیانوسی)

۲. دست کم به طور بخشی متحمل دگرگونی و آب زدایی شده است.

۳. به دلیل نرخ فرورانش، از گوشته بالا و پایینی خود سردتر است.

۴. توسط لایه نازکی از رسوبات اقیانوسی و قوس های اقیانوسی با ترکیب بازالت آلکالن، پوشیده می شود.

۵. در قسمت تحتانی آن گوشته تهی شده قرار دارد که از ذوب بخشی کم حاصل شده و در اثر مهاجرت آن در محل محورها، پوسته اقیانوسی شکل گرفته است و یا این که مستقیماً با تجمعات آلترابازیک فقیر از سازندگان با نقطه ذوب کم در قسمت پایینی، محصور شده باشد.

خصوصیات پوسته اقیانوسی فرورانده و علت تشکیل آندزیت ها

نتایج مطالعات تجربی در ارتباط با ماگمای آندزیتی

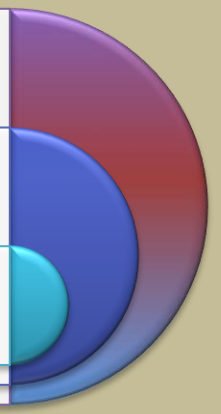
در مطالعات تجربی اخیر بر روی آندزیت ها، تشکیل و یا نزدیکی آنها با پوسته اقیانوسی فرورو با احتمالات زیر همراه است:

۱. ذوب بخشی مواد بازالتی در رخساره آمفیبولیت در عمق کم یا آمفیبول های ناشی از تبلور بخشی مواد مذاب بازالتی در پوسته اقیانوسی فرورو یا گوشته بالای آن تشکیل شده است.	۲. ذوب بخشی مواد بازالتی در رخساره اکلوژیت و در اعماق بیشتر یا در اکلوژیت های تحت تبلوربخشی ماگمای بازالتی تشکیل شده است.	۳. ذوب بخشی پریدوتیت های گوشته ای در حضور آب انجام شده است.

آندزیت ها

منشا ماگماهای اولیه آندزیتی

۱	ذوب بخشی آمفیبولیت
۲	ذوب بخشی اکلوژیت
۳	ذوب پریدوتیت آب دار



تشکیل ماگمای آندزیتی توسط ذوب در پوسته قاره ای

- ذوب بخشی بازالت در شرایط آب دار در فشار لیتوستاتیک، به طور تجربی تشکیل مایعی با ترکیب حد واسط می دهد. اما درجه حرارتی که برای این کار لازم است، بالاتراز درجه حرارتی است که در پوسته پایینی وجود دارد.
- ترکیب کلی پوسته قاره ای با ترکیب آندزیت زیاد متفاوت نیست و از ذوب وسیع در پوسته، می توان ماگمای حد واسط تولید کرد. اما در مورد این ذوب، تردیدهایی وجود دارد. چنین ذوبی باید آن قدر وسیع باشد که منجر به ذوب کامل سنگ ها شود.

آندزیت ها

خاستگاه های ثانویه برای آندزیت ها

- اگر تصور شود که ماگمای آندزیتی با عمل تفریق تشکیل شده، بنـابراین مـی بایسـت ماگمای اولیه بازالتی باشد.

با این کـه نظریـه تفریـق برای خاستگاه آندزیت هـا بـــه صـــورت گســـترده پذیرفته شده، اما برای آن سوالاتی مطرح است:

اول آنکه ماگمای اولیه(بازالت) در هر جایی و در هر شرایط زمین شناسی تولید می شود. چرا آندزیت ها فقط در محیط های کوهزایی دیده می شوند؟

دوم اینکه چرا آندزیت ها این قدر با محصولات تفریق واقعی بازالت های مشاهده شده در دریاچه های گدازه های مانند هاوایی و ساختمان هایی همچون اسکارگارد متفاوت هستند؟

سوم این که اگرچه حاصل تفریق ماگماهای کوهزایی برای روندهای ترکیبی، فازهای هورنبلند یا مگنتیت می باشد، چرا پلاژیوکلاز، فاز درشت بلور قالب در گدازه های آندزیتی است؟

آندزیت ها

آلایش ماگمایی

زمانی، آلایش ماگمایی، ماگمای بازالتی با مواد پوسته اسیدی تر، به عنوان یک منشا برای ماگمای آندزیتی بسیار مورد توجه بود. **به دو دلیل اساسی** این تعبیر از اعتبار ساقط شد:

- حضور گسترده و وسیع آندزیت ها در جزایر قوسی اقیانوسی که در زیر آنها پوسته قاره ای وجود ندارد. (مثال: جزایر سولومون، تونگا، نیوهبریدس، جزایر ساندویچ غربی)
- نسبت اولیه پایین Sr87/Sr86 در آندزیت ها

- آندزیت ها همانند هر نوع ماگمای دیگر، نیز ممکن است از زمانی به زمان دیگر دارای مقداری آلودگی با مواد رسوبی باشند. اما این فرایند نمی تواند به تنهایی مسئول تشکیل ماگمای آندزیتی باشد.
- اختلافات کمی که در ترکیب بین آندزیت های جزایر قوسی اقیانوسی و آندزیت های مربوط به حاشیه قاره ها وجود دارد، از جذب مقداری پوسته قاره ای در حاشیه قاره ها است.
- آندزیت های قاره ای در مقایسه با آندزیت های اقیانوسی از عناصر سدیم، پتاسیم و آلومینیم غنی تر بوده و از کلسیم و آهن فقیرتر می باشند. (مالو پترسون ۱۹۸۱)

اختلاط ماگماها

- برای محققانی که با تحقیقات خود می خواهند منشا انواع سنگ آذرین را بر حسب دو ماگمای اولیه، یعنی بازالتی و گرانیتی توضیح بدهند، اختلاط ماگماها جذابیت دارد.
- در این نظریه، عدم تعادل کانی شناسی بسیاری از آندزیت ها، دلیل موجهی برای اختلاط ماگمایی می باشد. به ویژه اگر ماگماهای درگیر اختلاط، پیش از اینکه مخلوط شوند، هر کدام شروع به تبلور کرده باشند.
- در اغلب سنگ های آندزیتی ویژگی های عدم تعادل در بسیاری از ترکیبات پیروکسن و پلاژیوکلاز (به طور معمول با منطقه بندی نوسانی یا معکوس)، به صورت خوردگی و جذب دوباره بلورها دیده می شود.

شواهد اختلاط ماگمایی برای آندزیت ها

لارسن ویژگی عدم تعادل کانی ها را، دلیلی برای اختلاط و یا آلایش ماگماها می داند.

آندرسون (۱۹۷۶) وجود ادخال های کم شیشه در برخی از سنگ های آتشفشانی مناطق جوان زمین شناسی را دلیل قاطعی برای اختلاط ماگما برمی شمارد. با اینکه شیشه باقیمانده در زمینه، آندزیتی می باشند، اما ادخال های شیشه در درشت بلورها، اغلب از ترکیبات بازالتی تا داسیتی در تغییر هستند.

با سپاس