

منشأ گرانیت‌ها'

نوشته 'Vladi Marmo

سازمان زمین‌شناسی فنلاند

ترجمه و تلخیص :

فریدون سرابی

دانشیار دانشکده فنی

در این مقاله سعی شده است که تحول تئوریهای مربوط به تشکیل گرانیت‌ها از سال ۱۸۰۰ میلادی ببعد تشریح گردد.

مقدمه :

برای اینکه بتوانیم مسئله گرانیت‌ها و تئوریهای راکه از سال ۱۹۳۰ ببعد در مورد منشأ گرانیتها بیان شده است درک کنیم بایستی صد تا صد و پنجاه سال بعقب برگردیم. بدین ترتیب ملاحظه خواهد شد که خیلی از نظرات با اصطلاح تازه و جدید در همان مواقع نیز مورد بحث و گفتگو بوده‌اند.

مسئله اصلی گرانیت‌ها که آیا منشأ ماگمایی، دگرگونی یا جان‌شینی دارند و در سالهای بعد از ۱۹۳۰ مورد بحث زمین‌شناسان بود در گذشته نیز مطرح شده و حتی در اواسط قرن نوزدهم پیشنهاد شده بود که گرانیت میتواند بوسیله رسوبگذاری از یک سیال تشکیل شود. و حتی قبل از اینکه میکروسکپ در سنگ‌شناسی مورد استفاده قرار گیرد مقالات زیادی راجع بگرانیت دگرگونی نوشته شده بود.

ولی James Hutton که در همین اوان زندگی میکرد معتقد بود که گرانیت منشأ ماگمایی دارد و شکل توده‌های گرانیتی، بافت متبلور دانه درشت و وجود رگه‌های گرانیتی را که سنگهای دیگر را قطع میکنند دلیل بر تبلور گرانیت از یک سیال در زیر زمین میدانست.

همچنین از زمانهای خیلی قبل تشخیص داده شده بود که بدون وجود آب در ماگما خیلی از تحولات ماگمایی قابل توجیه نیستند. چنانکه میدانیم این موضوع مجدداً از بیست سال پیش تا کنون بطور جدی مطرح شده است. باید گفت که اهمیت وجود آب در مواد سیال تشکیل دهنده سنگها در سال ۱۷۹۲ بوسیله Spallanzani

۱ - این مقاله در شماره اول جلد سوم مجله Earth- Science Review (مارس ۱۹۶۷) تحت عنوان On The Granite Problem بچاپ رسیده است.

مطرح شد و بعد در سالهای ۱۸۲۵ و ۱۸۶۲ دونفر دیر باسامی Scrope و Scheerer اهمیت بخصوص آنرا در مورد ماگماهای گرانیتی گوشزد نمودند.

در سال ۱۸۶۱ Bunsen منشأ گرانیت‌ها را مورد بحث قرارداد. باید تذکر داد که در این موقع معلوم شده بود که درجه حرارت تبلور کوارتز از ارتوز و درجه حرارت تبلور جسم اخیر بالاتر از درجه حرارت تبلور میکا است. کسانی که مخالف تئوری ماگمایی گرانیت بودند چنین استدلال میکردند که اگر گرانیت از یک سیال متبaur شده باشد باید ترتیب تبلور مثلاً تبلور سه کانی فوق که در گرانیت‌ها فراوان است از درجه حرارت تبلور آنها تبعیت کند ولی باز هم در آن زمان مسلم بود که ترتیب تبلور این سه کانی درست برعکس است یعنی اول میکا، سپس ارتوز و در مرحله آخر کوارتز در گرانیت بوجود آمده است و از این امر نتیجه گرفته میشد که گرانیت نمیتواند منشأ ماگمایی داشته باشد. Bunsen در این مورد چنین اظهار نظر کرد. «هیچکس باین فکر نبوده است که وقتی دو جسم با هم در یک محلول وجود دارند درجه حرارت انجماد هر یک از آنها در این محلول از درجه حرارت انجماد مایع خالص هر یک از آنها کمتر است» و در بحث بعدی خود وضع تبلور گرانیت را با وضع ترکیبهای شیمایی در محلولهای آبی مقایسه نمود.

در مرحله‌های اولی توسعه پتروگرافی مدرن لازم بود که کلمه گرانیت دقیقاً تعریف شود. در سال ۱۸۷۶ Rosenbusch راجع بلزوم تعریف دقیق و روشن گرانیت بحث کرده و اظهار داشته است که مابدسته بزرگی از سنگها که دارای ترکیبهای مختلفی میباشد گرانیت اطلاق میکنیم در صورتیکه هنگام بحث درباره گرانیت‌ها بتعریف دقیق آن نیاز مندیم طبق نظر روزن بوش گرانیت سنگی است که دارای کوارتز ارتوز و مقدار کمی پلاژیوکلاز (آلبیت یا الیگوکلاز) است و بعلاوه دارای میکا یا آمفیبل و یا هردوی این کانیهاست.

۸. سال یعنی در سالهای ۱۹۰۶ و ۱۹۰۵ مجدداً موضوع تعریف دقیق گرانیت مورد توجه قرار گرفت و لزوم بکار بردن یک لغت مشخص برای سنگهای گرانیتی یکسان از طرف همه زمین شناسان بازگو شد. موضوع گرانیتی شدن (granitization) هم سابقه طولانی دارد و برای اولین بار در سال ۱۸۳۶ در زمان Lyell مطرح شده است. این مسئله در نتیجه سنگهای گرانیتی و دگرگونی‌های ناحیه اسلو مورد توجه قرار گرفت. Lyell پس از این بازدید معتقد بود که گرانیت ناحیه اسلو منشأ ماگمایی دارد ولی برای زمین شناسی دیگری که باوی بود یعنی Keilhau جاگیری چنین توده بزرگی غیر ممکن بنظر میرسید و موافق با این فرضیه نبود و معتقد بود که سنگهای قبلی که این محل را اشغال میکردند در نتیجه تحولاتی بگرانیت تبدیل شده‌اند و برای اولین بار وی اسم این عمل را گرانیتی شدن (Granitification) نهاد و معتقد بود که برای این عمل لزوماً نه عمق زیاد لازم است و نه حرارت زیاد.

Kjerulf (۱۸۷۹) بعکس معتقد بود که گرانیت اسلو در نتیجه تحول ماگمایی تشکیل شده و سیال داغی که در داخل سنگهای قبلی ناحیه اسلو نفوذ کرده آنها را در خود جذب و حل کرده است و ۴ سال بعد نیز

میشل لوی مستقلاً تئوری مشابهی در مورد گرانیتهای فرانسه پیشنهاد کرد.

در اواخر قرن نوزدهم فرضیه دگرگونی و جانشینی گرانیت هنوز هم بین زمین شناسان مکتب فرانسه رواج داشت در صورتیکه مکتب آلمانی وانگلیسی طرفدار فرضیه ماگمایی و آذرین گرانیت بودند ولی در فلاند هر دو مکتب بصورتی مورد قبول بود.

اغلب بیان شده است که گرانیت معمولاً بصورت توده های بزرگ با تولیتی ظاهر میشود ولی چنانکه خواهیم دید با تولیتها بیشتر از گرانودیوریت و کوارتز دیوریت تشکیل شده اند و گاهی مشاهده شده است که گرانیتها بصورت لاکولیت و لوپولیت ظاهر شده است.

از آنجائیکه فرم توده های آذرین در نظر عده ای از زمین شناسان بطرز تشکیل آنها بستگی دارد حائز اهمیت است مثلاً ژیلبرت (۱۸۷۷) معتقد است که لاکولیتها در نتیجه حرکت ماگما بسمت بالا تشکیل میشوند در صورتیکه Lopolith در نتیجه اشغال فضای خالی بین سنگها بوسیله ماگما بوجود میآید در مورد طرز تشکیل با تولیتها اشکالهای بیشتری وجود دارد Suess (۱۸۹۵) که خود لغت با تولیت را وضع کرده تشکیل با تولیتها و حرکت ماگما را در داخل پوسته جامد زمین بفرو کردن یک میل داغ در داخل چوب تشبیه کرد. عده دیگری از زمین شناسان از جمله میشل لوی (۱۸۹۴) و Loewinson-Lessing (۱۹۳۶) معتقد بودند که با تولیتها در نتیجه جذب تدریجی سنگهای همبر بوسیله ماگما بوجود میآیند و سرعت پیشروی ماگما در داخل پوسته بستگی بسرعت جذب و تحلیل این مواد دارد. در سال ۱۹۲۳ Cloos اعلام داشت که تعدادی از توده های نفوذی که قبلاً با تولیت خوانده شده بودند در حقیقت لایه های بسیار ضخیمی هستند و با ین ترتیب مسئله جاگیری آنها بدشواری جاگیری گرانیتها نیست.

سنگ شناسی تئوریک :

بین سالهای ۱۸۷۳ و ۱۹۱۴ Rosenbusch معروفترین سنگ شناس دنیا بود و هیچکس دیگری تا این حد در پیشرفت علم سنگ شناسی تأثیر نداشته است و باید گفت که تئوری ماگمایی منشأ گرانیتهای بصورتی که امروزه بکار میرود تا حد زیادی بوسیله او پایه گذاری شده است. عقیده روزن بوش را در مورد ماگمای آذرین میتوان بصورت زیر خلاصه کرد :

۱ - از آنجائیکه برای هر نوع ماگمایی که از زمین خارج میشود نمیتوان یک مخزن جداگانه در زیر زمین در نظر گرفت لذا باید گفت که در زیر زمین فقط یک نوع ماگما وجود دارد و بقیه محصول تفریق این ماگما هستند.

۲ - آب یک تشکیل دهنده اساسی ماگما است و در ضمن جریان وانجماد گدازهها مقدار زیادی آب از آنها آزاد میشود که این آب قبل از آزاد شدن یا بایستی بصورت ترکیب ویا اینکه بصورت محلول ویا بالاخره بصورت امولسیون در داخل گدازه وجود داشته باشد.

۳ - از آنجائیکه تبلور ماگما توأم با از دست دادن آب میباشد لذا وجود نداشتن آب در ترکیب

سنگهای آذرین جامد بهیچوجه دلیل فقدان آب در ماگما نیست .

- ۴ - بعلت اینکه ماگماها مخلوطی از سیلیکاتها هستند و احتمالاً هم همیشه دارای آب میباشد تبلور آنها نمیتواند بصورت غیر منظم انجام گیرد و حتماً بایستی از قانون تبلور پیروی کند .
- ۵ - عمل تفریق بلورین ماگمای اولیه بصورتی است که محصول آخری همیشه اسیدتر از محصولهای اولیه هستند یا بگفته دیگر محصولهای آخری از نظر Mg ، Fe و Ca فقیرتر و برعکس از حیث قلیائی ها و سیلیسیم غنی تر هستند .
- ۶ - ماگمای اسید باقیمانده که دارای مقدار نسبتاً زیادی آب نیز هست قادر است محصولهای تفریق اولیه را مجدداً جذب نماید . باین ترتیب ملاحظه میشود که روزنبوش کاملاً با اهمیت آب در تحول ماگمایی پی برده بوده است . بنظر وی در درون زمین ماده های مایعی وجود دارد که ترکیب آنها نظیر ترکیب ماگمای اولیه است و این ماگما دائماً در حال تفریق است و محصول این تفریق سنگهای آذرینی هستند که در روی زمین مشاهده میشوند بعلاوه متذکر میگردد که بعلت تغییر فشار و حرارت در محیط تبلور اختلافهای مختصری در تبلور ماگمایی ملاحظه میشود .

تازمانیکه Norman L. Bowen در سال ۱۹۱۱ در آزمایشگاههای بخش ژئوفیزیک انستیتوی کارنگی در واشینگتن شروع به تحقیق های عملی روی محلولهای سیلیکاتها و همچنین سنگهای آذرین نمود دانسته های سنگ شناسان در مورد تحول های ماگمایی در همین حدود بود . این آزمایشگاه که در سال ۱۹۰۶ شروع بکار کرد بمنظور استفاده از قانونهای شیمی و فیزیک برای حل معماهای مربوط بسنگها و کانیها بوجود آمد و تا کنون توانسته است خدماتهای ذیقیمتی در این مورد بنماید .

قسمت اول بررسیهای Bowen که در سال ۱۹۲۸ بچاپ رسید بخصوص مربوط بسیلیکاتهای انیدر بود . باید گفت که از سال ۱۹۱۵ در نتیجه تحقیقهای انجام شده توسط بوون تفریق بلورین کاملاً بثبوت رسیده بود و بوون بعداً بررسیهای خود را در مورد سیلیکاتها در فشار زیاد بخار آب ادامه داد .

زیربنای نظری تحقیقهای بوون و همچنین مطالعه های روزنبوش قانونهای شیمی فیزیکی بودند ولی باید معلوم میشد که نتیجه این بررسیها با واقعیتی که در طبیعت وجود دارد تطبیق میکند یا نه ؟ بوون بسهولت توانست «ترتیب تبلور» خود را که در نتیجه تحقیقهای آزمایشگاهی تعیین کرده بود با محصولهای تفریق ماگمایی تطبیق دهد . بنابراین عقیده بوون با جدا شدن بلورها و فعل و انفعال مناسب بین قسمت سیال و قسمت بلورین در مرحله های مختلف تبلور ماگمای بازالنی میتوان مجموعه های مناسبی از کانیها را بدست آورد بطوریکه با ترکیب کانی شناسی سنگهای طبیعی تطبیق کند .

نتیجه هائی که بوون گرفت از یک نقطه نظر غیر قابل قبول بود . بنظری سیستم باقی مانده (Residual System) در تفریق بلورین عبارت از $KAlSiO_3 - NaAlSi_3O_8 - SiO_2$ میباشد که قسمت پرسیلیس آن $KAlSi_3O_8 - NaAlSi_3O_8 - SiO_2$ است و گرانیته هاهم در این قسمت قرار میگیرند و حال آنکه در طبیعت خلاء بزرگی بین گرانیته و کوارتز دیوریت وجود داشته و تغییر طبیعی تدریجی بین آنها وجود

ندارد و بعبارت دیگر مقدار پتاسیم موجود در این دوسنگ بطور ناگهانی تغییر میکند. در اینجا باید تذکر داد که در مورد هائیکه تشکیل گرانیت محققاً بوسیله عمل گرانیتی شدن انجام گرفته است این خلاء وجود ندارد و تغییر تدریجی است. با این ترتیب نتیجه گیری بوون در مورد اینکه ماگمای باقیمانده از تفریق بلورین ماگمای بازالتی مسلماً دارای ترکیب گرانیتی است گرچه میتواند وجود توده های گرانیتی کوچک را که با توده های بازیک ارتباط نزدیک دارند توجیه نماید ولی قادر بتفسیر و توجیه پیدایش توده های گرانیتی بزرگ که معمولاً یا همراه با گنیس ها هستند و یا در منطقه ای یافت میشوند که فقط توده های بسیار کوچک گابرو یا دیوریت وجود دارد سازگار نیست و همین امر بود که بوون را وادار کرد که وجود دونوع ماگما را در داخل زمین تا حدی قبول کند. بعلاوه باید متذکر شد که از روی منحنی فراوانی سنگهای آذرین که در سال ۱۹۲۳ بوسیله Richardson ترسیم گردید ملاحظه شد که دودسته از سنگها یعنی سنگهای گرانیتی و بازالتی از همه فراوانتر هستند و این خود دلیل بر آن گرفته شد که در زیر زمین هم دونوع ماگما با ترکیبهای کاملاً متفاوت وجود دارد. بنابراین ملاحظه میکنیم که مسئله منشأ گرانیتها ارتباط خیلی نزدیکی با مسئله توزیع و منشأ پتاسیم در سنگهای آذرین گرانیتی دارد.

Niggli نیز یکی از سنگ شناسانی است که کمک شایانی باین علم نموده است و با وجود احاطه زیادی که بعلم های شیمی، فیزیک، سنگ شناسی و کانی شناسی داشت طرفدار سرسخت اصل و منشأ ماگمایی گرانیتها بود و حتی در یکی از آخرین تألیفهای خود (۱۹۴۸) با وجود اینکه مسلم شده بود در زیر زمین در عمق کمتر از ۵ الی ۶ کیلومتری هیچ توده بزرگ مذابی وجود ندارد و تشکیل گرانیتها را از روی تئوری ماگمایی آنها تشریح نموده است. حتی امروزه نیز خیلی از زمین شناسان طرفدار تئوری ماگمایی گرانیتها هستند ولی از طرف دیگر زمین شناسانی وجود دارند که گرچه منکر ماگما و تحولات ماگمایی نیستند با هیمت گرانیت های جانشینی نیز وقوف کامل دارند. مثلاً Eskola در سال ۱۹۵۵ چنین اظهار نظر کرده است "توده های نفوذی rapakivi در کشور ما خالصترین گرانیت ماگمایی هستند و بین این توده ها و توده های گرانیتی جانشینی تمام نوعهای گرانیت را میتوان مشاهده نمود."

در شماره بعد گرانیتی شدن و طبقه بندی گرانیتها بر اساس کوهزائی مورد بحث قرار خواهد گرفت