

تحول‌های بی‌گاز شدن^(۱) گوشته^(۲) زمین و طریقه‌های تشکیل پوسته زمین*

نویسنده :

V. A. Magnitsky

دانشکده فیزیک - دانشگاه مسکو

ترجمه از :

مهندس فریدون سرابی

دانشیار زمین‌شناسی دانشکده فنی

خلاصه :

مقدار Ar^{40} موجود در اتمسفر با مقداری از آن که بر اساس محاسبه می‌توانسته است از گوشته زمین در موقع تشکیل پوسته زمین تولید شود مقایسه شده است. این محاسبه نشان می‌دهد که اگر فرض کنیم زمانی پوسته قاره‌ای زمین تماسی سطح کره زمین را می‌پوشانیده معادل 2.07×10^{19} گرم آرگن بایستی در اتمسفر وجود داشته باشد در صورتیکه برآورد مقدار واقعی آن 6.0×10^{19} گرم است. برخلاف اگر فرض کنیم که پوسته قاره‌ای زمین^(۳) هیچگاه وسعتی که خیلی بیش از مساحت فعلی آن باشد نداشته است مقدار آرگن موجود در اتمسفر بر اساس محاسبه به 7×10^{19} گرم میرسد. مقداری که با مقدار حقیقی آن تطبیق میکند.

فرضیه‌های تشکیل پوسته زمین :

مسئله پیدایش قاره‌ها و اقیانوس‌ها در حقیقت همان مسئله پیدایش دو نوع پوسته اصلی در سطح زمین است یکی پوسته قاره‌ای که ضخامت متوسط آن در حدود ۴ کیلومتر است و از سنگهای گرانیتی و بازالتی تشکیل شده است و ترکیب متوسط آن متوسط ترکیب گرانیت‌ها و بازالت‌ها است^(۴) دیگری پوسته اقیانوسی^(۵) ضخامت ۰ تا ۸ کیلومتر که از سنگهای بازالتی تشکیل شده است که این موضوع را میتوانیم از روی سرعت

Mantle - ۲

Degassing - ۱

۳ - Continental Crust که شامل خشکیهای زمین و فلات‌های قاره‌ای میشود که مجموع وسعت آنها در حدود

۳۵٪ سطح زمین را تشکیل میدهد (مترجم).

Oceanic Crust - ۵

Poldervaart, 1955 ; Steinhart & Meyer 1961 - ۴

* - اصل این مقاله در صفحات ۱۷۹ تا ۱۸۲ شماره دوم جلد اول مجله Tectonophysics در سپتامبر ۱۹۶۴

تحت عنوان : «The Process of Degassing the Earth's Mantle and the Ways of Development of the

Earth's Crust» چاپ شده است.

انتشار امواج لرزشی حدس زده و نتیجه بگیریم^(۱) ولی باید متذکر شد که این نتیجه گیری مورد تأیید همه نیست و عده‌ای معتقدند که این قسمت از پریدوتیب هائی^(۲) که بسپرانتین تبدیل شده‌اند تشکیل گردیده است^(۳) . بنا بر این مسئله بصورت زیر درمی‌آید : علت و عامل وجود این دونوع پوسته که تا این حد از نظر ساختمان و ترکیب باهم اختلاف دارند چیست ؟

هنوز جواب قطعی باین سؤال داده نشده است و بدین ترتیب مسئله مهم طرز تشکیل و تحول پوسته زمین هنوز حل نشده است . در وضع حاضر فرضیه‌های مختلفی در این باره بیان شده که آنها را میتوان بدودسته تقسیم کرد :

فرضیه‌های دسته اول برای این اصل بنا نهاده شده است که پوسته قاره‌ای پوسته اولی و اصلی است و تا ابتدای دوران دوم زمین شناسی تمام سطح زمین از این پوسته پوشیده شده بود و اقیانوس بمعنای واقعی آن قبل از این زمان وجود نداشته است . مطابق بعضی از فرضیه‌های دسته اول^۳ -^۴ این پوسته قاره‌ای منهدم شده و به پوسته اقیانوسی تبدیل گردیده است . در صورتیکه مطابق بعضی دیگر از فرضیه‌های ایندسته پوسته قاره‌ای در اثر انبساط زیاد کره زمین شکافهائی برداشته و اقیانوس‌ها در گودیهای ایجاد شده بین قاره‌ها بوجود آمده است .

فرضیه‌های دسته دوم برای استوار است که پوسته اقیانوسی پوسته اولی است و قاره‌ها پدیده‌ای ثانوی میباشند .

دلایلهای زمین شناسی و زمین فیزیکی زیادی برای تأیید هر یک از دو فرضیه بالا وجود دارد ولی هیچیک از این دلایله قاطعیت ندارند .

یکی از دلیل‌های مهمی که بنفع فرضیه دسته دوم وجود دارد محاسبه مقدار آب دریاها و مقایسه آن با مقدار آب موجود در سوازی است که هم اکنون از درون زمین خارج میشود . روی^(۴) در سال ۱۹۰۹ نشان داده است که بر اساس پدیده‌هائیکه هم اکنون در سطح زمین مشاهده میشود مقدار آب اقیانوس‌ها و دریاها با مقدار آبی که از گوشته زمین طی تشکیل آن خارج شده تطبیق میکند . نظیر این محاسبه را میتوان برای مقدار گازی که ضمن تشکیل پوسته قاره‌ای از درون زمین خارج شده و در اتمسفر جمع کرده است نیز بکار برد . این روش دلیل محکم دیگری برای حل مسئله مورد نظر ما بدست میدهد .

رویه بی‌گاز شدن مواد داخلی زمین :

بررسی ترکیب اتمسفر زمین نشان میدهد که مقدار عناصر گروه هشتم جدول تناوبی عناصر مثل

۱ - Ewing & Press 1959

۲ - پریدوتیت سنگ آذرینی است که از الیون (سیلیکات آهن و منیزیم) و پیروکسن (سیلیکاتهای آهن ،

کلسیم و منیزیم) تشکیل شده است .

۴ - Rubey

۳ - Hess 1959

Ne، Xe و ... در اتمسفر خیلی ناچیز است و تنها استثناء در آرگن آن است. باید متذکر بود که مقدار نسبتاً زیاد آرگن موجود در هوا در نتیجه وجود ایزوتوپ Ar^{40} است که از تجزیه رادیوآکتیو K^{40} بدست میآید در صورتیکه مقدار سایر ایزوتوپهای آرگن در اتمسفر با مقدار موجود سایر عنصرهای هم گروه آن تطبیق میکند.

از این حقیقت چنین نتیجه میگیریم که مقدار اولیه آرگن در اتمسفر (که از ایزوتوپهای غیراز Ar^{40} تشکیل یافته بوده است) کاملاً قابل اغماض بوده و تمامی $10^{19} \times 75$ گرم آرگن فعلی موجود در هوا منشأ ثانوی دارد^(۱). تنها فرضی را که برای وجود این آرگن در هوا میتوان قبول کرد آن است که تمامی آن از درون زمین و در موقع بی گاز شدن و رانده شدن گاز موجود در قسمت داخلی زمین بوجود آمده است. از آنجائیکه Ar^{40} از تجزیه K^{40} بدست میآید یعنی در حقیقت منشأ رادیوزائی^(۲) دارد مقدار آن در اتمسفر صد درصد بستگی بنحوه بی گاز شدن قسمت داخلی زمین دارد که بنوبه خود وابسته بطرز تشکیل پوسته زمین است.

فرض کنیم که خارج شدن آرگن از سنگها فقط در موقع فوران سنگها از گوشته ضمن تشکیل پوسته میسر باشد. در این فرض مقدار آرگنی که از تجزیه K^{40} پس از تشکیل پوسته بوجود آمده ناچار در پوسته زمین باقیمانده است (این فرض مبنای محاسبه سن سنگ در طریق پتاسیم آرگن است) و تنها تمامی آرگنی که قبل از فوران سنگهای تشکیل دهنده پوسته ایجاد شده بوده است باید به هوا اضافه شده باشد.

اگر فرض بالا را قبول کنیم هیچ نوع اشکالی در تعیین مقدار محاسبه شده آرگنی که باید در هوا (با در نظر گرفتن فرضیه های مربوط بتشکیل پوسته) یافت شود وجود نخواهد داشت.

اگر K^{40} مقدار پتاسیم موجود در زمان تشکیل گوشته در هر سانتیمتر مکعب گوشته و λ ^(۳) ضریب تجزیه پتاسیم، و $R = \frac{\lambda K}{\lambda \beta}$ باشد مقدار Ar^{40} موجود در یک سانتیمتر مکعب از مواد پوسته زمین را که در نتیجه تجزیه K^{40} بدست آمده است میتوان از رابطه زیر محاسبه نمود:

$$Ar_t = \frac{R}{R+1} K_0 (1 - e^{-\lambda t}) \quad (1)$$

که در آن t مدت زمانی است که از تشکیل گوشته گذشته است.

اگر dAr مقدار آرگنی باشد که در فاصله بین زمان t و زمان $t+dt$ خارج شده و v سرعت خروج مواد پوسته از گوشته باشد میتوان نوشت:

$$dAr = Ar_t v dt$$

Radiogenic - ۲

Rankama & Sahama 1950 - ۱

۳ - K^{40} در نتیجه تجزیه به Ar^{40} و Ca^{40} تجزیه میشود که هر یک دارای ضریب تجزیه خاصی است که در این مورد ضریب تجزیه پتاسیم با آرگن با λ_K و ضریب تجزیه آن بکلسیم با λ_{β} نمایش داده شده است. ضریب تجزیه کلی یعنی λ برابر است با $\lambda = \lambda_K + \lambda_{\beta}$.

اگر بجای Ar_{ξ} مقدار معادل آنرا از رابطه (۱) قرار دهیم خواهیم داشت :

$$dAr_{\xi} = \frac{R}{R+1} K_{\xi}^{\xi} (1 - e^{-\lambda t}) v dt$$

یا :

$$Ar_{\xi} = \frac{R}{R+1} K_{\xi}^{\xi} \int_0^{t_0} (1 - e^{-\lambda t}) v dt$$

که در آن t_0 من گشته است . چون $K_{\xi}^{\xi} = K^{\xi} e^{\lambda t_0}$ پس میتوان نوشت :

$$Ar_{\xi} = \frac{R}{R+1} K^{\xi} e^{\lambda t_0} \int_0^{t_0} (1 - e^{-\lambda t}) v dt$$

برای سهولت فرض میکنیم که تشکیل پوسته قاره‌ای از زمان t_1 شروع شده و نیز فرض میکنیم که وقتی $t < t_1$ است $v = 0$ باشد . بنابراین :

$$(3) \quad Ar_{\xi} = \frac{R}{R+1} K^{\xi} e^{\lambda t_0} \int_{t_1}^{t_0} (1 - e^{-\lambda t}) v dt$$

ولی سرعت تشکیل پوسته یعنی v مجهول است و ما آنرا مقدار ثابتی فرض میکنیم :

$$v = v_0 = \frac{H \rho}{t_0 - t_1}$$

که در آن H ضخامت پوسته و ρ وزن مخصوص مواد آن است . در نتیجه خواهیم داشت :

$$(4) \quad Ar_{\xi} = \frac{R}{1+R} K^{\xi} H \rho \left[e^{\lambda t_0} + \frac{1 - e^{\lambda(t_0 - t_1)}}{\lambda(t_0 - t_1)} \right]$$

اگر $H = 35$ کیلومتر ، $\lambda = 0.53 \times 10^{-9}$ ، $R = 0.118$ ، سال $t_0 = 5 \times 10^9$

$$K = 2.7\% \text{ (1)} ، K^{\xi} = 0.0012 K ، t_1 = 2 \times 10^9 \text{ سال}$$

باشد در صورتیکه فرضیه دسته اول را قبول کنیم از رابطه (۴) مقدار آرگن اتمسفر 2.06×10^{19} گرم میشود در صورتیکه مقدار واقعی آن 65×10^{19} گرم است . ولی اگر فرض کنیم که پوسته قاره‌ای هیچگاه وسعتی بیش از وسعت فعلی خود از سطح زمین را نمی‌پوشانیده است از رابطه (۴) مقدار تئوریک آرگن 7×10^{19} گرم میشود که با مقدار واقعی آن تطبیق میکند .

چون آرگن نمیتواند از اتمسفر فرار کند و از آنجائیکه نمیتوان فرض کرد که مقدار K قشر زمین

$\frac{1}{3}$ مقداری است که در این محاسبات بکار رفته نمیتوانیم نتیجه زیر را بدست آوریم :

تمام فرضیه‌های دسته دوم تا حد زیادی با مقدار آرگن موجود در اتمسفر تطبیق میکنند . درین فرضیه‌های دسته اول فقط فرضیه‌ای را که انبساط عظیمی برای زمین در نظر میگیرد میتوان با اعداد حاصله تطبیق داد .

References:

- Ewing, M. and Press, F. 1955: Geophysical contrast between continents and oceans. *Geol. Soc. Am., Spec. papers*, 62: 1-6.
- Hess, H.H., 1959: The AMSOC hole to the earth's mantle. *Am. Sci.* 40: 340-345
- Poldervaart, A., 1955: Chemistry of the earth's crust. *Geol. Soc. Am., Spec. Papers*, 62: 119-144.
- Rankama, K. and Sahama, T.G., 1950: *Geochemistry*. Univ. Chicago Press, Chicago, Ill., 912pp.
- Rubey, W.W., 1951: Geologic history of sea water, *Bull. Geol. Soc. Am.*, 62 (9): 1111-1147.
- Steinhart, J.S. and Meyer, B.P., 1961: *Explosion studies of continental structure*. Carnegie Inst. Wash. Publ., 622: 409 pp,