



منشأ سنگ‌های رسوبی و ذخائر معدنی در آن‌ها: یک بحث متالورژیک

قسمت دوم

مرتضی مؤمن زاده*

اشاره

در شماره‌ی گذشته (۵۲) فصل‌نامه، بخشی از مقاله‌ی آقای دکتر مؤمن زاده تحت عنوان «منشأ سنگ‌های رسوبی و مواد معدنی در آن‌ها»، یک بحث متالورژی به چاپ رسید. به علت طولانی بودن مقاله و محدودیت صفحات، قسمت دوم آن، در این شماره از نظر گرامی‌تان می‌گذرد که امیدواریم مورد پسند شما قرار گیرد. در صورتی که نسبت به محتوای این مقاله نقد یا پرسشی دارید، می‌توانید با آدرس پستی و الکترونیکی مجله یا مستقیماً با نویسنده‌ی آن تماس حاصل کنید.

۳. مناظره‌ی یک زمین‌شناس «خشکی‌زاد» و یک زمین‌شناس مفروض «دریازاد» درباره‌ی منشأ رسوبات در دریاها، مثالی از تجلی ویژگی «خودمحوری» انسان اگر از گروهی زمین‌شناس، درباره‌ی منشأ مواد سازنده‌ی یک سنگ رسوبی (مثلاً سنگ آهک کرتاسه در ایران مرکزی) سؤال شود، به طور عام و متعارف، چه پاسخی خواهند داد؟ به نظر این جانب در زمان حاضر (یعنی در آغاز قرن بیست و یکم)، اولاً سؤال از فرط سادگی و بداهت، به نظر اکثر شنوندگان بی‌مورد خواهد آمد. ثانیاً اکثر آن‌ها خواهند گفت که عناصر لازم از فرسایش خشکی‌ها، توسط آب باران، از راه رودخانه‌ها، به صورت شیمیایی

و یا مکانیکی، به حوضه‌ی رسوبی مفروض رسیده و ته‌نشین شده، و پس از گذراندن مراحل «سنگ شدن»^۱ به سنگ آهک تبدیل شده است.^۲

اگر چنین سؤال‌ی، به جای این که از یک گروه زمین‌شناس که محیط تکوینشان خشکی است و به عبارت دیگر، موجوداتی «خشکی‌زاد» هستند، به فرض محال از موجودی «دریازاد» که او هم به فرض، زمین‌شناسی خوانده و تجربه کرده و از نظر شعور، هم‌ارز انسان باشد، به عمل آید، آیا او هم پاسخ مشابه خواهد داد؟ زمین‌شناس دریازاد، در محیط زادگاهش، در طول زمان‌های دراز، فعالیت‌های ولکانیکی زیر دریایی را در مقیاس وسیع، در طول پشته‌های میان‌اقیانوسی، زون‌های فرو رانش، کافت‌های دریایی و هم‌چنین در کوه‌های آتش‌فشانی زیر دریایی^۳، روی دشت‌های زیر دریایی تجربه کرده است و می‌داند که تفویض مواد گدازه، آذرآواری و (فومرول) دودخان‌ها، از نظر مقدار و گسترش در واحد زمان، مثلاً در سال، ارقام بزرگی را تشکیل می‌دهد. پس برابر اصل از «خود» به بیرون نگرستن و «خود» را مرکز انگاشتن، در جواب همان سؤال درباره‌ی منشأ یک سنگ رسوبی (مثلاً سنگ آهک کرتاسه)، به طور عام و متعارف و به احتمال قریب به یقین، پاسخی به جز پاسخ

رسوب فراوان تر کربنات کلسیم، در طول زمان کوتاه، در کل اقیانوس های کوهی زمین نسبت به زمان ژوراسیک، آزاد شدن بیشتر «یون» های کلسیم و کربن از ماگماتیزم زیر دریایی در طول زمان کوتاه و معلول جدایش قاره هاست، نه از منشأ مواد با جنس متفاوت از خشکی های زمین در طول این دوره، ممکن است خشکی زاد آن را معلول تغییرات شرایط آب و هوایی زمین معرفی کند.

اگر دریازاد تغییرات شرایط آب و هوایی را نیز معلول گسترش فعالیت های ماگماتیزم، در هیدروسفر و اتمسفر کوه زمین معرفی کند و تفاوت شرایط تکتونو- ماگمایی زمین را در برهه ی زمانی کوتاه با برهه ی زمانی ژوراسیک، در منظومه ی شمسی، علت این امر معرفی کند، آن گاه پاسخ خشکی زاد چه خواهد بود؟ این امر مسلم است که هر یک از دو طرف مناظره، می تواند به اندازه ای شواهد و قرائن در دفاع از موضع خود ارائه دهد که یک ناظر و داور بی طرف را متقاعد کند که گفته ی زمین شناس خشکی زاد، در مورد این که خشکی ها، تأمین کننده صرف مواد، برای تشکیل سنگ های رسوبی هستند، صد درصد درست نیست. بلکه این احتمال، کمتر از صد درصد است و «زمین شناس دریازاد» هم منطقی قوی دارد که به راحتی رد کردنی نیست. اگر نتیجه ی مناظره چنین باشد که ما انسان های خشکی زاد پذیریم، ولکانیزم زیر دریایی در تشکیل سنگ های رسوبی، نقشی لااقل هم شأن خشکی، در تأمین مواد لازم برای تشکیل این سنگ ها دارد، موفق شده ایم بر احساس ناشی از خشکی زاد بودن خود، یعنی نقش مخرب و ویژگی «خودمحوری» خود، مبنی بر این که رسوبات مذکور صرفاً منشأ خشکی دارند (آن چه که ممکن است به طور متعارف تصور شود)، فائق آمده ایم. آن گاه است که عامل خودمحوری را از کار پژوهش خود حذف کرده ایم و به این که «پدیده های طبیعی، مستقل از ما عمل می کنند» و به این که در پژوهش می باید عامل «خود» را حذف کنیم، اعتقاد پیدا کرده ایم. لازم به ذکر است، خودمحوری انسان زمین شناس خشکی زاد، مبنی بر این که مواد تأمین کننده ی سنگ های رسوبی، صرفاً منشأ خشکی دارند (و یا لااقل، عدم توجه به اهمیت منشأ ولکانیزم زیر دریایی در تشکیل این سنگ ها)، به دلیل عملکرد نامحسوس و ویژگی خودمحوری، آن قدر جامعه ی زمین شناسی و به طور کلی جامعه ی علمی علوم زمین^۵ را از واقع گرایی دور کرده است که به جرئت می توان گفت، باعث انحراف عظیمی در تکامل این شاخه از علوم شده است. من به خود جرئت می دهم و ادعا می کنم که این نگرش خودمحورانه باعث شده است که زمین شناسی و علوم منشعب شده از آن، به خصوص متالورژی، نتوانند استاندارد لازم برای قرار گرفتن در فهرست «علوم» را به دست آورند. پیامدهای اقتصادی نامطلوب این تصور خودمحورانه،

زمین شناس خشکی زاد خواهد داد. او به احتمال قوی خواهد گفت که عناصر لازم برای تشکیل این سنگ های رسوبی، از تخلیه ی دودخان های غنی از چنین عناصر و قطعات میکرونی و درشت تر آذر آوری در فرایندهای ولکانیزم زیر دریایی، در طول محور پشته های میان اقیانوسی^۴، زون های فرورانش، کافت های دریایی و آتشفشان های پهن دشت های زیر دریایی تأمین می شود. اگر این زمین شناس خشکی زاد، را با آن زمین شناس دریازاد، در مناظره ای حاضر کنیم، هر یک سعی در اثبات فرضیه ی خود، درباره ی منشأ تأمین مواد سازنده ی سنگ آهک مورد بحث ما خواهد کرد و برای این هدف نیز ممکن است، در معرض خطر دوری از خط حقیقت جویی قرار گیرد. زمین شناس خشکی زاد، یعنی انسان، به دلیل انباشته های ذهنی حاصل از خشکی زاد بودن و زمین شناس مفروض دریازاد، به دلیل انباشته های ذهنی حاصل از محیط زایش خود، هر یک به استدلال، برای اثبات حقانیت خود می پردازند.

زمین شناس خشکی زاد ممکن است استدلال کند که حجم و سرعت تفویض مواد از خشکی به دریا، بیشتر از آن چیزی است که از کف دریا تفویض می شود. زمین شناس دریازاد نیز می گوید، باید محاسبه کرد، آن گاه مشخص خواهد شد که آن چه از ولکانیزم کف دریا به محیط رسوبی تفویض می شود بیشتر است، یا آن چه از خشکی های سراسر کوهی زمین به دریاها وارد می شود!

اگر زمین شناس خشکی زاد بگوید سطح خشکی های زمین که تأمین کننده ی مواد از خشکی هستند، سهم بیشتری در تشکیل رسوبات در دریاها دارند، زمین شناس دریازاد خواهد گفت، سطح هیدروسفر دو برابر سطح خشکی هاست. اگر زمین شناس دریازاد استدلال کند که تأمین مواد از منشأ ولکانیزم زیر دریایی، هم از نظر کیفی و هم از نظر کمی، تابع شرایط زمانی- مکانی است (مثلاً ترکیب ماگما در پشته های میان اقیانوسی با ترکیب آن در کافت دریایی متفاوت است) و این امر، تنوع رسوبات را در طول ستون چینه نگاری دوران های متفاوت تاریخ تکامل زمین و هم چنین به طور جانبی، در پهنه ی جغرافیای زمین باعث می شود، زمین شناس خشکی زاد ممکن است بگوید که این تنوع مربوط به شرایط محیط رسوبی (مانند عمق، Eh، pH، دما و ... و نقطه ی تفویض از خشکی و ...) است، نه مربوط به تنوع ماگما در محیط های متفاوت ژئوتکتونیک.

اگر زمین شناس دریازاد بگوید، نامتجانس بودن مواد رسوبی، در طول تاریخ تکامل کوهی زمین، با پراکنش دوره ای- منطقه ای و نامتجانس بودن ماگماتیزم و ولکانیزم زیر دریایی در همین قالب منطقه- زمان توجیه می شود، زمین شناس خشکی زاد چه پاسخی دارد که بگوید؟ مثلاً اگر دریازاد ادعا کند، علت

ولکانیزم زیر دریایی در محل گسترش پشته‌های میان اقیانوسی (MOR)، فرورانش، آتش فشان‌های دشت‌های زیر آب^۷ و کافت‌ها^۸ و دیگر محل‌های تفویض ماگما به هیدروسفر تأمین می‌شوند. برای من نیز سخت است که تصور کنم، مواد تشکیل دهنده ی کنگلومرا و ماسه سنگ در مصب رودخانه‌ها و در سواحل حوضه‌های رسوبی از خشکی تأمین می‌شوند. زیرا تکوین من و مشاهدات خودم و آموخته‌هایم، نه در محیط خشکی، بلکه در محیط دریا بوده است. لذا قدر و ارزش خشکی در تأمین مواد، برایم خفیف‌تر از اندازه‌ی واقعی آن خواهد بود. فراموش نشود، من دریازاد هستم و پدیده‌های دریایی، براساس اصل خودمحوری برایم نزدیک‌تر، مأنوس‌تر و مهم‌تر از اندازه‌ی واقعی شان انگاشته می‌شوند. همان‌گونه که پدیده‌های خشکی برای تو، زمین‌شناس خشکی زاد، نزدیک‌تر، مأنوس‌تر و مهم‌تر از اندازه‌ی واقعی آن‌ها انگاشته می‌شوند! چه باید کرد؟ تو از دیدگاه «خشکی زادی» و من از دیدگاه «دریازادی» به پدیده‌ی منشأ مواد تأمین کننده‌ی رسوبات، در حوضه‌های رسوبی و تشکیل سنگ‌های رسوبی می‌نگریم و یکی از ما نقش خشکی و دیگری نقش ماگماتیزم زیر دریایی را

پررنگ‌تر می‌انگاریم. برای من همان قدر سخت است تصور کنم کنگلومرا و ماسه سنگ، در مصب رودخانه‌ها و سواحل دریاها، از خشکی تأمین می‌شود که برای تو تصور تأمین مواد تشکیل دهنده‌ی شیل، مارن و سنگ آهک از ماگماتیزم زیر دریایی.

خوش بختانه، تو زمین‌شناس خشکی زاد، بیش از من دارای دانش و امکانات برای بررسی پدیده‌ی مورد بحث هستی. تو در چند دهه‌ی اخیر، با به‌کارگیری اندیشه و ابزار، به محیط دریا که جولانگاه من دریازاد است وارد شده‌ای و اندکی از آن‌چه را من در طول تاریخ تکوین وجودم آندوخسته‌ام، می‌بینی و تجربه می‌کنی. از جمله جریان‌گذازها،

مبنی بر این که منشأ تأمین مواد در تشکیل رسوبات دریایی، صرفاً خشکی‌های زمین است و «استنباط»های علمی ناقص و گهگاه غلط و گمراه کننده‌ی ناشی از این استنباط‌ها، آن قدر بزرگ هستند که تصور عظمت آن‌ها، بدون ممارست کافی در این زمینه، امکان پذیر نیست.

بخش کوچکی از انحراف‌های علمی و زیان‌های اقتصادی ناشی از چنین تصور غلطی، در اکتشاف انواع سوخت‌های فسیلی و مواد خام معدنی و بعضی مواد دیگر را، در مناظره‌ی دو زمین‌شناس خشکی زاد و دریازاد مفروض، در ادامه در قالب چند مثال آورده‌ام. در همین قالب، پاسخ اجمالی به چند پرسش مطرح شده در ابتدای گفتار نیز، از زبان زمین‌شناس دریازاد داده می‌شود.

زمین‌شناس دریازاد، درباره‌ی باورهای سنتی زمین‌شناس خشکی زاد مطالبی به شرح زیر را عنوان می‌کند:

۱. شما خشکی‌زادها، فرض اول را بر این می‌گذارید که مواد تشکیل دهنده‌ی کنگلومرا، ماسه سنگ، شیل، مارن، کربنات‌ها و دیگر انواع رسوبات و سنگ‌های رسوبی، به وسیله‌ی رودخانه‌ها وارد حوضه‌های رسوبی شده و این سنگ‌ها را تشکیل داده‌اند. آن‌گاه با مشاهده‌ی شواهدی، بعضی از انواع سنگ‌ها را از منشأ غیر خشکی و از منشأ تحولات ولکانیزم زیر دریایی فهرست می‌کنید؛ مثلاً سنگ‌های آذر آواری را. علت این نحوه نگرش شما، خشکی زاد بودن شماست. همه‌ی سنگ‌های رسوبی را از منشأ خشکی می‌دانید، مگر آن‌که شواهد قاطع و غیر قابل انکاری ذهن شما را مجبور به شکستن انحصار «خشکی منشأ» بودن مواد تشکیل دهنده‌ی سنگ‌ها بکنند. مثلاً، می‌پذیرید که سنگ‌های آذر آواری که منشأ خشکی ندارند. ولی در مورد شیل و کربنات‌ها، املاح و بسیاری دیگر از سنگ‌های رسوبی، با شواهد ضعیفی و یا صرفاً بر پایه‌ی ویژگی احساسی خودمحوری خودتان، می‌پندارید که آن‌ها منشأ خشکی دارند!

ولی در مورد من که زمین‌شناس دریازاد هستم، وضع معکوسی وجود دارد. من در محیط دریا تکوین یافته‌ام. پدیده‌های دریایی را دیده، تجربه کرده و آموخته‌ام و از اجداد خودم در طول تاریخ تکوینم آموخته‌ام و آن‌چه آموخته‌ام، با وجود آمیخته شده است! تو باران و آب و هوا و انرژی خورشید و سرما و گرما و جریان رودخانه و حمل مکانیکی و شیمیایی مواد را، از خشکی به محیط رسوب گذاری، آموخته و تجربه کرده و از اجداد خود گرفته‌ای. طبیعی است که آن‌گونه درباره‌ی تشکیل رسوبات و سنگ‌های رسوبی بیندیشی. من هم در اثر تکوین در محیط دریایی و در اثر ویژگی خودمحوری خودم، باور کرده‌ام که مواد لازم برای رسوب گذاری و تشکیل سنگ‌های رسوبی، در دریاها و حوضه‌های رسوبی، صرفاً از منشأ



ماگماتیزم زیر دریایی در بخش وسیعی از هیدروسفر زمین، چگونه در حجم محدود هیدروسفر، اگر در تشکیل رسوبات مصرف نشود، باقی می‌ماند و یا این که به کجا می‌رود. مگر نه این که حجم محدود هیدروسفر، توانایی محدودی برای نگه‌داری مواد تفویض شده از ولکانیزم زیر دریایی را دارد؟ چه مواد جامد میکرونی و زیر میکرونی، چه قطعات بزرگ‌تر، و چه مواد دودخانی که در هیدروسفر حل شده و در آن پخش می‌شوند! اگر این مواد از هیدروسفر، با فرایند راسب شدن خارج نشوند، چگونه آب هیدروسفر، ظرفیت جدیدی را برای قبول مواد تازه تخلیه شده از ولکانیزم زیر دریایی خواهد داشت؟

تو که اهل تحلیل، منطق و محاسبه هستی، چگونه می‌توانی پراکنش نامتجانس یک نوع از سنگ رسوبی مفروض و یا یک نوع ماده‌ی معدنی مفروض، مثلاً هیدروکربور، فسفر، اورانیوم و غیره را در ستون زمان عمر زمین، مثلاً در یک دوره‌ی زمین‌شناسی در مقایسه با دوره‌ای دیگر، با نظریه‌ی تأمین مواد از خشکی، از جنبه‌ی نظری توجیه کنی؟ در حالی که من با دوره‌ای بودن ماگماتیزم و تأمین مواد در هر دوره‌ی فعالیت ماگمایی و به صورت «یک بار برای همیشه»^{۱۳}، می‌توانم این نحوه پراکنش زمانی را از نظر تئوریک توجیه کنم.

تعجب می‌کنم از این که تو ایجاد محیط‌های احیایی را، در بخش‌هایی از دریا و یا در بخش‌هایی از یک حوضه‌ی رسوبی، صرفاً به تغییرات شرایط و تله‌های فیزیکوشیمیایی و حیاتی نسبت می‌دهی (از جمله عمق حوضه و تله‌های Eh و pH و جانوران و غیره) و نقش تقابل مواد و عناصر تخلیه شده از کانون‌های ولکانیزم زیر دریایی با اکسیژن هوا را، به عنوان یک عامل اساسی در نظر نمی‌گیری. مثلاً چرا باید شرایط احیا را این قدر به عمق حوضه نسبت بدی؟! چرا تفویض گوگرد، هیدروژن و هیدروکربورها، به خصوص گاز متان را عامل اساسی ایجاد محیط احیا، در مقیاس‌های وسیع حوضه‌ی رسوبی، در نظر نمی‌گیری؟ خواهش می‌کنم به من این پاسخ را نده که در نظر می‌گیری. منظور من این است که چرا این تفویض مواد و گازهای احیاکننده را «اصل» و تله‌های مذکور، از جمله عمق حوضه را «عوامل فرعی» و عارضی فرض نمی‌کنی؟ در حالی که من این گونه می‌اندیشم. من تو را به تأثیرپذیری از ویژگی «خودمحوری» خود متهم می‌کنم و تو هم مرا به همان ویژگی متهم می‌کنی. به هر حال بیا کمی به آن چه می‌گویم بیندیش.

۲. ای «زمین‌شناس خشکی‌زاد!» در مورد تشکیل املاح، باید بگویم که به نظر من، تو شدیداً متأثر از ویژگی «خودمحوری» شده‌ای. درست است که دیده‌ای و خوانده‌ای و در تکوین وجودت از اجدادات آموخته‌ای که برای رسوب املاح، باید صرفاً «تبخیر»، باعث کم شدن نسبت آب به ملح و در نتیجه، اشباع و

خروج مواد جامد آذر آواری با ابعاد زیر میکرونی تا چندین متری و «بخار مایع»‌های^{۱۴} وابسته به فعالیت ماگمایی را مشاهده می‌کنی و حتی رشد و «جهش ژنتیک»^{۱۵} عناصر حیاتی را در چنین محیط‌هایی می‌بینی و تجربه می‌کنی. لذا اندکی از آن چه که من مدعی آن هستم، آگاهی پیدا کرده‌ای. لیکن باید بگویم که به هر حال، از آن جا که از دریچه‌ی چشم یک زمین‌شناس خشکی‌زاد به پدیده‌های دریایی می‌نگری، پیوسته در معرض خطر «دست کم گرفتن» پدیده‌هایی هستی که در محیط دریا رخ می‌دهند. از جمله این که جریان تأمین مواد سازنده‌ی رسوبات و سنگ‌های رسوبی از منشأ ولکانیزم زیر دریایی را دست کم گرفته‌ای.

اگر قرار باشد که تأمین مواد سازنده رسوبات و سنگ‌های رسوبی، به آن ترتیب و به آن نسبت که تو می‌انگاری، «خشکی» باشد، پس موادی که در هر دوره و یا با هر ضربان^{۱۶} ولکانیزم زیر دریایی، به صورت ذرات جامد (آذر آواری) و یا بخار مایع^{۱۷} وارد حوضه‌ی رسوبی مفروض می‌شوند، به کجا می‌روند؟ نه این که با آن چه از خشکی‌ها آمده، در آمیخته‌اند و توأمأ مواد لازم برای تشکیل رسوبات را تأمین می‌کنند؟! آیا هیچ اندیشیده‌ای که ممکن است، مواد تفویض شونده از ولکانیزم زیر دریایی، درصد‌های بالایی از مواد را برای تشکیل رسوباتی که تو آن‌ها را شیل، مازن، رس، سیلت و غیره می‌نامی، تأمین کرده باشند و فقط درصد‌های ناچیزی از منشأ خشکی تأمین شده باشند؟! پس باید بدانی که من این نسبت درصد را بسیار بالا می‌دانم.

برای من عجیب است که تو تأمین مواد لازم برای تشکیل شیل در اعماق چند هزار متری و در فواصل چند هزار کیلومتری از خشکی را، با وجود کانون‌های تفویض مواد از منشأ ولکانیزم زیر دریایی، باز هم صرفاً از منشأ خشکی می‌انگاری! در حالی که به من نمی‌گویی، چنین مواد تخلیه شده از این چنین کانون‌هایی به کجا می‌روند؟!

برای من عجیب است که تو فکر نمی‌کنی، حجم عظیم مواد آذر آواری و بخار مایع که در یک دوره‌ی چند میلیون سالی



رسوب املاح در یک حوضه‌ی رسوبی شود. اما مگر نمی‌شود مثل من فکر کنی که ممکن است مواد لازم برای تشکیل املاح (مثلاً یون‌های Na, Cl, K, Mg, S, H, O, C و غیره)، از کانون‌های دودخانی در هر عمقی وارد حوضه‌ی رسوبی بشوند و سرعت و حجم تفویض آن‌ها به حوضه‌ی رسوبی در واحد زمان، بر سرعت «پراکنش»^{۱۴} آن‌ها در آب دریا پیشی گیرد و اشباع موضعی در اعماق صورت پذیرد و رسوب املاح رخ بدهد؟! مگر نه این‌که اشباع، لازمی رسوب املاح است؟ چرا تو زمین‌شناس خشکی‌زاد، صرف تبخیر را برای رسوب املاح مدنظر داری؟ آیا این نحوه‌ی استنباط تو، نوعی انحراف حاصل از ویژگی خودمحوری نیست؟

من، از آن‌جا که دریا زاد هستم، البته که رسوب املاح در اثر انرژی خورشید و در اعماق کم را درک نمی‌کنم؛ همان‌گونه که تو رسوب املاح در اعماق زیاد، در اثر اشباع ناشی از تفویض مواد سازنده‌ی املاح از منشأ ولکانیزم زیردریایی را درک نمی‌کنی! ولی من این انصاف را دارم که درباره‌ی آن چه می‌گویی فکر کنم و رسوب املاح را صرفاً معلول تفویض از ماگما و رسوب ناشی از اشباع در اعماق ندانم. چرا تو هم مثل من، انصاف نمی‌دهی که ممکن است بخشی از املاح، به صورتی که من می‌گویم، رسوب می‌کنند؟!

تو آن قدر در تبعیت از ویژگی خودمحوری خودت به انحراف کشیده شده‌ای که با فرض تبخیری بودن صرف نحوه‌ی تشکیل املاح، حتی نام آن‌ها را «تبخیری‌ها»^{۱۵} گذاشته‌ای! در نتیجه من نمی‌دانم با تو چه کنم. مفهوم مشترکی داریم و آن املاح است. تو فرض کرده‌ای که آن‌ها صرفاً با فرایند تبخیر، تشکیل می‌شوند و من این فرض را قبول ندارم. لذا نام این نوع رسوبات را چه بگذاریم که مفهوم آن‌ها برای هر دوی ما قابل قبول و قابل درک و فهم باشد؟ من زمین‌شناس دریازاد، پیشنهاد می‌کنم که نام آن‌ها را «اشباعی‌ها»^{۱۶} بگذاریم. چه طور است؟ اگر حرفم را قبول نکنی، تو را پژوهشگری نظری نخواهم دانست. بلکه تو را پیرو سنت جاریه‌ی خودتان، یعنی زمین‌شناسان خشکی‌زاد خواهیم دانست.

حالا می‌خواهم در مورد یکی از پیامدهای زیان‌بار فرضی که کرده‌ای، صحبت کنم. تو فرض کرده‌ای که املاح باید در اثر تبخیر نهشته شوند. پیامد نخست این نحوه فرض، این است که باید عمق حوضه الزاماً کم باشد! اگر این فرض غلط باشد، همان‌گونه که من نظر دارم، آن‌گاه هرچه که بر این مبنا پایه بگذاری، روی آب پایه‌گذاری کرده‌ای. مثلاً هر آن‌چه پهنه‌بندی‌ها و ترازبندی‌های پالئوژئوگرافی می‌کنی، ممکن است غلط باشد!

۳. گرایش ذهنی و احساسی تو زمین‌شناس خشکی‌زاد که

در اثر ویژگی خودمحوری دچار آن شده‌ای، تو را و می‌دارد که فرض کنی، مواد معدنی عمدتاً فلزی، می‌باید در فرایندی، پس از تشکیل سنگ رسوبی و به صورت «غیرهمزاد»^{۱۷} در آن جای گیرد. این گرایش ذهنی، ناشی از مشاهدات «خشکی‌زادی» توست و ملکه‌ی ذهنی تو شده است! اجداد تو، ایجاد فلزات را از ترکیب دو عنصر خاک و آتش می‌دانستند و آن‌چه را از رگه‌ها و توده‌های مواد معدنی فلزی در اطراف آتش‌فشان‌ها دیده بودند، تصور کرده بودند که از برخورد صاعقه به کوه‌ها به وجود آمده‌اند. آن‌ها صرفاً آتش‌فشان، صاعقه و سایر عوامل دیدنی در خشکی را عامل ایجاد مواد معدنی می‌انگاشتند. این تصور در ضمیر ناخودآگاه تو به عنوان یک واقعیت جای گرفته است. لیکن من زمین‌شناس دریازاد که آن‌ها را ندیده‌ام، طبعاً چنین نمی‌انگارم. به نظر من، مواد معدنی، همانند سایر مواد تشکیل‌دهنده‌ی رسوبات و سنگ‌های رسوبی، از کانون‌های ولکانیزم و دودخان‌های زیردریایی، به حوضه‌ی رسوبی وارد شده و هم‌زمان و همزاد^{۱۸} با آن‌ها راسب شده‌اند.

فرق من با تو این است که من آمادگی قبول «انگاره» و فرضیه‌ی تو را دارم و می‌پذیرم که در بعضی شرایط، می‌شود که بعضی از رگه‌ها و توده‌های مواد معدنی، در مراحل بعد از تشکیل سنگ رسوبی و به طور «غیرهمراه» و «غیرهمزاد» با آن، در آن جای گیرد. ای کاش تو هم چنین می‌اندیشیدی! تلاش تو، برای توجیه تئوریک بعضی از انواع کانی‌سازی‌ها، از جمله کانی‌سازی سرب و روی نوع دره‌می‌سی‌سی‌پی^{۱۹} (MVT)، حضور سولفات کلسیم و باریم به همراه کانی‌سازی ماسیوسولفاید نوع کوروکو، وجود اکسید آهن به همراه سیلیس در کانی‌سازی‌های انواع «سازند سنگ آهن نواری»^{۲۰} (BIF)، مس در لایه‌های سرخ^{۲۱} مس در نوار زامبیا-زئیر^{۲۲} در جنوب آفریقا و بسیاری دیگر از انواع ژنتیک کانی‌سازی‌ها، بسیار جالب‌اند و نشان واضحی از گرفتاری تو در دام ویژگی ذاتی خودمحوری هستند. من نمی‌دانم چرا از نظر تو، کربنات کلسیم، منیزیم، سدیم و سولفات کلسیم و بسیاری دیگر از مواد می‌توانند از آب دریا راسب شوند، ولی سولفات باریم، استرونیوم، هیدروکسید روی و بسیاری دیگر از ترکیبات، نمی‌توانند! مطمئن هستم، اگر تو هم مثل من دریازاد بودی، این‌ها را کاملاً طبیعی می‌دانستی.

۴. ای زمین‌شناس خشکی‌زاد! تو درباره‌ی منشأ هیدروکربورها در پوسته‌ی زمین، تا قبل از آغاز قرن بیستم، می‌پنداشتی که هیدروکربورها منشأ ماگمایی دارند. به این منظور، شواهد و دلایلی آزمایشگاهی و میدانی^{۲۳} ارائه می‌کردی. سپس نظریه‌ی نشست گرفتن هیدروکربورها از حیات را مطرح کردی و مورد استقبال تمامی زمین‌شناسان خشکی‌زاد قرار گرفت و امروزه نیز، نظریه‌ی غالب توست. به این معنی که جانوران،

در یک حوضه‌ی رسوبی و در زمان خاصی و در اثر پدیده‌ای فاجعه‌ای^{۲۴} دچار مرگ دسته جمعی می‌شوند و انباشت آن‌ها در لایه‌ای خاص، باعث بالا رفتن غیر عادی نرخ جمع کربن آلی^{۲۵} (TOC) در آن لایه می‌شود. بخش‌های نرم‌تن این جانوران، کروژن و نهایتاً هیدروکربور تولید می‌کند که پس از مهاجرت، در تله‌های زمین شناسی انباشته و برای انسان قابل بهره‌برداری می‌شوند.

جالب است که برای هر دو نظریه، شواهدی در طبیعت و در آزمایشگاه، ارائه کرده‌ی رد کردن آن‌ها امکان ندارد! هنوز هم اکتشاف هیدروکربورها، توسط شما انسان‌های خشکی‌زاد، با به کارگیری ابزارها و با سعی و خطا و تجربه صورت می‌گیرد و هنوز یک قانون متالوژنی فراگیر که بتواند، شواهد هر دو نظریه را به طور علمی توجیه کند، پیدا نکرده‌اید. شما انسان‌های خشکی‌زاد اکتشاف گر هیدروکربورها، دانسته‌اید که در «حوضه‌های ریفتی»^{۲۶}، شانس یافتن ذخایر هیدروکربور، بیشتر از سایر حوضه‌هاست. اما توجیه علمی قانع کننده‌ای برای این امر ارائه نمی‌دهید. شما زمین شناسان خشکی‌زاد امروزی می‌دانید که در حاشیه‌ی حوضه‌های نفتی، احتمال وجود ذخایری از سرب، روی و باریت وجود دارد و توجیه‌های ژنتیکی نه چندان فراگیر و نه چندان علمی، برای رابطه‌ی ژنتیک هیدروکربورها و وجود سرب، روی و باریت ارائه می‌دهید! شما دریافته‌اید که بین هیدروکربورها، فسفر، اورانیوم، عناصر خاکی نادر (REE) و بعضی دیگر از عناصر، از جمله آهن و سرب و روی، ارتباط مکانی-زمانی وجود دارد، لیکن به قانونمندی متالوژنیک آن‌ها توجه کافی نکرده‌اید. شما هم‌آغوشی مکانی-زمانی هیدروکربورها، با املاح را در حوضه‌های نفت و گاز، در هر مقیاسی از کل حوضه‌ی رسوبی، تا میدان‌های نفت و گاز و مخزن‌های طبیعی (مخازن) می‌بینید و فکر نکرده‌اید که ممکن است که املاح و هیدروکربورها رابطه‌ی ژنتیک داشته باشند؛ یعنی همزاد و هم ذات باشند!

شما انتزاعی فکر می‌کنید! فکر می‌کنید که املاح، از جمله نمک، بدون ارتباط ژنتیک و فقط در نقش تله^{۲۷} یا سنگ کلاهاک^{۲۸}، به طور شانس و اتفاقی هم‌آغوش ذخایر نفت و گاز است! شوری شورابه‌ی همراه نفت و گاز در مخازن طبیعی را شانس‌ی تصور می‌کنید! زیرا کوه می‌خواهید،



به زور و تحت تأثیر ویژگی خودمحوری ناشی از خشکی‌زاد بودن خودتان، شوری‌ها را به محیط تبخیری نسبت بدهید! چه قدر سعی کرده‌اید نظریه‌های خودمحورانه‌ی خودتان را که از خشکی‌زاد بودنشان ناشی شده‌اند، به مشاهده‌های^{۲۹} خودتان در طبیعت تحمیل کنید! چرا این قدر در مشاهده‌ی آن دسته از شواهدی که در مقیاس‌های کل حوضه‌ی رسوبی، تا میدان‌های هیدروکربوری و تا مقیاس‌های عینی و آزمایشگاهی، با نظریه‌ی خودمحورانه‌تان درباره‌ی تشکیل هیدروکربورها جفت و جور نمی‌شوند، سهل‌انگاری و یا چشم‌پوشی می‌کنید؟! من زمین شناس دریازاد فکر می‌کنم، شما در دام ویژگی خودمحوری گرفتار هستید. شما خشکی‌زاد هستید و پدیده‌ی تشکیل ذخایر هیدروکربورها و سایر عناصر و مواد همراه و همزاد آن‌ها را که همگی در محیط هیدروسفر تشکیل شده‌اند، از دید خشکی‌زادی می‌بینید. من زمین شناس دریازاد، در این باره نظر دیگری دارم که به طور خلاصه به شرح زیر است:

یک رخداد ماگماتیزم آلکالن، در یک ریفت قاره‌ای که قرار است بعداً به اقیانوس تبدیل شود، غنی از مواد آلکالن (قلیایی) و غنی از مواد فرار همراه با آب است. مواد فرار چنین ماگماتیسمی، به طور غیرعادی از $Ca, K, Na, H, C, O, U, REE, P$ و بعضی دیگر از عناصر، از جمله Zn, Pb, Fe, Ba غنی هستند. این مواد، آب حوضه‌ی رسوبی ریفتی را به طور غیرعادی باردار می‌کنند. به علاوه، در تبعیت از ویژگی‌ها و نرخ فراوانی خودشان، در دام‌های متفاوت حوضه‌ی رسوبی گرفتار و راسب می‌شوند. این دام‌ها، همان‌هایی هستند که شما زمین شناسان خشکی‌زاد می‌گویید و من هم با شما موافق هستم. اشباع، Eh، pH، عمق حوضه، نور آفتاب، عنصر حیات، جریان‌های خفیف و شدید آب، جزر و مد، تغییرات فصلی و دیگر دام‌های راسب‌کننده‌ی مواد، هر کدام بر آب باردار حوضه‌ی رسوبی اثر می‌گذارند و تفریق مکانی-زمانی و رسوب مواد گوناگون در بخش‌های متفاوت حوضه‌ی رسوبی ریفتی را باعث می‌شوند. ضربان^{۳۰}‌های دوره‌ای خرد و کلان خروج ماگمای آلکالن در بخش‌های متفاوت حوضه‌ی رسوبی، باردار شدن موضعی-دوره‌ای آب حوضه، از انواع مواد و به نسبت‌های مختلف در انواع عناصر و مواد، و در جای جای حوضه را باعث می‌شوند. به دنبال ایجاد این پتانسیل در آب، شانس به دام افتادن مواد رسوب کردن آن‌ها، در همه جای حوضه بالا می‌رود. دودخان‌های تفویض شده به حوضه‌ی رسوبی، از کانون^{۳۱}‌های تخلیه، به صورت برون‌دمی^{۳۲}، یون‌ها و ترکیبات متفاوت را وارد حوضه می‌کنند (از جمله‌ی این یون‌ها، اعم از آنیون و کاتیون، می‌توان گاز متان را که مستقیماً از ماگما وارد حوضه‌ی رسوبی می‌شود، نام برد).

توسعه‌ی حیات و انفجار جمعیت ناشی از فراوانی غذا از منشأ ولکانیزم آلکالن در حوضه‌ی رسوبی را علت تشکیل لایه‌های غنی از کربن اورگانیک، نظریه‌سازی کنید و در واقع، تشکیل هیدروکربورها را در اثر ماگماتیزم آلکالن زیردریایی بدانید و حیات را عامل واسطه‌ای و عامل تبدیل و تثبیت عناصر کربن و هیدروژن بدانید (تشکیل هیدروکربن)، کوتاه نظرانه به نظریه‌ی مرگ دسته‌جمعی^{۴۰} به منظور توجیه علت ایجاد لایه‌های غنی از کربن روی می‌آورید. فکر نکرده‌اید که مگر مرگ دسته‌جمعی می‌تواند، هزارها و میلیون‌ها سال طول بکشد تا لایه‌هایی به ضخامت چندده و چندصدمتر و بیشتر غنی از کربن تشکیل شوند؟! مرگ دسته‌جمعی در مقیاس زمان زمین‌شناسی، «لحظه‌ای» رخ می‌دهد! در لحظه‌ها نمی‌شود ضخامت‌های چند صد متری غنی از کربن را راسب کرد.

از سوی دیگر، شما «زمین‌شناسان خشکی‌زاد»، بررسی کرده و به این نتیجه رسیده‌اید که پراکنش زمانی هیدروکربورها در ستون زمان عمر زمین، ناهمگن^{۴۱} است. چرا مقایسه و مقارنه نمی‌کنید که آیا این پراکنش ناهمگن، بر پراکنش ناهمگن ماگماتیزم آلکالن، در ستون زمان عمر زمین انطباق دارد یا ندارد؟! لطفاً بررسی کنید. من می‌گویم که دارد! به علاوه، مگر شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد، در اثر مشاهده، استنباط، و سعی و خطا به این نتیجه نرسیده‌اید که ئیدروکربورها، در ریفت‌ها، شانس فراوانی بیشتری دارند؟ مگر سرمایه‌گذاری اکتشاف هیدروکربورها را روی ریفت‌ها نگذاشته‌اید؟ مگر در ریفت‌ها نیست که ماگماتیزم آلکالن فراوان‌تر است؟ چرا فکر نکرده‌اید که ممکن است توجیه نظری و ژنتیک آن انطباق زمانی-مکانی، همین مطلبی باشد که من زمین‌شناس دریازاد می‌گویم؟

مطلب دیگری در همین زمینه می‌تواند شما را بیشتر راهنمایی کند. اگر حرف من درست باشد، باید پایین و بالای لایه‌های غنی از کربن که پتانسیل سنگ منشأ هیدروکربورها را در این ریفت‌ها به وجود می‌آورند، از نظر زمانی، در انطباق با آغاز و انجام مرحله‌ی «کافت شدن»^{۴۲} و آغاز و انجام مرحله‌ی تفویض ماگمای آلکالن باشد و نه قبل و نه بعد از آن، لذا می‌باید در مرحله‌ی «اقیانوسی شدن»^{۴۳}، دیگر لایه‌های غنی از کربن تشکیل نشوند. انجام این بررسی چندان مشکل نیست. ولی نتیجه‌ی اقتصادی آن می‌تواند برای شما انسان‌های تشنه و حریص نفت و گاز، بسیار جذاب باشد!

من در نظر ندارم درباره‌ی پهنه‌بندی مکانی-زمانی همگی موادی که از ماگمای آلکالن، در ضربان و یا دوره‌ی مفروض و در حوضه‌ی رسوبی مفروضی تخلیه می‌شوند، به اندازه‌ی موضوع کربن و هیدروژن که هیدروکربورها را باعث می‌شوند، صحبت کنم. البته در صورت لزوم، به تفصیل صحبت خواهم کرد، ولی

از مظاهر انحراف‌های ناشی از خودمحوری شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد این است که گرچه قبول دارید، گاز متان یک هیدروکربور است و مستقیماً از ماگمای آلکالن به حوضه‌ی رسوبی تخلیه می‌شود و صرفاً منشأ حیاتی ندارد، باز هم اهمیت آن را در استنباط‌های خودتان نسبت به امکان ماگمایی بودن هیدروکربورها کم‌رنگ کرده‌اید؛ در حالی که قبل از آغاز قرن بیستم آن را قبول کرده بودید و یک باره با آمدن نظریه‌ی منشأ حیاتی هیدروکربورها، آن را کنار گذاشتید.

از دیگر عناصر و ترکیباتی که از ماگما به حوضه‌ی رسوبی تخلیه می‌شوند، کربن است که ماده‌ی اساسی تغذیه‌ی موجودات دریایی است. کربن، چه به همراه هیدروژن و اکسیژن و یا همراه هر عنصر دیگری که باشد، در آب حوضه‌ی رسوبی، چه در اطراف کانون‌های تخلیه^{۳۳} و چه پخش شده در سراسر حوضه^{۳۴}، پتانسیل تغذیه‌ی جانوران و گیاهان «دریازی»^{۳۵} را به وجود می‌آورد. به من نگویند، مگر گازکربنیک و یا گاز متان، برای موجودات دریازاد، غذا می‌شود! پاسخ من این است که اگر پتانسیل غذایی وجود داشته باشد، موجودات زنده، این استعداد را دارند که با جهش ژنتیک^{۳۶}، در زمانی نه چندان طولانی، دستگاه هاضمه‌ی خود را آماده‌ی جذب ترکیبات غذایی تفویضی طبیعت به آن‌ها کنند. این مطلب را شما زمین‌شناسان، دریاشناسان و بیولوژیست‌های دریاشناس، خود در اطراف چشمه‌های تفویض دودخان‌ها به آب حوضه‌های رسوبی، در اطراف دودکش‌هایی سیاه‌وسفید^{۳۷} تجربه کرده‌اید و دیده‌اید که چگونه، گونه‌های حیات ویژه‌ی محیط‌زیست اطراف این چشمه‌ها به وجود آمده‌اند. لذا نباید نگران این موضوع باشید که پتانسیل کربن و هیدروژن (عناصر اصلی هیدروکربورها) تفویض شده از چشمه‌های جوشان زیر حوضه‌ی رسوبی، برای موجودات زنده (عامل حیات)، قابل جذب و هضم نیستند. شما زمان را در اختیار موجودات قرار می‌دهید (چندصد هزار تا چند ده میلیون سال زمان ضربان‌ها و دوره‌های ماگماتیزم آلکالن) تا آن‌ها بتوانند، جهش ژنتیک لازم را برای آمادگی دستگاه گوارش خودشان، به منظور جذب کربن و هیدروژن، با ترکیب تخلیه شده از ماگما، به دست آورند؛ گرچه زمان جهش‌های ژنتیک، گاه بسیار کوتاه‌تر از حد انتظار ماست.

من زمین‌شناس دریازاد، به شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد می‌گویم، وجود چنین پتانسیل غذایی است که امکان شکوفایی و افزایش تصاعدی جانوران «دریازی» را باعث می‌شود و با مردن آن‌هاست که امکان ایجاد لایه‌های غنی از کربن اورگانیک^{۳۸} در حوضه‌ی رسوبی مفروض، ایجاد می‌شود. شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد، برای توجیه تشکیل لایه‌های غنی از کربن اورگانیک، به عنوان سنگ منشأ^{۳۹} ذخایر هیدروکربور، به جای این‌که

آن‌ها، در هزاران کیلومتر دورتر از ساحل و در اعماق چند هزار متری سطح آب را، در حوضه‌های میان اقیانوسی، فرورانش و غیره، به این فعالیت‌های ولکانیزم زیر دریایی نسبت بدهید. تشکیل ذخایر معدنی فلزی در کربنات‌ها و شیل‌ها، چه به صورت اولیه‌ی هم‌خواب با سنگ‌های رسوبی میزبان، و چه به صورت متقاطع با آن‌ها ولی وابسته به زمان خاص^{۲۴} و یا لیتولوژی لایه‌های خاص^{۲۵}، با نظریه‌هایی مشابه آن‌چه در مورد ماگماتیزم آلکالن گفته شد، قابل توجه هستند. شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد ذخایری را به صورت مسیوسولفاید شناخته‌اید و تعریف کرده‌اید. چرا مسیواکساید یا مسیوسولفات نداشته باشید؟ چرا سولفاید، اکساید و سولفات غیر مسیو نداشته باشید که با فرایندی مشابه مسیوسولفاید تشکیل شده باشند؟ یعنی به صورت کم‌عیار هم‌زاد و همراه سنگ‌های میزبان تشکیل شده باشند؟ چرا تعمیم نمی‌دهید؟

در مورد تشکیل بوکسیت و خاک نسوز شاموزیتی، مثلاً چرا فکر نمی‌کنید که لاتریتی شدن و کارستی شدن، برای تشکیل بوکسیت و خاک نسوز «الزامی» نیست، بلکه تشدید کننده است و بلکه وجود سنگ بستر ولکانیکی غنی از آلومین، شرط اساسی است؟ چرا نقش وجود سنگ بستر ولکانیکی غنی از آلومین را «دست کم» تر از حد شایسته‌ی آن، و نقش عمل لاتریتی شدن و یا کارستی شدن را «دست بالاتر» از حد شایسته‌ی آن می‌گیرید؟ من فکر می‌کنم، همه‌ی این استنباط‌ها و انگاره‌سازی‌های کوتاه نظرانه‌ای که کرده‌اید و می‌کنید، ناشی از خشکی‌زاد بودن و ناشی از ویژگی خودمحوری شماست.

بحث و تحلیل

مناظره‌ی فرضی دو زمین‌شناس خشکی‌زاد و دریازاد را به عنوان روش ویژه‌ی بیان نقش فعالیت‌های ولکانیزم زیر دریایی در هیدروسفر، در مقایسه با نقش مواد حمل شده از خشکی، در تشکیل سنگ‌های رسوبی و ذخایر معدنی درون آن‌ها، مرور کردم. هر کدام از آن دو نفر، به طور غریزی و تحت تأثیر ویژگی خودمحوری، دیدگاه‌های خودشان را درباره‌ی آن‌چه آموخته و اندوخته‌اند، بیان کردند. زمین‌شناسان خشکی‌زاد به بعضی از پدیده‌های محیط هیدروسفر زمین، کم‌توجه‌تر از حد و قدر لازم، و زمین‌شناس دریازاد نیز پدیده‌های محیط خشکی را کم‌توجه‌تر از حد و قدر لازم، دیده و انگاشته‌اند و در نظریه‌سازی‌های خودشان لحاظ کرده‌اند. این‌که ویژگی خودمحوری انحراف‌های بزرگی را در مشاهده، استنباط و انگاره‌سازی‌ها باعث شده و می‌شود، واقعیتی انکارناپذیر است. با برقراری مناظره‌ی فوق چندین نکته ملاحظه می‌شود:

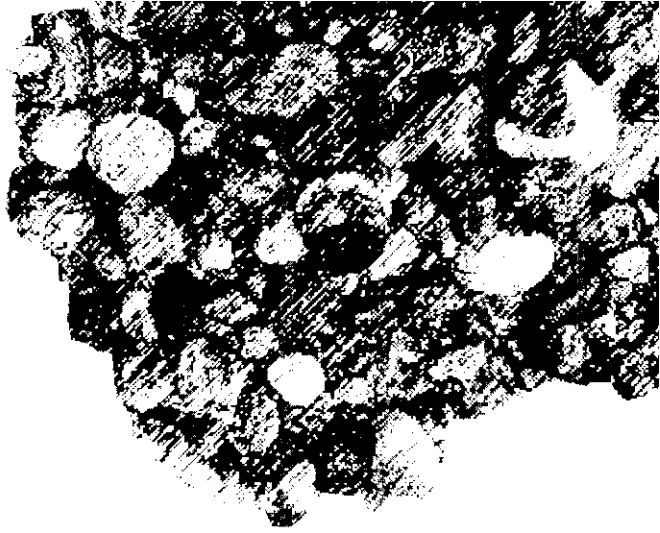
اول این‌که نقش و سهم ولکانیزم زیر دریایی در تأمین مواد

به اجمال می‌گویم که تفویض سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلر می‌تواند، تشکیل املاح در ریفت‌ها را باعث شود و همراهی املاح با هیدروکربورها را توجیه کند. تفویض فسفر، اورانیوم و عناصر خاکی نادر (REE) از همان ماگماتیزم، می‌تواند همراهی این مواد را با یکدیگر و با هیدروکربورها و قیر طبیعی توجیه کند. مواد فلزی سرب، روی، آهن و غیره که از ماگماتیزم آلکالن، به حوضه‌ی رسوبی تفویض می‌شوند، چرا نباید در حاشیه‌های حوضه‌های هیدروکربور جای گیرند؟ چرا شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد، وجود ذخایر سرب و روی، در حاشیه‌ی حوضه‌های هیدروکربوری را، به جای آن‌که این‌گونه تفسیر کنید که هم‌زاد با سنگ‌های رسوبی دربر گیرنده‌ی آن‌ها تشکیل شده‌اند، به مهاجرت از مرکز حوضه‌ی هیدروکربوری به حاشیه‌های حوضه، پس از مراحل رسوب‌گذاری و یا به مرحله‌ی دیازننسبیت می‌دهید؟!

من می‌گویم، عناصر سرب، روی و غیره که از ماگمای آلکالن به حوضه تفویض می‌شوند، با فرایند پراکنش در آب حوضه‌ی رسوبی، به حاشیه‌های حوضه می‌روند و همراه و هم‌زمان با رسوب کردن رسوبات، در آن‌ها تشکیل می‌شوند. شما اگر به نحوه‌ای که من می‌اندیشم و می‌انگارم هم توجه کنید، برای بسیاری از پرسش‌هایتان پاسخ موجه‌تری پیدا خواهید کرد. من در مورد ماگماتیزم آلکالن در ریفت‌ها و تشکیل املاح، هیدروکربورها، فسفر، REE، اورانیوم و بعضی دیگر از مواد رادیواکتیو، سرب، روی و بعضی دیگر از مواد معدنی و انطباق مکانی-زمانی آن‌ها و توجیه متالوژنیک آن‌ها مطالبی را گفتم. این توجیه ژنتیک، بسیاری از سؤال‌های شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد را از جنبه‌ی نظری و تئوریک توجیه می‌کند.

چرا آب دریاچه‌های واقع بر ریفت شرق آفریقا، یکی در میان شور و شیرین هستند؟ چرا آب بحرالमित و دریاچه‌ی ارومیه این قدر شور است؟ چرا بعضی از سیکل‌های املاح، معکوس هستند؟ چرا فسفر، هیدروکربورها، اورانیوم، REE و بسیاری دیگر از مواد معدنی و سوخت‌های فسیلی، روی ستون زمان عمر زمین، پراکنش ناهمگن دارند؟ این پرسش‌ها و بسیاری پرسش‌های دیگر که برای شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد پاسخ موجه ندارند، برای من زمین‌شناس دریازاد، زیر پوشش نظریه‌ی ماگماتیزم آلکالن، پاسخ موجه دارند. نظریه‌ی تأمین مواد از خشکی، هرگز نمی‌تواند این شواهد طبیعی و مشاهدات را از نظر متالوژنیک و قانون‌مندانه، توجیه کند.

من، ماگماتیزم آلکالن در ریفت‌ها را به عنوان مثال آورده‌ام. شما زمین‌شناسان خشکی‌زاد می‌توانید به ماگماتیزم کالک آلکالن، تولیتی و غیر آن هم به نحو مشابهی فکر کنید و تشکیل بسیاری از لایه‌های سنگ‌های رسوبی و ذخایر معدنی همراه



تشکیل دهنده‌ی سنگ‌های رسوبی را نمی‌توان انکار کرد. واقعیت این است که سهم مواد فرارسیده از خشکی‌های زمین، به حوضه‌های رسوبی و سهم مواد تفویض شده از منشأ ولکانیزم زبرداری در تأمین مواد، برای تشکیل سنگ‌های رسوبی، هر دو مطرح هستند. شایسته است که انواع سنگ‌های رسوبی، برحسب نوع و فراوانی و بر حسب دوری و نزدیکی به منابع تأمین از خشکی و دوری و نزدیکی مکانی-زمانی از ولکانیزم زبرداری و بسیاری عوامل دیگر، در بین دو قطب صددرصد از منابع خشکی و صددرصد از منابع ولکانیزم زبرداری قرار داده شوند. به این ترتیب، سنگ‌های کنگلومرا و ماسه سنگ، نزدیک تر به قطب مواد «خشکی منشأ» و مثلاً شیل پالائونیتی نزدیک تر به قطب منابع ولکانیزم زبرداری قرار می‌گیرند. شیل، مارن، کربنات‌ها و انواع سنگ‌های رسوبی دیگر، برحسب نوع و شرایط حوضه‌ی رسوبی و شدت و ضعف ولکانیزم و شدت و ضعف فرسایش و هوازدگی و تغییرات شرایط تکتونیکی زمین، در دوره‌های متفاوت کوه‌زایی و آرامش‌های بین آن‌ها و بسیاری از عوامل تحولات زمین و طبعاً تغییرات شرایط رسوب گذاری در حوضه‌های رسوبی انواع سنگ‌های رسوبی و ذخایر معدنی همراه آن‌ها، بین دو قطب مذکور، هر کدام در جایگاهی قرار می‌گیرند. آنچه به عنوان حداقل از این مناظره و گفتار حاصل می‌شود، شکستن انحصار خودمحموره‌ای اندیشه‌ی سنتی «خشکی منشأ»^{۲۶} بودن انواع سنگ‌های رسوبی است.

دوم این که هر ماده‌ی معدنی، در هر سنگ رسوبی و به هر نوع رابطه‌ی هندسی و فضایی که در آن قرار گرفته باشد، قبل از آن که نسبت به سنگ میزبان خود «بیگانه»^{۲۷} و «مهمان» و «عارضی» فرض شود، می‌باید «خودی»، «همزاد» و «هم‌خون» با سنگ میزبان خودش فرض شود و در صورتی که واقعیت غیر از این باشد، نیاز به اثبات داشته باشد، نه آن که همزاد بودن مواد معدنی با رسوبات دربرگیرنده‌ی آن‌ها به اثبات نیاز داشته باشد. سوم این که اگر فرض شود، مواد تشکیل دهنده سنگ‌های رسوبی و ذخایر معدنی همراه آن‌ها، اساساً و عمدتاً و به نسبت بسیار بالایی مستقیماً از ولکانیزم زبرداری تأمین شوند نه از خشکی، گرچه به ذائقه و احساس سنت‌گرای زمین‌شناسان

چندان خوش نمی‌آید، ولی بسیار منطقی تر است و بسیار بهتر با شواهد و مشاهدات و عوارض طبیعی موجود جفت و جور می‌شود. زیرا حجم موادی که از منشأ ولکانیزم زبرداری، از ده‌ها هزار کیلومتر پشته‌های میان اقیانوسی، فرورانش‌ها، ریفت‌ها و تک‌کوه‌های زبرداری^{۲۸}، در واحد زمان وارد هیدروسفر زمین می‌شوند، در مقایسه با رقم مواد فرارسیده از خشکی‌ها قابل مقایسه نیست و بسیار بیشتر است (توجه شود که مساحت هیدروسفر دو برابر مساحت خشکی‌هاست).

هم‌چنین، پراکنش ناهمگن انواع سنگ‌های رسوبی و مواد معدنی، در ستون زمان عمر کوه‌ی زمین، با رژیم نسبتاً همگن فرسایش و هوازدگی و حمل از خشکی به هیدروسفر در همین ستون زمانی، کمتر قابل توجیه است تا با ماهیت ناهمگن فعالیت‌های دوره‌ای ماگماتیزم و کوه‌زایی در همان ستون زمانی.

چهارم این که پراکنش زمانی-مکانی هر یک از انواع مواد معدنی در سنگ‌های رسوبی، انطباق قابل قبولی بر پراکنش زمانی-مکانی همان نوع ماده‌ی معدنی در سنگ‌های ولکانیکی زبرداری دارد. برای مثال، پراکنش زمانی فسفات ماگمایی همراه ماگماتیزم آلکالن، تقریباً با پراکنش زمانی فسفات رسوبی آن انطباق نسبی دارد (مثلاً فسفات، در سنگ‌های ماگمایی اسفوردی و چغارت، با فسفات در شیل چیغلو در کوه‌های سلطانیه‌ی ایران). یا این که املاح، با هیدروکربورها در قالب‌های زمانی-مکانی، تقریباً منطبق بر هم قرار می‌گیرند و بسیاری از انطباق‌های زمانی-مکانی دیگر از این نوع را می‌توان مثال زد.

پنجم این که پراکنش زمانی انواع سنگ‌های رسوبی، در ستون زمان عمر کوه‌ی زمین، از ابتدای تشکیل قدیمی‌ترین سنگ‌های رسوبی تا امروز، ناهمگن تر از آن است که بتوان، به جز با ناهمگنی پراکنش زمانی-مکانی فعالیت‌های ولکانیزم زبرداری، آن را توجیه کرد. هم‌چنین، گرایش بعضی از انواع سنگ‌های رسوبی، برای میزبانی بعضی از انواع مواد معدنی، به طرز معنی‌داری در طیف وسیعی از مقیاس‌ها، بیشتر و برای بعضی دیگر از مواد معدنی، کمتر است. مثلاً سرب و روی، در مقایسه با مس و طلا، بیشتر در سنگ‌های کربناتی، و مس و طلا بیشتر در شیل‌ها جای دارند. این میل و رغبت، اگر در یک مقیاس و یا دو مقیاس، در محیط‌های زمان و مکان مصداق داشت، می‌شد با نظریه‌های کلاسیک و سنتی، یعنی این که مواد لازم برای رسوب کربنات‌ها و شیل‌ها از خشکی، و عناصر سرب، روی، مس و طلا، از ماگما تأمین می‌شوند، توجیه کرد. اما میل سرب و روی به میزبانی کربنات‌ها، و میل مس و طلا به شیل‌ها، در تمامی مقیاس‌های مکانی کوه‌ای، قاره‌ای، ناحیه‌ای، موضعی، و نمونه‌ی دستی و میکروسکوپی و زیرمیکروسکوپی، و

او، براساس اطلاعات انباشته‌ی نسل‌های گذشته خود که فرسایش خشکی و حمل مواد به دریا را تجربه کرده و اطلاعات انباشته را با ژن و یا با آموزش، به نسل حاضر انتقال داده است، نقش اساسی دارد. انسان از محور «خود» به بیرون می‌نگرد و «خود» را «محور» و «مرکز» می‌انگارد.

3. Seamounts
4. Midoceanic Ridges
5. Geology and geosciences
6. Terrigenous
7. Seamounts
8. Rifts
9. Exhalation of fumaroles
10. Mutation
11. Pulse
12. Fumarole
13. Unique
14. Dispersion
15. Evaporites
16. Saturites
17. Epigenetic
18. Syngenetic or synsedimentry
19. Mississippi Valley Type (MVT)
20. Banded Iron Formation
21. Copper in red beds
22. Zambian - Zairian copper belt
23. Field observations
24. Catastrophic event
25. Total Organic Carbon
26. Rift basins
27. Trap
28. Cap rock
29. Observations
30. Pulse
31. Foci
32. Exhalation
33. Exhalation foci
34. Dispersion
35. Marine creatures
36. Mutation
37. Black smokers and white smokers
38. Organic Carbon (OC)
39. Source rock
40. Mass mortality
41. Heterogeneous distribution in chronological column of the earth's history
42. Rifting
43. Oceanization
44. Time bound
45. Strata bound
46. Terrigenous
47. Exotic
48. Seamounts
49. Varves
50. Stranger

مقیاس‌های زمانی دورانی، دوره‌ای، اشکوبی، تا سالانه سال‌چینه‌ای^{۲۹} و شبانه‌روزی (جزر و مدی) و کوتاه‌تر از آن مصداق دارد. این گونه انطباق مکانی-زمانی، در لایه‌های تودرتوی مقیاس‌ها، با نظریه‌ی ولکانوژنیک بودن سنگ‌های رسوبی به اصطلاح میزبان و ماده‌ی معدنی به اصطلاح مهمان، بهتر توجیه می‌شود تا با نظریه‌ی عارضی بودن مواد معدنی سرب، روی، مس و طلا، و یا «خشکی منشأ» بودن سنگ‌های رسوبی. باید منشأ ولکانیزم زیردریایی را منشأ اصلی تأمین مواد لازم برای تشکیل سنگ‌های رسوبی، و مواد فرارسیده از خشکی‌ها را، منشأ فرعی تشکیل این سنگ‌ها، در هیدروسفر زمین دانست.

پیش‌بینی تحولات در دانش متالورژی

متالورژی در یک کلام، دانشی است که باید چرایی پراکنش زمانی-مکانی مواد معدنی را در طبیعت بیان کند و بگوید، ماده‌ی معدنی مفروض در کجا، کی، و چرا تشکیل شده است و یامی‌شود. انحرافی که انسان زمین‌شناس گذشته و امروزی، در انگاره‌سازی‌هایش دارد و ناشی از ویژگی خودمحوری و به تبع آن، ناشی از خشکی‌زاد بودنش، مبنی بر این‌که ذخایر معدنی، نسبت به سنگ میزبان خود، قاعدتاً «بیگانه»^{۵۰} است نه «خودی»، باعث شده است که امروزه، متالورژی، بنیاد مستحکمی برای ایفای نقش خود نداشته باشد. یعنی، زمین‌شناسان هنوز در تئوریزه کردن بسیاری از شواهد پراکنش زمانی-مکانی مواد معدنی و امانده‌اند.

من پیش‌بینی می‌کنم، توجه به نقش اساسی و اصلی ولکانیزم زیردریایی در تأمین مواد تشکیل‌دهنده‌ی رسوبات و سنگ‌های رسوبی در هیدروسفر زمین در طول حیات این سیاره، نسبت به سهم خشکی‌ها در تأمین این مواد، بنیان لازم برای تحول جهشی در دانش متالورژی را فراهم خواهد آورد. این توجه، در دو سه دهه‌ی اخیر، به برکت مشاهده‌ی فعالیت‌های ماگمایی زنده در اعماق اقیانوس‌ها و امکانات ابزاری رو به تکامل، آغاز شده است و در یکی دو دهه‌ی آینده، به سرعت مورد پذیرش قرار خواهد گرفت و روسفیدی و خوش‌حالی «زمین‌شناس دریازاد» مفروض مرا به همراه خواهد داشت. پیامدهای این تحول بنیادی در نگرش نسبت به رسوبات و ذخایر همراه آن‌ها، شدید، وسیع و غیرمنتظره خواهد بود. هم‌چنین است پیامدهای اقتصادی و کاربردی نظریه‌ها و انگاره‌هایی که در تبیین جزئیات پیامدی این نظریه‌ی بنیادی، ساخته خواهد شد.

چشم‌ها را باید شست جور دیگر باید دید

بی‌نوشت

* دکترای متالورژی و کارشناس ارشد زمین‌شناسی اقتصادی

1. Diagenes

۲. به نظر می‌رسد که در این اظهار نظر، «خشکی‌زاد» بودن نوع بشر و این‌که