

نویسنده: یان، ای. بروکس
ترجمه: دکتر علی خورشید دوست
گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

ژئومورفولوژی اقلیمی ایران شواهد ژئومورفولوژیک دگرگونیهای اقلیمی در ایران طی بیست هزار سال گذشته

(قسمت آخر)

پدیده های کارستی

پدیده های کارستی آنهایی هستند که در وهله اول طی فرآیندهایی در سنگهای قابل انحلال به وجود می آیند و در وهله دوم بستگی به انحلال سنگ مادر در حضور آب زیرزمینی فعال از نظر شیمیایی دارند. اشکال و پدیده های مورفولوژیکی نواحی و کارستی عبارتند از غارها، ستونها، گذرگاههای زیرزمینی، مجاری کوچک و سوراخ مانند در سطح زمین برای فرو رفتن آب، و دره های کور و بسته. رسوبات نوع تبخیری، قلوه سنگهای به وجود آمده در سطح یا در درون غارها و بقایای مواد دانه ریز حاصل از هوازدگی، در اثر سیستم های درونی و بیرونی غارها پدید آمده اند. بیشتر پدیده های مذکور دارای آثار و بقایای محیطهای اقلیمی باستانی می باشند و به ویژه گویای نوسانات اقلیمی و مواد حاصله از آن در خلال اقلیمهای سردتر یعنی پیدایش قلوه سنگهای سطحی و تشکیل لوم در اثر هوازدگی شیمیایی در طی دوره های اقلیمی گرمتر می باشد. علیرغم گستردگی و احاطه زمینهای کربناته و آهکی در کوهستانهای غربی و مرکزی زاگرس ایران، و فراوانی دسترسی به

پناهگاههای سنگی و به واسطه کمبود دسترسی به سیستمهای غاری زیرزمینی تنها یک مورد پژوهش (والهم و اد^{۶۲}، ۱۹۷۳) انجام گرفته که به مفهوم اقلیم دیرینه در آن پرداخته شده است. در عین حال پژوهش فوق نیز از فقدان کنترل زمانی بر توالی دوره های زمین شناسی رنج می برد.

میر (۱۹۷۸)^{۶۳} موفق به شناسایی پهنه های بزرگ «دولین» بر فراز فلات آهکی- بلورین کرتاسه در بلندی ۲۴۰۰ متری در نزدیکی روانسر به فاصله ۸۰ کیلومتری شمال کرمانشاه شد. دولین های منفرد به عمق ۴۰ متر تا وسط پوشیده از قلوه سنگهای دیواره ای (واریخته) و یا مختلط با لوم «تراروزا» بودند. همچنین شکافهایی که رو به آسمان باز شده اند، به موازات شیب یا عمود بر آن در سنگ آهک حل شده اند و رسوبات تبخیری را در کف و سقف تشکیل داده اند. میر (۱۹۷۸) تخمین زد که از زمان تشکیل این ستونها که امروزه یخهای دائمی در عمق ۳۰ تا ۶۰ متری را دربر گرفته اند، سطح کنونی به میزان تقریباً ۳۰ متر کاهش یافته است.

والهم و اد (۱۹۷۳) در همان منطقه پدیده های کارستی سطحی

مرحله	فرآیند تکوین محاور سطحی	فرآیند تکوین در سطح
۷ (جدیدترین)	رودخانه کوچک و فرسایش نیافته، پیدایش مقابری استلاکتیت و شیارهای دیواره ای، رسوبگذاری گل و لای، مربوط به مرحله ۴ بر دیواره ها (احتمالاً همچنین مربوط به مرحله ۳).	غیرفعال
۶	کاهش فرسایش، برشندگی حفره ها و گودهای تشکیل شده در مراحل ۳ و ۵، شدن دهانه ورودی حار می شود یا مقداری از رسوبات.	رودخانه پیروی کرده باعث باز شدن دهانه ورودی حار می شود
۵	فرسایش و ایجاد گودال در بخش اعظم قسمتهای پر شده مرحله چهارم. آخرین مرحله فرسایش استلاسی.	بریدگی بیشتر سیستم دوه ای سطحی
۴	رسوبگذاری حواشی رسوبات آواری در چاله ای که در مرحله ۳ تشکیل یافته است. در بعضی قسمتها رسوبات دانه ریز به سمت بالا رانده شده اند.	تراکم و انباشت مواد آواری و توقف توسعه دولین
۳	فرسایش سوراخها و چاله ها توسط رودخانه کم فعالیت	بریدگی بیشتر دوه ای سطحی
۲	رسوبگذاری استلاکتیت های بزرگ و نه نسبت رسوبات طاری در مجرای تشکیل یافته پیشین.	تراکم و انباشت مواد آواری و توقف توسعه دولین
۱ (قدیمترین)	فرسایش گذرگاههای بزرگ و بلند در طول تمام سیستم در یک منطقه اشباع نشده	فاز اصلی انحلال دولین و فرسایش دوه سطحی

جدول ۶: مراحل توسعه تشکیلات کارستی کوه پرو، کرمانشاه (از: والهیم و اید، ۱۹۷۳)

و راس، ۱۹۷۹) و سواحل مکران (به وسیله پیچ و دیگران، ۱۹۷۹؛ اسیند، ۱۹۷۰؛ ویتافینزی، ۱۹۷۹) مورد بررسی قرار گرفته است.

بخش ایرانی حوضه خلیج فارس در اثر وجود یک منطقه فعال کوهزاد در زمینی ناهموار عقب نشینی کرده و به وسیله رودخانه های کوتاه تا متوسط (از نظر طول) تغذیه می شود که به حوضه های خشک و نیمه خشک سرآزیر می شوند. این رودها رسوبات آواری ناشی از فرسایش را حمل می کنند و موجب افزایش رسوب مترآکم آهکی می گردند که از ویژگیهای تشکیل آن آب و هوای بیابانی حوضه، عمق کم (کمتر از ۱۰۰ متر)، شکل بسته و محصور (مدخل آن در تنگه هرمز دارای ۵۰ کیلومتر پهنا می باشد) و چرخه محدود را می توان نام برد. علاوه بر این، بادهای قوی و مسلط شمال غربی که از سمت جلگه بین النهرین می وزند، مقادیر معتابهای از گردوغبار کربناته و آوار دانه ریز را به حوضه حمل می کنند (کوکل و سعدالله، ۱۹۷۳)۶۷.

در حالیکه شکل گیری کلسی خلیج فارس در اثر حرکات کوهزایی زاگرس در خلال دوره پلیو-پله ئیستوسن بوده است، عواملی از قبیل فرونشینی مداوم محلی، تمایل و کج شدگی، بر خاستگی (کسلر، ۱۹۷۳)۶۸، بایستی حوادث ثبت شده بعدی مربوط به پله ئیستوسن را تحت تأثیر قرار داده باشد و این عوامل در اینجا مرتبط با پژوهش ما می باشند. سرانجام، نوسانات سطح دریا در پله ئیستوسن که ناشی از انتقال مواد یخچالی و اقیانوسی بین قاره ها و اقیانوسها به آن بوده (فارل و کلارک، ۱۹۷۶؛ مورنر، ۱۹۷۶)۶۹ تأثیر و نفوذ خود را بر اشکال و رسوبات دریایی اعمال داشتند (کسلر، ۱۹۷۳).

شواهد موجود درباره تپه های ماسه ای، پرتگاههای ساحلی و رسوبات کم عمق زیر آب و در کف خلیج فارس در عمق ۱۱۰ تا ۱۱۵

و زیر سطحی بزرگ مقیاسی در کوه پرو^{۶۴} واقع در ۲۰ کیلومتری شمال شرقی کرمانشاه را گزارش کرده اند. یک سیستم گذرگاهی زیرزمینی متشکل از غارها و ستونها در عمق ۷۵۰ متری یافت شده. ویژگیهای مورفولوژیکی و رسوبی این سیستم و همچنین ویژگیهای موجود در سطح آن نشانگر توسعه هفت مرحله ای پیوسته ای می باشند که در جدول ۶ به طور خلاصه آورده شده اند. به خاطر فقدان هر گونه تفسیر مستقیم اقلیم دیرینه درباره توالی و پیوستگی مذکور و عدم انجام تعیین سن به روش رادیو کربن و سری اورانیوم، در اینجا فقط اشاره ای به آنها می شود.

تولید سطحی یا مجاور سطحی قله سنگها در این اراضی در اثنای دوره های دمایی خنک، بیشتر بوده است. در طی دوره های سرد، آبهای حاصل از ذوب برفها در سطح نفوذ می کرده و فرسایش ستونها و گذرگاههای زیرزمینی را به همراه داشته است. تشکیل خاکهای تراورزا با دماهای گرمتر و پوشش گیاهی پردوامتر هماهنگ بوده است. بنابراین انتظار می رود ارتباطی بین مراحل فرسایش سطحی و مجاور سطحی و پیدایش قله سنگهای آواری با دوره های سرد وجود داشته باشد. در کوه پرو (جدول ۶) به نظر می رسد.

مراحل ۱، ۳، ۵ و نشانگر دوره های اقلیمی سرد و مراحل ۲، ۴، ۶، ۷ و ۸ بیانگر دوره های اقلیمی گرمتر باشند. از آنجا که مرحله ۵ آخرین فاز فرسایش مؤثر بوده، امکان دارد این مرحله مربوط به دوره یخچالی و ورم فوقانی (یعنی ۱۳ تا ۲۰ هزار سال پیش) باشد.

پدیده های دریایی

پدیده های دریایی پله ئیستوسن فوقانی در ایران در ناحیه خلیج فارس (از جانب پارس، ۱۹۷۳؛ سارنتین، ۱۹۷۲؛ استفروز

متری نشانگر آند که در ۲۰ تا ۳۰ هزار سال پیش، دریا به طور کامل از خلیج جدا شده بود و از آن سطح زمین خشکی باقی مانده بود که به وسیله آبهای حاصل از شعبات دجله و فرات زهکشی می شده است. دریا از شانزده هزار سال پیش به اینطرف در قالب یکسری از امواج کوتاه، از این سطح خشکی پیشروی کرده است و در عین حال پسروی اندکی نیز با آن توأم بوده است. خلیج فارس در ۶ هزار سال قبل تقریباً شکل کنونی خود را یافته بود و سطح استاتیک جهانی^{۲۱} دریاها فقط چند متر با سطح کنونی آن اختلاف داشته است. فرونشینی تکتونیکی کف خلیج فارس موجب کاسته شدن پدیده های مربوط به خط ساحلی آن زمان به میزان ۳۳- متر در نزدیکی دهانه آن گشته است (کسلر، ۱۹۷۳)، در صورتیکه در آن هنگام بر اثر فعالیتهای تکتونیکی، پادگانه های ساحلی به بلندی تقریباً ۲/۵ تا ۶ متر به موازات ساحل بخش ایرانی مکران می رسیده اند (بیج و دیگران، ۱۹۷۹).

سارنتین (۱۹۷۲) متصور وجود اقلیمی خشک در حوضه های ساحلی آبریز خلیج فارس در اثنای پیشروی دریا در کواترن فوکانی بوده و دلیل آن را فقدان رسوبات فرسایش یافته حاصل از کوههای زاگرس بر روی رسوبات دریایی در کف خلیج فارس می داند. اما تحقیقات انجام گرفته به وسیله ویتافینزی (۱۹۷۳) درباره رسوبات آبرفتی در مکران ایران و شبه جزیره مسندم در عمان نشان می دهد که رسوبات مزبور به جلگه ساحلی حمل می شده اند. عدم وجود آنها در کف خلیج فارس نشانه ای از ویژگی های جلگه ساحلی به عنوان یک منطقه جمع آوری و انباشت رسوبات می باشد.

از آنجا که این موضوع برای نخستین بار از سوی بک (۱۸۳۵)^{۲۱} مطرح شد، مسئله گسترش آبهای دریا به سمت خشکی در خلیج فارس در زمانهای پیش، پژوهشگران زیادی را به سمت خود جلب کرده است. نخستین باستان شناسان با اشتیاق پذیرفتند که یافته های زمین شناسی مربوط به دریا در زیر جلگه سیلابی دجله و فرات دلایلی مستند و قابل قبول از نظر تاریخی در ارتباط با استقرار شهرهای «اور» و «عریدو» در ساحل دریا در هزاره سوم بوده اند (ن. ک. لارسن، ۱۹۷۵ ص ۴۳ و ۴۴).

لیزوفالکون (۱۹۵۲) بر پایه تفسیر باستانشناسی پدیده های زمین شناسی به این نکته پی بردند که سطح دریا در هزاره چهارم پیش از میلاد بالاتر بوده است (وولی، ۱۹۳۴)^{۲۲}. آنها مشاهده کردند که منطقه دلتا به عنوان یکی از دلایل فرونشینی مداوم محوری برخاستگی

تکتونیک محلی در امتداد محورهای جانبی طاقیسی به شمار می رود و بدین ترتیب به عنوان منطقه ای محسوب می شود که دهانه خلیج فارس در طول تاریخ بارها بر روی آن پیشروی و پسروی نموده است. حتی بقایای جانوران ریز دریایی موجود در رسها و سیلتهای تشکیلات حمار (در زیر آبهای بین النهرین) از سوی تنی چند از محققین با شک و تردید برخورد و غیر قابل استنتاج تلقی شده است، زیرا بسیاری از گونه های جانوری نمایانگر شرایط شور آبی می باشند که امروزه تقریباً تمام ناحیه دلتا را در بر می گیرد و از نظر وسعت به تندی دچار نوسان بوده و تغییراتی را در آبدهی آب شیرین به وجود می آورند (مک فیدن و ویتافینزی، ۱۹۷۸).

لارسن (۱۹۷۵) و لارسن و اونز (۱۹۷۸) در مطالعات اخیر خویش درباره این موضوع، تمایل به پذیرفتن شواهد زمین شناسی مبتنی بر گسترش تشکیلات حمار در ۲ متر بالاتر از سطح کنونی دریا ۲ تا ۳ هزار سال پیش از میلاد دارند. این موضوع با شواهد و دلایل جهانی در ارتباط با بالا آمدن زیاد سطح آب دریا در هولوسن میانی مطابقت دارد و بیانگر اوج عقب نشینی یخچالها در سطح جهان در دوره های بین یخچالی می باشد. پیشروی آنها به میزان تقریباً ± 2 متر را می توان مرتبط با بسته شدن مجاری پست تر و پیدایش حوضچه ها و در نتیجه انباشتگی آبرفتها در مجاری حوضه ها دانست. پسروی بعدی دریا و گسترش جلگه آبرفتی به سمت دریا با تسریع رسوبگذاری آبرفتها همراه بوده (و منجر به مدفون شدن مکانهای باستانی گشته) است. علت این رسوبگذاری آبرفتی در خوزستان ایران توسط کرکی (۱۹۷۷) مورد بررسی قرار گرفته و تصور می رود ناشی از افزایش رطوبت از ۱۵۰۰ قبل از میلاد به اینطرف و هماهنگی با نوسانات حاصل از فعالیتهای کشاورزی و آمایش زمین در خط تقسیم آب کرخه- کارون باشد.

اینگونه تفسیر یکنواخت و قایع، مغایر با دلایل ارائه شده له استرنج (۱۹۶۶) می باشد که معتقد به سیلابهای شدید و ناگهانی (و نه یکنواخت و مداوم) در ۷-۶۳۶ بعد از میلاد بوده است. مورخین عرب سیلابهای مذکور را منشأ پیدایش زمینهای باتلاقی جلگه پست بین النهرین می دانند. از اینرو در شرایطی که امکان رسوبگذاری در خشکی های واقع در مسیر دریا^{۲۳} در اثر جریانهای کوتاه رودخانه ای دجله و فرات در ۴ تا ۵ هزار سال گذشته در مسافتی به طول ۱۵۰ کیلومتر وجود داشته؛ تحت چنین شرایطی نمی توان احتمال تکمیل این فرآیند را تنها به وسیله چند سیلاب ناگهانی مقدور

دانست .

مطالعه شما بسیار متفاوت است .

نتیجه گیری

شواهد و آثار زمین شناسی مربوط به آب و هوای دیرینه شامل مواد هوازده، فرسایش یافته و رسوب یافته حاصل از فرآیندهایی است که توسط عوامل رسوبگذاری، ذخیره و انباشت و نیز جریان رودخانه ای در چرخه هیدرولوژیکی تکامل یافته اند. از آنجا که معمولاً این آثار و علائم در رابطه با دما و بارش به نوبه خود تغییرپذیرند، مشکل بتوان تفاوت یکایک آنها را در مراحل ثبت شده زمین شناسی از هم باز شناخت. این مشکل با بحث مداوم درباره شرایط «بارانی» در رابطه با شرایط یخچالی در ایران و سایر نواحی خشک پیدا شده است. بدیهی است که مدارک ثبت شده دیگری به غیر از اسناد زمین شناسی مورد نیاز است تا بتوانیم عوامل فوق را کنترل و شناسایی کنیم.

به غیر از مدل‌های ادراکی مشکل و تکنیک‌های تحلیلی که انتظار می رود در تحقیقات آینده مورد استفاده قرار گیرند، تلاش برای بازسازی اقلیم دیرینه در ایران بایستی بیشتر در نواحی ای صورت گیرد که تصور می رود اطلاعات مورد نیاز در دسترس باشد. تیم‌های تخصصی می توانند در این نواحی اطلاعات و داده های سودمندی جمع آوری کنند و به حل مسائل گسترده تری بپردازند. البته نباید ملاحظات مربوط به مقیاس را نادیده گرفت. خط تقسیم آنها کاملترین قالب و چهارچوب اکولوژیکی را برای بازسازی اقلیم دیرینه فراهم می کنند. از این میان، خطوط تقسیم آبی که مساحتی به اندازه ۱۰^۴ کیلومتر مربع دارند، بیشتر از همه به کار می آیند زیرا امکان تأمین امنیت مناطق زیستی ارتفاعات را فراهم نموده اند.

ختم مقال اینکه، تشویق در جهت انجام این پژوهش در ایران نتیجه همکاری مستمر بین المللی بوده است. امید آنست که این تحقیق بتواند بهره ای بیش از پیش به ار مغان بیاورد.

سؤال و جوابها

کنجن: لطفاً بگوئید میزان بارندگی در منطقه مورد تحقیق شما در حال حاضر چقدر است؟

بروکس (نویسنده): ۵۰۰ میلیمتر

کنجن: در زاگرس جنوب شرقی که امروزه بسیار خشکتر است، رسوبات دوران چهارم فرسایش نیافته اند. هیچگونه رسوبگذاری سنگ آهک و خاک وجود ندارد. در واقع این منطقه از منطقه مورد

ویتی: شما ذکر کردید که در سال ۱۰۰۰ پس از میلاد رسوبات سنگ نشده گراول وجود داشته اند. آیا ترکیب رسوبات مذکور چیزی از نظر منشأ آنها آشکار نمی کند، اینکه آیا آنها از یک منبع فرعی دامنه ای می باشند یا رسوب یک رودخانه اصلی به شمار می آیند؟ بروکس: رسوبات سنگ نشده از مرزهای مخروط افکنه ها نشأت گرفته اند و تا ۵ کیلومتر از مجاری رودخانه ای فاصله دارند و می توان آنها را در مجاری رودخانه ای و در محور زمینهای کم ارتفاع یافت. ویتی: بر اساس تحقیق مختصری که اینجانب در افغانستان و شرق ایران انجام داده ام، و با توجه به اینگونه منبع مخروط افکنه ای، دو مورد متفاوت از لغزش گل ولای دیده ام که به سوی پائین دامنه سرازیر شده بودند. به نظر من منطقی است که این فرآیند را (یعنی لغزش) عامل پیدایش رسوبات سنگ نشده دانست. من البته نمی دانم شما دقیقاً چقدر از رأس مخروط افکنه دورتر بوده اید، اما به نظر می رسد که پدیده زمین لغزه را بتوان توضیحی منطقی برای پیدایش این رسوبات دانست.

بروکس: برای رسوبگذاری در امتداد مخروط افکنه هیچ نشانه و یا مکانی وجود ندارد. رسوب سنگ نشده گراول در هر صورت در یک مجرای قدیمی آزاد شده که به تازگی در دیواره مجرای بریده شده دیده می شود، قرار دارد. رسوب مذکور در حاشیه مجاری کمتر و باریکتر می شود و شما نمی توانید آثاری از آن در خارج از مجرای رودخانه بیابید. در چنین حالتی است که در می یابید واحد V از میان واحد IVb می گذرد. منشأ رسوب سنگ نشده موجود در واحد IVa را بنده رسوبگذاری بار بستر در طی چندین روز پر جریان و پر آب می دانم. من هیچگونه محاسبه ای در مورد عوامل و عناصر هیدرولیکی که برای حمل و نقل موادی به آن درشتی لازمند، انجام نداده ام. درشت ترین مواد موجود در داخل گراول عبارت از سفالهای شکسته شده می باشد. اما از نظر هیدرودینامیک، آنها با سطوح سنگی بسیار تفاوت دارند. اگر شما تکه ای سفال را در نظر بگیرید، می بینید که همانند تکه ای از سنگ لوح به راحتی در اثر غلطیدن حمل و نقل می شود. لیکن نایستی آنرا فقط مانند یک تکه سنگ گرد و کروی در نظر گرفت تا بتوان معادلات هیدرولیکی را در مورد آن بکار بست. اما عمق آب در شرایط سیلابی تقریباً به ۳ متر می رسیده است (درست همانند امروز) به استثنای اینکه شما رسوب سنگ نشده ای مانند آنچه که امروزه در اثر جریانات سیلابی به وجود

آمده را پیدا نمی کنید. این بدانجهت است که سرچشمه رسوبات سنگ نشده قطع گردیده و در مراحل بعدی بر روی آبرفت‌های رسی-سیلتي مخروط افکنه های پایکوهی موجود در واحدهای IVb-III-II قرار گرفته است (آن بخش شماره دار و واحدهای مربوطه آن شامل زمینهای پست آبرفتی است). اگر به سمت پایکوه حرکت کنید می توانید همان واحدها را بر روی مخروط افکنه ها ملاحظه کنید. اما آبرفت‌های دانه ریز کجای منطقه پایکوهی را پوشانده است، بنابراین امروزه دیگر گراولی ایجاد نمی شود که توسط سیلابها به سمت پائین دست دامنه ها حرکت کند.

ج. تورز: یکی از بخشهای تحقیق شما نشانگر تراروزای یافت شده است که اینک دارای قطعات آهکی تازه می باشد و به نظر می رسد بخش فوقانی آن بعدها به خاک قهوه ای رنگی تبدیل شده باشد. سواى دلایل منطقی در یک مقیاس بزرگ، چه دلایلی شما را قادر می سازد که آن را تراروزا تشخیص دهید، کما اینکه در نگاه اول به نظر می رسد با خاک سرخ (رس) اشتباه شود؛ منظورم اینست که مثلاً در این رابطه چه روشهای آزمایشگاهی را به کار گرفته اید؟

بروکس: تنها روش آزمایشگاهی بکار رفته، کانی شناسی رس بوده که دقیقاً در خود مکان، نبوده بلکه در قسمت‌های مجدداً رسوبگذاری کرده آن در زمینهای پست آبرفتی انجام گرفته است. تمام تجزیه و تحلیلهای آزمایشگاهی می بایستی بر روی بخش جوانتر لایه های متوالی رسوب انجام می گرفت، زیرا به دلیل وجود آثار باستانی، مهمترین قسمت برای مطالعه ما نیز محسوب می شده است.

شولز: اگر با توجه به توالی آبرفتی، خاکهای هولوسن میانی و فوقانی در تحقیق شما را در نظر بگیریم، آیا این امکان وجود ندارد که خاک مزبور تنها ماده خاکی حاصل دامنه هاست که دچار فرسایش شده و در خلال مدت بسیار کوتاهی مجدداً رسوب کرده است و دوباره برخی از فرآیندهای خاکسازى آنرا تحت تأثیر قرار داده باشد؟ (به نحوی که این خاک فقط می توانسته دوره بسیار کوتاهی از توالی آبرفتی را دربر بگیرد نه دوره ای طولانی تر از زمان توسعه واقعی خاک را)؟

بروکس: اینجانب اطمینان ندارم که افراد مختلف چه روشی را برای شناسایی این فرآیندها و یا منشأ آنها به کار می برند. بنیتلیف: شما معتقدید که دوره فرسایشی پس از پیدایش لومهای زیرین هولوسن با پرشدگی رسوبات گراول و سپس لومهای فوقانی

همراه بوده که هردوی آنها امکان دارد در ارتباط با تخریب و غارت اعراب و مغولها در منطقه باشد که با رسوبات گراول آغاز شده باشد. اگر روش تعیین سن تی ال را به جهت تجربی بودنش در این محث به کنار بگذاریم و فرض را بر این بگیریم که دقتی در کار نبوده، آثار باستانشناسی شما بدون اشتباه $\frac{1}{3}$ دوره هزاره اول پس از میلاد را برای گراول تعیین می کند. آیا این امکان وجود نداشته که گراول و سری خاکها و آبرفت‌های دانه ریز بعدی نشانگر پرشدگی جدیدتر و مورد نظر ویتافینزی در دوره مرطوب و سرد باشد که به وسیله مراحل گرمتر و خشکتر منطبق با تغییرات اقلیمی در دوره پس از امپراطوری رم و عصر کوچک یخ به هم خورده باشد؟

بروکس: گمان نمی کنم لازم باشد که در ارتباط با گراولها مسئله عصر کوچک یخچالی را برای آنچه که حاصل یک هفته فعالیت (سیلابی) بوده به میان آورد؛ به عنوان مثال، تحقیقات انجام گرفته در کلرادو (آمریکا) نشان داده که سیلابها بندرت در یک دوره درازمدت می توانند اثراتی به عظمت و اهمیت پدیده های یک مدت زمان کوتاه به وجود آورند.

(پایان)

زیرنویسها:

62. Waltham and Ede(1973)
63. Maire(1978)
64. Parau
65. Purser(1973); Sarnthein(1972); Stoffers & Ross(1979)
66. Page, et al. (1979); Sneed(1970)
67. Kukal & Saadollah(1973)
68. Kassler(1973)
69. Farrel & Clark(1976); Morner(1976)
70. eustatic
- تغییر جهانی سطح آب دریا که گویای بالا آمدگی یا کاهش واقعی سطح آب است و حرکات محلی در آن تأثیر ندارد(به عنوان مثال می توان از اشرا ت ذوب یخهای یخچالها نام برد. م.م.)
71. Beke(1835)
72. Woolley(1934)
73. Progradation