

تغییرات آب و هوایی و فرگشت جانداران

دکتر ایرج مغفوری مقدم

مدرس گروه زمین‌شناسی دانشگاه لرستان

سیدعارف علوی

کارشناس آموزشی گروه زمین‌شناسی دانشگاه لرستان

چکیده

موجودات زنده در مقابل دونیروی مختلف و متضاد بکسی درونی (تغییرات ژنتیکی) و دیگری بیرونی (تغییرات محیطی) قرار می‌گیرند. برآیند این دونیرو فرگشت (Evolution) جانداران در گذر زمان می‌باشد. تغییرات محیطی که منجر به فرگشت جانوران می‌شود را می‌توان به چهار گروه تقسیم کرد:

الف: تغییرات کولوژی که منجر به فرگشت‌های خرد (Microevolution) و انتخاب طبیعی (Natural selection) در اجتماعات کم‌و بیش پایدار می‌شود.

ب: تغییرات میلانکوویچی که موجب تغییرات شدید آب و هوایی در چرخه‌های بیست تا صد هزار سال می‌گردد و نتیجه آن نابودی اجتماعات جانداران و از بین رفتن تغییرات جمع شده در تغییرات کولوژی می‌باشد که به آن چرخه‌های میلانکوویچی (Milankovitch cycles) گفته می‌شود.

ج: تغییرات زمین‌شناسی که موجب جداشدگی جمعیت‌های مختلف یک گونه و ایجاد تغییرات فرگشتی بزرگ (Macroevolution) می‌شود.

د: انقراض‌های توده‌ای (Mass extinctions) جانداران که بطور متوسط هر ۲۶ میلیون سال در روی زمین اتفاق می‌افتد و موجب از بین رفتن گروه‌های وسیعی از جانداران در مدت زمان بسیار کم می‌شود.

کلمات کلیدی: فرگشت - چرخه‌های میلانکوویچی - انقراض توده‌ای - فرگشت خرد

تغییرات محیطی

بدون شک زمین پویاترین سیاره منظومه خورشیدی بوده و به طور مستمر شرایط فیزیکی - شیمیایی و زیستی مؤثر در حیات زیست کره (Biosphere) دائماً در حال تغییر می‌باشد. به نظر می‌رسد می‌توان این تغییرات را بر حسب مدت زمانی که طی می‌کنند (Bennett 1990) به چهار گروه تقسیم کرد. درک تأثیر این فرآیندها بر فرگشت جانداران بسیار مفید

سرآغاز

موجودات زنده مانند دیگر پدیده‌های کره زمین شدیداً در حال تغییر و دگرگونی می‌باشند. این دگرگونی که منجر به فرگشت (Evolution) جانوران می‌شود، برآیند دونیروی مخالف هم می‌باشد. ۱- نیروهای خارجی که حاصل تغییرات محیطی می‌باشند.



می‌باشد. این گروه‌ها به شرح زیر می‌باشند:

اول تغییرات اکولوژی که در مدت زمان حداکثر چند هزار سال حادث می‌شود. تغییرات یک دریاچه و تبدیل آن به تالاب مثال روشنی از این تغییر می‌باشد. این تغییرات منجر به فرگشت‌های خرد (Microevolution) در جمعیت‌های موجود در اجتماعات کم و بیش پایدار می‌گردد. به عبارت دیگر صفات ریخت‌شناسی جدیدی به تدریج در جمعیت‌ها ظاهر می‌شود.

دوم تغییرات آب و هوایی که به آنها تغییرات میلانکوویچی نیز گفته می‌شود. مدت زمان این تغییرات ۲۵ تا ۱۰۰ هزار سال می‌باشد. این مدت بین طول عمر گونه (حدود یک میلیون سال) و تشکیل یک جمعیت (چند هزار سال) می‌باشد. بنابراین تغییرات بوجود آمده در حالت یکم توسط تغییرات میلانکوویچی از بین رفته و در نتیجه کمتر تغییرات تدریجی در گونه حفظ می‌شود و همانطور که Gould-Eldridge (1977) مطرح کردند، اغلب طرح‌های تکاملی به صورت ناگهانی می‌باشد و در مدت زمان زیادی در بین این تغییرات، گونه حالت ثابت و پایداری دارد. در بخش‌های دیگر این مقاله به شرح این تغییرات خواهیم پرداخت.

سوم تغییرات زمین‌شناسی می‌باشد که در مدت زمان میلیون‌ها سال اتفاق می‌افتد و موجب فرگشت‌های کلان (Macroevolution) می‌شود. به عنوان مثال می‌توان به جداسدن استرالیا از گندوانا (آفریقا و امریکای جنوبی) در ۸۰ میلیون سال قبل اشاره کرد. به علت جداسدن کامل جانداران این قاره با نواحی دیگر و به عبارت دیگر ایزوله شدن جانداران استرالیا از بقیه نقاط جهان روند تکاملی این جانداران حالت ویژه‌ای یافته است بطوری که پستانداران کیسه دار تنها در این قاره یافت می‌شود. (مغفوری مقدم و همکار ۱۳۸۰، الف و ب)

چهارم انقراض‌های توده‌ای (mass extinction) که در مدت زمان ۲۶ میلیون سال اتفاق می‌افتد (Raup-sepkoski 1984, 1986, 1989) در انقراض‌های توده‌ای تغییرات محیطی چنان شدید و سریع می‌باشد که اغلب موجودات قادر به سازش با آنها نمی‌باشند و در نتیجه به طور توده‌ای منقرض می‌شوند. (Jablonski 1986, prothero 1998)

تغییرات آب و هوایی

آب هوای کره زمین پدیده‌ای متغیر و شدیداً در حال دگرگونی می‌باشد. مطالعه پیشینه سنگ‌های رسوبی نشان می‌دهد که هر از گاهی شرایط اقلیمی کره زمین با آنچه امروز وجود دارد تفاوت‌های شگرفی داشته است. بطوری که گسترش کلاهک‌های جنوبیگان و شمالگان در طول زمان‌های زمین‌شناسی بسیار متفاوت بوده است. به دوره‌هایی که کلاهک‌های یخی به اوج گسترش خود می‌رسیدند عصر یخبندان و به زمانهایی که این کلاهک‌ها تحلیل می‌رفتند عصر بین یخبندان گفته می‌شود.

در دوره کوآرترنی تناوب دوره‌های یخچالی و بین یخچالی از هر زمان چشمگیرتر می‌باشد. تقسیمات کروئوستراتیگرافی کوآرترنی براساس تناوب دوره‌های سرد و گرم بنا شده است. در مناطق گرمسیری مانند آفریقا و جنوب آسیا (البته بجز مناطق بسیار مرتفع) آثار یخچالی سیستم /

پریود کوآرترنی مشاهده نشده است، ولی در عوض شواهدی وجود دارد که این مناطق حالت مرطوبتری داشته‌اند. اصطلاحاً در این مناطق، معادل دوره‌های یخچالی را دوره مرطوب (Pluvial) می‌گویند.

بسیاری از زمین‌شناسان و جغرافی‌دانان، شواهدی از دوره‌های مرطوبتر بخش‌های خشک فعلی ایران در زمان کوآرترنی گزارش کرده‌اند که از آن می‌توان به وجود پادگانه‌های وسیع آبرفتی در جنوب نیک شهر و بقایای فیسل شده پوسته تخم پزندگانی از خانواده شتر مرغ بر روی سطوح مطبق حفره‌های آبی - بادی لوت مرکزی اشاره کرد. (محمودی ۱۳۶۷)

روش‌های شناسایی دمای دیرینه زمین

بطور کلی از روش‌های زیر در تعیین دمای گذشته زمین استفاده می‌شود:

۱- استفاده از رسوبات: برخی از رسوبات شاخص آب و هوای دیرینه هستند که می‌توان به لایه‌های گچ و نمک و ماسه‌های سرخ رنگ اشاره کرد که نشان دهنده محیط‌های گرم و خشک می‌باشند.

۲- استفاده از آثار جانداران و گیاهان فسیل شده: بسیاری از فسیل‌ها نشان دهنده آب و هوای خاصی می‌باشند. به عنوان مثال برگ‌های فسیل شده یا حواشی ممتد شاخص مناطق گرمسیری و برگ‌های مضرس نشان دهنده مناطق معتدله می‌باشند.

۳- استفاده از ایزوتوپ‌های کسین: یکی از دقیقترین روش‌های تعیین کمی دمای گذشته زمین می‌باشد. ابتدا بعد از جنگ جهانی دوم سزاروری (Cesare Urey) متوجه شد که ایزوتوپ‌های مختلف اکسیژن به یک اندازه تبخیر نمی‌شوند. در یک لیوان پر از آب بعد از مقداری تبخیر، اغلب ایزوتوپ‌های سنگین باقی می‌ماند. بنابراین نسبت به ابرها در اقیانوس‌ها ایزوتوپ سنگین تری از اکسیژن (O^{18}) وجود دارد. حال آنکه در ابرها و در نتیجه در برف‌ها ایزوتوپ سبکتر یعنی (O^{16}) بیشتر می‌باشد. در دوره‌های یخبندان هنگامی که اغلب برف‌ها به صورت یخچال‌ها به تله افتاده بودند، مقدار ایزوتوپ سنگین تر اکسیژن آب اقیانوس‌ها بیشتر بوده است و در نتیجه در صدف‌های آهکی که در آن زمان ساخته شده بود، مقدار این ایزوتوپ بیشتر بوده است.

یکی از مطالعات دمای دیرینه توسط ایزوتوپ‌های اکسیژن در ایران توسط آدابی با کمک فنی دانشگاه تاسمانی استرالیا در مورد آهک‌های سازند مزدوران انجام گرفته است. براساس این مطالعات دمای دریای سازند مزدوران (در ۱۷۵ میلیون سال قبل) ۲۴ تا ۲۹ درجه سانتیگراد بوده است. (آدابی ۱۳۶۹)

عوامل تغییر دهنده دمای سطح زمین

بطور کلی عوامل مؤثر در تغییر دمای کره زمین را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد:

الف - عوامل نجومی یا عوامل میلانکوویچی

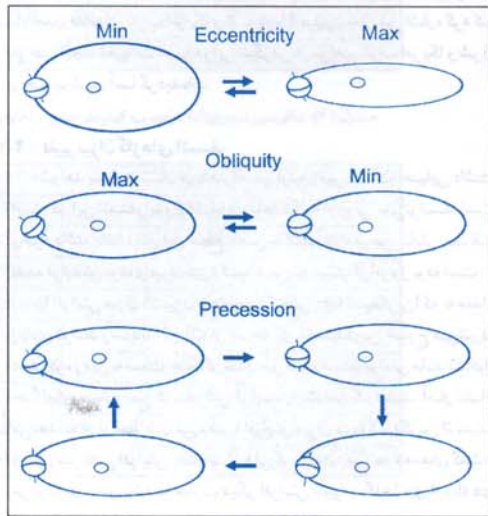
ب - عوامل سطح کره زمین

پدیده‌های نجومی به صورت چرخه‌ای اثر می‌گذارند. در حالی که

پدیده‌های سطح زمین تقریباً از هیچ نظم دوره‌ای پیروی نمی‌کنند و حالت تصادفی (chaotic) دارند.

الف) عوامل نجومی

امروزه زاویه میل زمین (Obliquity) حدود ۲۳/۵ درجه می‌باشد، ولی مقدار آن در هر ۴۱ هزار سال ۳/۵ درجه تغییر می‌کند. (نگاره ۱) اگر محور زمین حالت کج شدگی نمی‌داشت، خورشید دائماً روی استوا تابیده و در حقیقت فصلی بوجود نمی‌آمد و در مقابل اگر زاویه میل زمین ۹۰ درجه بود، خورشید روی قطبها تابیده و در نتیجه فصول برای جانداران غیر قابل تحمل می‌گشت.



نگاره ۱: تغییرات مدار زمین

صفحه‌ای را که از مدار زمین می‌گذرد، دایره البروج می‌نامند، زاویه محور زمین با این صفحه ۲۳ درجه و ۶۶ دقیقه می‌باشد. فاصله زمین تا خورشید در نقطه حضیض ۱۴۹/۶۹۹/۳۰۰ و در دورترین نقطه اوج ۱۵۱/۹۹۶/۵۰۰ کیلومتر می‌باشد. زمین در ۱۲ تا ۱۳ دی ماه از نقطه حضیض و در ۱۴ تیر ماه از نقطه اوج می‌گذرد. بعلت فاصله متغیر خورشید و زمین میزان حرارت رسیده از خورشید به زمین در اوایل تابستان ۷٪ بیشتر از تابستان است، ولی خورشید در حالت اوج نسبت به حضیض انرژی بیشتری به زمین می‌تاباند.

امروزه در نیمکره شمالی در حالت اوج تابستان و در حضیض زمستان می‌باشد، در حالی که در نیمکره جنوبی در حالت اوج زمستان و در حضیض تابستان است. البته زمین دوره‌های ۱۰۰ هزار تغییرات حضیض و اوج دارد، که حرکت Eccentricity نامیده می‌شود.

زمین تحت تأثیر اعمال زوج نیروی خورشید بر روی محور حرکت وضعی آن مخروطی را در فضا طی می‌کند، این حرکت را که می‌توان به حرت زیروسکوپی یک قرقره تشبیه کرد، Precession می‌گویند که مدت یک دور آن ۲۵۶۰۰ سال می‌باشد. البته مدت یک دور این تغییرات بستگی به حالت حضیض و اوج دارد که امروزه بین ۱۹ و ۲۳ هزار سال متغیر می‌باشد. این حرکت شدیداً متأثر از جاذبه کره ماه است، بنابراین زاویه میل زمین دچار نوسانات دیگری بنام Nutation می‌شود که طول مدت هر کدام حدود ۱۸/۶ سال می‌باشد. در حدود هر ۱۰ هزار سال جهت حرکت Precession معکوس می‌شود و شدت آن ارتباط نزدیکی با موقعیت مدار زمین دارد و مدت آن بین ۱۴ تا ۲۸ هزار سال تغییر می‌کند. این حرکات در زمین موجب تغییرات زیادی در جهت باد، نزولات جوی، بادهای موسمی، جریانهای اقیانوسها و... می‌شوند.

اغلب آثار چرخه‌های میلانکوویچی با طول زمانی ۱۰ هزار تا یک میلیون ساله در رسوبات ثبت شده‌اند. مطالعه سنگهای رسوبی و نهشته‌های چرخه‌ای و تعیین سن دقیق آنها، موجب شده است که عوامل ایجادکننده چرخه‌های میلانکوویچی با دقت زیادی مشخص شوند، ولی برای زمانهای قدیمی‌تر از پالئوژئیک هنوز مشکلات عمده‌ای در مورد تعیین سن لایه‌ها وجود دارد.

یکی از مثالهای جالب در مورد شناخت عوامل میلانکوویچی را می‌توان در سازند Green river متعلق به انوسن و ایومینگ امریکا بررسی کرد. این سازند دارای دو رخساره دریاچه‌ای و پلایایی می‌باشد. در رخساره دریاچه‌ای، چرخه‌های سالیانه به صورت وارو ثبت شده‌اند. تغییر در ضخامت واروها را می‌توان به فعالیت لکه‌های خورشیدی نسبت داد.

نوسانات نشان دهنده چرخه‌های (Precession) (۲۰ هزار ساله) بازگوکننده محیطهای خشک و مرطوب می‌باشند. در زمان تشکیل پاره سازند (Tipton) حالت دریاچه‌ای وجود داشته است و هر چرخه یک تغییر در مقدار کربنات را نشان می‌دهد، ولی در زمان پاره سازند Wilkins حالت پلایایی وجود داشته است که در بین آنها زمانهای کوتاه دریاچه‌ای به مدت متوسط ۸ هزار سال دیده می‌شود. (Fisher-Robert 1997)

تغییرات میزان نور خورشید باعث ایجاد تغییرات شگرف میزان درجه حرارت زمین و اتمسفر می‌شود، ولی آیا چنین تغییراتی در گذشته صورت گرفته است؟ متأسفانه برای یک پاسخ دقیق دلیل قاطعی وجود ندارد. بسیاری از ستاره شناسان میزان تابش نور خورشید در زمانهای بسیار طولانی را غیر قابل تغییر می‌دانند، ولی تغییرات کوتاه مدت در مقدار فعالیت‌های نوری خورشید و میزان گسترش لکه‌های خورشیدی وجود دارد که موجب تغییر میزان انرژی تابشی دریافتی زمین از خورشید می‌شود. ثابت خورشیدی (Solar-Constant) عبارت از مقدار تابش انرژی خورشیدی بر روی یک سطح واقع در بالای اتمسفر در مسیر عمود بر تابش خورشید می‌باشد که تغییرات کم و اغلب منظمی را نشان می‌دهد. محققین بنام ماندنر پس از تحقیقاتی به این نتیجه رسید که در طول یک دوره هفتادساله بین سالهای ۱۷۱۵-۱۶۴۵ تعداد لکه‌های خورشیدی مشاهده شده، کم بوده



است، این مدت زمان طولانی که در آن ظاهراً فعالیت خورشید حداقل بوده است مصداقاً با یکی از سردترین ادوار عصر یخبندان کوچک یعنی اواسط قرن نوزدهم تا قرن نوزدهم بوده است. با وجود این ارتباط دقیق این تغییرات با آب و هوای زمین هنوز کاملاً مشخص نشده است.

ب) عوامل سطح کره زمین ۱- فعالیتهای آتشفشانی

آتشفشانها در هر فوران خود میلیونها تن مواد معلق وارد اتمسفر زمین کرده و تغییرات کوتاه مدتی در میزان نفوذ نورخورشید به سطح زمین و در نتیجه دمای کره زمین ایجاد می‌کنند.

متأسفانه هنوز در مورد چگونگی تغییراتی که غبار آتشفشانی می‌تواند در دمای زمین ایجاد کند، اتفاق نظری بین محققان وجود ندارد، برخی اعتقاد دارند که غبارهای آتشفشانی، نور مستقیم خورشید را جذب کرده و در نتیجه دمای سطح کره زمین را کاهش می‌دهند، گروه دیگر بعلت نفوذ اشعه مادون قرمز در قسمت بالای جو پایینی، غبارهای آتشفشانی را عامل سردتر شدن زمین می‌دانند. اما به نظر حالت اول منطقی‌تر می‌باشد. مشکل اساسی، برقراری ارتباط بین فعالیتهای آتشفشانی و تغییرات آب و هوایی شناخته شده در پیشینه زمین‌شناسی است. بعنوان مثال در پرکامبرین پیشین وجود یخچالها قطعی می‌باشد، اما در آن زمان فعالیتهای آتشفشانی به صورت پراکنده بوده است. (Bryson 1974)

می‌توان چنین نتیجه گرفت که فعالیتهای آتشفشانی تا حدودی در تغییرات آب و هوایی سهیم هستند و تأثیر عملهای دیگر را تشدید می‌کنند.

۲- تغییرات نسبت آلبیدو

آلبیدو (Albedo) از ریشه لاتین Albus یعنی سفید اقتباس شده است و عبارت از نسبتی از نورخورشید است که توسط یک سطح معین منعکس می‌شود. در مناطقی مانند کوهستانهای برفی که سطح روشن و شفاف دارند، مقدار آلبیدو بسیار زیاد است، سلر (Seller) در سال ۱۹۷۵ عنوان کرد که اگر تمام یخهای قطبن ذوب شوند، میزان تغییر دما در مناطق استوایی و عرضهای بالاتر جغرافیایی ۲+ تا ۱۷+ خواهد بود. البته به نظر می‌رسد که در عمل، تغییر دما با این شدت اتفاق نیفتد ولی به هر حال تأثیرات آن قابل توجه خواهد بود. این عامل نیز مانند غبارهای آتشفشانی می‌تواند عوامل دیگر را تشدید کند و به یک مکانیسم خودگردان اقلیمی تبدیل شود. (Fairbridge 1972)

۳- حرکت قاره‌ها

گروهی از مؤلفان (Fairbridge 1972) عنوان کرده‌اند که دوره‌های یخچالی هنگامی ظاهر می‌شود که توده‌های عظیمی از قاره‌ها در محدوده کمربندهای قطبی قرار می‌گیرند. هنگامی که قاره‌ها در حدود خط استوا و حتی در عرضهای بالاتر پخش شده باشند، برای تشکیل یخچالها دمای کره زمین باید بسیار کاهش یافته باشد که به نظر بعید می‌رسد چنین حالتی در گذشته زمین‌شناسی اتفاق افتاده باشد. قدیمی‌ترین بستر اقیانوسی ۲۰۰

میلیون سال سن دارد، در حالی که سنگهای قاره‌ای با قدمت بیش از ۳/۸ میلیارد سال و حتی بیش از ۴ میلیارد سال در بسیاری از مناطق جهان یافت شده‌اند، پس به نظر می‌رسد که پوسته خارجی زمین به سمت سخت‌تر شدن پیش می‌رود. با توجه به اینکه ظرفیت گرمایی قاره‌ها کمتر از اقیانوسها می‌باشد، تشکیل قاره‌ها موجب افزایش تنوع آب و هوایی زمین می‌شود. از طرفی تشکیل فلانها موجب سد کردن بادهای باران‌زا و در نتیجه تشکیل دو اقلیم متفاوت ولی مجاور هم می‌شود. (مانند دامنه‌های شمالی و جنوبی البرز) ولی از طرف دیگر بالآمدن فلانها موجب افزایش هوازدگی شیمیایی و در نتیجه افزایش دی‌اکسیدکربن و افزایش اثر گلخانه‌ای می‌شوند. تشکیل فلانها موجب تغییر جهت ابرهای باران‌زا می‌شود به عنوان مثال می‌توان به بالآمدن فلانهای غرب امریکا و تبت در ۴۰ میلیون سال قبل اشاره کرد که موجب ایجاد تغییرات آب و هوایی شگرفی در نواحی غرب امریکا و شرق و جنوب شرق آسیا گردیده‌اند.

۴- تغییر میزان گازهای اتمسفر

شواهد بسیاری نشان می‌دهد که جو اولیه زمین حالت احیایی داشته است. در این اتمسفر بدون اکسیژن، قاعدتاً لایه اوزونی نمی‌توانسته است وجود داشته باشد، بنابراین سطح زمین مستقیماً در معرض تابش مستقیم اشعه فرابنفش بوده و میزان دی‌اکسیدکربن نیز بیشتر از امروز بوده است. با افزایش میزان اکسیژن و همچنین کاهش دی‌اکسیدکربن (که به مقدار زیادی توسط رسوبات کربناته از چرخه دی‌اکسیدکربن خارج می‌شود) دمای کره زمین به سمت خنک‌تر شدن میل کرده است. عواملی مانند تشکیل جنگلهای بسیار وسیع کربنیفر این فرآیند را تشدید کرده‌اند. آمار نشان می‌دهد که از اواسط قرن نوزدهم با افزایش میزان دی‌اکسیدکربن اتمسفر دمای زمین کمی افزایش یافته است. ولی گرم شدن زمین در دهه‌های گذشته می‌تواند دوره‌ای باشد به عبارت دیگر افزایش تأثیرات گلخانه‌ای از دیاد دی‌اکسیدکربن عامل ثانویه در از دیاد دمای سالیان اخیر بوده باشد.

تغییرات میلانکوویچی در پیشینه زمین‌شناسی

یکی از مهمترین عوامل مهم در تغییرات میلانکوویچی، نوسانات محور میل زمین (Obliquity) می‌باشد (Satterley 1995). همانطور که گفته شد این نوسانات حدود ۳/۵ می‌باشد. افزایش جزرومد این مقدار را افزایش می‌دهد و در مقابل تکمیل تفکیک بخشهای داخلی زمین این مقدار را کاهش می‌دهد. (همان منبع) مشاهدات مختلف نشان می‌دهد که به علت افزایش جزرومد مقدار زاویه میل محور زمین به تدریج کاهش یافته بطوری که در ابتدای خلقت زمین حدود ۹۰+ بوده است. (Nighard 1982) بسیاری از سیارات دیگر براساس مقدار کج شدگی محور دوران را هنوز دارا می‌باشند. (Krimigis 1992) به عنوان مثال در اورانوس و پلوتو میزان کج شدگی محل چرخش این سیارات بوده باشند. در سیارات میزان تغییرات زاویه میل متفاوت است به عنوان مثال در مریخ نوسانات زاویه میل تا ۱۸ می‌رسد. طبق محاسبه برخی از مؤلفان با تداوم جزرومد در کمتر از بیست

۴- مغفوری مقدم، وزارت معامیه، ۱۳۸۰، زمین شناسی تاریخی، عقیل، ۱۷۰، رویه.

5- Benneth, K., (1990) : Milankovitch cycles and their effects on species in ecological and evolutionary time, paleobiology, 16 (1) , pp 11-21.

6- Bryson, R.A (1974) : A prespectiv on climatic change science Darwin, C., (1959): On the origin of species John Murvay, London

7- Fairbridge , R.W., (1972) Climatology of a glacial cycle , quaternary research (2) Fisher, A.G., and Robert, L.T., (1991) : cyclicity in the Green river Formation journal of sedimentary Petrology. Vol 61, N.T.pp1146-1154.

8- Gould.S.L., and N. Elderege (1997): Punctuated equilibria: the tempo and mode of evolution reconsidered. Paleobiology: 115-1510

9- Jablonski, D., (1986): Background and mass extinctions the alternation of macroevolutionary regims, science, 237: 129 - 133.

10- Krimigis, S.M., (1992) : The magneto spher of neptune; Planet , Rep., 12 (2): 10-13 Mayre, E., (1945): Systematics and the origin of species, Columbia University presy cambridge.

11- Mignard, F., (1982): Long time integration of the Moon orbit. Inip. Brosche and j. sundermann. (Editors), tidal friction and the earths rotation II, Springer , Berlin pp. 67-97.

12- Prthero, D.R., (1998) : Bringing fossil, An introduction to paleobiology , Mcgrew. Hill Raup, D.M., and I.Lsepkoski, JR., (1984): periodicity of extinction in the geologic past. proceedings of the national Academy of sciences (usa), 81: 801-805.

13- Raup, D.M., and J.J sepkoski, JR.(1986): Periodic extinction of families and genera, science 231: 833-836.

14- Raup, D.M. and sepkoski, JR (1988): testing for periodicity of extintion, science, 241. 94-99.

15- Satterley. A.K., (1995): The inter pretation of cyclic successions of the middle and dpper triassic of northern a southern Alps, 40, pp/8/207.

16- Williams, G.E., (1993): History of the earth obliquity , earth sciences review , 34, pp 1-45.

هزارسال میزان میل محور زمین نیز دچار تغییرات شدیدی خواهد شد. (Williams1993) با افزایش میزان Obliquity تغییرات فصلی افزایش خواهد یافت و اگر محور زمین تا 60° کج شود (که البته بعید به نظر می رسد به این میزان برسد) مناطق استوایی تا 60° عرض جغرافیایی گسترش می یابند و در مقابل قطبین هم تا 30° به سمت عرضهای پایتتر توسعه می یابند!!! به عبارت دیگر تفاوت دما در عرضهای مختلف و همچنین فصول مختلف چنان شدید می شود که همه جانداران به جز موجودات ذره بینی از بین می روند. برعکس کاهش کج شدگی محور زمین موجب شدت تفاوت های مناطق قطبی و استوایی می شود.

مطالعات مختلفی نشان داده است که میزان محور زمین در گذشته واقعاً چنان تغییراتی را پشت سر گذاشته است. این تغییرات در زمان پرکامبرین بیشتر از فنروزوئیک بوده است (Williams1993) به نظر می رسد در زمان یخبندان پرکامبرین پسین زاویه میل زمین حدود 54° بوده است. به اعتقاد همین مؤلف احتمالاً بر اثر برخورد زمین با یک شهابخانه بزرگ در آغاز خلقت زمین که منجر به ایجاد کره ماه شده است، زاویه میل تا 90° می رسیده است. ولی به تدریج از این مقدار کاسته شد و در 60° میلیون سال قبل (اواخر پرکامبرین) به علت جدایش کامل هسته و گوشته، سرعت کاهش زاویه میل بیشتر شده. و موجب تغییرات دمای شدید در پوسته زمین گشته است و تدریجاً تغییرات دما در طول فنروزوئیک به مقدار امروز می رسیده است. تغییرات ناگهانی زاویه میل در پرکامبرین پسین مصادف با رویداد بزرگ در گشت جانداران و همانا ظهور چندسلولها می باشد که پیشینه بسیار خوبی از آن در ادیاکارا (Edicara) در استرالیا حفظ شده است.

نتیجه

تغییرات محیطی که فرگشت جانداران را کنترل می کند تحت تأثیر چندین عامل مختلف قرار می گیرد که یکی از آنها تغییرات آب و هوایی است که در چرخه های بیست، چهل و صد هزار تکرار می شود. محدوده های نوسان این متغیرها نیز خود در حال تغییر هستند، بطوری که به نظر می رسد که از زمان خلقت زمین تاکنون مقدار زاویه میل تدریجاً کاهش یافته است. از اواخر پرکامبرین تاکنون چرخه های آب و هوایی نوسانات یکنواختی داشته اند. این تغییرات محدوده زمانی بین تشکیل یک گونه و یک جمعیت را دارا می باشند و در نتیجه موجب ناپدید شدن بسیاری از تغییرات کوچک و ریز فرگشتی شده اند ولی به صورت ناگهانی تغییرات بزرگ را نشان می دهند.

منابع

۱- آدایی، م. ح. (۱۳۶۹)، مطالعه ایزوتوپ کربن و اکسیژن و عناصر فرعی سنگهای آهکی سازند مزدوران واقع در شرقی ترین بخش حوضه کبه داغ - نهمین گردهمایی علوم زمین - تهران سازمان زمین شناسی کشور.

۲- محمودی، ف. (۱۳۶۷) تحول ناهمواریهای ایران در کواترنری، پژوهشهای جغرافیایی ص ۱۴ تا ۱۴.

۳- مغفوری مقدم، و پاژوکی، ۱۳۸۰، اصول چینه شناسی، فرهنگ زبان، ۲۵۲، رویه.