

واحدهای زمانی زمین‌شناسی

مریم عابدینی

دبیر زمین‌شناسی منطقه ۵ آموزش و پرورش تهران

چکیده

واحدهای زمین زمان‌سنجی که در فصل هشتم کتاب علوم زمین پیش‌دانشگاهی به اختصار بیان شده است، براساس بررسی فسیل‌ها، تعداد و تنوع جانوران، انقراض آن‌ها در مدت زمان زمین‌شناسی کوتاه، حوادث کوهزایی و ناپیوستگی‌ها انتخاب می‌شوند. در این نوشتار ما قصد داریم، بنا به اهمیت واحدهای زمین زمان‌سنجی به‌ویژه نحوه تقسیم‌بندی، نام‌گذاری و ... به معرفی جدیدترین الگوی پذیرفته‌شده جهانی برای مطالعات زمانی زمین‌شناسی بپردازیم.

کلیدواژه‌ها: واحد زمین زمان‌سنجی^۱، مقیاس زمان زمین‌شناسی ۲۰۱۳^۲، ائون^۳، دوران^۴، دوره^۵، دور^۶

مقدمه

زمان عبارت است از کمیتی مداوم (مدتی، دوره‌ای، مرحله‌ای) که ضمن آن تغییرات و رویدادها در یک مسیر غیرقابل برگشت روی می‌دهند. اغلب ما مفهوم زمان را در ارتباط با طول زندگی خود مقایسه می‌کنیم و گذشت چند نسل را زمانی طولانی در نظر می‌گیریم. این در حالی است که زمان زمین‌شناسی را باید نسبت به زمان پیدایش زمین، یعنی شکل‌گیری اولیه زمین که در حدود ۴/۶ میلیارد سال پیش رخ داده است، در نظر گرفت. تفسیر تاریخ زمین، یکی از هدف‌های اساسی دانش زمین‌شناسی، نیاز به مقیاسی دارد که به آن مقیاس زمین زمان‌سنجی اطلاق می‌شود.

مقیاس زمین زمان‌سنجی‌شناسی:

از اواخر قرن ۱۷ میلادی محققان زمین‌شناسی به دنبال کشف الگویی در سنگ‌ها بودند تا تشخیص واحدهای سنگی در نقاط مختلف آسان‌تر گردد. در واقع در زمانی که اکثر محققان هنوز بر این عقیده استوار بودند که لایه‌های سنگی نتیجه طوفان نوح (ع) است، اسمیت، نقشه‌بردار جوان انگلیسی، ایده‌ای را مطرح کرد که پایه و اساس مقیاس زمین زمان‌سنجی را تشکیل داد. در واقع اسمیت^۷ که یک مهندس نقشه‌بردار بود، برای تشخیص واحدهای سنگی که در مسیر نقشه‌برداری خود وجود داشت به نکته‌ای

جالب اشاره کرد و آن توالی برگشت‌ناپذیر و منحصر به فرد فسیل‌های جانوری و گیاهی در هر لایه بود. به این ترتیب وی به‌طور غیرمستقیم به تعیین سن نسبی واحدهای سنگی پرداخت. معاصر با اسمیت، محققانی در فرانسه مانند لوئیس^۸ و سولویک^۹ به مطالعه این توالی پرداختند و الگویی را در این باره ارائه دادند. دو محقق فرانسوی دیگر یعنی کوویه^{۱۰} و برونارد^{۱۱} این ایده را تأیید کردند. پورترو در سال ۱۹۹۸ چنین بیان می‌دارد که کوویه با توسعه ایده تغییرات در فسیل‌ها و پیدایش آن‌ها توانست نتایجی را در خصوص تحولات در طول تاریخ زمین به دست آورد. به این ترتیب در طول این قرون، با بررسی آثار حوادث زیستی نظیر انقراض‌ها و ظهور جانداران مختلف در لایه‌های سنگی (فسیل‌ها)، حوادث تکتونیکی عظیم نظیر کوهزایی‌ها و آتشفشان‌ها، حوادث فرازمینی مانند برخورد شهاب سنگ‌ها، چرخه‌های میلانکوویچ و نیز با استفاده از ابزار تعیین سن مطلق قدم‌های اساسی در جهت تشکیل یک مقیاس جهانی زمین زمان‌سنجی برداشته شد. جدیدترین مقیاس زمین زمان‌سنجی دنیا، یعنی مقیاس زمانی زمین‌شناسی ۲۰۱۳^{۱۲}، توسط کمیته بین‌المللی چینه‌شناسی (ICS) در قالب یک نمودار تهیه شده است (تصویر ۱). این نمودار از دو بخش اصلی زمان زمین‌شناسی تشکیل شده است: تقسیمات پراکامبرین و فانروزوئیک^{۱۳}.

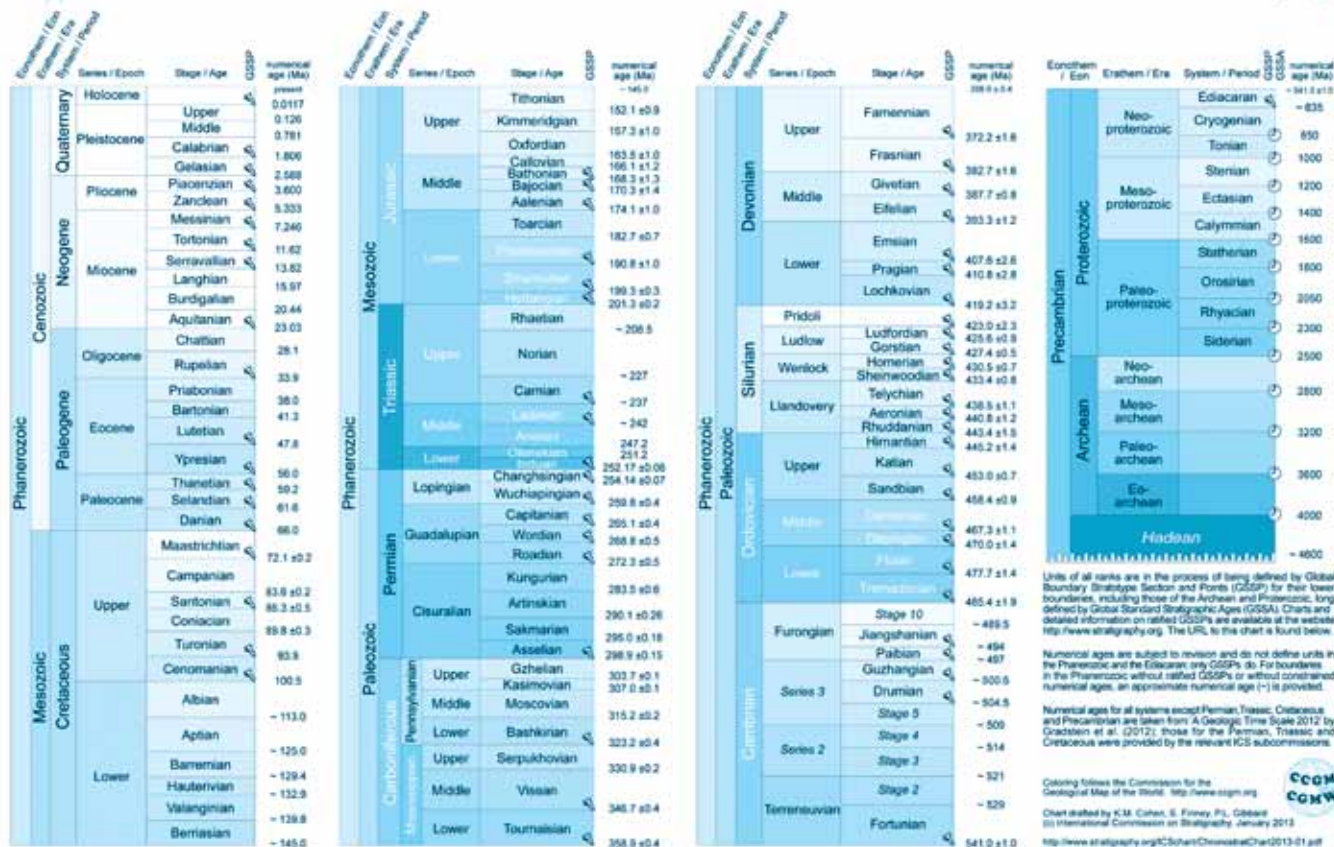


INTERNATIONAL CHRONOSTRATIGRAPHIC CHART

www.stratigraphy.org

International Commission on Stratigraphy

v 2013/01



تصویر ۱: جدول زمانی چینه شناسی ۲۰۱۳

جدیدترین مقیاس زمانی زمین شناسی دنیای، یعنی مقیاس زمانی زمین شناسی ۲۰۱۳، کمیته بین المللی چینه شناسی در (ICS) قالب یک نمودار تهیه شده است

کشیده‌اند، بسیار طولانی تر است. دانسته‌ها از این زمان نسبت به سایر زمان‌های زمین شناسی کمتر است و ناشناخته‌ترین زمان‌هاست، زیرا قسمت اعظم سنگ‌های این زمان تحت تأثیر دگرگونی یا فرسایش قرار گرفته یا به وسیله سنگ‌های جوان تر پوشیده شده‌اند. آثار اعضاء فسیلی نیز به دلیل اینکه موجودات زنده آن زمان ابتدایی و فاقد اعضاء سخت بوده‌اند، به ندرت باقی مانده‌اند. بنابراین تعیین سن سنگ‌های این زمان به کمک تعیین نسبت ایزوتوپ‌های ناپایدار عناصر صورت می‌پذیرد.

هادئن

نام هادئن از کلمه یونانی به معنای برزخ^{۲۱} گرفته شده است. نام گذاری آن را کلود پریستون^{۲۲} در سال ۱۹۷۲ انجام داد. این دوره که از ۴/۶ میلیارد سال پیش آغاز شده و تا ۴ میلیارد سال قبل ادامه داشته و شامل فاصله زمانی بین پیدایش منظومه شمسی تا تشکیل قدیمی ترین سنگ‌های شناخته شده در سطح زمین است. احتمالاً زمین و سایر سیارات منظومه شمسی در صد میلیون سال آغازین

واحدهای زمان زمین شناسی: امروزه تاریخ زمین به واحدهایی با اندازه‌های متفاوت تقسیم شده است که در مجموع، مقیاس زمین گاه شماری را تشکیل می‌دهند. بزرگ‌ترین واحد ائون یا (آبردوران) نامیده می‌شود که خود به چند دوران و هر دوران به چندین دوره و هر دوره به چند دور تقسیم می‌شود (تصویر ۱).

تاریخ زمین به دوائون پرکامبرین^{۱۳} و فانروزوئیک تقسیم شده است (تصویر ۱). پرکامبرین به سه دوره هادئن^{۱۴}، آرکن^{۱۵} و پروتوزوئیک^{۱۶} تقسیم می‌گردد. پروتوزوئیک به بخشی گفته می‌شود که حاوی آثار و بقایای ارگانیسم‌های اولیه است. به قسمتی که فاقد حیات است، آزوئیک^{۱۷} گویند.

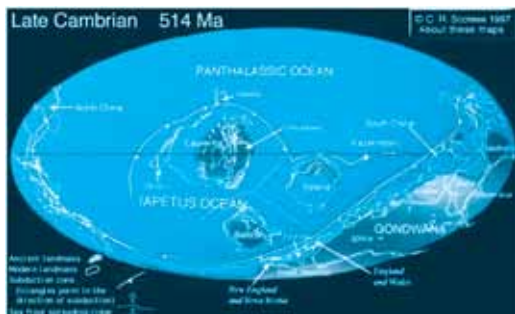
الف) پرکامبرین

پرکامبرین زمان قبل از کامبرین قدیمی ترین و طولانی ترین تقسیمات عمر زمین به حساب می‌آید. از آنجا که طول مدت آن چهار میلیارد سال است و در مقایسه با مجموع دوران‌های پالئوزوئیک^{۱۸}، مزوزوئیک^{۱۹} و سنوزوئیک^{۲۰}، که حدود ۵۴۱ ± ۰/۱ میلیون سال طول

هادن، شکل گرفته‌اند.

زمین‌شناس انگلیسی به نام سدویک^{۳۳} آن را مورد مطالعه قرار داد. در دوره کامبرین زیست‌مندان زیادی می‌زیسته‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها تریلوبیت‌ها^{۳۴}، آرکتوسیاتیدا، براکیوپودا را می‌توان نام برد

نحوه پراکندگی خشکی‌ها در دوره کامبرین به این ترتیب بوده است که خشکی‌های اصلی در بخش‌های

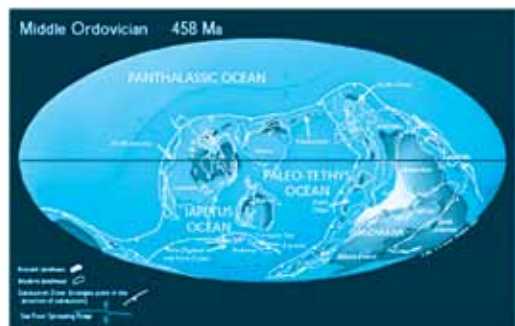


تصویر ۳. پراکندگی خشکی‌ها در دوره کامبرین

زیرین خط استوا بوده و به‌طور عمده قاره‌ها در عرض‌های جغرافیایی پایین وجود داشته‌اند. اوایل دوران پالئوزوئیک در ایران شرایط محیط رسوب‌گذاری تغییر کرده و محیط کم‌عمقی در همه جا حاکم بوده است.

دوره اردوویسین

نام این دوره از قبیله اردویسیا^{۳۵} در ناحیه ولز انگلستان گرفته شده است. در سال ۱۸۳۵ مورچیسون^{۳۶} و در سال ۱۸۷۹ لاپورت^{۳۷} آن را مورد مطالعه قرار داده‌اند. در این دوره که ماهی‌های زردار که در واقع نخستین مهره‌داران بودند، ظاهر شدند. تریلوبیت‌ها، براکیوپودا (بازوپایان)، سفالوپودا^{۳۸}، خارپوستان^{۳۹}، مرجان‌ها^{۴۰} و... از دیگر موجودات این دوره می‌باشند گراپتولیت‌ها^{۴۱} در اواخر کامبرین ظاهر شدند و در دریا‌های اردوویسین و سیلورین به‌صورت کلنی زندگی کردند و در اوائل دوره دونین از بین رفته‌اند. بنابراین گراپتولیت‌ها از فسیل‌های شاخص این دو دوره به‌شمار می‌روند. اردوویسین براساس فسیل گراپتولیت‌ها به ۳ دور اردوویسین زیرین، اردوویسین میانی



تصویر ۴. پراکندگی خشکی‌ها در اردوویسین

آرکئن

مهم‌ترین رویداد زمان آرکئن که محدوده زمانی ۴ تا ۲/۵ میلیارد سال پیش را دربر می‌گیرد، تحولات زیستی بوده است. شاید از مهم‌ترین مولکول‌های آلی تولید شده در آرکئن، کلروفیل باشد که باعث شد موجودات زنده ساده (تولیدکننده‌ها) بتوانند غذای خود را تأمین کنند. نخستین ارگانیسم‌های فتوسنتز کننده، سیانوباکتری‌ها بودند که به نوستوک امروزی شباهت زیادی داشتند. تحولات حیاتی در این دوره زمینه‌ساز تحولات چشمگیر موجودات زنده آبی در دوران بعدی شد.

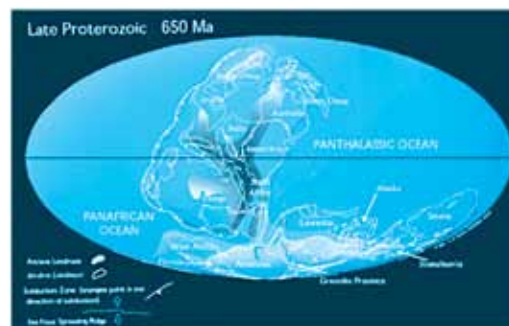
پروتروزوئیک

زمانی بین 541 ± 0.1 تا ۲۵۰۰ میلیون سال پیش را پروتروزوئیک می‌نامند. تعیین سن سنگ‌های این بازه با استفاده از روش رادیومتریک شده است. اولین موجودات پرسلولی در این بازه زمانی پا به عرصه هستی نهادند.

(ب) فانروزوئیک

۱- ب: دوران پالئوزوئیک

دوران دیرینه‌زیستی حدود ۲۸۹ میلیون سال طول کشید که از دوران میانه‌زیستی و نوزیستی بیشتر است. در این دوره وقایع تکتونیکی مهمی نظیر دو کوهزایی مهم کالدونین^{۴۲} و هرسی نین^{۴۳} به وقوع پیوسته. دوران دیرینه‌زیستی را براساس رویدادهای زمین‌شناسی آن به



تصویر ۲. پراکندگی خشکی‌ها در پروتروزوئیک

دوره‌های کامبرین^{۴۵}، اردوویسین^{۴۶}، سیلورین^{۴۷}، دونین^{۴۸}، کربونیفر^{۴۹} و پرمین^{۳۰} تقسیم می‌کنند.

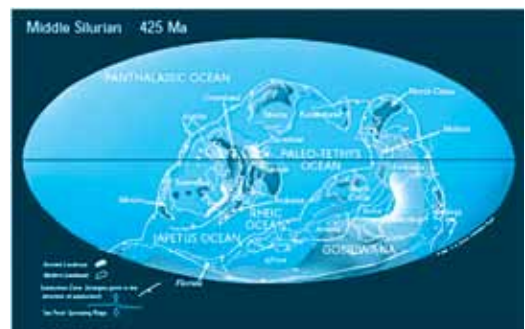
دوره کامبرین

کامبرین از کامبریا^{۳۱}، نام کوهی در شمال ولز^{۳۲} در انگلستان، گرفته شده است و اولین بار در سال ۱۸۳۵

و اردوویسین بالایی تقسیم می‌شود. وجود ریف‌های مرجانی در مناطق مختلف دنیا نشان‌دهنده آب و هوای گرم و ملایم در دوره اردوویسین است. در طول دوره اردوویسین، خشکی گندوانا^{۴۳} به طرف قطب جنوب حرکت کرد به طوری که رسوبات یخچالی یا تیلیت‌ها در آن مشاهده شده است. خشکی‌های سیبری، قزاقستان، چین و بالتیک به طرف عرض‌های بالاتر حرکت کرده‌اند.

دوره سیلورین

نهشته‌های سیلورین را اولین بار مورچیسون در سال ۱۸۳۵ مطالعه کرد. نام آن از قبیله سیلور در ناحیه ولز گرفته شده است. در این دوره یکی از مهم‌ترین چین‌خوردگی‌های پالتوزوئیک، در اثر حرکات کوهزایی کالدونین به وقوع پیوسته است. برای اولین بار در این دوره، حیات در خشکی آغاز شد. اولین گیاهان خشکی و نخستین جانوران هوزاری از گروه بندپایان از جنس یوری پتروس^{۴۴} ظاهر شدند. طول این موجودات عقب مانند به‌طور متوسط ۱۳ تا ۲۳ سانتی‌متر بوده، اما بزرگ‌ترین آن‌ها طولی حدود ۱/۳ متر داشته و بدن آن‌ها با پوشش کتینی پوشیده شده بوده است. رسوب‌گذاری کربناتی و همچنین ریف‌های مرجانی این دوره تا قطب شمال ادامه داشته‌اند و در این دوره مخصوصاً سیلورین میانی به حداکثر توسعه خود رسیده و آب و هوای گرم و ملایم را نشان می‌دهد. در سیلورین بالایی وجود رسوبات نمک، ژئیس، انیدریت و ماسه سنگ قرمز، آب و هوای خشکی را در این زمان نشان می‌دهد و از طرفی در اواخر سیلورین، آثار رسوبات یخچالی در آرژانتین و آمریکای جنوبی گویای وجود آب و هوای سرد را در این بخش از کره زمین بوده است. در این دوره سپر بالتیک به طرف شمال غرب حرکت کرده و خشکی‌های سیبری و قزاقستان که در طول دوره‌های قبلی در زیر خط استوا قرار داشته‌اند، تغییر موقعیت داده و به طرف بخش‌های فوقانی خط استوا حرکت کرده‌اند. در دوره سیلورین در اثر حرکات کالدونین در مناطق وسیعی از آب خارج بوده و شرایط قاره بر آن حاکم بوده است.

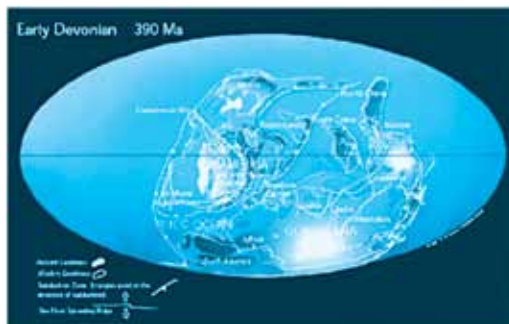


تصویر ۵. پراکندگی خشکی‌ها در سیلورین

دوره دونین

این دوره برای اولین بار در ناحیه دون شایر واقع در غرب

انگلستان، توسط مورچیسون و سدویک در سال ۱۸۳۹ مورد مطالعه قرار گرفته است. مدت این دوره تقریباً ۵۰ میلیون سال تخمین زده شده است. گروه فراوانی از بی‌مهرگان در دریاها، دونین می‌زیسته‌اند. از مهم‌ترین آن‌ها که به اوج گسترش و تکامل خود رسیده‌اند، می‌توان براکیوپودها، مرجان‌ها، سفالوپودها، خارپوستان، نرم‌تنان و... را نام برد. در این دوره نخستین دوزیستان استگوسفال‌ها^{۴۴} نیز ظهور پیدا کردند. این دوزیستان به شکل ماهی بودند و مانند آن‌ها رفتار می‌کردند. اما در عین حال از باله‌های مخصوص خود مانند پا برای حرکت کردن استفاده می‌کردند و در نزدیکی آب‌ها می‌زیستند. آب شش‌های آن‌ها دیگر به کار نمی‌آمد و از شش‌های ابتدایی (کیسه‌های هوای مرطوب) اکسیژن جذب می‌کردند. به دلیل فراوانی و تکامل سریع ماهی‌ها بعضی از زمین‌شناسان این دوره را دوره ماهی‌ها نام‌گذاری کرده‌اند. قدیمی‌ترین گیاهان خشکی متعلق به این دوره رینیا است. گیاهان به‌طور عمده از بوته‌های کوچک و همچنین درختانی با ارتفاع چندین متر تشکیل می‌شده‌اند. با توجه به ماسه‌سنگ قرمز قدیمی که در محیط‌های غیر دریایی رسوب کرده‌اند، بعضی از زمین‌شناسان معتقدند که آب و هوای این دوره در شمال اروپا و ایالات متحده گرم و خشک بوده است. از طرفی، وجود مرجان‌ها آب و هوای گرم و ملایم را نشان می‌دهد. در این دوره، خشکی‌های بالتیک و آسیا به یکدیگر نزدیک شدند و خشکی واحد لوراسیا را به وجود آوردند و باعث بسته شدن اقیانوس بین این دو خشکی و فعالیت‌های کوهزایی شدند.



تصویر ۶. پراکندگی خشکی‌ها در دونین

دوره کربونیفر

نخستین بار دو زمین‌شناس انگلیسی به نام‌های کویبر^{۴۶} و فیلیپس^{۴۷} در سال ۱۸۲۲ بر طبقات ذغال‌داری که روی رسوبات دونین قرار داشتند، به دلیل کربن فراوان، نام کربونیفر گذاشتند. دوره کربونیفر با وجود جنگل‌های انبوه و تشکیل لایه‌های ضخیم زغال سنگی در اغلب کشورها و به خصوص در اروپا و شمال ایالات متحده مشخص می‌شود. از این رو، این دوره را دوره زغال سنگی نیز نامیده‌اند. از وقایع

هرسنین در جنوب اروپا و بخش اعظم کوه‌های آپالاش تشکیل شدند و سپر سبیری و قراقستان در اواخر این دوره خشکی واحدی شدند.

دورهٔ پرمین

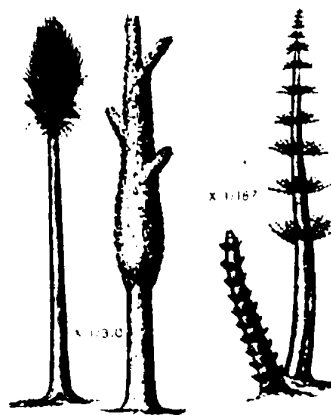
نام این دوره از ناحیهٔ پرم^{۵۰} واقع در شمال روسیه گرفته شده است. مورچیسون در سال ۱۸۴۱ برای نخستین بار رسوبات دریای ناحیهٔ مذکور را مطالعه کرده است. در دورهٔ پرمین که آخرین دورهٔ پالئوزوئیک است؛ بسیاری از گروه‌های جانوری پرسلولی و تکسلولی گسترش یافته‌اند، اما تریلوبیت‌ها از بین رفتند. کرینئیدها^{۵۱} مهم‌ترین بی‌مه‌رگان دورهٔ پرمین بودند و انواع جدید و تکامل یافته‌تری از آن‌ها ظاهر شدند. تنوع و فراوانی براکیوپودها در این دوره بیش از مزوزوئیک و سنوزوئیک بوده است. در این دوره ماهی‌ها از گسترش بیشتری برخوردار بوده‌اند. از مه‌رهداران دیگر، فسیل خزندگانی شبیه به سوسمارها نیز در رسوبات پرمین مناطق مختلف دنیا یافته شده‌اند که به تدریج در دوره‌های بعدی تکامل یافته‌تر می‌شوند. همچنین فسیلی از یک جانور که صاحب اندام‌های حرکتی تغییر شکل یافته بوده و برخلاف خزندگان می‌توانسته تنه‌اش را تا حدی از زمین بلند کند، در آفریقا یافت شده است. این خزندهٔ حد واسط را تریودونت^{۵۲} لقب داده‌اند، زیرا در آروارهٔ این جانور سه نوع دندان پیش، نیش و آسیا مشاهده می‌شود. اغلب گیاهان دورهٔ پرمین در دورهٔ کربونیفر نیز وجود داشته‌اند، اما برخی از گیاهان مانند لیپیدودندرون به دلیل خشکی آب و هوا در پرمین از بین رفته‌اند. در این دوره بازدانگان گسترش یافتند و به همان نسبت از اهمیت نهان‌زادان آوندی کاسته شد. گرمای این دوره برای گیاهان سوزنی‌برگ از تیرهٔ کاج مناسب بوده است. در اوایل این دوره در نیم‌کرهٔ جنوبی آب و هوایی سرد حاکم بود و یخچال‌ها دارای گسترش و وسعت فراوانی بوده‌اند. با نزدیک شدن به پرمین بالایی، آب و هوا گرم‌تر شد. اما در نیم‌کرهٔ شمالی در ابتدای دوره، آب و هوا نسبتاً گرم و خشک و به تدریج به شدت گرمای آن افزوده شده است. در این دوره به دلیل برخورد قاره‌ها به ویژه لوراسیا



تصویر ۹. پراکندگی خشکی در دورهٔ پرمین

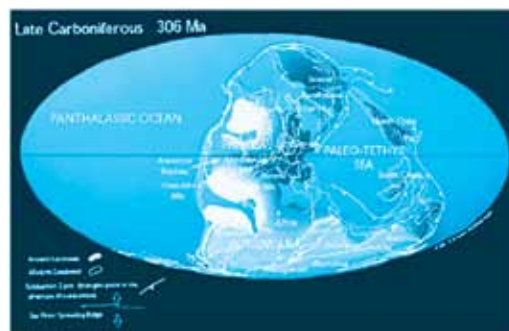
مهم این دوره به کوهزایی و در نتیجه تشکیل رشته کوه‌های هرسنین می‌توان اشاره کرد. همان‌طور که اشاره شد به دلیل آب و هوای گرم و مرطوب و شرایط مساعد آب و هوایی، گیاهان بسیار متنوع و فراوان شدند، ولی این گیاهان با انواع امروزی از نظر شکل ظاهری و ساختمان داخلی کاملاً متفاوت و بیشتر از گیاهان نهان‌زاد آوندی (بی‌گل) بوده‌اند. که در تصویر ۷ برخی از آن‌ها را مشاهده می‌کنید.

الف) کالامیت^{۴۸} ب) سی ژیلریا^{۴۹}



کالامیت از دم اسپیان سی ژیلریا از پنجه گرگیان

تصویر ۷. برخی از گیاهان نهان‌زاد آوندی



تصویر ۸. پراکندگی خشکی‌ها در کربونیفر

علاوه بر گیاهان، براکیوپودها نیز در دریاها کربونیفر بسیار فراوان بودند و فسیل شاخص به‌شمار می‌رفتند. نخستین خزندگان نیز در این دوره ظاهر شدند. این جانوران کوچک شبیه به دوزیستان بودند و بالهٔ حرکتی ضعیفی داشتند که از آن برای خزیدن استفاده می‌کردند و نیازی به زیستن کنار آب نداشتند، زیرا پوست غیرقابل نفوذ آن‌ها، زیستن در محیط‌های خشک را امکان‌پذیر می‌کرد. همچنین قادر به تخم‌گذاری در خشکی بودند. تنوع و فراوانی گونه‌های گیاهی و همچنین وجود باتلاق‌های فراوان و بقایای حشرات، آب و هوایی گرم و استوایی را در نیم‌کرهٔ شمالی تأیید می‌کنند، اما وجود ماسه‌سنگ قرمز رنگ و رسوبات تبخیری در ایالات متحده آب و هوای خشک را نشان می‌دهد. در اثر برخورد خشکی‌ها به یکدیگر، کوه‌های

مهم‌ترین وقایع دورهٔ آرگن، تحولات زیستی بوده است. در بین مولکول‌های مختلف موجود در سطح زمین اولیه، احتمالاً مولکول‌های آلی کربن دار وجود داشته‌اند

و گندوانا به یکدیگر، خشکی بزرگی به نام پانگه‌آ به وجود آمده است.

مزوزوئیک (میان‌زیستی)

این دوران حدود ۱۶۰ میلیون سال طول کشیده است. این دوران اوج تنوع، فراوانی و تکامل خزندگان بوده است، لذا برخی دیرینه‌شناسان آن را دوران خزندگان نیز نام‌گذاری کرده‌اند. به‌طور کلی این دوران به سه دوره تریاس^{۵۳}، ژوراسیک^{۵۴} و کرتاسه^{۵۵} تقسیم می‌شود.

دوره تریاس

برای اولین بار فون آلبرتی^{۵۶} در سال ۱۸۳۴ آن را مورد مطالعه قرار داده است. نام تریاس را آلبرتی برای رسوبات سه بخشی موجود در آلمان به کار برده است. در تریاس، خزندگان بسیار فراوان و گوناگون شده بودند. جثه این خزندگان بین یک تا سی متر درازا داشت که به آن‌ها دایناسور^{۵۷} می‌گویند. آمونیت‌ها^{۵۸} مخصوصاً نوع سراتیت^{۵۹} آن‌ها، شاخص دوره تریاس‌اند. گیاهان این دوره را به دو نوع آبی (جلبک‌های آهکی) و خشکی زی (بازدانگان) می‌توان تقسیم کرد. در این دوره بسیاری از خشکی‌ها از آب خارج و باعث به‌وجود آمدن شرایط آب و هوای گرم و خشک تا نیمه‌خشک شدند. درجه حرارت آب‌ها براساس نسبت ایزوتوپ، O_{18} ، O_{16} ، حدود $25^{\circ}C$ را نشان می‌دهد که باعث رشد مرجان‌ها و جلبک‌های آهکی در دریاها شد. بخش‌هایی از ابرقاره پانگه‌آ با نزدیک شدن به اواخر تریاس شکسته و جابه‌جا شدند که این حرکت تا آخر ژوراسیک ادامه داشت. خشکی‌های جهان به دو بخش شمالی و جنوبی تقسیم شد و دریای تتیس^{۶۰} در بین آن‌ها قرار داشت.



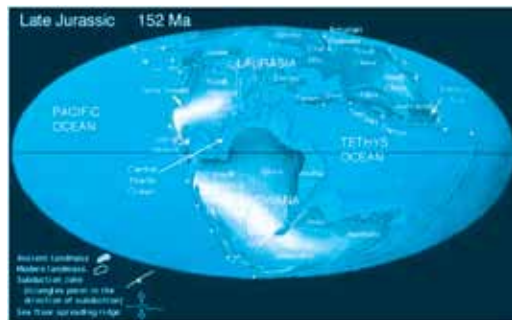
تصویر ۱۰. پراکنندگی خشکی‌ها در تریاس

دوره ژوراسیک

الکساندر هومبولت^{۶۱} برای نخستین بار این دوره را در کوه‌های ژورا که در امتداد مرز فرانسه و سوئیس گسترش دارند، مورد مطالعه قرار داد. از بی‌مهرگان این دوره می‌توان از آمونیت‌ها و بلمنیت‌ها^{۶۲} نام برد. از مهره‌داران ژوراسیک، خزندگان و ماهی‌ها بودند. برای اولین بار پرنده‌گان ظهور کردند که معروف‌ترین آن‌ها آرکئوپتریکس^{۶۳} است.

غنی‌ترین گنجینه از فسیل دایناسورهای دنیا در لایه‌های سازند موریسون در آمریکای شمالی نهفته است که آن‌ها می‌توان فسیل‌های دایناسورهای گول‌پیکری همچون برون‌توزوروس^{۶۴}، براکیوزوروس^{۶۵} و استگوزوروس^{۶۶} را در خود حفظ کرده‌اند. در این دوره قسمت اعظم محیط‌های دریایی از آب خارج شدند و به‌صورت محیط‌های مردابی درآمدند، به‌طوری که جنگل‌های انبوهی از سرخس‌ها، بازدانگان، مخروطیان و... وجود داشتند و شرایط برای تشکیل فسیل‌های گیاهی و همچنین ذخایر ذغال‌سنگی فراهم شد. وجود رسوبات تخریبی و همچنین طبقات ذغال‌سنگی و رسوبات تبخیری از قبیل ژپیس و نمک و انیدریت، نشان‌دهنده تغییرات اقلیمی در این دوره است. اما به‌طور کلی آب و هوا در ژوراسیک گرم‌تر و مرطوب‌تر از دوره تریاس بوده است.

در این دوره اقیانوس تتیس در قسمت میانی کره زمین قرار داشته و پیشروی آب دریا موجب به زیر آب رفتن بسیاری از نقاط جهان از جمله اروپا شده است. سازندهای ذغال‌دار بسیاری تشکیل شدند.



تصویر ۱۱. پراکنندگی قاره‌ها در دوره ژوراسیک

دوره کرتاسه

امالیوس ده‌هالی^{۶۷} در سال ۱۸۲۲ برای نخستین بار آن را عنوان کرد. نام آن از واژه کرتا^{۶۸} به معنای گل سفید گرفته شده است. کوهزایی لارامید در کرتاسه پایانی به وقوع پیوست. دوره کرتاسه طولانی‌ترین دوره دوران دوم است. یکی از فسیل‌های بسیار مهم این دوره آمونیت‌ها هستند که از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. در پایان این دوره دایناسورها به‌گونه‌ای اسرارآمیز از میان رفتند. نظریات جدید عنوان می‌کند که حدود ۶۵ میلیون سال قبل در ناحیه سیبری شهاب‌سنگی به زمین برخورد کرد. مهم‌ترین دلیلی که برای اثبات آن وجود دارد، حضور لایه‌های نازک از رسوبات به ضخامت حدود یک سانتی‌متر در دوره کرتاسه و سنوزوئیک است که سرشار از ایریدیوم در مرز کرتاسه - ترشیری می‌باشد. ایریدیوم در پوسته زمین بسیار کمیاب ولی در سنگ‌های فرازمینی به وفور یافت می‌شود. به‌نظر می‌رسد این برخورد موجب انقراض دسته‌جمعی تمام جانوران

دوران
پالئوزوئیک را
براساس وقایع
به دوره‌های
کامبرین،
اردوویسین،
سیلورین،
دونین،
کربونیفر و
پرمین تقسیم
می‌کنند.



تصویر ۱۲. پراکندگی خشکی‌ها در دوره کرتاسه

دراوسن و الیگوسن، برای پالئوژن به کار برد. به دلیل گرم بودن هوا از حجم عظیم یخ‌ها در قطبین زمین کاسته شده و آب و هوای گرم و معتدل در آن زمان باعث گسترش گیاهان و در نتیجه گسترش و تنوع پستانداران این دوره شده است. به طور کلی وضعیت خشکی‌ها و دریاها در این دوره به وضعیت امروزی خود بسیار نزدیک شد. جدا شدن کانادا و ایالات متحده از اروپا و نزدیک شدن استرالیا به قطب جنوب، شکل‌گیری نهایی اقیانوس اطلس، جدا شدن خشکی عربستان و آفریقا و تشکیل دریای سرخ، بازشدگی دریای ژاپن و تشکیل خلیج مکزیک از خصوصیات این دوره است. از رویدادهای مهم این زمان می‌توان بر خورد ورقه عربستان با خورده قاره ایران و شکل‌گیری کوه‌های زاگرس را نام برد.

دوره نئوژن

چارلز لایل^{۷۷} در سال ۱۸۳۳ برای اولین بار، این دوره را در رسوبات پاریس مورد مطالعه قرار داد و آن را به دوره‌های میوسن^{۷۸} و پلیوسن^{۷۹} تقسیم کرد. نومولیت در دریاچه‌های نئوژن به وفور وجود داشت. در این دوره پستانداران پست که دارای بدن کوچک و دست و پا‌های کوتاه بودند از بین رفتند، ولی انواع متنوعی از آن‌ها که شبیه پستانداران امروزی بودند ظاهر شدند. به دلیل ملایم بودن آب و هوا، گیاهانی از قبیل بید، تبریزی، چنار، غلات و... تنوع و گسترش بسیار داشتند و موجب وجود آمدن ذخایر عظیم زغال (تورب و لیگنیت) در ایالات متحده و شرق اروپا شدند. در این دوره آب و هوا گرم و معتدل بود، اما به تدریج به برودت هوا افزوده شد، به طوری که باعث فراهم آمدن آب و هوای بسیار ملایم و مرطوب در دوره نئوژن شد. در اواخر این دوره با سرد شدن تدریجی، شرایط تشکیل یخچال‌های کواترنری فراهم شد. عملکرد کوهزایی پایانی چرخه آلپ در پلیوسن تأثیر بسزایی در شکل‌گیری‌های کمربند کوهزایی آلپ - هیمالیا شده که هنوز هم در حال تکامل است و از آثار آن زمین‌لرزه‌هایی است که در این کمربند روی می‌دهد. این کوهزایی باعث بالا آمدن و چین‌خوردگی رسوبات مناطق مختلفی از دنیا شده است.

دوره کواترنری

رسوبات این دوره جدیدترین رسوبات پوسته جامد زمین را تشکیل می‌دهد. رسوبات یخچالی، مردابی، دریاچه‌ای، رودخانه‌ای و رسوبات بادی متعلق به این دوره‌اند. تقریباً از دو میلیون سال پیش شروع شد. این دوره را به پلیستوسن^{۸۰} و هولوسن^{۸۱} تقسیم می‌کنند. یخچال‌ها در این دوره به خصوص در پلیستوسن توسعه زیادی داشتند و به همین

خشکی‌زی بزرگ‌تر از سگ‌ها شده باشد. در این دوره اجداد پستانداران برای نخستین بار ظاهر شدند. شرایط اقلیمی این دوره نیز بسیار متغیر بوده است. وجود رسوبات تبخیری و فسیل جانوران و گیاهان گرمسیری، نشان‌دهنده آب و هوای گرم و از طرف دیگر رسوبات یخچالی نشان‌دهنده آب و هوای سرد است. در اواخر این دوره موقعیت قاره‌ها به شکل امروزی درآمده است. خشکی‌های زمین به دو خشکی بزرگ شمالی و جنوبی توسط اقیانوس اطلس اولیه و تیتیس تقسیم شده‌اند.

دوران سنوزوئیک (نوزیستی^{۶۹})

در این دوران تحول اساسی در تاریخ زمین روی داد. برخی زمین‌شناسان به دلیل گسترش پستانداران، آن را عصر پستانداران نامیده‌اند. جنبش‌های کوهزایی و فعالیت‌های آتش‌فشانی زیادی به وقوع پیوست که باعث به وجود آمدن شکل کنونی زمین شد. در حال حاضر این دوران را بر اساس تقسیمات جدید به سه دوره پالئوژن^{۷۰}، نئوژن^{۷۱} و کواترنری^{۷۲} تقسیم می‌کنند. در این دوران، آمونیت‌ها، بلمنیت‌ها و دایناسورها از بین رفتند و در عوض، دوکفه‌ای‌ها، پستانداران، پرندگان و... گسترش یافتند.

دوره پالئوژن

این دوره اولین بار در حوضه رسوبی پاریس مورد مطالعه قرار گرفت. زمین‌شناسان آن را به سه دور پالئوسن^{۷۳} اتوسن^{۷۴} و الیگوسن^{۷۵} تقسیم می‌کنند. با از بین رفتن خزندگان، فضای مناسبی برای زندگی پستانداران ایجاد شد. پستانداران پالئوسن که بسیار شبیه جوندگان امروزی بوده‌اند، در زمان الیگوسن به صورت قابل توجهی افزایش و تکامل پیدا کردند. در اوایل پالئوژن، درجه حرارت افزایش بیشتری نسبت به نئوژن و کواترنری داشت. بنابراین گیاهان به حداکثر توسعه خود رسیدند و در عرض‌های جغرافیایی بالا جنگل‌های انبوهی را به وجود آوردند. هوگ^{۷۶} در سال ۱۹۰۷ واژه نومولیتیک را به دلیل وفور نومولیت‌ها (گروهی از روزنبران) به خصوص

سپر بالتیک
به طرف
شمال غرب
حرکت کرد.
خشکی‌های
سیبری و
قراقستان در
طول دوره‌های
قبله در زیر
خط استوا
قرار داشته‌اند،
اما موقعیت
آن‌ها تغییر
یافته و به طرف
بخش‌های
فوقانی خط
استوا حرکت
کرده‌اند

در این دوره، خشکی‌های بالتیک و ایالات متحده به یکدیگر نزدیک شدند و خشکی واحد لوراسیا را به وجود آوردند و باعث بسته شدن اقیانوس بین این دو خشکی و فعالیت‌های کوهزایی شدند

نتیجه‌گیری

براساس مطالعات و بررسی‌های انجام شده بر روی روند تغییرات زیست‌مندان، آب و هوا و موقعیت خشکی‌ها در هر دوره از تاریخ زمین، می‌توان چنین بیان داشت که این تغییرات همواره پویا و پیوسته بوده است که در آینده نیز ادامه خواهد داشت. بنابراین بایستی انتظار داشت که زمین دوباره دستخوش تغییرات شود و چه بسا خشکی‌ها به یکدیگر بپیوندند و این رویداد حتماً بر روی آب‌وهوا زیست‌مندان آن زمان نیز تأثیر خواهد داشت.

بنابراین از قوانین و اصول باید برای تفسیر رویدادها استفاده کرد.

دلیل، آن را دوره‌ی توسعه‌ی یخچال‌ها نامیده‌اند. یکی از بارزترین مشخصات دوره‌ی کواترنری ظهور انسان است. بسیاری از اساتید دیرینه‌شناسی این دوره را دوره‌ی انسان یا دوره‌ی آنتروپوژن^{۸۲} نیز نامیده‌اند، زیرا با سن‌یابی رادیومتریکی پتاسیم - آرگن، قدیمی‌ترین جمجمه‌ی انسان واقعی متعلق به دو میلیون سال قبل، یعنی اوایل کواترنری بوده است. گیاهان این دوره تا حدودی متنوع بودند. به‌دلیل تغییرات آب و هوایی شدید در عصر یخبندان، گیاهان مقاوم و سوزنی برگ و در مناطق گرم پهن‌برگان فراوان بودند. در این دوره، بزرگ‌ترین دوره‌ی یخچالی در تاریخ زمین، در نیم‌کره‌ی شمالی و جنوبی تشکیل شده است. سپس به علت گرم شدن دوباره‌ی زمین و تکرار آن، دوره‌های بین یخچالی به‌وجود آمده‌اند.

پی‌نوشت‌ها

1. Geologic Time units 2. Ageologic scale 2013
3. Eon 4. Era 5. Period 6. Epoch 7. smith
8. louis 9. soalavic 10. couvicr 11. Bron gniant
12. Phanerozoic 13. Precambrian
14. Hadeon
15. Archean 16. Protorozic
17. Azoic
18. Paleozic 19. Mesozoic 20. Cenozoic
21. Hades 22. Preston cloud 23. Caledonian
24. Hercynian
25. Cambrian 26. Ordovician 27. Silurian
28. Pevonian 29. Carbonifer
30. Permian
31. cambria 32. Wales 33. Sedgwick
34. Trilobit 35. Ordovicia 36. R.I.Murchisom
37. Ch. Lapwor
38. Cephalopoda 39. Echinodermata 40. Antho zoa
41. Graptolites
42. Gondwana 43. Eurypterus

44. Ichtyostegaliens 45. Rhynia
46. W.D. Cony beare 47. T. Phillips
48. Calamit 49. Sigillaria 50. Perm
51. Crinoid 52. Thredont 53. Triassic
54. Jurassic 55. Cretaceous
56. Von Alberti 57. Deinosourus 58. Ammonites
59. Certite 60. Tethys
61. Alexander Humbold 62. Beleminites
63. Archaeopeteryx 64. Bronto Saurus
65. Brachio Saurus
66. Stego Saurus
67. Malius Halloy 68. Creta
69. Neozoic 70. Paleogene 71. Neogene
72. Quaternary
73. Paleocene 74. Eocene
75. Oligocene 76. Haug
77. Charles Lyell 78. Miocene
79. Pliocene
80. Pleiostocene
81. Holocene 82. Anthropogene

منابع

۱. نجفی، مهدی و هاشمی، نرگس، زمین‌شناسی تاریخی، انتشارات سناباد، ۱۳۸۴.
۲. تاربوک، ادواردجی و لوتگن، فردریک ک. مبانی زمین‌شناسی، ترجمه‌ی رسول اخروی، انتشارات مدرسه، ۱۳۷۷.
۳. پ. بلر و ش. پومول، ترجمه‌ی فرامرزپور معتمد، علی درویش‌زاده و احمد معتمد، مبانی زمین‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۶۹.
۴. صداقت محمود و معماریان چین، زمین‌شناسی فیزیکی، انتشارات دانشگاه پیام نور.
۵. معماریان، حسین، صداقت، محمود و باباچهرازی، علی، زمین‌شناسی، انتشارات تربیت معلم.
۶. زمین‌شناسی دوره‌ی متوسطه، سال چهارم دبیرستان، ۱۳۶۹.
۷. علوم زمین، دوره‌ی پیش‌دانشگاهی، ۱۳۹۲.