

# انقراض‌های گروهی جانداران

سید ابوالقاسم مرکی

معلم زمین‌شناسی نیشابور

کارشناس ارشد چینه‌شناسی و فسیل‌شناسی

## چکیده

در طول تاریخ زمین، به دلایل مختلف، در مدت کوتاهی گروهی از جانداران از بین رفتند که آن را انقراض گروهی می‌نامند. دیرینه‌شناسان پنج انقراض گروهی مهم را که در گذشته روی داده‌اند، شناسایی کرده‌اند که در اکثر آن‌ها نسل گروهی از جانداران برای همیشه نابود شده است. مخرب‌ترین انقراض گروهی، انقراض سوم و شناخته‌شده‌ترین آن‌ها برای عموم مردم انقراض پنجم است. انقراض پنجم با نابودی دایناسورها همراه بوده است. اکنون در میانه انقراض ششم قرار گرفته‌ایم که با توجه به نقش تأثیرگذار انسان باید مواظب پیامدهای حاصل از آن باشیم.

**کلیدواژه‌ها:** پالاتین، کنودونت، تریاس، خانواده‌های جانداران دریایی، مزوزوئیک.

بوده است؛ از جمله توسعه یخچال‌ها، سرد یا گرم شدن سریع هوا، جابه‌جایی قاره‌ها، فعالیت‌های آتشفشانی، برخورد شهاب‌سنگ‌ها به زمین، افزایش مواد سمی در محیط، کمبود مواد غذایی، فزاینده

اعضای متعلق به گونه‌های مختلف تحت تأثیر عوامل بوم‌شناختی و زمین‌شناختی است. اگر چه هنوز دیرینه‌شناسان<sup>۲</sup> به نتایج قطعی درباره انقراض‌ها نرسیده‌اند؛ اما عوامل مختلفی دلایل این انقراض‌ها

در دوره‌هایی از تاریخ زمین‌شناسی تعداد زیادی از گونه‌های جانداران در مدتی به نسبت کوتاه از بین رفتند. این نابودی ناگهانی گونه‌ها به انقراض گروهی معروف است. انقراض گروهی<sup>۱</sup> شامل مرگ



## مخرب‌ترین انقراض، انقراض سوم است که با انقراض گونه‌های بسیاری از جانداران همراه بوده است

کوهزایی مختلف و مانند این‌ها. برخی پژوهشگران ادعا کرده‌اند که این انقراض‌های گروهی هر ۲۶ میلیون سال یک بار رخ می‌دهند؛ ولی این دیدگاه با انتقادهای قابل تأملی روبه‌رو شده است. انقراض‌های دوم و پنجم به دلیل آنکه فسیل‌های آن‌ها در طبقات فوقانی و جوان‌تر وجود ندارد، از سایر انقراض‌ها اهمیت بیشتری دارند. حدوث این انقراض‌ها در تعیین مرز بسیاری از دوره‌های زمین‌شناسی مفید است. از میان این انقراض‌ها، انقراض سوم و پنجم از این نظر مهم‌ترینند.

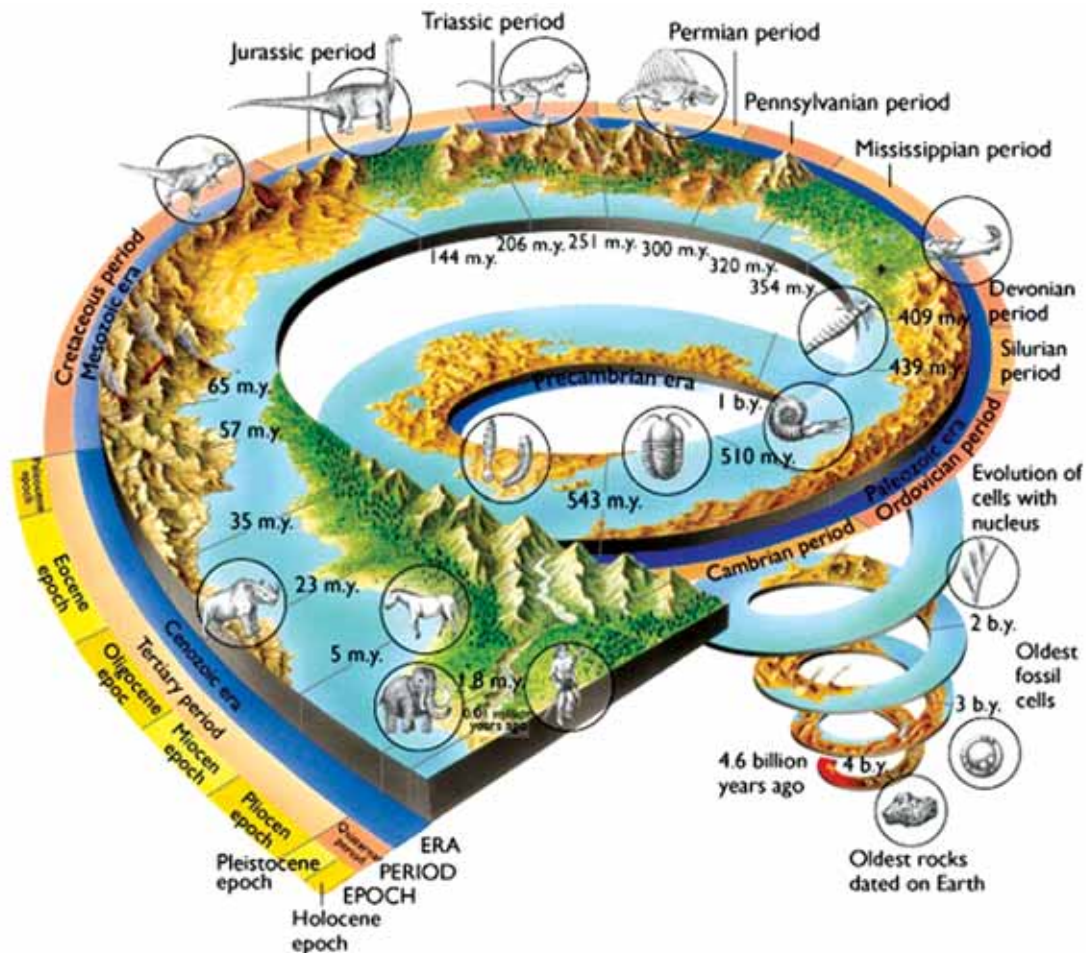
## انقراض اول

این انقراض در حدود ۴۴۰ میلیون سال قبل، یعنی در پایان دوره اردوویسین<sup>۲</sup> از دوران پالئوزوئیک<sup>۴</sup> رخ داد. در این دوره بزرگ‌ترین پسروری دریاهای در طول تاریخ زمین صورت گرفت؛ ولی اثر چندانی بر زندگی موجودات نداشت.

سرد شدن سریع و ناگهانی هوا، پایین رفتن سطح آب‌دریاهای و تشکیل یخچال‌ها از دلایل این انقراض معرفی شده است. همچنین در پایان اردوویسین منطبق بر اولین فاز کوهزایی دوران پالئوزوئیک یعنی تاکنونین<sup>۵</sup> است که در نتیجه آن وضعیت خشکی‌ها و دریاهای آن زمان تغییر کرد. ۲۵٪ از خانواده‌ها و ۶۰٪ از جنس‌های جانداران دریازی بر اثر این انقراض ناپدید شدند.

## انقراض دوم

این انقراض در حدود ۳۶۰ میلیون سال قبل، یعنی در انتهای دوره دونین<sup>۶</sup> از دوران پالئوزوئیک رخ داد. برخی مرحله‌ای از سرد شدن جهانی هوا را عامل این انقراض معرفی می‌کنند. به همین دلیل جانداران دریایی آب گرم بیشتر در معرض خطر از بین رفتن قرار گرفتند تا جاندارانی که در آب‌های سرد می‌زیستند. نشانه‌هایی از رسوبات یخچالی پایان دونین در ابرقاره گندوانا<sup>۷</sup> در شمال برزیل حاکی از گسترش یخچال‌های آن زمان و سردی آب و هوا دارد. عده‌ای از دانشمندان برخورد سنگ‌های آسمانی به زمین را در پایان این دوره (اشکوب‌های<sup>۸</sup> فرازین<sup>۹</sup> - فامنین<sup>۱۰</sup>) دلیل این انقراض می‌دانند؛ اگر چه داده‌های حاصل از این موضوع هنوز تأیید نشده‌اند.





## انقراض سوم

پالئوزوئیک یعنی پالاتین<sup>۱۶</sup> نیز در انتهای پرمین در وضعیت خشکی‌ها و آب‌های آن زمان تأثیر گذاشت و به احتمال، این کوه‌زایی می‌تواند دلیل احتمالی دیگری بر این انقراض باشد. تخمین زده شده است که بر اساس این انقراض ۷۸٪ از گونه‌های خشکی‌زی، مانند گیاهان، حشرات و مهره‌داران از بین رفتند.

از جمله جانداران فسیلی که برای همیشه نسل آن‌ها در این انقراض نابود شدند، تریلوبیت‌ها و اکریتارک<sup>۱۸</sup>‌ها هستند. بنابه عقیده برخی دیرینه‌شناسان اکریتارک‌ها امروزه هم در آب‌های عهد حاضر به تعداد کمی دیده می‌شوند.

## انقراض چهارم

این انقراض در پایان دوره تریاس<sup>۱۹</sup> از دوران مزوزوئیک در حدود ۲۰۰ الی ۲۱۴ میلیون سال قبل به وقوع پیوست. هم‌زمان با شکسته شدن قاره گندوانا به تکه‌های کوچک‌تر، تشکیل اقیانوس

این انقراض در پایان دوره پرمین<sup>۱۴</sup> یعنی مرز دوران پالئوزوئیک و مزوزوئیک<sup>۱۵</sup> در حدود ۲۴۵ میلیون سال قبل رخ داد. مخرب‌ترین انقراض، انقراض سوم است که با انقراض گونه‌های بسیاری از جانداران همراه بوده است. اصابت شهاب سنگ‌ها به زمین، فوران‌های عظیم آتشفشانی و جریان‌های گدازه‌ای در منطقه سبیری باعث کاهش اکسیژن در سطح آب شد و در نهایت بر زندگی جانداران دریازی آن زمان تأثیر گذاشت. افت سطح آب دریاها در انقراض سوم نیز مؤثر بوده است.

اخیراً گروهی از پژوهشگران دانشگاهی در آمریکا به این نتیجه رسیده‌اند که برخورد سنگ‌های فضایی به زمین و فوران‌های آتشفشانی در ازدیاد گازهای گلخانه‌ای ( $CO_2$  ,  $CH_4$  ,  $NO_2$ ) و در نهایت بر گرم شدن هوای زمین اثر گذاشته و این گرما در انقراض سوم مؤثر بوده است. آخرین فاز کوه‌زایی دوران

فاز کوه‌زایی کالدونین<sup>۱۱</sup> در دوره دونین در جابه‌جایی قاره‌ها، ایجاد پسروری دریاها، ناپیوستگی‌ها و تغییرات اقلیم آن زمان تأثیرگذار بوده است، این کوه‌زایی ممکن است دلیل دیگری بر این انقراض باشد. انقراض دوم تنوع ماهیان آب شیرین را کم کرد؛ ولی بر گیاهان آوندی بدون دانه در خشکی تأثیری نداشت.

در این انقراض حدود ۲۲٪ از خانواده‌های جانداران دریازی و ۵۷٪ از جنس‌های آن‌ها ناپدید شدند. از جمله فسیل‌هایی که با این انقراض به‌طور کلی ناپدید شدند و نسل آن‌ها در دوره‌های بعدی دیده نشد، کیتینوزوا<sup>۱۲</sup> و گراپتولیت‌ها<sup>۱۳</sup> هستند.

## گروهی از دانشمندان علت

### اصلی انقراض دایناسورها

### را مسائل بوم‌شناختی

### می‌دانند، نه برخورد

### شهاب‌سنگ‌ها







در مقابل، گروهی از دانشمندان علت اصلی انقراض دایناسورها را مسائل بوم‌شناختی می‌دانند، نه برخورد شهاب سنگ‌ها. اینان عقیده دارند که اغلب دایناسورهای بزرگ جثه در پایان ژوراسیک<sup>۲۵</sup> از بین رفته‌اند که این زمان کاملاً با انقراض اغلب بازدانگان درختی و در نهایت کمبود انرژی برای این خزندگان بزرگ تطبیق دارد. از قربانیان اصلی انقراض پنجم، مرجان‌های شش<sup>۲۶</sup> تیغه، آمونیت<sup>۲۷</sup>‌ها و بلمنیت<sup>۲۸</sup>‌ها هستند.

آنچه مسلم است بر اثر انقراض پنجم شاخه‌های زیادی از پروتست<sup>۲۹</sup>‌ها (آغازیان) مانند روزن داران<sup>۳۰</sup> پلاتکتونیک، نانوپلاتکتون<sup>۳۱</sup>‌های آهکی و زیباترین مخلوقات هنری عالم (رادیولاریا<sup>۳۲</sup>) با کاهش شدیدی مواجه شدند. در انقراض پنجم ۱۶٪ از خانواده‌ها، ۴۷٪ از جنس‌های مربوط به جانداران دریازی و ۱۸٪ از خانواده‌های مهره‌داران روی خشکی ناپدید شدند.

### انقراض کواترنری (انقراض ششم)

دو فرضیه عمده و مهم برای انقراض دوره کواترنری<sup>۳۳</sup> توسط دیرینه‌شناسان عبارت‌اند از:

• تغییرات آب و هوایی همراه با پیشروی و پسروی یخچال‌ها.

• کشتار بیش از حد جانوران توسط انسان‌ها.

این کشتار در دوره<sup>۳۴</sup> پلیستوسن<sup>۳۵</sup> میانی انجام شد. بدین ترتیب جانوران در طول پلیستوسن پسین و هولوسن<sup>۳۶</sup> به مناطق دیگر زمین مهاجرت کردند. شیوع و انتشار بیماری‌ها، رقابت و شکار توسط جانداران دیگر، پایان دوره یخبندان نیز از فرضیه‌های مورد بحث در انقراض جانوران کواترنری، به ویژه در مورد جانورانی با جثه بزرگ‌تر است. همچنین برخورد سنگ‌های آسمانی از طرف عده‌ای از دانشمندان فرضیه‌ای دیگر مبنی بر این

اطلس جنوبی و فوران‌های گدازه‌های بازالتی از وسط آن باعث گرم شدن آب و هوا در آن زمان شده و این گرما بر زندگی موجودات آن زمان تأثیر گذاشت. البته، سن سنگ‌های حاصل از این جریان‌های گدازه‌ای در شمال آفریقا و شرق برزیل گواه زمانی بر این ادعا است. این حادثه با افت سطح آب در پاره‌ای از نقاط همراه بوده است. دیرینه‌شناسان هلندی افزایش حجم گازهای گلخانه‌ای بر اثر این فعالیت‌های آتشفشانی را عامل گرم شدن هوا و انقراض چهارم معرفی کرده‌اند. زمان این انقراض با فاز کوه‌زایی سیمرین<sup>۳۰</sup> پیشین و نتایج زمین‌شناسی حاصل از آن هم‌زمان بود.

بر اثر این انقراض ۳۲٪ از خانواده‌ها، ۵۲٪ از جنس‌های جانداران دریازی و درصد نامعلومی از مهره‌داران، حتی پستانداران از بین رفتند. از میکروفسیل‌هایی که در طول تاریخ حیات با انقراض چهارم ناپدید شده و نسل آن‌ها در مقاطع زمانی جلوتر دیده نشده کنودونت<sup>۳۱</sup>‌ها هستند.

### انقراض پنجم

این انقراض در حدود ۶۵ میلیون سال قبل، یعنی در پایان آخرین دوره از دوران مزوزوئیک (کرتاسه<sup>۳۲</sup>) رخ داد. برخورد سنگ‌های آسمانی، ایجاد زمستان آتشفشانی، فوران‌های گدازه‌های بازالتی از دهانه‌های کوه‌های آتشفشانی غرب و مرکز هندوستان و تأثیر آن‌ها بر زندگی جانداران عامل این انقراض شمرده می‌شود. همچنین، از فاز کوه‌زایی لارامید<sup>۳۳</sup> در اواخر کرتاسه و تأثیر آن بر اقلیم‌های آن زمان نباید غافل شد.

شناخته شده‌ترین انقراض در میان مردم به دلیل از بین رفتن دایناسورها<sup>۳۴</sup>، همین انقراض پنجم است. حادثه‌ای که کیهانی که منجر به انقراض دایناسورها شده، طرفداران زیادی دارد و هنوز هم به‌عنوان جدیدترین نظریه در مورد انقراض دایناسورها به شمار می‌رود.

انقراض است. از آنجا که دانشمندان در حدود مرز لایه‌های مختلف سنگ‌ها، فلزات گروه پلاتین مربوط به خارج از زمین را پیدا نکرده‌اند، فقدان این فلزات با حوادث برخورد شهاب سنگ‌ها تناقض دارد. یک دلیل بر رد تغییرات آب و هوا

**دیرینه‌شناسان هلندی  
افزایش حجم گازهای  
گلخانه‌ای بر اثر فعالیت‌های  
آتشفشانی را عامل گرم شدن  
هوا و انقراض چهارم معرفی  
کرده‌اند**



**بنا به نظر دانشمندان، ما در نیمه‌  
زمانی یک انقراض دیگر قرار  
گرفته‌ایم که رخ داده‌های آن  
سریع‌تر از انقراض پنجم شکل  
می‌گیرد**

الجته همراه بود (بین ۱۰۰ تا ۱۳ هزار سال قبل). این انقراض هم اکنون نیز ادامه دارد.

این انقراض با تأثیر انسان بر محیط توصیف می‌شود. نمونه‌های جاندارانی که در این انقراض از بین رفته‌اند، عبارت‌اند از شیر آمریکایی، ماموت پشمی و قدکوتاه (Pygmy). بنا به تحقیق باستان‌شناسان و دیرینه‌شناسان در ۷۰ جزیره‌ای از اقیانوس آرام (مانند جزایر سولومون Solomon) و بیس مارک (Bismark)) گونه‌های زیادی از پرندگان (۲۰۰۰ گونه) با ورود انسان‌ها به تدریج از بین رفتند.

از نمونه‌های این پرندگان بومی می‌توان به مرغابی‌های علفخوار (Moanalos) و تفاوت (Giantmegafode) اشاره کرد. تفاوت عمده انقراض عهد حاضر با سایر انقراض‌ها

یک گونه خرس آفریقایی (*Agriotherium africanum*)  
یک گونه خوک عظیم الجثه (*Megatapirus*)

انقراض جانوران استرالیا در این زمان شامل چند گروه بود، به عنوان مثال:

یک گونه کانگوروی بزرگ (*Sthenurus*)

همه خانواده‌های پرندگان بزرگ (*Dromornithidae*)

انقراض جانوران آمریکای شمالی در پایان دوره یخچالی رخ داد و شامل ۱۲ جنس از گیاهخوارن و پنج جنس از جانوران گوشتخوار بود از جمله:

اسب‌های آمریکایی (۳ یا ۵ گونه) (*Eguus*)

سگ آبی (دو گونه) (*Castoroides*)

یک گونه منحصر به فرد از گاو میش‌ها (*Bison*)

دومین دوره کواترنری دوره هلو سن (عهد حاضر) است که از حدود ۱۳ هزار سال پیش شروع شده است. این زمان با ناپدید شدن پستانداران بزرگ و عظیم

انقراض جانوران در سرزمین استرالیا بود که قبل از وارد شدن انسان و مسئله شکار، جانوران با آب و هوایی شبیه شرایط امروز سازگاری پیدا کرده بودند.

انقراض جانوران در پلیستوسن پسین نیز ادامه داشت (پایان دوره یخبندان). این انقراض شامل تعدادی از پستانداران با وزن بیش از ۴۰ کیلوگرم بود. طی این حادثه در آمریکای شمالی ۳۳ تا ۴۵، در جنوب آفریقا ۴۶ تا ۵۸، در استرالیا ۱۵ تا ۱۶ در اروپا ۷ تا ۲۳ و در صحرای مرکزی آفریقا ۲ تا ۴۴ جنس از پستانداران بزرگ نابود شدند. در هر منطقه انقراض و از بین رفتن جانوران و گیاهان شرایط خاص خود را داشت به طوری که می‌توان به عنوان مثال اظهار کرد انقراض جانوران آسیا و اروپا در نتیجه فرایندهای متفاوتی نسبت به انقراض جانوران در آمریکای شمالی بود. بعضی از جانورانی که در آفریقا و آسیا در طول پلیستوسن نابود شدند، از این قرارند:

یک گونه گرگ (*Xenocyon caonoides*)

این است که در انقراض اخیر رشد و تکثیر جمعیت انسان‌ها باعث این حوادث شده، نه عوامل طبیعی مختلف. سه تأثیر عمده انسان بر انقراض هلو سن (عهد حاضر):

۱ افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی کره زمین.

۲ نابودی اقیانوس‌ها با آلودگی مواد رادیواکتیو و صید ماهی بیش از حد.

۳ تغییر و تخریب بوم‌سازگان‌ها و آثار بزرگ زمین (تخریب جنگل‌ها، آلودگی محیط، فرسایش خاک و ...).

در حال حاضر رخ داد این انقراض ۱۰ تا ۱۰۰ برابر بزرگ‌تر از انقراض‌های گروهی قبلی در تاریخ زمین پیش‌بینی شده است.

به‌نظر دانشمندان، ما در نیمه زمانی یک انقراض دیگر قرار گرفته‌ایم که رخ داده‌ای آن سریع‌تر از انقراض پنجم شکل می‌گیرد. این انقراض ۳۰۰ تا ۲۰۰۰ سال دیگر ممکن است ادامه پیدا کند و همان‌طور که اشاره شد طی این انقراض

فرآوانی جانوران مهره‌دار ۲۵٪ کمتر از بی‌مهرگان شده و جانوران بزرگ مانند فیل‌ها، کرگدن‌ها و خرس‌های قطبی در معرض خطر بیشتری قرار می‌گیرند. با از بین رفتن زیستگاه‌های طبیعی، همچون

جنگل‌های پر باران استوایی، علفخوارانی چون گورخر، گوزن و فیل‌ها کمتر و در نتیجه با رشد علف‌ها و ازدیاد گیاهان،

جوندگانی چون موش تکثیر می‌شوند. آن‌ها با خوردن دانه‌ها و گیاهان خاک را برای کشاورزی ناهمگون و ضعیف‌تر می‌کنند و از طرفی می‌توانند به راحتی

عوامل بیماری‌زا را به انسان و جانوران منتقل کنند. به ویژه قارچ خطرناکی که در سالیان قبل باعث از بین رفتن گروهی از فیل‌ها شده است.

از آنجا که انسان‌ها در انقراض ششم بسیار تأثیر گذارند، با احساس مسئولیت از جمله عدم قطع درختان، کاهش آلودگی آب و هوا، عدم فرسایش خاک، جلوگیری از توالی و تغییر بوم‌سازگان‌ها، صرفه‌جویی در مصرف سوخت‌های فسیلی و جلوگیری از ازدیاد گازهای

گلخانه‌ای مانع از گرمای بیشتر زمین و مهاجرت اجباری جانوران به نقاط سردتر و مانع از کمبود غذا و فضای مناسب زندگی برای آنها و نتایج تأسفبار حاصل از آن‌ها شویم.

#### پی‌نوشت‌ها

1. Mass extinction
2. Paleontologist: دانشمندی که به بررسی فسیل‌ها و تاریخ حیات در گذشته می‌پردازند.
3. Ordovician: دومین دوره از دوران پالئوزوئیک
4. Paleozoic: دوران اول زمین‌شناسی (عصر بی‌مهرگان)
5. Taconian
6. Devonian: چهارمین دوره از دوران پالئوزوئیک
7. Gondwana: قاره بزرگ واقع در نیمکره جنوبی، حاصل از تقسیم ابر قاره پانگه‌ا در دوران موزوئیک
8. Stage: آشکوب؛ معادل تقسیم کوچک‌تر از دوره
9. Frasnian: آشکوب انتهایی دوتین پسین
10. Famennian: آخرین آشکوب دوتین پسین
11. Caledonian
12. Chitinozoas: میکروفسیل‌های گیاهی با پوسته گلدانی شکل و شکل کروی تا استوانه‌ای که در بازه سنی اردوئیسین تا اواخر دوتین وجود داشتند.
13. Graptolites: جانورانی شناور با اسکلت کیتینی محتوی اندام‌های نرم که به مهره‌داران نزدیک بوده و از کامبرین بالایی تا ابتدای کربنیفر دیده شده‌اند.
14. Permian: آخرین دوره از دوران پالئوزوئیک
15. Mesozoic: دوران دوم زمین‌شناسی (عصر خزندگان)
16. Pallatian
17. Triobolites: رده منقرض شده از شاخه بند پایسان که در آب‌های کم عمق زندگی می‌کردند (کامبرین - پرمن)
18. Acritarchs: موجودات زنده قدیمی با منشأ نامعلوم، کروی تا مکعبی شکل در اندازه ۵۰ تا ۱۰۰ میکرون (پرکامبرین - پرمن)
19. Triassic: اولین دوره از دوران موزوئیک
20. Early Permian
21. Conodonts: میکروفسیل‌های منقرض شده با منشأ نامعلوم از جنس سفقات کلسیم که به شکل‌های شاخه‌ای، شانه‌ای، تیغه‌ای و صفحه‌ای از پرکامبرین تا تریاس پسین وجود داشتند.
22. Cretaceous: آخرین دوره از دوران موزوئیک
23. Laramide
24. Dinosauros: خزندگان عظیم‌الجثه دوران موزوئیک
25. Jurassic: دومین دوره از دوران دوم زمین‌شناسی
26. Hexacoralliacorals: مرجان‌هایی از شاخه کبسه‌تنان که در دوران موزوئیک زندگی می‌کردند. (تریاس - کرتاسه)
27. Ammonites: نرم تنانی از رده سر پایانه فقط در دوران موزوئیک بودند. (سنگواره راهنما)
28. Belemnites: نرم تنانی از رده سر پایان تنها

در دوران موزوئیک دیده شده و قسمت انتهایی و سخت آن‌ها (روستروم) به صورت فسیل باقی‌مانده است.

۲۹. Protista: فرامبرو (سلسله) آغازیان  
۳۰. Planktonic Foraminifera: جاندارانی تک سلولی، مصرف‌کننده، شناور با پوسته آهکی که اولین بار در دوره زوراسیک ظاهر شده، اوج شکوفایی آن‌ها در کرتاسه بوده و تا به امروز وجود دارند.

۳۱. Calcareous NannoPlankton: گروهی از جلبک‌های طلایی-قهوه‌ای، معمولاً دیسکی شکل با صفحات آهکی، شناور و بسیار متنوع که در دوره تریاس ظاهر شده در کرتاسه پسین به اوج فراوانی می‌رسند و امروزه هم در آب‌های عهد حاضر به تعداد کمتر دیده می‌شوند.

۳۲. Radiolaria: زیباترین موجودات زنده و تک‌سلولی در عالم با اسکلت سیلیسی در تمام اقیانوس‌ها و در اعماق مختلف وجود دارند. بازه سنی این موجودات از پرکامبرین تا عهد حاضر است.

۳۳. Quaternary: یکی از دوره‌های دوران دوم زمین‌شناسی که برخی آن را دوران چهارم نیز می‌نامند (شروع این دوره در حدود ۳ میلیون سال قبل بوده است).

۳۴. Epoch: دور، واحدهای زمانی زمین‌شناسی کوچک‌تر از دوره:

۳۵. Pleistocene: اولین دور از دوره کواترنری؛  
۳۶. Holocene: دومین دور از دوره کواترنری (عهد حاضر) که از ۱۳ هزار سال پیش شروع شده است.

#### منابع

۱. قاسمی‌نژاد، ابراهیم، عاشوری، علیرضا، خاکی، ویدا؛ ۱۳۸۵، زمین در گذر زمان، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۲. هادوی، فاطمه؛ ۱۳۷۷، میکروپالئونتولوژی، جلد اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۳. طاهری، عزیزالله، وزیری مقدم، حسین؛ ۱۳۸۵، زمین‌شناسی تاریخی، دانشگاه صنعتی شاهرود.
۴. جعفریان، محمد علی، بگی، حسینعلی؛ ۱۳۸۲، فسیل‌شناسی مهره‌داران، انتشارات دانشگاه اصفهان.
۵. داستانبیور، محمد؛ ۱۳۷۳، زمین‌شناسی تاریخی، انتشارات دانشگاه باهنر کرمان.
۶. خسرو تهرانی، خسرو؛ ۱۳۸۵، میکرو پالئونتولوژی کاربردی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه تهران.
۷. خسرو تهرانی، خسرو؛ ۱۳۷۴، فسیل‌شناسی بی‌مهرگان، تهران، موسسه فرهنگی عابدزاده.
۸. عاشوری، علیرضا، نجارزاده، محمد تقی؛ ۱۳۸۱، فرامینی فرا، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
۹. مرکبی، سیدابوالقاسم، بیاتی، فرشینه؛ ۱۳۸۹، دانستنی‌های زمین، مشهد، انتشارات ضریح آفتاب خراسان رضوی.
10. <http://www.livescience.com>
11. <http://www.kabulsky.com>
12. <http://www.varol.com>
13. <http://www.endangered species international.org>
15. <http://www.latinpost.com>