



ابتدای کار، سیمرغ ای عجب
جلوه‌گر بگذشت بر چین، نیم‌شب
در میان چین فتاد از وی پری
لاجرم پرشور شد هر کشوری
آن پراکنون در نگارستان چینست
اطلبوا العلم ولو بالصّین ازینست
عطار



سرشناسه:	خسروی، عرفان، ۱۳۶۲-
عنوان و نام پدیدآور:	فرهنگنامه دایناسورها : شناختنامه جامع دایناسورهای ایران و جهان/عرفان خسروی؛ تصویرگر ارشد محمدرسول حقانی ، دستیاران تصویرگراکبر افشار ، حمید سوادکوهی؛ طراح گرافیک محمدمهدی رضانی.
وضعیت ویراست:	[ویراست ۲؟].
مشخصات نشر:	تهران : طلایی ، ۱۳۹۵.
مشخصات ظاهری:	۲۱۶ ص.: مصور(رنگی).
شابک:	۰ - ۸۵ - ۶۲۲۹ - ۶۰۰ - ۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی:	فیبا
یادداشت:	چاپ قبلی: طلایی، ۱۳۹۰
یادداشت:	واژه‌نامه.
یادداشت:	کتابنامه: ص. ۲۱۰
یادداشت:	نمایه.
موضوع:	دایناسورها
موضوع:	Dinosaurs
شناسه افزوده:	حقانی، محمدرسول، تصویرگر
شناسه افزوده:	افشار، اکبر، تصویرگر
شناسه افزوده:	سوادکوهی، حمید، تصویرگر
شناسه افزوده:	رضانی، محمدمهدی، گرافیکست
رده بندی کنگره:	۱۳۹۵ ۵خ ۸۲۲/د۲ QE
رده بندی دیویی:	۵۶۷/۹
شماره کتابشناسی ملی:	۴۵۱۶۳۵۱



نشر طلایی

فرهنگ‌نامهٔ دایناسورها

(شناخت‌نامهٔ جامع دایناسورهای ایران و جهان)

مدیر تولید و برنامه‌ریز: کاظم طلایی

نویسنده: عرفان خسروی

ویراستار: افسانه حجتی طباطبائی

تصویرگر ارشد: محمدرسول حقانی

دستیاران تصویرگر: اکبر افشار، حمید سوادکوهی

طراح گرافیک: محمد مهدی رضانی

تعداد: ۲۰۵۰ نسخه

چاپ اول: ۱۳۹۵

شابک: ۰ - ۸۵ - ۶۲۲۹ - ۶۰۰ - ۹۷۸

تلفن: ۰۶۶۴۸۳۰۶۶ - ۰۲۱ نمابر: ۰۶۶۴۱۵۲۳۳ - ۰۲۱ تلفن همراه: ۰۹۱۲۶۰۱۶۴۱۹

www.talae.ir nashre.talae@gmail.com

همهٔ حقوق چاپ و نشر فرهنگ‌نامهٔ دایناسورها، برای نشر طلایی محفوظ است.

هرگونه بهره‌برداری از این اثر (متن، تصویر، عکس)، به اجازهٔ ناشر نیاز دارد.

شناخت‌نامهٔ جامع دایناسورهای ایران و جهان

دایناسورها

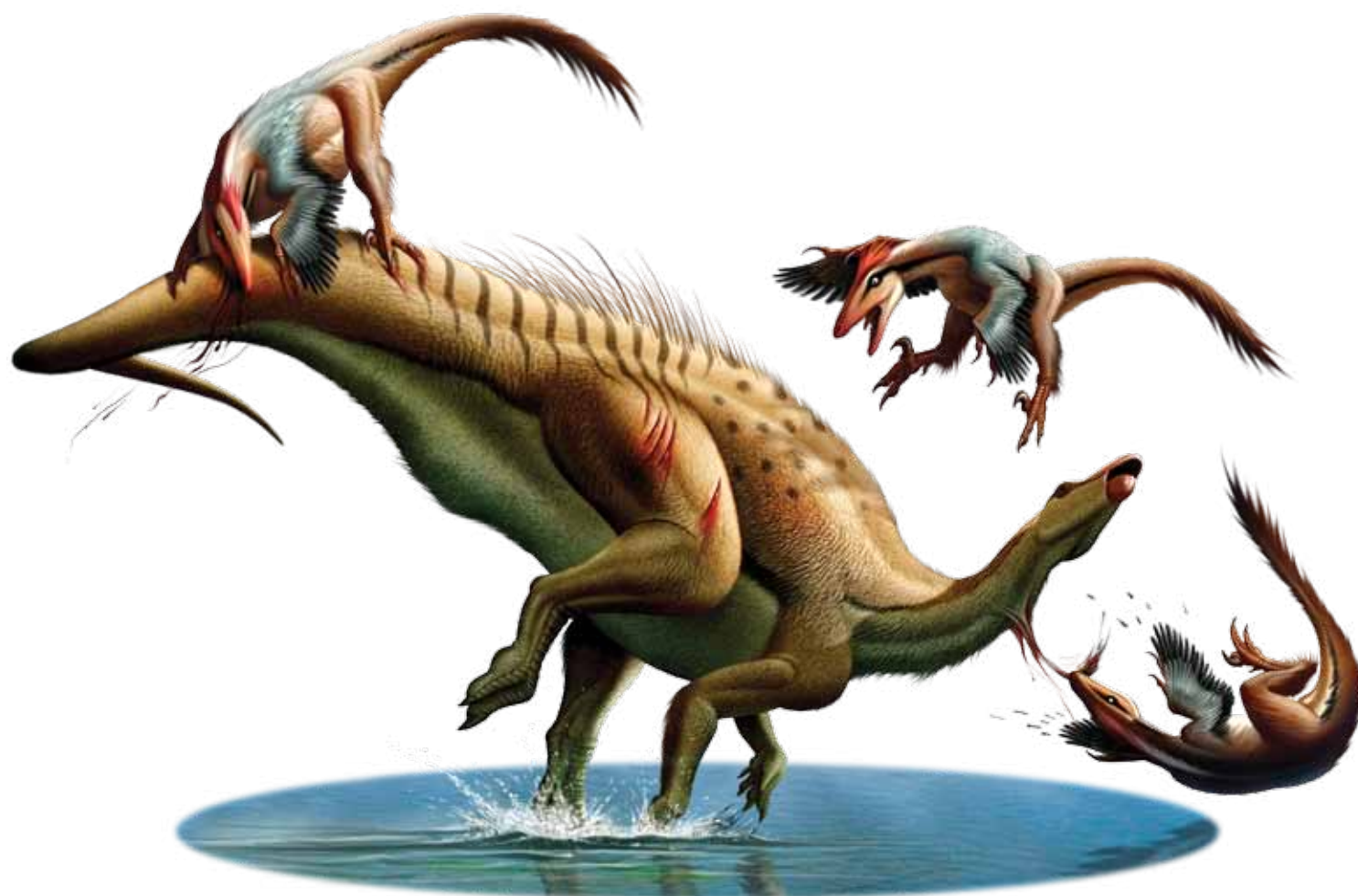
فرهنگ‌نامهٔ

عرفان خسروی

تصویرگر ارشد: محمد رسول حقانی

دستیاران تصویرگر: اکبر افشار، حمید سوادکوهی

طراح گرافیک: محمد مهدی رمضانی



۶	سختی در آغاز: تنوع زیستی و سنگواره‌ها	فصل ۱	
۸	استخوان‌های دوست‌داشتنی: دیرینه‌شناسی مهره‌داران	فصل ۲	
۱۲	کتاب زمین: دوران زمین‌شناسی و رانش قاره‌ها طرح نظریهٔ رانش قاره‌ها،	فصل ۳	
۱۸	دایناسورهای ایران: سرزمین اژدها و سیمرغ	فصل ۴	
۲۲	اثر جزیره‌ای چیست؟	فصل ۵	
۲۴	درخت زندگی: تکامل و رده‌بندی جانداران		
۲۵	انتخاب طبیعی و طبیعی‌دانان مسلمان		
۲۸	شواهد تکامل		
۲۹	شباهت‌های میان جانداران		

۳۲	خاستگاه اژدها	فصل ۶	
۳۴	تکامل و رده‌بندی خزندگان	فصل ۷	
۳۶	سنگ‌ها زنده می‌شوند: کالبدشناسی دایناسورها	فصل ۸	
۴۰	از نخستین جانوران تا نخستین مهره‌داران:	فصل ۹	
۴۰	بی‌دست‌وپا ولی زرنگ	فصل ۱۰	
۴۲	حاکمان جدید زمین: انقراضی پیش از دایناسورها	فصل ۱۱	
۴۵	الگوی توسعهٔ دایناسورها	فصل ۱۲	
۴۶	قلب‌های خون‌گرم: خویشاوندان کروکودیل‌ها		
۴۷	تکامل قلب در آمنیوت‌ها		
۵۰	خفاش‌های خزنده: تروسورها		
۵۱	گوناگونی حیات		
۵۴	پیدایش دایناسورها: زنده‌یاد آمریکای جنوبی		
۵۵	قدیمی‌ترین اثر کشف‌شده از دایناسورومورف‌ها		

۵۸	اورنی‌تیسکین‌ها: غزال‌های تندخو	فصل ۱۳	
۵۹	تکامل پر در دایناسورها	فصل ۱۴	
۶۲	تایریوفورها: اسب‌های جنگجو	فصل ۱۵	
۶۴	استگوسورها: تنبل‌های خاردار	فصل ۱۶	
۶۶	آنکایلو سورها: زره‌های زنده	فصل ۱۷	
۶۹	شیوه‌های دفاع در دایناسورها	فصل ۱۸	
۷۰	اورنیتوپودها: گاوهای دوپا		
۷۳	چگونه از ردپاهای دایناسورها می‌توانیم سرعت آن‌ها را تخمین بزنیم؟		
۷۴	آنکایلو پولکس‌ها: شترهای جنگلی		
۷۷	ناهم‌زمانی		

فهرست مطالب



۱۳۸	تتانورین‌ها: دم‌درازهای سه‌انگشتی
۱۴۰	پرونده‌ای برای انگشتان گم‌شدهٔ دایناسورها

۱۴۲	اسپاینوسوریدها: خرس‌هایی با سر تمساح
۱۴۷	تکامل هم‌گرا چیست؟

۱۴۸	کارنوسورها: شیرهای ژوراسیک، ببرهای کرتاسه
۱۵۳	سوخت‌وساز در دایناسورها

۱۵۴	سیلوروسورها: اژدرهای پردار

۱۵۶	تیرانوسورها: ببر پنهان، اژدهای غران
۱۵۹	نرخ رشد در دایناسورها
	بیماری‌ها و آسیب‌های دایناسورها

۱۶۴	اورنیتومایموسورها: غازهای لنگ‌دراز

۱۶۶	مانی‌راپتورها: دست‌های دراز و بال‌های کوتاه

۱۶۸	تری‌زینوسورها: تنبل‌های گندهٔ پردار
۱۷۱	ویژگی‌های مشترک سیلوروسورهای گیاه‌خوار

۱۷۲	آلوارزسورها: مورچه‌خورهای یک انگشتی

۱۷۴	اوی‌راپتوروسورها: طاووس‌های شکارچی
۱۷۹	نگهداری از جوجه‌ها در میان دایناسورها

۱۸۰	یومانی‌راپتورها: عقاب‌های‌دونده، گرگ‌های پرنده

۱۸۲	تروئودونتیدها: مرغانی با هوش روباه
۱۸۴	اندازهٔ مغز در دایناسورها

۱۸۶	درومیوسوریدها: شیرهای بال‌دار، گربه‌های پرنده
۱۹۲	تکامل پرواز در دایناسورها

۱۹۴	اسکانسوریوپ‌تریجیدها: جن‌های درختی

۱۹۶	آوین‌ها: فاتحان آسمان
۱۹۹	پرنده‌ای که هرگز نبود
۲۰۰	رده‌بندی و تکامل یومانی‌راپتورها، مسئلهٔ زمان و منشا پرندگان

۲۰۲	پرندگان: سیم‌رغ در آینده
۲۰۶	آیا پرنده‌ها دیگر دایناسور نیستند؟

۲۰۸	انقراض دایناسورها

۲۱۰	منابع ، واژه‌نامه ، نمایه
۲۱۶	نمایهٔ نام‌های علمی

فصل	
۳۵	

فصل	
۳۶	

فصل	
۳۷	

فصل	
۳۸	

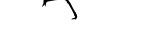
فصل	
۳۹	

فصل	
۴۰	

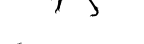
فصل	
۴۱	

فصل	
۴۲	

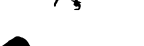
فصل	
۴۳	

فصل	
۴۴	

فصل	
۴۵	

فصل	
۴۶	

فصل	
۴۷	

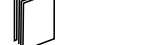
فصل	
۴۸	

فصل	
۴۹	

فصل	
۵۰	

فصل	
۵۱	

فصل	
۵۱	

ضمیمه	

۷۸	هادروسورها: اردک‌های چهارپا
۸۳	دایناسورهای گیاه‌خوار غذای خود را چگونه می‌جویدند؟
۸۳	منقار اردکی‌ها چگونه صدا تولید می‌کردند؟

۸۴	هترودونتوسور یفورم‌ها: قوچ‌های عاج‌دار

۸۶	پاکی‌سفالوسورها: اژدها در لباس میش

۸۸	سراتوپس‌ها: کرگدن‌هایی که گل کاشتند
۹۱	تکامل هم‌بسته چیست؟

۹۲	سراتوپسیدها: اژدهایان گاوسر
۹۶	انتخاب جفت و پیدایش تنوع
۹۷	الگوی انقراض

--	--

۹۸	سوریسکین‌ها: اژدهایان گیاه‌خوار، گاوه‌های گوشت‌خوار
۱۰۰	دستگاه تنفس در پرندگان امروزی و خویشاوندان غول‌پیکرشان
۱۰۱	حلقه‌های بوم‌شناختی میان دایناسورها و موجودات دیگر

۱۰۲	سوروپودومورف‌ها: غازهای پوست کلفت
۱۰۴	آیا گروهی به نام پروسوروپودها وجود دارد؟
۱۰۵	دوپا یا چهارپا؟

۱۰۶	آنکی‌سورها: فیل و فنجان

۱۰۸	یوسوروپودها: فیل‌هایی با گردن زرافه
۱۰۸	آیا دایناسورها گردنی افراشته داشتند؟

۱۱۰	دیپلودو کوئیدها: اسب‌های دیوپیکر
۱۱۳	زندگی اجتماعی در میان دایناسورها

۱۱۶	ماکرونارین‌ها: اژدهایان ماغ‌کش، زرافه‌های درازدست
۱۱۹	آیا سوروپودها به درون آب می‌رفتند؟

۱۲۰	تایتانوسورها: خاندان غول‌ها و کوتوله‌ها
۱۲۲	تخم‌گذاری و دورهٔ رشد در تایتانوسورها
۱۲۵	چرا دایناسورها غول‌پیکر شدند؟

۱۲۶	تروپودها: قلمرو شکارچیان خون‌ریز و علف‌خواران رام

۱۲۸	نیوتروپودها: شغال‌های تریاس تا عقاب‌های امروز

۱۳۰	دایلوفسوریدها: خروس‌های خشمگین

۱۳۲	سراتوسورها: پادشاهان جنوب
۱۳۵	دایناسورت را قورت‌بده
۱۳۷	پراکندگی دایناسورها

فصل	
۱۹	

فصل	
۲۰	

فصل	
۲۱	

فصل	
۲۲	

فصل	
۲۳	

فصل	
۲۴	

فصل	
۲۴	

فصل	
۲۵	

فصل	
۲۶	

فصل	
۲۶	

فصل	
۲۷	

فصل	
۲۸	

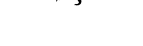
فصل	
۲۹	

فصل	
۳۰	

فصل	
۳۱	

فصل	
۳۲	

فصل	
۳۳	

فصل	
۳۴	

سخنی در آغاز تنوع زیستی و سنگواره‌ها

دایناسورها موجوداتی عجیب، اسرارآمیز و جذاب‌اند. آن‌قدر جذاب که انگار دنیا به تب دایناسور مبتلا شده است. دایناسورها و البته موضوعات جذاب دیگری مثل ستاره‌شناسی، فضا‌نوردی، حیات‌وحش و فناوری، دانش را به موضوعی عمومی و خوشایند برای بچه‌ها تبدیل می‌کند. بدون این جذابیت، هر کدام از این رشته‌های علمی مثل همهٔ موضوعات جدی دیگر پر از جزئیات فنی و خسته‌کننده به‌نظر می‌رسند. البته همین جزئیات برای متخصصان هیجان‌انگیزند اما آنچه دایناسورها را به قهرمانان فیلم‌های سینمایی، کتاب‌های کودکان و مستندهای تلویزیونی، شخصیت‌های اسباب‌بازی و خوراکی‌های خوش‌مزه تبدیل می‌کند، همان نیرویی است که قلب کودکان را از تماشای این جانوران مهیب و شگفت‌انگیز به تپش می‌آورد.

اتفاقاً بسیاری از متخصصان دایناسورشناس – و نیز خود من، که دانشجوی جانورشناسی هستم – از روی همان هیجان کودکانه تصمیم گرفتند دایناسورشناس بشوند. همیشه پای موزه‌های تاریخ طبیعی، کتاب‌های علمی کودکان و اسباب‌بازی‌های خاطره‌انگیز دوران بچگی در میان بوده است تا این آدم‌ها دیوانهٔ دنیای پرگردوخاک سنگواره‌ها بشوند. خود من این اتفاق را مدیون دو کتاب هستم: کتابی که وقتی هفت سالم بود، پدرم یک بعدازظهر جمعه در راه خانه برایم خرید و هر دوی ما ساعت‌ها مشغول آن بودیم. او اسم دایناسورهای توی کتاب را بلد بود و در مورد آن‌ها چیزهایی از دوران دانشگاه به‌خاطر می‌آورد. در آن هشت‌سالهٔ جنگ، موضوعاتی چون ستاره‌شناسی، سیاه‌چاله‌ها، سنگواره‌ها، پیدایش گیتی، اکتشاف فضا و سرانجام، دایناسورها بودند که جای قصه‌های کودکانه را در خانهٔ ما پرمی‌کردند. سپس، من گنجینهٔ کتاب‌های درسی قدیمی پدر و مادرم را کشف کردم. مادرم از اینکه من مات آن مطالب خسته‌کننده و جدی می‌شدم، تعجب می‌کرد و من از اینکه چرا آن‌ها مسحور آن کتاب‌ها نمی‌شدند. کتاب دومی که تیشه به ریشهٔ علاقهٔ آن روزهای من به فیزیک زد، رمان «پارک ژوراسیک» بود. کرایتون فقید در دوگانهٔ ارزشمند خود، با قلم جادویی‌اش از افسون دایناسورها برای نقالی افسانه‌ای دیگر استفاده کرده بود. پس از خواندن داستان کرایتون من دیگر نمی‌خواستم دایناسورشناس شوم. نظریهٔ آشوب، تکامل، محیط‌زیست، و نقد پنهان کرایتون به فناوری و اندیشهٔ مصلحت‌گرایی، سبب شد که تصمیم بگیرم زیست‌شناس شوم و زیست‌شناسی یعنی رشته‌ای دربرگیرنده و فراتر از دیرینه‌شناسی. میان مطالعهٔ آن کتاب تا عملی شدن این تصمیم چندسالی فاصله افتاد. من که در دورهٔ دبیرستان در رشتهٔ ریاضی درس خوانده بودم؛ شاید چون از روبه‌رو شدن با زیست‌شناسی – به‌عنوان درس و تکلیف – می‌ترسیدم اما سرانجام در دانشگاه به یک دانشجوی جانورشناسی تبدیل شدم. انتخابی که آن روزها برای بسیاری عجیب بود. درواقع، هیچ‌وقت دلم نمی‌خواست پزشک یا مهندس شوم. هیچانی که از کودکی در پس دانش می‌جستم و می‌یافتم، مرا در برابر مشکلات رویین‌تن می‌کرد. در دانشگاه نگاه جدی‌تر به تنهٔ درخت حیات، باعث شد محکم‌تر شوم و تکامل برای من به موضوعی محوری در زیست‌شناسی تبدیل گردد؛ تکامل و البته تنوع زیستی.

اکنون می‌توانم به پرسشی که احتمالاً در ذهن و ضمیر بسیاری از دوستان بوده است، راحت‌تر پاسخ دهم. تنوع زیستی گنجینهٔ مقدسی است که باید از آن حفاظت کنیم؛ موهبت الهی بی‌مانندی است که جز آن هیجان کودکانه، منشأ بسیار چیزهای خوب دیگر هم هست؛ مثلاً داروها و مواد کاربردی فراوانی که منشأ

هر کدام از آن‌ها موجودی منزوی در گوشه‌ای از تنوع رنگارنگ حیات است؛ حتی بدون چنین تنگ‌چشمی سوداگرانه‌ای نیز همهٔ انسان‌ها وام‌دار این تنوع زیستی هستند. وام‌دار طبیعت به‌عنوان گاهواره‌ای که در آن بالیده‌ایم و وام‌دار جاندارانش که زندگی ما به زنده‌بودن آن‌ها وابسته‌است. هوایی که تنفس می‌کنیم، آبی که می‌نوشیم و غذایی که می‌خوریم، به «تنوع زیستی» وابسته‌اند؛ دقیقاً وابسته به «تنوع». چیزی که ما را نگران می‌کند، تنها انقراض شکارهای بزرگ، مثل ببر و کرگدن، به دست شکارچیان هوس‌ران و خوش‌گذران نیست. جنگل‌هایی که همراه آن‌ها نابود می‌شوند، حیواناتی که در آن جنگل‌ها مأوا داشته‌اند و اکنون محکوم به مرگ‌اند، و گیاهان، قارچ‌ها و تک‌یاخته‌هایی که ناشناخته مانده و همراه آن طبیعت بکر از صحنهٔ زندگی حذف‌شده‌اند. تُنک‌شدن هرروزهٔ باغ حیات، زنگولهٔ خطری را به‌صدا می‌آورد که به گردن جان ما بسته است: زندگی ما، سلامت ما و آیندهٔ ما انسان‌ها در گرو حفظ این تنوع زیستی و حراست از آن است.

... و اما آن پرسش همیشگی: مطالعهٔ دایناسورها به چه درد گرمایش زمین و گرسنگان آفریقا و سیل‌زدگان بی‌پناه می‌خورد؟ در نگاه اول هیچ؛ اما زمانی که دوگانهٔ کرایتون را به یاد می‌آورم که چگونه با زبانی سرگرم‌کننده چون و چرا فلسفی می‌کرد که «بشر راه را اشتباه می‌رود»، متوجه می‌شوم که انتخاب اشتباهی نکرده‌ام. مطالعهٔ دایناسورها، راه‌گشای مسائل بسیاری در زمینهٔ انقراض‌های جمعی، تغییرات زیست‌بوم، تکامل هم‌بسته میان جانوران و گیاهان، رقابت میان گیاه‌خواران، و از همه مهم‌تر، چگونگی تکامل و پیدایش بسیاری جانداران امروزی مثل پرندگان است. هر کدام از این موارد، به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم، با همان «تنوع زیستی» دوست‌داشتنی و عزیز مرتبط است. کتاب جهان هیچ آیهٔ بی‌حکمت ندارد، و معنی‌داد این همه سنگواره‌ها و آثار به‌جا مانده از گذشته، شاید همین باشد که ما امروز در برابر سرنوشت خود، سیاره‌مان و موجوداتی که در خانهٔ آبی‌رنگمان با آن‌ها سهیم هستیم، باید پاسخ‌گو باشیم.

نگاه علمی زیست‌شناختی در این کتاب

دانش زیست‌شناسی هم، مثل شیمی یا فیزیک، تابع چهارچوبی است که «دانش تجربی» نام دارد. دانش تجربی، هرگز مدعی «کشف نهایی حقیقت» نبوده و نیست. به‌همین دلیل است که در دانش تجربی هیچ «قانونی» وجود ندارد بلکه تنها «فرضیه»‌ها و «نظریه»‌ها بیانگر مشاهدات و تجربیات دانشمندان هستند. تفاوت فرضیه و نظریه این است که فرضیه پشتوانهٔ محکم تجربی ندارد، اما همیشه شواهدی تجربی نظریه‌های علمی را پشتیبانی می‌کنند. با وجود این، پذیرفته‌شده‌ترین نظریات علمی نیز، با کشف نخستین مثال نقض، فرومی‌ریزند. در یک کتاب علمی معمولاً از قیدهایی مانند «احتمالاً» و «به‌نظر می‌رسد» صرف‌نظر می‌شود؛ زیرا هر جمله‌ای که در یک کتاب علمی آمده‌باشد، چیزی بیش از یک نظریه نیست و حتماً «ابطال‌پذیر» خواهدبود. در این کتاب هم وقتی مثلاً گفته‌می‌شود فلان موجود در دورهٔ کرتاسه «پیداشد»، منظور این است که آثار و بقایا و سنگواره‌های این موجود نخستین بار در رسوبات دورهٔ کرتاسه دیده‌شده و البته ممکن است در آینده و با اکتشافات بیشتر این اطلاعات تغییر کنند. بنابراین، نه این کتاب نه هیچ کتاب علمی دیگری مدعی ارائهٔ حقیقت نیست بلکه تنها می‌کوشد تمام اطلاعات و شواهد و مدارکی را که تاکنون کشف‌شده‌اند، با ساده‌ترین توصیف‌ها دسته‌بندی کند. معمولاً به این «توصیف‌های ساده» در دانش‌های تجربی، انگاره گفته‌می‌شود. انگاره‌های علمی در حقیقت نظریاتی هستند که برای پیش‌بینی و توجیه داده‌های علمی به کار می‌روند. یکی از شناخته‌شده‌ترین انگاره‌ها برای همهٔ دانش‌آموزان، انگارهٔ جدول تناوبی عناصر است. زمانی که هنوز بسیاری از عناصر ناشناخته بودند، دانشمندان می‌توانستند به کمک انگارهٔ جدول تناوبی، ویژگی‌های این عناصر شناخته‌نشده را

پیش‌بینی کنند و امروز که همه این عناصر شناسایی شده‌اند، می‌دانیم که انگاره جدول تناوبی عناصر، انگاره «خوبی» بوده‌است؛ چون پیش‌بینی‌های درستی بر مبنای آن انجام گرفته‌است. نظریه تکامل هم درست مانند جدول تناوبی عناصر، انگاره موفق است که تاکنون، هم توانسته‌است داده‌ها و کشفیات زیست‌شناختی را توضیح دهد، و هم پیش‌بینی‌های درستی در مورد داده‌هایی که انتظار کشف آن‌ها را می‌کشیم، ارائه دهد. مثلاً تا مدت‌ها دانشمندان تصور می‌کردند که تیرانوسورها (← فصل ۳۹) به خاطر خویشاوندی نزدیک با پرندگان، پردار بوده‌اند، تا اینکه سرانجام سنگواره یک تیرانوسور پیدا شد که بقایای پرهای حیوان را هم در خود داشت. این انگاره علمی، یعنی تکامل، مبنای قسمت اعظم مطالب این کتاب است، پس لازم دیدم تا در این مورد توضیح مختصری اضافه کنم، اما من در کتاب دیگری (مینوی طبیعت؛ ۱۳۸۹، سرای دانش) به‌طور مفصل درباره تکامل صحبت کرده‌ام و کوشیده‌ام نشان‌دهم چرا این نظریه، محور خوبی برای دانش زیست‌شناسی است.

درباره «فرهنگ‌نامه دایناسورها»

در این کتاب، کوشیده‌ایم که در همه‌جا تلفظ‌های درست نام دایناسورها ضبط شود. به‌جز مسائل فنی درباره دایناسورها رویکرد ما به‌ویژه در این کتاب، بهره‌گیری از همان هیجان و جذابیت دنیای رنگارنگ دایناسورها برای آموزش برخی مفاهیم پایه‌ای در زمینه تکامل و تنوع زیستی بوده است. مهم‌ترین ویژگی و برتری این کتاب نیز تصویرسازی‌های فوق‌العاده دقیق، علمی و چشم‌نواز آن است. کوشیده‌ایم کتاب بیش از همه برای دانش‌آموزان دوره‌های راهنمایی و دبیرستان قابل استفاده و جذاب باشد؛ بنابراین، حتی پیچیده‌ترین مسائل علمی نیز به ساده‌ترین زبان ممکن برای این دانشمندان آینده بازگو شده‌اند. زمانی که خسرو رجبی‌زاده پیشنهاد نگارش این کتاب را به من داد، من این کار را در اولویت نمی‌دانستم. می‌دیدم که حتی در دانشگاه‌های ما، دانشجویان زیست‌شناسی نگاهی سطحی به تکامل و تنوع زیستی دارند؛ نگاهی که فکر می‌کنم حتی در مواردی خطرناک و نگران‌کننده است. در چنین محیطی، صحبت کردن از دایناسورها جز در قاب فیلم‌های سینمایی بعدازظهر جمعه چه‌فایده‌ای می‌تواند داشته باشد؟ اما در نخستین دیداری که با آقای طلایی داشتم، متوجه شدم که می‌توانیم با همکاری دوستانه ایشان و همکاران هنرمندشان، کتابی با ظرفیت‌های جدید ایجاد کنیم. کتابی که در زیر پوست زیبایی دایناسوری‌اش، حرف‌هایی از تکامل، تنوع زیستی و انقراض داشته‌باشد. کتابی که مخاطبان نوجوان و جوانش را به افرادی آگاه و دل‌سوز نسبت به محیط‌زیست خود و جهان اطرافشان تبدیل کند. نمی‌دانم در رسیدن به این هدف چقدر موفق می‌شویم اما حتی اگر یک دقیقه تأمل و اندیشه در طبیعت نیز نصیب نوجوانی شود که نسخه‌ای از کتاب ما را در دست می‌گیرد، من احساس رضایت می‌کنم؛ زیرا دست‌کم امیدوارم موضوعی که تا دیروز خیالی و کودکانه تلقی می‌شد، به تدریج به ابزاری تبدیل شود که نسل‌های آینده به کمک آن نگاهی حساس‌تر و مهربان‌تر به طبیعت داشته باشند.

سپاس‌داری

این کتاب، میوه شیرین تلاشی چندساله است که اگر لطف پروردگار و حمایت خانواده عزیزم، به خصوص همسر و پدر و مادرم، نبود، هرگز آغاز نمی‌شد و پایان نمی‌گرفت. طی این مدت، گاهی روزها و هفته‌ها بی‌توجه به اطراف، مشغول کار می‌شدم و همچون کودکی نیازمند مراقبت و پرستاری آن‌ها بودم. همان‌طور که اشاره کردم، نگارش این کتاب به پیش‌نهاد و سپارش دوست عزیزم، خسرو رجبی‌زاده آغاز شد. برادر بزرگترم، مجید میرزایی عطاآبادی، هرگاه که به کمکش نیاز داشتیم، حتی از سرزمین‌های دوردست قطبی و در زمان تحقیقات علمی‌اش،

بی‌دریغ به یاری من می‌شتافت. بی‌یاری این عزیزان پای لنگان من یاری گذر از سختی‌ها را نداشت.

از سوی دیگر حمایت حقیقتاً بی‌دریغ مدیریت نشر طلایی، موجب شد تا بتوانم کتابی بنویسم که وقتی خودم دانش‌آموز بودم، دلم می‌خواست آن را در قفسه کتاب‌فروشی‌ها پیدا کنم. به‌علاوه، بی‌همت همکارانی که در این مسیر خسته‌کننده، بی‌چشمداشت همراه من و کتاب بودند، قطعاً این کتاب شکل دیگری می‌یافت؛ به‌خصوص به‌خاطر تصویرسازی‌های علمی، دقیق، به‌روز، و از همه مهم‌تر چشم‌نواز کتاب، که حاصل فرایندی چندساله از توصیف و تشریح و طرح‌زدن بود، سپاسگزار آقای محمد رسول حقانی هستم. بابت داده‌نماهای جذاب کتاب، هم‌فکری، هم‌صحبتی و هم‌نشینی چندماهه برای حصول نتیجه بهتر از آقای محمدمهدی رضایی تشکر می‌کنم. به خاطر اجرای زیبا و ماهرانه تعداد قابل توجهی از تصویرهای کتاب در وقت تنگی که تا رسیدن کتاب به چاپ و نمایشگاه باقی بود، سپاس‌دار آقایان اکبر افشار و حمید سوادکوهی هستم. نشر این کتاب را هم خانم افسانه طباطبائی با دقت و وسواسی که شایسته مطالب علمی است، تصحیح کردند و کژتابی‌ها، اشتباهات زبانی، و هرآنچه را که ممکن بود گنگ و نامفهوم‌باشد، قلم گرفتند و اصلاح نمودند. در ویرایش دوم این کتاب از نقدها و نظرهای دوستان عزیزم، آقایان محمود سالک، عبدالرضا شهبازی و دکتر امیرمحمد گمینی استفاده کردم. برای تک‌تک این عزیزان آرزوی موفقیت‌های بسیار در زندگی دارم. با وجود این، اگر کم‌وکاست و ایراد و اشکالی در این کتاب می‌بینید، بی‌شک مسئول آن‌ها نویسنده کتاب است. بنابراین، امیدوارم استادان، دوستان، همکاران و دانش‌آموزان عزیز مرا از نظرها، دیدگاه و نقدهای سازنده خود بی‌نیاز ندانند.

عرفان خسروی

erfan.khosravi@gmail.com





استخوان‌های دوست داشتنی

دیرینه‌شناسی مهره‌داران

دیرینه‌شناسی شاخه‌ای از دانش زیست‌شناسی است که به مطالعهٔ زندگی جانداران پیش از تاریخ می‌پردازد. زندگی جانوران و گیاهان مختلف، رابطهٔ آن‌ها با زیست‌بوم، تغییرات زیست‌بوم از جمله تغییر در آب‌وهوا و اقلیم یا تغییر جغرافیا و پراکندگی و تنوع جانداران، چگونگی تکامل و انقراض آن‌ها، خویشاوندی آن‌ها با یکدیگر و جانداران امروزی، از آن جهت که الگویی برای درک برهم‌کنش‌های میان جانداران امروزی فراهم می‌کند، برای ما اهمیت دارند و موضوع مطالعهٔ این رشته هستند.

تاریخچهٔ دانش دیرین‌شناسی

مردم در مناطق مختلف دنیا از قدیم با سنگواره‌ها آشنا بوده‌اند اما کمتر کسی می‌توانسته است تصور کند که نقش‌ونگارهای برجستهٔ روی سنگ‌ها، که شکل جانوران و گیاهان‌اند، زمانی جان‌داشته و روی زمین نفس می‌کشیده‌اند. یونانیان باستان و به‌پیروی از آن‌ها، کلیسای کاتولیک در قرون وسطا سنگواره‌ها را موجوداتی می‌دانستند که خلقت آن‌ها نیمه‌کاره رها شده است. جهان‌گردانی که به خاور دور سفر می‌کردند و در مسیر خود از بیابان خشک گویی (در مغولستان) می‌گذشتند، با استخوان‌های دایناسورها که از میان ماسه‌ها سر بر آورده بودند، روبه‌رو می‌شدند و از آن‌ها با نام‌هایی مانند اژدها و شیردال یاد می‌کردند.

البته کسانی هم بوده‌اند که با این نگاه‌های خرافی کنار نمی‌آمدند. پورسینا (ابن‌سینا)، دانشمند خراسانی قرن چهارم هجری، زمانی که در سفری از میان صخره‌های کوهستانی می‌گذشت، با ردپاهایی از دایناسورها روبه‌رو شد و در گزارش خود به‌درستی آن‌ها را «آثار جانوران باستانی» نامید. او در کتاب شفا نه تنها در مورد سنگواره‌ها بلکه دربارهٔ فرایندهای زمین‌شناسی نیز صحبت می‌کند. چند دهه پس از پورسینا، شن کوئا^۱، دانشمند طبیعی‌دان چینی با مشاهدهٔ سنگواره‌های گیاه نی، در مورد تغییرات آب‌وهوا نظریه‌ای ارائه کرد. لئوناردو داوینچی^۲، هنرمند و مهندس ایتالیایی نیز که پنج قرن پس از پورسینا می‌زیست، متوجه شده بود که سنگواره‌ها



◀ شیردال‌ها از کجا می‌آیند؟

سنگواره‌های پروتوسراتوپس (◀ **فصل**. ۲۲) در صحرای گویی فراوان یافت می‌شود و در قرون وسطی نیز دیده‌شدن بقایای همین دایناسور، منشأ الهام جانورانی تخیلی مانند شیردال در ذهن جهان‌گردان اروپایی بود.

آثاری از زندگی گذشتهٔ زمین هستند اما شاید به‌علت ترس از کلیسا این عقیدهٔ او عمومیت نیافت. بارون ژرژ کویه^۳، که در پایان قرن هیجدهم در مورد جانوران منقرض‌شده کتابی نوشت، نخستین دیرینه‌شناس حرفه‌ای محسوب می‌شود. در اوایل قرن نوزدهم سردبیر یک نشریهٔ علمی فرانسوی واژهٔ دیرینه‌شناسی^۴ را ابداع کرد. پس از انتشار کتاب جنجال‌برانگیز *خاستگاه گونه‌ها*^۵ اثر داروین^۶، دیرینه‌شناسی تحول بیشتری یافت. یکی از مخالفان سرسخت داروین، ریچارد اُون^۷ بود که برای نخستین‌بار نام دایناسورها را ابداع کرد و به‌کار برد. برداشت طبیعی‌دانان آن زمان از دایناسورها با دورهٔ معاصر تفاوت‌های زیادی داشت.

سنگواره‌ها

جانوران طی زندگی خود آثار و بقایایی مثل ردپا، دندان، تخم و مدفوع تولید می‌کنند که ممکن است به سنگواره تبدیل‌شوند. پس از مرگ نیز ممکن است قسمتی از بدن یک جانور یا حتی تمامی آن به صورت سنگواره درآید. در گیاهان نیز بقایای برگ‌ها، شاخه، پوست، گل، میوه، دانه و به‌خصوص گرده‌ها و هاگ‌ها ممکن است به سنگواره تبدیل‌شوند. سنگواره‌ها همیشه و در همه‌جا تشکیل نمی‌شوند. برای تشکیل سنگواره باید آثار به‌جا مانده از موجودات زنده زیر لایه‌های رسوبی قرارگیرند و دست‌نخورده بمانند. ممکن است این رسوبات شن‌های کف دریا یا خاک و برگی باشند که در برکه‌ها و باتلاق‌ها رسوب می‌کنند. حتی ممکن است دایناسوری ناگهان زیر توفان شن مدفون شود (◀ **فصل**. ۲۲، ۴۴ و ۴۶).

بقایای جانوران اغلب به سنگ تبدیل می‌شوند؛ گرچه ممکن است آثاری از شکل یاخته‌ها و بافت استخوانی یا حتی برخی پروتئین‌های جان‌سخت را میان سنگواره‌ها پیدا کرد (◀ **فصل**. ۱۵، ۱۶، ۲۱، ۳۹ و ۴۴).

شاخه‌های دانش دیرینه‌شناسی

دیرینه‌شناسی یا دیرینه‌زیست‌شناسی^۸، مثل باستان‌شناسی و تاریخ، رشته‌ای است که با زمان‌های گذشته سروکار دارد. شواهد گذشتهٔ زمین در دل سنگ‌ها پنهان شده‌اند؛ بنابراین، دیرینه‌شناسی با زمین‌شناسی ارتباطی تنگاتنگ دارد و از سوی دیگر موضوع مطالعهٔ آن، موجودات زندهٔ گذشتهٔ زمین است و بنابراین، شاخه‌ای از زیست‌شناسی محسوب می‌شود. گاهی دیرینه‌شناسی با رشتهٔ باستان‌شناسی نیز هم‌پوشانی دارد: باستان‌شناسان به بررسی بقایای انسان‌ها و فرهنگ‌های انسانی می‌پردازند؛ بنابراین، مطالعهٔ آثار سنگواره‌ای انسان‌ها و جانورانی که در کنار انسان‌ها زندگی می‌کرده‌اند، هم می‌تواند جزء دیرینه‌شناسی باشد (رشتهٔ دیرینه‌انسان‌شناسی^۹) و هم جزء باستان‌شناسی (رشتهٔ باستان‌جانورشناسی^{۱۰}).

دیرینه‌شناسی معمولاً به سه شاخه تقسیم می‌شود: ۱ - دیرینه‌شناسی آثار میکروسکوپی^{۱۱}، مثل جانداران تک‌یاخته‌ای و گرده‌ها و هاگ‌های گیاهی. در کشور ما به این شاخه توجه بسیار زیادی می‌شود؛ زیرا با اکتشافات نفتی ارتباط تنگاتنگی دارد. ۲ - دیرینه‌گیاهی^{۱۲} که همان‌طور که از نامش پیداست، با سنگواره‌های گیاهان سروکار دارد. ۳ - دیرینه‌شناسی جانوری^{۱۳} که کمتر مورد توجه ما ایرانی‌ها بوده است. دیرینه‌شناسی جانوری شامل دو حوزهٔ کاملاً مجزا است: دیرینه‌شناسی بی‌مهرگان و دیرینه‌شناسی مهره‌داران. معمولاً سنگواره‌های بی‌مهرگان آسان‌تر به‌دست می‌آیند. بیشتر علاقه‌مندان حرفه‌ای و غیر حرفه‌ای دیرینه‌شناسی، به جمع‌آوری نمونه‌هایی از سنگواره‌های بی‌مهرگان می‌پردازند اما جذاب‌ترین شاخهٔ دیرینه‌شناسی، شاخه‌ای است که به بررسی سنگوارهٔ مهره‌داران می‌پردازد. کمیاب بودن آثار مهره‌داران باعث می‌شود که بیشتر، حرفه‌ای‌ها به جست‌وجوی آن‌ها بپردازند. به همین دلیل سنگوارهٔ دایناسورها این قدر گران‌قیمت و پرطرفدار است.

- 1- Shen Kua
- 2- Leonardo DaVinci
- 3- Georges Cuvier
- 4- Paleontology (Palaeo~)
- 5- On the Origin of Species
- 6- Charles Darwin
- 7- Richard Owen
- 8- Paleobiology (Palaeo~)
- 9- Paleoanthropology
- 10- Zooarchaeology
- 11- Micropaleontology
- 12- Paleobotany
- 13- Paleozoology

حل می کنند تا سنگواره درون آن هویدا شود. این فرایند چند سال طول می کشد. برای مشخص کردن محتوای صخره ها گاهی از فناوری هایی مثل سی تی اسکن و رادیوگرافی استفاده می کنند. پس از این مرحله، نوبت به بازسازی اسکلت و تصویرسازی دقیق از تک تک استخوان ها می رسد. مهم ترین و دشوارترین قسمت کار دیرینه شناس، بازسازی دقیق آناتومی دایناسور و مقایسه آن با دایناسورهای دیگر است. مطالعه دیرینه شناسی مهره داران به دانش وسیعی درباره زیست شناسی، رفتارشناسی، تشریح و استخوان شناسی، فیزیولوژی، بافت شناسی، و رشته های مرتبطی مثل زمین شناسی و گیاه شناسی نیاز دارد. دانشمندان هستند که به طور تخصصی سنگواره های مدفوع دایناسورها را مطالعه می کنند. آن ها باید استخوان های خرد شده میان مدفوع دایناسورهای گوشت خوار و الیاف و دانه های گیاهی درون مدفوع دایناسورهای گیاه خوار را به خوبی شناسایی کنند. چنین اطلاعاتی در شناخت بوم شناسی دایناسورها ارزش بسیار زیادی دارند. دانشمندان دیگری هم متخصص شناخت ردپاهای دایناسورها هستند. از روی ردپاها می توان به سرعت حرکت، نوع گام برداشتن، زندگی اجتماعی، و روابط شکار و شکارچی در زمان دایناسورها پی برد. کار دیرینه شناسان گاهی به کار کارآگاهان شباهت زیادی پیدا می کند. کوچک ترین اثر شکستگی یا جای دندان می تواند بازگوکننده حقایق جالبی پیرامون زندگی حیواناتی باشد که میلیون ها سال پیش روی زمین زندگی می کرده اند.

دیرینه شناسان سنگواره های مهره داران را چگونه بررسی می کنند؟

نخستین گام در بررسی سنگواره های مهره داران، پیدا کردن آن ها است. دیرینه شناسان بر اساس اطلاعاتی که زمین شناس ها از نوع و سن رسوبات مناطق مختلف ارائه می کنند، در مناطق مناسب به دنبال سنگواره می گردند؛ مثلاً اگر شما در جستجوی سنگواره دایناسور هستید، باید به دنبال رسوباتی باشید که در رودخانه ها، مرداب ها یا ماسه زارها تشکیل شده اند.

دیرینه شناسان مدت های طولانی در گروه های بزرگ شامل استادان و دانشجویان داوطلب به پی جویی در مناطق انتخاب شده می پردازند. معمولاً استخوان دایناسورها در میان سنگ های بسیار محکم یافت می شود. گاهی تنها گوشه ای از یک استخوان، از سطح شکسته سنگ پیداست. دیرینه شناس باید با چشمانی تیز به دنبال هر اثر کوچک روی سنگ ها باشد. ممکن است ردپایی بسیار کم عمق یا استخوان یا دندانی بسیار کوچک در دل صخره ای باشد و خود را تنها به چشمان تیزبین یک کاوشگر باتجربه نشان دهد.

پس از پیدا کردن استخوان های یک دایناسور، باید همه صخره هایی که ممکن است حاوی نمونه باشند، گچ گرفت و به آزمایشگاه منتقل کرد. در مورد سنگواره هایی که حاوی اسکلت کامل اند، باید از گچ و نوارپیچی استفاده کرد. گاهی قطعات چندتایی سنگ و کلوخ، که در میان نوارهای گچی محکم شده اند، به کمک جرثقیل به آزمایشگاه منتقل می شوند. در آزمایشگاه سنگ را به کمک اسیدهای بسیار ضعیف

مرگ: نخستین شرط برای اینکه

سنگواره خوبی از دایناسور به دست برسد، این است که لاش خورها به سراغش نروند.

دفن شدن: جسد دایناسور

زیر رسوبات مدفون می شود. مثلاً سیلاب یک رودخانه می تواند باعث مدفون شدن جسد شود. این رسوبات به ماسه سنگ تبدیل می شوند. ماسه سنگ می تواند به خاطر ساختارش تا حد زیادی از مواد آلی محافظت کند.

سنگواره شدن: افزایش

رسوبات طبقات بالاتر و فشار وزن آن ها به تدریج باعث استحکام بیشتر ماسه سنگ ها می شود و استخوان های مدفون شده را به سنگواره تبدیل می کند. تدفین استخوان ها در فشار زیاد، می تواند باعث حفظ برخی مواد آلی مثل پروتئین ها شود.

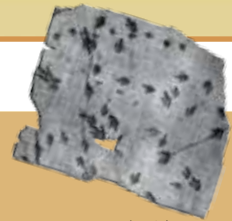
اکتشاف: جابه جایی پوسته

زمین باعث بالآمدن لایه های رسوبی می شود. اگر در میان این لایه ها سنگواره ای وجود داشته باشد، به راحتی در میان صخره ها دیده می شود. در حین بیرون آوردن سنگواره از دل سنگ ها، کاهش تماس سنگواره با هوا و آفتاب، ممکن است به سالم ماندن مواد آلی درون سنگواره کمک کند.

دانشمندان نه تنها استخوان های دایناسورها را از دل سنگ ها بیرون می کشند، بلکه می توانند برخی مواد آلی (مثلاً پروتئینی به نام کلاژن) را از سنگواره دایناسورها استخراج کنند. بررسی مولکولی این مواد، نشان می دهد دایناسورها بیش از هر جانوری به پرندگان امروزی شبیه بوده اند (← فصل ۵۰).

دیرینه‌شناسی دایناسورها از آغاز تا امروز

در این جا تاریخ دانش دیرینه‌شناسی، به‌ویژه دیرینه‌شناسی دایناسورها به چند دورهٔ مختلف تقسیم‌شده‌است. از ۳۰۰ پیش از میلاد تا پیش از ۱۸۲۰ میلادی، کسی برای کشف سنگواره‌های دایناسورها تلاش نمی‌کرد؛ بنابراین نخستین دوره از اکتشاف دایناسورها، از ۱۸۲۰ آغاز می‌شود که بررسی و کشف آن‌ها صورتی علمی پیدا کرد.



۱۸۰۰ میلادی
← کشف ردپاهای
کالغ کشتی نوح در
کانکتی کات

۱۷۸۷ میلادی
← گزارشی از کشف
خزنده‌ای باستانی
در نیوجرسی برای
بنجامین فرانکلین
قرائت‌می‌شود.

۱۶۷۷ میلادی
← گزارشی از کشف
استخوان ران یک
«انسان غول‌پیکر» در
انگلستان

۳۰۰ پیش از میلاد
← چانگ شو در مورد
استخوان‌های «زدها»
در استان سیچوان چین
توضیح‌داده‌است.



۱۹۰۲ میلادی
← نام‌گذاری و توصیف
تیرانوسورس (← **فصد.** ۳۹)



۱۹۲۳ میلادی
← نام‌گذاری و توصیف
پروتوسراتوپس (← **فصد.** ۲۲) و
ولاسی‌راپتور (← **فصد.** ۴۷)



۱۹۴۳ میلادی
← نخستین فرضیه در
مورد انقراض دایناسورها:
انقراض به دلیل تب‌کردن

۱۸۹۹-۱۹۲۹

دومین دوره از اکتشاف دایناسورها: **دورهٔ**

کلاسیک

تلاش‌های سازمان‌یافتهٔ موزه‌ها و استخدام
دیرینه‌شناسان در مراکز علمی، برگزاری
پی‌جویی‌های بزرگ دایناسورها توسط موزه‌ها
در آسیا

۱۸۸۲ میلادی

← نخستین رده‌بندی
دایناسورها

۱۸۸۷ میلادی

← نام‌گذاری سورسکین‌ها
و اورنی‌تیسکین‌ها (← **فصد.**
۱۳ و ۲۴)

۱۹۶۹-۱۹۲۹

سومین دوره از اکتشاف دایناسورها: **دورهٔ**

نوین اهمیت‌یافتن رانش‌قاره‌ها (← **فصد.**
۳) و تکامل (← **فصد.** ۵) و ریخت‌شناسی
(← **فصد.** ۷) در مطالعهٔ دایناسورها.
فروش‌کردن فعالیت موزه‌ها و افزایش
فعالیت دانشگاهی

۱۹۵۷ میلادی

← کشف بافت استخوانی ویژهٔ
مهره‌داران خون‌گرم در سنگوارهٔ
دایناسورها (← **فصد.** ۳۷)

۱۹۶۹-۱۹۹۸

چهارمین دوره از اکتشاف دایناسورها: **دورهٔ نوزایی**

اهمیت‌یافتن درخت‌های تبارزایی، بوم‌شناسی،
نرم‌افزارهای رایانهای، سی‌تی‌اسکن سنگواره‌ها و
توسعهٔ پی‌جویی‌های صحرایی، و نخستین کتاب‌های
عمومی دایناسورشناسی که توسط دیرینه‌شناسان
حرفه‌ای برای مردم عادی نوشته‌شده‌بود.

۱۹۶۹ میلادی

← توصیف داینونیکوس
(← **فصد.** ۴۷) و ارائهٔ
نظریهٔ خون‌گرم‌بودن
دایناسورها

۱۹۷۴ میلادی

← توصیف دایناسورها
به‌عنوان گروهی با
ویژگی‌ها و نیای
مشترک، و مشتمل بر
پرندگان

۱۹۷۵ میلادی

← انتشار مقاله‌ای مفصل
پیرامون خون‌گرم‌بودن
دایناسورها در مجلهٔ
ساینتیفیک آمریکن



خط زمانی میزان اکتشافات انجام گرفته روی دایناسورها

بخش‌هایی از خط زمانی که اهمیت بیشتری داشته‌اند در پایین صفحه با بزرگ‌نمایی بیشتری ارائه‌شده‌است. رنگ‌های این خط زمانی، متناظر با دوره‌های مختلف دانش دیرینه‌شناسی انتخاب شده‌اند. تقسیم‌بندی این دوره‌ها بر اساس تغییرات دیدگاه‌ها و روش‌های علمی صورت گرفته‌است. نظر دانشمندان دربارهٔ دایناسورها از زمان ریچارد اون تا کنون تغییرات فوق‌العاده زیادی کرده است. ریچارد اون با مشاهدهٔ سنگوارهٔ سه دایناسوری که تا آن زمان کشف شده بودند، آن‌ها را دایناسور، به‌معنای «سوسمار ترسناک»، نامید. به نظر اون، دایناسورها مارمولک‌های غول‌پیکری بودند که روی چهار دست‌وپای خود راه‌می‌رفتند. پس از او، دانشمندان نمونه‌های خیلی بهتری از دایناسورها را کشف کردند و متوجه شدند که اغلب آن‌ها دو پا بوده‌اند و بدنشان با مارمولک‌ها متفاوت بوده است. دانشمندان اوایل قرن بیستم، دایناسورها را گروهی جالب از خزندگان خون‌سرد می‌دانستند که دورهٔ حکمرانی آن‌ها بر زمین مدت‌ها پیش تمام‌شده است. در نیمهٔ دوم قرن بیستم، گروه دیگری از دیرینه‌شناسان نشان دادند که دایناسورها شباهت‌های خیلی بیشتری به پرندگان دارند. از آن زمان تا کنون، ما به‌تدریج متوجه‌شده‌ایم که دایناسورها خزندگانانی خون‌گرم، باهوش، اجتماعی و پردار بوده‌اند. دایناسورهایی که امروز می‌شناسیم، آن‌قدر به پرندگان شبیه‌اند که جداکردن پرندگان از آن‌ها کاملاً بی‌معنی است (← **فصد.** ۵۰).





۱۸۹۹-۱۸۲۰
نخستین دورهٔ اکتشاف دایناسورها: دورهٔ حماسی تلاش‌های انفرادی افراد علاقه‌مند و نخستین مقالات علمی دیرینه‌شناسی

۱۸۲۵ میلادی
← توصیف و نام‌گذاری ایگوانودون (← فصل، ۱۸) از روی یک دندان توسط پزشکی انگلیسی به نام گیدعون منتل؛ او بعدها به کشف و جمع‌آوری حرفه‌ای سنگواره‌ها مشغول شد.

۱۸۲۴ میلادی
← توصیف مگالوسورس (← فصل، ۳۵) در ۲۰ فوریه در انجمن زمین‌شناسی لندن

۱۸۳۰ میلادی
← چاپ کتاب «اصول زمین‌شناسی» توسط چارلز لایل و معرفی زمین‌شناسی به عنوان یک دانش تجربی.

۱۸۳۷ میلادی
← توصیف پلاتیوسورس (← فصل، ۲۵)، مدت‌ها طول کشید تا متوجه‌شدند پلاتیوسورس یک دایناسور است.

۱۸۳۷ میلادی
← توصیف ستیوسورس (← فصل، ۲۶) توسط ریچارد اُون به عنوان یک «خزندهٔ آبی».



۱۸۷۸ میلادی
← کشف تعداد زیادی سنگوارهٔ ایگوانودون‌نید؛ مشخص کرد ایگوانودون چهارپا نبوده‌است.

۱۸۷۷ میلادی
← نام‌گذاری و توصیف کاماراسورس (← فصل، ۲۹)، استگوسورس (← فصل، ۱۵)، آپاتوسورس (← فصل، ۲۸) و الوسورس (← فصل، ۳۷)



۱۸۶۷ میلادی
← انتشار مقالاتی گوناگون پیرامون شباهت‌های دایناسورها و پرندگان

۱۸۵۸ میلادی
← کشف هادروسورس (← فصل، ۱۹) مشخص کرد که دایناسورها دویا بوده‌اند.



۱۸۵۵ میلادی
← کشف نخستین نمونه از آرکیوپ‌تریکس (← فصل، ۴۹). تا ۱۹۷۰ کسی نمی‌دانست این نمونه متعلق به آرکیوپ‌تریکس است؛ زیرا سنگواره‌اش بدون پر بود.

۱۸۴۲ میلادی
توصیف گروه «دایناسورها» توسط ریچارد اُون بر مبنای مگالوسورس، ایگوانودون، و هیلوسورس؛ هشت دایناسور دیگر هم در آن زمان کشف‌شده بودند، اما اُون نمی‌دانست آن‌ها هم دایناسوره هستند.



۱۹۸۰ میلادی
← انتشار نخستین کتاب با نگاهی انتقادی نسبت به خون‌گرم‌بودن دایناسورها؛ انتشار مقاله‌ای مستند در مورد برخورد شهاب‌سنگی به زمین و انقراض دایناسورها (← فصل، ۵۱)

۱۹۸۶ میلادی
← برگزاری نخستین سمینارهای بین‌المللی پیرامون رده‌بندی و ردیاب‌های دایناسورها؛ انتشار نخستین مقالات در مورد رده‌بندی دایناسورها بر مبنای رده‌بندی‌های تکاملی (← فصل، ۵)؛ اثبات تکامل پرندگان از دایناسورهای گوشتخوار (← فصل، ۴۹)

۱۹۸۹ میلادی
← کشف اثر برخوردی چیکسولوب در مکزیک (← فصل، ۵۱)

۱۹۹۰ میلادی
← انتشار نخستین کتاب‌های تخصصی و جامع دربارهٔ دایناسورها

۱۹۹۲ میلادی
← کشف سنگوارهٔ یک آوی‌رایپتورید در لانه‌اش درحالی‌که روی تخم‌های خودش خوابیده‌بود (← فصل، ۴۴).

۱۹۹۳ میلادی
← فیلم پارک ژوراسیک برای نخستین بار دایناسورها را جانورانی در حال زندگی معمولی (و نه هیولاهای عجیب) نمایش داد.



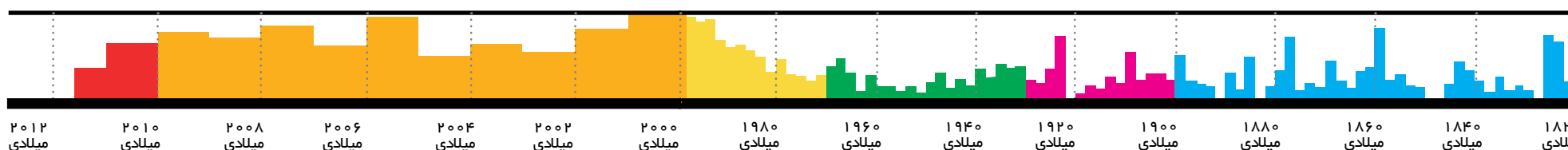
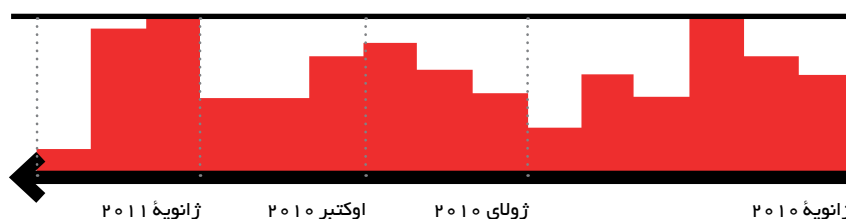
۱۹۹۷ میلادی
← توصیف نخستین دایناسور پردار (به جز آرکیوپ‌تریکس و پرندگان) (← فصل، ۳۸)

۲۰۰۱ میلادی
← پی‌جویی دایناسورها در ایران (← فصل، ۴)

۲۰۱۱ میلادی
نگارش نخستین فرهنگ‌نامهٔ جامع دایناسورها با پس‌زمینهٔ زیست‌شناختی به زبان فارسی برای دانش‌آموزان ایرانی



هیچ‌کس نمی‌داند در آینده چه دایناسورهایی کشف خواهندشد، چه روش‌های جدیدی ابداع می‌شوند و نگاه ما به دایناسورها چه تغییری می‌کند. مطالعهٔ این جانوران در سال‌های اخیر شکل دیگری گرفته و بیش‌ازپیش با زمینهٔ مطالعات پرنده‌شناسی آمیخته‌است. شاید ویرایش‌های بعدی همین کتاب، بازگوکنندهٔ اکتشافات آیندهٔ دایناسورشناس‌های جهان برای شما باشد.



ایگوانودون (← فصل، ۱۸) یکی از سه دایناسوری است که منبع الهام ریچارد اُون برای نام‌گذاری این جانوران به «دایناسور» بوده‌است. در این‌جا تصویری که اُون در قرن نوزدهم و دانشمندان اوایل قرن بیستم و سرانجام دانشمندان امروز از ایگوانودون در سر دارند مشاهده می‌کنید.

کتاب زمین

دوران زمین‌شناسی و رانش قاره‌ها

دایناسورها، زمانی بیش‌تر در سیارهٔ ما زندگی می‌کرده‌اند اما در آن زمان، این سیاره شکل دیگری داشت. در حقیقت، سیارهٔ زمین از زمانی که به‌وجود آمده، تا امروز هیچ‌گاه آرام نگرفته است. تغییراتی آهسته و پیوسته چهرهٔ زمین، آب‌وهوای آن و زندگی روی این سیاره را دستخوش تغییر کرده‌اند. هر از چندی نیز رویدادهای عظیم در سطح زمین تغییراتی به‌وجود آورده‌اند. دانشمندان تاریخ زمین را به چندین دورهٔ بی‌درپی تقسیم می‌کنند. هرچه این دوره‌ها به زمان ما نزدیک‌تر باشند، اطلاعات دقیق‌تری در مورد آن‌ها داریم. بسیاری از مردم فکر می‌کنند که دایناسورها خیلی قدیمی هستند و لابد پیش از بسیاری موجودات دیگر روی زمین وجود داشته‌اند اما در واقع، آن‌ها موجوداتی نسبتاً جدید هستند. اگر تاریخ زمین را در یک روز فشرده کنیم، دایناسورها و پستانداران بین یک‌ربع تا ۱۰ دقیقه به ۱۱ شب ظاهر شده‌اند و پرندگان در ساعت ۱۱ و ربع نیمه‌شب پرواز کرده‌اند. دایناسورها – به‌جز پرندگان – در ساعت ۲۰ دقیقه به ۱۲ نیمه‌شب منقرض شده‌اند. انسان ساعت ۱۱ و ۵۹ دقیقه و ۵۶ ثانیه پیدا شده و درست، یک‌دهم ثانیه از عمر قدیمی‌ترین تمدن‌های بشری می‌گذرد.

زایش زمین

سیارهٔ ما، زمین، به همراه خورشید و بقیهٔ منظومهٔ خورشیدی در حدود ۴/۵ میلیارد سال پیش زاده‌شد. در آن زمان، جهان شکل دیگری داشت؛ ماه در آسمان درشت و آتشین به چشم می‌آمد و هیچ آبی در روی زمین روان نبود. با سردشدن پوستهٔ زمین، دمای گازهای اطراف آن نیز کاهش یافت. در چنین دمایی، آب شروع به باریدن بر سطح خشک و سنگی زمین کرد. مدت زیادی طول نکشید که اقیانوس‌های بزرگ بیشتر سطح زمین را پوشاندند و از آن زمان نیز بی‌وقفه به ساییدن و شست‌وشوی صخره‌های سخت مشغول‌اند. در حدود ۴ میلیارد سال پیش، ابتدایی‌ترین صورت حیات در روی زمین پدید آمد. این شکل از حیات عبارت بود از مولکول‌هایی مثل RNA که امروزه جزء مولکول‌های سازندهٔ مادهٔ وراثتی همهٔ موجودات زنده‌اند. این مولکول‌ها می‌توانند مولکول‌های مشابه خود را از مواد ساده‌تر معدنی درست کنند.

تاریخ زمین

دانشمندان تاریخ زمین را به دو اَبَر‌دوران تقسیم می‌کنند: نزدیک به ۴ میلیارد سال نخست تاریخ زمین را، یعنی تا ۶۳۰ میلیون سال پیش، به نام پری‌کامبرین^۱ می‌شناسند. بنابراین، تمام وقایعی که تا اینجا گفتیم، در پری‌کامبرین رخ داده‌اند. اَبَر‌دوران بعدی، که از ۶۳۰ میلیون سال پیش تا امروز را دربرمی‌گیرد، فائِروزوئیک^۲ نام دارد. تکامل مهره‌داران، ماهی‌ها، پستانداران، خزندگان، دایناسورها، پرندگان و اغلب بی‌مهرگان در همین ابر‌دوران بوده است. دانش ما دربارهٔ پری‌کامبرین در مقایسه با اطلاعات زیادی که پیرامون فائِروزوئیک داریم، بسیار اندک است؛ برای مثال، نمی‌توان با اطمینان دربارهٔ آرایش قاره‌ها پیش از ۲۵۰ میلیون سال اخیر صحبت کرد؛ جز اینکه می‌دانیم آن‌ها چندبار به هم پیوسته و دوباره از هم جدا شده‌اند. احتمالاً در حدود یک‌میلیارد سال پیش همهٔ قاره‌ها به هم متصل بوده‌اند. این قارهٔ عظیم باستانی را رودینیا^۳ می‌نامیم. حدود ۸۰۰ میلیون سال پیش، رودینیا چندپاره شد. ما دقیقاً دربارهٔ تعداد این قطعات و چگونگی حرکت آن‌ها اطلاعاتی نداریم اما تخمین می‌زنیم که ۵۵۰ میلیون سال پیش، دوباره ابرقاره‌ای عظیم از به هم پیوستن قاره‌ها در اطراف قطب جنوب به‌وجود آمده باشد. این ابرقارهٔ دوم،

وندیا^۴ نام دارد. در این زمان، بیشتر شاخه‌های امروزی جانوران (← **فصل ۵**) تکامل یافته‌اند. نیاکان مهره‌داران نیز در همین زمان ظاهر شده‌اند. تاریخ تکامل حیات در فائِروزوئیک بسیار شناخته‌شده‌تر است. فائِروزوئیک به سه دوران بزرگ تقسیم می‌شود: ۱. دوران پالئوزوئیک^۵ از ۵۴۰ تا ۲۵۰ میلیون سال پیش؛ ۲. مزوزوئیک^۶ از ۲۵۰ تا ۶۶ میلیون سال پیش؛ و ۳. سنوزوئیک^۷ از ۶۶ میلیون سال پیش تا امروز. ما با دوران پالئوزوئیک کار چندانی نداریم. از تشکیل اَبَر‌قارهٔ وندیا در ۵۵۰ میلیون سال پیش تا پایان پالئوزوئیک مهره‌داران تکامل یافتند و نخستین نیاکان دایناسورها و پستانداران در اواخر همین دوران ظاهر شدند. قاره‌ها طی دورهٔ پالئوزوئیک بار دیگر از هم جدا شده و میان اقیانوس‌ها پراکنده شدند. در پایان پالئوزوئیک، یعنی ۲۵۰ میلیون سال پیش نیز، قاره‌های زمین برای آخرین بار به هم پیوستند و ابرقاره‌ای به نام پانگه‌آ^۸ را تشکیل دادند. پیدایش دایناسورها و پستانداران، تا حد زیادی وابسته به همین رویداد بوده است.

دوران مزوزوئیک عصر دایناسورها نامیده می‌شود؛ زیرا در این عصر، دایناسورها متنوع‌ترین جانوران بزرگ روی زمین بوده‌اند. در پایان مزوزوئیک، بیشتر دایناسورهای روی زمین ناگهان نیست‌و‌نا‌بود شدند (← **فصل ۹ و ۱۰**). با این حال، تعدادی از آن‌ها تا امروز روی زمین باقی‌مانده‌اند. ما به آن‌ها، که امروزه نیمی از گونه‌های مهره‌داران را تشکیل می‌دهند، پرندگان می‌گوییم.

دورهٔ تریاس

آغاز دورهٔ تریاس با انقراض بزرگ جانداران همراه شد. طی این دوره، حیات در دریا و خشکی به‌سرعت گونه‌گون‌شد. آب‌وهوای دورهٔ تریاس، کمابیش خشک و داغ بود و تنها مناطق قطبی اقلیمی معتدل و مرطوب داشتند. در مناطق دیگر پانگه‌آ، تابستان‌های داغ و زمستان‌های سرد حاکم بود. در پایان تریاس، انقراض بزرگ دیگری رخ داد که باعث شد تعادل میان دایناسورها، کروکودیل‌ها و پستانداران و خویشاوندانشان، کاملاً به نفع دایناسورها تغییر کند.

دورهٔ ژوراسیک

طی دورهٔ ژوراسیک، ابرقارهٔ پانگه‌آ به دو قارهٔ لورازیا^۹ در شمال، و گندوانا^{۱۰} در جنوب تقسیم شد. آب‌وهوای مرطوب و گرم ژوراسیک نیز جایگزین آب‌وهوای خشک و قاره‌ای تریاس شد. بنابراین، جنگل‌های بازدانگان بیشتر قسمت‌های زمین را به‌سرعت فرا گرفتند. ایران مرکزی و اروپا، مجمع‌الجزایری گرمسیری را در میان آب‌های تنیس تشکیل می‌دادند. تکامل پرندگان ریزنقش از دایناسورهای غول‌پیکر در چنین جزایر سرسبزی آغازشد. در پایان ژوراسیک زمین تا حدی خنک‌تر شد و در مناطق قطبی یخ‌بندان به‌وجود آمد.

دورهٔ کرتاسه

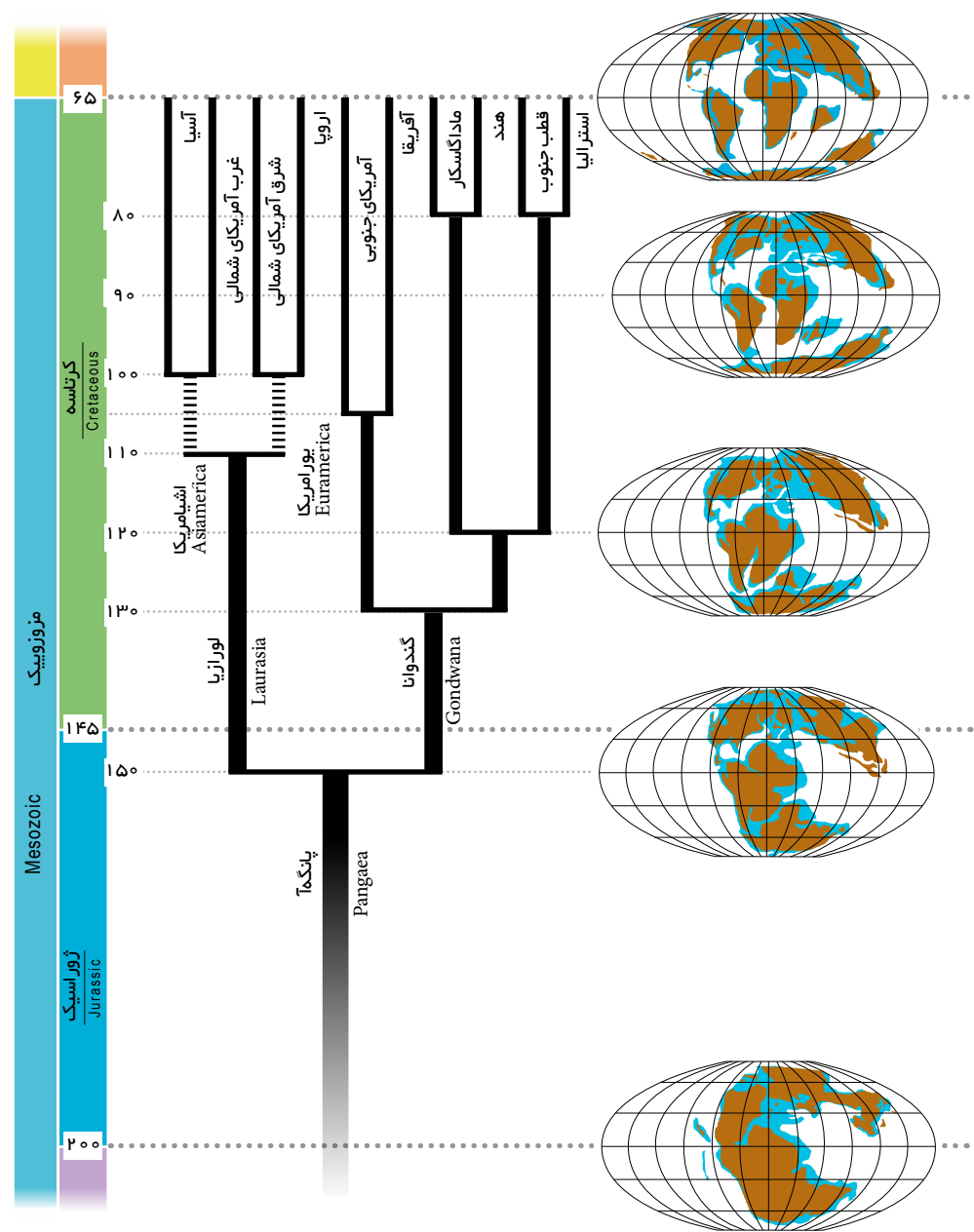
قاره‌های امروزی در کرتاسه تقریباً از هم جدا شده بودند اما فاصلهٔ آن‌ها از هم، و مکان جغرافیایی‌شان با امروز تفاوت داشت. در آن دوره، آب‌وهوا نسبتاً گرم، و سطح آب دریاها بالاتر از امروز بود اما در مناطق قطبی و بلند، یخ‌بندان و سرمای نسبی وجود داشت. دریایی وسیع از شمال تا جنوب آمریکای شمالی را می‌پوشاند و این قاره را به دو سرزمین غربی (لارامیدیا^{۱۱}) و شرقی (آپالاشیا^{۱۲}) تقسیم می‌کرد. دورهٔ کرتاسه دورهٔ شکوفایی دایناسورها، به‌ویژه پرندگان، و دایناسورهای گیاه‌خوار است. گیاهان گل‌دار نیز در آغاز همین دوره پیدا شده‌اند. پایان دورهٔ کرتاسه با انقراضی وسیع همراه بود که جز پرندگان، هیچ دایناسور دیگری را روی زمین باقی نگذاشت.

- 1-Precambrian
- 2-Phanerozoic
- 3-Rodinia
- 4-Vendia
- 5-Paleozoic
- 6- Mesozoic
- 7- Cenozoic
- 8- Pangea
- 9- Laurasia
- 10- Gondwana
- 11- Laramidia
- 12- Appalachia
- 13-Fauna
- 14-Alfred Wegener



طرح نظریهٔ رانش قاره‌ها

در دههٔ نخست قرن بیستم، نظریه‌ای جالب ابراز شد که اساس آن بر جابه‌جایی تدریجی و تغییر شکل نقشهٔ قاره‌ها در طی دوران زمین‌شناسی بود. هوانشناس آلمانی، آلفرد وگنر^{۱۴} (۱۸۸۰ - ۱۹۳۰)، مهم‌ترین مدافع این نظریه به حساب می‌آمد؛ بنابراین زمین‌شناسان از نظریهٔ او خوششان نیامد اما در دههٔ ۶۰ و ۷۰ میلادی، با بررسی‌های دیرینه‌مغناطیسی صخره‌های بزرگ زمین، مشخص شد که این صخره‌ها نسبت به میدان مغناطیسی زمین جابه‌جا شده‌اند. در این زمان بود که زمین‌شناسان متوجه شدند نظریهٔ رانش قاره‌ای درست بوده است. طبق این نظریه، پوستهٔ زمین روی جبهه‌ای نیمه‌مایع شناور است. پوسته از چندین صفحه تشکیل شده است. این صفحات نسبت به هم حرکت می‌کنند، روی هم می‌خزند و از هم دور می‌شوند؛ بنابراین، قاره‌ها در گذشته آرایشی مثل امروز نداشته‌اند. گاهی سنگواره‌های مشابهی از جانوران در قاره‌هایی که فاصلهٔ زیادی از هم دارند (مثلاً آفریقا و آمریکای جنوبی)، پیدا می‌شوند. نظریهٔ رانش قاره‌ای نشان می‌دهد که آفریقا و آمریکای جنوبی در گذشته به هم متصل بوده‌اند و به مرور از هم دور شده‌اند و اقیانوس اطلس را تشکیل داده‌اند. این فرایند در رخدادهای مهم تاریخ زمین مثل کوه‌زایی، تغییر شکل رسوبات و تکامل جانداران نقش مهمی داشته است و درک تاریخ زمین به درک رانش قاره‌ای وابسته است. برای اینکه بتوانیم در مورد تاریخ جابه‌جایی قاره‌ها و نیز تغییرات حیات به‌طور دقیق صحبت کنیم، به خط زمانی جهان‌شمولی نیاز داریم که تاریخ زمین را به دوران‌ها و دوره‌های مختلف تقسیم کند.



رانش قاره‌ای و خرد شدن پانگه آ طی دروهٔ مزوزوئیک

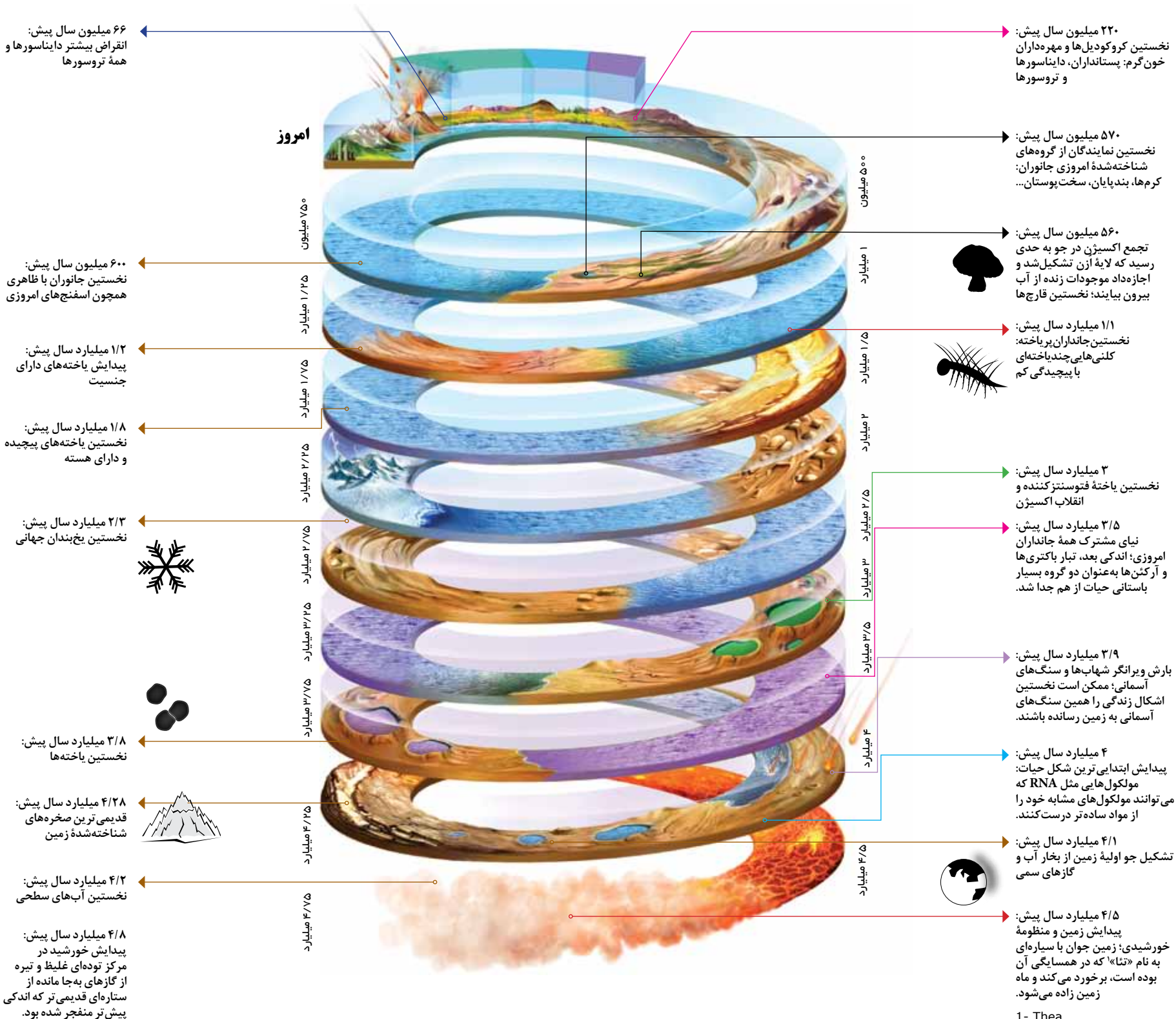
طی دوران مزوزوئیک، ابرقارهٔ پانگه آ به دو قارهٔ گندوانا و لورازیا تقسیم شد. هر کدام از این دو قاره نیز، طبق نمودار بالا، به قاره‌های کوچک‌تری تقسیم شدند. تکامل دایناسورها تا حد بسیار زیادی همراه با همین رانش و جدا شدن قاره‌ها رخ داده‌است. برای مثال، گروه‌های مهمی از دایناسورها، که در ژوراسیک پیدا شده بودند، تنها در یکی از دو سرزمین شمالی یا جنوبی تکامل یافتند (فصل ۳۴).

در بوم‌شناسی به مجموعهٔ جانوران هر منطقه فون^{۱۳} می‌گوییم؛ مثلاً فون آفریقا شامل حیواناتی مثل شیر و کرگدن و فیل و زرافه است. فون هندوستان نیز شیر، ببر، فیل و کرگدن را دربر می‌گیرد. (اگرچه شیر، فیل و کرگدن آسیایی با خویشاوندان آفریقایی خود کمی تفاوت پیدا کرده‌اند). در نمودار بالا چگونگی جداسدن فون دایناسورهای قاره‌های مختلف را می‌بینید؛ مثلاً در کرتاسهٔ بالایی (۱۱۰ تا ۶۶ میلیون سال پیش) فون دایناسورهای اروپا، بیشترین شباهت را به شرق آمریکای شمالی داشته، و فون دایناسورهای آسیا، دارای بیشترین شباهت با غرب آمریکای شمالی بوده است.

آب‌وهوای کرتاسه (۱۴۵ تا ۶۶ میلیون سال پیش)
میزان اکسیژن ۳۰ درصد هوا (۱۵۰ درصد امروز)
میزان CO₂: ۱۷۰۰ ppm (۶ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: ۱۸ °C (۴ °C بیشتر از امروز)

آب‌وهوای ژوراسیک (۲۰۰ تا ۱۴۵ میلیون سال پیش)
میزان اکسیژن ۲۶ درصد هوا (۱۳۰ درصد امروز)
میزان CO₂: ۱۹۵۰ ppm (۷ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: ۱۶/۵ °C (۳ °C بیشتر از امروز)

آب‌وهوای تریاس (۲۵۰ تا ۲۰۰ میلیون سال پیش)
میزان اکسیژن ۱۶ درصد حجم هوا (۸۰ درصد امروز)
میزان CO₂: ۱۷۵۰ ppm (۶ برابر امروز)
دمای متوسط زمین: ۱۷ °C (۳ °C بیشتر از امروز)



زیر نور ماه

تاریخ زمین با دورتر شدن ماه از کرهٔ زمین، افزایش تدریجی طول ماه و شبانه‌روز، شورتر شدن آب دریاها، و رانشی قاره‌ها همراه بوده است. از ۶۲۰ میلیون‌سال پیش تا کنون، ماه با سرعت میانگین ۱۷/۲ سانتی‌متر در سال (با شتاب افزایشده) از زمین دور شده است. طول روز در آن زمان تقریباً ۲۱ ساعت و پنجاه دقیقه بوده و هر سال شامل ۴۰۰±۷ روز یا ۱۳ ماه و سه روز می‌شده است (مدت‌زمان سال احتمالاً در این مدت تغییری نکرده است). بیشتر بودن تعداد و زمان کشند (جزرومد) در آن زمان، بخت بیشتری برای ورود آبزیان به مناطق کشندی و خشکی‌ها فراهم می‌کرد. دوزیستان امروزی نمی‌توانند در آب‌های شور زندگی کنند. زمانی که نیاکان این دوزیستان دریاها را ترک می‌کردند، هنوز شوری آب دریاها به اندازهٔ امروز نبود. از آن زمان، آن‌ها در آب‌هایی به همان شیرینی ماندند اما دریاها و اقیانوس‌ها به‌تدریج شورتر شدند؛ بنابراین، دوزیستان هرگز نتوانستند به دریاها بازگردند.

انقلاب اکسیژن

اکسیژن گازی خطرناک برای یاخته‌های آغازین بود؛ زیرا به‌سرعت موجب «سوختن» همهٔ زندگی آن‌ها می‌شد. در جو نخستین زمین میزان این گاز سمی بسیار اندک بود اما برای نخستین‌بار، یاخته‌هایی که به کمک آفتاب غذا می‌ساختند، میزان زیادی اکسیژن آزاد کردند که به تدریج موجب سمی‌شدن جو زمین شد. در این زمان تقریباً همهٔ یاخته‌های روی زمین به سمت نابودی پیش‌رفتند. تنها یاخته‌هایی که باقی‌ماندند، آن‌هایی بودند که در جاهایی دور از اکسیژن (مثل اعماق دریا یا زیر صخره‌ها) زندگی می‌کردند.

گروه جدیدی از یاخته‌ها نیز پیدا شدند که راهی برای کنار آمدن با اکسیژن پیدا کرده بودند. این گروه البته موفق‌تر بودند؛ زیرا می‌توانستند از اکسیژن برای سوخت‌وساز بهتر مواد غذایی بهره بگیرند. از آن زمان به بعد، بیشتر موجودات زنده از همین گروه تکامل یافتند.

از زمان پیدایش خورشید تا امروز، به‌ازای هر یک‌میلیارد سال **۶ درصد** به درخشندگی خورشید افزوده شده است. پرتوهای خورشید که موجب گرمای مناسب زمین می‌شوند، برای بیشتر یاخته‌ها مرگ‌آورند؛ زیرا باعث اخلال در عملکرد صحیح مولکول‌های وراثتی می‌شوند. اکسیژن با تشکیل لایهٔ ازن در جو زمین (۵۶۰ میلیون سال پیش)، تا حد زیادی مانع رسیدن بخشی از طیف زیان‌بار خورشید به سطح زمین شد و اجازه داد که نخستین جانداران سر از آب بیرون بیاورند.

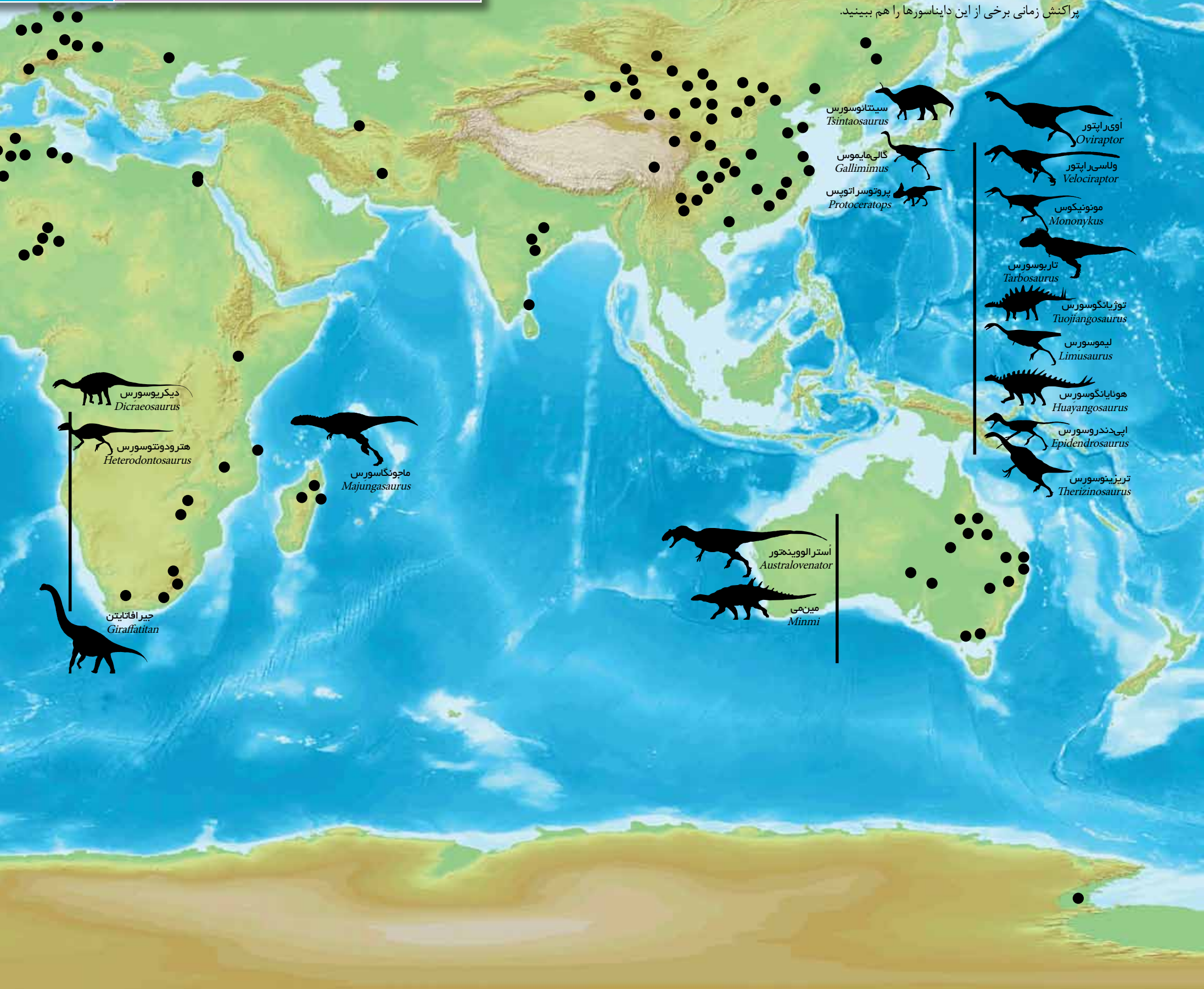
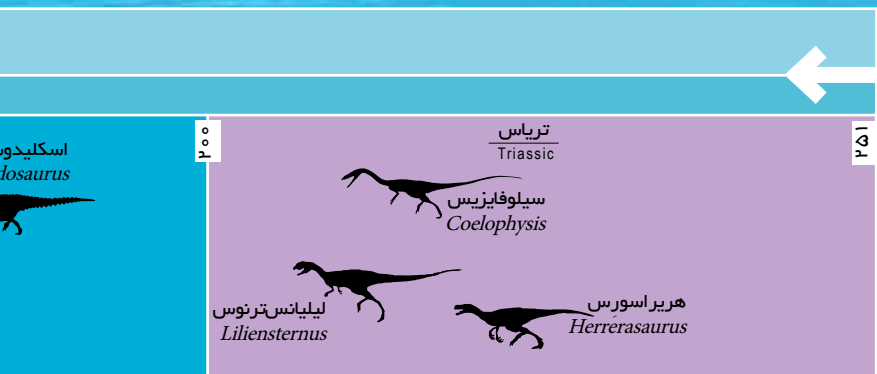
نخستین زمستان

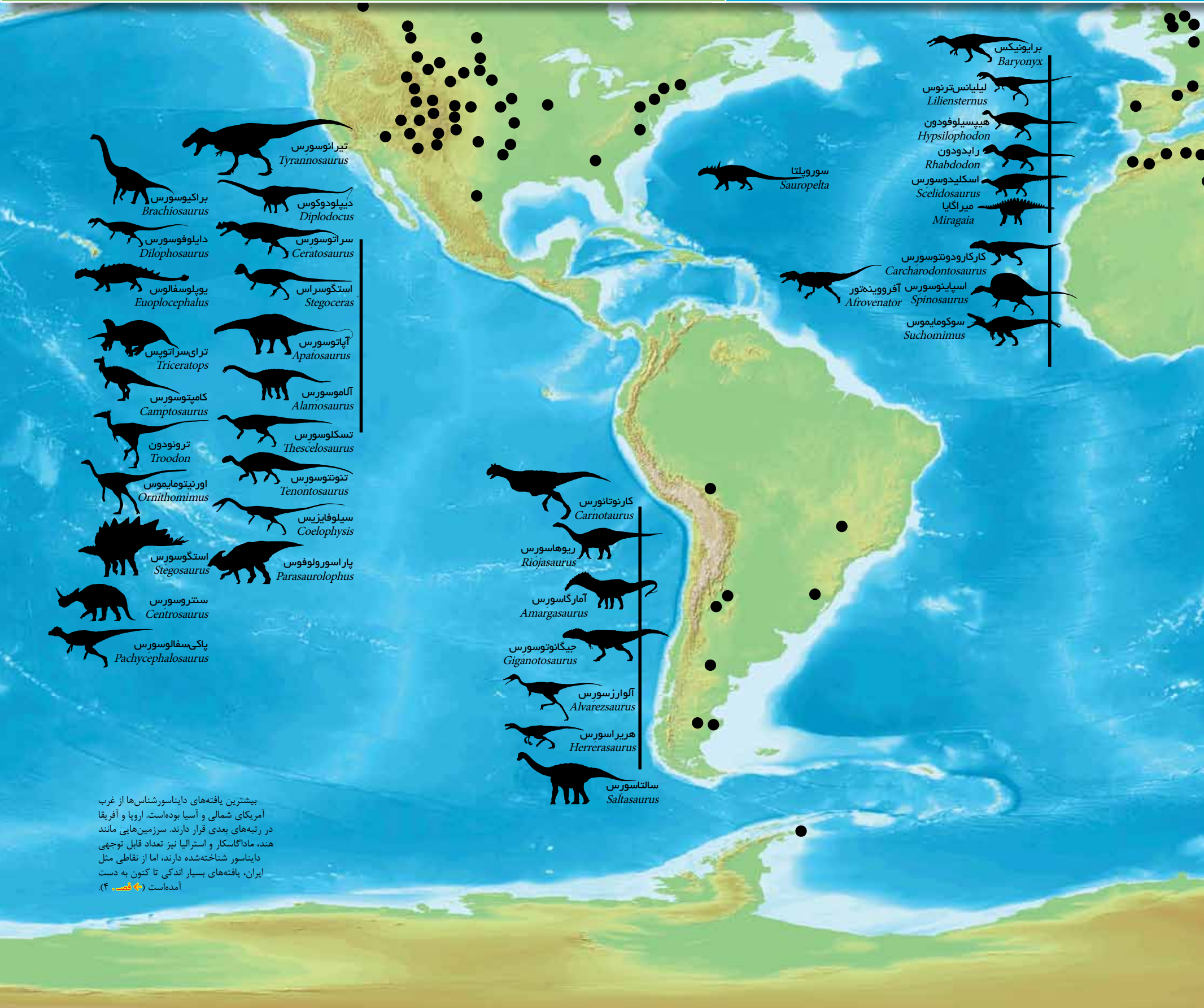
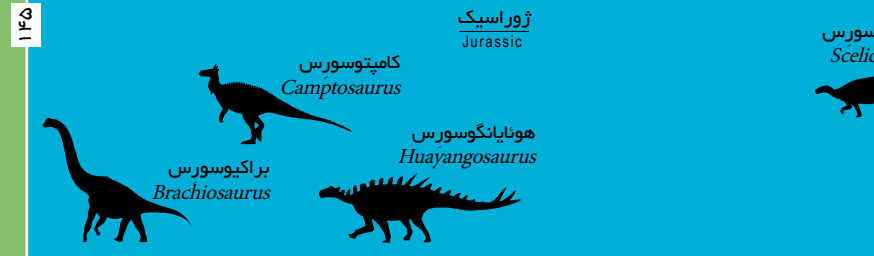
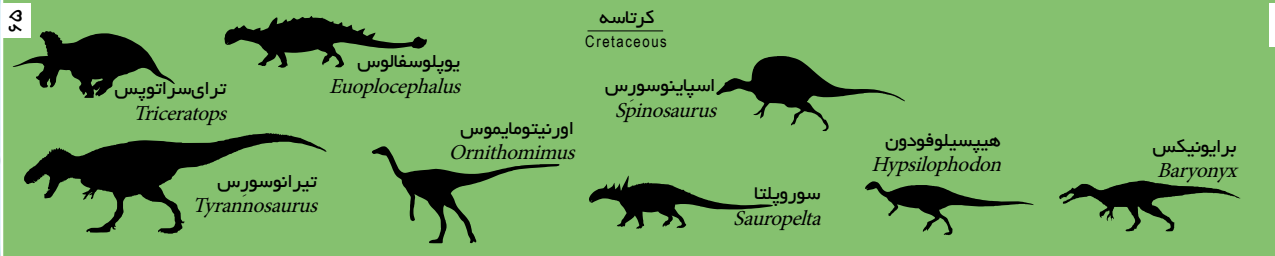
پس از انقلاب اکسیژن، بیشتر گونه‌های بی‌هوازی، که عامل اصلی ساخت گاز متان بودند، از بین‌رفتند و گونه‌های هوازی جای‌گزین آن‌ها شدند که به‌جای متان، دی‌اکسیدکربن و بخار آب آزادمی‌کردند. متانی هم که از پیش در جو زمین ذخیره‌شده بود در مواجهه با اکسیژن سوخت. اثر گلخانه‌ای آب و دی‌اکسیدکربن بسیار کمتر از اثر گلخانه‌ای متان است. کاهش اثر گلخانه‌ای باعث بروز نخستین یخ‌بندان جهانی شد و زمین راه از قطب تا استوا، به زیر یخ فروبرد.

سئوزوئیک Cenozoic کواترنری Quaternary ۲/۶ نیوژن Neogene ۲۳ پالئوژن Paleogene ۶۵ کرتاسه Cretaceous	۱۴۵ ژوراسیک Jurassic ۲۰۰۰ تریاس Triassic ۲۵۱ پرمین Permian ۲۹۹ کربونیفر Carboniferous ۳۵۹ دونیان Devonian ۴۱۶ سیلوریان Silurian ۴۴۳ اردوویسین Ordovician ۴۸۸ کامبرین Cambrian ۵۴۲	۱۵۰۰۰ سال پیش: آخرین کرگدن‌ها پشمالو ۲۵۰۰۰ هزار سال پیش: انقراض نئاندرتال‌ها: آخرین گروه از انسان‌های اولیه ۱۸۰ هزار سال پیش: نخستین انسان‌های امروزی ۳۵۰ هزار سال پیش: نخستین نئاندرتال‌ها: انسان‌های اولیهٔ غارنشین ساکن اروپا و خاورمیانه ۲/۵ میلیون سال پیش: نخستین گونهٔ انسان ۴/۸ میلیون سال پیش: نخستین ماموت‌ها ۶/۵ میلیون سال پیش: نخستین انسان‌ریخت ۱۰ میلیون سال پیش: گسترش بیشتر علفزارها و چرندگانی مثل اسب‌ها ۳۵ میلیون سال پیش: گسترش گیاهان خانوادهٔ گندم و علف: پیدایش نخستین علفزارها ۴۰ میلیون سال پیش: نخستین پروانه‌ها و بیدهای امروزی ۵۲ میلیون سال پیش: نخستین خفاش‌ها ۵۵ میلیون سال پیش: نخستین پرندگان آوازخوان، طوطی‌ها، دارکوب‌ها؛ نخستین نهنگ‌ها، چوندگان، خرگوش‌ها، خرطوم‌داران، زوج‌سمان و فردسمان. ۶۰ میلیون سال پیش: نخستین پرندگان بی‌پرواز و غول‌پیکر ۶۶ میلیون سال پیش: انقراض گروه‌های زیادی از مهره‌داران، به ویژه بیشتر دایناسورها و همهٔ تروسورها ۸۰ میلیون سال پیش: نخستین مورچه‌ها و مورانه‌ها ۹۰ میلیون سال پیش: انقراض آخرین ایکتیوسورها: خزندگان ماهی‌شکل کاملاً آبزی برای همیشه از بین رفتند؛ نخستین مارها ۱۰۰ میلیون سال پیش: نخستین زنبورها، نخستین علف‌ها و گندمیان ۱۳۰ میلیون سال پیش: نخستین گیاهان گل‌دار ۱۵۵ میلیون سال پیش: نخستین حشرات خون‌آشام؛ پرندگان از گروهی از دایناسورهای پردار تکامل یافتند. ۱۷۰ میلیون سال پیش: نخستین سمندر‌ها، نخستین دایناسورهای پردار ۲۰۰ میلیون سال پیش: قدیمی‌ترین آثار به‌جا مانده از ویروس‌ها ۲۲۰ میلیون سال پیش: نخستین کروکودیل‌ها و مهره‌داران خون‌گرم: پستانداران، دایناسورها و تروسورها ۲۴۵ میلیون سال پیش: نخستین خزندگان کاملاً آبزی ۲۵۱/۴ میلیون سال پیش: انقراض بزرگ پرمین؛ ۹۰–۹۵درصد گونه‌های دریایی که در رسوبات پیش از پایان پرمین می‌شناسیم، در رسوبات بالاتر هرگز دیده‌نمی‌شوند. ۳۰ میلیون سال زمان لازم است تا زندگی روی خشکی به حالت پیشین بازگردد. ۲۸۰ میلیون سال پیش: نخستین سوسک‌ها، تنوع گیاهان مخروط‌دار ۳۳۰ میلیون سال پیش: نخستین مهره‌داران کاملاً خشکی‌زی ۳۶۰ میلیون سال پیش: نخستین دوزیستان، خرچنگ‌ها و سرخس‌ها ۳۶۳ میلیون سال پیش: نخستین گیاهان دانه‌دار، ماهی‌های غضروفی و استخوانی: ماهی‌های استخوانی در آغاز نیمه‌دوزیست و شش‌دار بودند. به‌زودی، یک گروه از آن‌ها کاملاً به زندگی در خشکی خوگرفت. ۳۹۵ میلیون سال پیش: نخستین گل‌سنگ‌ها، کنه‌ها، و حشرات در خشکی و آمونیت‌ها در آب به‌وجود آمدند. ۵۳۰ میلیون سال پیش: نخستین ردپای به‌جا مانده از جانوران خشکی‌زی ۵۳۵ میلیون سال پیش: تنوع چشمگیر گروه‌های شناخته‌شدهٔ امروزی جانوران: سخت‌پوستان، تری‌لوبیت‌ها، خارپوستان، نرم‌تنان و...
---	--	---

پراکندگی دایناسورها در زمان و مکان

همهٔ دایناسورها در همهٔ جهان پراکنده نبودند (← **فصل ۳۴**). در این نقشه می‌توانید ببینید که برخی از معروف‌ترین دایناسورها در کدام مناطق زندگی می‌کرده‌اند. برای ساده‌تر شدن، مهم‌ترین نقاطی که در سراسر جهان محل اکتشاف دایناسورها بوده‌اند به‌طور دقیق علامت‌گذاری شده‌اند. در هر کدام از این نقاط ممکن است چندین دایناسور مختلف یافته شده باشد، بنابراین مهم‌ترین دایناسورهای هر منطقه صرف نظر از محل دقیق اکتشاف و تنها در کنار خط نشان مربوط به آن منطقه مشخص شده‌اند. دقت کنید که این دایناسورها نه لزوماً هم‌زمان با هم زندگی می‌کرده‌اند، و نه به یک مقیاس ترسیم شده‌اند. در خط زمان روبه‌رو هم می‌توانید پراکنش زمانی برخی از این دایناسورها را هم ببینید.





بیشترین یافته‌های دایناسورشناس‌ها از غرب آمریکای شمالی و آسیا بوده‌است. اروپا و آفریقا در رتبه‌های بعدی قرار دارند. سرزمین‌هایی مانند هند، ماداگاسکار و استرالیا نیز تعداد قابل توجهی دایناسور شناخته‌شده دارند، اما از نقاطی مثل ایران، یافته‌های بسیار اندکی تا کنون به دست آمده‌است (فصل ۴).