

اهمیت زمان

(میراث زمین شناسی برای اندیشه‌ی علمی)

مایکل لدرا

ترجمه‌ی

محمد رضا اسمعیل بیگ

زمنیات ماریار

فهرست مطالب

۱۱	پیش‌گفتار
۱۵	مقدمه
۱۹	۱. زمان زمین‌شناختی
<hr/>	
۱۹	۱.۱ مقدمه
۲۰	۲.۱ دورنمای تاریخی
۲۴	۱.۲.۱ پیشرفت دانشمندان
۳۴	۲.۲.۱ سن‌یابی اتمی
۳۷	۳.۱ زمان زمین‌شناختی و سن زمین مادر
۴۱	۲. سن‌یابی سنگ‌ها
<hr/>	
۴۱	۱.۲ مقدمه
۴۲	۲.۲ ماهیت چینه‌شناسی و اصول سن نسبی
۴۷	۳.۲ زیست‌چینه‌شناسی
۶۰	۴.۲ سن‌یابی پرتوسنجی
۶۲	۱.۴.۲ پتاسیم
۶۲	۲.۴.۲ روبیدیم
۶۳	۳.۴.۲ اورانیم
۶۳	۴.۴.۲ کربن
۶۳	۵.۴.۲ طیف‌سنج جرمی
۶۵	۵.۲ سن‌یابی با روش رد شکافت‌ها
۶۶	۶.۲ مغناطیس
۶۷	۱.۶.۲ مغناطیس بازماند حرارتی
۶۸	۲.۶.۲ مغناطیس بازماند رسوبی
۶۸	۳.۶.۲ دیرینه‌مغناطیس و سرگردانی قطبی

۷	
۱۵۹	۷.۵ فجایع و ماهیت علم
۱۶۷	۸.۵ دیرینه جغرافی و تاریخ زمین
۱۷۰	۶. تکامل
۱۷۰	۱.۶ مقدمه
۱۷۶	۲.۶ داروین و تکامل
۱۸۲	۳.۶ تعادل قطع شده و گونه‌زایی جغرافیایی
۱۸۴	۴.۶ حد واسط‌ها - ما در جستجوی چه هستیم؟
۱۹۰	۷. تکامل در مقابل خلقت‌گرایی
۱۹۰	۱.۷ مقدمه
۱۹۲	۲.۷ فسیل‌ها
۱۹۴	۱.۲.۷ دیدگاه قرون وسطی
۱۹۶	۲.۲.۷ دیدگاه سده هفدهم و هجدهم
۲۰۱	۳.۲.۷ دیدگاه سده نوزدهم
۲۰۳	۴.۲.۷ متل در برابر اوئن
۲۱۵	۳.۷ بحث‌های مشهور تکامل در برابر خلقت
۲۱۶	۱.۳.۷ هاکسلی در مقابل ویلبرفورس
۹۱۲	۲.۷.۳ هاکسلی در مقابل گلاستون
۲۲۰	۳.۳.۷ لغو قوانین زمان برابر در آمریکا
۲۲۳	۴.۳.۷ ماهیت حیات و علم، تکامل در مقابل خلقت‌گرایی
۲۲۹	۴.۷ لاگراثتاتن
۲۳۴	۸. رانش قاره‌ای و زمین‌ساخت صفحه‌ای
۲۳۴	۱.۸ مقدمه
۲۳۶	۲.۸ ساخته شدن کوه‌ها
۲۳۹	۳.۸ هم‌ایستایی
۲۴۳	۴.۸ رانش قاره‌ای
۲۶۱	۵.۸ زمین‌ساخت صفحه‌ای

۷۲	۳. ریشه‌های مقیاس زمان زمین‌شناختی
۷۲	۱.۳ مقدمه
۷۴	۲.۳ ژوراسیک
۷۵	۳.۳ کرینفر
۷۶	۴.۳ تریاس
۷۷	۵.۳ ترشیری
۷۸	۶.۳ کامبرین
۷۹	۷.۳ سیلورین
۸۲	۸.۳ دونین
۸۶	۹.۳ پرمین
۸۷	۱۰.۳ می‌سی‌سی‌پین
۸۸	۱۱.۳ کوآترنری
۸۹	۱۲.۳ اردوویسین
۹۱	۱۳.۳ کرتاسه
۹۲	۱۴.۳ پنسیلوانین
۹۲	۱۵.۳ پروتروزوئیک
۹۳	۱۶.۳ آرکئن و هادئن
۹۶	۴. پلوتونیسیم در مقابل نپتونیسیم
۹۶	۱.۴ مقدمه
۹۸	۲.۴ نپتونیسیم
۱۰۱	۳.۴ پلوتونیسیم
۱۱۰	۵. یکنواخت‌گرایی در مقابل با فاجعه‌گرایی
۱۱۰	۱.۵ مقدمه
۱۱۱	۲.۵ فاجعه‌گرایی
۱۱۸	۳.۵ توفان‌گرایی
۱۳۱	۴.۵ یکنواخت‌گرایی
۱۵۱	۵.۵ انقراض‌های جمعی
۱۵۷	۶.۵ تناوب شرایط آب و هوایی گرم و سرد

امروز در این شهر چو من یاری نی
آوردده به بازار و خریداری نی
آنکس که خریدار بدو رایم نی
وانکس که بدو رای خریدارم نی

در شروع ترجمه این کتاب، فکر می‌کردم با کتابی مواجهم که تاریخچه‌ای از علم زمین‌شناسی را ارائه می‌دهد و چون چنین کتابی در بازار کتاب ایران نه تالیف و نه ترجمه شده بود با شوق بسیار کار را آغاز کردم، چرا که اعتقاد داشتم (و دارم) برای پیشرفت در هر زمینه (تاکید می‌کنم هر زمینه) دانستن پیشینه‌ای از آن زمینه لازم، ضروری و واجب است، موردی که به نظرم در تمام علوم آن را به کناری گذاشته‌ایم. بگذریم، در طول ترجمه کتاب متوجه شدم که این موضوع، تنها یکی از ابعاد ارائه شده توسط قلم زیبا، تخصصی و ژرف‌نگر مایکل لدرا (نویسنده کتاب) است و به این نتیجه رسیدم که مخاطب این کتاب نه تنها افراد مرتبط با علوم زمین (در هر سطح از تخصص و معلومات) بلکه تمامی افراد مرتبط با مقوله «علم» می‌توانند باشند.

به همین دلیل مطالعه این کتاب را به گروه‌های زیر توصیه می‌کنم:

- تمامی زمین‌شناسان و افراد وابسته به علوم زمین.
- افرادی که به نحوه شکل‌گیری یک «علم» علاقه‌مندند.
- علاقه‌مندان به «فلسفه علم».
- افرادی که بر این باورند «مولای درز علم نمی‌رود» و علم «مطلق» است.
- آن‌هایی که بر این باورند محیط‌های علمی محیط‌هایی سالم، منصفانه، منطقی و به دور از تعصب است.

در این کتاب موارد بسیار جالبی مورد بحث قرار می‌گیرد. از جمله:

- چگونه سن زمین که توسط دیدگاه‌هایی غالب، در حدود ۶۰۰۰ سال در نظر گرفته می‌شد، امروزه به ۴۶۰۰ میلیون سال افزایش یافته.
- حق بزرگی که زمین‌شناسی بر گردن «علم بشری» دارد.
- مطالب جالبی در مورد تکامل و تاریخچه آن.
- مطالبی بسیار خواندنی در فسیل‌ها و تفسیر آنها توسط بشر در گذر زمان.

یک زمین بسیار قدیمی که توسط فرآیندهای ثابت و تدریجی و در دوره‌های زمانی طولانی ساخته شده، صورت گرفته است.

فصل‌های ۴ و ۵ نگاهی دارد به حرکت و تغییر ایده‌ها، از مفاهیم فاجعه‌گرایانه و عمدتاً انجیلی مربوط به تاریخ زمین، به نظریات تغییر تدریجی طولانی‌مدت و سپس این ایده‌ی امروزی که تاریخ زمین ترکیبی از این دو است. با وجود تأکید بر سنگ‌ها و فرآیندها در پنج فصل نخست، در فصل ۶ توجه به سمت مفاهیم گسترش حیات بر زمین تغییر می‌کند. این فصل شامل بحثی درباره‌ی چگونگی پاسخگو بودن یا نبودن علم است. این مسئله مجدداً در فصل ۷ با بحث بین خلقت‌گراها و تکامل‌گراها (که هنوز هم در جریان است) ادامه می‌یابد. این بحث همان‌طور که خواهید دید، به هیچ‌عنوان یک موضوع فیصله یافته نیست، چراکه امروزه در مدارس مان فشار فزاینده‌ای برای تدریس هر دو وجود دارد. این مسئله تا حدی یکی از انگیزه‌های نوشتن این کتاب بود، تلاش جهت بیانی شفاف و متوازن برای شناخت زمین و اشکال حیاتی آن برای کسانی که مستقیماً وارد این بحث نشده‌اند.

در فصل ۸ من جزئیات توسعه‌ی تاریخی حرکت مدام سطح زمین، از مفهوم شناوری قاره‌ای تا زمین‌ساخت صفحه‌ای را آورده‌ام. با اینکه هر دو نظریه کاملاً جدید هستند، خواهید دید که هیچ‌کدام توسعه‌ی بی‌دردسری در این عصر علمی که در آن زندگی می‌کنیم نداشته‌اند. فصل نهایی سعی کرده از زبان ساده‌تری استفاده کند و شامل تعدادی مثال است که به این امید آورده شده‌اند تا تذکری باشد بر اینکه ما الزاماً تمام پاسخ‌ها را نمی‌دانیم (تنها همه‌ی پرسش‌ها را می‌دانیم) و اینکه مهم نیست تا چه حد درست فکر کنیم، هنوز هم برخی از اشتباهاتی را انجام می‌دهیم که دیگران در گذشته مرتکب شده‌اند.

امیدوارم با به اتمام رساندن این کتاب به بینشی از زمین‌شناسی و علم زمین برسید که پیش از آن نداشتید و آماده‌باشید تا نقش خود را در به‌کارگیری آن‌ها تا پایان سده‌ی بیست و یکم اجرا کرده و یا دست‌کم با یک علاقه‌ی پرشور آن‌ها را دنبال کنید.

زمان زمین‌شناختی

۱.۱ مقدمه

چرا زمان زمین‌شناختی تا این حد اهمیت دارد؟ امروزه زمان زمین‌شناختی اساس تمام مطالعات زمین‌شناسی و علوم زمین است و همچنین چهارچوبی برای بسیاری از علوم دیگر را فراهم می‌کند. سن زمین احتمالاً از زمانی که بشر متوجه اطراف خود شد، فکر او را به خود مشغول کرده است. بشر برای سده‌ها با درجات مختلفی از موفقیت این سن را محاسبه کرد. امروزه با درصد بالایی از اطمینان، سن زمین ۴/۶۵ میلیارد سال تعیین شده است، سنی که برای اکثر مردم به‌طور غیرقابل‌تصوری طولانی است.

بسیاری از مقاله‌ها و کتب «علم خلقت» که در مورد چینه‌شناسی خلقت‌گرایانه صحبت می‌کنند، همواره مدعی‌اند که ما از زمان زمین‌شناختی استفاده و سوءاستفاده (از دید خودشان) می‌کنیم؛ بنابراین آیا دریافت ما از زمین‌شناسی، علوم زمین، پیشینه‌ی سنگ و زمان زمین‌شناختی اشتباه است؟

به دلایل مختلف، درک زمان توسط انسان در طول تاریخ بشریت بسیار تغییر کرده است. بعضی از این دلایل در فصل‌های آینده مورد بحث قرار می‌گیرند.

با نگاهی به بیشتر مباحثه‌های زمین‌شناسی و دیگر علوم، متوجه می‌شویم که شناخت و تعیین زمان، اغلب یک مسئله‌ی اساسی است. ولی چرا این باید یک مسئله باشد؟ مدت زمانی که برای به وقوع پیوستن یک رویداد موجود است، معمولاً احتمال رخ دادن یا تکرار آن را بیشتر می‌کند. در یک مقیاس زمانی کوتاه‌مدت، تغییرات و تنوع اهمیت بیشتری می‌یابند، ولی با افزایش مقیاس‌های زمانی، احتمال موارد غیرعادی (اگرچه غیرمعمول ولی غیرمنتظره) بیشتر می‌شود. به همین دلیل، زمان برای سده‌ها یک میدان مجادله بوده و حتی امروزه در چگونگی تفکر گروه‌های مختلف مردم در مورد علوم زمین، نقش مهمی را بازی می‌کند.

پس مفید است که برای بررسی چشم‌انداز تاریخی زمان و چگونگی درک و تعیین

سن زمین توسط بشر وقت بگذاریم؛ این بررسی می‌تواند نگرشی به چگونگی گسترش و تغییر دیدگاه‌های مختلف در گذر سده‌ها باشد.

بحث بیشتر

پیش از خواندن بخش‌های آینده، دیدگاه خود را در مورد پرسش‌های زیر بررسی کنید:

- چرا ثبت زمان زمین‌شناختی تا این حد مهم است؟
- استنباط شما از زمان زمین‌شناختی و سن زمین چیست؟
- چرا داشتن ایده‌ای در مورد سن زمین الزامی است؟

۲.۱ دورنمای تاریخی

یونانیان و رومیان، بسیاری از خدایان خود را بر مبنای فرآیندهای زمین‌شناختی می‌شناختند. ۶ سده پیش از میلاد مسیح میلئوس، فیلسوف یونانی به این باور رسید که فرآیندهای زمین‌شناختی نتیجه‌ی رویدادهای طبیعی و نظم یافته هستند و نه نتیجه‌ی رخداد‌های ماوراءالطبیعه. در همین زمان، یک یونانی دیگر به نام دموکریتوس دریافت که تمام مواد از اتم‌ها تشکیل شده‌اند و در نتیجه اتم‌ها پایه‌ی همه‌ی پدیده‌های زمین‌شناختی هستند. در سده‌ی چهارم پیش از میلاد ارسطو متوجه تشابه صدف‌های فسیل‌شده با صدف‌های دریایی زنده شد و از آنجا که فسیل‌ها در خشکی بودند، نتیجه گرفت جایگاه نسبی خشکی و دریا باید در گذشته عوض شده باشد. او همچنین حدس می‌زد که برای به وقوع پیوستن این تغییرات به زمان‌های طولانی نیاز است. بعداً یکی از شاگردان او تئوفراستوس نخستین کتاب در مورد کانی‌شناسی را با عنوان درباره‌ی سنگ‌ها نوشت که پایه‌ای برای این مبحث در قرون وسطی شد.

در طول قرون تاریک وسطی، مردم سن زمین را بسیار کوتاه در نظر می‌گرفتند و از آنجا که زمین برای بشر ساخته شده بود، چهارچوب تاریخی آن نیز بر اساس بشر بود. در نتیجه زمین، آغازی «نه‌چندان قدیمی و نهایتاً پایانی در آینده‌ای نه‌چندان دور» داشت. به بیان دیگر برآوردهایی واقعی از زمان وجود نداشت ولی زمین کاملاً جوان در نظر گرفته می‌شد.

اساس این ایده که زمین تنها ۶۰۰۰ سال قدمت دارد، بر مبنای تلفیقی از بحث خلقت شش‌روزه و سخنان مسیح که «یک روز خدا معادل هزار سال و هزار سال معادل یک روز است» بنا نهاده شد که در انجیل سنت پیترو، سوره‌ی ۳، آیه‌ی ۸ آمده و

اشاره به سنی ۶۰۰۰ ساله برای زمین (۴۰۰۰ سال پیش از میلاد مسیح) دارد. سن ۳۹۵۲ سال پیش از میلاد توسط ونرابل بد (۶۷۲-۷۳۵) و در ۱۸۵۳ ارائه شد. یوزف یوستوس اسکالیجر (۱۶۰۹-۱۵۴۰) دانشمند فرانسوی تصحیح فصل‌ها را نوشت و در آن تشکیل زمین را در ۴۷۱۳ سال پیش از میلاد مسیح محاسبه کرد (بعضی نوشته‌ها تاریخ‌های دیگری از قبیل ۳۹۲۹ سال پیش از میلاد را ارائه می‌دهند) او این سن را بر مبنای ترکیبی از سه چرخه‌ی شناخته‌شده ارائه داد:

۱. چرخه‌ی خورشیدی که به رفتار چرخه‌ای ۲۸ ساله‌ی لکه‌های خورشیدی اطلاق می‌شود.
۲. چرخه‌ی متونیک که دوره‌ی ۱۹ ساله‌ای است که طی آن ماه در تقویم قمری و میلادی یکی می‌شود.
۳. استنتاج رومی، یا چرخه‌ای که توسط امپراتور کنستانتین برای اهداف مالیاتی ارائه شد و دوره‌ای ۱۵ ساله داشت.

اسکالیجر معتقد بود که خلقت زمین باید در اولین تلاقی این سه چرخه رخ داده باشد و آن را ۴۷۱۳ سال پیش از میلاد مسیح محاسبه کرد، اتفاقی که دوباره تا ۳۲۶۷ سال پس از میلاد مسیح رخ نخواهد داد. تاریخ ارائه شده توسط وی به‌عنوان آغاز تقویم قیصری گایوس یولیوس کایسار در نظر گرفته شد.

یکی از نخستین افرادی که مبادرت به تعیین سن زمین بر مبنای فهرست گاه‌شماری‌های انجیل کرد، سرجان لایت فوت (۱۶۷۵-۱۶۰۲) بود. کشیشی متولد استوک آن ترنت که نهایتاً به ریاست دانشگاه کمبریج رسید. وی با مرجع قرار دادن انجیل بین ۱۶۴۲ تا ۱۶۴۴ به این نتیجه رسید که زمین در ساعت ۹ صبح ۲۶ اکتبر سال ۳۹۲۶ پیش از میلاد تشکیل شده است.

مدت کوتاهی پس از او جیمز آشر (۱۶۵۶-۱۵۸۱) ریاست کالج ترینیتی دابلین در ۱۶۱۴ و ۱۶۱۷ که در ۱۶۲۵ اسقف آرماگ شد نیز سن زمین را با استفاده از انجیل محاسبه کرد (شکل ۱.۱).

آشر معمولاً به‌عنوان سمبلی از اقتدارگرایی و خشک‌اندیشی مذهبی در نظر گرفته می‌شود و عباراتی از قبیل «سلطه‌ی اقتدار»، «تفکر قدیمی» و «نادان» بارها برای ارزیابی او و کارش به‌کار رفته است. همچنین گفته می‌شود که او تاریخ تشکیل زمین را «با یقین زیادی اظهار یا اعلام» کرده است. به‌رحال آشر که به‌عنوان دانشمند برجسته‌ی زمان خود شناخته می‌شود، در ۱۶۴۰ برای انجام تحقیقات به انگلستان آمد و بین ۱۶۵۰ تا ۱۶۵۴ مطالعه‌ی دقیقی بر روی عهد عتیق انجام داد و تمام نسل‌های بشر که از ابتدای