

# تاریخچه تحولات دانش زمین‌شناسی

علی درویش‌زاده

مقدمه

منشأ زمین از کجاست؟ نحوه پیدایش آن و آنکه چگونه در بین مجموع ستارگان جهان قرار دارد، شرایطی که به موجب آن به سیاره زمین ابتدا امکان حیات داد و سپس آن را برای زندگی آدمی میسر ساخت، سوالاتی هستند که پیوسته از خود می‌پرسیم و مسلماً همین سوالات در طی زندگی اجتماعات بشری بارها تکرار شده است. نحوه برخورد به سوالات فوق و پرسش‌هایی که به آن داده شده در هر عصر به سطح فکر و شناخت، اعتقادات، اضطراب و پریشانی انسانها بستگی داشته و در نتیجه، در اجتماعات مختلف متفاوت بوده است و در هر حال یکی از پایه‌های انعکاس فلسفی و متافیزیک هر تمدن را تشکیل می‌دهد. مسلماً مسئله پیدایش زمین تا به پیشرفت‌های علمی است که هنوز درباره آن از فرضیه‌های مختلفی استفاده می‌شود و گهگاه از قلمرو زمین‌شناسی و حتی علمی خارج شده و به مشاجرات شدید لفظی بدل شده است. مشاجراتی که سلیقه‌ها در آن دخالت داشته و هر جمله آن تفسیرهای متفاوتی داشته است. زمین‌شناسی علمی است که درباره زمین، ساختمان و تاریخ آن و آنچه که در زمین یافت می‌شود گفتگو می‌کند. این تعریف قدیمی است، زیرا امروزه با به کارگیری از وسایل و اسبابهای جدید معیارها تغییر کرده و مطالعه اعماق دریاها، درون زمین، درون یک کانی، در مقیاس وسیعی عقاید قدیمی را به کنار زده است. مثلاً امروزه با تعیین ایزوتوپ‌های اکسیژن محثوی فسیل آمونیت دوره تریاس درجه حرارت آب دریای آن زمان را تعیین می‌کنند و یا در آزمایشگاهها، شرایط دقیق تبلور کانیها را اندازه‌گیری می‌نمایند و...

به این ترتیب، ملاحظه می‌کنیم که توصیف و شرح وقایع اساس زمین‌شناسی اولیه را تشکیل داده و هنگامی که بحث درباره نحوه تشکیل کوهها، زمین، دریا و... به میان کشیده می‌شود اختلاف نظر شدید می‌شود! در این مقاله سعی شده است که تا سرحد امکان، مطالب مربوط به زمین‌شناسی قدیم گنجانیده شود و بحث مربوط به تعیین سن زمین و زلزله‌شناسی را به شماره آینده موکول می‌کنیم.

با آنکه زمین‌شناسی دانشی جوان است، در تاریخچه آن تحولات بسیاری وجود دارد و کوشش‌های دانشمندان زیادی آن را به صورت امروز در آورده است. از این شماره به بعد، سعی داریم مهمترین این تحولات را از قدیم تا به امروز برای شما بازگو کنیم.

## قدیم‌ترین نوشته‌های زمین‌شناسی

قدیم‌ترین نوشته‌هایی که درباره زمین، زمین‌شناسی و سنگها و کوهها وجود دارد توصیف واقعی است که مجامع بشری شاهد آن بوده و آثاری بر زندگی آنان داشته است. چنانکه شرح آتشفشان سال ۷۹ بعد از میلاد کوه وزوو که به صورت دو نوشته مجزا، در موزه رم نگهداری می‌شود از آن پلین (Pliny) است. در تاریخ قدیم رم، دو نفر به اسامی پلین شهرت به سزایی دارند که یکی طبیعی‌دان و دیگری تاریخ‌نویس است:

پلین پیر یا پلین قدیمی، طبیعی‌دان رومی (۲۳ - ۷۹ بعد از میلاد)، مؤلف تاریخ طبیعی در ۳۷ جلد کتاب یا دایرةالمعارف علوم در عهد باستان است که در هنگام فوران کوه وزوو در سال ۷۹ بعد از میلاد کشته شد. وی فرمانده کشتی میسن (Misen) بود. در سانحه‌ای که در شهرهای پمپئی و هرکولانوم اتفاق افتاد در زیر آتشفشان کوه وزوو مدفون شد در حالیکه برای نجات ساکنین وحشت زده فعالیت می‌نمود خود نیز در همین سانحه هلاک شد.

پلین جوان (۱۱۶ - ۶۲ بعد از میلاد)، برادرزاده پلین پیر، نویسنده و تاریخ‌نویس لاتین است که شرح حال پلین پیر و نحوه کشته شدن وی در فوران کوه وزوو و مدفون شدن شهرهای پمپئی و هرکولانوم در زیر خاکسترهای آتشفشانی یادگاری از او است. می‌توان به جرات گفت که اولین شرح فعالیت آتشفشانی در دنیا توصیف همین تاریخ‌نویس است. در سال حاضر (از سال ۱۹۷۰)، فوران انفجاری

شبهه کوه وزو را که خاکستر فراوان از خود خارج می‌کند به احترام پلین پیر، فوران نوع پلینین (Plinien) می‌گویند.

در حدود ۱۹۱۰ سال قبل، پلین پیر، راجع به سنگهای آسمانی، در دایره‌المعارف علوم در عهد باستان چنین نوشته است:

«آدمیان سقوط سنگهای خارجی را از آسمان مشاهده کرده‌اند. این سنگها در حین عبور از جو زمین با نور خیره‌کننده‌ای می‌درخشند و در اثر برخورد با سطح زمین به هزاران تکه تقسیم می‌شوند. در محل اصابت، حفره‌ای بوجود می‌آید که به آن دهانه می‌گویند. بعضی از سنگهای آسمانی خیلی بزرگ و چندین تن وزن دارد و برخی دیگر کوچکند و وزن آنها باید به کیلو اندازه‌گیری شود. این سنگها که از آسمان سقوط می‌کنند سنگهای آسمانی نامیده می‌شوند.»

در حالی که، توماس جفرسون رئیس جمهور امریکا در سالهای ۱۸۰۹ - ۱۸۰۱، در اواخر قرن هجدهم (۱۷۸۴) وقتی از سقوط سنگی در آسمان نیویورک صحبت می‌کند و نحوه فرود آمدن آن را شرح می‌دهد مورد تمسخر امریکایی‌ها قرار می‌گیرد که «مگر سنگها از آسمان می‌افتند!»

غیر از شرح حوادث و وقایع، مسلماً قدیم‌ترین بحث درباره شناسایی زمین را می‌توان مربوط به مواقعی دانست که بشر برای تأمین امور زندگی خود درصدد استفاده از زمین برآمده است.

در مقدمه کتاب زمین‌شناسی تألیف آقای دکتر سحابی (۱۳۳۱) راجع به تاریخچه بسط علم زمین‌شناسی مطالبی بیان شده است که ما در اینجا خلاصه‌ای از آن را نقل می‌کنیم:

«در قدیم‌ترین آثار تاریخی بشر مثل سرودهای مذهبی هندی‌ها در پاره‌ای از آنها اشارات افسانه‌آمیز راجع به تغییرات زمین یافت می‌شود. چنانکه بعضی از نویسندگان دولت رم مانند سنک (Sénèque) معاصر نرون (Néron) از معتقدات و افسانه‌های مصری‌های قدیم راجع به تغییرات زمین مطالبی نقل می‌کنند. مثلاً می‌گویند که مصری‌های قدیم معتقد بوده‌اند که زمین در ابتدا جانوران عظیمی داشته است و با پیش‌آمد حوادث آنها از بین رفته‌اند و دسته‌های دیگری بجای آنها بوجود آمده‌اند.»

«مصری‌های قدیم معتقد بودند که فسیل نومولیت‌ها که شکل سکه دارند و در زمین مصر زیاد یافت می‌شوند گنج‌های سنگ شده فراعنه و عدس غذایی آنها است که سنگ شده است (به مناسبت شباهت نومولیت با عدس). این مثالها می‌رساند که هندی‌ها و مصری‌های قدیم توجه بزمین و مواد موجود در آن داشته‌اند و برای آنها توضیحاتی متناسب فکر خود در آن زمان می‌دادند.»

«دوره تمدن یونانی که دوره بسط و اشاعه علوم است در آثار علوم طبیعی و تغییرات زمین نظریه‌های علمی قابل توجهی نیز اظهار و کتابهایی شایان توجه منتشر شد چنانکه یک دسته از علما مانند طالس (۶۴۰ - ۵۴۸ قبل از میلاد) و گزنفن (Xénophone) (۴۳۰ - ۳۵۲ قبل از میلاد) بیشتر به مصر سفر

«تمدن قدیم رم چیزی در حقایق شناخت زمین مکتوف نساخت و فصلی بر اطلاعات یونانی‌ها نیفزود. اما در دوره رنسانس علمایی مانند لئوناردو داوینچی (۱۴۵۲ - ۱۵۱۹ میلادی) پاره‌ای نظریه‌های قابل قبول امروز در زمین‌شناسی را اظهار نمودند. این شخص و برنارد پانیسی فرانسوی (۱۵۱۰ - ۱۵۹۰ میلادی) دریافته‌اند که فسیل‌ها بقایای سنگ شده موجودات زنده‌ای هستند که در گذشته در دریاها و خشکیها زندگی می‌کردند.»

می‌کردند و در آن نواحی می‌زیستند، آثار رود بزرگ نیل را در زمین مصر و کنار مصب آن می‌دیدند، آب را عامل تغییرات عمده زمین می‌دانستند بهمین مناسبت این دسته از علمای طبیعی یونانی را نپوتنی (یا نپتونیست‌ها) می‌نامند - دسته دیگر مانند هراکلیت (Héraclite) (۵۸۶ - ۴۸۰ قبل از میلاد) و زنون Zénon (اواخر قرن پنجم قبل از میلاد) که ناظر فعالیت شدید آتشفشانی نواحی شرقی مدیترانه بودند آتش را در تغییرات و تشکیلات زمین مؤثر می‌دانستند و آنها را علمای پلوتنی (یا پلوتونیست‌ها) می‌نامند.»

«ارسطو (۳۸۴ - ۳۲۲ قبل از میلاد)، فیلسوف مشهور در بین تألیفات فراوانش، کتاب مفصلی راجع بآثار جوی زمین دارد که در آن عقاید علمی قابل توجهی راجع به تغییرات وارد بر زمین ذکر کرده است.»

«علمای یونانی بحث‌های علمی زیادی راجع بزمین و تغییرات زمین نموده‌اند ولی در زمان آنها چیزی از حقیقت فسیل‌ها یعنی آثار سنگ شده موجودات زنده کشف نشده است. چنانکه ارسطو با مقام علمی عالی اش فسیل‌ها را بازیچه و عروسک‌های طبیعت تصور می‌نمود.»

«خلاصه آنکه تا اواخر قرن ۱۸ و اوایل قرن ۱۹ درباره بسیاری از موضوع‌های زمین‌شناسی و حقیقت مطالب از نظر علمی اطلاع چندانی در دست نبود. از این تاریخ به بعد نظریه‌ها مورد تحقیق و آزمایش علمی قرار می‌گیرد.» «تا سال ۱۸۳۰، فقط اروپای غربی مورد بررسی‌های زمین‌شناسی واقع شد ولی امروز دامنه تحقیقات این علم در تمام عالم بسط یافته است. هر روز اطلاعات جدیدی درباره مواد تشکیل دهنده زمین از نقاط مختلف دنیا میرسد و در شهرهای پیشرفته آزمایشگاههای بزرگ در شعب مختلف این علم مرتباً در کار است.»

«در گذشته دور در بین ایرانیان علمای بسیاری که در قسمت علوم طبیعی کار کرده‌اند عقایدی مربوط به بعضی از قسمت‌های دانش زمین‌شناسی اظهار کرده‌اند. مثلاً حکیم و طبیب دانشمند شیخ‌الرئیس ابوعلی سینا از جمله تألیفات متعدد، کتابی بنام «الاحجار» دارد که از خواص پاره‌ای سنگها گفتگو کرده است. این حکیم قبل از علمای مغرب زمین عقایدی در خصوص تشکیل جبال اظهار نموده که بنوبه خود قابل توجه است. زکریای قزوینی و دیگر علمای اسلامی تألیفات بسیار در باره جغرافیای طبیعی، سنگها و غیره دارند.»

درباره تحولات علوم زمین و سیر پیشرفت آن در ایران پیش از اسلام و به خصوص در دوره اسلامی آقای دکتر جواد الیاسی، مطالب جامعی در مجله رشد زمین‌شناسی - شماره ۲، بهار ۱۳۶۴ - صفحات ۶ تا ۱۸ به چاپ رسانیده است که توجه خوانندگان را به این نوشته و منابع معتبری که ایشان ذکر نموده‌اند جلب می‌نماید. ضمناً یادآور می‌شویم که در نظر اهل بصیرت، در بسیاری از آیات قرآن کریم،

الاصل و متولد هانور، اورانوس و دو قمر آن را کشف نمود و نظریه‌ای شبیه نظریه لاپلاس ابراز نموده بود.

لاپلاس (Laplace - ۱۸۲۷ - ۱۷۴۹): منجم، ریاضی‌دان و فیزیک‌دان معروف فرانسه که در سال ۱۷۹۶، نظریه معروف خود را درباره منظومه شمسی ابراز داشت.

پتر سیمون پالاس (Peter Simon Pallas - ۱۸۱۱ - ۱۷۴۱) طبیعی‌دان و جغرافی‌دان معروف آلمان که آسیای مرکزی و اورال را کشف و با وسایل ساده نقشه‌برداری نمود.

نیکلا استنون (N. Stenon - ۱۶۷۹ - ۱۶۲۰) کسی است که علم چینه‌شناسی و نحوه تشکیل سنگهای رسوبی را بنیان گذاشت و اولین نوشته اصل انطباق لایه‌ها از همین شخص است.

دوسوسور طبیعی‌دان معروف سویس (De saussure - ۱۷۹۹ - ۱۷۴۰) که علاوه بر اختراع وسایل فیزیکی، در کانی‌شناسی استاد بود و واضح علم هواشناسی است.

هائویی (Haüy - ۱۸۲۲ - ۱۷۴۳)، کشیش و کانی‌شناسی معروف فرانسه که یکی از بنیان‌گذاران علم بلورشناسی هندسی محسوب می‌شود. در این مورد باید از رومه دولیل (Romé de Lisle) فرانسوی هم نام برد.

سر جرج بیدل ایری (Sir. G.B. Airy - ۱۸۹۲ - ۱۸۰۱) منجم انگلیسی که فرضیه ایزوستازی را بنیان نهاد و هم‌زمان و یا کمی بعد از آن پرات (Pratt) به گونه دیگری از آن صحبت نمود.

استفاده از فسیلها در زمین‌شناسی در نیمه دوم قرن هجدهم مرسوم شد.

به نظر می‌رسد که اصل انطباق بین لایه‌های رسوبی و نحوه استفاده از آن برای اولین بار بوسیله آنتوان لاوازیه که در شیمی از شهرت و اعتبار زیادی برخوردار است مرسوم شد. لاوازیه در سال ۱۷۸۹، یعنی ۵ سال قبل از آنکه به دستور کتوانسیون و بوسیله گیوتین اعدام شود سری مقالاتی منتشر نمود که در آن به کمک نمودارهای واضح و روشن، خاطر نشان کرد که هر لایه زمین‌شناسی دارای فسیل مشخصی است و به این ترتیب به کمک آنها می‌توان لایه‌های مختلف را شناسایی نمود. ولی به نظر می‌رسد که این نوشته‌ها نادیده گرفته شده است و تا قبل بر آن بود که علم چینه‌شناسی را از یک طرف به زور کوبیه و الکساندر برزونیار (۱۸۰۸) و از طرف دیگر به ویلیام اسیت (۱۸۱۱) نسبت دهند. اسیت در انگلستان و کوبیه و همکارش در پاریس به ترسیم نقشه‌های مختبر زمین‌شناسی بر اساس اصل انطباق مشغول شدند. خاطر نشان می‌کنیم که اولین نقشه اکتشاف معدن در ماسیفت سائترال فرانسه که بر روی نقشه ثابت است در زمان پادشاهی لوئی چهاردهم در سال ۱۷۰۲ تهیه شد. این نقشه محل چند کوه را به

اشارات و مطالبی در مورد منشأ زمین، حرکات زمین، زمین‌لرزه، آتشفشان، شکل کوهها و پیدایش آنها و موادی که از زمین بدست می‌آید، عمل باد و آب بر آن ... و حتی خلقت و تکامل موجودات منجمله انسان با قاطعیت حقایقی بیان شده است که علمای مغرب زمین هنوز در راه کشف آن حقایق از راه تجربه و آزمایش به نظریه‌پردازی مشغول‌اند.

اولین نکته‌ای که درباره سن زمین به آن برخورد می‌کنیم از کتاب انجیل است (نقل از آلگر ۱۹۸۳):

— جهان در شش روز و انسان در روز ششم آن خلق شد.  
— تاریخ خلقت انسان به چند هزار سال می‌رسد. زمین هم در همین حدود سن دارد.

— در سال ۱۵۴۰ میلادی، اسقف اشتر (J. Ussher) سن زمین را چنین اعلام نمود: زمین در ۲۶ اکتبر سال ۴۰۰۴ قبل از میلاد در ساعت ۹ صبح خلق گردید. این عدد در آن زمان قاطع و مورد قبول به حساب می‌آمد، زیرا با نوشتجات قدیمی یونانی، مصری و مسیحی تطبیق می‌نمود و به عقیده همین اسقف درست ۶ روز بعد از آن یعنی اول نوامبر سال ۴۰۰۴ قبل از میلاد انسان آفریده شد (توجه داشته باشید که ماه اکتبر ۳۱ روزه است). در دوره رنسانس و بعد از آن علوم زمین‌شناسی متحول شد و فلاسفه و محققینی در این راه کوشش نمودند که اهم آنها عبارتند از:

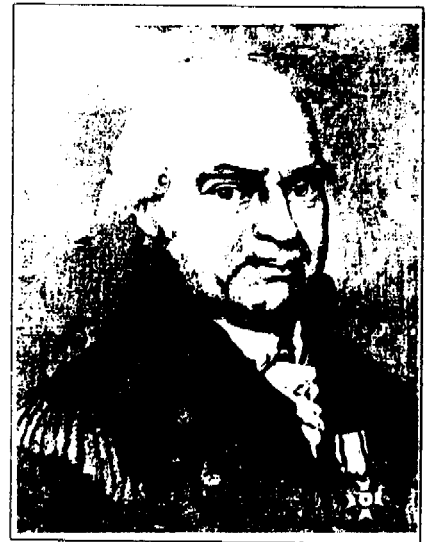
— لئوناردو داوینچی (Leonard de Vinci - ۱۵۱۹ - ۱۴۵۲)، نقاش، فیلسوف، نویسنده و دانشمند در تمام زمینه‌های علوم و حتی در زمین‌شناسی که درباره فسیلها نظریه دقیق و صحیحی ابراز داشته بود.

— برنارد پالیسی (۱۵۱۰ - ۱۵۸۹ یا ۱۵۹۰) شاعر، نقاش، نویسنده و فیلسوف فرانسوی که درباره فسیل‌شناسی هم مشاهدات و مطالب مهمی در آن زمان ابراز داشته و فسیلها را بقایای سنگ شده موجودات قدیمی که در دریا یا خشکی زندگی مینموده‌اند می‌دانسته است. پالیسی در سال ۱۵۸۹ به عنوان اینکه طرفدار نظر کالوین (Calvin) است در زندان باستیل محبوس و در همان زندان چشم از جهان فرد بست (کالوین کسی است که در سال ۱۵۴۱، جمهوری حاکمیت روحانیون کاتولیک را اشاعه داد).

— بوفون (Buffon - ۱۷۸۸ - ۱۷۰۷): آکادمیسین فرانسه، نویسنده و دانشمند، مؤلف تاریخ طبیعی و تکامل انواع و تحولات جهان، درباره پیدایش زمین عقیده جالب جزر و مدی را ابراز نموده بود.

— اماتوئل کانت (E. Kant - ۱۸۰۸ - ۱۷۲۴): فیلسوف آلمانی، که قبل از لاپلاس، از پیدایش منظومه شمسی سخن گفته بود.  
— سر ویلیام هرشل (Herschel - ۱۸۲۲ - ۱۷۳۸): منجم آلمانی

صورت برجسته و رودخانه و جنگل را با نقاشی نمایش می‌داد که امروزه در موزه معدنی کلرمون فران نگهداری می‌شود. در اینجا لازم است یادآور شویم که به عقیده ارد کلون که خود یکی از دانشمندان علم فیزیک محسوب می‌شود در سال ۱۸۴۶، با استفاده از قوانین اتلاف حرارتی و تخمین گرمای اولیه زمین، عمر زمین را صد میلیون سال اعلام نمود. بر اساس همین محاسبات، کلون اظهار داشت که زمین و خورشید در یک زمان بوجود آمده‌اند و چون کلون فیزیک‌دان مشهوری بود هیچیک از همکاران وی جرأت ابراز عقیده در برابر وی را نیافتند ولی یک ربع قرن بعد، زمین‌شناسان عدد کلون را اصلاح نمودند.



ابراهام ورنر

### نپتونیست‌ها یا طرفداران نظریه ورنر

اگر چه تا اواخر قرن هیجدهم تعداد پیشروان علم زمین‌شناسی بخصوص در اروپا کم نبود و کارهای آنها را باید ارج گذاشت ولی باید اذعان داشت که علم زمین‌شناسی، آنچنان که، به آن آشنا هستیم در اواخر قرن هیجدهم و از انگلستان پا به عرصه وجود گذاشت. آنچه که افکار زمین‌شناسان را در این زمان به خود مشغول می‌داشت شناسایی منشأ سنگها و کانی‌ها بود:

«... سنگها در ساختمان پوسته زمین شرکت دارند و از کانی‌ها که دور هم گرد آمده تشکیل یافته‌اند. در تشکیلات عظیم، سنگها عموماً لایه لایه هستند. جنس، رنگ و ترکیب سنگها متفاوت است و کانی‌های تشکیل‌دهنده سنگها با هم فرق دارند. لایه‌های رسوبی گاهی به حالت افقی گاهی چین‌دار و گاهی گسل خورده‌اند...»

چنین حالات گوناگون چگونه بوجود آمده‌اند؟ و فسیلها چه منشایی دارند؟ موضوعاتی بود که بین متفکرین زمان اختلاف نظر وجود داشت مثلاً ولتر، نویسنده معروف عقیده داشت که فسیلها،

صدفهایی خوراکی‌ای هستند که بوسیله سیاحتان دور ریخته شده‌اند و یا پس از آنکه صدف‌های سنگ شده را مشاهده نمود اظهار داشت که سنگها و فسیلها بازبچه‌های طبیعت‌اند...

در حالی که سایرین سعی بر اثبات این نکته داشتند که فسیلها باقی مانده جانوران ناپدید شده گذشته‌اند البته بدون آنکه ترتیب و تسلسل آنها را مورد توجه قرار دهند.

تا مدت‌ها وجود رسوبات قدیمی دریایی بر روی قارها مورد توجه متقدمین بود و تصور می‌نمودند که تمام این رسوبات دریایی بر اثر طوفان نوح بر جای مانده‌اند. تفسیرهای فوق، که خود صحت و درستی انجیل را به زمین‌شناس تفهیم می‌نمود نقطه شروع نظریه نپتونیست‌ها محسوب می‌شود.

اگر چه شبیه نظریات فوق در حدود سال ۱۷۴۸ بوسیله برتران دومیه (Bartamde de Maillet) در کتابی تحت عنوان منشأ زمین و انسان... در آمستردام به چاپ رسید ولی نظریه نپتونی را به ابراهام گوتلوب ورنر (Abraham Gottlob Werner) ۱۸۱۷ - ۱۷۵۰ که خود استاد کانی‌شناسی فریبرگ (Freiberg) آلمان بود نسبت می‌دهند. ورنر را باید سقراط زمین‌شناسی دانست. هیچ نوع نوشته‌ای از تئوری وی که بوسیله خودش منتشر شده باشد بدست نیامد و نوشته‌های او اساساً بوسیله شاگردان و پیروان وی اشاعه گردید. از بین شاگردان که سخن پرداز بسیار برجسته‌ای نیز بشمار می‌رفت رابرت جمیسون (Robert Jamieson) را باید نام برد که استاد تاریخ طبیعی دانشگاه ادینبورگ بود. این دانشگاه از بزرگترین مراکز روشنفکران بریتانیای کبیر که در آن عصر به شمار می‌رفت و شخص جمیسون در اشاعه افکار ورنر سهم به سزایی داشت (سال ۱۸۰۸) به عقیده ورنر، کانی‌ها و سنگها از آب بوجود می‌آیند. زمین پس از سرد شدن بوسیله پوششی از زمین اولیه فرا گرفته شد. بعد آب تقطیر گردید در اقیانوس‌های گرم اولیه سنگهای شیبستی فاقد فسیل ته‌نشین شدند. سپس آب اقیانوسها سرد شد و در آن موجودات زنده وجود داشتند که بعداً به صورت سنگهای فسیل‌دار درآمد. تسلسل موجودات نیز به عقیده ورنر چنین بوده است: کلیه مواد در اقیانوس بزرگی که در بعضی از اعصار تمام سطح کره زمین را فرا می‌گرفت تشکیل شده‌اند ولی این مواد در یک زمان بوجود نیامد بلکه در طی عمر زمین، یکی پس از دیگری ته‌نشین گردید به نحوی که انواع جدید بر روی انواع قدیمی قرار گرفت. نامبرده، تاریخ زمین را به ۵ مرحله مشخص تقسیم می‌کند که در هر مرحله مواد مشخصی تشکیل شده و آثاری از آن بر جای مانده است. این مراحل عبارتند از:

مرحله اول: نهشته‌هایی در دریاها گرم بر جای ماند و از آن گرانیت، گنیس و پورفیرها ساخته شد.

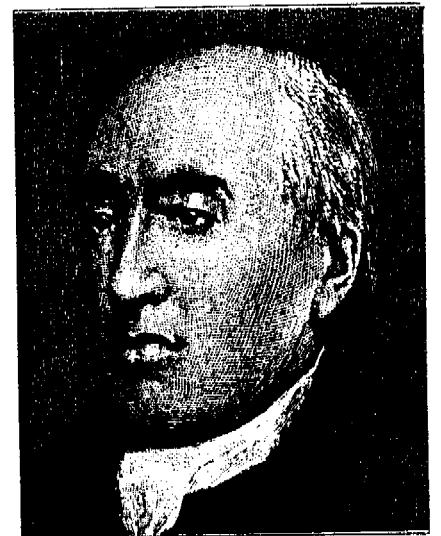


مرحله دوم: سنگهای «حد واسط» نظیر شیست و گرو واک بوجود آمد که گرانیته و کنیس اولیه را فرا گرفت و در اقیانوس سرد شده این مرحله ماهی‌هایی زندگی می‌کردند که آثار آنها در شیست‌ها دیده می‌شود.

مرحله سوم: دریا، از سطح قاره‌ها شروع به عقب‌نشینی نمود و در این مرحله، آهک و ماسه‌سنگ، گل سفید و بازالت بوجود آمد (توجه داشته باشید که در اینجا، بازالت به عنوان سنگ رسوبی در نظر گرفته شده است).

مرحله چهارم: بخش‌هایی از قاره‌ها دوباره بوسیله آب‌نه چندان گسترده فرا گرفته شد. بر روی قاره‌ها، هنوز رودخانه‌ها و با دفعال بودند. عوامل فرسایش و حمل و نقل قاره‌ها را شست و رس و ماسه و شن در دریاها ته‌نشین نمود.

مرحله پنجم: در این مرحله، آب کاملاً از دریاها عقب‌نشست فعالیت شدید آتشفشانی برقرار شد این فعالیت در نتیجه سوختن مواد زغالی و کربن‌دار پدید آمد. مواد زغالی فوق‌قبلاً در اعماق مدفون شده بود به عقیده ورنر و پیروان وی، ۵ مرحله فوق، در مدت زمانی کوتاه، مثلاً چند ده هزار سال یا کمی بیش از آن، اتفاق افتاد. این مدت با آنچه که در انجیل نوشته شده تقریباً تطبیق می‌نمود. خاطر نشان می‌کنیم که به عقیده ورنر بین آتشفشانی و بازالت هیچ نوع ارتباطی وجود ندارد. به احترام ورنر، امروزه یک نوع کانی را ورنریت Wernerit می‌گویند که خود نوعی اسکاپولیت است.



جمیز هاتن

پلوتونیست‌ها

بنیان‌گذار مکتب پلوتونیست‌ها، جمیز هاتن (James Hutton) انگلیسی است. هاتن بر خلاف ورنر، هیچ نوع سمت رسمی دانشگاهی نداشت. مکتب و ثروت و املاک زیاد وی باعث شد که وی با علاقه وافر و بدون دغدغه خاطر به مطالعه طبیعت بپردازد. کتجکاو‌های وی

در گردش‌های صحرایی و تفکر در علل پیدایش مناظر طبیعی (رودخانه‌ها کوهها و غیره) تسدیجاً موجب طرح نظریه‌ای در زمین‌شناسی شد که شروع آن شرح مناظر مختلف است که نامبرده آنها را به صورت چندین اثر پی در پی منتشر نمود ولی آنچه که نام هاتن را بر سر زبانها انداخت عرضه کامل آنها به صورت کتابی است که در سال ۱۷۹۵ تحت عنوان تئوری زمین (Theory of Earth) انتشار یافت.

در این کتاب هاتن، مواد سازنده پوسته زمین را از دو منشأ می‌داند: بعضی از سنگها مانند آهک، شیست یا ماسه‌سنگها، از رسوبات زیر دریاها بوجود آمده‌اند. وی این سنگها را ثانوی و در نتیجه عمل فرسایش سنگهای دیگری که مهم‌تر و اولیه‌اند می‌داند این سنگهای ثانوی پس از حمل و نقل و رسوب گذاری تشکیل می‌شوند. از مهمترین سنگهای اولیه گرانیته و بازالت است که هر دو از انجماد ماگمای داغ که از دوران زمین منشأ دارند بوجود می‌آیند. به نظر هاتن، سنگهای دسته اول، محصول آب و سنگهای دسته دوم محصول آتش‌اند. به این ترتیب هاتن اولین کسی است که سنگهای دسته دوم را آذرین نامید.

هاتن هم مانند ورنر، عقیده داشت که سنگها در طول تاریخ زمین‌شناسی تشکیل شده‌اند ولی هاتن تاریخ زمین‌شناسی را که واجد مراحل پشت سر هم باشد قبول نداشت. به نظر وی، تاریخ زمین‌شناسی از چرخه‌های متوالی تشکیل یافته و این چرخه‌ها در طی ادوار مختلف شبیه هم بوده است یعنی هر چه با عامل آتش شروع می‌شود. ماگمای مذاب از اعماق به طرف سطح زمین بالا می‌آید و در محل‌های مختلف مستقر شده و به این ترتیب گرانیته و بازالت بوجود می‌آید و هنگامی که ماده مذاب به سطح زمین میرسد فورانهای آتشفشانی بوجود می‌آید. گرمای ناشی از این ماگمای مذاب مانند نانی که در معرض آتش تنور باد می‌کند باعث چین خوردگی لایه‌های زمین شده و به این ترتیب کوهها تشکیل می‌شوند. سپس دوره آتش، جای خود را به دوره سرما می‌دهد. در طی دوره سرما، آب به عنوان عامل اصلی شروع به فعالیت می‌نماید. ارتفاعات را می‌شوید و مواد حاصل از شستشو را حمل و نقل نموده و در دریاها و دریاچه‌ها ته‌نشین می‌کند و به این ترتیب فرآورده‌های ثانوی مانند ماسه، شن، رس و به طور کلی سنگهای رسوبی بوجود می‌آیند. با تشکیل کوههای جدید که در نتیجه عمل آتش درونی رخ می‌دهد، آنها از محل‌های قبلی به طرف اقیانوس‌های دائمی رانده می‌شود و در نتیجه رسوبات از زیر آب بیرون آمده و در معرض هوا و آفتاب خشک و در نتیجه به سنگ تبدیل می‌شود. بعد چرخه دیگری از نو شروع می‌شود و به این ترتیب انواع مختلف سنگها در طی چرخه‌ها تشکیل شده‌اند.

در نتیجه، هاتن، آتش‌درونی، عامل سازنده است که مواد اولیه

و ارتفاعات را تولید می‌کند. و آب عامل مخرب است که سعی فرساید و سطح زمین را صاف و هموار می‌کند و در تشکیل سنگهای رسوبی دخالت می‌نماید. با توضیحات فوق هاتن نتیجه می‌گیرد که هر چرخه در زمین با رقابت دو عامل اصلی که در خلاف جهت هم (سازندگی و تخریب) عمل می‌کنند شروع و خاتمه می‌یابد و این چرخه‌ها مرتباً تکرار می‌شوند و اثرات آنها روی هم انباشته شده و به این ترتیب به کمک عامل زمان، آثار بزرگی از آنها بوجود می‌آید.

به نظر ورنر، در تاریخ زمین شناسی و در مراحل خاصی از آن، سنگهای ویژه‌ای بوجود می‌آیند ولی هاتن، به جای آن تاریخ یکنواخت، تاریخ مکرری در نظر می‌گیرد که مشخص نمودن شروع و پایان آن بسیار مشکل است وی درباره وقایع زمین شناسی در یک جمله کوتاه چنین بیان می‌کند «نه نشانه‌ای از شروع آن در دست است و نه چشم اندازی از پایان آن». برخلاف ورنر که نقش زمان را در زمینشناسی ممتد می‌داند هاتن، زمان را چرخه‌ای بیان می‌کند.

ورنر، نظریه خود را بر اساس تشکیلات کلی زمین شناسی استوار نموده بود. مرکز قاره‌ها (مانند ماسیف هارتز در آلمان، ماسیف بوهم در چکسلواکی، ماسیف سانترال در فرانسه) از گرانیت و گنیس ساخته شده‌اند که ظاهری پخته و قدیمی دارند. حاشیه این قاره‌ها، غالباً بوسیله شیبست‌هایی با فسیلهای ماهی پوشیده شده‌اند تمام اینها توده‌های قدیمی محسوب می‌شوند. توده‌های مزبور بوسیله لایه‌های افقی‌تر شیاری (نظیر حوضه‌های پاریس که از آهک یارس تشکیل شده) پوشیده شده‌اند. در سطح زمین، وجود شن و ماسه‌ها، نشان‌دهنده فعالیت زمین شناسی رودخانه‌های جوان است. بنابراین، به نظر می‌رسد که دلایل ورنر، توصیف صحیحی از نقشه زمین شناسی اروپا است.

هاتن مشاهده نموده بود که در اسکاتلند، لایه‌های رسوبی افقی بوسیله رگه‌هایی از گرانیت قطع شده‌اند. در محل تماس و در حدبین این دو سنگ، رگه‌های نازکی، در داخل لایه‌های رسوبی نفوذ نموده بود وی از این نکته، نتیجه گرفت که گرانیت به حالت مذاب مستقر شده و نسبت به لایه‌های رسوبی جدیدتر است. بنابراین گرانیت از درون زمین یعنی آتش تولید می‌شود و آب در آن نقشی نداشته و حتی پس از آن بوجود آمده است.

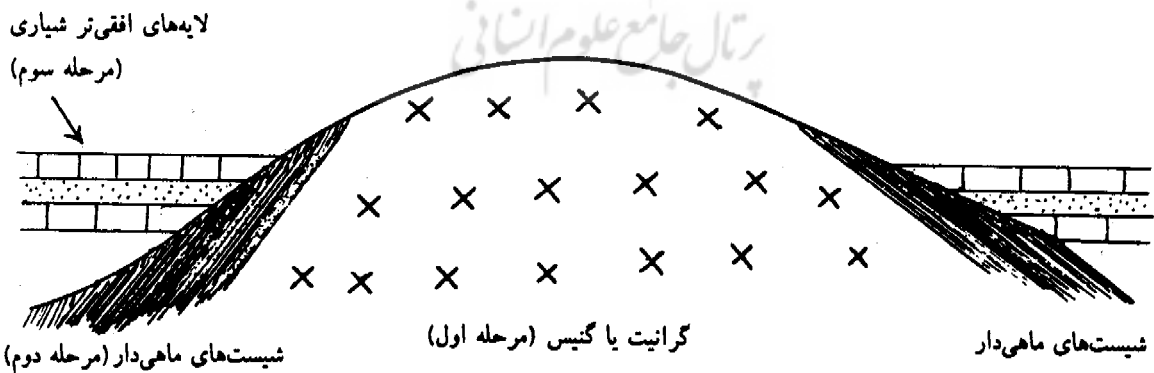
به علاوه، هاتن به مشاهده و تفسیر نکته مهم دیگری نایل آمد که امروزه آن را دگرشیبی زاویه دار می‌نامیم. وی غالباً در اسکاتلند، لایه‌های چین خورده‌ای مشاهده می‌نمود که بوسیله طبقات افقی پوشیده شده بود (دگرشیبی زاویه دار). به عقیده وی بین لایه‌های قدیمی و طبقات ثانوی افقی حادثه مهمی اتفاق افتاده و موجب چین خوردگی لایه‌های قدیم شده است. با مشاهدات فوق، هاتن نتیجه گرفت که تاریخ زمین شامل دو دوره است:

— دوره آرامش — که در آن لایه‌ها تقریباً همیشه در اعماق دریا به طور افقی ته‌نشین شوند.

— دوره‌های ناآرامی و اغتشاش — که لایه‌های مزبور را شکسته و چین داده و جابجا نموده است.

این همان حوادث متناوبی است که چرخه را تشکیل می‌دهد. با مشاهدات و استدلال فوق بود که فرضیه هاتن مقبول‌تر گردید.

تا سال ۱۷۹۰، نظریه ورنر تقریباً مورد قبول همگان بود و مانند فرضیه نیوتن در فیزیک طرفداران زیادی داشت. زیرا هم با مشاهدات علمی آن زمان تطبیق می‌نمود و هم با انجیل تضادی نداشت. ولی انتشار نوشته‌های هاتن، هیاهو و جنجال عظیمی برآورد. هاتن در سال ۱۷۹۷ دیده از جهان فرو بست و در نتیجه فرصت نیافت تا از نظریات



شکل ۱ - خلاصه‌ای از تفسیر ورنر درباره سه مرحله از تاریخ زمین

خود دفاع کند ولی جنجالی که وی عامل آن بود بدوش پیروان وی افتاد مخصوصاً دو نفر از آنها که هر دو از اساتید دانشگاه ادینبورگ

ولی سعی هاتن بر آن بود تا اندیشه‌های خود را به کمک مشاهدات دقیق و در مقیاس متفاوت به اثبات برساند:

بوده‌اند از آن دفاع کردند یکی جان پلایفر (John playpair 1802) و دیگری رابرت جمیسون (Robert Jamieson 1808) شهرت بیشتری داشته‌اند. ماجرای این هیاهو بزودی از چارچوب زمین‌شناسی خارج و به مسائل فلسفی و مذهبی کشیده شد.

کلیسای انگلستان، جنجال بزرگی را در مقابل نظریه هاتن براه انداخت و چون اغلب معلمین تاریخ طبیعی آن زمان در انگلستان کشیش بوده‌اند لذا بحث آن به مدارس و منازل کشیده شد. عامل اصلی اختلاف و تضاد، تفسیر حوادث بود. زیرا تا آن زمان، طوفان نوح را عامل اصلی حوادث می‌دانستند و نظریه‌های نپتونی‌ها هم موید آن بود که چندین طوفان نوح متوالی وجود داشته است در حالی که در نظریه هاتن، چنین چیزی وجود نداشت بلکه بالعکس آتش درون زمین را عامل سازنده و آب را مخرب می‌پنداشت در حالی که به اعتقاد کلیسای آن زمان در آتش درون زمین شیطان و ارواح خبیثه سکنی دارند پس چگونه می‌تواند سازنده و خالق مواد باشند! به این ترتیب محاکمات آغاز شد، هاتن و طرفداران وی تکفیر شدند، زیرا اعتقاد داشتند که شیطان در فکر و جسم هاتنیست‌ها رسوخ نموده است.

آنچه که بیش از همه ذهن کشیشان را می‌آزرد مسئله زمان در زمین‌شناسی بود که بعضی از طرفداران هاتن آن را نامعین و بی‌نهایت می‌پنداشتند و عقیده داشتند که زمان بیش از هر چیز حتی بیش از خالق در زمین‌شناسی مؤثر بوده و بر اثر حوادث تکراری، همه چیز را تغییر داده است. معهذاً، با توجه به دلایلی که روز بروز عرضه می‌شد بحث‌های مذهبی، رفته رفته از استدلال بدور ماند مسئله پرتروش (Portrush) نمونه بارزی از آنست: زمین‌شناس ایرلندی بنام کیروان (Kirwan 1717) که خود از مدافعين نظریه نپتونی‌ها بود، اعلام نمود که در پرتروش ایرلند شمالی بازالت حاوی فسیل پیدا شده و به عقیده وی، بازالت از سنگهای ماگمایی به شمار نمی‌رود! این اعلامیه در سال ۱۷۹۹، پلوتونیست‌ها را تحت تأثیر قرار داد و بسا عجله به پرتروش رهسپار شدند و در آنجا ثابت نمودند که بازالت مورد نظر کیروان شیست نسیل‌داری است که در مجاورت یک روانه بازالتی قرار گرفته و کم و بیش دگرگون شده است. از آن پس با جمع‌آوری دلایل متعدد شکست طرفداران ورنر (نپتونیست‌ها) روز بروز آشکارتر شد زیرا بعضی از مدافعين مشهور و قدیم آن مانند ژان فسرانسوا اوبوتیسون دو و آزن (Jean Francois d'aubuisson de voisins 1819) و لئوپولد فون بوش (Leopold von Bush 1802) با مشاهدات متعدد، نظریه هاتن را در مورد منشاء گرانیته و بازالت تأیید نمودند. معذالک، کلیسای انگلستان زیر بار نرفت و کشیش معروفی و محترمی مانند ویلیام ریچاردسون (Willim Richardson) با مغلظه اعلام نمود: متعجبم که سعی می‌کنند بر زمینای یک مشاهده پیش پا افتاده (مجاورت یک

بازالت باشیست)، مسئله بسیار عظیم «فرضیه زمین» را آن نتیجه بگیرند.

### کاتاستروف و علل امروزی

در سال ۱۸۲۰، هیچکس تصور نمی‌کرد که در دنیای زمین‌شناسی کشمکش جدیدی رخ خواهد داد، زیرا با فتح و پیروزی پلوتونیست‌ها، انجمن زمین‌شناسان آرامش خود را بدست آورد و کلیسای انگلستان در سکوت فرو رفت.

گسترش صنایع در انگلستان باعث شد تا مهندسی زمین‌شناس، برای احداث جاده‌ها، حفر تونلها، کشف معادن زغال‌سنگ و حفاظت خاک شروع به فعالیت نمایند. بعضی از آنها مانند ویلیام اسمیت (William Smith ۱۸۱۷) برای انجام کارهای مهندسی زمین‌شناسی، به مطالعه چینه‌های زمین پرداخت و به این ترتیب علم چینه‌شناسی را که بعدها اساس زمین‌شناسی متعارف امروزی گردید بنیان نهاد. وی بادقت زیاد، توالی لایه‌های رسوبی را که هریک دارای نوع ویژه‌ای از فسیلها بود مشخص نمود بدون آنکه از منشأ و علل این توالی و تغییرات جانوران و گیاهان فسیل موجود در لایه‌ها اظهار نظر نموده باشد. به این ترتیب، زمین‌شناسان انگلستان به دور از جنگ اندیشه‌ها به فعالیت شدیدی که از نظر اقتصادی حائز اهمیت بود مشغول شدند.



ویلیام اسمیت

با این حال، حنک اندیشه‌ها از نو شروع شد، زیرا با پیشرفت علوم، بخش‌های زمین‌شناسی، تفسیرها و تمییرهای نوینی پا به عرصه وجود می‌گذاشت و در نتیجه کلیسای انگلستان دوباره و این بار فاتحانه و برای تلاش شکست قبلی پا به میدان گذاشت و این بار نظریه کوویه را در پندایش حوادث ناگهانی به عنوان تأییدی صحت ادعای کتاب مقدس (انجیل) اعلام نمود.

در سالهای ۱۸۰۰ تا ۱۸۱۰، پاریس دوباره مرکز محققین زمین‌شناسی دنیا شد. موضوع مهمی که در این زمان در حال توسعه بود علم دیرینه‌شناسی و چینه‌شناسی بود. استادی که این علم جدید را در زمین‌شناسی هدایت می‌کرد ژرژ کوویه (Georges Cuvier ۱۷۶۹-۱۸۳۲) بود. کوویه از پدر و مادر سوئسی متولد گردید و تحصیلات اولیه وی در اشتوتگارت آلمان انجام پذیرفت. پس از آن به فرانسه آمد و بعدها در پاریس به استادی موزه تاریخ طبیعی فرانسه ارتقاء یافت. این موزه قبل از انقلاب کبیر فرانسه باغ شاهنشاهی بود. پس از انقلاب، جمهوری فرانسه این محل را به موزه تاریخ طبیعی تبدیل نمود. کوویه ابتدا اصولی را در علم دیرینه‌شناسی برقرار نمود که امروزه به آن تشریح مقایسه‌ای می‌گوئیم. به کمک همین علم، کسویه توانست صورت ظاهری جانوران قدیمی را به کمک بقایای استخوان فسیل شده بازسازی و نقاشی نماید. کشف ساریگ (پستانداری از خانواده کیسه‌داران) در مون‌مارتر (Monmartre) - منطقه‌ای در حوالی رود سن که در آن زمان اراضی جنگلی بود) کار علمی وی را دقیقاً به اثبات رسانید.

در این زمان با تحقیقات زیادی که در ساکس و تورنژ بوسیله آلمانی‌ها نظیر لمان (Lehman) و فوشل (Füchsel) انجام گردید طرفداران نظریه ورنر را تدریجاً به شکست خود متقاعد نمود. کوویه و همکارش برونیار Brognar، کارهای خود را در لایه‌های رسوبی حوضه پاریس دنبال نمودند. نامبردگان نشان دادند: در این لایه‌ها، سری جانوران فسیل شده‌ای یافت می‌شود که به نظر آنها ناگهانی ظاهر شده و در چند لایه بعدی محو و ناپدید و نسل آنها منقرض شده است. در مقاله اولیه‌ای که در سال ۱۸۱۲ منتشر نمودند کوویه مشاهدات خود را تفسیر نمود و پذیرفت که در زمین فعالیت‌های چرخه‌ای برقرار است: هر چرخه هم از چرخه دیگر با حادثه بزرگی (کاتاستروف) جدا می‌شود و در طی همین حادثه، تمام موجودات زنده در سطح قاره‌ها از بین می‌روند و خداوند انواع جدیدی به جای آنها خلق می‌کند و به این ترتیب در هر چرخه جانوران و گیاهان متفاوتی جانشین همدیگر می‌شوند. یکی از مهمترین دلایل کوویه، ماموت‌ها بود. در آن زمان، ماموت‌ها را به صورت منجمد در یخهای سیبری کشف می‌نمودند (امروزه این ماموت‌ها به صورت امپایه شده در موزه لنین‌گراد دیده می‌شوند). اظهارات کوویه درباره ماموت‌ها جالب و خواندنی است «اگر حادثه، ناگهانی اتفاق نمی‌افتاد، چگونه این جانوران به صورت زنده در جای زنده اند؟»

نظریه کوویه را در پیدایش حوادث و ظهور انواع جدید، کاتاستروفیسم می‌گویند. آدولف برونیار، پسر همکار کوویه هم، دلیل دیگری بر له توری کاتاستروف کوویه ابراز نمود و نشان داد که

گیاهان فسیل هم مانند جانوران، در طی حوادث و در لایه‌های مختلف تغییر ماهیت می‌دهند. بنابراین، تمام انواع موجودات زنده، در طی حوادث دچار تغییر می‌شوند.

نظریه کاتاستروفیسم، بزودی، به کمک کارهای باارزش الی‌دوبومون (Elie de Beaumont ۱۷۹۸-۱۸۷۴) در تکتونیک (زمین ساخت) گسترش یافت. نامبرده با استفاده از روش‌های چینه‌شناسی که بوسیله استادش (کوویه) و همزمان با اسمیت در انگلستان رو به توسعه بود و با توجه به نتایج کارهای هاتن در اسکاتلند، نشان داد که چین‌خوردگی زمین - که با تشکیل کوهها مشخص می‌باشد - پدیده‌هایی هستند که در طی تاریخ عمر زمین بارها تکرار شده است. پیدایش کوههای مختلف به چین‌خوردگی‌های متعددی که در زمان‌های متفاوت رخ داده در ارتباط است. وی چین‌خوردگی و ایجاد کوههای پیرنه را بین کرتاسه و ترشیاری و کوههای آلپ را در ترشیاری معین نمود. با توسعه این نوع کارها، الی‌دوبومون، چین‌خوردگی‌ها را در طی دوره‌هایی که به آن فازهای تکتونیکی می‌نامید مربوط می‌دانست و بنظر وی این دوره‌ها معادل همان حادثه (کاتاستروف) کوویه است که ناگهان اتفاق می‌افتد و در طی آن جانوران و گیاهان از بین می‌روند. در این هنگام، زمین‌شناسی فرانسه تحت تأثیر دو مکتب فکری قرار داشت:

گروهی به نظریه هاتن اعتقاد داشتند و براساس مشاهدات متعدد، مفهوم زمان چرخه‌ای، حوادث تکتونیکی، منشأ گرانیته و بازالت بر اثر پدیده ماگماتیسم را از دیدگاه هاتنیست‌ها مورد توجه قرار می‌دادند. گروه دیگر نحوه تکامل پوسته زمین و دید چینه‌شناسی ورنر را تأیید می‌نمودند. در همین ایام، مفهوم کاتاستروف در تحولات پی‌درپی به آنها اضافه شد.

برخلاف آنچه که تصور می‌شد، کوویه در این فکر نبود و سعی زیاد هم ننمود که تئوری خود را با آنچه که در انجیل ذکر گردیده تطبیق دهد. به نظر کوویه، طوفان نوح، که ماجرای آن در کتاب انجیل تشریح شده است، نه تنها یکبار، بلکه بارها اتفاق افتاده است و طوفان نوح یکی از پیشروی‌ها و تهاجم دریایی بشمار آمده است. خود کوویه با دقت صحت آن را به اثبات رسانیده است. مسئله تسوالی خلقت جانوران هم با تکرار پیشروی‌های دریایی و پسروی آن از نظر وی قابل درک بوده و نامبرده عقیده داشت که بعد از هر واقعه، خداوند گونه‌های جدیدی خلق نموده و بالاخره انسان آفریده شده است.

نظریه کاتاستروف کوویه به سرعت در انگلستان بوسیله ویلیام بوکلاند (W. Buckland ۱۷۸۴-۱۸۵۶) دفاع شد. وی مدرس دانشگاه اکسفورد بود و زمین‌شناسی صحرائی را با لباس و کلاه مخصوص اساتید دانشگاه تعلیم می‌داد. بوکلاند کشیش و معلم





چارلز لایل

زبردستی بود و در توضیح و تفسیر افسانه‌های دینی مانند نداشت. در شروع هر درس، وی اظهار می‌داشت که هدف تحقیق در زمین‌شناسی عبارت از ردیابی آثاری است که در کتاب انجیل به آن اشاره شده و اثبات وجود خداوند عالم است. نامبرده وجود معادن زغال‌سنگ را که در همه‌جا گسترش داشت (خواننده توجه دارد که در انگلستان معادن زغال‌سنگ بسیار فراوان است) یکی از دلایل وجود پروردگار مهربان و توجه باری‌تعالی می‌شمرد که انسان می‌تواند در سطح زمین آن را پیدا، استخراج و بهره‌برداری نماید. در نظر بوکلاند، طوفان نوح نقش زمین‌شناسی داشته و به این ترتیب نظریه کاتاستروف کوویه را پذیرفت و چون در عین حال یک مبلغ مذهبی بود به تبلیغ نظریه کاتاستروف کوویه پرداخت و به علت آنکه از شهرت و اعتبار خاصی برخوردار بود نظر خود را به تمام زمین‌شناسان معروف انگلستان نظیر سدگوویک (Sedgwick) که استاد کرسی درس زمین‌شناسی در کمبریج بود، مورسیسون (Murchison)، کانیبیر (Conybeare) که از اولین تهیه‌کنندگان نقشه‌ی زمین‌شناسی در انگلستان بودند تحمیل نمود. نظریه کاستروفیسم کوویه مورد مخالفت یکی از دانشجویان قدیمی اکسفورد که در عین حال شاگرد بوکلاند بود قرار گرفت و عجیب آنکه وی با درس‌های بوکلاند به زمین‌شناسی علاقمند شد. این شخص چارلز لایل (Charles Lyell 1830-1841) زمین‌شناس برجسته زمان بود که اثر معروف خویش را در سال 1830 تحت عنوان «اصول زمین‌شناسی» منتشر نمود. لایل، از نظریه‌های هاتن با شهامت بی‌مانندی دفاع نمود و تمام تصورات کاتاستروف را مردود اعلام داشت

«... تمام پدیده‌های زمین‌شناسی که در گذشته اتفاق افتاده‌اند و ما امروز آثار آن را مشاهده می‌کنیم در اثر پدیده‌های مشابهی بوجود آمده و عوامل فرسایش، رسوب‌گذاری، آتشفشانی و زلزله با همان شدت که امروزه شاهد آن هستیم در گذشته نیز فعالیت داشتند».

این همان نظریه‌ای است که به آن اصل یکنواختی قسوانین طبیعت یا اصل یونیفورمیتاریانیسم (Uniformitarianism) می‌گویند. به این ترتیب لایل، جان تازه‌ای به نظریه‌های هاتن داد و درباره زمان‌های طولانی که هاتن مدافع آن بود دلایل بیشتری ارائه نمود. به عقیده لایل، زمین طی دوره‌های طولانی تغییر نموده است و آنچه که ما در طول عمر خود مشاهده می‌کنیم تسخیراتی است که در مدت زمان کوتاه رخ می‌دهند و اگر عمل زمان دقیقاً مورد ارزیابی قرار گیرد الزاماً فرضیه‌های کاتاستروف به کنار گذاشته خواهد شد. در عین حال، لایل به کمک مشاهدات زمین‌شناسی مخالفت خود را با افکار کشیشان درباره منشأ زمین و جهان ابراز داشت. اختلاف بین یونیفورمیتاریانیست‌ها و کاتاستروفیست‌ها

مربوط به نقش زمان است و بر خلاف آنچه که غالباً تصور می‌شد در این دو نظریه اختلاف چندانی وجود نداشته است.

نتیجه این اختلاف نظر درباره نقش زمان در زمین‌شناسی تا سالهای متبادی باعث شد که زمین‌شناسان آن عصر از کنجکاوی درباره نحوه تشکیل زمین پرهیز نمایند. در عوض با استناد به نوشته‌های هاتن و با پی‌گیری‌های کوویه و لایل روش بسیار دقیقی به کار گرفته شد تا با استفاده از اصل روپهم قرار گرفتن لایه‌ها که بوسیله نیکلاستون در سال ۱۶۷۱ (Nicolas Stenon) پایه‌گذاری شده بود اساس اصل انطباق به زمین‌شناسان ارزانی شود. یعنی مطالعه و تعقیب لایه‌ها به کمک فسیلها و مفاهیم دگرشیبی زاویه‌دار و نفوذ توده‌های آذرین را به زمین‌شناسان تفهیم شد. به این ترتیب، نظریه‌های لایل به تدریج مورد قبول سایر زمین‌شناسان قرار گرفت و این پیروزی برای وی که از مدافعین یونیفورمیتاریانیست‌ها بود با عوامل دیگری تسهیل شد که اهم آنها عبارتند از:

توسعه کارخانه‌ها که نتیجه آن تقاضای مواد اولیه بیشتر نظیر زغال‌سنگ و مواد فلزی از زمین‌شناسان بود و ایجاد راه‌ها و تونلها توجه بیشتر کلیسای انگلستان به زمین‌شناسی بسیاری از استادان زمین‌شناسی انگلستان نظیر جان پلایفر و بوکلاند کشیش‌هایی بودند که امید زیاد داشتند با پیشرفت سریع این علم جدید بتوانند وجود خدا را آشکار سازند ولی با کشفیات زمین‌شناسی، خشم کلیسا بیشتر می‌شد و مطالب کتاب مقدس به زیر سؤال می‌رفت.

نتیجه این عوامل باعث شد تا نظریه‌پردازان زمین‌شناس به مطالب عینی روی آورند و مسئله منشأ و نحوه پدیدایش پدیده‌های زمین‌شناسی تا سال ۱۸۵۰ با اِسْهَام و شکست مواجه بود. چرا زمین‌شناسی به مطالعه دوره‌های جدید مشغول شود ما باید به این نکته توجه نماییم چرا این حالت توانسته است مثلاً تا سال ۱۹۷۰ هم دوام

بیاورد. علت این مسئله را می‌توان به مشاجرات و بحث‌های بین زمین‌شناسان مربوط دانست چنانکه:

در نیمه دوم قرن نوزدهم، بحث محافل زمین‌شناسی در اطراف دو موضوع اساسی که درباره منشأ فسیلها و کوهها بود دور می‌زد. موضوع اول بیشتر مورد بحث دیرینه‌شناسان و زمین‌شناسانی بود که با سرزمین‌های رسوبی سروکار داشته‌اند، زیرا پس از انتشار کتاب اصل انواع چارلز داروین در سال ۱۸۵۹، اختلاف نظرهای شدیدی بروز نمود که علاوه بر زمین‌شناسان کلیسا هم بر علیه آن به مبارزه برخاست.

موضوع دوم درباره تشکیل کوهها بود که بوسیله الی دولومون عنوان شد. با انتشار مطالب وی درباره منشأ سنگها و منشأ سرزمین‌های چین‌خورده و فسیلهای آن، توجه زمین‌شناسان به مطالعه کوهها و مناطق چین‌خورده جلب شد و به این ترتیب با تفکر در این قبیل موضوعات عظیم نظیر آلپ کوههای جوانی است و پیرنه هم وضعی مشابه با آلپ دارد به زمین‌شناسان مجال توجه به زمین‌های قدیم‌تر داده نشد.

بعد از این دوره هم یعنی آغاز قرن بیستم، ذهن زمین‌شناسان به سرعت به فرضیه اشتقاق قاره‌ها مشغول شد زیرا با پیشنهادات و گنر (۱۹۱۲) (A. Wegener)، که مجمع علوم زمین تا سال ۱۹۳۰ درباره آن به بحث و مخالفت مشغول بود. خاطر نشان می‌کنیم که در طرح و گنر، تاریخ «جالب توجه» زمین از پرمین یعنی از ۲۵۰ میلیون سال قبل آغاز می‌شود یعنی از هنگامی که قاره واحد پانز آ شروع به قطعه‌قطعه شدن

نمود و هر قطعه به طرفی رهسپار شد. بحث درباره نظریات و گنر کلیه تحقیقات دیگر زمین‌شناسی را تحت شعاع خود قرار داد در حالی که در همین زمان (اوایل قرن بیستم) دانشمندان هم‌زمان وی مطالبی درباره علوم زمین ابراز داشتند از آنجمله چمبرلین (Chamberlain) در امریکا — درباره منشأ زمین نظریه جالبی ابراز داشته بود — که فقط مورد توجه منجمین قرار گرفت.

نظریه و گنر در ابتدا به کنار گذاشته شد در حالیکه دانش زمین‌شناسی روبه پیشرفت بود مفاهیم فرضیه هاتن درباره چرخه زمین‌شناسی طرفداران بسیار پیدا کرد.

بنابراین آنچه که امروزه به آن زمین‌شناسی در حالت عام گفته می‌شود به صورت یونیفورمیتاریانیست باقی مانده و مطالعه آن به ۵۰۰ میلیون سال اخیر محدود شده است شاید پیدایش فسیلها در این محدوده است که مطالعات را آسان می‌نماید و در این صورت ما چینه‌شناسی را مطالعه می‌کنیم. اگر چه با تکنیک‌های تعیین سن مطلق سنگها، تفسیرها در زمین‌شناسی به صورت جدی دنبال شد.

در سالهای بعد از جنگ جهانی تا سال ۱۹۷۰، موقعیت زمین‌شناسی چندان تغییر نکرده بود. در سالهای اخیر، نظریه‌های گسترش کف اقیانوس‌ها و تکنیک صفحه‌ای (هلنس ۱۹۴۵ Holmes)، هادی هس ۱۹۶۲ (H. Hess)، روزه مورگان (۱۹۶۸) (J. Morgan) که بعد از نظریه و گنر عرضه شد بحث‌هایی را به دنبال کشیده است که تا امروز ادامه دارد و بیشتر اندیشه‌ها متوجه پوسته اقیانوسی و قاره‌ای و حرکات جانبی آن و بالاخره فرضیه اشتقاق قاره‌ها است.

### منابع فارسی

دکتر یداله سبحانی — زمین‌شناسی — جلد اول — انتشارات دانشگاه تهران ۱۳۳۱ — شماره ۱۴۲.

دکتر جواد الیاسی — تاریخچه دانش زمین تا عصر رنسانس و نقش دانشمندان اسلامی در پیش‌برد و تکامل آن — مجله رشد — شماره

۲ — بهار ۱۳۶۴ — صفحات ۶ تا ۱۸.

### منابع

Allègre, C. (1985): De la pierre à l'Etoile. Fayard, Ed. 303. P.

D'Aubuisson de voisins, (1819): Traité de géognoise, t. II. Paris.

Buckland, W., vindicase - (1820): Geologicas or the connection of geology with the religion explained, Oxford.

Buffon, Leclerc. G. L. (1749 - 1783): histoire de la terre, Paris.

Cuvier, G., Brongniard, A., (1808): Essai sur la géographie minéralogique des envi-

rons de Paris. Journal des, Mines. t. XXIII, 421 - 458

Darwin, C., (1859): On the origin of species. John Murray, London.

Holmes, A., (1945): Principles of physical geology, T. Nelson and Sons, London.

Hutton, J., (1795): Theory of the Earth, 2 Vol. Reprint by wheldon and Wesley, codicote Herts, 1959.

Kirwan, (1797): Examination of the supposed igneous origin of stony substances,

T.R.I.A.V.,

Lyell, C., (1830): Priciples of geology, t. I, John Murray, London.

Playfair, J. (1802): Illustration of the Huttonian theory. Edinburg. Fac - simile reprint by univ. Illinois, Press 1956.

Stenon, N., (1671): Prodrornos, in Toulmin et Goodfield.

Wegener, A., (1929): The origin of continents and oceans, 1966, Dover Publish, New York.