

رازهای عصر یخبندان

Ice Age Secrets

محمدصادق رهبانی

دانشجوی کارشناسی مهندسی طبیعت دانشگاه تهران

sadeghrohan@gmail.com

چکیده

سیاره‌ی زمین و اقلیم‌هایش همواره در حال تغییر است. تغییراتی که بر ابعاد مختلف زندگی انسان مانند بعد اقتصادی، سیاسی و تجاری تأثیر مستقیم و غیرمستقیم دارد. سرعت این تغییرات در گذشته آنقدر کند بوده است که امری طبیعی به نظر می‌آید، اما امروزه سرعت و میزان تغییرات اقلیمی بسیاری از کارشناسان را نگران کرده است. سؤالات زیادی پیرامون این موضوع وجود دارد، ولی بی‌شک مهم‌ترین سؤال این است که آیا تغییرات اقلیمی حاصل فعالیت‌های انسانی است یا پدیده‌ای طبیعی؟

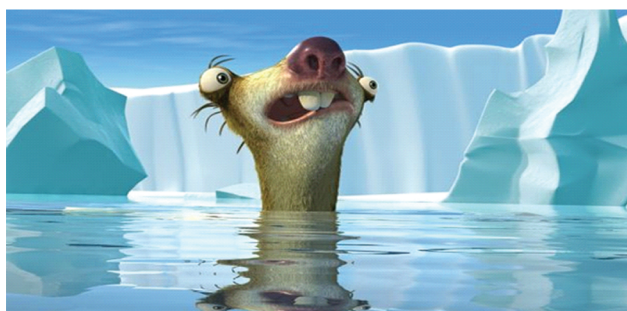
عصر یخبندان، دوره‌ی درازمدت کاهش دمای آب‌وهوای زمین است که در گسترش یخسارهای قاره‌ای، قطبی و آلپی تأثیرگذار است. عصر یخبندان بیشتر به دوره‌ای از یخسارها در نیم‌کره‌ی شمالی و جنوبی گفته می‌شود؛ پس ما هنوز در عصر یخبندان هستیم چراکه یخسارهای گرینلند و قطب جنوب هنوز وجود دارند.

واژگان کلیدی: تغییر اقلیم، گرمایش زمین، قطب، کاهش دما.

مقدمه

شاید چیزی که از عصر یخبندان در ذهن‌تان است، همانی باشد که در پویانمایی‌های جذاب «عصر یخبندان» دیده‌اید اما باید آن تصاویر را از ذهن‌تان پاک کنید؛ منظورمان همان تصاویری است که یخبندان را امری ناگهانی و با گسترش سریع و اعجاب‌آور تصویر می‌کند. اعصار یخبندان بسیار تدریجی و آرام پیش‌رفته‌اند یا پا پس کشیده‌اند. به‌خصوص وقتی متوجه نادرست بودن این تصویر می‌شوید که بخوانید و بدانید که الآن در یک عصر یخبندان زندگی می‌کنیم.

تصور کنید در اروپا، کانادا، تمام روسیه و آمریکا و حتی در بسیاری از بخش‌های آسیا، منظره‌ای مقابل چشمتان قرار گرفته است که شامل دشت‌ها و پستی‌وبلندی‌های پوشیده از برف است که زیر برف آن‌ها هم لایه‌ی ضخیمی از یخ قرار گرفته است. وقتی می‌خوانید لایه‌ی ضخیم یعنی صدها متر یخ؛ این منظره‌ای است از دورانی که به آن عصر یخی یا یخبندان می‌گوییم [1].



تصویر ۱. انیمیشن عصر یخبندان

عصر یخبندان

عصر یخبندان حاصل سرمای وحشتناک و بی‌نهایت شدید نیست. کافی است دما ده تا دوازده درجه‌ی سلسیوس از آنچه در مناطق شمالی زمین هست پایین‌تر بیاید. آن وقت تابستان‌ها به‌قدری خنک (سرد) می‌شود که برف و یخ شکل گرفته در زمستان‌ها، فرصتی برای ذوب شدن نمی‌یابد و در نتیجه در هر زمستان برف و یخ بیشتری روی یخ و برف

می‌کنند بهترین پاسخ را بر اساس شواهد موجود توضیح دهند. یکی از این ایده‌ها این است که شاید ترکیب جو زمین تغییر کرده و به کاهش دما منجر شده است. شواهد خوبی وجود دارد که در ابتدای هر دوره یخبندان، گازهای گلخانه‌ای جو زمین کاهش معنی‌داری داشته‌اند و در پایان این دوره‌ها، میزان گازهای گلخانه‌ای افزایش پیدا کرده است. برای نمونه به نظر می‌آید که در پایان پروتروزوئیک^۴ که یخبندان شدیدی بر زمین حاکم بوده است، افزایش معنی‌دار و بزرگی در تراکم گاز کربن‌دی‌اکسید اتفاق افتاده است. همچنین در طول دوره‌ی صد تا هزارساله‌ی گذشته، فعالیت‌های بشری در افزایش کربن‌دی‌اکسید نقش بازی کرده‌اند و پایان تازه‌ای را برای عصر یخبندان و کاهش یخ‌های زمین رقم زده‌اند [3].

یکی دیگر از دلایلی که احتمالاً به آغاز یک عصر یخبندان کمک می‌کند، مانع‌تراشی در مسیر جریان‌های مؤثر بر دمای کره‌ی زمین است. مثلاً فرض کنید مانع یا موانع بسیار بزرگ سر راه جریان‌های آبی- اقیانوسی گرم استوایی به‌سوی مناطق شمالی ایجاد شود. این مانع ممکن است باعث کاهش چند درجه‌ای دما در مناطق شمالی شود و آغاز یک عصر یخبندان را رقم بزند. در دوره‌های گذشته، ممکن است کوه‌زایی این مانع را به شکلی مؤثر ایجاد کرده باشد. بسته شدن کانال پاناما سه میلیون سال قبل هم یکی از همین عوامل بوده است. شاید یکی دیگر از این نوع موانع، موانع بسیار ریزی باشند که در لایه‌های بالایی جو زمین قرار می‌گیرند و مانع رسیدن نور خورشید به سطح زمین شده‌اند.

ذرات ریز غبارهای آتش‌فشان‌های دیگر از بهترین نامزدها است. آتش‌فشان‌های بسیار قدرتمند، حجم بسیار زیادی از ذرات غبار را به جو می‌فرستند که همچون سایه‌بانی وسیع، جلوی رسیدن چند درصد از نور خورشید را به زمین می‌گیرند. همین چند درصد (کمتر از پنج درصد) در طولانی‌مدت ممکن است باعث کاهش دمای زمین به اندازه‌ی هفت تا دوازده درجه‌ی سلسیوس شود که خود برای آغاز یک عصر یخبندان کفایت می‌کند. البته آتش‌فشان‌ها نقش دوگانه‌ای بازی می‌کنند؛ مثلاً در طول دوره‌ی پالئوسن- ائوسن^۵ که بیشترین دمای کره‌ی زمین را شاهد بوده‌ایم، آتش‌فشان‌های زیردریایی مقدار زیادی گاز متان به جو زمین رها کرده‌اند. متان یکی از گازهای گلخانه‌ای است که به گرم شدن سیاره‌ی زمین کمک می‌کند و پایان عصر یخبندان را رقم می‌زند.

کاهش انرژی تابشی خورشید در طول دوره‌هایی موسوم به دوره‌های میلانکوویچ^۶ برای آغاز عصر یخبندان کفایت می‌کند. در برخی از توصیف‌های دیگر، حتی به تغییر اندک محور کره‌ی زمین هم اشاره شده است، هرچند شواهد زیادی برای این قضیه وجود ندارد [3].

سال‌های قبل قرار می‌گیرد و یخ‌ها ناپدید نمی‌شوند و عصر یخبندان رخ نشان می‌دهد. بر اساس تعاریف، عصر یخبندان به دوره‌های درازمدتی گفته می‌شود که دمای کره‌ی زمین آن‌قدر پایین می‌آید که یخسارهای قاره‌ای، آلی و قطبی ثابت می‌شوند و حتی گسترش پیدا می‌کنند. با این تعریف ما هنوز در یک عصر یخبندان به سر می‌بریم. شاید درست‌تر باشد بگوییم در اواخر یکی از این اعصار هستیم؛ چون هنوز یخسارهای بزرگ و پهناوری بر سطح زمین وجود دارد، هرچند که گسترش پیدا نمی‌کنند و حتی در حال ذوب شدن هم هستند [1].

این ایده که سیاره‌ی زمین در زمان‌های قدیم دچار یخ‌زدگی شدید بوده است و پهنه‌های بزرگی از زمین، حتی مناطقی که اکنون نشانی از یخچال در آن‌ها نیست، زیر پوشش یخ قرار داشته است نخستین بار از سوی پیر مارتل^۱ مهندس و جغرافیدان قرن هجدهم میلادی ارائه شد. او به منطقه‌ی شامونی در فرانسه سفر کرده بود و گزارش سفر خود را دو سال پس‌از آن در سال ۱۷۴۴ میلادی منتشر کرد. در این گزارش که بعداً باعث شد او را حسابی مسخره کنند، مارتل نوشت که سنگ‌ها و صخره‌های این منطقه توسط جابجایی‌های عظیم و ذوب شدن یخ شکل گرفته‌اند، فرسایش پیدا کرده‌اند و حتی به این منطقه منتقل شده‌اند [2]. بعدها افراد دیگری مانند کارپنتر^۲ و پروادین^۳ همین نظر را اعلام کردند و بر آن تأکید کردند که صخره‌های قطبی بزرگی را در سوئیس یافته‌اند [2].



تصویر ۲. ذوب شدن یخسار قطبی

چرا زمین یخ می‌زند؟

عصر یخبندان در دوره‌های مختلفی وجود داشته است؛ اما چرا؟ چرا بخش بزرگی از سیاره‌ی ما زیر برف پنهان شده است؟ دانشمندان ایده‌ها و نظریه‌های مختلفی دارند که هریک تلاش

¹ Pierre Martel

² Carpenter

³ Pravdin

⁴ Proterozoic

⁵ Paleocene-Eocene

⁶ Milankovic



تصویر ۳. آتشفشانی در دل یخ

نشانه‌هایی از یخبندان‌های سراسری

امروزه می‌دانیم که سیاره‌ی زمین حداقل پنج بار در سیطره‌ی یخسارهای پهناور گرفتار شده است و به عبارتی دیگر دست کم پنج دوره‌ی یخبندان اصلی داشته‌ایم. برای اینکه مطمئن باشیم این دوره‌ها وجود داشته‌اند شواهد زیادی وجود دارد. شواهد زمین‌شناختی همچون خراشیدگی‌های وسیع و متمرکز روی سنگ‌ها و صخره‌ها، دره‌های وسیع قطبی و آلپی و رسوبات یخی قطبی همگی نشانه‌هایی از اعصار یخبندان در دوره‌های مختلف هستند. هرچند که زمان‌سنجی این رسوبات و شناسه‌های زمین‌شناختی مرتبط با یخ و یخسارها سخت و تقریباً ناشدنی است، اما آن‌ها نشانه‌هایی قطعی بر وجود یخبندان‌های سراسری هستند. جدا از این نشانه‌های زمین‌شناختی، نشانه‌های شیمیایی هم گواه خوبی بر عصر یخبندان هستند. مهم‌ترین این نشانه‌ها وجود نسبت‌های بالای ایزوتوپ‌های نشانگر در فسیل‌های قدیمی و به خصوص رسوبات اقیانوسی است. در دمای پایین‌تر، نسبت بسیاری از این ایزوتوپ‌ها کاهش پیدا می‌کند [4]؛ بنابراین در عصر یخبندان کم شدن ایزوتوپ‌های سنگین‌تر رخ می‌دهد. نشانه‌های دیرینه‌شناختی نیز شواهد مناسبی به ما می‌دهند. پراکندگی جغرافیایی فسیل‌های باستانی نشانه‌ی مناسبی از دمای زمین در دوره‌های مختلف هستند. فسیل موجوداتی که با سرما تطابق پیدا کرده‌اند، در عرض‌های جغرافیایی پایین‌تر دیده می‌شوند و جانورانی که در محیط‌های گرم زندگی می‌کرده‌اند، منقرض شده‌اند یا در مناطقی بسیار محدود در عرض‌های پایین زمین متمرکز شده‌اند. با همه‌ی سختی‌هایی که استفاده از این نشانه‌های سه‌گانه به همراه دارد، امروزه مطمئن هستیم

که عصر یخبندان وجود داشته است و تاریخ تقریبی عصرهای یخبندان اصلی و دوره‌های میان یخبندانی مشخص شده‌اند [4].

نتیجه‌گیری

بررسی پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که دلایل اصلی وقوع عصر یخبندان طی عمر سیاره‌ی زمین، عوامل طبیعی همچون کاهش عمده‌ی گازهای گلخانه‌ای، مانع‌تراشی در مسیر جریان‌های مؤثر بر دمای کره‌ی زمین و حتی افزایش ذرات ریز موجود در جو زمین که مانع رسیدن نور خورشید به سطح زمین می‌شود بوده است. نکته‌ی مهم این است که کره‌ی زمین در پنج میلیارد سال گذشته دو عصر یخبندان عظیم و طولانی یخبندان هرونیان^۷ و کرایوژنیان^۸ سه عصر یخبندان کوچک را پشت سر گذاشته است. در حال حاضر نیز با توجه به شاخص‌های اقلیمی اعصار یخبندان، در یک عصر یخبندان کوچک به سر می‌بریم [5].

با توجه به این دلایل لازم است که با شناخت ویژگی‌های طبیعی این تغییر اقلیم کم‌نظیر در جهت شناخت عواملی که باعث طولانی و گسترده شدن این نوع تغییر اقلیم می‌شوند، گام برداریم و به دنبال راهکارهای مناسبی در جهت متعادل کردن این نوع تغییر اقلیم باشیم.

منابع

1. Douglas Macdougall, Frozen Earth: The Once and Future Story of Ice Ages (2013).
2. Donald Rapp, Ice Ages and Interglacials: Measurements, Interpretation, and Models (2019).
3. Science Illustrated magazine, Australia, Aug (2016).
4. Paul S. Martin, Twilight of the Mammoths: Ice Age Extinctions and the Rewilding of America (2007).

^۷ Huronian Glaciation

^۸ Cryogenian