

آبشارها چگونه یخ می‌زنند؟ - دیجیاتو

مریم ملی | جمعه، ۲۷ فروردین ۱۴۰۰

یکی از دیدنی‌ترین چشم‌اندازهای طبیعت، آبشارهای بلند و عظیمی است که از دل سنگ‌ها و صخره‌ها راه خودش را پیدا کرده و از ارتفاعی قابل توجه با جوش و خروش پایین می‌ریزد. تصویر آرامش‌بخش و در عین حال هیجان‌انگیز قطره‌های آب که درحین سقوط و برخورد با سنگ‌ها، فضایی مه‌آلود و با طراوات ایجاد می‌کنند.

اگر اهل سفر به طبیعت در فصل زمستان باشید، احتمالاً آبشارها بیشتر از همیشه توجه‌تان را جلب کرده‌اند. به نظر شما آبشارهای که در آن‌ها، آب با سرعت و شدت از ارتفاعی بلند به سطح زمین برخورد می‌کنند در فصل‌های سرد به چه شکلی در می‌آیند؟ مثل همیشه خروشان و تماشایی باقی می‌مانند و یا منجمد می‌شوند و یخ می‌زنند؟ در این مطلب قصد داریم سری بزنیم به دنیای شگفت‌انگیز آبشارها و راز یخ بستن آن‌ها را با هم مرور کنیم.

بزرگترین آبشارهای دنیا کدام‌ها هستند؟

قبل از هرچیز بیایید نگاهی به مرتفع‌ترین و پهناورترین آبشارهای کره زمین بیندازیم و ببینیم چه ابعادی دارند. برخلاف تصور اغلب ما که نیاگارا را بزرگ‌ترین آبشار دنیا می‌دانیم، آبشارها از دیدگاه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند و گاهی به اشتباه بلندترین را به جای بزرگ‌ترین به کار می‌بریم در حالی که آن‌ها از نظر پهناور بودن، ارتفاع و میزان حجم آب تقسیم‌بندی‌های متفاوتی دارند.

مثلاً «ایگواسو» که از ۲۷۵ آبشار، چشمه و تنداب مختلف تشکیل شده، یکی از آبشارهای غول‌پیکر و عریض دنیاست. ایگواسو نعلی شکل با عرضی حدود ۳ کیلومتر و ارتفاع بین ۳۰ تا ۸۰ متر در مرز بین برزیل و آرژانتین قرار گرفته است. آبشار بعدی «ویکتوریا» است که در میان کشورهای زامبیا و زیمبابوه واقع شده و ۱۷۰۸ متر عرض و ۱۰۸ متر هم ارتفاع دارد که در واقع در بین آبشارها هم از نظر پهنا و هم ارتفاع جایگاه ویژه‌ای دارد.

در نهایت می‌رسیم به آبشار «نیاگارا» که در مرز کانادا و آمریکا است و شاید مشهورترین آبشار دنیا هم به حساب بیاید. نیاگارا از سه آبشار مجزا تشکیل شده که بلندترین آنها حدود ۵۳ متر ارتفاع دارد. تصویری که از نیاگارای پر جوش و خروش در ذهن همه وجود دارد با آنچه در زمستان‌های خیلی سرد در نیاگارا رخ می‌دهد بسیار متفاوت است. سازندهای یخی که در اطراف این آبشار شکل می‌گیرد، یکی از جاذبه‌های توریستی نیاگارا در فصل‌های بسیار سرد است.

آن طور که منابع علمی می‌گویند فقط در طول یک زمستان ۸۵ میلیون لیتر آب در هر دقیقه از بالای آبشار به سمت پایین سقوط می‌کند، با این وجود به نظر شما ممکن است چنین آبشار عظیم

و پویایی کاملاً یخ بزند؟ مگر چیزی جز حرکت و سرعت لازم است تا این آب خروشان و سرکش در مقابل انجماد مقاومت کند؟



جاری یا ساکن، مسئله این است

دانشمندان معتقدند منجمد کردن آب در حال حرکت که سرعت زیادی هم دارد، حتی اگر دمایش زیر صفر باشد بسیار سخت است. واقعیت این است که شاید آبشارهای عظیمی مثل نیاگارا و ویکتوریا و ایگواسو به این راحتی‌ها یخ نبدند و ما هیچ وقت شاهد انجماد سرتاسری این آب‌های خروشان نباشیم؛ اما روزهایی وجود دارد که پایین بودن دمای هوا باعث می‌شود قطره‌های آبی که در حال سقوطند به اطراف پاشیده شوند و اشکال یخی جذابی را روی سنگ‌ها و درخت‌های آن حوالی به وجود بیاورند.

در این حالت ممکن است آب‌هایی که از روی تکه سنگ‌های کوچک‌تر اطراف آبشارهای اصلی جریان پیدا کردند به دلیل سرعت کمترشان راحت‌تر منجمد شوند و چیزی شبیه استالاگمیت‌هایی که از صخره‌های آویزان شده‌اند و استالاگمیت‌هایی که از پایین به سمت بالا نقش بسته‌اند را به وجود آورند.

یک آبشار چه روندی را برای یخ زدن طی می‌کند؟

در یک صبح سرد در ژانویه 2018، استاد فیزیک «مایکل جی روئیز» و محقق مستقل «چارلز کرانفورد» تصمیم گرفتند برای سردآوردن از ماجرای یخ بستن آبشارها به نزدیکی یک آبشار 20 متری در کارولینای شمالی بروند و چند ساعتی از آن‌ها فیلم‌برداری کنند. آبشاری که سوژه آن‌ها بود بیشتر بخش‌هایش یخ زده بود.

آن‌ها دیدند که قطره‌های آبی روی یخ‌ها وجود داشت اما منجمد نشده بود ولی به شدت سرد بود و حدوداً صفر درجه سانتی‌گراد دما داشت. نکته جالب این بود که همان روز در خارج از منطقه آبشار، دما تا 15 درجه سانتی‌گراد زیر صفر هم رسیده بود اما هم‌چنان قطره‌های آب صفر درجه به شکل مایع باقی مانده بودند.

در این ماجراجویی آن‌ها توانستند یک فیلم شگفت‌انگیز از لحظه یخ بستن جریان آب بسیار سرد یا همان آب صفر درجه سانتی‌گراد را در آبشار کارولینا ضبط کنند. لحظاتی که آب به مجموعه متلاطم بلورهای ریز و سوزنی شکلی که دمای زیر صفر داشتند می‌پیوندد و کم‌کم منجمد می‌شود و طوری به نظر می‌رسد که انگار این حالت به بقیه قسمت‌های آب هم تسری پیدا کرده و به آرامی پیش‌روی می‌کند.

حالا تصور کنید چنین تکه‌های یخی به دیواره سنگ‌ها و یا درختان اطراف بچسبد، این طوری می‌تواند به سکویی برای جمع شدن قطرات بیشتر آب و انجماد هرچه سریع‌تر آن‌ها منجر شود. به شرطی که دما در سنگ‌ها و صخره‌ها پایین بماند آن‌ها می‌توانند به یخچال‌های بزرگی در بین سنگ‌ها و آب‌ها تبدیل شده و گسترش پیدا کنند.



وقتی آبشارهای یخ‌زده مرگبار می‌شوند

گرچه این ستون‌های یخی زیبا که در اثر یخ بستن بخش‌های مختلف آبشار به شدت چشم‌نواز و سحرانگیز هستند اما هرچند وقت یک بار روی خشن خودشان را هم نشان‌مان می‌دهند، مثلاً در دی ماه امسال (1399) تعدادی گردشگر که برای بازدید از آبشار «ویلیوچینسکی» روسیه به آن منطقه سفر کرده بودند به دلیل ریزش کوه یخ تشکیل شده در قسمت آبشار، جان خود را از دست دادند.

جالب اینجا بود که این آبشار 40 متری به طور کامل یخ زده و به شکل ستون‌های نوک‌تیزی در آمده بود که هم سنگین بودند و هم بسیار محکم و خطرناک.

سرعت و جریان بیشتر، احتمال یخ‌زدگی کمتر

عامل دیگری که می‌تواند به انجماد سریع‌تر و کامل‌تر آبشارها کمک کند، وزش باد بسیار سرد است. جابه‌جایی جریان هوای سرد می‌تواند فرآیند شکل‌گیری بلورهای سوزنی شکل و گسترش آن‌ها در آب مایع را سریع‌تر کند و در نتیجه آب زودتر به شکل جامد در بیاید.

در نهایت آنچه برای دانشمندان واضح است این است که هرچه منبع آب بزرگ‌تر باشد و آب درون آن با سرعت بیشتری جریان پیدا کند، احتمال یخ‌زدگی آن کمتر می‌شود و این می‌تواند هم درباره آبشارها و هم درباره رودخانه‌ها و نهرها صادق باشد.

به همین خاطر هم هست که می‌گویند آبشار نیاگارا هرگز به طور کامل یخ نمی‌زند چون حجم آب و سرعت جریانش بسیار زیاد است. از طرفی خود جریان آب همواره آب گرم‌تر و سردتر را جابه‌جا کرده و در واقع به شکل یک هم‌زن قوی عمل می‌کند این ماجرا باعث می‌شود آبی که دمای سردتر دارد در ارتباط با آب با دمای بیشتر قرار گرفته و در مقابل انجماد مقاومت کند.



داستان برای اقیانوس‌ها چه‌طور است؟

تا این‌جا درباره رودها و آبشارها حرف زدیم اما به نظر شما اقیانوس‌ها در دمای خیلی پایین چه اتفاقی برای‌شان می‌افتد؟ آیا آن‌ها هم مثل آبشارهای گول پیکر به این راحتی‌ها یخ نمی‌زنند و یا قضیه درباره آن‌ها متفاوت است؟

عوامل زیادی درباره انجماد این منابع عظیم آب در روی کره زمین دخیل است اما برای این‌که رمز و راز یکی از این سازوکارها را بهتر درک کنیم کافی است دو لیوان را پر از آب کنیم و درون یکی نمک بریزیم و هردو را در فریزر بگذاریم. بعد از چند ساعت می‌بینیم لیوان آبی که نمک داشته یخ نزده و لیوان آب بدون نمک کاملاً منجمد شده است. آب نمک خیلی دیرتر از آب شیرین منجمد می‌شود چون نمک شبیه یک ناخالصی عمل می‌کند و باعث می‌شود آب در دمای خیلی پایین‌تری یخ ببندد.

این یکی از کلک‌های اقیانوس است که باعث می‌شود در طول زمستان و حتی در دماهای خیلی پایین باز هم یخ نبندد اما این دلیل به تنهایی کافی نیست. برای آن‌که اقیانوس‌هایی به این عظمت در برابر یخ بندان‌های شدید و سرما مقاومت کنند چند ترفند دیگر هم وجود دارد. حجم آب درون اقیانوس‌ها بسیار زیاد است، جریان آب مدام در سفر است، از نواحی گرم نزدیک آتشفشان‌های زیرزمینی می‌گذرد و به قسمت‌های سردتر می‌رسد و دوباره جریان می‌آید و این موضوع باعث می‌شود آب‌های سرد و گرم مدام با هم ترکیب شوند و یخ نزنند.

