

گرمایش جهانی چگونه اندازه‌گیری می‌شود؟

تغییر اقلیم که این روزها در سطح جهانی خبرساز شده، موضوع تازه‌ای نیست، اما بسیاری از دانشمندان معتقدند که این روند ظرف سال‌های اخیر از حد متعارف خارج شده است.



تغییر اقلیم که این روزها در سطح جهانی خبرساز شده، موضوع تازه‌ای نیست، اما بسیاری از دانشمندان معتقدند که این روند ظرف سال‌های اخیر از حد متعارف خارج شده است.

این مساله که تغییرات اقلیمی یکی از بحران‌ها و تهدیدهای عمده قرن اخیر است، مورد تأیید بسیاری از دانشمندان قرار دارد. افزایش درجه حرارت در بسیاری از نقاط کره زمین و تغییر الگوهای آب و هوا در ابعاد گسترده همه و همه بیانگر ابعاد وسیع این تغییر است. اما معیار مقایسه دانشمندان چیست؟ از آنجا که تغییرات اقلیمی ظرف چند سال اتفاق می‌افتد، تعقیب کردن پیامدهای آنها اعم از مثبت یا منفی از بعد حیات انسانی عملاً کار چندان راحتی نیست، لذا این پرسش مطرح است که دانشمندان چگونه می‌توانند ادعا کنند که وضع اقلیمی امروز زمین با گذشته آن اختلاف فاحشی دارد؟

تکنولوژی‌های جدید و آثار جرم

امروزه دانشمندان با بهره‌گیری از تکنولوژی‌های مدرن قادرند نشانه‌های مختلف را در طول زمان دنبال کنند و تصویری هر چند مبهم از آنچه در جو زمین اتفاق افتاده است، ارائه دهند. اکنون هزاران دانشمند اعم از شیمیدان، بیولوژیست، فیزیکدان، زمین‌شناس و اقیانوس‌شناس در اقصی نقاط جهان روی جنبه‌های مختلف اقلیم شناسی تحقیق و مطالعه می‌کنند. این دانشمندان آموخته‌اند شکاک باشند و ایده‌های گوناگون را مورد نقد قرار دهند. علاوه بر این زمین به قدری پهناور و گسترده است که همیشه جایی برای ارائه یک مدرک تازه که بتواند پرده از اسرار علمی بردارد، وجود دارد.

حلقه‌های ارتباطی

درختان، مرجان‌ها و رسوبات آهکی نظیر نهشته‌های استالاکتیت (ستونی از مواد معدنی که به صورت قندیل از سقف غارها آویزان است) و استالاکمیت (ستونی از مواد معدنی که از کف غارها بالا آمده است) در خود نشانه‌هایی مستدل از وضع جوی کره زمین چه در گذشته و چه در زمان حال دارد. مرجان‌ها و درختان اغلب عمر طولانی دارند و رشد هر ساله آنها به صورت لایه یا حلقه‌ای تازه ثبت خواهد شد. حلقه‌های اطلاعاتی در خود شمه‌ای از محیط پیرامونی را درج کرده که برای دانشمندان بسیار ارزشمند است. تغییر درجه حرارت، میزان بارندگی و دیگر شرایط زیست محیطی از جمله اطلاعاتی است که به صورت کاملاً دقیق در این لایه‌ها ثبت شده است.

حباب‌های سخنگو

دانشمندان حباب‌های هوایی را که در یخ‌های قطب دیده می‌شود، به عنوان کپسول‌های زمان می‌شناسند. یخ‌های قطب جنوب حاوی حباب‌های هوایی است که عمر آنها گاهی به بیش از 800 هزار سال می‌رسد. از نظر علمی زمانی که بلورهای برف به یکدیگر فشرده می‌شود و یخ را شکل می‌دهد، حباب‌های هوا در آنها به دام می‌افتد. دانشمندان تاکنون 3200 متر از یخ‌های قطب جنوب را شکافته و حفاری کرده‌اند تا بتوانند نمونه‌هایی از حباب‌های هوای دوره‌های مختلف تاریخی بدست بیاورند. در آزمایشگاه هوای حباب‌ها به دقت آنالیز شده تا غلظت هر یک از گازها اعم از اکسیژن، دی‌اکسیدکربن و نیتروژن مشخص شود. نتایج تحقیقات حاکی از آن است که غلظت دی‌اکسیدکربن ظرف قریب یکصد هزار سال شاهد افزایش و کاهش‌های متوالی بوده است. دانشمندان توانسته‌اند نمودار میزان غلظت دی‌اکسیدکربن و درجه حرارت را در دریاچه وستوک یعنی بزرگ‌ترین دریاچه زیریخی جهان در قطب جنوب ظرف 400 هزار سال اخیر با استفاده از همین روش ترسیم کنند. این نمودار نشان می‌دهد هر زمان که میزان دی‌اکسیدکربن افزایش یافته، میزان درجه حرارت نیز بیشتر شده و این درست مشابه اتفاقی است که اکنون در حال وقوع است. حتی آب موجود در یخ نیز حاوی رازهای علمی بسیاری است. دانشمندان معتقدند آب اطراف حباب‌های هوا نیز می‌تواند تغییرات درجه حرارت هوا را بخوبی نشان دهد. یخ از مخلوط آب معمولی و آب سنگین یعنی دوتریوم تشکیل شده است. حداقل یکی از اتم‌های هیدروژن آب سنگین از نظر اندازه اندکی حجیم‌تر از آب معمولی است و همین مساله باعث می‌شود که تبخیر آن سخت‌تر باشد و بتواند به شکل برف رسوب کند. فقط درجه حرارت‌های خیلی بالا می‌تواند از عهده تبخیر این اتم‌ها بریاید. لذا اگر مقدار زیادی آب سنگین در یخ موجود باشد، نشان می‌دهد که درجه حرارت نیز بالطبع بالا بوده است. دانشمندان از نسبت آب سنگین به آب معمولی در لایه‌های یخی استفاده می‌کنند تا میانگین درجه حرارت را در زمانی که هر لایه یخی ساخته شده، برآورد کنند.

برآورد میزان کربن هوا یکی دیگر از راه هایی است که می تواند سنجش تغییرات اقلیمی را میسر کند. از دهه 1950 میلادی به بعد دانشمندان پیوسته از جو زمین نمونه برداری کرده اند و میزان دی اکسیدکربن و دیگر گازهای حاوی کربن را ثبت کرده اند. کیپ گریم واقع در بخش غربی تاسمانی یکی از سه ایستگاه هواشناسی است که برای نخستین بار میزان آلودگی هوا را در جهان ثبت کردند. آماری که این ایستگاه هواشناسی ارائه داده، حاکی از آن است که میزان دی اکسیدکربن جو از کمتر از 330 قسمت در میلیون (پی پی ام) در اواسط دهه 1970 میلادی به رقمی بالاتر از 390 قسمت در میلیون (پی پی ام) در ماه آوریل سال 2013 میلادی رسیده است. کربن موجود در گاز دی اکسیدکربن به صورت طبیعی در دو شکل (ایزوتوپ) یافت می شود: کربن 12 و کربن سنگین تر شماره 13. دیاکرام کربن 13 نشان می دهد این کربن شش الکترون، شش پروتون و هفت نوترون دارد. اما کربن 12 به علت این که یک نوترون کمتر دارد، از کربن 13 سبک تر است. گیاهان سبز معمولاً ترجیح می دهند دی اکسیدکربن حاوی کربن 12 را جذب کنند و به همین دلیل است که سوخت های فسیلی با منشأ گیاهی نیز تقریباً هیچ کربن 13 در خود ندارند. از دهه 1950 میلادی به بعد در نمونه های هوا میزان کربن 12 عملاً رو به افزایش بوده است. این افزایش نیز ظاهراً با سوزاندن سوخت های فسیلی رابطه مستقیم دارد.

شناورهای تحقیقاتی

راه دیگر، سنجش میزان تغییرات اقلیمی از طریق شناورهای تحقیقاتی است که در اقیانوس ها رها می شوند. اکنون بیشتر از 3500 شناور در اقیانوس های جهان وجود دارد. این ربات های کوچک به طور دائم اطلاعاتی در رابطه با میزان درجه حرارت و شوری را به ایستگاه های هواشناسی مخابره می کند. هر شناور به طور معمول مدت زیادی را در اعماق بیشتر از 2000 متر سپری می کند و هر ده روز یکبار در سطح آب شناور می شود تا اطلاعاتی را که کسب کرده مستقیم به ماهواره ها مخابره کند. دانشمندان استرالیایی اولین کسانی بودند که سال 1999 میلادی برای نخستین بار از این شناورها استفاده کردند. اما امروزه 26 کشور جهان درصددند از این طریق تصویر واضح تری از وضع گرم شدن اقیانوس ها ارائه دهند.

گزارش های سالانه

از گزارش های هواشناسی سالانه نیز میانگین گرفته می شود و همین اطلاعات در برآورد وضع جوی کارایی دارد. منظور از آب و هوا همان رخدادهایی است که هم اکنون در خارج از پنجره منزل شما در حال وقوع است. زمانی که وضع آب و هوا در طول چند سال موجود باشد، می توان از آن میانگین گرفت. ارقام به دست آمده می تواند تصویر روشنی از شرایط غالب یا همان اقلیم ارائه دهد. به عنوان مثال در استرالیا بیش از 200 سال است که میزان درجه حرارت و بارندگی ثبت شده است. در واقع اقلیم، تغییرات محلی آب و هوا را در طولانی مدت نشان می دهد. این روزها به دلیل افزایش احتمال خطا بخصوص به واسطه تاثیر پدیده جزایر حرارتی در شهرها، میزان درجه حرارت هوا را از طریق ماهواره ها نیز اندازه گیری می کنند. سطوح تیره رنگ اعم از نمای ساختمان ها، خیابان ها و بالاخص وسایل نقلیه موتوری گرمای گسیل شده از سوی خورشید را در خود جذب کرده و آنها را با طول موج بالا به هوا گسیل می کند. این پدیده که جزیره حرارتی نامیده می شود، می تواند درجه حرارت را در کلانشهرها بین دو تا 15 درجه سیلیسیوس افزایش دهد. جزایر حرارتی عملاً تاثیر بسزایی در خطای اندازه گیری درجه حرارت در شهرها دارد.

تصاویر ماهواره ای

تصاویر ماهواره ای نشان می دهد در سال های اخیر میزان یخ قطب شمال در فصل تابستان کاهش چشمگیری نسبت به دهه 1980 میلادی داشته است. در عین حال افزایش درجه حرارت در قطب شمال نسبت به دیگر نقاط روی کره زمین محسوس تر بوده است. واقعیت این است که هر ساله مسیر رفت و آمد کشتی ها در قطب شمال نسبت به سال های گذشته فراخ تر می شود. کاهش سطح یخ باعث می شود تشعشعات خورشید که پیشتر به دلیل سطح شفاف یخ منعکس می شد، این بار به واسطه سطح تیره آب بیشتر جذب شود. نتیجه نیز چیزی بجز افزایش درجه حرارت آب دریاها نخواهد بود. دانشمندان باور دارند که اگر روند افزایش درجه حرارت در قطب شمال کماکان ادامه داشته باشد، جریان بزرگ اقیانوسی که آب گرم مناطق حاره ای را به سمت سواحل اروپا و در نهایت قطب شمال می راند؛ یا به کلی از بین خواهد رفت و یا این که از سرعت آن به نحو چشمگیری کاسته خواهد شد. اهمیت این جریان اقیانوسی به این دلیل است که آب گرم پس از رسیدن به قطب سرد می شود و رفته رفته به اعماق می رود و با خود اکسیژن را به اعماق خواهد برد. پیامد هرگونه اختلال در این جریان نیز چیزی بجز سردتر شدن قاره اروپا و افزایش سطح آب در سواحل بسیاری از کشورها خواهد بود.