



سناریوی بدبینانه شرایط آب و هوایی جهانی

# زمین در آستانه انفجار اقلیمی

## هشدار افزایش ۶/۵ درجه‌ای گرمایش جهانی در ۷۵ سال آینده

گزارش | مریم بزی

پژوهشگران هشدار می‌دهند زمین به نسل بشرانی اقلیمی نزدیک شده است؛ آستانه‌هایی که عبور از آنها می‌تواند تغییرات برگشت‌ناپذیر ایجاد کند و سناریوی «زمین گلخانه‌ای» را رقم بزند. افزایش دما تا حدود ۵٫۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از سطح پیشاصنعتی می‌تواند بخش‌هایی از جهان را برای زندگی انسان به‌شدت نامساعد کند.

پژوهشگران حوزه اقلیم هشدار می‌دهند روند کنونی گرمایش جهانی می‌تواند زمین را در آینده نه‌چندان دور به محیطی به‌شدت نامساعد برای زندگی انسان و بسیاری از گونه‌های زیستی تبدیل کند.

نتایج یک تحلیل علمی تازه نشان می‌دهد برخی از اجزای حیاتی سیستم اقلیمی زمین به «قطب بحرانی» نزدیک شده‌اند؛ آستانه‌هایی که عبور از آنها می‌تواند تغییراتی برگشت‌ناپذیر ایجاد کند.

بر اساس این پژوهش، بخش‌هایی مانند صفحه‌های یخی گرینلند و غرب قطب جنوب، لایه‌های یخ دائمی (بری‌فرست) در مناطق سردسیری و جنگل‌های بارانی آمازون در معرض تغییرات ساختاری جدی قرار دارند. عبور از هر یک از این نقاط می‌تواند زنجیره‌ای از واکنش‌ها را در سیستم اقلیمی فعال کند و به تشدید گرمایش جهانی منجر شود.

### گرمایش جهانی

کارشناس هواشناسی کشور در گفت‌وگو با «جوان» مهم‌ترین علت گرمایش جهانی را وجود گازهای گلخانه‌ای عنوان کرد و گفت: در گزارش‌های جهانی و براساس تحقیقات محققان، گازهای گلخانه‌ای مهم‌ترین علت افزایش گرمایش جهانی محسوب می‌شوند.

احد وظیفه افزود: این گازهای گلخانه‌ای عمدتاً ناشی از سوخت‌های فسیلی مانند نفت و گاز هستند زیرا

این سوخت‌ها باعث ایجاد ذرات در هوا می‌شوند که غلظت این آلاینده‌ها به‌خصوص دی‌اکسید کربن و متان باعث ایجاد ترکیبات نیتروژنی، ناکس، NO2 و NO3 می‌شود که همین امر باعث بالا رفتن دمای ۱/۲ تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد هوا شده است. وی ادامه داد: حدود ۱۰۰ الی ۱۵۰ سال پیش میزان SO2 در حجم هوا حدود ۲۷۰ پی‌پی‌ام بود ولی در حال حاضر به بیش از ۴۲۰ رسیده است و مهم‌ترین دلیل آن حبس گرما در زمین به دلیل وجود گازهای گلخانه‌ای است.



وظیفه با ابراز تأسف از اینکه همچنان استفاده از سوخت‌های فسیلی در جهان ادامه دارد، عنوان کرد: متأسفانه روند صعودی استفاده از گازهای گلخانه‌ای در جهان به‌رغم اینکه بسیاری از کشورها به سراغ انرژی پاک رفته‌اند همچنان ادامه دارد و این امر تولید گازهای گلخانه‌ای را افزایش داده است.

### اقیانوس آرام قطب اصلی تغییرات آب‌وهوایی در جهان

وی با بیان اینکه اقیانوس آرام بر شرایط آب و هوای جهانی تأثیر گذار است، تصریح کرد: این اقیانوس پهنه وسیعی از آب جهان را در بر می‌گیرد که می‌تواند بر افزایش یا کاهش گرمای جهانی تأثیر گذار باشد و در این بین وضعیت آب و هوایی ال‌نینو و لانینا بر شرایط گرما یا سرما ی اقیانوس آرام بسیار تأثیر گذار است، به طوری که می‌تواند تا حدود ۰٫۲ درجه بر گرما یا سرما هوا تأثیر گذار باشد.

وی با اشاره به اینکه پدیده ال‌نینو و لانینا بر میزان دمای هوا تأثیر گذار است، بیان کرد: در وضعیت ال‌نینو دمای آب اقیانوس آرام نسبت به شرایط میانگین اندکی خنک‌تر است که حدود ۱/۵ تا ۲ درجه سانتی‌گراد در این وضعیت آب اقیانوس از میزان نرمال یا متوسط بلندمدت سردتر می‌شود که این سرما در پهنه وسیعی از اقیانوس به‌خصوص مناطق مرکزی تا

شرقی و سواحل غربی امریکا احساس می‌شود. وظیفه گفت: ال‌نینو و لانینا از جمله پدیده‌های جوی، اقیانوسی و حاصل فرآیندهای پیچیده‌ای هستند که تحت تأثیر انرژی تابشی خورشید به گردش در می‌آیند و بخش بزرگی از منطقه حاره را مستقیماً تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. هواشناسان و اقیانوس‌شناسان جهان در سال‌های اخیر مطالعات زیادی و دقیقی در مورد مکانیزم ایجاد ال‌نینو و تأثیرات متقابل جو و اقیانوس انجام داده‌اند.

وی در این زمینه گفت: پدیده ال‌نینو و لانینا وابسته به آب اقیانوس‌ها است که در تعامل با هوا تحت تأثیر قرار می‌گیرد، در واقع محل رخداد این دو پدیده در اقیانوس آرام است که البته اثرات آن در اقیانوس هند هم گاهی اوقات دیده می‌شود و دارای دو فاز گرم و سرد می‌باشد. احد وظیفه در این ارتباط افزود: نوسان بین ال‌نینو و لانینا دارای یک دوره سه تا هفت‌ساله است و گاهی در این بین یک شرایط خنثی نیز به وجود می‌آید، معمولاً پدیده‌های ال‌نینو یک‌ساله و برخی اوقات نیز خنثی هستند، ولی در طی سال‌های گذشته دو دوره لانینا را پشت سر گذاشتیم که پشت سر هم سه سال طول کشید.

وی ادامه داد: وقتی پدیده ال‌نینو به لانینا انتقال می‌یابد گردش‌های هوا در ترازهای پایین جو و هم بالای جو تغییر می‌کند، یعنی بین شرایط ال‌نینو و لانینا گردش‌ها در سطوح زیرین جو و سطوح بالا و همچنین امواج هواشناسی دچار تغییر می‌شوند، سال گذشته سال ال‌نینو و فاز گرم اقیانوس آرام بود ولی در حال حاضر جو در شرایط خنثی می‌باشد.

وظیفه اضافه کرد: یعنی به‌هیچ‌وجهی دمای آب که در سال گذشته در زمستان به ۲ درجه رسید، هم‌اکنون در بسیاری از مناطق به شرایط نرمال رسیده و در برخی از مناطق هم به نیم درجه گرم‌تر از حد نرمال رسیده است، انتظار می‌رود به احتمال زیاد تا ماه‌های زمستان به شرایط لانینا برسد، البته قطعیتی در این زمینه وجود ندارد به دلیل اینکه سازوکاری که بین دو پدیده ال‌نینو و لانینا وجود دارد هنوز به درستی

شناخته نشده است. وی گفت: علت مهم بودن دو پدیده لانینا و ال‌نینو به دلیل این است که دمای آب را نشان می‌دهند و ضمن اینکه این تغییرات دمای آب در شرایط هوایی نیز تأثیر گذار است و از ماه‌ها قبل نیز قابل پیش‌بینی می‌باشد. بنابراین یک شرایط مرزی را برای آب تعیین می‌کند که به نوعی سیستم‌ها و الگوهای جوی را در بلندمدت، یعنی در بازه زمانی ماه تا فصل تحت تأثیر قرار می‌دهد.

کارشناس هواشناسی اضافه کرد: این میزان گرمای به وجود آمده باعث می‌شود برخی نقاط از جهان با گرمای فراتر از نرمال روبه‌رو شوند.

**هشدارهای سازمان جهانی هواشناسی از افزایش ۱٫۵ درجه‌ای دمای هوا**  
وی با توجه به هشدارهای سازمان جهانی هواشناسی



افزود: متأسفانه گرمایش جهانی ۱/۲ تا ۱/۵ درجه سانتی‌گراد طی ۱۰۰ الی ۱۵۰ سال گذشته باعث شده تا کارشناسان جهانی هواشناسی هشدارهایی را در ارتباط با بالاترین دمای کره زمین بدهند.

وظیفه با اشاره به اثرات گرمایش جهانی گفت: هر درجه افزایش گرما باعث می‌شود حدود ۷ درصد تبخیر در کره زمین افزایش یابد و این تبخیر بر میزان آب‌های سطح زمین تأثیر گذار است و البته گیاهان و خاک نیز آب بیشتری باید تبخیر کنند و مسلماً این امر بر کاهش آب تأثیر خواهد داشت.

**ذوب شدن یخچال‌های دائمی و کاهش آب شیرین در جهان**  
وی ادامه داد: ذوب شدن یخ‌ها در مناطق قطبی و کوهستانی یکی دیگر از اثرات گرمایش جهانی

محسوب می‌شود و این موضوع باعث کاهش حجم یخچال‌های دائمی و ذوب شدن بیشتر یخ‌ها می‌شود، متأسفانه طی سال‌های اخیر بر اثر گرمای هوا مناطق کوهستانی هیمالیا که به عنوان قطب سوم کره زمین شناخته می‌شود با کاهش کم‌سابقه یخ مواجه بوده است.

این کارشناس اضافه کرد: کاهش آب شیرین در جهان یکی دیگر از اثرات گرمایش جهانی است. وقتی یخچال‌های مناطق کوهستانی و قطبی آب شوند مسلماً از طریق رودخانه‌ها دفع شده و از دسترس خارج می‌شوند و این امر باعث می‌شود میزان آب شیرین در جهان کم شود.

### تغییر اقلیم در جهان بر اثر افزایش گرمایش جهانی

وی با اشاره به بحث تغییر اقلیم عنوان کرد: تغییر اقلیم نیز بر اثر ایجاد گرمایش جهانی ایجاد می‌شود، در کنار آن توسعه شهرنشینی، تغییراتی که در محیط زیست به وجود آمده است مانند از بین رفتن جنگل‌ها، توسعه بیابان‌ها و کاهش آب تالاب‌ها و رودخانه‌ها باعث می‌شود تا محیط اطراف ما گرم‌تر شود و شدت تبخیر بالا رود.

وظیفه بیان کرد: وقتی تبخیر بالا رود مسلماً بارش‌ها نیز کاهش می‌یابد و این موضوع باعث افزایش گرد و خاک و خسارت‌های جبران‌ناپذیر به کشاورزی و زنجیره غذایی در جهان می‌شود.

### هشدار کارشناسان جهانی هواشناسی، افزایش گرمای هوا تا ۶/۵ درجه

وی گفت: کارشناسان هواشناسی جهانی سناریوهایی مختلفی را بر اثر افزایش گرمایش جهانی تصور کرده‌اند و به نظر می‌رسد که در خوش‌بینانه‌ترین حالت تا پایان قرن میلادی جاری که حدود ۷۵ سال دیگر است، زمین حدود ۲/۶ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر می‌شود.

کارشناس هواشناسی کشور افزود: اما در بدبینانه‌ترین حالت زمین در سال‌های پیش رو حدود ۴/۵ تا ۶/۵ درجه سانتی‌گراد گرم‌تر می‌شود که این امر یک فاجعه بزرگ محسوب می‌شود و مسلماً تغییرات بزرگی در آب و هوا و اقلیم کره زمین ایجاد خواهد کرد. پژوهشگران معتقدند هنوز امکان جلوگیری از بدترین سناریوها وجود دارد، اما این امر مستلزم کاهش سریع و گسترده انتشار گازهای گلخانه‌ای، کنار گذاشتن وابستگی به سوخت‌های فسیلی و اجرای سیاست‌های اقلیمی قاطع در سطح جهانی است.

بقیه گفت‌وگوها نشان داد تأخیر بیشتر در اقدام می‌تواند عبور از برخی آستانه‌های بحرانی را اجتناب‌ناپذیر کند؛ آستانه‌هایی که در صورت فعال شدن، بازگرداندن شرایط به وضعیت پایدار پیشین بسیار دشوار یا حتی غیرممکن خواهد بود.

## ۲۰۲۵، سومین سال گرم ثبت‌شده در تاریخ

حداقل در ۹۵ درصد از اروپا، قاره‌ای که سریع‌ترین گرمایش را در جهان دارد، در سال ۲۰۲۵ دمای بالاتر از میانگین تجربه شده است، در حالی که یک موج گرم‌یابی سابقه سه‌هفته‌ای، دمای هوا را در نزدیکی و درون دایره قطب شمال در بخش‌هایی از نروژ، سوئد و فنلاند به بالای ۳۰ درجه سانتی‌گراد رساند.

همچنین این گزارش، تسریع روند از بین رفتن یخ‌کره را برجسته کرد، به طوری که پوشش برفی اروپا ۳۱ درصد کمتر از میانگین بود، ایسلند دومین رکورد بزرگ از دست دادن یخچال‌های طبیعی خود را ثبت کرد و صفحه یخی گرینلند هم ۱۲۹ گیگاتن یخ از دست داد.

این گزارش، افزایش مداوم شرایط حاد مرتبط با آب و هوا را برجسته می‌کند. شرایط حاد آب و هوایی فراتر از گرما گسترش یافته است، به طوری که یک میلیون هکتار از اراضی اروپا در آتش‌سوزی‌های جنگلی سوخته‌اند، حدود ۷۰ درصد از رودخانه‌ها جریان آب پایین‌تر از حد متوسط داشته‌اند و خشکسالی در ماه مه، بیش از نیمی از قاره را تحت تأثیر قرار داده است.

حدود نیمی از کره زمین روزهای بیشتری را نسبت به میانگین با شرایط تنش گرمایی شدید، که به عنوان دمای «حساسی» بالاتر از ۲۲ درجه سانتی‌گراد تعریف می‌شود، تجربه کرده‌اند. کارشناسان تأکید می‌کنند داده‌ها نشان‌دهنده تغییر پایدار به سمت دمای بالاتر جهانی هستند، به طوری که هر یک از سه سال گذشته در میان گرم‌ترین سال‌های ثبت‌شده قرار گرفته‌اند.

سانتی‌گراد بود که ۰/۵۹ درجه سانتی‌گراد بالاتر از میانگین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۰ و ۱/۴۷ درجه سانتی‌گراد بالاتر از سطوح تخمینی پیش از صنعتی شدن است.

طبق گزارش «مرکز تغییرات اقلیمی کوپرنیک اتحادیه اروپا» (C2S) و سازمان جهانی هواشناسی (WMO)، سال ۲۰۲۵ به عنوان سومین سال گرم جهان از زمان شروع ثبت داده‌ها، رتبه‌بندی شده است که نشان‌دهنده روند مداوم افزایش دمای جهانی و وقوع شرایط آب و هوایی شدید و مداوم است.

این گزارش با عنوان «تکات برجسته آب و هوای جهان در ۲۰۲۵» نشان می‌دهد این سال تنها کمی خنک‌تر از سال ۲۰۲۳ بوده و پس از سال ۲۰۲۴ قرار دارد که همچنان گرم‌ترین سال ثبت‌شده و اولین سالی است که به وضوح از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از سطوح پیش از صنعتی شدن، فراتر رفته است. میانگین دمای سطح جهانی در سال ۲۰۲۵ میلادی ۱۴/۹۷ درجه

اروپا هم سومین سال گرم خود را با میانگین دمای ۱۰/۴۱ درجه سانتی‌گراد ثبت کرد که ۱/۱۷ درجه سانتی‌گراد بالاتر از میانگین سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۰ است، در حالی که مناطق غربی و شمالی از جمله بخش‌هایی از اقیانوس اطلس شمالی، دریای شمال، اسکندیناوی و مدیترانه غربی، در چندین منطقه دمای بی‌سابقه‌ای را تجربه کردند.

این گزارش مشترک همچنین می‌افزاید

### آژانس‌های اقلیمی اتحادیه اروپا و سازمان ملل گزارش داده‌اند که ۲۰۲۵، سومین سال گرم ثبت‌شده در تاریخ است.

طبق گزارش «مرکز تغییرات اقلیمی کوپرنیک اتحادیه اروپا» (C2S) و سازمان جهانی هواشناسی (WMO)، سال ۲۰۲۵ به عنوان سومین سال گرم جهان از زمان شروع ثبت داده‌ها، رتبه‌بندی شده است که نشان‌دهنده روند مداوم افزایش دمای جهانی و وقوع شرایط آب و هوایی شدید و مداوم است. این گزارش با عنوان «تکات برجسته آب و هوای جهان در ۲۰۲۵» نشان می‌دهد این سال تنها کمی خنک‌تر از سال ۲۰۲۳ بوده و پس از سال ۲۰۲۴ قرار دارد که همچنان گرم‌ترین سال ثبت‌شده و اولین سالی است که به وضوح از ۱/۵ درجه سانتی‌گراد بالاتر از سطوح پیش از صنعتی شدن، فراتر رفته است. میانگین دمای سطح جهانی در سال ۲۰۲۵ میلادی ۱۴/۹۷ درجه



## افزایش رعد و برق‌های زمین با تغییر اقلیم

محیا حسینی

گرمایش زمین دیگر فقط در بالا لانی برود و یخ‌ها را ذوب نمی‌کند، بلکه الگوی ساعت‌ها هم دستخوش تغییر کرده است. آن طور که مدیر کل هواشناسی استان البرز می‌گوید، تغییرات اقلیمی بهار را ناپایدار کرده و برق‌های آسمان را با قدرت و صدای بلندتری به زمین می‌فرستد. وقتی زمین پس از زمستان سرد سریع گرم می‌شود، توده‌های هوای بهاری ناپایدار تر می‌شوند و رعد‌ها قوی‌تر، بلندتر، و پرت‌انرژی‌تر از گذشته شنیده می‌شوند، به‌ویژه در دامنه‌های کوهستانی که پڑواک صدا، شاد مهبیب رعد‌ها را دوچندان می‌کند.

کامران حقی‌آبی، مدیر کل هواشناسی البرز، با اشاره به تفاوت ترمودینامیکی توده‌های بهاری می‌گوید: «گرم شدن سریع زمین پس از زمستان، ناپایداری شدیدتری ایجاد می‌کند که می‌تواند منجر به صاعقه‌های قوی‌تر با جریان الکتریسیته بالاتر و در نتیجه صدای بلندتر نسبت به پاییز شود.» او در ادامه به تأثیر توپوگرافی البرز اشاره می‌کند: «در این خصوص توپوگرافی البرز نقش کلیدی دارد. دیواره‌های کوهستانی و دره‌ها با ایجاد پڑواک و بازتاب‌اندن امواج صوتی، انرژی صوت را متمرکز و تشدید می‌کنند. این ویژگی، به‌خصوص برای ساکنان دامنه‌ها، باعث می‌شود رعد بسیار مهیب‌تر از مناطق مسطح شنیده شود.»

حقی‌آبی درباره ارتفاع کف ابر و غلظت رطوبت اظهار می‌دارد: «فاصله کمتر کف ابر در بهار (اغلب به دلیل رطوبت سطحی بالا) هوای مسیر را مرطوب‌تر می‌کند. از آنجایی که رطوبت نسبت به هوای خشک انرژی کمتری در مسیر صدا تلف می‌کند، صوت با شدت بیشتری به گوش می‌رسد. پایین بودن کف ابر همچنین زمان رسیدن صدا را کاهش می‌دهد.»

مدیر کل هواشناسی البرز به پدیده وارونگی (کانال صوتی) نیز اشاره می‌کند: «گرچه بهار بیش از پاییز با وارونگی دمایی مواجه نیست، اما گاهی پس از بارش، لایه‌های سرد نزدیک زمین ایجاد می‌شوند. صوت هنگام عبور از مرز این لایه سرد با هوای گرم‌تر بالایی شکسته شده و به سمت زمین بازمی‌گردد و در یک کانال صوتی محبوس می‌شود. این پدیده باعث می‌شود صدای رعد در فواصل دورتر نیز با شدت قابل توجهی شنیده شود.»

او درباره تأثیر تغییرات اقلیمی بر شدت صاعقه‌ها اظهار می‌دارد: «بر اساس دانش علمی موجود، گرمایش زمین ناشی از تغییرات اقلیمی احتمالاً شدت صاعقه را در مقیاس جهانی افزایش می‌دهد، زیرا افزایش دمای هوا مستقیماً انرژی در دسترس برای ناپایداری‌های شدید جوی را بالا می‌برد و تخمین زده می‌شود به ازای هر یک درجه سانتی‌گراد گرمایش، تعداد صاعقه‌ها بین ۱۲ تا ۱۸ درصد افزایش یابد.» او ادامه می‌دهد: «الگوی رعد و برق در ایران در حال تغییر است و مناطق شمال غرب و جنوب غرب کشور روند افزایشی معنی‌داری داشته‌اند. البرز هم جزو مناطق با فراوانی بالای رعد و برق محسوب می‌شود.»

اکنون دیگر رعد و برق فقط صدای همراه با باران نیست که به گوش می‌رسد، بلکه پیامی از سوی زمین است. هر صاعقه، بازتابی از گرمای بیشتر است که با قدرتی مهیب فرود می‌آید. صدایی که برای بار دیگر نشان می‌دهد طبیعت آرام نخواهد نشست و در مقابل هر تأثیری که ما انسان‌ها روی کره زمین می‌گذاریم، واکنش نشان می‌دهد.