بازچرخانی آب راهکار عملی برای حفاظت از آب موجود

توجه به آب مجازی، مغفول در بازچرخانی آب

سپهرغرب، گروه زیست‌بوم – طاهره ترابی‌مهوش: در گفت‌وگو با دو تن از کارشناسان حوزه آب مشخص شد؛ بنا به شرایط اقلیمی و تنش آبی موجود در بخش‌های مختلف شهری، کشاورزی و صنعتی، بازچرخانی آب راهکار عملی برای حفاظت از آب موجود است.

طی یک دهه گذشته چالش‌های ناشی از تغییرات اقلیمی، رشد جمعیت و افزایش تقاضای آب، بیش از هر زمان دیگری مدیریت منابع آبی را به یک اولویت در عرصه حکمرانی تبدیل کرده به طوری که در چنین شرایطی که بیشتر تالاب‌ها خشک شده‌اند، رودخانه‌ها از آب کافی برخوردار نبوده و قدرت خودپالایی خود را از دست داده‌اند، منابع زیرزمینی نیز در پایین سطح خود قرار گرفته‌اند و هر روز یکی از شهرها و روستاها در نقاط مختلف کشور به جمع شهرها و روستاهای دارای تنش آبی، افزوده می‌شود؛ دیگر تکیه صرف بر منابع سنتی تأمین آب، کافی نیست و باید به سمت تنوع‌بخشی به منابع تأمین و بهره‌گیری از فناوری‌های نوین حرکت کنیم.

در این بین امروزه، بازچرخانی و استفاده مجدد از آب، نه‌تنها یک راهکار، بلکه یک ضرورت است چراکه با استفاده از فناوری‌های پیشرفته تصفیه و بازیافت آب، می‌توان از منابع محدود آب حداکثر بهره را برد و وابستگی به منابع آب زیرزمینی و سطحی را کاهش داد؛ بنابراین چنانکه گفته شد؛ به‌عنوان یک اولویت کشور ما، با اقلیم خشک و نیمه‌خشک، نیازمند توسعه زیرساخت‌های بازچرخانی آب در بخش‌های مختلف صنعتی، کشاورزی و شهری است تا بتوان از این سرمایه ملی به‌طور هوشمندانه‌تری استفاده کرد.

امروزه در بیشتر کشورهای پیشرفته دنیا توسعه منابع آب غیرمتعارف همچون آب‌شیرین‌کن‌ها، استفاده از پساب تصفیه‌شده و مدیریت یکپارچه منابع آبی، ازجمله راهبردهایی است که برای تضمین امنیت آبی کشور دنبال می‌شود.

بنابراین با توجه به اهمیت موضوع برآن شدیم تا درخصوص تبیین بازچرخانی آب و الزامات آن با دکتر سید احمد خاتون‌آبادی؛ عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی اصفهان و نیز علی عباسی؛ دانش‌آموخته دکتری عمران و عضو هیئت‌علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی گفت‌وگویی ترتیب دهیم که در ادامه می‌خوانید:

عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی اصفهان با بیان اینکه وقتی از «بازچرخانی آب» صحبت می‌کنیم، باید بدانیم که این فرآیند به‌طور طبیعی نیز در چرخه طبیعت وجود دارد گفت: یعنی در شرایط عادی، آب از سطح زمین تبخیر می‌شود، به‌صورت باران یا برف بازمی‌گردد و مجدد وارد چرخه طبیعت و مصرف می‌شود.

سید احمد خاتون‌آبادی ادامه داد: اما آنچه ما از «بازچرخانی» در این مبحث مدنظر داریم، بیشتر به معنای بازیافت آب مصرف‌شده است، یعنی شیوه‌هایی که می‌توانیم آب مصرف‌شده را دوباره استفاده کنیم.

وی عنوان کرد: بازچرخانی آب عمدتاً شامل سه دسته روش‌های فیزیکی، شیمیایی برای حذف ذرات معلق، روغن‌ها و سایر آلاینده‌ها و نهایتاً بیولوژیکی برای گندزدایی و از بین بردن میکروارگانیسم‌های مضر از طریق سیستم‌های تصفیه فاضلاب، اکسیژن‌دهی و دیگر فرآیندها، می‌شود.

وی اذعان کرد: در بخش مصرف شهری که بیشتر شامل مصارف خانگی است ما دو نوع آب مصرف‌شده تولید می‌کنیم؛ نخست آب خاکستری که شامل آب حاصل از شست‌وشوی ظرف‌ها، لباس‌ها و استحمام است و دیگری آب سیاه فاضلاب حاصل از سرویس‌های بهداشتی را دربرمی‌گیرد.

این کارشناس منابع آب با تأکید بر اینکه در کشورهای مختلف، برنامه‌ریزی برای بازیافت این آب‌ها وجود دارد تشریح کرد: معمولاً آب خاکستری را می‌توان با سیستم‌های ساده‌تری تصفیه و بازیافت کرد، اما آب سیاه نیاز به تصفیه‌های پیچیده‌تری دارد و به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب هدایت می‌شود، آب با عبور از مراحل پلکانی، اکسیژن‌گیری شده و با افزودن مواد گندزدا، برای مصارفی مانند آبیاری فضای سبز شهری (غیرخوراکی) قابل استفاده می‌شود.

خاتون‌آبادی مطرح کرد: در منازل نیز روش‌هایی برای بازیافت آب وجود دارد، برای نمونه آبی که هنگام باز کردن دوش برای گرم شدن هدر می‌رود، می‌تواند در سطل جمع‌آوری شده و برای آبیاری فضای سبز مجتمع‌ها یا باغچه‌های خانگی استفاده شود.

وی افزود: در مجتمع‌های مسکونی، می‌توان از سیستم‌هایی مشابه شوتینگ زباله برای جمع‌آوری این آب‌ها در مخازن خاص استفاده کرد که سپس توسط شهرداری یا مدیریت ساختمان برای آبیاری فضای سبز مورد بهره‌برداری قرار گیرد.

این عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی اصفهان با تصریح بر اینکه حتی آبی که برای شستن ماشین در حیاط مصرف می‌شود، در صورتی که حاوی مواد شوینده در حد معمول باشد، برای چمن‌کاری و گیاهان غیرخوراکی قابل استفاده است، عنوان کرد: علاوه بر این، آب حاصل از شست‌وشوی سبزیجات، پاستا یا برنج نیز بسیار غنی و مفید برای آبیاری گلدان‌هاست؛ بنابراین این آب‌ها نباید به‌راحتی دور ریخته شوند.

خاتون‌آبادی با بیان اینکه در کشورهای پیشرفته مانند چین و کانادا، استفاده از آب باران در منازل بسیار رایج است به نحوی که شهرداری‌ها در این کشورها مخازن بزرگ سفیدرنگی را در اختیار خانه‌ها قرار می‌دهند که آب باران از طریق ناودان به این مخازن هدایت شده و در آن‌ها ذخیره می‌شود خاطرنشان کرد: این مخازن به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که در مواجهه با نور آفتاب از رشد باکتری جلوگیری می‌کنند و آب ذخیره‌شده برای مصارف عمومی مانند آبیاری، شستن خودرو و حتی مصارف خانگی غیرخوراکی استفاده می‌شود.

وی با ابراز اینکه این روند به‌ویژه در صنایع و کشاورزی اهمیت دارد افزود: در حال حاضر بنا به کمبود منابع آب در دسترس، در بسیاری از موارد، آب‌های فاضلاب شهری که تصفیه شده‌اند، به صنایع و کشاورزان فروخته و دوباره وارد چرخه تولید می‌شوند.

وی ادامه داد: البته در برخی موارد صنایع خود نیز اقدام به بازچرخانی آب مصرفی می‌کنند؛ برای مثال امروزه در بیشتر صنایع مختلف به‌ویژه در فولادسازی شاهد تصفیه آب و بازچرخانی آن هستیم به طوری که برای خنک‌سازی سیستم‌های صنعتی، به جای استفاده از آب شیرین رودخانه‌ها، از آب بازیافتی بهره می‌برند، البته این فرآیند نیازمند دقت است تا از آلودگی و تأثیرات منفی جلوگیری شود.

این کارشناس منابع آب در واکنش به این مسئله که در کشاورزی نیز در برخی شهرها آب حاصل از بازچرخانی در صنایع، در پایین‌دست، شیلات و کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرد، گفت: این آب‌ها پس از تصفیه و پالایش به‌عنوان آب مورد نیاز کشاورزی یا صنایع به‌کار گرفته می‌شوند این در حالی است که در برخی نقاط، به‌ویژه در حوزه‌های پرورش ماهی، استفاده از آب‌هایی که تنها ذرات معلق و روغن را از آن جدا کرده‌اند، موجب بروز مشکلاتی مانند ورود فلزات سنگین به بدن ماهی‌ها و بروز سرطان می‌شود.

خاتون‌آبادی در واکنش به این پرسش که آیا به لحاظ قانونی در خصوص بازچرخانی آب در مصارف مختلف، الزامی برای این مسئله وجود دارد؟ گفت: در این زمینه، قوانین و مقررات زیادی هست که برای استفاده مجدد از آب وضع شده‌اند اما اجرای آن‌ها به‌ویژه در بخش‌های مختلف مانند تصفیه‌خانه‌ها به‌درستی انجام نمی‌شود چراکه بسیاری از تصفیه‌خانه‌های قدیمی به‌دلیل فرسودگی و مشکلات ساختاری، قادر به انجام فرایندهای تصفیه بیولوژیکی به‌طور مؤثر نیستند؛ بنابراین، ضروری است که نظارت‌های دقیق‌تری بر این فرایندها اعمال شود تا بتوان از آلودگی و مشکلات احتمالی جلوگیری کرد.

وی با اشاره به اینکه این نظارت در برخی موارد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است تشریح کرد: آب‌های کشاورزی معمولاً شامل کودهای نیترات و پتاسه هستند، به‌ویژه اینکه در مناطق کشاورزی، آب رودخانه‌ها که با شسته شدن کودها، مانند کود اوره و کودهای دیگر، آلوده می‌شوند، وارد آب‌های زیرزمینی شده و سپس به‌طور مجدد وارد رودخانه‌ها می‌شوند. این آب‌ها در برخی موارد می‌توانند به‌ویژه در سبزیجات غده‌ای و ریشه‌ای مانند پیاز و سیب‌زمینی، رسوب نیترات ایجاد کرده و سرطان‌زا باشند.

وی ادامه داد: از طرفی آب‌های کشاورزی که به‌وسیله پساب‌های صنعتی آلوده می‌شوند، فلزات سنگین را وارد محصولات کشاورزی می‌کنند، برای مثال، این رودخانه‌ها نباید به‌راحتی برای آبیاری کشاورزی و تولید سبزیجات و صیفی‌جات مورد استفاده قرار گیرند؛ بنابراین ضروری است که بازیافت آن‌ها به‌طور دقیق و برنامه‌ریزی‌شده باشد، این بازیافت‌ها باید تحت نظارت نهادهای دولتی مانند سازمان‌های فاضلاب و پساب‌های صنعتی قرار گیرند؛ در این صورت، آب‌های بازچرخانی‌شده باید طبق ضوابط بهداشتی و قانونی هدایت شوند تا از هرگونه آسیب به محیط زیست و انسان‌ها جلوگیری شود.

این عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی اصفهان در بخش دیگر از صحبت‌های خود با بیان اینکه در بازچرخانی آب یکی از نکات و ظرفیت‌هایی که اغلب نادیده گرفته می‌شود، توجه به آب مجازی است اذعان کرد: آب مجازی به آبی اطلاق می‌شود که در فرآیند تولید محصولات مختلف نهفته است، محصولاتی مانند برنج و هندوانه که مصرف آب زیادی دارند، نمونه‌های واضحی از آب مجازی هستند.

خاتون‌آبادی با ابراز اینکه در کشورهایی مانند فیلیپین و تایلند به‌دلیل حجم بالای بارش‌ها، در تولید برنج از آب طبیعی مانند باران یا جذر و مد رودخانه‌ها بهره می‌برند، اما در ایران متأسفانه از منابع آب زیرزمینی برای این کار استفاده می‌شود تصریح کرد: این موضوع به‌ویژه در مورد محصولات آب‌بری که در کشورهایی مانند ایران تولید می‌شوند، نگران‌کننده است.

وی ادامه داد: بر این اساس باید توجه کرد که واردات محصولات غذایی آب‌بر مانند هندوانه که هر کیلو آن حدود ۱۵۰ لیتر آب مصرف می‌کند، نوعی بازچرخانی آب به‌حساب می‌آید، به این معنی که آب مورد نیاز برای تولید این محصولات به‌طور غیرمستقیم وارد کشور می‌شود، در حالی که تولید و صادرات این محصول آب‌بر، باعث می‌شود که آب از چرخه داخلی کشور خارج شود، این نکته‌ای است که باید به آن توجه ویژه داشته باشیم.

در ادامه عضو هیئت‌علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی نیز به‌عنوان کسی از سال‌ها قبل در زمینه بازچرخانی آب شهری، پروژه‌هایی در دستور کار داشته آن‌ها را و به سرانجام رسانده گفت: با توجه به اینکه کشور ما طی چند سال اخیر با تنش آبی مواجه بوده، استفاده و بهره‌برداری از آب‌های سطحی، به‌ویژه آب‌های حاصل از بارندگی‌ها، یکی از منابعی است که می‌توان با مدیریت درست و برنامه‌ریزی تخصصی، آن را به‌خوبی مورد استفاده قرار داد.

دکتر علی عباسی با اشاره به اینکه درخصوص آب‌های ناشی از بارندگی، به‌ویژه در شهرها، با توجه به توسعه سطوح نفوذناپذیر، مثل ساختمان‌ها و خیابان‌ها، ضریب رواناب افزایش پیدا می‌کند و شرایط به گونه‌ای است که آبی که قبلاً به زمین نفوذ می‌کرد، دیگر نفوذ نمی‌کند و به رواناب تبدیل می‌شود گفت: در این شرایط، در بیشتر شهرها نهرهای زهکشی پیش‌بینی می‌شود تا آب را جمع‌آوری و به رودخانه‌ها منتقل کند، حتی در بعضی مواقع، این رواناب‌ها ممکن است باعث آب‌گرفتگی و ایجاد مشکلات شوند.

وی با بیان اینکه اگر این نهرها پیش‌بینی شده باشند یا حتی نشده نباشد، به‌دلیل آلودگی‌هایی که در سطح خیابان‌ها وجود دارد، آب آلوده شده و وارد رودخانه‌ها یا منابع زیرزمینی می‌شود خاطرنشان کرد: بنابراین، بهترین کار این است که آب باران را در مبدأ و نزدیک به جایی که باران می‌بارد، جمع‌آوری کنیم.

وی، افزود: به‌عنوان مثال، در ساختمان‌ها می‌توانیم آب باران را از پشت‌بام جمع‌آوری و در مخازن ذخیره و سپس از آن برای آبیاری فضای سبز داخل ساختمان یا برای استفاده در مخازن آب شست‌وشو دهنده توالت بهره‌برداری کنیم.

این پژوهشگر حوزه آب با بیان اینکه ما این سیستم را در مشهد، در ساختمان اداری مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی، از سال ۸۸ پیاده‌سازی کرده‌ایم گفت: بنده شخصاً این سیستم را در ساختمان مسکونی‌ام اجرا کرده‌ام و از آب باران برای مخازن آب شست‌وشو دهنده توالت ساختمان، آبیاری باغچه و شست‌وشوی ماشین استفاده می‌کنیم.

عباسی با تأکید بر اینکه بنا به ضرورت توجه به این امر ما در انجمن علمی سطوح آبگیر باران، مدت‌هاست که پیگیر آن هستیم که این سیستم را وارد آیین‌نامه‌های ساختمانی کنیم، اما تاکنون موفق نشده‌ایم، اظهار کرد: جلساتی با سازمان نظام مهندسی داشته و از طریق مجلس پیگیری کرده‌ایم تا این طرح‌ها به تصویب برسند و به‌صورت الزامی در ساختمان‌های مسکونی و اداری، گنجانده شوند.

وی با ابراز اینکه این مدل بازچرخانی درخصوص آب مصرفی در شهرها به‌ویژه در شهرهایی که به‌دلیل بارندگیِ کمتر، مانند مشهد، توجیه اقتصادی ندارد، نیز مؤثر است چه برسد به استان‌های شمال غرب و غرب که میزان بارش‌ها به‌مراتب بیشتر است افزود: درواقع در شهرهای پر باران، این سیستم می‌تواند بخش قابل توجهی از نیازهای آبی ساختمان‌ها را تأمین کند.

وی با اشاره به اینکه مبحث دیگر این است که در سطح شهرها، بخشی از آب‌های زیرزمینی و سطحی صرف آبیاری فضای سبز می‌شود افزود: در خیابان‌ها، به‌دلیل سطوح نفوذناپذیر زیاد، امکان جمع‌آوری آب‌های جاری پس از بارندگی وجود ندارد اما می‌توان در برخی مناطق، با توجه به توپوگرافی منطقه، این آب‌ها را جمع‌آوری و ذخیره کرده و در فصولی که نیاز به آبیاری فضای سبز داریم، از آن بهره ببریم.

وی، خاطرنشان کرد: با توجه به اینکه کشور ما با چالش‌های آب روبه‌روست، مدیریت منابع آبی ازجمله آب باران می‌تواند گامی مؤثر در کاهش این مشکلات باشد.

این کارشناس حوزه آب با بیان اینکه در این زمینه نیز در سال ۸۶، با همکاری شهرداری مشهد، یک طرح را در محوطه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی اجرا کردیم، عنوان کرد: این محوطه دو هکتار مساحت دارد و سطوح آسفالت خیابان و پارکینگ را شامل می‌شود که شیب‌دار است؛ بنابراین قبلاً آب باران به جدول‌های کنار خیابان می‌رفت و از آنجا خارج می‌شد، اما با ایجاد یک مخزن به روش آب‌انبارهای سنتی، آب باران را ذخیره کرده و از آن برای آبیاری فضای سبز دو هکتاری استفاده می‌کنیم.

عباسی با اشاره به اینکه این مخزن هزار و ۲۰۰ متر مکعب گنجایش دارد و از سال ۸۶ تاکنون مورد بهره‌برداری قرار گرفته و حتی سال جاری، مخزن پر شده و آب آن برای آبیاری فضای سبز این محوطه در تابستان استفاده می‌شود افزود: همین طرح را دانشگاه گرگان نیز به‌طور مشابه با مقیاس کوچکتر اجرا کرده‌ایم.

وی، اذعان کرد: این نوع پروژه‌ها می‌تواند فشار بر آب‌های زیرزمینی را کاهش دهد و به‌عنوان یک راهکار مؤثر برای مدیریت منابع آبی، خصوصاً در مناطق با بارندگی کم مانند مشهد، مفید واقع شود.

عضو هیئت‌علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی با تأکید بر اینکه معمولاً در مبحث بازچرخانی و اجرای پروژه‌های مرتبط با آن، یکی از مشکلات اصلی هزینه‌ها است، چراکه به‌دلیل پایین بودن هزینه آب‌های زیرزمینی، در ابتدا ممکن است این روش‌ها توجیه اقتصادی نداشته باشند عنوان کرد: با این حال، برای تشویق مردم به استفاده از این روش‌ها، مشوق‌هایی نظیر معافیت‌های مالیاتی یا حمایت از سوی شهرداری می‌تواند مؤثر باشد.

عباسی با بیان اینکه در خصوص برآورد اقتصادی، طرح‌های مشابه در مشهد نشان داده‌اند که حتی در مناطقی با بارندگی کم، بازگشت سرمایه این طرح‌ها حدود ۱۰ سال است گفت: برای مثال، با ایجاد مخازن ذخیره آب، هزینه‌های اولیه که برای ساخت مخزن و تجهیزات صرف شده، پس از این مدت جبران و از آن به بعد این سیستم به‌طور مداوم به‌کار می‌رود. در حقیقت، این سیستم‌ها می‌توانند برای سال‌ها و حتی قرن‌ها بدون نیاز به تعمیرات عمده کارایی داشته باشند.

وی ادامه داد: این در حالی است معمولاً در شهرهای بزرگ‌تر، مانند شمال کشور، گرگان و غرب کشور چنانکه گفته شد بنا به حجم بارش ها، این نوع پروژه‌ها در مدت پنج سال هم می‌تواند بازگشت سرمایه داشته باشد. علاوه بر این، آموزش و ترویج این روش‌ها به کمک رسانه‌ها مانند صدا و سیما نیز بسیار مهم است.

«پسماندهای پلاستیکی» اصلی‌ترین تهدید زمین پاک

سپهرغرب، گروه زیست‌بوم: سالانه حدود ۴۶۰ میلیون تن پلاستیک در جهان تولید می‌شود و برآوردها نشان می‌دهد بین ۷۵ تا ۱۹۹ میلیون تن از این مقدار، در حال حاضر در اقیانوس‌ها انباشته شده‌اند.

در حالی که جهان روز زمین پاک را گرامی می‌دارد، این مناسبت به ما یادآوری می‌کند که مسئولیت حفاظت از محیط زیست بر دوش همه ماست. این روز که نخستین‌بار در سال ۱۹۷۰ برگزار شد، از دل نگرانی‌های فزاینده زیست‌محیطی، به‌ویژه پس از فاجعه نشت نفت در سانتا باربارای آمریکا در سال ۱۹۶۹، شکل گرفت.

ایده روز زمین پاک را «گی‌لرد نلسون» سناتور وقت آمریکا مطرح کرد و در اولین سال برگزاری آن، حدود ۲۰ میلیون آمریکایی در راهپیمایی‌ها و برنامه‌های آگاهی‌بخش شرکت کردند. این رویداد نقطه عطفی بود که در ادامه به تأسیس سازمان حفاظت محیط زیست (EPA) و تصویب قوانین مهمی همچون «هوای پاک» و «آب پاک» انجامید.

در گذر زمان، روز زمین پاک از مرزهای ملی فراتر رفت و به یک جنبش جهانی بدل شد. امروز بیش از یک میلیارد نفر در بیش از ۱۹۰ کشور جهان با مشارکت در فعالیت‌هایی مانند درختکاری، پاک‌سازی طبیعت و کمپین‌های آموزشی، نقش خود را در حفاظت از محیط ایفا می‌کنند.

با وجود افزایش آگاهی عمومی، جهان همچنان با بحران شدید زباله دست‌وپنجه نرم می‌کند. سالانه حدود ۴۶۰ میلیون تن پلاستیک در جهان تولید می‌شود و برآوردها نشان می‌دهد بین ۷۵ تا ۱۹۹ میلیون تن از این مقدار، در حال حاضر در اقیانوس‌ها انباشته شده‌اند.

در سطح جهانی، تنها ۱۹ درصد از زباله‌های شهری بازیافت می‌شود؛ در حالی که ۳۰ درصد به مراکز دفن بهداشتی منتقل می‌گردد. مابقی زباله‌ها یا سوزانده می‌شوند یا به شکل غیراصولی در طبیعت رها می‌شوند. این وضعیت تهدیدی جدی برای سلامت عمومی و زیست‌بوم‌ها محسوب می‌شود.

در واکنش به این بحران‌ها، کشورها اقدامات مختلفی را در راستای توسعه پایدار اجرا کرده‌اند:

شیلی: با معرفی «سولو بگ» (SoluBag)، نوعی کیسه تجزیه‌پذیر که در آب حل می‌شود، گامی مؤثر برای کاهش آلودگی‌های پلاستیکی برداشته است.

مالزی: برنامه‌ای عظیم برای پاک‌سازی سواحل و جنگل‌ها ترتیب داده که در آن بیش از ۱۰۰ هزار داوطلب شرکت دارند و هدف آن کاشت یک میلیون درخت در سراسر کشور است.

ایالات متحده: سازمان EarthDay با ترویج «سواد اقلیمی»، فعالیت‌های آموزشی و تلاش برای تأثیرگذاری بر سیاست‌های زیست‌محیطی، نقش محوری در پیشبرد اهداف روز زمین ایفا می‌کند.

اگرچه روز زمین پاک نمادی از حرکت جهانی برای حفاظت از محیط زیست است، اما نباید به یک مناسبت نمادین محدود بماند. اهمیت این روز در این نیست که سالی یک بار برای زمین کاری کنیم، بلکه در آن است که الهام‌بخش تغییرات دائمی و رفتارهای پایدار در طول سال باشد.

بحران زباله و آلودگی‌های زیست‌محیطی نشان می‌دهند که صرفاً برگزاری برنامه‌های نمادین کافی نیست؛ بلکه نیازمند اصلاح ساختاری در شیوه‌های تولید، مصرف و مدیریت پسماند هستیم. این یک فراخوان جدی است برای آن‌که دولت‌ها، شرکت‌ها و حتی تک‌تک افراد، محیط زیست را در تصمیم‌گیری‌های خود در اولویت قرار دهند.

روز زمین پاک، نمادی از قدرت همبستگی و اقدام جمعی در برابر بحران‌های زیست‌محیطی است. با این حال، مسیر رسیدن به آینده‌ای پایدار، نیازمند تعهد مداوم و اقدامات مؤثر در تمامی سطوح جامعه است. با در پیش گرفتن سبک زندگی پایدار، مشارکت در سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی و ارتقای آگاهی عمومی، می‌توانیم روح روز زمین را هر روز زندگی کنیم، نه فقط در تقویم.

آیا تغییرات اقلیمی باعث افزایش زلزله می‌شود؟

سپهرغرب، گروه زیست‌بوم: اگرچه تغییرات اقلیمی مستقیماً باعث وقوع زلزله نمی‌شود، اما تحقیقات جدید از دانشگاه میامی نشان می‌دهند که این پدیده می‌تواند بر فرآیندهای زمین‌شناسی تأثیر گذاشته و در شرایط خاص، احتمال رخداد زمین‌لرزه را افزایش دهد.

در سال‌های اخیر، تغییرات اقلیمی به‌عنوان یکی از چالش‌های اصلی قرن بیست‌ویکم مورد توجه جهانیان قرار گرفته. از افزایش دما و ذوب یخ‌های قطبی گرفته تا خشکسالی‌های گسترده و سیلاب‌های شدید، تأثیرات این پدیده بر محیط‌زیست و زندگی انسان‌ها مشهود و انکارناپذیر شده. اما در میان این پیامدهای شناخته‌شده، موضوعی کمتر مورد بحث قرار گرفته و آن، تأثیر بالقوه تغییرات اقلیمی بر فعالیت‌های زمین‌شناسی نظیر زلزله‌هاست.

آیا واقعاً گرمایش زمین می‌تواند احتمال وقوع زلزله‌ها را افزایش دهد؟ چه ارتباطی میان ذوب یخ‌ها، افزایش سطح آب دریاها، بارندگی‌های شدید و حرکت صفحات زمین وجود دارد؟

اگرچه تغییرات اقلیمی مستقیماً باعث وقوع زلزله نمی‌شود، اما تحقیقات جدید از دانشگاه میامی نشان می‌دهند که این پدیده می‌تواند بر فرآیندهای زمین‌شناسی تأثیر گذاشته و در شرایط خاص، احتمال رخداد زمین‌لرزه را افزایش دهد.

■ **سازوکارهای تأثیر تغییرات اقلیمی بر فعالیت‌های لرزه‌ای**

۱. ذوب یخچال‌های طبیعی و بازگشت ایزواستاتیک

با ذوب شدن یخچال‌ها، فشار وزن آن‌ها از روی پوسته زمین برداشته می‌شود. این فرایند باعث بازگشت ایزواستاتیک (بالا آمدن تدریجی زمین) می‌شود که می‌تواند تنش‌ها در امتداد گسل‌ها را تغییر دهد و احتمال وقوع زلزله را افزایش دهد.

۲. افزایش سطح آب دریاها

افزایش سطح آب دریاها منجر به وارد شدن فشار بیشتر بر صفحات تکتونیکی کف اقیانوس می‌شود. این فشار اضافی می‌تواند ثبات گسل‌ها را تغییر داده و منجر به زمین‌لرزه شود.

۳. بارندگی‌های شدید و ذوب ناگهانی برف

بارش‌های شدید یا ذوب سریع برف می‌تواند به عمق زمین نفوذ کند و فشار در منافذ خاک و سنگ را افزایش دهد. این موضوع می‌تواند اصطکاک بین صفحات گسلی را کاهش داده و گسل‌ها را مستعد لغزش کند.

۴. ذوب شدن پرمافراست (یخ‌های دائمی)

در مناطق قطبی، ذوب شدن یخ‌های دائمی می‌تواند زمین را ناپایدار کرده، رانش زمین ایجاد کند و فشار جدیدی به گسل‌های مجاور وارد کند که ممکن است به زلزله منجر شود.

■ **سونامی عظیم در گرینلند**

در سپتامبر ۲۰۲۳، یک رانش زمین عظیم در گرینلند که ناشی از ذوب یخچال‌ها بود، باعث ایجاد یک سونامی بسیار قدرتمند شد. این حادثه به قدری شدید بود که امواج لرزه‌ای حاصل از آن به سراسر زمین رسید و باعث شد کره زمین به مدت ۹ روز به‌صورت خفیف بلرزد. این رخداد، قدرت پنهان پدیده‌های زمین‌شناسی ناشی از تغییرات اقلیمی را به‌خوبی نشان داد.

■ **دیدگاه علمی**

دانشمندان تأکید می‌کنند که اگرچه تغییرات اقلیمی می‌تواند بر عواملی که به زلزله می‌انجامند تأثیرگذار باشد، اما عامل اصلی زلزله همچنان حرکات تکتونیکی زمین است. با این حال، تغییرات اقلیمی می‌تواند در مناطقی که به‌طور طبیعی مستعد فعالیت‌های لرزه‌ای هستند، نقش کاتالیزور یا تشدیدکننده داشته باشد.

محققان می‌گویند: این اطلاعات نقش حیاتی در درک اثرات چندوجهی تغییرات اقلیمی دارند و نشان می‌دهند که باید ملاحظات زمین‌شناسی نیز در برنامه‌ریزی‌های تاب‌آوری اقلیمی گنجانده شوند.