

علوم زمین و

محیط زیست:

شناسایی آثار فعالیت‌های انسان بر فرایندهای طبیعی

آنتونی برگر

مترجم: بهرام معلمی

به دلایل زیادی، درک و شناختن فرایندهایی زمین شناختی که در کوتاه و میان مدت بر سطح زمین تأثیر می‌گذارند، اهمیت دارد. در این رهگذر برای ارزشیابی فرصتهای کاربری اراضی و محدودیتهای آن، راههایی یافت می‌شود. تجهیز به این فهم و درک جزئی اساسی از زمینه تصمیم‌گیری‌هایی را تشکیل می‌دهد که بر محیط‌زیست تأثیر می‌گذارند و در رهیافت درازمدت، در آینده پایدار سهیم هستند. این شناخت به بازشناسی فرصتهای حفاظت و ترمیم آسیبهای زیست‌محیطی کمک می‌کند و به ارزیابی و درک آثار فزاینده عوامل زیست‌محیطی بر تصمیم‌گیریهای اقتصادی و زمینه‌های کسب و کار منجر می‌شود. علم زمین (یا به تعبیر سنتی‌تر، زمین‌شناسی، یعنی مطالعه کره زمین و موادی فیزیکی که کره زمین را می‌سازند) پیشی نسبت به محیط فیزیکی، علل و معلولهای فرایندهای طبیعی و فعالیت‌های بشر فراهم می‌آورد، آگاهیهای زیست‌محیطی را افزون می‌کند و کارایی نظارت را قوام می‌بخشد.

مشکلات، چالشها و مسائل زیست‌محیطی فراوان و فراگیر هستند. فشار جمعیت و برنامه‌ریزیهای ضعیف، عموماً مسائل و مشکلات جزئی محدود به گروههای اجتماعی کوچک را به فاجعه‌های بالقوه یا واقعی برای تعداد زیادی از مردم تبدیل کرده‌است. هرچند که فرایندهای طبیعی مانند فرسایش بستر

رودخانه و نواحی ساحلی، زمین‌لغزه، آتشفشان و زمین‌لرزه را نمی‌توان متوقف کرد، اما با این حال، علوم زمین از طریق بهبود برنامه‌ریزی، توسعه و مدیریت جوامع انسانی و آگاهی یافتن از سوانح و بلایای طبیعی قریب‌الوقوع کمک شایانی به بشر می‌کند. محیط‌زیست عبارت است از رشته کامل بر همکنشهای

زمین‌شناختی و زیست‌شناختی که رابطه مابین حیات و سیاره زمین را تعیین و آشکار می‌کند. به حوزه نسبتاً جدید علوم زمین زیست‌محیطی از زاویه‌های گوناگونی می‌نگرند. در امریکای شمالی و اروپا، که در عملیات پاکسازی صنایع و محیط‌های شهری شمار فزاینده‌ای از زمین‌شناسان را به کار می‌گیرند، به پژوهشهای مشروح آلودگی نقطه‌ای و جایگاههای تخلیه زباله و فضولات توجه خاصی مبذول می‌شود و برای شناسایی شرایط و اوضاع و احوال لایه‌های زیر سطح زمین از فنونی چون آب‌شناسی و زمین‌شناسی و ژئوفیزیک بهره می‌گیرند.

یک نگرش گسترده‌تر، علم زمین زیست‌شناختی را مطالعه جنبه‌هایی از محیط‌زیست فیزیکی یا طبیعی تلقی می‌کند که بر فعالیت‌های بشر یا فرایندهای کره زمین تأثیری می‌گذارند و یا از آنها متأثر می‌شوند. از میان این تأثیر و تأثرها موارد زیر را می‌توان برشمرد:

- یافتن منابع آب زیرزمینی و کمک به بهره‌برداری از آنها برای مصارف خانگی، صنعتی و کشاورزی؛
- تعیین میزان طبیعی عناصر سمی در خاک، آب و ته‌نشستها در جهت ایجاد سطح قابل قبول مهار آلودگی و نظارت بر آن؛
- کمک به پاکسازی سفره‌های آب از آلاینده‌های آلی؛
- شناسایی جایگاههای ثابت و پایدار برای فعالیت‌های مهندسی یا تخلیه زباله و فاضلاب، جلوگیری از نشست مواد و شیرابه‌های زباله از این جایگاهها و جلوگیری از فروریزش و نشست زمین؛
- مطالعه آتشفشانها و لرزه‌خیزی به خاطر پی‌بردن به میزان خطرها و آگاهی از فورانهای آتشفشانی و زمین‌لرزه؛
- ارائه راهنمایی در زمینه آئین‌نامه‌های ساختمانی که از ساخت ساز در نواحی ناپایدار یا خطرناک جلوگیری به عمل می‌آورد؛

■ در کنار اکتشاف و استخراج کانیها و سوختهای فسیلی، به حداقل رساندن زیان و لطمه به محیط زیست؛
 ■ نقشه برداری و کنترل و اداره نواحی روبه ساحل، ساحلی و دور از ساحل برای تخلیه زباله، مسیرهای خط لوله و کابلهای برق و تلفن و تشکیلات و تأسیسات تولید نفت و گاز؛
 ■ آگاهی از پیشینه تغییرات اقلیمی و سایر تغییرات در محیط زیست و بخصوص در چند قرن اخیر.

کارشناسان علم زمین با دامنه گسترده‌ای از مسائل زیست محیطی سروکار دارند. کشاورزان و ساکنان روستاها در بسیاری از بخشهای آسیا، اروپا و امریکای شمالی باید مشکلات و معضلات آلودگی منابع آب ناشی از کودها و افزودنیهای خاک و آلودگی هوا ناشی از فعالیت صناعی چون کارخانه‌های مواد شیمیایی، سوختن زغال سنگ و صنایع ذوب و پالایش را حل کنند. دامنه آلودگی خاک و آب در اتحاد شوروی سابق، ناشی از تخلیه فاضلاب سمی، در سالهای اخیر بروز یافته است. در واقع، وقتی فضولات زیانبار در مکانهای ناپایدار در خاکها یا رسوبها انباشته می‌شوند ناگهان به علت پایین رفتن سفره آب زیرزمینی، فرسایش شتابان، یا ذوب شدن خاکهای یخ بسته رها می‌شوند، آنگاه است که بمبهای ساعتی شیمیایی (مواد شیمیایی انباشته) منفجر می‌شوند.

بسیاری از اجتماعات ساحلی بایستی از عهده تهدید سیل گرفتگی و آب گرفتگی ناشی از بالا آمدن سطح آب دریا یا فرسایش خط ساحلی، برآیند. شهروندان شهرهای مختلف جهان در خصوص تخلیه زباله و دسترسی به آب و هوای پاکیزه نگران هستند. در بسیاری از کلانشهرهای پرجمعیت، بخصوص در کشورهای در حال توسعه، شهروندان با کمبودهای آب، شرایط ناپایدار زمین، یا حتی ویرانی بر اثر زمین لرزه‌های شدید مواجه هستند که حیاتشان را در معرض تهدید قرار داده است. بخشی از این عوامل خطر ناشی از آیین‌نامه‌های ضعیف و ناکافی ساختمانی بوده و بخشی دیگر هم به علت خانه‌سازی نامناسب بروز می‌کنند.

معضلات زیست محیطی را معمولاً چنان توصیف می‌کنند که گویی به صورت مجزا و محلی رخ می‌نمایند و می‌توان به آسانی آنها

را برای نمونه به کمک روشهای مهندسی قابل قبول و متعارف، کنترل و مهار کرد. در حوزه علوم زمین به نحو فزاینده‌ای این دیدگاه مطرح می‌شود که زمین سیستمی یکپارچه است و بروز یک رخداد یا فرایند، رخداد یا فرایند دیگر را، گاه با تأثیری موج وار که در تمام این سیستم گسترش می‌یابد، تحت تأثیر قرار می‌دهد. به این ترتیب، برون‌ریزی مواد آتشفشانی در آرامسپهر می‌تواند اقلیم، ترکیب شیمیایی آبهای سطحی و حتی تنوع حیات جانوری و گیاهی را در تمامی کره زمین تحت تأثیر قرار دهد.

معضلات زمین‌شناختی شهرها

پیش از سال ۱۹۰۰، هیچ شهری با جمعیت پنج میلیون نفر در جهان وجود نداشت. در سال ۱۹۵۰، تعداد این شهرها به شش مورد رسید و بنابر پیش‌بینی سازمان ملل متحد، تا سال ۲۰۰۰ تعداد آنها به ۶۰ مورد خواهد رسید، که شتابانترین رشد آن در کشورهای در حال توسعه خواهد بود. در حدود نیمی از جمعیت هفت میلیاردی جهان سال ۲۰۰۰ در نواحی شهری زندگی خواهند کرد. اثر عظیم و فوق‌العاده فعالیت‌های انسانی در این شهرها محیط زیست طبیعی (فیزیکی) را تغییر می‌دهد و در بسیاری موارد توازن آن را با طبیعت به نحو فاحشی برهم می‌زند.

اولیای شهرها به تدریج به اهمیت بهره‌گیری از علم زمین‌شناسی در حل مسائل شهری، همچون تخلیه زباله و ساخت و ساز روی زمینهای شیبدار ناپایدار، پی می‌برند.^۱ شهرهایی چون کاراکاس، به جهت ساخت و ساز تراکم و وسیع بر روی زمینهای شیبدار ناپایدار، با معضل ناشی از زمین لغزه و سایر حرکت‌های توده‌ای خاک مواجه است. شهرهای دیگری، مانند هنگ‌کنگ، با تدوین مقررات دقیق و پی‌گرفت اقدامات منطقی برای ساختمان‌سازی روی شیبهای تند و ساییده شده، آسیب‌هایی زمین‌شناختی را که زمانی بسیار پرهزینه و خطرناک بود، به میزان زیادی کاهش داده‌اند. تخلیه بی‌خطر و ایمن زباله‌های صنعتی و شهری از مسائل عمده کشورهای است، چراکه همه کشورهای با کمبود فضای بی استفاده مواجه هستند که در آنجا زباله و آشغال انباشته شده خاک یا منابع آب را آلوده نکند. جاکارتا،

مکزیکوسیستی و سائوپائولو سه شهری هستند که در آنها منابع آب آشامیدنی بر اثر فصولات صنعتی و زباله‌های خانگی با آلودگی روبه‌روست.

بسیاری از شهرهاچندان شتابان رشد کرده‌اند که برای ساخت‌وساز در آنها، ناگزیر باید از فواصل دور سنگ و ماسه و سایر مصالح را آورد، زیرا منابع محلی هرچه بوده مصرف شده و «به پایان رسیده» است. استخراج پر دامنه آبهای زیرزمینی با تلمبه سبب نشست زمین شده به آب‌گرفتگی شهرهایی ساحلی چون شانگهای و بانکوک می‌انجامد.

در یک مقیاس محلی، برای تعدیل و کاهش این مشکلات می‌توان به اقداماتی دست زد. کشیدن آبهای زیرزمینی با تلمبه را می‌توان تحت نظم و مقرراتی درآورد، فصولات را می‌توان چنان کنترل و آب‌بندی کرد که شیرابه‌ای از آنها نشت نکند و شرایط لایه‌های زیرزمینی را می‌توان با بهره‌گیری از روشها و فنون ژئوفیزیکی امروزی نقشه‌برداری کرد و نسبت به اوضاع و احوال آنها آگاهی یافت. اما، در درجه اول باید خطرهای بالقوه را شناسایی کرد و آنگاه بایستی فهرستی از تمامی داده‌های زمین‌شناختی گردآوری شود به گونه‌ای که نواحی‌ای که اطلاعاتی از آنجا در دست نیست، دقیقاً مشخص شود. در آن مرحله، باید مهارت درخور و مناسبی را یافت و آن را تجهیز کرده در انجام دادن کارهای ترمیمی، لازم است که مابین کارگزاران سیاستهای شهرداری و دانشمندان و مهندسانی که وظیفه آنان برآورد و سنجیدن دامنه مسائل است، تعاون و همکاری تنگاتنگی برقرار باشد، تا علتهای را باز شناسد و راه‌حلهای رایج‌اند. برای مثال، کنترل کردن محلی که در آنجا افراد اجازه می‌یابند هرکجا که می‌خواهند چاه حفر کنند و باتلمبه آب را به هر میزانی بکشند که نیازهای سایر همسایگان را نادیده می‌گیرند، کار آسانی نیست.

زمین شیمی زیست‌محیطی و سلامتی

هرچه دامنه آلودگی زیست‌محیطی گسترده‌تر می‌شود، آشکارسازی و اشراف بر تغییرات، بخصوص مازادها و کمبودها، در شیمی سنگها، خاکها و آبهایی که می‌توانند بر سلامت آدمی اثر بگذارند، به نحو فزاینده‌ای اهمیت پیدا می‌کنند. زمین شیمی به سلامتی یاری می‌رساند و به راههای زیر به مدیران محیط‌زیست کمک می‌کند:

- ارزیابی خطرهای ناشی از قرار گرفتن در معرض تأثیرات موادشیمیایی؛
- تعیین میزان اقدامات و فعالیتهای ترمیمی؛
- طراحی برنامه‌های آموزش بهداشت؛
- مشخص کردن مناطقی برای مطالعات زیست‌محیطی

دامنه‌دارتر؛

■ پیش‌بینی آثار ممکن و اجتماعی عناصر و ترکیبهای شیمیایی خاص در نواحی هنوز هم پیمایش نشده، بر سلامت آدمی.

بسیاری از عناصر و ترکیبهایی که برای سلامت انسان ضروری و اساسی‌اند، وقتی بیشتر از مقدار آستانه معینی به بدن وارد شوند، سمی خواهند بود. به گفته پاراسیلوس^۳: «تمام مواد سمی‌اند؛ هیچ چیز غیر سمی وجود ندارد. مقدار مصرف درست است که مسموم بودن را از درمانی‌ش بودن یک ماده متمایز می‌کند.»

برای نمونه، نیک پیدا است که فقدان فلونورید در آب آشامیدنی به پوسیدگی دندان می‌انجامد، و با این وجود غلظتهای بیشتر از ۱/۵ میلی‌گرم آن در هر لیتر آب آشامیدنی می‌تواند سبب خال خالی شدن (فلونوروسیس) دندانها شود.

هرچند که ممکن است بارش اسیدی ناشی از گسیل آلاینده‌ها از خروجی وسایل نقلیه و کارخانه‌های صنعتی بر کیفیت منابع آب آشامیدنی تأثیر فوری اندکی داشته باشند، اما می‌توانند از طریق افزایش قدرت اسیدی - که به نوبه خود می‌تواند به انحلال و تحرک فلزهای سمی چون سرب، کادمیم، مس و آلومینیم بیانجامد - کیفیت آبهای زیرزمینی را دستخوش تغییر کند. نقشه‌های تراز pH آبهای زیرزمینی (میزان اسیدی و قلیایی بودن این آبها) می‌توانند برای تعیین نواحی حساس به باران اسیدی و تعیین نسبت کل جمعیت در معرض خطر مورد استفاده قرار گیرند.

تجزیه و تحلیل مسیرهایی که عناصر بالقوه سمی پیموده‌اند تا به بدن وارد شوند جنبه مهم دیگری از زیست‌شیمی زیست‌محیطی به شمار می‌آید. برای مثال، جیوه با به حرکت درآمدن در زنجیره خوراک می‌تواند ترکیبات آلی متیل دار شده و بسیار سمی را تشکیل دهد که غلیظتر و برای سلامت آدمی خطرناکتر می‌شود. پی‌بردن به چگونگی استخراج عناصر از سنگ‌بسترها و خاکها و گردش آنها در طبیعت، برای برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست از اهمیت حیاتی برخوردار است.

شیوه‌های تجزیه شیمیایی فوق‌العاده مفصل، چندان ظریف و دقیق شده‌اند که مقادیر آلاینده در گستره یک قسمت در تریلیون را هم اکنون می‌توان در نمونه‌های آب، هوا و خاک آشکارسازی کرد. اما، با افزایش سطح آشکارسازی از درصد (قسمت درصد) به سطوح قسمت در میلیون، هزینه‌های این کار را معمولاً به طور تصاعدی بالای برد، مقادیر حدی آن برای برای محیط‌زیستهای پایدار معلوم و دانسته نیست. برخی شهروندان آلودگی مطلقاً صفر (عدم مطلق آلودگی) را طلب می‌کنند، اما به طور عمده علم هنوز نمی‌داند که مقادیر اندک به چه نحوی به طور فزاینده‌ای بر

اکوسیستمها یا حیات انسانی اثر می‌گذارند، یا چگونه با تغییرات دائمی طبیعی این سیاره مقایسه می‌شوند.

طبیعت و جامعه؛ اشراف بر گذشته

حالا دیگر قدرت آدمی در آشفتن و برهم زدن طبیعت، با فرایندهای زمین‌شناختی چون آتشفشان، زمین‌لرزه و فرسایش هم‌اوردی می‌کند. بنابر پاره‌ای برآوردها، مقادیر انتقال مواد از طریق استخراج معادن، منابع انرژی و آب و از طریق محل و نقل کانیهای زمین برای ساخت و ساز و از طریق فرسایش ناشی از فعالیتهای انسانی، سالانه به ۲۰ تن به ازای هر نفر می‌رسد. این رقم با حجم رسوبی قابل مقایسه است که رودخانه‌های جهان از طریق ایجاد کف اقیانوس بر اثر فرایندهای تکتونیک و رقه‌ای، انتقال می‌دهند. امروزه گرایش دامنه‌دار عبارت از این است که تقصیر تمامی تغییرات زیست‌محیطی را به گردن انسان بگذارند. با همه اینها طبیعت هم خودش ساکن و ثابت نیست و علت، بسامد و فراوانی و دامنه تغییرات زیست‌محیطی در گذشته، به درستی درک و فهم نشده است.

برای نمونه، تحقیقات اخیر در صحرا به طور قاطع نشان داده است که درجایی که اکنون صحرا و کویر است، زمانی، نه یک بار بلکه بارها، رودخانه‌ها جاری بوده، درختزارهای مرتعی گسترده بوده و حیات وحش و انسان وجود داشته است^۴. در آنجا که هم‌اکنون مغز و مرکز فوق خشک و فراکویری صحرای باختری در شمال مالی است، نشانه‌های سنگواره‌ای و رسوبی نشان می‌دهند که بین ۸۰۰۰ تا ۴۰۰۰ سال قبل، چندین چرخه خشکی - رطوبت به وقوع پیوسته است. در ۴۵۰۰ سال قبل، سیلابهای پهنه‌ای هجوم خشکی آغاز شد و در ۱۰۰۰ سال بعد کویر تثبیت شد و مردم به داخل سرزمین و به کوهستانهای نامساعد اما مرطوبتر Air and Hoggar و یا به سوی جنوب و کرانه‌های اقیانوس آرام کوچیدند که اقامت آنان در این نواحی تا حدود ظهور مسیح تداوم یافت. نمونه‌های فراوان دیگری از جوامعی یافت می‌شود که شدیداً از فاجعه‌های زیست‌محیطی طبیعی متأثر و حتی بر اثر آنها نابود شدند^۵.

بررسیها و مطالعات فراوان نشان داده‌اند که وقتی واپسین پهنه‌های یخ بزرگ از نیمکره شمالی واپس نشستند، با حرکت مجراهای آب ناشی از ذوب یخ، فروریزش قطعات یخ و ته نشستها و رسوبهای حمل شده با یخ در دریاچه‌ها، مجاری رودخانه و در دشتهای خشک و لم‌یزرع که در جلوی یخچالها گسترده بودند، رسوب کردند، چشم‌انداز و سرزمینی که به تازگی از زیر یخ بیرون آمد، دستخوش شدیدترین و سریعترین تغییرات شد. هیچ‌گونه

شواهدی در دست نیست که برپایه آنها بتوان گفت انسان و سایر صورت‌های حیات بر این رخدادها تأثیر چشمگیری نهاده باشند.

با وجود عدم قطعیت در علم و اطلاع نسبت به فرایندهای طبیعی، روشن است که این فرایندها در مقیاسهای زیادی از زمان و مکان بر هم کنش پیدا می‌کنند و اینکه هم بر فعالیتهای آدمی تأثیر می‌گذارند و هم از آنها متأثر می‌شوند. برای نمونه، قسمت اعظم تحقیقات پیرامون تغییرات اقلیمی کره زمین به مبادله کربن دی‌اکسید و سایر گازهای گلخانه‌ای مابین جو، اقیانوسها، خاک و زیست‌کره، در حال حاضر در گذشته‌های نزدیک، مربوط می‌شوند. تأثیر عظیم و گسترده گازهای گسیلی از آتشفشانها بر خواص فیزیکی و شیمیایی جو، بخصوص پس از بیرون‌ریزی حجم عظیمی از مواد در جریان آتشفشان مونت‌پیناتوبو، آشکار است^۶. این بیرون‌ریزی حدود ۲۵ تا ۳۰ میلیون تن سولفور دی‌اکسید را دربرمی‌گرفت که غبار و مهی دیرپای از قطره‌های اسیدسولفوریک را در جو تشکیل می‌داد که دست‌کم مختصری، حدود ۰/۵°C، سطح سیاره زمین را سرد کرد و به واکنشهای شیمیایی کمک کرد که این امکان را فراهم می‌آورد که ترکیبات کلروفلوئوروکربن (CFC) ناشی از فعالیتهای انسانی، لایه اوزون را بیشتر تخریب کنند.

اگر دقیقاً می‌دانستیم که محیط‌زیست جهانی، منطقه‌ای و محلی در گذشته‌های نزدیک چطور تغییر کرده‌اند، آنگاه قادر می‌بودیم مابین فرایندهای طبیعی و تأثیرات انسانی (چه آگاهانه و چه ناآگاه) با وضوح بیشتری تمیز قائل شویم و بنابراین سیاستهای زیست‌محیطی بهتری را طراحی کنیم که از پس فشارهای جاری و تغییرات آینده بر بیایند. اطلاعات تاریخی دامنه‌داری پیرامون تغییرات آب و هوا و کاربری اراضی در دست است، اما، برای نمونه در خصوص تنوع گونه‌های زیستی، پوشش گیاهی، ترکیبات شیمیایی آب، فرسایش، پایداری زمینهای شیبدار و ذخیره زغال‌سنگ، این اطلاعات ناچیز است. از تلاشهایی که برای خواندن کاملتر سوابق تغییرات زیست‌محیطی زمین به عمل می‌آید، فهم و درک بهتری از اوضاع و احوال حاصل می‌شود؛ این سوابق در هسته‌های یخ، ته نشستهای دریاچه‌ها و اقیانوسها، حلقه‌های درختان، دمای خاک و ایزوتوپهای آبهای زیرزمینی ذخیره و نگهداری می‌شوند. مدیران و تصمیم‌گیران ۵۰ یا ۱۰۰ سال آینده نسبت به تغییرات و روندهای زیست‌محیطی علم و اطلاع بهتری خواهند داشت؛ مشروط بر اینکه قادر باشند یک رشته اطلاعات خاص تهیه کنند که اوضاع محیط‌زیست طبیعی در هر زمان را مشخص کنند.

شواهد روبه افزایشی از بررسیهای دیرینه - زیست‌محیطی دوران چهارم در دست است که برپایه آنها نوسانهای اقلیم طبیعی به

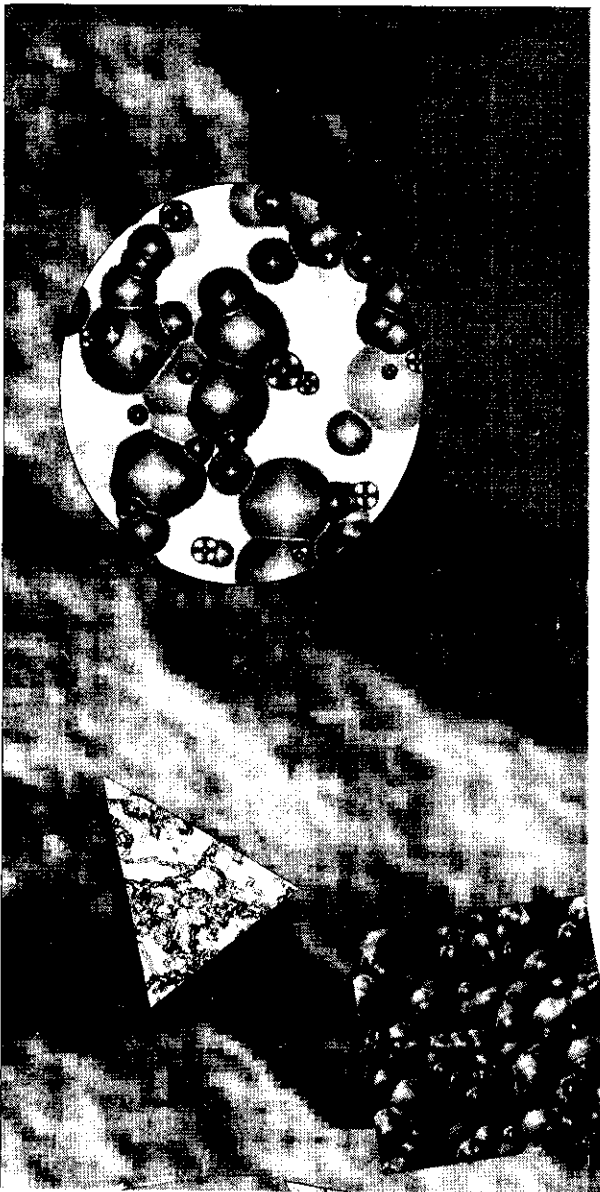
اندازه 2°C و حتی بیشتر، در چندین نوبت طی ده هزار سال گذشته به وقوع پیوسته، که گاهی هم بسیار سریع بوده است. پس، این سؤال پیش می آید که آیا یک روند سرمایشی طبیعی با افزایش اثر بشر پیدایش گازهای گلخانه‌ای، به رقابت برمی خیزد و بر وضع اقلیم تأثیر می گذارد، یا اینکه یک روند گرمایشی طبیعی بر گرمایش ناشی از فعالیتهای انسانی چیره می شود. گرم شدن آب و هوا در نواحی قطبی و زیر قطبی (جنب قطبی) احتمالاً باعث ذوب شدن فراگیر یخبندانهای دائمی می شود. این روند احتمالاً گازهای متان را که در حال حاضر در توندرها و تایگاه منجمدند، کاملاً جدا از تغییرات زیست محیطی گسترده بر روی زمین و مرتبط با «نرم شدن» زمین، رها می کند. رها شدن متان اثر فیزیکی بر شتاب یافتن گرمایش بیشتر دارد. هم اکنون فعالیتهای پژوهشی چشمگیری در کشورهای پیرامون قطبی در جریان است تا محیط زیست طبیعی را بشناسند و بر آن نظارت کنند تا اینکه بتوانند نشانه‌های اولیه تغییر در نظامهای هیدرولوژیکی (آب شناختی)، جریان گرما از توندرها و ذوب شدن یخچالها، و نیز تأثیر این جریانها بر الگوهای حیات را دریابند.

در کانادا، طی قرن گذشته تأثیر وضع اقلیم بر انسانها در چمنزارهای باختری از همه جا بیشتر و عظیمتر بوده است. در این مناطق خشکسالیهای طولانی بین سالهای ۱۹۱۷ تا ۱۹۳۸ آثار ویرانگری بر بهره‌وری کشاورزی و امور انسانی برجای نهاده است. اکنون برخی مدل‌های گردش جهانی (کره زمین) گرمایش بالقوه‌ای در این ناحیه به اندازه 3° تا 4° درجه سانتیگراد را نشان می دهند؛ که همین گرمایش کویری شدن گسترده‌ای را سبب خواهد شد. در واقع، دلایلی در دست است که اعتقاد پیدا کنیم اگر روندهای کنونی در کاربری اراضی و در وضع اقلیم ادامه یابد، ۳۰ درصد دیگر از زمینهای مزروعی می تواند، حتی بدون تأثیر گلخانه‌ای بیشتری، از دایره تولید خارج شود. فعالیت سازمان نقشه برداری زمین شناختی کانادا عبارت است از کاربری روی دریاچه‌های کم عمق (با عمق کمتر از یک متر) بدون خروجی و دررو. در خلال خشکسالیها، آب بسیار شور غلیظ در بستر دریاچه‌ها تشکیل می شود و رسوبهای نهفته در زیر را از کنشهای موجودات زنده ساکن در ته دریاچه و نیز باد، محافظت می کند. این فواصل زمانی خشکسالی، سوابق به صورت رسوب و به شکل لایه‌های متمایز نازک از جنس کانیهای سولفات یا کربنات تشکیل می دهند که گل ولای همگنی آنها را از هم جدا می کند که در طی دورانه‌های غیرخشکسالی تشکیل شده‌اند. بررسی هسته‌های رسوبی که از این دریاچه‌های کم عمق به دست آمده، نشان می دهد که در چند هزار سال گذشته چندین دوره خشکسالی به وقوع پیوست، که هر کدام هم شاید یک قرن به درازا

کشیده است. این شواهد با مدل‌های گردش کلی کنونی منطبق نیستند که برای پیش‌بینی اقلیمهای جهانی به کار می روند و نشان می دهند که خشکی اخیر شرایطی مانند دهه ۱۹۳۰-۱۹۲۰ و سالهای ۱۹۸۰ را توضیح می دهد و شرایط غیرعادی و استثنایی هم نبوده است.

نشانه‌های زمین شناختی تغییرات زیست محیطی

برای ارزیابی وضعیت هر محیط زیستی، نشانه‌هایی موثق و قابل اعتماد مورد نیاز است، درست مثل پزشکی که از فشارخون و دمای بدن مریض به عنوان راهنمای اوضاع و احوال او بهره می گیرد و مانند اقتصاددانی که از تولید ناخالص ملی (G.N.P.) برای پی بردن به شرایط اقتصاد یک جامعه سود می جوید. هم اکنون اتحادیه بین‌المللی علوم زمین شناختی در حال تدوین و ایجاد یک رشته نشانه‌های زمین شناختی مربوط به تغییرات زیست محیطی است تا به مراقبت و نظارت دراز مدت زیست محیطی و پیشرفته‌ترین نوع





■ مشاهدات بصری نیمرخهای ساحلی و مشخصه‌های پوشش گیاهی، که ارزشیابی سریع پایداری جاری سواحل و خطوط ساحلی را میسر می‌کنند؛

■ الگوهای رشد مرجانها، که می‌تواند اطلاعات جامعی پیرامون تغییرات دما و میزان شوری اقیانوس و نیز مشخصه‌های تخلیه سیستمهای رودخانه‌های عمده، فراهم آورد؛

■ گسیل سیال و گاز و تغییر شکل زمین، که می‌تواند برای آگاهی از فورانهای قریب‌الوقوع آتشفشانی مفیدافتد.

آنجا که نظارت ابزاری فراهم نباشد، می‌توان برخی محیطهای طبیعی بسیار حساس را به وجود آورد که به مثابه «ایستگاههای نظارت زیست‌محیطی خودکار» به کار آیند که سوابق آن را بتوان برای تغییرات جاری و یا بلندمدت، قرائت کرد. سوابق مرجانها، رسوبهای غاری، آب در منطقه غیر اشباع و نیمرخهای دمای زیرسطحی را تشکیل می‌دهند.

در حالی در جست‌وجوی پایداری هستیم، نمی‌توانیم از عهده عواقب نادیده گرفتن نشانگرهای مهم زیست‌محیطی و حداقل مجموعه داده‌های لازم برای ارزیابی تغییرات در فرسایش، سطح دریا، جریان آب رودخانه‌ها، ترکیب شیمیایی آب و سایر فرایندهای زمینی که بر اکوسیستمها و بهزیستی انسان تأثیر می‌گذارند، برآییم. حتی اگر اکنون ممکن نباشد که تغییرات زیست‌محیطی را با اطمینان پیش‌بینی کنیم، داده‌های مربوط به گذشته زمین‌شناختی اخیر در برقراری خطوط اساسی و روندهایی که برای مدلها و مفاهیم نو ضروری هستند، اهمیت اساسی دارند.

واپسین توصیه

تمايز مابين فرایندهای طبیعی و آنها که منشاء انسانی دارند، غالباً مبهم و نامشخص است. جدا کردن آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های ما از فعالیت‌هایی که ناشی از دینامیک طبیعی زمین هستند - که حتی اگر هم آدمی بر این کره خاک وجود نمی‌داشت، اتفاق می‌افتادند - همواره میسر و ممکن نیست. بیابان و کویر به همین سادگی از فعالیت‌های آدمی حاصل نمی‌شود، تغییرات اقلیمی سریع پدیده‌های جدیدی نیستند و فرایندهای طبیعی زمین همچنان بر جامعه تأثیر خواهند نهاد. تغییر دادن خط‌مشی و سیاست‌گذارهای کاربری و مدیریت اراضی ضرورتاً مسیر فرایندهای طبیعی را بر نمی‌گردانند.

علوم زمین در تشخیص و شناسایی معضلات زیست‌محیطی، فهم علل آن، پیش‌بینی پیامدهای آتی و ارائه راه‌حلهای، نقش اساسی دارد، اما نه می‌تواند تمام این مسائل را حل کند و نه به تنهایی از عهده مقابله با آثار خطرهای طبیعی برمی‌آید. برای اینکه در پیش‌بینی،

گزارشهای زیست‌محیطی کمک کند. نشانه‌های زمین‌شناختی معیارهای اندازه، فراوانی، آهنگ و روند فرایندها و پدیده‌های زمین‌شناختی هستند که در دوره‌های زمانی ۱۰۰ ساله یا کمتر، در سطح زمین یا در مجاورت آن، رخ می‌دهند و برای فهم و درک تغییرات زیست‌محیطی سریع دستخوش تغییرات چشمگیری هستند. نشانه‌های زمین‌شناختی هم رویدادهای فاجعه‌بار را می‌سنجند و هم رویدادهایی را اندازه می‌گیرند که تدریجی‌تر اما در مدت زمان حیات یک انسان آشکارترند. برخی از آنها پیچیده و گران‌اند، اما کاربرد بسیاری از آنها نسبتاً ساده و ارزان و کم‌هزینه است.

نشانگرهای استاندارد و لرزه‌شناسی برای آشکارسازی و ارزشیابی زمین‌لرزه‌ها، در دسترس هستند. در زیر نمونه‌هایی از نشانگرهای زمین‌شناختی را برمی‌شمیریم:

تسکین و تخفیف و کنترل و مهار آثار فرایندهای طبیعی زمین بر انسانها کارآمد و مؤثر باشیم، همکاری بسیار گسترده‌تر مابین وسایل ارتباط جمعی، برنامه‌ریزان، سیاستمداران و عامه مردم، ضروری است. شناخت محیط زیستمان و فرایند مهارکننده آن، فقط جزئی از پاسخ را تشکیل می‌دهد و علم به تنهایی نمی‌تواند تمام پاسخها را مهیا کند. علم تنها یک قسمت از معماست و نه به مثابه اقدامی چون «نصب و راه‌اندازی دستگاه صنعتی».

زمین در سراشیب سیر انحطاط

نوع بشر از همان سپیده دم پیدایش خود، برای بقا و ادامه حیات محیط زیست طبیعی را تغییر داده است. نخستین نشانه آشکار این تغییرات در پدید آمدن آشفستگی پوشش سبز طبیعی تجلی یافته که، حتی در نواحی پرت افتاده‌ای چون مناطق کوهستانی پامپا در گینه نو، دارای پیشینه‌ای طولانی است؛ پاک کردن ناحیه از درخت (جنگل‌تراشی) برای تولید کشاورزی به ده‌هزار سال پیش از میلاد برمی‌گردد. جنگل‌تراشی پوشش درختچه‌های «افرا»، که شاخص ناحیه وسیعی از منطقه مدیترانه‌ای به شمار می‌آید، به ایام تمدنهای یونانی و رومی برمی‌گردد. از قرون وسطی جنگل‌تراشی در سطح وسیعتری در تمامی اروپا و امریکای شمالی به وقوع پیوسته و در دهه‌های اخیر در جنگلهای بارانی نواحی استوایی با شدت هرچه بیشتر تعقیب شده است. جنگل‌سوزیها در آفریقا یکی از دلایل عمده ایجاد گسترده‌های وسیع چشم‌اندازهای ساوانایی در این قاره به شمار می‌آید.

این تغییرات در پوشش گیاهی به طور اجتناب‌ناپذیری تغییرات در شرایط خاک، مشخصه‌های هیدرولوژیکی و فرایندهای سطح زمین را بر می‌انگیزند، برخی جوامع در طی چندین نسل توازن ظریفی را با محیط زیستشان حفظ کرده‌اند و از این رو به پایداری رسیده‌اند، اما، از فعالیتهای ناپایداری در گذشته هم نمونه‌ها و مثالهای روشنی در دست است که به افول و حتی انقراض تمدنها انجامیده است.

سیر قهقرایی زمین حتی در جوامع صنعتی نیز برگردان زندگی تأثیر می‌گذارد، در برخی نواحی چون منطقه دریای مدیترانه این فرایند پیشینه‌ای دراز دارد، در حالی که در نواحی دیگر ظهور آن جدیدتر و اخیرتر است. به علت انفجار جمعیت جهان، افزایش سریع مصرف سرانه، کشاورزی مکانیزه و دسترسی آسان به فنون جنگل‌تراشی، فعالیتهای استخراج معدن در بخش صنعتی در مقیاس وسیع، شهرنشینی و مانند آنها، در دهه‌های اخیر این سیر قهقرایی شرایط زیست محیطی کره زمین به یک معضل جهانی تبدیل شده

است. در نتیجه، نه تنها دامنه و شدت انحطاط اوضاع و احوال کره زمین به نحو فاحشی افزایش یافته است، بلکه سمتگرمی مسأله نیز تغییر کرده است: در گذشته، کشاورزی یکی از عوامل سببی عمده به شمار می‌آمد، در حالی که امروزه صنعتی شدن و شهرنشینی عوامل عمده آن را تشکیل می‌دهند. حتی ممکن است این توجیه عنوان شود که سیر قهقرایی زمین اصطلاح بسیار دقیق و موشکافانه‌ای است: سیر قهقرایی (یا انحطاط) شرایط دریا و هوا مؤلفه‌های یکسانی از مسأله به شمار می‌آیند. کیفیت زیست محیطی و تنوع زمین شناسی پایه تنوع زیستی به شمار می‌آیند و برای بهزیستی جامعه انسانی نقش اساسی ایفا می‌کنند. این امر جنبه فوری و مبرم دارد که ما مسأله جهانی ایجاد یک جامعه پایدار را بر پایه منابع متنوع اما محدود سیاره خود حل کنیم. با همه اینها روشن است که این کار وظیفه‌ای بس دشوار است. آگاهی حاصل به تغییر در نگرشها و ارزشهای ما منجر می‌شود که برای دستیابی به این هدف اساسی است: معضل واقعی طبیعت نیست بلکه مشکل همانا جامعه ناسازوار ماست.

جنبه‌های متعدد سیر قهقرایی زمین فرسایش خاک

شتاب فرسایش خاک نوع غالب سیر قهقرایی زمین، بخصوص در نواحی دامنه‌ای روستایی، به شمار می‌آید. فرایندهای فرسایش هم از لحاظ نوع و هم از لحاظ شدت، بسته به موقعیت محلی، فرق می‌کند. انحطاط یا سیر قهقرایی ممکن است با فرسایش بارشی ناشی از تأثیر قطره‌های باران بر خاک خشک و لم‌پزرج شروع شود؛ در نتیجه جویبارها و آبگندها ایجاد می‌شوند، در حالی که فرسایش بالاروی می‌تواند یک فرایند برش و زمین لغزه‌های متناوب ایجاد کند. در نواحی کوهستانی با تخته سنگهای نازک فاقد افقهای مختلف خاک که کل آن را خاک می‌پوشاند، می‌تواند در خلال بارانهای سنگین از طریق لغزش، این خاک پوششی کنار زده شود و فقط سنگهای بی‌بار و ثمر باقی بمانند.

عواقب تمام این موارد عبارت است از کاهش تراوش و نفوذ آب باران و افزایش رواناب سطحی و بنابراین کمتر شدن رطوبت خاک و هوا، نوسانها و افت و خیزهای شدیدتر در آینده و زیاده‌شدن فاحش بار رسوبهای رودخانه‌ها. در این صورت بلاها و فجایع جاری شدن سیل هرچه فراوانتر و شدیدتر خواهند شد و رابطه مستقیم مابین رویدادهای فاجعه‌بار طبیعی و طی شدن سیر قهقرایی محیط زیست را نمایان خواهند کرد. بخش کوچکی از ماده شسته شده خاک ممکن است در تشکیل دلتاها و دشتهای آبرفتی -

X.J. (1995) *A Global Geochemical Database for Environmental and Resource Management*, Earth Sciences 19, paris: UNESCO Publishing.

ESCAP (1988) *Urban Geology in Asia and the Pacific*, Vols 1 and 2, Bangkok: Un Economic and Social Commission for Asia and the Pacific.

Lssar, A.S. (1990) *Water Shall Flow from the Pock: Hydrogeology and Climate in the Lands of the Bible*, Berlin: Springer - Veriag.

Låg, J.(ed) (1990) *Geomedicine*, Boca Raton, FL: CRC Press. McCall, G.J.H., Laming, D.J.C. and Scott, S.C. (eds) (1992) *Geohazards: Natural and Man-made*, London: Chapman and Hall.

Nash. H. and McCall. G.J.H. (eds) (1994) *Groundwater Quality* London: Chapman and Hall.

Nuhfer. E.B., Proctor, R.J. and Moser, P.H. (eds) (1993) *The Citizens' Guide to Geologic Hazards*, Arvada, CO: American Institute of Professional Geologists.

Petit-Maire, N. (1993) *The Sahara in the Holocene*, a map at 1:5000 000 and accompanying notes, Marseilles: CNRS, Laboratoire Ce Geologie du Quaternaire.

UNDR0 (1985) *Volcanic Emergency Management*, New York: Office of the UN Disaster Relief Coordinator.

Wright, T.L. and Pierson, T.C. (1992) *Living With Volcanoes*, US Geological Survey Circular 1073.

Coasts in Crisis (1990) *United States Geological Survey Circular 1075*. 32p. (from Books and Open-File Reports Section, USGS, Federal Center, Box 25425, Denver, CO 80225, USA).

Cómo Vivir Aquí (1991) *Sistema Nacional para la Prevención y Atencion de Desastres*, Colombia. 78p. (from Oficina Nacional, Calle 7s, No. 6-54 piso 3, Santafe de Bogota, DC, Colombia). ICSU (1992) *Global Change-Reducing Uncertainties*, International Council of Scientific Unions, 40p (from ICSU, 51 boulevard de Montmorency, 75016 Paris, France).

IUGS (1992) *Planning and Managing the Human Environment: The Essential Role of the Geosciences*. International Union of Geological Sciences and the Canadian Society of Petroleum Geologists. 12p. (from Cogeoenvironment, Geological Survey, PO Box 157, NL-2000 AD Haarlem, the Netherlands).

UNESCO (1991) *Standing Up to Natural Disasters*, 48p. (from Division of Earth Sciences, UNESCO, 7. Place de Fontenoy, 75700 Paris, France).

رسوبی در آنسوی پایاب مؤثر واقع شوند، اما قسمت به مراتب بزرگتر آن به دریا منتقل می شود یا در دریاچه های ذخیره ای و در جایگاه های نامساعد دامنه های تپه ای یا پایابها رسوب می کنند. در اکثر موارد، توده ماده از بخشهای خاص حوضه رودخانه استخراج می شود.

راههای بسیار زیادی برای جلوگیری، کاهش و متوقف کردن فرسایش خاک شناخته شده است، که در میان آنها تخریب بندی، کشتناری و بازکاشت درختان در شیبهای فوقانی را می توان برشمرد. بیشتر این روشها نسبتاً کم هزینه اما کاربر هستند. بیشتر از هر چیزی، تحقق آنها مستلزم سازمان و همکاری است، که برای آنها وجود یک نهاد محلی که جامعه کشاورزی آن را به رسمیت بشناسد، مانند پیشکسوتان دهکده یا یک تعاونی محلی، نقش اساسی دارد. اقدام از جانب تک تک کشاورزان نمی تواند به برنامه حفاظت هماهنگی منجر شود، اما، اگر حقوق زمین به روشنی جابیفند، نهادهای هماهنگ کننده تنها مراجعی هستند که می توانند به درستی عمل کنند: اگر دولت ادعاهای مبهمی بر زمین داشته باشد، یا اگر یک زمین دار بتواند کشاورزان را ناگزیر به ترک زمین کند، آنان از هیچ انگیزه ای برای کار سخت در جهت حفاظت زمین برخوردار نخواهند بود. فرسایش خاک نه تنها به فروافت منابع خاک و آب و وخیم شدن شرایط پوشش گیاهی و اوضاع اقلیمی منجر می شود، بلکه مآلاً به مشابه یک بومرنگ نتیجه تأثیر آن بر جامعه ای که آن را راه اندازی کرده، معکوس خواهد بود.

یادداشتها

- 1- برای نمونه ESCAP, 1988, Nuhfel *etal*, 1993
- 2- Låg, 1990; Nash and McCall, 1994
- 3- Paracelsus
- 4- Petit-Maire, 1993
- 5- Issar, 1990
- 6- AGU, 1992

مآخذ

- AGU (1992) *Volcanism and Climate Change*. Washington, DC: American Geophysical Union Special Report.
- Boy e. D.R. (1991) *The Canadian geochemical environment and its relationship to the development of health status indicators*, in McColl. R.G. (ed) *Environmental Health Status indicators: 1-35*. Waterloo, Ontario: University of Waterloo Press.
- Darnley, A.G., Björklund, A., Bølviken, B., Gustavsson, N., Koval, P.V., Plant, J.A., Steenfelt, A., Tauchid, M. and Xie,

منبع

Geoscience and Environment: Understanding Human Impacts on Natural Processes. by ANTONY R.BERGER. WORLD SCIENCE REPORT, 1996, pp.225-237.