

زمین هر روز تشنه‌تر می‌شود

تغییر اقلیم، کاهش نزولات جوی و تبخیر شدید، ذخایر آبی ایران را چنان تهی کرده‌اند که خطر ورشکستگی اکولوژیک دیگر یک فرضیه نیست

کاهش یافته است. در زاگرس مرکزی، سطح برفی در بسیاری از نواحی در برخی سال‌ها تا ۷۰ درصد کاهش یافته و در البرز، یخچال‌های دائمی مانند «یخچال دره‌ی حصارچال» یا «یخچال علم‌کوه» کوچک‌تر شده یا رویه نابودی‌اند. سازمان ناسا (NASA) و داده‌های سنجش‌ازدور نیز این کاهش را تأیید کرده‌اند.

توالی خشکسالی‌ها

تغییرات اقلیمی باعث شده دوره‌های خشکسالی شدیدتر و با فواصل زمانی کوتاه‌تر تکرار شوند و بسیاری از استان‌های کشور دیگر فرصت بازیابی بین دو خشکسالی را ندارند. داده‌های سازمان هواشناسی ایران و مرکز ملی خشکسالی نشان می‌دهد ایران طی ۵۰ سال گذشته حدود ۳۰ سال خشکسالی را تجربه کرده است و از دهه‌ی ۱۳۸۰ به بعد، خشکسالی‌ها تقریباً به‌صورت پیوسته ادامه داشته‌اند. بسیاری از استان‌ها مانند خراسان جنوبی، یزد، کرمان، سیستان و بلوچستان و اصفهان، ۱۰ تا ۱۵ سال متوالی خشکسالی خفیف تا شدید را پشت سر گذاشته‌اند. قبلاً پس از ۲-۳ سال خشکسالی، سال‌های نسبتاً پربار دیده می‌شد، اما اکنون این تنفس طبیعی تقریباً متوقف شده است.

افزایش بیابان‌زایی

با کاهش منابع آبی، زمین‌های کشاورزی به‌سرعت خشک و غیرقابل کشت می‌شوند، مراعات تخریب شده و جنگل‌هانیز در معرض نابودی قرار می‌گیرند. در نتیجه، بیابان‌زایی تشدید می‌شود؛ امری که کاهش توان طبیعت برای تنظیم چرخه‌ی آب را در پی دارد. طبق آمار رسمی سازمان منابع طبیعی، حدود ۷۵ درصد از خاک ایران در محدوده‌ی اقلیم خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و دست‌کم ۲۰ تا ۲۵ میلیون هکتار از اراضی کشور (بیش از ۱۲ درصد کل مساحت ایران) تحت تأثیر شدید بیابان‌زایی قرار دارند. در دهه‌های اخیر، سالانه حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ هزار هکتار از زمین‌های کشور به بیابان تبدیل شده‌اند.

بررسی وضعیت اقلیمی ایران نشان می‌دهد بحران بی‌آبی دیگر یک هشدار نیست، بلکه واقعیتی جاری است. از تغییر الگوی بارش تا خشکسالی‌های پی‌درپی و تبخیر فزاینده منابع آبی، همه‌چیز حکایت از آینده‌ای ناپایدار دارد. کاهش ذخایر برفی، خشک‌شدن تالاب‌ها، و فرسایش خاک، ظرفیت زیست‌پذیری سرزمین را به‌شدت کاهش داده است. در چنین شرایطی، مدیریت منابع آبی نه تنها یک الزام فنی، بلکه ضرورتی ملی برای بقاست. اگر امروز تصمیم نگیریم و اقدام نکنیم، فردا دیگر فرصتی برای بازگشت نخواهد بود. اکنون، آخرین فرصت ایران برای بازسازی رابطه‌اش با اقلیم است.



گزارش نیست.

کاهش منابع سطحی

رودخانه‌ها، تالاب‌ها و دریاچه‌ها مانند دریاچه‌ی ارومیه، هامون، بختگان و گاوخونی خشک شده یا به‌شدت کوچک شده‌اند. طی سال‌های اخیر، بزرگ‌ترین دریاچه‌ی داخلی ایران یعنی دریاچه‌ی ارومیه به کلی خشک شد و مهم‌ترین رودخانه‌ی مرکزی یعنی زاینده‌رود بسیاری از روزهای سال خشک است. بخشی از این خشکی ناشی از کاهش ورودی آب به‌دلیل کاهش بارندگی و ذوب زودهنگام برف‌هاست و بخشی دیگر به‌دلیل برداشت بی‌رویه برای کشاورزی یا ناشی از سیاست‌های نادرست سدسازی و حفر چاه‌های عمیق در اطراف رودخانه‌ها و دریاچه‌ها.

ذخایر برفی کوهستان

ایران در مناطق کوهستانی مانند البرز و زاگرس به‌ذخایر برفی وابسته است که در بهار ذوب می‌شوند و منابع آب را تأمین می‌کنند. تغییر اقلیم باعث کاهش میزان برف و ذوب زودهنگام آن شده و زمان و حجم آب در دسترس در طول سال را کاهش داده است. رودخانه‌هایی مانند زاینده‌رود، کارون، دز، کرج و هراز وابسته به این ذخایر برفی زمستانه هستند. بنا به گزارش سازمان هواشناسی و پژوهش‌های دانشگاهی، پوشش برفی کوهستان‌ها در ۳۰ سال گذشته حدود ۲۰ تا ۵۰ درصد

آب زیرزمینی وجود نداشته باشد. همچنین این نوع بارش موجب فرسایش خاک می‌شود. طی حدود ۵۰ سال اخیر، میزان بارش در ایران حدود ۲۰ تا ۳۰ درصد کاهش یافته است.

افزایش دمای هوا

دمای متوسط ایران نیز طی چند دهه‌ی اخیر افزایش یافته که موجب افزایش تبخیر آب از سطح زمین، دریاچه‌ها، سدها و حتی خاک می‌شود. این پدیده در مناطق خشک ایران (مثل خوزستان، سیستان و بلوچستان، و یزد) تأثیر دوچندان دارد. میانگین دمای سالانه‌ی ایران طی ۵۰ سال گذشته حدود ۲ درجه افزایش یافته است. این در حالی است که میانگین جهانی افزایش دما حدود ۱.۲ درجه بوده، یعنی ایران سریع‌تر از میانگین جهانی گرم شده است. همچنین تعداد روزهای گرم سال که دما از ۴۰ درجه بیشتر است، سال به‌سال افزایش یافته و ما شاهد موج‌های گرمای بی‌سابقه؛ به‌ویژه در مناطق گرمسیری کشور هستیم. تغییرات اقلیمی جهانی (گرمایش جهانی)، کاهش پوشش گیاهی و جنگل‌ها که موجب افزایش بازتاب گرما می‌شوند، گسترش شهرسازی و خشک‌شدن دریاچه‌ها و تالاب‌ها به‌مثابه‌ی مکان‌هایی برای تنظیم‌کننده‌های طبیعی دما، از جمله دلایل اقلیمی افزایش دمای هوا در ایران هستند. طبیعی است که هر یک از این دلایل اقلیمی، ریشه‌ها و علل انسانی نیز دارند که موضوع این

بحران بی‌آبی در ایران اکنون به مرزهای خطرناک خود رسیده است. تابستان امسال برای مردم ایران خشک و داغ و بی‌آب سیری می‌شود. خالی‌شدن سدها و عدم توانایی تأمین آب آشامیدنی در شهرهای بزرگ و کاهش سطح آب سدها، دست به دست هم داده و کشور را در یک مشکل جدی گرفتار کرده، تا جایی که در هفته‌های گذشته برای اولین بار شاهد قطع مکرر آب در مناطق شهری و حتی تعطیلی به‌دلیل گرمای هوا و صرفه‌جویی احتمالی در مصرف آب بودیم. این روزها پیدا کردن راه‌حل این بحران، یکی از اولویت‌های اصلی دولت و مسئولان است. بخشی از ریشه‌های این مشکل را می‌توان در تغییرات اقلیمی که طی چند دهه چهره‌ی سرزمینی ایران را دگرگون کرده، پیدا کرد.

روز صفر آبی

پیش‌تر به کرات شنیده بودیم که بحران‌های آینده نه بر سر منابع سوخت‌های فسیلی، بلکه بر سر منابع آب خواهد بود. شواهد نشان می‌دهد که اکنون آن روز فرارسیده؛ روز نزدیک به صفر آبی. تغییرات اقلیمی ناشی از افزایش مصرف و استفاده‌ی بی‌رویه‌ی سوخت‌های فسیلی و گسترش شهرنشینی را می‌توان بخشی از علل این بحران ذکر کرد. سرزمینی که روزگاری با قنات‌ها و کاریزهای بی‌شمار، نماد مدیریت هوشمندانه‌ی آب در دل اقلیم خشک بود، امروز با کاهش چشمگیر نزولات جوی، تبخیر فزاینده، مدیریت نا کارآمد منابع و مصرف بی‌رویه در کشاورزی و صنعت، در آستانه‌ی یک فاجعه‌ی زیست‌محیطی و اجتماعی قرار گرفته که نه تنها زندگی روزمره‌ی مردم را مختل کرده، بلکه آینده‌ای ناپایدار را برای این زیست‌بوم باستانی رقم می‌زند.

تغییر الگوی بارش

الگوی بارش باران و برف طی چند دهه‌ی اخیر در ایران تغییر کرده است. این تغییر هم کمی و هم کیفی بوده؛ یعنی هم میزان بارش کاهش پیدا کرده و هم کیفیت بارش. میانگین بلندمدت بارش در ایران حدود ۲۵۰ میلی‌متر در سال است که این میزان حدود یک‌سوم میانگین جهانی (۸۳۰ میلی‌متر) است. در برخی سال‌ها، میانگین بارش در ایران به زیر ۲۰۰ میلی‌متر هم کاهش یافته است. برخی مناطق مرکزی و شرقی کشور، بارشی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر در سال دارند که این میزان تقریباً در حد بیابان‌های خشک جهان است. از سوی دیگر، به‌جز کمیت بارش که ایران را جزو کشورهای کم‌بارش دسته‌بندی می‌کند، بارندگی در ایران دچار تغییر کیفی نیز شده است. بارش در اکثر مواقع به‌صورت رگباری و سیل‌آساست؛ این نوع بارش موجب می‌شود فرصت لازم برای نفوذ آب به زمین و تغذیه‌ی سفره‌های



سمیرا مرادی

روزنامه نگار

“

ایران در آستانه‌ی روز صفر آبی ایستاده و هر تأخیر در مدیریت منابع، آینده زیست‌پذیری این سرزمین را تهدید می‌کند

فناوری‌های نوین در خدمت آب

در برابر بحران خشکسالی، به کارگیری فناوری‌های هوشمند، راهکاری عملی و قابل اجرا برای نجات منابع آبی کشور است

مختلف، می‌تواند با ارزیابی علمی و مستند، راه را برای گسترش ملی باز کند. در این میان، نقش دانشگاه‌ها و نهادهای محیط‌زیستی در ارزیابی و نظارت حیاتی است. بخش دیگر چالش، ناهمگنی جغرافیایی و تفاوت فرهنگی و اقتصادی مناطق مختلف کشور است. هر طرح فناورانه باید با شناخت دقیق بوم‌شناسی، اقتصاد محلی و ظرفیت انسانی طراحی و اجرا شود تا اثر بخشی واقعی داشته باشد.

راهی به‌سوی نجات

در نهایت، بحران آب در ایران تنها حاصل تغییرات اقلیمی نیست؛ بلکه نتیجه‌ی زنجیره‌ای از بی‌توجهی‌ها، مدیریت پراکنده، و سیاست‌های کوتاه‌مدت است. اما راه‌برون‌رفت بسته نیست. ترکیبی از ابزارهای فناورانه از جمله آبیاری هوشمند، نانو حباب‌ها، سیستم‌های بازچرخانی، شبکه‌های توزیع هوشمند و بازیابی سنت‌هایی مانند قنات، می‌تواند ایران را به مسیر بازسازی منابع آبی بازگرداند. شرط این گذار، سیاست‌گذاری هماهنگ، سرمایه‌گذاری هدفمند و پذیرش اجتماعی راهکارهای نوین است. تنها در این صورت است که می‌توان به آینده‌ای با آب امیدوار بود، آینده‌ای که در آن، هر قطره آب نه هدر می‌رود و نه نادیده گرفته می‌شود.

لوله‌کشی‌ها در شبکه‌های توزیع، شرطی ضروری برای مدیریت پایدار آب است. در مناطق خشک، استفاده از سامانه‌های بسته آبروری (RAS) نیز با هدف کاهش مصرف آب و کاهش آلودگی اثبات شده و در حال گسترش است. در مناطق ساحلی، فناوری‌های آب‌شیرین‌کن، به‌ویژه اسمز معکوس، یکی دیگر از ابزارهای کلیدی برای تأمین آب شرب هستند. هرچند پرهزینه‌اند، اما با پیشرفت فناوری، بهره‌وری آن‌ها افزایش و هزینه تمام‌شده کاهش یافته است. این فناوری می‌تواند مکمل راهبردهای آبی در نوار جنوبی کشور باشد.

دشواری اجرای فناوری‌ها

با وجود ظرفیت‌های بالا، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین با موانع جدی روبه‌روست. تحریم‌ها، کمبود منابع مالی، فرسودگی زیرساخت‌ها و ضعف مدیریت یکپارچه آب، موانعی جدی‌اند که نیاز به تدبیر دولتی دارند. کارشناسان می‌گویند اگر برنامه‌ریزی کلان همراه با تأمین اعتبار پایدار، هماهنگی بین‌دستگاهی و جلب مشارکت بخش خصوصی نباشد، حتی بهترین فناوری‌ها هم راه به جایی نمی‌برند.

دولت چهاردهم وعده داده سیاست‌گذاری منطقه‌ای و مبتنی بر اقلیم را در دستور کار قرار دهد. به‌باور کارشناسان، اجرای پایلوت‌های فناورانه در مناطق

تنها زمانی آبیاری کند که واقعاً لازم است. نمونه داخلی «بابا حیدر» در برخی استان‌ها، از جمله اصفهان، نشان داده این فناوری چگونه می‌تواند در مدیریت منابع آبی تحول ایجاد کند. از سوی دیگر، فناوری نانو حباب در تصفیه آب، به‌ویژه برای کشاورزی و شایلات، نویدبخش است. نانو حباب‌ها با بهبود تهویه خاک، افزایش جذب مواد مغذی و کاهش مصرف آب، نقشی مکمل در کاهش فشار بر منابع آبی دارند. در استخرهای پرورش ماهی، این فناوری با بهبود سطح اکسیژن و کیفیت آب، رشد و سلامت ماهی‌ها را افزایش می‌دهد و هم‌زمان میزان آب مصرفی را کاهش می‌دهد.

بازچرخانی، تصفیه و شیرین‌سازی

در صنعت و فضای سبز شهری، استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه‌شده، راهکاری قابل‌انکا برای تأمین آب بدون بهره‌برداری بیشتر از منابع شیرین است. هرچند در ایران هنوز محدود است، اما نمونه‌هایی از آن در برخی پروژه‌ها در حال اجراست. با استفاده از حسگرهای هوشمند و سامانه‌های نظارتی پیشرفته، شبکه آب شهری می‌تواند نشتی‌ها را شناسایی و هزینه‌ها را کاهش دهد. این سامانه‌ها علاوه بر بهره‌وری، سرعت و انکش به بحران‌ها را افزایش می‌دهند و سطح تاب‌آوری شهری را ارتقا می‌بخشند. از سوی دیگر، توسعه و به‌روزرسانی پمپ‌ها و

«آب نیست!» این جمله کوتاه و تکان‌دهنده، حالا بیش از هر زمان دیگر واقعیت ایران را بازگو می‌کند؛ سرزمینی که زیر فشار مضاعف اقلیم خشک، زیرساخت‌های فرسوده و سیاست‌گذاری‌های ناهماهنگ به لبه پرتگاه تنش آبی نزدیک شده است. کارشناسان می‌گویند برای عبور از بحران، استفاده هوشمندانه از فناوری‌های نوین و تجارب جهانی، دیگر انتخاب نیست، بلکه یک ضرورت فوری است. از کشاورزی تا صنعت و آب شهری، راهکارهای فناورانه می‌توانند مصرف را کاهش دهند، بهره‌وری را افزایش دهند و ایران را دوباره با آب آشتی دهند، به‌شرط آن که این ابزارها در بستری از اصلاحات ساختاری، برنامه‌ریزی منطقه‌ای و عدالت در توزیع منابع به کار گرفته شوند.

کشاورزی هوشمند: شروع تغییر

در طول تاریخ، ایرانیان برای مدیریت آب دست‌به‌ابتکار زده‌اند؛ از ساخت قنات‌ها تا بندهای سنتی. اما امروز، چالش‌ها دیگر با ابزار دیروز پاسخ داده نمی‌شوند. ورود فناوری‌هایی مانند اینترنت اشیا (IoT) و هوش مصنوعی (AI) به کشاورزی، فرصت تازه‌ای برای تغییر فراهم کرده است. این ابزارها می‌توانند اطلاعات دقیق درباره رطوبت خاک، وضعیت گیاه، و شرایط اقلیمی را در لحظه گردآوری و تحلیل کنند؛ اطلاعاتی که به کشاورز امکان می‌دهد

بکتته
P O T N T

پارادایم فرسوده حکمرانی آب

دیرزمانی است که محققان و متخصصان حوزه آب، هشدار می‌دهند و مسئولان را به استفاده از روش‌های علمی و صحیح حکمرانی در مقوله آب فرا می‌خوانند. نبودن گوش شنوا اما اوضاع را به اینجا رسانده که شهروندان مجبورند به‌طور روزانه قطعی آب را در خانه‌های خود تحمل کنند. ایران، اقلیمی نیمه‌خشک و خشک دارد و در تمام ادوار نیازمند هوشمندی و درایت در مدیریت منابع آبی خود بوده است. از سیستم‌های پیچیده و پایدار قنات‌ها که قرن‌ها شریان حیاتی این تمدن کهن بودند، تا امروز که با بحران فراگیر بی‌آبی دست به گریبانیم، حکمرانی آب در این مرز و بوم مسیری پرفراز و نشیب را طی کرده است. این سیر تحول، بازتابی از تعامل پیچیده میان محدودیت‌های اقلیمی، تغییرات اجتماعی، توسعه اقتصادی و سیاست‌گذاری‌های دولتی است. حالا که به اینجا رسیده‌ایم و آبی در سدها و سفره‌ها و لوله‌ها نیست، شاید نگاهی به نظرات متخصصان حوزه آب و بازخوانی آن‌ها بتواند راهکارهای مؤثر در بهبود شرایط آبی کشور را به دست دهد.

به‌باور یک جغرافیدان، در حوزه محیط زیست با بحثی به نام بار محیطی مواجهیم. بار محیطی ناظر بر این است که هر محیطی با توجه به تناسب توانش‌های جغرافیایی توان پذیرش حجم خاصی از بار را دارد. جمعیت، سازه و فعالیت این بار را شامل می‌شوند. هرگاه بار محیطی بیشتر از ظرفیت محیطی باشد حتماً محیط خواهد شکست. بار محیطی شهر تهران بسیار فراتر از ظرفیت محیطی آن شده و محیط تهران شکسته است. محققان بیان می‌کنند که سیستم حکمرانی آب در ایران از نگاه سلسله‌مراتبی و بالا به پایین رنج می‌برد. در تصمیم‌گیری‌ها غالباً مشارکت ذی‌نفعان محلی محدود است. همچنین دانش بومی در مدیریت آب به حاشیه رانده شده است. در بسیاری از دوره‌های تاریخی، تشکیلات مدنی جوامع شهری و روستایی نظام تسهیم و مشارکت آب بین افراد را در دست داشته‌اند (مانند نظام میراب) اما رویکرد دستوری، باعث می‌شود که برنامه‌ها با واقعیت‌های محلی و نیازهای جوامع منطبق نباشد. سیاست‌گذاری‌های آبی عمدتاً بر ملاحظات مهندسی مانند سدسازی و انتقال آب متمرکز بوده و شامل ابعاد اقلیمی، اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی نیست.

به گفته کارشناسان، ریشه بحران آب نه کمبود قانون، بلکه ضعف در اجرای آن و ناهماهنگی نهادهای است. وزارتخانه‌ها و سازمان‌های مرتبط، اغلب بدون هم‌افزایی عمل می‌کنند و این واگرایی منجر به سیاست‌های متناقض، نبود نظارت مؤثر و شکست در اجرای راهبردهای پایدار منابع آب شده است.

گزارش خواستار بازطراحی حکمرانی آب با تمرکز بر اصلاح قوانین، شفافیت نهادی، مشارکت مردمی و توجه به عدالت بین‌نسلی و اکولوژیک است.

در مجموع، دیدگاه متخصصان ایرانی حول محور ضرورت تغییر پارادایم از مدیریت فنی و متمرکز به سمت حکمرانی مشارکتی، یکپارچه، بومی و انعطاف‌پذیر می‌چرخد. آن‌ها معتقدند بدون این تحول بنیادین، راهکارهای مقطعی و مهندسی‌محور به تنهایی قادر به حل بحران آب در ایران نخواهد بود.