علم و جامعه

صورت‌های رنگارنگ انرژی-۳

نگاهی به ۳ منبع انرژی ارزان و پاک

کلناز روستایی

انرژی آب

سهراب سپهری، شاعر بلندآوازه ایران عزیزمان، شعری دارد که در بخشی از آن چنین می‌گوید: آب را گل نکنیم. آب کیمیای زندگی بشر است. آب، راز بزرگ پاکرفتن حیات روی این سیاره است. آب آن‌چنان مهم است که داشتن آن در جهان امروز مزیت اکولوژیکی و نداشتن آن بحران است. آب یعنی بقا و نبود آب یعنی فنا. آب مابعی شگفت‌انگیز است و ویژگی‌هایی دارد که می‌توان از آن برای بسیاری کارها استفاده کرد. زمانی از آب برای کشاورزی استفاده می‌کردند و می‌کنند و خواهند کرد. زمانی هم از آن برای جابه‌جایی میان قاره‌ها. اما اینکه از آب برای تولید انرژی استفاده کنیم، قدمت زیادی دارد؛ هم در ایران و هم در جهان. مثلاً از روتور آبی برای تبدیل به کار مکانیکی استفاده می‌کردند؛ اما اینکه از آب برای تولید برق بهره گیرند، عمر زیادی ندارد. برخلاف باد، آب را می‌توان پشت سدهایی که سد نام دارد، ذخیره کرد و از خروجی آن برق تولید کرد. درواقع سدها چندمنظوره بودند و یکی از اهدافشان تولید برق بود. بشر باد گرفت که نیروگاه‌هایی بسازد که به آن برق‌آبی می‌گویند و می‌توانند تا صد سال کار کنند. نیروگاه‌هایی که هزینه ساخت و عملیاتی‌شان و نیز نگهداری‌شان پایین است. در ایران مواد زیادی از این دست نیروگاه‌ها داریم. این رده از نیروگاه‌ها که انرژی برق‌آبی تولید می‌کنند، محدودیت‌هایی هم دارند که مهم‌ترین آن دسترسی به منابع آبی است. همچنین سبب تخریب اکوسیستم هم می‌شوند که بحثی جدی است و ایران با ساختن سدهای زیاد هم‌اکنون با این چالش روبه‌روست.

انرژی زمین‌گرمایی

نوع دیگری از تولید انرژی، زمین‌گرمایی نام دارد. دلیل این نام‌گذاری به سرشت آن بازمی‌گردد. زمین سومین سیاره سامانه خورشیدی است و ساختار درونی آن به کودکی است که از لایه‌های گوناگونی ساخته شده است. در عمق زمین و در مرکز آن یک مغزه داغ کداران داریم که دمای آن چهار هزار درجه کلوین است. از یاد نبریم که حتی دمای عمق زمین از دمای سطح خورشید تا حدود دو هزار درجه کمتر است. دقیق‌تر بگویم، هسته یا مغزه زمین از دو بخش درونی و بیرونی تشکیل شده است که هر دو داغ و سوزان و گداران هستند. مغزه یا هسته درونی جامد خمیری‌گون است و بیرونی روان و به مایع‌گون بودن نزدیک‌تر است. این مرکز داغ در قلب سیاره سبب شده تا مانند یک منبع حرارتی عمل کند و همان‌طور که گرما به سمت بالا می‌آید، در عمق صد تا ۸۰ کیلومتری دما اگرچه تا هزارو ۲۰۰ و حتی ۶۰۰ درجه می‌کند؛ اما کماکان داغ و قابل بهره‌برداری است. به طور میانگین، میزان انتشار حرارت از سطح زمین کمه از دل همان گرمای مرکزی می‌آید. در حدود ۸۰ الی ۸۴ میلی‌وات در واحد سطح است و در کل سیاره معادل ۴۲ میلیون مگاوات. این میزان حرارت سبب بسیاری از پدیده‌های زمین‌شناختی است که از جزئیات آن عبور می‌کنیم. اما آنچه برای ما مهم است، تولید برق از این انرژی است. انرژی زمین‌گرمایی برخلاف بادی و خورشیدی و حتی آبی، محدود به فصل و زمان و شرایط خاص نیست. این انرژی به شرط داشتن امکانات بدون وقفه قابل بهره‌برداری است. قیمت تمام‌شده آن هم در مقایسه با انرژی فسیلی یا حتی برخی انرژی‌های نو، نسبتا ارزان است. نیروگاه‌های زمین‌گرمایی در مقایسه با مزارع خورشیدی و بادی، جای کمتری را هم اشغال می‌کند. محدودیتی که این نوع انرژی دارد، مکان‌یابی درست آن است که باید در بخش‌هایی باشد که در صفحات تکتونیکی زمین اجزاشدنی باشد. هزینه‌های حفاری هم نسبتا گران است اما در آینده فناوری، آن را ارزان‌تر خواهد کرد. همچنین مقدار کمی گاز سمی هم آزاد می‌کند. این نوع انرژی چندان در ایران با نگرفته ولی در برخی کشورها انجام ایستله بسیار پرکاربرد است و بخشی از تولید برق را برعهده دارد. انرژی زمین‌گرمایی در کنار تولید برق می‌تواند در صنعت گردشگری هم مفید باشد، زیرا در کنارش می‌توان چشمه‌های آب گرم درست کرد که بسیار مورد علاقه مردم است.

انرژی زیست‌توده

تولید انرژی از زیست‌توده هم از آن موضوعاتی است که آینده روشنی دارد. ابتدا باید بگویم که واژه زیست‌توده یا بایومس از دو بخش تشکیل شده است. بایو به خاستگاه زیستی و موجود زنده‌ای اشاره دارد و مس به توده‌ای از آن موجود زنده که امکان انبارش و ذراتمکسازی و انجام کار روی آن وجود دارد. در کنار زیست‌توده یا بایومس واژه دیگری داریم که به آن بایوفیول یا زیست‌سوخت می‌گویند و نباید با زیست‌توده اشتباه شود. زیست‌سوخت مایع است اما زیست‌توده از رقبایی موجودند زیاد جامد به دست می‌آید. باز یاد به این نکته اشاره کنم که مفهوم موجود زنده در بایومس بسیار گسترده است و از مفهوم انتزاعی آن در زیست‌شناسی کلاسیک باید کمی فاصله گرفت. شاید حتی بتوان گفت مابین دو چارچوب به معنای خاستگاه زیستی است. زیست‌توده مادامی است که اخیرا زنده بوده ولی هم‌اکنون مرده است. از این ماده برای تولید انرژی استفاده می‌شود. نمونه‌های زیست‌توده عبارتند از: چوب، بقایای چوبی، محصولات ارزی‌زا، بقایای کشاورزی مانند کاه و زباله یا پسماندهای آلی. چوب و بقایای چوبی بزرگترین منبع زیست‌توده‌اند. خود چوب را می‌توان مستقیم با سوزاندن به سوخت تبدیل کرد و از آن انرژی گرمایی را به شکل فرض چوب درآورد. کاغذ دیگری هم می‌توانند به‌عنوان سوخت استفاده شوند، مانند ذرت. علف‌ها یا بامبو. مواد اولیه زباله‌های خانگی، ضایعات چوب و پسماندهای کشاورزی همگی در زمره زیست‌توده‌اند که با سوزاندن می‌توان انرژی برقی از آن گرفت. یکی از کارهایی که انجام می‌شود، ارتقای زیست‌توده خام به سوخت‌های با درجه بالاتر است که با روش‌های حرارتی و شیمیایی و بیوشیمیایی صورت می‌گیرد. تولید انرژی از زیست‌توده معایبی هم دارد: ازجمله انحراف کشاورزان از تولید مواد غذایی به سمت تولید ماده زیست‌توده‌ای و نیز تولید گاز دی‌اکسید کربن. همچنین برای رشد چوب یا گیاهان زیست‌توده‌ای باید آب مصرف شود که خودش محصول به شمار می‌رود. همچنین انرژی تولیدی از زیست‌توده اگرچه سبب می‌شود که پسماندهای کشرده‌ای از زندگی مردن دوباره بازیافت و به کار گرفته شود؛ اما راندمان آن پایین است.

●●●

این یادداشت، سومین و آخرین یادداشت در درباره صورت‌های مختلف انرژی بود. در این سه یادداشت تلاش کردم معرفی کوتاه و مفیدی از هفت نوع متنا انرژی در زمین ارائه کنم. اما موضوع مهمی که باید به اندازه تولید انرژی به آن بپا دهیم، مدیریت مصرف آن انرژی است که در یادداشتی دیگر درباره‌اش خواهم گفت. بدون مدیریت منابع، بیشترین منبع‌ها هم خیلی زود تمام می‌شوند. همان‌طور که تجربه نشان داده بدون مدیریت منابع مالی یا آبی، میلیاردها تومان پول و هزاران هزار لیتر آب گویی دود می‌شود و به هوا می‌رود.

نشست آبی حزب ندای ایرانیان با حضور دکتر «مهدی زارع»، زمین‌شناس

فرونشست زمین امنیت، آب و آینده ایران را می‌بلعد

احزاب کمک کنند تا مردم و حاکمیت به سوی کاهش تخریب سرزمین حرکت کنند

شرق: در ادامه سلسله نشست‌های تخصصی حزب ندای ایرانیان با محوریت بحران آب و چالش‌های محیط‌زیستی کشور، این هفته دکتر مهدی زارع، زمین‌شناس، استاد پژوهشگاه بین‌المللی زلزله‌شناسی و مهندسی زلزله و عضو وابسته فرهنگستان علوم، میهمان این نشست بود. دکتر زارع در این جلسه با تمرکز بر پدیده نگران‌کننده فرونشست زمین، به تحلیل ریشه‌های آن در بحران مدیریت منابع آب و پیامدهای جدی این پدیده برای آینده زیست‌محیطی و زیرساختی ایران پرداخت.

عکس: امیرعلی رمضانی، خبرنگار شرق

زارع در توضیح ریسک فرونشست زمین گفت: «فرونشست پدیده‌ای مهم است که در ایران، به‌ویژه در ۵۰ سال اخیر، روزبه‌روز با شدت بیشتری با آن مواجه شده‌ایم. این مخاطره در ۲۰ سال گذشته به شکلی پیش‌رونده توسعه یافته و متأسفانه شتاب آن افزایش یافته است. به طوری که اکنون آسیب‌های درخورتوجهی به مناطق مختلف کشور وارد می‌کند».

او افزود: «فرونشست در اصطلاح علمی subsidence به تمام اشکال نشست زمین گفته می‌شود؛ چه به صورت تدریجی در سطح گسترده دشت‌ها که معمولا ناشی از برداشت بیرویه آب‌های زیرزمینی است، و چه به شکل فروچاله‌هایی که به صورت نقطه‌ای و موضعی شکل می‌گیرند و ممکن است ناگهان در وسط یک خیابان شهری یک حفره بزرگ ایجاد شود و زندگی روزمره شهروندان را مختل کند».

زارع با اشاره به مقایسه شرایط ایران با دیگر کشورها گفت: «اغلب مناطقی که به‌عنوان پهنه‌های رخداد فرونشست شناخته می‌شوند، در کشورهایی با شرایط آب‌وهوایی مشابه ایران قرار دارند؛ کشورهایی مانند اسپانیا، چین، هند و بخش‌هایی از غرب آمریکا. در همه این کشورها، کمبود منابع آبی و پمپاژ بی‌رویه آب‌های زیرزمینی از دلایل اصلی وقوع فرونشست است».

او با تأکید بر نقش چاه‌های عمیق در تشدید این پدیده ادامه داد: «افزایش حفر چاه‌های عمیق باعث تسریع روند افت سطح آب‌های زیرزمینی شده است. این روند در ایران منجر به کسری حدود ۱۱۰ میلیارد مترمکعبی در منابع آبخوان‌ها شده که ۹۰ درصد آن تنها در ۲۵ سال اخیر رخ داده است».

این استاد دانشگاه درباره ارتباط میان پدیده فرونشست و تمرکز جمعیت توضیح داد: بخش عمده مسئله فرونشست به تمرکز شدید جمعیت در اطراف کلان‌شهرها، به‌ویژه پایتخت، بازمی‌گردد. بسیاری از شهرهای بزرگ کشور به‌دلیل عوامل اقتصادی، اجتماعی، و به‌ویژه کم‌آبی و خشک‌سالی، برجمعیت‌تر از گذشته شده‌اند. درحال‌حاضر، تقریبا همه مراکز استان‌های ۳۱گانه با این پدیده مواجه‌اند، اما وخیم‌ترین وضعیت در تهران و شهرهای چندمیلیونی مانند مشهد، اصفهان، تبریز، کرج و شیراز دیده می‌شود که تراکم جمعیت در آنها، آسیب‌پذیری در برابر فرونشست را تشدید کرده است.

به گفته زارع، در تهران، مناطق ۱۷، ۱۵، ۱۸، ۱۹ و ۲۱ بیش از دیگر نقاط با مسئله فرونشست درگیرند. اما بحران تنها به شهر تهران محدود نمی‌شود؛ شهرستان‌های اطراف مانند ملارد، اشتهارد و شهر قدس در غرب استان، و نیز ورامین، قرچک، پیشوا و پاکدشت در شرق و جنوب شرق، به دلیل برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی، افت سطح آب و رشد فزاینده جمعیت، با نرخ‌هایی از فرونشست مواجه‌اند که برای ما به رکوردار اجازه‌ای این پدیده تبدیل کرده است. او افزود: درحال‌حاضر، نشست سالانه بین ۲۰ تا ۲۵ سانتی‌متر در برخی مناطق تثبیت شده و در منطقه ۱۸ تهران، در سال ۱۴۰۳، فرونشست بیش از ۳۰ سانتی‌متر گزارش شده است. این میزان به معنای آن است که در هر سه سال، نیمی به طور متوسط یک متر پایین می‌رود. در بسیاری از مناطق، خشتی در مقیاس محله‌ای، این پدیده موجب ایجاد ترک‌های کششی، گچ‌های ساختمان‌ها و آسیب به سازه‌ها شده است.

زارع با اشاره به وضعیت نگران‌کننده غرب و جنوب‌غرب تهران ادامه داد: در این محدوده، حدود ۵۰ هزار حلقه چاه غیرمجاز همچنان فعال هستند که زیرساخت‌ها و شریان‌های حیاتی ازجمله بزرگراه‌ها، خطوط راه‌آهن، جایگاه‌های سوخت، خطوط انتقال نفت و گاز، و بخش‌هایی از مترو را در معرض تهدید قرار داده‌اند. نشست زمین پدیده‌ای تدریجی است که به‌آرامی رخ می‌دهد و ازاین‌رو، بسیاری از آسیب‌های آن از دید مردم پنهان می‌ماند. بخش درخورتوجهی از این فرونشست‌ها با کسل‌های اطراف دشت غربی تهران در ارتباط‌اند و داده‌ها نشان می‌دهد که تغییرات در الگوی هدایت آب و میزان نشست، می‌تواند به تحریک گسل‌ها منجر شود. به‌ویژه، زلزله‌ای ۲۰ آذر ۱۳۹۶ و ۱۳ اردیبهشت ۱۴۰۴ در ملارد و ماهدشت، به نظر می‌رسد که با این تحریکات مرتبط بوده‌اند.

او در ادامه به رابطه میان فرونشست و مهاجرت اشاره کرد و گفت: یکی از وجوه مهم این پدیده که امکان رصد زمانی آن وجود دارد، افزایش مهاجرت و رشد جمعیت در مناطق آسیب‌پذیر است. براساس آمار، در سرشماری سال ۱۳۹۵، جمعیت ثبت‌شده غرب استان تهران ۳۷۷ هزار نفر بود که تا پایان سال ۱۴۰۳ به ۴۲۰ هزار نفر رسیده است. همچنین در شهرستان ملارد، حدود ۵۰۰ هزار نفر به جمعیت افزوده شده‌اند. در مجموع، بررسی‌ها نشان می‌دهد که در بازه زمانی ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۴، جمعیت غرب استان تهران حدود یک میلیون نفر افزایش یافته؛ رشدی که بی‌تردید بر شدت فرونشست اثرگذار بوده است.

او در ادامه با اشاره به یکی از بازدیدهای میدانی خود گفت: حدود دو سال پیش از جنوب دشت شهریار بازدیدی داشتم. در آنجا با چاهی مواجه شدم که بیش از ۳۰۰ متر عمق داشت. اما دیگر حتی آبی برای پمپاژ نداشت و به سنگ رسیده بود؛ عمل این چاه از کار افتاده بود. وقتی پرسیدم صاحب این چاه کجاست، پاسخ دادند که در آمریکاست؛ یعنی کل فرایند برداشت آب و استفاده از منابع زیرزمینی در نهایت به ثروتی بدل شده که اکنون خارج از کشور است. درحالی‌که آنچه برای ما بر جای مانده، دشتی نشست‌کرده و آبخوانی خالی است.

زارع در توضیح ارتباط میان فرونشست و احتمال زمین‌لرزه هشدار داد: اگر روند کنونی فرونشست ادامه یابد، باید در انتظار تسریع چرخه بازگشت زمین‌لرزه‌ها باشیم. برداشت گسترده از منابع آب زیرزمینی و نشست زمین می‌تواند عملا باعث کوتاه‌ترشدن دوره بازگشت زلزله‌ها شود. به طور خاص، منطقه ۱۸ تهران در وضعیتی بسیار پرخطر قرار دارد و پهنه فرونشست از این منطقه به منطقه ۲۰ نیز امتداد می‌یابد. به‌عنوان نمونه، طرح ساخت استادیوم در شهر آفتاب که در همین ناحیه واقع شده بود - و در مجاورت گسل‌های فعال نیز قرار دارد - خوشبختانه به دلیل کمبود بودجه اجرایی نشد؛ وگرنه با توجه به شرایط زمین‌شناختی منطقه، پیامدهای بسیار خطرناکی داشت.

او به تأثیرات روزمره فرونشست بر زندگی مردم نیز اشاره کرد و گفت: فرونشست زمین باعث ایجاد پدیده‌ای به‌نام «لوله‌رایی» می‌شود؛ به این معنا که کشاورز برای ادامه آبیاری و فعالیت، ناچار است به طور مدوام لوله‌ها را به عمق بیشتری ببرد تا به منبع آب برسد. این مسئله، به‌ویژه در مناطق کشاورزی، هزینه‌های مالی و مشکلات معیشتی سنگینی برای مردم به همراه دارد.

زارع با اشاره به مشاهدات میدانی خود در جنوب شهرک اندیشه و شمال شهریار گفت: در سال ۱۴۰۰، ارتفاع سطح زمین در این منطقه را سندسازی کردم. اگر نرخ فرونشست در این ناحیه را در بازه‌ای ۵۰سالاه در نظر بگیریم، به‌وضوح می‌بینیم که در سال ۱۳۵۰، طبقه سوم یک آپارتمان در سطح زمین قرار داشته و اکنون در عمق قرار گرفته است. این یعنی زمین به طور یکنواخت و تدریجی نشست کرده، بی‌آنکه آنها حفاظت از این میراث فرهنگی را با چالش جدی مواجه کرده است».

او در پایان به مشکل فروچاله‌ها نیز اشاره کرد: «در مناطقی مانند بم، کرمان و یزد، فروچاله‌ها عمدتا ناشی از تخریب قنات‌ها هستند. اما در زلزله سال ۱۳۸۳ بم، ما با پدیده فروچاله در شهر بروات، در مجاورت بم، مواجه شدیم که بخشی از مشکلات ناشی از نشست زمین بوده».

دکتر زارع درباره تأثیر کم‌شدن زمین و ذوب‌شدن یخچال‌ها بر منابع آبی و انتقال آب توضیح داد: «با آب‌شدن یخچال‌ها، سطح آب دریاها افزایش می‌یابد و طبیعی است که برخی سواحل مانند جزیره مالدیو بخش بزرگی از خود را از دست داده و غیرقابل سکونت خواهند شد. بنادر مهمی همچون لندن، نیویورک و توکیو نیز در معرض آسیب قرار می‌گیرند و بخش‌هایی از این مناطق توسعه‌یافته ممکن است دیگر قابل سکونت نباشند». او افزود: «اگر قرار باشد انتقال آب از اقیانوس‌ها انجام شود، افزایش سطح آب دریای عمان و خلیج فارس را نیز شاهد خواهیم بود. تنها راه امیدوارکننده در این شرایط، شیرین‌کردن آب دریا و انتقال آن است. گرچه هزینه بالایی دارد. به عنوان مثال، سرمایه‌گذاری لازم برای هر کیلومتر از این پروژه‌ها حدود ۲۵۰ هزار دلار است».

زارع برای پیش‌بینی گسرد: «اگر روند کنونی ادامه یابد، ظرف ۲۰ سال آینده بخش‌های مهمی از فلات ایران با از بین رفتن آبخوان‌های دشت‌ها مواجه خواهند شد و بخش قابل توجهی از آنها خشک خواهند شد. در این شرایط، فقط با بیوژهای انتقال آب می‌توان جمعیت را در این مناطق حفظ کرد. البته انتقال آب به همراه خود نیازمند برق و زیرساخت‌های گسترده‌ای است که هزینه‌های فراوانی دارد».

او در توضیح راهکار بلندمدت گفت: «یکی از راه‌حل‌های اساسی، اجرای جدی برنامه‌های آمایش سرزمین است. اگر در آن انتقال جمعیت به مناطق ساحلی در دستور کار قرار گیرد. برای مثال، آقای پزشکیان چندین بار انتقال پایتخت به منطقه مکران را مطرح کرده است. اگرچه ممکن است بتوانیم امروز با این چالش‌ها بسنده کنیم، اما در درازمدت باید به فکر راه‌حل‌های اساسی باشیم. البته بودجه لازم باید از نهادهای بین‌المللی تأمین شود. ولی فعلا امکان تحرک در این موضوع وجود ندارد».

زارع در پاسخ به این پرسش که آیا مشکلات فرونشست ناشی از تغییر زمین از آن گزارش شد و این پدیده همچنان با برداشت‌های کشاورزی ادامه دارد»، او همچنین از فرونشست در شمال و شمال غرب مشهد و دشت آب زیرزمینی است».

یکی از موضوعات بسیار جدی که به آن پرداخته شده، نشست زمین در محدوده‌های میراث فرهنگی است. زارع به نشست‌هایی اشاره کرد که در نزدیکی محوطه‌های تاریخی نقش رستم و کعبه زرتشت در کنار دشت مرودشت رخ داده‌اند. به گفته او: «سومدیریت در این منطقه، به‌ویژه زهکشی‌های نامناسب، باعث شده در مسطح‌سازی اطراف کعبه زرتشت ترک‌های بزرگی ایجاد شود که گسترش آنها حفاظت از این میراث فرهنگی را با چالش جدی مواجه کرده است».

او در پایان به مشکل فروچاله‌ها نیز اشاره کرد: «در مناطقی مانند بم، کرمان و یزد، فروچاله‌ها عمدتا ناشی از تخریب قنات‌ها هستند. اما در زلزله سال ۱۳۸۳ بم، ما با پدیده فروچاله در شهر بروات، در مجاورت بم، مواجه شدیم که بخشی از مشکلات ناشی از نشست زمین بوده».

دکتر زارع درباره تأثیر کم‌شدن زمین و ذوب‌شدن یخچال‌ها بر منابع آبی و انتقال آب توضیح داد: «با آب‌شدن یخچال‌ها، سطح آب دریاها افزایش می‌یابد و طبیعی است که برخی سواحل مانند جزیره مالدیو بخش بزرگی از خود را از دست داده و غیرقابل سکونت خواهند شد. بنادر مهمی همچون لندن، نیویورک و توکیو نیز در معرض آسیب قرار می‌گیرند و بخش‌هایی از این مناطق توسعه‌یافته ممکن است دیگر قابل سکونت نباشند». او افزود: «اگر قرار باشد انتقال آب از اقیانوس‌ها انجام شود، افزایش سطح آب دریای عمان و خلیج فارس را نیز شاهد خواهیم بود. تنها راه امیدوارکننده در این شرایط، شیرین‌کردن آب دریا و انتقال آن است. گرچه هزینه بالایی دارد. به عنوان مثال، سرمایه‌گذاری لازم برای هر کیلومتر از این پروژه‌ها حدود ۲۵۰ هزار دلار است».

زارع پیش‌بینی کرد: «اگر روند کنونی ادامه یابد، ظرف ۲۰ سال آینده بخش‌های مهمی از فلات ایران با از بین رفتن آبخوان‌های دشت‌ها مواجه خواهند شد و بخش قابل توجهی از آنها خشک خواهند شد. در این شرایط، فقط با بیوژهای انتقال آب می‌توان جمعیت را در این مناطق حفظ کرد. البته انتقال آب به همراه خود نیازمند برق و زیرساخت‌های گسترده‌ای است که هزینه‌های فراوانی دارد».

او در توضیح راهکار بلندمدت گفت: «یکی از راه‌حل‌های اساسی، اجرای جدی برنامه‌های آمایش سرزمین است. این برنامه‌ها باعث تغییر سرنوشت سلسله‌های باستانی شده؛ برای مثال سقوط ساسانیان و از بین رفتن سلطنت قاجار تحت تأثیر قحطی‌ها و خشک‌سالی‌های شدید و بیماری‌های همه‌گیر رخ داده است. بحران آب عملا زیرساخت‌ها و شهرها را تخریب کرده و می‌تواند تحت تمدن ایرانی را تهدید کند».

او بر ضرورت بهره‌گیری از نخبگان برای مدیریت این بحران تأکید کرد: «باید از بهترین نخبگان ایرانی کمک گرفت و ابعاد مختلف این مسئله کلان و پیچیده را با توان علمی بسی بسریم. این کار نیازمند بررسی دقیق و فرگسایی مرحله‌به‌مرحله است و صرفا با فشارهای سیاسی یا تغییرات مدیریتی قابل حل نیست. متأسفانه در سال‌های اخیر روند توسعه ناپایدار به طور پیوسته ادامه داشته و مدیریت‌ها نیز تاکنون آمد نداشته‌اند».

زارع در ادامه با بیان اینکه «جایی که فرونشست زمین رخ داده، به عنوان آبخوان از بین رفته و بازگرداندن آن بسیار پرهزینه و در اغلب موارد غیرممکن است»، افزود: «نمونه‌ای مانند برج پیزا وجود دارد که با میلیون‌ها دلار هزینه حفظ شده و به جاذبه گردشگری تبدیل شده است. اما این موارد استثنایی‌اند».

او در توضیح ساختار مدیریتی این حوزه گفت: «سازمان نقشه‌برداری کشور، زیر نظر سازمان برنامه و بودجه، متولی پایش فرونشست زمین است. اما جنبه‌های مختلف فرونشست، به‌ویژه در مناطق شهری، به وزارت راه و شهرسازی مربوط می‌شود. متأسفانه در سال‌های اخیر این موضوع به صورت جدی پیگیری نشده و نیروهای به کار گرفته‌شده، تخصصی نیستند و بیشتر سیاسی هستند».

زارع تاکید کرد: «باید همه مسائل مرتبط با مخاطرات زمین‌شناختی به صورت یکپارچه و جامع بررسی شود. در استان‌ها نیز اداراتی برای این کار تشکیل شده‌اند که بیشتر جنبه اجرایی و سیاسی دارند و اغلب می‌گویند بودجه کافی برای کار ندارند. بخشی از مشکل، رقابت میان این ادارات در حوزه تخصصی فرونشست زمین است».

در پاسخ به پرسشی درباره بدترین سناریوی ایران در ۱۰ سال آینده، دکتر زارع گفت: «چند ماه پیش در مقاله‌ای شرایط ایران در سال ۱۴۲۰ را بررسی کردم. بر اساس داده‌های موجود و با کمک هوش مصنوعی، پیش‌بینی کردم که اگر سرعت تغییر اقلیم به همین نظر باقی بماند، بیش ۵۰ تا ۷۰ میلیون نفر تحت تاثیر مستقیم مشکلات ناشی از بحران آب قرار خواهند گرفت. کمبود آب شرب، آلودگی‌ها و گسترش بیماری‌های مرتبط با سیستم ایمنی بدن از جمله پیامدهای این بحران است که می‌تواند به تدریج بخش زیادی از جمعیت را گرفتار کند». او افزود: «در حال حاضر، حدود ۸۰ درصد آب تهران و کرج از طریق چاه‌های عمیق تأمین می‌شود؛ چراکه آب کافی حتی برای شرب مردم در دسترس نیست. مسئولان وزارت نیرو نیز اذعان دارند که اگر این روند ادامه یابد، ممکن است در روز فقط دو ساعت آب در اختیار مردم قرار بگیرد، وضعیتی که قابل قبول نیست».

عکس: خلیلا جوری/ ایسنا

مدیریت و انرژی

خورشید برق‌ساز

بشت‌بام‌های خانگی و واحدهای صنعتی، ظرفیتی برای تولید انرژی

قاسم ذوالفقاری

چندین سال است که توجه بشر به منابع تولید انرژی‌های تجدیدپذیر جلب شده است. توجه به عوارض زیست‌محیطی که نیروگاه‌های حرارتی با سوخت فسیلی ایجاد می‌کنند، جوامع و دولت‌ها را بر آن داشته تا به سمت تولید برق از منابع تجدیدپذیر و پاک حرکت کنند. به نظر نویسنده شاید یکی از دلایلی که مانع فراگیرشدن استفاده از پنل‌های خورشیدی و تولید برق از نور خورشید شده، یکی ارزان و در دسترس بودن سوخت‌های فسیلی بوده و دیگر اینکه چون کشورهای پیشرو در زمینه دانش و فناوری، اغلب کشورهایی هستند که به لحاظ قرارگرفتن در عرض‌های جغرافیایی بالاتر، طبعا از میزان کمتری از تابش خورشید بهره‌مند هستند، میل و جذابیت کمتری برای توسعه فناوری در تولید برق از نور خورشید برای آنها وجود داشته است. اما در چند سال اخیر، با افزایش جمعیت و مشاهده نتایج تولید بیش از حد کارهای کلخانه‌ای، اهمیت این موضوع بیش از پیش آشکار شده است و شاهد پیشرفت‌هایی در زمینه توسعه و تولید محصولات مرتبط با تولید برق از نور خورشید هستیم که این امر خود موجب تولید انبوه، تجاری‌سازی و کاهش قیمت این تجهیزات شده است. همچنین نوآوری و توسعه در این تجهیزات افزایش بازدهی تولید انرژی را موجب شده است.

کشور ایران با میانگین بیش از ۳۰۰ روز آفتابی در سال و تابشی معادل پنج کیلووات ساعت بر مترمربع، دارای پتانسیل بالقوه‌ای برای تولید برق از نور خورشید است. باتوجه به عدم سرمایه‌گذاری دولت‌های اخیر در زمینه ساخت و توسعه نیروگاه‌های جدید و همچنین بی‌توجهی به اصول نگهداری نیروگاه‌های موجود، شاهد فرسودگی و کاهش بازدهی تولید برق در نیروگاه‌ها هستیم، که در نتیجه ما را با پدیده‌ای جدید با عنوان ناترازی در حوزه انرژی مواجه کرده است و اکنون قطعی برق در حوزه مصارف خانگی، صنعتی، کشاورزی و... را شاهد هستیم که این امر آسیب‌های اقتصادی، اجتماعی و امنیتی را در پی دارد.

در حوزه مصارف خانگی، به‌ویژه در کلان‌شهرها که اغلب شهروندان آپارتمان‌نشین هستند و سیستم آرسانی به طبقات به علت پایین‌بودن فشار آب، مبتنی بر پمپ بوده و در فصول سرد، گرمایش توسط پکیج یا موتورخانه مرکزی انجام می‌شود، قطع برق عملا قطع آب و گرمایش در فصل سرد و تهویه در فصل گرم را موجب می‌شود و عملا رفاه شهروندان را با مشکلات عدیده‌ای مواجه می‌کند.

در مصارف کشاورزی، نیاز محصولات زراعی و باغی در فصل گرم به آبیاری بیشتر است و قطع برق، منجر به خاموش‌شدن پمپ چاه‌های کشاورزی شده و عدم آبیاری به موقع، بر میزان و کیفیت محصول تاثیر مستقیم خواهد داشت و موجب هدررفتن زحمات کشاورز و کاهش درآمد او خواهد شد. بنابراین کاهش تولید محصولات کشاورزی، خود منشا بسیاری از مشکلات دیگر در جامعه است که از حوصله این بخش خارج است.

در مصارف صنعتی با محوریت صنایع و کارگاه‌های تولیدی کوچک و متوسط در شهرک‌های صنعتی نیز، قطع برق منجر به تعطیلی خطوط تولید و رکود کسب‌وکار می‌شود. این امر ریسک‌هایی برای صاحبان مشاغل و کارافرینان ایجاد می‌کند و علاوه بر ایجاد تورم، منجر به عدم صرفه و توجیه اقتصادی کسب‌وکارها می‌شود و نتیجه آن برای واحدهای تولیدی تعدیل نیرو، افزایش بیکاری و تعطیلی واحدها بوده که خود تبعات نیروه اقتصادی، اجتماعی، روانی و امنیتی را در پی خواهد داشت.

پیشنهاد نویسنده این است که دولت به عنوان مجری و سیاست‌گذار، با هماهنگی بانک مرکزی، برای ساختمان‌ها و واحدهای تولیدی، تسهیلاتی اختصاص دهد تا هر ساختمان یا سوله بسته به نیاز تعدادی پنل خورشیدی را روی پشت‌بام یا سقف سوله نصب کرده تا بخشی از برق مورد نیاز خود را تامین کند و اگر برق مازادی در ساعت‌های کم‌مصرف وجود داشت، به شبکه فروخته شود. سپس دولت می‌تواند در قالب قانون ماهانه طلب خود را از کسانی که از این تسهیلات استفاده کرده‌اند وصول کند. تجربه‌ای موفق و مشابه این امر، در ساخت و راه‌اندازی شبکه فاضلاب شهری وجود دارد که دولت، هزینه پایه‌ریزی و اجرای آن را پرداخت کرد و بعد از اتصال ساختمان‌ها به این شبکه، هزینه به صورت اقساطی از اهالی هر ساختمان دریافت شد. همین الگو در نصب و راه‌اندازی نیروگاه‌های خورشیدی خانگی یا صنعتی قابل اجراست.

برای این طرح در صورت اجرا می‌توان چند مزیت برشمرد که برخی از آنها عبارت‌اند از:

۱- کاهش وابستگی مصرف‌کنندگان صنعتی و خانگی به شبکه برق سراسری و قطع فشار به شبکه در ساعت اوج مصرف.

۲- تمرکززدایی تولید برق که موجب کاهش تهدیدات امنیتی می‌شود و توجیه‌پذیربودن از لحاظ مباحث بدافند غیرعامل. به این معنی که تهدید و تخریب نیروگاه‌های برزگ و متمرکز برای دشمن، بسیار کم‌هزینه‌تر و سادده‌تر خواهد بود در مقایسه با هدف قراردادن هزاران هدف کوچک پراکنده در یک پهنه جغرافیایی.

۳- ایجاد اشتغال در زمینه تامین، نصب، اجرا و تعمیر و نگهداری پنل‌های خورشیدی و تجهیزات وابسته به آن.

۴- کاهش آلودگی هوا و صوتی‌بودن در مصرف سوخت‌های فسیلی.

۵- مشارکت‌دادن مردم در امر تولید انرژی و ترویج فرهنگ صرفه‌جویی؛ زیرا زمانی که مردم فرایند تولید انرژی را از نزدیک لمس کنند، درک بهتری نسبت به آن پیدا کرده و رغبت بیشتری نسبت به صرفه‌جویی از خود نشان خواهند داد.

۶- تامین پایدار انرژی در حوزه صنعت و تولیدات صنعتی، که خود زمینه‌ساز رونق اقتصادی و افزایش امنیت سرمایه‌گذاری برای صاحبان سرمایه خواهد بود.

در صورت پیاده‌سازی و نصب پنل‌های خورشیدی در پشت‌بام خانه‌ها و آپارتمان‌ها، از انجایی که درصد بالایی از خانه‌ها برای تهویه در تابستان از کولر آبی استفاده می‌کنند و این کولرها در پشت‌بام در زیر تابش مستقیم خورشید هستند، هم تبخیر آب بیشتری وجود دارد و هم اینکه به علت گرمای ناشی از تابش آفتاب روی بدنه فلزی کولر، بازدهی سرمایشی آن کاهش می‌یابد و نصب یک سایه‌بان از جنس زیادی این معایب را کاهش می‌دهد که نصب پنل خورشیدی روی پشت‌بام، علاوه بر تولید برق، می‌تواند به عنوان یک سایه‌بان مناسب برای کولرها نقش ایفا کند.

این امیدواری وجود دارد که دولت و مسئولین، اهمیت این موضوع را درک کرده و با رویکردی دلسوزانه نسبت به سرمایه‌گذاری و جلب مشارکت مردم در این امر، اقدام‌های سریع و جدی انجام دهند تا با سیاست‌گذاری‌های هوشمندانه و خورورزانه شاهد توسعه و پیشرفت کشور عزیزمان باشیم.

فرونشست زمین یکی از تبعات بحران آب در ایران است. اما بحران آب تاثیرات تاریخی عمیقی نیز داشته است. این بحران باعث تغییر سرنوشت سلسله‌های باستانی شده؛ برای مثال سقوط ساسانیان و از بین رفتن سلطنت قاجار تحت تاثیر قحطی‌ها و خشک‌سالی‌های شدید و بیماری‌های همه‌گیر رخ داده است. بحران آب عملا زیرساخت‌ها و شهرها را تخریب کرده و می‌تواند حتی تمدن ایرانی را تهدید کند

ارتش‌ها پشت میز دانشگاه

نگاهی به ۱۰ دانشگاه برتر علوم نظامی جهان

بیژن جهانگیری

استاد دانشگاه تهران

طول دوره تحصیل در این مؤسسه دو سال بود که در سال ۱