رو به فردا

افق‌های نو در انباشت انرژی

ذخیره‌سازی انرژی‌های تجدیدپذیر پا را فراتر از باتری‌ها می‌گذارد

ترجمه: امید شاه‌حسینی

ساختن آینده متکی به انرژی‌های سبز صرفا وابسته به توسعه بیش از حد مزارع بادی و خورشیدی نیست (اگرچه مطمئنا این یک شروع است). در واقع برای ذخیره این انرژی‌ها به باتری‌هایی نیاز است، به‌ویژه زمانی که باد نمی‌وزد و خورشید نمی‌تابد و همچنین امکان برداشت قابل توجه از منابع تجدیدپذیر (به‌خصوص باد و خورشید) معمولا در مناطقی امکان‌پذیر است که این مناطق از محل مصرف دور هستند و به‌همین‌دلیل خطوط انتقال برای رساندن این انرژی باید به میزان قابل توجهی توسعه یابند یا تقویت شوند. به‌طورکلی پیشرفت در تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر چشمگیر و قابل مشاهده است. پروژه‌های بادی و خورشیدی به‌سرعت جایگزین منابع انرژی آلوده‌کننده می‌شوند و بسیاری از شرکت‌ها در حال توسعه سیستم‌های ذخیره‌سازی، اعم از سیستم‌های مدرن مانند سیستم پتانسیل گرانشی یا باتری‌های فوق پیشرفته آهن-هوا هستند تا مطمئن شوند که انرژی تولیدشده قابلیت ذخیره‌سازی دارد و به نوعی آماده و در دسترس است؛ اما خطوط انتقال همچنان یک چالش و یک مشکل رو به افزایش است. در واقع می‌توان امیدوار بود که تمام انرژی مورد نیاز قابل تولید و ذخیره‌کردن باشد؛ اما اگر راهی برای انتقال آن به خانه یا مشاغل مردم وجود نداشته باشد، فایده چندانی ندارد. از زمان پیدایش صنعت برق به شکل کنونی آن، شرکت‌های برق بیشتر نیروگاه‌ها را در مکان‌های نزدیک به شهرها احداث کرده‌اند؛ اما این مدل مکان‌یابی همان‌گونه که پیش‌تر نیز ذکر شد، با خورشید و باد قابل پیاده‌سازی نیست، زیرا بسیاری از بهترین مکان‌ها برای تولید برق قابل توجه از این منابع، از مراکز شهری دور هستند؛ برای مثال، ایالات متحده برای رسیدن به هدف انتشار کربن صفر در سال ۲۰۵۰، به یک شبکه انرژی ارتقایافته نیاز دارد که بتواند افزایش تقاضای برق به میزان ۵۰ درصد را در مقایسه با زمان حال (به دلیل افزایش وسایل نقلیه الکتریکی، اجاق‌های برقی و سایر تکنولوژی‌های مصرف‌کننده برق) برطرف کند؛ این بدان معنی است که خطوط برق فشار قوی بیشتری به‌ویژه در جاهایی که باد می‌وزد (در میانه غربی این کشور) و خورشید می‌تابد (جنوب غربی این کشور) باید ساخته شود و گسترش یابد.

•••

سال ۲۰۲۲ برای انرژی سبز، به‌ویژه انرژی خورشیدی و بادی، عالی بود و این روند کند نمی‌شود. با ادامه کاهش قیمت تولید به ازای هر وات و افزایش قیمت برق و گاز، تقاضای کسب‌وکارها برای انرژی سبز سال به سال افزایش می‌یابد. در سال گذشته، انرژی خورشیدی و بادی تأمین ۱۲ درصد از برق جهان را به خود اختصاص دادند که این یک دستاورد بزرگ است. با این حال، از آنجایی که تعداد زیادی از خانوارها و کسب‌وکارها انرژی سبز را انتخاب می‌کنند، چالش جدیدی تحت عنوان ظرفیت شبکه ایجاد می‌شود. چالش ظرفیت شبکه زمانی رخ می‌دهد که شبکه برق قادر به مدیریت و بهره‌برداری از منابع تجدیدپذیر و ذخیره آنها در طول روز نباشد و در نتیجه توان خروجی از آنها یا تولیدی توسط آنها تلف شود. این امر می‌تواند موجب ایجاد هزینه‌های هنگفتی شود، به همین دلیل مهم است که با انرژی سبز هوشمندانه‌تر برخورد شود، نه سخت‌گیرانه‌تر.

چالش ظرفیت شبکه

برخلاف منبع آب، سودمندی بهره‌گیری از انرژی الکتریکی به صورت استفاده از آن یا تلف‌کردن آن تعریف می‌شود. بیشتر مناطق دارای امکانات ذخیره انرژی مانند باتری بزرگ ویکتوریا در استرالیا که قادر است برق ۶۵۰ هزار خانه را برای یک ساعت تأمین کند، نیستند. در بیشتر مواقع برق تولیدی از طریق شبکه برای تأمین تقاضا در آن لحظه، استفاده می‌شود. نیروگاه‌های حرارتی قابلیت همگامی با نوسانات تقاضا در طول یک چرخه روزانه، چرخه هفتگی و حتی تغییراتی را که در طول سال ایجاد می‌شود، دارند. با این حال، با انرژی‌های سبز مانند خورشیدی و بادی، کنترل خوبی (مانند آنچه در نیروگاه‌های سوخت‌های فسیلی و هسته‌ای اعمال می‌شود) بر عرضه انرژی وجود ندارد که موجب ایجاد چالشی کلیدی می‌شود. در حال حاضر، مقدار قابل توجهی از انرژی الکتریکی در جهان از طریق تبدیل انرژی خورشیدی و بادی حاصل می‌شود که یک پیشرفت قابل توجه است، اما شبکه‌های انرژی را به طور فزاینده‌ای به چالش می‌کشد. درحالی‌که امکان ایجاد مراکز ذخیره‌ساز باتری بزرگ برای ذخیره توان اضافه و تحویل مجدد آن به شبکه در زمان نیاز، وجود دارد اما این بانک‌های ذخیره‌ساز برای کنترل یک شبکه انرژی کاملا سبز هم از لحاظ هزینه و هم اثرات زیست‌محیطی بسیار پرهزینه هستند. تولید باتری‌ها مستلزم استخراج و فراوری مواد خامی مانند لیتیوم، کبالت و نیکل است که در سلول‌های باتری‌ها استفاده می‌شوند. استخراج و تصفیه این مواد می‌تواند موجب تولید زباله‌های سمی شود و همچنین فعالیت‌های معدنی نیز می‌تواند به جنگل‌زدایی و تخریب محیط زیست کمک کند. موضوع دیگر ردپای کربن در تولید باتری است. ساخت باتری‌ها نیازمند انرژی زیادی است و اگر این انرژی از سوخت‌های فسیلی تأمین شود، موجب آزادشدن گازهای گلخانه‌ای در جو می‌شود. در نهایت دورریختن باتری‌ها مشکل دیگری است. باتری‌ها حاوی مواد شیمیایی سمی هستند که اگر به‌درستی دور ریخته نشوند می‌توانند وارد محیط شوند. در حال حاضر، تنها درصد کمی از باتری‌ها بازیافت می‌شوند و بسیاری از آنها در محل‌های دفن زباله یا زباله‌سوزها قرار می‌گیرند که می‌توانند باعث آلودگی شوند.

جایگزین‌های باتری برای ذخیره انرژی‌های تجدیدپذیر

برخی از اثرات نامطلوب تولید باتری اجتناب‌ناپذیر است، زیرا در حالت مقایسه با استفاده از سوخت‌های فسیلی آسیب کمتری به محیط زیست وارد می‌شود؛ بنابراین در حال حاضر در بسیاری از موارد، گزینه بهتری وجود ندارد. با این حال، این بدان معنا نیست که نمی‌توان ذخیره‌سازی انرژی تجدیدپذیر را با استفاده از سیستم‌های ذخیره‌ساز جایگزین با مصرف کربن کم (در هر جایی که ممکن است) بهینه کرد.

الف- ذخیره‌سازی با استفاده از وسیله نقلیه متصل به شبکه: مدتی است که کارشناسان روی راه‌حل‌های چالش ذخیره انرژی سبز کار می‌کنند. یکی از این راه‌حل‌ها استفاده از خودروهای برقی متصل به شبکه به صورت ذخیره‌ساز -معروف به فناوری خودرو به شبکه (V2G)[1]- در شرایطی است که عرضه توان بیشتر از تقاضاست. در حالت مقایسه و برعکس زمانی که تولید کمتر از تقاضا است و شبکه به مقداری از توان ذخیره‌شده در باتری خودرو نیاز دارد، با استفاده از یک برنامه تشویقی، باتری‌های خودرو برقی را تخلیه می‌کنند. این یک ایده جالب است اما بدون چالش نیست.

ب- ذخیره‌ساز هوا/ گاز فشرده[2]: ذخیره‌سازی هوا/ گاز فشرده یک فناوری است که سال‌هاست برای ذخیره انرژی استفاده می‌شود. اصول کارکرد آن ساده است، به این صورت که انرژی به شکل هوا یا گاز فشرده در یک محفظه ذخیره می‌شود و سپس برای تولید برق آزاد می‌شود. ذخیره‌ساز هوا/ گاز فشرده گزینه‌ای جذاب برای ذخیره‌سازی انرژی است زیرا نسبتا ارزان است و می‌توان از آن در مقیاس بزرگ استفاده کرد. یک نمونه از ذخیره‌سازی هوا/ گاز فشرده، سیستم CASE (ذخیره انرژی هوای فشرده)[3] است. در سیستم CAES هوا در یک محفظه ذخیره‌سازی فشرده می‌شود و سپس برای چرخاندن توربین و تولید برق آزاد می‌شود. این فناوری در چندین پروژه ذخیره انرژی در مقیاس بزرگ از جمله نیروگاه مک‌اینتاش[4] در آلاباما[5] با ظرفیت ذخیره‌سازی ۱۱۰ مگاوات، استفاده شده است.

ج- ذخیره‌ساز تلمبه ذخیره‌ای[6]: تلمبه ذخیره‌ای یکی دیگر از فناوری‌های ذخیره انرژی است که سال‌هاست مورد استفاده قرار می‌گیرد. عملکرد این ذخیره‌ساز به این صورت است که در شرایط وجود برق اضافی، آب را از یک مخزن پایین به مخزن بالاتر پمپاژ می‌کند و سپس برای تولید برق در شرایط کمبود برق آب را به مخزن پایینی رها می‌کند. تلمبه ذخیره‌ای یک گزینه جذاب برای ذخیره انرژی است، زیرا بسیار کارآمد است و می‌توان از آن در مقیاس بزرگ استفاده کرد. در حال حاضر، بیش از ۹۰ درصد از ظرفیت ذخیره‌سازی انرژی در جهان، تلمبه ذخیره‌ای است. یکی از نمونه‌های تلمبه ذخیره‌ای، ایستگاه تلمبه ذخیره‌ای کانتی باث[7] در ویرجینیا[8] است که ظرفیت آن ۳۰۰۰ مگاوات است و بزرگ‌ترین تأسیسات تلمبه ذخیره‌ای در جهان به شمار می‌آید.

د- ذخیره‌ساز انرژی حرارتی[9]: فناوری ذخیره انرژی حرارتی شامل ذخیره گرما در موادی مانند نمک مذاب یا بتون است که در صورت نیاز برای تولید برق استفاده می‌شود. این فناوری به‌ویژه برای نیروگاه‌های خورشیدی مفید است، چراکه می‌توان گرمای تولیدشده توسط خورشید را در طول روز ذخیره و از آن برای تولید برق در شب استفاده کرد. ذخیره‌ساز انرژی حرارتی یک گزینه جذاب برای ذخیره انرژی است، زیرا نسبتا ارزان است و می‌توان از آن در مقیاس بزرگ استفاده کرد. یکی از نمونه‌های ذخیره‌ساز انرژی حرارتی نیروگاه گماسولار[10] در اسپانیا است که از نمک مذاب برای ذخیره گرما استفاده می‌کند و ظرفیت آن ۱۹،۹ مگاوات است.

هـ- ذخیره‌ساز انرژی گرانشی: عملکرد ذخیره‌ساز گرانشی شامل ذخیره انرژی با بالابردن یک جسم سنگین، مانند یک وزنه بزرگ یا یک بلوک بتونی، به سطح بالاتر است. سپس انرژی پتانسیل جسم هنگامی که به موقعیت اصلی خود برگردد (به سمت پایین حرکت کند) به الکتریسیته تبدیل می‌شود. ذخیره‌ساز گرانشی یک گزینه جذاب برای ذخیره انرژی است زیرا نسبتا ارزان است و می‌توان از آن در مقیاس کوچک استفاده کرد. با این حال، برای ذخیره‌سازی انرژی در مقیاس بزرگ مناسب نیست، زیرا به فضای زیادی نیاز دارد و کارایی زیادی ندارد. یکی از نمونه‌های ذخیره‌سازی گرانشی، سیستم گرانشی است که از وزنه‌های معلق در شفت‌های معدن قدیمی برای ذخیره انرژی استفاده می‌کند. این سیستم تا ۵۰ مگاوات ظرفیت دارد و می‌تواند در کسری از ثانیه به تغییرات تقاضا پاسخ دهد.

حداقل و حداکثر ذخیره انرژی

چالش ظرفیت شبکه همچنین می‌تواند از طریق ابزارهای بهینه‌سازی پیشرفته که می‌تواند به شرکت‌ها و مصرف‌کنندگان کمک کند تا بیشترین استفاده را از انرژی خود ببرند، برطرف شود. درحالی‌که نمی‌توان آب‌وهوا را کنترل کرد، اما پیشرفت قابل توجهی در پیش‌بینی آن حاصل شده است. بسیاری از ابزارهای موجود می‌توانند داده‌های تاریخی باارزش و پیش‌بینی‌های دقیقی را برای آب‌وهوای محلی ارائه کنند. شرکت‌های آب‌وهوایی وجود دارند که یک API داده‌های آب‌وهوایی تاریخی قابل تنظیم ارائه می‌دهند. این اطلاعات به دو دلیل حیاتی است: اول، کسب‌وکارهایی با فرایندهای با تقاضای انرژی بالا می‌توانند زمان‌بندی این فرایندها را برای تطبیق بهتر با دوره‌های خورشیدی و بادی در طول روز انجام دهند، بنابراین عرضه و تقاضا مطابقت پیدا خواهند کرد. دوم، با ابزارهای API، یک کسب‌وکار می‌تواند هر روز فرایند کاری خود را با تطبیق منبع تغذیه پیش‌بینی‌شده برای آن روز، کل تقاضای برق برای آن روز و بهترین زمان برای برنامه‌ریزی فرایندهای تقاضای پرمصرف، خودکار کند.

فناوری برای نجات

درحالی‌که باتری‌ها متداول‌ترین فناوری مورد استفاده برای ذخیره انرژی هستند، چندین جایگزین دیگر وجود دارد که ارزش بررسی دارند. هر فناوری نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارد و راه‌حل بهینه به عواملی مانند مقیاس سیستم انرژی، مقدار انرژی که باید ذخیره شود و هزینه و در دسترس بودن گزینه‌های مختلف ذخیره‌سازی بستگی دارد.

پی‌نوشت‌ها:

1- Vehicle to Grid
2- Compressed Air/Gas Storage
3- Compressed Air Energy Storage
4- McIntosh
5- Alabama
6- Pumped Hydro Storage
7- Bath County
8- Virginia
9- Thermal Energy Storage
10- Gemasolar

www.zmescience.com

ایران در تنگنای تاریخی

فرصت‌ها و تهدیدهای تمدن ایران در جهان امروز

عبدالرضا ناصرمقدسی
متخصص مغز و اعصاب

این روزها عمده فکر من را وضعیت ایران و تمدن ایرانی به خود مشغول کرده است؛ تمدنی که شاید بیش از هر زمانی در معرض خطر بوده و اگر این‌گونه پیش برویم، جز در کتاب‌ها و خاطره‌ها چیزی از این تمدن بزرگ باقی نمی‌ماند. برای نجات چنین تمدنی باید به اصلی‌ترین سؤالات آن پاسخ داد. باید دید چگونه این تمدن به وجود آمد و مهم‌ترین نکاتی که سبب بقای آن شد، چه بود. تقویت همان نکات می‌تواند ما را از این پیچ تند زمانه بگذراند و باعث شود که دوباره این تمدن شکسته سر برآورد. شاید اگر به تاریخ طول و دراز و پرفرازونشیب ایران نگاه کنیم، مهم‌ترین وجه آن، دوام این تمدن با وجود حملات بسیار ویران‌کننده به این سرزمین باشد. در سرزمین ما جنگ‌های بسیاری رخ داده است. در برهه‌های زمانی بسیاری فاقد یک دولت مرکزی بودیم و در گوشه و کنار این سرزمین حکمرانان مختلفی در حال حکمفرمایی بودند. آنها با خود و درون خود نیز جنگ‌های مستهلک‌کننده‌ای داشته و همان هم به سقوط‌شان منجر شده است. درعین‌حال چند حمله بسیار ویرانگر چه از نظر کشوری و چه از نظر فرهنگی نیز به این سرزمین شده که ازجمله باید به حمله اسکندر مقدونی، حمله اعراب و نیز مغول‌ها اشاره کرد. این سه یورش سهمگین سه یورش از سه حوزه تمدنی متفاوت با زبان و فرهنگ متفاوت بوده که سبب تغییرات بسیاری در حوزه تمدنی ایران شده است؛ اما نکته مهم اینجاست که هیچ‌یک نتوانستند فرهنگ ایرانی را از بین ببرند. زبان فارسی که ادامه زبان فارسی باستان است، به حیات خود ادامه داده و بسیاری از ویژگی‌های فرهنگی ایرانی حفظ شده است. هنوز که هنوز است، مهم‌ترین عید ایرانیان نوروز با سابقه‌ای چندهزارساله بوده و هنوز ایرانیان به‌شدت و حدت شب یلدا را گرامی می‌دارند. این سؤال مطرح می‌شود که چه چیزی در تمدن ایرانی وجود داشته که این‌گونه بقای آن را حفظ کرده است؟ می‌توان از جنبه‌های مختلفی به این سؤال پرداخت. به‌ویژه باید به این نکته توجه داشت که در بسیاری از این برهه‌های تاریخی افراد بزرگ و تأثیرگذاری بودند که همانند یک ستون برای این تمدن عمل کرده و منجر به حفظ آن شده‌اند؛ اما در این جستار سراغ سرچشمه‌ها می‌رویم. ببینیم که این تمدن طولانی در سرچشمه خود چه نکته‌ای داشته که تاکنون این‌گونه به بقای آن یاری رسانده و آیا می‌تواند از این به بعد نیز مؤثر واقع شود؟ پیش‌ازآن کمی به مفهوم تمدن می‌پردازیم و سعی می‌کنیم با نگرش علمی ماهیت آن را توضیح دهیم.

•••

تمدن؛ پدیده‌ای زیستی-فرهنگی

هر تمدنی ویژگی‌های مثبتی دارد. اگرچه داستان ظهور و افول تمدن‌ها مهم و پیچیده است؛ اما لزوم ایجاد یک تمدن، داشتن پایه‌های قوی در یک سرزمین است. تمدن می‌تواند به همان سرزمین محدود نمانده و گسترش یابد. تاریخ بشری پر از مثال‌های مختلف درباره ویژگی‌های تمدن‌های مختلف است؛ اما همه در یک نکته با هم مشترک هستند و آن هم اینکه اساس شکل‌گیری تمدن بر پایه‌های مثبت و قوی‌ای است که توانسته مردمی را تحت لوای خود گرد آورده و سرزمینی جغرافیایی را به سرزمینی فکر و فرهنگی بدل کند؛ بنابراین تمدن مفهومی زیستی-فرهنگی است. عناصر تشکیل‌دهنده یک تمدن انسان‌هایی هستند که از ژن و سلول و بافت و مغز تشکیل شده‌اند. آنها در تعامل با کتاب‌ها، اندیشه‌ها، بناها، شهرها و مفاهیم معرفتی سرزمین جغرافیایی خود قرار می‌گیرند و این تعامل دوجانبه است؛ یعنی در فرایند تمدنی، زیست و فرهنگ در یک تعامل دوجانبه با هم قرار می‌گیرند. این‌گونه است که تمدن فقط موقعیت تاریخی افراد نیست؛ بلکه زیست و زندگی آنها را هم شامل می‌شود. بررسی دقیق رابطه ژن و فرهنگ از منظر بحث ما اهمیت دارد. ما می‌خواهیم از واقعیتی صحبت کنیم که ساختاری ثابت ندارد. واقعیت لحظه به لحظه ساخته می‌شود. توانایی‌ها و پتانسیل‌هایی وجود دارد که می‌تواند لایه‌های بزرگی از واقعیت را بنا بگذارد و جهان ما را پر از لایه‌های واقعیتی کند که به شکلی مسالمت‌آمیز در کنار هم در حال زندگی هستند. اگر ما ساختار جهان را به صورت لایه‌های واقعیتی ببینیم که در تعامل با هم لحظه به لحظه بر ساختار کلی واقعیت می‌افزایند، نیازمند نظریاتی مانند نظریه‌ای در باب تعامل بین ژن و فرهنگ هستیم؛ زیرا هم ژن و هم فرهنگ دو پایه اساسی برای زندگی انسانی محسوب می‌شوند. در ضمن هر دو این مفاهیم نیز به‌شدت پویا هستند و هرکدام از آنها می‌توانند به ساخته‌شدن واقعیت یاری رسانند. جانداران که شاید مهم‌ترین آنها از لحاظ دخالت در ساخت زیستگاه، گونه انسان خردمند باشد، به صورت فعالانه محیط و زیستگاه‌شان را به نفع خود تغییر می‌دهند. آنها به این وسیله بر انتخاب ژن‌های خود با انتخاب طبیعی به نوعی نظارت کرده و تا حدودی آن را در دست می‌گیرند. این کار به انتخاب بین ژن‌ها منجر می‌شود. ژن‌هایی باقی می‌مانند که در رابطه جدید جاندار-زیستگاه توانایی بهتری برای بقا داشته باشند. این‌گونه ژن و زیستگاه با هم و در تعامل با هم رشد می‌کنند. زیستگاه انسان می‌تواند همان فرهنگ او باشد. تشابه زیستگاه و فرهنگ آن‌قدر زیاد است که حتی علاقه انسان به فرهنگ خود را دارای ریشه‌های بیولوژیک دانسته‌اند و این‌گونه علمی جدید به نام توپوفیلیا به وجود آمده است. تووان در کتاب خود با عنوان «توپوفیلیا» توضیح می‌دهد که چگونه هوش، هیجان و قدرت شناخت‌مان در ارتباط تنگاتنگ با محیط زندگی ما است. او نشان می‌دهد که رابطه فرد با محیطش چگونه در به‌وجودآمدن ارزش‌ها دخالت دارد. او تمایل انسان به محیط اطراف و همچنین فرهنگی را که در آن زندگی می‌کند، موضوعی زیستی و ریشه آن را در ژنتیک او می‌داند. این موضوع با آنچه گفته شد، در تضاد نیست. گونه انسان خردمند خود حاصل فرگشت در محیط زیست است؛ بنابراین بعید نیست که انسان تمایلی ذاتی و زیستی به محیطی که در آن زندگی می‌کند، داشته باشد. چنین نظریاتی می‌توانند مؤید حرف ما باشند. البته باید توجه داشت که ما دیگر درباره رودها و کوه‌ها و صخره‌ها و تغییرات اقلیمی سخن نمی‌گوییم. از این پس سخن ما درباره زیستگاه فرهنگی است: فضایی که در آن زندگی می‌کنیم، فرهنگی که به واسطه ما ساخته می‌شود و چون ساخته شد، همانند یک زیستگاه عمل می‌کند. آن‌گاه براساس قوانین تکامل و انتخاب طبیعی دست به حذف یا حفظ ژن‌های ما می‌زند. از سوی دیگر همین فرهنگ به واسطه آنکه آموزه‌ها را حفظ کرده و با آموزش به نسل‌های بعدی انتقال می‌دهد، سبب تداوم انتخاب طبیعی و تأثیر روی ژن‌ها می‌شود. به سخن دیگر ما با نوعی توارث بوم‌شناختی روبه‌رو هستیم. یک نوع سیستم وراثت اطلاعات که از طریقی به غیر از ژن‌ها اتفاق می‌افتد؛ پس تمدن ترکیبی از ژن و فرهنگ است که ارتباط بین آنها با زیستگاه قوام می‌یابد. در این مثلث باید توجه داشت که هر سه این موارد قابل تغییر و گسترش هستند. ژن می‌تواند چه بر اثر انتخاب طبیعی و چه بر اثر ورود اقوام دیگر و ازدواج بین انسان‌ها تغییر یابد، فرهنگ نیز می‌تواند در برخورد با فرهنگ‌های دیگر دچار قبض و بسط شود. و زیستگاه نیز می‌تواند منبسط و منقبض شود. گاه حوزه تمدنی بسیار بزرگ و گاه بسیار کوچک می‌شود؛ اما همیشه باید نقطه ثقل و تعادلی باشد که حداقل‌های آن تمدن حفظ شود. در غیراین‌صورت با سقوط آن تمدن روبه‌رو خواهیم شد. نکته مهم بعدی شیوه انتقال اطلاعات از نسلی به نسل دیگر است. طبق رابطه زیستگاه-ژن-فرهنگ، هر سه این موارد می‌توانند در انتقال اطلاعات مؤثر باشند. ژن عامل شناخته‌شده زیستی در انتقال اطلاعات است. فرهنگ و آموزش ناشی از آن نقش بسیار مهمی را در این انتقال ایفا می‌کند. و درنهایت زیستگاه با مشخصاتی که دارد، می‌تواند اطلاعات خاصی را در طی نسل‌ها منتقل کند. اینها همه مفاهیمی است که در ادامه بحث برای ما مهم خواهند بود.

زیستگاه: نقطه مرکزی تمدن ایرانی

نظریه اصلی این جستار در تشریح تمدن ایرانی نقش مرکزی زیستگاه در ساخت آن است. درواقع زیستگاه چنان‌که خواهیم گفت، زمینه‌ای را تشکیل می‌دهد که همانند نوعی ستون و محور برای فرهنگ و ژن محسوب می‌شود. قبل از اینکه منظورم را از این نظریه بیان کنم، می‌خواهم داستانی اسطوره‌ای را بیان کنم که بیشترین بازتاب تشکیل و درعین‌حال مخاطرات تمدن ایرانی را در خود مستتر دارد. داستان سه پسر فریدون در عین سادگی می‌تواند ما را به مهم‌ترین جنبه‌های تشکیل تمدن ایرانی و دوام آن راهنمایی کند. داستان فریدون و پسرانش یعنی سلم و تور و ایرج چنان با مفهوم زیستگاه ایرانی درآمیخته که می‌تواند بازتابی از چگونگی به‌وجودآمدن تمدن ایرانی باشد. در نظر اول داستان، داستانی ساده است. فریدون سه پسر داشت: سلم و تور و ایرج. پس از آنکه آنها را مورد آزمون قرار داده و به توانایی‌ها و نقاط ضعف هریک واقف می‌شود، سرزمین بزرگ یا همان هفت اقلیمی را که در آن سلطنت داشت، بین پسران خود تقسیم می‌کند. روم را به سلم، چین را به تور و ایران را به ایرج می‌دهد. ایرج سومین فرزند است؛ اما در امتحان فریدون از همه بهتر عمل می‌کند؛ پس بهترین سرزمین یعنی ایران به او داده می‌شود. همین موضوع مورد حسادت سلم و تور می‌شود. آنها ایران را حق خود دانسته و از در خشونت و تهدید با فریدون و

ما و محیط زیست

قربانیان کلر در قرن بیست‌ویکم

آیا ارتباطی میان بیماری پارکینسون و ترکیبات کلردار صنعتی وجود دارد؟

ترجمه عبدالله مصطفایی

کلر و ترکیبات آلی آن در کنار قابلیت‌های فراوان دارای مشکلات زیادی برای سلامتی و محیط زیست هستند. درمورد خطرات کلر در مقاله «کلر همچنان قربانی می‌گیرد» روزنامه «شرق» مورخ ۱۳۹۱/۰۳/۱۸ مطالبی بیان شده است. در کتاب شیمی محیط زیست به قلم کالین برد آمده است: «کربن با کلر ترکیبات زیادی را تشکیل می‌دهد. به علت سمی‌بودن آنها برای بعضی گیاهان و حشرات، بسیاری از این ترکیب‌های آلی کلردار کاربرد گسترده‌ای به‌عنوان آفت‌کش یافته‌اند. شکستن پیوند کربن با کلر به طور مشخص دشوار است و حضور کلر نیز واکنش‌پذیری سایر پیوندها را در مولکول‌های آلی کم می‌کند. برای بسیاری از کاربردها این فقدان واکنش‌پذیری یک مزیت ممتاز است؛ یعنی با واردشدن ترکیب‌های آلی کلردار به محیط زیست، تخریب آنها به کندی صورت می‌گیرد و بیشتر تمایل به جمع‌شدن دارند. افزون بر این، بیشتر ترکیب‌های آلی کلردار آب‌گریزند. این ترکیب‌ها به آسانی در آب حل نمی‌شوند، بلکه در هیدروکربن‌ها یا بافت چربی حل می‌شوند. فقدان یک فرایند تخریب مؤثر برای ترکیب‌های آلی کلردار همراه با خاصیت آب‌گریزی آنها سبب شده که این ترکیب‌ها در موجودات زنده ازجمله ماهی، انسان و دیگر موجودات تجمع یابد». قابل ذکر است که این‌گونه ترکیبات در آفت‌کش‌ها، علف‌کش‌ها، حشره‌کش‌ها، دیوکسین، فوران‌ها و PCBs وجود دارند که برای محیط زیست مشکل‌آفرین هستند. بسیاری از این ترکیبات در زمره آلاینده‌های آلی دیرپا (مقاوم) یا اصطلاحا POPs به‌شمار می‌روند که کنوانسیون استکهلم با هدف حفاظت از سلامت انسان و محیط زیست در برابر آلاینده‌های آلی دیرپا و برنامه‌ریزی جهت کاهش و حذف کاربرد آنها در تاریخ ۲۲ می سال ۲۰۰۲ توسط ۱۲۶ کشور امضا شد و کشورمان نیز عضو این کنوانسیون است.

تری‌کلرواتیلن: خوب، بد، زشت

بر اساس یک مقاله تحقیقاتی جدید، یک ماده شیمیایی سرطان‌زا که به‌طور گسترده برای چربی‌زدایی اجزای هواپیما و ماشین‌آلات سنگین استفاده می‌شود، می‌تواند با بیماری پارکینسون مرتبط باشد. ضمنا این پژوهش بررسی دقیق مناطقی را که مدت‌ها به این ترکیب آلوده شده‌اند، توصیه می‌کند. تری‌کلرواتیلن یا TCE یک مایع بی‌رنگ است که برای از بین بردن ضایعات از موتورهای جت، پاک‌کردن رنگ و از بین بردن لکه‌های پیراهن در خشکشویی استفاده می‌شود. چندین دهه استفاده گسترده از این ماده در آمریکا باعث شده است که هزاران سایت توسط TCE آلوده شوند. در مقاله‌ای که اخیرا در ژورنال Parkinson Disease منتشر شد، نویسندگان این فرضیه را مطرح کردند که این آلودگی ممکن است به گسترش جهانی پارکینسون -یک اختلال عصبی است که با لرزش غیرقابل کنترل و حرکت آهسته مشخص می‌شود- کمک کند. اگرچه نویسندگان نتوانستند وجود یک ارتباط مستقیم را ثابت کنند، ولی آنها به تعدادی از مطالعات دیگر اشاره می‌کنند که نشان می‌دهد TCE ممکن است در اختلال دژنراتیو مغز نقش داشته باشد و ازاین‌رو خواستار تحقیقات بیشتر درمورد این موضوع شدند. دکتر رای دورسی، استاد نورولوژی در دانشگاه روچستر در نیویورک و نویسنده اصلی این تحقیق می‌گوید: «زمانی که دکتر [جیمز] پارکینسون این بیماری را در سال ۱۸۱۷ در لندن توصیف می‌کرد، شش فرد مبتلا به این بیماری گزارش شده بود. ۲۰۰ سال بعد، تخمین زده می‌شود که بیش از شش میلیون نفر در سراسر جهان به این بیماری مبتلا هستند. پس چطور آمار از شش به شش میلیون نفر رسید؟ این نرخ‌ها بسیار سریع‌تر از آنچه پیری به تنهایی بتواند توضیح دهد، در حال رشد هستند. باید عوامل محیطی نیز دخیل باشند. من فکر می‌کنم TCE و آلودگی هوا عوامل مهمی هستند». اگرچه طبق نظر مؤسسه ملی سرطان قرارگرفتن طولانی‌مدت یا مکرر در معرض TCE باعث سرطان کلیه می‌شود، اما نویسندگان مقاله استدلال می‌کنند که این ماده خطر ابتلا به بیماری پارکینسون را تا حد زیادی افزایش می‌دهد؛ به‌ویژه درباره مکان‌های آلوده‌ای که بعدها به ساختمان‌های مسکونی تبدیل شده‌اند. دورسی می‌گوید: «وقتی بیمار درمورد قرارگرفتن در معرض احتمالی به من می‌گوید، مکان او را در گوگل جست‌وجو می‌کنم و تقریبا همیشه یک سایت آلوده پیدا می‌کنم». این مقاله از بیش از دوجین مقاله تحقیقاتی استخراج شده است که اثرات عصبی آشکار مرتبط با قرارگرفتن در معرض TCE را مستند و تعدادی از موارد پارکینسون را برجسته می‌کند. در استناد به ماهیت همه‌جانبه این ماده شیمیایی، این مقاله به توده‌ای از آلودگی در قسمتی از نیوپورت بیچ اشاره می‌کند که یکی از بزرگ‌ترین جوامع مسکونی کالیفرنیا است که تحت تأثیر بخارات شیمیایی ناشی از آلودگی قدیمی به این ماده قرار گرفته است. براساس این مقاله، TCE برای اولین بار در سال ۱۹۶۹ در یک مرد ۵۹ساله که بیش از ۳۰ سال با این ماده شیمیایی کار می‌کرد، با علائم بیماری پارکینسون مرتبط شد. این تا حد زیادی با در معرض قرارگرفتن در محل کار مرتبط بود، ازجمله زنی که در حین تمیزکردن خانه‌ها با مواد شیمیایی مختلف کار می‌کرد و نیز کارگران کارخانه‌ای که قطعات فلزی را چربی‌زدایی و تمیز می‌کردند. یک مطالعه در سال ۲۰۱۲ روی دوقلوها نشان داد که در معرض قرارگرفتن حین شغل یا سرگرمی با تقریبا ۵۰۰ درصد افزایش احتمال ابتلا به بیماری پارکینسون مرتبط است. تولید TCE در آمریکا در دهه ۱۹۷۰ به اوج خود رسید و از ۶۰۰ میلیون پوند در سال فراتر رفت. این به آن معناست که به هر آمریکایی دو پوند تعلق می‌گیرد. این ماده معمولا در پایگاه‌های نظامی و سایت‌های صنعتی استفاده می‌شد و در تأسیسات زباله‌های خطرناک دفع می‌شد. به گفته آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، امروزه ممکن است تا یک‌سوم منابع آب آشامیدنی در آمریکا حاوی TCE باشد. اما این ماده شیمیایی کیفیت هوای داخل خانه را نیز تهدید می‌کند؛ زیرا می‌تواند از خاک از طریق شکاف‌های فونداسیون به خانه‌ها نفوذ کند و سپس به صورت بخار استنشاق می‌شود. در جنوب کالیفرنیا منطقه‌ای که با کمبود مسکن مواجه است، توسعه مجدد زمین‌های آلوده به TCE و دیگر مواد شیمیایی زنگ خطر را در میان گروه‌های اجتماعی به صدا درآورده است. سایت آزمایشگاه صحرایی سانتا سوزانا، جایی که موتورهای موشک در تپه‌های Simi در شهرستان ونتورا آزمایش می‌شد، زمانی دورافتاده بود، ولی امروزه ۷۰۰ هزار نفر در فاصله ۱۰مایلی از این سایت غیرفعال زندگی می‌کنند؛ یعنی جایی که خاک و آب‌های زیرزمینی با بیش از ۳۰۰ ماده آلاینده ازجمله TCE، آلوده هستند. به طور مشابه، در دره جوروپا در شهرستان ریورساید، توسعه شهر به چاله‌های اسید Stringfellow نزدیک‌تر شده است که یک سایت زباله خطرناک محبوس شده که TCE را مدیریت می‌کند. پنی نیومن، ساکن دره جوروپا و بنیان‌گذار مرکز اقدام اجتماعی و عدالت محیطی است. او می‌گوید: «مطالعات همیشه بر روی سرطان متمرکز بوده‌اند و ما همیشه گفته‌ایم که بیماری‌ها و بیماری‌های جانبی دیگری نیز وجود دارند که با این بیماری خود را نشان می‌دهند». نیومن می‌افزاید: «این سایت در یک دره محبوس جدا شده بود و توسعه چندانی در آنجا صورت نگرفته بود؛ اما همان‌طور که شهر با ساخته‌شدن آزادراه‌ها بزرگ شد، آنها شروع به جست‌وجوی هر ملکی می‌کنند که در دسترس باشد و فقط در چند سال اخیر، مردم شروع کرده‌اند به اینکه چگونه می‌توانند در اطراف این سایت شهر را توسعه دهند».

شرکت فورد

در نیوپورت بیچ مواد شیمیایی از طریق یک زمین که قبلا برای تست سیستم‌های موشکی استفاده می‌شد، در آب‌های زیرزمینی کم‌عمق نفوذ کرده‌اند. از سال ۱۹۵۷ تا ۱۹۹۳، شرکت فوردموتور یک پردیس هوانوردی ۹۸هکتاری را اداره می‌کرد که در آن سیستم‌های موشکی تاکتیکی را توسعه می‌داد. پس از تخریب این تأسیسات، این سایت تحت برخی اصلاحات زیست‌محیطی قرار گرفت و متعاقبا به املاک مسکونی ازجمله خانه‌های چند میلیون دلاری تبدیل شد؛ با این حال برخی از آلودگی‌های شیمیایی باقی ماند و با آب‌های زیرزمینی به مناطق اطراف مهاجرت کرد. هرچند آب‌های زیرزمینی در نیوپورت بیچ برای آشامیدن استفاده نمی‌شود و سطح بخار TCE در آن زمان تهدیدی برای سلامت عمومی محسوب نمی‌شد، با این حال در سال ۲۰۱۴، اداره منطقه ۹ آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا یادداشتی درباره خطرات تنفس بخارات TCE منتشر کرد. بلافاصله پس از آن کالیفرنیا در مقادیر آستانه‌های بهداشتی خود برای قرارگرفتن در معرض TCE تجدیدنظر کرد. از سال ۲۰۱۸، مشاوران استخدام‌شده توسط شرکت فورد، تحت نظارت هیئت کنترل کیفیت آب منطقه‌ای سانتا آنا، پایش بخار خاک را در منطقه اطراف سایت قبلی انجام داده‌اند. شرکت فورد در بیانیه‌ای گفته: «فورد معتقد است که دسترسی به یک محیط سالم و تمیز یک حق اساسی بشر ازجمله برای ساکنان نیوپورت بیچ است. از سال ۱۹۹۶، فورد به طور فعال با هیئت کنترل کیفیت آب منطقه‌ای سانتا آنا برای رسیدگی به ترکیبات آلی فرار در خاک و آب‌های زیرزمینی کار می‌کند. ما مرتب به‌روزرسانی‌هایی را برای جامعه ارائه کرده‌ایم و به این کار ادامه خواهیم داد». تاکنون از هوای داخلی بیش از ۳۵۰ ملک مسکونی و سه ملک تجاری این منطقه نمونه‌برداری شده است. در ۱۲۹ خانه، بخار حاصل از TCE و یک حلال مرتبط یعنی تتراکلرواتیلن یا PCE بالاتر از سطوح غربالگری شناسایی شده است. دستگاه‌های تصفیه هوا به حدود ۳۰ خانوار ارائه شده است که داده‌ها نشان می‌دهد نفوذ بخارات در آنها رخ داده است. در خارج از خانه‌ها، شبکه‌ای از ۴۲۴ مانیتورینگ زیرزمینی اندازه‌گیری بخارات را در عمق زمین برعهده دارد. در برخی موارد، این سیستم‌ها غلظت TCE را بیش از صد برابر حد مجاز ایالتی برای مناطق مسکونی اندازه‌گیری کرده‌اند. جسیکا یک زمین‌شناس مهندسی در اداره آب این منطقه است. به گفته جسیکا، یک سال است شرکت فورد در پارک بایریج و تراس‌بلکورت که دو جامعه با بیشترین غلظت این ماده هستند، در حال نصب سیستم‌هایی از لوله‌های زیرزمینی است که برای تصفیه بخارات زیرزمینی طراحی شده‌اند و انتظار می‌رود سطوح TCE داخل ساختمان را به استانداردهای دولتی برسانند. دورسی که در نیوپورت بیچ بزرگ شده است، می‌گوید: «این یکی از ثروتمندترین بخش‌های کل آمریکاست. اگر این اتفاق در یک منطقه غنی از منابع رخ می‌دهد، به آنچه در یک منطقه فقیر از منابع رخ می‌دهد فکر کنید». حامیان محیط زیست می‌گویند قرارگرفتن در معرض TCE اجتناب‌پذیر است. نیویورک و مینه‌سوتا استفاده از آن را ممنوع کرده‌اند و در اوایل سال جاری، سازمان حفاظت محیط زیست فدرال آمریکا تشخیص داد که TCE «خطر غیرمنطقی آسیب به سلامت انسان» دارد و این نامی است که راه را برای مقررات بالقوه هموار می‌کند.

حکایت همچنان باقی است

در دره جوروپا، دپارتمان کنترل مواد سمی کالیفرنیا همچنان با آلودگی TCE که از یک سایت زباله خطرناک با بسته‌بندی طولانی بیرون ریخته، دست‌وپنجه نرم می‌کند. از سال ۱۹۵۶ تا ۱۹۷۲، حدود ۳۴ میلیون گالن زباله صنعتی مایع در استخرهای تبخیری در چاله‌های اسید استرینگ فلو در دره‌ای در کوه‌های جوروپا تخلیه شد. زمانی که سیل آلاینده‌ها را از محل خارج کرد و به محله‌ای زیر آن منتقل کرد، آلودگی از بین رفت. دولت میلیون‌ها دلار برای نصب شبکه‌ای از چاه‌ها برای استخراج و تصفیه یک توده آب آلوده هزینه کرد. با وجود پیشرفت درخور توجه، نظارت در سال ۲۰۱۸ نشان داد که بخارات TCE همچنان از استانداردهای بهداشتی دولتی فراتر می‌رود. اما پس از سال‌ها خشک‌سالی که امکان تصفیه و حذف آب آلوده بیشتری را فراهم کرد، اکنون مردم محلی نگران هستند که آلودگی با باران و ذوب برف گسترش یابد. نیومن از دره جوروپا می‌گوید: «همه چیز در آن خاک است؛ بنابراین اگر دوباره آن را فعال کنید و از طریق آب‌های زیرزمینی به حرکت درآید، مجدد شروع به پایین‌آمدن [به سمت جامعه] خواهد کرد».

LATimes, 15Mar. 2023
FoxNews, 22Mar. 2023