

آیا پنل‌های خورشیدی پشت‌بام پاسخی در برآورده نمودن اهداف چالش برانگیز آب و هوایی چین است؟

تحقیقات برای موفقیت برنامه‌های فتوولتائیک<sup>۱</sup> کلان در افزایش انرژی پاک و کاهش فقر روستایی نقش اصلی دارد.

نویسنده: یواین یه<sup>۲</sup>

2023 | NATURE INDEX | 21 نوامبر



خانه‌ای در چینگدائو<sup>۳</sup>، در استان شاندونگ<sup>۴</sup> در شرق چین، که در آن از پشت‌بام‌ها برای تولید انرژی خورشیدی استفاده می‌شود.

عکس: Lingqi Xie/Getty

<sup>1</sup> photovoltaic

<sup>2</sup> Yvaine Ye

<sup>3</sup> Qingdao

<sup>4</sup> Shandong

دیوید فیشمن<sup>۱</sup> در شبکه راه‌آهن پرسرعت چین که با سرعت بیش از 200 کیلومتر بر ساعت حرکت می‌کرد، هنگامی که از پنجره قطار، بام‌های تاریک و درخشان را دید، دانست که به استان شان‌دونگ رسیده است. فیشمن، تحلیلگر انرژی در گروه Lantau، که یک شرکت مشاوره اقتصادی در شانگهای<sup>۲</sup> است، مایل بود با توسعه‌دهندگان در شان‌دونگ ملاقات نماید تا دریابد چین چگونه در حال توسعه تأسیسات خورشیدی گسترده با چنین سرعت قابل توجهی روی پشت‌بام‌ها است. شان‌دونگ ابتکارات توسعه خورشیدی روی پشت‌بام‌ها را در چین رهبری می‌کند و 18٪ از این پروژه‌ها را در سراسر کشور به خود اختصاص داده است. از ماه مارس، این استان 33 گیگاوات (GW) ظرفیت خورشیدی غیر متمرکز را، نصب نموده بود که برای تأمین برق حدود 18 میلیون خانه کافی است.

چین با داشتن چندین مورد از بزرگترین ایستگاه‌های فتوولتائیک ساخته شده، تاکنون بزرگترین تولید کننده انرژی خورشیدی در جهان است. اغلب مزارع خورشیدی چین در مناطق غربی آن واقع شده‌اند، جایی که زمین و نور خورشید زیاد است، اما بیشتر انرژی مورد نیاز کشور از مناطق توسعه‌یافته‌تر و پرجمعیت‌تر در شرق، مانند شان‌دونگ، تأمین می‌شود. در حال حاضر، بسیاری از مناطق شرقی چین به برق تولید شده و منتقل شده از غرب متکی هستند.

در سال‌های اخیر، چین تمرکز خود را از مزارع خورشیدی متمرکز به پروژه‌های خورشیدی توزیع شده در مقیاس کوچکتر تغییر داده است، زیرا تحقیقات فتوولتائیک به بهبود فناوری و کاهش هزینه‌های آن ادامه می‌دهد. چنین تحقیقاتی و سایر زمینه‌های مربوط به مقابله با تغییرات آب و هوایی و آلودگی، به شهرهای علمی چینی کمک می‌نماید تا در شاخص طبیعت<sup>۳</sup>، به‌ویژه در علوم زمین و محیط‌زیست به دستاوردهای سریعی دست یابند.

برخلاف مزارع خورشیدی بزرگ، سیستم‌های فتوولتائیک توزیع شده - که اغلب بر روی پشت‌بام‌ها ساخته می‌شوند - برای تولید برق در مصارف محلی در نظر گرفته شده‌اند. الکتریسیته تولید شده از طریق پنل‌های فتوولتائیک می‌تواند در محل، برای مثال توسط خانه‌ها و کارخانه‌ها مصرف شود یا در شبکه محلی بارگیری شود تا در سراسر منطقه توزیع گردد. مین یوان<sup>۴</sup>، مدیر پروژه انتقال انرژی مستقر در پکن در مؤسسه منابع جهان<sup>۵</sup> که سازمانی تحقیقاتی و غیرانتفاعی است، می‌گوید: «اگر می‌خواهید به شدت انرژی‌های تجدیدپذیر را

<sup>1</sup> David Fishman

<sup>2</sup> Shanghai

<sup>3</sup> Nature Index

<sup>4</sup> Min Yuan

<sup>5</sup> World Resources Institute

در بخش شرقی کشور که در آن جا منابع ملکی بسیار کمیاب است توسعه دهید، پشت‌بام‌ها منبع خوبی هستند.

برای تقویت توسعه خورشیدی روی پشت‌بام و افزایش تولید محلی انرژی پاک، دولت چین برنامه PV کل منطقه خود را در سال 2021 اجرا نمود. تاکنون 676 شهرستان در 31 استان ثبت نام نموده‌اند که بیشتر آن‌ها در نیمه شرقی کشور واقع شده‌اند. این برنامه شهرستان‌ها را تشویق می‌نماید تا سیستم‌های فتوولتائیک روی پشت‌بام را بسازند که حداقل 50٪ ساختمان‌های دولتی، 40٪ ساختمان‌های عمومی مانند مدارس و بیمارستان‌ها، 30٪ ساختمان‌های تجاری و 20٪ خانه‌های روستایی را پوشش دهد. شاندونگ با مشارکت 70 شهرستان آن، پیشتاز است و پس از آن استان‌های هنان<sup>1</sup> در مرکز چین و جیانگ‌سو<sup>2</sup> در شرق پیشتازند.

این استان‌ها تقاضای برق بالایی دارند و به شدت به نیروی زغال سنگ متکی هستند. با افزایش میزان انرژی پاک تولید شده از طریق پروژه‌های خورشیدی توزیع شده، دولت‌های محلی امیدوارند هزینه برق را کاهش دهند و در عین حال به تعهد چین برای دستیابی به کربن خنثی تا سال 2060 کمک نمایند. همزمان، مقامات محلی اذعان دارند برنامه PV کل منطقه<sup>3</sup> فرصتی را برای احیای مجدد فراهم می‌نماید. برای مثال فیشن می‌گوید، مالکان خانه می‌توانند با اجاره دادن پشت‌بام خود به توسعه دهندگان خورشیدی یا با فروش برق تولید شده توسط سیستم پشت‌بام، درآمد بیشتری دریافت نمایند.

به نظر می‌رسد این برنامه کار می‌کند. به گفته اداره ملی انرژی چین، سال گذشته، چین 87.4 گیگاوات ظرفیت خورشیدی که رکورد شکن بود، نصب کرد که 59٪ بیشتر از سال قبل بوده است. با این کار، کل ظرفیت فتوولتائیک نصب شده کشور به 392.6 گیگاوات می‌رسد. بیش از 51 گیگاوات از ظرفیت خورشیدی جدید توسط پروژه‌های فتوولتائیک توزیع شده تولید شد که تقریباً نیمی از آن از پنل‌هایی که عمدتاً بر روی خانه‌های مسکونی در مناطق روستایی نصب شده بودند، بدست آمد. در مجموع، تا پایان سال 2022، چین تقریباً 157 گیگاوات ظرفیت فتوولتائیک توزیع شده، که بیش از دو برابر ظرفیت ایالات متحده بوده است، ساخته بود.

### نسل دوم

برنامه PV کل منطقه در چین از طرح قبلی پیروی می‌نماید که هدف آن کاهش فقر در فقیرترین روستاهای کشور با استفاده از انرژی خورشیدی است. دولت چین برنامه انرژی خورشیدی برای کاهش فقر<sup>4</sup> (SEPA) را

<sup>1</sup> Henan

<sup>2</sup> Jiangsu

<sup>3</sup> Whole County PV programme

<sup>4</sup> Solar Energy for Poverty Alleviation Programme

را در سال 2014 اعلام کرد که متعهد شد درآمد سالانه دو میلیون خانوار روستایی را تا سال 2020 از طریق پروژه‌های فتوولتائیک توزیع شده محلی، 3000 یوان (410 دلار آمریکا) افزایش دهد.

شهرستان تونگ‌وی<sup>۱</sup> در استان گانسو<sup>۲</sup> در شمال غربی چین از جمله مناطق فقیری بود که در SEPAP ثبت‌نام نمود. از سال 2015، این شهرستان 200 سیستم فتوولتائیک سه کیلوواتی برای خانواده‌های فقیر ساخته است و آن‌ها را روی پشت‌بام خانه‌ها، حیاط‌ها و مزارع متروکه نصب نموده است. به گفته رسانه‌های محلی، هر سیستم می‌تواند روزانه 9 الی 12 کیلووات ساعت برق تولید کند. با فروش برق به شبکه محلی، خانوارها می‌توانند سالانه 3500 یوان کسب درآمد کنند.

تحقیقات، نشان دهنده اثرات پروژه‌های خورشیدی توزیع شده در روستاهای چین هستند. هویمینگ ژانگ<sup>۳</sup>، اقتصاددان انرژی‌های تجدیدپذیر در دانشگاه علوم و فناوری اطلاعات نانجینگ<sup>۴</sup> می‌گوید که در مجموع، SEPAP موفق بوده است. بر اساس گزارش اداره انرژی ملی چین، SEPAP با افزودن تقریباً 26 گیگاوات به ظرفیت انرژی خورشیدی به بیش از 400 میلیون نفر در خانوارهای فقیر کمک نموده است که بیش از هدف اولیه معادل 10 گیگاوات است.

اما همه شهرستان‌ها به اندازه درآمد ساکنان تونگ‌وی شاهد رشد یکسانی نبوده‌اند. تحقیقات ژانگ<sup>۵</sup> و همکارانش تخمین می‌زند که بین سال‌های 2013 و 2016، SEPAP بر اساس داده‌های 211 شهرستان، درآمد سرانه باقیمانده را تنها 7 الی 8 درصد یا درآمد سالانه در دسترس خانوار را 1765 یوان افزایش داد. ژانگ می‌گوید: «در حالی که SEPAP مطمئناً سهم بزرگی در کاهش فقر داشت، تأثیر آن کمتر از هدف اولیه بود».

### چالش‌های باقیمانده

یوئیمینگ چیو<sup>۶</sup>، محقق سیاست انرژی در کالج پارک دانشگاه مرلیند، و یکی از همکاران ژانگ، می‌گویند دلیل درآمد کمتر از حد انتظار در برخی مناطق، تا حدی تعمیر و نگهداری غیر بهینه پروژه‌های خورشیدی بوده است. بسیاری از ایستگاه‌های فتوولتائیک ساخته شده از طریق SEPAP، در مناطق دورافتاده هستند و اپراتورها در صورت خرابی نمی‌توانند همیشه خدمات به موقع را ارائه دهند. چیو می‌گوید: «این تأخیر در خدمات می‌تواند روستاییان را از گزارش سریع مسائل منصرف کند».

<sup>1</sup> Tongwei

<sup>2</sup> Gansu

<sup>3</sup> Huiming Zhang

<sup>4</sup> Nanjing

<sup>5</sup> Zhang

<sup>6</sup> Yueming Qiu

پروژه‌های خورشیدی توزیع شده SEPAP به سختی توسط یارانه دولت پرداخت می‌شد و هزینه‌های آن می‌توانست به 30 میلیارد یوان در طول پنج سال نیز برسد. چيو می‌گوید: «در آینده، ما باید راه‌هایی بیابیم که شاید با توسعه آن در کنار سایر صنایع مانند کشاورزی بتوانیم این پروژه‌ها را کمتر به یارانه‌ها وابسته نماییم، در این صورت می‌توانیم با روشی کم هزینه فقر را کاهش دهیم.» به عنوان مثال، برخی از شهرستان‌ها، از جمله تونگوی، زیر مجموعه‌ای کوچک از پنل‌های فتوولتائیک، محصولات کشاورزی و دام پرورش می‌دادند که در عین حال برق تولید می‌نمود، سایه نیز فراهم می‌کرد.

فروش برق تولید شده توسط پنل‌های خورشیدی پشت‌بام به شبکه برق، درآمد اضافی برای خانواده‌ها به ارمغان می‌آورد. اما عرضه انرژی خورشیدی در ظهر، زمانی که تقاضا کم است، افزایش می‌یابد. این بدان معنی است که شبکه برق، انرژی را با قیمت ارزان خرید و ژنراتورهای خورشیدی به سختی به سوددهی می‌رسند. دستگاه‌های ذخیره‌سازی انرژی، مانند باتری‌ها، به کاهش عدم تطابق عرضه و تقاضای خورشیدی کمک می‌نمایند، اما برای هر خانواده، گران هستند.

محقق بین‌المللی مانند آندرس هُو<sup>1</sup>، تحلیلگر سیاست انرژی در موسسه مطالعات انرژی آکسفورد بریتانیا، راهی عملی را پیشنهاد می‌دهد. او می‌گوید که پمپ‌های حرارتی - که بسیاری از آن‌ها از فناوری مشابه تهویه مطبوع برای تأمین گرمای و سرمایش استفاده می‌نمایند - می‌توانند به عنوان سیستم‌های ارزان‌تر ذخیره انرژی در خانه‌های چینی عمل کنند. هُو می‌گوید در خانه‌های دارای عایق، گرمای پمپ‌های خورشیدی را می‌توان در یک دوره زمانی حفظ کرد. تحقیقات او نشان می‌دهد در چین که هماهنگ نمودن پمپ‌های حرارتی با پنل‌های خورشیدی روی پشت‌بام می‌تواند انتشار کربن خانگی ناشی از گرمایش را در مقایسه با اجاق‌های زغال سنگ ساده تا 90٪ کاهش دهد. این اجاق‌ها که وسیله‌ای محبوب در میان خانواده‌های روستایی در چین است، زغال سنگ می‌سوزانند که برای انتشار آلاینده‌های کمتری مانند خاکستر و گوگرد فرآوری شده است. هُو علاوه بر پمپ‌های حرارتی، در حال بررسی پتانسیل هماهنگ نمودن توان خورشیدی روی پشت‌بام‌های چین با وسایل نقلیه الکتریکی به عنوان راه حل دیگری برای ذخیره انرژی اضافی جهت استفاده‌های بعدی است.

چین به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی و تولیدکننده دی‌اکسید کربن و همچنین بزرگ‌ترین تولیدکننده و مصرف‌کننده زغال سنگ، با فشار بین‌المللی بالایی برای کاهش سریع و قابل توجه وابستگی خود به سوخت‌های فسیلی، مواجه است. اگرچه تولید برق با سوخت زغال سنگ از اواسط دهه 2000 میلادی کاهش یافته است، اما هنوز حدود 60٪ از کل تولید برق کشور را تشکیل می‌دهد. فیثمن در مورد این که چقدر زغال سنگ می‌تواند با پروژه‌های خورشیدی جایگزین شود محتاطانه برخورد می‌نماید. از جمله آن‌هایی

<sup>1</sup> Anders Hove

که از طریق برنامه PV کل منطقه ساخته شده‌اند. او می‌گوید: «پروژه‌های خورشیدی پشت‌بام در شرق چین به این مکان‌ها اجازه می‌دهد تا برخی از اهداف تجدیدپذیر خود را در کوتاه‌مدت برآورده نمایند». او می‌گوید، با این حال در آینده، زمانی که استان‌ها نیاز به دستیابی به اهداف بالاتر انرژی‌های تجدیدپذیر داشته باشند، همچنان باید به نیروی پاکی که از شمال و غرب چین منتقل می‌شود، تکیه نمایند که نور خورشید ثابت‌تری دارند.

آنچه واضح است این است که چین برای دستیابی به اهداف کاهش کربن خود نیاز به افزایش بیشتر سهم انرژی پاک در ساختار انرژی خود دارد. یوان می‌گوید: «انرژی خورشیدی، چه به شکل متمرکز یا توزیع شده، هنوز باید تا حد امکان توسعه یابد».

### Reference

<https://www.nature.com/articles/d41586-023-02991-x>

DOI: <https://doi.org/10.1038/d41586-023-02991-x>

خبر برگرفته از سایت Nature

ویراستار: یاسمن باغبان