



یکی از رویکردهای جدید در صنعت انرژی‌های پاک یا تجدیدپذیر، استفاده از دو یا چند انرژی برای تولید برق و تأمین انرژی مورد نیاز یک کارخانه، سایت یا مجتمع‌های صنعتی و کشاورزی است. ترکیب چند انرژی با یکدیگر (ابر و باد و مه و خورشید!) مزایا و چالش‌های خاص خود را دارد، اما می‌تواند یک سیستم با پایداری بیشتری بسازد. در حال حاضر، نزدیک به ۲۰ درصد مصرف‌کنندگان انرژی‌های پاک در دنیا از انرژی‌های ترکیبی استفاده می‌کنند. در این میان، ترکیب باد-خورشید بیشترین استقبال را دارد و کشورهای زیادی روی آن سرمایه‌گذاری می‌کنند.

این مطلب یکی از مجموعه مقالات پرونده ویژه «انرژی‌های تجدید پذیر» شماره 195 ماهنامه شبکه است. علاقه‌مندان می‌توانند کل این پرونده ویژه را از [اینجا](#) دانلود کنند.

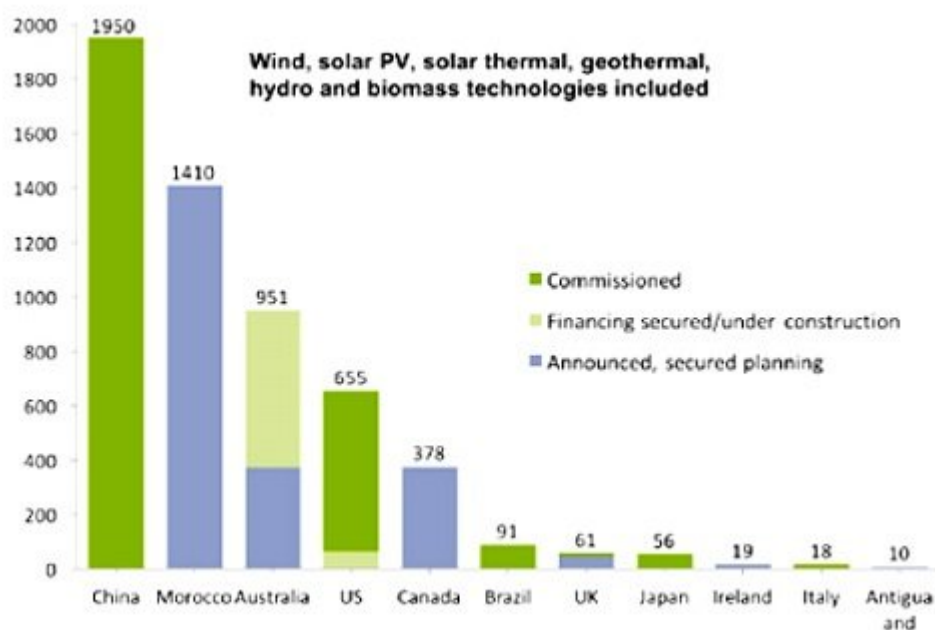
وضعیت پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی

گزارش‌های جهانی نشان می‌دهد که برخی از شرکت‌ها و سازمان‌ها در ۱۰ سال اخیر روی انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی در مقیاس‌های کوچک و بزرگ در محل‌های خود و به طور گزینشی تمرکز کرده‌اند. این رویکرد می‌تواند به یک مدل برای انرژی‌های دوست‌دار محیط زیست تبدیل شود. در سال‌های گذشته، پروژه‌های زیادی روی ترکیب استفاده از انرژی باد و خورشید پیاده‌سازی شده است که البته پیچیدگی‌های خاص خود را هم دارند.

انرژی خورشید می‌تواند به یک مزرعه بادی اضافه شود و برای بخش‌های خاصی از سیستم‌ها و دستگاه‌ها مانند مخزن‌های هیدروالکتریکی تولید انرژی کند. همچنین، انرژی خورشید می‌تواند به باتری‌ها و مخازن ذخیره‌سازی انرژی منتقل شود تا در آینده و مواقع اضطراری وارد مدار سراسری شبکه توزیع برق مزرعه شود. حرارت خورشید و گرمای زمین که هر روز نیز رو به فزونی است، باز هم می‌توانند محرک برخی توربین‌ها و ماشین‌های مکانیکی باشند.

بلومبرگ در گزارش سال جاری میلادی اعلام کرد نزدیک به ۲۰ درصد مکان‌هایی که در سراسر جهان از انرژی‌های تجدیدپذیر استفاده می‌کنند، براساس انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی پیاده‌سازی شده‌اند و در حال استفاده از پروژه‌های مختلف در این زمینه هستند. این ۰ درصد چیزی حدود ۱۰ مگاوات انرژی تولید می‌کنند. همچنین، پیش‌بینی می‌شود در سال‌های آینده این میزان به ۵.۶ گیگاوات برسد که نیمی از تجهیزات و سیستم‌های دستیابی به این هدف نصب شده و باقی‌مانده نیز به‌مرور زمان در حال نصب و افزوده شدن به سیستم‌های منبع تغذیه انرژی محلی و سراسری هستند. **شکل ۱** ظرفیت پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی را در سراسر جهان و براساس کشورهای پیشرو در این زمینه نشان می‌دهد. کشور چین بیشترین پروژه را روی انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی پیاده‌سازی کرده است. از جمله این پروژه‌ها می‌توان به Longyangxia اشاره کرد که ۱.۳ گیگاوات برق در سال تولید می‌کند و در کنار رودخانه زرد چین تأسیس شده است. از این مقدار، سهم انرژی خورشید در حدود ۵۳۰ مگاوات است. استرالیا دیگر کشور پیشگام روی انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی است. مجتمع Kennedy Energy Park این کشور حدود ۵۰ مگاوات انرژی پاک تولید می‌کند که ۳۰ مگاوات آن توسط باد و ۲۰ مگاوات آن به وسیله خورشید تولید می‌شود. به‌علاوه، دو

پروژه دیگر به نام‌های Emu Downs و Gullen Range نیز برآورد مالی شده و و ساخت آن‌ها شروع شده است. در پروژه Emu Downs با ظرفیت تولید ۱۰۰ مگاوات، سهم باد ۸۰ مگاوات و انرژی خورشیدی ۲۰ مگاوات برق، است. اما در پروژه Gullen Range ظرفیت تولید ۱۷۶ مگاوات برق پیش‌بینی شده است که سهم باد ۱۶۶ مگاوات و باقی‌مانده حدود ۱۰ مگاوات مبتنی بر خورشید است. در استرالیا یک پروژه دیگر به نام Port Augusta روی انرژی‌های پاک افتتاح شده است که ۳۷۵ مگاوات برق تولید می‌کند. (سهم باد ۲۰۶ مگاوات و سهم خورشید ۱۶۹ مگاوات است).



شکل ۱- پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی در کشورهای مختلف

آژانس انرژی‌های پایدار مراکش به نام Masen برنامه‌ای برای ترکیب انرژی باد با حرارت‌های دمایی خورشیدی در زمینی به مساحت ۳۰ هزار هکتار دارد. قرار است این پروژه ۸۳۰ مگاوات برق تولید کند. شکل ۲ فهرستی از پروژه‌های ترکیبی باد-خورشید را نشان می‌دهد. برخی از این پروژه‌ها ساخته شده و وارد مدار سراسری شده‌اند، اما برخی دیگر از پروژه‌ها در حال ساخت یا در فاز اولیه برآوردهای کلی پروژه هستند. در غالب این پروژه‌ها شاهدیم که انرژی غالب باد است و درصد کمتری برق توسط انرژی خورشیدی تولید می‌شود.

جاذبه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی

ترکیب دو یا چند انرژی پاک در یک سایت برای تولید انرژی برق روشی برای کاهش خطرات و وابستگی‌ها به یک انرژی و قطع شدن آن در برخی مواقع از ماه و سال است. اگر در فصل زمستان به انرژی خورشیدی دسترسی کافی وجود ندارد، انرژی باد اجازه نمی‌دهد کل سایت بخوابد و در فصل تابستان انرژی خورشیدی می‌تواند به کمک انرژی بادی بیاید. مزیت دیگر استفاده از انرژی‌های ترکیبی برای تولید برق، بهبود شرایط رقابتی میان شرکت‌ها و رشد این صنعت و کاهش وابستگی به کمک‌های دولتی یا حمایت‌های یارانه‌ای است. شاهدیم که این وضعیت به یک هدف و رویکرد غالب و مورد قبول در این صنعت تبدیل می‌شود که در تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر، ۱۰ تا ۲۵ درصد از انرژی خورشید یا ۲۰ تا ۳۵ درصد از انرژی باد ساحلی استفاده شود و بقیه بر دوش انرژی پاک غالب در آن منطقه یا سایت باشد. این رویکرد می‌تواند سیستم‌های تولید انرژی باثبات‌تر و با قابلیت اطمینان بالاتری بسازد تا در نهایت نظر مساعد سرمایه‌گذاران و مصرف‌کنندگان نیز جلب شود.

مزرعه بادی Vattenfall's Parc Cynog در ولز به یک بهبود کارایی ۱۰ درصدی پس از افزوده شدن سیستم تأمین برق از انرژی خورشید دست یافته است. در این مزرعه با انرژی باد ۸.۴ مگاوات برق تولید می‌شد که اخیراً یک سیستم مبتنی بر انرژی نیز برای تولید ۵ مگاوات برق نصب شده است. همچنین، پارک بادی Ventos در برزیل از سیستم تولید برق ۸۰ مگاواتی سود می‌برد، اما به یک سیستم گرید خورشیدی ۱۱ مگاواتی در مجاور خود متصل شده است تا در زمان‌هایی که با مشکل روبرو می‌شود، سریعاً به انرژی خورشیدی سوئیچ کند. مقامات این پارک می‌گویند که از زمان اتصال به شبکه انرژی خورشیدی، پایداری مصرف انرژی بیشتری دارند.

شکل ۲-
 پروژه‌ها
 ترکیبی
 باد-
 خورشید
 با
 ظرفیت
 ۱۰
 مگاوات



در بسیاری از کشورهای با آب و هوای متعادل، در شب‌ها شاهد وزش باد هستیم و در روز آفتاب داغی تاییده می‌شود. در این کشورها، پروژه‌های انرژی ترکیبی می‌تواند بسیار مفید واقع شود و یک سیستم پایدار به وجود بیاورد. طبق یک تحقیق در دانشگاه ماساچوست آمریکا، سیستم تولید برق با انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی باد-خورشید می‌تواند در ۷۰ درصد زمان‌های سال برای جنوب اروپا تولید انرژی کند. تغییرات آب و هوایی در نیم‌کره شمالی و جنوبی زمین بسیار اهمیت دارند و هر کشوری باید بر اساس شرایط اقلیمی خود دست به انتخاب دو یا چند انرژی پاک برای تولید برق بزند.

ترکیب دو یا چند انرژی پاک در یک سایت برای تولید انرژی برق روشی برای کاهش خطرات و وابستگی‌ها به یک انرژی و قطع شدن آن در برخی مواقع از ماه و سال است

در این میان، برخی از شرکت‌های پیشرو در این زمینه یا شرکت‌های بزرگ فناوری از انرژی‌های ترکیبی خاص یک منطقه یا کشور برای تولید برق استفاده می‌کنند. مدلی که نمی‌توان در منطقه یا کشور دیگری پیاده‌سازی کرد. برای مثال، اپل در دانمارک مراکز داده‌ای ساخته است که به وسیله باد و انرژی‌های زیالیه‌های کشاورزی برق تولید می‌کند. گوگل در مناطق بسیار سردسیر و نزدیک به قطب شمال، سیستم‌هایی را نصب کرده است که از ترکیب آب-باد برای تولید برق استفاده می‌شود. در کشورهای نزدیک به قطب شمال و قطب جنوب نمی‌توان از انرژی خورشید در طول تمام سال یا بیشتر روزهای سال استفاده کرد و در عوض آب و یخ یا برف در دسترس‌تر است. مایکروسافت و فیسبوک دیگر شرکت‌های صاحب نام دنیا هستند که از فناوری‌های پیشرفته و پیچیده‌ای برای استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید انرژی برق استفاده می‌کنند. این شرکت‌ها عموماً سایت‌های خود را در مکان‌هایی تأسیس می‌کنند که چند عامل طبیعی مانند باد، خورشید، آب و غیره به راحتی در دسترس باشند تا بتوانند با ترکیب آن‌ها یک سیستم تولید برق برای تمام طول سال بسازند. ترکیب آب-باد در ساخت مراکز داده بسیار رایج است و در حال حاضر مراکز داده زیادی در اروپا و آمریکا به طور صد در صد از این انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی استفاده می‌کنند. البته این مدل‌ها در شرایط و مناطق خاص پیاده‌سازی شده‌اند و نمی‌توانند برای تمام کشورها و صنایع تقلید شوند. سیستم‌های ترکیبی ممکن است باعث کاهش هزینه‌ها برای تولید هر مگاوات برق نسبت به تأسیس دو سایت جداگانه تولید انرژی شوند. البته برآورد هزینه و مقایسه با سروش‌های دیگر در هر پروژه با پروژه دیگر متفاوت است و به پارامترهای بسیار زیادی مانند خطوط انتقال انرژی، شبکه گرید تأمین انرژی، کابل‌ها، سیستم‌های مانیتورینگ و سیستم‌های اشتراک‌گذاری و ترکیب انرژی وابسته است. به هر حال، در برخی مواقع یک سایت مبتنی بر انرژی‌های ترکیبی باعث صرفه‌جویی و کاهش هزینه‌ها می‌شود و به توسعه‌دهندگان اجازه می‌دهد به دنبال روش‌های کاهش هزینه یا افزایش کارایی جدیدی باشند و از فناوری‌های به‌روزتری برای سازگاری بیشتر با محیط زیست سود ببرند.

یکی از روش‌های کاهش هزینه می‌تواند استفاده از نیروی کار یا تجهیزات یکسان برای هر دو سیستم تولید برق باشد. مثلاً نیروهای نظافتی یا نگه‌داری می‌توانند برای هر دو سیستم استفاده شوند. برآورد می‌شود از این روش چیزی حدود ۳ تا ۱۳ درصد کاهش هزینه عملیاتی به دست آید. تحقیق دیگری نشان می‌دهد که سایت‌های استفاده‌کننده از انرژی‌های ترکیبی ۳ تا ۱۶ درصد کاهش هزینه‌های عملیاتی دارند. توسعه‌دهندگان مزرعه خورشیدی ۱۰ مگاواتی Gullen Range در کانبرای استرالیا تخمین می‌زنند با ساخت و افزودن این مزرعه به مزرعه بادی ۱۶۵ مگاواتی، صرفه‌جویی هزینه‌ای ۵ میلیون دلاری داشته باشند که حدود ۲۰ درصد کاهش هزینه می‌شوند. در پروژه ولز نیز شاهد کاهش ۱۰ درصدی هزینه‌ها بودیم.

مطلب پیشنهادی



ماهنامه شبکه 195 با پرونده ویژه «انرژی‌های تجدیدپذیر» منتشر شد

شرکت جنرال الکتریک می‌گوید با استفاده از پروژه‌های انرژی‌های ترکیبی می‌توان برنده مناقصه‌ها شد، زیرا هزینه‌های عملیاتی کاهش پیدا کرده‌اند و در مقابل رقبا یک برگ برنده محسوب می‌شوند. شرکت‌های بین‌المللی با استفاده از این فرصت سعی می‌کنند در پروژه‌های ساخت نیروگاه‌های برقی جدید در سراسر کشورهای دنیا حضور داشته و برنده مناقصه‌ها شوند. Enel یکی از شرکت‌های بین‌المللی است که در پروژه‌های ترکیبی کشورهای مانند برزیل، مکزیک، آمریکا و هند وارد شده و مشغول ساخت آن‌ها است.

مزیت دیگر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی در تولید برق هم‌افزایی است که در یک سایت یا کارخانه اتفاق می‌افتد. ترکیب انرژی‌های باد-خورشید می‌تواند برای مبدل‌های فرکانسی در توربین‌های بادی و تبدیل انرژی خورشیدی DC به AC استفاده شود. همچنین، در سایت‌هایی که از انرژی خورشیدی و حرارتی برای تولید برق استفاده می‌شود، می‌توان انرژی خورشیدی را برای افزایش دما و در نتیجه افزایش قدرت حرارتی استفاده کرد. شرکت Enel در یک پروژه در کشور ایتالیا از این تکنیک استفاده کرده است. Enel با استفاده از پنل‌های خورشیدی بخشی از انرژی برق مورد نیاز را تأمین می‌کند و از سوی دیگر با استفاده از انرژی خورشید حرارت را به مرز ۳۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌رساند که باز برای تولید برق استفاده می‌شود. این شرکت با این تکنیک توانسته است حدود ۱۵ میلیون یورو صرفه‌جویی داشته باشد.

در بمبئی هند، سد هیدروالکتریکی Tata Power's Whalvan از پنل‌های خورشیدی شناور در آب استفاده می‌کند. این پنل‌ها با استفاده از کابل به توربین‌ها و ژنراتورهای زیرزمینی و در نهایت شبکه برق سراسری متصل هستند. در این پروژه ترکیبی، بر اثر بارش‌های موسمی در برخی از فصول سال آب زیادی پشت سد جمع می‌شود که می‌تواند ظرفیت تولید برق سایت را ۳۰ درصد افزایش دهد. (شکل ۳)

شکل ۳-
سد
هیدروالک
ترکیبی
Tata
Power'
S
Whalva
n بمبئی
هند با
ترکیب
انرژی‌ها
ی آب-
خورشید



چالش‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی

در کشورهایی که فقط از انرژی‌های تجدیدپذیر در مقیاس‌های بزرگ (بالتر از ۵ مگاوات) پشتیبانی و حمایت می‌شود، عملاً اجرای یک پروژه ترکیبی باد-خورشید غیرممکن خواهد بود و صرفه اقتصادی ندارد. انگلستان یکی از کشورهایی است که گرفتار چنین مشکلی شده است. در این کشور چند مرکز هستند که می‌توانند از انرژی‌های خورشیدی و بادی در کنار یکدیگر سود ببرند. این مراکز اکنون مبتنی بر انرژی باد هستند و به راحتی می‌توان انرژی خورشیدی را به آنها اضافه کرد، ولی در عمل با هزینه‌های سرسام‌آور برق غیرممکن است.

در کشورهایی که فقط از انرژی‌های تجدیدپذیر در مقیاس‌های بزرگ (بالتر از ۵ مگاوات) پشتیبانی و حمایت می‌شود، عملاً اجرای یک پروژه ترکیبی باد-خورشید غیرممکن خواهد بود و صرفه اقتصادی ندارد

چالش دیگر افزودن انرژی خورشیدی به پروژه‌های قدیمی یا در حال ساخت، هزینه زیاد اجاره زمین برای نصب پنل‌های خورشیدی است. بسیاری از توربین‌های بادی در مزارع کشاورزی نصب می‌شوند و فضا و متراژ بسیار کمی را اشغال خواهند کرد، اما نصب پنل‌های خورشیدی نیازمند مزارع با مساحت‌های بالا است. این مزارع باید به طور کامل در اختیار مجری پروژه قرار گیرند و برای کاربری‌های دیگر استفاده نشوند. پنل‌های خورشیدی نمی‌توانند در سایه و کنار مزارع باشند و مالکیت زمین‌ها پس از اتمام قراردادهای نیز مسئله‌ساز شده است. در یک تحقیق، مشخص شده است نصب پنل‌های خورشیدی در سایه می‌تواند 1 تا 2 درصد افت تولید برق ایجاد کند. از سوی دیگر، احداث مزارع پنل‌های خورشیدی در کنار مزارع بادی یا ادغام این دو با هم نمی‌تواند کارایی و هزینه‌ها را کاهش محسوسی بدهد. در تحقیقی روی ۱۰ مزرعه بادی، با اشغال ۲۵ تا ۵۰ درصد مزارع بادی توسط پنل‌های خورشیدی تنها ۵ درصد صرفه‌جویی و کوتاه‌سازی در کابل‌ها و انتقال انرژی‌ها صورت می‌گیرد. مزارع پنل‌های خورشیدی مساحت‌های بیشتری اشغال می‌کنند، ولی ظرفیت‌های کمتری برای تولید انرژی دارند. بنابراین، بسیاری از سازمان‌ها ترجیح می‌دهند مزارع بیشتری را به انرژی باد اختصاص دهند و به ظرفیت‌های بالاتری دست پیدا کنند تا به‌سراغ مزایای انرژی‌های ترکیبی بروند. (شکل ۴)

شکل ۴-
مزارع
انرژی
خورشیدی
مساحت
بسیار
بیشتری
نسبت به
باد نیاز
دارند، در
حالی که
خروجی
انرژی
کمتری
به دست
می‌دهند.



ناآشنا بودن با پروژه‌های انرژی‌های ترکیبی هم در بخش دولتی، هم در بخش مجوزدهی و پیاده‌سازی می‌تواند مشکلات و محدودیت‌های جدیدی به وجود بیاورد. به همین خاطر، شاهدیم که سرمایه‌گذاری و تأمین مالی برای پروژه‌های ترکیبی به‌سختی صورت می‌گیرد. برخی از شرکت‌های قدیمی مجری انرژی‌های تجدیدپذیر با فناوری‌ها و رویکردهای جدید انرژی‌های ترکیبی آشنا نشدند و مشتریان و مشاوران خود را به این سو سوق نمی‌دهند. برخی از شرکت‌های بزرگ بازیگر در این صنعت مانند Enel و Vattenfall روی پروژه‌های ترکیبی سرمایه‌گذاری‌های کلانی انجام داده‌اند و در سوابق خود روی آن تأکید و اهمیت بیشتری دارند، اما تمام بخش‌های یک اقتصاد مانند بانک‌ها، سرمایه‌گذاران خصوصی و بخش‌های مدیریتی و حمایتی باید با هم در یک راستا حرکت کنند.

مطلب پیشنهادی



تماشا کنید: خانهای که تمام انرژی‌اش را از خورشید می‌گیرد

آسیای جنوبی

هند یکی از کشورهای پیشرو در سیاست‌گذاری و سرمایه‌گذاری روی انرژی‌های ترکیبی و به‌ویژه انرژی باد-خورشید است. در بیشتر مناطق این کشور در تابستان از بعد از ظهرها تا اوایل صبح بادهای موسمی بسیار قوی می‌وزند و از سوی دیگر تابش خورشید به ۳۰۰ روز در سال می‌رسد و از اوایل صبح تا ساعت ۶ بعد از ظهر ادامه خواهد داشت. به همین دلیل، دولت هند توجه ویژه‌ای به پروژه‌های ترکیبی دارد و می‌خواهد تا سال ۲۰۲۲ بیش از ۱۰ مگاوات انرژی پاک برای کارخانه‌ها تولید کند. دولت هند دستورالعملی برای چگونگی استفاده و ادغام انرژی‌های باد و خورشید در چندین ایالت این کشور تهیه کرده است و ایالت‌ها نیز از اوایل بهار ۲۰۱۷ در حال اجرای آن هستند. به‌علاوه، این کشور تعرفه‌های تشویقی بسیار زیادی برای احداث تأسیسات انرژی‌های تجدیدپذیر به تصویب رسانده است و سود مشارکت در پروژه‌های ترکیبی را نسبت به دیگر پروژه‌های این کشور بسیار بالاتر پرداخت می‌کند. به طوری که

نزدیک به ۷۰ درصد تولیدکنندگان انرژی ۱۰ مگاواتی را بخش خصوصی تشکیل می‌دهند. پاکستان دیگر کشوری در جنوب آسیا است که می‌خواهد روی انرژی ترکیبی باد-خورشید سرمایه‌گذاری کند و به دنبال تولید انرژی برق یک مگاواتی است. دولت پاکستان اسنادی را به تصویب رسانده است که طبق آن‌ها تولیدکنندگان برق با انرژی باد می‌توانند تسهیلات و مزایایی برای نصب پنل‌های خورشیدی در مزارع خود دریافت کنند تا چند مگاوات برق بیشتر تولید شود. پاکستان سیاست‌های تشویقی خود را برای استفاده از انرژی ترکیبی باد-خورشید در ژانویه ۲۰۱۷ آغاز کرده است و انتظار دارد به زودی بتواند برق تولید شده از این روش را وارد مدار سراسری برق کشور کند. هند و پاکستان دو نمونه از کشورهای جنوب آسیا هستند که به علت برخورداری از جغرافیا و آب و هوای اقلیمی مناسب می‌توانند روی انرژی‌های تجدیدپذیر ترکیبی سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری مناسب داشته باشند.

منبع:
[Fs-Unep-Centre](#)
تاریخ انتشار:
05 مهر 1396

نشانی منبع:

<https://www.shabakeh-mag.com/cover-story/9537/%D8%A7%D8%A8%D8%B1-%D9%88-%D8%A8%D8%A7%D8%AF-%D9%88-%D9%85%D9%87-%D9%88-%D8%AE%D9%88%D8%B1%D8%B4%DB%8C%D8%AF-%D8%A8%D8%A7-%D9%87%D9%85-%D8%A8%D8%B1%D9%82-%D8%AA%D9%88%D9%84%DB%8C%D8%AF-%D9%85%DB%8C%E2%80%8C%DA%A9%D9%86%D9%86%D8%AF>