وزارت نیرو
سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر
بهره‌وری انرژی برق (ساتبا)

پژوهشگاه نیرو

بروندادِ تخصصی

انرژی‌های تجدیدپذیر

شماره ۱۱۵ – اردیبهشت ۱۴۰۳

برونداد تخصصی

انرژی‌های تجدیدپذیر

ویژه‌نامه مطالعات اقتصادی

عنوان پروژه: رصد فن‌آوری به‌منظور شناخت جدیدترین دستاوردها و فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر

کارفرما: سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق ایران (ساتبا)

پژوهشگر: پژوهشگاه نیرو

گروه پژوهشی پشتیبان: گروه انرژی‌های تجدیدپذیر

پژوهشکده پشتیبان: پژوهشکده انرژی و محیط‌زیست

مدیر پروژه: مهندس ثریا رستمی

مجری پروژه: دکتر ابوالفضل موسوی ترشیزی

ناظر پژوهشگاه: دکتر محمد چمنی

ناظر کارفرما: دکتر اکبر شعبانی‌کیا

همکاران این گزارش:

مهندس ثریا رستمی – مهندس سارا جوکار

شماره ۱۱– اردیبهشت ماه ۱۴۰۳

فهرست مطالب

امضای تفاهم‌نامه ساتبا با صندوق پژوهش و فناوری صنعت نفت ٤

تحلیل روند و ارزیابی بازار قیمتی انرژی‌های تجدیدپذیر طی سالهای ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ ..... ٦

زغال سنگ پاک و فناوری‌های کاربرد، جذب و ذخیره کربن ١٤

هزینه‌های پنهان انرژی های تجدیدپذیر ١٩

آژانس بین‌المللی انرژی و شاخص "قیمت تجهیزات انرژی پاک" ٢٢

ارزش‌گذاری قراردادهای خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با کیوس ٢٧

ارزیابی هند از سیستم تلمبه-ذخیره‌ای در مقایسه با سیستم ذخیره‌سازی باتری ٣١

هزینه های پوشش شکاف‌های عرضه، مانع کاهش قیمت برق تجدیدپذیر آلمان ٣٤

افزایش حداکثر نرخ مناقصه انرژی‌های تجدیدپذیر آلمان در سال ۲۰۲٤ ..... ٣٦

نخستین نیروگاه بادی خراسان جنوبی در انتظار بهره‌برداری ٣٧

بهره‌برداری از اولین مزرعه خورشیدی حمایتی متمرکز کشور با مشارکت بانوان در استان اصفهان ٣٩

سخن آغازین

امضای تفاهم‌نامه ساتبا با صندوق پژوهش و فناوری صنعت نفت

به گزارش پایگاه اطلاع‌رسانی وزارت نیرو (پاون)، آقای دکتر محمود کمانی، رئیس سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا)، در مراسم مبادله تفاهم‌نامه تأمین مالی پروژه‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری برق میان ساتبا و صندوق پژوهش و فناوری صنعت نفت در نمایشگاه بین‌المللی نفت، گاز و پتروشیمی تهران با اشاره به اینکه خرید و فروش برق در این تابلو با قیمت مناسب در حال انجام است، اظهار کرد: در مدل تابلوی برق سبز، سرمایه‌گذار به احداث نیروگاه می‌پردازد و برق تولیدی را در بورس عرضه می کند.

وی با بیان اینکه با نگاه مثبت دولت و همکاری همه دستگاه‌ها، اقدامات موثری برای توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر انجام و در طی دو سال گذشته بسته‌های مختلفی تدوین شده است، اضافه کرد: مجوزها از نهادهای بالادستی همچون شورای عالی انرژی، شورای اقتصاد و هیئت دولت گرفته شده است. وی، بسته‌های توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر در کشور را برشمرد و بیان کرد: از جمله بسته‌های توسعه نیروگاهی می‌توان به بسته ۴۰۰۰ مگاوات و ۴۵۰۰ مگاوات نیروگاه خورشیدی اشاره کرد که مقدمات کار آنها انجام شده و قراردادهای مرتبط با آن پیگیری شده است. همچنین برای ترغیب صنایع در جهت توسعه نیروگاه های تجدیدپذیر، بسته ۳۲۰۰ مگاواتی در نظر گرفته شده که توسط صنایع در حال ساخت است؛ اقدامات مرتبط با برگزاری مناقصه ساخت ۳۰۰۰ مگاوات نیروگاه بادی نیز در حال انجام است.

رئیس سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری برق(ساتبا) با اشاره به اینکه تعداد بی‌شماری نیروگاه با مقیاس ۲۰۰ و ۴۰۰ مگاوات در حال ساخت است، یادآور شد: مدل‌های متفاوتی برای سرمایه‌گذاری در حوزه تجدیدپذیر برای ساخت نیروگاه مقیاس کوچک، متوسط و بزرگ مشخص شده که در بخش‌های خانگی، حمایتی، کشاورزی و غیره در حال اجراست.

وی با تاکید بر اینکه نگاه صندوق پژوهش و فناوری صنعت نفت به حوزه بهینه‌سازی و توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر، ارزشمند و برای کشور لازم است، بیان کرد: به نتیجه رسیدن ساخت نیروگاه‌های تجدیدپذیر نیازمند تامین مالی است که در این زمینه صندوق‌های نوآوری و شکوفایی، صندوق وزارت نیرو، صندوق توسعه ملی و صندوق محیط زیست در حال فعالیت هستند.

آقای دکتر کمانی خاطرنشان کرد: امیدواریم با امضای تفاهم‌نامه با صندوق پژوهش و فناوری صنعت نفت بتوانیم تامین مالی بخشی از نیروگاه‌های دارای مقیاس متوسط را تا سقف ۳ مگاوات به نتیجه برسانیم.

منبع: پاون – ۲۱ اردیبهشت ۱۴۰۳

تحولات اقتصاد و بازار

تحلیل روند و ارزیابی بازار قیمتی انرژی‌های تجدیدپذیر طی سالهای ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲

در سال ۲۰۲۲، میانگین وزنی جهانی هزینه برق حاصل از نیروگاه‌های فتوولتائیک، بادی خشکی، خورشیدی متمرکز[1]، انرژی زیستی و زمین‌گرمایی همگی کاهش یافت. قابل توجه اینکه این امر علیرغم افزایش هزینه مواد و تجهیزات رخ داده است. کشور چین عامل اصلی کاهش جهانی در هزینه‌های فتوولتائیک و بادی بود، درحالی‌که سایر بازارها مجموعه بسیار ناهمگون‌تری از نتایج را تجربه کردند:

- برای پروژه‌های بادی خشکی که به‌تازگی راه‌اندازی شده‌اند، میانگین وزنی هزینه تراز شده جهانی برق[2] بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲، حدود ۵ درصد (از ۰.۰۳۵ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۰۳۳ دلار در کیلووات ساعت) کاهش‌یافته است.
- برای پروژه‌های فتوولتائیک خورشیدی در مقیاس کاربردی، میانگین وزنی LCOE جهانی در سال ۲۰۲۲ نسبت به سال قبل ۳ درصد کاهش یافت و به ۰.۰۴۹ دلار در کیلووات ساعت رسید.
- برای بادی دریایی، هزینه برق پروژه‌های جدید در مقایسه با سال ۲۰۲۱، ۲ درصد افزایش یافته و از ۰.۰۷۹ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۰۸۱ دلار در کیلووات ساعت در سال ۲۰۲۲ افزایش یافته است.

[1] Concentrating Solar Power (CSP)
[2] Levelised Cost of Electricity (LCOE)

بحران قیمت سوخت‌های فسیلی در سال ۲۰۲۲ تاکید کننده مزایای اقتصادی قدرتمندی بود که انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند از نظر امنیت انرژی فراهم آورند. در سال ۲۰۲۲، انرژی تجدیدپذیر که از سال ۲۰۰۰ در سطح جهان به کار گرفته شد، حدود ۵۲۱ میلیارد دلار در هزینه سوخت در بخش برق صرفه‌جویی کرد. به دلیل افزایش شدید قیمت سوخت‌های فسیلی، دوره ۲۰۲۱–۲۰۲۲ شاهد یکی از بزرگ‌ترین پیشرفت‌ها در رقابت‌پذیری انرژی‌های تجدیدپذیر در دو دهه گذشته بود.

❖ نگاهی به روند قیمت‌ها از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۲۲

در سال ۲۰۱۰، میانگین وزنی هزینه تراز شده انرژی (LCOE) جهانی باد خشکی ۹۵ درصد بالاتر از کمترین هزینه برق تولیدی سوخت فسیلی بود اما در سال ۲۰۲۲، میانگین وزنی LCOE جهانی پروژه‌های جدید بادی خشکی ۵۲ درصد کمتر از ارزان‌ترین برق تولیدی سوخت فسیلی بود. فتوولتائیک خورشیدی نیز ۷۱۰ درصد گران‌تر از ارزان‌ترین برق تولیدی فسیلی در سال ۲۰۱۰ بود. با این حال، به دلیل کاهش چشمگیر هزینه‌ها، هزینه آن ۲۹ درصد کمتر از ارزان‌ترین برق تولیدی فسیلی در سال ۲۰۲۲ است. در ادامه جدول زیر پارامترهای هزینه ای نیروگاهها را به تفکیک نشان می دهد.

مجموع هزینه نصب‌شده، ضریب ظرفیت و روند LCOE بر اساس فناوری، ۲۰۱۰ و ۲۰۲۲

	Total installed costs (2022 USD/kW)			Capacity factor (%)			Levelised cost of electricity (2022 USD/kWh)		
	2010	2022	Percent change	2010	2022	Percent change	2010	2022	Percent change
Bioenergy	2 904	2 162	-26%	72	72	1%	0.082	0.061	-25%
Geothermal	2 904	3 478	20%	87	85	-2%	0.053	0.056	6%
Hydropower	1 407	2 881	105%	44	46	4%	0.042	0.061	47%
Solar PV	5 124	876	-83%	14	17	23%	0.445	0.049	-89%
CSP	10 082	4 274	-58%	30	36	19%	0.380	0.118	-69%
Onshore wind	2 179	1 274	-42%	27	37	35%	0.107	0.033	-69%
Offshore wind	5 217	3 461	-34%	38	42	10%	0.197	0.081	-59%

بنابراین، علیرغم وجود تورم برخی هزینه‌ها، رقابت‌پذیری انرژی تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۲ به طرز چشمگیری بهبود یافته است. پس از دهه‌ها کاهش هزینه‌ها و بهبود عملکرد در فناوری‌های خورشیدی و بادی، مزایای اقتصادی تولید برق تجدیدپذیر، علاوه بر مزایای زیست‌محیطی آن، اکنون قابل‌قبول است. درواقع، به دلیل افزایش شدید قیمت سوخت‌های

فسیلی، دوره ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲ شاهد یکی از بزرگ‌ترین پیشرفت‌ها در رقابت‌پذیری انرژی‌های تجدیدپذیر در دو دهه گذشته بود. درحالی‌که اکثر بازارها، به‌استثنای چین، شاهد افزایش قیمت تجهیزات برای ماژول‌های فتوولتائیک خورشیدی و توربین‌های بادی بودند.

در سال ۲۰۲۱، از ۲۰ کشوری که IRENA داده‌های دقیقی برای آن‌ها دارد، ۹ کشور شاهد رقابت‌پذیری[۳] فتوولتائیک خورشیدی در مقیاس نیروگاهی[۴] خود بودند که هزینه تراز شده برق (LCOE) برای آن‌ها بیش از میانگین وزنی جهانی آن سال بهبود داشته است. در سال ۲۰۲۲، هشت کشور شاهد چنین پیشرفتی بودند.

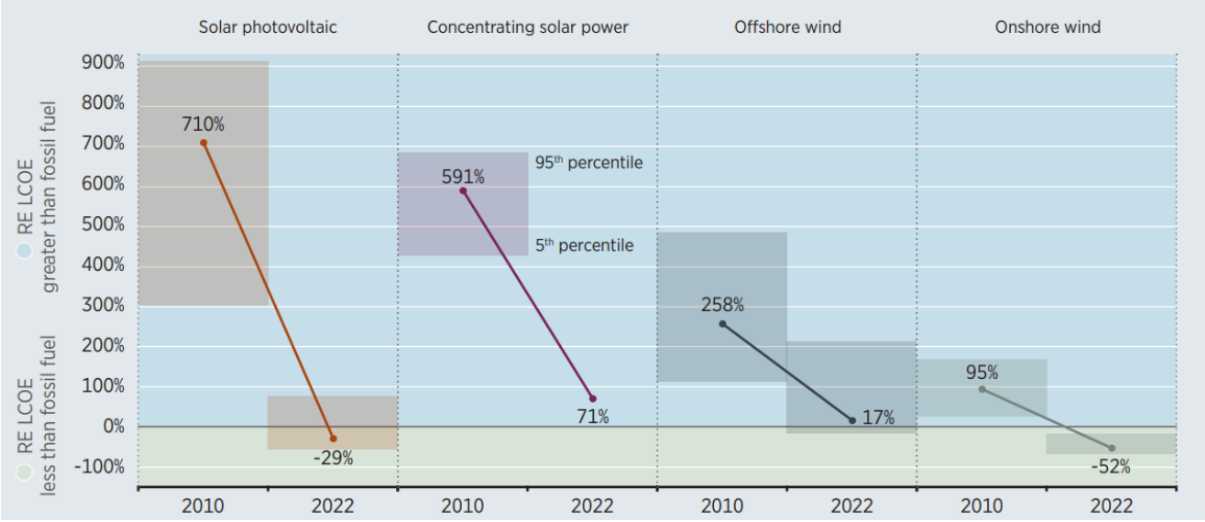
- برای باد خشکی، وضعیت قابل توجه تر بود. در دوره ۲۰۲۱–۲۰۲۲، از ۲۰ کشوری که برای باد خشکی مورد بررسی قرار گرفتند، ۱۵ کشور بیشترین پیشرفت مطلق خود را در رقابت‌پذیری مشاهده کردند. در سال ۲۰۱۰، میانگین وزنی LCOE جهانی باد خشکی ۰.۱۰۷ دلار در هر کیلووات ساعت بود. این میزان ۹۵ درصد بیشتر از کمترین هزینه برق تولیدی سوخت فسیلی ۰.۰۵۶ دلار در کیلووات ساعت بود. تا سال ۲۰۲۲، میانگین وزنی LCOE جهانی پروژه‌های بادی خشکی جدید ۰.۰۳۳ دلار در کیلووات ساعت بود که ۵۲ درصد کمتر از ارزان‌ترین گزینه برق تولیدی سوخت فسیلی بود که به ۰.۰۶۹ دلار در کیلووات ساعت افزایش یافته بود. به طور خلاصه می‌توان گفت، برای پروژه‌های بادی خشکی، بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲، هزینه متوسط وزنی جهانی برق ۶۹ درصد کاهش یافت و از ۰.۱۰۷ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۰۳۳ دلار در کیلووات ساعت رسید.

کاهش هزینه برای باد خشکی به دلیل دو عامل کلیدی رخ داد: کاهش هزینه توربین بادی و افزایش ضریب ظرفیت ناشی از پیشرفت‌های فناوری توربین. قیمت توربین‌های بادی در خارج از چین بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ بسته به شاخص قیمت توربین‌های بادی بین ۳۹ تا ۵۵ درصد کاهش یافت. این کاهش در چین تقریباً دوسوم (۶۴ درصد) بود. ضریب ظرفیت میانگین وزن‌دار جهانی پروژه‌های تازه راه‌اندازی شده از ۲۷ درصد در سال ۲۰۱۰ به ۳۹ درصد برای پروژه‌هایی که در سال ۲۰۲۱ راه‌اندازی شده بودند، افزایش یافت. این میانگین وزنی جهانی پس‌ازآن در سال ۲۰۲۲ به ۳۷ درصد کاهش یافت، زیرا سهم استقرار جدید توسط چین افزایش یافت که به دلیل مکان‌های ضعیف‌تر منابع بادی این کشور بود.

[۳] ایرنا معیار رقابت پذیری ۲۰ کشور را محاسبه کرده است. این معیار بر اساس میانگین وزن‌دار هزینه سوخت‌های فسیلی جدید است که از داده‌های هزینه سرمایه(capital cost data) در سطح پروژه و قیمت‌های نشانگر گاز فسیلی و سوخت زغال سنگ ویژه کشور(country-specific fossil gas and coal fuel marker prices) برای ژنراتورهای برق محاسبه می‌شود. متریک رقابت پذیری، میانگین وزنی هزینه برق همسطح سوخت فسیلی (LCOE) را از LCOE انرژی تجدیدپذیر کم می کند، بنابراین مقادیر منفی نشان دهنده LCOE انرژی تجدیدپذیر کمتر از سوخت های فسیلی است.

[4] Utility Scale

- در همان دوره (۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲)، میانگین وزنی LCOE جهانی باد فراساحلی از ۲۵۸ درصد گران‌تر از ارزان‌ترین گزینه برق تولیدی سوخت فسیلی به ۱۷ درصد گران‌تر تبدیل شد، زیرا هزینه از ۰.۱۹۷ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۰۸۱ دلار در کیلووات ساعت کاهش یافت.
- انرژی متمرکز خورشیدی (CSP) شاهد کاهش میانگین وزنی LCOE جهانی از ۵۹۱ درصد بالاتر از ارزان‌ترین گزینه برق تولیدی سوخت فسیلی در سال ۲۰۱۰ به ۷۱ درصد در سال ۲۰۲۲ بود.
- فتوولتائیک خورشیدی، این منبع انرژی تجدیدپذیر دارای میانگین وزنی LCOE جهانی ۰.۴۴۵ دلار در کیلووات ساعت در سال ۲۰۱۰ بود که ۷۱۰ درصد گران‌تر از ارزان‌ترین گزینه برق تولیدی سوخت فسیلی است. تا سال ۲۰۲۲، با کاهش چشمگیر هزینه‌ها (۰.۰۴۹ دلار در کیلووات ساعت) میانگین وزنی LCOE فتوولتائیک خورشیدی ۲۹٪ کمتر از ارزان‌ترین گزینه برق تولیدی سوخت فسیلی شد.

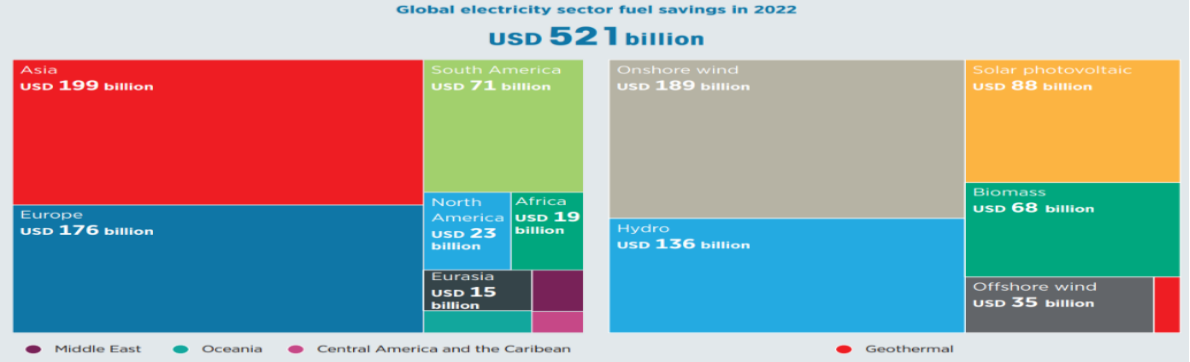


تغییر در رقابت‌پذیری انرژی خورشیدی و بادی به تفکیک کشورها بر اساس میانگین وزنی جهانی LCOE، ۲۰۱۰–۲۰۲۲

درواقع، با افزایش هزینه‌های تولید برق با سوخت فسیلی در سال‌های ۲۰۲۱–۲۰۲۲، عمدتاً به دلیل افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، حدود ۸۶ درصد معادل ۱۸۷ گیگاوات پروژه‌های تولید برق تجدیدپذیر در مقیاس کاربردی که در سال ۲۰۲۲ راه‌اندازی شده‌اند، هزینه‌های برق کمتر از میانگین وزنی هزینه برق تولیدی سوخت فسیلی بر اساس کشور یا منطقه در پی داشتند. این رقم ۸ درصد بیشتر از ۱۷۴ گیگاوات برآورد شده برای سال ۲۰۲۱ است. به‌طورکلی، بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۲، ۱۱۲۰ گیگاوات تولید برق تجدیدپذیر با LCOE کمتر از میانگین وزنی LCOE سوخت فسیلی براساس کشور/منطقه مستقر شد.

❖ برق تجدیدپذیر مزایای امنیتی عمده انرژی را فراهم می‌کند.

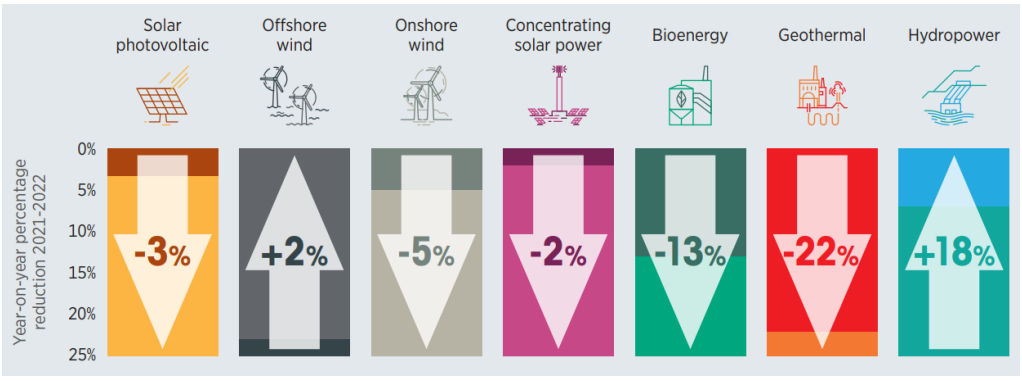
بحران قیمت سوخت‌های فسیلی در سال ۲۰۲۲ یادآور مزایای اقتصادی قدرتمندی بود که انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند از نظر امنیت انرژی فراهم کنند. در واقع، سال ۲۰۲۲ مزایای امنیت انرژی در انرژی‌های تجدیدپذیر به طور گسترده «کشف مجدد» شد. در سال ۲۰۲۲، انرژی تجدیدپذیر که از سال ۲۰۰۰ در سطح جهان به کار گرفته شد، حدود ۵۲۱ میلیارد دلار در هزینه سوخت تنها در بخش برق صرفه‌جویی کرد. این رقم در اروپا ۱۷۶ میلیارد دلار بود. علاوه بر این، این امکان وجود دارد که ساخت انرژی‌های تجدیدپذیر از سال ۲۰۱۰ احتمالاً قاره اروپا را از یک بحران اقتصادی تمام‌عیار نجات دهد، زیرا در غیاب تولید برق تجدیدپذیر، هزینه‌های مستقیم اقتصادی ناشی از افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی بسیار بالاتر بود.



صرفه‌جویی در هزینه سوخت فسیلی جهانی در بخش برق در سال ۲۰۲۲ از انرژی تجدیدپذیر اضافه‌شده نسبت به سال ۲۰۰۰

❖ تغییرات قیمتی سال ۲۰۲۲ نسبت به ۲۰۲۱

- در خصوص نیروگاههای بادی در خشکی در سال ۲۰۲۲، چین بار دیگر بزرگ‌ترین بازار برای افزایش ظرفیت جدید را از آن خود کرد و سهم آن از استقرار جدید جهانی از ۴۱ درصد به ۵۰ درصد بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲ افزایش یافت. اگر چین حذف می‌شد، منحنی میانگین وزنی جهانی LCOE برای باد خشکی برای این دوره ثابت می‌ماند.



LCOE جهانی از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در مقیاس کاربردی تازه راه‌اندازی شده، ۲۰۲۱–۲۰۲۲

- برای پروژه‌های فتوولتائیک خورشیدی در مقیاس کاربردی تازه راه‌اندازی شده، از سال ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲، میانگین وزنی LCOE جهانی ۳ درصد کاهش یافت و به ۰.۰۴۹ دلار در کیلووات ساعت رسید. این امر ناشی از کاهش ۴ درصدی میانگین وزنی کل هزینه نصب شده جهانی برای این فناوری است. این میزان از ۹۱۷ دلار بر کیلووات در سال ۲۰۲۱ به ۸۷۶ دلار در کیلووات برای پروژه‌های راه‌اندازی شده در سال ۲۰۲۲ کاهش یافت. به‌طورکلی، تجربه فتوولتائیک خورشیدی در سال ۲۰۲۲ ترکیبی بود و بازارهای مختلف در جهات مختلف حرکت کردند. تجربه کاهش LCOE در سال ۲۰۲۲ کمتر از ۱۳ درصد نسبت به سال ۲۰۲۱ بود، زیرا ۱۱ بازار از ۲۰ بازار برتر فتوولتائیک خورشیدی در مقیاس کاربردی که ایرنا اطلاعات دقیقی برای آن‌ها دارد، مجموع هزینه نصب شده خود را به‌صورت واقعی افزایش دادند. برخی از این افزایش‌ها قابل‌توجه بودند: برای مثال در فرانسه و آلمان ۳۴ درصد افزایش رخ داد، درحالی‌که یونان شاهد افزایش هزینه‌های تخمینی ۵۱ درصدی بود که ناشی از افزایش قیمت‌های ماژول فتوولتائیک و کالاها در پایان سال ۲۰۲۱ و تا سال ۲۰۲۲ بود. برخی از این تغییرات نشان‌دهنده تغییرات طبیعی در هزینه‌های پروژه‌های انفرادی است، اما واضح است که تورم هزینه کالا و نیروی کار تأثیر قابل‌توجهی بر برخی از بازارها داشته است. طی این سالها هزینه برق از فتوولتائیک خورشیدی نیز کاهش یافت و این امر به این دلیل بود که چین هزینه‌های کمتری نسبت به بیشتر بازارها داشت و سهم آن از استقرار فتوولتائیک خورشیدی در مقیاس جهانی از ۳۸ درصد در سال ۲۰۲۱ به ۴۵ درصد در سال ۲۰۲۲ افزایش یافت.
- بازار بادی فراساحلی ۸.۹ گیگاوات ظرفیت جدید در سال ۲۰۲۲ اضافه کرد. بدون در نظر گرفتن توسعه بی‌سابقه در سال ۲۰۲۱ به دلیل افزایش تأسیسات ۲۱ گیگاوات در چین، این رکورد بسیار مهم و قابل‌توجه بود. در واقع، در سال ۲۰۲۲، کاهش سهم چین در افزایش ظرفیت‌های جدید و راه‌اندازی پروژه‌ها در بازارهای جدید، باعث شد میانگین وزن‌دار جهانی هزینه برق پروژه‌های جدید در مقایسه با سال ۲۰۲۱، ۲ درصد افزایش یابد و از ۰.۰۷۹ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۰۸۱ دلار در کیلووات ساعت برسد. افزایش میانگین وزنی کل هزینه‌های نصب شده جهانی (از ۳۰۵۲ دلار به ازای هر کیلووات در سال ۲۰۲۱ به ۳۴۶۱ دلار بر کیلووات در سال ۲۰۲۲) تا حدی با افزایش فاکتورهای ظرفیت پروژه‌های تازه راه‌اندازی شده از ۳۹ درصد در سال ۲۰۲۱ به ۴۲ درصد در سال ۲۰۲۲ جبران شد.
- برای انرژی زیستی تازه راه‌اندازی شده در پروژه‌های برق، میانگین وزنی LCOE جهانی بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲ ۱۳ درصد کاهش یافت و از ۰.۰۷۱ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۰۶۱ دلار در کیلووات ساعت رسید. این اتفاق زمانی رخ داد که سهم پروژه‌های جدید و کم‌هزینه راه‌اندازی شده در چین و برزیل در سال ۲۰۲۲ افزایش یافت.
- برای پروژه‌های انرژی زمین‌گرمایی، بین سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲، میانگین وزنی LCOE جهانی از ده پروژه راه‌اندازی شده، ۲۲ درصد کاهش یافت و به ۰.۰۵۶ دلار در کیلووات ساعت رسید.

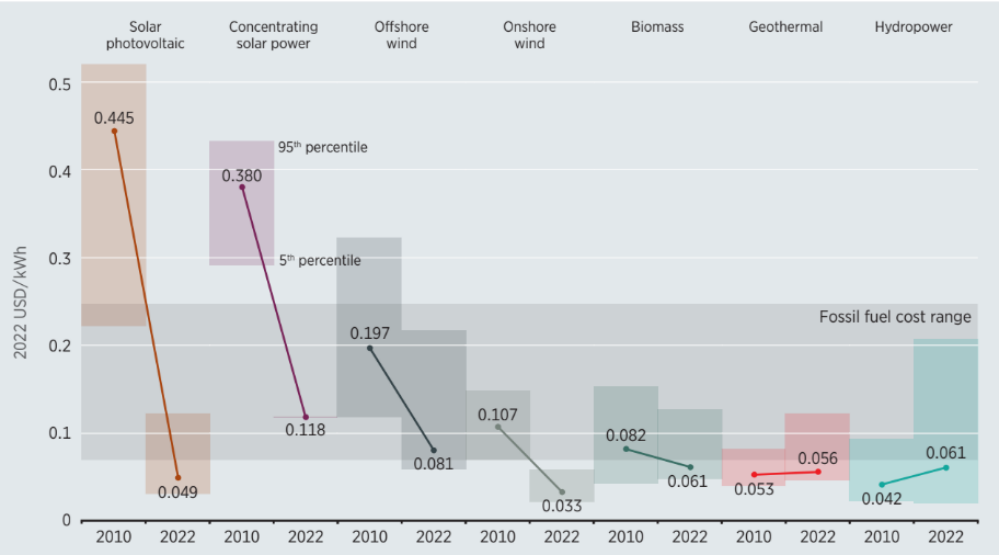
- پروژه‌های برق‌آبی که به‌تازگی راه‌اندازی شده‌اند، شاهد افزایش ۱۸ درصدی میانگین وزنی LCOE جهانی بین سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ بوده‌اند. این میزان از ۰.۰۵۲ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۰۶۱ دلار در کیلووات ساعت رسید. در سال ۲۰۲۲، تعدادی از پروژه‌هایی که با تأخیرهای قابل‌توجهی مواجه بودند و هزینه‌های بیش‌ازحدی متحمل شده بودند، به طور جزئی یا کامل به بهره‌برداری رسیدند. درنتیجه، میانگین وزن‌دار جهانی هزینه کل نصب شده پروژه‌های نیروگاه برق‌آبی جدید از ۲۲۹۹ دلار بر کیلووات در سال ۲۰۲۱ به ۲۸۸۱ دلار بر کیلووات در سال ۲۰۲۲ افزایش یافت که معادل افزایش ۲۵ درصدی است.

❖ کاهش قیمت قابل‌توجه انرژی خورشیدی و بادی بین سال‌های ۲۰۱۰ و ۲۰۲۲

تجربه دو سال گذشته درک سهامداران را از انتظارات قیمت در بازارهای سوخت فسیلی تغییر داده است، درحالی‌که آسیب‌پذیری کشورهای وابسته به سوخت‌های فسیلی برای تولید برق را نیز نشان می‌دهد. با این حال، حتی قبل از بحران قیمت سوخت‌های فسیلی در سال ۲۰۲۲، انرژی‌های تجدیدپذیر بیش از سوخت‌های فسیلی رقابت‌پذیر بودند.

- در سال ۲۰۱۰، چین و اروپا شاهد پروژه‌های باد دریایی تازه راه‌اندازی شده با میانگین وزنی LCOE به ترتیب ۰.۱۸۹ دلار در کیلووات ساعت و ۰.۱۹۸ دلار در کیلووات ساعت بودند. در سال ۲۰۲۱، پروژه‌های اروپایی تازه راه‌اندازی شده دارای میانگین وزنی ۰.۰۵۶ دلار در کیلووات ساعت بودند که کمتر از هزینه ۰.۰۸۳ دلار در کیلووات ساعت در چین در آن سال بود. در سال ۲۰۲۲، با تکمیل طیف وسیعی از پروژه‌های گران‌تر، ازجمله در بازارهای جدید، میانگین وزنی LCOE در اروپا به ۰.۰۷۴ دلار در کیلووات ساعت افزایش یافت. با این حال، LCOE اروپا هم‌چنان حدود ۴٪ کمتر از پروژه‌های چینی تکمیل‌شده در سال ۲۰۲۲ (با میانگین وزنی ۰.۰۷۷ دلار در کیلووات ساعت) بود.
- استقرار CSP همچنان ناامیدکننده است، زیرا کمتر از ۰.۱ گیگاوات در سال ۲۰۲۲ اضافه شد و ظرفیت تجمعی جهانی در پایان سال ۲۰۲۲ به ۶.۵ گیگاوات رسید. برای دوره ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲، هزینه متوسط وزنی جهانی پروژه‌های CSP تازه راه‌اندازی شده از ۰.۳۸ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۱۱۸ دلار در کیلووات ساعت کاهش یافت (کاهش ۶۹ درصدی). علیرغم نوسانات سالانه، LCOE انرژی متمرکز خورشیدی بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ به‌سرعت کاهش یافت. از سال ۲۰۲۰، با راه‌اندازی پروژه‌هایی که یا به تعویق افتادند یا شامل طرح‌های جدید بودند، میانگین وزنی جهانی هزینه برق ناشی از این فناوری ثابت مانده است. CSP با توجه به کاهش هزینه‌های قابل‌توجهی که تنها با ۶.۵ گیگاوات استقرار تجمعی مدیریت کرده است، از حمایت سیاستی اضافی بهره‌مند خواهد شد.
- انرژی زیستی برای پروژه‌های نیروگاهی در طول دوره ۲۰۱۰–۲۰۲۰ با میانگین وزنی LCOE جهانی خود شاهد نوسانات مشخصی بود. در سال ۲۰۲۲، میانگین وزنی LCOE جهانی انرژی زیستی ۰.۰۶۱ دلار در کیلووات ساعت، ۱۳ درصد کمتر از مقدار سال ۲۰۲۱ و یک‌چهارم کمتر از مقدار سال ۲۰۱۰ (۰.۰۸۲ دلار در کیلووات ساعت) بود.

- برای پروژه‌های زمین‌گرمایی، میانگین وزنی LCOE جهانی بین سال‌های ۲۰۲۱ تا ۲۰۲۲، ۲۲ درصد کاهش یافت و به ۰.۰۵۶ دلار در کیلووات ساعت رسید. این میزان ۶ درصد بیشتر از سال ۲۰۱۰ بود، اما در محدوده ۰.۰۵۳ دلار در کیلووات ساعت تا ۰.۰۹۱ دلار در کیلووات ساعت بین سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۱ مشاهده شد.
- پروژه‌های نیروگاه برق‌آبی تازه راه‌اندازی شده، بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲، شاهد افزایش میانگین وزنی LCOE جهانی ۴۷ درصد بوده و از ۰.۰۴۲ دلار در کیلووات ساعت به ۰.۰۶۱ دلار در کیلووات ساعت رسیده است. باوجوداینکه میانگین وزنی هزینه‌های جهانی در آن سال ۱۸ درصد افزایش یافته بود، همچنان از ارزان‌ترین گزینه برق با سوخت فسیلی جدید در سال ۲۰۲۲ کمتر بود. افزایش در سال ۲۰۲۲ نسبت به سال ۲۰۲۱ ناشی از راه‌اندازی تعدادی از پروژه‌ها (به‌ویژه در کانادا) بود که هزینه‌های بسیار قابل‌توجهی داشتند.



LCOE جهانی از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر در مقیاس ابزار تازه راه‌اندازی شده، ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲

منبع : IRENA Renewable power generation costs in 2022

تحولات فناورانه

زغال سنگ پاک و فناوری‌های کاربرد، جذب و ذخیره کربن

زغال سنگ آلوده‌ترین سوخت فسیلی است. وقتی سوزانده می‌شود، گازهای گلخانه‌ای تولید می‌کند که به گرم شدن کره زمین کمک می‌کند، باران اسیدی ایجاد می‌شود و آب را آلوده می‌کند. اما همچنان سهم مهمی در تأمین انرژی در جهان دارد. بخشی از برق ایالات‌متحده از طریق زغال سنگ تولید می‌شود و احتمالاً تا زمانی که ارزان و فراوان باشد این روند را ادامه خواهد داد. فناوری زغال‌سنگ پاک با استفاده از فناوری‌های متعدد برای پاک‌سازی زغال‌سنگ و مهار انتشار گازهای گلخانه‌ای به دنبال کاهش اثرات زیانبار محیطی است.

زغال سنگ کم انتشار[5] با راندمان بالا یک ضرورت است. اولین قدم مهم در کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید از زغال سنگ، بهبود راندمان حرارتی نیروگاه‌های زغال سنگ است. هر چه فشار و دمای بخار مصرفی بیشتر باشد، راندمان بالاتر و انتشار کربن‌دی‌اکسید کمتر است. راندمان بالاتر اجازه می‌دهد تا مقدار بیشتری انرژی از یک واحد زغال سنگ تولید شود. بهبود یک‌درصدی در راندمان یک کارخانه احتراق زغال سنگ پودر شده[6] معمولی، منجر به کاهش ۲-۳٪ در انتشار کربن‌دی‌اکسید می‌شود. فناوری‌های مربوطه در راستای این هدف، به‌طور گسترده در دسترس هستند و از نظر مالی قابل‌استفاده هستند. فن‌آوری‌های HELE برای افزایش کارایی نیروگاه‌های زغال‌سنگ توسعه‌یافته‌اند، بنابراین انتشار کربن‌دی‌اکسید و دیگر گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌ها را کاهش می‌دهند. راندمان در تولید برق به این معناست که سوخت کمتری برای تولید همان مقدار برق مصرف شود. بهبود کارایی را می‌توان با استفاده از موارد زیر عملیاتی نمود:

[5] High Efficiency Low Emission (HELE) Coal
[6] Pulverised coal

- فن‌آوری‌های فوق بحرانی[۷]، ماورای بحرانی[۸] و ماورای بحرانی پیشرفته[۹]

سیستم‌های احتراق زغال سنگ پودر شده با استفاده از فناوری فوق بحرانی، فوق‌العاده فوق بحرانی و فوق‌العاده فوق بحرانی پیشرفته در دماها و فشارهای بخار بالاتر نسبت به نیروگاه‌های معمولی کار می‌کنند، به این معنی که سطح راندمان بالاتر و انتشار کربن‌دی‌اکسید کمتری دارند.

- سیکل ترکیبی یکپارچه گازی‌سازی[۱۰]

سیستم‌های سیکل ترکیبی گازسازی با واکنش زغال سنگ با اکسیژن و بخار و تشکیل گاز سنتز، گازی را از زغال سنگ تولید می‌کنند. این گاز، که عمدتاً از هیدروژن و مونوکسید کربن تشکیل شده است، از ناخالصی‌ها پاک می‌شود و سپس در یک توربین برای تولید برق و تولید بخار برای چرخه برق بخار سوزانده می‌شود IGCC می‌تواند بازده حرارتی بالایی را تا ۴۸٪ به دست آورد. نیروگاه‌های IGCC از زغال سنگ کمتری استفاده می‌کنند و انتشار کمتری دارند زیرا بهبود کارایی باعث کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید می‌شود.

- احتراق بستر سیال[۱۱]

احتراق بستر سیال، یک روش انعطاف‌پذیر برای تولید برق است که در آن، اکثر مواد قابل‌احتراق ازجمله زغال‌سنگ، زیست‌توده و زباله‌های عمومی قابل سوزاندن هستند. سیستم‌های FBC اثرات زیست‌محیطی برق مبتنی بر زغال سنگ را بهبود می‌بخشد و انتشار SOx و NOx را به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد.

❖ فن‌آوری جذب، استفاده و ذخیره کربن[۱۲]

بهبود کارایی را می‌توان با استفاده از فناوری استفاده، ذخیره‌سازی و جذب کربن نیز به انجام رساند. فن‌آوری استفاده و ذخیره کربن از انتشار مقادیر زیادی کربن‌دی‌اکسید در جو جلوگیری می‌کند. CCUS تنها فناوری است که قادر به کاهش قابل‌توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید برق و فرآیندهای صنعتی کلیدی، ازجمله تولید فولاد، سیمان و مواد شیمیایی است. در این فناوری، انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از احتراق زغال سنگ یا گازی شدن، از جریان اگزوز خارج می‌شود و بدون ورود به جو دفع می‌شود. امروزه کارکرد این فناوری به اثبات رسیده است و در سراسر نقاط جهان در حال اجراست. به‌طور مثال، Boundary Dam در کانادا با راندمان جذب بیش از ۹۰ درصد کار می‌کند.

---

[7] Supercritical Technologies
[8] Ultra-Supercritical Technologies
[9] Advanced Ultra-Supercritical Technologies
[10] Integrated Gasification Combined Cycle((IGCC))
[11] Fluidised Bed Combustion (FBC)
[12] Carbon Capture Use and Storage (CCUS) technologies

Boundary Dam کانادا با راندمان جذب کربن بیش از ۹۰ درصد

دستیابی به اهداف آب و هوایی بدون CCUS امکان‌پذیر نیست. هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوایی[۱۳] نشان داده است که تحقق این اهداف بدونCCUS، ۱۳۸درصد گران‌تر خواهد بود. تولید برق با سوخت فسیلی مجهز به CCUS بخش کلیدی گذار به آینده‌ای با انتشار گازهای گلخانه‌ای صفر خالص است. فرآیند فن‌آوری شامل مراحل زیر است:

- **جذب**[۱۴]

فن‌آوری‌های جذب، امکان جداسازی کربن‌دی‌اکسید از گازهای تولیدشده در تولید برق و فرآیندهای صنعتی را با یکی از سه روش زیر فراهم می‌کند:

- جذب پیش از احتراق[۱۵]: جذب با استفاده از ایزوله IGCC و جذب کربن‌دی‌اکسید قبل از آزاد شدن.
- جذب پس از احتراق[۱۶]: جذب با استفاده از گاز دودکش با استفاده از یک حلال آمین[۱۷] و آمونیاک سرد[۱۸]
- احتراق اکسیژن[۱۹]: جذب با استفاده از اکسیژن خالص در بویلر برای کاهش قابل‌توجه رقت کربن‌دی‌اکسید[۲۰] در جریان گاز خروجی

- **حمل‌ونقل**[۲۱]

سپس کربن‌دی‌اکسید برای استفاده ایمن یا ذخیره‌سازی انتقال می‌یابد. سالانه میلیون‌ها تن کربن‌دی‌اکسید برای مقاصد تجاری توسط خطوط لوله، کشتی‌ها و تانکرهای جاده‌ای حمل می‌شود.

[13] Intergovernmental Panel on Climate Change
[14] Capture
[15] Precombustion capture
[16] Post-combustion capture
[17] Amine solvent
[18] Chilled ammonia
[19] Oxy-Coal combustion
[20] Dilution of CO2
[21] Transportation

- **استفاده**[۲۲]

کربن‌دی‌اکسید می‌تواند به‌عنوان یک کالا دارای ارزش‌افزوده استفاده گردد. این امر می‌تواند منجر به ذخیره دائمی بخشی از کربن‌دی‌اکسید شود؛ به‌عنوان‌مثال، در بتن که با استفاده از کربن‌دی‌اکسید پخت شده است یا در مواد پلاستیکی که از کربن‌دی‌اکسید به‌عنوان یکی از مواد تشکیل‌دهنده استفاده می‌کنند. کربن‌دی‌اکسید می‌تواند از طریق پرورش جلبک، به‌عنوان ماده اولیه، به زیست‌توده تبدیل شود. جلبک‌های برداشت‌شده[۲۳] می‌توانند سپس به سوخت‌های زیستی[۲۴] تبدیل شوند که جایگزین منابع کربن غیر بیولوژیکی[۲۵] خواهند شد. کربن‌دی‌اکسید در حال حاضر به‌طور گسترده در صنعت نفت برای بازیافت نفت بهبودیافته[۲۶] از میادین نفتی استفاده می‌شود. بنابراین، کربن‌دی‌اکسید می‌تواند ارزش تجاری مثبتی داشته باشد و به پشتیبانی از احداث CCUS و ایجاد جریان درآمدی برای پروژه‌های CCUS کمک کند، زیرا کربن‌دی‌اکسید جذب‌شده به یک منبع اقتصادی تبدیل می‌شود.

- **ذخیره‌سازی**[۲۷]

کربن‌دی‌اکسید در صخره‌هایی که با دقت انتخاب شده‌اند ذخیره می‌شود. این صخره‌ها معمولاً چندین کیلومتر زیر سطح زمین قرار دارند و با تکنیکی به نام ذخیره‌سازی زمین‌شناسی[۲۸] شناخته می‌شود. همان‌طور که کربن‌دی‌اکسید به اعماق زیرزمین پمپ می‌شود، در فشارهای بالا فشرده و به مایع تبدیل می‌گردد. انواع مختلفی از مکانیسم‌های زمین‌شناسی به دام انداختن[۲۹] (بسته به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی سنگ‌ها و سیالات) وجود دارد که می‌توان از آن‌ها برای ذخیره کربن‌دی‌اکسید استفاده نمود. مقادیر زیادی از کربن‌دی‌اکسید را می‌توان در سنگ‌های مخزن اشباع‌شده از آب‌شور عمیق[۳۰] ذخیره کرد. همین رویکرد به کشورها اجازه می‌دهد تا کربن‌دی‌اکسید منتشرشده خود را برای صدها سال ذخیره کنند.

❖ هزینه فناوری جذب، استفاده و ذخیره کربن

ازآنجایی‌که اشکال جایگزین انرژی هنوز نمی‌توانند جایگزین منبع انرژی ارزان و فراوانی مانند زغال‌سنگ شوند، فناوری زغال‌سنگ پاک نوید می‌دهد که اثرات اوج‌پذیری شدید انتشار زغال‌سنگ را کاهش دهد. بااین‌حال، برای استفاده این فناوری ابتدا می‌بایست اقتصادی باشد. بنابراین چالش بیشتر مربوط به هزینه و کارایی است. ساخت و نگهداری نیروگاه‌های

[22] Use
[23] Harvested Algae
[24] Biofuels
[25] Non-Biological Carbon Sources
[26] enhanced oil recovery (EOR)
[27] Storage
[28] Geological Storage
[29] Geological Trapping Mechanisms
[30] Deep Saline Water-Saturated Reservoir Rocks

CCUS پرهزینه است و مقاوم‌سازی این فناوری در نیروگاه‌های قدیمی‌تر نیازمند افزایش هزینه است. یک گزارش سال ۲۰۱۹ از موسسه جهانی CCS [۳۱] تخمین می‌زند که توسعه CCUS می‌تواند «سالانه ۱۰۰ میلیارد دلار» هزینه داشته باشد و این فناوری نشان‌دهنده «سناریوی کلاسیک catch-22»[۳۲] است. تنها راهی که می‌توان هزینه‌ها را کاهش داد، نصب تعداد زیادی پروژه CCUS در سراسر جهان است. بااین‌حال، هزینه بالای CCUS توسعه پروژه را به چالش می‌کشد. برآورد موسسه جهانی CSS در سال ۲۰۲۲ نشان می‌دهد که مجموع سرمایه‌گذاری بین ۶۵۰ میلیارد دلار تا ۱.۲ تریلیون دلار برای دستیابی به اهداف اقلیمی تا ۲۰۵۰ ضروری است. این فناوری نیز منتقدان خود را دارد. درحالی‌که CCUS می‌تواند به‌طور مؤثر حدود ۹۰ درصد از کربن‌دی‌اکسید تولیدشده در نیروگاه‌ها را جذب کند، برخی افراد به این واقعیت اشاره می‌کنند که زغال سنگ دارای آلاینده‌های زیادی است که هیچ فناوری منحصربه‌فردی نمی‌تواند همه آن‌ها را جذب نماید. این منتقدین به جیوه، اکسید نیتروژن و سایر آلاینده‌های سمی اشاره دارند که کارخانه‌های زغال‌سنگ حتی اگر کربن‌دی‌اکسید را منتشر نکنند، باز هم می‌توانند تولید کنند. بااین‌حال، آژانس بین‌المللی انرژی[۳۳] در سال ۲۰۱۹ اعلام کرد که میزان ذخیره‌سازی جهانی می‌تواند از ۷ گیگاتن دی‌اکسید کربن در سال فراتر رود و به رقم خیره‌کننده ۱۵ تریلیون پوند برسد.

CCUS می‌تواند جایگزین مناسبی برای نیروگاه‌های زغال‌سنگ مدرن باشد، زیرا حتی باوجوداینکه تقاضای جهانی سوخت فسیلی هرروز به‌طور پیوسته کاهش می‌یابد، هنوز کارهای زیادی برای انجام دادن وجود دارد. آژانس بین‌المللی انرژی دریافته است که جهان باید در سال ۲۰۵۰ تقریباً ۵۶۰۰ میلیون تن کربن‌دی‌اکسید در سال[۳۴] جذب و ذخیره کند تا طبق گزارش وضعیت جهانی CCUS در سال ۲۰۲۲، به سناریویی برسد که دمای زمین تنها ۲ درجه سانتی‌گراد افزایش یابد. این هدف‌گذاری در حالی است که ظرفیت جذب کربن فعلی برای پروژه‌های در حال بهره‌برداری یا در حال ساخت تقریباً ۴۰ MTPA است.

منابع:

- futurecoal.org - clean-coal-technologies - High Efficiency Low Emission Coal
- popularmechanics.com - Everything You Need to Know About Clean Coal – 19 May 2022
- nma.org - Fact-Sheet-Clean-Coal-Technology

[31] Global CSS Institute
[32] Classic Catch 22scenario
[33] International Energy Agency (IEA)
[34] Million Tonnes per Annum (MTPA)

تحولات راهبردی

هزینه‌های پنهان انرژی های تجدیدپذیر

در حوزه تولید انرژی الکتریکی علاوه بر مقدار تولید، زمان تولید نیز حائز اهمیت است. یک بشکه نفت در ظهر یا نیمه‌شب یک بشکه نفت است، اما ارزش یک مگاوات ساعت برق در نیمه‌شب بسیار کمتر از اواسط روز یا زمان اوج تقاضا است و اینجاست که می توان گفت مشکل ذخیره‌سازی برق، ابعاد اقتصادی جدید و ظریفی را مطرح می‌کند.

امروزه تفکر رایج این است که قیمت انرژی‌های تجدیدپذیر سالانه کاهش می‌یابند و هزینه‌های انرژی‌های بادی و خورشیدی با بهبود توانایی متخصصان در مهار منابع طبیعی، رو به کاهش است. طبق گفته اداره اطلاعات انرژی آمریکا[۳۵]، در سال ۲۰۱۴ هزینه تراز شده[۳۶] مزارع بادی ساحلی، حدود ۲۰۰ دلار در مگاوات ساعت بود، اما در سال ۲۰۲۳ بدون احتساب یارانه‌ها به ۱۲۷ دلار کاهش یافت. اما باید توجه داشت که این صنعت دچار چالش‌های مهمی است. طبق گزارش سرویس خبری بلومبرگ، اخیراً شش فرماندار ایالتی از جو بایدن، رئیس‌جمهور ایالات‌متحده، درخواست کردند تا برای حفاظت از منافع تولیدکنندگان سیاستهای مداخلاتی را اتخاذ کند. در بریتانیا نیز، آخرین حراج سالانه نیروگاههای بادی فراساحلی هیچ پیشنهاد مناسبی دریافت نکرده است[۳۷].

[35] U.S. Energy Information Administration (EIA)

[36] Levelised Cost

هزینه ترازشده، معیار معتبری برای مقایسه روش‌های مختلف تولید برق است.

[۳۷] اطلاعات تکمیلی در خصوص این حراج سالانه از طریق لینک زیر قابل دریافت است:

https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/britain-boost-offshore-wind-auction-power-price-guarantees-by-66-2023-11-16/

برای درک آنچه در جریان است، هزینه تراز شده انرژی را با جزئیات بیشتر در نظر بگیرید. ذهنیت انحصاری انرژی خورشید و باد را نیز کنار بگذارید و به دنیایی بازگردید که در آن سبد انتخاب انرژی شامل گاز، زغال‌سنگ یا انرژی هسته‌ای است. این گزینه‌ها از نظر هزینه‌های ثابت و متغیر متفاوت هستند. هزینه‌های یک نیروگاه هسته‌ای عمدتاً مربوط به هزینه های ثابت است. به‌بیان‌دیگر، پس از ساخت نیروگاه، تولید یک واحد برق از منظر هزینه های متغیر ارزان خواهد بود. اما در مقابل نیروگاه‌های گاز طبیعی برعکس هستند؛ بیشتر هزینه‌ها مربوط به سوخت است و بنابراین هزینه های متغیر نیروگاه چشمگیر خواهند بود. هزینه ترازشده به معنای در نظر گرفتن این هزینه‌های ثابت و متغیر در طول عمر نیروگاه و توزین آن‌ها بر اساس تعداد مورد انتظار کیلووات‌ساعت‌هایی است که نیروگاه تولید خواهد کرد. این هزینه یک معیار قابل‌مقایسه ارائه می‌دهد. طبق گفته اداره اطلاعات انرژی آمریکا، هزینه تراز شده انرژی هسته‌ای ۹۱ دلار در مگاوات ساعت است. این هزینه در خصوص گاز طبیعی به ۴۳ دلار می‌رسد. این هزینه‌ها بسته به اینکه یک منبع چقدر انرژی تولید می‌کند، متفاوت است. یک نیروگاه هسته‌ای درصورتی‌که به‌طور مداوم کار کند، به صرفه‌تر خواهد بود؛ زیرا با هزینه‌های اولیه بالا، خروجی بیشتری تولید کرده است. در مقابل چنانکه گفته شد گاز، با هزینه‌های ثابت پایین و هزینه‌های متغیر بالا، صرفه کمتری دارد. زغال‌سنگ در جایی بین این دو گزینه قرار دارد. لذا ترکیب بهینه نیروگاه‌های تولید برق، با در نظر گرفتن صرفاً دیدگاه‌های مالی، در اختیار داشتن نیروگاه هسته‌ای برای پوشش «بار پایه[۳۸]» یا حداقل سطح تقاضا، زغال‌سنگ برای «بار میانی[۳۹]» و در نهایت گاز طبیعی برای «بار پیک[۴۰]» است. متأسفانه، این پویایی توسط انرژی‌های تجدیدپذیر که بسته به شرایط آب و هوایی برق را تأمین می‌کنند مختل می‌شود. گاز، با هزینه‌های ثابت پایین اما متغیر بالا، می‌تواند به‌راحتی این شکاف را رفع کند و انرژی هسته‌ای با هزینه ثابت بالا و هزینه متغیر پایین، راه حلی بسیار گران‌قیمت برای این اختلال خواهد بود. لذا پنل‌های خورشیدی و توربین‌های بادی به‌خودی‌خود کمتر ازآنچه به نظر می‌رسد، اقتصادی هستند. اگر این گزینه‌ها نتوانند به‌طور قابل‌اعتماد برق موردنیاز را تولید کنند، ظرفیت تولید آن‌ها به اندازه یک نیروگاه معمولی ارزشمند نیست و برای مقایسه واقعی این دو، نه‌تنها هزینه تولید هر مگاوات ساعت، بلکه ارزش عدم پایداری تولید خصوصا در ساعات نامساعد آب و هوایی را نیز می‌بایست لحاظ نمود.

❖ واقعیات پنهان در پسِ قیمت پایینِ انرژی‌های تجدیدپذیر

در بازارهای برق ایده‌آل، قیمت برق بر اساس هر منطقه و لحظه‌به‌لحظه به‌روزرسانی می‌شود. سود این بازارها به میزان «نرخ جذب[۴۱]» بستگی دارد. نرخ جذب، تفاوت بین قیمت برق فروخته‌شده توسط یک منبع و میانگین قیمت کلی برق در

[38] Baseload
[39] Mid-load
[40] Peak-load
[41] Capture Rate

یک دوره است. به‌طور ایده‌آل، قیمت برق باید در زمان اوج مصرف بالاتر باشد تا منابع تولیدکننده در آن زمان، از نرخ جذب بالاتری برخوردار شوند. خوشبختانه برای انرژی‌های تجدیدپذیر، این زمان معمولاً هم‌زمان با روزهای آفتابی (برای انرژی خورشیدی) یا ماه‌های سرد و بادخیز (برای انرژی بادی) است. اما با پیوستن منابع بیشتر انرژی تجدیدپذیر به شبکه، نرخ جذب کاهش می‌یابد. دلیل این امر آن است که وفور پنل‌های خورشیدی باعث می‌شود در روزهای آفتابی، قیمت برق بسیار پایین یا حتی منفی شود.

با در نظر گرفتن این هزینه‌ها، که توسط اداره اطلاعات انرژی آمریکا اندازه‌گیری شده است، بسیاری از انرژی‌های تجدیدپذیر کمتر رقابتی به نظر می‌رسند. هزینه تولید انرژی خورشیدی با ۲۳ دلار در هر مگاوات ساعت، از میانگین نرخ جذب ۲۰ دلار برای برق تولیدی برخوردار است. این مقدار نشان‌دهنده برتری بر منابعی مثل انرژی زمین‌گرمایی و ذخیره‌سازی باتری است. در مقابل، انرژی باد فراساحلی با نرخ جذب حدود ۳۰ دلار در مقایسه با هزینه تولید ۱۰۰ دلار در هر مگاوات ساعت، به‌هیچ‌وجه رقابتی به نظر نمی‌رسد؛ چرا که تنها بر نیروگاه‌های هسته‌ای و زغال‌سنگ برتری دارد. با افزایش هزینه‌ها به دلیل افزایش نرخ بهره و اختلال در زنجیره تأمین، دور از انتظار نیست که بسیاری از تأمین‌کنندگان انرژی بادی فراساحلی با مشکل مواجه شوند.

❖ مشکل بازارهای برق

اکثر بازارهای برق ایده‌آل نیستند و قیمت‌ها ارزش واقعی زمان و مکان را منعکس نمی‌کنند؛ به این معنی که آن‌ها نشانگر کاملی از میزان نیاز جامعه به هر مگاوات ساعت برق نیستند. به‌عنوان‌مثال در بریتانیا، از بعد زمانی، قیمت عمده‌فروشی برق به‌صورت بلوک‌های نیم‌ساعته تعیین می‌شود، اما برای کل روز فقط یک قیمت وجود دارد. همچنین از بعد مکانی درحالی‌که بیشتر ظرفیت مزارع باد خشکی در اسکاتلند قرار دارد، تقاضای عمده برق در جنوب انگلستان است و نبود ظرفیت کافی در شبکه برای انتقال برق به جنوب، منجر به خاموش شدن توربین‌های بادی اسکاتلند توسط مدیر شبکه می‌شود. این اتفاق در حالی رخ می‌دهد که نیروگاه‌های گازی در انگلستان برای جبران ناترازی فعال هستند. بدیهی است که افزایش ظرفیت شبکه برای انتقال و ذخیره‌سازی برق چنین مشکلاتی را حل خواهد کرد. اما در حال حاضر، مقایسه هزینه‌ها با نرخ جذب، توجیه خوبی از مزایای نسبی ساخت نیروگاه‌های بادی بیشتر در اسکاتلند ارائه نمی‌دهد. به عبارت بهتر می توان چنین جمعبندی کرد که هزینه‌های واقعی انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر از آن چیزی است که به نظر می‌رسد.

منبع: اکونومیست[۴۲]– ۲۱ سپتامبر ۲۰۲۳

[42] https://www.economist.com/finance-and-economics/2023/09/21/renewable-energy-has-hidden-costs

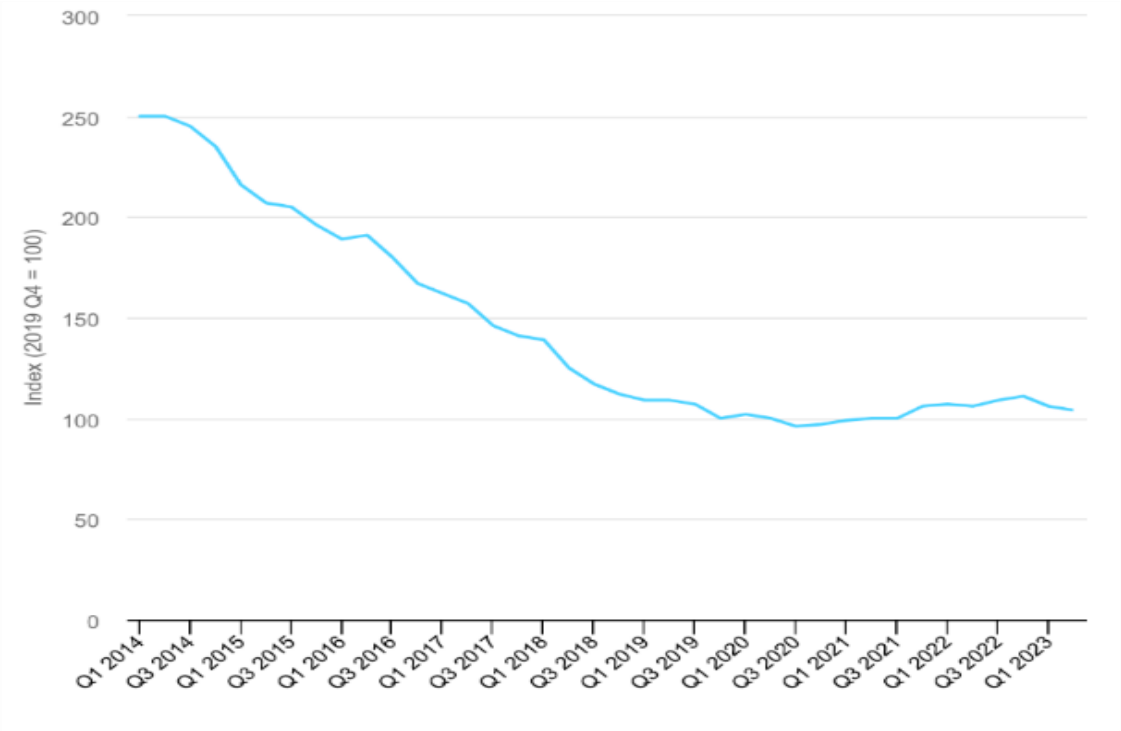
تحولات راهبردی

آژانس بین‌المللی انرژی و شاخص "قیمت تجهیزات انرژی پاک"

در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲ مجموعه‌ای از عوامل، قیمت تجهیزات انرژی پاک را افزایش دادند. هزینه نهاده‌ها، مانند مواد معدنی مورد نیاز برای ساخت این تجهیزات افزایش یافت. مشکلات لجستیکی باعث شد محموله‌ها نتوانند به‌موقع به مقصد برسند. جنگ روسیه و اوکراین در اوایل سال ۲۰۲۲، الگوهای تجارت انرژی را تغییر داد، زیرا بیشتر کشورهای جهان، و به‌ویژه اروپا، واردات از روسیه (یکی از سه تولیدکننده بزرگ نفت خام جهان) را به‌شدت کاهش دادند و همین امر، استقرار انرژی پاک را سرعت بخشید. قیمت سوخت‌های فسیلی که آیتم اصلی هزینه برای تولید و حمل‌ونقل است، افزایش یافت. اما به دلیل تسریع مستمر استقرار انرژی پاک در بسیاری از بازارها، این چالش‌ها در نیمه اول سال ۲۰۲۳ کاهش یافت و روند صعودی قیمت را معکوس کرد و با کاهش قیمت سوخت و افزایش عرضه اجزای کلیدی، تورم در سراسر جهان شروع به کاهش نمود. قیمت تجهیزات انرژی پاک، یک عامل تعیین‌کننده سرمایه‌گذاری در فناوری انرژی پاک و زیرساخت‌ها است. ازاین‌رو آژانس بین‌المللی انرژی با هدف نظارت، «شاخص قیمت تجهیزات انرژی پاک»[۴۳] را توسعه داد. این شاخص تغییرات قیمت را با توجه به سهم سرمایه‌گذاری در سبد جهانی برای ماژول‌های فتوولتائیک خورشیدی، توربین‌های بادی و باتری‌های لیتیوم یونی مورد استفاده در وسایل نقلیه الکتریکی و ذخیره انرژی، دنبال می‌کند. ارزیابی این شاخص نشان

[43] Clean Energy Equipment Price Index (CEEPI)

می‌دهد که پس از کاهش شدید و پیوسته شاخص تا پایان سال ۲۰۲۰ (کاهش ۶۰ درصدی بین اوایل سال ۲۰۱۴ یعنی زمان شروع اندازه‌گیری شاخص و سه ماهه سوم سال ۲۰۲۰ معادل میانگین ۱۳ درصد کاهش سالانه)، قیمت‌ها تا پایان سال ۲۰۲۲ به‌طور مداوم شروع به افزایش کردند. امروز، این شاخص به سطح سال ۲۰۱۹ خود بازگشته است که نشان‌دهنده کاهش فشار قیمت است.



شاخص قیمت تجهیزات انرژی پاک آژانس بین‌المللی انرژی، ۲۰۱۴-۲۰۲۳

❖ ماژول‌های فتوولتائیک خورشیدی

قیمت ماژول‌های فتوولتائیک خورشیدی، مؤثرترین جزء در این شاخص است. میانگین قیمت‌های ماژول در اواسط سال ۲۰۲۲ در مقایسه با برخی از پایین‌ترین سطوح قیمت در دو سال قبل، حدود ۳۰ درصد بالاتر بود. در دو سال گذشته فشار قابل‌توجهی مشاهده شد؛ زیرا تقاضا بسیار زیاد بود و همچنین عرضه تحت تأثیر عوامل متعددی قرار گرفت.

این فناوری در سال ۲۰۲۲، با افزایش خالص نزدیک به ۲۲۰ گیگاوات (افزایش ۳۵ درصدی نسبت به سال ۲۰۲۱) رکورد های اخیر احداث را شکست. تأخیرهای تجاری و افزایش هزینه‌های اساسی (که در سال ۲۰۲۲ با جنگ روسیه و اوکراین تشدید شد)، بر کمبود عرضه و افزایش قیمت کالاها، ازجمله اجزای اصلی ماژول مانند سیلیکون و ویفر، مؤثر بودند. انفجار

در کارخانه یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان پلی‌سیلیکون چین در سال ۲۰۲۰ نیز حدود ۱۰ درصد از عرضه جهانی را از بین برد و قیمت‌ها را درحالی‌که این کشور تحت تدابیر سخت‌گیرانه مرتبط با کووید بود، بالا برد.

اما فشار هزینه‌ها از آغاز سال ۲۰۲۳ کاهش یافته است و ظرفیت تولید پنل‌های خورشیدی جدید در حال گسترش است که ناشی از تقاضای پایدار و سیاست‌های حمایتی است. به‌عنوان‌مثال، تولیدکنندگان ترکیه اکنون بیش از ۱۰ گیگاوات ظرفیت ماژول را در اختیار دارند و ظرفیت بیشتری (هم برای ماژول‌ها و هم برای سلول‌ها) در حال آماده‌سازی است. سیاست‌های حمایتی، تولیدکنندگان اروپایی را نیز مورد تشویق قرار می دهد. قانون پیشنهادی کمیسیون اروپا برای صنعت خالص صفر[۴۴] تا سال ۲۰۳۰ تا ۴۰ درصد از نیازهای توسعه فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های پاک اروپا را هدف قرار داده است؛ با این هدف که توسط محصولات داخلی پوشش داده شوند. تولیدکنندگان غیر چینی نیز با توجه به بازار رو به رشد ایالات‌متحده (به کمک سیاست‌ها و اعتبارات مالیاتی ارائه‌شده توسط قانون کاهش تورم ایالات‌متحده) و موانع وارداتی که توسط ایالات‌متحده بر محصولات خورشیدی استان سین کیانگ چین ایجاد شده است، تشویق می‌شوند. به عنوان مثال شرکت انل (Enel) قصد دارد تولید خود را در ایتالیا از ۲۰۰ مگاوات به ۳ گیگاوات افزایش دهد و تا سال ۲۰۲۴ در حال برنامه‌ریزی یک کارخانه جدید در ایالات‌متحده است که سالانه حداقل ۳ گیگاوات ماژول و سلول فتوولتائیک دووجهی تولید کند. بااین‌حال، اکثر کارخانه‌های تولیدی موجود و برنامه‌ریزی‌شده در اروپا و ایالات‌متحده در مقایسه با چین هنوز کوچک هستند.

❖ توربین‌های بادی

میانگین قیمت توربین‌های بادی که حدود یک‌سوم شاخص را تشکیل می‌دهند نیز اخیرا کاهش یافته است. گفتنی است افزایش قیمت‌ها در میان تولیدکنندگان اروپایی متمرکز بود، زیرا تولیدکنندگان چینی به کاهش قیمت‌های خود ادامه دادند.

پس از حذف یارانه‌های انرژی باد فراساحلی در چین در سال ۲۰۲۰، تمایل سرمایه‌گذاران کاهش یافت و سازندگان توربین داخلی مجبور به کاهش قیمت‌ها شدند. درحالی‌که رقابت همچنان قوی است، افزایش سفارش‌ها به جبران قیمت‌های نزولی برای تولیدکنندگان، که بر ساخت توربین‌های بزرگ‌تر، نوآوری و کاهش هزینه‌ها تمرکز کرده‌اند، کمک کرده است. در خارج از چین، شرایط بازار در سال‌های اخیر چالش‌برانگیزتر بوده است. در میان تولیدکنندگان بزرگ اروپایی (که حدود نیمی از سهم بازار جهانی را به خود اختصاص می‌دهند)، حاشیه سود در سال‌های ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲، منفی و یا ناچیز بوده است و

[44] Net Zero Industry Act (NZIA)

درآمدها به دلیل تأخیر در زنجیره تأمین، فشارهای تورمی و زیان ناشی از جنگ روسیه و اوکراین به‌شدت آسیب دید. میانگین قیمت فروش تولیدکنندگان اروپایی در سه ماهه اول و دوم سال ۲۰۲۳ نسبتاً بدون تغییر باقی‌مانده است.

❖ باتری‌ها

قیمت باتری نیز از تورم در امان نبود. بیشترین ضربه در سال ۲۰۲۲ بر این فناوری وارد شد و البته قیمت‌ها در سال ۲۰۲۳ ثابت باقی ماند. قیمت باتری‌های لیتیوم یونی ۱۳ درصد از شاخص قیمت تجهیزات انرژی پاک را شامل می‌شوند. قیمت این باتری‌ها، علیرغم نوآوری‌ها و کاهش هزینه در بسته‌های باتری، تحت تأثیر افزایش تورم جهانی و نوسانات عمومی بازار در سال ۲۰۲۲ قرار گرفت. افزایش قابل‌توجه قیمت‌های لیتیوم و نیکل، به‌عنوان دو ماده اولیه مهم برای باتری‌های خودروهای الکتریکی، عامل مهمی در افزایش قیمت باتری بود. با افزایش قیمت مواد معدنی حیاتی طی سال‌های گذشته، این مواد سهم بیشتری از هزینه کل را به خود اختصاص دادند. به‌عنوان‌مثال، باتری‌های لیتیوم یونی از سلول‌های باتری (با مواد کاتدی) تشکیل شده‌اند که در ماژول‌های باتری درون یک پکیج باتری قرار دارند. سهم مواد کاتدی در هزینه‌های باتری در اواسط دهه گذشته کمتر از ۵ درصد بود، اما در سال ۲۰۲۱ به بیش از ۲۰ درصد و در سال ۲۰۲۲ تقریباً به ۴۰ درصد رسید. نکته قابل توجه اینکه وقتی سایر مواد موردنیاز نیز در نظر گرفته می‌شوند، سهم مواد خام بیشتر می‌شود و همین امر، اهمیت قیمت مواد معدنی را در تعریف مقرون‌به‌صرفگی و جذابیت اقتصادی فناوری‌های انرژی پاک در تولید برق نشان می‌دهد. البته سایر عوامل اقتصادی مانند هزینه حمل‌ونقل بین‌المللی یا نرخ‌های تورم، کاهش‌یافته‌اند و به کاهش فشار بر هزینه‌های تجهیزات انرژی پاک در سال ۲۰۲۳ کمک کرده‌اند. از جمله تورم در ایالات‌متحده با توجه به ارتباط دلار آمریکا در تجارت جهانی و سیستم مالی جهانی یک شاخص کلیدی است و میزان آن از ۹.۱٪ در ژوئن ۲۰۲۲ به ۳٪ ژوئن ۲۰۲۳ رسیده است و این امر اثر کاهشی قابل‌توجهی داشته است.

تغییرات در قیمت نهاده‌ها تأثیر قابل‌توجهی بر هزینه‌های سیستم‌های انرژی و درنتیجه به‌کارگیری فناوری‌های انرژی پاک دارد. دهه ۲۰۱۰، دهه نوآوری و یادگیری فن‌آوری و همچنین صرفه‌جویی بیشتر در مقیاس بود که منجر به کاهش هزینه‌های مهم در حوزه انرژی پاک، خصوصاً ماژول‌های فتوولتائیک خورشیدی و توربین‌های بادی شد. سالهای فعلی نیز می‌توانند برای فناوری‌های انرژی پاک محوری باشند و بازگشت به روند نزولی تاریخی را نشان دهند. البته ازسرگیری روند نزولی و انجام سریع آن به قیمت مواد معدنی حیاتی، تداوم رقابت شدید بین بازارها و سرعت نوآوری بستگی دارد، به‌ویژه برای فناوری‌های نسبتاً بالغ مانند ذخیره‌سازی باتری.

❖ این شاخص چیست و چگونه توسعه یافت؟

اطلاعات زیادی در مورد هزینه‌های فن‌آوری‌ها و اجزای مختلف انرژی پاک وجود دارد اما پراکنده است و هیچ معیار واحدی وجود ندارد که تصویری کامل و یکسان از ابعاد اقتصادی این فناوری‌ها ارائه دهد. آژانس بین‌المللی انرژی، شاخص "قیمت تجهیزات انرژی پاک" را برای رفع این شکاف ایجاد کرد. این شاخص می‌تواند به‌عنوان معیاری برای ارزیابی تغییرات قیمت‌ها و عدم تعادل عرضه و تقاضا در فضای رقابتی جهانی استفاده شود. همچنین می‌توان از آن برای پیش‌بینی سرمایه‌گذاری در بخش انرژی پاک استفاده کرد. این شاخص تغییرات قیمت یک سبد ثابت از محصولات تجهیزات انرژی پاک را دنبال می‌کند. وزن‌دهی فعلی این شاخص بر اساس میانگین جهانی سرمایه‌گذاری سالانه در دوره ۲۰۲۰–۲۰۲۲ است. این وزن‌ها عبارت‌اند از: ماژول‌های فتوولتائیک خورشیدی (۴۸٪)، توربین‌های بادی (۳۶٪)، باتری‌های خودروهای الکتریکی (۱۳٪) و باتری‌های مقیاس نیروگاهی[45] (۳٪). به‌منظور تعدیل اثر جهش‌های ناگهانی یا کاهش سرمایه‌گذاری که ممکن است در پاسخ به سیاست‌های خاص یا شرایط بازار رخ دهد، از میانگین بیش از سه سال استفاده شده است. برای محاسبه مقدار شاخص، قیمت سبد را در دوره جاری تخمین زده و آن را بر قیمت یک دوره پایه تقسیم و سپس در ۱۰۰ ضرب می‌کنند. قیمت‌ها اسمی هستند و مانند نحوه تنظیم شاخص‌های قیمت تولیدکننده، مالیات یا هزینه‌های حمل‌ونقل را شامل نمی‌شوند. این سبد قیمت محصولات تجهیزات انرژی پاک را بررسی می‌کند و نه مواد معدنی حیاتی که برای تولید آن‌ها استفاده می‌شود. به‌عنوان‌مثال، قیمت موادی که برای ساخت یک ماژول فتوولتائیک خورشیدی مانند سیلیکون و نقره موردنیاز هستند، بیان نمی‌شوند. به بیان بهتر، رابطه مستقیمی بین قیمت تجهیزات انرژی پاک و هزینه‌های سرمایه‌ای مواد معدنی حیاتی وجود دارد. به‌عنوان‌مثال، سرمایه‌گذاران فتوولتائیک خورشیدی معمولاً نسبت به تغییرات قیمت در ماژول‌های فتوولتائیک خورشیدی حساس‌تر از قیمت سیلیکون هستند. تولیدکنندگان تجهیزات، به‌عنوان راهی برای اطمینان از عرضه و محافظت از نوسانات قیمت در بازار نقدی، معمولاً قراردادهای مدت‌داری با تولیدکنندگان کالا منعقد می‌نمایند. تولیدکنندگان تجهیزات همچنین ممکن است در مواقعی که قیمت کالاها بالاست با کاهش قیمت‌ها، از سود خود صرف‌نظر کنند. این شاخص به‌صورت سه ماهه به‌روز می‌شود و هدف آژانس بین‌المللی انرژی افزایش تعداد محصولات پیگیری شده، بسته به در دسترس بودن داده‌ها و اهمیت نسبی تجهیزات در هزینه‌های کلی سرمایه‌گذاری انرژی است.

منبع:

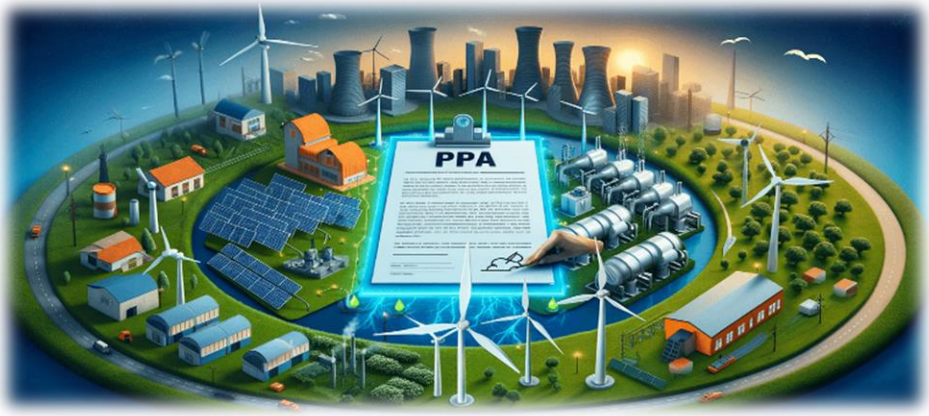
- Iea.org - A new tool to track transitions: the IEA clean energy equipment price index – 13 September 2023[46]

[45] Utility-Scale Batteries

[46] https://www.iea.org/commentaries/a-new-tool-to-track-transitions-the-iea-clean-energy-equipment-price-index

غول‌های فناوری

ارزش‌گذاری قراردادهای خرید تضمینی برق تجدیدپذیر با کیوس



قراردادهای خرید تضمینی برق[۴۷] اغلب دارای ساختارهای پیچیده‌ای با کف قیمتی، عناصر تقسیم ریسک و سازوکارهای خاص تطبیق[۴۸] هستند. این عوامل ارزش‌گذاری را دشوار می‌کنند. بنابراین، به‌منظور ارزش‌گذاری کارآمدتر، به سیستمی نیاز است که بتواند همه این عوامل را به تصویر بکشد. کیوس یک راه‌حل جامع برای ارزش‌گذاری قراردادهای خرید تضمینی برق تجدیدپذیر ارائه می‌دهد. این راه‌حل از ویژگی‌های زیر برخوردار است:

۱. مدل بنیادی بازار برق: این مدل، قیمت بلندمدت برق را پیش‌بینی می‌کند که برای قراردادهای خرید تضمینی برق با دوره‌های طولانی بسیار مهم است.

۲. شبیه‌سازی ریسک: ماژول‌های نرم‌افزاری موجود در کیوس، ریسک‌های مربوط به قیمت و میزان برق را شبیه‌سازی می‌کنند. این کار به ارزیابی درآمدهای آتی و توسعه استراتژی‌های پوشش ریسک کمک می‌کند.

[47] Power Purchase Agreements(PPA)
[48] Specific Reconciliation Mechanisms

- ۳. محاسبه نرخ جذب[۴۹]: نرخ جذب، پارامتر کلیدی در ارزش‌گذاری قراردادهای خرید تضمینی برق است. کیوس می‌تواند آن را با استفاده از داده های تاریخی، پیش‌بینی‌های قیمتی بلندمدت از مدل بازار برق و همچنین از نرخ جذب تعریف‌شده توسط کاربر در محاسبات لحاظ کند.

❖ مزایای نرم‌افزار کیوس

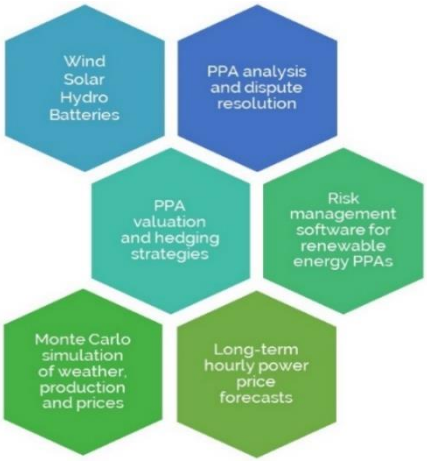
- ارزش‌گذاری معامله: کیوس ارزیابی اصلی قراردادهای خرید تضمینی برق تجدیدپذیر را برای خریدار یا فروشنده، با در نظر گرفتن عواملی مانند قیمت‌های بازار، منحنی‌های آتی و پروفایل‌های ریسک، انجام می‌دهد.
- ارزیابی ثانویه: دلیل دیگری برای استفاده از ارزش‌گذاری‌های کیوس، محک زدن ارزیابی‌های داخلی است. کیوس می‌تواند در مورد ارزیابی‌های صورت گرفته، نظر ثانویه‌ای ارائه دهد و آن را با داده‌های بازار و استانداردهای صنعت مقایسه کند.
- پشتیبانی از اختلاف: کیوس ارزیابی مستقل قراردادهای خرید برق موجود را نیز انجام می‌دهد. بسیاری از قراردادها در گذشته منعقد شده‌اند و ممکن است شامل ابهاماتی باشند که می‌تواند منجر به اختلاف بین طرفین قرارداد شود. کیوس پشتیبانی قابل‌اعتمادی را برای حل‌وفصل چنین اختلافاتی به روشی منصفانه ارائه می‌دهد.

❖ خدمات داده برای دارایی‌های انرژی تجدیدپذیر

در مدیریت انرژی و کالا، قیمت‌های بازار تقریباً برای تمامی عملکردها اساسی و مهم است. پلتفرم کیوس مجموعه متنوعی از شبیه‌سازی قیمت و بسته‌های خدماتی را ارائه می‌دهد. شبیه‌سازی‌های قیمت کیوس از قابلیت اطمینان کافی برخوردار است و تمام داده‌ها را در یک پایگاه داده مرکزی قیمت ذخیره می‌نماید. علاوه بر این، مجموعه‌ای از توابع استاندارد برای تجزیه و تحلیل بصری داده‌ها و اخذ خروجی قیمت‌ها در قالب اکسل وجود دارد. این پلتفرم همچنین شامل توابعی برای تجزیه و تحلیل اختلاف قیمت و محاسبه نوسانات و همبستگی است. تمامی خدمات داده‌ای را می‌توان برای یک یا چند بازار برق در اروپا، ترکیه و ژاپن ارائه داد. کیوس چهار گزینه در دسترس دارد:

۱. روزانه:

[49] Capture Rate



- ✓ سرویس شماره ۱: شامل قیمت‌های بازار پیش‌فروش، آتی و لحظه‌ای برق بازارهای مربوطه
- ✓ سرویس شماره ۲: شامل منحنی‌های قیمت ساعتی بر اساس بازار تا پایان سال ۲۰۲۳

۲. ماهانه:

- ✓ سرویس شماره ۳: منحنی‌های قیمت آتی ساعتی بلندمدت برای سال‌های ۲۰۲۳ تا ۲۰۳۵
- ✓ سرویس شماره ۴: ارزیابی قرارداد خرید برق و معیارهای ریسک یک دارایی تجدیدپذیر خاص

❖ مدل نرم‌افزار کیوس

مدل نرم‌افزار کیوس دارای یک پایگاه داده قیمت بازار و منحنی آتی است و از یک موتور شبیه‌سازی پیشرفته مونت‌کارلو استفاده می‌کند که برای ارزش‌گذاری تمام ویژگی‌های قرارداد خرید برق تجدیدپذیر (مانند آب‌وهوا، میزان تولید و قیمت‌ها) ایده‌آل است. همچنین ابزارهای مختلف گزارش‌دهی و مدیریت ریسک نیز به آن اضافه‌شده‌اند.

نمایی از نرم‌افزار کیوس

اساساً، سیستم مدیریت ریسک تجدیدپذیر کیوس تصویر کاملی از سبد برق با قراردادهای خرید برق انرژی تجدیدپذیر و موانع مرتبط ارائه می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، گزارش ارائه شده شامل موقعیت حجمی[۵۰]، ارزش مبتنی بر ارزش بازار[۵۱]، دارایی

[50] Volumetric Position
[51] Mark-to-Market Value

در معرض ریسک[۵۲] و سود در معرض ریسک[۵۳] خواهد بود. همه ماژول‌ها بخشی از پلتفرم تحلیلی کیوس و یک پلت فرم نرم‌افزاری مبتنی بر ابر[۵۴] هستند.

کیوس تلاش کرده تا تعادل مناسبی بین ارائه یک سیستم ثبت معاملات قدرتمند و یک راه‌حل منعطف برای کار با صفحات متعدد و گسترده برقرار کند. علاوه بر آن، مکانیزم‌های قیمت‌گذاری استاندارد قرارداد خرید برق برای کشورهای خاص و فناوری‌ها (مثل فناوری خورشیدی،بادی، باتری و برق‌آبی) در نظر گرفته شده‌اند.

در کنار آن، کیوس ویژگی منحصربه‌فردی را ارائه می‌دهد که کاربران می‌توانند ساختارهای قیمت‌گذاری خود را به سیستم اضافه کنند. برای این منظور، یک رابط برنامه‌نویسی پایتون با استفاده آسان تعبیه شده است (قابلیت شخصی‌سازی).

❖ جمع‌بندی

شرکت کیوس طیف وسیعی از خدمات مشاوره و ارزش‌گذاری قراردادهای خرید برق را در کنار سایر خدمات مشاوره مرتبط با انرژی ارائه می‌دهد. این شرکت اطلاعاتی در مورد قیمت برق حاصل از انرژی خورشیدی و بادی و آبی و ذخیره‌سازی باتری را در دسترس قرار می‌دهد.

پلتفرم این شرکت، تجزیه و تحلیل و مدیریت ریسک پروژه‌های تجدیدپذیر و قراردادهای خرید برق را تهیه می‌کند. این پلتفرم به مشتریان خود این امکان را می‌دهد تا ریسک بازار را برای یک یا چند پروژه تجزیه و تحلیل کنند. بخش مشاوره انرژی کیوس همچنین دارای تجربه در مدل‌سازی کمی و خدمات مشاوره برای بازارهای انرژی می‌باشد.

منبع:kyos.com[55]

ارزش بازار به ارزش فعلی یک اوراق بهادار یا سرمایه‌گذاری، به‌جای قیمت اولیه یا ارزش اعلام شده آن، اشاره دارد. این ارزش شرایط فعلی بازار و ریسک نگهداری اوراق بهادار یا سرمایه‌گذاری را در نظر می‌گیرد و امکان ارزیابی دقیق و واقعی‌تر را فراهم می‌کند. مفهوم ارزش مبتنی بر ارزش بازار به‌طور گسترده در امور مالی و حسابداری برای تعیین ارزش اقتصادی دارایی‌ها و بدهی‌ها استفاده می‌شود، به‌ویژه هنگامی‌که صحبت از مشتقات و اختیار معامله می شود.

[52] Value-at-risk

ارزش در معرض خطر، یک معیار اندازه‌گیری ریسک است که حداکثر زیان مورد انتظار را در یک موقعیت سرمایه‌گذاری خاص و سطح اطمینان مشخص تخمین می‌زند. هدف از محاسبه آن، هشدار به سرمایه‌گذاران در مورد حداکثر زیان بالقوه و احتمالی است که می‌تواند در آینده اتفاق بیفتد.

[53] Earnings-at-risk

[54] Cloud-based software platform

[55] https://www.kyos.jp/en/renewables/

خبر خارجی

ارزیابی هند از سیستم تلمبه-ذخیره‌ای در مقایسه با سیستم ذخیره‌سازی باتری

هزینه تراز شده[۵۶] پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای[۵۷] در هند در حدود ۴.۷ روپیه در هر کیلووات‌ساعت و سیستم ذخیره‌سازی انرژی باتری[۵۸] در حدود ۶.۶ روپیه در هر کیلووات‌ساعت است. همین امر باعث می‌شود اولی از نظر اقتصادی ارجح باشد.

سازمان ارزیابی رتبه‌ها[۵۹] در گزارش خود اعلام کرده است که یک مقایسه نسبی بین سیستم تلمبه–ذخیره‌ای و سیستم ذخیره‌سازی انرژی باتری انجام شده است. در این مقایسه این فرض لحاظ شده است که در روز ۲۰ ساعت انرژی تجدیدپذیر تأمین شود یا ضریب دسترسی[۶۰] موردنیاز بیش از ۸۰ درصد در سال باشد که می‌بایست توسط ترکیبی از مؤلفه‌های تولید انرژی تجدیدپذیر متغیر[۶۱] و همچنین ذخیره‌سازی برآورده شود.

فرض بر این است که برق سیستم ذخیره‌سازی انرژی برای ۶ ساعت در روز و انرژی‌های تجدیدپذیر متغیر برای ۱۴ ساعت باقیمانده استفاده خواهد شد. هزینه تراز شده پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای حدود ۴.۷ روپیه در هر کیلووات‌ساعت است درحالی‌که هزینه تراز شده سیستم ذخیره‌سازی انرژی باتری حدود ۶.۶ روپیه در هر کیلووات‌ساعت است. بنابراین، در حال حاضر، به‌ویژه در صورت نیاز به ذخیره‌سازی برای مدت زمان طولانی، از نگاه هزینه‌ای، رویکرد تلمبه–ذخیره‌ای ترجیح داده می‌شود.

---

[56] Levelised Cost
[57] Pumped Storage Projects (PSP)
[58] Battery Energy Storage System (BESS)
[59] Ratings Agency
[60] Capacity Utilisation Factor (CUF)
[61] Variable RE (VRE)

هم‌چنین این آژانس گزارش می‌دهد که با فرض نیاز به عرضه شبانه‌روزی[۶۲] برق‌تجدیدپذیر، هزینه پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای حدود ۴.۷۴ روپیه در هر واحد و ۶.۵۹ روپیه به ازای هر واحد سیستم ذخیره‌سازی انرژی باتری خواهد بود.

در مورد الزامات سیستم ذخیره‌سازی انرژی، پیش‌بینی شده است که با فرض چهار ساعت ذخیره‌سازی در هر گیگاوات، هند به ظرفیت ذخیره‌سازی حدود ۱۲ گیگاوات در سال ۲۰۲۴ نیاز خواهد داشت که احتمالاً این میزان تا سال ۲۰۳۰ به حدود ۷۰ گیگاوات افزایش می‌یابد.

❖ توانایی مالی

باید توجه داشت، اگر جذب بودجه به‌صورت داوطلبانه[۶۳] یا سایر مشوق‌های سرمایه برای سیستم‌های ذخیره‌سازی انرژی باتری و همچنین کاهش عوارض و مالیات بر باتری‌ها وجود داشته باشد، این توازن می‌تواند تغییر کند. علاوه بر این، رویکرد تلمبه–ذخیره‌ای با توجه به دوره طولانی ساخت‌وساز، مستعد تأخیر در زمان و افزایش هزینه است. این عامل به همراه کاهش قیمت باتری می‌تواند تعادل بین هر دو فناوری را تغییر دهد.

سابیاساچی مجومدار[۶۴]، مدیر ارشد رتبه‌بندی کاراِج[۶۵]معتقد است که ارائه چندین سیاست از سوی دولت از جمله تعهدات خرید تجدیدپذیر[۶۶] و تعهدات ذخیره انرژی[۶۷]، دستورالعمل‌هایی برای ترویج پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای و تأمین مالی داوطلبانه برای سیستم ذخیره‌سازی انرژی باتری، نشان‌دهنده جدیت دولت برای دستیابی به ظرفیت ۵۰۰ گیگاواتی سوخت غیرفسیلی تا سال ۲۰۳۰ و درعین‌حال تضمین ثبات شبکه است.

علاقه سرمایه‌گذاران به این بخش نیز همچنان پررونق است و گروه‌های بزرگ متعددی ظرفیت‌های خود را در مزایده‌های مختلف ذخیره‌سازی کسب کرده‌اند. بااین‌حال، ازنقطه‌نظر قابلیت مالی، هند راه طولانی در پیش دارد؛ زیرا اولاً سیستم ذخیره‌سازی انرژی باتری که ماهیت ماژولار دارد، به اندازه پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای مقرون‌به‌صرفه نیست و ثانیا چالش‌های ذاتی سیستم تلمبه–ذخیره‌ای از جمله وابستگی به مکان، دوره طولانی ساخت و غیره را به همراه دارد.

---

[62] Round-The-Clock (RTC)
تأمین انرژی تجدیدپذیر شبانه‌روزی بدان معناست که همیشه انرژی قابل‌استفاده تجدیدپذیر، بدون در نظر گرفتن زمان روز یا شب، در دسترس است.

[63] Voluntary gap funding (VGF)
تأمین مالی داوطلبانه زمانی است که افراد یا سازمان‌ها برای حمایت از چیزی که به آن اعتقاد دارند، هزینه می‌کنند. «شکاف» به این معنی است که یک قسمت گم‌شده یا نیاز به کمک وجود دارد. بنابراین، زمانی که پول یا منابع کافی برای انجام یک کار مهم وجود ندارد، VGFوارد بازی می شود. این کار راهی برای حمایت از امور مهم و ایجاد تغییرات مثبت در زمان کمبود منابع است.

[64] Sabyasachi Majumdar
[65] CareEdge
[66] Renewable Purchase Obligation (RPO)
[67] Energy Storage Obligation (ESO)

❖ مقایسه پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای و سیستم ذخیره‌سازی انرژی باتری

بر اساس گزارش کاراِج، سیستم‌های ذخیره انرژی باتری در مقایسه با پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای نیاز به زمین کمتری داشته و به ویژگی‌های محل پروژه وابسته نیستند. همچنین می‌توان از آن‌ها برای تولید پراکنده استفاده کرد. بااین‌حال، باتری‌ها با چالش‌های مربوط به دفع مواد روبرو هستند، اما پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای جایگزینی پایدار و بسیار پاک‌تر را ارائه می‌دهند.

از طرف دیگر پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای عمر پروژه طولانی‌تری دارند و در سراسر جهان به عنوان یک فناوری شناخته‌شده پذیرفته‌شده‌اند. همچنین از نظر هزینه مقرون‌به‌صرفه‌تر هستند. بااین‌حال، این پروژه‌ها با توجه به دوره طولانی ساخت و مواجهه با قیمت‌های متغیر کالا، به‌طورمعمول شاهد افزایش هزینه‌ها هستند. علاوه بر این، پروژه‌های تلمبه–ذخیره‌ای به دلیل نیاز به قطعاتِ زمین متصل برای راه‌اندازی، با چالش‌های مربوط به بازسازی و جابجایی ساکنان نیز مواجه هستند.

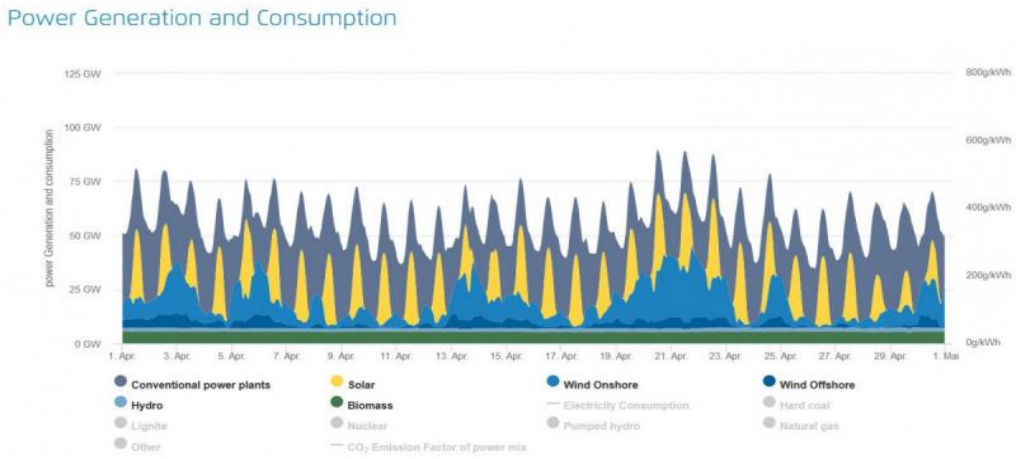
منبع:

- thehindubusinessline.com - Pumped storage more cost effective compared to BESS: CareEdge – 20 February 2024[68]

[68] https://www.thehindubusinessline.com/economy/pumped-storage-more-cost-effective-compared-to-bess-careedge/article67867757.ece

خبر خارجی

هزینه های پوشش شکاف‌های عرضه، مانع کاهش قیمت برق تجدیدپذیر آلمان



به گفته ورونیکا گریم[۶۹]، مشاور دولت آلمان، علیرغم ادعاهای مکرر مبنی بر اینکه گذار کامل به انرژی تجدیدپذیر باعث ارزان‌تر شدن برق می شود، اما کاهش قیمت برق در آینده نزدیک در آلمان دور از انتظار است. میانگین هزینه‌های تراز شده تولید از انرژی بادی، فتولتائیک خورشیدی و سایر فناوری‌های تجدیدپذیر به‌طور مداوم در سال‌های اخیر کاهش یافته است؛ اما عواملی مانند تأمین متناوب انرژی در زمان کمبود باد و نور خورشید به این معنی است که حفظ یک سیستم انرژی قابل‌اعتماد، ارزان‌تر از ساختار فعلی نخواهد بود.

به گفته گریم، هزینه‌های تراز شده تولید[۷۰]، مبنای مناسبی برای تخمین هزینه‌های برق آتی نیست؛ زیرا تولید انرژی در برخی دوره‌ها به‌سادگی امکان‌پذیر نخواهد بود. در چنین مواقعی، تأسیسات ذخیره‌سازی باتری در مقیاس بزرگ یا نیروگاه‌های گازی باید جایگزین انرژی‌های تجدیدپذیر شوند و به افزایش «هزینه‌های ترازشده پوشش بار»[۷۱] کمک کنند، که این امر محاسبات را تا حدی تغییر می‌دهد. به همین دلیل به نظر می‌رسد هزینه‌های برق در دهه آینده کاهش نمی‌یابد. بسیاری از مشتریان، مصرف برق خود را بر اساس میزان در دسترس بودن نور خورشید یا باد انعطاف‌پذیر نخواهند کرد، بلکه تقاضای خود را ثابت نگه می‌دارند. درحالی‌که هزینه های تولید برق بادی در سال ۲۰۲۱ حدود ۵.۴۹ سنت به ازای هر

[69] Veronika Grimm
[70] Levelised Generation Costs
[71] Levelised Costs of Load Coverage

کیلووات ساعت و برای انرژی خورشیدی ۴.۰۷ سنت به ازای هر کیلووات ساعت بود، کل هزینه‌های تأمین به دلیل نیازهای اضافی تولید برق، بسته به مکان، حداقل ۶.۴۹ سنت به ازای هر کیلووات ساعت یا حتی بیش از ۷ سنت به ازای هر کیلووات ساعت بوده است. بنابراین کارشناسان استدلال می‌کنند که هزینه های تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، به احتمال زیاد، در سال‌های آینده کاهش بیشتری خواهد یافت؛ اما بااین‌وجود، پوشش تقاضا ارزان‌تر نخواهد شد. گریم گفت: «هزینه های پوشش شکاف عرضه همچنان بسیار بالا خواهد بود.»

قیمت بالای انرژی برای خانوارها و شرکت‌ها در آلمان بخش مهمی از بحث گذار انرژی بوده است. درحالی‌که بسیاری از شرکت‌های پرمصرف انرژی از نرخ‌های پایین‌تر برق برای تضمین تولید رقابتی برخوردار هستند، مشاغل کوچک‌تر و خانوارها در آلمان بالاترین قیمت‌ها را در اروپا می‌پردازند. بااین‌حال، به‌طور گسترده اعتقاد بر این است که ظرفیت بیشتر ذخیره‌سازی و انرژی‌های تجدیدپذیر، و همچنین مدیریت بهتر تقاضا، ارتقا بهره‌وری و زیرساخت‌های انتقال برق، هزینه‌های برق را کاهش می‌دهند.

تحلیلها نشان داده‌اند که این کشور «گنجینه‌ای عظیم از ظرفیت استفاده‌نشده برای اتصال انرژی‌های تجدیدپذیر به شبکه» در اختیار دارد و با اتصال دستگاه‌های تولید انرژی، ذخیره‌سازی و همبستگیِ بخشی[۷۲]، استفاده و به‌صرفه بودن هزینه بسیاری از اتصالات شبکه به‌شدت بهبود می‌یابد.

منبع:

- .cleanenergywire.org - Renewables will not reduce German electricity prices throughout next decade – govt advisor – 11 April 2024[73]

[72] Sectoral Coupling

انتقال الکتریسیته پاک به بخش‌های دیگر، به عنوان «همبستگیِ بخشی» نامیده می‌شود. به‌بیان‌دیگر، به ایده اتصال (ادغام) بخش‌های مصرف‌کننده انرژی(ساختمان‌ها (گرمایش و سرمایش)، حمل‌ونقل و صنعت) با بخش تولید برق اشاره دارد.

[73] https://www.cleanenergywire.org/news/renewables-will-not-reduce-german-electricity-prices-throughout-next-decade-govt-advisor

خبر خارجی

افزایش حداکثر نرخ مناقصه انرژی‌های تجدیدپذیر آلمان در سال ۲۰۲۴

آژانس شبکه فدرال آلمان[۷۴] حداکثر مقادیر مناقصه انرژی‌های تجدیدپذیر برنامه‌ریزی‌شده برای سال ۲۰۲۴ را با هدف افزایش بهره‌برداری از نیروگاه‌های جدید، منتشر کرده است. حداکثر نرخ ۷.۳۵ سنت یورو در کیلووات ساعت برای مزارع انرژی بادی در خشکی، ۷.۳۷ سنت یورو در کیلووات ساعت برای تأسیسات خورشیدی روی زمین و ۱۰.۵۰ سنت یورو در کیلووات ساعت برای تأسیسات خورشیدی روی پشت‌بام تعیین شده است. این اقدام به عنوان پاسخی به افزایش هزینه‌های ساخت، بهره‌برداری و تأمین مالی نیروگاه‌ها از زمان آخرین ماده قانونی است. حداکثر نرخ‌های قبلی ۵.۸۸ سنت یورو در کیلووات ساعت برای مزارع انرژی بادی در خشکی، ۵.۹۰ سنت یورو در کیلووات ساعت برای سیستم‌های خورشیدی روی زمین و ۸.۹۱ سنت یورو در هر کیلووات ساعت برای سیستم‌های خورشیدی روی پشت‌بام تعیین شده بود. به گفته این آژانس، تعیین حداکثر سطوح برای مناقصات زیست‌توده، بیومتان و بخش نوآوری نیز در آینده مورد بررسی قرار خواهد گرفت. تا پایان سال ۲۰۲۲، آلمان ۵۷۸ تراوات ساعت برق تولید کرد. این میزان تولید، هنوز به‌شدت وابسته به منابع حرارتی است. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۲ به ۴۶ درصد رسید که ۲۲ درصد آن مربوط به انرژی بادی و ۱۱ درصد مربوط به انرژی خورشیدی بود.

منبع:

- enerdata.net - Germany increases maximum rates for renewable energy tenders in 2024 - 15 DECEMBER 2023[75]

[74] German Federal Network Agency (Bundesnetzagentur, BNetzA)

[75] https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/germany-increases-maximum-rates-renewable-energy-tenders-2024.html

خبر داخلی

نخستین نیروگاه بادی خراسان جنوبی در انتظار بهره‌برداری

به گزارش ایرنا، خراسان جنوبی از جمله استان‌هایی است که افزون بر داشتن بیش از ۳۰۰ روز آفتابی و قابلیت استفاده از این انرژی پاک، در معرض وزش بادهای فصلی به‌ویژه بادهای ۱۲۰ روزه قرار دارد که اخیراً از ۱۲۰ روز به ۱۷۰ روز هم رسیده است. علاوه بر تابش ۳۰۰ روزه خورشید در پهنه کویر، خراسان جنوبی دارای دالان‌های بادی مناسب برای ایجاد نیروگاه است و شرایط مستعد اجرای طرح‌های انرژی‌های تجدیدپذیر را دارد؛ به‌عنوان‌مثال با وجود دالان بادی در مناطق مختلف شهرستان‌های مرزی درمیان، نهبندان و سربیشه، "آفریز قاینات" و "کجه و چهنوی فردوس" این مناطق بهترین ظرفیت برای اجرای طرح نیروگاه‌های بادی به شمار می‌رود. بر اساس تحقیقات به‌عمل‌آمده، میانگین سرعت باد برای به‌صرفه بودن تبدیل انرژی باد به برق حدود ۲۳ کیلومتر در ساعت اعلام‌شده درحالی‌که سرعت باد در برخی مناطق خراسان جنوبی نزدیک به ۳۳ کیلومتر در ساعت به عنوان بهترین شاخص است.

منطقه مرزی دُرُح یکی از بزرگ‌ترین حوزه‌های بادخیز خراسان جنوبی است که با کشور افغانستان هم‌مرز بوده و تحت تاثیر بادهای ۱۲۰ روزه سیستان قرار دارد که سبب می‌شود در بیشتر روزهای سال در این منطقه وزش باد را داشته باشیم. با توجه به این ظرفیت، مسئولان با جذب سرمایه‌گذار بر آن شدند که با استفاده از این انرژی پاک و نصب توربین‌های بادی به تأمین برق منطقه و حتی صادرات برق مازاد به کشور افغانستان بپردازند. لذا خرداد سال ۱۳۹۹ عملیات اجرایی نیروگاه بادی درح با ظرفیت ۵۰ مگاوات در شهرستان سربیشه آغاز شد. این نیروگاه شامل ۲۰ واحد توربین ۲.۵ مگاواتی است که ساخت آن با سرمایه‌گذاری اولیه بیش از ۶۰ میلیون یورو آغاز شد و ۷۰ درصد این مشارکت از سوی شرکت مپنا و ۳۰ درصد توسط شرکت تأمین آتیه کارکنان صنعت برق خراسان تأمین می‌شود. میزان اشتغال در دوران ساخت نیروگاه بادی درح ۶۶۵۰ نفر روز و پس از بهره‌برداری ۲۵ نفر به‌صورت مستمر اعلام شده است.

اولین توربین بادی با گذشت ۲ سال و نیم از آغاز عملیات اجرایی در مهر سال ۱۴۰۱ نصب شد و به‌رغم نبود حمایت تسهیلاتی از سرمایه‌گذار اکنون روند اجرای این طرح با نصب چهار توربین با ظرفیت ۱۰ مگاوات به پیشرفت ۸۵ درصدی

رسیده است. این طرح که چهار سال قبل کلنگ زنی آن آغاز شد و قرار بود ۲۲ ماه پس از آغاز عملیات اجرایی به بهره‌برداری برسد، به دلیل نبود نقدینگی لازم ناشی از نوسانات ارزی، روند اجرای آن در این سال‌ها به‌کندی پیش رفت. اکنون به گفته سرمایه‌گذار در صورت تخصیص پنج میلیون یورو معادل سه هزار میلیارد ریال تسهیلات، فاز نخست نیروگاه بادی درح در نیمه نخست سال جاری و در فصل وزش بادهای ۱۲۰ روزه وارد مدار خواهد شد. همچنین بنا بر اعلام استاندار خراسان جنوبی بر اساس برنامه‌ریزی‌های صورت گرفته، فاز نخست نیروگاه بادی درح در آینده نزدیک به بهره‌برداری می‌رسد.

استاندار خراسان جنوبی به پیشینه کار در محل اجرای نیروگاه بادی درح اشاره کرد و گفت: به جهت اهمیت فعالیت این نیروگاه در استان، اجرای این پروژه باید شتاب بگیرد. وی با اشاره به موارد مطرح‌شده از سوی سرمایه‌گذاران در این جلسه و درخواست دریافت تسهیلات از صندوق توسعه ملی ادامه داد: این درخواست با دید مثبت با محوریت معاونت اقتصادی استانداری پیگیری می‌شود. قناعت به پیشرفت فیزیکی ۸۵ درصدی فاز اول پروژه اشاره کرد و گفت: روند اجرای کار برای ۱۵ درصد باقیمانده فاز اول شتاب بگیرد تا این مرحله وارد مدار بهره‌برداری شود.

اما مدیرعامل شرکت انرژی‌های تجدیدپذیر خراسان درباره دلایل کندی اجرای طرح به خبرنگار ایرنا گفت: پیشرفت فاز نخست نیروگاه بادی «دُرح» شهرستان سربیشه در مجموع به‌رغم نبود حمایت مالی به ۸۵ درصد رسید. محمدعلی ضامن افزود: تلاش ما این است که در صورت حمایت مسئولان در تأمین پنج میلیون یورو معادن سه هزار میلیارد ریال تسهیلات موردنیاز فاز نخست در قالب چهار توربین نیمه نخست امسال به بهره‌برداری برسد، با توجه به فصل وزش بادهای ۱۲۰ روزه انتظار داریم که مسئولان استانی از ما حمایت کنند تا حداکثر بهره‌برداری را از آن داشته باشیم. وی مهم‌ترین مشکل پیش‌رو را کمبود نقدینگی بیان کرد و گفت: تاکنون تسهیلاتی از استان برای اجرای این طرح پرداخت نشده و از محل صندوق توسعه ملی هم درخواست تسهیلات برای تسریع در اجرا را داشته‌ایم که تاکنون مبلغی پرداخت نشده است. مدیرعامل شرکت انرژی‌های تجدیدپذیر خراسان با اشاره به نیاز ۱۲ میلیون یورویی برای تکمیل فاز نخست نیروگاه گفت: تاکنون هفت میلیون یورو در اجرای این طرح هزینه کردیم و برای تکمیل آن به پنج میلیون یورو دیگر نیاز است. وی اظهار کرد: به دلیل نوسانات نرخ ارز در چند سال اخیر، روند اجرای طرح کند شد و اکنون توجیه اقتصادی آن کاهش یافته و برای افزایش توجیه اقتصادی باید قیمت خرید انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش یابد. ضامن تصریح کرد: در صورت حمایت استان و راه‌اندازی اولین توربین‌های بادی در استان، مشوقی برای حضور سایر سرمایه‌گذاران برای سرمایه‌گذاری در این بخش خواهد بود.

منبع:ایرنا — ۱۴ اردیبهشت ۱۴۰۳

خبر داخلی

بهره‌برداری از اولین مزرعه خورشیدی حمایتی متمرکز کشور با مشارکت بانوان در استان اصفهان

اولین مزرعه خورشیدی حمایتی متمرکز کشور با ظرفیت ۲۱۵ کیلووات در روستای پنداس کاشان، با حضور مدیرعامل بنیاد برکت، مدیر کل دفتر سامانه‌های مقیاس کوچک ساتبا و مسئولین استان و شهرستان، به بهره‌برداری رسید. به گزارش ساتبا، این مزرعه خورشیدی با مشارکت بیش از ۴۰ نفر از بانوان پنداسی و با حمایت بنیاد برکت ستاد اجرایی فرمان حضرت امام خمینی (ره)، شرکت توزیع برق استان اصفهان و همکاری مدیریت برق کاشان، ۲۳ فروردین ۱۴۰۳ به بهره‌برداری رسید و در پی آن علاوه بر تولید برق، سالانه ۱۵ میلیارد ریال برای این روستا درآمدزایی و اشتغال‌زایی به همراه خواهد داشت.

محمد ترکمانه، مدیرعامل بنیاد برکت ستاد اجرایی فرمان حضرت امام خمینی (ره) در آیین افتتاح اولین مزرعه خورشیدی حمایتی متمرکز کشور در روستای پنداس کاشان از اقدامات وزارت نیرو و ساتبا برای خرید تضمینی برق و تأمین منابع مالی پایدار برای خانواده‌های روستایی تقدیر کرد.

آقای دکتر جعفر محمد نژاد، مدیر کل دفتر سامانه‌های مقیاس کوچک ساتبا نیز در آئین بهره‌برداری از این مجتمع گفت: احداث این مجتمع در راستای تحقق شعار سال «جهش تولید، با مشارکت مردم» و با هدف توانمندسازی بانوان روستایی و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر صورت گرفته است. وی افزود: شهرستان کاشان در استان اصفهان از شهرستان‌های پیشرو در ساخت نیروگاه‌های تجدیدپذیر بوده است و پنداس، اولین روستایی است که نیروگاه متمرکز خورشیدی را راه‌اندازی کرده است، بنابراین می‌تواند به عنوان الگویی برای سایر استان‌ها مدنظر قرار گیرد. محمدنژاد با تقدیر از بنیاد برکت برای تأمین مالی از نیروگاه‌های حمایتی خانواده‌های تحت پوشش خاطرنشان کرد: بنیاد برکت در کنار سایر نهادهای حمایتی می‌تواند به‌سرعت پروژه ساخت ۵۵۰ هزار سامانه خورشیدی در کشور کمک کند. وی ادامه داد: ساتبا آمادگی لازم برای احداث حداقل ۴۵ هزار سامانه خورشیدی ۵ کیلوواتی در کشور را فراهم کرده و اقدامات لازم برای شناسایی و ثبت‌نام خانواده‌های حمایتی با همکاری شرکت‌های توزیع برق در سراسر کشور انجام شده است که با حمایت نهادهای حمایتی و همکاری بانک‌ها امیدواریم ظرف ۶ ماه آینده، این تعداد نیروگاه به شبکه سراسری متصل شوند.

آقای دکتر محمد شریف زارعی، فرماندار کاشان نیز در این مراسم گفت: در سال اول اجرای این طرح ۱.۵ میلیارد تومان آورده برای این روستا خواهد داشت و در طول چهار سال آینده بازپرداخت تسهیلات انجام خواهد شد و از سال پنجم به بعد نیز درآمد حاصل از نیروگاه خورشیدی برای خود مردم خواهد بود.

لازم به ذکر است، ساخت اولین نیروگاه متمرکز حمایتی کشور با مشارکت بانوان روستای پنداس شهرستان کاشان طی هفته دولت سال گذشته با حضور مسئولان شهرستان آغاز شد و حال به مرحله بهره‌برداری رسیده است. این مزرعه خورشیدی در زمینی به مساحت ۵۰۰۰ مترمربع ساخته شده است. این نیروگاه ۲۱۵ کیلوواتی با استفاده از تسهیلات بنیاد برکت در قالب طرح آسمان و با کسب مجوز از ساتبا اجرا شده است.

منبع: ساتبا – ۲۳ فروردین ۱۴۰۳

پروندهٔ تخصصی

انرژی‌های تجدیدپذیر

شماره ۱۱ – اردیبهشت ۱۴۰۳