

خلاصه گزارش میان دوره ای برق

جولای ۲۰۲۴



فهرست

۳.....	مقدمه
۴.....	خلاصه مدیریتی
۹.....	رشد جهانی تقاضای برق
۱۵.....	عرضه برق؛ افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به زغال سنگ
۱۸.....	انتشار گازهای گلخانه‌ای از تولید برق
۲۰.....	قیمت‌های عمده‌فروشی برق

مقدمه

علیرغم تأثیرات ماندگار بحران جهانی انرژی، رشد تقاضای برق در نیمه اول سال ۲۰۲۴ به دلیل رونق اقتصادی در بسیاری از مناطق، موج‌های گرمای شدید و ادامه روند برق‌رسانی باقی‌مانده است. این به‌روزرسانی میان‌سالی که در ادامه گزارش "برق ۲۰۲۴" منتشر شده در ژانویه است، به بررسی این روندها و تأثیرات آن‌ها برای سال ۲۰۲۵ می‌پردازد. این گزارش شامل جدیدترین داده‌ها برای سال ۲۰۲۳ و پیش‌بینی‌های جدید برای سال‌های ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵ با موضوع تقاضای جهانی برق، تأمین برق بر اساس نوع سوخت و انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) از بخش برق است. همچنین آخرین تحولات در بازارهای بزرگ از جمله چین، ایالات متحده، اتحادیه اروپا و هند را تحلیل می‌کند. این گزارش شامل یک تمرکز ویژه بر روند تقاضای برق در اروپا و عوامل محرک آن است، همچنین به تحولات اخیر مرتبط با بخش مراکز داده جهانی و مصرف برق آن‌ها می‌پردازد. علاوه بر این، این به‌روزرسانی تحلیلی جامع از افزایش قیمت‌های منفی برق در بازارهای مختلف برق در سراسر جهان ارائه می‌دهد.

خلاصه مدیریتی

در سال‌های ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵، تقاضای برق جهانی با سریع‌ترین سرعت از زمان بهبود پساکرونايي خود رشد خواهد کرد.

در دوره پیش‌بینی ۲۰۲۴-۲۰۲۵ این گزارش، انتظار می‌رود مصرف جهانی برق با سریع‌ترین سرعت در سال‌های اخیر افزایش یابد، که ناشی از رونق اقتصادی، موج‌های گرمای شدید و ادامه روند برق‌رسانی در سراسر جهان است. به استثنای بازگشت‌های شدید در سال ۲۰۱۰ پس از بحران مالی جهانی و در سال ۲۰۲۱ پس از سقوط تقاضا ناشی از کووید، رشد ۴ درصدی پیش‌بینی‌شده برای سال ۲۰۲۴ بالاترین میزان از سال ۲۰۰۷ است. این رشد به دلیل رشد تقاضای برق در مناطق و کشورهای متعدد، به ویژه در جمهوری خلق چین، هند و ایالات متحده هدایت می‌شود. انتظار داریم این روند تقاضا در سال ۲۰۲۵ ادامه یابد و رشد نیز به ۴ درصد برسد. در هر دو سال ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵، افزایش استفاده از برق در جهان به طور قابل توجهی بالاتر از رشد GDP جهانی که ۳٫۲ درصد است، پیش‌بینی می‌شود. در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳، تقاضای برق کندتر از GDP رشد کرد.

پیش‌بینی می‌شود تقاضای برق در چین در سال ۲۰۲۴ به میزان ۶٫۵ درصد افزایش یابد، که مشابه نرخ متوسط آن بین سال‌های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۹ است. این رشد سالانه همچنان قوی نشان‌دهنده رشد آرام از ۷ درصد در سال ۲۰۲۳ است، که ناشی از بازسازی در حال انجام اقتصاد چین است. انتظار می‌رود مصرف برق در سال‌های ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵ توسط فعالیت‌های قوی در صنایع خدماتی و بخش‌های مختلف صنعتی هدایت شود، از جمله افزایش سریع تولید PV خورشیدی، خودروهای برقی (EV) و باتری و پردازش مواد مرتبط که به شدت برق‌بر است. گسترش مداوم شبکه‌های ۵G و مراکز داده و همچنین پذیرش قوی EV در بازار داخلی نیز عوامل مؤثر هستند. در سه سال گذشته، چین به طور متوسط تقاضای برقی معادل با آلمان را هر سال اضافه کرده و انتظار می‌رود این روند تا سال ۲۰۲۵ با رشد پیش‌بینی‌شده ۶٫۲ درصد ادامه یابد.

هند، سریع‌ترین اقتصاد در حال رشد بزرگ جهان، پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۲۴ افزایش ۸ درصدی در مصرف برق داشته باشد، که با رشد سریع آن در سال ۲۰۲۳ مطابقت دارد. این امر توسط رشد قوی GDP و افزایش تقاضای خنک‌کننده به دلیل موج‌های گرمای طولانی و شدید پشتیبانی می‌شود. در نیمه اول سال ۲۰۲۴، کشور با موج‌های گرمای بی‌سابقه‌ای روبرو شد که بار اوج به یک سطح جدید رسید و فشار فوق‌العاده‌ای بر سیستم‌های برق وارد کرد. با فرض بازگشت به شرایط آب و هوایی متوسط، انتظار داریم رشد تقاضای برق در هند در سال ۲۰۲۵ به طور متوسط به ۶٫۸ درصد کاهش یابد.

تقاضای برق در ایالات متحده در سال ۲۰۲۴ به طور قابل توجهی بازخواهد گشت و سال به سال ۳ درصد افزایش خواهد یافت. نرخ رشد قوی‌تر به دلیل مقایسه با سال ۲۰۲۳ است که در آن تقاضا به دلیل هوای معتدل ۱٫۶ درصد کاهش یافت. مصرف برق توسط چشم‌انداز اقتصادی بهبود یافته و همچنین افزایش تقاضا برای تهویه مطبوع در میان موج‌های گرمای شدید و گسترش مراکز داده افزایش یافته است. پیش‌بینی می‌شود تقاضا در سال ۲۰۲۵ به میزان ۱٫۹ درصد افزایش یابد.

انتظار می‌رود تقاضای برق در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۴ به میزان ۱٫۷ درصد افزایش یابد، زیرا مشکلات اقتصادی کاهش می‌یابد، اما عدم اطمینان درباره سرعت رشد باقی می‌ماند. مصرف برق اتحادیه اروپا در دو سال گذشته کاهش یافته بود و کاهش تولید در صنایع انرژی بر یک عامل مهم بود. نشانه‌هایی از بهبود در تقاضای برق اتحادیه اروپا از سه‌ماهه چهارم سال ۲۰۲۳ پدیدار شد. رشد در نیمه اول سال ۲۰۲۴ با تثبیت قیمت‌های انرژی و بازگشایی صنایع مختلف که قبلاً عملیات خود را کاهش داده بودند، بیشتر شد. با این حال، در حالی که قیمت‌های انرژی از اوج قبلی خود پایین آمده‌اند، هنوز هم در مقایسه با سطح قبل از کووید بالا هستند. این موضوع، همراه با چشم‌انداز کلان اقتصادی نسبتاً کُند، همچنان بر برخی صنایع تأثیر می‌گذارد و عدم اطمینان در مورد سرعت بهبود تقاضا را افزایش می‌دهد.

رشد هوش مصنوعی (AI) مصرف برق مراکز داده را در کانون توجه قرار داده است و ارزیابی بهتر آن‌ها بیش از پیش اهمیت یافته است. در بسیاری از مناطق، تخمین‌های تاریخی مصرف برق مراکز داده با کمبود داده‌های قابل اعتماد مواجه است. در عین حال، پیش‌بینی‌های آینده شامل طیف وسیعی از عدم اطمینان‌ها در مورد سرعت گسترش، کاربردهای متنوع و در حال گسترش AI و پتانسیل بهبود کارایی انرژی است. گسترش و بهبود جمع‌آوری داده‌های تقاضای برق از این بخش برای شناسایی صحیح تحولات گذشته و درک بهتر روندهای آینده ضروری خواهد بود. آژانس بین‌المللی انرژی (IEA) در مطالعه ارتباط بین بخش انرژی و دیجیتالی شدن پیشگام بوده است. برای ارائه بینش بیشتر در این موضوع، IEA در دسامبر ۲۰۲۴ کنفرانس جهانی انرژی و AI را میزبانی خواهد کرد و دولت‌ها، صنعت، پژوهشگران و سایر ذینفعان را گرد هم خواهد آورد.

موج‌های گرما همچنان سیستم‌های برق را در سراسر جهان تحت فشار قرار می‌دهند

بسیاری از مناطق در نیمه اول سال ۲۰۲۴ با موج‌های گرمای شدید دست و پنجه نرم کردند که منجر به افزایش تقاضای برق و فشار بر شبکه‌های برق شد. ماه می ۲۰۲۴ گرم‌ترین ماه از زمان آغاز ثبت رکوردهای جهانی بود و دوازدهمین ماه متوالی با دمای بی‌سابقه بود. هند، مکزیک، پاکستان، ایالات متحده، ویتنام و بسیاری از کشورهای دیگر با موج‌های گرمای شدید مواجه شدند که به دلیل نیاز فزاینده به کولر، بار پیک را افزایش داد.

با افزایش خرید دستگاه‌های تهویه مطبوع (AC) توسط خانوارها، تأثیر این امر به‌ویژه در اقتصادهای نوظهور که نسبت خانوارهای دارای AC در آن‌ها در مقایسه با اقتصادهای پیشرفته با اقلیم مشابه بسیار کمتر است، به طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت. اجرای استانداردهای کارایی بالاتر برای تهویه مطبوع برای کاهش تأثیر افزایش تقاضای خنک‌کننده بر سیستم‌های برق حیاتی خواهد بود. گسترش و تقویت شبکه‌های برق نیز برای اطمینان از قابلیت اطمینان بسیار مهم خواهد بود.

منابع انرژی پاک تا سال ۲۰۲۵ رکوردهای جدیدی را ثبت خواهند کرد

علیرغم افزایش شدید استفاده از برق، پیش‌بینی می‌شود که تنها انرژی خورشیدی (PV) حدود نیمی از رشد تقاضای برق جهانی تا سال ۲۰۲۵ را تأمین کند. همراه با تولید برق از انرژی بادی، این دو منبع تقریباً ۷۵ درصد از افزایش را تشکیل خواهند داد.

تولید برق جهانی از انرژی خورشیدی و بادی انتظار می‌رود که در سال ۲۰۲۴ از تولید برق آبی پیشی بگیرد. این اتفاق پس از افزایش سالانه ۳۳ درصدی در تولید جهانی انرژی خورشیدی و رشد پایدار ۱۰ درصدی در تولید انرژی بادی رخ می‌دهد. گذار انرژی جهانی قرار است تا سال ۲۰۲۵ به یک نقطه عطف مهم دیگر دست یابد، به طوری که کل تولید برق تجدیدپذیر از تولید برق زغال‌سنگی پیشی بگیرد. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین برق جهانی به ۳۰ درصد در سال ۲۰۲۳ افزایش یافته و پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۲۵ به ۳۵ درصد برسد.

در اتحادیه اروپا، تولید برق از انرژی بادی و خورشیدی در سال ۲۰۲۴ از تولید برق با سوخت فسیلی پیشی خواهد گرفت. سهم ترکیبی انرژی بادی و خورشیدی در تأمین برق کل از ۲۶ درصد در سال ۲۰۲۳ به ۳۰ درصد در سال ۲۰۲۴ و به ۳۳ درصد در سال ۲۰۲۵ افزایش خواهد یافت. عامل اصلی این رشد، افزایش سریع تولید انرژی خورشیدی است که به دلیل کاهش قیمت ماژول‌های خورشیدی و تقویت حمایت سیاستی به وجود آمده است. سهم کل انرژی‌های تجدیدپذیر در کل تولید پیش‌بینی می‌شود که در سال ۲۰۲۴ به ۵۰ درصد برسد.

تولید جهانی برق هسته‌ای در مسیر رسیدن به یک رکورد جدید در سال ۲۰۲۵ است و از رکورد قبلی خود در سال ۲۰۲۱ فراتر خواهد رفت. پیش‌بینی می‌شود که تولید برق هسته‌ای در سطح جهانی ۱۶ درصد در سال ۲۰۲۴ و ۳٫۵ درصد در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد. این رشد با افزایش پایدار در تولید نیروی هسته‌ای فرانسه پس از اتمام کارهای تعمیر و نگهداری، راه‌اندازی مجدد رآکتورها در ژاپن و ورود رآکتورهای جدید در بازارهای مختلف از جمله چین، هند، کره و اروپا پشتیبانی می‌شود.

انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش برق در حال تثبیت است، با افزایش جزئی در سال ۲۰۲۴ و سپس کاهش در سال ۲۰۲۵

تولید برق با سوخت زغال سنگ در سال ۲۰۲۴ به دلیل رشد قوی تقاضای برق مقاوم باقی خواهد ماند، که مانع کاهش انتشار CO_2 در بخش برق جهانی می‌شود. علیرغم رشد سریع انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش سریع مصرف برق، به‌ویژه در چین و هند، منجر به استفاده بیشتر از تولید برق با سوخت زغال سنگ برای تأمین تقاضا می‌شود. انتظار می‌رود تولید جهانی برق با سوخت زغال سنگ در سال ۲۰۲۴ کمتر از ۱ درصد افزایش یابد، اما این امر به شدت به روندهای تولید برق آبی، به ویژه در چین، وابسته است. تولید برق آبی چین در نیمه اول سال ۲۰۲۴ از سطح پایین سال ۲۰۲۳ به شدت بهبود یافت و بهبود بیشتر در روندهای برق آبی در نیمه دوم سال می‌تواند تولید برق با سوخت زغال سنگ را کاهش داده و انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش برق جهانی را کاهش دهد. انتظار می‌رود تولید جهانی برق با سوخت گاز طبیعی به طور متوسط در دوره ۲۰۲۴-۲۰۲۵ حدود ۱ درصد افزایش یابد. کاهش‌های قابل توجه در اروپا قرار است با افزایش‌ها در آسیا، در میان واردات فزاینده LNG، و در خاورمیانه که به دلیل تغییر از تولید برق با سوخت نفت به سوخت گاز است، جبران شود.

انتظار می‌رود که انتشار جهانی CO_2 از تولید برق تا سال ۲۰۲۵ به طور کلی در یک سطح ثابت باقی بماند. افزایش جزئی انتشار گازهای گلخانه‌ای در بخش برق در سال ۲۰۲۴ انتظار می‌رود که با کاهشی کمتر از ۱ درصد در سال ۲۰۲۵ دنبال شود. این کاهش توسط کاهش اندک در تولید برق با سوخت زغال سنگ به دلیل گسترش بیشتر منابع انرژی پاک و ادامه کاهش تولید برق با سوخت نفت هدایت خواهد شد. در حالی که شرایط آب و هوایی شدید مانند موج‌های گرما و خشکسالی، همچنین شوک‌های اقتصادی یا تغییرات در سیاست‌های دولتی می‌توانند در سال‌های خاصی منجر به افزایش انتشار شوند، روند ساختاری محدود کردن سوخت‌های فسیلی توسط منابع انرژی پاک قوی باقی خواهد ماند.

انتظار می‌رود که ایالات متحده در سال ۲۰۲۴ افزایش انتشار CO_2 در بخش برق را تجربه کند و سپس در سال ۲۰۲۵ کاهش یابد. ایالات متحده یکی از معدود اقتصادهای پیشرفته‌ای است که در سال ۲۰۲۴ شاهد افزایش انتشار CO_2 در بخش برق خود خواهد بود، هرچند که این انتشارها همچنان تقریباً ۳۰ درصد کمتر از یک دهه قبل خواهند بود. افزایش سال ۲۰۲۴ پس از کاهش شدید ۸ درصدی در سال ۲۰۲۳ رخ می‌دهد، زمانی که تولید برق با سوخت زغال سنگ به دلیل رقابت شدید از قیمت‌های بسیار پایین گاز طبیعی و کاهش تقاضای برق در میان هوای معتدل ۲۰ درصد کاهش یافت. در سال ۲۰۲۴، انتظار می‌رود تولید برق با سوخت زغال سنگ در ایالات متحده حدود ۲ درصد و تولید برق با سوخت گاز طبیعی ۱٫۵ درصد افزایش یابد، که منجر به افزایش

انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. این امر به دلیل بازگشت قابل توجه در رشد تقاضای برق ایالات متحده پس از کاهش در سال ۲۰۲۳ و محدودیت در تغییر بیشتر از زغال سنگ به گاز به دلیل پویایی‌های قیمت سوخت فعلی است. با این حال، این روندها به شدت به تحولات بیشتر در قیمت‌های بازار برای گاز طبیعی و روندهای آب و هوایی در نیمه دوم سال ۲۰۲۴ وابسته خواهد بود.

افزایش قیمت‌های منفی برق، نیاز فوری به افزایش انعطاف‌پذیری سیستم را نشان می‌دهد

در سال ۲۰۲۴ افزایش قابل توجهی در تعداد دفعات وقوع قیمت منفی عمده‌فروشی در بازارهای متعدد برق رخ داده است. در نیمه اول سال، سهم ساعات با قیمت منفی در جنوب کالیفرنیا بیش از ۲۰ درصد بود که نسبت به سال قبل بیش از سه برابر شده است. در برخی بازارها، مانند استرالیا و جنوبی، قیمت‌ها از سال ۲۰۲۳ برای حدود ۲۰ درصد از زمان‌ها منفی بوده است. قیمت‌های منفی زمانی رخ می‌دهد که تولید به دلیل دلایل فنی، اقتصادی، قراردادی یا نظارتی به اندازه کافی پاسخگو نیست و ذخیره‌سازی کافی موجود نیست. افزایش دفعات قیمت‌های منفی سیگنال فوری ارسال می‌کند که انعطاف‌پذیری بیشتر عرضه و تقاضا لازم است. چارچوب‌های نظارتی مناسب و طراحی‌های بازار مهم خواهند بود تا اجازه دهند راه‌حل‌های انعطاف‌پذیری مانند پاسخ به تقاضا و ذخیره‌سازی به کار گرفته شوند.

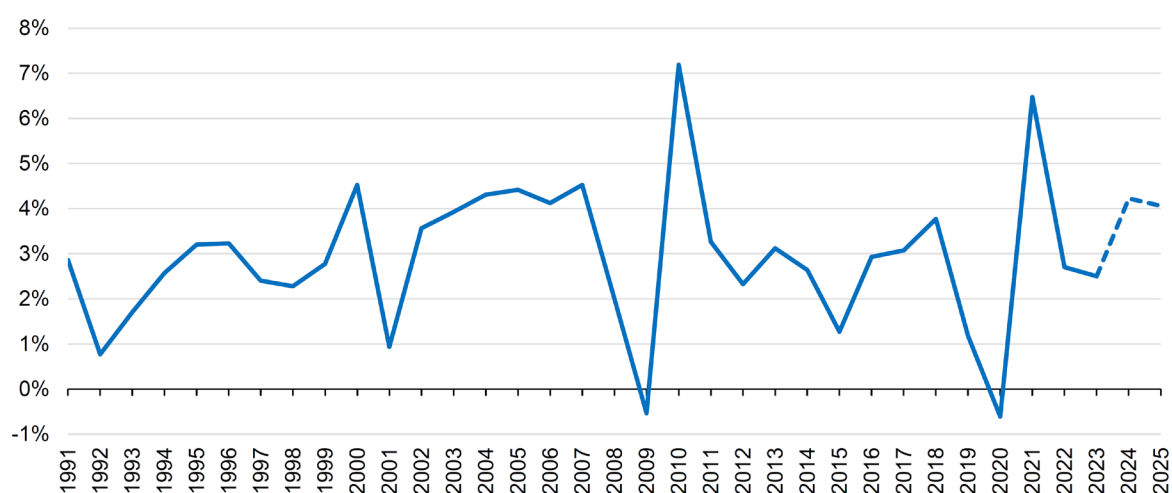
رشد جهانی تقاضای برق

انتظار می‌رود مصرف برق جهانی در سال‌های ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵ به سرعت رشد کند.

در سال ۲۰۲۳، تقاضای برق جهانی به دلیل مشکلات اقتصادی، کاهش فعالیت‌های تولیدی و هوای معتدل در مناطق کلیدی به رشد متوسط سالانه ۲٫۵٪ کاهش یافت.

پیش‌بینی می‌شود مصرف برق جهانی در سال ۲۰۲۴ با نرخ رشد ۴٪ افزایش یابد.

Year-on-year percent change in global electricity demand, 1991-2025

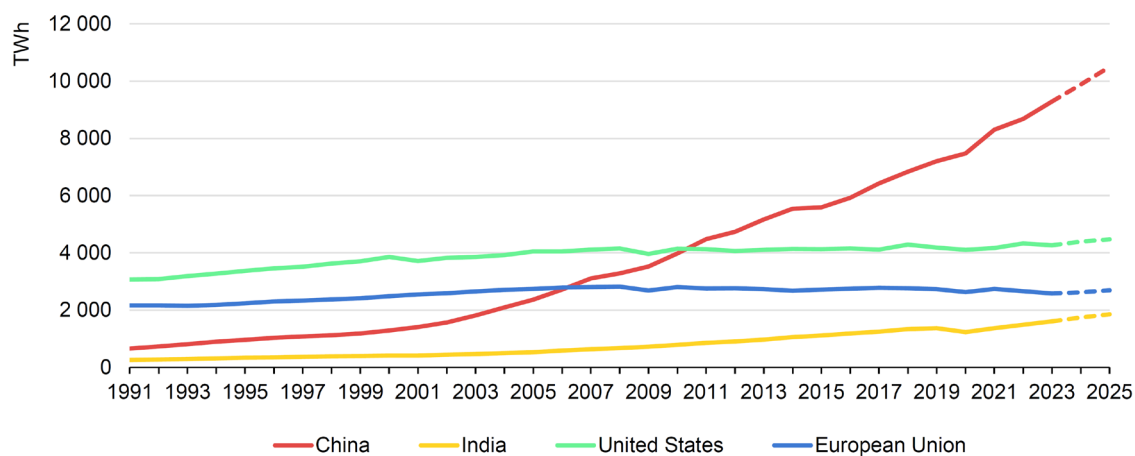


IEA. CC BY 4.0.

تقاضای برق در چین

تقاضای برق در چین با تولید سریع خودروهای برقی و پانل‌های خورشیدی افزایش یافته است. پیش‌بینی می‌شود تقاضای برق در چین در سال ۲۰۲۴ با نرخ رشد ۶٫۵٪ و در سال ۲۰۲۵ با نرخ ۶٫۲٪ رشد کند.

Electricity demand in selected regions, 1991-2025



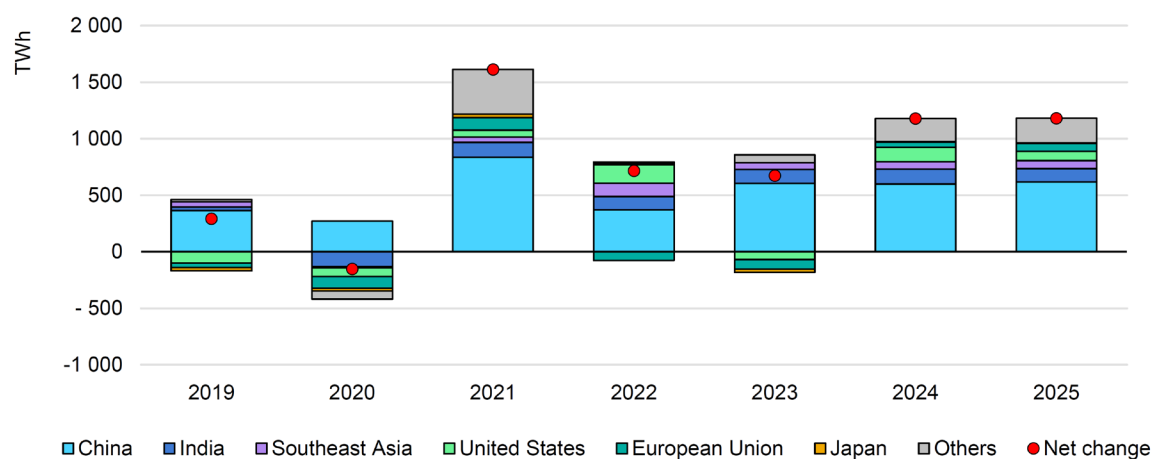
IEA. CC BY 4.0.

تقاضای برق در هند

تقاضای برق در هند به دلیل رشد قوی اقتصادی، افزایش فعالیت‌های صنعتی و موج‌های شدید گرما افزایش یافته است.

پیش‌بینی می‌شود تقاضای برق در هند در سال ۲۰۲۴ با نرخ ۸٫۲٪ و در سال ۲۰۲۵ با نرخ ۶٫۸٪ رشد کند.

Year-on-year change in electricity demand in selected regions, 2019-2025



IEA. CC BY 4.0.

Note: The figures for 2024 and 2025 are forecast values.

تقاضای برق در ایالات متحده

پس از کاهش ۱۶٪ در سال ۲۰۲۳، تقاضای برق در ایالات متحده در نیمه اول سال ۲۰۲۴ با نرخ ۳٫۸٪ افزایش یافته است.

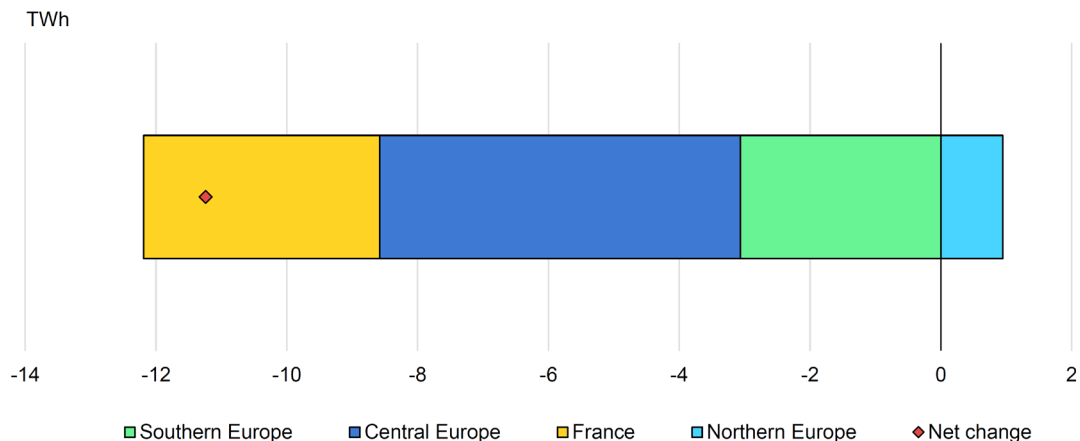
پیش‌بینی می‌شود این روند رشد قوی در سال ۲۰۲۴ با نرخ ۳٪ و در سال ۲۰۲۵ با نرخ ۱٫۹٪ ادامه یابد.

تقاضای برق در اتحادیه اروپا

مصرف برق در اتحادیه اروپا در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ کاهش یافته و به سطح دو دهه پیش برگشته است.

پیش‌بینی می‌شود تقاضای برق در اتحادیه اروپا در سال ۲۰۲۴ با نرخ ۱٫۷٪ و در سال ۲۰۲۵ با نرخ ۲٫۶٪ افزایش یابد.

Estimated year-on-year change in electricity consumption for heating in the European Union, January-May 2024



IEA. CC BY 4.0.

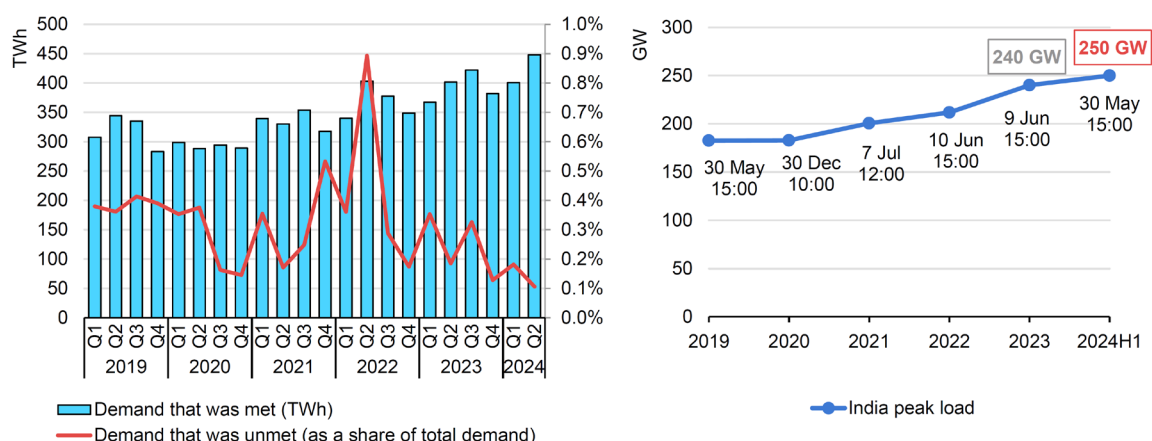
Notes: Southern Europe includes: Bulgaria, Croatia, Cyprus, Greece, Italy, Malta, Portugal, Romania and Spain. Central Europe includes: Austria, Belgium, Czechia, Germany, Hungary, Luxembourg, Netherlands, Poland, Slovak Republic and Slovenia. Northern Europe includes: Denmark, Estonia, Finland, Ireland, Latvia, Lithuania and Sweden. France is shown separately due to the large share of electric heating.

تاثیر موج‌های گرما

موج‌های گرما در سال ۲۰۲۴ سیستم‌های برق را در سراسر جهان تحت فشار قرار داده است.

مناطق مختلفی از جمله ایالات متحده، مکزیک، شیلی، آرژانتین، پاکستان، ویتنام، استرالیا، چاد و مالی با موج‌های شدید گرما و افزایش مصرف برق روبرو بوده‌اند.

Met and unmet demand (left), and peak load (right) in India, 2019-2024



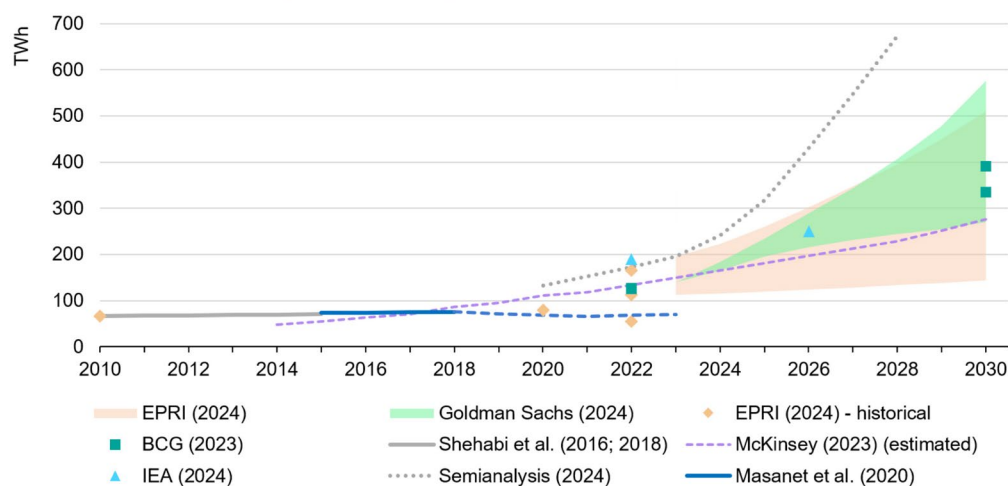
IEA. CC BY 4.0.

افزایش تقاضای برق از مراکز داده

با گسترش کاربردهای هوش مصنوعی و دیجیتالی شدن، نیاز به برق در بخش مراکز داده افزایش یافته است.

پیش‌بینی می‌شود سهم مصرف برق مراکز داده از ۱-۱٫۳٪ در سال ۲۰۲۲ به ۱٫۵-۳٪ تا سال ۲۰۲۶ افزایش یابد.

US data centre electricity demand projections from different sources, 2010-2030



اقدامات و مقررات

اقدامات و مقررات مختلفی برای بهبود جمع‌آوری داده‌ها و کاهش مصرف انرژی در مراکز داده در مناطق مختلف در حال اجراست.

تولید انرژی کم‌کربن

برخی توسعه‌دهندگان مراکز داده در حال تلاش برای تأمین نیازهای برق خود با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و کم‌کربن، از جمله انرژی هسته‌ای و زمین‌گرمایی هستند.

عرضه برق؛ افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به زغال‌سنگ

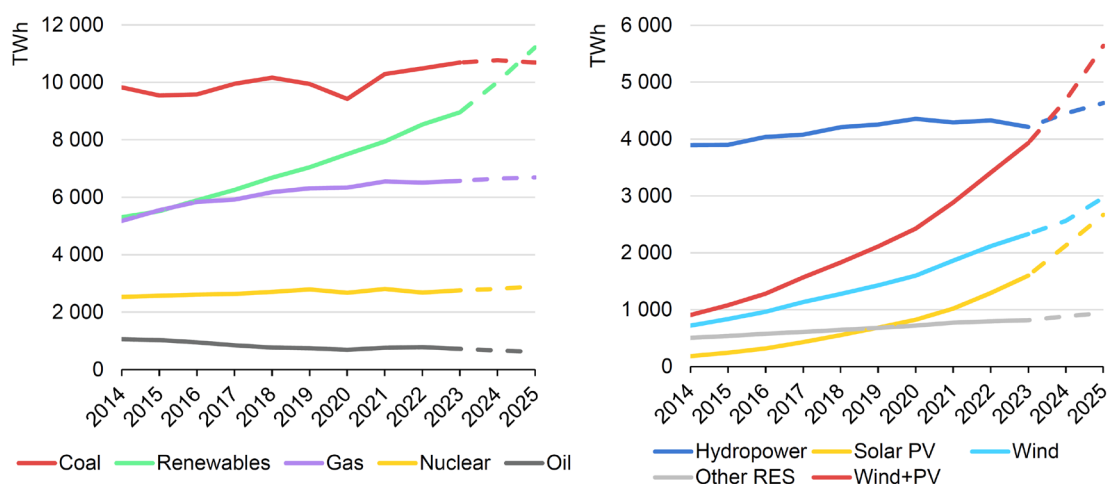
تحولات تولید انرژی‌های تجدیدپذیر

تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر قرار است در سال ۲۰۲۵ از تولید برق از زغال‌سنگ پیشی بگیرد. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تأمین برق جهانی از ۳۰٪ در سال ۲۰۲۳ به ۳۵٪ در سال ۲۰۲۵ خواهد رسید. سهم انرژی خورشیدی و بادی از ۱۳٪ در سال ۲۰۲۳ به ۱۸٪ در سال ۲۰۲۵ خواهد رسید.

کاهش تولید برق زغال‌سنگ

تولید جهانی برق از زغال‌سنگ در سال ۲۰۲۴ با کمتر از ۱٪ افزایش خواهد یافت، اما در سال ۲۰۲۵ با کاهش کمتر از ۱٪ مواجه خواهد شد و به دلیل رشد سریع انرژی‌های بادی و خورشیدی، تولید برق از زغال‌سنگ کاهش خواهد یافت.

Global electricity generation by source, 2014-2025



IEA. CC BY 4.0.

وضعیت تولید برق از منابع فسیلی در مناطق مختلف

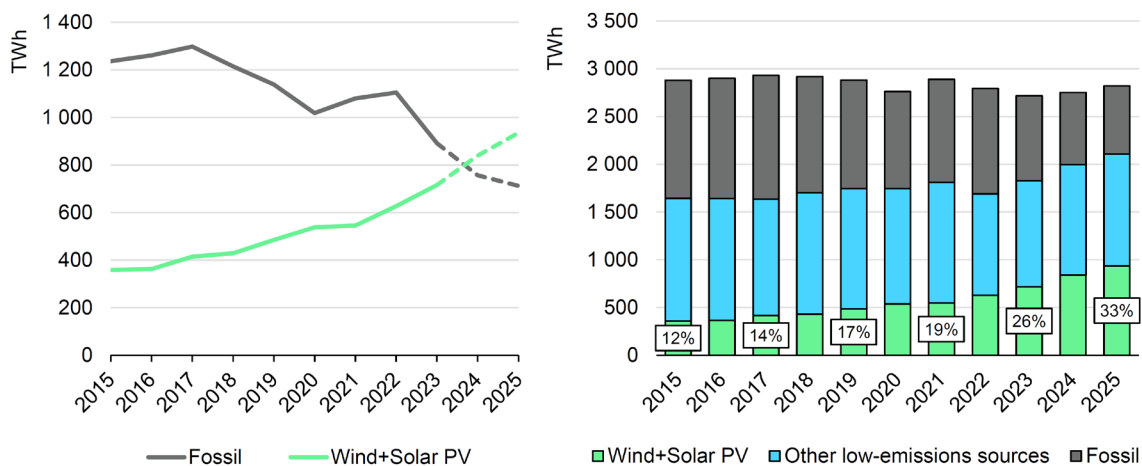
آمریکا، چین و هند

در نیمه اول سال ۲۰۲۴، تولید برق از زغال سنگ در چین با ۱٫۵٪ افزایش مواجه شد. اما با افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود شرایط برق‌آبی، انتظار می‌رود تولید برق از زغال سنگ در سال ۲۰۲۵ کاهش یابد. در هند، به دلیل شرایط خشکسالی، تولید برق از زغال سنگ و گاز افزایش یافت. پیش‌بینی می‌شود تولید برق از زغال سنگ در سال ۲۰۲۵ تنها با ۲٪ افزایش مواجه شود.

اتحادیه اروپا

در اتحادیه اروپا، تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند برق‌آبی، خورشیدی و بادی افزایش یافت و تولید برق از زغال سنگ و گاز کاهش یافت. پیش‌بینی می‌شود این روند در سال‌های ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵ ادامه یابد و سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۵ به ۵۲٪ برسد.

Electricity generation by source in the European Union, 2015-2025



IEA. CC BY 4.0.

Note: The figures for 2024 and 2025 are forecast values.

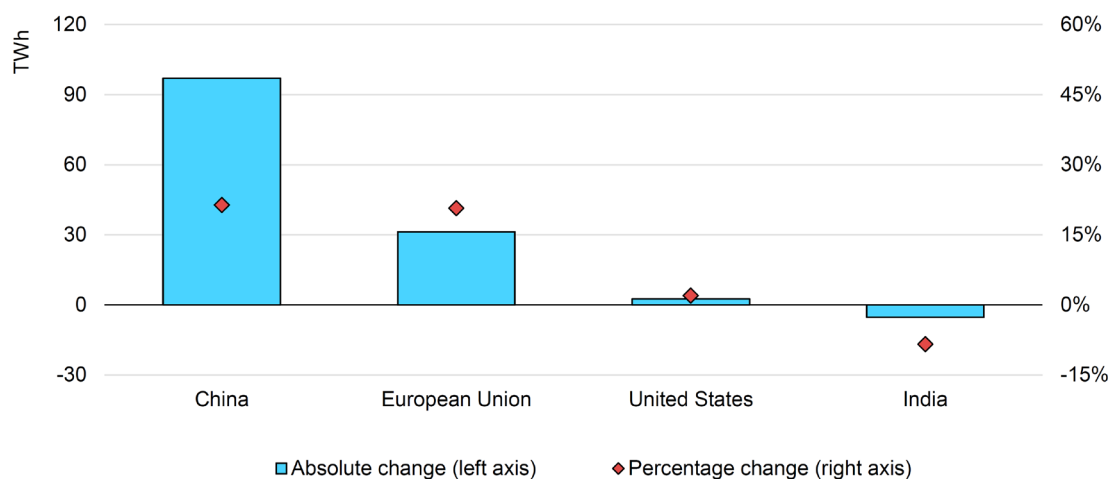
تأثیرات تغییرات آب و هوایی بر تولید برق‌آبی

کاهش تولید برق‌آبی

در مناطق مختلف جهان از جمله هند، ویتنام، کلمبیا، مکزیک و کانادا، تولید برق برق‌آبی به دلیل خشکسالی و شرایط آب و هوایی نامساعد کاهش یافت.

در مقابل، تولید برق آبی در چین و اتحادیه اروپا در نیمه اول سال ۲۰۲۴ بهبود یافت و با افزایش چشمگیری مواجه شد.

Change in hydropower output in selected regions, H1 2024 versus H1 2023



IEA. CC BY 4.0.

پیش‌بینی‌ها

تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر به رشد سریع خود ادامه خواهد داد و جایگزین تولید برق از زغال سنگ خواهد شد.

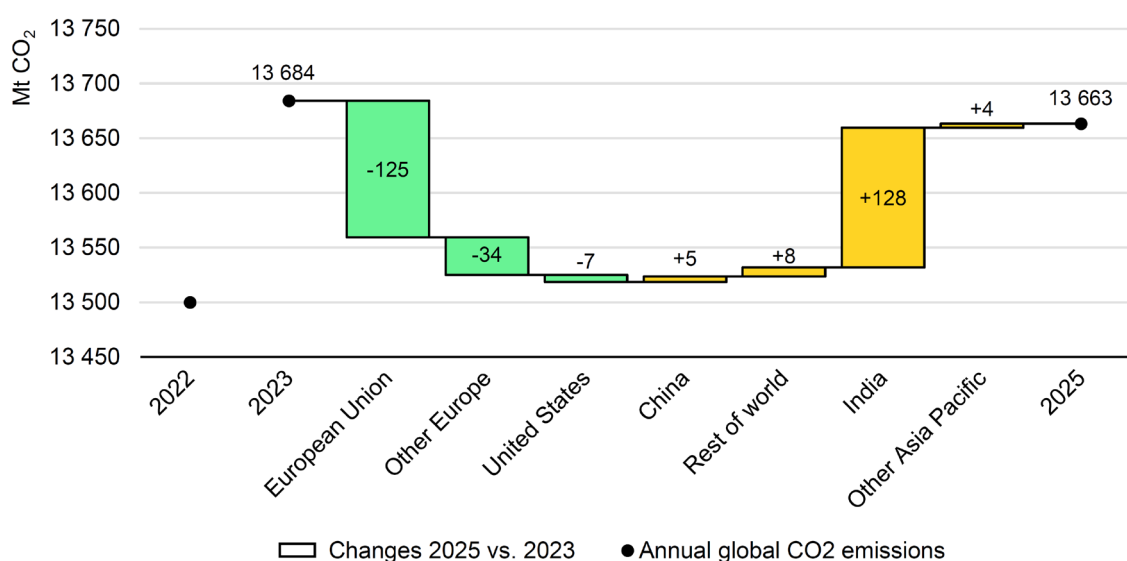
تولید برق از منابع فسیلی در برخی مناطق کاهش خواهد یافت، در حالی که در مناطقی دیگر مانند چین و هند به دلیل تقاضای بالای برق افزایش خواهد یافت.

این تغییرات نشان‌دهنده یک تحول بزرگ در چشم‌انداز جهانی انرژی است که به سمت استفاده بیشتر از منابع تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی پیش می‌رود.

انتشار گازهای گلخانه‌ای از تولید برق

در سال ۲۰۲۴-۲۰۲۵، انتشار گازهای CO₂ از تولید برق ثابت مانده است. در سال ۲۰۲۳ انتشار جهانی گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید برق ۱٫۴٪ افزایش یافته است، اما با افزایش تولید انرژی باد و خورشیدی و بهبود تولید برق آبی در چین، افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای محدود شده است. انتظار می‌رود در سال ۲۰۲۴ انتشار CO₂ تنها ۰٫۵٪ افزایش یابد و در سال ۲۰۲۵ با رشد انرژی‌های تجدیدپذیر کاهش یابد.

Changes in global CO₂ emissions from electricity generation, 2025 vs. 2023



IEA. CC BY 4.0.

تغییرات منطقه‌ای

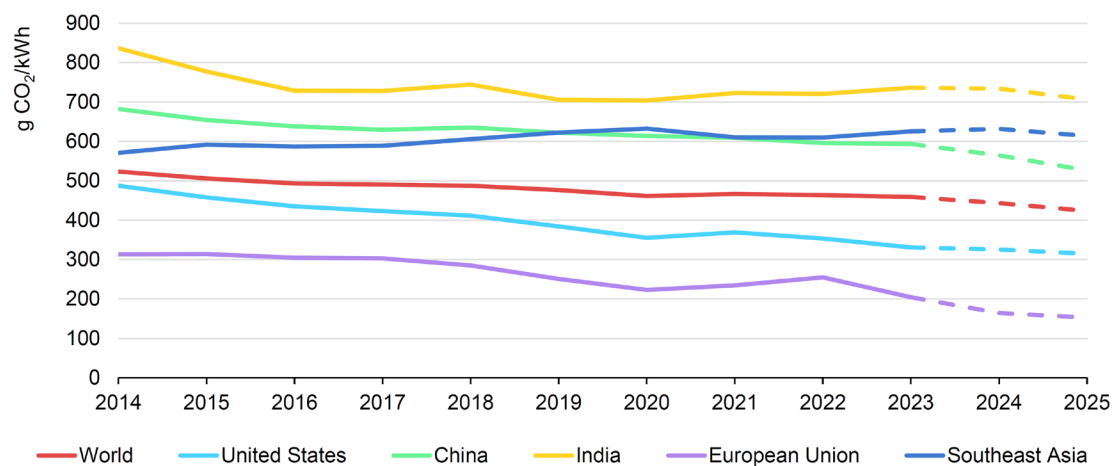
در اروپا و آمریکا کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای پیش‌بینی شده است، در حالی که در هند و جنوب شرقی آسیا افزایش انتشار ناشی از تولید برق با سوخت زغال سنگ ادامه دارد. در آمریکا، انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۲۰۲۴ کمی افزایش می‌یابد، که این امر به دلیل افزایش تقاضای برق و دینامیک قیمت گاز طبیعی است.

کاهش شدت انتشار

شدت انتشار گازهای CO₂ در تولید برق جهانی به طور سالانه ۰٫۴٪ کاهش می‌یابد و از ۴۶۰ گرم CO₂ به ازای هر کیلووات ساعت در سال ۲۰۲۳ به ۴۲۵ گرم CO₂ به ازای هر کیلووات ساعت در سال ۲۰۲۵ می‌رسد. اتحادیه اروپا

بیشترین کاهش شدت انتشار را با میانگین سالانه ۱۳٪ خواهد داشت و چین نیز کاهش قابل توجهی (۶٪) به طور میانگین) خواهد داشت.

CO₂ intensity of electricity generation in selected regions, 2014-2025



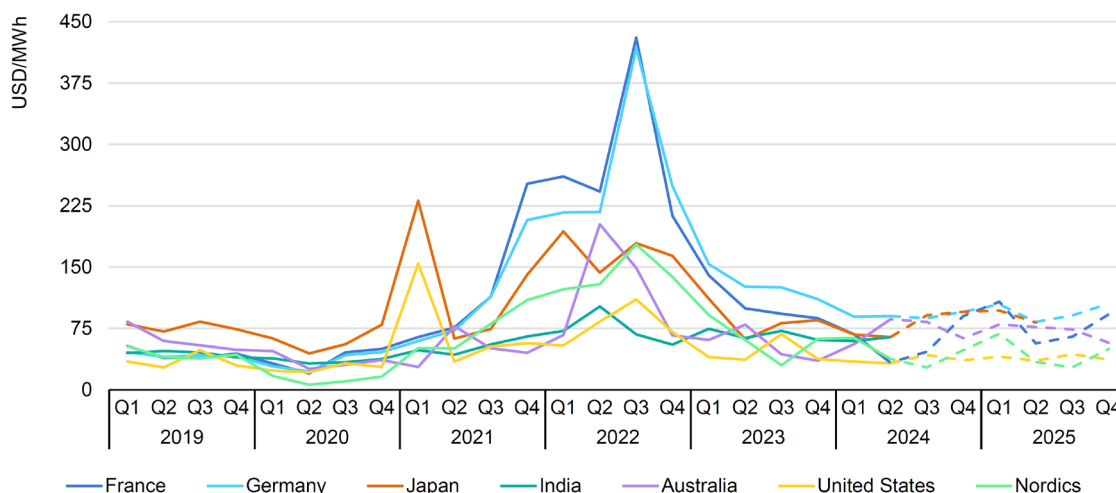
IEA. CC BY 4.0.

Note: The CO₂ intensity is calculated as total CO₂ emissions divided by total generation.

قیمت‌های عمده‌فروشی برق

در نیمه اول سال ۲۰۲۴، قیمت‌های عمده‌فروشی برق در بسیاری از بازارها نسبت به سال گذشته کاهش یافته است که این کاهش ناشی از کاهش قیمت‌های کالاهای انرژی و افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در برخی مناطق است. با این حال، در برخی بازارها قیمت‌ها همچنان بالا باقی مانده‌اند.

Quarterly average wholesale prices for selected regions, 2019-2025



اروپا

در کشورهای اروپایی مانند فرانسه و آلمان، قیمت‌های عمده‌فروشی برق کاهش یافته و به سطح نیمه اول سال ۲۰۲۱ بازگشته‌اند، اما همچنان ۴۰ درصد بالاتر از میانگین نیمه اول سال ۲۰۱۹ هستند. در فرانسه، تولید بیش از حد برق و کاهش مصرف فصلی برق باعث کاهش بیشتر قیمت‌ها شده است. در آلمان نیز، قیمت‌ها همچنان بالاتر از فرانسه باقی مانده‌اند و تفاوت قیمت‌ها در دوره‌های تحویلی زمستان به دلیل تقاضای بیشتر برق در زمستان و قیمت‌های بالاتر گاز طبیعی کاهش می‌یابد.

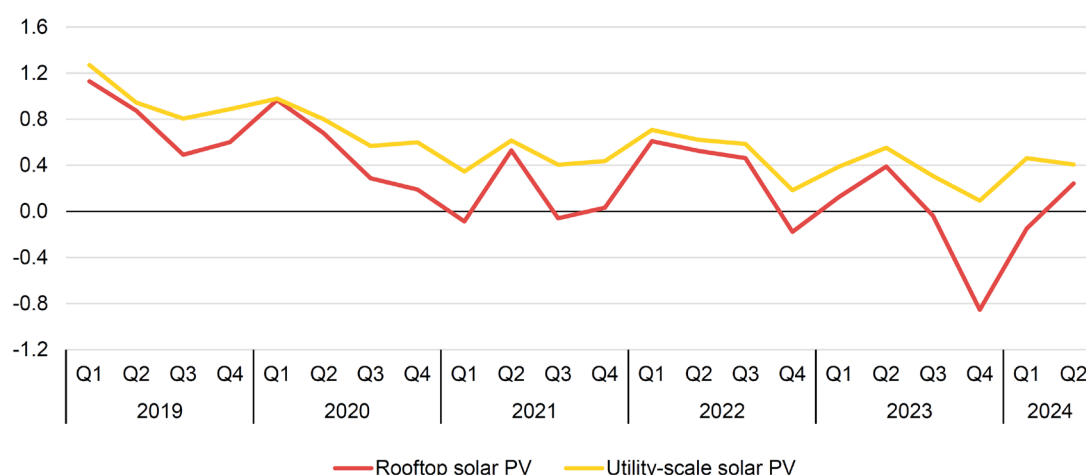
آمریکا

در ایالات متحده، قیمت‌های عمده‌فروشی برق در نیمه اول سال ۲۰۲۴ به طور متوسط ۳ دلار در هر مگاوات ساعت بود که نسبت به نیمه اول سال ۲۰۲۳ تقریباً ۱۵ درصد کاهش یافته است. با وجود زمستان متعادل، قیمت برق در برخی ایالت‌ها به دلیل یخبندان و قطع چاه‌های گاز طبیعی افزایش یافت.

ژاپن و استرالیا

در ژاپن، قیمت‌های عمده‌فروشی برق ۳۵ درصد کاهش یافته و به کمتر از ۷۰ دلار در هر مگاوات ساعت رسیده است. این کاهش به دلیل کاهش قیمت‌های LNG و شروع مجدد تدریجی ناوگان نیروگاه‌های هسته‌ای بود. در استرالیا، قیمت‌ها نسبت به سال گذشته تغییر چندانی نداشته و حدود ۷۰ دلار در هر مگاوات ساعت باقی مانده است.

Solar capture rates in South Australia, 2019-2024



IEA. CC BY 4.0.

Notes: Capture rate is a measure of how well a generator (or set of generators) performed, relative to the overall market. A rate less than 1 suggests the generator is generating mostly during low prices. A rate above 1 suggests a generator's output coincides with higher priced periods. A negative capture rate means that a generator incurred more cost for generating during negative prices than the revenue they earned from generating during positive prices. This excludes revenue from feed-in-tariffs, and small-scale renewable generation certificates (certificates of origin).

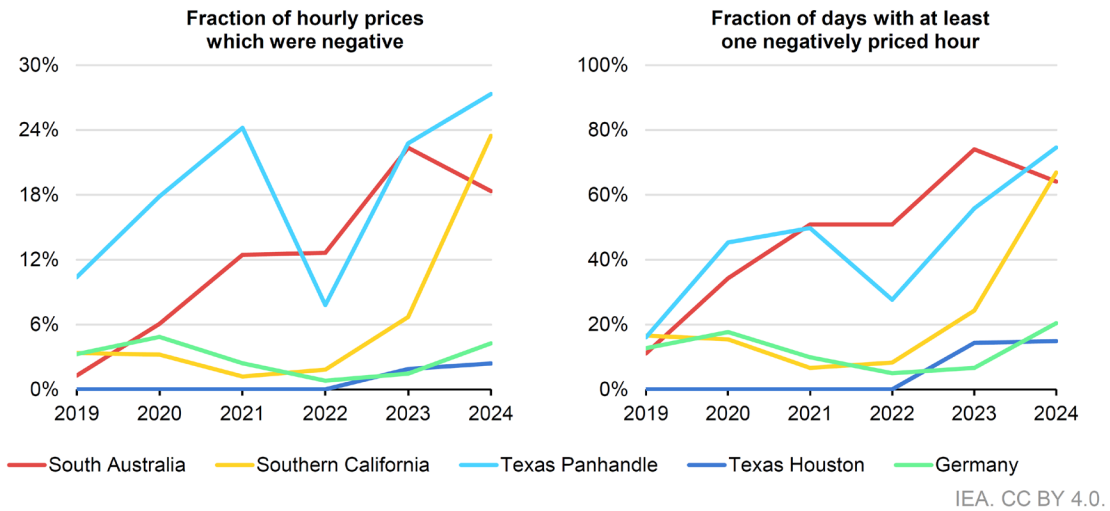
هند

در هند، قیمت‌های برق ۱۰ درصد کاهش یافته است که این کاهش ناشی از اقدامات دولت و تنظیم‌کنندگان برای افزایش عرضه سوخت و دسترسی بیشتر واحدهای تولید برق بود.

قیمت‌های منفی

در برخی مناطق، قیمت‌های منفی برق در حال افزایش است. در بازارهایی مانند جنوب استرالیا و کالیفرنیا، جنوبی، ساعت‌های زیادی با قیمت‌های منفی ثبت شده است. این پدیده به دلیل افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و محدودیت‌های فنی در کاهش تولید برق خورشیدی بروز می‌کند.

Negative wholesale price trends in select regions in the first half of the year, 2019-2024

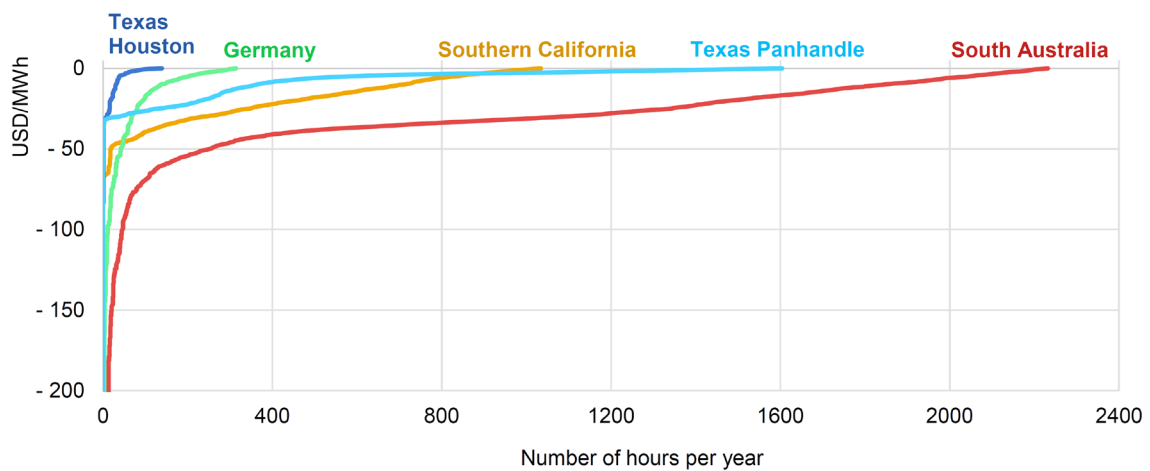


Note: Southern California corresponds to the SP15 area.

تأثیر قیمت‌های منفی

قیمت‌های منفی در ساعت‌های کم تقاضای برق رخ می‌دهند و حجم کلی انرژی معامله شده با قیمت‌های منفی محدود است. با این حال، این قیمت‌ها سیگنال مهمی برای انعطاف‌پذیری بازار هستند و می‌توانند سرمایه‌گذاری در ذخیره‌سازی انرژی و پاسخ به تقاضا را تشویق کنند.

Duration curves for negative prices in selected regions, June 2023 to May 2024



IEA. CC BY 4.0.

Notes: Southern California corresponds to the SP15 area. The minimum observed prices were USD -67/MWh for Southern California, USD -84/MWh for Texas Houston, USD -36/MWh for Texas Panhandle, AUD -370/MWh (hourly average) for South Australia, and EUR -258/MWh for Germany. Note that the values are plotted in the figure in USD/MWh.

راه‌حل‌های پیشنهادی

برای رفع مشکلات ناشی از تولید برق خورشیدی غیرقابل انعطاف، برخی بازارها الزام کرده‌اند که پنل‌های خورشیدی جدید قابل قطع از راه دور باشند. همچنین، طراحی حمایت‌های مالی می‌تواند به تولید برق واکنش‌پذیر به قیمت کمک کند.

در کل، قیمت‌های منفی نشان‌دهنده نیاز به انعطاف‌پذیری بیشتر در سیستم برق است و با تنظیمات مناسب بازار و طراحی تعرفه‌های زمانی می‌توان به بهبود انعطاف‌پذیری و کاهش هزینه‌های برق برای مصرف‌کنندگان کمک کرد.

Regional breakdown of electricity demand, 2022-2025

TWh	2022	2023	2024	2025	Growth rate 2022-2023	Growth rate 2023-2024	Growth rate 2024-2025
Africa	755	769	800	839	1.8%	4.0%	4.9%
Americas	6 370	6 326	6 523	6 667	-0.7%	3.1%	2.2%
of which United States	4 332	4 262	4 392	4 475	-1.6%	3.0%	1.9%
Asia Pacific	13 869	14 612	15 435	16 273	5.4%	5.6%	5.4%
of which China	8 678	9 283	9 882	10 498	7.0%	6.5%	6.2%
Eurasia	1 328	1 348	1 369	1 390	1.5%	1.6%	1.5%
Europe	3 682	3 596	3 667	3 762	-2.3%	2.0%	2.6%
of which European Union	2 663	2 578	2 623	2 692	-3.2%	1.7%	2.6%
Middle East	1 228	1 257	1 292	1 335	2.3%	2.8%	3.3%
World	27 233	27 907	29 085	30 267	2.5%	4.2%	4.1%

تقاضای برق منطقه‌ای (۲۰۲۲-۲۰۲۵):

آفریقا: رشد تقاضا از TWh ۷۵۵ در ۲۰۲۲ به TWh ۸۳۹ در ۲۰۲۵ با نرخ رشد ۴٫۹٪ در سال ۲۰۲۴-۲۰۲۵.

آمریکاها: کاهش ۰٫۷٪ از ۲۰۲۲ به ۲۰۲۳ و سپس افزایش ۳٫۱٪ و ۲٫۲٪ در ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵.

آسیا و اقیانوسیه: رشد پیوسته از TWh ۱۳٫۸۶۹ در ۲۰۲۲ به TWh ۱۶٫۲۷۳ در ۲۰۲۵.

اروپا: کاهش ۲٫۳٪ از ۲۰۲۲ به ۲۰۲۳، سپس افزایش ۲٫۰٪ و ۲٫۶٪ در ۲۰۲۴ و ۲۰۲۵.

جهان: افزایش کلی از ۲۷٫۲۳۳ TWh در ۲۰۲۲ به ۳۰٫۲۶۷ TWh در ۲۰۲۵.

Breakdown of global electricity supply, 2022-2025

TWh	2022	2023	2024	2025	Growth rate 2022-2023	Growth rate 2023-2024	Growth rate 2024-2025
Nuclear	2 685	2 761	2 805	2 903	2.8%	1.6%	3.5%
Coal	10 485	10 689	10 771	10 693	1.9%	0.8%	-0.7%
Gas	6 512	6 576	6 652	6 690	1.0%	1.2%	0.6%
Other non-renewables	906	840	779	730	-7.3%	-7.2%	-6.4%
Total renewables	8 531	8 958	10 017	11 218	5.0%	11.8%	12.0%

Notes: Data for 2023 are preliminary; 2024-2025 are forecasts. Differences in totals are due to rounding. Unless otherwise specified, generation numbers refer to gross generation.

تأمین برق جهانی (۲۰۲۲-۲۰۲۵):

هسته‌ای: افزایش از ۲۶۸۵ TWh در ۲۰۲۲ به ۲٫۹۰۳ TWh در ۲۰۲۵.

زغال‌سنگ: نوسان کم با کاهش ۰٫۷٪ در ۲۰۲۵.

گاز: رشد آرام از ۶٫۵۱۲ TWh در ۲۰۲۲ به ۶٫۶۹۰ TWh در ۲۰۲۵.

منابع تجدیدپذیر: رشد چشمگیر از ۸٫۵۳۱ TWh در ۲۰۲۲ به ۱۱٫۲۱۸ TWh در ۲۰۲۵.

Global CO₂ emissions from power generation, 2022-2025

Mt CO ₂	2022	2023	2024	2025	Growth rate 2022- 2023	Growth rate 2023- 2024	Growth rate 2024- 2025
Total emissions	13 500	13 684	13 754	13 663	1.4%	0.5%	-0.7%

انتشار CO₂ از تولید برق (۲۰۲۲-۲۰۲۵) :

کل انتشار: افزایش از ۱۳,۵۰۰ Mt CO₂ در ۲۰۲۲ به ۱۳,۷۵۴ Mt CO₂ در ۲۰۲۴ و سپس کاهش به ۱۳,۶۶۳ Mt CO₂ در ۲۰۲۵.