

چشم انداز توسعه انرژی های تجدیدپذیر

در جهت مقابله با بحران تغییرات اقلیمی جهان



♦ محسن فرزنان
کارشناس ارشد مهندسی انرژی های تجدیدپذیر

با وقوع انقلاب صنعتی، پیشرفت فناوری و رشد روزافزون جمعیت جهانی تقاضای انرژی افزایش پیدا کرده است. استفاده از منابع فسیلی همچون نفت و زغال سنگ برای پاسخ به این تقاضای انرژی مورد نیاز جوامع بشری از سویی منجر به کاهش منابع اولیه سوخت های فسیلی و از سوی دیگر باعث بروز آسیب های جدی به محیط زیست شده است.

افزایش متوسط دمای جهانی و در نتیجه پدیده تغییر اقلیم از پیامدهای نگران کننده به کارگیری بیش از اندازه منابع انرژی فسیلی در دهه های اخیر بوده است که شاید بتوان از آن به عنوان بزرگترین چالشی که بشریت با آن روبه رو بوده است یاد کرد. امروزه، بخش انرژی منبع حدود سه چهارم انتشار گازهای گلخانه ای شناخته می شود؛ از این رو، انرژی های تجدیدپذیر و پاک نقش حیاتی در آینده تأمین انرژی در راستای مقابله با چالش های زیست محیطی ایفا می کنند.

انرژی تجدیدپذیر در واقع انرژی به دست آمده از منابع طبیعی بوده که قادر به بازیابی خود در دوره های کوتاه تر از طول عمر انسان بدون از بین رفتن منابع اولیه آن در کره زمین است. این منابع همچون نور خورشید، باد، امواج و جزر و مد دریاها و اقیانوس ها، زیست توده و انرژی زمین گرمایی اغلب در همه جای کره زمین در دسترس قرار دارند. در کنار مزیت عدم اتمام منابع انرژی های تجدیدپذیر، استفاده از این منابع انرژی کمترین آلودگی و آسیب را به محیط زیست وارد می کند که در نتیجه می تواند منجر به توسعه پایدار کشورهای جهان شود.

گذار انرژی و انرژی های تجدیدپذیر

گذار انرژی (Energy Transition) مسیری برای ایجاد دگرگونی در بخش انرژی جهان از وابستگی به سوخت های فسیلی به استفاده از منابع کربن صفر تا سال ۲۰۵۰ میلادی خواهد بود. با استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و افزایش بهره روری انرژی می توان به طور بالقوه تا ۹۰ درصد به اهداف تعیین شده برای کاهش انتشار کربن دست یافت.

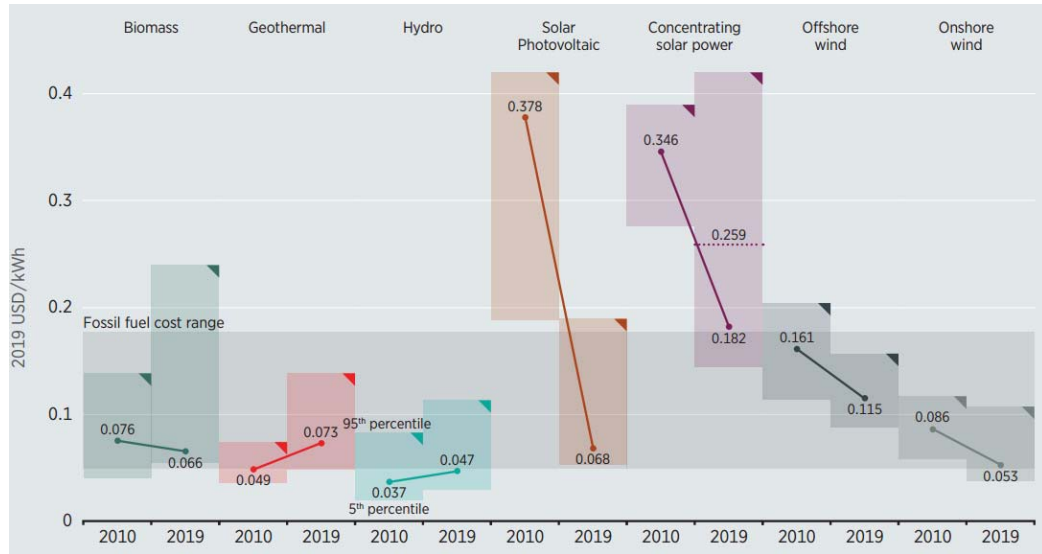
گذار انرژی به طور غیر قابل توقف در حال رخ دادن است. از سال ۲۰۱۱ میلادی، استفاده از انرژی های تجدیدپذیر با سرعت بیش تری نسبت به دیگر منابع انرژی رشد پیدا کرده است. تاکنون تلاش های بسیاری توسط دولت ها و بخش خصوصی در طی یک دهه گذشته انجام شده است، به طوری که در حال حاضر بیش از ۱۷۰ کشور جهان اهداف و برنامه های مشخص جهت توسعه و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر دارند.

امروزه، چشم انداز روشنی از یک سیستم انرژی جدید مبتنی بر فناوری های تجدیدپذیر انرژی در حال ظهور است که توسط فناوری های هیدروژن سبز و انرژی زیستی مدرن تکمیل می شود. به ادعای آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر (IRENA) این سیستم جدید از نظر فنی کارکرد مناسبی داشته و برای توسعه سریع و گسترده آمادگی لازم را نیز دارد.

کاهش شدید هزینه تولید برق از منابع تجدیدپذیر انرژی

با افزایش سرمایه گذاری کشورهای پیشرفته جهان به ویژه چین، آمریکا و هند جهت استحصال انرژی از منابع تجدیدپذیر و در نتیجه توسعه فناوری و افزایش بازده تبدیل انرژی در نیروگاه های تجدیدپذیر، هزینه نهایی برق تولیدی از این نیروگاه ها به طور چشم گیری کاهش یافته است. برای نمونه، از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۹، متوسط هزینه هم تراز شده برق (LCOE) نیروگاه خورشیدی فتوولتاییک و نیروگاه بادی به ترتیب با کاهش بیش از ۸۲ درصد و ۴۵ درصد به ۶۸/۴ دلار و ۵۲/۸ دلار به ازای هر مگاوات ساعت رسیده است. پیش بینی های آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر نشان دهنده ادامه یافتن روند کاهش هزینه تولید برق از منابع تجدیدپذیر انرژی به ویژه خورشیدی و بادی و در نتیجه ارزان تر شدن آن از برق فسیلی در اغلب مناطق جهان است.

شایان ذکر است سه چهارم نیروگاه های بادی و ۴۰ درصد نیروگاه های خورشیدی فتوولتاییک مقیاس بزرگ که در سال ۲۰۱۹ احداث شده اند برق ارزان تری نسبت به سوخت های فسیلی داشته اند. این در حالی است که بر اساس مناقصه ها و مزایده های سال ۲۰۲۰، حدود ۷۵ تا ۸۰ درصد نیروگاه های بادی و خورشیدی که به بهره برداری رسیده اند قیمت برق تولیدی کمتری نسبت به نیروگاه های سوخت فسیلی داشته اند.



هزینه هم‌تراز شده برق تجدیدپذیر (LCOE) بر اساس فناوری‌های مختلف از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۹ (منبع: IRENA)

در سال ۲۰۲۰،
علی‌رغم شیوع
ویروس کرونا
و کاهش
فعالیت‌های
اقتصادی، بیش
از ۲۶۰ گیگاوات
نیروگاه برق

تجدیدپذیر در
سراسر جهان به

بهره‌برداری رسید
که نسبت به سال
۲۰۱۹ نزدیک به
۵۰ درصد افزایش

پیدا کرده است.
احداث ۱۲۷

گیگاوات نیروگاه
خورشیدی و ۱۱۱

گیگاوات نیروگاه
بادی بیان‌گر

رشد قابل توجه
استفاده از این

منابع انرژی پاک
در سبب انرژی

کشورهای جهان
در سال ۲۰۲۰

است. در حال
حاضر، انرژی

خورشیدی و
بادی بیش از ۵۰

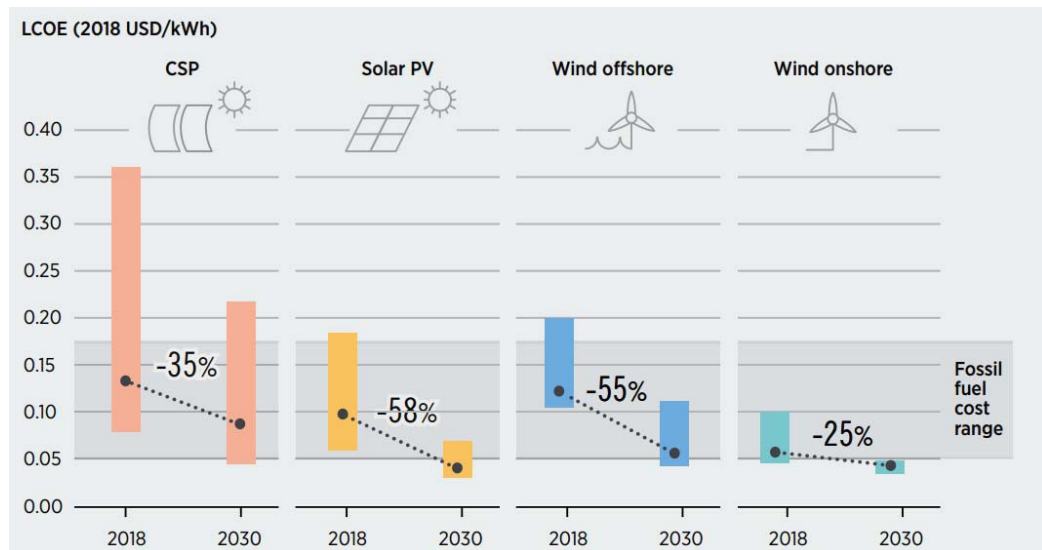
درصد از سهم
نیروگاه‌های

تجدیدپذیر نصب
شده در جهان را

در اختیار دارند.

انرژی‌های تجدیدپذیر در اولویت برنامه‌های انرژی کشورهای جهان

در سال ۲۰۲۰، علی‌رغم شیوع ویروس کرونا و کاهش فعالیت‌های اقتصادی، بیش از ۲۶۰ گیگاوات نیروگاه برق تجدیدپذیر در سراسر جهان به بهره‌برداری رسید که نسبت به سال ۲۰۱۹ نزدیک به ۵۰ درصد افزایش پیدا کرده است. احداث ۱۲۷ گیگاوات نیروگاه خورشیدی و ۱۱۱ گیگاوات نیروگاه بادی بیان‌گر رشد قابل توجه استفاده از این منابع انرژی پاک در سبب انرژی کشورهای جهان



پیش‌بینی روند کاهش قیمت برق استحصال شده از منابع تجدیدپذیر خورشیدی و بادی تا سال ۲۰۳۰ (منبع: IRENA)

سناریوی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد

توافقنامه پاریس مشهور به COP۲۱ یک معاهده بین‌المللی است که در طی آن ۱۹۶ کشور جهان (از جمله ایران) در سال ۲۰۱۵ توافق کرده‌اند تا برای مقابله با تغییرات اقلیمی تلاش کنند. هدف از این معاهده قانونی، مقابله با تغییرات اقلیمی از طریق محدود کردن افزایش متوسط دمای جهانی به زیر ۲ درجه سانتی‌گراد (ترجیحاً ۱/۵ درجه سانتی‌گراد) تا سال ۲۰۵۰ میلادی است. کرین‌زدایی از بخش انرژی از جمله راه‌کارهای کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و جلوگیری از افزایش بیش از حد متوسط دمای جهانی بوده که نیازمند اقدام‌های فوری در مقیاس جهانی است.

در این راستا، آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر در گزارش جدید خود تحت عنوان «چشم‌انداز گذار انرژی جهان: مسیر ۱/۵ درجه سانتی‌گراد» که در ماه مارس ۲۰۲۱ منتشر شد، به بررسی سناریوی محدود کردن افزایش دمای جهانی به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد به اختصار (۱/۵°C Scenario) پرداخته است.

انرژی‌های تجدیدپذیر و الکتریکی شدن دو کلان روند در جهت سناریوی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد

به گزارش آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر، در راستای سناریوی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، ضروری است که ظرفیت نصب شده انرژی‌های تجدیدپذیر از میزان ۲۸۰۰ گیگاوات در سال ۲۰۲۰ به بیش از ۲۷۷۰۰ گیگاوات در سال ۲۰۵۰ برسد. این امر نیازمند احداث سالانه بیش از ۸۴۰ گیگاوات ظرفیت جدید نیروگاه‌های تجدیدپذیر است. نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک و بادی در رسیدن به این هدف پیشگام خواهند بود. بر اساس این گزارش، ظرفیت نیروگاه‌های خورشیدی فتوولتاییک و بادی جهان در سال ۲۰۵۰ به ترتیب به بیش از ۱۴۰۰۰ و ۸۱۰۰ گیگاوات خواهد رسید. نیروگاه‌های برق آبی، زیست‌توده، زمین‌گرمایی،

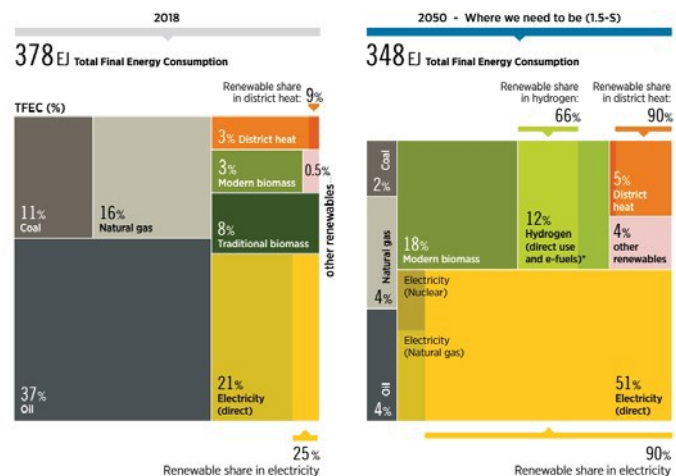
خورشیدی حرارتی و فناوری‌های استحصال انرژی از آب‌های دریاها و اقیانوس‌ها نیز توسعه خواهند یافت.

از سویی دیگر، الکتریکی کردن (Electrification) وسایل و تجهیزات مصرف‌کننده نهایی انرژی (همچون تبدیل خودروهای بنزینی به خودروهای الکتریکی) یکی از کلان روندهای اساسی در حوزه انرژی جهان است. مهم‌ترین هم‌افزایی در زمینه گذار انرژی جهان، ترکیب افزایش استفاده از فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر ارزان قیمت با استفاده گسترده‌تر از الکتریسیته در مصرف‌کنندگان نهایی انرژی به‌ویژه در حوزه‌های حمل‌ونقل و گرمایش است. الکتریکی کردن این امکان را فراهم می‌کند تا از الکتریسیته عاری از کرین (تولید شده از منابع تجدیدپذیر انرژی) به‌جای سوخت‌های فسیلی آلاینده محیط‌زیست استفاده شود که این امر باعث افزایش بهره‌وری انرژی نیز می‌گردد.

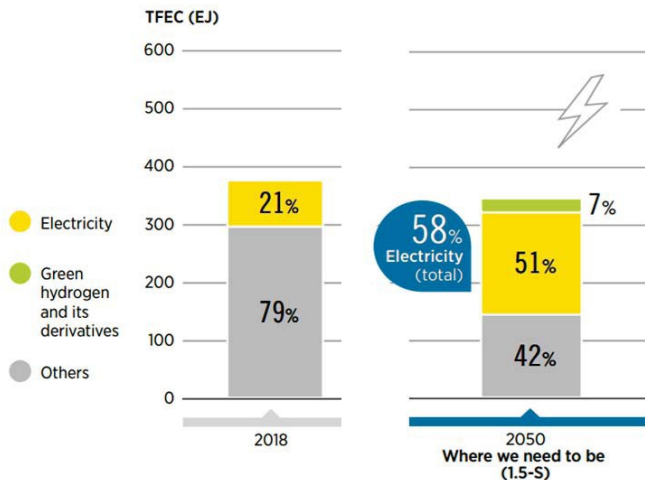
بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر، برای دستیابی به هدف سناریوی محدود کردن افزایش دمای جهانی به ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، الکتریسیته با سهمی بیش از ۵۰ درصد به‌عنوان حامل اصلی انرژی در تأمین انرژی مصرف‌کنندگان نهایی تا سال ۲۰۵۰ مطرح خواهد بود (نزدیک به ۲/۵ برابر میزان سال ۲۰۱۸) حدود ۹۰ درصد این الکتریسیته توسط انرژی‌های تجدیدپذیر، ۶ درصد آن از گاز طبیعی و مابقی توسط انرژی هسته‌ای تولید می‌شود. هم‌چنین، انرژی خورشیدی و بادی با ۶۳ درصد بیش‌ترین سهم را در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر خواهند داشت.

کاهش اهمیت و تضعیف جایگاه سوخت‌های فسیلی

امروزه، کماکان چرخ فعالیت‌های بشری با انرژی‌های فسیلی می‌چرخد و حتی برخی از کشورهای جهان از جمله جمهوری اسلامی ایران برای استفاده از این منابع یارانه نیز پرداخت می‌کند. بر اساس سناریوی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد تا سال ۲۰۵۰ استفاده از سوخت‌های فسیلی تا بیش از ۷۵ درصد نسبت به سال ۲۰۱۸ کاهش خواهد یافت. البته سوخت‌های فسیلی در تأمین حدود ۱۹ درصد از انرژی اولیه به‌ویژه در نیروگاه‌های برق و صنایع همچنان نقش‌هایی برای ایفا کردن خواهند داشت. استفاده از نفت و زغال‌سنگ نسبت به دیگر سوخت‌های فسیلی با سرعت بیشتری در حال کاهش است. گاز طبیعی حدود ۷۰ درصد از سهم سوخت‌های فسیلی در سال ۲۰۵۰ را عهده‌دار خواهد بود؛ این میزان در حال حاضر نزدیک به ۵۲ درصد برآورد می‌شود. با این حال، میزان تولید گاز طبیعی از میزان ۴/۲ تریلیون متر مکعب به ۲/۲ تریلیون متر مکعب در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید. بر اساس سناریوی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد، تولید جهانی نفت با ۸۵ درصد کاهش نسبت به امروزه به حدود ۱۱ میلیون بشکه در روز خواهد رسید که حجم عمده‌ای از آن در صنایع پتروشیمی، کشتی‌رانی و صنایع هوایی مصرف خواهد شد. استفاده از



بهربرداری از منابع گوناگون انرژی در سال ۲۰۵۰ در مقایسه با سال ۲۰۱۸ بر اساس سناریوی ۱/۵ درجه سانتی‌گراد (منبع: IRENA)

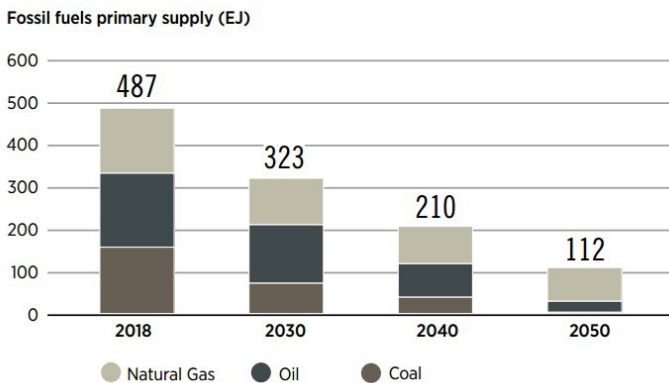


الکتريسيته به عنوان حامل اصلي انرژي در آينده سيستمهاي انرژي عمل خواهد کرد (منبع: IRENA)

داد، نويدبخش حرکت اميدوارانه جهان به سوي زميني پايدارتر و پاکتر خواهد بود. ♦♦

منابع:

- IRENA (2021), World Energy Transitions Outlook: 1.5°C Pathway, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
- IRENA (2021), Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi
- IRENA (2020), Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi
- IRENA (2020), Renewable Power Generation Costs in 2019, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
- Renewables (2020), Analysis and forecast to 2025, International Energy Agency (IEA)



رود نزولي جاگاه سوختهاي فسيلي در سبد انرژي جهان (منبع: IRENA)

زغال سنگ براي توليد برق نيز منسوخ خواهد شد و تنها در برخي صنايع به ويژه در صنعت فولاد همراه با فناوري هاي جذب و ذخيره سازي کربن به کار گرفته خواهد شد.

سرمایه گذاری های جدید در حوزه انرژی های تجدیدپذیر

به منظور کسب اطمینان از ایجاد آینده ای پایدار و با تاب آوری بیشتر، نیاز به حرکت سرمایه گذاری های عظیم به سمت بخش انرژی با اولویت انرژی های تجدیدپذیر، الکتریکی کردن مصرف کننده های نهایی، بهره وری انرژی و توسعه زیرساخت های انرژی، امری حیاتی است. در حال حاضر، برنامه دولت ها برای سرمایه گذاری در بخش انرژی در طی سه دهه آینده در حدود ۹۸ تریلیون دلار برآورد می شود. با این حال، برای دستیابی به اهداف سناریوی ۱/۵ درجه سانتی گراد، باید ۳۳ تریلیون دلار دیگر به این میزان سرمایه گذاری برنامه ریزی شده اضافه شود که به معنی سرمایه گذاری ۱۳۱ تریلیون دلاری در حوزه انرژی تا سال ۲۰۵۰ است. بر اساس گزارش آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر، بیش از ۸۰ درصد این مبلغ باید در فناوري های مرتبط با گذار انرژی (غیر از سوخت های فسيلي و انرژی هسته ای) همچون انرژی های تجدیدپذیر، بهره وری انرژی، الکتریکی کردن مصرف کننده های نهایی، شبکه برق، نوآوری در زمینه ذخیره سازی انرژی (هیدروژن سبز) و راهکارهای حذف کربن، سرمایه گذاری شود.

در کنار حجم بالای سرمایه گذاری جهانی، بلوغ فناوري های استحصال انرژی از این منابع پاک موجب ایجاد بازارهای جدید شده است. این امر نشان دهنده فرصتی بزرگ برای توسعه صنعت انرژی های تجدیدپذیر و ایجاد اشتغال پایدار برای کشورهای جهان خواهد بود.

سناریوی محدود کردن افزایش دمای جهانی به ۱/۵ درجه سانتی گراد که از طرف آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر ارائه شده است در واقع یک سناریوی خوش بینانه در جهت مقابله با تغییرات اقلیمی بوده که احتمال می رود تحت تأثیر سیاست های کشورهای دارای منابع غنی سوخت های فسيلي (مانند کشورهای حوزه آمریکای شمالی) قرار گیرد. با این حال، این سناریو می تواند مبنای برنامه ریزی برای تحقق تعهدات در پیمان های بین المللی در کشورهایمانند جمهوری اسلامی ایران باشد. تغییر اقلیم، بحرانی جهانی است؛ از این رو نیازمند برنامه ریزی و مشارکت در سطوح جهانی است. هرگز مزایای گذار انرژی و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر به این میزان روشن نبوده است به طوری که سرمایه گذاری های کلان در حوزه انرژی از سمت منابع فسيلي به سمت تجدیدپذیرها در حال تغییر جهت است. آنچه که در میان چالش های ناشی از همه گیری ویروس کرونا در سال ۲۰۲۰ در حوزه انرژی های تجدیدپذیر رخ