

راهبردهای متنوع سازی سبد انرژی کشور از طریق توسعه نیروگاه های خورشیدی

یونس خداپرست پیرسرایی^۱

چکیده

در سال های اخیر با افزایش حمایت های دولت و همچنین ورود سرمایه گذاران خارجی، توسعه انرژی های تجدیدپذیر شدت گرفته و احداث نیروگاه های خورشیدی افزایش یافته است. بررسی ها نشان می دهد که در سال ۱۳۹۸، ظرفیت نیروگاه های فتوولتائیک حدود ۳۹۰/۸ مگاوات بوده که این میزان بیشترین سهم از کل ظرفیت نیروگاه های تجدیدپذیر و پاک است. توسعه نیروگاه های خورشیدی می تواند با کاهش وابستگی کشور به سوخت های فسیلی، امنیت اقتصادی کشور را ارتقا دهد و زمینه اشتغال و درآمدزایی، به خصوص در مناطق محروم را افزایش دهد. برای این منظور توجه به مواردی مانند استفاده از ظرفیت های موجود کشور برای افزایش سهم انرژی های تجدیدپذیر در سبد انرژی، اعطای تسهیلات به منظور سرمایه گذاری در احداث نیروگاه های خورشیدی و کاهش ریسک سرمایه گذاری در انرژی های خورشیدی ضروری است.

واژگان کلیدی: سبد انرژی، نیروگاه های خورشیدی، انرژی های تجدیدپذیر، سرمایه گذاری.

مقدمه

یکی از مهم ترین انواع انرژی های تجدیدپذیر که سهم بالایی در تولید برق داشته، انرژی خورشیدی است. کاربرد انرژی خورشیدی به دو حوزه کاربردهای نیروگاهی و غیرنیروگاهی تقسیم می شود که در کاربردهای نیروگاهی انرژی خورشیدی برای تولید برق، از دو نوع نیروگاه ها فتوولتائیک (PVP) و نیروگاه حرارتی خورشیدی (CSP) استفاده می شود. براساس آمارها، در سال ۲۰۱۸ حدود ۲۱/۵ درصد از کل برق انرژی تجدیدپذیر مربوط به انرژی های خورشیدی بوده است و اگر سهم برق آبی را از کل برق تجدیدپذیر کم کنیم، سهم برق خورشیدی از کل تولید شده توسط انرژی های تجدیدپذیر به حدود ۴۱

استفاده از انرژی های تجدیدپذیر یکی از روش های متداول برای تولید برق در جهان است. امروزه بسیاری از کشورها، سرمایه گذاری های زیادی برای افزایش ظرفیت نیروگاه های تجدیدپذیر انجام داده اند. بررسی ها نشان می دهد که در سال های اخیر سهم انرژی های تجدیدپذیر از کل ظرفیت تولید برق در جهان افزایش یافته و در سال ۲۰۱۸ به ۱۶/۷ درصد رسیده است. همچنین در این سال، ۱۱/۳ درصد از کل تولید برق جهان حاصل انرژی های تجدیدپذیر بوده است و پیش بینی ها نشان می دهد که در آینده این سهم افزایش بیشتری خواهد داشت.

انرژی در ایران، اسناد بالادستی حمایت‌کننده، مزیت‌های این نوع انرژی و همچنین تجارب موفق در این زمینه، بیان می‌شود. در ادامه، آخرین وضعیت توسعه نیروگاه‌های خورشیدی در ایران بررسی و سپس، ملاحظات امنیت اقتصادی مرتب‌بر موضوع بیان می‌شود. بخش پایانی گزارش به جمع‌بندی و ارزیابی راهکارها اختصاص دارد.

۱- جایگاه انرژی خورشیدی در جهان

بررسی وضعیت جهانی تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر، تولید و ظرفیت تولید برق از این انرژی‌ها افزایش زیادی داشته است. آمارها نشان می‌دهد که تا پایان سال ۲۰۱۸ حدود ۱۸۱ گیگاوات بر ظرفیت تولید برق جهان از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر افزوده شده و به ۲۳۷۸ گیگاوات رسیده است. در این سال، بیشترین ظرفیت تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر با ۱۱۳۲ گیگاوات مربوط به هیدروپاور بوده است. پس از آن، انرژی بادی و خورشیدی (PVP) به ترتیب با ظرفیت ۵۹۱ و ۵۰۵ گیگاوات در جایگاه دوم و سوم قرار داشته‌اند. اگرچه انرژی خورشیدی از حیث ظرفیت تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر در جایگاه سوم قرار دارد، اما بررسی روند رشد تولید برق از این انرژی نشان می‌دهد که در سال‌های اخیر بیشترین رشد ظرفیت تولید مربوط به این نوع انرژی بوده است. آمارهای پایگاه جهانی انرژی تجدیدپذیر^۱، نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۸ حدود ۱۰۰ گیگاوات به ظرفیت تولید برق خورشیدی در جهان افزوده شده که از این حیث بیشترین میزان بوده است. در نمودار شماره ۱، رشد ظرفیت تولید برق خورشیدی در سال‌های اخیر ارزیابی شده است.

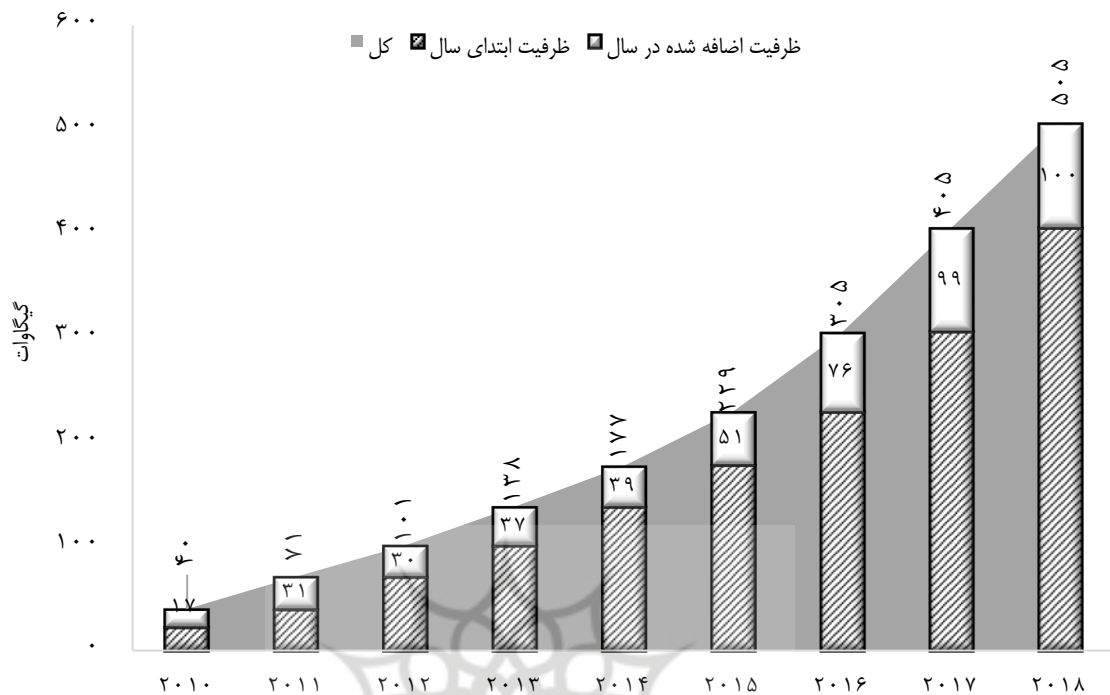
درصد افزایش می‌یابد. این موضوع اهمیت بالای انرژی خورشیدی را در سبد تولید برق کشورهای جهان نشان می‌دهد و حاکی از آن است که این کشورها برنامه‌ریزی‌های منسجمی را برای افزایش سهم این نوع انرژی‌ها، در دست اقدام دارند.

ایران نیز یکی از کشورهایی است که به دلیل برخورداری از ویژگی‌های جغرافیایی می‌تواند در این زمینه موفق باشد. ایران از جمله کشورهایی است که در نواحی پرتابش واقع شده و مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از تجهیزات خورشیدی در ایران مناسب است و می‌تواند بخشی از انرژی مورد نیاز کشور را تأمین کند. براساس بررسی‌های صورت گرفته، ایران کشوری است که با وجود ۳۰۰ روز آفتابی در بیش از دوسوم آن و متوسط تابش ۵/۵ - ۴/۵ کیلووات ساعت بر مترمربع در روز، یکی از کشورهای با ظرفیت بالا در زمینه انرژی خورشیدی معرفی شده است (عمیدپور و فراریان، ۱۳۹۶؛ اعتصام و ورزنده، ۱۳۹۲؛ خانی، فلاحی و بانسی، ۱۳۹۵، صص. ...). با این حال، به دلیل برخی عوامل مانند پایین بودن قیمت برق از سایر منابع نتوانسته است سهم برق خورشیدی را در سبد انرژی خود افزایش دهد، اما در سال‌های اخیر دولت اهتمام ویژه‌ای به این موضوع داشته است. از این رو، با حمایت‌های قانونی برای افزایش تولید برق در کشور گام برداشته است. این موضوع می‌تواند بازار بزرگی را در کشور ایجاد کند و ورود به موقع به این بازار می‌تواند منافع مالی خوبی برای شرکت‌های فعال در این زمینه فراهم آورد.

با توجه به اهمیت این موضوع، در گزارش حاضر، ابتدا وضعیت بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در جهان مورد بررسی قرار می‌گیرد و سپس، جایگاه این

1- Renewables Global Status Report (REN21, 2019).

نمودار ۱- روند تغییر در سهم ظرفیت برق خورشیدی جهان



مأخذ: Renewables Global Status Report (REN21, 2019)

تولید برق از انرژی خورشیدی به خود اختصاص داده‌اند. براساس گزارش پایگاه جهانی انرژی تجدیدپذیر، تا پایان سال ۲۰۱۸، ظرفیت تولید برق از انرژی خورشیدی در کشورهای بریکس حدود ۲۱۴/۸ گیگاوات بوده که این میزان معادل ۴۲ درصد از کل ظرفیت برق تولیدی خورشیدی در جهان است. همچنین ظرفیت تولید برق از این انرژی در چین و کشورهای عضو اتحادیه اروپا به ترتیب ۱۷۶/۲ و ۱۱۷/۳ گیگاوات گزارش شده است.

اگر به وضعیت رشد ظرفیت تولید برق از انرژی خورشیدی نگاه کنیم، درمی‌یابیم که چین بیشترین رشد را در این زمینه داشته و در سال ۲۰۱۸ حدود ۴۵ گیگاوات به ظرفیت برق فتوولتائیک این کشور افزوده شده است. این میزان تقریباً برابر با ۴۵ درصد

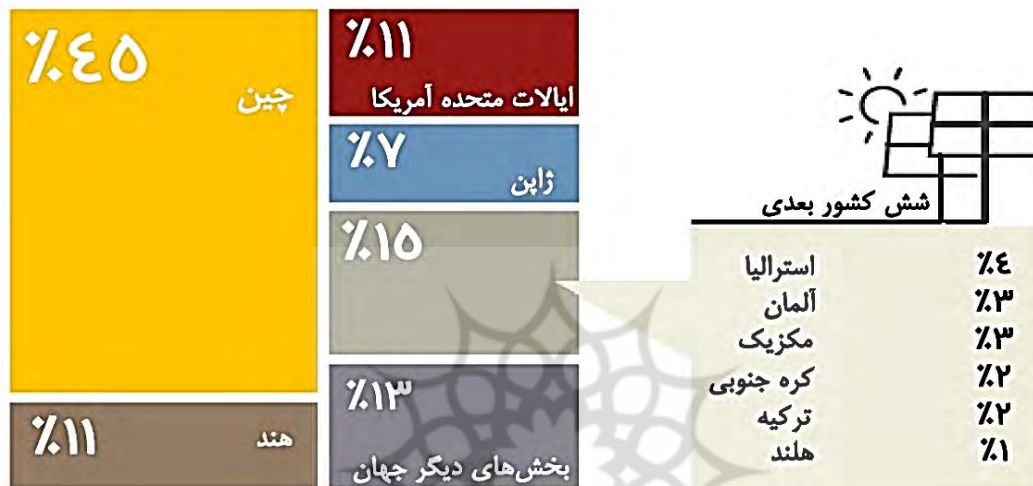
یادآوری می‌شود، در زمینه تولید برق با استفاده از نیروگاه حرارتی خورشیدی (CSP) نیز در سال ۲۰۱۸ شاهد افزایش ظرفیت هستیم. براساس آمارها ظرفیت تولید برق با استفاده از این روش، در سال ۲۰۱۸ به ۵/۵ گیگاوات ساعت رسیده است که این میزان نسبت به سال ۲۰۱۷ حدود ۱۱ درصد رشد را نشان می‌دهد. این افزایش ظرفیت مربوط به دو کشور چین و مراکش بوده است. یادآوری می‌شود، در سال ۲۰۱۰ ظرفیت تولید برق جهان با استفاده از نیروگاه‌های CSP حدود ۱ گیگاوات بود. آمریکا و اسپانیا از جمله بزرگ‌ترین تولیدکنندگان برق با استفاده از نیروگاه حرارتی خورشیدی هستند.

در بین کشورهای جهان، کشورهای بریکس، چین و اتحادیه اروپا بیشترین میزان افزایش را در ظرفیت

افزایش یافته و از این حیث بعد از چین قرار دارند. نمودار شماره ۲، سهم هریک از کشورها را در افزایش ظرفیت تولید برق فتوولتائیک در سال ۲۰۱۸ نشان می‌دهد.

از کل ظرفیت اضافه شده جهان در سال ۲۰۱۸ است. ظرفیت تولید برق فتوولتائیک هند و آمریکا ۱۰/۸ گیگاوات (۱۱ درصد از کل ظرفیت اضافه شده) و ۱۰/۶ گیگاوات (۱۱ درصد از کل ظرفیت اضافه شده)

نمودار ۲- سهم کشورهای مختلف از افزایش ظرفیت تولید برق فتوولتائیک در سال ۲۰۱۸



مأخذ: Renewables Global Status Report (REN21, 2019)

که از این حیث بیشترین میزان در بین انواع مختلف انرژی تجدیدپذیر است. نکته دیگر در ارتباط با نیروگاه‌های خورشیدی، کاهش هزینه تولید برق از این انرژی است. گزارش‌ها نشان می‌دهد که نیروگاه‌های خورشیدی و بادی (در خشکی) ارزان‌ترین برق را در بین نیروگاه‌های تازه‌تأسیس، تولید می‌کنند. براساس این گزارش هزینه تولید یک مگاوات برق (LCOE)، برای نیروگاه خورشیدی با کاهش بین ۴ تا ۹ درصدی به رقم ۴۴ تا ۵۰ دلار رسیده است^۱. البته، برخی پروژه‌ها در امارات، استرالیا و شیلی، هزینه تولید برق خورشیدی در حد ۲۳ تا ۲۹ دلار داشته‌اند.

اگر به روند سرمایه‌گذاری در تولید برق تجدیدپذیر نگاه کنیم، خواهیم دید که در سال ۲۰۱۸ حدود ۴۱۶ میلیارد دلار در زمینه احداث ظرفیت جدید تولید برق از انواع مختلف انرژی سرمایه‌گذاری شده که حدود ۲۷۲ میلیارد دلار آن مربوط به سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر بوده است. در واقع، می‌توان گفت، ۶۵/۴ درصد از سرمایه‌گذاری جدید مربوط به انرژی‌های تجدیدپذیر بوده و سهم سوخت‌های فسیلی، هسته‌ای و هیدروپاور به ترتیب ۲۲/۸، ۷/۹ و ۳/۹ درصد است. در این بین، سرمایه‌گذاری جدید انرژی خورشیدی در سال ۲۰۱۸ حدود ۱۳۹/۷ میلیارد دلار گزارش شده

۱- هزینه تولید برق خورشیدی چین حدود ۳۸ دلار بوده که اندکی از هزینه برق تولیدی از زغال‌سنگ بالاتر است.

۲- حمایت‌های قانونی برای احداث و توسعه نیروگاه‌های خورشیدی

افزایش جهانی تولید برق و عدم توسعه آن در ایران، در کنار روند رو به رشد مصرف برق در کشور که گاه خاموشی‌هایی را در فصل گرم سال به همراه داشته است، موجب شده مسئولان و سیاست‌گذاران کشور، برنامه‌هایی را برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در دستور کار قرار دهند. یکی از مهم‌ترین اسناد بالادستی، قانون برنامه ششم توسعه کشور است که در آن بر افزایش تولید برق از نیروگاه‌های تجدیدپذیر تأکید ویژه شده است. براساس ماده ۵۰ این قانون، دولت مکلف است سهم نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک با اولویت سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی (داخلی و خارجی) با حداکثر استفاده از ظرفیت داخلی را تا پایان اجرای قانون برنامه به حداقل پنج درصد (۵٪) ظرفیت برق کشور برساند (قانون برنامه پنجم ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶-۱۴۰۰)).

قانون بودجه سال ۱۳۹۸ نیز احداث نیروگاه‌های تجدیدپذیر خورشیدی را مدنظر قرار داده و برای پیشبرد این هدف منابعی را اختصاص داده است. براساس بند ۵ تبصره ۱۶، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران مکلف است از طریق بانک‌های عامل با هماهنگی و معرفی بسیج سازندگی نسبت به اختصاص مبلغ پنجاه هزار میلیارد ریال (۵۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰) از محل منابع سپرده‌های قرض‌الحسنه و عادی بانک‌ها برای پرداخت به تعداد یکصد هزار نفر به‌منظور ایجاد نیروگاه خورشیدی پنج کیلوواتی در روستاها و حاشیه شهرها و مناطق محروم به‌ازای هر نفر پانصد میلیون (۵۰۰.۰۰۰.۰۰۰)

ریال با بازپرداخت شصت‌ماهه و نرخ چهار درصد (۴٪) اقدام کند. مابه‌التفاوت نرخ سود تا سقف هزار میلیارد ریال (۱۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰.۰۰۰) نسبت به نرخ مصوب شورای پول و اعتبار از محل منابع بند «الف» تبصره ۱۸ این قانون پرداخت می‌شود. در این قانون، مسئولیت نصب و راه‌اندازی نیروگاه‌ها به صورت رایگان به‌عهده سازمان بسیج مستضعفان است و استفاده از تسهیلات این بند منوط به ارایه قرارداد خرید تضمینی برق از سوی شرکت تابع وزارت نیرو است. در این راستا، به‌تازگی با ابلاغ بخشنامه بانک مرکزی، پنج بانک ملت، سپه، تجارت، صادرات و ملی موظف به تأمین منابع مالی از محل سپرده‌های قرض‌الحسنه و عادی برای پرداخت وام برای متقاضیان احداث نیروگاه خورشیدی پنج کیلوواتی (طرح جهاد روشنایی) شده‌اند.

مجلس شورای اسلامی در سال ۱۳۹۹ نیز حمایت‌های قانونی را برای توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر ادامه داده، به‌گونه‌ای که براساس گفته‌های مدیرکل امور مجلس وزارت نیرو قرار است ۲۵ درصد از مالیات بر ارزش افزوده قبوض دوره‌ای برق، برای خرید تضمینی برق تجدیدپذیر و پاک غیردولتی با اولویت مناطق محروم و روستاها، به‌سابقه (سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر بهره‌وری برق) تخصیص یابد که درآمد حاصل از اجرای این بند در سال ۱۳۹۹ حدود پنج هزار و ۵۰۰ میلیارد ریال برآورد می‌شود. علاوه بر قوانین بالادستی، در مصوبات هیأت دولت نیز بر موضوع تولید برق تجدیدپذیر تأکید شده است، به‌گونه‌ای که براساس مصوبه هیأت دولت تمام اداره‌ها موظف شده‌اند ۲۰ درصد از برق مصرفی خود را از محل انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین کنند.

سند توسعه فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر تصویب شده و به اجرا درآمده است که در آن، دستیابی به ظرفیت ۵ هزار مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر تا افق ۱۴۰۰ هدف‌گذاری شده و برای این منظور، اجرای طرح‌هایی در دستور کار قرار گرفته است. مجموعه این اقدام‌ها به رشد زیاد تولید برق از انرژی‌های تجدیدپذیر، در سال‌های اخیر منجر شده است.

براساس آمارهای وزارت نیرو، ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک کشور تا پایان سال ۱۳۹۸ حدود ۸۲۰ مگاوات بوده که این میزان نسبت به سال ۱۳۹۷ حدود ۱۷/۴ درصد رشد داشته است. در این بین، در سال ۱۳۹۸، نیروگاه‌های فتوولتائیک با ظرفیت ۳۹۰/۸ مگاوات بیشترین سهم را از کل ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک به خود اختصاص داده‌اند و سپس، نیروگاه‌های بادی با ظرفیت ۳۰۲/۲ مگاوات و برق‌آبی کوچک با ظرفیت ۱۰۳/۶ قرار داشته‌اند.

از حیث رشد ظرفیت نیز نیروگاه‌های فتوولتائیک با رشد بیش از ۲۹/۱۴ درصدی بیشترین افزایش را در بین انرژی‌های مختلف تجدیدپذیر داشته‌اند. اگرچه بررسی وضعیت توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۱۳۹۸ نشان از رشد ظرفیت این نیروگاه‌ها در این سال دارد، اما مقایسه آمارهای رشد ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر در سال ۱۳۹۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ حاکی از آن است که آهنگ رشد افزایش ظرفیت این نیروگاه‌ها کندتر شده است، زیرا رشد ظرفیت مجموع نیروگاه‌های تجدیدپذیر و همچنین نیروگاه‌های فتوولتائیک در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶ به ترتیب ۲۴/۵ و ۶۱ درصد بوده که بیشتر از رشد ظرفیت تحقق یافته در سال ۱۳۹۸ نسبت به سال ۱۳۹۷ است.

حمایت‌های وزارت نیرو از صادرکنندگان برق تجدیدپذیر از دیگر مواردی است که در این بخش باید مورد توجه قرار گیرد و می‌تواند پشتوانه‌ای برای افزایش تولید برق و جذب سرمایه‌گذاران به این حوزه باشد. در این ارتباط، سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر بهره‌وری برق (ساتبا) در راستای تحقق سیاست‌های ابلاغی از سوی وزارت نیرو در زمینه حمایت از صادرات برق تجدیدپذیر به کشورهای همسایه در نخستین گام، این فرصت را برای سرمایه‌گذاران بخش خصوصی فراهم کرده است تا اگر به هر دلیل، قرارداد فروش برق به سایر کشورها با مشکل مواجه شود، به صورت هم‌زمان امکان بازگشت و فروش برق این نیروگاه‌ها به ساتبا، وفق شرایط و نرخ‌های مصوب وزارت نیرو وجود داشته باشد. بر همین اساس، مطابق مذاکرات صورت گرفته با وزارت نیرو و به منظور جلب اطمینان سرمایه‌گذاران، این مطلب در متن پروانه‌های صادرات برق گنجانده شده است.

۳- آخرین وضعیت توسعه نیروگاه‌های خورشیدی در ایران

وجود منابع سرشار نفت و گاز در ایران، موجب شده است که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌برداری از این انرژی‌ها، چندان مورد توجه قرار نگیرد و به این نوع انرژی‌ها به صورت یک انرژی لوکس نگاه شود. به دنبال افزایش استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای دیگر و منافع که در استفاده از این نوع انرژی‌ها وجود دارد، در سال‌های اخیر استفاده از این نوع انرژی‌ها دوباره مطرح شده و در این راستا، با هدف متنوع کردن سبد تولید برق،

جدول ۱- عملکرد نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک تا پایان سال ۱۳۹۸

مجموع		بازیافت تلفات حرارتی		زیست توده		برق‌آبی کوچک		فتوولتاییک		بادی		نوع نیروگاه
۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	
۸۲۰	۷۰۰	۱۳/۶	۱۳/۶	۱۰/۵	۱۰/۵	۱۰۳/۶	۸۸/۲	۳۹۰/۸	۳۰۲/۶	۳۰۲/۲	۲۸۴/۶	ظرفیت (MW)
۱۷/۱۴		۰		۰		۱۷/۴۶		۲۹/۱۴		۶/۱۸		درصد رشد

مأخذ: گزارش عملکرد سال ۱۳۹۷ و گزارش‌های ماهیانه صنعت آب و برق.

۱۳۹۶، حدود ۴۹ درصد افزایش داشته است. همچنین با نصب نیروگاه‌های جدید، میزان اجتناب از مصرف سوخت فسیلی و میزان اجتناب از مصرف آب به ترتیب ۸۳۰ میلیون مترمکعب معادل گاز طبیعی (۵۱ درصد) و ۶۴۳ میلیون لیتر (۵۱ درصد) افزایش داشته است. جدول شماره ۲، عملکرد نیروگاه‌های تجدیدپذیر را نشان می‌دهد.

همچنین با افزایش ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر، میزان برق تولیدی از این منابع در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال ۱۳۹۶، بیش از ۵۱ درصد افزایش داشته و به ۲۹۲۴ میلیون کیلووات ساعت رسیده است. از سوی دیگر، به دلیل نصب نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک به‌جای توسعه نیروگاه‌های حرارتی، میزان اجتناب از انتشار گازهای گلخانه‌ای در سال ۱۳۹۷ نسبت به سال

جدول ۲- شاخص‌های انرژی‌های تجدیدپذیر

درصد رشد	۱۳۹۷	۱۳۹۶	واحد	شرح
۵۱	۲۹۲۴	۱۹۲۷	میلیون کیلووات ساعت	برق تولیدی از منابع تجدیدپذیر
۴۹	۲۰۱۸	۱۳۵۰	هزار تن	اجتناب از انتشار گازهای گلخانه‌ای
۵۱	۸۳۰	۵۴۷	معادل میلیون مترمکعب گاز طبیعی	اجتناب از مصرف سوخت‌های فسیلی
۵۱	۶۴۳	۴۲۴	میلیون لیتر	اجتناب از مصرف آب

مأخذ: گزارش عملکرد سال ۱۳۹۷ صنعت آب و برق.

فتوولتاییک بوده و تخمین زده می‌شود که ۳۶۰۵ شغل در این رشته از فعالیت‌ها ایجاد شود. در واقع، می‌توان گفت، ۳۲/۸ درصد از کل اشتغال ایجاد شده مربوط به نیروگاه‌های فتوولتاییک بوده و حاکی از آن است که در مقیاس جهانی، موقعیت‌های شغلی فراوانی به دلیل بهره‌برداری از طرح برق فتوولتاییک ایجاد شده است. جدول شماره ۳، میزان اشتغال مستقیم و غیرمستقیم مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر را به تفکیک جهان، کشورها و انرژی‌های مختلف، نشان می‌دهد.

علاوه بر مواردی که در جدول شماره ۲، به‌عنوان مزیت‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر آمده است، توسعه نیروگاه‌های خورشیدی مزایای دیگری مانند اشتغال‌زایی بالا نسبت به سایر انواع انرژی‌های تجدیدپذیر را به خود اختصاص داده است. آمارهای جهانی نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۸ میزان شغل‌های مستقیم و غیرمستقیم که از طرح‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد شده، حدود ۱۰۹۸۳ هزار شغل بوده است. در بین انرژی‌های مختلف، بیشترین شغل در بخش برق

جدول ۳- میزان اشتغال مستقیم و غیرمستقیم مرتبط با طرح‌های انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۸

نوع انرژی / مناطق و کشورها	جهان	چین	برزیل	آمریکا	هند	اتحادیه اروپا
خورشیدی (نیروگاه فتوولتائیک)	۳۶۰۵	۲۱۹۴	۱۵/۶	۲۲۵	۱۱۵	۹۶
سوخت‌های مایع	۲۰۶۳	۵۱	۸۳۲	۳۱۱	۳۵	۲۰۸
برق آبی	۲۰۵۴	۳۰۸	۲۰۳	۶۶/۵	۳۴۷	۷۴
برق بادی	۱۱۶۰	۵۱۰	۳۴	۱۱۴	۵۸	۳۱۴
خورشیدی (مصارف گرمایشی و سرمایشی)	۸۰۱	۶۷۰	۴۱	۱۲	۲۰/۷	۲۴
بیومس	۷۸۷	۱۸۶		۷۹	۵۸	۳۸۷
بیوگاز	۳۳۴	۱۴۵		۷	۸۵	۶۷
زمین گرمایی	۹۴	۲/۵		۳۵		۲۳
خورشیدی (نیروگاه حرارتی)	۳۴	۱۱		۵		۵

مأخذ: Renewables Global Status Report (REN21, 2019)

۴- ملاحظات امنیت اقتصادی

صادرات بیشتر آنها، درآمدهای ارزی کشور را افزایش دهد. البته، باید این نکته را مدنظر قرار داد که توسعه انرژی‌های خورشیدی در کشورهای صادرکننده نفت تا حدود زیادی به هزینه فرصت مصرف داخلی نفت و گاز بستگی دارد و اگر امکان صادرات بیشتر فراهم نباشد (مانند وضعیت کنونی که ایران درگیر تحریم‌هاست) توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند از نظر اقتصادی با مشکل مواجه شود.

در انرژی‌های خورشیدی سرمایه‌گذاری کند، می‌تواند در کوتاه‌مدت درآمدهای خود را افزایش دهد. این موضوع به دلیل رشد مصرف انرژی و قابلیت جایگزینی انرژی خورشیدی با انرژی‌های فسیلی و به تبع آن، امکان صادرات بیشتر نفت و گاز قابل تصور است. در واقع، ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای صادرکننده نفت، جزء کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آید و تقاضای انرژی در کشور، رو به افزایش است. از این رو، سرمایه‌گذاری ایران در انرژی‌های خورشیدی، می‌تواند بخشی از نیاز انرژی داخلی را از این طریق تأمین کند و در مواقعی که قیمت نفت و گاز بالاست، از طریق

اگرچه وجود منابع سرشار نفت و گاز در ایران و هزینه‌های پایین بهره‌برداری از این منابع، ابعاد اقتصادی سرمایه‌گذاری را در انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی به چالش کشیده است، اما اگر با دید بلندمدت به توسعه این نوع انرژی‌ها نگریسته شود، می‌تواند امنیت اقتصادی کشور را ارتقا دهد. در این ارتباط، اگر ایران، به عنوان یک کشور صادرکننده نفت در انرژی‌های خورشیدی سرمایه‌گذاری کند، می‌تواند در کوتاه‌مدت درآمدهای خود را افزایش دهد. این موضوع به دلیل رشد مصرف انرژی و قابلیت جایگزینی انرژی خورشیدی با انرژی‌های فسیلی و به تبع آن، امکان صادرات بیشتر نفت و گاز قابل تصور است. در واقع، ایران نیز مانند بسیاری از کشورهای صادرکننده نفت، جزء کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آید و تقاضای انرژی در کشور، رو به افزایش است. از این رو، سرمایه‌گذاری ایران در انرژی‌های خورشیدی، می‌تواند بخشی از نیاز انرژی داخلی را از این طریق تأمین کند و در مواقعی که قیمت نفت و گاز بالاست، از طریق

سال ۱۳۹۷، نیروگاه‌های فتوولتائیک با ظرفیت ۳۹۰/۸ مگاوات بیشترین سهم را از کل ظرفیت نیروگاه‌های تجدیدپذیر و پاک به خود اختصاص داده‌اند و سپس، نیروگاه‌های بادی با ظرفیت ۳۰۲/۲ مگاوات و برق‌آبی کوچک با ظرفیت ۱۰۳/۶ قرار داشته‌اند. از حیث رشد ظرفیت نیز نیروگاه‌های فتوولتائیک با رشد بیش از ۲۹/۱۴ درصد بیشترین افزایش را در بین انرژی‌های مختلف تجدیدپذیر داشته‌اند.

یکی از مهم‌ترین دلایل افزایش ظرفیت تولید برق خورشیدی در ایران، اسناد بالادستی پشتیبانی‌کننده و حمایت‌های دولت بوده است. حمایت‌های یارانه‌ای دولت برای اعطای تسهیلات براساس قانون بودجه سال ۱۳۹۸ و همچنین اختصاص ۲۵ درصد از مالیات بر ارزش‌افزوده قبوض دوره‌ای برق، برای خرید تضمینی برق تجدیدپذیر مطابق قانون بودجه سال ۱۳۹۹ از جمله این حمایت‌هاست. به‌رغم این حمایت‌ها، شاهد آن بودیم که در سال ۱۳۹۸ رشد ظرفیت تولید برق از انرژی‌های خورشیدی نسبت به رشد سال ۱۳۹۷ کاهش داشته و در مقام مقایسه با آمار بین‌المللی نیز سهم برق خورشیدی در سبد انرژی کشور پایین است. با عنایت به مواردی که به‌عنوان مزیت‌های توسعه نیروگاه‌های خورشیدی برای ارتقای امنیت اقتصادی کشور در بخش قبل بیان شد، توجه به موارد زیر می‌تواند در این زمینه مهم باشد:

- استفاده از ظرفیت‌های موجود کشور برای افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی: توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند، سهم این انرژی‌ها را در سبد مصرف انرژی افزایش دهد و زمینه

برخی گزارش‌ها نشان می‌دهد که فشار مخازن در برخی از فازهای میدان پارس جنوبی افت کرده و به دنبال آن تولید گاز در آنها کاهش یافته است. از این رو، در صورت ادامه این روند، امکان کاهش تولید در سال‌های آینده دور از انتظار نیست و چنانچه از اکنون در انرژی‌های جایگزین مانند انرژی خورشیدی سرمایه‌گذاری نشود، این امکان وجود دارد که کشور در تأمین انرژی خود با مشکل مواجه شود. بنابراین، از هم‌اکنون با سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توان وابستگی به گاز طبیعی و نفت را کاهش داد و به تبع آن، با متنوع‌سازی سبد انرژی، آسیب‌های احتمالی را که از کاهش ناگهانی تولید گاز طبیعی و نفت متوجه کشور است، تقلیل داد.

جمع‌بندی و راهکارهای پیشنهادی

مزیت‌های گسترده در استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، به‌خصوص انرژی خورشیدی موجب شده است که بسیاری از کشورها، سرمایه‌گذاری‌های گسترده‌ای را در این حوزه انجام دهند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که تا پایان سال ۲۰۱۸ حدود ۱۸۱ گیگاوات به ظرفیت تولید برق جهان از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر افزوده شده و به ۲۳۷۸ گیگاوات رسیده است. از این میزان، حدود ۵۰۵ گیگاوات مربوط به انرژی خورشیدی بوده است. با توجه به این موضوع، ایران نیز در سال‌های اخیر سرمایه‌گذاری در انرژی خورشیدی را افزایش داده که نتیجه آن ارتقای سهم برق خورشیدی در سبد انرژی کشور بوده است. براساس آمارهای وزارت نیرو، در

انرژی تجدیدپذیر را آغاز کرده‌اند و تمایل دارند که سرمایه‌گذاری را در این طرح‌ها افزایش دهند.

- کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در انرژی‌های خورشیدی: یکی از مهم‌ترین عواملی که سرمایه‌گذاری در انرژی‌های خورشیدی را با چالش مواجه می‌سازد، ریسک‌های ورود به این عرصه است. با توجه به اینکه برق تولیدی در نیروگاه‌های خورشیدی باید توسط وزارت نیرو خریداری شود، ریسک‌هایی در قیمت برق و مدت زمان قرارداد وجود داد و برخی از سرمایه‌گذاران در زمینه انجام تعهدات وزارت نیرو، به‌خصوص در بلندمدت دچار تردید هستند.

منابع:

اعتصام، ایرج؛ و ورزنده، سمیه (۱۳۹۲). طراحی مراکز آموزشی انرژی‌های تجدیدپذیر با رویکرد پایداری در تهران (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

خانی، محمدمسعود؛ فلاحی، اسماعیل؛ و بانسی، مهدی (۱۳۹۵). ارائه مدل مدیریت تأمین انرژی در ایران براساس معیارهای فنی، اقتصادی و زیست محیطی. فصلنامه پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۵(۱۸)، ۲۹-۶۰. DOI: 10.22054/jiee.2016.7192

عمیدپور، مجید؛ فرازبان، خالد (۱۳۹۶). طراحی و مدل‌سازی سیستم ترکیبی حرارتی خورشیدی برق آبی به منظور تولید هم‌زمان آب شیرین و برق (پایان‌نامه کارشناسی ارشد). دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علم و تحقیقات، تهران، ایران.

قانون برنامه پنجم ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶-۱۴۰۰).

افزایش صادرات سوخت‌های فسیلی مانند گاز را فراهم آورد. تا قبل از اعمال تحریم‌های بین‌المللی، ورود شرکت‌های بزرگ بین‌المللی به ایران برای اجرای پروژه‌های مختلف در این انرژی‌ها افزایش زیادی داشت و سرمایه‌گذاری‌های زیادی در این زمینه صورت گرفت. متأسفانه با اعمال تحریم‌ها، فعالیت شرکت‌های بین‌المللی در ایران خاتمه یافت و بسیاری از پروژه‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر ناتمام ماند. با توجه به اینکه ایران یکی از مستعدترین کشورها در زمینه انرژی‌های تجدیدپذیر (به‌خصوص انرژی خورشیدی) است، در راستای تنوع در ترکیب انرژی کشور، توسعه انرژی‌های خورشیدی باید ادامه داشته باشد. در این راستا استفاده از ظرفیت‌های بخش خصوصی می‌تواند راهگشا باشد. هم‌اکنون شرکت‌هایی در ایران هستند که قابلیت طراحی و تولید تجهیزات مورد نیاز را برای راه‌اندازی نیروگاه‌های خورشیدی دارند و در صورت حمایت وزارت نیرو، امکان راه‌اندازی نیروگاه‌های خورشیدی فراهم می‌شود.

- اعطای تسهیلات به منظور سرمایه‌گذاری در احداث نیروگاه‌های خورشیدی: یکی از عواملی که موجب کاهش سرمایه‌گذاری در احداث نیروگاه‌های خورشیدی شده، بالا بودن قیمت پانل‌ها و تجهیزات مورد نیاز است. از این رو، با افزایش حمایت‌های مالی توسط دولت و نظام بانکی می‌توان انتظار داشت که توسعه این نیروگاه‌ها در کشور تسریع شود. در این ارتباط باید گفت که هم‌اکنون بسیاری از بانک‌های کشور در صدد تغییر مدل کسب‌وکار خود برآمده‌اند و سرمایه‌گذاری در بازارهای جدید مانند پروژه‌های