فصلنامهٔ مطالعات راهبردی سیاست‌گذاری عمومی، دورهٔ ۷، شمارهٔ ۲۴، پائیز ۹۶

بررسی و تحلیل تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص‌های کلان اقتصادی[۱]

علی امامی میبدی،[۲] حسن جنگ‌آور،[۳] یونس نوراللهی،[۴] محمد ستاری‌فر،[۵] مرتضی خورسندی[۶]

چکیده:

تأمین انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی از مهم‌ترین دلایل توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه است. شاخص‌های کلان اقتصادی نیز در پی توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر تحت تأثیر قرار گرفته‌اند.

در این مقاله از روش تحلیل اقتصادی به منظور بررسی اثر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص‌های اشتغال، تولید ناخالص داخلی، ارزش افزوده و رفاه اقتصادی استفاده شده است. نتایج بررسی‌ها بیانگر آن است که توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر سبب ایجاد بیش از ۸/۱ میلیون شغل در جهان و در سال ۲۰۱۵ شده است که سهم کشورهای آسیایی بیش از ۶۰ درصد است. اگر چه توسعهٔ

۱. تاریخ دریافت : ۹۶/۲/۱۲ تاریخ پذیرش:۹۶/۶/۳

۲. دانشیار اقتصادِ دانشگاه علامه طباطبایی (نویسندهٔ مسئول)؛ رایانامه: emami@atu.ac.ir

۳. دانشجوی دکتری اقتصاد نفت و گاز دانشگاه علامه‌طباطبایی؛ رایانامه: hjangavar@gmail.com

۴. دانشیار انرژی‌های تجدیدپذیر و محیط‌زیست دانشکدهٔ علوم‌فنون نوین دانشگاه تهران؛ رایانامه:noorollahi@ut.ac.ir

۵. استادیار اقتصادِ دانشگاه علامه طباطبایی؛ رایانامه: msatarifar@yahoo.com

۶. استادیار اقتصادِ دانشگاه علامه طباطبایی؛ رایانامه: mkhorsandi57@yahoo.com

انرژی‌های تجدیدپذیر به طور متوسط سبب افزایش ۰/۶۳ درصدی رشد تولید ناخالص داخلی جهان شده است، اما کشورهای دارندهٔ ذخایر نفتی رشد منفی داشته‌اند. ارزش افزودهٔ کسب‌شده به طور متوسط ۶۱۰ دلار برای هر کیلووات تولید ماژول در بخش انرژی خورشیدی و ۵۸۳ دلار برای هر کیلووات در بخش ساخت تجهیزات تولید انرژی از باد است. تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر رفاه اقتصادی در کشورهای مختلف مثبت بوده و این تأثیرگذاری به طور متوسط ۲/۸۱ درصد برای گروه کشورهای منتخب است. بررسی این شاخص‌ها نشان می‌دهد تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر علاوه بر تأمین تقاضای انرژی و جایگزینی آن‌ها با بخشی از تقاضا برای سوخت‌های فسیلی، آثار مثبت اقتصادی کوتاه‌مدت و بلندمدت با سهم‌های متفاوت به همراه دارد. بنابراین، ارتقای شاخص‌های کلان اقتصادی از جمله دلایل توسعهٔ سیاست‌های افزایش تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر در کشورهای منتخب قلمداد می‌شود.

کلیدواژه‌ها: انرژی‌های تجدیدپذیر، اشتغال، تولید ناخالص داخلی، ارزش افزوده، رفاه اقتصادی

۱. مقدمه

بهبود امنیت و ارتقای دسترسی به انرژی و کاهش تغییرات اقلیم از مهم‌ترین نتایج توسعه و به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در دنیا است. همچنین، سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به محرک جدید برای رشد اقتصادی، افزایش درآمد ملی، بهبود تراز تجاری، توسعهٔ صنایع و افزایش اشتغال بدل شود.

برخی از کشورهای دارای نرخ رشد اقتصادی پایین از طریق اتخاذ سیاست‌های بهینهٔ توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند زمینهٔ بهبود و ارتقای آن را فراهم آورند. بدین منظور، در ابتدا باید درک صحیحی از ارزش اقتصادی توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر و بخش‌های ارزش‌افزای آن وجود داشته باشد. بنابراین، ضرورت دارد که در گام نخست، متغیرهای تأثیرگذار شناسایی و سپس سهم هر یک از آن‌ها در زنجیرهٔ ارزش توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر ارزیابی شود. ارزش‌آفرینی از منظر تعریف سنتی اقتصاد، در برگیرندهٔ طیف وسیعی از منافع اقتصادی برای کشورها با رویکرد توسعه پایدار است. به عبارت دیگر، ارزش‌آفرینی شامل اشتغال‌زایی، بهبود سلامت و آموزش، کاهش فقر و کاهش آثار منفی محیط‌زیستی است. مفهوم‌سازی آثار اقتصادی در یک چارچوب جامع و کامل که بتواند قابل اندازه‌گیری، جمع‌پذیر و قابل مقایسه باشد، بسیار دشوار و پیچیده است؛ زیرا اندازه‌گیری عددی برخی از متغیرها از قبیل آموزش بسیار مشکل است. از سوی دیگر، اولویت‌بندی بین متغیرها نیز برای کشورهای مختلف یکسان نیست و در نتیجه آثار تغییرات بر

آن‌ها نیز متفاوت خواهد بود.

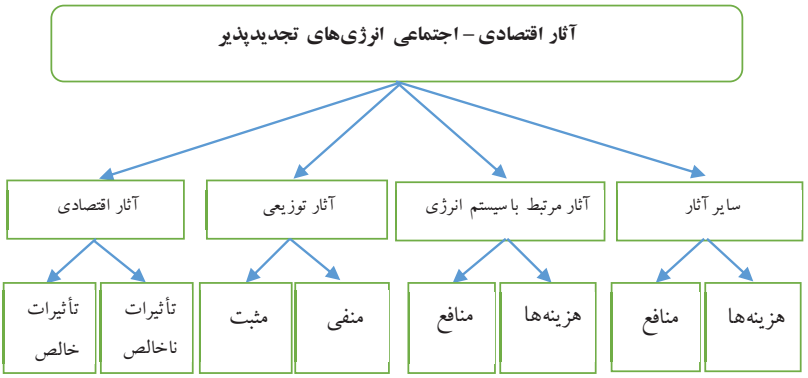
از نظر روش‌شناسی، بسیاری از سیستم‌های اقتصادی به صورت پویا، پیچیده، غیرقابل پیش‌بینی و حساس نسبت به شرایط اولیه هستند. بنابراین، با استفاده از مدل‌های ریاضی و اقتصادسنجی نمی‌توان به درک صحیحی از سیستم‌های اقتصادی و اجتماعی دست یافت و روابط میان آن‌ها را به‌درستی تحلیل و پیش‌بینی کرد. در مطالعات و بررسی‌های اقتصادی، معمولاً از یکی از دو روش اقتصادسنجی (مبتنی بر مدل‌سازی) و یا تحلیل اقتصادی به منظور تجزیه و تحلیل تأثیرات متقابل شاخص‌ها استفاده می‌شود. در این مقاله سعی شده است از روش تحلیل اقتصادی و با استفاده از اسناد و گزارش‌های معتبر بین‌المللی، پایگاه‌های داده و مقالات موجود به این پرسش اساسی پاسخ داده شود که تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص‌های کلان اقتصادی با توجه به تجربیات کشورهای مختلف چگونه بوده است؟ براساس روش تحلیل اقتصادی، در ابتدا شاخص‌های کلان اقتصادی شناسایی و سپس تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر هر یک از آن‌ها بررسی شده است.

نبودن آمار و اطلاعات مناسب در کشور و برخی از کشورهای در حال توسعه در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تأثیر آن بر شاخص‌های اقتصادی و اجتماعی از محدودیت‌های انجام این پژوهش است.

با وجود آنکه منافع ناشی از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بصورت قابل ملاحظه‌ای در حال افزایش است، اما مطالعات تحلیلی اقتصادی اندکی در این زمینه انجام شده است. در این مقاله به ظرفیت‌های بالقوه در بخش‌های مختلف زنجیرهٔ ارزش انرژی‌های تجدیدپذیر با تمرکز بر توسعهٔ انرژی‌های خورشید و باد پرداخته‌ایم. در بخش دوم، ادبیات موضوع و مطالعات تجربی را بررسی کرده‌ایم. در بخش سوم به تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر اشتغال و در بخش چهارم، ارزش افزودهٔ ناشی از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر پرداخته‌ایم. در بخش پنجم، چگونگی تأثیرگذاری توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر تولید ناخالص داخلی و در بخش ششم نیز تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر رفاه عمومی را بررسی کرده‌ایم. بخش هفتم جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی و توسعه‌ای است.

۲. ادبیات موضوع و مطالعات تجربی پژوهش

بررسی توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص‌های کلان اقتصادی از مقوله‌هایی است که در سال‌های اخیر به آن توجه شده است. در این تحقیق، بر مبنای روش تحلیل اقتصادی و با توجه به شاخص‌های کلان اقتصادی شناسایی‌شده، تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر هر یک از این شاخص‌ها تحلیل و بررسی علمی می‌شود. در شکل ۱ چارچوبی کلی و تحلیلی



از اثرهای اقتصادی و اجتماعی توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر ارائه شده است.

شکل ۱. اثرهای اقتصادی ـ اجتماعی توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر

ماخذ: Fraunhofer, 2012

همان‌گونه که در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، اثرهای اقتصادی و اجتماعی توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر به چهار بخش عمدهٔ آثار اقتصادی، آثار توزیعی، آثار توسعهٔ سیستم انرژی و سایر آثار، تقسیم می‌شود. به منظور بررسی هر یک از این آثار، باید اقدام به شناسایی شاخص‌های اصلی و تأثیرگذار نمود. برخی از مهم‌ترین این شاخص‌ها عبارت‌اند از: اشتغال، ارزش افزوده، تولید ناخالص داخلی و رفاه اقتصادی.

بیشتر مطالعات انجام‌شده در خصوص تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص‌های نام‌برده، منحصر به برآورد و تحلیل تغییرات ایجاد شده در رشد اقتصادی ناشی از به‌کارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌کنیم.

اوهلان[7] (۲۰۱۶) به بررسی رابطهٔ میان توسعهٔ مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی در کشور هندوستان طی سال‌های ۱۹۱۷ـ۲۰۱۲ پرداخته است. نتایج نشان‌دهندهٔ وجود رابطهٔ مثبت و معنادار بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در بلندمدت است. همچنین، رابطهٔ علّی دوطرفه میان مصرف انرژی تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی در بلندمدت و کوتاه‌مدت وجود دارد.

پائو و لی[8] (۲۰۱۴) با استفاده از روش هم انباشتگی پانلی[9] به بررسی رابطهٔ رشد اقتصادی و تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر و آلاینده‌های محیط‌زیستی در کشورهای مکزیک، اندونزی،

7. Ohlan
8. Pao & Li
9. Panel Cointigration

کرۀ جنوبی و ترکیه پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد رابطۀ علّی بلندمدت از طرف تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر به سمت رشد اقتصادی است و همچنین رابطۀ میان آن‌ها در کوتاه‌مدت مثبت است.

آپرجیس و پاینه[10] (۲۰۱۱) براساس تکنیک‌های هم‌انباشتگی و الگوی تصحیح خطای برداری پانلی به بررسی رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی (۱۹۸۰ـ۲۰۰۶ م) برای شش کشور آمریکای مرکزی پرداختند. با بررسی علیت بین متغیرهای مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در این کشورها به این نتیجه رسیدند که رابطۀ تعادلی بلندمدت بین متغیرهای مصرف انرژی تجدیدپذیر، رشد اقتصادی، سرمایه و نیروی کار وجود دارد.

در ایران، مطالعات مشخصی در خصوص تأثیر توسعۀ انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص‌های کلان اقتصادی به صورت منسجم انجام نشده است. همچنین، با توجه به نگرانی‌های محیط‌زیستی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، انتخاب سیاست‌های مناسب جهت توسعۀ سرمایه‌گذاری و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر امری اجتناب‌ناپذیر است. لازمۀ این امر مهم آگاهیِ سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان نسبت به نحوۀ اثرگذاری توسعۀ انرژهای تجدیدپذیر بر متغیرهای کلان اقتصادی به منظور اتخاذ تصمیمات مناسب است. شواهد نشان می‌دهد که گرچه پتانسیل ایران برای استفاده از منابع تجدیدپذیر بسیار زیاد است، اما تاکنون به نحو شایسته‌ای بهره‌برداری نشده‌اند (الهی و همکاران، ۱۳۹۴).

۳. تأثیر توسعۀ انرژی‌های تجدیدپذیر بر اشتغال

توسعۀ انرژی‌های تجدیدپذیر سبب ایجاد ۸/۱ میلیون شغل به صورت مستقیم و غیرمستقیم در سال ۲۰۱۵ در جهان شده است. علاوه بر این، با احداث نیروگاه‌های برق‌آبی بزرگ نیز بیش از ۱/۳ میلیون شغل مستقیم در سال ۲۰۱۵ به وجود آمده است (IRENA, 2016). استمرار سیاست‌های اتخاذشده از سوی کشورهای جهان در زمینۀ توسعۀ انرژهای تجدیدپذیر، تضمین‌کنندۀ افزایش تعداد شاغلان در این بخش خواهد بود. مثلاً، هند اقدام به برنامه‌ریزی جهت تولید برق خورشیدی به میزان ۱۰۰ هزار مگاوات و اشتغال ۵۱۵ هزار نفر در سال ۲۰۲۲ کرده است (Johnson, 2013).

اتخاذ سیاست‌های مناسب و کاهش هزینه‌های فناوری سبب افزایش توسعۀ انرژی‌های تجدیدپذیر در بازارهای آسیایی شده است. به طوری که تعداد شاغلین در آسیا از اروپا نیز پیشی گرفته و به ۴/۴۶ میلیون نفر در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است، در حالی که تعداد شاغلین بخش انرژی‌های تجدیدپذیر در اروپا به ۱/۱۶ میلیون نفر در سال ۲۰۱۵ رسیده است. افزایش

10. Apergis & Payne

تقاضا در بازارهای آسیایی موجب ایجاد فرصت‌های اشتغال‌زایی در بخش‌های ساخت تجهیزات و نصب آن‌ها در کشورهای مختلف شده است. در این خصوص، تولید تجهیزات فتوولتائیک به شکل متمرکز در چین و ژاپن به دنبال افزایش تقاضا به وجود آمده است (IRENA, 2016).

اگرچه نرخ رشد اشتغال در ۲۰۱۵ م نسبت به سال‌های قبل از آن کمتر بوده است، اما تعداد کل شغل‌های ایجادشدهٔ ناشی از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر حتی در مقایسه با سایر بخش‌های رقیب از جمله صنعت نفت و گاز دارای روند افزایش بوده است (IRENA, 2016). مثلاً، تعداد اشتغال بخش انرژی‌های تجدیدپذیر در چین برابر با ۳/۵ میلیون نفر است، در حالی که در بخش نفت و گاز این کشور حدود ۲/۶ میلیون نفر اشتغال دارند (CNREC, 2016).

انرژی‌های تجدیدپذیر خود دارای انواع مختلفی هستند: انرژی‌های خورشید، باد، زمین گرمایی، امواج، زیست توده، برق‌آبی‌های کوچک و سوخت‌های زیستی. با توجه به اینکه هر یک از انواع انرژی‌های مذکور، ظرفیت و میزان اشتغال متفاوتی دارند، در ادامه هر یک را جداگانه بررسی می کنیم.

۳. ۱. توسعهٔ تولید برق خورشیدی

کاهش هزینهٔ فناوری‌های تولید برق از انرژی خورشید از طریق فناوری‌های فتوولتائیک سبب توسعهٔ توزیع، بهره‌برداری و افزایش اشتغال شده است. نصب سیستم‌های فتوولتائیک در سال ۲۰۱۵ بیش از ۲۰ درصد نسبت به سال قبل از آن رشد داشته و بیشترین سهم مربوط به چین، ژاپن و آمریکا است. تولید برق از طریق فتوولتائیک با ایجاد بیش از ۲/۸ میلیون شغل در سال ۲۰۱۵، بیشترین میزان ایجاد اشتغال انرژی‌های تجدیدپذیر را به خود اختصاص داده است و بیانگر رشد ۱۱ درصدی نسبت به سال قبل از آن است (IRENA, 2016).

بخش فتوولتائیک در چین با ایجاد ۱/۷ میلیون شغل در سال ۲۰۱۵ (که معادل بیش از نیمی از فرصت‌های شغلی جهان در این بخش است)، بیشترین میزان ایجاد اشتغال در هر دو بخش ساخت تجهیزات و نصب را به خود اختصاص داده است (ILO, 2016). بخش فتوولتائیک در ژاپن هم با افزایش ۲۸ درصدی نسبت به سال ۲۰۱۴ منجر به ایجاد بیش از ۳۷۷ هزار شغل شده است. مهم‌ترین عامل دستیابی به این میزان اشتغال، ایجاد جذابیت در قیمت‌های خرید تضمینی برق در کشور ژاپن است (JPEA, 2016). در آمریکا نیز بیشترین میزان رشد اشتغال در تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر، مربوط به بخش فتوولتائیک است (Solar Foundation, 2016). اما از سوی دیگر، اشتغال بخش فتوولتائیک در اتحادیهٔ اروپا به میزان ۱۳ درصد در سال ۲۰۱۴ کاهش یافته است که دلیل اصلی آن، کاهش ساخت تجهیزات فتوولتائیک در کشورهای

اروپایی است (EY, 2015). در دیگر کشورهای آسیایی، به‌جز چین و ژاپن، شواهد موجود بیانگر رشد میزان اشتغال در بخش فتوولتائیک است. میزان اشتغال در هر دو بخش بزرگ و کوچک مقیاس واحدهای تولید برق فتوولتائیک در هندوستان افزایش یافته است (IRENA, 2016).

در حالی که اتخاذ سیاست‌های حمایتی جهت توسعه بخش فتوولتائیک سبب ایجاد تأثیرات بسیاری در میزان اشتغال شده است، استمرار سیاست‌های تجاری نیز موجب تأثیرگذاری قابل توجهی در اشتغال بخش ساخت تجهیزات در کشورهای مختلف شده است. مثلاً، چین در راستای دستیابی به بازارهای بیشتر اقدام به مونتاژ و یا تولید تجهیزات موردنیاز برای تولید برق فتوولتائیک در کشورهای مختلف از قبیل مالزی، تایلند، کرهٔ جنوبی، هند، برزیل و آمریکا کرده است تا بتواند علاوه بر گسترش سیاست‌های تجاری خود، بخشی از اشتغال مربوط به توسعهٔ ساخت تجهیزات فتوولتائیک را به سایر کشورها نیز منتقل کند (Osborne, 2015). بنابراین، توسعهٔ فتوولتائیک در واقع تلاش فراگیر جهانی به منظور دستیابی به انرژی پایدار است که سبب بروز تأثیرات اقتصادی از قبیل افزایش اشتغال در کشورهای مختلف شده است. این اشتغال در تمام طول زنجیره ارزش شامل مونتاژ، توزیع و خدمات پس از فروش ایجاد می‌گردد. در جدول ۱ اشتغال ناشی از اجرای برخی طرح‌های فتوولتائیک از سوی شرکت‌های مختلف بیان شده است.

جدول ۱. میزان اشتغال برخی طرح‌های اجرا شده بخش فتوولتائیک در سال ۲۰۱۵

نام شرکت	تعداد شغل ایجادشده	کشور(های) محل اجرا	تعداد متقاضیان (به صورت تجمعی در حداقل ۱۲ ماه)
Azuri Technologies	۴۸۰	تانزانیا، کنیا، اوگاندا، رواندا، سیرالئون، زامبیا	۷۵,۰۰۰
BBOXX	۱۶۸	رواندا، کنیا، اوگاندا	۲۳,۱۰۵ – ۲۵۰,۰۰۰
D. Light	بیش‌از ۴۰۰	اوگاندا، کنیا، چین، هند	۱۰ میلیون
FRES	۳۴۲	مالی، افریقای جنوبی، بورکینافاسو، اوگاندا، گینه	۳۰,۰۰۰ – ۳۳۰,۰۰۰
Grameen Shakti	۶,۵۵۰	بنگلادش	۱,۷ میلیون – ۵۲,۰۰۰
Mera Gao Power	۱۲۵	هند	۸,۰۰۰ – ۲۲,۰۰۰
M-KOPA	بیش از ۷۰۰	کنیا، تانزانیا، اوگاندا	۳,۷۵ میلیون – ۱,۱میلیون

Mobisol	بیش از ۵۰۰	تانزانیا، رواندا	۷۰,۰۰۰–۱۱۰,۰۰۰
Renewable Energy Foundation	بیش از ۴۰۰	صحرای جنوبی آفریقا	بیش از ۹۳,۰۰۰
Simpa Networks	۳۰۰	هند	۵۵,۰۰۰–۷۵,۳۵۰
Solaraid	۱۳۰	کنیا، مالاوی، تانزانیا، اوگاندا، زامبیا	۱۰ میلیون – ۵۱۹,۲۱۲
Solar Now	۱۹۴	اوگاندا	۳,۱۱۴ – ۸,۴۷۶
Tessa Power	۳۰۰	نیجر، نیجریه، مالی	۲,۰۰۰ – ۵,۰۰۰

مأخذ: Azuri (n.d.); D.Light, 2016; Energy Access Practitioner Network, 2015; Grameen Shakti 2016; IRENA, 2012; Kent, 2015; M-KOPA Solar, 2015, 2016; Mobisol, 2015; Nijland, 2015;Sunlabob, 2016.

۳. ۲. توسعهٔ گرمایش و سرمایش خورشیدی

میزان اشتغال در بخش توسعه گرمایش و سرمایش خورشیدی برای دومین سال پیاپی کاهش یافته است. مهم‌ترین علل آن، کاهش بازاریابی در واحدهای مسکونی جهت استفاده از تجهیزات گرمایشی خورشیدی و حذف یارانه‌های آن‌ها از سال ۲۰۱۳ است(IRENA, 2015). چین بیشترین استفاده از وسایل و تجهیزات گرمایش خورشیدی در جهان را به خود اختصاص داده است. هند، برزیل، ترکیه و آمریکا از جمله کشورهایی هستند که سهم قابل توجهی از اشتغال را در این بخش ایجاد کرده‌اند. طبق بررسی‌های انجام‌شده، بیش از ۹۴۰ هزار شغل در این بخش در سطح جهان ایجاد شده است که بیشترین سهم آن مربوط به آب‌گرم‌کن‌های خورشیدی در چین با بیش از ۸۰ درصد ظرفیت نصب‌شدهٔ جهانی است. با وجود این، میزان اشتغال این بخش در سال ۲۰۱۵ به کمتر از ۷۴۳ هزار نفر کاهش یافته است. اروپا حدود ۶/۵ درصد ظرفیت جهانی و ۳۶ هزار شغل ایجادشده در این بخش را در اختیار دارد. سایر کشورها از قبیل هند، برزیل، و آمریکا به ترتیب ۷۵، ۴۱ و ۱۰ هزار شغل را در سال ۲۰۱۵ از طریق توسعهٔ بخش گرمایش خورشیدی به خود اختصاص داده‌اند. ترکیه با توسعهٔ بخش گرمایش خورشیدی از طریق ایجاد ۹۰ واحد تولیدی ساخت تجهیزات، ۷۵۰ واحد خرده فروشی و بیش از ۳۰۰۰ واحد نصب‌کننده، توانسته است که بیش از ۲۰ هزار شغل مستقیم و غیر مستقیم در سال ۲۰۱۵ ایجاد کند (IEA-SHC, 2015).

۳. ۳. توسعهٔ انرژی باد

نصب توربین‌های بادی در سال ۲۰۱۵ در چین، آمریکا و آلمان رشد زیادی داشته است. این رشد زمینهٔ افزایش ۵ درصدی میزان اشتغال جهانی در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر، و دستیابی به ۱/۱ میلیون شغل را فراهم آورده است. نیمی از این میزان اشتغال ایجاد شده مربوط به چین است (RE Jobs, 2016). تأمین برق از طریق باد سبب ایجاد اشتغال برای ۸۸ هزار نفر در آمریکا شده است که نشان‌دهندهٔ رشد ۲۰ درصدی نسبت به سال قبل از آن است. همچنین ظرفیت‌های موجود در این کشور نشان‌دهندهٔ افزایش میزان اشتغال این بخش تا حدود ۷۰ درصد نسبت به سال ۲۰۱۴ است (AWEA, 2016). برزیل و هند نیز در توسعهٔ اشتغال ناشی از تولید برق بادی در رتبه‌های بعدی قرار دادند. برای مثال، برآورد شده است که در برزیل ۴۱ هزار شغل در بخش تولید انرژی از باد در سال ۲۰۱۵ ایجاد شود و این بیانگر رشد ۱۴ درصدی نسبت به سال قبل از آن است (RE Jobs, 2016).

۳. ٤. توسعهٔ سوخت‌های زیستی

میزان اشتغال در بخش سوخت‌های زیستی مایع با ۶ درصد کاهش در سال ۲۰۱۵ به ۱/۷ میلیون شغل رسیده است (RE Jobs, 2016). مهم‌ترین علت کاهش اشتغال ناشی از تولید سوخت‌های زیستی به بهبود مکانیزاسیون آن‌ها در کشورهای عمدهٔ تولیدکنندهٔ این نوع سوخت‌ها یعنی برزیل و آمریکا و همچنین کاهش تولید در دیگر کشورها از جمله اندونزی مربوط است. با وجود این، اشتغال این بخش در اتحادیهٔ اروپا، مالزی و تایلند افزایش یافته است.

برزیل با ۸۲۱ هزار شغل نخستین کشور جهان است که توانسته است از ظرفیت تولید سوخت‌های زیستی به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر ایجاد اشتغال استفاده کند. کاهش حدود ۴۵ هزار شغل در صنعت اتانول این کشور به علت ارتقای مکانیزاسیون برداشت نیشکر، تنها باعث شده است که بخشی از رشد اشتغال مربوط به بیودیزل کاهش یابد (USDA-FAS, 2015b). همچنین، اگرچه در آمریکا نیز میزان اشتغال ناشی از تولید سوخت‌های زیستی به میزان ۲ درصد علی‌رغم افزایش تولید اتانول و بیودیزل کاهش یافته است، اما کاهش اشتغال در مناطق مختلف جهان ناشی از تولید سوخت‌های زیستی همواره صادق نیست. مثلاً، اشتغال ناشی از تولید سوخت‌های زیستی در اروپا در سال ۲۰۱۴ رشدی برابر ۸ درصد داشته است و انتظار می‌رود که این میزان در سال‌های آینده نیز افزایش داشته باشد (USDA-FAS, 2015a).

۳. ۵. توسعهٔ واحدهای برق‌آبی کوچک

میزان اشتغال ناشی از تولید انرژی از واحدهای برق‌آبی کوچک با ۱۳ درصد کاهش به ۲۰۰ هزار شغل در سال ۲۰۱۵ رسیده است. این میزان قابل توجه کاهش اشتغال در چین به علت کاهش در نصب ظرفیت‌ها به میزان ۱۰ درصد است. شایان ذکر است که چین بیش از نیمی از اشتغال بخش تولید برق از واحدهای برق‌آبی کوچک را در اختیار دارد. هند، آلمان و برزیل در رتبه‌های بعدی میزان اشتغال در بخش واحدهای کوچک برق‌آبی را به خود اختصاص داده‌اند اما میزان اشتغال این بخش در مقایسه با واحدهای بزرگ برق‌آبی که برای بیش از ۱/۳ میلیون نفر ایجاد شغل نموده‌اند، رقم کوچکی است (IRENA, 2016).

۳. ٦. سایر انرژی‌های تجدیدپذیر

با توجه به اینکه اطلاعات دقیقی در خصوص میزان اشتغال سایر منابع تجدیدپذیر از جمله بیوگاز، زیست‌توده، زمین‌گرمایی و انرژی اقیانوس در دسترس نیست، اما برخی برآوردها دربارهٔ میزان اشتغال زیست‌توده صورت گرفته است. سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد برآورد کرده است که بیش از ۹ درصد انرژی مصرفی جهان از طریق زیست‌توده تأمین می‌شود. این امر سبب ایجاد اشتغال برای بیش از ۴۱ میلیون نفر در سراسر جهان شده است که سهم هر یک از قاره‌های آفریقا، آسیا و آمریکای جنوبی به ترتیب ۱۹، ۱۱ و ۱۱ میلیون نفر است (FAO, 2014). شایان ذکر است که در خصوص سایر منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، برآورد جهانی میزان ایجاد شغل صورت نگرفته است.

بیشترین تعداد اشتغال ایجاد شده ناشی از بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر در جدول ۲ آمده است. در میان ده کشور برتر جهان، چهار کشور آسیایی قرار دارند. سهم آسیا از کل اشتغال ناشی از انرژی‌های تجدیدپذیر، از ۵۱ درصد در سال ۲۰۱۳، به ۶۰ درصد در سال ۲۰۱۵ افزایش یافته است. اشتغال ناشی از انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای آفریقایی نیز با افزایش روبه‌رو بوده است و سهم طرح‌های جدید در این قاره برابر با ۶۱ هزار شغل در سال ۲۰۱۵ است. در مجموع، بیشترین میزان اشتغال جهانی ناشی از انرژی‌های تجدیدپذیر به ترتیب مربوط به چین، برزیل، آمریکا، هند، ژاپن و آلمان است.

جدول ۲. میزان اشتغال انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مختلف (هزار نفر)

	جهان	چین	برزیل	آمریکا	هند	ژاپن	بنگلادش	آلمان	فرانسه	سایر کشورهای اروپایی
فتوولتائیک	۲۷۷۲	۱۶۵۲	۴	۱۹۴	۱۰۳	۳۷۷	۱۲۷	۳۸	۲۱	۸۴
سوخت‌های زیستی	۱۶۷۸	۷۱	۸۲۱	۲۷۷	۳۵	۳	–	۲۳	۳۵	۴۷
باد	۱۰۸۱	۵۰۷	۴۱	۸۸	۴۸	۵	۰/۱	۱۴۹	۲۰	۱۶۲
گرمایش و سرمایش خورشیدی	۹۳۹	۷۴۳	۴۱	۱۰	۷۵	۰/۷	–	۱۰	۶	۱۹
زیست‌توده	۸۲۲	۲۴۱	–	۱۵۲	۵۸	–	–	۴۹	۴۸	۲۱۴
بیوگاز	۳۸۲	۲۰۹	–	–	۸۵	–	۹	۴۸	۴	۱۴
برق‌آبی کوچک	۲۰۴	۱۰۰	۱۲	۸	۱۲	–	۵	۱۲	۴	۳۱
زمین گرمایی	۱۶۰	–	–	۳۵	–	۲	–	۱۷	۳۱	۵۵
کل اشتغال (هزار نفر)	۸۰۳۸	۳۵۲۳	۹۱۹	۷۶۴	۴۱۶	۳۸۷/۷	۱۴۱/۱	۳۴۶	۱۶۹	۶۲۶
سهم از کل اشتغال (درصد)	–	۴۴	۱۱	۱۰	۵	۵	۲	۴	۲	۸

مأخذ: IERNA, 2016

آنچه در خصوص ایجاد اشتغال در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر حائز اهمیت است، میزان توسعه‌یافتگی کشورها و سطح دسترسی آن‌ها به فناورهای موردنیاز جهت استفاده از منابع تجدیدپذیر است. سهم بیشتر اشتغال ایجاد شده در کشورهای توسعه‌یافته مربوط به بخش‌های تحقیق و توسعه و تولید فناوری بوده است، در حالی که سهم اشتغال در کشورهای در حال توسعه در بخش ارائهٔ خدمات بیشتر است.

٤. ارزش افزودهٔ ناشی از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر

انجام سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در حوزهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر، سبب ایجاد تغییرات زیادی در صنعت جهانی انرژی و رشد سریع سهم جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر به کل ظرفیت‌های نصب‌شدهٔ تولید برق شده است. گرچه مقابله با تغییرات اقلیم از جمله اهداف اصلی و مهم توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر است، اما تمرکززدایی از سیستم‌های انرژی و تأثیرات مثبت اقتصادی ناشی از آن مهم‌ترین اهداف توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر است. از سوی دیگر، ارزیابی اقدامات ناشی از تأثیرات اقتصادی انرژی‌های تجدیدپذیر بر توسعهٔ منطقه‌ای با محدودیت‌های روششناسی و تجربی بسیاری مواجه است. بررسی ارزش افزودهٔ توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر از جمله راهکارهای پیشنهادی جهت اندازه‌گیری میزان تأثیرگذاری اقتصادی آن بر جوامع مختلف است.

ارزش افزوده در هر بخش، برابر با تفاضل ارزش کالا و خدمات تولیدشده با ارزش نهاده‌های واسطه‌ای مصرف‌شده است. ارزش کالا و خدمات تولید شده براساس قیمت بازار تعیین می‌شود. تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نیازمند در اختیار داشتن تجهیزات متناسب با نوع انرژی تولیدی است و ساخت و تأمین آن نیازمند پرداخت هزینه‌های مربوط به آن است. با توجه به پیشرفته بودن تجهیزات و وسایل موردنیاز، امکان تأثیرگذاری در زنجیرهٔ ارزش منابع تجدیدپذیر انرژی متفاوت خواهد بود. این تفاوت نه تنها در مورد هر یک از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر، بلکه در بخش‌های مختلف یک نوع مشخص انرژی تجدیدپذیر نیز وجود دارد. در ادامه، زنجیرهٔ ارزش انرژی باد و تولید برق خورشیدی (فتوولتائیک) بیان شده است.

٤. ١. زنجیرهٔ ارزش انرژی باد

به تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر می‌توان به‌عنوان یکی از بخش‌های پیشران اقتصادی توجه کرد. آثار اقتصادی توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند در بخش‌های مختلف یک پروژه از قبیل طراحی، ساخت تجهیزات و نصب آن‌ها، اتصال به شبکه، راه‌اندازی و مدیریت پروژه محقق شود. ایجاد و توسعه هر یک از بخش‌های مربوط به زنجیره ارزش تولید انرژی از منابع تجدیدپذیر و در نتیجه ارزش افزودهٔ ناشی از آن‌ها، ارتباط تنگاتنگی با میزان توسعه‌یافتگی بخش انرژی‌های تجدیدپذیر در آن کشور دارد. مثلاً، زنجیرهٔ ارزش تولید انرژی از منبع باد در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳. زنجیره ارزش انرژی باد

ردیف	بخش های زنجیره ارزش	فعالیت‌های مرتبط
۱	طراحی پروژه	انتخاب محل احداث طرح
		انجام ارزیابی فنی-اقتصادی
		مهندسی طرح
		توسعهٔ طرح
۲	تأمین تجهیزات و مواد اولیه	تعیین نوع تجهیزات و نهادهای مورد نیاز
		شناسایی‌میزان مواد اولیه و کالاهای در دسترسی
۳	ساخت تجهیزات و اجزای مورد نیاز	Nacelleساخت و مونتاژ
		ساخت پره‌ها
		ساخت برج‌ها
		ساخت سیستم کنترل و پایش
		ساخت کابل‌ها و قطعات الکتریکی
۴	حمل‌ونقل	حمل‌ونقل
۵	نصب	آماده‌سازی محل اجرای طرح
		انجام خدمات و فعالیت‌های عمرانی
		مونتاژ کردن تجهیزات
۶	اتصال به شبکه	دسترسی جهت اتصال به شبکه
		کابل‌کشی و اتصال به شبکه
		راه‌اندازی
۷	عملیات و تعمیرات	عملیات
		تعمیرات
۸	از رده خارج کردن	تهیهٔ جزئیات برنامهٔ از رده خارج کردن
		تخریب کردن
		بازیافت کردن
		پاک‌سازی محل اجرای طرح

IRENA, 2016

همان‌گونه که در جدول (۳) ملاحظه می‌شود این امکان برای کشورهای متخلف وجود دارد تا با توسعهٔ بخش‌های مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر در طول زنجیرهٔ ارزش به کسب منافع ناشی از آن دست یابند. بررسی‌های انجام شده در کشورهای اروپایی بیانگر آن است که متوسط ارزش افزودهٔ ایجادشده به ازای هر کیلووات ساخت، نصب و راه‌اندازی تجهیزات مورد نیاز جهت تولید برق از انرژی باد برابر با ۵۸۳ دلار است (Ernst & Young, 2012).

٤. ۲. ارزش افزودهٔ فتوولتائیک

با توجه به تقسیم‌بندی انجام‌شده در خصوص ارزش افزودهٔ ناشی از انجام فعالیت‌های اقتصادی، ارزش افزودهٔ ناشی از توسعه فتوولتائیک در سطح متوسط قرار دارد. بررسی‌ها نشان داده‌اند که اغلب بنگاه‌های تولیدی در بخش فتوولتائیک، تنها یک بخش از تجهیزات مورد نیاز را می‌توانند تولید کنند. به عبارت دیگر، محصولات تولیدی نهایی در یک بنگاه به‌عنوان محصول میانی و یا واسطه‌ای در بنگاه تولیدی دیگر استفاده می‌شود. زنجیرهٔ تولید ایجادشده از طریق همکاری میان بنگاه‌های مختلف تولیدکننده تکمیل می‌شود. حال اگر چهار مرحلهٔ عمدهٔ پلی‌سیلیکون، ویفر سیلیکون، ساخت سلول و تولید ماژول فتوولتائیک در نظر گرفته شود، ارزش افزوده در هر بخش مطابق جدول ۴ خواهد بود.

جدول ٤. ارزش افزوده مراحل تولید ماژول‌های فتوولتائیک (دلار/کیلووات)

مرحلهٔ تولید	فروش	هزینهٔ کالاها و خدمات واسطه‌ای	ارزش افزوده
پلی سیلیکون	۱۵۰	۵۰	۱۰۰
ویفر سیلیکون	۳۳۰	۱۵۰	۱۸۰
سلول خورشیدی	۴۶۰	۳۳۰	۱۳۰
ماژول فتوولتائیک	۶۶۰	۴۶۰	۲۰۰
جمع کل	۱۶۰۰	۹۹۰	۶۱۰

ماخذ: IRENA, 2012a; Samuelson and Nordhaus, 2010

در هر یک از مراحل زنجیرهٔ تأمین، تولیدکنندگان با فروش محصول خود اقدام به کسب درآمد می‌کنند. همان‌گونه که در جدول ۴ ملاحظه می‌شود، کل ارزش افزودهٔ تولید ظرفیت هر کیلووات ماژول فتوولتائیک برابر با ۶۱۰ دلار است. شایان ذکر است که بیشترین میزان ارزش افزودهٔ ایجادشده مربوط به مرحلهٔ نهایی (تولید ماژول) است که برابر با ۲۰۰ دلار برای هر کیلووات است.

۵. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید ناخالص داخلی

بخش انرژی از دو طریق به فعالیت‌های اقتصادی کمک می‌کند: نخست اینکه، تولید انرژی خود یکی از بخش‌های مهم اقتصادی است که سبب ایجاد اشتغال و ارزش افزوده در بخش‌های استخراج، انتقال و توزیع کالا و خدمات در تمام طول چرخهٔ اقتصاد می‌شود. دوم اینکه، بخش انرژی محرکی است که در سایر بخش‌های اقتصادی نقش بسیار مهمی ایفا می‌کند. در مواجهه با دو چالشِ کُندیِ رشد اقتصادی و ضرورت کربن‌زدایی از اقتصاد، کشورها به دنبال ارائهٔ راهکارهایی به منظورِ بهبود عملکرد اقتصادی هم‌زمان با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. گرچه توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر نمی‌تواند تنها راهکار پاسخگویی به افزایش تقاضای انرژی باشد، اما ظرفیت قابل توجهی جهت ایجاد رشد اقتصادی و تنوع‌بخشی در آن را دارد. بنابراین، توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند نقش مهمی در دستیابی به رشد اقتصادی سبز ایفا کند.

آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر[11] (۲۰۱۶) برآورد کرده است که سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از سبد انرژی نهایی جهان باعث افزایش تولید ناخالص داخلی در سال ۲۰۳۰ به میزان ۰/۶ تا ۱/۱ درصد، با توجه به ادامهٔ روند موجود، خواهد شد. این میزان افزایش برابر با ۷۰۶ میلیارد دلار تا ۱/۳ تریلیون دلار براساس قیمت‌های سال ۲۰۱۵ است (RENEWABLE ENERGY BENEFITS, 2016). مطالعات نشان می‌دهد با افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی جهان، کشور ژاپن بیشترین درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی (برابر با ۲/۳درصد) را نصیب خود خواهد کرد (IRENA, 2016a). در نتیجه، سرمایه‌گذاری تولید برق در بخش سلول‌های فتوولتائیک افزایش می‌یابد و واردات سوخت‌های فسیلی از سوی این کشور کاهش قابل ملاحظه‌ای خواهد یافت. کشورهای دیگر از قبیل استرالیا، برزیل، آلمان، کرهٔ جنوبی، مکزیک و آفریقای جنوبی نیز تأثیرات مثبت افزایش بیش از یک درصدی در تولید ناخالص داخلی خود از طریق توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر را تجربه خواهند کرد. برخی کشورها همچون چین، فرانسه، هند، انگلستان و آمریکا به میزان کمتر از یک درصد (۰/۲ درصد در چین تا حدود ۰/۹ درصد در سایر کشورها) افزایش تولید ناخالص داخلی را تا سال ۲۰۳۰ از طریق توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر تجربه خواهند کرد. اغلب تأثیرات مثبت تولید ناخالص داخلی کشورهای مختلف مربوط به افزایش سرمایه‌گذاری جهت توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر است که باعث تأثیرگذاری مستقیم بر اقتصاد کشورها خواهد شد (World Bank, 2015a).

بعضی کشورها با کاهش در تولید ناخالص داخلی خود به علت آسیب‌پذیری از پویایی بازارهای جهانی سوخت‌های فسیلی مواجه خواهند شد. کشورهای صادرکنندهٔ نفت و گاز از قبیل

11. International Renewable Energy Agency (IRENA)

عربستان سعودی، ایران، روسیه، نیجریه و ونزوئلا با کاهش در حجم صادرات نفت در بلندمدت روبرو خواهند شد. کلاً، هر چه سهم سوخت‌های فسیلی از تولید ناخالص داخلی بیشتر باشد، انتظار می‌رود که با کاهش در تجارت آن‌ها، اقتصاد این کشورها به صورت گسترده‌تری تحت تأثیر قرار گیرد. بنابراین، کشورهای صادرکنندهٔ سوخت‌های فسیلی با توجه به درجهٔ تنوع‌بخشی در اقتصاد، از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر خواهند پذیرفت.

صادرکنندگان نفت و گاز وابستگی بیشتری به بخش انرژی در مقایسه با صادرکنندگان زغال‌سنگ دارند. برای نمونه، صادرات نفت و گاز در حدود ۲۵ درصد تولید ناخالص داخلی کشورهای عربستان سعودی و ونزوئلا و بیش از ۱۵ درصد تولید ناخالص داخلی کشورهای نیجریه و روسیه را تشکیل می‌دهد؛ در حالی که سهم زغال‌سنگ در تولید ناخالص داخلی کشورهای استرالیا و آفریقای جنوبی به ترتیب برابر با ۸ و ۵ درصد است (World Bank, 2015a). کشورهای صادرکنندهٔ نفت از قبیل عربستان سعودی و روسیه شاهد کاهش در تولید ناخالص داخلی به دنبال تأمین انرژی از منابع تجدیدپذیر به ترتیب به میزان ۲ و ۰/۷ درصد خواهند شد.

اگرچه توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند تهدیدی برای بسیاری از کشورهای صادرکننده نفت و گاز تلقی شود، اما توجه به این نکته اهمیت دارد که توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر، امکان تنوع‌بخشی اقتصادی را برای این کشورها از طریق ایجاد بازارهای جدید و جایگزین فراهم می‌کند. توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر همچنین می‌تواند سبب کاهش مصرف داخلی سوخت‌های فسیلی شود. این امر می‌تواند از طریق هم‌افزایی و یکپارچگی استراتژی‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و از طریق هماهنگی با سیاست‌های افزایش بهره‌وری انرژی محقق شود (IRENA, 2016a). در جدول ۶ سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از تولید ناخالص داخلی برخی از کشورها در سال ۲۰۳۰ بیان شده است.

جدول ٦. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از تولید ناخالص داخلی کشورهای منتخب در سال ۲۰۳۰ (درصد)

ردیف	کشور	سهم از تولید ناخالص داخلی (درصد)	ردیف	کشور	سهم از تولید ناخالص داخلی (درصد)
۱	دانمارک	۰/۲	۱۲	ژاپن	۲/۲
۲	آلمان	۱/۳	۱۳	کره جنوبی	۱/۱
۳	فرانسه	۰/۹	۱۴	چین	۰/۲

۴	ایتالیا	۰/۵	۱۵	هند	۰/۹
۵	انگلستان	۰/۸	۱۶	اندونزی	۰/۳
۶	استرالیا	۱/۲	۱۷	برزیل	۱/۲
۷	ترکیه	۰/۵	۱۸	مکزیک	۱/۳
۸	روسیه	-۰/۷	۱۹	آفریقای‌جنوبی	۱/۲
۹	اوکراین	۰/۹	۲۰	نیجریه	۰/۲
۱۰	آمریکا	۰/۹	۲۱	عربستان سعودی	-۲
۱۱	سایر اعضای اتحادیهٔ اروپا	۰/۹	۲۲	سایر کشورهای عضو اوپک	۰/۴

ماخذ: IRENA, 2016

همان‌گونه که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در تولید ناخالص داخلی کشورهای مختلف با توجه به میزان وابستگی آن‌ها به صادرات سوخت‌های فسیلی و میزان توسعهٔ صنعتی آن‌ها متفاوت است. همان‌گونه که قبلاً نیز بیان شد، کشورهایی که اتکای بسیار بالایی به درآمدهای حاصل از صادرات سوخت‌های فسیلی دارند با تهدیدات بیشتری در صورت توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر مواجه خواهند شد. دلیل عمدهٔ آن به کاهش تقاضای کشورهای واردکنندهٔ سوخت‌های فسیلی مربوط است. اما باید توجه داشت که کشورهای صادرکنندهٔ سوخت‌های فسیلی از این امکان برخوردارند که با تغییر ساختار اقتصادی و برنامه‌ریزی خود به سمت استفاده از سوخت‌های فسیلی نظیر گاز طبیعی در صنایع ارزش‌افزا از قبیل صنعت پتروشیمی به اهداف افزایش اشتغال و تولید ناخالص داخلی دست یابند. بنابراین، با این رویکرد، توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر نه رقیبی برای تولیدکنندگان و صادرکنندگان سوخت‌های فسیلی، بلکه فرصتی جهت توسعهٔ اقتصادی به شمار می‌آید.

۶. توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر و رفاه اقتصادی

در حال حاضر حداکثرسازی منافع اقتصادی ـ اجتماعی که در برگیرندهٔ شاخص‌هایی از قبیل درآمد، سلامت، آموزش، اشتغال و رفاه است، از مهم‌ترین اهداف اقتصادهای جهان و گزینه‌های مختلف سیاست‌گذاری است. رفاه اقتصادی را می‌توان به عنوان مهم‌ترین شاخص جایگزین تولید ناخالص داخلی به منظور بررسی تأثیرات توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در نظر گرفت. اقدامات رفاهی می‌تواند در برگیرنده یک بُعد ویژهٔ توانمندی اقتصادی در حمایت و انتخاب مسیرهای توسعه باشد. معیارهای سنتی سنجش رفاه از قبیل تولید ناخالص داخلی تنها

تصویری کلی از برخی عوامل تعریف شده به عنوان رفاه اقتصادی ـ اجتماعی است. بنابراین، تولید ناخالص داخلی نمی تواند عواملی از قبیل کاهش منابع طبیعی و هزینه‌های اضافی ناشی از خسارت به محیط‌زیست و سلامت انسان‌ها را بیان کند. برای بررسی شاخص‌های رفاه ضروری است که اقدام به شناسایی سه بُعد گردد که عبارت‌اند از: اقتصاد، اجتماع و محیط‌زیست.

به منظور بررسی رفاه ناشی از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر، باید اقدام به بررسی ترکیبی از شاخص‌های مختلف در سه بُعد یادشده شود. بنابراین، ضروری است برای بررسی میزان رفاه عمومی، شاخص‌های متناظر با هر یک از ابعاد فوق شناسایی شوند. براساس مطالعهٔ انجمن بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر در ۲۰۱۶ م، شاخص‌های مصرف و سرمایه‌گذاری برای بخش اقتصاد، مخارج انجام‌شده در حوزه‌های سلامت و آموزش برای بخش اجتماعی و میزان کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارزش اقتصادی منابع طبیعی در بخش محیط‌زیست لحاظ شده است (IRENA, 2016). براساس این مطالعه، برای هر یک از شاخص‌های ذکر شده، اقدام به برآورد وزن‌های متفاوتی گردیده است که بتوان براساس آن‌ها در مورد شاخص رفاه با توجه به توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر ارزیابی صحیحی ارائه کرد. به طور کلی، وزن‌های تعیین‌شده برای شاخص‌های بخش‌های اقتصادی و اجتماعی بصورت مثبت و برای شاخص‌های بخش محیط‌زیستی، منفی در نظر گرفته شده است. محاسبات انجام‌شده در این گزارش بیانگر آن است که تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر رفاه جهانی مثبت است و شاهد افزایش رفاه جهانی به میزان ۲/۷ درصد در سال ۲۰۳۰ خواهیم بود. این در حالی است که با فرض دو برابر شدن سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی جهان تا سال ۲۰۳۰ م، تنها به میزان ۰/۶ درصد تولید ناخالص داخلی جهان افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر، منافع ناشی از انرژی‌های تجدیدپذیر از طریق معیارهای اندازه‌گیری و عملکردی صرفاً اقتصادی، نمی توانند میزان برآورد صحیحی از رفاه را ارائه کنند. در جدول ۶ افزایش رفاه ناشی از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب در افق ۲۰۳۰ ارائه شده است.

جدول ۷. میزان افزایش رفاه ناشی از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۳۰ (درصد)

ردیف	کشور	تأثیر در رفاه عمومی (درصد)	ردیف	کشور	تأثیر در رفاه عمومی (درصد)
۱	دانمارک	۲	۱۲	ژاپن	۳/۲
۲	آلمان	۳	۱۳	کره جنوبی	۱/۲
۳	فرانسه	۲/۲	۱۴	چین	۳/۴

۴	ایتالیا	۱	۱۵	هند	۸
۵	انگلستان	۱/۸	۱۶	اندونزی	۳/۸
۶	استرالیا	۴/۲	۱۷	برزیل	۲/۳
۷	ترکیه	۱/۴	۱۸	مکزیک	۲/۴
۸	روسیه	۲/۳	۱۹	آفریقای جنوبی	۳/۷
۹	اوکراین	۴/۲	۲۰	نیجریه	۰/۸
۱۰	آمریکا	۵	۲۱	عربستان سعودی	۱/۲
۱۱	سایر اعضای اتحادیهٔ اروپا	۳/۴	۲۲	سایر کشورهای عضو اوپک	۱/۴

ماخذ:IRENA, 2016

همان‌گونه که در جدول ۷ ملاحظه می‌شود، رفاه عمومی با توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مختلف جهان افزایش می‌یابد. بیشترین میزان بهبود در رفاه مربوط به کشورهای هند، اوکراین، آمریکا، استرالیا، اندونزی، آفریقای جنوبی، چین و ژاپن است. مهم‌ترین علل قرار گرفتن این کشورها در مراتب بالاتر، سهم رفاه ناشی از توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش انتشار آلودگی هوا و گازهای گلخانه‌ای و کاهش تأثیرات منفی آن‌ها بر سلامت انسان‌ها است. کشورهای در حال توسعه نیز از این امکان برخوردارند که بتوانند شاهد توسعه میزان رفاه از طریق اجرای برنامه‌ها و سیاست‌های توسعه‌ای ناشی از ایجاد و گسترش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر باشند.

۷. جمع‌بندی و پیشنهادهای سیاستی

یکی از معیارهای تشخیص میزان موفقیت کشورها در دستیابی به توسعهٔ پایدار، تأمین تقاضای انرژی با لحاظ استانداردهای مربوط به تولید و مصرف انرژی است. از سوی دیگر، تولید و مصرف منابع و سوخت‌های فسیلی به عنوان تهدید و چالشی اساسی برای محیط‌زیست و توسعه پایدار قلمداد می‌شوند. در این راستا، توجه به انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند از جمله راهکارهای تولید پایداری انرژی باشد که سبب تأثیرگذاری قابل توجه بر بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی شود.

توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند از ابعاد مختلف، شاخص‌های اقتصاد کلان را تحت تأثیر قرار دهد. اشتغال، ارزش افزوده، تولید ناخالص داخلی و رفاه از مهم‌ترین این شاخص‌ها هستند که در این مقاله تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر آن‌ها مورد بررسی قرار گرفت.

همان‌گونه که ملاحظه شد، بیشترین تأثیرگذاری توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص اشتغال است. زیرا توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر سبب ایجاد شرکت‌های ارائه‌کنندهٔ خدمات مرتبط علاوه بر مراکز تأمین می‌شوند. شاخص‌های ارزش افزوده، تولید ناخالص داخلی و رفاه در مراتب بعدی قرار می‌گیرند. همچنین سهم نرخ رشد شاخص‌های اشتغال و رفاه در کشورهای در حال توسعه با سرعت بالاتری نسبت به کشورهای توسعه‌یافته در حال افزایش است.

توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر سبب ایجاد و یا توسعه اشتغال در کشورهای مختلف می‌شود. در این راستا بیش از ۸ میلیون شغل در سال ۲۰۱۵ از طریق توسعهٔ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر ایجاد شده است که سهم کشورهایی آسیایی بیش از ۶۰ درصد از کل میزان اشتغال است. کشورهای چین، هند، ژاپن و بنگلادش به ترتیب با ۳۵۰۰، ۴۱۶، ۳۸۸ و ۱۴۱ هزار شغل، بیشترین سهم از ظرفیت‌های اشتغال‌زایی انرژی‌های تجدیدپذیر در آسیا را به خود اختصاص داده‌اند. در اروپا نیز کشورهای آلمان و فرانسه به ترتیب با ۳۵۵ و ۱۷۰ هزار شغل، بیشترین تعداد اشتغال از طریق توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر را داشته‌اند. سهم سایر مناطق دنیا در اشتغال بخش انرژی‌های تجدیدپذیر نیز بیش از ۲/۴ میلیون شغل در سال ۲۰۱۵ بوده است.

انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مختلف بصورت متفاوت بر تولید ناخالص داخلی تأثیر می‌گذارد. توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر به طور متوسط سبب افزایش ۰/۶۳ درصدی رشد تولید ناخالص داخلی جهان در سال ۲۰۱۵ شده است. کشورهای ژاپن، آلمان و آفریقای جنوبی به ترتیب برابر با ۲/۲، ۱/۳ و ۱/۲ درصد رشد در تولید خالص داخلی با توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۱۵ تجربه کرده‌اند.

تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر ارزش افزوده از دیگر شاخص‌های اقتصادی است که در این مقاله بررسی شد. مطالعات انجام شده بیانگر این مهم است که ارزش افزوده با توجه به نوع انرژی تجدیدپذیر و میزان توسعهٔ زنجیرهٔ ارزش آن، متفاوت خواهد بود. مثلاً، اگر تمامی زنجیرهٔ ارزش افزودهٔ تولید ماژول‌های فتوولتائیک در اختیار کشوری قرار داشت باشد، ارزش افزوده کسب شده بیش از ۶۱۰ دلار برای هر ماژول خواهد بود. همچنین، ارزش افزودهٔ تولید انرژی از باد به صورت متوسط ۵۶/۲ دلار برای هر مگاوات است.

رفاه عمومی از دیگر شاخص‌های اقتصادی است که تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر را بر آن بررسی کردیم. رفاه عمومی از طریق بررسی شاخص‌های مختلف ارزیابی شد. تأثیر توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر بر رفاه عمومی در کشورهای مختلف مثبت بوده است و این تأثیرگذاری بصورت متوسط ۲/۸۱ درصد برای گروه کشورهای منتخب است.

با توجه به بررسی متغیرهای کلان اقتصادی در سطح جهان و بهبود آن‌ها از طریق توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر، توصیه می‌شود که ایران نیز با در اختیار داشتن پتانسیل‌های بسیار بالا در

زمینهٔ بهره‌برداری از منابع تجدیدپذیر می‌تواند اقدام به توسعه و ارتقای بسیاری از شاخص‌های اقتصادی از قبیل اشتغال و تولید ناخالص داخلی کند. این کار مستلزم واقعی کردن قیمت سوخت‌های فسیلی مورد استفاده در نیروگاه‌ها، محاسبهٔ هزینه‌های جانبی و زیست‌محیطی آن‌ها است.

کتابنامه

الهی، شعبان و دیگران. ۱۳۹۴. «مسیر اشاعه فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر: رویکرد نظری سازی بنیادی». *مدیریت نوآوری*. سال ۴ . شماره ۲ . صص ۳۳ -۵۶.

Apergis, N.; Payne, J. 2011. *Renewable and Non-Renewable Energy Consumption-Growth Nexus: Evidence from a Panel Error Correction Model*. Energy Economics.

AWEA. 2016. *American Wind Energy Association), U.S. Wind Industry Annual Market Report Year Ending 2015*. Washington.

Azuri, n.d. 2016. *What We Do*. Available at: www.azuri-technologies.com.

China National Renewable Energy Centre (CNREC) report. 2016. Available at: www.cnrec.org.cn/english.

Light, D. 2016. Available at: www.dlight.com

Energy Access Practitioner Network. 2015. *Investing for Energy Access. 2015 Directory of Investment and Funding Opportunities*. Washington DC: United Nations Foundation.

Ernst, J.; Young. M. 2012. *Analysis of the value creation potential of wind energy policies.* Available at: www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Informe_wind/$FILE/Value_creation_wind_policies.pdf

EY. 2015. *Solar Photovoltaic Jobs & Value Added in Europe.* Available at: www.gramwzielone.pl/uploads/files/Solar_Photovoltaics_Jobs___Value_Added_in_Europe.pdf

FAO. 2014. *State of the World's Forests 2014, enhancing the socioeconomic benefits from forests*. Rome.

Fraunhofer, J. 2012. *Cost and benefit effects of renewable energy (RE) expansion in the German electricity and heat sector – KNEE*. Berlin.

GCN. 2010. *Low-Carbon Jobs in an interconnected world*. Global Climate Network.

Grameen, S. 2016. *Programs at a Glance*. Available at: www.gshakti.org/ index.php? Option=com_content&view=category&layout=blog&id=5 4&Itemid=7.

IEA-SHC (International Energy Agency Solar Heating and Cooling Programme). 2015. *Country Report – Turkey. Status of Solar Heating/ Cooling and Solar Buildings – 2015*. Available at: www.iea-shc.org/countryreport- turkey.

International Labor Organization (ILO). 2016. *A Global View of Skills for Green Jobs*. Available at: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---dcomm/---publ/documents/publication/ wcms_159585.pdf

IRENA. 2012. *Renewable Energy Jobs & Access: A Series of Case studies*. Abu Dhabi.

IRENA. 2016a. *Second Volume of REmap 2030: a Renewable Energy Roadmap*. Abu Dhabi.

IRENA. 2016b. *Renewable Energy Market Analysis: GCC Region*. Abu Dhabi.

IRENA. 2016c. *Renewable Energy Benefits: Leveraging Local Industries*. Abu Dhabi.
Johnson, O. 2013. *Exploring the Effectiveness of Local Content Requirements in Promoting Solar PV Manufacturing in India*. DIE (Deutsches Institut für Entwicklungspolitik). Bonn.
Japan Photovoltaic Energy Association (JPEA). 2016. Available at: www.jpea.gr.jp/08eng04.
Kent, A. 2015. *The Employment Revolution: Part 1. How BBOXX is Fighting Africa's Youth Unemployment Crisis*. Available at: www.bboxx.co.uk/the-employment-revolution-part-1.
M-KOPA Solar. 2015. *Affordable, clean energy: a pathway to new consumer choices - Lessons from M-KOPA's first three years of innovative energy service*. Available at: http://www.m-kopa.com/wp-content/uploads/2015/10/Lightbulb-series_Paper-1-2.pdf.
Mobisol. 2015. *Mobisol installs 3MW PV on 30,000 African households*. Available at: www.pluginthe world.com/mobisol/2015/11/02/mobisol-installs-3mw-pv-on-30000-african-households.
Nijland, C. 2015. *Financing Clean Energy Rural Electrification Projects*. Available at: www.ruralelec.org/fileadmin/DATA/Documents/07_Events/SAIREC_2015/20150904_Financing_RE_Projects_def.pdf.
Ohlan, R. 2016. *Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth in India*. *Energy Sources*. No.11.pp: 1050-1054.
Osborne, M. 2015. *Seismic shift: No new solar PV manufacturing expansion plans announced for China in 1H 2015*. Available at: www.pv-tech.org/news/seismic_shift_no_new_solar_pv_ manufacturing_expansion_plans.
Pao, H.; Li, Y. 2014. *Clean energy, non-clean energy, and economic growth in the MIST countries*. *Energy Policy*. No. 67. pp: 932–942.
Renewable Energy Sources in Figures. Available at: www.bmub.bund. de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/ee_in_zahlen_en_bf.pdf.
Solar Foundation. 2016. *National Solar Jobs Census 2015 and a Review of the U.S. Solar Workforce*. Washington DC. Available at: http://www.thesolarfoundation.org/wp-content/uploads/2016/01/TSF-2015-National-Solar-Jobs-Census.pdf.
Sunlabob. 2016. Available at: www.sunlabob.com/about-us. html#our-achievements
UNEP. 2014. *towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. New York.
UNEP.1980. *the World Conservation Strategy: Living Resource Conservation for Sustainable Development*. Switzerland.
USDA-FAS. 2015b. *Brazil Biofuels Annual*. Available at:http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_8-4-2015.pdf.
USDA-FAS. 2015a. *Indonesia Biofuels Annual Report 2015*. Available at:http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Jakarta_Indonesia_7-31-2015.pdf.
www.worldbank.org.