



The impact of Renewable Energy Development on Employment in Selected Countries

Mahdiah Rezagholizadeh*

Associate Professor of Economics, Faculty of Economics and Administrative Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Majid Aghaei

Associate Professor of Economics, Faculty of Economics and Administrative Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Saman Badbareh

MSc in Economics, Faculty of Economics and Administrative Science, University of Mazandaran, Babolsar, Iran

Abstract

Reports from the International Renewable Energy Agency (IRENA) predict that the expansion of renewable energy resources at the regional level significantly influences employment, contributing to the creation of direct, indirect, and induced jobs across various sectors. In light of this, the present study examines the impact of renewable energy development on employment in two groups of countries—developing and developed—both possessing renewable energy resources, over the period ۲۰۰۸ to ۲۰۲۲. The analysis employs the Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS) method.

The findings reveal that installed renewable energy capacity has a positive effect on employment in both country groups, contributing to increased job opportunities. Furthermore, the study identifies a positive relationship between GDP and employment in both developing and developed countries. In contrast, wages show a negative association with employment across both groups. Finally, the results indicate that gross capital formation positively affects employment in developing countries but has a negative impact in developed countries.

Keywords: Renewable energy, employment, developing countries, developed countries, dynamic ordinary least squares.

JEL Classification: Q۴, Q۴۲, E۲۴

* Corresponding Author: m.gholizadeh@umz.ac.ir

How to Cite: Rezagholizadeh, Mahdiah., Aghaei, Majid., & Badbareh, Saman. (۲۰۲۰). The impact of Development of Renewable Energy on Employment in Selected Countries. *Iranian Energy Economics*,

تأثیر توسعه انرژی های تجدیدپذیر بر اشتغال در کشورهای منتخب

مهدیه رضاقلی زاده  دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

مجید آقایی * دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

سامان بادبره  کارشناس ارشد اقتصاد، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران

چکیده

گزارش های آژانس بین المللی انرژی های تجدیدپذیر (IRENA) نشان می دهد که گسترش منابع انرژی های تجدیدپذیر در سطح منطقه ای تأثیر قابل توجهی بر اشتغال دارد و منجر به ایجاد مشاغل مستقیم، غیرمستقیم و القایی در بخش های مختلف می شود. بر این اساس، مطالعه حاضر به بررسی تأثیر توسعه انرژی های تجدیدپذیر بر اشتغال در دو گروه از کشورها - کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه که هر دو دارای منابع انرژی تجدیدپذیر هستند - طی دوره زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲ می پردازد. در این تحلیل، از روش حداقل مربعات معمولی پویای (DOLS) استفاده شده است.

یافته های پژوهش نشان می دهد که ظرفیت نصب شده انرژی های تجدیدپذیر در هر دو گروه کشورها تأثیر مثبت بر اشتغال دارد و به افزایش فرصت های شغلی منجر شده است. همچنین، بین تولید ناخالص داخلی و اشتغال در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه رابطه مثبت مشاهده می شود. در مقابل، متغیر دستمزد در هر دو گروه کشورها رابطه معکوس با اشتغال دارد. در نهایت، نتایج حاکی از آن است که تشکیل سرمایه ناخالص در کشورهای در حال توسعه تأثیر مثبت و در کشورهای توسعه یافته تأثیر منفی بر اشتغال دارد.

کلیدواژه ها: انرژی تجدیدپذیر، اشتغال، کشورهای در حال توسعه، کشورهای توسعه یافته، حداقل مربعات معمولی پویا.

طبقه بندی JEL: E۲۴, Q۴۲, Q۴

* نویسنده مسئول: m.gholizadeh@umz.ac.ir

^۱. Cacioppo, S.

استناد به این مقاله: رضاقلی زاده، مهدیه، آقایی، مجید، و بادبره، سامان. (۱۴۰۴). تأثیر توسعه انرژی های تجدیدپذیر بر اشتغال در کشورهای منتخب. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال (شماره)، صص آغاز-صص پایان.

۱. مقدمه

شواهد نشان می‌دهد در دهه‌های اخیر، به دلیل تغییرات آب و هوایی و آثار نامطلوب سوخت‌های فسیلی برای اکوسیستم و اقتصاد جهانی در بلند مدت، تقاضا برای منابع جایگزین انرژی‌های فسیلی به طور فزاینده‌ای افزایش یافته (فایفر و مالدر^۱، ۲۰۱۳) و بر همین اساس نیز، اکثر کشورهای جهان به منظور تشویق مردم و نهادهای اقتصادی به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر در چارچوب قانونی و در راستای اهداف آژانس بین‌المللی انرژی و پیمان کیوتو قدم برداشته‌اند.

بر اساس گزارشات آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر^۲، پیش‌بینی می‌شود بهره‌برداری از منابع انرژی تجدیدپذیر در سطح هر منطقه، با افزایش کلی فرصت‌های شغلی در چندین بخش از جمله تجهیزات تولید، ساخت و ساز، اداری و خدمات همراه بوده و به طور گسترده‌ای ثابت شده که حرکت به سوی بهره‌برداری بیشتر از این نوع انرژی‌ها، تعداد زیادی مشاغل جدید در بسیاری از بخش‌ها ایجاد کرده و به عنوان یک محرک حیاتی برای توسعه پایدار عمل می‌کند (ترکولياس و میراجدس^۳، ۲۰۱۱).

بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر (۲۰۲۲)، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۲ سبب ایجاد ۱۳٫۷ میلیون شغل به صورت مستقیم و غیرمستقیم در جهان شده که نسبت به سال ۲۰۲۱ که ۱۲٫۷ میلیون شغل ایجاد شده بود، افزایش داشته است. علاوه بر این، نیروگاه‌های خورشیدی با سهم یک‌سومی از کل اشتغال ایجاد شده به وسیله انرژی‌های تجدیدپذیر بیشترین سهم را دارد (آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر، ۲۰۲۳). به عنوان نمونه، تاسیس یک نیروگاه انرژی خورشیدی می‌تواند باعث ایجاد فرصت‌های شغلی نظیر تامین کنندگان تجهیزات مکانیکی و مواد اولیه، مشاوران و پیمانکاران جهت بررسی و پتانسیل‌سنجی مکان‌های مستعد، شرکت‌های عمرانی برای زیرسازي و نصب تجهیزات، خدمات محیط زیستی و ... گردد. صنعت انرژی تجدیدپذیر روز به روز افراد بیش‌تری را برای ساخت نیروگاه‌های بادی، نصب دستگاه‌های خورشیدی در پشت بام‌ها و ساخت نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی و زمین‌گرمایی استخدام می‌کند. بازده

^۱ Faifer and Mulder.

^۲ International Renewable Energy Agency

^۳ Tourkolias and Mirasgedis.

شرکت‌های صنعتی که تجهیزات لازم را برای این تاسیسات تولید انرژی، تولید می‌کنند حدوداً سالی بیش از ۳۰ درصد رشد می‌کند. این گونه سرمایه‌گذاری‌ها هم به ایجاد مشاغل جدید کمک می‌کند و هم مانع از آن می‌شود که تغییر اقلیم، مهار ناپذیر شود. علاوه بر موارد گفته شده بهره‌وری نیروی کار نیز با گذشت زمان از اهمیت بالایی برخوردار می‌شود. البته ممکن است از سوی دیگر، با رشد بیشتر صنایع انرژی تجدیدپذیر و افزایش مقیاس اقتصادی آن‌ها، فرایندهای اتوماتیک بیشتر شده و به تعداد افراد کمتری برای انجام کار نیاز باشد (آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر، ۲۰۲۳). با این حال به نظر می‌رسد تداوم سیاست‌های اتخاذ شده از سوی کشورهای جهان در زمینه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، تا حد زیادی تضمین‌کننده افزایش تعداد شاغلان در این بخش خواهد بود.

مطالعه‌ای که در هلند انجام شده، نتیجه گرفته است که انتقال انرژی تجدیدناپذیر به انرژی تجدیدپذیر دارای تأثیر مثبتی بر اقتصاد و اشتغال هلند خواهد بود، منجر به ایجاد حدود ۵۰۰۰۰ شغل جدید تا سال ۲۰۳۰ خواهد شد و تقریباً ۱٪ به تولید ناخالص داخلی اضافه خواهد نمود (بلواشکیا و رینس^۱، ۲۰۱۸). در همین راستا نیز کشور هند اقدام به برنامه‌ریزی به منظور تولید برق خورشیدی به میزان ۱۰۰ هزار مگاوات و اشتغال ۵۱۵ هزار نفر در سال ۲۰۲۴ نموده است (جانسون^۲، ۲۰۱۳). بررسی مطالعات انجام شده نظیر هانا و همکاران^۳ (۲۰۲۳)، رام و همکاران^۴ (۲۰۲۲)، نصیرو و همکاران^۵ (۲۰۲۱) و بلواشکیا و همکاران (۲۰۱۸) نشان می‌دهد که انرژی‌های تجدیدپذیر معمولاً تأثیر مثبتی بر اشتغال دارد، اگرچه میزان و نوع این تأثیر می‌تواند بسته به زمینه‌های منطقه‌ای، نوع فناوری‌های تجدیدپذیر مورد استفاده و سیاست‌ها و چارچوب‌های آموزشی همراه بسیار متفاوت باشد.

با توجه به اهمیت موضوع فوق، پژوهش حاضر تلاش می‌کند تا تأثیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بر ایجاد شغل را در دو گروه کشورهای در حال توسعه برخوردار از انرژی‌های

^۱ Bulavskaya and Reynès.

^۲ Johnson.

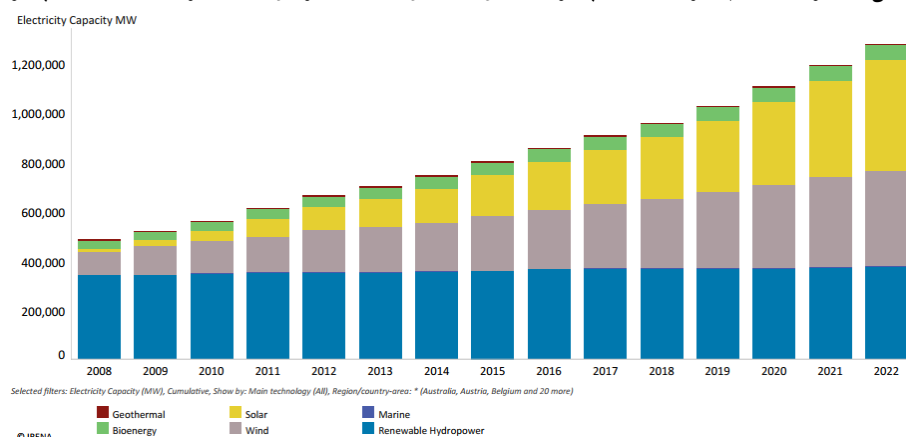
^۳ Hanna et al

^۴ Ram, et al

^۵ Nasirov, et al

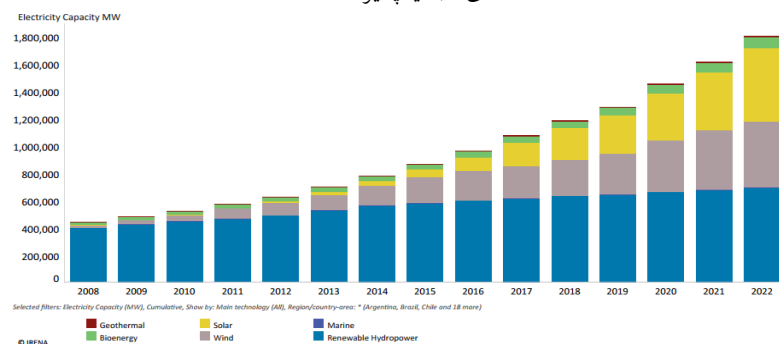
تجدیدپذیر^۱ و کشورهای توسعه یافته‌ی برخوردار از انرژی‌های تجدیدپذیر^۲ طی دوره زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲ و با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا^۳ ارزیابی نماید. نمودارهای (۱) و (۲) نشان دهنده روند ظرفیت‌های نصب شده تمامی انرژی‌های تجدیدپذیر در دو گروه کشورهای مورد مطالعه طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲ می‌باشد.

شکل ۱. ظرفیت نصب انرژی تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته برخوردار از انرژی‌های تجدیدپذیر



منبع: سازمان جهانی انرژی‌های تجدیدپذیر

شکل ۲. ظرفیت نصب شده انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه برخوردار از انرژی‌های تجدیدپذیر



^۱ آرژانتین، برزیل، بلغارستان، شیلی، چین، کاستاریکا، کرواسی، مجارستان، ال سالوادور، هند، اندونزی، جمهوری اسلامی ایران، مکزیک، پاکستان، پرو، فیلیپین، رومانی، لهستان، روسیه، تایلند، ترکیه و آفریقای جنوبی

^۲ ایالات متحده آمریکا، انگلیس، سوئد، اسپانیا، اسلونی، اسلواکی، پرتغال، نیوزلند، هلند، ژاپن، کره جنوبی، ایتالیا، ایرلند، یونان، سوئیس، آلمان، فرانسه، جمهوری چک، اتریش، کانادا، بلژیک، نروژ و استرالیا

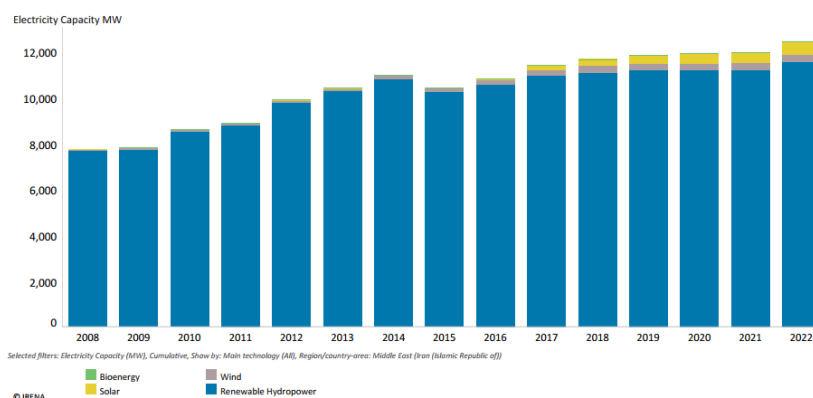
^۳ Dynamic ordinary least squares (DOLS)

منبع: سازمان جهانی انرژی های تجدیدپذیر

همان گونه که در نمودارهای (۱) و (۲) نشان داده شده است روند ظرفیت نصب شده انرژی های تجدید پذیر در کشورهای در حال توسعه طی سال های اخیر رشد بیشتری نسبت به کشورهای توسعه یافته داشته است .

با توجه به این که ایران نیز در گروه کشورهای در حال توسعه برخوردار از انرژی های تجدیدپذیر مورد بررسی قرار می گیرد، در این قسمت، ظرفیت نصب شده انرژی های تجدید پذیر در ایران طی سال های ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲ نیز در نمودار (۳) نشان داده شده است.

شکل ۳. ظرفیت نصب شده انرژی های تجدید پذیر در ایران

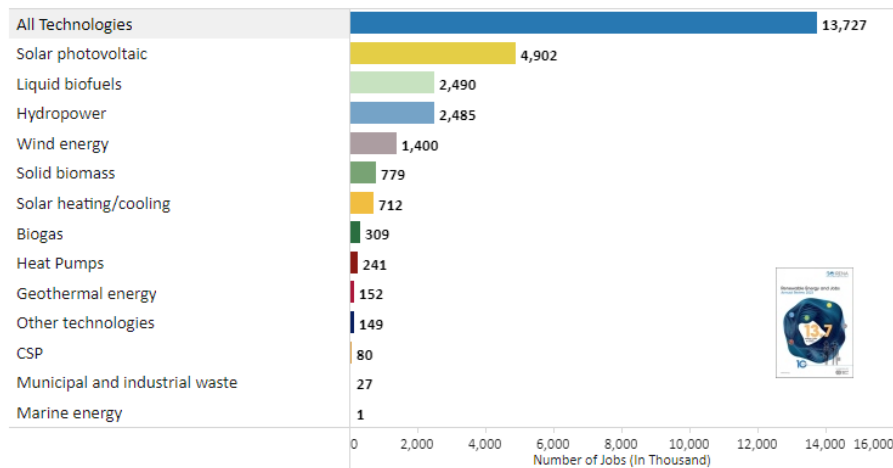


منبع: سازمان جهانی انرژی های تجدیدپذیر

بر اساس آمار ارائه شده در نمودار (۳)، طی سال های مورد بررسی تنوع ظرفیت نصب شده انرژی های تجدیدپذیر در ایران، خیلی کم بوده و بیشترین ظرفیت نصب شده انرژی های تجدید پذیر در ایران مربوط به انرژی های برق آبی می باشد. لازم به ذکر است طی سال های ۲۰۱۷ تا ۲۰۲۲، انرژی خورشیدی، بیوگاز و انرژی باد به ظرفیت نصب شده در ایران اضافه شده اند.

در ادامه، نمودار شماره (۴) اشتغال ایجاد شده به وسیله انرژی های تجدید پذیر به تفکیک انرژی ها در سطح جهان در سال ۲۰۲۲ را نشان می دهد.

شکل ۴. اشتغال ایجاد شده به وسیله انرژی های تجدید پذیر به تفکیک انرژی ها در جهان

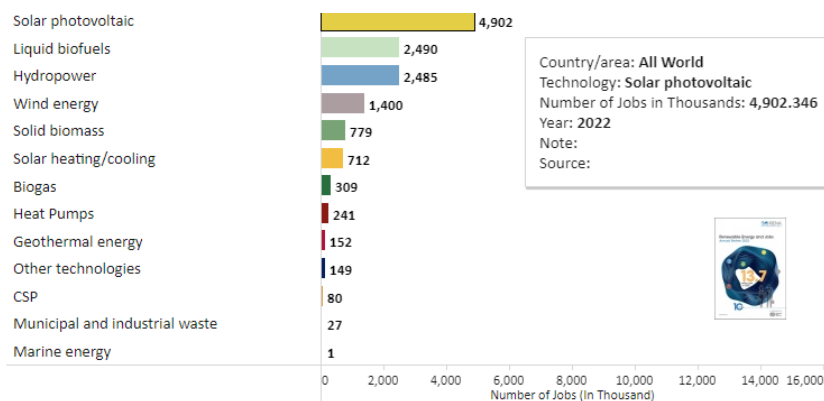


منبع: سازمان جهانی انرژی های تجدیدپذیر

طبق گزارش سازمان جهانی انرژی های تجدیدپذیر در سال ۲۰۲۲ بیشترین اشتغال ایجاد شده در جهان از طریق انرژی های تجدیدپذیر مربوط به نیروگاههای خورشیدی با ایجاد ۴,۹۰۲ شغل بوده است. در رتبه های بعدی به ترتیب سوخت های مایع بیودیزل، انرژی برق آبی، انرژی باد، گرمایش و سرمایش خورشیدی، بیومس جامد، بیوگاز، انرژی زمین گرمایی و بازیافت زباله های شهری و صنعتی وجود دارند. در مجموع در سال ۲۰۲۲ نزدیک به ۱۳,۷ میلیون شغل توسط انرژی های تجدیدپذیر در جهان ایجاد شده است.

نمودار شماره (۵) نیز کل اشتغال ایجاد شده توسط انرژی های تجدیدپذیر در سطح جهان به تفکیک تکنولوژی های مورد استفاده طی سال ۲۰۲۲ را نشان می دهد.

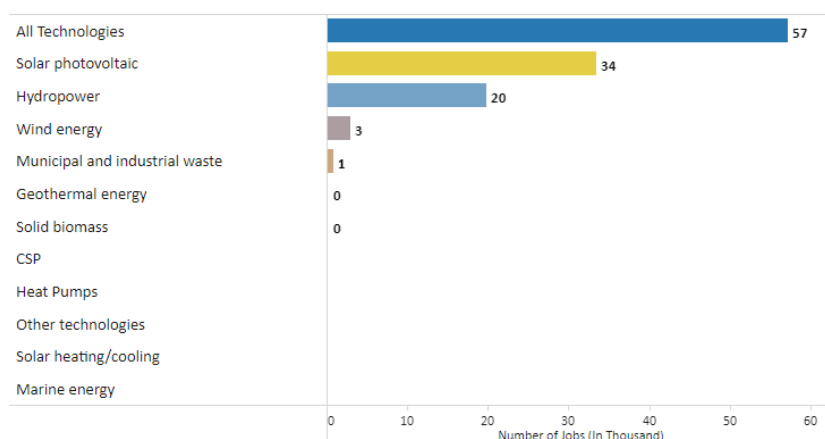
شکل ۵. اشتغال ایجاد شده توسط انرژی های تجدیدپذیر در جهان به تفکیک تکنولوژی های مورد استفاده



منبع: سازمان جهانی انرژی های تجدیدپذیر

در نمودار شماره (۶) اشتغال ایجاد شده به وسیله انرژی های تجدید پذیر به تفکیک کل انرژی ها در ایران آورده شده است.

شکل ۶. اشتغال ایجاد شده به وسیله انرژی های تجدید پذیر به تفکیک کل انرژی ها در ایران در ۲۰۲۲



منبع: سازمان جهانی انرژی های تجدیدپذیر

طبق آمار ارائه شده توسط سازمان جهانی انرژی های جهانی در سال ۲۰۱۸ در ایران بیشترین سهم ایجاد شغل از انرژی های تجدید پذیر با ۶۱۵۰۰ شغل ایجاد شده، مربوط به نیروگاه های برق آبی است. بعد از نیروگاه های برق آبی، انرژی خورشیدی، باد، بازیافت زباله های شهری و صنعتی و انرژی بیومس به ترتیب با ۱۳۵۰۰، ۷۱۰۰، ۱۱۰۰ و ۱۰۰ شغل ایجاد شده در رده های بعدی قرار دارند. بر اساس آمار همین سازمان، در سال ۲۰۲۲ در ایران بیشترین سهم ایجاد شغل از انرژی های تجدید پذیر با ۳۳۵۰۰ شغل ایجاد شده مربوط به نیروگاه های خورشیدی است و در این سال، بعد از نیروگاه های خورشیدی، انرژی آب، باد، بازیافت زباله های شهری و صنعتی به ترتیب با ۲۰۰۰۰، ۳۰۰۰، ۱۰۰۰ شغل ایجاد شده در رده های بعدی قرار دارند. آمار مذکور بیانگر تنوع کم استفاده از انرژی های تجدیدپذیر با توجه به پتانسیل بالای کشور ایران می باشد. طبق این آمار، در مجموع در سال ۲۰۱۸ نزدیک به ۸۴ هزار شغل و در سال ۲۰۲۲ نزدیک به ۵۷ هزار شغل توسط انرژی های تجدیدپذیر در ایران ایجاد شده است.

مطالعه حاضر در ادامه به این صورت سازماندهی شده است؛ در بخش بعدی مروری بر مبانی نظری و ادبیات تجربی پژوهش انجام می شود. در ادامه به روش شناسی پژوهش و معرفی مدل و متغیرها پرداخته و در بخش بعدی نتایج برآورد مدل ارائه می گردد. در پایان نیز بر اساس نتایج به دست آمده، پیشنهاداتی ارائه خواهد شد.

۲. پیشینه پژوهش

۱،۲. پیشینه نظری

در کنار اهمیت توسعه انرژی های تجدیدپذیر در توسعه پایدار، کاهش گازهای گلخانه ای و افزایش امنیت انرژی، می توان اشتغالزایی را نیز به عنوان یکی از اصلی ترین مزایای توسعه این نوع از انرژی ها در سراسر جهان دانست. حرکت به سمت تولید و استفاده از انرژی های تجدیدپذیر باعث ایجاد تعداد زیادی شغل جدید در بسیاری از بخش ها خواهد شد و به عنوان یک محرک اساسی برای توسعه پایدار عمل خواهد نمود. انرژی های پاک می توانند مشاغل خانگی بسیاری را ایجاد نموده و با توجه به این که تولید این انرژی ها مستلزم ساخت و نصب می باشد، تضمین می شود که بسیاری از این مشاغل در داخل کشور باقی بمانند (وی و همکاران^۱، ۲۰۱۰). به طور خاص، پیش بینی می شود بهره برداری از منابع تجدید پذیر انرژی^۲ در سطح هر منطقه سهم بسزایی در افزایش کلی فرصت های شغلی در چندین بخش از جمله تجهیزات تولید، ساخت و ساز، اداری و خدمات داشته باشد (ترکیلیاس و میرجدس^۳، ۲۰۱۱).

تابع تولید یکی از مفاهیم اساسی در اقتصاد است که به بررسی رابطه بین نهاده های مختلف و خروجی تولید می پردازد که در آن نهاده های مختلف تولید از جمله نیروی کار (L)، سرمایه (K)، منابع طبیعی (R) و انرژی (E) وارد می شوند. فرم عمومی این تابع تولید به صورت زیر است:

$$Q = A \cdot F(L, K, R, E) \quad (1)$$

که در آن Q تولید ناخالص ملی، L عامل نیروی کار، K عامل سرمایه، R منابع طبیعی، E انرژی و A بهره وری کل عوامل تولید است. انرژی تجدیدپذیر به عنوان یکی از اجزای

^۱ Wei et al

^۲ Renewable energy source (RES)

^۳ Tourkolias et al

نهاد انرژی E در نظر گرفته می‌شود. اضافه کردن انرژی تجدیدپذیر به تابع تولید به تحلیل چگونگی تأثیر تغییرات در ظرفیت نصب این نوع انرژی‌ها بر بهره‌وری و خروجی نهایی تولید کمک می‌کند. وارد نمودن انرژی تجدیدپذیر در تابع، به عنوان یکی از نهاده‌های تولید این امکان را فراهم می‌کند تا تأثیر آن بر اشتغال و سایر متغیرهای اقتصادی مورد تحلیل قرار گیرد. تغییرات در نهاده‌های تولید می‌تواند به تغییرات در اشتغال و بهره‌وری منجر شود. وقتی انرژی تجدیدپذیر به عنوان نهاده وارد می‌شود، به طور مستقیم بر بهره‌وری تولید اثر می‌گذارد. افزایش ظرفیت نصب انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های تولید و افزایش بهره‌وری شود که نهایتاً به افزایش اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصادی منجر می‌شود. به علاوه، توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند اثرات غیرمستقیمی بر اشتغال داشته باشد؛ به عنوان مثال، افزایش تقاضا برای تجهیزات و خدمات مرتبط با این نوع انرژی‌ها می‌تواند به ایجاد شغل‌های جدید در صنایع پشتیبان منجر شود (مو و همکاران^۱، ۲۰۱۸).

در حال حاضر روند مشاغل ایجاد شده در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به مشاغل ایجاد شده در بخش فناوری‌های فسیلی دارای رشد بیشتری بوده و بر اساس گزارش سازمان بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر^۲ حدود ۱۲٫۷ میلیون نفر در سال ۲۰۲۱ میلادی و ۱۳٫۷ میلیون نفر در سال ۲۰۲۲ در این بخش مشغول به کار بوده‌اند که این فرصت‌های شغلی از طریق زنجیره ارزش، از زمان برنامه‌ریزی جهت انجام یک پروژه تا ساخت، نصب، راه اندازی، تعمیر و نگهداری ایجاد شده‌اند (گزارش سازمان بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر، ۲۰۲۳). علاوه بر این‌ها، انرژی تجدیدپذیر از طریق ایجاد شغل و سایر منافع اقتصادی به افزایش بهره‌وری اقتصاد کلان کمک نموده و لذا می‌تواند باعث افزایش درآمد خانوارهای شهری و روستایی گردد. تجزیه و تحلیل‌های صورت گرفته از سوی آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر، نشان می‌دهد که سرعت رشد توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی با توجه به اهداف تدوین شده جهانی، منجر به رشد بسیار مناسب تولید ناخالص جهانی تا میزان ۰٫۸ درصد تا سال ۲۰۵۰ میلادی و اشتغال نزدیک به ۲۸/۸ میلیون نفر خواهد شد.

^۱ Mu, et al

^۲ International renewable energy agency

گزارش سازمان انرژی ایالات متحده^۱ (۲۰۲۳) نشان می‌دهد که اشتغال در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ رشدی نزدیک به ۲۵ درصد داشته است. بر اساس نتایج این گزارش، بیشترین اشتغال در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر مربوط به انرژی خورشیدی و در بخش بهره‌وری انرژی مربوط به ساختمان (ساخت و ساز و گرما و سرما قابل بازیافت) بوده است. همچنین گزارش سازمان انرژی اتحادیه اروپا (۲۰۱۸)^۲ بیان می‌دارد که تعداد مشاغل ایجاد شده به ازای یک میلیون دلار سرمایه گذاری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی، ۱۶/۷ شغل و برای همین مقدار سرمایه گذاری در بخش سوخت‌های فسیلی، ۵/۳ شغل بوده است. نتایج این گزارش نشان می‌دهد که تعداد مشاغل ایجاد شده حاصل از سرمایه‌گذاری در حوزه‌ی انرژی‌های پاک، سه برابر بیشتر از تعداد مشاغل ایجاد شده حاصل از سرمایه‌گذاری در بخش سوخت‌های فسیلی می‌باشد. بر اساس این گزارش، پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ اشتغال در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر به ۲۳/۶ و در سال ۲۰۵۰ به ۲۸/۸ میلیون شغل برسد.

در حالی که اتخاذ سیاست‌های حمایتی جهت استفاده از انرژی تجدیدپذیر سبب ایجاد تأثیرات بسیاری در میزان اشتغال از طریق انرژی‌های تجدیدپذیر شده است، استمرار سیاست‌های تجاری نیز منجر به تأثیرگذاری قابل توجهی در اشتغال بخش ساخت تجهیزات در کشورهای مختلف، گردیده است. به عنوان مثال، چین در راستای دستیابی به بازارهای بیشتر، اقدام به مونتاژ و یا تولید تجهیزات موردنیاز برای تولید برق فتوولتائیک (انرژی خورشیدی) در کشورهای مختلف از قبیل مالزی، تایلند، کره جنوبی، هند، برزیل و آمریکا نموده تا بتواند علاوه بر گسترش سیاست‌های تجاری خود، بخشی از اشتغال مربوط به توسعه ساخت تجهیزات فتوولتائیک را به سایر کشورها نیز منتقل نماید (اوزبرن^۳، ۲۰۱۵). بنابراین، توسعه فتوولتائیک^۴ 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.

^۱ U.S. Department of Energy

^۲ European union Energy Initiative

^۳ Ousburn

^۴ photovoltaics

به طور کلی می توان گفت توسعه انرژی های تجدیدپذیر تأثیرات گسترده ای بر اشتغال دارد که شامل ایجاد شغل های مستقیم، غیرمستقیم و همچنین انتقال اشتغال در بین صنایع مختلف است:

الف) اثرات مستقیم

اثرات مستقیم به شغل هایی اشاره دارد که مستقیماً در نتیجه توسعه انرژی های تجدیدپذیر ایجاد می شوند. به طور کلی این شغل ها در ارتباط با فعالیت های اصلی بخش های انرژی تجدیدپذیر ایجاد می شوند که شامل شغل هایی در بخش های زیر است:

– ساخت و نصب تجهیزات: تولید و نصب تجهیزات مرتبط با انرژی های تجدیدپذیر مانند پنل های خورشیدی، توربین های بادی، و سیستم های زیست توده نیاز به نیروی کار دارد. این شغل ها شامل مهندسان، تکنسین ها، و کارگران ساختمانی می شود.

عملیات و نگهداری: پس از نصب، تجهیزات انرژی تجدیدپذیر نیاز به نگهداری و تعمیر دارند. این شامل شغل های مداوم برای تکنسین ها و مهندسان تعمیر و نگهداری است (وی و همکاران^۱، ۲۰۱۰).

ب) اثرات غیرمستقیم

اثرات غیرمستقیم شامل شغل هایی است که در نتیجه افزایش فعالیت های اقتصادی و زنجیره تأمین مرتبط با انرژی های تجدیدپذیر ایجاد می شوند و شامل شغل هایی در بخش های زیر است:

– زنجیره تأمین: تولید و نصب تجهیزات انرژی های تجدیدپذیر نیاز به مواد خام، قطعات، و خدمات پشتیبانی دارد که در نتیجه افزایش تقاضا در صنایع مرتبط ایجاد می شود (گارت پلتیر^۲، ۲۰۱۷).

– افزایش بهره وری و کاهش هزینه ها: انرژی های تجدیدپذیر می توانند بهره وری انرژی را افزایش دهند و هزینه های انرژی را کاهش دهند که منجر به افزایش سرمایه گذاری و اشتغال در سایر بخش های اقتصادی می شود (مو و همکاران، ۲۰۱۸).

ج) انتقال اشتغال

^۱ Wei, et al

^۲ Garrett-Peltier, Heidi

انتقال اشتغال به تغییرات در ساختار اشتغال در اثر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر اشاره دارد. این انتقال می‌تواند به دلایل زیر رخ دهد:

- انتقال از صنایع سنتی به صنایع جدید: با توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، برخی از شغل‌ها ممکن است از صنایع مبتنی بر سوخت‌های فسیلی به صنایع مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر منتقل شوند. این انتقال نیاز به آموزش و بازآموزی نیروی کار دارد تا بتوانند در صنایع جدید فعالیت کنند (مو و همکاران، ۲۰۱۸).

- ایجاد شغل‌های جدید در مناطق مختلف: توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به ایجاد شغل‌های جدید در مناطق جغرافیایی مختلف کمک کند. به عنوان مثال، مزرعه‌های بادی و خورشیدی اغلب در مناطق روستایی نصب می‌شوند که می‌تواند به افزایش اشتغال در این مناطق کمک کند (کامن و همکاران، ۲۰۰۴).

- **تغییرات در تقاضای نیروی کار:** توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به تغییر در نوع مهارت‌های مورد نیاز در بازار کار منجر شود. این نیاز به سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه مهارت‌های جدید برای نیروی کار دارد (وی و همکاران، ۲۰۱۰).

بدیهی است علاوه بر تاثیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بر اشتغال، عواملی نظیر تولید ناخالص داخلی، سطح دستمزد و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص نیز بر اشتغال موثرند. افزایش سطح تولید، منجر به سطح بیشتر اشتغال خواهد شد و لذا انتظار می‌رود بین اشتغال و تولید رابطه‌ای مثبت برقرار باشد. تغییر در سطح دستمزد واقعی، به تغییر مثبت و هم جهت هزینه واقعی نیروی کار برای بنگاه‌ها منجر خواهد شد. هر چه هزینه واقعی نیروی کار افزایش یابد، بنگاه‌ها ترجیح می‌دهند که نیروی کار کمتری جذب کنند یا تغییر در سطح اشتغال کمتر از قبل باشد، لذا انتظار می‌رود ارتباط معکوسی بین تغییر دستمزد واقعی و اشتغال نیروی کار وجود داشته باشد. در رابطه با تاثیرگذاری تشکیل سرمایه بر اشتغال، در تئوری‌های اقتصادی نظریات متفاوتی وجود دارد. تشکیل سرمایه ثابت ناخالص، از نظر تئوری به عنوان یک مؤلفه برای تسهیل رشد اقتصادی و اشتغال شناخته شده است. کینز در مطالعات خود ثابت کرده که سرمایه‌گذاری جدید و اضافی باعث افزایش تقاضای کل در اقتصاد می‌شود. افزایش سرمایه‌گذاری داخلی در شرایطی اتفاق می‌افتد که شرکت‌های موجود، سرمایه‌گذاری جدید را انجام دهند و یا سرمایه‌گذاران داخلی جدید وارد بازار شوند (فالکنر

و همکاران^۱، ۲۰۱۳). لذا از این جنبه، انتظار می رود که افزایش سرمایه گذاری شغل بیشتری ایجاد نموده و سطح اشتغال را افزایش می دهد.

۲،۲. پیشینه تجربی

در این قسمت به منتخبی از مهم ترین مطالعات انجام شده در رابطه با موضوع تحقیق به تفکیک مطالعات خارجی و داخلی اشاره می گردد:

۱،۲،۲. مطالعات خارجی

– هانا و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه خود ایجاد شغل ناشی از انتقال به انرژی های تجدیدپذیر و بهبود بهره وری انرژی را در اروپا، آسیا، آمریکای شمالی، آفریقا و آمریکای جنوبی مورد بررسی قرار داده اند. نتایج نشان می دهد که استقرار انرژی های تجدیدپذیر و بهبود بهره وری انرژی به طور قابل توجهی به ایجاد شغل کمک می کند که شامل معیارهای ایجاد شغل ناخالص و خالص، کیفیت شغل ها و توزیع جغرافیایی آنها می شود.

– لیو و هه^۲ (۲۰۲۳) در مطالعه ای به بررسی تاثیر انرژی های تجدیدپذیر بر اشتغال در چین پرداخته و در این رابطه، بر نقش آموزش در زمینه توسعه انرژی های تجدیدپذیر و تاثیر آن بر اشتغال تاکید دارند. این مطالعه از تحلیل تفکیکی مبتنی بر مدل تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) برای ارزیابی چگونگی تاثیر سیاست های انرژی تجدیدپذیر بر ایجاد شغل در بخش های مختلف استفاده نموده و بیان می دارد که سرمایه گذاری در انرژی های تجدیدپذیر به طور قابل توجهی اشتغال را به ویژه در بخش هایی که نیاز به مدارک تحصیلی بالاتری دارند، افزایش می دهد.

– رام و همکاران (۲۰۲۲) در مقاله خود به بررسی اشتغال ناشی از جذب سریع انرژی های تجدیدپذیر پرداخته و این فرض را در نظر گرفته اند که جهان تا سال ۲۰۵۰، صد در صد انرژی خود را از منابع تجدیدپذیر به دست خواهد آورد. نتایج این مطالعه بیان می دارد که انتقال انرژی جهانی، تأثیرات مثبتی بر اشتغال، ثبات و رشد آینده اقتصادهای سراسر جهان خواهد داشت.

– نصیرو و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهش خود به بررسی اثر انرژی های تجدیدپذیر بر اشتغال در کشور شیلی با استفاده از مدل انرژی SWITCH پرداخته اند. نتایج این مطالعه حاکی از

^۱ Faulkner et al

^۲ Liu & He

این است که فناوری‌های تجدیدپذیر شامل خورشیدی فتوولتائیک، باد و آبی، نسبت به زغال‌سنگ و گاز طبیعی می‌توانند اشتغال بیشتری در واحد انرژی ایجاد نمایند.

- خوبای و همکاران^۱ (۲۰۲۰) در مقاله‌ای به بررسی تاثیر مصرف انرژی‌های نو بر بیکاری در آفریقای جنوبی در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۴ پرداخته و برای بررسی رابطه بلند مدت و کوتاه مدت بین متغیرها از روش تخمین خود توضیح با وقفه‌های گسترده^۲ استفاده نموده‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که در کوتاه مدت، مصرف انرژی‌های نو اثر منفی بر بیکاری داشته، اما از لحاظ آماری بی معنی می‌باشد. در حالی که این اثر در بلندمدت منفی و معنادار بوده و مصرف انرژی‌های نو، به طور معناداری تاثیر منفی بر بیکاری دارد.

- بلواشکیا و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهش خود تحت عنوان ایجاد شغل و تاثیر اقتصادی انرژی‌های تجدیدپذیر در هلند با استفاده از روش تعادل عمومی (CGE) به بررسی تاثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر اشتغال در هلند تحت سه سناریو خوشبینانه، بدبینانه و متوسط پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که انرژی‌های تجدیدپذیر دارای تاثیر مثبتی بر رشد اقتصادی و ایجاد شغل در هلند می‌باشند.

- مو و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیرپذیری اشتغال از توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در چین با به کارگیری مدل تعادل عمومی قابل محاسبه پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، فرصت‌های شغلی قابل توجهی به ویژه در بخش‌های تولید و نصب ایجاد می‌نماید.

- فراگکاس و پاروسوس^۲ (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با مدل‌سازی تعادل عمومی به بررسی اثرات تبدیل انرژی اتحادیه اروپا به سمت منابع انرژی تجدیدپذیر بر اشتغال پرداختند. نتیجه این مطالعه، تأثیرپذیری مثبت اشتغال از گسترش منابع انرژی تجدیدپذیر را تأیید نموده و نشان داد که انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با سوخت‌های فسیلی، به طور متوسط قابلیت به کارگیری نیروی کار بیشتری را دارند.

^۱ Khobai et al.

^۲ Fragkos and Parousos

- پتر داوورک و همکاران^۱ (۲۰۱۷)، در پژوهش خود به بررسی رابطه بین سرمایه گذاری در انرژی تجدید پذیر و ایجاد شغل در جمهوری چک طی دوره زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۳ پرداخته و با تحلیل بین بخشی، نتیجه به دست آمده را با یافته های مرتبط در سایر کشورهای برتر اروپایی در زمینه انرژی های تجدیدپذیر مقایسه نموده اند. یافته های این پژوهش نشان می دهد که برای ایجاد شغل از طریق انرژی های تجدید پذیر، سرمایه گذاری های قوی مورد نیاز است. همچنین یافته ها بیانگر این است که بیومس و تولید انرژی از طریق زباله بیشترین شغل را در این زمینه ایجاد می کند.

- سیماس و پاکاکا^۲ (۲۰۱۴) در مقاله خود به ارزیابی وضعیت اشتغال در فن آوری های انرژی تجدیدپذیر در بخش انرژی باد در برزیل پرداخته اند. آن ها در این پژوهش به محاسبه شاخصی برای تعیین میزان اشتغال بر اساس تولید به جای ظرفیت نصب شده پرداخته و پروژه های انرژی بادی برزیل را تا سال ۲۰۱۷ مورد بررسی قرار داده اند. نتایج مطالعه آن ها نشان داده است که سهم عمده انرژی باد در ایجاد شغل در مرحله ساخت و ساز بوده و با وجود کم بودن مشاغل ایجاد شده در بهره برداری و نگهداری نسبت به ظرفیت نصب شده جدید، این مشاغل در طول عمر مزرعه باقی می ماند.

۲,۲,۲. مطالعات داخلی

- دامن کشیده و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله ای به بررسی تاثیر مصرف انرژی های نو بر بیکاری در ایران طی دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۷۵ و با به کارگیری مدل تصحیح خطای برداری^۳ پرداخته اند. نتایج این مطالعه حاکی از تاثیرگذاری مثبت متغیرهای مصرف انرژی های تجدیدپذیر و نو، سرمایه ثابت خالص، مخارج دولت و اعتبارات بانکی بر نرخ بیکاری می باشد. نتایج حاصل از الگوی تصحیح خطا نیز نشان می دهد که بیشتر متغیرها در کوتاه مدت تاثیر معناداری بر شاخص بیکاری در ایران داشته اند.

- اسماعیلی شایان و وصلی (۱۳۹۷) در مقاله خود با عنوان تحلیل ظرفیت کسب و کار حوزه انرژی های تجدیدپذیر تحت سناریوهای بدبینانه، متوسط و خوشبینانه به امکان سنجی ایجاد شغل انرژی های نو با استفاده از مدل داده ستانده برای ایران پرداخته اند. در این پژوهش، سناریوی آینده نگری افزایش ظرفیت برق تجدید پذیر در ایران به کار گرفته شده است.

^۱ Dvorak et al

^۲ Simas and Pacca

^۳ ECM

نتایج نشان داده که در سناریوی بدبینانه، مجموع اشتغال مستقیم و غیر مستقیم در مرحله ساخت به ترتیب ۹,۵۰ و ۱۰,۴۹ شغل-سال/مگاوات، در سناریوی متوسط در مرحله ساخت به ترتیب ۲۸,۵۱ و ۳۱,۴۸ و در سناریوی خوشبینانه در مرحله ساخت به ترتیب ۵۷,۰۲ و ۶۲,۹۶ شغل-سال/مگاوات بوده و همچنین اشتغال غیر مستقیم در مجموع بیشتر از اشتغال مستقیم می‌باشد.

- صادقی و همکاران (۱۳۹۵) در مقاله ای به منظور امکان سنجی ایجاد شغل انرژی‌های نو شامل انرژی باد و انرژی خورشیدی از رهیافت داده ستانده در ایران استفاده کرده و بدین منظور از جدول داده و ستانده سال ۱۳۹۰ استفاده نموده اند. نتایج نشان می‌دهد که در هر دو مرحله عملیاتی و ساخت و ساز، میزان اشتغال مستقیم و غیر مستقیم افزایش یافته است.

- علی احمدی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه ای اثرات استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی ایران را بر کارآفرینی و اشتغال‌زایی در این بخش مورد ارزیابی قرار داده اند. ایشان همچنین به منظور بررسی شرایط گذار جهت ایجاد توسعه پایدار در بخش کشاورزی، انواع حالات و فناوری‌های مناسب در این زمینه را مورد بررسی قرار داده و با استفاده از رویکردی تلفیقی در حوزه فرآیندهای تصمیم‌گیری به بررسی این پدیده پرداخته‌اند. نتایج مطالعه آن‌ها حاکی از این است که انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند تاثیرات مثبت و قابل توجهی بر اشتغال‌زایی داشته باشد که این امر از طریق خط مشی‌های دولت، افزایش بودجه تحقیق و توسعه و درگیر شدن بخش خصوصی قابل دستیابی است.

همان طور که مشخص است، مطالعات انجام شده داخلی در زمینه موضوع تحقیق بسیار محدود بوده و بر اساس جست‌وجوهای انجام شده به نظر می‌رسد تاکنون هیچ مطالعه داخلی در زمینه موضوع پژوهش حاضر در گروه کشورهای مورد مطالعه انجام نشده است.

۳. روش شناسی پژوهش

بر اساس مبانی نظری موجود و مطالعات انجام شده در زمینه موضوع پژوهش نظیر بلواشکیا و رینس (۲۰۱۸) مدل مربوط به بررسی تأثیر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بر اشتغال در کشورهای منتخب، به صورت مدل (۲) تصریح می‌شود:

$$EMP_{i,t} = F(RC_{i,t}, GDPPC_{i,t}, W_{i,t}, GFC_{i,t}) \quad (2)$$

i نشانگر کشور مورد مطالعه و t نشانگر زمان است.

EMP_{it} : نرخ اشتغال سرانه در کشور i در زمان t می باشد. برای این متغیر از داده های نسبت اشتغال به جمعیت کشورها استفاده شده است.

RC_{it} : کل ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر در کشور i در زمان t . منظور از ظرفیت نصب سالانه انرژی های تجدیدپذیر، ظرفیت سالانه نصب شده برای تولید برق از منابع مختلف انرژی های تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی، برق آبی و زیست توده در هر کشور می باشد. داده های مربوط به این متغیر از سازمان جهانی انرژی های تجدیدپذیر گردآوری شده اند.

$GDPPC_{it}$: تولید ناخالص داخلی کشور i در زمان t .

W_{it} : دستمزد در کشور i در زمان t .

متغیر جایگزین برای دستمزد، آمار مربوط به کارگرانی است که شغل آن ها به عنوان مشاغل با دستمزد تعریف می شود که قرارداد های شغلی (کتبی یا شفاهی) یا ضمنی دارند. آمار مربوط به این بخش از بانک جهانی گردآوری شده است.

GFC_{it} : تشکیل سرمایه ثابت ناخالص کشور i در زمان t .

بطور کلی می توان گفت تشکیل سرمایه ثابت ناخالص شامل بهسازی اراضی (نرده ها ، خاکریزها ، زهکشی ها و غیره) ، خرید کارخانه ، ماشین آلات و تجهیزات و ساخت راه ها ، راه آهن و موارد مشابه از جمله مدارس ، دفاتر ، بیمارستان ها ، خانه های مسکونی خصوصی و ساختمانهای تجاری و صنعتی. خالص خرید اشیاء با ارزش نیز تشکیل سرمایه در نظر گرفته می شود.

داده ها و آمار مورد نیاز جهت مدل سازی در این تحقیق از منابع بانک جهانی^۱ و سازمان جهانی انرژی های تجدید پذیر جمع آوری گردیده است. در جدول (۱) توضیحات مربوط به متغیرها و منابع جمع آوری آمار مربوطه آورده شده است:

جدول ۱. تعریف و علایم اختصاری متغیرهای پژوهش

علامت اختصاری	متغیر تحقیق	توضیحات	منبع آمار
EMP_{it}	نرخ اشتغال سرانه	نسبت اشتغال به جمعیت فعال یک کشور	بانک جهانی

^۱ www.worldbank.org

RC _{it}	کل ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر	ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر	سازمان جهانی انرژی های تجدیدپذیر
GDPP _{Cit}	تولید ناخالص داخلی (دلار آمریکا)	تولید ناخالص داخلی	بانک جهانی
W _{it}	دستمزد	متغیر جایگزین برای دستمزد، آمار مربوط به کارگرانی است که شغل آن ها به عنوان (مشاغل با دستمزد) تعریف می شود که قرارداد های شغلی (کتابی یا شفاهی) یا ضمنی دارند	بانک جهانی
GFC _{it}	تشکیل سرمایه ثابت ناخالص	تشکیل سرمایه ثابت ناخالص	بانک جهانی

همان گونه که بیان گردید، در این تحقیق از تخمین زن DOLS به منظور برآورد رابطه بین متغیرها استفاده خواهد شد.

۴. یافته ها

۴.۱. آزمون وابستگی بین مقاطع

برای برآورد مدل های پانل، نیاز است که قبل از تخمین آزمون ایستایی متغیرها انجام گیرد. همچنین پیش از انجام آزمون ایستایی پانل باید به منظور انتخاب آزمون مناسب ریشه واحد، آزمون وابستگی بین مقاطع انجام شود. آزمون های گوناگونی مانند آزمون ریشه واحد فیلیپس - پرون - فیشر (FPP)، لوین، لین و چو (LIC) و ایم و پسران و شن (IPS)، دیکی فولر تعمیم یافته (ADF)، دیکی فولر تعمیم یافته فیشر (ADFF)، بریتانگ و هادری و پسران^۱ و آزمون ریشه واحد پسران به منظور بررسی ایستایی متغیرهای پانلی وجود دارد. برای انتخاب آزمون مناسب از بین آزمون های نامبرده در مرحله اول نیازمند بررسی وجود وابستگی مقطعی است (بالتاجی^۲، ۲۰۰۵). برای بررسی وابستگی بین مقاطع از آزمون وابستگی بین مقاطع، آزمون پسران (۲۰۱۵) که نسخه تکمیل شده آزمون پسران (۲۰۰۴)

^۱. Britang & Hadry & Pesaran

^۲ Baltaji

است، مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج آزمون وابستگی مقطعی پسران برای داده‌های مورد مطالعه در جداول (۲) و (۳) نشان داده شده است.

جدول ۲. آزمون وابستگی بین مقاطع پسران: کشورهای در حال توسعه

متغیر	آماره CD پسران	احتمال	نتیجه آزمون
اشتغال سرانه (EMP)	۱۰/۵۶۲۸۶	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع
ظرفیت نصب انرژی های تجدید پذیر (REC)	۴۵/۸۷۵۹۳	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع
تولید ناخالص داخلی (GDP)	۱۸/۹۷۳۶۷	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع
تشکیل سرمایه ناخالص (GFC)	۱۴/۹۴۶۷۲	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع
دستمزد (W)	۲۳/۵۱۸۷۲	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع

منبع: یافته های تحقیق

جدول ۳. آزمون وابستگی بین مقاطع پسران: کشورهای توسعه یافته

متغیر	آماره CD پسران	احتمال	نتیجه آزمون
اشتغال سرانه (EMP)	۱۷/۲۷۸۶۶	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع
ظرفیت نصب انرژی های تجدید پذیر (REC)	۴۸/۰۲۲۱۳	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع
تولید ناخالص داخلی (GDP)	۳۴/۲۶۲۴۰	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع
تشکیل سرمایه ناخالص (GFC)	۱۹/۲۶۵۵۶	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع
دستمزد (W)	۲۲/۸۲۵۳۶	۰/۰۰۰۰	وابستگی بین مقاطع

منبع: یافته های تحقیق

همان طور که در جداول (۲) و (۳) نشان داده شده است، فرضیه صفر مبنی بر نبود وابستگی بین مقاطع در همه متغیرهای مورد بررسی، رد می شود؛ از این رو می توان نتیجه گرفت به طور کلی در بین مقاطع مختلف موجود در داده های ترکیبی مورد بررسی، همبستگی مقطعی وجود دارد.

۲.۴. آزمون ایستایی متغیرها

در صورت تایید وابستگی مقطعی در داده های پانل، استفاده از روش های مرسوم ریشه

واحد پانلی نظیر آزمون لوین، لین و چو (LIC)، ایم، پسران وشین (IPS) و ... احتمال وقوع نتایج ریشه واحد کاذب را افزایش خواهد داد. برای رفع این مشکل آزمون‌های ریشه واحد پانلی متعددی با وجود وابستگی مقطعی پیشنهاد شده است که آزمون ریشه واحد پسران (CIPS) از آن جمله است. از آنجایی که در تمامی متغیرها وابستگی مقطعی تایید می‌شود، آزمون ریشه واحد مناسب در این پژوهش، آزمون ریشه واحد پسران (۲۰۰۷) است که در آن وابستگی مقطعی در نظر گرفته شده استفاده می‌شود. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد آزمون CIPS پسران در جداول (۴) و (۵) ارائه شده است.

جدول ۴. آزمون ریشه واحد پسران در صورت وجود وابستگی بین مقاطع: کشورهای توسعه یافته

نتیجه آزمون	CIPS	متغیر
I(۱)	-۱/۵۰۷	تولید ناخالص داخلی
I(۰)	-۲/۴۰۵	اشتغال
I(۰)	-۱/۳۱۲	تشکیل سرمایه ناخالص
I(۱)	-۲/۸۳۲	ظرفیت نصب انرژی تجدید پذیر
I(۰)	-۱/۸۹۱	دستمزد

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۵. آزمون ریشه واحد پسران در صورت وجود وابستگی بین مقاطع: کشورهای در حال توسعه

نتیجه آزمون	CIPS	متغیر
I(۱)	-۱/۳۸۲	تولید ناخالص داخلی
I(۰)	-۲/۵۱۰	اشتغال
I(۱)	-۱/۴۶۲	تشکیل سرمایه ناخالص
I(۰)	-۱/۰۹۳	ظرفیت نصب انرژی تجدید پذیر
I(۰)	-۱/۶۹۵	دستمزد

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج جداول ۴ و ۵، بعضی از متغیرهای مدل در سطح اطمینان بالای ۹۵ درصد، در سطح ایستا نیستند و تفاضل مرتبه اول آن‌ها ایستا است. با توجه به نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد و اثبات ایستایی برخی از متغیرهای تحقیق، آزمون هم‌انباشتگی پانل بین متغیرهای تحقیق انجام می‌گردد.

۳،۴. آزمون هم‌انباشتگی

به دلیل این که برخی از متغیرهای مورد بررسی در این پژوهش در سطح ایستا نیستند،

امکان وجود رگرسیون کاذب وجود دارد؛ بنابراین، به منظور اطمینان از نتایج به دست آمده باید وجود ارتباط بلندمدت میان متغیرها بررسی شود. آزمون‌های مختلفی به منظور بررسی ارتباط بلندمدت و رابطه هم‌انباشتگی میان متغیرها در داده‌های پانلی نظیر آزمون پدرونی^۱ (۱۹۹۹ و ۲۰۰۴)، وسترلاند^۲ (۲۰۰۷)، کاو^۳ (۱۹۹۹) وجود دارد. در جداول (۶) و (۷) نتایج آزمون وسترلاند نشان داده شده است.

جدول ۶. آزمون هم‌انباشتگی پانل وسترلاند (کشورهای در حال توسعه)

Variance ratio	آزمون وسترلاند
۲/۳۱۲۸	Statistic
۰/۰۱۰۴	P-Value

منبع: محاسبات پژوهش

جدول (۷): آزمون هم‌انباشتگی پانل وسترلاند (کشورهای توسعه یافته)

Variance ratio	آزمون وسترلاند
۲/۷۶۲۱	Statistic
۰/۰۰۲۹	P-Value

منبع: محاسبات پژوهش

همان‌طور در جداول ۶ و ۷ مشاهده می‌شود، براساس مقادیر احتمال در رگرسیون‌های برآوردی، وجود رابطه بلندمدت تایید می‌شود. با توجه به اثبات وجود رابطه هم‌انباشتگی پانل بین متغیرهای مورد بررسی در هر دو مدل، در مرحله بعد ضرایب بلندمدت متغیرها برآورد می‌شود.

در مدل‌های پانل و در صورت وجود هم‌انباشتگی، می‌توان از تخمین زن‌های مختلفی نظیر حداقل مربعات معمولی (OLS)، حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده^۴ (FMOLS)، حداقل مربعات معمولی پویا^۵ و گروه میانگین ادغام شده^۶ (PMG) جهت تخمین ضرایب بلندمدت و کوتاه مدت استفاده کرد. چن و همکاران^۷ (۱۹۹۹) در مطالعه‌ای به بررسی ویژگی

^۱ Pedroni Cointegration test

^۲ Westerlund Cointegration test

^۳ Kao Cointegration test

^۴ Fully Modified OLS

^۵ Dynamic OLS

^۶ Pooled Mean Group

^۷ Chen et al

ها و خصوصیات تخمین زن OLS به منظور تخمین مدل های تصحیح خطای پانل پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تخمین زن های FMOLS و DOLS نتایج بهتری نسبت به تخمین زن OLS در مدل های هم انباشته پانل دارند. از طرف دیگر مطابق با نتایج کاوو و چیانگ^۱ (۲۰۰۰)، تخمین زن های OLS و FMOLS هر دو دارای تورش نمونه ای کوچکی هستند و تخمین زن DOLS نتایج بهتری نسبت به این دو تخمین زن خواهد داشت (اوزترک و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین در این تحقیق از تخمین زن DOLS به منظور برآورد رابطه بلندمدت و کوتاه مدت بین متغیرها استفاده خواهد شد.

۵,۴. تخمین زن پویای حداقل مربعات معمولی (DOLS)

به منظور دستیابی به یک تخمین زن نااریب از پارامترهای بلندمدت مدل و به دست آوردن تصحیح درونزایی^۲ متغیرهای مورد استفاده در مدل، تخمین زن DOLS از تعدیل پارامتری خطاهای مدل به وسیله وارد کردن مقادیر گذشته و آینده تفاضل مرتبه اول متغیرهای توضیحی استفاده می کند. تخمین زن DOLS را به صورت زیر می توان نشان داد:

$$R_{it} = \alpha_i + X'_{it}\beta + \sum_{j=-q_1}^{j=q_2} c_{ij}\Delta X_{i,t+j} + v_{it} \quad (3)$$

در این مدل متغیر X نشان دهنده برداری از متغیرهای توضیحی مدل $X = (Exmr, Exr, Oilr)$ و ضریب c_{ij} ضریب با وقفه تفاضل مرتبه اول متغیرهای توضیحی مدل می باشد. ضریب برآوردی تخمین زن DOLS در این مدل برابر است با:

$$\hat{\beta}_{DOLS} = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T z_{it} z'_{it} \right)^{-1} \left(\sum_{t=1}^T z_{it} \hat{R}_{it}^+ \right) \quad (4)$$

که در معادله بالا $z_{it} = [X_{it} - \bar{X}_i, \Delta X_{i,t-q}, \dots, \Delta X_{i,t+q}]$ برداری از متغیرهای توضیحی است و $\hat{r}_{it}^+ (r_{it}^+ = R_{it} - \bar{R}_i)$ متغیر مبدل^۳ بازده سهام می باشد (جاد و همکاران، ۲۰۱۱).

۶,۴. برآورد رابطه بلندمدت

همان گونه که بیان گردید، برای تخمین رابطه بلندمدت بین متغیرها در مدل از روش DOLS استفاده می گردد. جداول شماره (۸) و (۹) نتایج حاصل از برآورد رابطه بلندمدت

^۱ Kao and Chiang

^۲ Endogeneity correction

^۳ Transformed variable

بین اشتغال با ظرفیت نصب انرژی های تجدید پذیر، تولید ناخالص داخلی، دستمزد و تشکیل سرمایه ناخالص را در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طی سال های مورد مطالعه نشان می دهد.

جدول ۸. برآورد رابطه بلندمدت بین توسعه انرژی های تجدید پذیر و اشتغال (کشور های در حال

توسعه)

احتمال	آماره t	خطای استاندارد	ضریب	نام متغیرها
۰٫۰۰۰۰	۵/۴۹۰۵۷۵	۰/۰۲۱۲۱۰	۰/۱۱۶۴۵۵	ظرفیت نصب انرژی های تجدید پذیر
۰٫۰۰۰۰	۵/۴۸۱۹۶۵	۰/۰۷۱۵۸۱	۰/۳۹۲۴۰۳	تولید ناخالص داخلی
۰/۰۰۵۲	-۲/۰۶۴۹۲۱	۰/۰۸۶۲۴۳	-۰/۱۷۸۰۸۵	دستمزد
۰/۰۰۴۶	۲/۸۶۳۶۶۲	۰/۰۷۴۶۰۹	۰/۲۱۳۶۵۶	تشکیل سرمایه ناخالص
R^2				۰/۹۶۹۶۹۷
R^2 تعدیل شده				۰/۹۶۸۴۸۳

منبع: محاسبات پژوهش

جدول ۹. برآورد رابطه بلندمدت بین توسعه انرژی های تجدید پذیر و اشتغال (کشور های توسعه

یافته)

احتمال	آماره t	خطای استاندارد	ضریب	نام متغیرها
۰/۰۰۲۶	۳/۰۶۸۸۷۱	۰/۰۴۰۲۲۰	۰/۱۲۳۴۳۰	ظرفیت نصب انرژی های تجدید پذیر
۰٫۰۰۰۰	۶/۳۵۰۵۴۱	۰/۰۷۶۹۳۳	۰/۴۸۸۵۶۸	تولید ناخالص داخلی
۰/۰۰۰۲	-۳/۸۴۳۹۲۱	۰/۰۲۲۳۸۲	-۰/۰۸۶۰۳۶	دستمزد
۰/۰۰۱۴	-۳/۲۳۲۴۷۰	۰/۰۲۵۱۷۱	-۰/۰۸۱۳۶۴	تشکیل سرمایه ناخالص

R^2	۰/۹۸۷۷۴۸
R^2 تعدیل شده	۰/۹۸۴۷۹۰

منبع: محاسبات پژوهش

همان طور که مشاهده می شود، بر اساس معیارهای اعتبار سنجی نظیر آماره R^2 و R^2 تعدیل شده و همچنین بر اساس میزان احتمال به دست آمده برای هر یک از ضرایب برآورد شده مدل ها، صحت نتایج به دست آمده از برآورد هر دو مدل در دو گروه از کشورهای مورد مطالعه، جهت تجزیه و تحلیل و اظهار نظر تأیید می گردد.

بر اساس نتایج به دست آمده، در هر دو مدل تأثیر ظرفیت نصب انرژی های تجدید پذیر بر اشتغال مثبت و به لحاظ آماری نیز معنی دار است. با توجه به این که صنعت انرژی تجدیدپذیر روز به روز افراد بیش تری را برای ساخت نیروگاه های بادی، نصب دستگاه های خورشیدی در پشت بام ها و ساخت نیروگاه های حرارتی خورشیدی و زمین گرمایی استخدام می کند، می توان گفت افزایش ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر و حرکت به سمت تولید و استفاده بیشتر از آن ها می تواند سهم بسزایی در افزایش کلی فرصت های شغلی در چندین بخش از جمله تجهیزات تولید، ساخت و ساز، اداری و خدمات داشته باشد. لذا همان گونه که نتایج به دست آمده از برآورد مدل ها نشان می دهد می توان گفت افزایش ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر در هر دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه باعث ایجاد شغل جدید در این کشورها شده است. نتیجه به دست آمده، مطابق با نتایج مطالعه رام و همکاران (۲۰۲۲)، نصیرو و همکاران (۲۰۲۱) و بلواشکیا و همکاران (۲۰۱۸) می باشد.

همان گونه که ضرایب به دست آمده برای متغیر ظرفیت نصب انرژی های تجدید پذیر در دو مدل برآورد شده نشان می دهد، علیرغم مثبت بودن علامت این ضریب در هر دو گروه کشورهای در حال مطالعه، ضریب این متغیر در گروه کشورهای توسعه یافته بزرگ تر از این ضریب در گروه کشورهای در حال توسعه می باشد. این یافته ها موید این است که افزایش ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته، با ضریب بزرگ تری بر افزایش میزان اشتغال موثر است. نکته ای که باید در اینجا مد نظر قرار گیرد این است که تأثیر منابع انرژی های تجدید پذیر بر میزان اشتغال نیروی کار بستگی به تعداد مراحل تولیدی ای دارد که به صورت محلی انجام می شود. با توجه به این که بخش طراحی و توسعه استقرار انرژی های تجدید پذیر غالباً در اقتصادهای توسعه یافته اتفاق می افتد، مشاغل

مربوط به این بخش ها در این گروه کشورها ایجاد می شوند، در حالی که در کشورهای در حال توسعه، فقط مشاغل تولیدی در سطح پایین تر (بعد از طراحی و ...) به وجود می آیند و لذا تاثیر مثبت افزایش ظرفیت انرژی های تجدیدپذیر بر افزایش اشتغال در این گروه کشورها کمتر از کشورهای توسعه یافته می باشد.

ضرایب برآورد شده برای تولید ناخالص داخلی در هر دو مدل مثبت بوده که در هر دو مدل نیز از لحاظ آماری معنی دار می باشد. ضریب برآورد شده برای متغیر تشکیل سرمایه ناخالص در گروه کشورهای در حال توسعه مثبت و از لحاظ آماری معنی دار می باشد. در رابطه با چگونگی تاثیرگذاری مثبت افزایش سرمایه بر اشتغال می توان گفت که سرمایه گذاری جدید و اضافی باعث افزایش تقاضای کل در اقتصاد می شود (توین، ۱۹۶۵) و لذا می تواند به عنوان یک مؤلفه اساسی برای تسهیل رشد اقتصادی و اشتغال بوده و سطح اشتغال را افزایش دهد. در مقابل، ضریب به دست آمده برای متغیر تشکیل سرمایه در گروه کشورهای توسعه یافته منفی بوده و از لحاظ آماری نیز معنی دار می باشد. به عبارت دیگر افزایش سرمایه ناخالص در این گروه کشورها در دوره مورد مطالعه منجر به کاهش اشتغال شده است. مطابق اصل لوشاتلیه، هرچه مصرف کنندگان در اقتصاد با محدودیت کمتری روبرو باشند، همواره به تغییرات محیط اقتصادی خود آسان تر عکس العمل نشان می دهند. انتظار می رود در کشورهای توسعه یافته بر خلاف کشورهای در حال توسعه، امکان جایگزینی نیروی کار و سرمایه برای بنگاه ها بیشتر بوده و لذا افزایش سرمایه اثر معکوسی بر تقاضای نیروی کار داشته باشد و اشتغال را کاهش دهد.

ضرایب برآورد شده برای متغیر دستمزد در هر دو مدل منفی بوده و از لحاظ آماری معنادار می باشد. تغییر در سطح دستمزد واقعی، به تغییر مثبت و هم جهت هزینه واقعی نیروی کار برای بنگاه ها منجر خواهد شد. هر چه هزینه واقعی نیروی کار افزایش یابد، بنگاه ها ترجیح می دهند که نیروی کار کمتری جذب کنند یا تغییر در سطح اشتغال کمتر از قبل باشد. لذا همان طور که انتظار می رود، نتایج به دست آمده در هر دو گروه کشورهای مورد مطالعه نیز ارتباط معکوسی بین تغییر دستمزد واقعی و اشتغال نیروی کار را نشان داده و بدین معنی است که با افزایش دستمزد، اشتغال کاهش می یابد.

۷. نتیجه گیری و پیشنهادها

در مطالعه حاضر تأثیرات ناشی از ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی، دستمزد و تشکیل سرمایه ناخالص بر اشتغال در دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۰۸ تا ۲۰۲۲ مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا به بررسی آزمون ریشه واحد متغیرهای تحقیق و تعیین مرتبه هم انباشتگی آنها پرداخته شده و در مرحله بعد با استفاده از آزمونهای هم انباشتگی پانل، وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل تایید گردید. برای تخمین رابطه بلندمدت بین متغیرها در مدل از روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) استفاده شد و بر اساس معادلات رگرسیون برآورد شده، نتایج زیر به دست آمد:

- متغیر ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر در هر دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه دارای تأثیر مثبت بر اشتغال در این کشورها بوده و باعث ایجاد شغل جدید در این کشورها شده است. همان گونه که ضرایب به دست آمده برای این متغیر در دو مدل برآورد شده نشان می دهد، علیرغم مثبت بودن علامت این ضریب در هر دو گروه کشورهای در حال مطالعه، ضریب آن در گروه کشورهای توسعه یافته بزرگ تر از این ضریب در گروه کشورهای در حال توسعه می باشد که نشان می دهد افزایش ظرفیت نصب انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته تأثیر بیشتری بر افزایش میزان اشتغال در این گروه کشورها دارد.

- ضرائب برآورد شده برای متغیر تولید ناخالص داخلی در هر دو مدل مثبت بوده و در هر دو مدل نیز از لحاظ آماری معنی دار می باشد. مثبت بودن این ضرایب بیانگر وجود یک رابطه مثبت بین تولید ناخالص داخلی و اشتغال در کشورهای مورد مطالعه می باشد.

- ضرایب برآورد شده برای متغیر تشکیل سرمایه ناخالص در کشورهای در حال توسعه تأثیر مثبتی بر اشتغال دارد و در کشورهای توسعه یافته تأثیر منفی بر اشتغال داشته و از لحاظ آماری نیز معنی دار می باشد.

- ضرایب برآورد شده برای متغیر دستمزد در هر دو مدل منفی بوده و به لحاظ آماری معنی دار می باشد. منفی بودن این ضریب نشان دهنده ارتباط معکوس بین دستمزد و اشتغال نیروی کار بوده و بیان می دارد که با افزایش دستمزد، اشتغال کاهش پیدا خواهد کرد.

براساس نتایج این پژوهش مبنی بر تأثیر پذیری مثبت اشتغال از توسعه ظرفیت نصب انرژی های تجدید پذیر، توجه هر چه بیشتر کشورها -از جمله ایران- به سیاست گذاری های منظم

در ارتباط با توسعه و به کارگیری تکنولوژی انرژی های تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی، باد، زیست توده و ... ضرورت می یابد. با توجه به محدودیت منابع انرژی های تجدیدناپذیر در کشورها و همچنین مشکلات به کارگیری بیشتر آن ها نظیر آلودگی، گرمایش، تخریب محیط زیست و ... بدیهی است توسعه استفاده از منابع انرژی های تجدیدپذیر، علاوه بر ایجاد شغل در کشورها می تواند منجر به حفظ محیط زیست برای نسل های آینده نیز گردد.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

سپاسگزاری

از تمامی داوران محترم که با نظرات ارزشمند خود سبب ارتقاء این پژوهش شدند، کمال تشکر را دارم.

ORCID

Mahdieh Rezagholizadeh		http://orcid.org/0000-0003-1172-4824
Majid Aghaei		http://orcid.org/0000-0003-0833-9781
Saman Badbareh		http://orcid.org/0009-0005-2737-0747

منابع

- دامن کشیده، م.، و حسینی، س. م. (۱۳۹۸). بررسی تاثیر مصرف انرژی های نو بر بیکاری در ایران. *سومین کنفرانس بین المللی مدیریت، مهندسی صنایع، اقتصاد و حسابداری*.
- صادقی، زین العابدین. ا.، شمس الدین پور، فاطمه، و میرزایی، حمیدرضا. (۱۳۹۵). پتانسیل اشتغالزایی انرژی های نو: طرح های فتوولتائیک و انرژی باد با استفاده از رهیافت داده-ستانده. *اقتصاد انرژی ایران*، ۱۹، ۱۷۷-۱۴۵. <https://doi.org/10.22054/jiee.2017.7307>
- علی احمدی، ع.، فیلی، ح. ر.، و دهقان، ن. (۱۳۹۴). بررسی تاثیر توسعه استفاده از انرژی های تجدیدپذیر در بخش کشاورزی بر کارآفرینی و اشتغالزایی. *کنفرانس بین المللی کارآفرینی، خلاقیت و نوآوری*، شیراز، موسسه عالی علوم و فناوری خوارزمی.

- اسماعیلی شایان، زهرا، و وصلی، الهام. (۱۳۹۷). تحلیل ظرفیت کسب و کار حوزه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر تحت سناریوهای بدبینانه، متوسط و خوشبینانه. *کنگره ملی تحقیقات بنیادین در مدیریت، اقتصاد و حسابداری*.

References

- Aliahmadi, Alireza., Fili, Hamidreza., & Dehghan, Noorollah. (۲۰۱۶). Investigating the Impact of Expanding the Use of Renewable Energy in the Agricultural Sector on Entrepreneurship and Job Creation. *1st International Conference on Entrepreneurship, Creativity and Innovation*, Kharazmi Institute of Higher Education, Science and Technology. (In Persian)
- Bulavskaya, T., & Reynès, F. (۲۰۱۸). Job creation and economic impact of renewable energy in the Netherlands. *Renewable Energy*, ۱۱۹, ۵۲۸-۵۳۸. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.09.039>
- Damankeshideh, Marjan., & Hasani, Mohammad. (۲۰۱۹). Investigating the Impact of Renewable Energy Consumption on Unemployment in Iran. *7rd International Conference on Management, Industrial Engineering, Economics, and Accounting*. (In Persian)
- Dvořák, P., Martinát, S., Van der Horst, D., Frantál, B., & Turečková, K. (۲۰۱۷). Renewable energy investment and job creation; a cross-sectoral assessment for the Czech Republic with reference to EU benchmarks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, ۶۹, ۳۶۰-۳۶۸. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.158>
- Esmaili sahayan, Zahra., & Vasli, Elham. (۲۰۱۸). Analysis of Business Potential in the Renewable Energy Sector Under Pessimistic, Moderate, and Optimistic Scenarios. *National Congress on Fundamental Research in Management, Economics, and Accounting*. (In Persian)
- Faiffer, B., & Mulder, P. (۲۰۱۳). Explaining the diffusion of renewable energy technology in developing countries. *Energy Economics*, ۴۰, ۲۸۵-۲۹۶. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.07.005>
- Faulkner, D., Loewald, C., & Makrelov, K. (۲۰۱۳). Achieving higher growth and employment: Policy options for South Africa. *South African Reserve Bank Working Paper*, ۱۲(۰۳), ۱-۳۴.
- Fragkos, P., & Paroussos, L. (۲۰۱۸). Employment creation in EU related to renewables expansion. *Applied Energy*, ۲۳۰, ۹۳۵-۹۴۵. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.032>
- Garrett-Peltier, H. (۲۰۱۷). Green versus brown: Comparing the employment impacts of energy efficiency, renewable energy, and fossil fuels using an input-output model. *Economic Modelling*, ۶۱, ۴۳۹-۴۴۷. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.11.012>
- Hanna, R., Heptonstall, P., & Gross, R. (۲۰۲۴). Job creation in a low carbon transition to renewables and energy efficiency: A review of international evidence. *Sustain Sci*, ۱۹, ۱۲۵-۱۵۰. <https://doi.org/10.1007/s11625-023-01440-y>
- International Renewable Energy Agency. (۲۰۲۳). Renewable Energy and Jobs Annual Review.

- Khobai, H., Kolisi, N., Moyo, C., Anyikwa, I., & Dingela, S. (2020). Renewable Energy Consumption and Unemployment in South Africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(2), 170–178. <https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/7375>
- Liu, J., Ge, J., & He, H. (2023). The evolution of renewable energy and its impact on employment in China: Assessing the role of education. *Environ Sci Pollut Res*, 30, 79363–79370. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27808-2>
- Mu, Y., Cai, W., Evans, S., Wang, C., & Roland-Holst, D. (2018). Employment impacts of renewable energy policies in China: A decomposition analysis based on a CGE modeling framework. *Applied Energy*, 210, 206–227. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.01.086>
- Nasirov, S., Girard, A., Peña, C., Salazar, F., & Simon, F. (2021). Expansion of renewable energy in Chile: Analysis of the effects on employment. *Energy*, 226, 120410. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.120410>
- Osborne, M. (2010). Seismic shift: No new solar PV manufacturing expansion plans announced for China in 1H 2010. Retrieved from https://www.pv-tech.org/news/seismic_shift_no_new_solar_pv_manufacturing_expansion_plans_announced_for_c.
- Pedroni, P. (2005). Fully modified OLS for heterogeneous cointegrated panels. In *Nonstationary panels, panel cointegration, and dynamic panels* (pp. 92–130). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1016/S0951-9003\(05\)00042-2](https://doi.org/10.1016/S0951-9003(05)00042-2)
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (1999). Pooled mean group estimation of dynamic heterogeneous panels. *Journal of the American Statistical Association*, 94(446), 621–634. <https://doi.org/10.2307/2670182>
- Ram, M., Osorio-Aravena, J. C., Aghahosseini, A., Bogdanov, D., & Breyer, C. (2022). Job creation during a climate compliant global energy transition across the power, heat, transport, and desalination sectors by 2050. *Energy*, 238, 121690. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121690>
- Sadeghi, Zeinolabedin., Shamsodinpour, Fatemeh., & Mirzaei, Hamidreza. (2016). The Feasibility of creating jobs in Renewable energy using input-output approach: a case study of solar and wind energy. *Iranian Energy Economics*, volume 0, Issue 19, 140–170. (In Persian). <https://doi.org/10.22054/jiee.2017.7307>
- Simas, M., & Pacca, S. (2014). Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.046>
- Stern, D. I. (2000). A multivariate cointegration analysis of the role of energy in the US macroeconomy. *Energy Economics*, 22(2), 267–283. [https://doi.org/10.1016/S0195-9883\(99\)00288-7](https://doi.org/10.1016/S0195-9883(99)00288-7)
- Tourkolias, C., & Mirasgedis, S. (2011). Quantification and monetization of employment benefits associated with renewable energy technologies in Greece. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(6), 2876–2886. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.02.027>

- U.S. Energy Information Administration. (n.d.). Retrieved from <http://www.eia.gov>
- Wei, M., Patadia, S., & Kammen, D. M. (2010). Putting renewables and energy efficiency to work: How many jobs can the clean energy industry generate in the US? *Energy Policy*, 38(2), 919-931. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.044>
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 69(6), 709-748. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0084.2007.00477.x>
- World Bank. (n.d.). Retrieved from <http://www.worldbank.org>