فصلنامه علمی پژوهش های اقتصاد صنعتی
سال ششم، شماره بیست یکم، پاییز ۱۴۰۱ (۴۸-۳۵)
نوع مقاله: پژوهشی

Quarterly Journal of Industrial Economics Researches
Vol. 6, No. 21, Autumn 2022 (35-48)

تأثیر مؤلفه‌های دانش بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری اسلامی

ابوالفضل شاه‌آبادی[1]*، علی مرادی[2]، زهرا مهرادفر[3]

۱. استاد گروه اقتصاد دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهرا، ایران
۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اراک، ایران
۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوئین زهرا، ایران

(دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۲۵ :: بازنگری: ۱۴۰۱/۰۷/۲۴ :: پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۸)

The Effect of Knowledge Components on Renewable Energy Production in Selected Countries of Member of Organization of Islamic Cooperation

Abolfazl Shahabadi[1]*, Ali Moradi[2], Zahra Mehradfar[3]

1. Professor of Economics, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran
2. MA of Economics, Islamic Azad University, Arak Branch, Iran
3. MA of Business Administration, Islamic Azad University, Buinzahra Branch, Iran

(Received: 15/Mar/2021 :: Revised: 16/Oct/2022 :: Accepted: 18/Jan/2023)

چکیده

تولید انرژی تجدیدپذیر با موانع اقتصادی، فنی، اداری و قانونی مواجه است که شناسایی آنها و اقدام در جهت رفع موارد بازدارنده و تقویت موارد بسط‌دهنده می‌تواند فرایند نیل به توسعه پایدار را تسهیل و تسریع سازد. در این راستا، تحقیق حاضر سعی نمود تأثیر زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مشوق‌های اقتصادی و نهادی، سیستم ابداعات و نوآوری و آموزش و توسعه منابع انسانی را به‌عنوان مؤلفه‌های دانش بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری اسلامی طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۷ برآورد نماید. به‌همین منظور، مدل تحقیق با استفاده از داده‌های تابلویی و به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برآورد گردید. نتایج نشان داد، تأثیر هر چهار مؤلفه مزبور بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب مثبت و معنادار است. همچنین، تأثیر متغیرهای کنترل شامل تولید ناخالص سرانه، انتشار گاز دی اکسید کربن بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنادار و تأثیر وابستگی به سوخت‌های فسیلی بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر منفی و معنادار است.

واژه‌های کلیدی: انرژی‌های تجدیدپذیر، فناوری اطلاعات و ارتباطات، مشوق‌های اقتصادی و نهادی، سیستم ابداعات و نوآوری، آموزش و توسعه منابع انسانی.
طبقه بندی JEL: Q43, L71, L96, O33, O43

Abstract

Increasing the production of renewable energy is one of the important solutions to human development in order to achieve sustainable development. Because, it can lead to a reduction in dependence on fossil fuels and reduce greenhouse gas emissions and ensure the health of humans and the environment. However, renewable energy production faces many economic, technical, administrative and legal barriers that identify and resolve deterrents and strengthen expanding matters. In this regard, the present research has tried to investigate the impact of ICT infrastructure, economic and institutional incentives, the system of innovations, and human resources education and development as knowledge components on the production of renewable energy in selected countries of the Organization of Islamic Cooperation During the period 2007-2018. For this purpose, the model is estimated by generalized moment method. The results showed that all four of these components have positive and significant effects on renewable energy production in selected countries. Also, the effect of control variables including gross per capita production, carbon dioxide emissions on production of renewable energy has been positive and significant, and the effect of fossil fuel dependency on the production of renewable energy has been negative and significant.

Keywords: Renewable Energy, ICT, Institutional Incentives, the System of Innovations, Human Resources Education and Developmen.
JEL Classification: Q43, L71, L96, O33, O43.

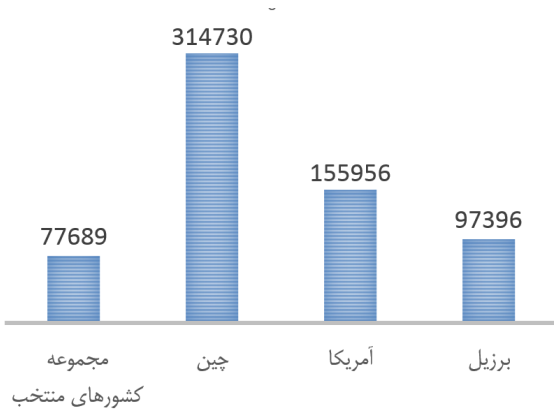
***نویسنده مسئول:** ابوالفضل شاه‌آبادی
E-mail: a.shahabadi@alzahra.ac.ir

***Corresponding Author:** Abolfazl Shahabadi

۱. مقدمه

بشر از دیرباز با استفاده از انرژی‌های موجود در طبیعت سعی نموده فعالیت‌های خود را با هزینه کمتر و سرعت بیشتر انجام دهد و به رفاه بیشتری دست پیدا کند. اما، افزایش جمعیت کره زمین و گسترش پراکندگی آن، نیاز به استفاده از انرژی‌های پربازده‌تر را ضروری ساخت. در این بین، کشف سوخت‌های فسیلی[1] (زغال سنگ، نفت و گاز طبیعی) تا حد زیادی این نیاز را مرتفع نمود. اما، پیشرفت علم و فناوری و تولید ماشین‌آلات گوناگون باعث مصرف بی‌رویه این سوخت‌ها شده است. این در صورتی است که سوخت‌های فسیلی حاوی آلاینده‌های سمی و خطرناک هستند و مصرف بی‌رویه آنها با عوارض مخربی مانند تغییر شرایط اقلیمی، اثرات گلخانه‌ای[2]، گرمایش جهانی[3]، باران‌های اسیدی[4] و ایجاد مواد سرطان‌زا همراه است (احراری و غفوری‌نژاد، ۱۳۹۶). به‌طور مثال، بررسی‌ها نشان می‌دهد غلظت دی‌اکسیدکربن جو قبل از انقلاب صنعتی حدود ۲۸۰ ppm[5] (یک قسمت در میلیون) بوده و در زمان کنونی حدود ۳۷۹ ppm رسیده است که ۳۵ درصد افزایش را نشان می‌دهد. یا این که در قرن بیستم دمای جهانی حدود ۰/۳ تا ۰/۶ درجه سانتیگراد افزایش داشته است. به‌علاوه این که منابع و ذخایر سوخت‌های فسیلی محدود و تجدیدناپذیر است. لذا، ۱۴۷ کشور جهان در جریان بیست و یکمین کنفرانس تغییر اقلیم سازمان ملل متحد توافق نمودند با برنامه‌ریزی مناسب به سمت افزایش کارایی منابع متداول انرژی و توسعهٔ انرژی‌های تجدیدپذیر[6] حرکت کنند تا رشد اقتصاد جهانی با حداقل هزینه برای ساکنان کنونی و نسل‌های آتی کره زمین همراه باشد (موسوی شفاهی و همکاران، ۱۳۹۵). در این بین، افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یکی از راهکارهای پیشنهادی برای غلبه بر مشکلات ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی مطرح شد و امروزه به دغدغه اصلی دولتمردان، سیاستگذاران و دانشمندان در کشورهای مختلف تبدیل شده است.

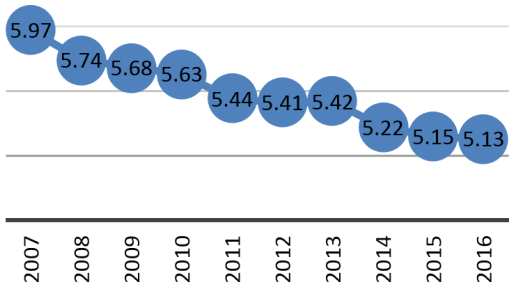
اما، علی‌رغم این اهمیت و ضرورت، شواهد تجربی نشان می‌دهد در زمینه تولید انرژی‌های تجدیدپذیر کشورهای درحال توسعه اسلامی عملکرد موفقی نداشته‌اند. به‌نحوی که میانگین جمع انرژی‌های تجدیدپذیر تولید شده در ۴۰ کشور منتخب اسلامی[7] (نمونه آماری این تحقیق) با بیش از ۱/۵ میلیارد نفر جمعیت در طی سال‌های ۲۰۱۸-۲۰۰۷ حتی از تولید انرژی‌های تجدیدپذیر کشور برزیل با جمعیت ۲۱۰ میلیون نفر نیز کمتر است (نمودار ۱).



نمودار ۱: میانگین تولید انرژی‌های تجدیدپذیر به مگاوات (۲۰۱۸ -۲۰۰۷)

مأخذ: آژانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر (www.irena.org/resource)

به‌علاوه، همان‌گونه که در نمودار ۲ مشاهده می‌شود سهم کشورهای منتخب از تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان با سیر نزولی نیز همراه بوده است. این در صورتی است که به علت وضعیت جغرافیایی و سایر منابع استراتژیک این کشورها از پتانسیل مناسبی برای گسترش تولید انرژی‌های تجدید پذیر برخوردارند. بنابراین، اقدام برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها بیش از پیش احساس ضرورت دارد.



نمودار ۲: میانگین سهم مجموعهٔ کشورهای منتخب از تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان (۲۰۱۸-۲۰۰۷)

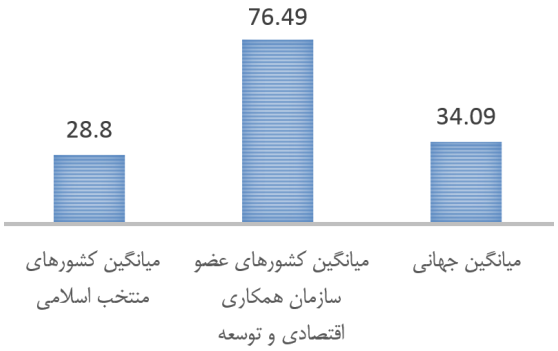
مأخذ: آژانس بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر (www.irena.org/resource)

۷. آذربایجان، آلبانی، اتیوپی، اردن، افغانستان، الجزایر، امارات متحده عربی، اندونزی، اوگاندا، ایران، بحرین، بنگلادش، بورکینافاسو، پاکستان، ترکیه، توگو، تونس، ساحل عاج، سنگال، سودان، عراق، عربستان سعودی، قرقیزستان، قزاقستان، قطر، کامرون، گابن، گینه، لبنان، لیبی، مالدیو، مالزی، مالی، مراکش، مصر، موریتانی، موزامبیک، نیجر، نیجریه و یمن.

1. Fossil Fuel
2. Greenhouse
3. Warm Global
4. Acid Rain
5. Part Per Million
6. Renewable Energies

از طرفی، احداث تأسیسات و تهیه تجهیزات فنی مربوط به تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نیازمند برخورداری از منابع مالی از یک‌سو و بهره‌مندی از مؤلفه‌های دانش از سوی دیگر است. مولفه‌های دانش نیز طبق تعریف بانک جهانی شامل چهار مؤلفهٔ زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات[1]، مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی[2]، آموزش و توسعه منابع انسانی[3] و سیستم ابداعات و نوآوری[4] است که به عنوان عوامل اقتصادی، نهادی و فنی می‌توانند بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت بگذارند.

اما، شواهد تجربی نشان می‌دهد کشورهای درحال توسعه اسلامی از این مؤلفه‌ها بهره چندانی نبرده‌اند که این می‌تواند از جمله دلایل عدم موفقیت آنها در بحث تولید انرژی‌های تجدیدپذیر باشد. به‌طور مثال، درصد کاربران اینترنت به کل جمعیت به‌عنوان شاخص اندازه‌گیری مؤلفه زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در کشورهای منتخب ضمن آن که با کشورهای توسعه‌یافته عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه قابل مقایسه نیست و اختلاف فاحش دارد. حتی از میانگین جهانی نیز پایین‌تر است (نمودار ۳).



نمودار ۳: میانگین درصد کاربران اینترنت به کل جمعیت (۲۰۱۸-۲۰۰۷)

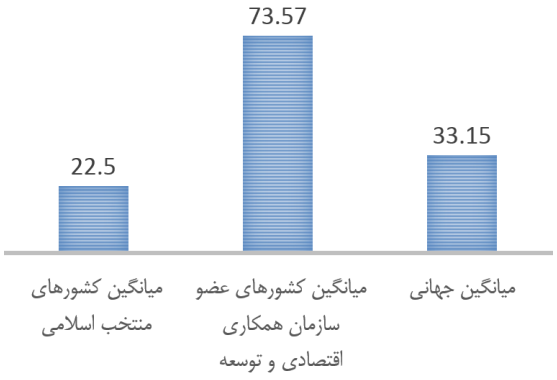
مأخذ: داده‌های بانک جهانی (worldbank.data)

همچنین، میانگین نمره کیفیت قوانین و مقررات که به عنوان شاخص اندازه‌گیری مؤلفه مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی از آن استفاده شده و عددی بین ۲/۵ تا ۲/۵- است، در کشورهای منتخب اسلامی ۰/۴۶- و در کشورهای توسعه‌یافته عضو سازمان همکاری اقتصادی ۱/۳۳ است که از ضعف مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی کشورهای اسلامی حکایت دارد (نمودار ۴).

نمودار ۴: میانگین نمره کیفیت قوانین و مقررات (۲۰۱۸-۲۰۰۷)

مأخذ: داده‌های بانک جهانی (worldbank.data)

میانگین نرخ ثبت نام کنندگان در دوره سوم تحصیلی به کل جمعیت به عنوان شاخص اندازه‌گیری مؤلفه آموزش و توسعه منابع انسانی نیز در کشورهای منتخب اسلامی ۲۲/۵ درصد است که از میانگین جهانی پایین‌تر و با میزان آن در کشورهای توسعه‌یافته عضو سازمان همکاری اقتصادی نیز فاصله زیاد دارد (نمودار ۵).

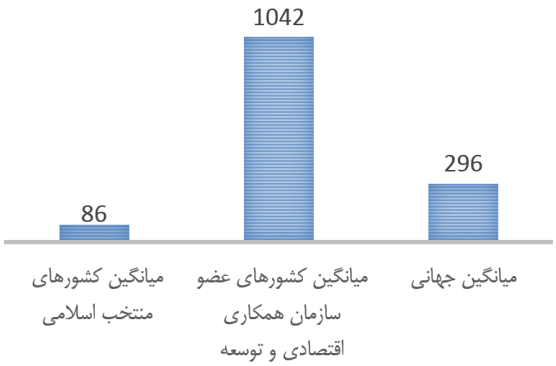


نمودار ۵: میانگین ثبت‌نام افراد در دوره سوم تحصیلی به صورت درصدی از کل جمعیت (۲۰۱۸-۲۰۰۷)

مأخذ: داده‌های بانک جهانی (worldbank.data)

میانگین تعداد مقالات و مجلات علمی به ازای هر یک میلیون نفر جمعیت به عنوان شاخص اندازه‌گیری مؤلفه سیستم ابداعات و نوآوری نیز در کشورهای منتخب اسلامی از میانگین جهانی و همچنین میانگین کشورهای توسعه‌یافته پایین‌تر است (نمودار ۶).

1. Information and Communication Technology Infrastructure
2. Eeconomic Incentive and Institutional Regime
3. Eeducation and Human Resources
4. Innovation System



نمودار ۶: میانگین تعداد مقالات و مجلات علمی به‌ازای هر میلیون نفر (۲۰۱۸-۲۰۰۷)
مأخذ: داده‌های بانک جهانی (worldbank.data)

لذا، با توجه به این که در مطالعات انجام شده بررسی تأثیر مؤلفه‌های دانش بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر با استفاده از داده‌های تجربی سابقه ندارد، تحقیق حاضر به بررسی این موضوع در نمونه‌ای آماری شامل ۴۰ کشور درحال توسعهٔ عضو سازمان همکاری اسلامی[۱] در دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۷ پرداخته است. ملاک سطح توسعه‌یافتگی آنها نیز شاخص رقابت‌پذیری مجمع جهانی اقتصاد بوده که طبق آن کشورها را در سه سطحِ اصلی توسعه شامل عامل‌محوری[۲]، کارایی‌محوری[۳]، نوآورمحوری[۴] و دو سطحِ گذار از مرحله ۱ به ۲ و گذار از مرحله ۲ به ۳ قرار می‌گیرند. در این تحقیق چون براساس گزارش سال ۲۰۱۸ شاخص رقابت‌پذیری هیچ از کشورهای منتخب به مرحله نهایی توسعه یعنی نوآورمحوری نرسیده‌اند، از آنها با عنوان درحال توسعه یاد می‌شود.

در ادامه، مقاله حاضر چنین ساماندهی شده که ابتدا ادبیات نظری مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر و مؤلفه‌های دانش بیان شده است. سپس، سازوکار تأثیر مولفه‌های دانش بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تبیین و تشریح گردیده است. آن گاه، شواهد تجربی مربوط به تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و مولفه‌های دانش در کشورهای منتخب ارائه شده است. پس از آن، مدل تحقیق و روش برآورد آن معرفی شده است. در مرحله بعد، مدل تحقیق برآورد گردیده و نتایج حاصله از این برآورد تفسیر شده است. در نهایت با توجه به نتایج حاصله چند توصیه سیاستی پیشنهاد شده است.

۲. ادبیات موضوع

انرژی به عنوان نیروی محرکه بیشتر رشته فعالیت‌های تولیدی و خدماتی از جایگاه ویژه برخوردار است و از آنجا که محور اصلی فرآیند رشد اقتصادی، رشد تولید ناخالص داخلی است، در رشد و توسعه اقتصادی نیز نقش مؤثری ایفا می‌کند. با این حال، درباره نقش انرژی در فرایند رشد اقتصادی در ادبیات اقتصادی طیف متفاوتی از نظریه‌ها وجود دارد که یک سر آن نظریه بیوفیزیکی رشد[۵] با محوریت اقتصاددانان اکولوژیست مانند آیرس و نایر[۶] (۱۹۸۴) است که انرژی را مهم‌ترین عامل رشد اقتصادی می‌دانند و نیروی کار و سرمایه را نهاده‌های واسطه‌ای قلمداد می‌کنند که صرفاً به خاطر به‌کارگیری انرژی مورد نیاز هستند. سر دیگر طیف، اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنت[۷] (۱۹۷۸) و دنیسون[۸] (۱۹۷۹) قرار دارند که معتقدند انرژی به‌طور مستقیم بر رشد اقتصادی تأثیر ندارد و تنها به‌صورت غیرمستقیم و از طریق تأثیر بر نیروی کار و سرمایه موجب رشد اقتصادی می‌شود. به بیان دیگر، آن‌ها از انرژی به‌عنوان یک نهاده واسطه‌ای یاد نموده و نیروی کار، سرمایه و زمین را نهاده‌های اصلی تولید می‌دانند.

نظریه‌های جدید رشد نیز با درجات متفاوتی از اهمیت از انرژی به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی یاد می‌شود. زیرا، زمانی که یک کشور با رشد تولید روبروست، فشار فزاینده‌ای بر نهاده‌ها وارد می‌شود که افزایش تقاضا برای اشکال مختلف انرژی را به دنبال دارد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). این مازاد تقاضای ایجاد شده می‌تواند از محل انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تأمین شود. با این تفاوت که انرژی‌های تجدیدناپذیر محصول انباشت فسیل موجودات پیشین در اعماق زمین هستند و هرچند با رشد اقتصادی رابطه مستقیم دارند، اما با محدودیت ذخایر مواجه‌اند و تولید و مصرف بی‌رویه آنها باعث افزایش آلاینده‌ها، خصوصاً دی‌اکسیدکربن می‌شود. به دیگر سخن، در این حالت دو هدف رشد اقتصادی و حفظ محیط زیست با یکدیگر

۱. دومین سازمان بین دولتی پس از سازمان ملل متحد با عضویت ۵۷ کشور به گسترش بیش از چهار قاره جهان.

2. Factor-Driven Stage
3. Efficiency Driven- Stage
4. Innovation -Driven Stage
5. Biophysical Growth Theory
6. Ayres and Nair
7. Berndt
8. Denison

در تعارض قرار می‌گیرند. در نقطه مقابل، انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی‌های خورشیدی[1]، اقیانوسی[2]، بادی[3]، زمین-گرمایی[4]، زیست توده[5] و امواج[6] قرار دارند که در یک بازه زمانی کوتاه‌مدت قابلیت تولید مجدد توسط طبیعت را دارند، مضافاً سبب آلودگی هوا نمی‌شوند (پلزین و همکاران[7]، ۲۰۱۵). بنابراین، تولید و مصرف آنها به ایجاد تعارض بین رشد اقتصادی و حفظ محیط زیست منجر نمی‌شود و این به معنای حرکت در مسیر توسعه پایدار است. زیرا، اگر انرژی به‌نحوی تولید و مصرف شود که توسعه انسانی در بلندمدت و در تمام ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تأمین شود، مفهوم انرژی پایدار تحقق یافته و تأمین انرژی پایدار پیش‌نیاز تحقق توسعه پایدار است.

از این‌رو، محدودیت منابع انرژی‌های فسیلی و لزوم صیانت از آنها، جلوگیری از آلودگی‌های زیست محیطی، لزوم تنوع‌بخشی به منابع انرژی و کاهش وابستگی به یک حامل انرژی خاص به‌منظور افزایش امنیت تأمین انرژی، رشد مصرف انرژی و افزایش تقاضای جهانی انرژی، ایجاد فرصت‌های شغلی و گسترش عدالت اجتماعی، توسعه نواحی دور افتاده[8] و توجیه اقتصادی (بری‌مانی و کعبی نژادیان، ۱۳۹۳) ایجاب می‌کند تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نه به‌عنوان یک ضرورت، بلکه به‌عنوان یک نیاز در اولویت قرار گیرد و عوامل مؤثر بر آن شناسایی شود. در این راستا، آژانس بین‌المللی انرژی که عوامل مؤثر بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را مورد بررسی و شناسایی قرار داده، آن‌ها را ذیل سه دسته کلی به شرح ذیل تقسیم‌بندی نموده است:

عوامل اقتصادی: این دسته عوامل از دو دیدگاه قابل بررسی هستند. نخست، انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با سوخت‌های فسیلی نیازمند سرمایه‌گذاری بیشتری هستند و تأمین مالی پروژه‌های تولید آنها دشوار است و ریسک بالایی دارد. دیگر آن که در تحلیل بازار انرژی، آثار زیست محیطی و اجتماعی سوخت‌های فسیلی مانند آلودگی هوا، انتشار گازهای گاخانه‌ای و حتی هزینه‌های نظامی حفاظت از منابع نفتی منظور نمی‌شود.

عوامل نهادی: سیاست‌گذاری منسجم درخصوص تولید و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در پهنه ملی نیازمند اجماع در سطوح بالای دولتی و سایر نهادهای کشوری و نیز پذیرش همگانی است. همچنین، زیرساخت‌های سازمانی، سازماندهی، قانونی و حقوقی نظیر تعیین استانداردها و معیارهای مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر از دیگر عوامل نهادی مؤثر بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر است.

عوامل فنی: زیرساخت‌های فیزیکی شامل تجهیزات تولید و انتقال انرژی‌های تجدیدپذیر از عوامل فنی مؤثر بر تولید و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد (بری‌مانی و کعبی نژادیان، ۱۳۹۴).

در این بین، تحقیق حاضر فرض نموده، بهبود چهار مؤلفهٔ زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی، سیستم ابداعات و نوآوری و آموزش و توسعه منابع انسانی که بانک جهانی از آنها تحت عنوان مولفه‌های دانش یاد می‌کند، پاره‌ای از وجوه عوامل اقتصادی، نهادی و فنی مؤثر بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را در خود دارد و می‌تواند بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت بگذارد.

به این صورت که بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات شامل دسترسی، مصرف و مهارت استفاده از اینترنت و... ارتباط بین مراکز آموزشی داخلی و خارجی مرتبط با تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را تسهیل و تسریع نموده و جریان انتقال فناوری و دانش روز در بحث ایجاد و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه تقویت می‌کند. مضافاً، بهره‌گیری از مشاورهٔ کارشناسان داخلی و خارجی را در کوتاه‌ترین زمان ممکن برای مراکز تولید انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم می‌نماید (هیلتی و پاگو[9]، ۲۰۱۴). علی‌الخصوص، از آنجا که معمولاً منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در مناطق دور دست و خارج از شهرها قرار دارد، بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند دسترسی به تلفن ثابت و همراه و اینترنت پرسرعت و... می‌تواند به توسعه این بخش کمک شایان توجهی نماید (استالو و همکاران[10]، ۲۰۱۰). به‌علاوه، بهبود فناوری

1. Solar Energy
2. Ocean Energy
3. Wind Energy
4. Geothermal Energy
5. Photovoltaic System
6. Wave Energy
7. Polzin et al

۸. پروژه‌های تجدیدپذیر عموماً در بیرون از مناطق شهری ساخته می‌شوند. لذا، می‌توانند جنبه توریستی داشته باشند که سبب جذب سرمایه و ایجاد شغل در آن ناحیه گردند.

9. Hilty and Page
10. Stallo et al

اطلاعات و ارتباطات از طریق ایجاد شبکه هوشمند[۱] در تمام جوانب تولید، انتقال و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و ارائه بهتر خدمات، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری موجب افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. همچنین، فناوری شبکه هوشمند با بهره‌گیری یکپارچه از منابع گوناگون انرژی‌های تجدیدپذیر، حمایت از تولید پراکنده و خلق مدل‌های جدید تجاری از رهگذر افزایش جریان اطلاعات، تعامل با مصرف‌کنندگان، ارتقای نظارت سیستمی و ایجاد انعطاف در سمت تقاضا به افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌انجامد (احمد و همکاران[۲]، ۲۰۱۷).

بهبود مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی از طریق سیاست‌گذاری‌های توسعه‌ای در ارتباط با فناوری‌ها و علوم انرژی‌های تجدیدپذیر، تسهیل فرایند تأمین مالی پروژه‌های سرمایه‌گذاری برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، حمایت‌های قانونی از بخش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر برای مدت زمان مشخص و محدود و... می‌تواند به افزایش تولید و ارتقای رقابت‌پذیری انرژی‌های تجدیدپذیر کمک نماید. به‌طور مشخص، اخذ مالیات از آلاینده‌های زیست محیطی منابع متعارف انرژی و معافیت مالیاتی تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند انگیزه سرمایه‌گذاری در این بخش را تقویت و رقابت‌پذیری آن را افزایش دهد (آجایی و آجایی[۳]، ۲۰۱۳). یا این‌که تسهیل فرایند تملک زمین و اخذ مجوزهای لازم برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر با تصویب قوانین ملی و محلی و خرید تضمینی انرژی‌های تجدیدپذیر از دیگر اقداماتی است که می‌تواند توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر را تسریع کند. در نهایت، وضع قوانین و مقررات واگذاری حقوق مالکیت منابع انرژی تجدیدپذیر به بخش خصوصی و تأمین امنیت آن در افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر بسیار راهگشا خواهد بود (پلزین و همکاران، ۲۰۱۵).

بهبود سیستم ابداعات و نوآوری با حمایت از فعالیت‌های تحقیق و توسعه در زمینه پتانسیل‌سنجی و شناسایی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر و نیز طرح‌های مطالعاتی مرتبط با ساخت، نصب و بهره‌برداری فناوری‌های جدید در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند تولید این نوع از انرژی‌ها را افزایش دهد.

همچنین، بهبود سیستم ابداعات و نوآوری با بومی‌سازی دانش و فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر به رشد درون‌زای این بخش کمک می‌کند. مضافاً، بهبود سیستم ابداعات و نوآوری با حمایت معنوی و مادی از محققان و مخترعان انگیزه لازم برای شناسایی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر جدید، اختراع فناوری‌های نو و کشف روش‌های نوین تولید در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش و توسعه این بخش را شدت می‌بخشد (هی و همکاران[۴]، ۲۰۱۸).

بهبود آموزش و توسعه منابع انسانی از طریق ارتقاء آگاهی عمومی و پذیرش اجتماعی کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر، تربیت نیروی انسانی متخصص و آموزش دیده جهت مدیریت و کار در سازمان‌های متولی توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر، برگزاری برنامه‌های آموزشی و دوره‌های فنی و حرفه‌ای درباره تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش آشنایی مدیران و برنامه‌ریزان بخش انرژی کشورها نسبت به انرژی‌های تجدیدپذیر، توسعه آموزش عالی و رشته‌های دانشگاهی بین رشته‌ای مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر کمک نماید (بن چیخ[۵]، ۲۰۰۴). البته، بهبود مؤلفهٔ آموزش و توسعه انسانی از آن جهت اهمیت بیشتری می‌یابد که علوم و فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر عمدتاً جدید بوده و با سرعت بسیار بالایی در حال تحول و ارتقاء هستند. بنابراین، آموزش‌های تخصصی منظم و مداوم به کارشناسان حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر و آشنایی آنان با دانش روز، امکان پیشبرد پروژه‌های این حوزه را فراهم می‌کند (موسوی شفائی و همکاران، ۱۳۹۵).

۳. پیشینه پژوهش

اُح و همکاران[۶] (۲۰۲۰) تأثیر سیاست توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بر اقتصاد و صنایع کره جنوبی را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد سیاست‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر بر تولید ناخالص داخلی تأثیر منفی دارد. با این حال، وقتی میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای تنظیم می‌شود، میزان کاهش تولید ناخالص داخلی کوچکتر می‌شود. همچنین، گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر باعث رشد صنایع بالادستی می‌شود که اجزای سازنده

۱. . شبکه‌های هوشمند با مبادله سریع اطلاعات از طریق فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات به انطباق عرضه و تقاضا کمک نموده و زمینه تصمیم‌گیری‌های آگاهانه را فراهم نموده و عملیات سامانه را در حالت بهینه مدیریت می‌نماید.

2. . Ahmed et al
3. . Ajayi and Ajayi
4. . He et al
5. . Benchikh
6. . Oh et al

واحدهای تولیدی تجدیدپذیر را تأمین می‌کنند. در مورد اشتغال، سیاست توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر تقاضا برای نیروی کار را افزایش می‌دهد. با این حال، جهت و میزان اثر آن بسته به منبع تأمین مالی متفاوت است.

سعیدی و همکاران[1] (۲۰۱۸) رابطه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، کیفیت نهادی و رشد اقتصادی در کشورهای منطقه منا را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد از یک سو، یک علیت قوی و فزاینده از رشد اقتصادی و کیفیت نهادی به تولید انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. از سوی دیگر، یک علیت قوی از تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و کیفیت نهادی به رشد اقتصادی وجود دارد.

مویبی و اموجو[2] (۲۰۱۶) تأثیر عوامل اقتصاد کلان بر مصرف برق تجدیدپذیر در نیجریه را طی دوره زمانی ۲۰۱۱-۱۹۸۱ بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد مصرف برق تجدیدپذیر و تولید ناخالص داخلی، باز بودن تجاری، توسعه مالی و سهم سوخت‌های فسیلی با مصرف انرژی دارای رابطه بلندمدت هستند.

پلزین و همکاران (۲۰۱۵) پیشران‌ها و موانع سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر (مورد: انرژی باد) در کشورهای منتخب موسوم به اقتصادهای نوظهور (چین، هند و برزیل) را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد که چارچوب قانونی (سیاست‌ها)، عوامل نهادی (زیرساخت‌ها)، ثبات اقتصاد کلان (نرخ ارز) و پتانسیل رشد اقتصادی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی باد) هستند.

سین‌ها[3] (۲۰۱۵) تأثیر عدم اطمینان ناشی از ناپایداری قیمت نفت و وابستگی به صنعت را بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در یک گروه بزرگ متشکل از ۱۳۲ کشور را طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۴۶ به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برآورد کرده است. نتایج نشان داد افزایش نوسان قیمت نفت و تولید سرانه بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر اثر مثبت دارد. اما، سطح وابستگی به نفت بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر اثر منفی دارد. بنابراین، اثر صنعت نفت بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر متناقض بوده است. زیرا، از یک‌سو، ۱ درصد افزایش در نوسان قیمت نفت با ضریب ۰/۳۱ درصد تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش داده است. از سوی دیگر، ۱ درصد افزایش در وابستگی به صنعت نفت با ضریب ۱/۶۲ درصد به کاهش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر منجر شده است.

مالک و همکاران[4] (۲۰۱۴) تأثیر عوامل اقتصاد کلان بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در پاکستان را طی دوره ۲۰۱۲- ۱۹۷۵ بررسی کرده‌اند و نتایج نشان داد علیت یک طرفه از عوامل اقتصاد کلان به سمت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر وجود دارد. همچنین، تجزیه واریانس نشان داد که رشد اقتصادی در افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر پاکستان سهم عمده‌ای ایفا می‌کند.

پاره‌ای از مهم‌ترین مطالعات داخلی مرتبط با موضوع تحقیق در ادامه به اجمال مرور می‌شود.

خانزادی و همکاران (۱۳۹۹) اثر اجرای سیاست مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها با تأکید بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو گروه D8 را با بهره‌گیری از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برای دوره زمانی ۱۳۷۹-۱۳۹۴ بررسی کرده‌اند. نتایج نشان داد بین حجم مالیات‌های زیست محیطی و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با انتشار آلاینده‌ها ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد.

موسوی و همکاران (۱۳۹۶) تأثیر سرریز فناوری از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالا را بر سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از کل انرژی تولیدشده در کشورهای منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه را طی دورهٔ ۲۰۱۳-۱۹۹۶ با استفاده از داده‌های تابلویی پویا و به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته بررسی کرده‌اند. نتایج مطالعه نشان داد سرریز فناوری از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای بر سهم انرژی‌های تجدیدپذیر از کل انرژی تولیدشده در هر دو گروه کشورهای مورد مطالعه مثبت و معنادار است.

اسدزاده و جلیلی (۱۳۹۵) رابطه بلندمدت انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی را در منتخبی از کشورهای پیشرفته با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۲ بررسی کرده‌اند. نتایج حاکی از وجود رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی است. به‌گونه‌ای که با یک درصد افزایش در رشد اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ۱/۲۳ افزوده شده است. این نتیجه لزوم توجه بیشتر به سیاست‌گذاری‌های منظم در ارتباط با سرمایه‌گذاری در بحث توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر جهت ایجاد رشد اقتصادی را نشان می‌دهد.

1. . Saidi et al
2. . Muibi and Omoju
3. . Sinha
4. . Malik et al

سیف و حمیدی زری (۱۳۹۵) رابطه میان شاخص‌های منتخب ساختار اقتصادی دانش‌بنیان و شدت انرژی در استان‌های کشور را طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۲ در چارچوب داده‌های تابلویی و با استفاده از تخمین‌زن حداقل مربعات تعمیم‌یافته برآورد کرده‌اند. طبق نتایج این مطالعه، متغیرهای ضریب نفوذ اینترنت و شدت مشترکان تلفن‌های همراه به‌ترتیب اثر منفی معنادار و مثبت و بی‌معنی بر شاخص شدت انرژی استان‌ها داشته‌اند. در این میان، کنترل اثر متغیر ضریب نفوذ اینترنت در مدل اقتصادسنجی پژوهش، باعث افزایش کشش قیمتی شدت انرژی شده و کارایی سیاست‌های قیمتی را ارتقاء داده است. همچنین، تأثیر متغیر شدت شاغلان با مدرک فوق‌دیپلم و لیسانس در کاهش شدت انرژی استان‌ها بیشتر از اثر متغیر شدت شاغلان با مدرک تحصیلات تکمیلی (فوق لیسانس و بالاتر) است. در مجموع شاخص اقتصاد دانش‌بنیان باعث کاهش انرژی‌بری تولید ناخالص داخلی استان‌ها شده است. به‌عبارتی، ساختار اقتصادی دانش‌بنیان پتانسیل کاهش شدت انرژی در استان‌های کشور را دارا می‌باشد.

تمری (۱۳۹۲) عوامل مؤثر بر گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مدیترانه‌ای را با استفاده از روش داده‌های تابلویی طی دوره ۲۰۱۰- ۱۹۸۵ بررسی کرده است. نتایج نشان داد افزایش انتشار گاز دی اکسید کربن و اندیشیدن درباره کاهش و کنترل آن سبب توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. همچنین، برخورداری از سوخت‌های فسیلی مانع توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشد. به‌علاوه، جانشین‌سازی واردات انرژی با بهره‌گیری از پتانسیل‌های تجدیدپذیر داخلی موجب توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود.

فطرس و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در دو گروه از کشورهای منتخب عضو و غیرعضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه را با استفاده از داده‌های آماری دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۸۰ و آزمون‌های ریشه واحد پانلی، هم انباشتگی پانلی و آزمون حداقل مربعات معمولی پویا برآورد کرده‌اند. نتایج حاصل از آزمون‌ها نشان داد در بلندمدت بین متغیرهای رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر سرانه در دو گروه از کشورهای منتخب رابطه هم انباشتگی وجود داشته و ضرایب متغیرها از لحاظ آماری مثبت و معنادار است. همچنین، طی دوره مورد بررسی میزان اثرگذاری بلندمدت رشد اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر سرانه (شیب) در کشورهای عضو بیشتر از کشورهای غیر عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه بوده است.

مرور مطالعات پیشین نشان می‌دهد، تأثیر متغیرهایی مانند رشد اقتصادی، قیمت نفت، عوامل نهادی، نرخ ارز، توسعه مالی، بازبودن تجاری، میزان انتشار گاز دی اکسید کربن بر مصرف، تولید و سرمایه‌گذاری انرژی‌های تجدیدپذیر بررسی شده است. لکن، مطالعه‌ای جامع و کامل با محوریت بررسی تأثیر مؤلفه‌های دانش بر تولید انرژی تجدیدپذیر در تحقیقات انجام شده در داخل و خارج از کشور سابقه ندارد. این در صورتی است که برخورداری از زیرساخت‌های مناسب فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، رژیم نهادی با کیفیت و سیاست‌گذاری‌های اقتصادی کارشناسی برخورداری از نیروی انسانی ماهر و متخصص و نظام مترقی ابداعات و اختراع می‌تواند زمینه تولید و گسترش انرژی‌های تجدیدپذیر را در کشورهای اسلامی که اغلب آنها مانند قطر، امارات متحده عربی، عربستان، ایران و... به‌علت برخورداری از منابع غنی سوخت‌های فسیلی (مانند نفت و گاز و...) و تولید و مصرف بی‌رویه این منابع در صدر کشورهای جهان به‌لحاظ سرانه تولید گاز دی‌اکسید کربن (منشأ اصلی آلودگی‌های زیست محیطی) قرار دارند، ضروری می‌باشد. زیرا، تداوم وضع موجود، درصد آسیب‌پذیری اقتصاد کشورهای اسلامی را در آینده افزایش می‌دهد.

۴. روش‌شناسی پژوهش

این تحقیق از نظر هدف کاربردی است. از نظر اجرایی از تحلیل رگرسیون چندمتغیره[1] که بدنه اصلی مطالعات اقتصادسنجی[2] را شکل می‌دهد، برای بررسی تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته استفاده نموده است. مدل تحقیق از نوع داده‌های تابلویی[3] است که به‌علت مزایای زیاد نسبت به داده‌های مقطعی[4] و سری زمانی[5] استفاده از آنها در تحقیقات اقتصادی به‌طور

۱. فرایندی آماری برای تخمین روابط بین متغیر وابسته و چند متغیر توضیحی که به فهم تغییر در مقدار متغیر وابسته با تغییر در هر کدام از متغیرهای توضیحی به شرط ثابت ماندن دیگر متغیرهای توضیحی کمک می‌کند.

۲. از شاخه‌های نوین و مهم علم اقتصاد که با تحلیل پدیده‌های اقتصادی از طریق استفاده از یک مدل نظری و آزمون آن از طریق روش‌های نوین اقتصادسنجی موجب شناخت هر چه بهتر روابط بین پدیده‌های اقتصادی و اجتماعی شده است.

3. Panel Data
4. Cross Section Data
5. Time Series

فزاینده‌ای افزایش یافته است. زیرا، به‌واسطه ترکیب مشاهدات سری زمانی و مقطعی، مشکل ناهمسانی واریانس[1] را محدود، همخطی[2] بین متغیرها را کاهش، درجهٔ آزادی را افزایش و برآورد کارآتری را انجام می‌دهند (بالتاجی[3]، ۲۰۰۵). البته، داده‌های تابلویی خود شامل دو نوع ایستا[4] و پویا[5] است که مدل این تحقیق از نوع پویا است. به این معنا که وقفه متغیر وابسته (تولید انرژی‌های تجدیدپذیر) به صورت متغیر توضیحی در طرف راست معادله ظاهر شده تا به درک بهتر محقق از روابط بین متغیرها کمک کند (آرلانو و بوند، ۱۹۹۱). به این علت که بسیاری از متغیرهای اقتصادی به‌طور طبیعی پویا هستند و تأثیر عملکرد دوره قبل (میزان تولید انرژی‌های تجدیدپذیر) قابل انتقال و گسترش در دوره بعد نیز هست. اما، در داده‌های تابلویی پویا به واسطه اضافه شدن متغیر وابستهٔ باوقفه، امکان استفاده از روش‌های تخمین معمولی مانند حداقل مربعات معمولی (OLS[6])، حداقل مربعات متغیر مجازی (LSDV[7]) و حداقل مربعات تعمیم‌یافته (GLS[8]) وجود ندارد. چون، جزء اخلال با متغیر وابسته با وقفه همبستگی پیدا می‌کند و نتایج تخمین دچار تورش می‌شود. بنابراین، آرلانو و باند (۱۹۹۱) تخمین زننده‌ای با عنوان گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM[9]) پیشنهاد نمودند که ضمن رفع مشکل همبستگی متغیر مستقل با جزء اخلال، درون‌زایی متغیرها و ناهمسانی واریانس مدل را نیز رفع می‌کند. این تخمین‌زن در هر دو حالت اثرات ثابت و تصادفی کارایی دارد و به آزمون هاسمن نیاز ندارد، زیرا، در مدل‌های تابلویی پویا بین جزاخلال و متغیرهای توضیحی ارتباط وجود دارد (هایاشی[10]، ۲۰۰۰). به‌علاوه، این روش اغلب هنگامی به کار می‌رود که تعداد متغیرهای برش مقطعی (N) بیشتر از تعداد زمان و سال‌ها (T) باشد (T<N) که در مقاله حاضر این گونه است و تعداد کشورها (۴۰) از تعداد سال‌ها (۱۲) بیشتر است. بیان ریاضی مدل نیز به‌شرح ذیل است:

$$LREP_{it} = \beta_0 + \beta_1 LREP_{it-1} + \beta_2 LKC_{it} + \beta_3 LCD_{it} + \beta_4 LGDPP_{it} + \beta_5 LFE_{it} + U_{it} \quad (۱)$$

این مدل به شکل لگاریتمی است و برای کشور i در زمان t برآورد می‌شود. نمونه آماری شامل ۴۰ کشور درحال توسعه عضو سازمان همکاری اسلامی است که داده‌های مورد نیاز مربوط به آنها موجود بود و امکان دسترسی به آنها وجود داشت.

در معادله بالا REP_{it}[11] تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و متغیر وابسته تحقیق است. β_0 نماد عرض از مبدأهای ویژه هر مقطع، REP_{it-1} تولید انرژی‌های تجدیدپذیر یک دوره قبل (متغیر وابسته باوقفه) و U_{it} جز اخلال است

KC_{it}[12] مؤلفه‌های دانش است که متغیر کلیدی تحقیق بوده و شامل زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT[13])، مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی (INST[14])، سیستم ابداعات و نوآوری (INOV[15]) و آموزش و توسعه منابع انسانی (EDU[16]) می‌باشد. ضمناً، براساس سازوکار بیان شده در بخش‌های پیشین انتظار می‌رود مؤلفه‌های دانش بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت داشته باشند.

اما، تعریف یک مدل مناسب که بتواند تغییر رفتار شاخص تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را به نحو حداکثری توضیح دهد، مستلزم لحاظ سایر عوامل مؤثر بر آن است که در این تحقیق از آنها تحت عنوان متغیرهای کنترل یاد می‌شود که بر اساس مبانی نظری تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و به پیروی از مطالعات تجربی مرتبط با موضوع به شرح زیر انتخاب شده‌اند:

GDPP[17] تولید سرانه است به‌پیروی از مطالعات اوهلان (۲۰۱۶)، نیآجی (۲۰۱۵) و پلزین و همکاران (۲۰۱۵) انتخاب شده و انتظار می‌رود بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت داشته باشد. زیرا، تولید مستلزم مصرف انرژی است و تولید بیشتر مستلزم مصرف انرژی بیشتر است. از آنجا که یکی از راه‌های تأمین انرژی

1. Heteroscedasticity
2. Collinearity
3. Baltaghi
4. Static Panel Data
5. Dynamic Panel Data
6. Ordinary Least Squares
7. Last Squares Dummy Variable
8. Generalized least squares
9. Generalized Method of Moments
10. Hayashi
11. Renewable Energies Production
12. Knowledg Components
13. Information and Communication Technology Infrastructure
14. Economic Incentive and Institutional Regime
15. Innovation System
16. Education and Human Resources
17. GDP per capita

مورد نیاز برای افزایش تولید نیز انرژی‌های تجدیدپذیر است. بدیهی است با رشد تولید سرانه، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نیز افزایش یابد (پلزین و همکاران، ۲۰۱۵).

CD[1] انتشار گاز دی اکسید کربن است که به‌پیروی از مطالعه عابدی و همکاران (۱۳۹۴) و تمری (۱۳۹۲) انتخاب شده و انتظار می‌رود بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت داشته باشد. زیرا، بخش اعظم انتشار گاز دی اکسید کربن از تولید و مصرف سوخت‌های فسیلی ناشی می‌شود. لاجرم با افزایش انتشار گاز دی اکسید کربن، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک سوخت پاک و جایگزین مناسب برای سوخت‌های فسیلی افزایش پیدا می‌کند (تمری، ۱۳۹۲).

FE[2] وابستگی به سوخت‌های فسیلی است که از درصد صادرات سوخت به کل صادرات کالایی به‌عنوان جایگزین آن استفاده شده است. این متغیر به پیروی از مطالعات مویبی و اموجو (۲۰۱۶) و سینها (۲۰۱۵) انتخاب شده و می‌تواند بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر منفی یا مثبت داشته باشد. زیرا، افزایش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، چاره‌اندیشی و اقدام در جهت افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر با هدف کاهش آسیب‌پذیری اقتصاد ملی در برابر شوک‌های خارجی ناشی از بی‌ثباتی در قیمت و تقاضای سوخت‌های فسیلی را به دنبال دارد. از سویی، افزایش وابستگی به درآمد حاصل از سوخت‌های فسیلی سبب سرمایه‌گذاری بیشتر در بخش سوخت‌های فسیلی شده و غفلت از سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر را به دنبال دارد که به کاهش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌انجامد (سین‌ها، ۲۰۱۶).

ضمناً، داده‌های مورد نیاز مربوط به تولید انرژی‌های تجدیدپذیر از پایگاه آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر[3]، داده‌های مربوط به مؤلفه‌های دانش، تولید سرانه و وابستگی به سوخت‌های فسیلی از پایگاه داده‌های بانک جهانی[4] و داده‌های مربوط به انتشار گاز دی اکسید کربن از پایگاه آژانس بین‌المللی انرژی[5] استخراج شده است.

۵. برآورد مدل

پیش از تخمین مدل می‌بایست ایستایی متغیرها بررسی شود. زیرا، استفاده از روش‌های معمول اقتصادسنجی بر فرض ایستایی متغیرها استوار است و درصورت استفاده از داده‌های ناایستا و عدم استقلال میانگین، واریانس و کواریانس متغیرها از زمان، آزمون‌های t ،F و استنتاج آماری معتبر نخواهد بود و احتمال تشکیل رگرسیون کاذب وجود دارد. البته، از آنجا که دوره زمانی این تحقیق کمتر از ۲۰ سال است، انجام آزمون ایستایی ضرورت ندارد. با این حال، از طریق روش لوین، لین چو[6] ایستایی متغیرها بررسی شد که نتایج به‌شرح جدول ۱ است. در این آزمون، فرضیه H_0 (سری زمانی دارای ریشه واحد) در مقابل فرضیه H_1 (ایستایی سری زمانی) مورد آزمون قرار می‌گیرد. نتایج حاصله نشان داد فرضیه H_0 در سطح اطمینان ۹۵ درصد برای کلیه متغیرهای به‌کار رفته در هر چهار حالت مدل تحقیق رد شده است. بنابراین، کلیه متغیرها ایستا بوده و احتمال کاذب بودن رگرسیون برآوردی منتفی است.

جدول ۱: نتایج آزمون ایستایی متغیرها

متغیرها	مقدار بحرانی (۰/۰۵)	احتمال پذیرش صفر	نتیجه
LREPit	-۵/۳۲	۰/۰۰	I(۰)
LICT it	-۶/۶۵	۰/۰۰	I(۰)
LINST it	-۶/۱۲	۰/۰۰	I(۰)
LINOV it	-۴/۸۷	۰/۰۰	I(۰)
LEDU it	-۶/۱۰	۰/۰۰	I(۰)
LGDPPit	-۵/۰۹	۰/۰۰	I(۰)
LCDit	-۴/۶۶	۰/۰۰	I(۰)
LFEit	-۶/۷۳	۰/۰۰	I(۰)

منبع: یافته‌های پژوهش

حال از آنجا که مدل داده‌های تابلویی حاصل ترکیب داده‌های مقاطع مختلف (کشورهای منتخب) در طول زمان است. در برخی از تحقیقات قابلیت ترکیب داده‌ها با انجام آزمون F لیمر بررسی می‌شود. به این صورت که فرضیه H0 (یکسان بودن عرض از مبدأها) در مقابل فرضیه H1(متفاوت بودن عرض از مبدأها) مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج آزمون فوق به‌شرح جدول ۲ نشان داد مقدار F محاسبه شده بیشتر از مقدار جدول است.

1. . Carbon Dioxide
2. . Fuel Exports
3. . www.irena.org/resource
4. . www.worldbank.org
5. . www.iea.org
6. . Levin-Lin-Cho

بنابراین، فرضیه صفر رد شده و اثرات گروه پذیرفته می‌شود. به‌عبارتی، تخمین مدل به‌صورت داده‌های تابلویی تأیید می‌گردد.

جدول ۲: نتایج آزمون F لیمر

نتیجه	احتمال	آماره F
داده‌های تابلویی	۰,۰۰	۲۳/۱۹

منبع: یافته‌های پژوهش

در نهایت، مدل تحقیق با هدف تعیین تأثیر مؤلفه‌های دانش بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری اسلامی با استفاده از داده‌های تابلویی پویا و به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برآورد گردیده که نتایج در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج برآورد مدل به روش گشتاورهای تعمیم یافته

متغیر وابسته: تولید انرژی‌های تجدیدپذیر		
آماره t	ضریب	متغیرهای توضیحی ▼
۶/۲۸	۰/۲۷*	LREP (-1)
۳/۹۸	۰/۰۹**	LICTit
۳/۵۹	۰/۲۱**	LINSTit
۳/۷۴	۰/۱۱**	LINOVit
۴/۰۶	۰/۰۶**	LEDUit
۲/۱۹	۰/۰۳***	LGDPPit
۲/۳۹	۰/۰۹***	LCDit
۳/۷۷	-۰/۱۷**	LFEit
۰/۵۰	۵/۹۳	Sargan Test
۴۴۰		Number of obs
۴۰		Number of groups
۱۱		Obs per group

مآخذ: یافته‌های پژوهش

(نشانه‌های *، ** و *** به ترتیب سطوح معناداری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ است).

در جدول بالا، آماره سارگان حاصل بررسی اعتبار ماتریس ابزارها توسط آزمون سارگان است. مقدار بزرگتر از ۵ درصد احتمال آماره سارگان نشان داد عدم همبستگی ابزارها با اجزای اخلال را نمی‌توان رد کرد. بنابراین، ابزارهای مورد استفاده در هر دو حالت تخمین مدل از اعتبار لازم برخوردارند.

۶. تفسیر نتایج

تأثیر مؤلفه‌های دانش شامل زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی، سیستم ابداعات و نوآوری و آموزش و توسعه منابع انسانی بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنادار است که با نتیجه مطالعات سعیدی و همکاران (۲۰۱۸)، مویبی و اموجو (۲۰۱۶)، پلزین و همکاران (۲۰۱۵)، سین‌ها (۲۰۱۵) و عبدالمالک و همکاران (۲۰۱۴) همخوانی دارد.

بنابراین، بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق تقویت تعامل مراکز داخلی و خارجی تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، تسهیل و تسریع در جریان انتقال فناوری و دانش مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر، ایجاد شبکه هوشمند تولید، انتقال و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش هزینه‌ها و افزایش بهره‌وری مراکز تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، یکپارچه‌سازی منابع گوناگون انرژی‌های تجدیدپذیر و خلق مدل‌های جدید تجاری از رهگذر تعامل بهتر با مصرف‌کنندگان موجب افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود.

بهبود مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی نیز با تسهیل فرایند تأمین مالی، حمایت‌های قانونی، معافیت‌های مالیاتی، تسهیل فرایند تملک زمین و اخذ مجوزهای لازم برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر سبب افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود. ضمناً این مؤلفه از دانش نسبت به سایر مؤلفه‌ها تأثیر بیشتری بر افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر دارد. زیرا، تأثیر مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی که در این تحقیق قالب کیفیت قوانین و مقررات تبلور یافته بر فضای کسب‌وکار و تولید در کلیه رشته فعالیت‌های اقتصادی و از جمله تولید انرژی‌های تجدیدپذیر همه جانبه است.

بهبود سیستم ابداعات و نوآوری با کمک به پتانسیل‌سنجی و شناسایی منابع انرژی‌های تجدیدپذیر، ساخت، نصب و بهره‌برداری فناوری‌های جدید مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر، بومی‌سازی دانش و فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و حمایت معنوی و مادی از محققان و مخترعان این حوزه، زمینهٔ افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر را فراهم می‌آورد.

در نهایت، بهبود مؤلفه آموزش و توسعه منابع انسانی با آگاه‌سازی عمومی و پذیرش اجتماعی استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، تربیت نیروی انسانی متخصص جهت مدیریت و کار در سازمان‌های متولی توسعه

انرژی‌های تجدیدپذیر، برگزاری برنامه‌های آموزشی و دوره‌های فنی و حرفه‌ای برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش آشنایی مدیران و برنامه‌ریزان کلان بخش انرژی درباره مزایا و اهمیت انرژی‌های تجدیدپذیر به افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر کمک می‌نماید.

تأثیر تولید ناخالص داخلی سرانه بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنادار است که با نتیجه مطالعات اوهلان (۲۰۱۶)، نیآجی (۲۰۱۵) و پلزین و همکاران (۲۰۱۵) همخوانی دارد. زیرا، افزایش تولید سبب افزایش مصرف انرژی شده و بخشی از این انرژی مورد نیاز برای تولید بیشتر از طریق افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر تأمین می‌شود. البته، از آنجا که اغلب کشورهای بزرگ اسلامی مانند نیجریه، ایران، مصر، عربستان و عراق و همچنین کشورهای کوچک حوزه خلیج فارس به‌عنوان بخشی از نمونه آماری تحقیق سرشار از منابع سوخت‌های فسیلی هستند و انرژی‌های تجدیدپذیر سهم کمی در تأمین انرژی مورد نیاز آنها ایفا می‌کند، ضریب تخمینی اثر تولید سرانه بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر بسیار کوچک بوده و معناداری آماری آن نیز ضعیف می‌باشد.

تأثیر انتشار گاز دی اکسید کربن بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنادار است که با نتیجه مطالعات عابدی و همکاران (۱۳۹۴) و تمری (۱۳۹۲) مطابقت دارد. بر این اساس، افزایش انتشار گاز دی اکسید کربن و آلودگی هوا، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر که عوارض زیست محیطی اندکی دارند را افزایش می‌دهد.

تأثیر وابستگی به سوخت‌های فسیلی بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر منفی و معنادار است که با نتیجه مطالعات مویبی و اموجو (۲۰۱۶) و سینها (۲۰۱۵) نیز مطابقت دارد. بنابراین، عرضه ارزان قیمت سوخت‌های فسیلی در جامعه و افزایش وابستگی دولت‌ها به درآمدهای حاصل از صادرات آنها مانع از سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر شده است.

تأثیر متغیر وابسته باوقفه بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنادار است که با مبانی نظری همخوانی دارد. زیرا، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در هر کشوری تا حد زیادی چسبندگی داشته و برگشت‌ناپذیر است. به این معنا که ساختار انرژی در هر کشور با عادت به یک سطح مشخص از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در مقابل کاهش استفاده از آن مقاومت نشان داده و به‌سختی حاضر است از آن سطح مصرف کم نماید. به‌علاوه، تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در هر دوره می‌تواند ظرفیت یک کشور برای توسعه آن در دوره بعد را نیز نشان دهد و پایه‌ای برای برنامه‌ریزی جهت افزایش تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در دوره بعد شود.

۷. جمع‌بندی و پیشنهادات

در این تحقیق، تأثیر مؤلفه‌های دانش شامل زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی، سیستم ابداعات و نوآوری و آموزش و توسعه منابع انسانی بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب سازمان همکاری اسلامی طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۷ برآورد گردید. نتایج نشان داد، تأثیر کلیه مؤلفه‌های مذکور بر تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مثبت و معنادار است. البته، در بین چهار مؤلفه یاد شده، مشوق‌های اقتصادی و رژیم نهادی دارای بیشترین تأثیر و مؤلفه آموزش و توسعه منابع انسانی دارای کمترین تأثیر بوده است. با توجه به این یافته‌ها پیشنهاد می‌شود:

با گسترش زیرساخت‌ها و شبکه‌های مخابراتی و الکترونیکی تا خارج از شهرها و نقاط دورافتاده، زمینه دسترسی آسان و کم هزینه مراکز تولید انرژی‌های تجدیدپذیر به اینترنت پرسرعت، خطوط تلفن ثابت و تلفن همراه فراهم شود.

با ایجاد مرکزیتی یگانه و تخصصی برای سیاست‌گذاری در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر، از طریق تدوین برنامه‌ای جامع و بلندمدت و با وضع قوانین ملی و محلی، معافیت‌های مالیاتی، ارائه تسهیلات مالی و خرید تضمینی انرژی‌های تجدیدپذیر از این بخش حمایت شود.

با تأمین امنیت حقوق مالکیت معنوی، تأمین مالی ارزان قیمت فعالیت‌های نوآورانه، تشکیل صندوق‌های حمایت از سرمایه‌گذاری‌های ریسک‌پذیر از افراد و سازمان‌های نوآور در زمینه تولید انرژی‌های تجدیدپذیر حمایت شود.

با گسترش آموزش همگانی و افزایش سطح سواد عمومی، زمینه پذیرش و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در جامعه فراهم گردد. همچنین، با ایجاد رشته‌های دانشگاهی مرتبط با انواع مختلف انرژی‌های تجدیدپذیر، ساخت آزمایشگاه‌های تخصصی و برگزاری کارگاه‌ها و دوره‌های کارورزی برای دانشجویان این حوزه، زمینه تولید تخصصی و رقابتی انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم شود.

منابع

اسدزاده، احمد و جلیلی، زهرا. (۱۳۹۴). تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای پیشرفته: شواهدی از هم‌انباشتگی پانلی و برآوردگر CUP-FM. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال یازدهم، شماره ۴۷، صص ۱۸۰-۱۶۱.

بری‌مانی، مهدی و کعبی نژادیان، عبدالرزاق. (۱۳۹۳). انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه پایدار در ایران. فصلنامه علمی-تخصصی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو، سال اول، شماره ۱، صص ۲۶-۲۱.

بری‌مانی، مهدی و کعبی نژادیان، عبدالرزاق. (۱۳۹۴). توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران (بررسی موانع و ارائه راهکار). فصلنامه علمی-ترویجی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو، سال دوم، شماره ۱، صص ۳۴-۲۸.

تمری، اقلیم. (۱۳۹۲). بررسی عوامل مؤثر بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای مدیترانه‌ای با رویکرد پانل دیتا. دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، کارآفرینی و توسعه اقتصادی، قم، دانشگاه پیام نور، https://www.civilica.com/Paper-EME02-EME021029.html

جلیلی، زهرا.، علوی راد، عباس و شریفی، ابراهیم. (۱۳۹۶). همزمانی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در منحنی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای منتخب اوپک: کابردی از روش PMG. فصلنامه پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال ششم، شماره ۲۱، صص ۹۲-۶۳.

خانزادی، آزاد.، کریمی، محمدشریف و صیفوری، جلوه. (۱۳۹۹). بررسی اثرات اجرای سیاست مالیات سبز بر میزان انتشار آلاینده‌ها با تأکید بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر (مطالعه موردی کشورهای عضو گروه ۸ D). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال شانزدهم، شماره ۶۷، در دست انتشار.

سیف، اله‌مراد و حمیدی رزی، داود. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر شاخص‌های منتخب اقتصاد دانش‌بنیان بر شدت انرژی استان‌های کشور. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، دوره ۵، شماره ۱۸، صص ۱۴۵-۱۰۱.

موسوی، میرحسین.، شاه‌آبادی، ابوالفضل و شایگان مهر، سیما. (۱۳۹۶). تأثیر سرریز فناوری از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالا بر سهم تولید انرژی‌های تجدیدپذیر از کل انرژی. فصلنامه مدیریت توسعه فناوری، دوره ۵، شماره ۱، صص ۱۲۲-۹۹.

عابدی، سمانه.، رحمانی دیزگاه، مهسا و زاهدیان، رقیه. (۱۳۹۰). ارتباط میان انتشار گاز CO2، انرژی‌های تجدیدپذیر، انرژی فسیلی و رشد اقتصادی در ایران. سومین همایش سراسری محیط زیست، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیط زیست در ۱۵ خرداد ۱۳۹۰، تهران، ۹۸-۸۱.

فطرس، محمد حسن.، آقازاده، اکبر و جبرائیلی، سودا. (۱۳۹۰). تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر مقایسه تطبیقی کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه و غیرعضو (شامل ایران). فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال نوزدهم، شماره ۶۰، صص ۹۸-۸۱.

موسوی شفائی، مسعود.، نوراللهی، یونس.، سلطانی‌نژاد، احمد.، رضایان قیه باشی، احد.، یوسفی، حسین و رضایان، علی حسین. (۱۳۹۵). امنیت انسانی و چالش‌های توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران با تأکید بر امنیت زیست محیطی. فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، انتشار آنلاین از ۲۱ تیرماه ۱۳۹۵۶، http://jest.srbiau.ac.ir/article_9076_d8f5563504e9e2339b36aea66e002c9d.pdf

Ajayi, O. O. & Ajayi, O. O. (2013). Nigeria's energy policy: inferences, analysis and legal ethics toward RE development. Energy Policy, 60: 61–67.

Berndt, E. R. & Wood, D. O. (1979). Engineering and econometric interpretations of energy-capital complementarity. The American Economic Review, 69(3): 342-354.

Hilty, L. M. & Page, B. (2014). Information technology and renewable energy — Modelling, simulation, decision support and environmental assessment. Environmental Impact Assessment Review, 52: 1-68.

Malik, I. A., Siyal, GH. A., Abdullah, A. B. & Alam, A. (2014). Turn on the Lights: Macroeconomic Factors Affecting Renewable in Pakistan. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 38: 277-284.

Muibi, S. O. & Omoju, O. E. (2016). Macroeconomic Determinants of Renewable Electricity Technology Adoption in Nigeria. Economic and Environmental Studies, 16(1): 65-83.

Oh, I., Yoo, W. J. & Kim, K. (2020). Economic effects of renewable energy expansion policy: Computable general equilibrium analysis for Korea. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(13): 47-62.

Polzin, F., Von den Hoff, M. & Jung, M. (2015). Drivers and barriers for renewable energy investments in emerging countries –The case of wind energy in China, India and Brazil. Electronic copy available at: http://ssrn.com/abstract=2690477.

Saidi, H., El Montasser, G. H. & Ajmi, A. N. (2018). Renewable energy, quality of institutions and economic growth in MENA countries: a Panel cointegration approach. MPRA Paper 84055, University Library of Munich, Germany.

Sinha, A. K. (2015). The effect of oil price volatity on renewable. A Thesis submitted to the Faculty of the Graduate School of Arts and Sciences of Georgetown University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Public Policyin Public Policy.

Stallo, C., De Sanctis, M., Ruggieri, M., Bisio, I. & Marchese, M. (2010). ICT applications in green and renewable energy sector. 2010 19th IEEE International Workshops on Enabling Technologies: Infrastructures for Collaborative Enterprises (WETICE), Larissa, Greece, 2010, pp. 175-179. DOI Bookmark: http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/WETICE.2010.33