بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص رفاه اقتصادی پایدار در کشورهای در حال توسعه (۲۰۱۸-۱۹۹۰)

محسن پیام‌فر[۱]؛ خشایار سیدشکری[*۲]؛ معصومه شجاعی[۳]؛ نازی محمدزاده اصل[۴]

۱- دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، mpayamfar@gmail.com
[*]۲- استادیار گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،ksshokri@yahoo.com
۳- استادیار گروه مهندسی محیط زیست و منابع طبیعی، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی، پرند، ایران
۴- استادیار گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۰۲

چکیده: این تحقیق به بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص رشد اقتصادی پایدار (بعنوان معیار رفاه کشورهای درحال توسعه در شرایط کنونی) در بیست کشور در حال توسعه؛ با استفاده از مدل اثرات ثابت و الگوی پانل چند متغیره در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ با ارائه شاخص پایه برای رشد اقتصاد پایدار که شامل متغیرهای اقتصادی و یک مؤلفه زیست‌محیطی است؛ پرداخته و سپس رتبه‌بندی می‌کند. بعد از تحلیل ایستایی متغیرها؛ از روش کائو برای هم انباشتگی و علیت گرنجری برای تعیین جهت رابطه استفاده شد. علاوه بر مصرف انرژی سرانه و تولید انرژی تجدیدپذیر، از متغیرهای؛ میزان تشکیل سرانه سرمایه ثابت ناخالص(درصدی از تولید ناخالص داخلی)؛ نیروی کار؛ شاخص سرانه انتشار آلاینده‌ها به‌عنوان شاخص محدودیت‌های زیست محیطی؛ اجاره‌بهای سرمایه؛ درجه باز بودن تجاری؛ استفاده می‌شود. نتایج نشان داد که افزایش سرانه مصرف انرژی به‌جز تجدیدپذیر؛ بر رشد اقتصادی پایدار مؤثر و رابطه دوطرفه بین مصرف انرژی و انتشار آلودگی وجود دارد. در بحث رتبه‌بندی مشخص شد؛ امارات بیشترین و نیجریه کمترین رشد اقتصاد پایدار است.

واژه‌های کلیدی: اجاره‌بهای سرمایه؛ تولید ناخالص داخلی، شاخص رشد اقتصادی پایدار، صرفه‌جویی در انرژی؛ درجه بازتجاری.

۱- مقدمه

یکی از مباحث مهم در اقتصاد، محدودیت منابع است. با توجه به نقش اساسی منابع در اقتصاد یک کشور، نیاز است عوامل مؤثر بر آن مشخص شوند. یکی از منابع مؤثر در اقتصاد یک کشور انرژی است که به دلیل محدودیت و کمیابی آن و نیز با توجه به نقش و اهمیت گسترده‌اش در رشد و توسعه اقتصادی کشورها، تعیین عوامل تأثیرگذار بر تقاضای انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است.ازجمله عوامل مؤثر می‌توان به تولید ناخالص ملی، جمعیت شهرنشینی و قیمت انرژی به‌صورت مستقیم و باز بودن تجارت، اندازه دولت، سرمایه‌گذاری و توسعه مالی به‌صورت غیرمستقیم اشاره کرد. استفاده از انرژی‌های فسیلی به دلیل افزایش انتشار آلاینده‌ها به سطح کیفیت محیط‌زیست لطمه وارد نموده و باعث افزایش هزینه‌های اجتماعی می‌گردد.

هزینه اجتماعی = هزینه‌های مستقیم (هزینه عوامل تولید) + هزینه‌های غیرمستقیم (هزینه‌های محیط زیستی و سلامتی). از نمونه‌های هزینه‌های اجتماعی عبارت‌اند از: الف- انتشار سرب ناشی از بنزین افزایش بار هزینه‌های درمان سرطان.ب- افزایش بار بیمه‌های تکمیلی درمان سرطان. ج- افزایش آلودگی ناشی از سوخت فسیلی(بخار و گاز) نیروگاه‌های با مکانیسم قدیمی تولید برق. انتقاد

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022

در مورد کاربرد تولید ناخالص داخلی به‌عنوان یک ابزار سنجش برای پیشرفت اقتصادی[۱] در ترکیب با مجادله و ابهام توصیف‌کننده نتایج به‌روز در پیوند انرژی-رشد [۲] دلیلی است که باعث می‌شود ما یک پارادایم جدید را در پیوند انرژی-رشد پیشنهاد کنیم. بی‌اثری تولید ناخالص داخلی برای اندازه‌گیری پیشرفت واقعی پیشاپیش درزمانی که اولین بار ایجاد شد، مشخص‌شده است. از زمان کسادی عظیم و بعدازآن، تولید ناخالص داخلی به‌عنوان ابزار راحتی برای اندازه‌گیری رشد اقتصادی مورداستفاده قرارگرفته است اما تأثیر اصلی آن این است که رفاه بهبوددهنده فعالیت را از رفاه تقلیل دهنده فعالیت، متمایز نمی‌سازد[۳].

در بحث رفاهِ یک جامعه، علاوه بر رشد اقتصادی باید شاهد رشد کیفیت زندگی جوامع بشری باشیم. رفاه از لحاظ محتوا شامل مجموعه ی وسیعی از سه نوع داده های اقتصادی، محیطی و اجتماعی است. اما فقدان تمام انواع داده ها و فراهم نبودن زیر ساختها خصوصا" در کشورهای در حال توسعه، پایین بودن سطح آموزش و کیفیت بهداشت، فروسایی محیطی، آلودگی آب و هوا، نابودی منابع طبیعی، آلودگی صوتی و اینکه این تحقیق ما از نوع تحلیلی- آماری محسوب شده و با توجه به اینکه مبحث رفاه و ارزیابی آن از طریق شاخص سازی؛ علیرغم اهمیت فراوان آن خصوصاً در ایران کمتر موردتوجه جدی قرارگرفته است؛ لذا با معرفی شاخص رشد اقتصادی پایدار GDP_{iseg} بعنوان معیار رفاه این کشورها در وضع موجود و محاسبه شاخص رشد اقتصادی پایدار پایه BGDPiseg برای کشورهای منتخب این تحقیق در یک دوره‌ی زمانی؛ ضمن مقایسه با GDP سرانه(واقعی)؛ تجزیه‌وتحلیل خواهد شد و یافته‌های ما بر اساس GDP_{iseg} محاسبه‌شده پایدارترین و ناپایدارترین رشد اقتصاد را نشان می‌دهد. بر اساس بیانات ذکرشده؛ بر آن شدیم تا با گردآوری اطلاعات و داده‌های آماری از شاخص‌های توسعه‌ی بانک جهانی، تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص رشد اقتصادی پایدار درکشورهای منتخب را با محاسبه‌ی GDP_{iseg} برای کشورهای منتخب؛ بررسی و با روش ابداعی و براساس این شاخص؛ به‌عنوان جنبه نوآوری، جایگاه کشورها را رتبه‌بندی نماییم. به‌طورکلی اهداف ما عبارت‌اند از:۱- بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص رشد اقتصادی پایدار کشورهای منتخب.۲- ارائه مدل و محاسبه شاخص رشد اقتصادی پایدار.۳- بررسی و تحلیل عوامل مؤثر بر شاخص رشد اقتصادی پایدار.۴- رتبه‌بندی کشورهای منتخب بر اساس شاخص رشد اقتصادی پایدار.

ازآنجاکه این پژوهش سعی در بررسی رابطه بین GDPiseg سرانه با متغیرهای مستقل است بنابراین متغیر GDPiseg سرانه؛ بردار متغیر وابسته است. نیروی کار، سرانه سرمایه ثابت ناخالص به‌عنوان درصدی از GDP، سرانه انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان معرف آلاینده‌ها، مصرف انرژی سرانه، تولید انرژی تجدیدپذیر، اجاره‌بهای سرمایه و درجه باز بودن تجارت به‌عنوان متغیرهای توضیحی و مستقل می‌باشند. ما از تمام گام‌های معمول در تحلیل داده‌های پانلی پیروی کرده، یعنی اینکه ما ابتدا به بررسی وجود و ایستایی ریشه‌های واحد با روش لوین، لین و چو؛ پرداخته و در گام بعدی، تحلیل هم انباشتگی که مربوط به بررسی وجود یک رابطه بلندمدت در بین $GDPiseg_{PC}$ و متغیرهای مستقل است با آزمون کائو و آماره‌های دیکی فولر انجام شد. بعد از تحلیل هم انباشتگی، قسمت آخر در هر تحلیل داده پانلی، تحلیل علیت گرنجر است. چون علاوه بر بررسی وجود یک رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته (و پارامترهای دیگر تابع تولید توصیف‌کننده یک اقتصاد)، بررسی جهت رابطه علّی گرنجر نیز ضروری است. این قسمت مهم از تحلیل مشخص می‌سازد که سیاست‌گذاری را چطور می‌توان مدیریت کرد به‌طوری‌که بتوانیم انرژی را حفظ کنیم بدون اینکه مانع از رشد GDPiseg یا رشد اقتصادی پایدار گردیم. در انتها نیز مدل تصحیح خطای دینامیک نیز برآورد می‌شود. زمانی که سیاست‌گذاری صرفاً بر مبنای اطلاعات ناشی از پیوند رشد انرژی-رشد اقتصادی است، برآورد موازی آن با رشد انرژی-اقتصاد متعارف آن می‌تواند بینش‌های مفیدی را در مورد اطلاعات قبلی ایجاد کند. مقاله ما شامل این نکات است. اول اینکه، مقاله حاضر اولین شاخص از رشد اقتصادی پایدار را برای ۲۰ کشور در حال توسعه (که داده‌هایشان موجود است) محاسبه می‌کند. این به‌تنهایی یک موضوع تحقیقاتی جداگانه مهم به‌حساب می‌آید. دوم این مقاله مطالعات را به «مطالعات انرژی جمعی و تفکیکی » جدا می‌سازد و همچنین گروه‌بندی‌های دیگری را انجام می‌دهد که طبقه‌بندی بهتر مقالات را ممکن می‌سازد، و بنابراین یک‌راه ابتکاری از مرور مقالات را در پیوند انرژی-رشد برای کشورهای در حال توسعه پیشنهاد می‌کند. هر یک از دو رشته مطالعات فوق‌الذکر بسته به اینکه کدام فرضیات مقالات را تأیید می‌کنند، خود به چهار گروه کوچک‌تر تقسیم می‌شوند: رشد، بقا، بازخورد، و بی‌طرفی. توضیح مختصری از این چهار فرضیه که معمولاً در پیوند انرژی-رشد بررسی می‌گردند، بدین شرح است:

فرضیه رشد: فرضیه رشد توسط علیت یک‌جهتی گرنجر توصیف می‌شود که از مصرف انرژی تا رشد اقتصادی می‌رود. در چنین شرایطی ابزارهای سنجش بقا از رشد اقتصادی حمایت می‌کنند چون رخ دادن مصرف انرژی چه به‌صورت مستقیم و چه به‌صورت غیرمستقیم به‌عنوان مکملی برای کار و سرمایه، خیلی مهم است [۷] فرضیه رشد این مسئله را شامل می‌گردد که افزایش در مصرف انرژی به افزایش عملکرد پیش‌بینی رشد اقتصادی کمک می‌کند، و بالعکس. زمانی که اقتصادها خیلی به انرژی وابسته هستند این به این معنا خواهد بود که آن‌ها خیلی هوشمند یا ازلحاظ تکنولوژیکی خیلی پیشرفته نیستند و تغییرات ساختاری مهمی به‌منظور کارایی بیشتر باید رخ دهد تا مصرف انرژی توصیف گردد.

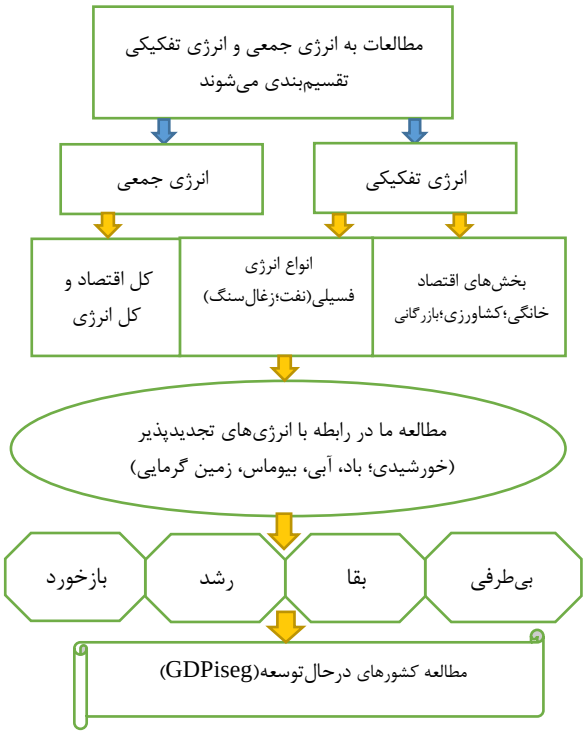
فرضیه بقا: فرضیه بقا با یک علیت یک‌جهتی گرنجر توصیف می‌شود که از رشد اقتصادی به سمت مصرف انرژی می‌رود. در

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

اقتصادی که فرضیه بقا در آن برقرار است ابزارهای سنجش بقا می‌توانند بدون رشد حمایتی رخ دهند. چنین اقتصادی وابستگی کمتری به انرژی دارد و پایدارتر است.

فرضیه بازخورد: فرضیه بازخورد با یک علیت یک‌جهتی گرنجر توصیف می‌شود که از مصرف انرژی به رشد اقتصادی می‌رود، و سپس از رشد اقتصادی به مصرف انرژی بازمی‌گردد. درنتیجه ابزارهای سنجش بقا روی رشد اقتصادی تأثیر خواهند گذاشت و تغییرات ایجادشده در رشد اقتصادی نیز روی مصرف انرژی تأثیر خواهند گذاشت. بنابراین زمانی که این فرضیه برقرار است حاکی از این است که مکمل‌هایی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد.

فرضیه بی‌طرفی: فرضیه بی‌طرفی با غیاب هرگونه علیت گرنجر بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، توصیف می‌شود. برای اقتصادهایی که دو حجم آن‌ها از یکدیگر مستقل است، این به این معنا است که رشد توسط عوامل دیگری استخراج می‌شود. در اقتصادهای پایدارتر می‌توانیم با فرضیه بی‌طرفی همراه با فرضیه بقا مواجه شویم. طبقات و گروه‌بندی‌ها در شکل ۱ خلاصه‌شده‌اند.



شکل (۱): طبقه‌بندی فرا تحلیلی تازه از شاخص رشدGDP و با محوریت انرژی

سوم مقاله حاضر پیوند متعارف انرژی-رشد را با انتخاب وسیعی از رگرسورها ارزیابی می‌کند، و تحلیل مدل اثرات پانلی، و برآورد علیت گرنجری را اعمال می‌کند. چهارم با روش ابتکاری کشورها را بر اساس رشد اقتصادی پایدار؛ رتبه‌بندی می‌کند. در راستای ارائه الگوی تجربی مناسب در این پژوهش، بررسی مطالعات صورت گرفته در این زمینه امری ضروری است. اهمیت این موضوع به دلیل بررسی ضرورت انجام چنین پژوهش‌هایی در داخل و خارج از کشور، آگاهی از دیدگاه‌ها و روش‌های تجربی موجود در الگوسازی و سرانجام بهره‌گیری از یافته‌ها و پیشنهادهای کاربردی آن‌ها به‌منظور بسط و توسعه‌ی الگوی تجربی برای منطقه موردنظر است. چندین تلاش برای سنجش شاخص رشد اقتصادی پایدار (GDPiseg) در سطح کشورها صورت گرفته است همچنین مطالعات بسیاری در سراسر دنیا جهت معرفی و تجزیه‌وتحلیل GDPiseg صورت گرفته که درزمینه‌ی مطالعات داخل و خارج می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

فطرس و همکاران(۱۳۹۱)در پژوهشی میزان تأثیر مصرف انرژی-های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب درحال‌توسعه (شامل ایران) را بررسی کردند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در بین کشورهای منتخب درحال‌توسعه، بین متغیرها در بلندمدت، رابطه هم انباشتگی وجود دارد. امینی فرد و دانشمند شیرازی (۱۳۹۲) به بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های (پاک) تجدید پذیر بر رفاه اقتصادی در ایران پرداختند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، تشکیل سرمایه، نیروی کار، درآمد نفتی و مخارج آموزش با متغیرهای تولید ناخالص داخلی و تولید ناخالص داخلی سرانه، درآمد خانوارهای شهری و روستایی وجود دارد . در بحث مطالعات خارجی موارد عبارت‌اند از: کاستاندا (۱۹۹۹) به محاسبه شاخص رفاه اقتصادی پایدار برای کشور شیلی پرداخت. نتایج نشان داد که رشد شاخص رفاه اقتصادی پایدار از سال 1980تاکنون به‌اندازه رشد تولید ناخالص داخلی بوده است و ارتباطی قوی بین رشد اقتصادی و تخریب منابع طبیعی وجود دارد. همچنین کاهش در این شاخص به‌منزله این است که شیلی در یک مسیر رشد پایدار قرار ندارد. [۱۰].پولسی و همکاران (۲۰۰۶) شاخص رفاه اقتصادی پایدار را برای ایالت سی ینای ایتالیا محاسبه نمودند. نتایج اختلاف میان تولید ناخالص داخلی و شاخص رفاه اقتصادی پایدار را مورد تأیید قرارداد همچنین عوامل تأثیرگذار در سطح یک منطقه در مقایسه با سطح ملی متفاوت به دست آمد[۱۱]. بکا و سنتوس(۲۰۱۰) یک رویکرد جدید به نام شاخص رفاه اقتصادی پایدار تعدیل‌شده را طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۵۰ میلادی برای امریکا ارزیابی کردند.این پژوهشگران نتیجه گرفتند که رشد تولید ناخالص داخلی بیشتر از شاخص رفاه اقتصادی پایدار تعدیل‌شده است[۱۲]. منگاکی و توکسو (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی اثر مصرف انرژی و رفاه اقتصادی پایدار در کشورهای G7 پرداختند. نتایج نشان داد که در بلندمدت، کشورهای G7 می‌توانند بدون به خطر انداختن رفاه اقتصادی پایدار، مصرف انرژی را کاهش دهند[۱۴]. منگاکی و تایواری (۲۰۱۷) ارتباط بین رشد مصرف انرژی و شاخص اقتصادی رفاه را در منتخبی از کشورهای آمریکایی در یک چارچوب پانل چند متغیره طی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ بررسی کردند و از شاخص رفاه اقتصادی پایدار بهره گرفتند. نتایج حاصل، برای دولت‌ها و سرمایه‌گذاران نهادی که امروزه نه‌تنها مسئله رشد

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

ناخالص داخلی کوتاه‌مدت برای آن‌ها مهم است بلکه نگران رشد پایدار اقتصادی و رفاه هستند؛ مفید است. همچنین شاخص رفاه اقتصادی پایدار برای کشورهای آمریکایی بر اساس در دسترس بودن داده‌ها محاسبه‌شده است[۱۵].

بررسی مطالعات تجربی صورت گرفته نشان می‌دهد که، تاکنون مدلی که پانل‌های گسترده‌تری از کشورهای جهان شامل کشورهای صادرکننده انرژی و برخی از کشورهای در حال توسعه باشد صورت نگرفته است و تنها به‌صورت گروهی از کشورهای آسیایی یا آمریکایی (مرکزی یا جنوبی) با خصوصیات نزدیک به هم انجام‌شده است. بنابراین، توسعه مبانی نظری تجربی صورت گرفته در این تحقیق، با استفاده از روش‌ها و آزمون‌های ارائه‌شده گام مهمی در این راستا است.

۲- انرژی‌های تجدیدپذیر

بحران انرژی و وابستگی امروز بشر جامعه به انرژی و مصرف برق یکی از مسائلی است که در سراسر جهان تغییرات زیادی در توسعه فناوری‌های مختلف به وجود آورده است. تشدید بحران محدودیت منابع فسیلی و افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی، ملاحظات زیست‌محیطی، امنیت تأمین انرژی، کاربری در پتروشیمی، پیشرفت فن‌آوری و توجیه اقتصادی و افزایش هزینه‌های اجتماعی و اثرات مستقیم و غیرمستقیم زیست‌محیطی نیروگاه‌ها در تفاوت اثرات زیست‌محیطی نیروگاه‌های حرارتی، برق‌آبی و هسته‌ای آشکار و باعث شده است که بسیاری از کشورها به سمت منابع جایگزین مانند انرژی‌های تجدیدپذیر حرکت کنند و همچنین به فکر ایجاد تغییرات در مصرف انرژی به‌منظور گسترش استفاده از این منابع باشند. در ضمن نقش استفاده از انرژی‌های پاک در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، خود به‌تنهایی دلیل کافی برای استفاده بیشتر است. با توجه به مصرف زیاد و فزاینده سوخت‌های فسیلی همچون زغال‌سنگ، نفت، گاز و مانند آن‌ها در طی دو سده گذشته و محدود بودن منابع این نوع سوخت‌ها، توجه به جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین دلایل، استفاده و توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان منبع انرژی پاک و عاری از آلودگی زیست‌محیطی ضروری و درنتیجه سهم بیشتری در سامانه تأمین انرژی جهان به عهده می‌گیرند. انرژی تجدیدپذیر؛ انرژی سودمندی است که از منابع تجدیدپذیر به دست می‌آید، که در مقیاس زمانی انسانی به‌طور طبیعی دوباره جایگزین می‌شوند. ازجمله این منابع می‌توان به نور خورشید، باد، باران، جزر و مد، امواج و گرمایش زمین‌گرمایی اشاره کرد. انرژی‌های تجدیدپذیر بیشتر، انرژی را در چهار زمینه مهم تأمین می‌کنند: تولید برق، گرمایش و سرمایش، هوا و آب، ترابری و خدمات انرژی روستایی.

برخلاف دیگر منابع انرژی که در شمار محدودی از کشورها متمرکزشده‌اند، منابع انرژی تجدیدپذیر و فرصت‌های چشمگیر برای بهره‌وری انرژی در مناطق جغرافیایی گسترده‌ای وجود دارد. استقرار سریع انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی و گوناگونی فناورانه منابع انرژی، منجر به امنیت چشمگیر انرژی و منافع اقتصادی خواهد شد. این امر همچنین باعث کاهش آلودگی محیط‌زیست مانند آلودگی هوا ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی و بهبود سلامت عمومی، کاهش مرگ‌ومیر زودرس ناشی از آلودگی و صرفه‌جویی در هزینه‌های بهداشتی مربوطه می‌شود. انرژی امروزه به‌عنوان یکی از عوامل تولید، سهم بزرگی در رشد و توسعه کشورهای مختلف دارد و بیشترین نقش را در توسعه تمدن اخیر بشر بر عهده داشته است. ارتباط بین انرژی و رشد اقتصادی از مسائلی است که بسیار موردتوجه قرارگرفته است. بحران انرژی و وابستگی امروز بشر به انرژی یکی از مسائلی است که در سراسر جهان تغییرات زیادی در توسعه فناوری‌های مختلف به وجود آورده است. تشدید این بحران باعث شده است که بسیاری از کشورها به سمت منابع جایگزین مانند انرژی‌های تجدیدپذیر حرکت کنند و همچنین به فکر ایجاد تغییرات در مصرف انرژی به‌منظور گسترش استفاده از این منابع باشند. در ضمن نقش استفاده از انرژی‌های پاک در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی، خود به‌تنهایی دلیل کافی برای استفاده بیشتر است. با توجه به مصرف زیاد و فزاینده سوخت‌های فسیلی همچون زغال‌سنگ، نفت، گاز و مانند آن‌ها در طی دو سده گذشته و محدود بودن منابع این نوع سوخت‌ها، توجه به جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر امری اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین، پایان‌پذیری منابع سوخت‌های فسیلی و محدودیت آن‌ها در تأمین انرژی و نیز آسیب‌های محیط‌زیستی، آلاینده‌های ناشی از بهره‌برداری از منابع فسیلی انرژی، استفاده و توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر را به‌عنوان یک منبع انرژی پاک و عاری از آلودگی زیست‌محیطی ضروری می‌کند و درنتیجه سهم بیشتری در سامانه تأمین انرژی جهان به عهده می‌گیرند سیاست‌های حمایت از انرژی‌های تجدیدپذیر در گسترش آن‌ها حیاتی بوده است ازآنجاکه استفاده از یک فنّاوری نیازمند دانستن نقاط قوت و مثبت استفاده از آن است به بیان مزایا و معایب استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌پردازیم:

مزایا: الف- عدم وجود نگرانی اتمام این انرژی‌ها در سال‌های آینده. ب- عدم تولید آلودگی و افزایش سطح کیفیت محیط‌زیست. پ- نبود قطعات زیاد فلذا تعمیر و نگهداری کمتر و کاهش هزینه‌های عملیاتی. ث- ایجاد اشتغال با بهره‌وری بالا. ج- افزایش سلامت جامعه د- انعطاف‌پذیری استفاده سریع در شرایط اضطرار چ- دسترسی آسان و ارزان به انرژی در مناطق خاص جغرافیایی (روستاها و جزایر) خ- کاهش هزینه‌های تمام‌شده برق ح- استقلال و امنیت تأمین انرژی.

معایب: الف- هزینه اولیه بالا (در بسیاری از کشورها هنوز هزینه برق تجدیدپذیر از قیمت برق شبکه بیشتر است). ب- عدم استمرار و متناوب بودن این انرژی‌ها در تمام زمان‌ها (انرژی خورشیدی در

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

شب نمی‌درخشد و یا عدم وزش مستمر باد). ج- کاهش اطمینان و اعتماد به دلیل وجود محدودیت‌های جغرافیایی در کشورهای مختلف برای تأمین انرژی تجدیدپذیر توسط بخش خصوصی (وجود ساختمان‌های بلند که جذب خورشید را برای دیگر ساختمان‌ها دشوار و یا عدم آسمان پاک و یا بارندگی کافی ذخیره آب سدهای آبی). خ- نیاز به کاهش مصرف به دلیل پایین بودن راندمان تبدیل انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به فسیلی. چ- برخی از فنّاوری‌های تجدیدپذیر مانند انرژی باد آلودگی صوتی برای ساکنان مناطق اطراف خود ایجاد می‌کنند.

۳ - ادبیات موضوع ؛ روش‌شناسی و تصریح مدل تحقیق

۳-۱- شاخصی برای رشد اقتصادی پایدار(GDPiseg)

این بخش از دو قسمت تشکیل می‌گردد: قسمت ۳-۱-۱ روش محاسبه این شاخص را توضیح می‌دهد که در تحلیل تجربی بخش ۴ از آن استفاده کرده‌ایم. قسمت ۳-۱-۲ مدل اثرات ثابت و تصریح مدل را شرح می‌دهد.

۳-۱-۱- روش‌شناسی استفاده‌شده برای شاخص رشد اقتصادی پایدار کشورها

به‌منظور سنجش شاخص رشد اقتصادی پایدار و شاخص پایه‌ای رشد اقتصادی پایدار (BGDPiseg) به‌عنوان معیاری از شاخص پایه‌ای میزان رشد اقتصادی؛ پیشنهاد رسمی ما ، برگرفته از پیشنهادی است که در پژوهش منگاکی و تیواری (۲۰۱۷) اعمال‌شده و از روابط ارائه‌شده و جدول ۱ که شرح داده‌شده ؛ استفاده می‌شود:

$$GDPiseg = C_w + G_{eh} + K_n + S - N - C_s \quad (۱)$$

$$BGDPiseg = Cw + Geh + Kn - N \quad (۲)$$

که در آن، **C_W:** مصرف وزنی، **G_{eh}:** مخارج عمومی، **K_n:** رشد خالص سرمایه، **S:** سود پرداخت‌نشده به نیروی کار، **N:** کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی، **C_s:** هزینه‌های اجتماعی و $BGDP_{iseg}$ شامل متغیرهای اقتصادی و محیطی است که به‌راحتی برای محدوده زمانی طولانی‌تری نسبت به متغیرهای اجتماعی قابل‌محاسبه است (این نوع محاسبه شاخص رشد اقتصادی پایدار مشابه منگاکی و تساگاراکیس (۲۰۱۵) و منگاکی و توگسو (۲۰۱۶) اعمال‌شده است).

$$C_w = PC\,(1-G)\,(1-P) \quad (۳)$$

که در آن مقدار PC برابر است با مصرف شخصی، G مخفف ضریب جینی و P بیانگر شاخص فقر است. برای محاسبه میزان تخریب محیط‌زیست N مجموع خسارت عوامل تخلیه مواد معدنی، کاهش انرژی، انتشار دی‌اکسید کربن و تخریب جنگل ملاک قرار می‌گیرد.مقدار تخلیه مواد معدنی برابر است با اندازه نسبت موجودی آن به عمر ذخایر باقیمانده(حداکثر ۲۵ سال)که شامل قلع، طلا، سرب، روی، آهن، مس، نیکل، نقره، بوکسیت و فسفات است .کاهش انرژی برابر است با نسبت موجودی انرژی به عمر باقیمانده (حداکثر۲۵ سال) که شامل زغال‌سنگ، نفت خام و گاز طبیعی است.تخریب جنگل برابر است با نسبت تخریب جنگل و تولید فرآورده‌های موردنیاز انسان به میزان رشد جنگل موردنظر است.انتشار دی‌اکسید کربن برای هر تن کربن تولیدشده به میزان ۲۰ دلار (برحسب واحد آسیب در سال۱۹۹۵) خسارت برآورد می‌شود. چگونگی محاسبه‌ی شاخص رشد اقتصادی پایدار که به‌صورت همگن در سراسر تمام کشورهای در حال توسعه ی بحث خود محاسبه خواهیم کرد، در جدول ۱ (پیوست ۵-۵) نشان داده‌شده است.

$$GDPiseg_p = f(E_p, RES, K_p, L, CO2_p, R, T) \quad (۴)$$

که در آن، GDPiseg سرانه؛ بردار متغیر وابسته و E نشان‌دهنده مصرف انرژی سرانه است. RES نشان‌دهنده تولید انرژی تجدید پذیر است. K میزان تشکیل سرانه سرمایه ناخالص ثابت (رشد سرمایه لازم برای جبران استهلاک و رشد جمعیت، و بدون در نظر گرفتن تغییراتی که در بهره‌وری نیروی کار رخداده است). L نیروی کار(فعال). CO_2 نشان‌دهنده سرانه انتشار آلاینده‌ها بر اساس میزان متریک تن انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخص محدودیتهای زیست‌محیطی استفاده خواهد شد. R اجاره‌بهای سرمایه. T درجه باز بودن تجارت است که توسط مجموع صادرات و واردات کالاها و خدمات به‌عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی نشان داده می‌شود.

۳-۱-۲- مدل اثرات ثابت

طبق مطالعه منگاکی و تایواری (۲۰۱۷) به تشریح مدل اثرات ثابت خواهیم پرداخت؛ در مدل‌های «نوع اثرات»، تغییر در بین کشورها یا زمان، برحسب تغییرات برخوردگاه‌ها به دست می‌آید. مدل اثرات ثابت دینامیک (یا یک مدل اثرات ثابت دوطرفه) دارای یک ثابت کلی و همچنین یک «اثر کشور» (بانام α_i) برای هر کشور و یک اثر «زمان» (بانام γ_t) برای هر دوره است. این را در معادله (۵) نشان داده‌ایم.

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_i + \gamma_t + \beta' x_{it+} \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

اگر هرکدام از مجموع مقادیر متغیر زمان و یا مقطع، صفر شود مشکل هم خطی بین متغیرهای زمان و کشور حل می‌شود(مقادیر α_i و یا γ_t). مدل اثرات ثابت یک‌طرفه، نسخه‌ای از معادله (۵) بدون روند زمانی است. البته فروض رگرسیون و روابط زیر نیز برقرار است:

$$E[\varepsilon_{it}|X_i] = 0, Var[\varepsilon_{it}|X_i] = \sigma^2, Cov[\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}|X_i, X_j] = 0, \text{for all } i,j, Cov[\alpha_i, x_{it}] \neq 0$$

براساس نتایج به‌دست‌آمده از یک مدل پانلی ثابت پویا، نتایج زیر (معادلات ۶) از برآورد معادلات (۴) اعمال می‌شوند:

$$GDPiseg_{\text{per capit}} = b0 + b1E + b2\,RES + b3K + b4\,L + b5\,CO2 + b6\,R + b7\,T \quad (۶)$$

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

ازآنجاکه تمام متغیرها؛ لگاریتمی بیان می‌شوند، ضرایب بیانگر کشش در معادله است.

۳-۲- تصریح مدل:

ازآنجاکه $\mathbf{GDP_{iseg}}$ (سرانه)، $\mathbf{K}$ (سرانه)، (سرانه) $\mathbf{E}$، $\mathbf{RES}$، $\mathbf{L}$؛ (سرانه) $\mathbf{CO2}$، $\mathbf{T}$ و $\mathbf{R}$ هم انباشته هستند؛ با تعیین ضرایب مدل رگرسیون معادلات (۶) و انجام آزمون های مشخص پانل، سپس از روش الگوی خودرگرسیون برداری و با تعیین وقفه بهینه، همگرایی متغیرهای مدل بررسی و قدرالسهم تاثیر هر متغیر از تجزیه واریانس مشخص و تحلیل روابط علیتی متغیرها از روش انگل و گرنجر انجام می‌شود و درنهایت ؛ مدل تصحیح خطای دینامیک، معادلات ۷ تا ۱۴ به شکل ذیل تخمین زده می‌شود.

(۷)

$$\Delta Y_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{11}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{12}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{13}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{14}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{15}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{16}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{17}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{18}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{1it}$$

(۸)

$$\Delta K_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{21}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{22}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{23}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{24}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{25}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{26}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{27}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{28}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{1it}$$

(۹)

$$\Delta E_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{31}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{32}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{33}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{34}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{35}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{36}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{37}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{38}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{3it}$$

(۱۰)

$$\Delta RES_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{41}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{42}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{43}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{44}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{45}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{46}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{47}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{48}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{4it}$$

(۱۱)

$$\Delta L_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{51}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{52}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{53}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{54}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{55}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{56}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{57}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{58}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{5it}$$

(۱۲)

$$\Delta Co2_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{61}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{62}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{63}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{64}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{65}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{66}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{67}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{68}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{6it}$$

(۱۳)

$$\Delta T_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{71}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{72}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{73}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{74}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{75}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{76}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{77}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{78}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{7it}$$

(۱۴)

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

$$\Delta R_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{81}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{82}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{83}\,\Delta E_{it-} + \sum_{k=1}^{m} a_{84}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{85}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{86}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{87}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{88}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{8it}$$

۴- یافته‌های تجربی

تحلیل اصلی این مقاله بر رابطه (۴) متمرکز است که هدفش یافتن کمک انرژی و متغیرهای دیگر در چارچوب تولید اقتصاد است که در مقاله حاضر توسط رشد اقتصادی پایدار (برای کشورهای منتخب) ارزیابی‌شده‌اند.

۴-۱- آزمون‌های ریشه واحد

برای بررسی وجود و ایستایی ریشه‌های واحد از آمار مختلفی استفاده شده است (جدول ۲ پیوست). در داده‌های اقتصادی فرض بر این است که بین متغیرهای مطرح در یک تئوری اقتصادی، رابطه بلندمدت و تعادلی برقرار است. در تحلیل‌های اقتصادسنجی کاربردی، جهت برآورد روابط بلندمدت بین متغیرها، میانگین و واریانس آن‌ها را طی زمان ثابت و مستقل از عامل زمان در نظرمی‌گیرند و درنتیجه به‌طور ضمنی ثبات رفتاری برای آن‌ها فرض می‌شود. باوجوداین در تحقیقات کاربردی معلوم شده است که در بیشتر موارد ثبات رفتار با متغیرهای سری زمانی تحقق نمی‌یابد. با توجه به مطالب فوق وجود متغیرهای ناایستا در مدل سبب می‌شود تا آزمون‌های کلاسیک F و t از اعتبار لازم برخوردار نباشند. در چنین حالتی رگرسیون انجام‌گرفته، رگرسیون کاذبی خواهد بود (صدیقی،۱۳۸۶). پی بردن به امکان وجود رگرسیون کاذب و استفاده از آزمون‌های ایستایی در داده‌های سری زمانی به سال‌ها قبل برمی‌گردد ولی استفاده از آزمون‌های ایستایی در داده‌های پانلی به اوایل دهه ۱۹۹۰ بازمی‌گردد. آزمون‌های ریشه واحد داده‌های پانل به‌وسیله کائو (۱۹۹۲) و بریتون (۱۹۹۴) پایه‌ریزی شد. این مطالعات به‌وسیله لوین، لین و چو (۲۰۰۲) و ایم، پسران وشین (۲۰۰۳) کامل شد. در سال‌های اخیر آزمون وجود ریشه واحد، در مطالعات کاربردی که با استفاده از داده‌های پانلی صورت می‌گیرد، به شکل چشمگیری رواج یافته است.

یکی از آزمون‌های ایستایی رایج در مطالعات کاربردی آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو است که فرض اساسی آن مستقل بودن واحدهای مقطعی از همدیگر است. آزمون ریشه واحد سری‌های زمانی به‌گونه‌ای است که ایستایی یا نا ایستایی متغیرها را با استفاده از یک معادله بررسی می‌کند. لوین، لین و چو استدلال می‌کنند که در داده‌های پانلی، استفاده از آزمون ریشه واحد برای ترکیب داده‌ها دارای قدرت بیشتری نسبت به استفاده از آزمون ریشه واحد برای هر مقطع به‌صورت جداگانه است. فرضیه صفر در این آزمون بیانگر این است که سری زمانی دارای ریشه واحد بوده و فرضیه مخالف ایستایی سری زمانی را نشان می‌دهد .

متغیر دارای ریشه واحد $\boldsymbol{H_0}: \propto_i = \mathbf{1}$

متغیر فاقد ریشه واحد $\boldsymbol{H_0}: \propto_i \neq \mathbf{1}$

۴-۲- تحلیل هم انباشتگی

گام بعدی بعد از آزمایش ریشه واحد، تحلیل هم انباشتگی است که مربوط به بررسی وجود یک رابطه بلندمدت در بین تولید ناخالص داخلی سرانه یا شاخص رفاه اقتصادی پایدار سرانه و متغیرهای دیگری است که معرف یک تابع تولید هستند که یک اقتصاد را توصیف می‌کند(جدول ۳ پیوست). مفهوم اقتصادی هم‌انباشتگی آن است که وقتی دو یا چند متغیر سری زمانی بر اساس مبانی نظری با یکدیگر ارتباط داده می‌شوند تا یک رابطه تعادل بلندمدت را شکل دهند، هرچند ممکن است خود این سری‌های زمانی دارای روندی تصادفی باشند (نا ایستا باشند). اما در طول زمان همدیگر را به‌خوبی دنبال می‌کنند به‌گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها باثبات باشد (ایستا). بنابراین مفهوم هم انباشتگی تداعی‌کننده وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت است که سیستم اقتصادی در طول زمان به سمت آن حرکت می‌کند (نوفرستی، ۱۳۹۱).با توجه به اینکه داده‌های پانلی نیز ممکن است نا ایستا باشند، لذا هم‌انباشتگی و آزمون آن در این نوع داده‌ها نیز از اهمیت فراوانی برخوردار است. همانند آزمون‌های ایستایی، آزمون‌های هم‌انباشتگی در داده‌های پانلی نیز از آزمون‌های هم‌انباشتگی برای واحدهای مقطعی به‌صورت جداگانه قوی‌تر هستند. زیرا این آزمون‌ها حتی در شرایطی که دوره زمانی، کوتاه-مدت و اندازه نمونه کوچک است، نیز قابلیت استفاده دارند. برای انجام آزمون هم انباشتگی داده‌های پانلی، پدرونی در سال ۲۰۰۴ وکائو در سال ۱۹۹۹ پس از برآورد رابطه بلندمدت بین متغیرها، مانند آنچه در مورد سری‌های زمانی و داده‌های مقطعی انجام می‌شود، از آماره‌های دیکی- فولر برای آزمون هم‌انباشتگی استفاده کردند. فرضیه صفر بیانگر عدم هم انباشتگی بین متغیرها در تمام واحدهای مقطعی و فرضیه مخالف نشان‌دهنده وجود هم انباشتگی بین متغیرهاست. در این تحقیق با توجه به شاخص‌های توسعه ارائه‌شده بانک جهانی از روش کائو و آماره‌های دیکی فولر استفاده کردیم.

عدم هم‌انباشتگی $\boldsymbol{H_0}: \boldsymbol{\rho} = \mathbf{1}$

وجود هم‌انباشتگی $\boldsymbol{H_0}: \boldsymbol{\rho} < \mathbf{1}$

۴-۳- مدل اثرات ثابت

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از یک مدل پانلی ثابت پویا، نتایج زیر (معادله ۱۵) از برآورد معادله (۶) اعمال می‌شوند:

$$\begin{aligned}\text{GDPper capita} = & \underset{(0.000)^*}{2.27} - \underset{(0.706)^*}{0.017K} + \\ & \underset{(0.000)}{0.653CO2} - \underset{(0.624)^*}{0.011L} + \underset{(0.000)^*}{0.809E} + \\ & \underset{(0.038)^*}{0.045RES} - \underset{(0.350)^*}{0.018R} + \underset{(0.000)^*}{0.231T} \\ & R2=0.779\end{aligned} \qquad (۱۵)$$

اعداد درون پرانتز مقادیر احتمال بوده که در سطح ۵٪ بررسی می شوند. چون تمام متغیرها به‌صورت لگاریتم بیان‌شده‌اند، بنابراین ضرایب نشان‌دهنده کشسانی هستند(جدول ۴پیوست).

در معادله (۱۵) یک رابطه مثبت بین انرژی و انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی پایدار، مشاهده کردیم.. بنابراین ۱ درصد افزایش در انرژی سبب یک افزایش ۰/۸۰۹ درصدی در رشد اقتصادی پایدار، و افزایش ۱ درصدی در تولید انرژی تجدیدپذیر بدلیل فراهم نبودن زیرساخت این کشورها سبب کاهش ۰/۰۴۵ درصدی در رشد اقتصادی پایدار می‌گردد. لذا در این کشورها این مصرف انرژی فسیلی است که باعث رشد اقتصادی است که البته با کاهش کیفیت محیط‌زیست همراه است، همانطور که در مدل، افزایش ۱ درصد آلودگی سبب افزایش ۰/۶۵۳ درصدی رشد اقتصادی پایدار است.

۴-۴- رتبه‌بندی کشورهای منتخب

بر اساس جدول ۵پیوست کشورهایی با ثابت‌های بزرگ و معنی‌دار به این معنا است که پارامترهای بیشتری بر پیوند انرژی-رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارند که در مدل شامل نگشته‌اند. تحت چارچوب رشد اقتصادی پایدار، بزرگ‌ترین ضریب معنی‌دار برای امارات و پایین‌ترین آن برای مصر اعمال‌شده است. همچنین کشورهای الجزایر، آنگولا، اندونزی، قزاقستان؛ کویت و کلمبیا مهم نیستند. به‌بیان‌دیگر، علاوه بر پارامترهایی که در معادلات (۴) شامل گشته‌اند، هیچ پارامتر دیگری وجود ندارد که رابطه انرژی-رشدِ تولید ناخالص داخلی در این کشورها را به شکل معنی‌داری توصیف کند.

جدول ۶پیوست نشان‌دهنده رتبه‌ی کشورهای درحال‌توسعه بر اساس رشد اقتصادی پایدار محاسبه‌شده و نسبت تفاوت شاخص رشد اقتصادی پایدار از تولید ناخالص داخلی سرانه، به تولید ناخالص داخلی سرانه یعنی نسبت $M.S.E.G.=(GDP- GDP_{iseg}/GDP)$ است. این نسبت هرچقدر کوچک‌تر باشد رشد اقتصادی یک کشور به‌عنوان یک رشد اقتصاد پایدارتر در نظر گرفته می‌شود. رتبه‌بندی کشورهای درحال‌توسعه از بیشترین رشد اقتصادی تا کمترین و همچنین پایدارترین رشد اقتصاد به ناپایدارترین رشد اقتصاد مطابق جدول ۶ پیوست است.

۴-۵- تحلیل علیت و بحث مربوط به آن

این قسمت مهم از تحلیل مشخص می‌سازد که کدام‌یک از چهار فرضیه (که در قسمت ۱-۵ توضیح داده‌شده‌اند) برای هر مورد اعمال می‌گردد و اینکه سیاست‌گذاری را چطور می‌توان مدیریت کرد به‌طوری‌که بتوانیم انرژی را حفظ کنیم بدون اینکه مانع از رشد تولید ناخالص داخلی یا رشد اقتصادی پایدار گردیم.

جدول ۷ پیوست نتایج آزمون علیت گرنجر میان متغیرهای تحقیق را برای کشورهای منتخب نشان می‌دهد.بر اساس نتایج این جدول، در سطح ۹۵٪ مصرف سرانه انرژی می‌تواند عاملیت رشد اقتصادی پایدار گردد اما در سطح ۹۳٪ سرانه رشد اقتصادی پایدار علت مصرف سرانه انرژی است.(تأیید فرضیه بازخورد قسمت ۱-۵ در سطح ۹۳٪).بین تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید ناخالص داخلی سرانه علیتی وجود ندارد(تائید فرضیه خنثی قسمت ۱-۵). بین سرانه سرمایه ناخالص ثابت و رشد اقتصادی سرانه رابطه علیتی نیست. رابطه علیت بین افزایش سطح آموزش و بهره‌وری در نیروی کار و رشد اقتصادی پایدار برقرار نیست. بین انتشار آلودگی و تولید ناخالص داخلی سرانه به‌طور مستقیم علیتی وجود ندارد. بین اجاره‌بهای سرمایه و تولید ناخالص داخلی سرانه علیتی وجود ندارد. باز بودن تجارت علت رشد اقتصادی سرانه است، همچنین افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه علت رونق تجارت است. تولید انرژی‌های تجدیدپذیر علت مصرف سرانه انرژی است(علیت یک‌طرفه). انتشار آلودگی علت گرانجر مصرف انرژی سرانه است(علیت یک‌طرفه).

۴-۶- الگوی خودرگرسیون برداری با تعیین وقفه و مدل تصحیح خطای برداری:

مطابق با نتایج جدول ۸ و با توجه به تعداد مشاهدات مطالعه و بر اساس معیار شوارتز بیزین، وقفه ۱ به‌عنوان وقفه بهینه در نظر گرفته شده است.

در اینجا با توجه به وجود یک وقفه؛ یعنی ΔY_t روی Δy_{t-1} برازش شده است. جدول۱۰ تعداد بردارهای هم انباشتگی را آزمون می‌کند. برابر نتایج احتمال وجود حداکثر صفر بردار هم انباشتگی رد می‌شود؛ اما وجود یک بردار رد نمی‌شود. بنابراین یک بردار هم انباشتگی وجود دارد. ولی برای یک مدل هشت متغیره؛ برنامه ایویوز هر هشت بردار را برآورد نموده است. با استفاده از جداول(۹) تا (۱۱) پیوست می‌توان معادلات ۷ تا ۱۴ قسمت ۳-۲ را بازنویسی کرد. توضیح اینکه، مقادیر ثابت a_1 از جدول (۱۱) و مقادیر متغیر a_{m*n} بعنوان ضرایب بر اساس وقفه، از جدول (۱۰) جایگذاری می‌شوند.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

۵-۱- نتیجه‌گیری

عطف به نتایج آزمون‌ها پیشنهاد این است که سیاست‌گذاری بر مبنای شاخص رشد اقتصادی پایدار منجر به بینش‌های بیشتری است.این مقاله یک رتبه‌بندی از کشورهای در حال توسعه را که بر

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

مبنای شاخص رشد اقتصادی پایدار مشخص شد؛ ارائه می‌دهد. یافته‌های ما نشان می‌دهد که از منظر شاخص رشد اقتصادی پایدار؛ امارات متحده عربی بیشترین رشد پایدار و کلمبیا کمترین شاخص رشد و از منظر پایداری کلی رشد اقتصاد؛ امارات پایدارترین اقتصاد و نیجریه ناپایدارترین اقتصاد است. ایران علیرغم داشتن تولید ناخالص داخلی بالا؛ اما از منظر رشد پایدار؛ هشتمین اقتصاد پایدار را در این گروه از کشورها دارد.

شرح نتایج عبارت‌اند از:

الف- در کشورهای درحال‌توسعه با توجه به معنادار بودن ضریب تولید انرژی تجدیدپذیر نسبت به متغیر وابسته سرانه رشد اقتصادی پایدار می‌توان گفت که افزایش قدرالسهم این دسته از انرژی‌ها در کل سبد سرانه انرژی‌های مصرفی در بلندمدت باعث افزایش رشد اقتصادی پایدار این کشورها است؛ اما در حال حاضر، با توجه به سطح بالای معنی داری(۹۶٪) و عدم وجود علیت گرنجر بین انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی پایدار به دلیل عدم پیشرفت تکنولوژی در این کشورها؛ ما را بر این داشت که از شواهد موجود برای فرضیه بی‌طرفی پشتیبانی کنیم. ب- سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر بشرط فراهم کردن زیرساختها و تولید داخلی بدون شک افزایش سطح کیفیت محیط‌زیست را در آینده به دنبال داشته و جایگاه کشور دنباله‌رو این منطق را در توسعه پایدار و حرکت به سمت معیارهای جهانی افزایش خواهد داد.

۵-۲- محدودیت‌های تحقیق

این تحقیق نیز دارای موانع و محدودیت‌هایی است که مهم‌ترین آن‌ها نبود اطلاعات کامل در رابطه با متغیرهای مطالعه برای همه کشورها. چراکه یکی از معیارهای انتخاب متغیرها و کشورها، وجود اطلاعات کامل آن‌ها است. در این مطالعه نیز بر مبنای دسترس‌پذیری داده‌ها و همچنین از بین کشورهای مختلف، به دلیل کامل بودن اطلاعات؛ کشورهای بررسی‌شده انتخاب شدند.

۵-۳- پیشنهادهای کاربردی

۱- هر کشور با توجه به شرایط اقلیمی و شناسایی پتانسیل لازم برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند با اقدام‌هایی نظیر شناخت قابلیت‌های سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی و به‌کارگیری توان اجرایی کشور در بخش تولید این‌گونه انرژی‌ها (از طریق خصوصی‌سازی، شفافیت قیمت‌ها، آزادی عمل بانک‌ها در پرداخت تسهیلات، مشوق-های مالی و به‌طورکلی زمینه‌سازی برای افزایش نقش بازار در بخش-های مختلف اقتصادی)؛ زمینه تحقق بیشتر مؤلفه‌های شاخص‌های رفاه اقتصادی پایدار را فراهم کند. ۲- تأمین امنیت انرژی کشورها با کاهش وابستگی به صادرات و واردات نفت و مصرف انرژی‌های فسیلی و افزایش کیفیت سوخت‌های آلاینده و بنزین بی‌کیفیت جهت کاهش مرگ‌ومیر و بیماری‌های صعب‌العلاج ناشی از آلودگی هوا ۳- یک کشور صادرکننده انرژی با تولید ناخالص داخلی بالا، ممکن است با استفاده از سیستم‌های قدیمی نیروگاهی و انرژی‌های فسیلی در چرخه تولید خود آلاینده بیشتری را منتشر کند و افراد جامعه دارای کیفیت پایین زندگی باشند اگرچه مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر بهبود رشد اقتصادی کشورها کمک نماید، اما با تولید انواع انرژی‌های تجدید پذیر بر اساس موقعیت جغرافیایی مناطق مختلف هر کشور؛ می‌توان کشوری دارای محیط‌زیست پاکیزه‌تر بود و مردم شادتری داشت.۴- با توجه به مصرف زیاد و فزاینده سوخت‌های فسیلی و محدود بودن منابع این نوع سوخت‌ها، سیاست‌گذاران به‌خصوص در کشورهای در حال توسعه برنامه‌ریزی دقیقی در جهت استفاده از انرژی‌های تجدید ناپذیر نمایند تا ضمن استفاده بهینه از این انرژی‌ها و حفظ آن‌ها برای نسل‌های آتی، زمینه برای بهبود و تسریع بیشتر رشد اقتصادی پایدار کشور نیز فراهم گردد.۵- سرمایه‌گذاری بخش دولتی و خصوصی در پروژه‌های مربوط به حوزه تولید برق از انرژی‌های تجدید پذیر، بجای نیروگاه‌های برق‌آبی با توجه به بروز خشک‌سالی حال و آینده در اکثر کشورها. ۶- استفاده از تجارب دیگر کشورهای توسعه یافته درزمینه تولید انرژی‌های تجدید پذیر و افزایش سرمایه‌گذاری در بخش تحقیقات و فناوری‌های نوین با بومی نمودن فنّاوری تجهیزات تولید انرژی پاک.۷- فراهم کردن بستر فرهنگی در جامعه جهت آشنایی هر چه بیشتر عامه مردم با مزایای مصرف انواع انرژی‌های تجدید پذیر و صرفه‌جویی در مصرف انرژی فسیلی.۸- تدوین و اجرای سیاست‌های مناسب اقتصادی برای بالا بردن کارایی انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی از طریق به‌کارگیری فزاینده انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش سرمایه-گذاری در این حوزه.

۵-۴- پیشنهادهای آتی

۱-در نظر گرفتن کشورهای بیشتر و گروه‌بندی کردن کشورها با توجه به شاخص‌های اقتصادی۲-در صورت دسترسی به داده‌های بیشتر؛ تعریف پارامترهای بیشتر مؤثر در شاخص رفاه اقتصادی پایدار جامعه‌ی بشری۳-استفاده از روش‌های بهینه‌سازی در رابطه با مصرف سوخت‌های فسیلی و سناریو بندی مصرف انرژی‌های تجدید پذیر در شرایط مختلف اقتصادی۴-استفاده از روش‌های شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی مصرف انواع انرژی‌ها در ایران۵- تخمین میزان موردنیاز تولید انرژی تجدیدپذیر و کاهش آلودگی با تعیین میزان شاخص رفاه اقتصادی پایدار.

مراجع:

[1] Karanfil, F., Li, Y., 2015. Electricity consumption and economic growth: exploring panel-specific differences. Energy Policy 82 (1), 264–277.

[2] Chang, T., Gupta, R., et al., 2015. Renewable energy and growth: evidence from heterogeneous

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

panel of G7 countries using Granger causality. Renew. Sustain. Energy Rev. 52, 1405–1412.
[3] Saunoris, J.W., Sheridan, B.J., 2013. The dynamics of sectoral electricity demand for a panel of US states: new evidence on the consumption-growth nexus. Energy Policy 61, 327–336.
[4] Lawn, P.A., 2003. A theoretical foundation to support the index of sustainable economic welfare (ISEW), genuine progress indicator (GPI), and other related indexes. Ecol. Econ. 44 (1), 105–118.
[5] Huang, B.N., Hwang, M.J., et al., 2008. Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited: a dynamic panel data approach. Ecol. Econ. 67, 41–54.
[6] Apergis, N., Payne, J., 2011. The renewable energy consumption-growth nexus in Central America. Appl. Energy 88, 343–347
[7]Apergis, N., Payne, J.E., 2012. Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus: evidence from a panel error correction model? Energy Econ. 34 (3), 733–738.
[8] Sari, R., Ewing, B.T., et al., 2008. The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in the United States: an ARDL approach. Energy Econ. 30, 2302–2313.
[9] Ozturk, I., Aslan, A., et al., 2010. Energy consumption and economic growth relationship: evidence from panel data for low and middle income countries. Energy Policy 38 (8), 4422–4428.
[10] Castaneda, ˜ B.E., 1999. An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile. Ecol. Econ. 28 (2), 231–244.
[11] Pulselli, F.M., Ciampalini, F., et al., 2006. The index of sustainable economic welfare (ISEW) for a local authority: a case study in Italy. Ecol. Econ. 60 (1), 271–281.
[12] Bec¸ a, P., Santos, R., 2010. Measuring sustainable welfare: a new approach to the ISEW. Ecol. Econ. 69 (4), 810–819.
[13] Menegaki, A.N., Tugcu, C.T., 2016. Rethinking the energy-growth nexus: proposing an index of sustainable economic welfare for Sub-Saharan Africa. Energy Res. Soc. Sci. 17, 147–159.
[14] Menegaki,A. N., & Tugcu, C. T. 2017. Energy consumption and Sustainable Economic Welfare in G7 countries;A comparison with the conventional nexus.Renewable and Sustainable Energy Reviews,69,892–901.
[15] A.N. Menegaki, A.K. Tiwari / Ecological Indicators. 2017. The index of sustainable economic welfare in the energy-growth nexus for American countries, 72, 494–509.
[16] WDI. World Development Indicator, at: https://data.worldbank.org/indicator/eg.use.comm.fo.zs.
[17] Nemati, Morteza; et al., (1393). Sustainable Economic Welfare Index (ISEW) Real Progress Index (GPI) and other related indicators, the first electronic conference on new findings in the environment and agricultural ecosystems, electronically, New Energy and Environment Research Institute, University of Tehran.
[18] Tarazkar, Mohammad Hassan, et al., (1394). Welfare Level Assessment in Iran: Application of Sustainable Economic Welfare Index (ISEW).
[19] Syria; A: Econometrics Volumes One and Two with the use of Eviews. Farhangology Publishing, sixth edition, 2017.

رزومه

محسن پیام فر در تهران متولد شده است (۱۳۵۲). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشگاه دزفول(۱۳۷۶)، کارشناسی‌ارشد توسعه اقتصادی و برنامه‌ریزی از دانشگاه یزد (۱۳۹۲) و در حال حاضر دانشجوی دکتری علوم اقتصادی – اقتصاد انرژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی(۱۴۰۰) است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه انرژی، برنامه‌ریزی و توزیع برق است و در حال حاضر معاون برنامه‌ریزی و مهندسی در مدیریت توزیع برق دزفول است.

خشایار سیدشکری در تهران متولد شده است(۱۳۵۴). دارای دکتری اقتصاد از واحد علوم و تحقیقات تهران و در حال حاضر عضو هیئت‌علمی و استادیار گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی است، دارای سوابق اجرایی مدیر گروه اقتصاد بازرگانی و حمل‌و نقل و پول و بانکداری.

معصومه شجاعی در تهران متولدشده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه شاخص قیمت سهام و رشد و توسعه اقتصادی است. در حال حاضر استادیار گروه مهندسی محیط زیست و منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد پرند است.

نازی محمدزاده اصل در تهران متولدشده است (۱۳۵۸). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی اقتصاد نظری از دانشگاه علامه طباطبایی(۱۳۷۴)، کارشناسی ارشد علوم اقتصادی از دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی(۱۳۷۷) و دکتری اقتصاد از واحد علوم و تحقیقات تهران(۱۳۸۸) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه شاخص قیمت سهام و رشد و توسعه اقتصادی است. در حال حاضر استادیار گروه اقتصاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی است.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

ضمایم و پیوست ها

جدول (۱): مؤلفه‌های GDP_{iseg}، علامت‌ها، روش‌های محاسبه، و منابع داده‌ای برای کشورهای توسعه‌یافته

مؤلفه	علامت	روش محاسبه	منبع /محل دسترسی
۱. درصد وزنی (C_w)	+	ما مصرف شخصی و هزینه‌های کالاهای بادوام (PC) را در ضریب جینی (G) و شاخص فقر(P) همچون: [PC(1-G)(1-P)] ضرب کردیم.	PC :http://data.worldbank.org/indicato/NE.CON.PRVT.CDT.CD G:http://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI P:http://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.2DAY
۲. مخارج عمومی الف- هزینه‌های تحصیل (G_{eh})	+	هزینه‌های عمومی مربوط به تحصیل(هزینه‌های عملیاتی جاری مربوط به تحصیل، ازجمله دستمزدها و حقوق به‌جز سرمایه‌گذاری‌های ثابت بر روی ساختمان‌ها و تجهیزات). با فرض اینکه نصف این هزینه‌ها به‌صورت غیرضروری هستند، ما این مقدار را در ۵۰ درصد ضرب می‌کنیم.	http://worldbank.org/indicator/NY.ADJ.AEDU.CD
۳. مخارج عمومی ب- هزینه‌های بهداشت (G_{eh})	+	هزینه‌های بهداشت عمومی نیز به همان دلیل بالا در ۵۰ درصد ضرب می‌شود.	http://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.PUBI
۴. رشد سرمایه خالص (K_n)	+	از داده‌های مربوط به تراکم سرمایه ثابت (FCA) استفاده کرده‌ایم. ما مصرف سرمایه ثابت (CFC) را از این مقدار کم کرده تا سرمایه خالص را پیدا کنیم و سپس نرخ رشد آن‌ها محاسبه می‌نماییم.	http://data.worldbank.org/ :FCA indicator/NE.GDI.TOTL.CD http://data.worldbank.org/ :CFC indicator/NY.ADJ.DKAP.CD
۵. کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی الف- استهلاک مواد معدنی (N)	-	استهلاک مواد معدنی به نسبت مقدار موجودی منابع مواد معدنی به طول عمر ذخایر باقیمانده است (که حداکثر ۲۵ سال است). این منابع شامل قلع، طلا، سرب، روی، آهن، مس، نیکل، نقره، بوکسیت، و فسفات هستند.	http://data.worldbank.org/indicator/NY.ADJ.DMIN.CD
۶. کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی ب- کاهش انرژی (N)	-	کاهش انرژی به نسبت مقدار موجودی منابع انرژی به طول عمر ذخایر باقیمانده (که حداکثر ۲۵ سال است) گفته می‌شود. این منابع شامل زغال‌سنگ، نفت خام، و گاز طبیعی هستند.	http://data.worldbank.org/indicator/NY.ADJ.DNGY.CD
۷. کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی ج- استهلاک جنگل (N)	-	استهلاک خالص جنگل به‌صورت محصول واحد اجاره‌های منابع و مقدار مازاد برداشت چوب گرد نسبت به رشد طبیعی آن است.	http://data.worldbank.org/indicator/NY.ADJ.DNGY.CD
۸. کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی د- خسارت ناشی از انتشارات CO_2 (تغییرات جوی-خسارات محیطی بلندمدت) (N)	-	برآورد می‌شود که این خسارات برابر با ۲۰ دلار به ازای هر تن کربن (واحد خسارت برحسب دلار آمریکا در سال ۱۹۹۵) ضرب‌در تعداد تن‌های کربن انتشاریافته باشد. برآوردهای بانک جهانی بر مبنای «تغییرات جوی مقداردهی: اقتصاد گلخانه» ساموئل فانخوسر (۱۹۹۵) باشد.	http://data.worldbank.org/indicator/DCO2.CD
توضیحات: این نوع محاسبه GDPiseg توسط منگاکی و تساگاراکیس (۲۰۱۵) و منگاکی و توگسو (۲۰۱۶) اعمال‌شده است. علامت‌گذاری‌های استفاده‌شده در تعریف مؤلفه‌های این جدول، بر اساس علامت‌گذاری‌های معادله (۱) بخش ۳-۱-۱- است. بسته به موجود بودن داده‌ها، برخی از مؤلفه‌های معادله (۱) در محاسبه GDPiseg شامل نگشته‌اند و بنابراین در این جدول نیز نیامده‌اند.			

جدول (۲): آزمون‌های ریشه واحد(کشورهای درحال‌توسعه)

متغیر	مقدار آماره آزمون	سطح معنی‌داری	درجه انباشتگی
lnGDP_ p	-۲/۵۰۴	۰/۰۰۶	I(0)
lnE_p	-۱۴/۲۲۵	۰/۰۰۰	I(1)
lnRES	-۱/۹۹۸	۰/۰۲۲	I(0)
lnK_p	-۱۴/۲۵۸	۰/۰۰۰	I(1)
lnL	-۲/۹۱۲	۰/۰۰۱	I(1)
lnT	-۲/۶۴۹	۰/۰۰۴	I(0)
lnCO2_p	-۲۶/۱۵۱	۰/۰۰۰	I(1)
lnR	-۵/۳۴۲	۰/۰۰۰	I(0)

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022

جدول (۳): آزمون‌های هم انباشتگی کائو(کشورهای درحال‌توسعه)

روش	مقدار آماره t	سطح معنی‌داری
ADF	**-۳/۳۹**	**۰/۰۰۰۳**

جدول (۴): برآورد مدل تحقیق (کشورهای درحال‌توسعه)

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	سطح معناداری
lnE_p	۰/۸۰۹	۰/۰۳۳	۲۴/۲۳	۰/۰۰۰
lnRES	۰/۰۴۵	۰/۰۲۲	۲/۰۸	۰/۰۳۸
lnK_p	-۰/۰۱۷	۰/۰۴۵	-۰/۳۷۶	۰/۷۰۶
lnL	-۰/۰۱۱	۰/۰۲۲	-۰/۴۹۰	۰/۶۲۴
lnCO2_p	۰/۶۵۳	۰/۱۴۷	۴/۴۷	۰/۰۰۰
lnR	-۰/۰۱۸	۰/۰۲۰	-۰/۹۳۴	۰/۳۵۰
lnT	۰/۲۳۱	۰/۰۵۷	۴/۰۴۹	۰/۰۰۰۱
عرض از مبدأ	**۲/۲۷**	**۰/۴۳**	**۵/۲۲**	**۰/۰۰۰**
ضریب تعیین= ۰/۷۷۹	**آماره F= ۲۴۳/۱۱**		**ضریب تعیین تعدیل‌شده= ۰/۷۷۶**	

جدول (۵): تأثیرات برآورد شده ثابت کشورها.

کشور	ضریب مدل سرانه GDPiseg	رتبه‌بندی	مقدار p
الجزایر	۴۴۷	حذف	۰.۵۷
آنگولا	۵۰۷۱	حذف	۰.۴۳
آذربایجان	۱۸۶۲۸	۶	۰.۰۰۰۰
بحرین	۹۲۹۰	۷	۰.۰۲
اکوادور	۳۶۰۲	۱۱	۰.۰۰۰۰
مصر	۱۲۸۳	۱۴	۰.۰۰۰۷
اندونزی	۵۷۱	حذف	۰.۳۲
ایران	۱۳۷۷	۱۳	۰.۰۱
عراق	۵۵۷۶	۱۰	۰.۰۰۰۰
قزاقستان	۵۱۵۸	حذف	۰.۳۲
کویت	۱۶۶۵۱	حذف	۰.۴۶
کلمبیا	۵۵۸۲	حذف	۰.۶۸
مکزیک	۵۶۰۶	۹	۰.۰۰۰۴
مراکش	۱۹۳۵	۱۲	۰.۰۰۰۰
نیجریه	۵۹۰۶	۸	۰.۰۰۰۶
عمان	۱۹۳۸۵	۵	۰.۰۰۰۰
قطر	۵۷۲۱۳	۲	۰.۰۰۰۰
عربستان	۲۱۹۱۸	۳	۰.۰۰۰۰
امارات	۵۹۷۴۲	۱	۰.۰۰۰۰
ونزوئلا	۲۱۹۱۸	۴	۰.۰۰۰۰

توضیحات: یک ستاره نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد و دوستاره نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱۰ درصدی است.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

جدول (۶): رتبه‌بندی کشورهای درحال‌توسعه بر مبنای اقتصاد پایدار و GDPiseg محاسبه‌شده

ردیف	رتبه کشور	M.S.E.G محاسبه‌شده	رتبه کشور	GDP_p (iseg) محاسبه‌شده
۱	امارات	۰/۱۲۷۳۱۲	امارات	۱۳۲۲۲۰۱
۲	قطر	۰/۳۲۶۹۱۵	قطر	۱۲۷۹۸۵
۳	عربستان	۰/۴۵۶۷۸۶	کویت	۴۰۵۸۵۸/۳
۴	بحرین	۰/۵۵۸۸۹۰۷	عربستان سعودی	۳۰۶۰۹۷/۳
۵	عمان	۰/۶۰۱۶۷۸۹	بحرین	۲۶۴۲۴۰/۵
۶	کویت	۰/۶۰۷۹۸۰۰	عمان	۲۰۰۵۴۳/۶
۷	قزاقستان	۰/۶۳۱۸۷۵	مکزیک	۹۳۶۹۱/۵
۸	ایران	۰/۶۴۴۰۶۴	قزاقستان	۷۵۷۳۰/۶
۹	مکزیک	۰/۶۴۴۹۰۸	ایران	۵۶۸۷۷/۷
۱۰	ونزوئلا	۰/۶۴۸۰۶۳	اکوادور	۴۳۱۰۹/۹
۱۱	آذربایجان	۰/۶۵۲۱۵۸	الجزایر	۴۰۴۹۴/۵
۱۲	الجزایر	۰/۶۵۲۵۶۶	عراق	۳۷۰۵۶/۱
۱۳	اکوادور	۰/۶۵۷۲۵۰	ونزوئلا	۳۶۵۱۳/۱
۱۴	کلمبیا	۰/۶۶۳۹۶۴	آذربایجان	۳۶۰۸۸/۳
۱۵	مصر	۰/۶۶۵۶۹۳	اندونزی	۲۵۴۵۹/۱
۱۶	اندونزی	۰/۶۷۷۷۰۲	آنگولا	۲۴۶۶۹/۴
۱۷	عراق	۰/۶۸۰۷۶۵	مراکش	۲۲۵۳۳/۹
۱۸	مراکش	۰/۶۸۲۴۶۲	مصر	۲۱۰۹۶/۹
۱۹	آنگولا	۰/۷۰۱۹۹۳	نیجریه	۱۵۲۲۵/۷
۲۰	نیجریه	۰/۷۱۷۹۱۱	کلمبیا	۱۱۳۵۸

جدول (۷): نتایج آزمون علیت (کشورهای درحال‌توسعه)

ردیف	فرضیه صفر	آماره F	سطح معناداری
۱	LnE_P علت گرنجر ln GDP _P است	۳/۸۶	۰/۰۴
۲	ln GDP _P علت گرنجر lnE_P نیست	۳/۱۹	۰/۰۷
۳	lnRES علت گرنجر ln GDP _P نیست	۱/۲۰	۰/۲۷
۴	ln GDP _P علت گرنجر lnRES نیست	۰/۶۱	۰/۴۳
۵	lnK_P علت گرنجر ln GDP _P نیست	۰/۶۲	۰/۴۳
۶	ln GDP _P علت گرنجر lnK_P نیست	۰/۳۷	۰/۵۴
۷	lnL علت گرنجر ln GDP _P نیست	۰/۹۸	۰/۳۲
۸	ln GDP _P علت گرنجر lnL نیست	۰/۹۵	۰/۳۴
۹	LnCO2_P علت گرنجر ln GDP _P است	۰/۹۶	۰/۳۲
۱۰	ln GDP _P علت گرنجر P_lnCO2 نیست	۰/۸۳	۰/۳۶
۱۱	lnR علت گرنجر ln GDP_P نیست	۲/۶۶	۰/۱۰
۱۲	ln GDP_P علت گرنجر lnR نیست	۰/۱۱	۰/۷۳
۱۳	lnT علت گرنجر ln GDP_P است	۷/۵۸	۰/۰۰۶
۱۴	ln GDP_P علت گرنجر lnT است	۹/۹۲	۰/۰۰۱
۱۵	LnCO2_P علت گرنجر ln E_P است	۵/۲۵	۰/۰۲
۱۶	ln E_P علت گرنجر lnCO2_P است	۰/۳۳	۰/۰۵
۱۷	lnRES علت گرنجر lnE_P است	۴/۶۲	۰/۰۳
۱۸	LnE_P علت گرنجر lnRES نیست	۰/۱۷	۰/۶۷

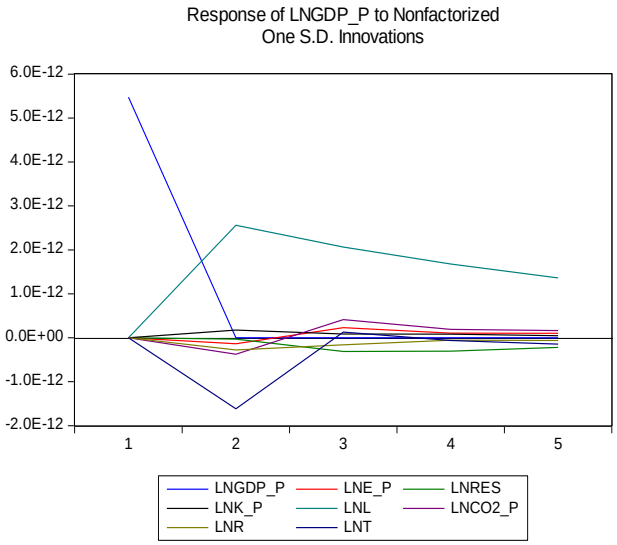
[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

الگوی VAR و تعیین وقفه بهینه:

جدول(۸): مقادیر وقفه

کشورهای درحال‌توسعه			
وقفه	AIC	SC	HQ
۰	-۵۶/۲۴	-۵۶/۰۴	-۵۶/۱۶
۱	-۶۸/۶۶*	-۶۷/۶۹*	-۶۸/۲۷*
۲	-۶۷/۱۴	-۶۵/۳۹	-۶۶/۴۴

نمودار(۱): شوک‌های تجمیعی کشورهای منتخب



مدل تصحیح خطای برداری(VECM):

الف- کشورهای درحال‌توسعه

جدول (۹): مقادیر آماره‌های λ_{trace}

بردار هم جمعی	مقدار ویژه	آماره اثر	مقدار بحرانی ۰.۰۵	احتمال**
None*	۰.۱۲۰۹۰۸	۱۹۰.۹۸۴۱	۱۵۹.۵۲۹۷	۰.۰۰۰۳
At most 1	۰.۰۷۴۰۴۶	۱۲۳.۹۷۳۹	۱۲۵.۶۱۵۴	۰.۰۶۲۷
At most 2	۰.۰۶۵۱۹۲	۸۳.۹۶۹۹۹	۹۵.۷۵۳۶۶	۰.۲۴۴۶
At most 3	۰.۰۳۸۳۹۴	۴۸.۹۱۴۵۲	۶۹.۸۱۸۸۹	۰.۶۸۴۲
At most 4	۰.۰۲۴۲۹۱	۲۸.۵۵۶۰۳	۴۷.۸۵۶۱۳	۰.۷۸۹۰
At most 5	۰.۰۱۵۰۶۵	۱۵.۷۶۸۸۳	۲۹.۷۹۷۰۷	۰.۷۲۸۴
At most 6	۰.۰۱۰۹۰۱	۷.۸۷۵۴۹۵	۱۵.۴۹۴۷۱	۰.۴۷۸۸
At most 7	۰.۰۰۴۱۷۵	۲.۱۷۵۶۶۲	۳.۸۴۱۴۶۶	۰.۱۴۰۲

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

جدول (۱۰): ضرایب تعدیل نامحدود (α)

D(LNGDP_P)	۰.۰۱۵۷۷۲	-۰.۰۰۱۱۲	۰.۰۰۰۲۸۹	-۰.۰۱۰۱۳۵	-۰.۰۰۲۹۲۳	-۰.۰۰۶۲۹۶	۰.۰۰۱۱۲۷	۰.۰۰۱۸۰۳
D(LNE_P)	۰.۰۰۲۸۹۸	-۰.۰۰۰۷۵۵	۰.۰۱۰۲۳۶	۰.۰۰۶۰۳۱	-۰.۰۰۶۳۶۶	-۰.۰۰۳۱۰۶	۰.۰۰۸۲۷۵	-۰.۰۰۰۲۴۰
D(LNRES)	-۰.۰۰۱۷۵	۰۰۳۱۱۱.	-۰.۰۰۴۳۰	-۰.۰۰۸۷۵	-۰.۰۰۱۹۷	۰.۰۰۲۲۷۴	۰.۰۰۲۳۸۶	-۰.۰۰۳۲۷۳
D(LNK_P)	-۰.۰۳۰۷۳	۰.۰۰۴۰۷۰	۰.۰۰۲۸۹۵	-۰.۰۱۲۸۹	-۰.۰۰۱۸۰	۰.۰۰۱۱۴۸	۰.۰۰۴۶۷۷	۰.۰۰۶۱۴۹
D(LNL)	-۹/۴۳×۱۰^-۵	۰.۰۰۰۲۲۰	-۰.۰۰۳۰۹	۰.۰۰۰۶۱۵	۰.۰۰۰۶۶۲	۰.۰۰۰۵۵۶	۰.۰۰۰۴۱۶	۰.۰۰۰۲۲۳
D(LNCO2_P)	-۰.۰۱۰۴۷	-۰.۰۲۴۰۵	-۰.۰۰۱۳۸	-۰.۰۰۴۲۰	۰.۰۱۰۳۱۴	-۰.۰۰۳۴۴	-۰.۰۰۰۳۹	-۰.۰۰۰۴۵۴
D(LNR)	-۰.۰۰۱۲۴	۰.۰۳۷۹۳۱	۰.۰۱۷۴۱۸	-۰.۰۱۱۶۰	۰.۰۳۲۰۲۸	۰.۰۰۶۵۵۱	-۰.۰۰۷۵۰	۰.۰۰۱۲۷۳
D(LNT)	-۰.۰۳۴۸۶	۰.۰۲۱۰۴۷	-۰.۰۱۲۲۴	۰.۰۰۱۳۷۶	۰.۰۰۱۹۸۲	-۰.۰۱۴۱۹	-۰.۰۰۴۹۲	-۰.۰۰۱۰۱۱

منبع: خروجی نرم‌افزار ایویوز

جدول (۱۱): نرمال‌سازی ضرایب تعدیل معادله اول(α)	
D(LNGDP_P) خطای استاندارد	- ۰.۰۲۷۸۹۳ (۰.۰۰۷۲۳)
D(LNE_P)	- ۰.۰۰۵۱۲۵ (۰.۰۰۸۳۶)
D(LNRES)	- ۰.۰۰۳۰۹۳ (۰.۰۰۶۱۳)
D(LNK_P)	۰.۰۵۴۳۵۴ (۰.۰۱۱۹۳)
D(LNL)	۰.۰۰۰۱۶۷ (۰.۰۰۱۱۸)
D(LNCO2_P)	۰.۰۱۸۵۱۴ (۰.۰۰۹۴۵)
D(LNR)	۰.۰۰۲۱۸۷ (۰.۰۲۲۰۸)
D(LNT)	۰.۰۶۱۶۴۹ (۰.۰۱۴۳۷)

منبع: خروجی نرم‌افزار ایویوز

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022

Investigating the Impact of Renewable Energy Consumption on Sustainable Economic Welfare Index in Developing Countries (1990-2018)

Mohsen Payamfar[1], Khashayar Seyed Shokri[2*], Masoomeh Shojaee[3], Nazi Mohammadzadeh Asl[4]

1- PhD Student, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
mpayamfar@gmail.com
[*]2- Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, ksshokri@yahoo.com
3- Assistant Professor, Department of Environment and Natural Resources, Parand Branch, Islamic Azad University, Parand, Iran
4- Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract: This study examines the impact of renewable energy consumption on the sustainable economic growth index (As a measure of the welfare of developing countries in the current situation) in twenty developing countries; Using the fixed effects model and multivariate panel model from 1990 to 2018 by providing a basic index for sustainable economic growth that includes economic variables and an environmental component; Pays and then ranks. After static analysis of variables; Cao method for co-accumulation and Granger causality were used to determine the direction of the relationship. In addition to per capita energy consumption and renewable energy production, the variables; Gross per capita gross fixed capital formation (percentage of GDP); work force; Per capita emission index of pollutants as an index of environmental constraints; Capital leases; Degree of commercial openness; Is used. The results showed that the increase in per capita energy consumption, except for renewable energy; It has an impact on sustainable economic growth and there is a two-way relationship between energy consumption and pollution emissions. In the ranking discussion it was identified; The UAE has the highest and Nigeria the lowest sustainable economic growth.

Keywords: Capital leases; Gross Domestic Product (GDP), Sustainable Economic growth Index, Energy Saving; Degree of commercial openness.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-06-27]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1400.10.4.5.6]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 10, No. 4 Winter 2022