فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال بیستم / شماره ۸۲/ پاییز ۱۴۰۳ / صفحات ۲۶۰-۲۳۷

بررسی و آزمون وجود رابطه علی بین متغیرهای مصرف سوخت‌های فسیلی، انرژی‌های پاک و رشد اقتصادی در منتخبی از کشورها

هانیه اسکندری
دکتری علوم اقتصادی، دانشگاه شهید چمران اهواز، hanieh_eskandary@yahoo.com
محمد امین احمدی
دانشجوی دکتری مدیریت قراردادهای بین المللی نفت و گاز، دانشگاه امام صادق(ع)، ahmadiamin7494@gmail.com
غلامعلی رحیمی[1]
عضو هیات علمی موسسه مطالعات بین المللی انرژی، alirahimigh2000@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۰۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۰

چکیده

این مطالعه به بررسی و تبیین رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی پاک (هسته‌ای و تجدیدپذیر) و انرژی غیرپاک (انرژی فسیلی) و رشد اقتصادی با استفاده از داده‌های پانل طی دوره‌ای ۲۰۲۰-۱۹۸۰پرداخته است. به منظور بررسی رابطه بین متغیرها در بلندمدت از آزمون علیت پانلی استفاده شده است. نتایج تجربی نشان‌دهنده‌ی وجود رابطه هم‌جمعی بین متغیرها است. براساس نتایج بدست آمده، کشش درآمدی مصرف انرژی هسته‌ای، مصرف انرژی تجدیدپذیر و مصرف سوخت‌های فسیلی بین صفر و یک قرار داشته که بیان‌گر این می‌باشد که انرژی هسته‌ای، تجدیدپذیر و سوخت‌های فسیلی برای کشورهاکالایی ضروری به شمار می‌رود. همچنین با افزایش یک درصد مصرف انرژی هسته‌ای، مصرف انرژی تجدیدپذیر و مصرف سوخت‌های فسیلی تولید ناخالص داخلی به ترتیب به میزان ۰/۰۶۹ درصد، ۰/۱۷۶درصد و ۰/۳۹۸الی ۰/۷۴۹درصد افزایش می‌یابد. تجزیه و تحلیل علیت در کوتاه‌مدت حاکی از وجود رابطه‌ی علی دو طرفه در کوتاه‌مدت بین مصرف انرژی فسیلی با رشد اقتصادی، مصرف انرژی هسته‌ای و انرژی تجدیدپذیر است. همچنین نتایج حاکی از وجود رابطه‌ی علی یک طرفه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی نیز می‌باشد. همچنین در بلند مدت رابطه‌ی علی دو طرفه از رشد اقتصادی، به مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی و مصرف انرژی تجدید پذیر و رابطه علی یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی هسته‌ای برقرار است.

طبقه‌بندی JEL: Q4, K32, P28, P28, C33, O13, Q43.
کلید واژه‌ها: سوخت فسیلی، انرژی پاک، رشد اقتصادی، علیت پانلی.

---

۱. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

۱- مقدمه

بخش انرژی زیربنای اساسی فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی هر کشوری به شمار می‌رود. با توجه به محدودیت منابع انرژی فسیلی از یک‌سو و افزایش میزان مصرف انرژی از سوی دیگر، نمی‌توان تنها به منابع موجود انرژی اتکا نمود. رشد و پیشرفت اقتصادی و یا حتی ادامه شرایط فعلی زندگی در جامعه بشری در آینده بدون اطمینان از عرضه انرژی به قیمت مناسب ناممکن به‌نظر می‌رسد. آثار زیست محیطی مربوط به هر نوع تولید انرژی در میزان‌های فعلی به سمت شرایط غیرقابل قبولی پیش می‌روند.

انرژی‌های تجدیدپذیر[1] و همچنین انرژی هسته‌ای[2] به‌عنوان انرژی‌های پاک به دور از آلودگی زیست محیطی می‌توانند در کاهش انتشار گازهای آلاینده همچون دی‌اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای نقش مهمی ایفا کنند. بنابراین، ضرورت سالم نگه‌داشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت‌های برق رسانی و تأمین سوخت برای نقاط و روستاهای دور افتاده، استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی بادی، انرژی خورشیدی، هیدروژنی و غیره می‌توانند در هر اقتصادی جایگاه ویژه‌ای داشته و از این دیدگاه در سیاست‌گذاری بخش انرژی کشورها نقش مهمی ایفا کنند. این نوع از انرژی‌ها روزبه‌روز سهم بیشتری در سامانه تأمین انرژی برعهده می‌گیرند (فطرس، ۱۳۹۰).

رشد و توسعه اقتصادی از اهداف اصلی سیاستگذاری اقتصادی است. براساس یافته‌های محققان، بین روند رشد مصرف انرژی در کشورهای جهان و به سطح رشد اقتصادی وابستگی وجود دارد(فطرس و جبرائیلی،۱۳۹۰).

در مطالعات اخیر آپرچیس و پین (۲۰۱۳)، و پی و فو[3] (۲۰۱۳)، مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر که شامل انرژی هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی می‌شود به‌عنوان مصرف کل انرژی در نظر گرفته شده است. بنابراین ما نیز در این مطالعه به دنبال بررسی رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و هسته‌ای به عنوان انرژی پاک و سوخت‌های فسیلی به عنوان انرژی غیرپاک به‌ترتیب با رشد اقتصادی هستیم. در اینجا بین دو هدف تمایز قائل می‌شویم. مصرف انرژی پاک (انرژی هسته‌ای و تجدید پذیر) و

1. Renewable Energies
2. Nuclear
3. PAO AND FU

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

رشد اقتصادی همچنین مصرف انرژی غیرپاک (سوخت‌های فسیلی) و رشد اقتصادی، به‌منظور بررسی جایگزین کردن انرژی پاک به جایی مصرف انرژی غیرپاک. از جمله دلایل استفاده از انرژی پاک به جای انرژی غیرپاک رسیدن به یک اقتصاد سبز جهانی[1] است. اگر نیاز جهانی برای انرژی پاک وجود داشته باشد، استفاده از انرژی هسته‌ای تکامل یافته به وسیله‌ی منابع تجدید پذیر ضروری است.

در این مطالعه، ما یک مدل تولید کل یک بخشی نئوکلاسیک را به کار می‌بریم که در آن سرمایه، نیروی‌کار، مصرف انرژی تجدیدپذیر ، هسته‌ای و مصرف انرژی فسیلی به‌عنوان ورودی جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد تا تأثیر نسبی هر نوع مصرف انرژی بر رشد اقتصادی مورد بررسی قرار گیرد. در این چارچوب، از یک مدل تصحیح خطا برداری (VECM)[2] برای بررسی همجمعی بین متغیرها و بررسی رابطه علیت پانلی استفاده شده است.بنابراین در ادامه، بعد از بیان مبانی نظری موضوع مورد بررسی و مطالعات انجام شده، به برآورد مدل و تحلیل و تفسیر نتایج حاصل از تخمین و تعیین بردار هم‌انباشتگی با استفاده از آزمون FMOLS و نتایج حاصل از آزمون‌های علیت پانلی پرداخته شده است.

بنابراین در ادامه، بعد از بررسی مطالعات انجام شده و بیان مبانی نظری موضوع مورد بررسی، به برآورد مدل و تحلیل و تفسیر نتایج حاصل از تخمین و تعیین بردار هم‌انباشتگی با استفاده از آزمون FMOLS و نتایج حاصل از آزمون‌های علیت پانلی پرداخته شده است.

۲- پیشینه پژوهش

در دهه‌های گذشته مطالعات با استفاده از داده‌های پانلی به منظور بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، مصرف انرژی تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی (آپرچیس وپین، ۲۰۱۰،۲۰۱۲،۲۰۱۳)، و همچنین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی (لی و چیو[3]،۲۰۱۱. آپرچیس و پین،۲۰۱۰)، توجه بسیاری از محققان را به خود جلب کرده است. در واقع درک این که تا چه حد مصرف انواع مختلف انرژی، به فرآیند رشد

1. Global Green Economy
2. Vector Error Correction Model
3. Lee and Chiu

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

اقتصادی کمک می‌کند مهم است. جهت‌های مختلف علیت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی منجر به پیامدهای سیاستی متفاوتی می‌شود. با فرض وجود همبستگی مثبت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی سیاست‌های حفاظت از انرژی که مصرف انرژی را کاهش می‌دهد، ممکن است منجر به کاهش رشد اقتصادی شود.(آپرچیس و پین،۲۰۱۳). با توجه به مطالعات ازوتورک (۲۰۱۰)، متفاوت بودن نتایج در مورد جهت علیت بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی از تفاوت در مشخصه کشورها، مدت زمان مورد بررسی، روش‌های اقتصاد سنجی و مصرف انواع مختلف انرژی ناشی می‌شود . در جدول (۱)، نتایج تجربی رابطه‌ی علیت بین انواع مختلف مصرف انرژی و رشد اقتصادی با استفاده از داده‌های پانل به‌طور خلاصه آورده شده است.

جدول ۱. رابطه علیت بین انواع مختلف مصرف انرژی و رشد اقتصادی

A: بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی تجدیذیر و تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی				
نویسنده	**روش**	**دوره**	**کشور یا کشورها**	**نتایج**
آپرچیس و پین	پانل هم‌انباشتگی	۱۹۹۰-۲۰۰۷	۲۵ کشور توسعه یافته و ۵۵ کشور در حال توسعه	**RE ↔ Y** ***N*RE ↔ Y**
آپرچیس و پین	پانل هم‌انباشتگی	۱۹۹۰-۲۰۰۷	۱۶کشور	**RE ↔ Y** ***N*RE ↔ Y**
آپرچیس و پین	پانل هم‌انباشتگی	۱۹۹۰-۲۰۰۷	۸۰ کشور	**RE ↔ Y** ***N*RE ↔ Y**
آپرچیس و پین	پانل هم‌انباشتگی	۱۹۹۰-۲۰۰۷	۶ کشور آمریکای مرکزی	**RE ↔ Y** ***N*RE ↔ Y**
آپرچیس و پین	پانل هم‌انباشتگی	۱۹۹۰-۲۰۰۷	۹ کشور آمریکای جنوبی	**RE ↔ Y** ***N*RE ↔ Y**
B: مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی				
آپرچیس و پین	پانل هم‌انباشتگی	۱۹۸۰-۲۰۰۵	۱۶ کشور	**NU → Y**
آپرچیس و پین	پانل هم‌انباشتگی	۱۹۸۴-۲۰۰۷	۱۹ کشور توسعه یافته و در حال توسعه	**NU ↔ Y**
naz	آزمون علیت پانل	۱۹۸۰-۲۰۰۷	۱۴ کشور عضو OECD	
لی و چو	پانل هم‌انباشتگی	۱۹۷۱-۲۰۰۶	۶ کشور صنعتی با درامد بالا	**Y → NU**

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

یادداشت: RE,NRE,NU,Y به ترتیب نشان‌دهنده انرژی تجدید پذیر، انرژی تجدیدناپذیر، انرژی هسته‌ای و تولید ناخالص واقعی می‌باشد. →و↔ به ترتیب نشان‌دهنده وجود رابطه علیت یک طرفه و دوطرفه می‌باشد.

آپرجیس و پین (۲۰۱۱)، رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی را در دوره زمانی ۲۰۰۷-۱۹۹۰ در ۲۵ کشور توسعه یافته و ۵۵ کشور در حال توسعه با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی پانل و مدل تحصیح خطا مورد بررسی قرار دادند، نتایج حاصل از مطالعه‌ی آنها بیانگر وجود رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی می‌باشد. همچنین یافته‌های آنها نشان‌دهنده‌ی اهمیت هر دو منبع انرژی برای توسعه اقتصادی پایدار در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته است. همچنین آنها پیشنهاد کردند افزایش در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند جایگزین انرژی‌های تجدیدناپذیر گردد.

آپرجیس وپین (۲۰۱۱)، در مطالعه‌ی به بررسی رابطه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با رشد اقتصادی در ۸۰کشور طی دوره زمانی (۲۰۰۷-۱۹۹۰) با استفاده از روش هم‌انباشتگی پانلی پدرونی و تصحیح خطا برداری پانلی پرداخته‌اند، نتایج حاکی از وجود رابطه‌ی بلند مدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، سرمایه ونیروی کار می‌باشد. همچنین در بلند مدت و کوتاه مدت رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر دوطرفه است.

مطالعات اندکی به بررسی رابطه بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. در جدول یک خلاصه‌ی از مطالعات انجام شده با استفاده از داده‌های پانل نشان داده شده است. در ادامه برخی از این مطالعات را بیشتر توضیح می‌دهیم.

آپرچیس و پین (۲۰۱۰)، با استفاده از روش پنل چند متغیره برای ۱۶ کشور طی دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۸۰ به بررسی رابطه بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی پرداخته‌اند. نتایج مطالعه‌ی آنها حاکی از وجود رابطه علیت یک طرفه از مصرف انرژی هسته‌ای به رشد اقتصادی در بلند مدت و همچنین رابطه علیت دوطرفه در کوتاه مدت می‌باشد. آنها پیشنهاد کردند که افزایش در تولید انرژی هسته‌ای تأثیر مثبتی بر رشد اقتصادی و محیط زیست دارد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

nazlioglu و همکاران (۲۰۱۱)، با استفاده از رابطه علیت پانلی به بررسی رابطه علیت بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی در ۱۴ کشور عضو OECD طی دوره زمانی ۲۰۰۷-۱۹۸۰ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد در مجارستان رابطه علیت یک طرفه از مصرف انرژی هسته‌ای به رشد اقتصادی موجود بوده است و رابطه علیت در بریتانیا و اسپانیا معکوس بوده است. و در ۱۱ کشور دیگر هیچ رابطه علیتی موجود نبوده است.

لی و چو(۲۰۱۲)، با استفاده از روش هم‌انباشتگی پانل طی دوره زمانی ۲۰۰۶-۱۹۷۱ برای شش کشور کاملا صنعتی رابطه بین قیمت نفت، مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی را بررسی کرده‌اند. نتایج آنها نشان می‌دهد که انرژی هسته‌ای و نفت هریک می‌توانند جایگزین یکدیگر باشند. همچنین رابطه علیت یک طرفه در بلندمدت از رشد اقتصادی به مصرف انرژی وجود دارد.

در ایران مطالعات بسیاری به بررسی رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی پرداخته‌اند اما مطالعات اندکی به بررسی رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی پرداخته‌اند.

فطرس و همکاران (۱۳۹۰)، در مطالعه‌ی با استفاده از داده‌های آماری طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۸۰ و با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد پانلی، هم‌انباشتگی پانلی و آزمون حداقل مربعات معمولی پویا، تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر را در دو گروه از کشورهای عضو OECD و غیر عضو بررسی کردند. نتایج حاکی از آن است که رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرهای رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر در بلندمدت بین دو گروه منتخب وجود داشته است. همچنین، طی دوره مورد بررسی میزان اثرگذاری بلندمدت مصرف انرژی بر رشد اقتصادی تجدیدپذیر در کشورهای عضو OECD بیشتر از کشورهای غیر عضو OECD است.

فطرس و همکاران(۱۳۹۱)، در مطالعه‌ای به بررسی رابطه علیت پانلی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در مناطق مختلف جهان طی دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۸۰ با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی و علیت پانلی پرداخته‌اند. نتایج حاکی از وجود رابطه‌ی هم‌انباشتگی بین متغیرها آن است که در مناطق منتخب جهان در بلندمدت است. اثرگذاری مصرف انرژی تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی، به‌ترتیب، در

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

مناطق آسیا، اقیانوسیه، آمریکا، اروپا، خاورمیانه و آفریقا است. نتایج حاصل از آزمون علیت، نشان‌دهنده وجود رابطه علی یک‌جانبه مصرف انرژی تجدیدپذیر به سمت رشد اقتصادی در کشور آمریکا در بلند مدت و کوتاه مدت است. رابطه علی یک‌جانبه‌ای از رشد اقتصادی به مصرف انرژی تجدیدپذیر در اروپا در بلندمدت و کوتاه مدت وجود دارد. رابطه علی یک‌جانبه‌ای در کوتاه مدت از مصرف انرژی تجدیدپذیر به رشد اقتصادی در آفریقا و خاورمیانه وجود دارد. اما شواهد نشان‌دهنده وجود رابطه علی یک‌جانبه در بلند مدت از مصرف انرژی تجدیدپذیر به رشد اقتصادی در خاورمیانه است. و در آفریقا حاکی از وجود رابطه دوجانبه است. در بلندمدت رابطه علی یک‌جانبه و در کوتاه مدت رابطه علی دوجانبه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی تجدیدپذیر در آسیا و اقیانوسیه وجود دارد.

۳- مبانی نظری

میزان دسترسی بنگاه‌های اقتصادی به عوامل تولید، سطح تولید بنگاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. تخصیص متفاوت عوامل تولید، نتایج متفاوتی بر میزان تولید کالاها و خدمات دارد. تولید بنگاه‌ها، تولید کل و نهایتا سطح رشد اقتصادی را تعیین خواهد کرد. بنابراین عوامل تولید از طریق تغییر در تولید بنگاه، رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. براین‌اساس اگر تولید بنگاه تابعی از عوامل مختلف باشد، خواهیم داشت:

$$Q = f(x_i) \qquad (۱)$$

Q تولید کل داخلی و x_i عوامل مختلف تولید است. در این رابطه بین استفاده از این عوامل و سطح تولید رابطه مستقیم وجود دارد.

در این بخش مبانی نظری رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی از دیدگاه چند تن از نظریه‌پردازان مطرح می‌شود. اقتصاددانان نئوکلاسیک برندت و وود[1](۱۹۷۹) ، در مطالعه‌ی خود انرژی را به‌عنوان یک‌عامل تولید، در تابع تولید کل در نظر گرفتند، که ارتباط آن با نیروی کار ضعیف و جدایی‌پذیر است. تابع تولید پیشنهادی آنها به‌صورت ذیل است:

1. Bernt and Wood

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

$$Q = f[G(K.E).L] \quad (۲)$$

در رابطه فوق Q تولید کل، K عامل سرمایه، L عامل نیروی کار و E عامل انرژی است.

آنها معتقد به ترکیب انرژی و سرمایه با یکدیگر هستند، که منجر به ایجاد عامل تولیدی G خواهد شد. سپس برای تولید محصول با کار ترکیب می‌شود.

استرن[1] (۱۹۳۳)، از اقتصاددانان اکولوژیست مانند آیرس و نایر[2] (۱۹۸۴)، نقل می‌کند که انرژی تنها و مهمترین عامل رشد است، بنابراین کالاهای تولیدی در اقتصاد حتی نیروی انسانی آموزش ندیده با صرف مقادیر فراوان انرژی، حاصل شده و در تولید استفاده می‌شود. همچنین، اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برندت (۱۹۷۸)، و دنیسون[3] (۱۹۸۵)، بیان می‌کنند که انرژی به‌طور غیر مستقیم بر سرمایه و نیروی‌کار اثر می‌گذارد و از این طریق بر رشد اقتصادی تاثیر گذار است. استرن و کلولند[4] (۲۰۰۴) در مکتب نئوکلاسیک، بین مصرف انرژی و فعالیت‌های اقتصادی رابطه ذیل را به‌صورت تابع تولید بیان نموده‌اند:

$$(Q_1. \dots . Q_m) = f(A. X_1. \dots . X_n. E_1. \dots . E_p) \quad (۳)$$

در رابطه (۳) Q_i تولید کالاها و خدمات مختلف، A وضعیت تکنولوژیکی یا شاخص بهره‌وری کل عوامل، X_i نهاده‌های مختلف تولیدی از قبیل نیروی کار و سرمایه، E_i نهاده‌های متفاوت انرژی مثل نفت و زغال سنگ است. در این تابع، رابطه بین انرژی و تولید کل تحت تاثیر عواملی مثل تغییرات تکنولوژیکی، جانشینی بین انرژی و سایر نهاده‌ها، تغییر ترکیب عوامل انرژی و تغییر ترکیب محصول تولیدی است. در نظریه‌های جدید رشد هر چند که عامل انرژی وارد مدل شده است، ولی در مدل‌های مختلف اهمیت آن یکسان نیست(فطرس و جبرائیلی، ۱۳۹۰).

پکروسکی[5] (۲۰۰۳)، فرض می‌کند که اقتصاد ترکیبی از دو بخش انرژی (G) و غیر انرژی (C) است که توابع تولید بخش‌های انرژی و غیر انرژی به ترتیب به وسیله معادله‌ی (۴) و(۵) بیان شده‌اند:

1. Stern
2. Ayrest and Nair
3. Denison
4. Stern and Cleveland
5. Pokrovski

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

$$C = C(L_c.K_c.G) \quad (۴)$$

$$G = C(L_G.K_G) \quad (۵)$$

معادله (۴)، نشان می‌دهد که تولید بخش انرژی (G)، اثر خارجی (صرفه‌ی اقتصادی)[1] برای تولید بخش غیرانرژی (C)، به وجود می‌آورد.

۴- مدل

در این مطالعه برای بررسی رابطه بین انواع مختلف مصرف انرژی و رشد اقتصادی و همچنین بررسی امکان جایگزینی بین انرژی‌های تجدیدپذیر، هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی در منتخبی از کشورها از مدل آپرجیس و پین (۲۰۱۱) استفاده می‌کنیم. در واقع مبنای آن بر اساس تابع تولید نئوکلاسیکی است که تولید را تابع انرژی، سرمایه و نیروی‌کار می‌داند، به این معنا که:

$$Y_t = f(E_t.K_t.L_t) \quad (۶)$$

در اینجا Y نشان دهنده‌ی، تولید کل یا تولید ناخالص داخلی واقعی، E متغیرهای مربوط به انرژی، K سهم سرمایه، L نیروی کار و اندیس t نشان دهنده زمان است. این مدل بیان می‌کند که از نظر اقتصادی Y ارزش افزوده ایجاد شده به وسیله عوامل تولید k، l و E می‌باشد.

می‌توانیم برای بررسی وجود رابطه‌ی تعادلی بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، سرمایه، نیروی‌کار و مصرف انرژی و همچنین تجزیه و تحلیل روابط علی کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها از روش همجمعی چند متغیره و آزمون علیت پانلی استفاده کنیم (آپرچیس و پین، ۲۰۱۳). E در فرمول (۶)، نشان‌دهنده‌ی مجموع انرژی تجدیدپذیر R و تجدیدناپذیر NR می‌باشد. در این مطالعه به‌جای E، از انرژی پاک و غیرپاک استفاده می‌کنیم لازم به ذکر است که منظور از انرژی پاک، انرژی هسته‌ای و انرژی تجدیدپذیر است و انرژی غیر پاک، انرژی فسیلی می‌باشد. انرژی هسته‌ای به تمامی انرژی‌های دیگر قابل تبدیل است ولی هیچ انرژی به انرژی هسته‌ای قابل تبدیل نیست. گسترش انرژی هسته‌ای در جهان، نقش مهمی در کاهش آلودگی و کاهش

1. Externality Effect

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

انتشار گازهای گلخانه‌ای ایفا می‌کند، زیرا وقتی انرژی هسته‌ای تولید می‌شود، هیچ چیز از نظر عرفی نمی‌سوزد. به عبارت دیگر، اکسید نمی‌شود و گازهای سمی و مضر تولید نمی‌گردد. در این راستا یک روش برای به حداقل رساندن نوسانات قیمت انرژی‌های فسیلی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، افزایش و رواج تولید انرژی‌های هسته‌ای می‌باشد. انرژی هسته‌ای یک منبع سوخت جایگزین مناسب برای منابع فسیلی می‌باشد (آکینلو[1]،۲۰۰۸). همچنین در سیستم‌های جدید انرژی انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی دارند. از نقاط مثبت این انرژی‌ها، بازدهی بالاتر، هزینه‌های نگه‌داری و بهره‌برداری کمتر، عمر طولانی، منابع مصرفی تجدید پذیر تکنولوژی‌های مربوط به آن فراهم است. فراهم بودن انواع منابع جدید انرژی برای کشورهای جهان، درجهت رشد اقتصادی آنها اهمیت فراوان دارد(فطرس و همکاران، ۱۳۹۳).

بنابراین چارچوب تابع تولید را به‌صورت معادله (۷) می‌نویسیم.

$$Y_{it} = f(C_{it}.F_{it}.K_{it}.L_{it}) \qquad t = 1.\ldots.T \qquad i = 1.\ldots.N \qquad (۷)$$

در معادله فوق اندیس i و t به‌ترتیب نشان دهنده‌ی کشور و زمان است. Y تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه، K سرمایه ثابت ناخالص واقعی ، L کل نیروی‌کار، C مصرف انرژی پاک مجموع انرژی‌های تجدیدپذیر R یا انرژی هسته‌ای N، و F مصرف انرژی غیر پاک یا مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی است.

در تجزیه و تحلیل تجربی، وجود یک رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرها را در معادله (۷) مورد آزمون قرار می‌دهیم. و با استفاده از مدل تصحیح خطا (ECM) به بررسی و کشف روابط پویا بین متغیرها در کوتاه مدت و بلندمدت می‌پردازیم. بنابراین رابطه بین متغیرهها را براساس معادله زیر می‌نویسیم.

$$Y_{it} = \beta_{0i} + \beta_{1i}C_{it} + \beta_{2i}F_{it} + \beta_{3i}K_{it} + \beta_{4i}L_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (۸)$$

ε_{it} در معادله (۸)، نشان دهنده‌ی جمله خطاست که شامل سایر عوامل مؤثر بر تولید ناخالص داخلی است همچنین LN نشان دهنده‌ی لگاریتم متغیرها می‌باشد.

منبع داده‌های تولید ناخالص داخلی، سرمایه ناخالص ثابت و نیروی‌کار شاخص توسعه‌ی بانک جهانی[2] ۲۰۱۳ و منبع داده‌های مربوط به انرژی سازمان اطلاعات انرژی[3]

1. Akinlo
2. Word Development Indicators
3. Energy Information Adminis tration

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

است. تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه و سرمایه ثابت ناخالص واقعی بر حسب دلار (سال پایه ۲۰۰۵)، است. و انرژی برحسب بیلیون کیلو وات ساعت می‌باشد. جامعه آماری تحقیق حاظر نیز منتخبی از کشورها در بازه‌ی ۲۰۱۴-۱۹۸۰است که داده‌ها و اطلاعات آنها در دسترس بوده است.

گروه کشورهای منتخب که برخوردار از انرژی هسته‌ای می‌باشند شامل، بلژیک، چین، پاکستان، آفریقای جنوبی، ایران، فنلاند، فرانسه، هند، روسیه، ژاپن، مکزیک، سوئد، اکراین، اسلواکی، قزاقستان، آلمان، اسپانیا، ارمنستان و کره می‌باشند.

برای برآورد مدل اقتصاد سنجی از داده‌های پانل موجود طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۸۰ برای گروهی از کشورها استفاده شده است. در بحث روش تحقیق نخست مانایی متغییرها با استفاده از آزمون ریشه واحد، ایم، پسران و شین (۲۰۰۳) بررسی شده است. سپس هم‌انباشتگی داده‌ها با استفاده از آماره‌های هم‌انباشتگی پانلی پدرونی و کائو (۲۰۰۴) آزمون شده است. در ادامه نیز رابطه بلندمدت با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا (FMOLS)[1] برآورد شده است. در نهایت، رابطه‌ی علی بین متغیرها با استفاده از علیت پانلی و براساس تصحیح خطای برداری پانلی تخمین زده خواهد شد. نرم‌افزار مورد استفاده در این مقاله ایویوز ۸[2] می‌باشد.

۵- آزمون‌های ریشه واحد در داده‌های پانلی

اغلب مدل‌های اقتصادسنجی که در دهه‌های قبل مورد استفاده قرار می‌گرفت بر فرض مانایی سری‌های زمانی استور بود. چنانچه متغیرها مانا باشند تخمین‌های حاصل مشکل رگرسیون ساختگی را نخواهند داشت، اما چنانچه متغیرها مانا نباشند می‌بایست رابطه هم‌انباشتگی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل بررسی شود. لوین، لین و چو (۲۰۰۲) نشان دادند که در داده‌های پانلی استفاده از آزمون ریشه واحد برای ترکیب داده‌ها داری قدرت و اعتبار بیشتری نسبت به استفاده از آزمون ریشه واحد برای هر مقطع به‌صورت جداگانه است. در آماره آزمون‌های لوین، لین و چو، ایم، پسران و شین و برتونگ فرض صفر مبنی بر نامانایی است و در آماره آزمون هادری فرضیه صفر مبنی بر مانایی است.

1. Fully modified ordinary leastsquares
2. EViews 8

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

۵-۱- آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی

مهم‌ترین نکته در تجزیه و تحلیل‌های هم‌انباشتگی آن است که با وجود نامانا بودن اغلب سری‌های زمانی و داشتن یک روند تصادفی افزایشی یا کاهشی در بلندمدت ممکن است که یک ترکیب خطی از این متغیرها همواره مانا و بدون روند باشند. با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های هم‌انباشتگی این روابط بلندمدت به‌دست می‌آیند. در صورت صحت یک نظریه اقتصادی و ارتباط مجموعه‌ای از این متغیرها باید ترکیبی از این متغیرها در بلندمدت مانا و بدون روند باشند (ابریشمی، ۱۳۸۱). مانند سری‌های زمانی، بررسی وجود هم‌انباشتگی متغیرها در داده‌های پانلی مهم است. آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی نسبت به آزمون‌های هم‌انباشتگی برای هر مقطع به‌صورت جداگانه قدرت و اعتبار بیشتری خواهد داشت. این آزمون‌ها حتی در شرایطی که دوره زمانی کوتاه‌مدت و اندازه نمونه نیز کوچک باشد قابلیت استفاده خواهند داشت (بالتاجی، ۲۰۰۵).

۵-۲- آزمون حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده

پدرونی[1] (۱۹۹۶) روش حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل[2] شده را ارائه نموده است. در روش حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل[3] شده، برای گسترش روش‌های جدید به‌منظور تخمین و آزمون فرضیه‌های بردارهای هم‌انباشتگی در پنل‌های پویا اصولی استفاده می‌شود؛ ناهمگنی‌های موجود در میان مقاطع مختلف پانل را مدنظر قرار می‌دهند. روش حداقل مربعات معمولی انگل- گرنجر[4]، اگر چه سازگارند؛ اما به‌طور مجانبی دارای توزیع نرمال و بدون تورش نیستند (تشکینی، ۱۳۸۴). روش حداقل مربعات معمولی کاملاً تعدیل شده، سازگارند، به‌طور نرمال توزیع شده‌اند، به‌طور مجانبی بدون تورش هستند، انحراف معیارهای اصلاح شده‌ای را مطرح می‌کند، که انجام استنباط‌های آماری را ممکن می‌سازد. دو تصحیح تورش[5] و تصحیح درون‌زایی[6] روی روش OLS از طریق روش FMOLS انجام می‌شود(فطرس و همکاران، ۱۳۹۳).

1. Pedroni
2. Fully Modified Ordinary Lesst Square
3. Fully Modified Ordinary Lesst Square
4. Ordinary Lesst Square Engle- Granger (OLSEG)
5. A Bias Correction
6. An Endogeneity Correction

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

۶- آزمون علیت پانلی بر مبنای VECM

وجود رابطه‌ی هم‌انباشتگی بین متغیرها حاکی‌از وجود علیت بین متغیرها است. بنابراین، از مدل علیت گرنجری برمبنای الگوی VECM برای بررسی علیت بین آنها استفاده خواهد شد. گرنجر در سال ۱۹۸۸ بیان می‌کند که در صورت وجود رابطه‌ی هم‌جمعی بین دو متغیر، حداقل در یک جهت بین دو متغیر علیت به مفهوم گرنجری وجود دارد. وجود یا عدم وجود رابطه‌ی علیت گرنجری بین متغیرها از طریق آزمون همجمعی را مشخص می‌شود، اما این آزمون جهت رابطه علیت را نمی‌تواند مشخص کند. انگل و گرنجر در سال ۱۹۸۷ بیان کردند که اگر دو متغیر x و y همجمع باشند، همواره یک الگوی تصحیح خطا بین آنها وجود دارد. بنابراین می‌توان از یک مدل تصحیح خطا برداری برای بررسی رابطه‌ی علیت گرنجری بین متغیرها استفاده نمود. اگر متغیرهای مورد بررسی، برای مثال جمعی از درجه‌ی یک و همجمع نیز باشند، استفاده از یک مدل اتورگرسیو برداری روی تفاضل مرتبه‌ی اول متغیرها به جای استفاده از یک مدل تصحیح خطا برداری، واریانس معادله رگرسیون را افزایش می‌دهد و بنابراین، آماره‌ی والد مورد نظر اریب‌دار می‌شود و این مسأله قضاوت‌های نادرست در مورد جهت رابطه‌ی علیت را به دنبال دارد. طبق الگوی تصحیح خطا، تغییرات متغیر وابسته تابعی از انحراف رابطه‌ی تعادلی بلندمدت (که توسط جزء تصحیح خطا بیان می‌شود) و تغییرات سایر متغیرهای توضیحی خواهد بود. این الگو که رفتار بلندمدت و کوتاه‌مدت را به هم مربوط می‌سازد به صورت زیر بیان می‌شود:

$$\Delta y_t = C_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i \Delta y_{t-1} \sum_{i=1}^{k} \alpha_i \Delta x_{t-1} + \rho_i ECT_{t-1} + u_t$$

$$\Delta x_t = C_0 + \sum_{i=1}^{k} \gamma_i \Delta y_{t-1} \sum_{i=1}^{k} \vartheta \Delta x_{t-1} + \theta_i ECT_{t-1} + \varepsilon_t$$

این الگو برای زمانی است که دو متغیر I(1) و هم‌جمع باشند. ρ و θ در روابط بالا، ضریب تعدیل کوتاه‌مدت هستند. این ضرایب نشان می‌دهند که در هر دوره‌ی کوتاه‌مدت چند درصد از انحراف از رابطه‌ی تعادلی بلندمدت اصلاح می‌شود. در این الگو از ترکیب اطلاعات بلندمدت با ساز و کار تعدیل کوتاه‌مدت استفاده خواهد شد. تغییرات

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

متغیر وابسته تابعی از جزء تصحیح خطا و تغییرات متغیرهای توضیحی معادله (با وقفه‌ی زمانی) در این الگو خواهد بود. ضریب جمله پسماند (از مدل بلندمدت) که به‌عنوان ضریب تعدیل کوتاه‌مدت تلقی می‌شود (بین منهای یک و صفر قرار می‌گیرد)، رابطه بین نوسانات کوتاه‌مدت و بلندمدت، یک متغیر است. بنابراین، رابطه‌ی علی بین دو یا چند متغیر را در بلندمدت و کوتاه‌مدت می‌توان تخمین زد. مدل تصحیح خطای برداری امکان تمایز میان علیت کوتاه مدت و بلندمدت را نیز به وجود می‌آورد. معنی‌دار نبودن ضریب تصحیح خطا همراه با مجموع وقفه‌های هر کدام از متغیرهای توضیحی، به معنی عدم وجود رابطه علیت بلندمدت است. معنی‌دار نبودن مجموع وقفه‌های متغیر توضیحی نیز نشان دهنده‌ی عدم وجود رابطه علیت کوتاه‌مدت می‌باشد(فطرس و همکاران، ۱۳۹۳)

۷- برآورد مدل و تحلیل و تفسیر نتایج حاصل از تخمین

قبل از برآورد مدل برای بررسی آزمون ریشه واحد متغیرها از آزمون ایم پسران و شین استفاده می‌شود. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد با توجه به داده‌های پانلی موجود در جدول (۲) آورد شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها

متغیرها	آماره‌ی آزمون	p-value	نتیجه آزمون
LY	۷/۶۹۶۳۰	۱,۰۰۰	نامانا
LF	-۱/۰۲۴۱۱	۰/۱۵۲۹	نامانا
LK	۵/۵۳۷۳۹	۱,۰۰۰	نامانا
LL	۴/۱۹۴۲۵	۱,۰۰۰	نامانا
LNU	۳/۳۷۵۲۲	۰/۹۹	نامانا
LRE	۴/۷۳۸۹۵	۱,۰۰۰	نامانا

منبع: یافته‌های تحقیق

براساس فرض صفر این آزمون متغیرها نامانا هستند. نتایج حاکی از آن است که تفاضل مرتبه اول همه متغیرهای مورد بررسی در سطح اطمینان ۹۵ درصد مانا است. به عبارت دیگر متغیرها دارای درجه انباشتگی $I(1)$ هستند. نتایج در جدول (۳) آورد شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

جدول۳. نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها (تفاضل مرتبه اول)

متغیرها	آماره‌ی آزمون	p-value	نتیجه آزمون
$D(Y)$	-۷/۶۹۱۲۱	۰,۰۰۰	مانا
$D(F)$	-۱۱/۵۵۶۴	۰,۰۰۰	مانا
$D(RE)$	-۱۴/۹۶۲۷	۰,۰۰۰	مانا
$D(K)$	-۱۶/۶۶۵۸	۰,۰۰۰۰	مانا
$D(L)$	-۵/۸۱۷۳۹	۰,۰۰۰	مانا
$D(NU)$	-۹/۶۱۹۷۷	۰,۰۰۰	مانا

منبع: یافته‌های تحقیق.

با توجه به سطح نامانایی متغیرها، بررسی وجود همجمعی در داده‌ها مهم است، در صورتی که متغیرهای مدل مانا نباشند برآورد ممکن است به یک رگرسیون کاذب منجر شود. بنابراین در این حالت برای جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب قبل از برآورد مدل، آزمون‌های همجعی انجام می‌گیرد تا پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت الگوی مورد نظر تخمین زده شود.در این مطالعه هم‌انباشتگی داده‌ها از طریق آزمون هم‌انباشتگی پانلی پدرونی و کائو بررسی شد. در جداول (۴) و (۵) نتایج آماره این آزمون‌ها برای مصرف انرژی هسته‌ای و مصرف انرژی تجدید پذیر ارایه داده شده است.

جدول۴. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانلی پدرونی و کائو براساس مصرف انرژی هسته‌ای

آزمون هم‌انباشتگی پدرونی		
آماره‌ی آزمون	t-statistic	Prob
Panel v- Statistic	-۲/۸۳۸۵	۰/۹۹۷۷
Panel rho- Statistic	-۰/۶۲۴۷	۰/۲۶۶۱
Panel PP- Statistic	-۵/۶۲۰۳	۰/۰۰۰
Panel ADF- Statistic	-۳/۲۲۶۷	۰/۰۰۰۶
Group rho- Statistic	۲/۸۴۸۳	۰/۹۹۷۸
Group PP- Statistic	-۱/۲۹۳۵	۰/۰۹۷۹
Group ADF- Statistic	-۱/۷۲۸۵	۰/۰۴۱۹
آزمون هم‌انباشتگی کائو		
ADF	-۳/۴۸۸۷	۰/۰۰۰۲

ماخذ: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

جدول۵. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانلی پدرونی و کائو براساس مصرف انرژی تجدیدپذیر

آزمون هم‌انباشتگی پدرونی		
آماره‌ی آزمون	t-statistic	Prob
Panel v- Statistic	۴/۱۹۲۲	۰/۰۰۰
Panel rho- Statistic	۲/۱۵۴۴	۰/۹۸۴۴
Panel PP- Statistic	-۳/۱۳۵۳	۰/۰۰۰۹
Panel ADF- Statistic	-۰/۸۲۲۳	۰/۲۰۵۴
Group rho- Statistic	۵/۱۷۶۷	۱/۰۰۰
Group PP- Statistic	-۰/۴۵۷۸	۰/۳۲۳۵
Group ADF- Statistic	-۲/۰۰۸۳	۰/۰۲۲۳
آزمون هم‌انباشتگی کائو		
ADF	-۳/۰۹۲۱	۰/۰۰۱۰

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج آزمون هم‌انباشتگی پدرونی بیان‌گر این است که، متغیرهای مدل در سطح ۵٪ معنادار هستند. براساس نتایج آزمون کائو، نیز آماره آزمون ADF در سطح ۵٪ معنادار هستند. بنابراین، فرضیه صفر آزمون، بر پایه عدم هم‌انباشتگی متغیرها رد می‌شود و متغیرها در بلندمدت هم‌انباشته هستند.

الف) تعیین بردار هم‌انباشتگی با استفاده از آزمون FMOLS

با تأیید آزمون فوق بر پایه وجود رابطه‌ی هم‌انباشتگی بین متغیرها، برای تخمین رابطه‌ی تعادلی بلندمدت از روش FMOLS برای مصرف انرژی هسته‌ای و مصرف انرژی تجدیدپذیر به‌صورت جداگانه استفاده است. نتایج بدست آمده به‌صورت زیر است:

جدول۶. نتایج آزمون FMOLS براساس مصرف انرژی هسته‌ای

متغیرها	ضرایب	p-value
LNU	۰/۰۶۹۷	۰/۰۱۷۶۳
LL	-۰/۱۷۰۹	۰/۱۸۲۵
LK	۰/۵۶۳۹	۰/۰۰۰
LF	-۰/۷۴۹۴	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

جدول۷. نتایج آزمون FMOLS براساس مصرف انرژی تجدیدپذیر

متغیرها	ضرایب	p-value
LRE	۰/۱۷۶۳	۰/۰۰۰
LL	-۰/۱۳۷۱	۰/۱۸۴۳
LK	۰/۵۸۰۲	۰/۰۰۰
LF	-۰/۳۹۸۹	۰/۰۵۲۵

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج حاص در جداول (۶) و (۷) در سطح معناداری ۵ و ۱۰ درصد نشان می‌دهد که مصرف انرژی هسته‌ای و تجدیدپذیر دارای اثر مثبت بر تولید ناخالص داخلی است. می‌توان ضرایب را به‌عنوان کشش در نظر گرفت، چون به صورت لگاریتمی نوشته شده‌اند. براین‌اساس کشش درآمدی مصرف انرژی تجدیدپذیر، هسته‌ای و سوخت‌های فسیلی بین صفر و یک است، بنابراین انرژی هسته‌ای، تجدیدپذیر و سوخت‌های فسیلی برای این کشورها کالایی ضروری به شمار می‌رود نه کالای لوکس و از طرفی با تغییر تولید ناخالص داخلی در این کشورها مصرف انرژی هسته‌ای، تجدیدپذیر و سوخت‌های فسیلی به همان نسبت تغییر نمی‌یابد. به عبارتی با افزایش یک درصد مصرف انرژی هسته‌ای، مصرف انرژی تجدیدپذیر و مصرف سوخت‌های فسیلی تولید ناخالص داخلی به ترتیب به میزان ۰/۰۶۹ درصد، ۰/۱۷۶درصد و ۰/۳۹۸الی ۰/۷۴۹درصد افزایش می‌یابد.

نتایج این مقاله نشان می‌دهد که تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر تولید ناخالص داخلی بیشتر از تأثیر انرژی هسته‌ای می‌باشد. در حقیقت انرژی‌های تجدیدپذیر جدید نقش مهمی در توسعه این کشورها دارند. تولید انرژی‌های تجدیدپذیر جدید می‌تواند جایگزین قابل توجهی برای اقتصادهای پایدار ارائه دهد. اما مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی بیشترین تأثیر را بر تولید ناخالص داخلی دارد.

ب) نتایج آزمون‌های علیت پانلی

نتایج حاصل از VECM پانلی در جداول (۷) و (۸) آورده شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

جدول۷. نتایج آزمون علیت پانلی(VECM) براساس مصرف انرژی هسته‌ای

متغیر وابسته	کوتاه مدت					بلند مدت
	متغیرهای مستقل					
	$LY(-1)$	$LNU(-1)$	$LL(-1)$	$LK(-1)$	$LF(-1)$	ECM(-1)
LY	-	۰/۰۰۰۳۲۹ (۰/۹۷۹۳)	۰/۸۲۴۳ (۰/۰۰۰)	۰/۱۴۳۹ (۰/۰۰۰)	۰/۱۳۰۵ (۰/۰۱۷۶)	۰/۴۷۹۰ (۰/۰۰۰) [۸/۵۱۶۳]
LNU	۰/۰۶۸۴ (۰/۷۳۴۶)	-	۱/۴۸۵۶ (۰/۰۰۱۶)	-۱/۱۴۴۲ (۰/۰۰۰)	۰/۱۲۳۳ (۰/۰۱۰۲)	-۱/۲۲۳۰ (۰/۶۶۵۹) [-۰/۴۳۲۱]
LL	۰/۲۴۱۶ (۰/۰۰۰)	/۰۱۶۶ (۰/۰۰۲۲)	-	-۰/۰۱۶۳ (۰/۰۰۰۸)	۰/۰۱۰۳ (۰/۶۶۵۹)	۰/۴۷۷۴ (۰/۰۰۰) [۷/۷۴۹۰]
LK	۲/۸۸۳۵ (۰/۰۰۰)	-۰/۲۰۶۸ (۰/۰۰۰۴)	-۰/۸۱۴۸ (۰/۱۱۷۳)	-	-۰/۳۲۶۹ (۰/۱۹۶۲)	-۰/۳۷۳۲ (۰/۰۰۰) [-۶/۰۳۰۰]
LF	۰/۱۰۴۷ (۰/۰۱۸۱)	-۰/۰۵۶۵ (۰/۰۰۰)	۰/۱۰۹۸ (۰/۲۹۱۱)	-۰/۰۲۱۱ (۰/۰۳۷۴)	-	-۰/۳۲۸۸ (۰/۰۰۰) [-۶/۲۷۸۷]

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج بدست آمده از جدول (۷)، نشان می‌دهد که براساس آماره ECM در بلند مدت یک رابطه علیت یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی هسته‌ای برقرار است. اما در کوتاه مدت هیچ رابطه‌ای علیتی بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی وجود ندارد. این نتایج نشان می‌دهد که تولید انرژی هسته‌ای پایدار بعید است که تحت تأثیر نوسانات رشد اقتصادی قرار گیرد، اما کشورهای که در حال رشد هستند مصرف انرژی هسته‌ای خود را در آینده افزایش خواهند داد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

جدول۸. نتایج آزمون علیت پانلی(VECM) براساس مصرف انرژی تجدیدپذیر

متغیر وابسته	کوتاه مدت					بلند مدت
	متغیرهای مستقل					
	$LY(-1)$	$LRE(-1)$	$LL(-1)$	$LK(-1)$	$LF(-1)$	ECM(-1)
LY	-	۰/۰۰۱۲ (۰/۸۵۴۸)	۰/۶۲۰۶ (۰/۰۰۰)	۰/۲۲۷۳ (۰/۰۰۰)	۰/۰۶۴۰ (۰/۲۰۷۷)	۰/۳۹۴۹ (۰/۰۰۰) [۷/۹۷۷۵]
LRE	۰/۲۲۰۵ (۰/۰۲۱۷)	-	۱/۴۸۸۷ (۰/۰۲۸۲)	۰/۰۵۳۶ (۰/۶۵۹۲)	-۰/۸۳۴۸ (۰/۰۲۴۲)	-۰/۲۷۷۷ (۰/۰۰۰) [-۰/۴۳۲۱]
LL	۰/۱۸۹۳ (۰/۰۰۰)	۲/۸۶ (۰/۹۵۳۱)	-	-۰/۰۲۵۳۳ (۰/۰۰۱۷)	-۰/۰۱۴۷ (۰/۵۳۵۵)	۰/۶۳۵۰ (۰/۰۰۰) [۱۱/۹۷۲۸]
LK	۲/۰۰۸۷ (۰/۰۰۰)	۰/۰۱۰۸ (۰/۵۹۶۸)	-۰/۱۹۹۴ (۰/۴۸۳۴)	-	-۰/۰۱۳۳ (۰/۹۳۱۸)	-۰/۰۳۳۲ (۰/۴۵۹۳) [-۰/۷۴۰۸]
LF	۰/۱۰۴۷ (۰/۰۱۸۱)	-۰/۰۵۶۵ (۰/۰۰۰)	۰/۱۰۹۸ (۰/۲۹۱۱)	-۰/۰۲۱۱ (۰/۰۳۷۴)	-	-۰/۳۲۸۸ (۰/۰۰۰) [-۶/۲۷۸۷]

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج بدست آمده از جدول (۸)، شواهدی از رابطه‌ی علی یک طرفه در کوتاه‌مدت از مصرف انرژی تجدیدپذیر به سمت رشد اقتصادی و یک رابطه‌ی یک طرفه از مصرف سوخت‌های فسیلی به سمت رشد اقتصادی فراهم می‌کند همچنین یک رابطه‌ی علیت دوطرفه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و مصرف سوخت‌های فسیلی برقرار است. بر اساس آماره ECM مشاهده می‌شود که در بلندمدت رابطه‌ی علی دو طرفه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی تجدید پذیر، رشد اقتصادی و مصرف سوخت‌های فسیلی برقرار است. استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به‌دلیل سازگار با طبیعت، دسترسی آسان و ایجاد فرصت و امکانات در جهت رشد و توسعه، باید در اولویت قرار گیرد. طبق بررسی‌ها و مطالعات جهانی، امکانات فراوانی در زمینه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان موجود است، اما موانعی همچون موانع تکنولوژیک، جغرافیایی و محدودیت انرژی‌های

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

تجدیدپذیر مانند آب و هوا برای استفاده از این منابع در بعضی مناطق وجود دارند که از دلایل بکارگیری کم انرژی‌های نو هستند(فطرس و همکاران،۱۳۹۳).

۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از این مطالعه، بررسی رابطه‌ی علیت بین مصرف انرژی پاک و غیرپاک با رشد اقتصادی در منتخبی از کشورها طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۱۹۸۰می‌باشد. دو نوع مصرف انرژی پاک، انرژی هسته‌ای و تجدیدپذیر و مصرف سوخت‌های فسیلی به عنوان انرژی غیرپاک مورد مطالعه قرار گرفته است. استفاده همزمان از مصرف انرژی پاک و غیرپاک در کارکرد عملکرد تولید باعث شد تا تأثیر نسبی انواع مختلف منابع انرژی بر رشد اقتصادی به‌طور متمایز مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. چنین تجزیه و تحلیلی می‌تواند اطلاعات قوی‌تری را برای تنظیم سیاست‌های پایدار در کشورهای منتخب فراهم آورد.

نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانلی نشان‌دهنده‌ای وجود رابطه بین متغیرها می‌باشد. نتایج تجربی بدست آمده به روش FMOLS نشان می‌دهد که با افزایش یک درصدی در مصرف سوخت‌های فسیلی، انرژی تجدیدپذیر و انرژی هسته‌ای افزایش تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۳۹ درصد الی ۰/۷۴ درصد، ۰/۱۷ درصد و ۰/۰۶ درصد می‌گردد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که نیرو محرکه اصلی تولید ناخالص داخلی، سوخت‌های فسیلی است، از طرفی تأثیر انرژی تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی قوی‌تر از انرژی هسته‌ای می‌باشد با شرط اینکه سرمایه و نیروی‌کار تغییری نداشته باشند.

تجزیه و تحلیل ناشی از رابطه‌ی علیت بین سه نوع مختلف انرژی با رشد اقتصادی نتایج زیر را به همراه داشته است:

۱- یک رابطه‌ی علی یک‌جانبه از مصرف انرژی تجدیدپذیر به سمت رشد اقتصادی برقرار است و براساس آماره ECM یک رابطه علی دوجانبه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی برقرار می‌باشد. این یافته‌ها نشان می‌دهد که رشد اقتصادی با گسترش استفاده از انرژی تجدیدپذیر می‌تواند در این کشورها را افزایش یابد.

۲- یک رابطه علی یک‌جانبه از مصرف سوخت‌های فسیلی به رشد اقتصادی در کوتاه مدت برقرار می‌باشد. در بلندمدت رابطه علی دوجانبه بین رشد اقتصادی و مصرف سوخت‌های فسیلی برقرار است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که کشورهای

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

مورد بحث دارای اقتصاد وابسته به انرژی می‌باشند و رشد اقتصادی باعث افزایش تقاضایی انرژی فسیلی شده است و محدود کردن انرژی سوخت‌های فسیلی رشد اقتصادی را مختل خواهد کرد.

۳- رابطه علی بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی هسته‌ای در کوتاه مدت وجود ندارد اما یک رابطه علیت یک‌جانبه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی هسته‌ای در بلند مدت برقرار است. این نتایج نشان می‌دهد که کشورها مصرف انرژی خود را در آینده افزایش می‌دهند.

توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر و هسته‌ای یک راه‌حل مناسب برای رسیدگی به امنیت انرژی و مسائل مربوط به تغییرات آب و هوایی است. در نتیجه این مطالعه، نه تنها رابطه بین انرژی تجدیدپذیر/ هسته‌ای (انرژی پاک) و مصرف انرژی فسیلی (غیر پاک) را روشن می‌کند، بلکه نشان‌دهنده‌ی مصرف انرژی پایدار بر رشد اقتصادی است. مشارکت انرژی پاک و غیر پاک رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد. بدین ترتیب دولت‌ها باید سیاست‌های انگیزشی مانند تخفیف‌های مالیاتی، مالیات بر فروش، یارانه‌های سرمایه‌گذاری و .... را برای ترویج و توسعه یک اقتصاد پاک فراهم کنند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

منابع

- فطرس، محمد حسن، آقازاده، اکبر، جبرائیلی، سودا. (۱۳۹۳). رابطه ی علّیت پانلی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی؛ مقایسه ی مناطق مختلف جهان. پژوهشنامه اقتصاد کلان Macroeconomics Research Letter, 9(18), 5-5.
- مزرعتی، محمد(۱۳۷۸)، مقایسه عملکرد پیش‌بینی مدل‌های BVAR و VAR تقاضای حامل‌های انرژی در ایران، رساله دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران
- فطرس، محمد حسن، جبرائیلی، سودا. (۱۳۹۰). رشد اقتصادی و مصرف انرژی: مقایسه تطبیقی کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته (دورهٔ زمانی ۲۰۰۸-۱۹۷۰). اقتصاد و توسعه منطقه ای، ۱۸(۲), doi: 10.22067/erd.v18i2.13738
- آقایی، مجید، رضاقلی زاده، مهدیه. (۱۳۹۴). مصرف انرژی و رشد ارزش افزوده در بخشهای مختلف اقتصاد ایران: رویکرد هم انباشتگی و تصحیح خطای پانل. اقتصاد و توسعه منطقه ای، ۲۲(۹)، ۳۱-۶۷. doi: 10.22067/erd.v22i9.30393
- مهرآرا، محسن، زارعی، محمد. (۱۳۹۰). اثرات غیرخطی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی مبتنی بر رویکرد حد آستانه‌ای. فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۲(۵)، ۴۴-۱۱.
- محمدوندناهیدی، محمدرضا. (۱۳۹۱). بررسی رابطه علّی بین متغیرهای عمده کلان اقتصادی و آلودگی محیطی در کشورهای منتخب (روش پانل دیتا). اقتصاد و توسعه منطقه ای، ۱۹(۳)، -. doi: 10.22067/erd.v1391i4.24078
- تهامی پور، مرتضی، عابدی، سمانه، بابا احمدی، رضا کریمی، ابراهیمی زاده، مرتضی. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر سرانه رشد اقتصادی واقعی ایران. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۵(۱۹)، ۵۳-۷۷. doi: 10.22054/jiee.2017.7304
- Abrishami, Hamid (2002), Applied Econometrics, Tehran: University Press.
- Apergis,N.,Payne,J.E.(2010).A panel study of nuclear energy consumption and economic growth. Energy Econ.32,545–549.
- Apergis,N.,Payne,J.E.,(2011a).On the causal dynamics between renewable and nonrenewable energy consumption and economic

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

growth in developed and developing countries. Energy Syst.2,299–312.

- Apergis, N., Payne, J.E.,(2011b).Renewable and nonrenewable electricity consumption growth nexus: evidence from emerging market economies. Appl. Energy 88, 5226–5230.
- Apergis, N.,Payne,J.E.,(2012a).Renewable and nonrenewable energy consumption growth nexus:evidence from a panel error correction model. Energy Econ. 34, 733–738.
- Apergis, N.,Payne,J.E.,(2012b).The electricity consumption – growth nexus: renewable versus non-renewable electricity in Central America. Energy Sour. Part B: Econ. Plan.Policy7,423–431.
- Apergis, N.,Payne,J.E.,(2013).Another look at the electricity consumption-growth nexus in South America. Energy Sour.Part B:Econ.,Plan.Policy8,171–178.
- Apergis, N.,Payne,J.E.,Menyah,K.,Wolde-Rufael,Y.,(2010).On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. Ecol. Econ.69,2255–2260.
- Baltagi, B. H. (2005), Econometric Analysis of Panel Data, John Wiley & Sons Inc, (Eds), New York, USA.
- Berndt, E. R. & D.O. Wood (1975), "Technology, Prices and the Derived Demand for Energy", Review of Economics and Statistics, No. 57, PP. 259-268.
- Berndt, E.R and Wood, D.O (1979). Technology Prices and the Derived Demand for Energy, Review of Economics and Statistics, 57, PP.259-268.
- Engle, R.F., Granger, C.W.J.,(1987). Co-integration and error correction: representation, estimation ,and testing . Econometrica 55,251–276.
- Fetres, M. H, Aghazadeh, A. and S Jabraili. (2014). The Panel's causality relationship between renewable energy consumption and economic growth; Comparison of Different Regions of the World. (in Persian), Macroeconomic Research, No. 18.
- Fetres, M. H, Aghazadeh, A. and S Jabraili (2011). Effect of Economic Growth on Renewable Energy Consumption Comparative Comparison of Selected Countries of the Organization for Economic Co-operation and Development and Non-member States (including

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]

Iran). Quarterly Journal of Economic Research and Policy, (in Persian), No. 60, 89-81.

- Im, K.S., Pesaran, M.H.,Shin,Y.,(2003).Testing for unit roots in heterogeneous panels. J. Econom.115,53–74.
- Kao, C., (1999).Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. J. Econom.90,1–44.
- Lee, C.C., Chiu,Y.B.,(2011).Oil prices, nuclear energy consumption, and economic growth: new evidence using a heterogeneous panel analysis. Energy Policy 39, 2111–2120.
- Levin, A., Lin,C.F.,Chu,C.S.,(2002).Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties .J. Econom.108,1–24.
- Nazlioglu, S., Lebe, F., Kayhan,S.,(2011) .Nuclear energy consumption and economic growth in OECD countries: cross-sectionally dependent heterogeneous panel causality analysis. Energy Policy 39,6615–6621.
- Ozturk, I.,(2010) .A literature survey on energy- growth nexus. Energy Policy38, 340–349.
- Pao, H.T. ,Fu ,H.C.,(2013). Renewable energy, nonrenewable energy and economic growth in Brazil, Renew. Sustain. Energy Rev.25,381–392.
- Pedroni, P .,(2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time series tests with an application to the PPP hypothesis. Econ. Theory.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-23]