

Research Paper

Evaluating the Relationship Between Energy Consumption and Pollution With Economic Growth in Line With Overall Environmental Policies



***Mohammad Reza Kohansal**¹ , **Mahsa Bahrami Nasab**²

1. Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
2. Ph.D. Student, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran.

Use your device to scan
and read the article online



Citation Kohansal M, Bahrami Nasab M. (2020). [Evaluating the Relationship Between Energy Consumption and Pollution With Economic Growth in Line With Overall Environmental Policies (Persian)]. *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*, 7(4), 500-525. <https://doi.org/10.32598/JMSP.7.4.1>

 <https://doi.org/10.32598/JMSP.7.4.1>



Received: 10 Nov 2018

Accepted: 27 Jan 2019

Available Online: 01 Jan 2020

Key words:

CO₂ emission, Energy consumption, Economic growth, Vector auto regression.

ABSTRACT

In this study, we try to examine the interrelationship between economic growth and carbon dioxide emissions, and fossil fuel energy consumption in the short and long run. Without without prejudging the endogenous or exogenous nature of each one. Also, the effect of foreign direct investment and, exports, and imports on each of the variables of economic growth, energy use, and carbon dioxide CO₂ emissions was investigated separately. For this purpose, we used gross domestic product per capita, per capita carbon dioxide CO₂ emission, foreign direct investment, energy use (oil equivalent), export and import levels were used during the period from 1970 to 2015. The results of impulse response functions indicate that there is a two-way relationship between each of the variables of energy consumption and GDP gross domestic product and carbon dioxide CO₂ emission. Also, the results of variance decomposition indicate that in the long run, among the variables studied, the last year's economic growth, export, and direct foreign investment have the greatest impact on GDP gross domestic product. While economic growth and export will have the greatest impact. The amount of last year's CO₂ emission, economic growth and export will have the greatest impact on carbon dioxide CO₂ emissions.

JEL Classification: Q43, Q53 · O44

* Corresponding Author:

Mohammad Reza Kohansal

Address: Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

Tel: +98 (51) 38805783

E-mail: kohansal@um.ac.ir

ارزیابی رابطه مصرف انرژی و آلودگی با رشد اقتصادی در راستای سیاست‌های کلی محیط زیست

* محمد رضا کهنسال^۱، مهسا بهرامی‌نسب^۲

۱. عضو هیئت‌علمی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

۲. دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

چیکید

تاریخ دریافت: ۲۹ آبان ۱۳۹۷

تاریخ پذیرش: ۰۷ بهمن ۱۳۹۷

تاریخ انتشار: ۱۱ دی ۱۳۹۸

در این مطالعه سعی بر آن بود که به بررسی ارتباط متقابل بین رشد اقتصادی و انتشار کربن دی‌اکسید و مصرف سوخت‌های فسیلی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، بدون پیش‌قضاوت در مورد درون‌زا یا برون‌زا بودن هریک پرداخته شود. همچنین تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و صادرات و واردات بر هریک از متغیرهای رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن دی‌اکسید به تفکیک مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور از متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، انتشار سرانه کربن دی‌اکسید، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، میزان صادرات و واردات و مصرف انرژی‌های فسیلی در دوره زمانی ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۵ استفاده شده است. نتایج حاصل از توابع عکس‌العمل تحریک حاکی از وجود ارتباط دوطرفه میان هریک از متغیرهای مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی و انتشار کربن دی‌اکسید بود. همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که در بلندمدت از بین متغیرهای مورد بررسی، رشد اقتصادی دوره گذشته، صادرات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشترین تأثیر را بر تولید ناخالص داخلی دارند و رشد اقتصادی و صادرات بیشترین اثرگذاری بر میزان انتشار کربن دی‌اکسید را خواهند داشت.

طبقه‌بندی JEL: Q43, Q53, O44

کلیدواژه‌ها:

انتشار کربن
دی‌اکسید، الگوی
خود توضیح برداری،
رشد اقتصادی، مصرف
انرژی

* نویسنده مسئول:

محمد رضا کهنسال

نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده کشاورزی.

تلفن: +۹۸ (۵۱) ۳۸۸۰۵۷۸۳

پست الکترونیکی: kohansal@um.ac.ir

مقدمه

یکی از دلایل اصلی گرم شدن کره زمین انتشار گازهای گلخانه‌ای است که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز رابطه‌ای مستقیم با میزان مصرف انرژی کشورها دارد. حال آنکه انرژی به عنوان یکی از عوامل تولید و موتور محرکه رشد اقتصادی به شمار می‌رود. بنابراین اگر انتشار آلاینده‌ها رشد کشورها را کاهش دهد، تناقض در اهداف کشورها ایجاد می‌شود (برقی اسکوتی، فلاحی و زنده خطیبی، ۱۳۹۱).

در سال ۱۹۹۷ و بر طبق پیمان کیوتو، تعدادی از کشورهای صنعتی متعهد شدند که ظرف ۱۰ سال آینده میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای خود را پنج درصد کاهش دهند و به کشورهای در حال توسعه کمک‌های مالی برای افزایش ضریب نفوذ استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر انرژی خورشیدی و بادی، اعطا کنند. از دیگر تلاش‌های جهانی صورت گرفته برای کاهش آلودگی می‌توان به طرح تغییر آب و هوای کانادا و همچنین سیستم مبادله انتشار در اتحادیه اروپا اشاره کرد. کوزنتس^۱، فرضیه منحنی کوزنتس را برای اولین بار در سال ۱۹۵۵ بیان کرد که به بررسی رابطه بین نابرابری درآمدی و رشد اقتصادی در آن پرداخت. کوزنتس در مطالعات خود به این نتیجه رسید که تا سطح معینی از درآمد، رشد اقتصادی باعث ناعادلانه‌تر شدن توزیع درآمد می‌شود، ولی از آن سطح به بعد همراه با رشد اقتصادی توزیع درآمد نیز عادلانه می‌شود. پس از آن پژوهش‌های زیادی توسط اقتصاددانان مختلف در مورد وجود رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی صورت گرفت و چون نتایج این پژوهش‌ها نیز همانند منحنی به‌دست‌آمده توسط کوزنتس بود (یعنی منحنی U معکوس) این منحنی را منحنی زیست محیطی کوزنتس^۲ نامیدند. منحنی کوزنتس دارای یک قسمت صعودی است که در آن رشد اقتصادی باعث تخریب محیط زیست شده و پس از رسیدن به حداکثر خود در ادامه نزولی می‌شود، به طوری که رشد اقتصادی باعث بهبود محیط زیست می‌شود.

به طور معمول آنچه در الگوهای EKC به عنوان پیش‌فرض در نظر گرفته می‌شود آن است که رابطه بین درآمد سرانه و انتشار آلودگی، تنها یک رابطه علیت یک‌طرفه بین این دو متغیر است. این پیش‌فرض می‌تواند مانع از فهم کامل تر ماهیت صحیح رابطه بین این دو متغیر شود و تمام پیش‌فرض‌های این چنینی ممکن است به نتایج سیاستی غلط منتهی شود (بهرامی، خیابانی و قاضی، ۱۳۹۱).

امروزه اغلب مشکلات و تنگناهای زیست‌محیطی، صرفاً یک موضوع محلی و یا حتی ملی به شمار نمی‌آیند؛ زیرا با توجه به وابستگی متقابل و غیرقابل تفکیک محیط زیست با مباحث کلان اجتماعی از جمله اقتصاد، فرهنگ، توسعه، سیاست و بسیاری دیگر از جنبه‌های مادی و معنوی حیات انسان‌ها، در واقع هر مشکل زیست‌محیطی در هر منطقه و حتی در محدوده مرزهای قراردادی یک کشور، می‌تواند مشکلی برای کل جهان و نوع بشر به شمار آید. کشور ایران اگرچه سهمی یکسان با کشورهای دیگر از نظر توسعه نداشته، اما در این مسابقه جهانی برای نابودی محیط زیست خود، عقب‌نمانده و مشکلات عدیده‌ای را در زمینه‌های مختلف توسعه پایدار، برای خود به وجود آورده است که هرچند برخی از آن‌ها معلول فرایندهای جهانی است، اما بخشی هم

1. kuznets

2. Environment Kuznets Curve

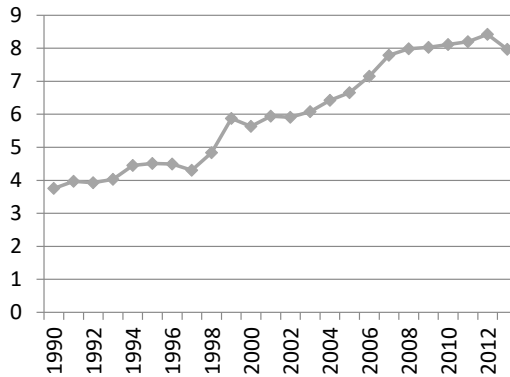
بر اثر سیاست‌ها و برنامه‌های موجود و انجام‌شده هستند. مسئولان کشور باید با برنامه‌ریزی دقیق و مستمر و در کنار عزمی ملی در راستای سیاست‌های کلی محیط زیست، برای جبران مافات اقدام کنند و با آگاهی و هوشیاری کامل در رفع مشکلات بکوشند.

داده‌های آماری نشان می‌دهند ایران در سال ۲۰۱۶ رتبه هشتم دنیا را در انتشار دی‌اکسید کربن به خود اختصاص داده است. ضمن اینکه ایران بزرگ‌ترین انتشاردهنده کربن دی‌اکسید در بین کشورهای خاورمیانه است (جدول شماره ۱). بنابراین با توجه به اینکه ایران کشوری رو به رشد و برخوردار از منابع غنی و گسترده انرژی است و یکی از مصادیق الگوی رشد با فشار بر منابع طبیعی محسوب می‌شود، بررسی اثرات زیست‌محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران با توجه به اتخاذ رویکرد رشد اقتصادی بالا با حفظ محیط زیست، مهم است. تصویر شماره ۱ روند انتشار کربن دی‌اکسید سرانه در ایران طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ و تصویر شماره ۲ روند تولید ناخالص داخلی سرانه ایران را در بازه‌ی زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ نمایش می‌دهند.

آن‌چنان که گفته شد، منبع اصلی گرمایش جهانی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و عامل اصلی انتشار، نیز مصرف انرژی است؛ بنابراین کاهش مصرف انرژی به کاهش انتشار می‌انجامد. از سویی ممکن است حرکت به سمت اهداف پروتکل کیوتو به منظور کاهش انتشار، رشد اقتصادی را کاهش دهد. به عبارت دیگر رشد اقتصادی و مصرف انرژی به هم وابسته‌اند؛ چراکه با افزایش مصرف انرژی در صورت افزایش بهره‌وری، رشد و توسعه

جدول ۱. میزان انتشار CO₂ در سال ۲۰۱۶ در کشورهای خاورمیانه (میلیون تن)

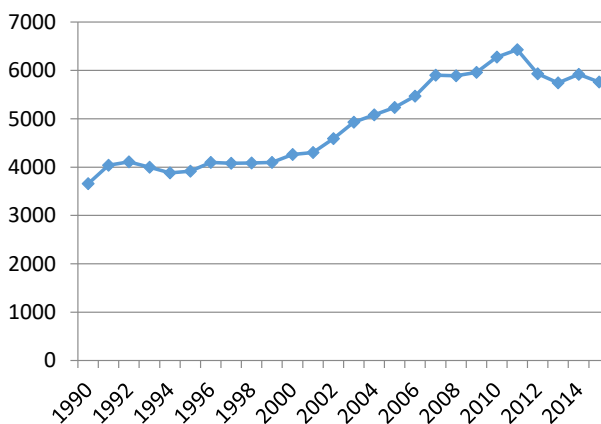
کشور	میزان انتشار
بحرین	۲۹/۶
ایران	۵۶۳/۴
عراق	۱۳۹/۹
اردن	۲۳/۹
کویت	۹۰/۲
لبنان	۲۳/۲
عمان	۶۳/۱
قطر	۷۹/۱
عربستان	۵۲۷/۲
سوریه	۲۶/۱
امارات	۱۹۱/۸
یمن	۹/۲

انتشار CO₂ سرانه در ایران (متریک تن)

تصویر ۱. میزان انتشار سرانه کربن دی‌اکسید در ایران (متریک تن)

اقتصادی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، افزایش کارایی که به صرفه‌جویی در مصرف انرژی منجر می‌شود، نتیجه رشد و توسعه اقتصادی است؛ بنابراین در این مطالعه سعی بر آن است که به بررسی ارتباط متقابل بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن دی‌اکسید، به صورت سیستمی و بدون پیش‌قضاوت در مورد درون‌زا یا برون‌زا بودن و همچنین شناسایی و نحوه اثرگذاری مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رابطه میان آن‌ها پرداخته شود تا بتوان با نگاهی دقیق‌تر به سیاست‌گذاری در رابطه با این موضوع پرداخت.

تولید ناخالص داخلی سرانه (به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰)



تصویر ۲. تولید ناخالص داخلی سرانه (به قیمت ثابت سال ۲۰۱۰)

۱. ادبیات موضوع

ایتو^۳ (۲۰۱۷) به بررسی ارتباط بین انتشار CO₂ و مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با استفاده از پانل دیتا برای ۴۲ کشور توسعه‌یافته در طی سال‌های ۲۰۰۲-۲۰۱۱ پرداخت. نتایج نشان داد مصرف انرژی تجدیدناپذیر اثر منفی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه‌یافته دارد. همچنین مصرف انرژی تجدیدپذیر در بلندمدت می‌تواند به صورت مثبت، رشد اقتصادی را سبب شود.

بوزنت و پابلورومرو^۴ (۲۰۱۶) ارتباط بین انتشار CO₂ و رشد اقتصادی در الجزایر را با استفاده از مصرف انرژی، سوخت برق و صادرات و واردات در دوره ۱۹۷۰-۲۰۱۰ بررسی کردند. نتایج، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را برای الجزایر تأیید کرد. همچنین یافته‌ها نشان داد که افزایش در مصرف انرژی و مصرف برق، انتشار CO₂ را افزایش دادند و صادرات و واردات به ترتیب اثر منفی و مثبت بر انتشار CO₂ دارند.

چن، چن، هسو و چن^۵ (۲۰۱۶) به مدل‌سازی ارتباط جهانی بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار CO₂ پرداختند. آن‌ها از یک مدل هم‌جمعی پنل و تصحیح خطای برداری، در ۱۸۸ کشور در دوره ۱۹۹۳-۲۰۱۰ استفاده کردند. نتایج نشان داد که رابطه بلندمدت بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن دی‌اکسید برای تمام کشورها وجود دارد. همچنین یک علیت یک‌سویه از مصرف انرژی به انتشار کربن، در هر دو گروه کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه وجود دارد.

برخی در مطالعه دیگری به بررسی علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت در مصرف نفت، تولید گازهای گلخانه‌ای و رشد اقتصادی در فیلیپین در دوره زمانی ۱۹۶۵-۲۰۱۲ پرداختند. یافته‌های تحقیق یک علیت یک‌سویه بین مصرف نفت و انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان داد؛ بنابراین، این کشور به بهبود بهره‌وری در مصرف نفت برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیازمند است.

کولونیس^۶ (۲۰۱۳) رابطه علی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را در دانمارک در دوره‌های ۱۹۷۲-۲۰۱۲ بررسی کرد. نتایج نشان داد علیت یک‌طرفه‌ای از مصرف انرژی تجدیدپذیر به انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارد. همچنین بین متغیرها هیچ‌گونه هم‌انباشتگی وجود ندارد.

الهادی آروپوری، بن یوسف، محنی و راولت^۷ (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین تولید کربن دی‌اکسید، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در دوره زمانی ۱۹۸۱-۲۰۰۵ در ۱۲ کشور منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا اقدام کردند. بررسی آن‌ها نشان داد که بین مصرف انرژی تجدیدناپذیر و تولید کربن دی‌اکسید در بلندمدت ارتباط مثبت وجود دارد.

3. Ito

4. Bouzmit & Pablo-Romero

5. Chen, Chen, Hsu, & Chen

6. Kulionis

7. El Hedi Arouri, Ben Youssef, M'henni, & Rault

بلوچ، رفیق و سلیم^۸ (۲۰۱۲) در پژوهشی به برآورد روابط کوتاه مدت و بلندمدت مصرف زغال سنگ و درآمد ملی با استفاده از یک الگوی دوطرفه عرضه و تقاضا در چین پرداختند. نتایج نشان داد که رابطه غیرمستقیم از مصرف زغال سنگ به تولید ناخالص داخلی در طرف عرضه و رابطه مستقیم در طرف تقاضا وجود دارد.

محققان در مطالعه‌ای به بررسی رابطه مصرف انرژی، رشد اقتصادی، درجه باز بودن اقتصاد و توسعه مالی با انتشار دی‌اکسید کربن در ترکیه پرداختند. یافته‌ها نشان داد نسبت حجم تجارت به تولید ناخالص داخلی (به عنوان شاخص درجه باز بودن اقتصاد) منجر به افزایش انتشار کربن دی‌اکسید می‌شود. اما توسعه مالی تأثیر معنی‌دار بر انتشار ندارد.

جلیل و فردون^۹ (۲۰۱۱) با استفاده از الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی^{۱۰} تأثیر توسعه مالی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی را بر کیفیت محیط زیست در کشور چین مورد مطالعه قرار دادند. یافته‌ها نشان داد که درجه باز بودن اقتصاد، درآمد و مصرف انرژی اثر مخربی بر محیط زیست داشته و توسعه مالی در بلندمدت منجر به کاهش آلودگی محیط زیست می‌شود.

محققان با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی پنلی و علیت گرنجری ارتباط بین انتشار کربن دی‌اکسید، مصرف انرژی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی را در کشورهای چین، هند، برزیل و روسیه طی ۱۹۸۰-۲۰۰۷ بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که در بلندمدت انتشار CO₂ نسبت به مصرف انرژی با کشش و نسبت به سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، بی‌کشش است. همچنین نتایج نشان داد تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی به ترتیب علت کوتاه‌مدت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار دی‌اکسید کربن است؛ به طوری که نتایج، فرضیه EKC را در کشورهای مورد مطالعه تأیید می‌کند.

همچنین آکاراوسی و آتورک^{۱۱} (۲۰۱۰) رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن دی‌اکسید را در ۱۹ کشور اروپایی بررسی کردند. آن‌ها بدین منظور از روش خودتوضیح برداری با وقفه‌های گسترده استفاده کردند. نتایج حاصل از پژوهش نشان داد که سیاست‌های حفظ منابع طبیعی انرژی مانند سهمیه‌بندی کردن مصرف انرژی و کنترل انتشار کربن دی‌اکسید احتمالاً سازگار با خروجی رشد واقعی است و فرضیه منحنی کوزنتس، برای اکثر کشورهای مورد مطالعه صادق نیست.

آپرگیس، پاین، منیا و ولد روفیل^{۱۲} (۲۰۱۰)، به بررسی رابطه علی بین انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی هسته‌ای و تجدیدپذیر و تولید ناخالص واقعی برای ایالت متحده در دوره ۱۹۶۰-۲۰۰۷ پرداختند. آن‌ها با استفاده از یک روش اصلاح‌شده از آزمون علیت گرنجر، دریافتند رابطه علیت یک‌طرفه‌ای از مصرف انرژی هسته‌ای به انتشار دی‌اکسید کربن بدون بازخورد وجود دارد، اما هیچ علتی از انرژی تجدیدپذیر به انتشار دی‌اکسید کربن موجود نیست. همچنین هیچ رابطه علی بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی به دست

8. Bloch, Rafiq & Salim

9. Jalil & Feridun

10. Auto Regressive Ditrubuted Lag (ARDL)

11. Acaravci & Ozturk

12. Apergis, Payne, Menyah, & Wolde-Rufael

نیامده، اما رابطه علیت یک‌طرفه‌ای از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی تجدیدپذیر وجود دارد.

آپرگیس و همکاران (۲۰۱۰) به آزمون رابطه علی بین انتشار کربن دی‌اکسید، مصرف انرژی هسته‌ای، مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در دوره ۱۹۸۴-۲۰۰۷ با استفاده از مدل پنل تصحیح خطا در ۱۹ کشور توسعه‌یافته و در حال توسعه پرداختند. نتایج تحقیق بیانگر آن بود که بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی رابطه علیت دوطرفه وجود دارد. این رابطه بدین معناست که گسترش انرژی تجدیدپذیر نه تنها وابستگی به منابع انرژی خارجی برای اقتصادهای وابسته به واردات را کاهش می‌دهد، بلکه می‌تواند ریسک ناشی از نوسان عرضه گاز طبیعی، نفت و قیمت‌ها را کاهش دهد.

در بین مطالعات داخلی که اخیراً در این خصوص انجام گرفته نیز می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

بی‌آبی، شاهپوری و امیرنژاد (۱۳۹۵) اثر متغیرهای رشد اقتصادی، جمعیت و حجم تجارت خارجی را بر آلودگی هوا در دو گروه کشورهای عضو و غیرعضو سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه (OECD) در دوره زمانی ۱۹۷۱-۲۰۱۰ بررسی کردند. طبق نتایج، شکل U معکوس برای هر دو گروه کشور مورد تأیید قرار گرفت؛ اما نقطه برگشت منحنی برای CO_2 کل و CO_2 بخش حمل‌ونقل در دو گروه کشورها متفاوت با هم به دست آمد.

کهنسال و شایان‌مهر (۱۳۹۵) در پژوهشی به بررسی اثرات متقابل میان آلودگی محیط زیست، رشد اقتصادی و مصرف انرژی پرداختند. آن‌ها با به‌کارگیری الگوی پانل معادلات همزمان فضایی به این نتیجه رسیدند که مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست در کشورهای مورد مطالعه، تحت تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست کشورهای مجاور قرار داشته است. همچنین یک رابطه علت و معلولی دوطرفه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی، میان مصرف انرژی و آلودگی محیط زیست و همچنین میان رشد اقتصادی و آلودگی محیط زیست مشاهده شد.

امیری، ساعدپور و کلانتری (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی تأثیر آستانه‌ای درآمد سرانه بر شدت انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منتخب منطقه منا پرداختند. برای این منظور از مدل رگرسیونی انتقال ملایم پانلی و متغیرهای توسعه مالی، درجه باز بودن اقتصاد، شدت انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه و شدت انتشار دی‌اکسید کربن طی دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۱ استفاده شد. نتایج آزمون خطی بودن، قویاً بر وجود رابطه غیرخطی میان متغیرهای مورد مطالعه تأکید می‌کند و بنابراین لحاظ کردن یک تابع انتقال با دو حد آستانه‌ای برای تصریح کامل رفتار غیرخطی میان متغیرها کفایت می‌کند. نتایج نشان داد اگرچه متغیرهای درجه باز بودن اقتصاد و درآمد سرانه در هر دو رژیم منجر به کاهش شدت انتشار کربن دی‌اکسید می‌شوند، اما میزان تأثیرگذاری درآمد سرانه در رژیم اول و درجه باز بودن در رژیم دوم بیشتر است. همچنین توسعه مالی در رژیم اول به صورت ناچیزی منجر به افزایش شدت انتشار کربن دی‌اکسید می‌شود، اما در رژیم دوم باعث کاهش آن می‌شود.

در پژوهشی ارتباط پویای بین انتشار گاز دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی و تجارت بین‌الملل کالاها و خدمات

مورد بررسی قرار گرفت و برای این منظور از روش خودتوزیع با وقفه های گسترده استفاده شد. نتایج حاصل از برآورد الگوی پویای کوتاه مدت نشان داد میزان مصرف سرانه انرژی و تولید ناخالص داخلی سرانه تأثیر مثبت و درجه باز بودن اقتصاد، تأثیری منفی و معنادار بر میزان انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن دارد. نتایج حاصل از برآورد تعادل بلندمدت نشان می دهد مصرف سرانه انرژی و درجه باز بودن اقتصاد در بلندمدت نیز تأثیر معنادار بر سطح انتشار گاز دی اکسید کربن دارد.

رابطه بین رشد اقتصادی و آلودگی های زیست محیطی، اعم از آلودگی هوا و آب در کشورهای در حال توسعه در دوره زمانی ۱۹۸۸-۲۰۰۷ مورد بررسی قرار گرفت و نتایج پژوهش، هر دو نوع آلودگی زیست محیطی کوزنتس را تأکید کردند.

بلالی، زمانی و بوسفی (۱۳۹۲) در پژوهشی با هدف بررسی ارتباط بین رشد اقتصادی و آلودگی زیست محیطی در بخش نفت ایران از متغیرهای ارزش افزوده بخش نفت، دی اکسید کربن منتشر شده ناشی از مصرف انرژی و نوسانات قیمت نفت طی سال های ۱۳۳۹ تا ۱۳۸۸ استفاده کردند و نتیجه گرفتند که نوسانات قیمت نفت تأثیر منفی و معنادار بر انتشار کربن دی اکسید دارد و همچنین رابطه زنگوله ای شکل بین ارزش افزوده بخش نفت و دی اکسید کربن تولید شده، ناشی از مصرف آن است که فرضیه کوزنتس در بخش انرژی را مورد تأیید قرار می دهد.

فلاحی و حکمتی فرید (۱۳۹۲) در پژوهشی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در استان های کشور را طی سال های ۱۳۸۲-۱۳۸۶ با استفاده از داده های تابلویی مورد بررسی قرار دارند. نتایج نشان دهنده آن است که شدت انرژی، درآمد سرانه واقعی، میزان جمعیت و نرخ شهرنشینی به عنوان مهم ترین عوامل اقتصادی و اجتماعی تأثیرگذار بر آلودگی محیط زیست هستند؛ به طوری که کشش انتشار سرانه دی اکسید کربن نسبت به درآمد واقعی سرانه، شدت انرژی، جمعیت و نرخ شهرنشینی، به ترتیب برابر $۰/۷۱$ ، $۰/۹۵$ ، $۱/۳۴$ و $۱/۶۸$ درصد محاسبه شده است.

محققان با استفاده از آزمون علیت خطی و غیرخطی رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی را در سال های ۱۳۴۶-۱۳۸۹ مورد بررسی قرار دادند. یافته ها بیانگر نبود رابطه علی از رشد اقتصادی به مصرف انرژی در ایران بر اساس هر دو آزمون خطی و غیرخطی است. اما یک رابطه علی یک طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی در ایران وجود دارد.

برقی اسکوتی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تأثیر تولیدات کارخانه ای، سرمایه گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار گاز CO_2 در کشورهای عضو گروه D8 در سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ با استفاده از روش پنل و گشتاورهای تعمیم یافته پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که در روش گشتاورهای تعمیم یافته تمام متغیرها مثبت و معنادار هستند و در روش اثرات ثابت نیز تمام متغیرها به جز سرمایه گذاری مستقیم خارجی با انتشار کربن دی اکسید، ارتباط مثبت و معنادار دارند.

بهرامی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی رابطه علیت کوتاه مدت و بلندمدت بین رشد درآمد سرانه و انتشار سرانه

کربن دی‌اکسید برای کشورهای صادرکننده نفت برای دوره ۱۹۷۰-۲۰۰۵ پرداختند. یافته‌های آنان نشان داد که غیر از حالت همگن بودن ضرایب بلندمدت و ناهمگن بودن ضرایب کوتاه‌مدت (شواهدی مبنی بر وجود رابطه علیت کوتاه‌مدت از انتشار به درآمد در کل پانل به دست نیامد) در بقیه حالت‌ها رابطه علیت کوتاه‌مدت یک‌طرفه از درآمد به انتشار و رابطه علیت بلندمدت دوطرفه بین انتشار و درآمد وجود دارد. رابطه علیت دوطرفه در حالت ناهمگن بودن ضرایب بلندمدت و همگن بودن ضرایب کوتاه‌مدت نیز به دست آمد. بنابراین رابطه علی دوطرفه بین انتشار و درآمد در کشورهای صادرکننده نفت مورد تأیید قرار گرفت.

رابطه علی بین متغیرهای انتشار دی‌اکسید کربن و سرانه مصرف انرژی را در ایران با استفاده از آزمون تودا - یاماموتو و همچنین آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در دوره ۱۳۵۹-۱۳۸۷ مورد تحلیل و بررسی قرار گرفت. یافته‌ها نشان داد که علیت دو سویه بین انتشار CO_2 و سرانه مصرف انرژی و علیت یک‌سویه از تولید ناخالص داخلی به سرانه مصرف انرژی وجود دارد.

درگاهی و بهرامی (۱۳۹۰) مهم‌ترین عوامل مؤثر بر انتشار کربن دی‌اکسید در کشورهای صادرکننده نفت از جمله ایران و همچنین کشورهای OECD را مورد بررسی قرار دادند. یافته‌ها نشان‌دهنده مورد تردید بودن شکل U وارون منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد مطالعه بود. همچنین تولید ناخالص داخلی سرانه و ارزش افزوده صنایع کارخانه‌ای با تولید ناخالص داخلی ارتباط مثبت با انتشار در هر دو گروه کشورها (عضو اوپک و OECD) دارند، اما علامت متغیر اندازه تجاری و یا درجه باز بودن اقتصاد، برای کشورهای عضو OECD منفی و برای کشورهای عضو اوپک مثبت است.

با توجه به بررسی ادبیات موضوع، برخلاف اکثر مطالعات صورت‌گرفته داخلی که در آن‌ها ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن دی‌اکسید در ایران به صورت یک‌طرفه در نظر گرفته شده است؛ در این مطالعه سعی بر آن است که به بررسی ارتباط متقابل بین این متغیرها، بدون پیش قضاوت در مورد درون‌زا یا برون‌زا بودن و همچنین شناسایی و نحوه اثرگذاری مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر رابطه میان آن‌ها به صورت سیستمی پرداخته شود. بنابراین از الگوی خودبازگشت برداری^{۱۳} استفاده شده است.

۲. روش‌شناسی پژوهش

۲-۱. الگوی رشد اقتصادی

عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی به صورت معادله لگاریتمی زیر (فرمول شماره ۱) و تابع عواملی است که بر یکدیگر اثر متقابل دارند.

۱.

$$\log Y_t = \beta_1 + \beta_2 \log CO_{2t} + \beta_3 \log FDI_t + \beta_4 \log E_t + \beta_5 \log Exp_t + \beta_6 \log Im p_t + \varepsilon_t$$

13. Vector Auto Regression (VAR)

در این فرمول Y تولید ناخالص داخلی سرانه، CO_2 انتشار سرانه کربن دی اکسید (تن متریک)، FDI سرمایه گذاری مستقیم خارجی (درصد از تولید ناخالص داخلی)، E میزان مصرف سوخت های فسیلی، EXP میزان صادرات کالاها و خدمات مرتبط با تولید ناخالص داخلی و Imp میزان واردات کالاها و خدمات مرتبط با تولید ناخالص داخلی است. داده های این پژوهش از بانک جهانی استخراج شده اند.

۲-۲. الگوی خود توضیح برداری

در گذشته به طور سنتی آزمون فروض و پیش بینی مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی، به وسیله الگوهای کلان سنجی با مقیاس بزرگ انجام می شد. بر این اساس معمولاً یک مجموعه کامل از معادلات ساختاری به طور مجزا برآورد شده و سپس این معادلات به منظور حصول به پیش بینی های کلان اقتصادی، جمع می شدند.

وقتی رفتار چند متغیر سری زمانی در یک الگو مورد بررسی قرار می گیرد، لازم است ارتباط متقابل بین آنها را مورد توجه قرار داد. یکی از راه ها برای انجام این کار، تنظیم و برآورد یک الگوی معادلات هم زمان است. اگر معادلات این الگو شامل وقفه های متغیرها نیز باشد، اصطلاحاً آن را الگوی معادلات هم زمان پویا می نامند. در چنین الگوهایی برخی از متغیرها درونزا تلقی می شوند و تعدادی نیز از پیش تعیین شده (برونزا یا درونزای با وقفه)، هستند. قبل از برآورد چنین الگویی لازم است اطمینان حاصل کنیم که معادلات این سیستم شناسا باشند. آنچه برای محقق کردن شرط شناسایی معمول است، آن است که فرض کنیم تعدادی از متغیرهای از پیش تعیین شده تنها در بعضی از معادلات الگو وارد می شوند. بنابراین قبل از برآورد الگوی معادلات هم زمان، لازم است دو گام برداشته شود؛ یکی اینکه باید متغیرهای الگو را به دو دسته درونزا و برونزا طبقه بندی کرد و دیگری اینکه باید قیدهایی را بر ضرایب متغیرهای الگو اعمال کرد تا به شناسایی الگو دست یافت. چنین تصمیمی در هر دو مرحله، معمولاً به صورت اختیاری توسط محقق گرفته می شود و شدیداً از سوی سیمز^{۱۴} (۱۹۸۰) مورد انتقاد واقع شده است. به اعتقاد سیمز اگر بین مجموعه ای از متغیرهای الگو هم زمانی وجود دارد، باید این هم زمانی را در تمام متغیرهای الگو یکسان دانست و پیش قضاوت در مورد اینکه کدام درونزا و کدام برونزا هستند، صحیح نیست. به طور کلی ایراداتی که سیمز به آزمون فروض و پیش بینی های سنتی متغیرهای کلان اقتصادی، بر اساس الگوهای کلان سنجی چندمتغیره دارد، عبارتند از: ۱. مطابق نبودن الگوهای چندمتغیره ساختاری با نظریه های اقتصادی؛ ۲. اعمال قیود غیر قابل اطمینان بر الگوها در فرایند تشخیص؛ ۳. در نظر نگرفتن وجود باز خورد بین متغیرها. سیمز با توجه به این نکات نتیجه گیری می کند که برآورد الگوهای کلان سنجی با مقیاس بزرگ به صورت شکل های خلاصه شده نامقید که در آن همه متغیرها درونزا فرض می شوند، امکان پذیر است. بر این اساس وی چارچوب جدیدی را با عنوان الگوی خودبازگشت برداری معرفی کرد. به علاوه چون در این الگو امکان بررسی ارتباط متقابل بین متغیرها ایجاد می شود، آزمون وجود رابطه علیت بین متغیرهای الگو، تحلیل های واکنش به ضربه و تجزیه واریانس خطای پیش بینی، به عنوان تحلیل های ساختاری از ارتباط بین متغیرها، با استفاده از این الگوها انجام می پذیرد. به دلایل مذکور در این مطالعه، از مدل خودبازگشت برداری نیز استفاده شده است. نکته ای که باید در تفسیر نتایج به آن توجه

14. Sims

کرد این است که در تخمین مدل های خودبازگشت برداری و به طور کلی دستگاه معادلات، ضرایب و درصد توضیح دهنده گی پارامترهای الگو، اهمیت روش های تک معادله ای را ندارند. بر این اساس از توابع عکس العمل آنی و تجزیه واریانس برای تحلیل نتایج استفاده می شود.

نمایش یک الگوی خودبازگشت برداری در حالت استاندارد آن به صورت فرمول شماره ۲ است:

۲.

$$y_t = A_0 + \sum_{i=1}^p A_i y_{t-i} + e_t$$

چون دارای P وقفه است، آن را اصطلاحاً الگوی خودبازگشت برداری از مرتبه P می نامند و به صورت (P) VAR نمایش می دهند که در آن برداری با ابعاد $(k \times 1)$ شامل متغیرهای درون زای الگو، A_0 بردار $(k \times 1)$ شامل مقادیر ثابت، A_i ماتریسی $(k \times k)$ شامل ضرایب وقفه های متغیرهای الگو و در نهایت e_t برداری $(k \times 1)$ شامل جملات اخلال است.

۳. یافته های پژوهش

در روش های معمول اقتصادسنجی، انجام هرگونه برآوردی مشروط به حصول اطمینان از پایداری متغیرها است. در غیر این صورت، یعنی در حالت ناپایداری، رگرسیون ساختگی و ضرایب و آماره های محاسبه شده برای سری های زمانی فاقد اعتبار است. از این رو، برای این منظور آزمون پایداری برای تمامی متغیرهای مدل انجام شده است. بنابر تعریف، یک سری زمانی پایا، دارای میانگین و واریانس ثابت و کوواریانس مستقل از عامل زمان است. در این مطالعه برای بررسی ایستایی متغیرها، از آزمون دیکی فولر تعمیم یافته که از آزمون های معتبر ایستایی است، استفاده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده از جدول شماره ۲ که بر اساس سطح و تفاضل مرتبه اول متغیرها تهیه شده است، مشاهده می شود که تفاضل مرتبه اول تمامی متغیرها در سطح ۹۹ درصد پایا هستند. بنابراین همه متغیرهای مدل، انباشته از مرتبه یک یا (1) I هستند. برای تعیین طول وقفه مناسب در مدل، با توجه به اینکه حجم نمونه کوچک است و تعداد وقفه بیش از سه، درجه آزادی را به شدت کاهش می دهد، حداکثر یک وقفه برای آزمون تعیین شده است که با استفاده از معیارهای آکائیک^{۱۵}، شوارتز بیزین^{۱۶}، حنان کوئین^{۱۷} و آزمون نسبت درست نمایی^{۱۸} صورت گرفته است. نتایج یک مطالعه نشان داد مناسب ترین معیار برای الگوهای با حجم نمونه کمتر از ۱۲۰، معیار شوارتز بیزین است. در صورتی که هدف، برآورد الگوی VECM^{۱۹} باشد، معیار شوارتز در هر حجم نمونه، مناسب ترین معیار انتخاب وقفه الگوست. بر اساس مطالعات شبیه سازی معیار شوارتز مناسب تر از معیار آکائیک در انتخاب وقفه است. بنابراین با توجه به نتایج آزمون تعیین وقفه بهینه الگوی خودبازگشت برداری در جدول شماره ۳ و بر اساس معیار شوارتز، یک وقفه به عنوان وقفه مناسب، برای

15. Akaike information criterion (AIC)
16. Schwarz information criterion (SC)
17. Hannan-Quinn information criterion (HC)
18. Sequential modified LR test statistic
19. Vector Error Correction Model (VECM)

الگو انتخاب شد و در ادامه به بررسی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها و مدل VECM پرداخته شد.

۳-۱. الگوی خودتوضیح برداری و هم‌جمعی: روش جوهانسون

در راستای بررسی و تعیین رابطه تعادلی بلندمدت بین چند متغیر اقتصادی سری زمانی، در این بخش به شرح روش جوهانسون می‌پردازیم. در این روش تعیین و برآورد بردارهای هم‌جمعی (یعنی ضرایب مربوط به روابط تعادلی بلندمدت) بین متغیرها با استفاده از ضرایب الگوی خودتوضیح برداری، بین آن متغیرها صورت می‌گیرد. ارتباط موجود بین الگوی خودبازگشت برداری و هم‌جمعی این امکان را فراهم می‌آورد تا به سادگی، بردارهای هم‌جمعی را از روی ضرایب الگوی خودتوضیح برداری به دست آورد. در آزمون هم‌جمعی بر اساس روش جوهانسون، آماره اثر و حداکثر مقدار ویژه می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد و در صورتی که این آماره در سطوح معنادار موردنظر، بزرگ‌تر از مقادیر بحرانی باشد، فرضیه صفر مبنی بر وجود I رابطه بلندمدت بین متغیرها را می‌توان رد کرد و فرضیه یک قابل بررسی خواهد بود. همان‌گونه که در **جدول شماره ۴** ملاحظه می‌شود، آزمون هم‌انباشتگی جوهانسون جوسیلیوس به پنج روش مختلف (از مقیدترین حالت تا نامقیدترین حالت) اجرا و به همراه مقادیر بحرانی مربوطه گزارش شده است. مطابق این جدول هر دو آماره λ_{Trace} و λ_{Max} دلالت بر وجود سه بردار هم‌انباشتگی در اولین مدل دارند. از این رو الگوی اول (بدون عرض از مبدأ و روند زمانی)، مورد پذیرش و آزمون قرار می‌گیرد. در برآورد روابط بلندمدت می‌بایست شناسایی این روابط در نظر گرفته شود. روابط بلندمدت بین چند متغیر، ترکیب خطی بین آن‌هاست که منحصر به فرد نیست. در نرم‌افزار ایویوز، هریک از روابط بلندمدت برآوردشده به صورت خودکار و بر اساس یکی از متغیرها نرمال شده است.

هریک از روابط بلندمدت برآوردشده بر اساس متغیرهای CO_2 ، GDP و feuse نرمال شده است. نتایج مندرج در **جدول شماره ۵** ضرایب مربوط به هریک از بردارهای هم‌جمعی برآوردشده با الگوی یک (بدون عرض از مبدأ و روند) و نسبت‌های t مربوط به آن‌ها را نشان می‌دهد؛ بنابراین می‌توان روابط بلندمدت برآوردشده را به صورتی که در **جدول شماره ۵** آمده است در نظر گرفت.

با توجه به ضریب بردار یک که بر اساس تولید ناخالص داخلی نرمال شده است، بین متغیر واردات با تولید ناخالص داخلی در بلندمدت رابطه منفی و معنادار برقرار است و بین متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و صادرات با تولید ناخالص داخلی، در بلندمدت رابطه‌ای مثبت و معنادار برقرار است. با توجه به ضریب بردار دو که بر اساس متغیر انتشار کربن دی‌اکسید نرمال شده است، می‌توان گفت که در بلندمدت متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار CO_2 اثر منفی و معنادار دارد. همچنین این ارتباط منفی در بلندمدت بین واردات با انتشار کربن دی‌اکسید نیز برقرار است. اما انتشار CO_2 با صادرات در درازمدت رابطه مثبت دارد. نتایج بردار سوم که بر اساس مصرف سوخت‌های فسیلی نرمال شده، حاکی از آن است که در بلندمدت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات در بلندمدت باعث کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی خواهند شد؛ در حالی که افزایش صادرات، افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی را در پی خواهد داشت.

جدول ۲. نتایج بررسی ایستایی متغیرها در سطح و تفاضل مرتبه اول

نام متغیر	وضعیت	مقادیر بحرانی (درصد)			آماره ADF در سطح متغیر	آماره ADF تفاضل مرتبه اول	وضعیت ایستایی
		۱۰	۵	۱			
CO ₂	با عرض از مبدأ	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۰/۳۶۹	-۴/۸۸۲	I(1)
export	با عرض از مبدأ	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۰۸۴	-۷/۶۲۲	I(1)
fdi	با عرض از مبدأ	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۲۷۶	-۵/۳۲۷	I(1)
gdp	با عرض از مبدأ	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۰۴۱	-۴/۲۳۱	I(1)
imp	با عرض از مبدأ	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۶۹۴	-۴/۵۹۹	I(1)
feuse	با عرض از مبدأ	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۹۳۳	-۲/۱۲۳	-۷/۶۳۱	I(1)

منبع: یافته‌های پژوهش

فصلنامه سیاست های راهبردی وکلان

جدول ۳. نتایج آزمون تعیین وقفه بهینه

تعداد وقفه	LR	SC	AIC	HQ
۰	NA	-۶/۶۲۵	۶/۸۸۶	-۶/۷۹۴
۱	۲۲۹/۷۶۵*	-۱۰/۷۷۰*	-۱۲/۵۶۰	-۱۱/۹۵۵*
۲	۴۵/۱۷۶	-۹/۱۴۰	-۱۲/۵۳۶	-۱۱/۳۳۸
۳	۴۷/۵۴۲	-۸/۲۶۸	-۱۲/۲۳۱*	۱۱/۴۸۱

منبع: یافته‌های پژوهش

فصلنامه سیاست های راهبردی وکلان

۲-۳. تابع عکس‌العمل تحریک (واکنش آنی)

در الگوی خودبازگشت برداری معمولاً مشکل می‌توان ضرایب برآورده شده را تفسیر کرد؛ به‌ویژه وقتی که ضرایب با وقفه یک متغیر، تغییر علامت دهند. به همین منظور تابع عکس‌العمل تحریک را برآورد می‌کند و بر اساس آن، رفتار متغیرها را در طول زمان مورد بررسی قرار می‌دهند. تابع عکس‌العمل تحریک، اثر عکس‌العمل یک متغیر درون‌زا را نسبت به تغییر یکی از جملات اخلاص یا (تحریک) در طول زمان نشان می‌دهد. در واقع توابع واکنش آنی، رفتار پویای متغیرهای دستگاه را در طول زمان هنگام بروز یک تکانه به اندازه یک انحراف معیار نشان می‌دهد. در تحلیل‌های مبتنی بر این توابع، می‌توان واکنش متغیرهای درون‌زای سیستم را در صورت روبه‌رو شدن دیگر متغیرها با تکانه، مورد بررسی قرار داد.

با توجه به تصویر شماره ۳ می‌توان به این نتیجه رسید که بر اثر بروز یک تکانه در متغیر Export (صادرات)، تولید ناخالص داخلی ایران در کوتاه‌مدت (تا پنج دوره) افزایش و پس از آن به تدریج تا سه دوره روند کاهشی را

جدول ۴. کمیت‌های آماره آزمون به منظور تعیین الگوی بردارهای هم‌انباشتگی

H_0	H_1	الگوی I	بحرانی	الگوی II	بحرانی	الگوی III	بحرانی	الگوی IV	بحرانی	الگوی V	بحرانی
λ_{Trace}		I		II		III		IV		V	
$\neq 0$	۲	۱۱۵/۴۴	۸۳/۹۴	۱۴۱/۶۸	۱۰۳/۸۴	۱۲۸/۲۶	۹۵/۷۵	۱۸۱/۲۳	۱۱۷/۷۱	۱۶۹/۸۴	۱۰۷/۳۵
۲	۲	۷۰/۱۸۶	۶۰/۰۶	۹۲/۷۴	۷۶/۹۷	۸۳/۶۶	۶۹/۸۲	۱۰۵/۹۳	۸۸/۸۰	۹۷/۵۴	۷۹/۳۴
۲	۲	۳۵/۳۸	۴۰/۱۷	۵۶/۰۸	۵۴/۰۸	۳۷/۰۵	۳۷/۱۵	۶۳/۱۳	۶۳/۸۸	۵۶/۰۹	۵۵/۲۴
۲	۲	۱۸/۷۲	۲۴/۲۷	۳۰/۲۶	۳۵/۱۹	۲۵/۱۴	۲۹/۸۰	۳۸/۲۷	۴۲/۹۲	۳۵/۰۳	۳۵/۰۱
۲	۲	۷/۸۶	۱۲/۳۲	۱۳/۶۸	۲۰/۲۶	۸/۸۸	۱۵/۴۹	۲۰/۶۸	۲۵/۸۷	۱۷/۷۶	۱۸/۴۰
۲	۲	۲/۱۵	۴/۱۳	۴/۹۸	۹/۱۶	-۰/۵۳	۳/۸۴	۷/۸۸	۱۲/۵۲	۶/۹۸	۳/۸۴
$\neq 0$	۲	۴۵/۲۶	۳۶/۶۳	۴۸/۹۴	۴۰/۹۶	۳۴/۶۰	۴۰/۰۸	۷۵/۳۰	۴۴/۵۰	۷۲/۲۹	۴۳/۴۲
۲	۲	۳۴/۸۰	۲۰/۴۴	۳۶/۶۵	۳۴/۸۰	۳۶/۶۱	۳۳/۸۷	۴۲/۸۰	۳۸/۳۳	۴۱/۴۵	۳۷/۱۶
۲	۲	۱۶/۶۶	۲۴/۱۶	۲۵/۸۲	۲۸/۵۹	۲۱/۹۱	۳۷/۵۸	۲۴/۸۶	۳۲/۱۲	۲۷/۰۶	۳۰/۸۲
۲	۲	۱۰/۸۶	۱۷/۷۹	۱۶/۵۸	۲۲/۳۰	۱۶/۲۶	۲۱/۱۳	۱۷/۵۹	۲۵/۸۲	۱۷/۲۶	۲۴/۲۵
۲	۲	۵/۷۱	۱۱/۲۲	۸/۷۱	۱۵/۸۹	۸/۳۶	۱۴/۲۶	۱۲/۷۹	۱۹/۳۹	۱۰/۸۹	۱۷/۱۵
۲	۲	۲/۱۵	۴/۱۳	۴/۹۹	۹/۱۶	-۰/۵۳	۳/۸۴	۷/۸۸	۱۲/۵۲	۶/۹۸	۳/۸۴

فصلنامه سیاست های راهبردی و کلان

الگوی I: بدون عرض از مبدأ (C) و روند زمان (T)، الگوی II: مقید، بدون T، الگوی III: نامقید، بدون T، الگوی IV: C نامقید، T مقید و الگوی V: C نامقید، T نامقید (مقادیر بحرانی در سطح ۹۵ درصد در روبه‌روی الگو و به صورت شماره نوشته شده است)

منبع: یافته‌های پژوهش

خواهد داشت؛ اما سرانجام در بلندمدت با افزایش صادرات، رشد اقتصادی روند افزایشی با شیب صعودی خواهد داشت. تکانه وارد بر FDI (سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی) باعث افزایش تولید ناخالص داخلی تا هفت دوره خواهد شد، سپس تا سه دوره روندی نزولی با شیب بسیار کند برای رشد اقتصادی را سبب خواهد شد؛ اما در بلندمدت روند با ثباتی را برای رشد اقتصادی به همراه خواهد داشت. IMP (واردات)، تولید ناخالص داخلی ایران را در کوتاه‌مدت (چهار دوره) افزایش و پس از آن روند کاهشی را برای آن در پی خواهد داشت. اما در بلندمدت با وقوع تکانه بر واردات، رشد اقتصادی یک روند هموار و نسبتاً باثبات کاهشی خواهد داشت. با بروز یک تکانه در متغیر Feuse (مصرف سوخت‌های فسیلی)، در کوتاه‌مدت تولید ناخالص داخلی تا چهار دوره با یک روند افزایشی مواجه خواهد شد و پس از آن به تدریج باعث کاهش رشد اقتصادی خواهد شد. تکانه وارد شده بر CO_2 باعث افزایش تولید ناخالص داخلی ایران تا دوره ششم شده و پس از آن، میزان تولید ناخالص داخلی با افزایش

جدول ۵. نتایج برآورد الگوی تصحیح خطای برداری (اعداد داخل پرانتز نسبت‌های t است)

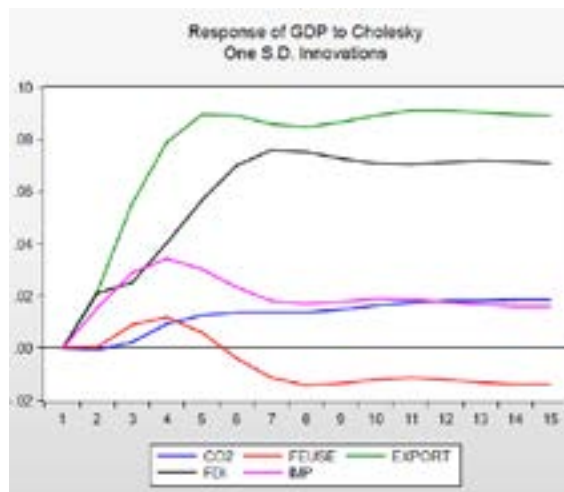
متغیر	ضریب بردار ۱	ضریب بردار ۲	ضریب بردار ۳
Ln GDP(-1)	۱	۰	۰
Ln CO ₂ (-1)	۰	۱	۰
Ln Feuse (-1)	۰	۰	۱
Ln FDI(-1)	۲/۹۰ (۳/۱۸)	-۱۳/۷۲ (-۳/۹۴)	-۳/۱۵ (-۳/۵۰)
Ln IMP (-1)	-۴/۷۲ (-۳/۲۲)	-۷/۰۵ (-۱/۳۰)	-۳/۶۰ (-۲/۵۷)
Ln Export (-1)	۲/۷۵ (۱/۹۸)	۱۰/۲۳ (۱/۸۳)	۳/۰۱ (۲/۰۸)

منبع: یافته‌های پژوهش

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

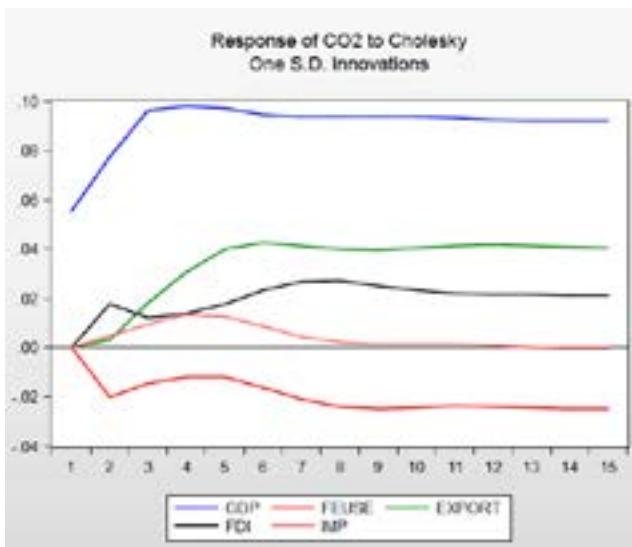
انتشار CO₂ تقریباً روند باثباتی خواهد داشت.

در مورد تصویر شماره ۴ می‌توان گفت تکانه وارد بر تولید ناخالص داخلی، میزان انتشار کربن دی‌اکسید را تا چهار دوره افزایش داده، سپس باعث کاهش انتشار کربن دی‌اکسید شده (تا دوره هفتم) و پس از آن روند بدون نوسان و باثباتی را برای انتشار به همراه خواهد داشت. تکانه وارد بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث ایجاد روند نوسانی برای انتشار کربن تا سه دوره و سپس روند افزایشی تا هفت دوره می‌شود و سپس روند نسبتاً کاهشی را برای آن سبب خواهد شد تا اینکه در بلندمدت میزان انتشار به یک ثبات و پایداری نسبی خواهد رسید. وقوع تکانه در صادرات تا شش دوره باعث ایجاد روندی صعودی برای انتشار CO₂ خواهد شد

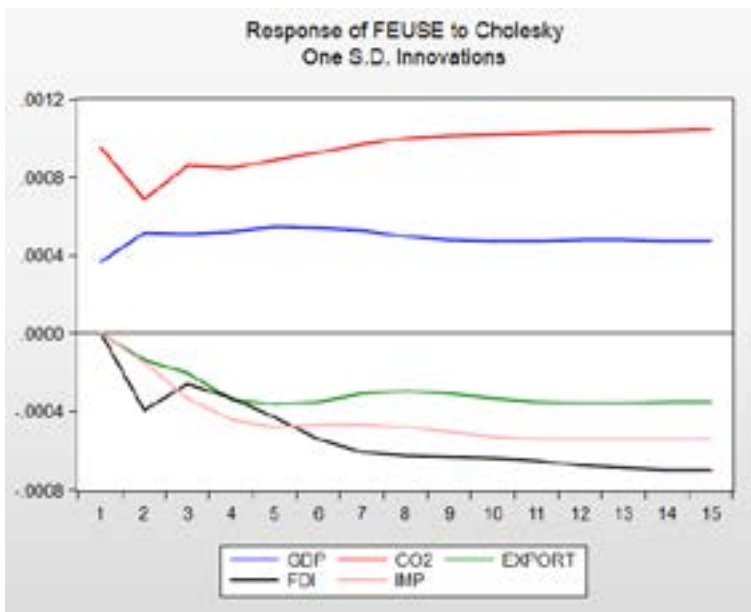


تصویر ۳. توابع واکنش آنی تولید ناخالص داخلی ایران

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان



تصویر ۴. توابع واکنش آنی انتشار کربن دی اکسید



تصویر ۵. توابع واکنش آنی مصرف انرژی

و در بلندمدت باعث ایجاد روندی باثبات برای انتشار خواهد شد. میزان واردات و مصرف انرژی در ابتدا باعث ایجاد روند نوسانی افزایشی کاهشی در میزان انتشار خواهد شد و سپس به تدریج روند باثباتی برای انتشار CO_2 را موجب خواهد شد.

تصویر شماره ۵ نشان‌دهنده آن است که تکانه وارد بر متغیر انتشار کربن، پس از ایجاد یک روند نوسانی در مصرف انرژی تا چهار دوره، در میان‌مدت و بلندمدت باعث افزایش در مصرف انرژی خواهد شد. تکانه وارد بر متغیر تولید ناخالص داخلی باعث افزایش نسبی و باثبات مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و میان‌مدت و سپس تعادل بلندمدت آن خواهد شد. متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات، کاهش میزان مصرف انرژی را در میان‌مدت و بلندمدت باعث خواهند شد. وقوع تکانه در صادرات در کوتاه‌مدت باعث کاهش مصرف انرژی می‌شود؛ اما در میان‌مدت باعث افزایش در مصرف انرژی شده و سپس به تعادل بلندمدت آن منجر خواهد شد.

۳-۳. تجزیه واریانس

یکی دیگر از کاربردهای مدل‌های خودرگرسیون برداری، استفاده از تکنیک تجزیه واریانس^{۲۰} است. در این روش، سهم درصدی هر متغیر از کل واریانس مشخص می‌شود. در واقع تجزیه واریانس نشان می‌دهد چند درصد از تغییرات یک متغیر مربوط به تغییرات گذشته خود متغیر و چند درصد مربوط به تغییر سایر متغیرهاست.

با توجه به نتایج حاصل از **جدول شماره ۶** می‌توان پی برد که در کوتاه‌مدت بیشترین میزان تغییرات متغیر تولید ناخالص داخلی از خود این متغیر (تولید ناخالص داخلی دوره قبل) ناشی می‌شود. این مقدار در بلندمدت کاهش پیدا خواهد کرد، اما همچنان تا پایان دوره، همواره حدود ۴۴ درصد از نوسانات این متغیر توسط خود آن متغیر توضیح داده می‌شود و پس از آن بالاترین سهم تأثیر بر تولید ناخالص داخلی ایران در بلندمدت به ترتیب مربوط به متغیرهای صادرات و FDI با سهمی حدود ۳۳ و ۲۰ درصد است.

در ارتباط با عوامل مؤثر بر انتشار کربن دی‌اکسید در ایران نیز می‌توان از نتایج **جدول شماره ۷** کمک گرفت. بدین ترتیب که به طور میانگین در کوتاه‌مدت و بلندمدت متغیر تولید ناخالص داخلی ایران و میزان انتشار در دوره قبل، بیشترین میزان تأثیرگذاری را روی انتشار CO_2 داشته‌اند؛ به طوری که مجموع میزان اثرگذاری این دو متغیر در بلندمدت حدود ۸۷ درصد و پس از آن‌ها تأثیر صادرات بر انتشار کربن دی‌اکسید در ایران بیشتر از سایر متغیرهای الگوست.

با توجه به نتایج **جدول شماره ۸** بیشترین اثرگذاری بر مصرف انرژی سرانه در ایران در کوتاه‌مدت و بلندمدت و بیشترین تأثیر بر میزان مصرف انرژی به ترتیب مربوط به مصرف انرژی دوره قبل و سپس مربوط به انتشار CO_2 خواهد بود.

20. Variance Decomposition

جدول ۶. تجزیه واریانس تولید ناخالص داخلی ایران

IMP	FDI	EXPORT	FEUSE	CO ₂	GDP	S.E.	Period
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۷۴۸۵۶	۱
۱/۵۱۵۵۱۴	۲/۱۰۶۷۶۶	۲/۹۴۴۹۸۸	۰/۰۰۲۳۳۴	۰/۰۰۲۵۳۵	۹۲/۷۳۷۹۶	۰/۱۲۶۰۷۹	۲
۳/۳۶۷۴۹	۳/۳۹۷۳۲۸	۱۱/۰۲۸۷۲	۰/۲۵۲۷۷۹	۰/۰۱۵۷۹۳	۸۱/۹۳۷۹۹	۰/۱۷۸۶۸۸	۳
۴/۳۳۴۴۲۲	۵/۲۰۰۷۲۷	۱۸/۸۱۲۹۱	۰/۴۲۸۳۵۲	۰/۱۷۳۷۰۱	۷۱/۰۵۰۸۹	۰/۲۲۷۴۴۱	۴
۴/۲۸۱۶۷۹	۸/۰۰۰۲۲۶	۲۴/۰۲۵۲۲	۰/۳۴۶۵۱۹	۰/۳۳۷۰۱۱	۶۳/۰۰۹۳۴	۰/۲۷۱۵۲۳	۵
۳/۸۳۳۵۵۶	۱۱/۲۰۵۷۴	۲۶/۵۷۰۴۱	۰/۲۸۰۹۶۴	۰/۴۵۵۵۷۶	۵۷/۶۵۳۷۶	۰/۳۱۰۶۰۲	۶
۳/۳۷۵۰۶۸	۱۳/۸۴۶۵۷	۳۷/۶۳۰۲۶	۰/۳۳۶۳۶۶	۰/۵۲۲۹۳۳	۵۴/۲۸۸۸۱	۰/۳۴۵۶۴۶	۷
۳/۰۳۱۲۲۴	۱۵/۵۸۳۵۹	۲۸/۲۱۵۳	۰/۴۲۲۴۴۲	۰/۵۷۲۵۸۱	۵۲/۱۷۴۸۷	۰/۳۷۷۴۵۹	۸
۲/۸۰۰۲۷۷	۱۶/۵۸۷۴	۲۸/۸۱۱۵۱	۰/۴۷۲۲۴۷	۰/۶۲۵۵۸۶	۵۰/۷۰۲۹۹	۰/۴۰۶۸۵	۹
۲/۶۴۲۱۰۸	۱۷/۱۹۳۴	۲۹/۴۸۷۸۷	۰/۴۸۹۸۳۲	۰/۶۸۸۴۰۵	۴۹/۴۹۸۳۹	۰/۴۳۴۴۱۱	۱۰
۲/۵۱۵۵۸۶	۱۷/۶۵۰۱۹	۳۰/۱۴۲۱۴	۰/۴۹۸۴۴۶	۰/۷۵۵۷۹۴	۴۸/۴۳۷۸۴	۰/۴۶۰۴۲۷	۱۱
۲۶۵۵۸۱/۰۰۰	۱۸/۰۶۴۸	۳۰/۶۷۸۷۷	۰/۵۱۲۵۹	۰/۸۱۹۶۶۴	۴۷/۵۲۴۵۸	۰/۴۸۵۰۰۷	۱۲
۲/۲۹۱۵۴۶	۱۸/۴۴۳۱	۳۱/۰۷۹۱۵	۰/۵۳۴۸۸۴	۰/۸۷۵۴۴۲	۴۶/۷۷۵۸۷	۰/۵۰۸۲۶۳	۱۳
۲/۱۹۵۳۵	۱۸/۷۶۰۰۶	۳۱/۲۸۱۶۴	۰/۵۶۰۱۶	۰/۹۲۳۳۳۹	۴۶/۱۷۹۵۵	۰/۵۳۰۳۵۱	۱۴
۲/۱۱۳۳۷۲	۱۹/۰۰۵۳۴	۳۱/۶۳۴۱۵	۰/۵۸۲۳۳۷	۰/۹۶۵۳۴۷	۴۵/۶۹۹۳۶	۰/۵۵۱۴۵۲	۱۵
۲/۰۴۴۵۲۵	۱۹/۱۹۱۲۴	۳۱/۸۶۴۹۷	۰/۵۹۹۴۷۸	۱/۰۰۳۷۹۹	۴۵/۲۹۵۹۸	۰/۵۷۱۷۳۲	۱۶
۱/۹۸۵۶۴۱	۱۹/۳۳۹۵۷	۳۲/۰۸۰۳۱	۰/۶۱۲۳۴۲	۱/۰۳۹۴۳۲	۴۴/۹۴۲۶۱	۰/۵۹۱۲۷۷	۱۷
۱/۹۳۳۵۸۶	۱۹/۴۶۷۸	۳۲/۲۷۵۶۴	۰/۶۲۳۴۵	۱/۰۷۳۲۰۴	۴۴/۶۲۷۳۳	۰/۶۱۰۱۸۹	۱۸
۱/۸۸۶۴۸۷	۱۹/۵۸۳۹۶	۳۲/۴۴۷۱	۰/۶۳۳۸۶۷	۱/۱۰۱۸۹۶	۴۴/۳۴۶۶۹	۰/۶۲۸۵۱۱	۱۹
۱/۸۴۳۶۶۱	۱۹/۶۸۹۱	۳۲/۵۹۵۹۹	۰/۶۴۳۹۵۷	۱/۱۲۸۵۶۹	۴۴/۰۹۸۷۲	۰/۶۴۶۲۸۹	۲۰

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۷. تجزیه واریانس انتشار کربن دی‌اکسید

IMP	FDI	EXPORT	FEUSE	CO ₂	GDP	S.E.	Period
./...	./...	./...	./...	۶۰/۱۳۴۴۴	۳۹/۸۵۵۵۶	۰/۰۷۴۸۵۶	۱
۰/۱۲۶۰۱۸	۱/۶۵۸۵۸۲	۰/۰۵۳۹۹	۲/۱۰۹۲۸	۴۸/۱۳۹۲۲	۴۷/۹۱۲۹۱	۰/۱۲۶۰۷۹	۲
۰/۳۳۴۱۶۲	۱/۳۵۵۱۰۷	۱/۰۲۰۶۴	۱/۷۸۷۳۶۲	۴۱/۴۱۴۲۳	۵۴/۰۸۸۶	۰/۱۷۸۶۸۸	۳
۰/۵۷۶۷۵۳	۱/۲۷۸۵۳۱	۲/۵۵۳۰۵۵	۱/۴۲۱۰۲	۳۹/۱۰۸۱۳	۵۵/۰۱۱۴۳	۰/۲۲۷۴۴۱	۴
۰/۶۵۰۷۳۷	۱/۳۹۲۳۹۸	۴/۲۳۰۳۲۲	۱/۲۹۵۱۲۳	۳۸/۲۰۶۳۴	۵۴/۲۲۵۰۷	۰/۲۷۱۵۲۳	۵
۰/۵۹۹۹۲۸	۱/۷۲۱۵۳۶	۵/۳۹۹۶۵۷	۱/۳۲۰۳۹	۳۸/۰۴۳۰۲	۵۲/۹۱۵۴۶	۰/۳۱۰۶۰۳	۶
۰/۵۱۳۷۹	۲/۰۸۸۲۹۹	۶/۰۶۳۴۶۸	۱/۴۹۶۱۲۸	۳۸/۰۵۵۷۴	۵۱/۷۸۳۵۸	۰/۳۴۵۶۴۶	۷
۰/۳۳۹۶۱۷	۲/۳۵۵۱۵۶	۶/۴۱۳۵۸۱	۱/۷۳۴۸۰۸	۳۸/۱۳۵۱۵	۵۰/۹۳۱۶۹	۰/۲۷۷۴۵۹	۸
۰/۳۸۲۸	۲/۴۸۹۹۳۲	۶/۶۵۱۴۲	۱/۹۱۷۷۳۷	۳۸/۲۶۳۵۴	۵۰/۲۹۹۵۷	۰/۴۰۶۸۵	۹
۰/۳۳۹۱۹۴	۲/۵۲۲۶۴۸	۶/۸۶۸۴۸۱	۲/۰۵۰۷۱۲	۳۸/۴۳۹۱۶	۴۹/۷۶۹۸	۰/۴۳۴۴۱۱	۱۰
۰/۳۰۴۶۱۴	۲/۵۲۰۹۷۷	۷/۰۷۸۸۵	۲/۱۴۱۵۲۳	۳۸/۶۷۵۲۷	۴۹/۲۷۸۱۷	۰/۴۶۰۴۲۷	۱۱
۰/۲۷۶۰۷۶	۲/۵۱۱۲۳۸	۷/۲۶۳۴۷۹	۲/۲۱۵۱۴۲	۳۸/۹۱۶۳۴	۴۸/۸۱۸۷۲	۰/۴۸۵۰۰۷	۱۲
۰/۲۵۲۱۱۴	۲/۵۰۲۶۲۲	۷/۴۰۴۳۶۵	۲/۲۸۵۲۹۲	۳۹/۱۳۹۲۷	۴۸/۴۰۶۳۳	۰/۵۰۸۲۶۳	۱۳
۰/۲۳۱۹۷۱	۲/۴۹۲۸۴۵	۷/۵۰۶۸۴	۲/۳۵۳۵۲۷	۳۹/۲۶۲۳۱	۴۸/۰۵۲۵	۰/۵۳۰۲۵۱	۱۴
۰/۲۱۴۸۹۶	۲/۴۷۸۲۳۳	۷/۵۸۲۸۹۴	۲/۴۱۵۷۳۵	۳۹/۵۵۴۰۸	۴۷/۷۵۴۱۶	۰/۵۵۱۴۵۲	۱۵
۰/۲۰۰۱۹۹	۲/۴۵۸۱۴۷	۷/۶۴۵۲۶۸	۲/۴۶۸۷۱۸	۳۹/۷۲۸۱۵	۴۷/۴۹۹۲	۰/۵۷۱۷۳۲	۱۶
۰/۱۸۷۳۸۸	۲/۴۳۵۹۹۵	۷/۷۰۰۹۱۱	۲/۵۱۲۶۲۲	۳۹/۸۸۷۹۹	۴۷/۲۷۵۱	۰/۵۹۱۲۷۷	۱۷
۰/۱۷۶۱۳	۲/۴۱۳۶۱۶	۷/۷۵۱۳۷۱	۲/۵۴۹۷۹۶	۴۰/۰۳۵۲۵	۴۷/۰۷۳۸۴	۰/۶۱۰۱۸۹	۱۸
۰/۱۶۶۱۸۱	۲/۳۹۲۹۴۱	۷/۷۹۵۹۰۸	۲/۵۸۱۲۷۰۶	۴۰/۱۷۰۲۲	۴۶/۸۹۲۰۴	۰/۶۲۸۵۱۱	۱۹
۰/۱۵۷۳۳۶	۲/۳۷۴۲۱۷	۷/۸۳۴۱۳۴	۲/۶۱۲۷۶۴	۴۰/۲۹۳۰۸	۴۶/۷۲۸۴۷	۰/۶۴۶۲۸۹	۲۰

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸. تجزیه واریانس مصرف انرژی در ایران

IMP	FDI	EXPORT	FEUSE	CO ₂	GDP	S.E.	Period
۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۸۷/۹۰۰۹۱	۱۰/۵۰۷۱۵	۱/۵۹۱۹۲۷	۰/۰۷۴۸۵۶	۱
۰/۱۵۳۶۹۲	۱/۰۷۱۶۳۶	۰/۱۲۱۶۳۴	۸۶/۳۴۵۲۶	۹/۵۱۰۳۹۹	۲/۷۹۳۳۷۶	۰/۱۱۲۶۰۷۹	۲
۰/۶۳۱۲۱۸	۱/۰۵۵۰۷۹	۰/۲۲۲۷۹	۸۴/۸۱۱۵۷	۱۰/۰۰۶۲۸	۳/۱۵۲۰۵۶	۰/۱۱۷۸۶۸۸	۳
۱/۲۰۸۰۱۴	۱/۲۲۲۹۴۴	۰/۶۲۵۶۲۸	۸۳/۰۲۰۷۱	۱۰/۴۶۴۴۷	۳/۴۵۸۲۳۵	۰/۲۲۷۴۴۱	۴
۱/۶۶۰۶۵۵	۱/۵۴۳۳۴۶	۰/۹۰۱۴۲۱	۸۱/۲۹۵۸	۱۰/۸۹۱۸۳	۳/۷۰۶۹۴۹	۰/۲۷۱۵۲۳	۵
۱/۹۳۹۶۵۹	۲/۰۲۲۱۲۲	۱/۰۵۶۰۴۱	۷۹/۸۴۸۶۹	۱۱/۲۸۸۳۵	۳/۸۴۵۱۳۳	۰/۳۱۰۶۰۳	۶
۲/۱۲۰۱۲۴	۲/۵۱۶۰۶۱	۱/۱۰۷۳۹۲	۷۸/۶۹۹۹۴	۱۱/۶۷۴۴۶	۳/۸۸۲۰۲	۰/۳۴۵۶۴۶	۷
۲/۲۷۶۵۱۵	۲/۹۳۲۱۹۴	۱/۱۲۹۴۹۶	۷۷/۷۵۶۶۸	۱۲/۰۵۲۴	۳/۸۵۲۷۱۴	۰/۳۷۷۴۵۹	۸
۲/۴۴۱۲۸۱	۳/۲۶۰۶۱۲	۱/۱۵۸۸۴۸	۷۶/۹۳۶۱۲	۱۲/۴۰۰۳۹	۳/۸۰۲۷۴۸	۰/۴۰۶۸۵	۹
۲/۶۰۹۶۹۹	۳/۵۳۴۵۵۷	۱/۲۰۵۳۸۵	۷۶/۱۹۱۶۴	۱۲/۷۰۳۳۳	۳/۷۵۵۲۸۷	۰/۴۳۳۴۱۱	۱۰
۲/۷۶۳۹۶۷	۳/۷۸۵۴۱۲	۱/۲۵۹۴۵۸	۷۵/۵۱۶۲۷	۱۲/۹۵۷۸۴	۳/۷۱۷۰۵۳	۰/۴۶۰۴۲۷	۱۱
۲/۸۹۲۸۶۸	۴/۰۲۵۲۰۵	۱/۳۰۸۸۴۵	۷۴/۹۱۶۷۸	۱۳/۱۷۱۴۲	۳/۶۸۴۸۸۲	۰/۴۸۵۰۰۷	۱۲
۲/۹۹۷۲۹۲	۴/۲۵۰۷۰۱	۱/۳۴۸۰۰۳	۷۴/۳۹۴۷۲	۱۳/۲۵۴۷۵	۳/۶۵۴۵۳۳	۰/۵۰۸۲۶۳	۱۳
۳/۰۸۴۶۶۸	۴/۴۵۴۵۹۷	۱/۳۷۸۶۵۳	۷۳/۹۴۱۶۸	۱۳/۵۱۶۱۶	۳/۶۲۳۲۴۲	۰/۵۲۰۳۵۱	۱۴
۳/۱۶۲۰۲۹	۴/۶۳۳۹۰۲	۱/۴۰۴۹۳۵	۷۳/۵۴۴۳۳	۱۳/۶۶۰۰۲	۳/۵۹۴۷۸۷	۰/۵۵۱۴۵۲	۱۵
۳/۲۳۲۸۳	۴/۷۹۱۰۶۳	۱/۴۲۹۷۳۱	۷۳/۱۹۰۶۸	۱۳/۷۸۸۰۹	۳/۵۶۷۶۱۲	۰/۵۷۱۷۲۲	۱۶
۳/۲۹۷۵۲	۴/۹۳۰۸۹۲	۱/۴۵۳۶۵۲	۷۲/۸۷۲۹	۱۳/۹۰۱۵۴	۳/۵۴۳۴۹۷	۰/۵۹۱۲۷۷	۱۷
۳/۳۵۵۵۸۴	۵/۰۵۷۴۷۷	۱/۴۷۶۰۵۲	۷۲/۵۸۶۶۵	۱۴/۰۰۱۹۵	۳/۵۲۲۲۸۹	۰/۶۱۰۱۸۹	۱۸
۳/۴۰۷۰۴۱	۵/۱۷۳۰۴۴	۱/۴۹۶۲۱	۷۲/۳۲۹۰۲	۱۴/۰۹۱۳۳	۳/۵۰۲۳۳۹	۰/۶۲۸۵۱۱	۱۹
۳/۴۵۲۷۳	۵/۲۷۸۴۷۶	۱/۵۱۴۰۱۷	۷۲/۰۹۷۰۴	۱۴/۱۷۱۶۶	۳/۴۸۶۰۷۶	۰/۶۴۶۲۸۹	۲۰

منبع: یافته‌های پژوهش

۴. بحث و نتیجه گیری

افزایش فعالیت‌های اقتصادی و بالتبع تولید و افزایش میزان انتشار کربن دی‌اکسید باعث رشد اقتصادی بیشتر خواهد شد و از طرفی هم رشد اقتصادی کشورها می‌تواند بر انتشار کربن دی‌اکسید اثرگذار باشد. از سوی دیگر منبع اصلی گرمایش جهانی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و عامل اصلی انتشار نیز مصرف انرژی است؛ بنابراین

کاهش مصرف انرژی به کاهش انتشار می‌انجامد. از سویی ممکن است حرکت به سمت اهداف پروتکل کیوتو به منظور کاهش انتشار، رشد اقتصادی را کاهش دهد. به عبارت دیگر رشد اقتصادی و مصرف انرژی به هم وابسته‌اند؛ چراکه با افزایش مصرف انرژی در صورت افزایش بهره‌وری، رشد و توسعه اقتصادی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، افزایش کارایی که به صرفه‌جویی در مصرف انرژی منجر می‌شود نتیجه رشد و توسعه اقتصادی است؛ بنابراین در این مطالعه سعی بر آن است که به بررسی ارتباط متقابل بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن دی‌اکسید، بدون پیش‌قضاوت در مورد درون‌زا یا برون‌زا بودن متغیرها پرداخته شود؛ بنابراین از الگوی خودبازگشت برداری به منظور بررسی ارتباط متقابل بین متغیرها استفاده شده است.

نتایج حاصل از الگوی تصحیح خطای برداری نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر مثبت و معناداری بر رشد اقتصادی در بلندمدت خواهد داشت. در حالی که نتایج نشان می‌دهد ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کشور می‌تواند باعث کاهش مصرف انرژی و انتشار کربن در بلندمدت شود. ضمن اینکه افزایش صادرات به افزایش بلندمدت رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن منجر خواهد شد.

همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس حاکی از آن است که در بلندمدت از بین متغیرهای مورد بررسی، رشد اقتصادی دوره گذشته، صادرات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشترین تأثیر را بر تولید ناخالص داخلی دارند و رشد اقتصادی و صادرات بیشترین اثرگذاری بر میزان انتشار کربن دی‌اکسید را خواهند داشت.

از آنجا که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی هم بر رشد اقتصادی کشور و هم بر میزان انتشار و مصرف انرژی تأثیرگذار است، پیشنهاد می‌شود بخشی از این سرمایه‌گذاری صرف کاهش میزان آلودگی از طریق خرید و سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های مدرن و با آلاینده‌گی کمتر، شود تا هم رشد اقتصادی را افزایش دهد و هم به کاهش انتشار آلودگی بینجامد. همچنین چون صادرات و بالتبع مصرف انرژی برای تولید، در بلندمدت به افزایش انتشار کربن دی‌اکسید و رشد اقتصادی منجر می‌شود، پیشنهاد می‌شود برای کاهش میزان آلودگی در بلندمدت برنامه جایگزینی سوخت‌های فسیلی با سوخت‌های سازگار با طبیعت در برنامه سیاست‌گذاری قرار گیرد و در کوتاه‌مدت نیز از طریق سیاست‌های قیمت‌گذاری و استفاده از دستگاه‌های با تکنولوژی پیشرفته‌تر میزان استفاده از انرژی‌های فسیلی کاهش یابد؛ ضمن اینکه این امر باید بتواند رشد اقتصادی مناسب را نیز به همراه داشته باشد. به عبارت دیگر باید با به کار بستن راهکارهایی مانند جایگزین کردن سوخت سبک به جای سوخت‌های سنگین فسیلی (نفت، گاز و نفت کوره)، استفاده از تکنولوژی‌های مدرن زیست‌سازگار و افزایش راندمان نیروگاه‌ها، توسعه ظرفیت انرژی‌های پاک هسته‌ای و خورشیدی بتوان نسبت به کاهش گازهای گلخانه‌ای اقدام کرد.

قیمت پایین حال حاضر نفت، گاز و زغال سنگ ممکن است انگیزه یافتن سوخت‌های مناسب و ارزان جایگزین را کاهش بدهد و مانع رونق نوآوری و پذیرش تکنولوژی‌های پاک‌تر شود. ضمن اینکه دولت با کاهش بهای سوخت‌های پاک، می‌تواند تولیدکنندگان را بیش از پیش به استفاده از چنین سوخت‌هایی تشویق کند.

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

همه اصول اخلاقی در این مقاله رعایت شده است. شرکت کنندگان اجازه داشتند هر زمان که مایل بودند از پژوهش خارج شوند. همچنین همه شرکت کنندگان در جریان روند پژوهش بودند. اطلاعات آن‌ها محرمانه نگه داشته شد.

حامی مالی

این پژوهش هیچگونه کمک مالی از سازمانیهای دولتی، خصوصی و غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

مشارکت نویسندگان

تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت داشته‌اند.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسندگان، این مقاله تعارض منافع ندارد.

References

- Acaravci, A., & Ozturk, I. (2010). On the relationship between energy consumption, CO₂ emissions and economic growth in Europe. *Energy*, 35(12), 5412-20. [DOI:10.1016/j.energy.2010.07.009]
- Amiri, H., Saedpour, L., & Kalantary, A. (2016). [Evaluation threshold effect of income on carbon dioxide emissions intensity in selected MENA countries: Nonlinear panel data approach (Persian)]. *Journal of Iranian Energy Economics*, 5(17), 39-66. http://jiece.atu.ac.ir/article_7164.html
- Apergis, N., Payne, J. E., Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, nuclear energy, renewable energy, and economic growth. *Ecological Economics*, 69(11), 2255-60. [DOI:10.1016/j.ecolecon.2010.06.014]
- Bahrami, J., Khiabani, N., & Ghazi, M. H. (2012). [Causality between pollution emissions and economic growth (the case of oil exporting countries) (Persian)]. *Journal of Iranian Energy Economics*, 1(2), 33-57. http://jiece.atu.ac.ir/article_3318.html
- Balali, H., Zamani-Dadandeh, O., & Yousofi, A. (2013). [The relationship between economic growth and environmental pollution in oil sector with emphasis on oil price volatility: Case study of Iran (Persian)]. *The Journal of Planning and Budgeting*, 18(3), 49-66. http://jpbud.ir/browse.php?a_id=1070&sid=1&slc_lang=fa
- Barghi Oskoe, M. M., Fallahi, F., & Zhendeh Khatibi, S. (2012). [The effect of manufacturing products and foreign direct investment on CO₂ emission in D8 countries (Persian)]. *Quarterly Journal of Economical Modeling*, 6(20), 93-109. http://eco.iaufb.ac.ir/article_555457.html
- Biabi, H., Shahpori, A. R., & Amirnejad, H. (2016). [Investigating the effect of economic growth, population and volume of foreign trade on CO₂ greenhouse gas emissions (comparing the member countries of OECD and non-elected members including Iran) (Persian)]. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 1(1), 27-43. http://eenr.atu.ac.ir/article_6997.html
- Bloch, H., Rafiq, Sh., & Salim, R. (2012). Coal consumption, CO₂ emission and economic growth in China: Empirical evidence and policy responses. *Energy Economics*, 34(2), 518-28. [DOI:10.1016/j.eneco.2011.07.014]
- Bouznit, M., & Pablo-Romero, M. d. P. (2016). CO₂ emission and economic growth in Algeria. *Energy Policy*, 96, 93-104. [DOI:10.1016/j.enpol.2016.05.036]
- Chen, P. Y., Chen, S. T., Hsu, C. S., & Chen C. C. (2016). Modeling the global relationships among economic growth, energy consumption and CO₂ emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 420-31. [DOI:10.1016/j.rser.2016.06.074]
- Dargahi, H., & Bahrami Gholami, M. (2012). [The GHGs emissions determinants in selected OECD and OPEC countries and the policy implications for Iran: (Panel data approach) (Persian)]. *Journal of Iranian Energy Economics*, 1(1), 73-99. http://jiece.atu.ac.ir/article_2753.html
- El Hedi Arouri, M., Ben Youssef, A., M'henni, H., & Rault, C. (2012). Energy consumption, economic growth and CO₂ emissions Middle East and North African countries. *Energy Policy*, 45, 342-9. [DOI:10.1016/j.enpol.2012.02.042]
- Falahi, F., & Hekmati Farid, S. (2013). [Determinants of CO₂ emissions in the Iranian provinces (panel data approach) (Persian)]. *Journal of Iranian Energy Economics*, 2(6), 129-50. http://jiece.atu.ac.ir/article_763.html
- Ito, K. (2017). CO₂ emissions, renewable and non-renewable energy consumption, and economic growth: Evidence from panel data for developing countries. *International Economics*, 151, 1-6. [DOI:10.1016/j.inteco.2017.02.001]
- Jalil, A., & Feridun, M. (2011). The impact of growth, energy and financial development on the environment in China: A cointegration analysis. *Energy Economics*, 33(2), 284-91. [DOI:10.1016/j.eneco.2010.10.003]

Kohansal, M. R., & Shayanmehr, S. (2016). [The interplay between energy consumption, economic growth and environmental pollution: Application of spatial panel simultaneous-equations model (Persian)]. *Journal of Iranian Energy Economics*, 5(19), 179-216. <https://www.magiran.com/paper/1681800?lang=en>

Kulionis, V. (2013). The relationship between renewable energy consumption, CO₂ emission and economic growth in Denmark [MSc. thesis]. Lund: Lund University.

This Page Intentionally Left Blank
