Quarterly Journal of
The Macro and Strategic Policies

Winter 2020, Volume 7, Number 4

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 202

Key words:
CO_2 emission, Energy consumption, Economic growth, Vector auto regression.

ABSTRACT

in 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 exougenousexogenous 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 CO_2 emissions was investigated separately. For this purpose, we used gross domestic product per capita, per capita carbon dioxide CO_2 emission, foreign direct investment, energy use (oil equivalent), export and import levels were used during the period from 1970 to 2015. The results of impulsim-pulse 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 CO_2 emission. Also, the results of variance decomposition 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. and While economic growth and export will have the greatest impact The amount of last year's CO_2 emission, economic growth and export will have the greatest impact on carbon dioxide CO_2 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

*محمدرضا کهنسال[۱]، مهسا بهرامی‌نسب[۲]

۱. عضو هیئت‌علمی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.
۲. دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۲۹ آبان ۱۳۹۷
تاریخ پذیرش: ۰۷ بهمن ۱۳۹۷
تاریخ انتشار: ۱۱ دی ۱۳۹۸

چکیده

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 موردبررسی، 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:**
محمدرضا کهنسال
نشانی: مشهد، دانشگاه فردوسی، دانشکده کشاورزی.
تلفن: ۳۸۸۰۵۷۸۳ (۵۱) ۹۸+
پست الکترونیکی: kohansal@um.ac.ir

صحت مطالب مقاله بر عهده نویسنده است و بیانگر دیدگاه مجمع تشخیص مصلحت نظام نیست

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 اسکوئی، فلاحی و ژنده 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 صورت‌گرفته برای کاهش آلودگی می‌توان به طرح تغییر آب و هوای کانادا و همچنین سیستم مبادله انتشار در اتحادیه اروپا اشاره کرد. کوزنتس[1]، فرضیه منحنی کوزنتس را برای اولین‌بار در سال ۱۹۵۵بیان 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[2] 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 علّیت یک‌طرفه بین این دو متغیر است. این پیش‌فرض می‌تواند مانع از فهم کامل‌تر ماهیت صحیح رابطه بین این دو متغیر شود و تمام پیش‌فرض‌های این‌چنینی 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، درواقع 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، عقب نمانده 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.

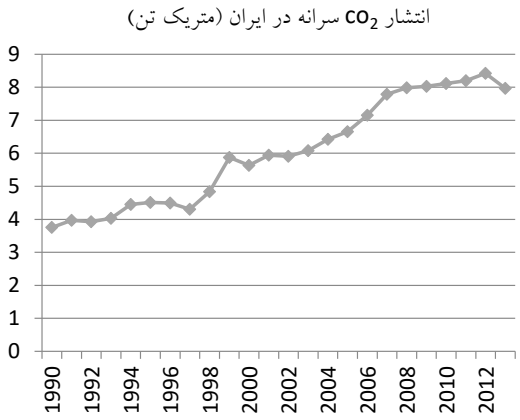
داده‌های آماری نشان می‌دهند ایران در سال ۲۰۱۶ رتبه هشتم دنیا را در انتشار دی‌اکسیدکربن به خود اختصاص داده است. ضمن اینکه ایران بزرگ‌ترین انتشاردهنده کربن دی‌اکسید در بین کشورهای خاورمیانه است (جدول شماره ۱). بنابراین با توجه به اینکه ایران کشوری رو به رشد و برخوردار از منابع غنی و گسترده انرژی است و 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 CO_2 در سال ۲۰۱۶ در کشورهای خاورمیانه (میلیون تن)

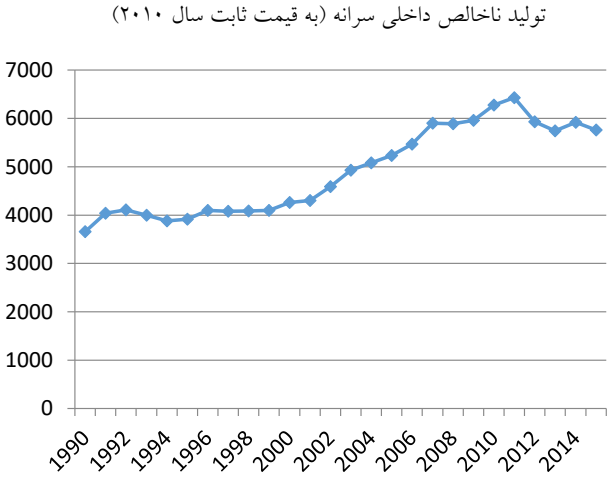
کشور	میزان انتشار
بحرین	۲۹/۶
ایران	۵۶۳/۴
عراق	۱۳۹/۹
اردن	۲۳/۹
کویت	۹۰/۲
لبنان	۲۳/۲
عمان	۶۳/۱
قطر	۷۹/۱
عربستان	۵۲۷/۲
سوریه	۲۶/۱
امارات	۱۹۱/۸
یمن	۹/۲

منبع: CO_2 Emissions from Fuel Combustion (2018 edition)



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

اقتصادی افزایش می‌یابد. ازسوی 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.



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

۱. ادبیات موضوع

ایتو[3] (۲۰۱۷) به بررسی ارتباط بین انتشار CO_2 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[4] (۲۰۱۶) ارتباط بین انتشار CO_2 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 CO_2 را افزایش دادند و صادرات و واردات به ترتیب اثر منفی و مثبت بر انتشار CO_2 دارند.

چن، چن، هسو و چن[5] (۲۰۱۶) به مدل‌سازی ارتباط جهانی بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار CO_2 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 انتشارگازهای گلخانه‌ای را نشان داد؛ بنابراین، این کشور به بهبود بهره‌وری در مصرف نفت برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای نیازمند است.

کولونیس[6] (۲۰۱۳) رابطه علّی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را در دانمارک در دوره‌ای 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 آرویوری، بن یوسف، محنی و راولت[7] (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. Bouznit & Pablo-Romero
5. Chen, Chen, Hsu, & Chen
6. Kulionis
7. El Hedi Arouri و Ben Youssef, M'henni, & Rault

بلوچ، رفیق و سلیم[8] (۲۰۱۲) در پژوهشی به برآورد روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت مصرف زغال‌سنگ 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[9] (۲۰۱۱) با استفاده از الگوی خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی[10] 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 CO_2 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 موردمطالعه تأیید می‌کند.

همچنین آکاراوسی و آزتورک[11] (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 موردمطالعه صادق نیست.

آپرگیس، پاین، منیا و ولد روفیل[12] (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 علّی بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی به دست

8. Bloch, Rafiq & Salim
9. Jalil & Feridun
10. Auto Regressive Ditributed Lag (ARDL)
11. Acaravci & Ozturk
12. Apergis, Payne و Menyah, & Wolde-Rufael

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

آپرگیس و همکارن (۲۰۱۰) به آزمون رابطه علّی 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 نه‌تنها 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 موردمطالعه، 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 موردمطالعه تأکید می‌کند و بنابراین لحاظ کردن یک تابع انتقال با دو حد آستانه‌ای برای تصریح کامل رفتارغیرخطی 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 بازبودن 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 وقفه‌های گسترده استفاده شد. نتایج حاصل از برآورد الگوی پویای کوتاه‌مدت 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 دی‌اکسید کربن دارد. نتایج حاصل از برآورد تعادل بلندمدت نشان می‌دهد مصرف سرانه انرژی و درجه باز بودن اقتصاد در بلندمدت نیز تأثیر معنادار بر سطح انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارد.

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

بلالی، زمانی و یوسفی (۱۳۹۲) در پژوهشی با هدف بررسی ارتباط بین رشد اقتصادی و آلودگی زیست‌محیطی در بخش نفت ایران از متغیرهای ارزش افزوده بخش نفت، دی‌اکسید کربن منتشرشده ناشی از مصرف انرژی و نوسانات قیمت نفت طی سال‌های ۱۳۳۹ تا ۱۳۸۸ استفاده کردند و نتیجه گرفتند که نوسانات قیمت نفت تأثیر منفی و معنادار بر انتشار کربن دی‌اکسید دارد و همچنین رابطه زنگوله‌ای شکل بین ارزش افزوده بخش نفت و دی‌اکسید کربن تولیدشده، ناشی از مصرف آن است که فرضیه کوزنتس در بخش انرژی را مورد تأیید قرار می‌دهد.

فلاحی و حکمتی فرید (۱۳۹۲) در پژوهشی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن در استان‌های کشور را طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۶ با استفاده از داده‌های تابلویی مورد بررسی قرار دارند. نتایج نشان‌دهنده آن است که شدت انرژی، درآمد سرانه واقعی، میزان جمعیت و نرخ شهرنشینی به عنوان مهم‌ترین عوامل اقتصادی و اجتماعی تأثیرگذار بر آلودگی محیط زیست هستند؛ به طوری که کشش انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن 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 سال‌های ۱۳۴۶ - ۱۳۸۹ مورد بررسی قرار دادند. یافته‌ها بیانگر نبود رابطه علّی از رشد اقتصادی به مصرف انرژی در ایران بر اساس هر دو آزمون خطی و غیرخطی است. اما یک رابطه علّی یک‌طرفه از مصرف انرژی به رشد اقتصادی در ایران وجود دارد.

برقی اسکوئی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی تأثیر تولیدات کارخانه‌ای، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار گاز CO_2 در کشورهای عضو گروه D8 در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ با استفاده از روش پنل و گشتاورهای تعمیم‌یافته پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که در روش گشتاورهای تعمیم‌یافته تمام متغیرها مثبت و معنادار هستند و در روش اثرات ثابت نیز تمام متغیرها به جز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با انتشار کربن دی‌اکسید، ارتباط مثبت و معنادار دارند.

بهرامی و همکاران (۱۳۹۱) به بررسی رابطه علیت کوتاه‌مدت 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 علّیت کوتاه‌مدت از انتشار به درآمد در کل پانل به دست نیامد) در بقیه حالت‌ها رابطه علّیت کوتاه‌مدت یک‌طرفه از درآمد به انتشار و رابطه علّیت بلندمدت دوطرفه بین انتشار و درآمد وجود دارد. رابطه علّیت دوطرفه در حالت ناهمگن بودن ضرایب بلندمدت و همگن بودن ضرایب کوتاه‌مدت نیز به دست آمد. بنابراین رابطه علّی دوطرفه بین انتشار و درآمد در کشورهای صادرکننده نفت مورد تأیید قرار گرفت.

رابطه علّی بین متغیرهای انتشار دی‌اکسید کربن و سرانه مصرف انرژی را در ایران با استفاده از آزمون تودا ـ 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 علّیت 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 موردمطالعه 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[13] 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.

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

13.Vector Auto Regression (VAR)

در این فرمول Y تولید ناخالص داخلی سرانه، CO_2 انتشار سرانه کربن دی‌اکسید (تن متریک)، FDI سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (درصد از تولید ناخالص داخلی)، E میزان مصرف سوخت‌های 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. داده‌های این پژوهش از بانک جهانی استخراج شده‌اند.

۲-۲. الگوی خودتوضیح‌برداری

در گذشته به طور سنتی آزمون فروض و پیش‌بینی مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی، به وسیله الگوهای کلان‌سنجی با مقیاس بزرگ انجام می‌شد. بر این اساس معمولاً یک مجموعه کامل از معادلات ساختاری به طور مجزا برآورد شده و سپس این معادلات به منظور حصول به پیش‌بینی‌های کلان اقتصادی، تجمیع می‌شدند.

وقتی رفتار چند متغیر سری زمانی در یک الگو مورد بررسی قرار می‌گیرد، لازم است ارتباط متقابل بین آن‌ها را مورد توجه قرار داد. یکی از راه‌ها برای انجام این کار، تنظیم و برآورد یک الگوی معادلات هم‌زمان است. اگر معادلات این الگو شامل وقفه‌های متغیرها نیز باشد، اصطلاحاً آن را الگوی معادلات هم‌زمان پویا می‌نامند. در چنین الگوهایی برخی از متغیرها درون‌زا تلقی می‌شوند و تعدادی نیز از پیش تعیین‌شده (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 تعیین‌شده تنها در بعضی از معادلات الگو وارد می‌شوند. بنابراین قبل از برآورد الگوی معادلات هم‌زمان، لازم است دو گام برداشته شود؛ یکی اینکه باید متغیرهای الگو را به دو دسته درون‌زا و برون‌زا طبقه‌بندی 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 می‌شود و شدیداً از سوی سیمز[۱۴] (۱۹۸۰) مورد انتقاد واقع شده است. به اعتقاد سیمز اگر بین مجموعه‌ای از متغیرهای الگو هم‌زمانی وجود دارد، باید این هم‌زمانی را در تمام متغیرهای الگو یکسان دانست و پیش‌قضاوت در مورد اینکه کدام درون‌زا و کدام برون‌زا هستند، صحیح نیست. به طور کلی ایراداتی که سیمز به آزمون فروض و پیش‌بینی‌های سنتی متغیرهای کلان اقتصادی، بر اساس الگوهای کلان‌سنجی چندمتغیره دارد، عبارت‌اند از: ۱. مطابق نبودن الگوهای چندمتغیره ساختاری با نظریه‌های اقتصادی؛ ۲. اعمال قیود غیر قابل اطمینان بر الگوها در فرایند تشخیص؛ ۳. در نظر نگرفتن وجود بازخورد بین متغیرها. سیمز با توجه به این نکات نتیجه‌گیری می‌کند که برآورد الگوهای کلان‌سنجی با مقیاس بزرگ به صورت شکل‌های خلاصه‌شده نامقید که در آن همه متغیرها درون‌زا فرض می‌شوند، امکان‌پذیر 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 می‌شود، آزمون وجود رابطه علیت بین متغیرهای الگو، تحلیل‌های واکنش به ضربه و تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی، به عنوان تحلیل‌های ساختاری از ارتباط بین متغیرها، با استفاده از این الگوها انجام می‌پذیرد. به دلایل مذکور در این مطالعه، از مدل خودبازگشت برداری نیز استفاده شده است. نکته‌ای که باید در تفسیر نتایج به آن توجه

14. Sims

کرد این است که در تخمین مدل‌های خودبازگشت برداری و به طور کلی دستگاه معادلات، ضرایب و درصد توضیح‌دهندگی پارامترهای الگو، اهمیت روش‌های تک‌معادله‌ای را ندارند. بر این اساس از توابع عکس‌العمل آنی و تجزیه واریانس برای تحلیل نتایج استفاده می‌شود.

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 می‌نامند و به صورت (P) VAR نمایش می‌دهند که در آن y_t برداری با ابعاد (k×1) شامل متغیرهای درون‌زای الگو، A_0 بردار (k×1)شامل مقادیر ثابت، A_i ماتریسی (k×k) شامل ضرایب وقفه‌های متغیرهای الگو و درنهایت e_t برداری (k×1) شامل جملات اخلال است.

۳. یافته‌های پژوهش

در روش‌های معمول اقتصادسنجی، انجام هرگونه برآوردی مشروط به حصول اطمینان از پایایی متغیرها است. در غیر این صورت، یعنی در حالت ناپایایی، رگرسیون ساختگی و ضرایب و آماره‌های محاسبه‌شده برای سری‌های زمانی فاقد اعتبار است. از این رو، برای این منظور آزمون پایایی 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 تعمیم‌یافته که از آزمون‌های معتبر ایستایی است، استفاده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از جدول شماره ۲ که بر اساس سطح و تفاضل مرتبه اول متغیرها تهیه شده است، مشاهده می‌شود که تفاضل مرتبه اول تمامی متغیرها در سطح ۹۹ درصد پایا هستند. بنابراین همه متغیرهای مدل، انباشته از مرتبه یک یا I (1) 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 به‌شدت کاهش می‌دهد، حداکثر یک وقفه برای آزمون تعیین شده است که با استفاده از معیارهای آکائیک[۱۵]، شوارتز بیزین[۱۶]، حنان کوئین[۱۷] و آزمون نسبت درست‌نمایی[۱۸] صورت گرفته است. نتایج یک مطالعه نشان داد مناسب‌ترین معیار برای الگوهایی 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، مناسب‌ترین معیار انتخاب وقفه الگوست. بر اساس مطالعات شبیه‌سازی معیار شوارتز مناسب‌تر 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 criteron (AIK)
16. Schwarz information criteron (SC)
17. Hannan-Quinn information criteron (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 به‌سادگی، 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 r 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
		۱	۵	۱۰			
CO_2	با عرض از مبدأ	-۳/۵۹۷	-۲/۹۳۳	-۲/۶۰۵	-۰/۳۶۹	-۴/۸۸۲	I(1)
export	با عرض از مبدأ	-۳/۵۹۷	-۲/۹۳۳	-۲/۶۰۵	-۲/۰۸۴	-۷/۶۲۲	I(1)
fdi	با عرض از مبدأ	-۳/۵۹۷	-۲/۹۳۳	-۲/۶۰۵	-۲/۲۷۶	-۵/۳۲۷	I(1)
gdp	با عرض از مبدأ	-۳/۵۹۷	-۲/۹۳۳	-۲/۶۰۵	-۲/۰۴۱	-۴/۲۳۱	I(1)
imp	با عرض از مبدأ	-۳/۵۹۷	-۲/۹۳۳	-۲/۶۰۵	-۲/۶۹۴	-۴/۵۹۹	I(1)
feuse	با عرض از مبدأ	-۳/۵۹۷	-۲/۹۳۳	-۲/۶۰۵	-۲/۱۲۳	-۷/۶۳۱	I(1)

منبع: یافته‌های پژوهش

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	-۱۳/۲۳۱*	۱۱/۴۸۱

منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۲. تابع عکس‌العمل تحریک (واکنش آنی)

در الگوی خودبازگشت برداری معمولاً مشکل می‌توان ضرایب برآورده‌شده را تفسیرکرد؛ 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 اخلال یا (تحریک) در طول زمان نشان می‌دهد. درواقع توابع واکنش آنی، رفتار پویای متغیرهای دستگاه را در طول زمان هنگام بروز یک تکانه به اندازه یک انحراف معیار نشان می‌دهد. درتحلیل‌های 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 به‌تدریج 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	
r=۰	r	۱۱۵/۴۴	۸۳/۹۴	۱۴۱/۶۸	۱۰۳/۸۴	۱۲۸/۲۶	۹۵/۷۵	۱۸۱/۲۳	۱۱۷/۷۱	۱۶۹/۸۴	۱۰۷/۳۵
r	r	۷۰/۱۸۶	۶۰/۰۶	۹۲/۷۴	۷۶/۹۷	۸۳/۶۶	۶۹/۸۲	۱۰۵/۹۳	۸۸/۸۰	۹۷/۵۴	۷۹/۳۴
r	r	**۳۵/۳۸**	۴۰/۱۷	۵۶/۰۸	۵۴/۰۸	۴۷/۰۵	۴۷/۸۵	۶۳/۱۳	۶۳/۸۸	۵۶/۰۹	۵۵/۲۴
r	r	۱۸/۷۲	۲۴/۲۷	۳۰/۲۶	۳۵/۱۹	۲۵/۱۴	۲۹/۸۰	۳۸/۲۷	۴۲/۹۲	۳۵/۰۳	۳۵/۰۱
r	r	۷/۸۶	۱۲/۳۲	۱۳/۶۸	۲۰/۲۶	۸/۸۸	۱۵/۴۹	۲۰/۶۸	۲۵/۸۷	۱۷/۷۶	۱۸/۴۰
r	r	۲/۱۵	۴/۱۳	۴/۹۸	۹/۱۶	۰/۵۳	۳/۸۴	۷/۸۸	۱۲/۵۲	۶/۹۸	۳/۸۴
r=۰	r	۴۵/۲۶	۳۶/۶۳	۴۸/۹۴	۴۰/۹۶	۴۴/۶۰	۴۰/۰۸	۷۵/۳۰	۴۴/۵۰	۷۲/۲۹	۴۳/۴۲
r	r	۳۴/۸۰	۳۰/۴۴	۳۶/۶۵	۳۴/۸۰	۳۶/۶۱	۳۳/۸۷	۴۲/۸۰	۳۸/۳۳	۴۱/۴۵	۳۷/۱۶
r	r	**۱۶/۶۶**	۲۴/۱۶	۲۵/۸۲	۲۸/۵۹	۲۱/۹۱	۲۷/۵۸	۲۴/۸۶	۳۲/۱۲	۲۱/۰۶	۳۰/۸۲
r	r	۱۰/۸۶	۱۷/۷۹	۱۶/۵۸	۲۲/۳۰	۱۶/۲۶	۲۱/۱۳	۱۷/۵۹	۲۵/۸۲	۱۷/۲۶	۲۴/۲۵
r	r	۵/۷۱	۱۱/۲۲	۸/۷۱	۱۵/۸۹	۸/۳۶	۱۴/۲۶	۱۲/۷۹	۱۹/۳۹	۱۰/۷۹	۱۷/۱۵
r	r	۲/۱۵	۴/۱۳	۴/۹۹	۹/۱۶	۰/۵۳	۳/۸۴	۷/۸۸	۱۲/۵۲	۶/۹۸	۳/۸۴

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

الگوی I: بدون عرض از مبدأ (c) و روند زمان (T) ، الگوی II: C مقید، بدون T، الگوی III: C 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 به‌تدریج باعث کاهش رشد اقتصادی خواهد شد. تکانه واردشده بر CO_2، باعث افزایش تولید ناخالص داخلی ایران تا دوره ششم شده و پس از آن، میزان تولید ناخالص داخلی با افزایش

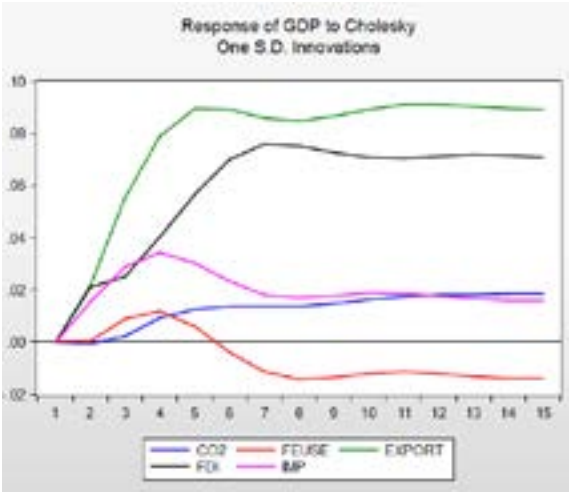
جدول ۵. نتایج برآورد الگوی تصحیح خطای برداری (اعداد داخل پرانتز نسبت‌های t است)

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 (−۳/۳۲)	−۷/۰۵ (−۱/۳۰)	−۳/۶۰ (−۲/۵۷)
Ln Export (-1)	۲/۷۵ (۱/۹۸)	۱۰/۲۳ (۱/۸۳)	۳/۰۱ (۲/۰۸)

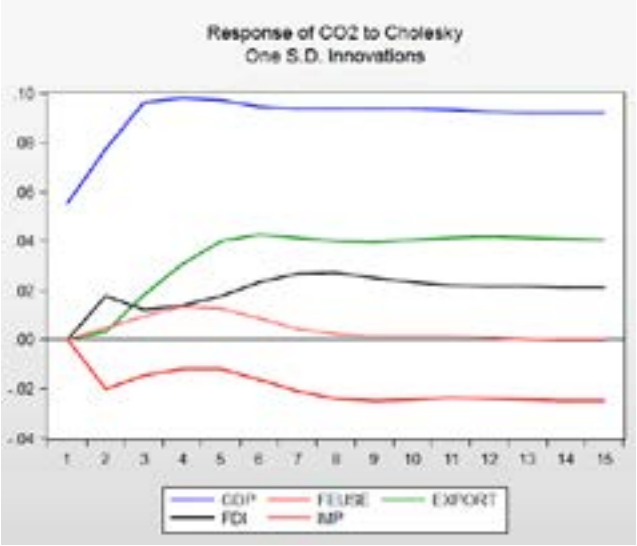
منبع: یافته‌های پژوهش

انتشار CO_2 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 CO_2 خواهد شد

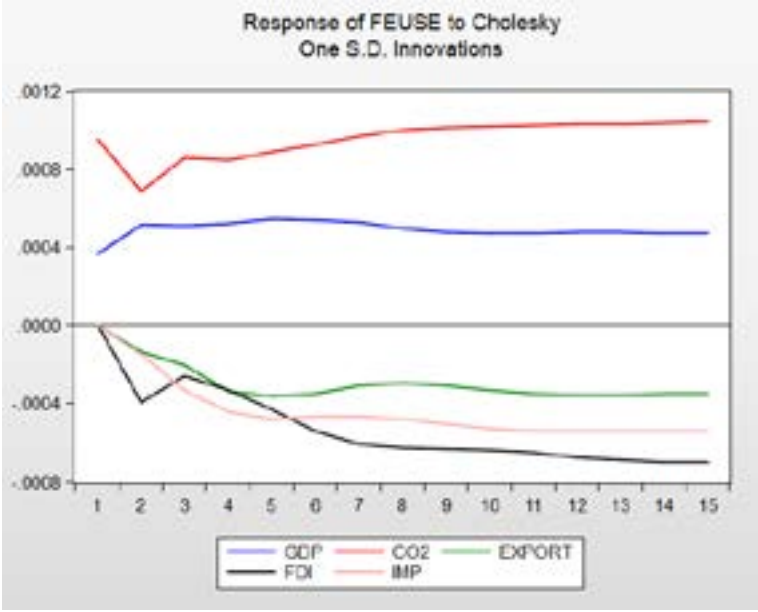


تصویر ۳. توابع واکنش آنی تولید ناخالص داخلی ایران



فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

تصویر ۴. توابع واکنش آنی انتشار کربن دی‌اکسید



فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

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 افزایشی‌کاهشی در میزان انتشار خواهد شد و سپس به‌تدریج 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 درصدیِ هر متغیر از کل واریانس مشخص می‌شود. درواقع 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. Varience Decomposition

جدول ۶. تجزیه واریانس تولید ناخالص داخلی ایران

Period	S.E.	GDP	CO_2	FEUSE	EXPORT	FDI	IMP
۱	۰/۰۷۴۸۵۶	۱۰۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲	۰/۱۲۶۰۷۹	۹۲/۷۲۷۹۶	۰/۰۰۲۵۳۵	۰/۰۰۲۲۳۴	۲/۹۴۴۹۸۸	۲/۸۰۶۷۶۶	۱/۵۱۵۵۱۴
۳	۰/۱۷۸۶۸۸	۸۱/۹۳۷۹۹	۰/۰۱۵۷۹۳	۰/۲۵۲۷۷۹	۱۱/۰۲۸۷۲	۳/۳۹۷۲۲۸	۳/۳۶۷۴۹
۴	۰/۲۲۷۴۴۱	۷۱/۰۵۰۸۹	۰/۱۷۲۷۰۱	۰/۴۲۸۳۵۲	۱۸/۸۱۲۹۱	۵/۲۰۰۷۲۷	۴/۳۳۴۴۲۲
۵	۰/۲۷۱۵۲۳	۶۳/۰۰۹۳۴	۰/۳۳۷۰۱۱	۰/۳۴۶۵۱۹	۲۴/۰۲۵۲۲	۸/۰۰۰۲۲۶	۴/۲۸۱۶۷۹
۶	۰/۳۱۰۶۰۳	۵۷/۶۵۳۷۶	۰/۴۵۵۵۷۶	۰/۲۸۰۹۶۴	۲۶/۵۷۰۴۱	۱۱/۲۰۵۷۴	۳/۸۳۳۵۵۶
۷	۰/۳۴۵۶۴۶	۵۴/۲۸۸۸۱	۰/۵۲۲۹۳۳	۰/۳۳۶۳۶۶	۲۷/۶۳۰۲۶	۱۳/۸۴۶۵۷	۳/۳۷۵۰۶۸
۸	۰/۳۷۷۴۵۹	۵۲/۱۷۴۸۷	۰/۵۷۲۵۸۱	۰/۴۲۲۴۴۲	۲۸/۲۱۵۳	۱۵/۵۸۳۵۹	۳/۰۳۱۲۲۴
۹	۰/۴۰۶۸۵	۵۰/۷۰۲۹۹	۰/۶۲۵۵۸۶	۰/۴۷۲۲۴۷	۲۸/۸۱۱۵۱	۱۶/۵۸۷۴	۲/۸۰۰۲۷۷
۱۰	۰/۴۳۴۴۱۱	۴۹/۴۹۸۳۹	۰/۶۸۸۴۰۵	۰/۴۸۹۸۳۲	۲۹/۴۸۷۸۷	۱۷/۱۹۳۴	۲/۶۴۲۱۰۸
۱۱	۰/۴۶۰۴۲۷	۴۸/۴۳۷۸۴	۰/۷۵۵۷۹۴	۰/۴۹۸۴۴۶	۳۰/۱۴۲۱۴	۱۷/۶۵۰۱۹	۲/۵۱۵۵۸۶
۱۲	۰/۴۸۵۰۰۷	۴۷/۵۲۴۵۸	۰/۸۱۹۶۶۴	۰/۵۱۲۵۹	۳۰/۶۷۸۷۷	۱۸/۰۶۴۸	۷۶۵۵۸۱/۰۰۰
۱۳	۰/۵۰۸۲۶۳	۴۶/۷۷۵۸۷	۰/۸۷۵۴۴۲	۰/۵۳۴۸۸۴	۳۱/۰۷۹۱۵	۱۸/۴۴۳۱	۲/۲۹۱۵۴۶
۱۴	۰/۵۳۰۳۵۱	۴۶/۱۷۹۵۵	۰/۹۲۳۲۳۹	۰/۵۶۰۱۶	۳۱/۳۸۱۶۴	۱۸/۷۶۰۰۶	۲/۱۹۵۳۵
۱۵	۰/۵۵۱۴۵۲	۴۵/۶۹۹۳۶	۰/۹۶۵۳۴۷	۰/۵۸۲۴۳۷	۳۱/۶۳۴۱۵	۱۹/۰۰۵۳۴	۲/۱۱۳۳۷۲
۱۶	۰/۵۷۱۷۲۲	۴۵/۲۹۵۹۸	۱/۰۰۳۷۹۹	۰/۵۹۹۴۷۸	۳۱/۸۶۴۹۷	۱۹/۱۹۱۲۴	۲/۰۴۴۵۲۵
۱۷	۰/۵۹۱۲۷۷	۴۴/۹۴۲۶۱	۱/۰۳۹۴۳۲	۰/۶۱۲۴۴۲	۳۲/۰۸۰۳۱	۱۹/۳۳۹۵۷	۱/۹۸۵۶۴۱
۱۸	۰/۶۱۰۱۸۹	۴۴/۶۲۷۳۳	۱/۰۷۲۲۰۴	۰/۶۲۳۴۵	۳۲/۲۷۵۶۴	۱۹/۴۶۷۸	۱/۹۳۳۵۸۶
۱۹	۰/۶۲۸۵۱۱	۴۴/۳۴۶۶۹	۱/۱۰۱۸۹۶	۰/۶۳۳۸۶۷	۳۲/۴۴۷۱	۱۹/۵۸۳۹۶	۱/۸۸۶۴۸۷
۲۰	۰/۶۴۶۲۸۹	۴۴/۰۹۸۷۲	۱/۱۲۸۵۶۹	۰/۶۴۳۹۵۷	۳۲/۵۹۵۹۹	۱۹/۶۸۹۱	۱/۸۴۳۶۶۱

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۷. تجزیه واریانس انتشار کربن دی‌اکسید

Period	S.E.	GDP	CO_2	FEUSE	EXPORT	FDI	IMP
۱	۰/۰۷۴۸۵۶	۳۹/۸۵۵۵۶	۶۰/۱۴۴۴۴	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲	۰/۱۲۶۰۷۹	۴۷/۹۱۲۹۱	۴۸/۱۳۹۲۲	۲/۱۰۹۲۸	۰/۰۵۳۹۹	۱/۶۵۸۵۸۲	۰/۱۲۶۰۱۸
۳	۰/۱۷۸۶۸۸	۵۴/۰۸۸۶	۴۱/۴۱۴۲۳	۱/۷۸۷۲۶۲	۱/۰۲۰۶۴	۱/۳۵۵۱۰۷	۰/۲۳۴۱۶۲
۴	۰/۲۲۷۴۴۱	۵۵/۰۱۱۴۳	۳۹/۱۰۸۱۳	۱/۴۷۲۱۰۲	۲/۵۵۳۰۵۵	۱/۲۷۸۵۳۱	۰/۵۷۶۷۵۳
۵	۰/۲۷۱۵۲۳	۵۴/۲۲۵۰۷	۳۸/۲۰۶۳۴	۱/۲۹۵۱۳۳	۴/۲۳۰۳۲۲	۱/۳۹۲۳۹۸	۰/۶۵۰۷۲۷
۶	۰/۳۱۰۶۰۳	۵۲/۹۱۵۴۶	۳۸/۰۴۳۰۲	۱/۳۲۰۳۹	۵/۳۹۹۶۵۷	۱/۷۲۱۵۳۶	۰/۵۹۹۹۳۸
۷	۰/۳۴۵۶۴۶	۵۱/۷۸۳۵۸	۳۸/۰۵۵۷۴	۱/۴۹۶۱۲۸	۶/۰۶۲۴۶۸	۲/۰۸۸۲۹۹	۰/۵۱۳۷۹
۸	۰/۳۷۷۴۵۹	۵۰/۹۳۱۶۹	۳۸/۱۳۵۱۵	۱/۷۲۴۸۰۸	۶/۴۱۳۵۸۱	۲/۳۵۵۱۵۶	۰/۴۳۹۶۱۷
۹	۰/۴۰۶۸۵	۵۰/۲۹۹۵۷	۳۸/۲۶۳۵۴	۱/۹۱۷۷۳۷	۶/۶۵۱۴۲	۲/۴۸۴۹۳۲	۰/۳۸۲۸
۱۰	۰/۴۳۴۴۱۱	۴۹/۷۶۹۸	۳۸/۴۴۹۱۶	۲/۰۵۰۷۱۲	۶/۸۶۸۴۸۱	۲/۵۲۲۶۴۸	۰/۳۳۹۱۹۴
۱۱	۰/۴۶۰۴۲۷	۴۹/۲۷۸۷۷	۳۸/۶۷۵۲۷	۲/۱۴۱۵۲۳	۷/۰۷۸۸۵	۲/۵۲۰۹۷۷	۰/۳۰۴۶۱۴
۱۲	۰/۴۸۵۰۰۷	۴۸/۸۱۸۷۲	۳۸/۹۱۶۳۴	۲/۲۱۵۱۴۲	۷/۲۶۲۴۷۹	۲/۵۱۱۲۳۸	۰/۲۷۶۰۷۶
۱۳	۰/۵۰۸۲۶۳	۴۸/۴۰۶۳۳	۳۹/۱۴۹۲۷	۲/۲۸۵۲۹۲	۷/۴۰۴۳۶۵	۲/۵۰۲۶۲۲	۰/۲۵۲۱۱۴
۱۴	۰/۵۳۰۳۵۱	۴۸/۰۵۲۵	۳۹/۳۶۲۳۱	۲/۳۵۳۵۲۷	۷/۵۰۶۸۴	۲/۴۹۲۸۴۵	۰/۲۳۱۹۷۱
۱۵	۰/۵۵۱۴۵۲	۴۷/۷۵۴۱۶	۳۹/۵۵۴۰۸	۲/۴۱۵۷۳۵	۷/۵۸۲۸۹۴	۲/۴۷۸۲۳۳	۰/۲۱۴۸۹۶
۱۶	۰/۵۷۱۷۲۲	۴۷/۴۹۹۲	۳۹/۷۲۸۱۵	۲/۴۶۸۷۱۸	۷/۶۴۵۲۶۸	۲/۴۵۸۴۷	۰/۲۰۰۱۹۹
۱۷	۰/۵۹۱۲۷۷	۴۷/۲۷۵۱	۳۹/۸۸۷۹۹	۲/۵۱۲۶۲۲	۷/۷۰۰۹۱۱	۲/۴۳۵۹۹۵	۰/۱۸۷۳۸۸
۱۸	۰/۶۱۰۱۸۹	۴۷/۰۷۳۸۴	۴۰/۰۳۵۲۵	۲/۵۴۹۷۹۶	۷/۷۵۱۳۷۱	۲/۴۱۳۶۱۶	۰/۱۷۶۱۳
۱۹	۰/۶۲۸۵۱۱	۴۶/۸۹۲۰۴	۴۰/۱۷۰۲۲	۲/۵۸۲۷۰۶	۷/۷۹۵۹۰۸	۲/۳۹۲۹۴۱	۰/۱۶۶۱۸۱
۲۰	۰/۶۴۶۲۸۹	۴۶/۷۲۸۴۷	۴۰/۲۹۳۰۸	۲/۶۱۲۷۶۴	۷/۸۳۴۱۳۴	۲/۳۷۴۲۱۷	۰/۱۵۷۳۳۶

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸. تجزیه واریانس مصرف انرژی در ایران

Period	S.E.	GDP	CO_2	FEUSE	EXPORT	FDI	IMP
۱	۰/۰۷۴۸۵۶	۱/۵۹۱۹۳۷	۱۰/۵۰۷۱۵	۸۷/۹۰۰۹۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
۲	۰/۱۲۶۰۷۹	۲/۷۹۷۳۷۶	۹/۵۱۰۳۹۹	۸۶/۳۴۵۲۶	۰/۱۲۱۶۳۴	۱/۰۷۱۶۳۶	۰/۱۵۳۶۹۲
۳	۰/۱۷۸۶۸۸	۳/۱۵۳۰۵۶	۱۰/۰۰۶۲۸	۸۴/۸۸۱۵۷	۰/۲۷۲۷۹	۱/۰۵۵۰۷۹	۰/۶۳۱۲۱۸
۴	۰/۲۲۷۴۴۱	۳/۴۵۸۲۳۵	۱۰/۴۶۴۴۷	۸۳/۰۲۰۷۱	۰/۶۲۵۶۲۸	۱/۲۲۲۹۴۴	۱/۲۰۸۰۱۴
۵	۰/۲۷۱۵۲۳	۳/۷۰۶۹۴۹	۱۰/۸۹۱۸۳	۸۱/۲۹۵۸	۰/۹۰۱۴۲۱	۱/۵۴۳۳۴۶	۱/۶۶۰۶۵۵
۶	۰/۳۱۰۶۰۳	۳/۸۴۵۱۳۳	۱۱/۲۸۸۳۵	۷۹/۸۴۸۶۹	۱/۰۵۶۰۴۱	۲/۰۲۲۱۲۲	۱/۹۳۹۶۵۹
۷	۰/۳۴۵۶۴۶	۳/۸۸۲۰۲	۱۱/۶۷۴۴۶	۷۸/۶۹۹۹۴	۱/۱۰۷۳۹۲	۲/۵۱۶۰۶۱	۲/۱۲۰۱۲۴
۸	۰/۳۷۷۴۵۹	۳/۸۵۲۷۱۴	۱۲/۰۵۲۴	۷۷/۷۵۶۶۸	۱/۱۲۹۴۹۶	۲/۹۳۲۱۹۴	۲/۲۷۶۵۱۵
۹	۰/۴۰۶۸۵	۳/۸۰۲۷۴۸	۱۲/۴۰۰۳۹	۷۶/۹۳۶۱۲	۱/۱۵۸۸۴۸	۳/۲۶۰۶۱۲	۲/۴۴۱۲۸۱
۱۰	۰/۴۳۳۴۱۱	۳/۷۵۵۲۸۷	۱۲/۷۰۳۴۳	۷۶/۱۹۱۶۴	۱/۲۰۵۳۸۵	۳/۵۳۴۵۵۷	۲/۶۰۹۶۹۹
۱۱	۰/۴۶۰۴۲۷	۳/۷۱۷۰۵۳	۱۲/۹۵۷۸۴	۷۵/۵۱۶۲۷	۱/۲۵۹۴۵۸	۳/۷۸۵۴۱۲	۲/۷۶۳۹۶۷
۱۲	۰/۴۸۵۰۰۷	۳/۶۸۴۸۸۲	۱۳/۱۷۱۴۲	۷۴/۹۱۶۷۸	۱/۳۰۸۸۴۵	۴/۰۲۵۲۰۵	۲/۸۹۲۸۶۸
۱۳	۰/۵۰۸۲۶۳	۳/۶۵۴۵۳۳	۱۳/۳۵۴۷۵	۷۴/۳۹۴۷۲	۱/۳۴۸۰۰۳	۴/۲۵۰۷۰۱	۲/۹۹۷۲۹۲
۱۴	۰/۵۳۰۳۵۱	۳/۶۲۴۲۴۲	۱۳/۵۱۶۱۶	۷۳/۹۴۱۶۸	۱/۳۷۸۶۵۳	۴/۴۵۴۵۹۷	۳/۰۸۴۶۶۸
۱۵	۰/۵۵۱۴۵۲	۳/۵۹۴۷۸۷	۱۳/۶۶۰۰۲	۷۳/۵۴۴۳۳	۱/۴۰۴۹۳۵	۴/۶۳۳۹۰۲	۳/۱۶۲۰۲۹
۱۶	۰/۵۷۱۷۲۲	۳/۵۶۷۶۱۲	۱۳/۷۸۸۰۹	۷۳/۱۹۰۶۸	۱/۴۲۹۷۲۱	۴/۷۹۱۰۶۳	۳/۲۳۲۸۳
۱۷	۰/۵۹۱۲۷۷	۳/۵۴۳۴۹۷	۱۳/۹۰۱۵۴	۷۲/۸۷۲۹	۱/۴۵۳۶۵۲	۴/۹۳۰۸۹۲	۳/۲۹۷۵۲
۱۸	۰/۶۱۰۱۸۹	۳/۵۲۲۲۸۹	۱۴/۰۰۱۹۵	۷۲/۵۸۶۶۵	۱/۴۷۶۰۵۲	۵/۰۵۷۴۷۷	۳/۳۵۵۵۸۴
۱۹	۰/۶۲۸۵۱۱	۳/۵۰۳۳۴۹	۱۴/۰۹۱۳۳	۷۲/۳۲۹۰۲	۱/۴۹۶۲۱	۵/۱۷۳۰۴۴	۳/۴۰۷۰۴۱
۲۰	۰/۶۴۶۲۸۹	۳/۴۸۶۰۷۶	۱۴/۱۷۱۶۶	۷۲/۰۹۷۰۴	۱/۵۱۴۰۱۷	۵/۲۷۸۴۷۶	۳/۴۵۲۷۳

منبع: یافته‌های پژوهش

فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان

٤. بحث و نتیجه‌گیری

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 موردبررسی، 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 آلایندگی 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 زغال‌سنگ 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 آن ها 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, CO_2 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://jiee.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://jiee.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 Oskoee, M. M., Fallahi, F., & Zhendeh Khatibi, S. (2012). [The effect of manufacturing products and foreign direct investment on CO_2 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 CO_2 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, CO_2 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). CO_2 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 CO_2 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://jiee.atu.ac.ir/article_2753.html

El Hedi Arouri, M., Ben Youssef, A., M'henni, H., & Rault, C. (2012). Energy consumption, economic growth and CO_2 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 CO_2 emissions in the Iranian provinces (panel data approach) (Persian)]. *Journal of Iranian Energy Economics, 2*(6), 129-50. http://jiee.atu.ac.ir/article_763.html

Ito, K. (2017). CO_2 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, CO_2 emission and economic growth in Denmark [MSc. thesis]. Lund: Lund University.

This Page Intentionally Left Blank