فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هجدهم / شماره ۷۵/ زمستان ۱۴۰۱ / صفحات ۱۱۶-۸۳

بررسی تأثیر نامتقارن قیمت نفت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی اکسیدکربن در ایران: شواهدی از رویکرد NARDL

بهنام الیاس‌پور

استادیار گروه اقتصاد دانشگاه بجنورد، behnam.elyaspour@gmail.com

مسعود نیکوقدم[1]

استادیار گروه اقتصاد دانشگاه بجنورد، nikooghadam@ub.ac.ir

نرگس سنجری کنارصندل

دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد از دانشگاه بجنورد، narges.sanjari93@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۰۸

چکیده

میزان آلودگی محیط زیست در قالب میزان گاز دی‌اکسیدکربن منتشر شده در فضا می‌تواند از عوامل متعددی ناشی شود. این عوامل از نظر اهمیت و میزان تأثیر در وضعیت یکسانی قرار ندارند و الزاماً نمی‌توان همه آن‌ها را با هم در یک موقعیت مکانی یا زمانی مشاهده نمود. از این‌رو هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی تأثیر نامتقارن قیمت نفت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران طی بازه زمانی ۲۰۱۹-۱۹۸۱ است. برای این منظور، از مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL) استفاده شده است. نتایج نشان‌دهنده تأثیر نامتقارن قیمت نفت بر انتشاردی‌اکسید کربن است. به‌طوری‌که تأثیر تغییرات مثبت متغیر قیمت نفت در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر انتشار دی‌اکسیدکربن مثبت و معنی‌دار است درحالی‌که بین شوک منفی قیمت نفت با انتشار دی‌اکسیدکربن در کوتاه‌مدت رابطه معنی‌داری وجود ندارد. اما بین تغییرات منفی متغیر قیمت نفت با انتشار دی‌اکسیدکربن در بلندمدت رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن متقارن است، به‌طوری‌که تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت منفی و معنی‌دار است. همچنین تأثیر رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر انتشار دی‌اکسیدکربن منفی و معنی‌دار است درحالی‌که تأثیر مجذور رشد اقتصادی درکوتاه‌مدت و بلندمدت بر انتشار دی‌اکسیدکربن مثبت و معنی‌دار است.

طبقه‌بندی JEL: O44, P28, B23, Q53.

کلیدواژه: انتشار دی‌اکسیدکربن، قیمت نفت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، فرضیه کوزنتس، مدل خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی.

---

۱. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

۱- مقدمه

طی دو دهه اخیر تغییرات آب و هوا به‌عنوان بزرگ‌ترین معضل زیست‌محیطی پیش روی بشر، بسیاری از کشورها و مناطق جهان را درگیر پیامدهای منفی خود نموده است. ماهیت ناعادلانه این پدیده به گونه‌ای است که بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته و صنعتی که مسیر توسعه خود را بر مصرف سوخت‌های فسیلی و در نتیجه انتشار گازهای گلخانه‌ای بنیان نهاده‌اند و باعث تشدید این پدیده شده‌اند، کمتر از کشورهای در حال توسعه یا کمتر توسعه‌یافته درگیر چالش‌ها و اثرات مخرب آن هستند (توکلی، ۱۳۹۸).

در دهه‌های اخیر، انرژی در کنار سایر عوامل تولید نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد اقتصادی کشورها داشته و اهمیت آن همچنان رو به افزایش است، به‌طوری که مقدار مصرف انرژی ایران در دوره ۱۳۹۱-۱۳۴۶ سالانه ۷/۳ درصد رشد داشته است. این در حالی است که در این مدت تولید ناخالص داخلی کشور به‌طور میانگین سالانه حدود ۳/۲ درصد رشد یافته است. این به معنی افزایش شدت مصرف انرژی در اقتصاد ایران است. یافته‌های مطالعه شهبازی و حمیدی رزی (۱۳۹۳) نیز نشان می‌دهد که در دوره ۲۰۱۰-۱۹۷۱ مصرف انرژی در ایران بیشتر از میانگین کشورهای عضو اوپک رشد داشته است. بخش انرژی ۸۴ درصد انتشار دی‌اکسید کربن و ۶۴ درصد انتشار سایر گازهای گلخانه‌ای در جهان را به خود اختصاص داده است. هم‌چنین یافته‌های مطالعه سازمان جهانی محیط‌زیست حاکی از آن است که ۹۰ درصد از منشأ آلودگی دی‌اکسید کربن در ایران مربوط به بخش انرژی است. البته واضح است که یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار در مصرف انرژی، قیمت آن می‌باشد و به واسطه اینکه عمده‌ترین سوخت فسیلی تولید و مصرف شده در ایران نفت خام است، بنابراین قیمت نفت خام تأثیر به‌سزایی در میزان مصرف آن به‌عنوان اصلی‌ترین منبع انرژی مورد استفاده در ایران دارد.

افزون‌بر قیمت نفت و رشد اقتصادی، عوامل دیگری همچون سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیرگذار است. در رابطه با تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی[1] (FDI) و تجارت بر کیفیت محیط‌زیست دو تئوری وجود دارد. تئوری

1. Foreign Direct Investment

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

اول که به تئوری لنگرگاه (پناهگاه) آلودگی[1] معروف است، بیان می‌کند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، منجر به بدتر شدن وضعیت محیط‌زیست و افزایش میزان آلاینده‌ها در کشورهای درحال‌توسعه می‌شود. از سوی دیگر تئوری دوم که به تئوری طرفداران نظریه حمایت[2] معروف است، بیان می‌کند که در کشورهای درحال‌توسعه ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث بهبود کیفیت و عملکرد زیست‌محیطی می‌شود. به این صورت که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌عنوان یک عامل تولید به اقتصاد کشور میزبان وارد می‌شود و باعث تسریع رشد اقتصادی شده و امکان دسترسی به تکنولوژی جدید و حمایت از محیط‌زیست را فراهم می‌کند. بنابراین انتظار بر این است که در کشورهای درحال‌توسعه، ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث بهبود کیفیت و عملکرد زیست‌محیطی شود (امین‌رشتی و معرفتی،۱۳۹۱).

به‌طور کلی ایران در فرآیند توسعه اقتصادی با دو معضل عمده و اصلی مواجه است. اولاً، وابستگی به درآمدهای حاصل از صادرات منابع پایان‌پذیر و به طور خاص نفت خام و ثانیاً، مشکلات زیست‌محیطی روز افزون. بنابراین با توجه به اینکه آلودگی محیط‌زیست یکی از چالش‌های پیش روی ایران است، هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر نامتقارن قیمت نفت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران است. برای این منظور از داده‌های سالانه طی بازه زمانی ۲۰۱۹-۱۹۸۱ و مدل خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی[3] (NARDL) استفاده شده است. پژوهش حاضر از چند جهت نسبت به مطالعات پیشین متفاوت است. نخست، به‌کارگیری رهیافت خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی است که توسط شین و همکاران (۲۰۱۴) طراحی شده است. دوم، در مطالعات پیشین، اثر افزایش قیمت نفت از اثر کاهش آن بر انتشار دی‌اکسیدکربن به‌صورت تفکیک‌شده از هم مورد بررسی قرار نگرفته است. اگرچه تحقیقات قبلی به بررسی تأثیر تغییرات قیمت نفت بر انتشار دی‌اکسیدکربن پرداخته‌اند، اما مطالعه‌ای در ارتباط با بررسی تأثیر نامتقارن قیمت نفت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران انجام نشده است.

1. The pollution haven hypothesis
2. Support theory
3. Nonlinear Autoregressive Distributed Lag

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

از اینرو، سازماندهی این مقاله به این صورت خواهد بود که بعد از مقدمه در قسمت دوم، به ادبیات موضوع تحقیق و در قسمت سوم به ارائه الگوی پژوهش پرداخته می‌شود. در قسمت چهارم برآورد الگو و تحلیل نتایج ارائه خواهد شد و در قسمت پایانی پژوهش، به جمع‌بندی و پیشنهادات سیاستی پرداخته می‌شود.

۲- ادبیات موضوع

۲-۱- مبانی نظری

مطالعه حاضر به بررسی رابطه بین قیمت نفت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی با میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران می‌پردازد. برای درک بهتر موضوع، بخش مبانی نظری به چهار قسمت تقسیم شده است. در قسمت اول، رابطه بین قیمت انرژی (نفت) و انتشار دی‌اکسیدکربن مورد بررسی قرار گرفته است، قسمت دوم به بررسی رابطه میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار دی‌اکسیدکربن اختصاص دارد و در قسمت سوم، رابطه بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن مورد بررسی قرار گرفته است و قسمت آخر به بررسی روابط بین متغیرهای کنترل و انتشار دی‌اکسیدکربن اختصاص دارد.

۲-۱-۱- رابطه قیمت نفت و انتشار دی‌اکسیدکربن

مراحل مختلف اکتشاف، استخراج و فرآوری نفت و فعالیت پالایشگاه‌ها به دلیل انتشار گازهای گلخانه‌ای بر کیفیت خاک، هوا، آب‌های سطحی و زیرزمینی، موجودات، گیاهان، درختان و حتی زندگی انسان‌ها اثر منفی دارد و منجر به افزایش آلودگی محیط زیست می‌شود (مداح و عبدی‌چرلو، ۱۳۹۹) .

در رابطه با اثر نفت بر شرایط اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت مثل کشور ایران، دو دیدگاه مطرح است: در دیدگاه اول به اثرات مثبت نفت و منابع حاصل از آن مثل افزایش مشاغل، درآمدهای مالیاتی، عرضه بیشتر خدمات، ارائه فرصت‌های اقتصادی جدید برای کسب وکارهای محلی و صاحبان منابع در نواحی صاحب ذخایر نفت و گاز اشاره می‌شود (میشم و فلمینگ[1] ، ۲۰۱۴) و بر اثر مثبت توسعه انرژی بر بهبود کیفیت

1. Measham and Fleming

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

زندگی افراد تأکید می‌گردد (فرناندو و همکاران[1]، ۲۰۱۶). دیدگاه دوم، به اثرات منفی در توسعه منابع انرژی بر محیط زیست در کشورهای صاحب منابع اشاره می‌کند. طبق این دیدگاه، استحصال، تولید و مصرف منابع نفتی، موجب اتلاف منابع و تخریب محیط زیست نواحی می‌شود (کایس و سامی[2]، ۲۰۱۶).

در دهه‌های اخیر افزایش مصرف نفت در بخش‌های مختلف اقتصادی موجب انتشار وسیع گازهای گلخانه‌ای به ویژه دی‌اکسیدکربن و نیز بروز آسیب‌های جهانی همچون گرم شدن کره زمین و تغییرات آب و هوایی شده است. در این ارتباط، بررسی رابطه بین متغیرهای اقتصادی و آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از این منابع در بخش نفت حایز اهمیت است. کشور ایران نیز به‌عنوان کشوری رو به رشد و برخوردار از منابع بزرگ نفت و گاز، یکی از کشورهای مهم جهان در مبحث انرژی است. افزایش بی‌رویه مصرف انرژی و بالا بودن شدت مصرف انرژی در تمامی بخش‌ها، یکی از معضلات گریبان‌گیر کشور است (قزوینیان و همکاران، ۱۳۹۷). در ارتباط با بررسی رابطه بین قیمت نفت و انتشار دی‌اکسیدکربن می‌توان به مطالعه کیویرو و آرمینن[3] (۲۰۱۴)، تانگ و تان[4] (۲۰۱۵)، مالیک و همکاران[5] (۲۰۲۰)، برقی‌اسکوئی و همکاران (۱۳۹۱)، قزوینیان و همکاران (۱۳۹۷)، مداح و عبدی‌چرلو (۱۳۹۹) و فطرس و همکاران (۱۴۰۱) اشاره کرد.

۲-۱-۲- رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار دی‌اکسیدکربن

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) منبع مهم تأمین سرمایه و انتقال دانش و تکنولوژی جهت دست‌یابی به رشد و توسعه اقتصادی به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه مانند ایران است. از آنجا که رشد اقتصادی ناشی از گسترش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و صنعتی شدن ممکن است پیامدهای زیست‌محیطی فزآینده‌ای در کشور میزبان داشته باشد، بنابراین در ارتباط با رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و کیفیت محیط‌زیست دیدگاه‌ها متفاوتی خصوصاً در مورد کشورهای درحال‌توسعه وجود دارد که با جمع‌بندی آن‌ها نمی‌توان به‌راحتی بیان کرد که ورود سرمایه‌گذاری

1. Fernando et al
2. Kais and Sami
3. Kivyiro and Arminen
4. Tang and Tan
5. Malik et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]
[DOI: 7.18.75.83]

مستقیم خارجی به کشور میزبان چه اثری بر میزان انتشار آلاینده‌ها دارد و آیا این ارتباط مثبت یا منفی است (میرزایی و همکاران، ۱۳۹۸). درواقع سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از چند طریق به نفع کشورها است، زیرا علاوه بر امکان اشتراک دانش و گسترش فناوری، ظرفیت تولید و اشتغال را نیز افزایش می‌دهد (اکسلهایم و غائوری[۱]، ۲۰۰۸). با این حال، به دلیل تغییرات آب و هوایی، تأثیرات زیست محیطی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز در حال شتاب گرفتن است. شواهد در مورد ارتباط بین انتشار دی‌اکسیدکربن و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی متفاوت است، به‌طوری‌که برخی از آن‌ها رابطه را مثبت ارزیابی کرده‌اند (هاگ و اوکال[۲]، ۲۰۱۹؛ شهباز و همکاران[۳]، ۲۰۱۸)، و برخی دیگر رابطه بین این دو را منفی یافته‌اند (جیانگ و همکاران[۴]، ۲۰۱۸؛ تانگ و تان[۵]، ۲۰۱۵). نتایج حاصل از برخی مطالعات حاکی از این است که ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کاهش آلودگی و بهبود محیط زیست کشورهای میزبان کمک می‌کند. زیرا براساس فرضیه پورتر[۶]، ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌عنوان یک عامل تولید باعث تسریع رشد اقتصادی کشور میزبان شده و از طریق دسترسی کشور میزبان به تکنولوژی کارا، کیفیت محیط زیست را بهبود می‌بخشد (لیست و همکاران[۷]، ۲۰۰۳).

شواهد تجربی نشان می‌دهد که در کشورهای درحال‌توسعه، رابطه بین انتشار دی‌اکسیدکربن و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشورهای با درآمد بالا و متوسط در مقایسه با کشورهای با درآمد پایین که رابطه منفی دارند، معنادار و مثبت است (بهرا و داش[۸]، ۲۰۱۷).

در ارتباط با تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌توان به مطالعه بخش و همکاران[۹] (۲۰۱۷)، زو[۱] (۲۰۱۸) و صلاح‌الدین و همکاران[۲] (۲۰۱۸) اشاره کرد.

1. Oxelheim and Ghauri
2. Haug and Ucal
3. Shahbaz et al
4. Jiang, Zhou, Bai, and Zhou
5. Tang and Tan
6. Porter Hypothesis
7. List et al
8. Behera and Dash
9. Bakhsh

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

۲-۱-۳- رابطه رشد اقتصادی با انتشار دی‌اکسیدکربن

طی دهه‌های گذشته بررسی رابطه بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست مورد توجه اقتصاددانان و اکولوژیست‌ها بوده است. آن‌ها اغلب به دنبال اثبات این پدیده بودند که وقتی سطح درآمد پایین است، کیفیت محیط زیست پایین می‌آید و وقتی درآمد افزایش می‌یابد و از سطح آستانه عبور کند، سطح آلودگی کاهش می‌یابد. اگر پدیده مذکور وجود داشته باشد، رابطه U شکل معکوس بین سطح رشد اقتصادی و آثار زیست محیطی برقرار است که در ادبیات اقتصاد محیط زیست به منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) معروف است (مسعودی و همکاران، ۱۳۹۹). کوزنتس[3] (۱۹۹۵) در مطالعه‌ای با عنوان رشد اقتصادی و نابرابری درآمد، منحنی کوزنتس را برای اولین بار مطرح کرد. به عقیده وی در مسیر توسعهٔ اقتصادی، رابطه بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد، به شکل U معکوس است به‌طوری که براساس این فرضیه، در مراحل اول توسعه اقتصادی، همزمان با افزایش درآمد سرانه، نابرابری توزیع درآمد افزایش و پس از رسیدن به سطح معین یا نقطهٔ برگشت، نابرابری توزیع درآمد به‌تدریج کاهش می‌یابد. در دههٔ ۱۹۹۰ با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های مختلف تخریب محیط زیست و درآمد سرانه به‌صورت U معکوس (شبیه رابطه موجود بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد در منحنی کوزنتس اولیه)، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط زیست نیز وارد شده و رابطه یاد شده بین رشد اقتصادی و شاخص‌های مربوط به آلایندگی (کیفیت محیط زیست) به‌صورت U معکوس، به منحنی زیست محیطی کوزنتس معروف شد (برقی‌اسکوئی، ۱۳۹۱).

در بررسی رابطه علیت میان انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی می‌توان علیت دوطرف را مورد بررسی قرار داد به‌طوری که انتشار دی‌اکسیدکربن تابعی از رشد اقتصادی یا رشد اقتصادی تابعی از انتشار کربن باشد. *رابطه اول* را می‌توان به‌عنوان منحنی انگل برای انتشار دی‌اکسیدکربن (که معمولاً از نقطه نظر ترجیحات مصرف‌کننده به‌عنوان کالایی بد در نظر گرفته شده است) تفسیر نمود. تحت این تفسیر، فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) بدین معنی خواهد بود که با

1. Zou
2. Salahuddin
3. Kuznets

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]
[DOI: 7.18.75.83]

افـزایش رشد اقتصادی، کشـش درآمدی انتشار دی‌اکسیدکربن به صفر کاهش یافته و بعد از یک سطح درآمد آستانه‌ای، منفی می‌شود. بـه عبارت دیگر، وضعیت انتشار آلودگی با رشد اقتصادی به‌عنوان موردی از مصرف بـه تـدریج از یک کالای ضروری بـه یـک کـالای پسـت تغییـر مـی‌کنـد. فرضـیه EKC یکـی از پرکاربردترین مفاهیم برای تحلیل رابطه آلودگی-درآمد است که به شکل U معکوس است. رابطه دوم، انتشار دی‌اکسیدکربن را به‌عنوان علت و رشد اقتصادی را بـه‌عنـوان متغیـر اثرپـذیر در نظـر می‌گیرد که می‌تواند بر یک رابطه تولیـد دلالـت داشـته باشـد. بـدین ترتیـب انتشـار آلودگی یک نهاده ضروری برای رشد اقتصادی است. مقایسه این تفسیر با فرضـیه EKC دو ساختار تولیدی مجزا را پیشنهاد می‌کند. اولین ساختار با سطوح درآمدی پـایین‌تـر از درآمد آستانه منطبق است که در آن رشد درآمد به افـزایش انتشـار آلـودگی نیـاز دارد. ساختار دوم با سطوح درآمدی بالای درآمد آستانه منطبق است کـه بـا ویژگـی کـاهش انتشار همراه با رشد درآمد مشخص شده است (کوندو و دیندا[1]، ۲۰۰۲).

در ارتباط با تأثیر رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌توان به مطالعه حنیف[2] (۲۰۱۸) و مسعودی و همکاران (۱۳۹۹) اشاره کرد.

۲-۱-۴- متغیرهای کنترل و انتشار دی‌اکسیدکربن

مطالعه حاضر از متغیرهای کنترل نه تنها برای تحلیل حساسیت، بلکه برای ارزیابی رابطه فردی آن‌ها با انتشار دی‌اکسیدکربن استفاده می‌کند. یکی از این متغیرهای کنترل، تورم است، در واقع تورم ناشی از عدم قطعیت اقتصاد کلان است، در نتیجه تأثیر منفی بر رشد اقتصادی یک کشور می‌گذارد (فریدمن، ۲۰۱۱). چنین عدم قطعیتی از طریق چندین کانال بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر می‌گذارد، به‌طوریکه از یک طرف باعث کاهش پس‌انداز و مصرف انرژی می‌شود و از این طریق منجر به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود، و از سوی دیگر، انگیزه استفاده از منابع انرژی ارزان‌تر مانند سوخت فسیلی را افزایش می‌دهد که این مساله منجر به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود (خان[3]، ۲۰۱۹).

1. Coondoo and Dinda
2. Hanif
3. Khan

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

از نظر رابطه بین صادرات و انتشار دی‌اکسیدکربن دو دیدگاه وجود دارد، طرفداران محیط زیست معتقدند که افزایش تجارت خارجی و صادرات، میزان فعالیت‌های اقتصادی و درنتیجه استفاده از انرژی و برداشت از منابع را افزایش داده و باعث انتشار بیشترآلاینده‌ها می‌شود. علاوه بر این، افزایش فشارهای رقابتی بین بنگاه‌های داخلی و خارجی، منجر به کمرنگ‌شدن قوانین زیست محیطی مناسب در کشور می‌شود. حتی به‌منظور توسعه بیشتر صادرات، تصویب و اجرای قوانین محیط زیستی نیز با اختلال مواجه می‌گردد. از سوی دیگر برخی طرفداران تجارت آزاد، تجارت را موجب بهبود وضعیت محیط زیست معرفی می‌کنند. آنان اینگونه استدلال می‌کنند که با توجه به عملکرد براساس مزیت نسبی، استفاده از منابع کاراتر و تخصیص منابع بهینه‌ترشده و بدین ترتیب اتلاف منابع و انرژی و در نتیجه انتشار آلاینده‌های ناشی ازآن‌ها کاهش می‌یابد (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۵).

۳- مروری بر مطالعات پیشین

در ارتباط با تأثیر قیمت نفت، سرمایه گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن و همچنین در ارتباط با بررسی رابطه بین قیمت نفت و انتشار دی‌اکسیدکربن مطالعات متعددی در داخل و خارج انجام شده است که در ادامه به برخی از آن‌ها اشاره می‌شود.

کیویرو و آرمینن[1] (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی، به بررسی ارتباط علی بین انتشار دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی، توسعه اقتصادی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در شش کشور جنوب صحرای آفریقا شامل جمهوری کنگو، جمهوری دموکراتیک کنگو، کنیا، آفریقای جنوبی، زامبیا و زیمبابوه، طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۷۱ پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که در همه کشورها بین متغیرها رابطه بلندمدت (هم‌انباشتگی) وجود دارد. نتایج همچنین از فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای کنگو، کنیا و زیمبابوه پشتیبانی می‌کند. علاوه‌بر این، به نظر می‌رسد FDI باعث افزایش انتشار CO2 در برخی از کشورها می‌شود، درحالی‌که تأثیر معکوس را می‌توان در برخی دیگر مشاهده کرد.

1. Kivyiro and Arminen

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

تانگ و تان[1] (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات مصرف انرژی، درآمد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسید کربن در ویتنام با استفاده از روش VECM طی بازه زمانی ۲۰۰۹-۱۹۷۶، پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که بین انتشار دی اکسیدکربن و درآمد و بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار دی‌اکسیدکربن در ویتنام، علیت دوطرفه وجود دارد. علاوه بر این، مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت باعث انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. همچنین مصرف انرژی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درآمد، عوامل کلیدی تعیین‌کننده انتشار دی‌اکسیدکربن در ویتنام هستند. بنابراین، پذیرش فناوری‌های پاک توسط سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور و در عین حال پایداری توسعه اقتصادی مهم است.

مالیک و همکاران[2] (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل ARDL و NARDL به بررسی تأثیر متقارن و نامتقارن قیمت نفت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در پاکستان طی بازه زمانی ۲۰۱۴-۱۹۷۱، پرداختند. نتایج متقارن نشان داد که رشد اقتصادی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث تشدید انتشار دی‌اکسیدکربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شود، درحالی‌که افزایش قیمت نفت باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن در کوتاه‌مدت و کاهش انتشار در بلندمدت می‌شود. نتایج نامتقارن در بلندمدت نشان می‌دهد که افزایش قیمت نفت باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن و کاهش قیمت نفت منجر به تشدید انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود.

برقی‌اسکوئی و همکاران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر متغیرهایی از قبیل مصرف انرژی، تولیدات کارخانه‌ای درجه باز بودن اقتصاد، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن طی سال‌های ۲۰۱۰- ۱۹۹۹ در کشورهای گروه D8 در قالب یک الگوی اقتصادسنجی با استفاده از داده‌های تلفیقی (پانل دیتا) و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته پرداختند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که در روش اثرات ثابت، تمام متغیرهای مورد بررسی به جز سرمایه‌گذاری مستقیم

1. Tang and Tan
2. Malik et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

خارجی رابطه‌ای مثبت و معنی‌دار با انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارند. در روش گشتاورهای تعمیم‌یافته نیز تمام متغیرهای برآورد شده مثبت و معنی‌دار هستند.

قزوینیان و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای به بررسی اثر شوک‌های مصرف نفت خام بر انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب منا با استفاده از رهیافت PVAR و همچنین کشور ایران با استفاده از روش VAR پرداختند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که شوک افزایش مصرف نفت خام پس از یک کاهش نامحسوس در تولید ناخالص داخلی سرانه به‌طور متناسب منجر به افزایش آن در دوره‌های بعدی در کشورهای منتخب منا طی دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۶ می‌گردد، همچنین اثر این شوک بر انتشار دی‌اکسیدکربن هم به‌طور ملایم ابتدا منجر به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن شده ولی در دوره‌های بعدی سبب کاهش آن شده و به سمت تعادل بلندمدت حرکت می‌کند.

مداح و عبدی‌چرلو (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای با استفاده از الگوی پانل دیتا به بررسی اثر درآمدهای نفتی بر آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو اوپک طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج حاصل از تخمین مدل‌های برآوردی نشان می‌دهد که رابطه مستقیمی بین درآمدهای نفتی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای عضو اوپک وجود دارد، این یافته بیانگر آن است که درآمدهای حاصل از صادرات نفت در کشورهای صادرکننده از جمله ایران همراه با بهبود وضعیت محیط‌زیست نبوده است.

فطرس و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه ای با استفاده از رویکرد ارزش شیپلی-اون سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست ایران را طی دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۶۱ تجزیه کردند. نتایج حاکی از روش شیپلی نشان می‌دهند که مصرف انرژی بیشترین سهم از آلودگی محیط زیست را به خود اختصاص می‌دهد. نتایج حاصل از رویکرد اون نیز حاکی از آن است که مصرف انرژی در بخش حمل و نقل بیشترین سهم و مصرف انرژی در بخش کشاورزی کمترین سهم از کل آلودگی محیط زیست را دارا است.

بخش و همکاران[1] (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه بین رشد اقتصادی، انتشار دی اکسیدکربن، زباله‌های تجدیدپذیر و رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در پاکستان با استفاده از داده‌های سالانه طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۸۰ پرداختند. نتایج

1. Bakhsh

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

نشان می‌دهد که افزایش رشد اقتصادی منجر به انتشار آلودگی بیشتر می‌شود. اثر مقیاس نشان می‌دهد که موجودی سرمایه و نیروی کار بر رشد اقتصادی پاکستان اثر مثبت دارد درحالی‌که آلودگی اثر منفی بر رشد اقتصادی دارد. در صورت اثر انباشت سرمایه، رشد اقتصادی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبت و معناداری بر موجودی سرمایه دارند. اگرچه افزایش رشد اقتصادی باعث افزایش آلودگی می‌شود، اما با عبور آلودگی از حد معینی، رشد اقتصادی کاهش می‌یابد. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز به‌طور مثبت با آلودگی مرتبط است.

زو[1] (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به بررسی روابط متقابل بین قیمت نفت آمریکا، انتشار دی‌اکسیدکربن و تولید ناخالص داخلی با استفاده از روش آزمون علیت گرنجر، طی دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۸۳ پرداخت. نتایج نشان داد که بدون توجه به دوره کوتاه‌مدت یا بلند مدت، نوسانات قیمت نفت دلیل تغییر انتشار دی‌اکسیدکربن است، درحالی‌که نوسانات تولید ناخالص داخلی دلیلی برای رشد انتشار دی‌اکسیدکربن نیست. قیمت نفت در کوتاه‌مدت تأثیر زیادی بر تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسیدکربن خواهد داشت، اما در بلندمدت، تأثیر ملایم خواهد بود.

صلاح‌الدین و همکاران[2] (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای به بررسی اثرات رشد اقتصادی، مصرف برق، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) و توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسیدکربن (CO2) در کویت با استفاده از روش ARDL و VECM طی بازه زمانی۲۰۱۳-۱۹۸۰، پرداختند. نتایج حاصل از روش ARDL حاکی از آن است که رشد اقتصادی، مصرف برق و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث تحریک انتشار CO2 در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شود. همچنین نتایج حاصل از روش VECM نشان داد که FDI، رشد اقتصادی و مصرف برق به شدت باعث انتشار CO2 می‌شود.

حنیف[3] (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با استفاده از روش سیستم گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) در ۳۴ اقتصاد نوظهور به بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسیدکربن طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۵ پرداخت. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که مصرف سوخت‌های

1. Zou
2. Salahuddin
3. Hanif

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

فسیلی و جامد برای پخت و پز و گسترش مناطق شهری به‌طور قابل توجهی در انتشار دی‌اکسیدکربن از یک طرف و تحریک آلودگی هوا از سوی دیگر نقش دارند. نتایج همچنین یک رابطه U شکل معکوس بین رشد اقتصادی سرانه و انتشار دی‌اکسیدکربن را نشان می‌دهد. این رابطه وجود منحنی کوزنتس زیست محیطی (EKC) را در اقتصادهای با درآمد متوسط و کم در جنوب صحرای آفریقا تأیید می‌کند. علاوه‌بر این، یافته‌های این تحقیق نشان داد که استفاده از جایگزین‌های انرژی تجدیدپذیر، کیفیت هوا را با کنترل انتشار دی‌اکسیدکربن و کاهش تعامل مستقیم خانوارها با گازهای سمی بهبود می‌بخشد. بنابراین، استفاده از جایگزین‌های انرژی‌های تجدیدپذیر به اقتصادها در دستیابی به اهداف توسعه پایدار کمک می‌کند.

مسعودی و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به بررسی اثر نوآوری‌های فنی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر (IRENA) پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که نوآوری فنی و انرژی‌های تجدیدناپذیر تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است، اما اثر انرژی‌های تجدیدپذیر بر انتشار دی‌اکسیدکربن منفی و معنی‌دار بوده است. تأثیر رشد اقتصادی نیز بر انتشار دی‌اکسیدکربن مثبت و معنی‌دار است.

۳- روش‌شناسی تحقیق و ارائه الگوی پژوهش

رهیافت خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی[1] (NARDL) نخستین بار توسط شین و همکاران[2] (۲۰۱۴) ارائه شد. این روش در حقیقت گسترش‌یافته رهیافت خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی خطی (ARDL) است که به وسیله پسران و شین[3] (۱۹۹۹) و پسران و همکاران[4] (۲۰۰۱) ارائه شده بود. رهیافت NARDL مشابه رهیافت ARDL است، لذا دارای مزایای روش ARDL است. از جمله این که در این روش می‌توان بدون توجه به اینکه تمام متغیرها هم‌جمع از درجه یک I(1) و یا ترکیبی از درجه صفر I(0) و یک I(1) باشند، مدل را برآورد نمود (پسران و همکاران، ۲۰۰۱).

1. Nonlinear Autoregressive Distributed Lag
2. Shin et al
3. Pesaran and Shin
4. Pesaran et al

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]
[DOI: 7.18.75.83]

علاوه‌بر موارد بالا رهیافت NARDL بر خلاف ARDL، این امکان را در اختیار پژوهشگر قرار می‌دهد که به گونه همزمان وجود اثرات نامتقارن متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته را در کوتاه‌مدت و بلندمدت بررسی کند (ییپ و لین[1]، ۲۰۱۷). همچنین، روابط نامتقارن می‌تواند تنها در بلندمدت و یا در کوتاه‌مدت و یا در هر دو وجود داشته باشد و لذا تأثیر شوک‌های مثبت و منفی متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته به تفکیک کوتاه مدت و بلندمدت قابل بررسی است (آریز و مالیندرتوس[2]، ۲۰۱۷). از دیگر برتری‌های روش NARDL این است که با روش حداقل مربعات معمولی (OLS) قابل برآورد بوده و ضرایب به صورت خطی برآورد می‌شوند (گرین وود و شین[3]، ۲۰۱۳).

مدل پژوهش حاضر برگرفته از مطالعه مالیک و همکاران (۲۰۲۰) و به صورت زیر است.

$$CO_2 = f(OP, FDI, GDP, GDP^2, INF, EX) \qquad (1)$$

در مدل فوق متغیرها عبارتند از: Co_2 (میزان انتشار دی‌اکسیدکربن)، GDP (رشد اقتصادی)، GDP^2 (مجذور رشد اقتصادی)، OP (قیمت نفت)، FDI (سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی)، INF (نرخ تورم) و EX (صادرات). جدول (۱)، منابع مربوط به داده‌های این پژوهش را معرفی می‌کند. همچنین داده‌های مورد استفاده در این مطالعه به‌صورت سالانه طی دوره زمانی ۲۰۱۹-۱۹۸۱ است.

1. Yeap and Lean
2. Arize & Malindretos
3. Greenwood & Shin

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

جدول ۱- منبع و شرح داده‌های پژوهش

متغیر	شرح متغیر	منبع
Co_2	میزان انتشار دی‌اکسیدکربن	بانک جهانی
GDP	تولید ناخالص داخلی	بانک جهانی
OP	قیمت نفت	اوپک
FDI	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	بانک جهانی
INF	تورم	صندوق بین المللی پول
EX	صادرات	بانک جهانی

در ادامه برای بررسی اثرات نامتقارن قیمت نفت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن می‌توان مدل تحقیق را در قالب الگوی NARDL به‌صورت زیر تصریح کرد.

$$CO2 = \beta_0 + \beta_1 OP_t^+ + \beta_2 OP_t^- + \beta_3 FDI_t + \beta_4 GDP_t + \beta_5 GDP_t^2 + \beta_6 INF + \beta_7 EX + \varepsilon_t \quad (2)$$

که در آن:

$$OP_t^+ = \sum_{j=1}^{t} \Delta OP_j^+ = \sum_{j=1}^{t} \max(\Delta OP_j, 0)$$
$$OP_t^- = \sum_{j=1}^{t} \Delta OP_j^- = \sum_{j=1}^{t} \min(\Delta OP_j, 0) \quad (3)$$

در مدل فوق، β_1 ضریب بلندمدت متغیر OP_t^+ و β_2 ضریب بلندمدت متغیر OP_t^- است. اگر β_1 مثبت باشد به این معنی است که OP_t^+رابطه مثبتی با متغیر درون‌زا دارد و بالعکس. در صورتی که اگر β_2مثبت باشد به شکل معکوس تفسیر می‌شود به این معنی که OP_t^-رابطه منفی با متغیر درون‌زا دارد و بالعکس. همچنین β_3، β_4، β_5، β_6، β_7 به ترتیب ضرایب بلندمدت متغیرهای FDI، GDP، GDP^2، INF و EX در مدل هستند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]
[DOI: 7.18.75.83]

باتوجه به توضیحات فوق و برای تعریف مدل استاندارد NARDL می‌توان رابطه (۳) را در قالب فرم تصحیح خطای نامقید به‌صورت زیر بازنویسی کرد.

$$\Delta CO۲_t = \delta_۰ + \sum_{i=۱}^{p} \delta_i \Delta CO۲_{t-i} + \sum_{i}^{p} (\delta_i^+ \Delta OP_{t-i}^+ + \delta_i^- \Delta OP_{t-i}^-) + \sum_{i=۱}^{p} \delta_i \Delta FDI_{t-i}$$
$$+ \sum_{i=۱}^{p} \delta_i \Delta GDP_{t-i} + \sum_{i=۱}^{p} \delta_i \Delta GDP_{t-i}^۲ + \sum_{i=۱}^{p} \delta_i \Delta INF_{t-i} + \sum_{i=۱}^{p} \delta_i \Delta EX_{t-i} + \lambda_۱ CO۲_{t-۱}$$
$$+ \lambda_۲ OP_{t-۱}^+ + \lambda_۳ OP_{t-۱}^- + \lambda_۴ FDI_t + \lambda_۵ GDP_{t-۱} + \lambda_۶ GDP_{t-۱}^۲ + \varepsilon_t \qquad (۴)$$

در ادامه می‌توان از آزمون والد برای بررسی عدم‌تقارن‌های بلندمدت و کوتاه‌مدت استفاده کرد. برای آزمون عدم تقارن بلندمدت، فرضیه صفر به‌صورت زیر است.

$$H_۰ : \beta^+ = \beta^-$$

که با توجه به رابطه (۴):

$$\beta^- = -\lambda_۳ / \lambda_۱ \quad \text{و} \quad \beta^+ = -\lambda_۲ / \lambda_۱$$

همچنین فرضیه صفر برای آزمون عدم تقارن کوتاه‌مدت به‌صورت زیر بیان می‌شود.

$$H_۰ : \sum_{i=۱}^{p} \delta_i^+ = \sum_{i=۱}^{p} \delta_i^-$$

در نهایت از آزمون F باند با فرضیه صفر عدم وجود همجمعی در مدل، برای بررسی وجود رابطه بلندمدت در مدل استفاده می‌شود.

همچنین برای برآورد مدل نهایی پژوهش از سطح متغیرها استفاده شده است.

۴- برآورد الگو و تحلیل نتایج

در ابتدای این بخش برای آشنایی بیشتر با متغیرهای مدل پژوهش آمار توصیفی مربوط به این متغیرها در جدول (۲) منعکس شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

جدول ۲- آمار توصیفی متغیرها

	CO2	OP	FDI	GDP	INFC	EX
میانگین	۲۴۱۰۰۰۰۰۰	۴۱/۴۲۵۲۶	۱۳۷۰۰۰۰۰۰۰	۴۲۴۷/۵۱۹	۱۹/۱۶۸۱۶	۱۹/۹۲۵۷۹
میانه	۲۱۲۰۰۰۰۰۰	۲۸/۱۵۰۰۰	۱۳۴۰۰۰۰۰۰	۴۰۱۳/۹۶	۱۷/۶۱	۲۱/۵۷۵
حداکثر	۴۷۱۰۰۰۰۰۰	۱۰۹/۴۵۰۰	۵۰۲۰۰۰۰۰۰۰	۵۶۱۴/۱۲	۴۹/۶۶	۳۳/۲۳
حداقل	۵۶۹۳۹۷۸۲	۱۲/۲۸۰۰۰	-۳۶۲۰۰۰۰۰۰	۲۹۳۲/۹	۴/۳۹	۳/۷۳
انحراف معیار	۱۳۹۰۰۰۰۰۰	۲۹/۸۰۸۲۴	۱۶۷۰۰۰۰۰۰۰	۷۶۶/۱۵۳۳	۸/۹۹۰۶۹۴	۷/۲۹۶۸۴۷
چولگی	۰/۲۹۴۰۸۳	۱/۰۹۳۳۳	۰/۶۲۱۳۳	۰/۱۶۲۷۶۹	۱/۰۷۶۲۹۸	-۰/۳۴۶۵۶۹
کشیدگی	۱/۵۹۱۳۸۳	۲/۹۲۶۴۳۳	۱/۹۵۴۶۶۸	۱/۷۶۷۱۹۷	۴/۸۵۰۹۲۵	۲/۱۹۸۱۳۶
تعداد مشاهدات	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸	۳۸

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به این‌که اکثر متغیرهای سری زمانی پایا نیستند، بنابراین، طبق نظریه هم‌جمعی در اقتصادسنجی و برای اجتناب از وجود رگرسیون کاذب، لازم است ابتدا آزمون پایایی برای متغیرهای مدل انجام شود. در این مطالعه، از آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته[1] (ADF) برای بررسی پایایی متغیرهای مدل استفاده می‌شود و درجه جمعی آن‌ها مشخص می‌گردد.

جدول (۳) نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته در سطح و تفاضل مرتبه اول متغیرها را نشان می‌دهد. نتایج آزمون ریشه واحد نشان می‌دهد که تمامی متغیرها به جز متغیر نرخ تورم، در سطح ناپایا بوده و با یک‌بار تفاضل‌گیری پایا شده‌اند، از این‌رو همه متغیرهای الگو به جز نرخ تورم، انباشته از مرتبه یک هستند.

1. Augmented Dicky Fuller

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

جدول ۳- نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته

نام متغیر	با عرض از مبدأ و بدون روند			با عرض از مبدأ و روند			نتیجه
	مقدار محاسباتی	مقدار بحرانی*	احتمال	نتیجه	مقدار محاسباتی	مقدار بحرانی*	احتمال	نتیجه
CO2	۰/۰۷۶۶۱۰	-۲/۹۴۳۴۲۷	۰/۹۵۹۵	ناپایا	-۱/۸۴۸۸۱	-۳/۵۳۶۶۰۱	۰/۶۶۰۳	ناپایا
DCO2	-۵/۴۷۴۹۵۲	-۲/۹۴۵۸۴۲	۰/۰۰۰۱	پایا	-۵/۴۵۸۷۰۵	-۳/۵۴۰۳۲۸	۰/۰۰۰۴	پایا
OP	-۱/۳۱۱۴۹۸	-۲/۹۴۳۴۲۷	۰/۶۱۴۰	ناپایا	-۲/۲۱۷۰۲۸	-۳/۵۳۶۶۰۱	۰/۴۶۶۷	ناپایا
DOP	-۵/۱۰۴۳۸۱	-۲/۹۴۵۸۴۲	۰/۰۰۰۲	پایا	-۵/۰۴۴۱۶۴	-۳/۵۴۰۳۲۸	۰/۰۰۱۲	پایا
FDI	-۱/۴۶۱۵۱۸	-۲/۹۴۳۴۲۷	۰/۵۴۱۶	ناپایا	-۲/۸۸۶۳۸۷	-۳/۵۳۶۶۰۱	۰/۱۷۸۳	ناپایا
DFDI	-۶/۳۱۰۶۵۶	-۲/۹۴۵۸۴۲	۰/۰۰۰۰	پایا	-۵/۶۱۸۰۵۰	-۳/۵۴۰۳۲۸	۰/۰۰۰۳	پایا
GDP	-۱/۰۲۰۵۴۶	-۲/۹۴۳۴۲۷	۰/۷۳۵۸	ناپایا	-۱/۹۸۷۷۸۴	-۳/۵۳۶۶۰۱	۰/۵۸۸۶	ناپایا
DGDP	-۵/۳۹۰۰۰۴	-۲/۹۴۵۸۴۲	۰/۰۰۰۱	پایا	-۵/۴۸۶۳۳۱	-۳/۵۴۰۳۲۸	۰/۰۰۰۴	پایا
GDP^2	-۰/۹۸۹۳۴۲	-۲/۹۴۳۴۲۷	۰/۷۴۷۰	ناپایا	-۲/۰۶۱۶۶۸	-۳/۵۳۶۶۰۱	۰/۵۴۹۳	ناپایا
DGDP^2	-۵/۴۱۱۳۵۳	-۲/۹۴۵۸۴۲	۰/۰۰۰۱	پایا	-۵/۴۹۴۷۵۳	-۳/۵۴۰۳۲۸	۰/۰۰۰۴	پایا
EX	-۳/۳۸۹۰۵۵	-۲/۹۴۳۴۲۷	۰/۵۷۷۱	ناپایا	-۲/۶۴۱۰۸۷	-۳/۵۳۶۶۰۱	۰/۲۶۵۶	ناپایا
DEX	-۴/۰۲۸۸۴۰	-۲/۹۵۴۰۲۱	۰/۰۰۳۸	پایا	-۳/۹۴۵۹۳۸	-۳/۵۵۲۹۷۳	۰/۰۲۱۰	پایا
INF	-۳/۳۱۲۱۵۶	-۲/۹۴۳۴۲۷	۰/۰۲۱۴	پایا	-۳/۵۴۵۹۶۵	-۳/۵۳۶۶۰۱	۰/۰۴۹۰	پایا

منبع: یافته‌های پژوهش

پیش از برآورد روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها، باید امکان وجود رابطه بلندمدت بین آن‌ها مورد بررسی قرار گیرد. به این منظور می‌توان از آزمون کرانه‌های باند استفاده کرد. فرضیه صفر در آزمون کرانه‌های باند نشان دهنده عدم وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها است. نتایج حاصل از آزمون کرانه‌ها در جدول (۴) ارائه شده است. باتوجه به اینکه مقدار آماره آزمون از مقادیر بحرانی ارائه شده در جدول (۴) بیشتر است، بنابراین فرضیه صفر رد می‌شود و در نتیجه بین متغیرها رابطه بلندمدت وجود دارد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

جدول ۴- نتایج آزمون هم‌جمعی کرانه‌ها

آماره F	کرانه بالا	کرانه پایین	سطح معنی‌داری	نتیجه آزمون
۱۸/۶۶۷۸۷	۳/۹	۲/۷۳	۱٪	وجود همجمعی و رابطه بلندمدت
	۳/۲۱	۲/۱۷	۵٪	
	۲/۸۹	۱/۹۲	۱۰٪	

منبع: یافته‌های پژوهش

پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل، با استفاده از آزمون والد، عدم‌تقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت در متغیرهای اصلی مدل بررسی می‌شود. نتایج حاصل از آزمون والد در جدول (۵) ارائه‌شده است.

جدول ۵- نتایج حاصل از آزمون والد

	کوتاه‌مدت		بلندمدت	
متغیر	آماره F	prob	آماره F	prob
OP	۱۲/۷۸۱۹۲	۰/۰۰۱۶	۱۰/۸۸۲۰۹	۰/۰۰۲۹
FDI	۳/۶۵۹۱۵۰	۰/۰۶۸۹	۳/۲۶۴۸۵۴	۰/۰۸۲۸

منبع: یافته‌های پژوهش

از آنجایی که مقدار احتمال آماره F مربوط به آزمون والد برای متغیر OP (قیمت نفت) در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب برابر ۰/۰۰۱۶ و ۰/۰۰۲۹ و کمتر از ۰/۰۵ است، فرضیه صفر مبنی بر اثر متقارن قیمت نفت بر انتشار دی‌اکسیدکربن رد می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که اثر متغیر قیمت نفت بر انتشار دی‌اکسیدکربن نامتقارن است. هم‌چنین با توجه به اینکه مقدار احتمال آماره F مربوط به آزمون والد برای متغیر FDI (سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی) در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب برابر ۰/۰۶۸۹ و ۰/۰۸۲۸ و بیشتر از ۰/۰۵ است، فرضیه صفر مبنی بر اثر متقارن سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأیید می‌شود. بنابراین می‌توان گفت که اثر متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن متقارن است.

با مشخص شدن وجود رابطه بلندمدت و تأیید اثر ناتقارن قیمت نفت در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر متغیر انتشار دی‌اکسیدکربن، برآورد نهایی الگوی NARDL انجام می‌شود. نتایج حاصل از برآورد الگوی NARDL در کوتاه‌مدت و بلندمدت در جداول (۶) و (۷) منعکس شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

جدول۶- نتایج کوتاه‌مدت حاصل از برآورد الگوی NARDL

نتایج کوتاه‌مدت				
نام متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
C	۱۲۳۰۰۰۰۰۰	۱۴۷۰۰۰۰۰	۸/۳۶۷۳۴۶	۰/۰۰۰۰
CO2	-۳/۷۰۵۶۶۲	۰/۳۷۶۵۵۱	-۹/۸۴۱۰۵۰	۰/۰۰۰۰
OP-POS(-1)	۳۱۴۲۲۹۹	۴۲۴۴۳۵/۸	۷/۴۰۳۴۷۴	۰/۰۰۰۱
OP-NEG(-1)	۳۴۲۰۷۴۲	۳۹۱۷۱۱/۴	۸/۷۳۲۲۸۱۲	۰/۰۰۰۱
FDI(-1)	-۰/۰۱۲۹۱۳	۰/۰۰۲۳۷۶	-۵/۴۳۴۱۱۲	۰/۰۰۱۰
GDP(-1)	-۵۱۴۷۴۶/۱	۶۲۴۳۰/۱۱	-۸/۲۴۵۱۵۷	۰/۰۰۰۱
GDP^2(-1)	۶۹/۷۲۸۸۱	۷/۸۶۶۹۵۹	۸/۸۶۳۵۰۲	۰/۰۰۰۰
INF (-1)	-۳۷۱۱۶۱۹	۵۴۹۴۲۱/۸	-۶/۷۵۵۵۰۱	۰/۰۰۰۳
EX(-1)	۶۷۵۹۶۴۸	۱۱۶۴۰۲۴	۵/۸۰۷۱۳۷	۰/۰۰۰۰
D(CO2(-1))	۱/۳۳۳۴۷۲	۰/۲۰۰۹۲۲	۶/۶۳۶۷۷۴	۰/۰۰۰۳
D(OP-POS)	۱۳۸۸۶۹۰	۳۸۲۷۰۶/۸	۳/۶۲۸۵۹۹	۰/۰۰۸۴
D(OP-POS(-1))	-۱۲۳۴۵۳۸	۲۵۰۷۶۲/۳	-۴/۹۲۳۱۴۰	۰/۰۰۱۷
D(OP-POS(-2))	-۷۰۳۵۸۲/۱	۳۱۲۲۰۴/۴	-۲/۲۵۳۵۹۵	۰/۰۵۸۹
D(OP-NEG)	-۳۱۸۴۲/۳۴	۲۱۵۸۴۴/۳	-۰/۱۴۷۵۲۵	۰/۸۸۶۹
D(OP-NEG(-1))	-۱۷۲۲۷۶۷	۲۷۲۳۶۵/۰	-۶/۳۲۵۲۱۶	۰/۰۰۰۴
D(FDI)	-۰/۰۰۵۲۷۳	۰/۰۰۱۳۰۹	-۴/۰۲۸۸۷۰	۰/۰۰۵۰
D(FDI(-1))	۰/۰۰۴۳۲۲	۰/۰۰۲۱۶۱	۲/۰۰۰۳۲۰	۰/۰۸۵۶
D(GDP)	-۳۵۸۱۲۴/۷	۵۵۹۳۹/۲۴	-۶/۴۰۲۰۳۱	۰/۰۰۰۴
D(GDP(-1))	-۴۱۶۷۶/۸۷	۶۶۶۱/۱۲۰	-۶/۲۵۶۷۳۵	۰/۰۰۰۴
D(GDP^2)	۴۷/۰۶۹۳۵	۶/۳۰۵۴۳۵	۷/۴۶۴۸۸۶	۰/۰۰۰۱
D(INF)	-۱۲۶۰۵۳۴	۲۸۲۴۶۶/۱	-۴/۴۶۲۶۰۳	۰/۰۰۲۹
D(INF(-1))	۱۵۲۶۴۳۸	۲۴۸۳۳۴/۷	۶/۱۴۶۶۹۶	۰/۰۰۰۵
D(INF(-2))	۱۱۸۸۹۷۰	۲۱۳۵۰۱/۸	۵/۵۶۸۹۰۲	۰/۰۰۰۸
D(EX)	۱۳۰۲۲۶/۲	۳۶۵۵۷۳/۳	۰/۳۵۶۲۲۵	۰/۷۳۲۲
D(EX(-1))	-۴۵۲۴۴۲۲	۸۳۵۷۶۸/۷	-۵/۴۱۳۴۸۶	۰/۰۰۱۰
D(EX(-2))	-۱۱۲۳۱۸۷	۴۶۱۳۹۵/۰	-۲/۴۳۴۳۲۸	۰/۰۴۵۱
TREND	۴۵۴۳۹۵۱۵	۴۳۸۸۱۰۵	۱۰/۳۵۵۱۵۶	۰/۰۰۰۰
R-bar-square	۰/۹۹۹۸۵۹			
F-statistic	۱۹۰۸/۴۰۹			
Prob (F-statistic)	۰/۰۰۰۰۰۰			

منبع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

جدول۷- نتایج بلندمدت حاصل از برآورد الگوی NARDL

نتایج بلندمدت				
OP-POS	۸۴۷۹۷۲/۵	۴۹۳۲۹/۵۵	۱۷/۱۸۹۹۵	۰/۰۰۰۰
OP-NEG	۹۲۳۱۱۲/۳	۴۸۹۵۴/۹۲	۱۸/۸۵۶۳۸	۰/۰۰۰۰
FDI	-۰/۰۰۳۴۸۵	۰/۰۰۰۴۸۹	-۷/۱۲۵۹۴۵	۰/۰۰۰۲
GDP	-۱۳۸۹۰۸/۰	۹۸۲۷/۷۵۷	-۱۴/۱۳۴۲۵	۰/۰۰۰۰
GDP^2	۱۸/۸۱۶۸۳	۱/۱۷۰۱۵۶	۱۶/۰۸۰۶۱	۰/۰۰۰۰
INF	-۱۰۰۱۶۰۸	۱۰۶۵۲۶/۰	-۹/۴۰۲۴۷۲	۰/۰۰۰۰
EX	۱۸۲۴۱۴۰	۲۲۰۹۴۳/۶	۸/۲۵۶۱۳۵	۰/۰۰۰۱
C	۳۳۳۰۰۰۰۰۰	۲۱۱۳۲۹۲۷	۱۵/۷۳۹۲۰	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که مشاهده می‌شود، علامت ضریب متغیر تغییرات مثبت قیمت نفت در کوتاه‌مدت و بلندمدت مثبت و معنی‌دار بوده و به ترتیب برابر ۱۳۸۸۶۹۰ و ۸۴۷۹۷۲/۵ است که این نشان می‌دهد که یک واحد افزایش در قیمت نفت، انتشار دی‌اکسیدکربن را به میزان ۱۳۸۸۶۹۰ و ۸۴۷۹۷۲/۵ واحد افزایش می‌دهد. علامت ضریب متغیر تغییرات منفی قیمت نفت در کوتاه‌مدت منفی بوده، اما معنی‌دار نیست. درحالی‌که علامت ضریب متغیر تغییرات منفی قیمت نفت در بلندمدت مثبت و معنی‌دار بوده و برابر ۹۲۳۱۱۲/۳ است که این نشان می‌دهد، یک واحد کاهش در قیمت نفت، انتشار دی‌اکسیدکربن را به میزان ۹۲۳۱۱۲/۳ واحد کاهش می‌دهد. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات مداح و عبدی‌چرلو (۱۳۹۹)، همسو است. نتایج حاصل از مطالعه آنان بیانگر آن است که رابطه مستقیمی بین درآمدهای نفتی و انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای عضو اوپک وجود دارد، این یافته بیانگر آن است که افزایش قیمت نفت و به تبع آن درآمدهای حاصل از صادرات نفت، در کشورهای صادرکننده نفت ازجمله ایران همراه با بهبود وضعیت محیط زیست نبوده است، در حالی که سیاست‌های کلی نظام در زمینه اصلاح الگوی تولید کشور بر حرکت از تولید سنتی به تولید مبتنی بر اقتصاد سبز تأکید می‌کند. براین اساس لازم است تا با توسعه سرمایه‌گذاری، از محل درآمدهای نفتی در زیرساخت‌های اقتصادی و به‌کارگیری تکنولوژی مناسب، آثار منفی نفت بر کیفیت محیط زیست کاهش یابد. همچنین توجه به اینکه لازم است که مصرف انرژی

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]
[DOI: 7.18.75.83]

عموماً دارای اثر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای مورد مطالعه بوده است و فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در این کشورها تأیید نمی‌شود.

از سوی دیگر علامت ضریب متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کوتاه‌مدت و بلندمدت منفی و معنی‌دار بوده و به ترتیب برابر ۰/۰۰۵۲۷۳- و ۰/۰۰۳۴۸۵- است. این نشان‌می‌دهد که یک واحد افزایش در سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، انتشار دی‌اکسیدکربن را در کوتاه‌مدت و بلندمدت به میزان ۰/۰۰۵۲۷۳ و ۰/۰۰۳۴۸۵ واحد کاهش می‌دهد. این نتایج با نتایج حاصل از مطالعات (جیانگ و همکاران، ۲۰۱۸؛ تانگ و تان، ۲۰۱۵) و (لیست و همکاران، ۲۰۰۳) همسو است.

همچنین علامت ضریب متغیر رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت منفی و معنی‌دار بوده و به ترتیب برابر ۳۵۸۱۲۴/۷- و ۱۳۸۹۰۸- است. که این نشان می‌دهد یک واحد افزایش در رشد اقتصادی، انتشار دی‌اکسیدکربن را به ترتیب در کوتاه‌مدت و بلندمدت به میزان ۳۵۸۱۲۴/۷ و ۱۳۸۹۰۸ واحد کاهش می‌دهد. درحالی‌که علامت ضریب متغیر مجذور رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت مثبت و معنی‌دار بوده و به ترتیب برابر ۴۷/۰۶۹۳۵ و ۱۸/۸۱۶۸۳ است. بنابراین نتایج برآورد مدل از وجود فرضیه کوزنتس پشتیبانی نمی‌کند.

همچنین علامت ضریب متغیر نرخ تورم در کوتاه‌مدت و بلندمدت منفی و معنی‌دار بوده و به ترتیب برابر ۱۲۶۰۵۳۴- و ۱۰۰۱۶۰۸- است. این نشان می‌دهد که یک واحد افزایش در نرخ تورم، انتشار دی‌اکسیدکربن را در کوتاه‌مدت و بلندمدت به میزان ۱۲۶۰۵۳۴ و ۱۰۰۱۶۰ واحد کاهش می‌دهد. این نتایج همسو با نتایج حاصل از مطالعات، خان (۲۰۱۹) است. در واقع افزایش نرخ تورم منجر به کاهش پس‌انداز و مصرف انرژی می‌شود و با کاهش مصرف انرژی، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن نیز کاهش می‌یابد.

علامت ضریب متغیر صادرات در کوتاه‌مدت منفی بوده اما معنی‌دار نیست. درحالی‌که در بلندمدت علامت ضریب متغیر صادرات مثبت و معنی‌دار بوده و برابر ۱۸۲۴۱۴۰ است. این نشان‌می‌دهد که یک واحد افزایش در صادرات، انتشار دی‌اکسیدکربن را در بلندمدت به میزان ۱۸۲۴۱۴۰ واحد افزایش می‌دهد. این نتایج همسو با نتایج حاصل از مطالعات، خورسندی و همکاران (۱۳۹۵) است. در واقع با

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

افزایش تجارت خارجی و صادرات، میزان فعالیت‌های اقتصادی و درنتیجه استفاده از انرژی و برداشت از منابع افزایش می‌یابد و منجر به انتشار بیشترآلاینده‌ها می‌شود.

همچنین نتایج برآورد مدل ECM نیز در جدول (۸) منعکس گردیده است.

جدول ۸- ضرایب برآورد شده الگوی تصحیح خطا

نام متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
D(CO2P(-1))	۱/۳۳۳۴۷۲	۰/۰۸۴۷۴۰	۱۵/۷۳۶۰۴	۰/۰۰۰۰
D(OP-POS)	۱۳۸۸۶۹۰	۱۵۷۷۴۵/۲	۸/۸۰۳۳۶۹	۰/۰۰۰۰
D(OP-POS(-1))	-۱۲۳۴۵۳۸	۱۴۵۰۵۶/۶	-۸/۵۱۰۷۳۳	۰/۰۰۰۱
D(OP-POS(-2))	-۷۰۳۵۸۲/۱	۱۱۸۹۹۲/۲	-۵/۹۱۲۸۴۳	۰/۰۰۰۶
D(OP-NEG)	-۳۱۸۴۲/۳۴	۹۰۶۴۳/۶۱	-۰/۳۵۱۲۹۲	۰/۷۳۵۷
D(OP-NEG(-1))	-۱۷۲۲۷۶۷	۱۵۶۰۷۳	-۱۱/۰۳۸۲۲	۰/۰۰۰۰
D(FDI)	-۰/۰۰۵۲۷۳	۰/۰۰۰۷۳۵	-۷/۱۷۷۷۸۴	۰/۰۰۰۲
D(FDI(-1))	۰/۰۰۴۳۲۲	۰/۰۰۰۸۸۷	۴/۸۷۱۲۵۱	۰/۰۰۱۸
D(GDP)	-۳۵۸۱۲۴/۷	۲۶۵۱۰/۱۷	-۱۳/۵۰۸۹۶	۰/۰۰۰۰
D(GDP(-1))	-۴۱۶۷۶/۸۷	۳۳۷۱/۸۱۳	-۱۲/۳۶۰۳۷	۰/۰۰۰۰
D(GDP^2)	۴۷/۰۶۹۳۵	۳/۰۳۷۰۷۶	۱۵/۴۹۸۲۵	۰/۰۰۰۰
D(INF)	-۱۲۶۰۵۳۴	۱۵۳۵۲۲/۱	-۸/۲۱۰۷۶۵	۰/۰۰۰۱
D(INF(-1))	۱۵۲۶۴۳۸	۱۰۶۷۶۶/۴	۱۴/۲۹۶۹۸	۰/۰۰۰۰
D(INF(-2))	۱۱۸۸۹۷۰	۱۰۴۱۵۲/۴	۱۱/۴۱۵۶۸	۰/۰۰۰۰
D(EX)	۱۳۰۲۲۶/۲	۱۶۵۰۱۷	۰/۷۸۹۱۶۸	۰/۴۵۵۹
D(EX(-1))	-۴۵۲۴۴۲۲	۳۱۰۵۸۹/۵	-۱۴/۵۶۷۲۱	۰/۰۰۰۰
D(EX(-2))	-۱۱۲۳۱۸۷	۲۲۱۶۹۶/۶	-۵/۰۶۶۳۲۴	۰/۰۰۱۵
TREND	۴۵۴۳۹۵۱۵	۲۳۵۰۴۵۴	۱۹/۳۳۲۲۲۹	۰/۰۰۰۰
CointEq(-1)*	-۱/۳۶۸۰۵۴	۰/۱۴۱۶۶۷	-۹/۶۵۶۸۲۹	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد که ضریب جمله تصحیح خطا برابر ۱/۳۶۸۰۵۴- و معنی‌دار است. از آنجا که این عدد بین ۱- و ۲- می‌باشد به این معنی است که به جای هم‌گرایی مستقیم و یکنواخت به مسیر تعادل، فرآیند تصحیح خطا در اطراف مقدار

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

بلندمدت به‌صورت میرایی در نوسان است. با این حال، هنگامی‌که این فرآیند کامل شد، هم‌گرایی به مسیر تعادل سریع خواهد بود (نارایان و اسمیت[1]، ۲۰۰۶).

در ادامه آزمون‌های تشخیصی خودهمبستگی، واریانس ناهمسانی، تصریح مدل و نرمال بودن انجام گرفت. نتایج حاکی از عدم‌وجود خودهمبستگی در جملات اخلال و عدم‌وجود واریانس ناهمسانی در رگرسیون، عدم وجود خطای تصریح مدل و نرمال بودن جملات اخلال است.

آزمون نرمال بودن

برای آزمون نرمال بودن باقیمانده‌های مدل می‌توان از آماره جارک- برا[2] استفاده کرد. در این آزمون فرضیه صفر مبنی بر نرمال بودن باقیمانده‌های مدل است و چنانچه مقدار احتمال مربوط به جارک- برا بیشتر از ۰/۰۵ باشد، نرمال بودن باقیمانده‌های مدل ثابت می‌گردد. نتایج این آزمون در جدول (۹) ارائه شده است:

جدول ۹- بررسی نرمال بودن جملات پسماند

جارک- برا	۰/۸۴۵۵۵۹
ارزش احتمال	۰/۶۵۵۲۲۳

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار احتمال حاصل از آزمون جارک- برا بیشتر از ۰/۰۵ است و فرضیه صفر مبنی بر نرمال بودن باقیمانده‌های مدل پذیرفته می‌شود.

آزمون خودهمبستگی

برای بررسی وجود یا عدم وجود خودهمبستگی در مدل رگرسیونی می‌توان از آزمون LM بروش-گادفری استفاده کرد. در این آزمون فرضیه صفر نشان دهنده عدم وجود خودهمبستگی بین متغیرها است و اگر مقدار احتمال مربوط به آزمون LM بیشتر از ۰/۰۵ باشد، عدم وجود خودهمبستگی بین متغیرها ثابت می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۱۰) ارائه شده است:

1. Narayan & Smyth
2. Jarqu-bera

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

جدول ۱۰- بررسی عدم خودهمبستگی بین متغیرها

F آماره	۱/۲۸۳۸۳۸
احتمال	۰/۳۰۰۴

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار احتمال حاصل از آزمون LM بیشتر از ۰/۰۵ است و فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خودهمبستگی در رگرسیون پذیرفته می‌شود.

آزمون واریانس ناهمسانی

برای بررسی وجود یا عدم وجود واریانس ناهمسانی در رگرسیون می‌توان از آزمون وایت استفاده کرد که معمولاً هنگامی از این آزمون استفاده می‌شود که توزیع واریانس جملات خطا را ندانیم و حدسی نیز در مورد آن‌ها نداشته باشیم. بنابراین آزمون وایت کلی‌ترین حالت را در نظر می‌گیرد و نسبت به تشخیص واریانس ناهمسانی بسیار حساس است. در این آزمون فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود واریانس ناهمسانی در رگرسیون مورد بررسی قرار می‌گیرد و اگر مقدار احتمال مربوط به آزمون وایت بیشتر از ۰/۰۵ باشد، عدم وجود واریانس ناهمسانی در مدل رگرسیونی ثابت می‌شود. نتایج حاصل از این آزمون در جدول (۱۱) ارائه شده است:

جدول ۱۱- بررسی فرض عدم وجود واریانس ناهمسانی

F آماره	۰/۴۶۰۵۴۹
احتمال	۰/۹۲۹۰

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار احتمال آزمون وایت بیشتر از ۰/۰۵ است و فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود واریانس ناهمسانی در رگرسیون پذیرفته می‌شود.

آزمون تصریح مدل

برای بررسی تصریح مدل می‌توان از آزمون RESET رمزی استفاده کرد. در این آزمون فرضیه صفر نشان دهنده عدم وجود خطای تصریح است و اگر مقدار احتمال مربوط به این آزمون بیشتر از ۰/۰۵ باشد، عدم وجود خطای تصریح مدل ثابت می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۱۲) ارائه شده است:

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]
[DOI: 7.18.75.83]

جدول۱۲- بررسی فرض عدم وجود خطای تصریح مدل

F آماره	۱/۹۴۶۴۳۴
ارزش احتمال	۰/۲۳۷۰

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار احتمال حاصل از آزمون RESET رمزی بیشتر از ۰/۰۵ است و فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود خطای تصریح مدل پذیرفته می‌شود.

جدول ۱۳- خلاصه نتایج آزمون‌های تشخیصی

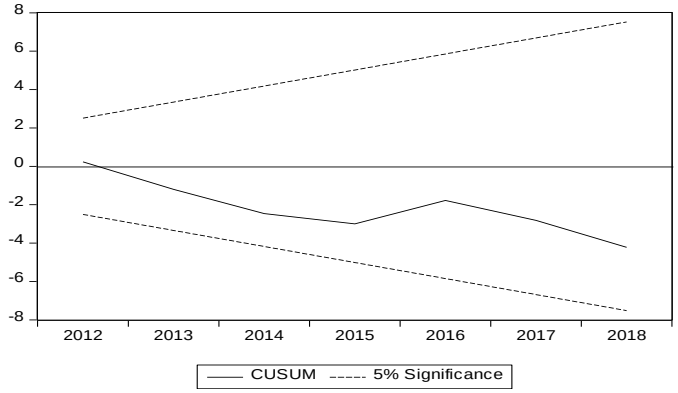
آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه در سطح معنی‌داری ۵ درصد
خودهمبستگی	۱/۲۸۳۸۳۸	۰/۳۰۰۴	عدم‌وجود خودهمبستگی
واریانس ناهمسانی	۰/۴۶۰۵۴۹	۰/۹۲۹۰	عدم‌وجود واریانس ناهمسانی
تصریح مدل	۱/۹۴۶۴۳۴	۰/۲۳۷۰	عدم‌وجود خطای تصریح مدل
نرمالیته (آزمون جارک برا)	۰/۸۴۵۵۵۹	۰/۶۵۵۲۲۳	نرمال بودن توزیع پسماندهای مدل

منبع: یافته‌های پژوهش

در ادامه آزمون ثبات برای مشخص کردن ثبات مدل و تعیین وجود یا عدم وجود شکست ساختاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای تشخیص این امر، از آزمون‌های مجذور تجمعی و مجموع مجذور تجمعی باقیمانده‌ها (CUSUM و CUSUMQ) استفاده می‌شود. اگر مقدار این آماره‌ها بین حدهای بحرانی در سطح ۰/۰۵ باقی بماند، فرضیه صفر مبنی بر ثبات ضرایب پذیرفته می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار این آماره‌ها در داخل دو حد مشخص شده قرار دارند، در نتیجه فرضیه صفر مبنی بر ثبات ضرایب پذیرفته می‌شود.

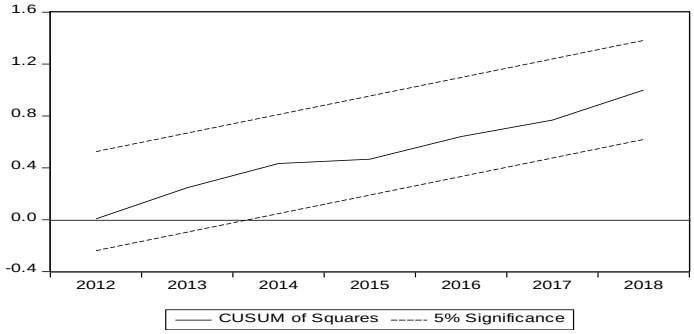
[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]



نمودار ۱- پایداری ضرایب(CUSUM)

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۲- پایداری ضرایب (CUSUMSQ)

منبع: یافته‌های پژوهش

۵- جمع‌بندی و پیشنهادات سیاستی

در سال‌های اخیر مسائل آلودگی محیط زیست و تغییرات آب و هوایی کره زمین ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG)[1] (دی‌اکسیدکربن به‌عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در سطح جهان مطرح است و مقدار سایر گازهای گلخانه‌ای نیز باتوجه به آن سنجیده می‌شود) در جهان مورد توجه جدی نهادهای بین‌المللی واقع گردیده است. مطالعه استرن[2] در تفسیر شرایط آب و هوایی، نشان می‌دهد که مهم‌ترین دغدغه زیست‌محیطی قرن حاضر، گرم شدن کره زمین است. دی‌اکسید کربن به‌عنوان گاز گلخانه‌ای، عامل

1. Green House Gases
2. Stern

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]
[DOI: 7.18.75.83]

اصلی گرم شدن کره زمین در نظر گرفته می‌شود و کنترل انتشار آن به‌عنوان یک موضوع بین‌المللی مطرح گردیده است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۱).

در این پژوهش تأثیر نامتقارن قیمت نفت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران، با استفاده از روش خودرگرسیونی با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL)، طی دوره زمانی ۲۰۱۹-۱۹۸۱ مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا ابتدا پایایی متغیرهای مورد استفاده در مدل با استفاده از آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته بررسی شد. نتایج آزمون ریشه واحد نشان داد که تمامی متغیرها به جز متغیر نرخ تورم، در سطح ناپایا بوده و با یک‌بار تفاضل‌گیری پایا می‌Zشوند. در ادامه وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها با استفاده از آزمون کرانه‌ای باند مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها در مدل است. پس از اطمینان از صحت اعتبار الگو، به‌منظور انجام آزمون عدم‌تقارن کوتاه‌مدت و بلندمدت از آزمون والد استفاده شد و نتایج حاکی از تأثیر نامتقارن قیمت نفت و تأثیر متقارن سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر انتشار دی‌اکسیدکربن است. با مشخص شدن وجود رابطه بلندمدت و تأیید عدم تقارن در متغیر قیمت نفت، مدل مطالعه با استفاده از الگوی NARDL برآورد و آزمون‌های تشخیصی انجام گرفت. نتایج برآورد مدل نشان‌دهنده تأثیر تغییرات مثبت و معنی‌دار متغیر قیمت نفت در کوتاه‌مدت و بلندمدت بر انتشار دی‌اکسیدکربن است، درحالی‌که بین شوک منفی قیمت نفت با انتشار دی‌اکسیدکربن در کوتاه‌مدت رابطه معنی‌داری وجود ندارد. اما بین تغییرات منفی متغیر قیمت نفت با انتشار دی‌اکسیدکربن در بلندمدت رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن متقارن است، به‌طوری‌که تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت منفی و معنی‌دار است. نتایج حاصل با مبانی نظری مطابقت دارد. در انتها برای اطمینان از ثبات مدل، آزمون‌های CUSUM و CUSUMSQ انجام گرفت. نتایج حاکی از آن است که مدل برآوردی از ثبات لازم برخوردار است.

در ادامه با توجه به مباحث ذکر شده و نتایج حاصل از برآورد مدل پژوهش، پیشنهادات سیاستی به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

- براساس نتایج مطالعه، مصرف انرژی باعث افزایش آلودگی می‌شود، بنابراین پیشنهاد می‌گردد که برنامه صرفه‌جویی در مصرف انرژی در رأس اهداف دولت قرار گیرد و در این زمینه لازم است برنامه‌ریزی‌ها و عملیات اجرایی گسترده و فراگیر به منظور استفاده ازانرژی‌های نو و تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، انرژی باد و انرژی جذر و مد و همچنین انرژی های آبی در مناطق وسیعی از کشور صورت پذیرد.
- با توجه به اثر مثبت افزایش قیمت نفت در افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن، دولت باید افزایش درآمدهای نفتی حاصل از افزایش قیمت نفت را صرف ایجاد زیرساخت‌هایی نماید که منجر به کاهش آلودگی هوا شود و یا به عبارت دیگر درآمد حاصل از افزایش قیمت نفت را در فناوری‌هایی سرمایه‌گذاری نماید که دی‌اکسید کربن کمتری را انتشار می‌دهند.
- دولت‌ها می‌توانند بر روی کارآیی انرژی و اقدامات سازگار با محیط زیست توسط شرکت‌ها، همراه با آموزش سرمایه‌گذاران برای سرمایه‌گذاری بیشتر در شرکت‌ها با توجه بیشتر به کیفیت زیست محیطی و سرمایه‌گذاری سبز، تأکید بیشتری داشته باشند.
- در نهایت دولت‌ها می‌توانند ایجاد الزامات فنی با هدف ارتقای تکنولوژی در جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برای کاستن از میزان آلایندگی را در دستور کار قرار دهند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

منابع

- امین رشتی، نارسیس و معرفتی، رقیه. (۱۳۹۱). اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر عملکرد زیست محیطی در کشورهای منتخب. فصلنامه علوم اقتصادی، شماره۱، ۱۸۵-۲۰۷.
- برقی‌اسکوئی، محمد مهدی؛ فلاحی، فیروز و خطیبی، صونا ژنده. (۱۳۹۱). تأثیر تولیدات کارخانه‌ای و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار گاز CO2 در کشورهای عضو گروهD8 ، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، سال ۶، شماره ۴، ۹۳-۱۰۹.
- توکلی، آزاده. (۱۳۹۸). تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHGs) و پتانسیل‌های کاهش انتشار در ایران، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۱۵، شماره ۶۰، ۷۷-۱۰۵.
- خورسندی، مرتضی؛ کافی، نرگس و آماده، حمید. (۱۳۹۵). تجارت خارجی و امنیت زیست محیطی در ایران. فصلنامه مطالعات راهبردی، شماره ۷۴، ۱۳۸-۱۱۵.
- فطرس، محمدحسن؛ معبودی، رضا و دره نظری، زینب. (۱۴۰۱). تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست در ایران با استفاده از رویکرد ارزش شیپلی- اون، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۱۸، شماره ۷۲.
- قزوینیان، محمدحسن؛ هژبرکیانی، کامبیز؛ دهقانی، علی؛ زندی، فاطمه و سعیدی، خلیل. (۱۳۹۷). مقایسه تطبیقی اثر شوک‌های مصرف نفت خام بر انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی. فصلنامه اقتصاد کاربردی. دوره ۸ ،شماره ۲۵، ۱-۱۵.
- صادقی، سیدکمال؛ متفکرآزاد، محمدعلی؛ پور عبادالهان کویچ، محسن و شهباز زاده خیاوی، اتابک. (۱۳۹۱). بررسی رابطه علی بین انتشار دی‌اکسیدکربن، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرانه مصرف انرژی و تولیدناخالص داخلی در ایران (رهیافت آزمون علیت تودا - یاماموتو). فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی. سال اول، شماره۴، ۱۰۱-۱۱۶.
- مسعودی، نسیم؛ دهمرده قلعه‌نو، نظر و اسفندیاری، مرضیه. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و نوآوری‌های فنی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن. فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی. سال ۱۰، شماره۴۰، ۳۵-۵۴.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

- مداح، مجید و عبدی‌چرلو، منصور. (۱۳۹۹). ارزیابی اثر نفت برآلودگی محیط زیست در کشورهای عضو اوپک بر اساس سیاست‌های کلی الگوی اصالح تولید. فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان. دوره ۸ ،شماره۱، ۲۴-۳۷.
- میرزایی، مرجانه؛ حری، حمیدرضا و صادقی، زین‌العابدین. (۱۳۹۸). تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو منا. فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی. سال سوم، شماره ۴، ۱۱۳-۱۳۰.
- Arize, A. C., Malindretos, J., & Igwe, E. U. (2017). Do exchange rate changes improve the trade balance: An asymmetric nonlinear cointegration approach. International Review of Economics & Finance, 49, 313-326.
- Bakhsh, K., Rose, S., Ali, M. F., Ahmad, N., & Shahbaz, M. (2017). Economic growth, CO2 emissions, renewable waste and FDI relation in Pakistan: New evidences from 3SLS. Journal of environmental management, 196, 627-632.
- Behera, S. R., & Dash, D. P. (2017). The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 70, 96-106.
- Coondoo, D., & Dinda, S. (2002). Causality between income and emission: a country group-specific econometric analysis. Ecological Economics, 40(3), 351-367.
- Fernando, F. N., & Cooley, D. R. (2016). An oil boom's effect on quality of life (QOL): Lessons from western North Dakota. Applied Research in Quality of Life, 11(4), 1083-1115.
- Fischer, S. (1993). The role of macroeconomic factors in growth. Journal of monetary economics, 32(3), 485-512.
- Greenwood-Nimmo, M., & Shin, Y. (2013). Taxation and the asymmetric adjustment of selected retail energy prices in the UK. Economics Letters, 121(3), 411-416.
- Hanif, I. (2018). Impact of economic growth, nonrenewable and renewable energy consumption, and urbanization on carbon emissions in Sub-Saharan Africa. Environmental Science and Pollution Research, 25(15), 15057-15067.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

- Haug, A. A., & Ucal, M. (2019). The role of trade and FDI for CO2 emissions in Turkey: Nonlinear relationships. Energy Economics, 81, 297-307.
- Jiang, L., Zhou, H. F., Bai, L., & Zhou, P. (2018). Does foreign direct investment drive environmental degradation in China? An empirical study based on air quality index from a spatial perspective. Journal of cleaner production, 176, 864-872.
- Kais, S., & Sami, H. (2016). An econometric study of the impact of economic growth and energy use on carbon emissions: panel data evidence from fifty eight countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 59, 1101-1110.
- Khan, M. (2019). Does macroeconomic instability cause environmental pollution? The case of Pakistan economy. Environmental Science and Pollution Research, 26(14), 14649-14659.
- Kivyiro, P., & Arminen, H. (2014). Carbon dioxide emissions, energy consumption, economic growth, and foreign direct investment: Causality analysis for Sub-Saharan Africa. Energy, 74, 595-606.
- List, J. A., Millimet, D. L., Fredriksson, P. G., & McHone, W. W. (2003). Effects of environmental regulations on manufacturing plant births: evidence from a propensity score matching estimator. Review of Economics and Statistics, 85(4), 944-952.
- Lucas, R. E. (1976). Some International Evidence on output-inflation tradeoffs. The American Economic Review, 66(5), 985-985.
- Malik, M. Y., Latif, K., Khan, Z., Butt, H. D., Hussain, M., & Nadeem, M. A. (2020). Symmetric and asymmetric impact of oil price, FDI and economic growth on carbon emission in Pakistan: Evidence from ARDL and non-linear ARDL approach. Science of the Total Environment, 726, 138421.
- Measham, T. G., & Fleming, D. A. (2014). Impacts of unconventional gas development on rural community decline. Journal of Rural Studies, 36, 376-385.
- Oxelheim, L., & Ghauri, P. (2008). EU–China and the non-transparent race for inward FDI. Journal of Asian Economics, 19(4), 358-370.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]

- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Journal of applied econometrics, 16(3), 289-326.
- Pindyck, R. S., & Solimano, A. (1993). Economic instability and aggregate investment. NBER macroeconomics annual, 8, 259-303.
- Salahuddin, M., Alam, K., Ozturk, I., & Sohag, K. (2018). The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO2 emissions in Kuwait. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 81, 2002-2010.
- Shahbaz, M., Nasir, M. A., & Roubaud, D. (2018). Environmental degradation in France: the effects of FDI, financial development, and energy innovations. Energy Economics, 74, 843-857.
- Tang, C. F., & Tan, B. W. (2015). The impact of energy consumption, income and foreign direct investment on carbon dioxide emissions in Vietnam. Energy, 79, 447-454.
- Zou, X. (2018). VECM model analysis of carbon emissions, GDP, and international crude oil prices. Discrete Dynamics in Nature and Society, 2018.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-27]

[DOI: 7.18.75.83]