فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال بیست و دوم / شماره ۸۸/ بهار ۱۴۰۵ / صفحات ۳۱۵-۲۸۳

حمل و نقل، مدیریت پسماند و انتشار CO_2 در کشورهای خاورمیانه: کاربردی از فرضیه پناهگاه آلودگی

مریم کشاورزیان
استادیار پژوهشگاه صنعت نفت، تهران، ایران، (keshavarziyanm@ripi.ir)
زهره طباطبایی‌نسب[1]
گروه اقتصاد، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران،
(zohre.tabatabaienasab@iau.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۱۸

چکیده

تأثیرات زیست‌محیطی صنعتی شدن به‌طور قابل‌توجهی بالاست؛ زیرا میزان زیادی انرژی و سوخت‌های فسیلی در فرایند صنعتی شدن مصرف می‌شود که این امر منجر به افزایش آلودگی هوا می‌گردد. این مقاله به بررسی رابطه حمل‌ونقل، پسماندها و انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای خاورمیانه با استفاده از داده‌های سری زمانی از ۱۹۷۵ تا ۲۰۲۲ به روش ARDL-Bounds پرداخته است. نتایج این مطالعه حاکی از آن می‌باشد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌طور قابل‌توجهی انتشار کربن را افزایش می‌دهد. از این رو فرضیه پناهگاه آلودگی هم در کوتاه‌مدت و هم در بلندمدت تأیید می‌شود. تأثیر واردات سوخت بر انتشار کربن نیز مثبت است. همچنین توابع واکنش آنی نشان می‌دهد که انتشار کربن تحت تأثیر شوک‌های حمل‌ونقل هوایی بار، ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات سوخت افزایش می‌یابد. اما سوخت‌های تجدیدپذیر قابل احتراق و پسماندها، کاهش انتشار کربن را به همراه داشته‌اند. به علاوه تحلیل تجزیه واریانس نشان می‌دهد که واردات سوخت در بلندمدت سهم بالایی بر انتشار کربن خواهد داشت. از این رو برای مقابله با آثار منفی فرضیه پناهگاه آلودگی، یک رویکرد جامع و چندجانبه ضروری است. این رویکرد باید شامل تقویت قوانین زیست‌محیطی، انتقال فناوری‌های سبز، ارتقاء آگاهی عمومی و همکاری‌های بین‌المللی باشد. با اجرای این سیاست‌ها، کشورهای پذیرنده می‌توانند همزمان با جذب سرمایه‌گذاری خارجی و ایجاد رشد اقتصادی، از تخریب محیط‌زیست و سلامت عمومی جلوگیری کنند.

طبقه‌بندی JEL: F21، E22، Q56.

کلید واژه‌ها: حمل و نقل هوایی، انرژی‌های تجدیدپذیر و زباله‌های قابل احتراق، منحنی کوزنتس زیست‌محیطی، کشورهای خاورمیانه.

---

۱. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

جهان امروز با تهدیدهای جدی زیست‌محیطی به دلیل انتشار کربن مواجه است. براساس معاهده بین‌المللی UNFCCC[1] یکی از مهمترین ابزارها برای رویایی با این تهدیدها، کاهش انتشار کربن و توجه بیشتر به پایداری محیط‌زیست در شهرها است. در این راستا سیستم حمل و نقل می‌تواند نقشی اساسی و کلیدی ایفا نماید. در واقع بخش حمل و نقل طی دو دهه گذشته رشد چشمگیری داشته است. (به‌عنوان مثال، حمل و نقل هوایی، راه آهن، جاده‌ای و حمل و نقل دریایی) در این بین بخش حمل و نقل هوایی نقشی محوری در توسعه اقتصادی دارد. میزان انتشار کربن در حمل و نقل هوایی در مقایسه با حمل و نقل دریایی، بسیار کمتر است. حمل و نقل هوایی در مجموع ۲ درصد از گازهای گلخانه‌ای را تولید می‌کند، که ۵۰ درصد کمتر از انتشارگازهای گلخانه‌ای مربوط به حمل و نقل دریایی است. با این حال، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۵۰، سهم بخش حمل و نقل هوایی در تولید کل گازهای گلخانه‌ای به ۳ درصد برسد (انجمن بین‌المللی حمل و نقل هوایی، ۲۰۲۱)

از طرفی سیستم آب و هوایی کره زمین به دلیل فعالیت‌های انسانی، در حال گرم شدن است. تغییرات آب و هوایی تحت تأثیر صنعتی شدن سریع قرار دارد. صنایع به طور مستقیم هنگام احتراق سوخت فسیلی تولید گازهای گلخانه‌ای را تحت تأثیر قرار می‌دهند و با پسماندهای صنعتی بر انتشار غیرمستقیم گازهای گلخانه‌ای اثرگذارند (ایوانز، ۲۰۱۹). در واقع بخش ضایعات و پسماند نیز با توجه به نقش آن در انتشار گازهای گلخانه ای، حائز اهمیت است. شهرها به دلیل تراکم جمعیتی و تغییر سبک زندگی افراد به‌عنوان نقاط کلیدی در تولید پسماند محسوب می‌شوند. شهرهای کم کربن با رویکرد کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در تمام سطوح تلاش می‌کنند تا زندگی شهری را با توسعه پایدار هماهنگ نمایند. انتخاب استراتژی‌های مدیریت پسماند با توجه به سیاست‌گذاری‌های کلان هر کشور می‌تواند نقش مهمی در کاهش انتشار از بخش پسماند فراهم نماید.

---

۱. کنوانسیون چارچوب سازمان ملل متحد درباره تغییر اقلیم یا کنوانسیون چارچوب تغییر اقلیم در سازمان ملل (United Nations Framework Convention on Climate Change)

در کشورهای خاورمیانه بخش‌های صنعتی و حمل و نقل سهم قابل‌توجهی در مصرف انرژی دارند. سهم مصرف انرژی در حمل و نقل در این کشورها ۲۵ درصد و در بخش صنعت ۳۰ درصد در سال ۲۰۲۲ می‌باشد (IEA, key world energy2021 statistics). این امر متعاقباً منابع عمده انتشار گازهای گلخانه‌ای را در کشورهای خاورمیانه تعیین می‌کند. در سال ۲۰۲۲ میزان انتشار CO_2 در خاورمیانه مربوط به مصرف سوخت حدود ۲ میلیون تن در سال بوده است. (IEA, Middle East Countries (& Regions همچنین انرژی‌های فسیلی (از قبیل ذغال سنگ، نفت و گاز طبیعی) به‌عنوان محرک اصلی گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوا شناخته می‌شوند، اما رشد اقتصادی اغلب کشورهای خاورمیانه بر پایه این انرژی‌ها می‌باشد. بنابراین، کاهش تولید و مصرف انرژی تجدید ناپذیر بدون آسیب رساندن به فعالیت‌های اقتصادی لازم و ضروی به‌نظر می‌رسد. بعلاوه اهمیت دستور کار حمل و نقل پایدار در کشورهای خاورمیانه نیاز به تعیین نقش ترکیب سیاست‌های مختلف زیست‌محیطی برای محدود کردن انتشار کربن دارد. از این رو، انگیزه اصلی این مطالعه کشف تعامل پویا در بین ابزارهای سیاست پایدار و انتشار کربن در کشورهای خاورمیانه است. همچنین تلاش می‌شود فرضیه پناهگاه الودگی در این کشورها مورد ازمون قرار گیرد. مطالعه حاضر بر اهمیت استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، ترویج نوآوری سبز و توسعه مکانیزم حکمرانی برای دستیابی به پایداری اجتماعی و پیشرفت در زیرساخت‌های حمل و نقل سبز برای کاهش انتشار کربن در سراسر کشورها تاکید دارد و تلاش می‌کند با افزودن حمل و نقل هوایی بار، انرژی‌های تجدیدپذیر و زباله‌های قابل احتراق، واردات سوخت و رشد اقتصادی امکان استنتاج‌های تحلیلی و قویتر را فراهم نماید. برای حصول به این هدف، ادامه مقاله به شرح زیر سازمان‌دهی می‌شود:

پس از مقدمه، در بخش دوم، مبانی نظری مربوط به موضوع پژوهش و در بخش سوم، مطالعات تجربی پیشین ارائه‌شده است. بخش چهارم و پنجم به تشریح روش انجام تحقیق و تصریح مدل اختصاص دارد. در بخش ششم، نتایج تجربی و در بخش پایانی نتیجه‌گیری پژوهش، بیان‌شده است.

۲- مبانی نظری

۲-۱- فرضیه پناهگاه آلودگی

کوزنتس[1] (۱۹۵۵) در مطالعه‌ای با عنوان «رشد اقتصادی و نابرابری درآمد»، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را برای اولین بار مطرح کرد. به عقیدهٔ وی، در مسیر توسعهٔ اقتصادی، رابطه بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد، به شکل U معکوس است. به‌طوریکه براساس این فرضیه، در مراحل اول توسعهٔ اقتصادی، همزمان با افزایش درآمد سرانه، نابرابری توزیع درآمد افزایش و پس از رسیدن به سطح معین، نابرابری توزیع درآمد به تدریج کاهش می‌یابد. در دههٔ ۱۹۹۰ با مشاهده شواهدی مبنی بر وجود رابطه بین شاخص‌های مختلف تخریب محیط‌زیست و درآمد سرانه به صورت u معکوس، شبیه رابطه موجود بین درآمد سرانه و نابرابری درآمد در منحنی کوزنتس اولیه، منحنی کوزنتس در مطالعات مربوط به محیط‌زیست نیز وارد شد. رابطهٔ مذکور بین رشد اقتصادی و شاخص‌های مربوط به کیفیت محیط‌زیست به صورت u معکوس، به منحنی زیست‌محیطی کوزنتس معروف شد (گراسمن،۱۹۹۵).

فرضیه پناهگاه آلودگی نخستین بار در پژوهش‌های مرتبط با تجارت بین‌المللی و محیط‌زیست مطرح شد و بیان می‌کند که صنایع آلاینده تمایل دارند تولید خود را به کشورهایی انتقال دهند که قوانین و مقررات زیست‌محیطی سهل‌گیرانه‌تری دارند. در واقع براساس تئوری مزیت نسبی: کشورهایی با استانداردهای زیست‌محیطی پایین‌تر، هزینه‌های تولید کمتری برای صنایع آلاینده دارند و به همین دلیل به "پناهگاه آلودگی" تبدیل می‌شوند. همچنین از منظر جهانی‌سازی، افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) و تسهیل تجارت کالاها و خدمات باعث افزایش احتمال شکل‌گیری این پدیده در کشورهای در حال توسعه شده است (تیلور ۲۰۰۴).

رابطه بین این دو مفهوم این است که منحنی کوزنتس، یک الگوی کلی را برای کاهش آلودگی در کشورهای در حال توسعه ارائه می‌دهد، اما پناهگاه آلودگی می‌تواند این روند را مختل کند. در برخی موارد، پناهگاه آلودگی می‌تواند مانع از رسیدن کشورها به مراحل پایانی منحنی کوزنتس شده و آلودگی را به جای کاهش، در مناطق دیگر

1. Kuznets

جهان افزایش دهد. به عبارت دیگر، پناهگاه آلودگی می‌تواند به‌عنوان یک عامل مخل در رسیدن به تعادل زیست‌محیطی که منحنی کوزنتس پیش‌بینی می‌کند، عمل نماید.

در حقیقت تحرک سرمایه و الگوی تجاری در یک اقتصاد باز، شدت سیاست‌های زیست‌محیطی براساس فرضیهٔ پناهگاه آلایندگی و مکان‌یابی مجدد صنایع، تحرک سرمایه و الگوی تجاری بین کشورهای جهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به تبع آن میزان انتشار آلایندگی را دستخوش تغییر می‌کند. براساس این فرضیه، با توجه به این که کشورهای توسعه یافته سیاست‌های زیست‌محیطی شدیدی را نسبت به کشورهای در حال توسعه اعمال می‌کنند، از این رو، صنایع آلوده کنندهٔ فعال در کشورهای توسعه یافته، عملیات و فرآیند تولید خود را از کشورهای توسعه یافته به کشورهای درحال‌توسعه با سیاست‌های زیست‌محیطی ملایم، انتقال میدهند و بدین ترتیب کشورهای درحال‌توسعه به پناهگاهی برای جذب صنایع آلوده کننده تبدیل می‌شوند. تبدیل کشورهای درحال‌توسعه با سیاست‌های زیست‌محیطی ملایم به پناهگاه صنایع آلوده کننده، با توجه به دسترسی این کشورها به مزیت نسبی قابل توجیه است. چرا که براساس نظریهٔ مزیت نسبی، کشوری در تولید کالاها و خدماتی تخصص پیدا کرده و صادر خواهد کرد که به طور نسبی آن کالاها و خدمات را نسبت به کشورهای دیگر با هزینهٔ کمتری تولید کند و در مقابل کالاها و خدماتی را وارد خواهد کرد که آن کالاها و خدمات را به طور نسبی با هزینهٔ بیشتری نسبت به کشورهای دیگر تولید می‌کند. از این رو، چنانکه وضع استانداردهای زیست‌محیطی پایین در یک کشور به‌عنوان منبع مزیت نسبی مطرح و عاملی جهت انتقال صنایع آلوده کننده به این کشورها محسوب شود، در آن صورت فرضیهٔ پناهگاه آلودگی تائید شده و این امر سبب ایجاد تغییراتی در الگوی تجاری بین کشورها می‌شود. به طور کلی، براساس فرضیهٔ پناهگاه آلایندگی، صنایع باشدت آلایندگی بالا، در حال انتقال از اقتصادهای توسعه یافته به سوی جهان درحال‌توسعه می‌باشند. به عبارت دیگر، کشورهای در حال توسعه با توجه به دستمزدهای پایین و نیز با توجه به برخورداری از قوانین زیست‌محیطی ملایم، در خصوص تولیدات مرتبط با صنایع آلاینده، نسبت به کشورهای توسعه یافته از جذابیت بالایی برای جلب این صنایع برخوردارند. این امر به مزیت نسبی تولیدات

آلاینده در کشورهای درحال‌توسعه منتهی می‌شود. همچنین انتقال این صنایع به کشورهای درحال‌توسعه، با توجه به اینکه این کشورها نیازمند تأمین مالی فرآیند توسعهٔ صنعتی خود می‌باشند، مورد استقبال قرار می‌گیرد. در چنین فرایندی، با انتقال صنایع آلاینده به کشورهای درحال‌توسعه، این کشورها به صادرکنندگان صنایع آلاینده و در مقابل کشورهای توسعه یافته، به واردکنندگان محصولات این صنایع تبدیل می‌شوند (داورن، ۲۰۰۸).

در مجموع فرضیه پناهگاه آلودگی در مباحث اقتصادی و زیست‌محیطی اثرات متعددی به همراه دارد. که می‌توان آن‌ها را به طور کلی در دو بخش زیست‌محیطی و اقتصادی دسته‌بندی نمود. به این ترتیب که کشورهایی که مقررات زیست‌محیطی ضعیف‌تری دارند، به پناهگاه صنایع آلاینده تبدیل می‌شوند. این انتقال صنایع آلاینده باعث آلودگی آب و خاک، آلودگی هوا و نابودی اکوسیستم‌ها می‌شود: به‌عنوان مثال در چین، ورود سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی در صنایع سنگین منجر به افزایش قابل‌ملاحظه آلودگی هوا و آب شده است. این وضعیت در برخی مناطق باعث کاهش تنوع زیستی نیز شده است.

بعلاوه براساس این فرضیه، پدیده پناهگاه آلودگی موجب می‌شود آلودگی زیست‌محیطی از کشورهای توسعه‌یافته (که قوانین زیست‌محیطی سفت و سخت‌تری دارند) به کشورهای در حال توسعه صادر شود. کشورهای توسعه‌یافته تولید کالاهای آلاینده را خارج می‌کنند، اما محصولات نهایی را از کشورهای پذیرنده وارد می‌کنند. در این حالت، آلودگی به کشورهای توسعه‌نیافته منتقل می‌شود، اما مصرف نهایی در کشورهای توسعه‌یافته باقی می‌ماند و این چرخه آلودگی منجر به شکل‌گیری یک سرریز زیست‌محیطی منفی در سطح جهانی می‌شود، چرا که کاهش آلودگی محلی در یک منطقه با افزایش آلودگی در منطقه‌ای دیگر خنثی می‌شود. از طرفی انتقال صنایع آلاینده به کشورهای در حال توسعه، انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب‌وهوایی را تسریع می‌کند. از آنجا که بسیاری از این کشورها فاقد تکنولوژی‌های کارآمد برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند، فعالیت این صنایع در این مناطق اثرات مخربی بر ریسک تغییرات اقلیمی خواهد داشت. همچنین زمانی که صنایع آلاینده به کشورهای دارای مقررات ضعیف‌تر منتقل می‌شوند، انگیزه‌ای برای استفاده از فناوری‌های پاک یا

صنایع سبز در این کشورها ایجاد نمی‌شود. این امر باعث می‌شود که کشورهای پذیرنده در فناوری‌های پیشرفته و زیست‌محیطی پیشرفت کمتری داشته باشند و وابسته به فناوری‌های قدیمی وابسته بمانند (انسر،۲۰۲۰).

در خصوص اثرات اقتصادی فرضیه پناهگاه آلودگی نیز می‌توان به ورود صنایع آلاینده به کشورهای درحال‌توسعه و افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اشاره نمود. این نوع از سرمایه‌گذاری می‌تواند منجر به ورود منابع مالی، ایجاد زیرساخت‌های جدید و رشد اقتصادی در کشورهای درحال‌توسعه شود. از دیگر فواید آن نیز می‌توان به افزایش اشتغال و افزایش صادرات اشاره نمود. به‌عنوان مثال کشورهایی مانند ویتنام، بنگلادش و برخی کشورهای آفریقایی باوجود نگرانی‌های زیست‌محیطی موفق به دستیابی به رشد اقتصادی چشمگیر از طریق جذب صنایعی مانند نساجی و سیمان‌سازی شده‌اند. لازم به ذکر است که گرچه صنایع آلاینده می‌توانند در کوتاه‌مدت به رشد اقتصادی کمک کنند، اما در بلندمدت منجر به شکاف‌های اقتصادی و اجتماعی می‌شوند (کال، ۲۰۰۴).

همچنین فرضیه پناهگاه آلودگی به شرکت‌های چندملیتی اجازه می‌دهد با بهره‌گیری از قوانین سهل‌گیرانه زیست‌محیطی، هزینه‌های تولید خود را کاهش دهند. این کاهش هزینه‌ها شامل موارد صرفه‌جویی در هزینه تصفیه و مدیریت آلودگی، کاهش هزینه‌های پایبندی به استانداردهای بین‌المللی و بهره‌گیری از نیروی کار ارزان‌تر در کشورهای پذیرنده می‌شود.

از سویی فعالیت صنایع آلاینده در کشورهای پذیرنده در بلندمدت هزینه‌های اقتصادی سنگینی در حوزه سلامت و محیط‌زیست تحمیل می‌کند. آلودگی هوا و آب بر سلامت عمومی تأثیر منفی دارد و دولت‌ها مجبور به صرف هزینه‌های بیشتری برای درمان بیماری‌ها می‌شوند. علاوه بر این بدتر شدن شرایط زیست‌محیطی باعث کاهش کیفیت زندگی و افت بهره‌وری نیروی کار محلی خواهد شد. به‌عنوان مثال در هند و چین، هزینه‌های اقتصادی ناشی از آلودگی (مانند بیماری‌های ریوی و کاهش بهره‌وری کشاورزی) به طور قابل‌توجهی رشد اقتصادی را تحت‌الشعاع قرار داده است.

بنابراین چالش اصلی این است که در فرآیند توسعه اقتصادی، کشورهای پذیرنده باید بین جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی و ایجاد اشتغال و حفظ استانداردهای

زیست‌محیطی و سلامت جامعه تعادل برقرار کنند. به همین دلیل توجه به ابزارهایی مانند سیاست‌های سبز، انتقال فناوری‌های پاک و مقررات شفاف زیست‌محیطی بین‌المللی برای کاهش اثرات منفی ضروری است.

۲-۲- قیمت‌گذاری کربن

سیاست‌های قیمت‌گذاری کربن به دو دسته سیستم تجارت نشر و مالیات بر کربن تقسیم می‌شود.

مالیات بر کربن

مالیات بر انرژی یا مالیات بر کربن خسارت‌های موجود و بالقوه‌ای که آلاینده‌های اقلیمی به مردم و محیطزیست وارد می‌کنند، تبدیل به پرداخت‌های اقتصادی برای منابع تولید کننده آلاینده می‌نماید. مالیات بر آلاینده‌ها ابزاری است که توسط دولت بر هر واحد از آلاینده‌های منتشر شده تحمیل می‌شود. از آنجا که کربن سوخت‌های فسیلی نهایتاً بر حسب انتشار کربن دی اکسید در نظر گرفته می‌شوند، مالیات بر محتوی کربن سوخت‌های فسیلی، معادل مالیات بر انتشار آلاینده‌های ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است. مالیات بر محتوای انرژی سوخته که مالیات بر انرژی نامیده می‌شود، منجر به کاهش تقاضا برای انرژی و سوخت‌های فسیلی و نهایتاً کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید می‌شود. هدف اصلی این نوع مالیات‌ها، تشویق کسب وکارها و مصرف‌کنندگان برای حرکت به سمت استفاده از انرژی‌های جایگزین و تغییر الگوی مصرف انرژی است. صندوق بین‌المللی پول از این مالیات به شدت حمایت کرده و اذعان دارد که اگر این نوع مالیات حتی با نرخ‌های بسیار بالا اجرا گردد، نه تنها نتایج منفی اقتصادی ندارد، بلکه باعث حرکت به سمت سوخت‌های کاراتر و پاک‌تر می‌شود. در حال حاضر کشورهای اروپایی مانند دانمارک، نروژ، ایسلند، ایرلند، سوئد و هلند دارای نرخ‌های بالا و در عین حال مؤثر برای مالیات بر کربن و انرژی سوخت‌ها هستند (وگل، ۲۰۲۰).

سیستم تجارت آلاینده ها

تجارت آلاینده‌ها به این صورت عمل می‌کند که یک سقف مجاز برای انتشار کربن در هر بخش تعیین می‌شود و به میزان این سقف مجاز، به آن بخش اعتبار تخصیص داده می‌شود. عملکرد به این صورت است که هر صنعتی که کمتر از میزان مشخص شده کربن تولید کرد، می‌تواند اعتبارش را به صنایعی که بیشتر از حد مجاز آلاینده تولید می‌کنند، بفروشد و به این صورت یک بازار عرضه و تقاضا به وجود می‌آید. مزیت این روش این است که با تعیین سقف انتشار، می‌توان اطمینان حاصل نمود که کاهش انتشار به یک میزان مشخص مورد انتظار تحقق یافته است. اما در روش مالیات‌گذاری بر کربن، تنها یک نرخ مالیاتی مشخص برای انتشار گازهای گلخانه‌ای تعیین می‌شود و نمی‌توان از کاهش انتشار به یک میزان خاص اطمینان حاصل کرد. روش‌های غیرمستقیم نیز برای قیمت‌گذاری کربن وجود دارند؛ مالیات‌گذاری بر محتوی کربن سوخت‌های فسیلی و حذف یارانه‌های سوخت‌های فسیلی از این نمونه‌ها هستند. مالیات بر کربن می‌تواند با سیاست مرتبط با هزینه‌های اجتماعی کربن‌های بازار مبنا تلفیق شود. برای مثال یک دولت می‌تواند این گزینه را ایجاد کند که از اعتبار کاهش آلاینده‌ها توسط شرکت‌ها، برای تخفیف در مالیات آن‌ها استفاده کند. برای مثال کشورهای آفریقای جنوبی و مکزیک از اعتبارات ناشی از سازوکار توسعه پاک برای کاهش مالیات اجباری شرکتها استفاده می‌کنند (کانوری، ۲۰۰۷).

۳- پیشینه پژوهش

مبارک و همکاران (۱۳۸۸) در پژوهشی تاثیر آزادسازی تجاری بر انتشار دی‌اکسیدکربن، نیتروژن و سولفور گوگرد و ارتباط منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با فرضیه پناهگاه آلایندگی، را بررسی نمودند. نتایج نشان داد افزایش آزادسازی تجاری و درآمد سرانه در کشورهای توسعه‌یافته، به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و سایر گازهای آلاینده منجر می‌شود و در کشورهای کمترتوسعه‌یافته و درحال‌توسعه، موجب افزایش انتشار این گازها می‌شود، به‌طوری که کشش متغیر انتشار گاز دی اکسیدکربن نسبت به صادرات صنایع آلاینده، واردات صنایع آلاینده و شاخص درجه باز بودن اقتصاد در کشورهای توسعه‌یافته براساس نوع گازهای آلاینده تفاوت زیادی دارد.

اخباری (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای با به‌کارگیری الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) و آزمون کرانه‌ها، فرضیه پناهگاه آلودگی در رابطه تجاری ایران-چین در بازه زمانی ۲۰۰۴-۱۹۸۷ برای کدهای دورقمی ISIC مربوط به صنایع آلاینده بررسی نمود. نتایج حاکی از N شکل بودن منحنی کوزنتس زیست‌محیطی(EKC) ، سهم بالای تولیدات کارخانه‌ای در انتشار کربن، تأیید فرضیه پناهگاه آلودگی از ایران به چین برای کدهای ۳۴ و ۳۵ و شناسایی صنایع آلاینده صادراتی با کدهای ۳۵ و ۳۷ بوده که فعالیت تولیدی آن‌ها سبب افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود.

یاوری و همکاران (۱۴۰۲) در تحقیقی اثر تبادلات ناشی از باز بودن تجاری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه منا را طی دوره ۲۰۰۴ تا ۲۰۲۰ بررسی نمودند. آن‌ها در حین حال با بکارگیری تکنیک‌های اقتصاد سنجی فضایی اثر متقابل کشورها بر هم در فرایند تولید گاز دی‌اکسیدکربن را مورد توجه قرار دادند. نتایج حاکی از تأیید اثر مجاورت فضایی و تأثیر مثبت درجه باز بودن تجاری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای مورد مطالعه می‌باشد.

آروین[1] و همکاران (۲۰۱۵) با استفاده از داده‌های ۲۰ کشور، ارتباط علی و بلندمدت را بین حمل و نقل هوایی، انتشار کربن، شهرنشینی و رشد اقتصادی برای دوره ۲۰۱۲-۱۹۶۱ بررسی نمودند. نتایج نشان می‌دهد رابطه علی کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرهای مذکور وجود دارد. از این رو سیاست‌های کاهش انتشار کربن برای دستیابی به توسعه پایدار لازم و ضروری است.

در مطالعه زمان و مومن[2] (۲۰۱۷) گروه بزرگی از کشورهای توسعه یافته و درحال‌توسعه برای دوره ۱۹۷۵ تا ۲۰۱۵ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد انتشارات صنعتی به طور گسترده در یک گروه مشخص از کشورها قابل مشاهده است، به علاوه انتشارات ناشی از انرژی و انتشارات ناشی از جمعیت نیز وجود دارد و چشم‌انداز سیاست پایدار برای تبدیل منابع صنعتی به منابع سبز لازم است.

1.Arvin
2. Zaman and Moemen

جبلی و بلومی[1] (۲۰۱۷) نقش تجدیدپذیرها و پسماندهای قابل احتراق، حمل و نقل بین‌المللی و انتشار کربن را در تونس برای دوره ۱۹۸۰تا ۲۰۱۱ بررسی کردند. نتایج رابطه مثبت بین پسماندهای تجدیدپذیر و انتشار کربن را تأیید می‌نماید. همچنین در مطالعه آن‌ها علیت یک طرفه از پسماندهای تجدیدپذیر به انتشار کربن و حمل و نقل بین‌المللی به انتشار کربن شده است. بر این اساس پسماندهای تجدیدپذیر و حمل و نقل بین‌المللی باید فاقد کربن باشند. این امر می‌تواند با بازیافت کارآمد زباله و سیاست‌های حمل و نقل سبز در یک کشور حاصل شود.

ژانگ[2] و همکاران(۲۰۱۷) در مطالعه بین استانی در کشور چین در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۳ نشان دادند که نوآوری در محیط‌زیست نقش مثبتی در کاهش انتشار کربن دارد. علاوه بر این افزایش بهره‌وری انرژی تأثیر بیشتری در کاهش میزان انتشار کربن در یک کشور دارد.

وانگ[3] و همکاران (۲۰۱۸) و ناز[4] و همکاران (۲۰۱۹) نقش تقاضای انرژی تجدیدپذیر و جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برای کاهش سطح انتشار کربن را تجزیه و تحلیل نمودند. براساس یافته‌های آن‌ها انرژی تجدیدپذیر گزینه مناسبی برای دستیابی به توسعه پایدار و کاهش انتشار کربن، تلقی می‌شود. اما جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به طور منفی بر شاخص‌های کیفیت محیط تأثیر می‌گذارد و فرضیه "گریز گاه آلودگی[5]" در سراسر کشورها تأیید شده تلقی می‌شود.

هیشان[6] (۲۰۱۹) بر لزوم درج شاخص‌های توسعه مالی در مدل‌سازی هزینه کربن تأکید کرد و نتیجه گرفت که تأمین سرمایه در فناوری‌های تولید پاک‌تر و ابزارهای پایدار برای رشد اقتصادی بلندمدت مطلوب است.

فرسون[7](۲۰۲۴) در مطالعه‌ای به بررسی نقش شرکت‌های چند ملیتی در انتشار کربن بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۳ پرداخت. نتایج مطالعه وی نشان می‌دهد که فساد

1. Jebli and Belloumi
2. Zhang
3. Wang
4. Naz
5. pollution haven
6. Hishan
7. Forson

و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بلندمدت به طور قابل‌توجهی پایداری را تضعیف می‌کنند. در کوتاه‌مدت، مشخص می‌شود که فساد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به پایداری انگیزه می‌دهند. با این حال، تأثیر نامتقارن در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد که شوک‌های مثبت و منفی فساد و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیرات منفی بر پایداری دارند. این شواهد قوی و قانع‌کننده‌ای را از فرضیه پناهگاه آلودگی برای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در غنا ارائه می‌دهد.

گورگسکو[1] و دیگران (۲۰۲۴) در پژوهشی عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن را در کشورهای آمریکای لاتین مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها بر بررسی نقش‌های مصرف انرژی تجدیدپذیر، رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، شهری‌سازی و دسترسی به برق متمرکز شدند. این تحقیق از مدل ARDL پانل استفاده می‌کند و هر دو دینامیک کوتاه‌مدت و بلندمدت را بین انتشار CO_2 و تعیین کننده‌های آن برمی‌شمرد. در بلندمدت، مصرف انرژی تجدیدپذیر اثرات منفی قابل‌توجهی بر انتشار CO_2دارد. رشد اقتصادی با انتشار CO_2 مثبت همبستگی دارد که بازنمایی از تضاد بین رشد اقتصادی و پایداری زیست‌محیطی است. FDI دارای تأثیر منفی اما قابل‌توجه بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

اندره و همکاران (۲۰۲۵) در مقاله‌ای به بررسی فرضیه پناهگاه آلودگی و تأثیرات سیاست زیست‌محیطی بر مکان‌یابی شرکت‌ها و نوآوری سبز در یک مدل دو کشوری و دو شرکتی می‌پردازند. برای بررسی این مسئله، یک بازی دو مرحله‌ای حل می‌شود. تعادل ناش یک راه‌حل "برد-برد" است که در آن هر دو شرکت انتخاب می‌کنند در کشور مبدأ بمانند و در فناوری سبز سرمایه‌گذاری کنند. این نتیجه حتی در شرایط به ظاهر نامطلوب با هزینه‌های راه‌اندازی نسبتاً پایین برای نقل مکان به پناهگاه آلودگی نیز می‌تواند رخ دهد. مدل پیش‌بینی می‌کند که یک سیاست زیست‌محیطی سخت‌گیرانه‌تر به نفع فرضیه پورتر عمل می‌کند، زیرا راه‌حل "برد-برد" به احتمال بیشتری به‌عنوان یک تعادل در بازی ظاهر می‌شود. این تحلیل نشان می‌دهد که مالیات بر انتشار تحت شرایطی می‌تواند شرکت‌ها را وادار کند که بمانند و در فناوری سبز سرمایه‌گذاری کنند، در حالی که استاندارد قادر به انجام این کار نیست.

1. Georgescu

۴- روش تحقیق

به منظور بررسی روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیر وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو، می‌توان از روش‌های هم‌جمعی مانند روش انگل-گرنجر و مدل‌های تصحیح-خطا مانند ساز و کار تصحیح خطا (ECM) استفاده نمود. با این حال، به دلیل محدودیت‌های موجود در استفاده ازروش‌های انگل-گرنجر و همچنین برای اجتناب از نواقص موجود دراین مدل‌ها، از جمله وجود اریب در نمونه‌های کوچک و عدم توانایی در انجام آزمون فرضیات، روش‌های مناسب‌تری برای تحلیل روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها پیشنهاد شده است که در این زمینه می‌توان به الگوی خودتوضیح باوقفه‌های گسترده (ARDL) اشاره کرد.

روش ARDL شامل دو مرحله برای تخمین رابطه بلندمدت است. در مرحله اول وجود رابطه هم‌جمعی بلندمدت بین متغیرها در معادله موردنظر با استفاده از آزمون ضرایب Wald یا آزمون F بررسی می‌گردد و با مقادیر بحرانی باند که در جدول پسران و همکاران آورده شده است، مقایسه می‌گردد.

این مقادیر بحرانی شامل کرانه‌های بالا(I(1 و پایینی (I(0 و تعداد متغیرهای توضیحی هستند تا تمام طبقه‌بندی‌های ممکن متغیرها و هم‌جمعی دوجانبه را در برگیرند. اگر آماره آزمون بزرگتر از مقدار بحرانی کرانه بالا باشد، می‌توان بدون توجه به درجه هم‌جمعی متغیرها، فرض صفر مبنی بر عدم وجود ارتباط بلندمدت را رد نمود. برعکس اگر آماره آزمون پایین‌تر از مقدار بحرانی کرانه پایین قرار گیرد، فرض صفر را نمی‌توان رد نمود و اگر آماره F محاسباتی بین کرانه بالایی و پایینی قرار گیرد، تصمیم قطعی نمی‌توان گرفت. پس از اثبات وجود رابطه بلندمدت، در طی مرحله دوم ضرایب بلندمدت و ضرایب کوتاه‌مدت با مدل‌های ARDL و ECM تخمین زده می‌شود.

در استفاده از این رهیافت به یکسان بودن درجه هم‌جمعی متغیرها که در روش انگل-گرنجر ضروری است، نیازی نیست. همچنین این روش الگوهای بلندمدت و کوتاه‌مدت موجود در مدل را تخمین می‌زند و مشکلات مربوط به حذف متغیرها و خودهمبستگی را رفع می‌کند، از این‌رو تخمین‌های ARDLبه دلیل اجتناب ازمشکلاتی همچون خودهمبستگی و درونزایی، نااریب و کارا هستند.

این روش کشش‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت پارامترهایی را نشان می‌دهد که حتی در نمونه‌های کوچک با ساختار بهینه تأخیر بهتر عمل می‌کنند. بخش دیگر این روش، رویکرد آزمون مرزها می‌باشد که به طور جامع بررسی می‌کند که آیا متغیرها در یک بازه زمانی معین رابطه بلندمدت بین متغیرها دارند یا خیر؟ با این روش، محدودیت‌های خطی اعمال شده در پارامتر بلندمدت با آماره والد F که با مقادیر حیاتی بالا و پایین بحرانی Narayan ارزیابی می‌شوند، اعمال می‌شود.

۵- تصریح مدل

منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) نقطه ایستایی این مطالعه است که نقش درآمد سرانه کشور را به منظور محدود کردن انتشار کربن از طریق میانجی‌گری تعدادی از عوامل مانند باز بودن تجاری، تولید زباله، حمل و نقل، قیمت‌گذاری کربن و غیره، توصیف می‌کند. فرضیه EKC بیان داشت که درآمد سرانه کشور ابتدا همراه با افزایش انتشار کربن افزایش می‌یابد، در حالی که بعداً پس از دستیابی به سطح آستانه معینی کاهش می‌یابد که سپس رابطه بین آن‌ها را به رابطه U شکل معکوس محدود می‌کند. علاوه بر این، فرضیه "پناهگاه آلودگی" با رابطه بین واردات سوخت و انتشار کربن بررسی می‌شود که با افزایش واردات سوخت و انتشار کربن از فرضیه داده شده حمایت می‌شود. بنابراین، دوام حمل و نقل پایدار، بازیافت زباله‌های قابل احتراق و قیمت‌گذاری کربن برای محدود کردن انتشار کربن به منظور دستیابی به دستور کار پایداری زیست‌محیطی در کشورهای خاورمیانه مهم است. این مطالعه از کارهای علمی شهباز و همکاران (۲۰۱۹)، عوان و همکاران (۲۰۱۹، ۲۰۱۸)، شوکت و همکاران (۲۰۱۹) و کشاورزیان و همکاران (۱۴۰۰) پیروی کرد که بر اهمیت استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، ترویج نوآوری سبز و توسعه مکانیزم حکمرانی برای دستیابی به پایداری اجتماعی و پیشرفت در زیرساخت‌های حمل و نقل سبز برای کاهش انتشار کربن در سراسر کشورها تاکید داشتند. این مطالعه تلاش می‌کند با افزودن حمل و نقل هوایی بار (سلیم و همکاران، ۲۰۱۸)، انرژی‌های تجدیدپذیر و زباله‌های قابل احتراق (پیزارو-آلونسو و همکاران، ۲۰۱۸)، واردات سوخت (مورو و لونزا، ۲۰۱۸) و رشد اقتصادی (هیشان و همکاران، ۲۰۱۹) امکان استنتاج‌های تحلیلی و قوی تر را فراهم نماید.

معادله (۱) تابع هدف یعنی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را نشان می‌دهد که در آن انتشارات کربن تحت تأثیر رشد اقتصادی کشور قرار می‌گیرد. اگر ضریب درجه دوم، منفی باشد، نشان می‌دهد که رشد اقتصادی کشورها به طور قابل‌توجهی انتشارات کربن را کاهش می‌دهد و رابطه U شکل معکوس بین این دو متغیر تأیید می‌شود، مشروط به این که در مراحل اولیه رشد، رابطه مثبت رشد اقتصادی وجود داشته باشد. تابع محدودیت تنها در صورتی از فرضیه EKC حمایت می‌کند که شرایط b1 > ۰ و b2 < ۰ برقرار باشد. اگر این شرط نقض شود، شکل رابطه EKC به یک رابطه U شکل بین دو متغیر تغییر خواهد کرد. بنابراین، باید با دقت با محدودیت‌های داده‌شده برخورد شود.

$$Co2 = \beta_0 + \beta_1\, GDPPC \quad + \beta_1\, GDPPC \;\; ^2 + \beta_3\, X \quad + \varepsilon \qquad (۱)$$

که در آن CO_2 انتشار کربن و GDPPC تولید ناخالص داخلی سرانه و X بردار سایر رگرسورها می‌باشد.

علاوه بر این، معادله (۲) با افزودن مجموعه متفاوتی از متغیرهای مستقل به مدل هزینه کربن، مانند حمل‌ونقل هوایی، زباله‌های قابل احتراق، واردات سوخت، تغییر داده می‌شود. واردات سوخت به‌عنوان معیاری برای باز بودن تجاری در نظر گرفته می‌شود و برای تأثیرگذاری بر دستور کار پایداری زیست‌محیطی کشور اهمیت قابل‌توجهی دارد. بنابراین:

$$Co2 = \beta_0 + \beta_1\, ATF_t + \beta_2\, CRW_t \quad + \beta_3\, FUELM_t + \beta_4\, FDI_t + \beta_5\, GDPPC_t + \beta_6\, SQGDPPC_t + \varepsilon \qquad (۲)$$

CO_2، انتشار کربن در کل احتراق سوخت درحمل و نقل،ATF حمل و نقل هوایی بار، CRW سوخت تجدیدپذیر قابل احتراق، FDI جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، FUELM واردات سوخت، GDPPC تولید ناخالص داخلی سرانه می‌باشد. این داده‌ها از بانک جهانی برای دوره ۱۹۷۵ تا ۲۰۲۲ استخراج شده است.کشورهای مورد بررسی در این پژوهش عبارتند: از امارات‌متحده‌عربی، ایران، بحرین، ترکیه، سوریه، عربستان سعودی، عمان، قطر و کویت.

قبل از شروع تخمین پارامترهای مدل در گام اول به بررسی ریشه واحد در هریک از سری‌های زمانی موجود در مدل پرداخته می‌شود. این مطالعه از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته (ADF) استفاده کرده است. همان طور که نتایج نشان می‌دهد برخی متغیرها دارای ریشه واحد می‌باشند. به همین دلیل روش تخمین مورد نظر در این حالت روش ارائه شده توسط پسران (۲۰۰۱) می‌باشد که درجه‌های مختلف همجمعی I(0) و I(1) در بین متغیرهای مدل باشد. این مدل ARDL-Bounds معروف می‌باشد.

معادله ذیل براساس تصریح آزمون ARDLBounds تجزیه و تحلیل می‌شود:

(۳)

$$\begin{aligned}\Delta lnco2 = \beta_0 &+ \sum_{t=o}^{n} \beta_1 \Delta lnco2_{t-1} + \sum_{t=o}^{n} \beta_2 \Delta lnATF_{t-1} \\ &+ \sum_{t-1}^{n} \beta_3 \Delta lnCRW_{t-1} \\ &+ \sum_{t-1}^{n} \beta_4 \Delta lnGDPPC_{t-1} \sum_{t-1}^{n} \beta_5 \Delta lnSQGDPPC_{t-1} + \beta_6 lnco2 \\ &+ \beta_7 lnATF_{t-1} + \beta_8 lnCRW_{t-1} + \beta_9 lnGDPPC_{t-1} \\ &+ \beta_{10} lnSQGDPPC_{t-1} + \varepsilon\end{aligned}$$

که در آن $\Delta lnco2$، $\Delta lnATF_{t-1}$، $\Delta lnCRW_{t-1}$، $\Delta lnGDPPC_{t-1}$، $\Delta lnSQGDPPC_{t-1}$ لگاریتم تفاضل اول انتشار کربن، حمل و نقل هوایی بار، GDP سرانه و مربع GDP سرانه می‌باشد.

آزمون‌ها از جمله آزمون نرمال بودن[1]، آزمون ضریب لاگرانژ برای بررسی همبستگی سریالی، آزمون پایداری[2] و آزمون بررسی ناهمسانی واریانس جهت ارزیابی مناسب بودن مدل ARDL انتخاب شده است. پس از تأیید آزمون‌های تشخیصی، نتایج ARDL برای برآورد پارامتر تأیید می‌شود.

1. Jarque Berra
2. CUSUM, SQCUSUM

گام بعد برآورد مدل به روش VAR جهت استفاده از تخمین‌های پاسخ تکانه (IRF) و تجزیه و تحلیل تجزیه واریانس (VDA) مدل می‌باشد.

۶- نتایج تخمین

جدول شماره ۱ ماتریس همبستگی متغیرها را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌گردد بین حمل و نقل هوایی بار و انتشار کربن رابطه مثبتی به میزان ۰/۱۹ وجود دارد. به این معنی که هر چقدر حمل و نقل بار بیشتر گردد انتشار کربن بیشتر خواهد شد. بین سوخت تجدیدپذیر قابل احتراق و انتشار کربن همبستگی منفی به میزان ۰/۰۷- می‌باشد. این بدان معنی است که افزایش مصرف سوخت‌های تجدیدپذیر باعث کاهش انتشار کربن می‌شود. از این رو فناوری‌های تولیدات پاک‌تر[1] برای بازیافت اتلاف‌های موجود جهت غلظت انتشار کربن در جو حیاتی هستند. راه حل حرکت به سمت سوخت پاک‌تر بهینه‌سازی منابع لجستیک از طریق بهینه‌سازی مصرف سوخت و استفاده از دانش جدید در این زمینه و افزایش ایمنی ترافیک هوایی می‌باشد. بهبود سیستم مدیریتی و بهبود فرایند زنجیره تامین کارآمد منجر به بهینه‌سازی منابع لجستیک می‌گردد. راه کار مناسب در این زمینه به منظور محدود کردن انتشار کربن ایجاد سیستم قیمت‌گذاری کربن می‌باشد.

همبستگی مثبت بین جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، واردات سوخت و تولید ناخالص داخلی سرانه با انتشار کربن با ضریب هبستگی ۰/۱۶، ۰/۱۱ و ۰/۵۱ به ترتیب وجود دارد. این نتایج فرضیه پناهگاه آلودگی را تأیید کرد زیرا جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به میزان قابل‌توجهی انتشار کربن را افزایش می‌دهد. در نهایت انتظار می‌رود افزایش تولید و واردات سوخت به دلیل افزایش انتشار به واسطه افزایش فعالیت‌های اقتصادی منجر به رابطه مثبت بین این متغیر و انتشار کربن خواهد داشت. نتایج بدست آمده تاکید بر توسعه فناوری‌های تولیدات پاک‌تر، تنظیم سیاست‌های زیست‌محیطی و مصرف پایدار و مصرف و تولید پایدار رشد سبز دارد.

1. Cleaner production technologies

جدول ۱. ماتریس همبستگی

	سوخت تجدیدپذیر قابل احتراق	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	تولید ناخالص داخلی سرانه	واردات سوخت	حمل و نقل هوایی بار	انتشار کربن
انتشار کربن	-0.074462	0.160641	0.513913	0.116922	0.197002	1.000000
حمل و نقل هوایی بار	-0.819393	0.625333	0.726504	0.266426	1.000000	0.197002
واردات سوخت	-0.131445	0.248831	0.219394	1.000000	0.266426	0.116922
تولید ناخالص داخلی سرانه	-0.592647	0.464877	1.000000	0.219394	0.726504	0.513913
سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	-0.390881	1.000000	0.464877	0.248831	0.625333	0.160641
سوخت تجدیدپذیر قابل احتراق	1.000000	0.390881	0.592647	0.131445	-0.819393	-0.074462

آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته نشان می‌دهد همه متغیرها بجز انتشار کربن، واردات سوخت و سرمایه‌گذاری خارجی، سایر متغیرها I(1) می‌باشند و با یک تفاضل مانا خواهند شد. به همین دلیل بهترین توجیه در مورد انتخاب روش ARDL-Bounds در تخمین وجود دارد.

جدول ذیل تخمین همجمعی ARDL را نشان می‌دهد. برآوردها نشان می‌دهد براساس آماره Wald F تمام مدل‌های ذکر شده در جدول در بلندمدت با طول وقفه‌های متفاوت همجمع هستند.

جدول ۲. نتایج آزمون همجعی ARDL

مدل	طول وقفه	آماره F	آزمون نرمال	آزمون ناهمسانی واریانس	آزمون خود همبستگی سریالی
CO2=f(ATF,CRW,FDI,FUELM ,GDPPC)	(۳,۴,۳,۴,۴,۴)	۱۵,۴۹	۳,۴	۰,۷۸	۳۴,۳۴
ATF=f(CO2,CRW,FDI,FUELM ,GDPPC)	(۴,۴,۴,۴,۴,۲)	۱۶,۷۶	۰,۳۷	۲,۱۸	۱۴,۳۵
CRW=f(ATF,CO2,FDI,FUELM ,GDPPC)	(۴,۲,۴,۴,۴,۴)	۵,۷۸	۰,۹۷	۰,۵۱	۳۴,۱۶
FDI=f(CRW,ATF,CO2,FUELM ,GDPPC)	(۴,۳,۴,۴,۴,۴)	۵,۳۸	۰,۰۴	۷,۱۸	۲,۲۸
FUELM=f(FDI,CRW,ATF,CO2,GDPPC)	(۴,۴,۴,۲,۴,۴)	۱۳,۳۷	۲,۳۹	۰,۲۶	۱۱,۳۶
GDPPC=f(FUELM,FDI,CRW, ATF,CO2,FUELM,GDPPC)	(۴,۳,۴,۳,۳,۴)	۰,۶۲	۰,۸۴	۰,۷۴	۴,۵۷
سطح معنی داری	کرانه پایین I(0)	کرانه بالا I(1)			
٪۱	۳,۰۶	۴,۱۵			
٪۵	۲,۳۹	۳,۳۸			
٪۱۰	۲,۰۸	۳			

جدول شماره ۳ تخمین پارامترهای ARDL-Bound در بلندمدت و کوتاه‌مدت را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌گردد حمل و نقل هوایی رابطه مثبت با انتشار کربن دارد که این حاکی از آن است که حمل و نقل هوایی به دلیل استفاده زیاد از سوخت‌های فسیلی باعث افزایش آلودگی هوا می‌شود. این نتیجه با دستاورد پژوهش پادیو (۲۰۱۸) در یک راستا است. در نتیجه در بلندمدت، برای دستیابی به برنامه توسعه پایدار سازمان ملل متحد، قیمت‌گذاری کارآمد کربن راه حل کاهش انتشار کربن است. راه حل مناسب جهت خروج از این چالش بهینه‌سازی منابع لجستیک از طریق افزایش کارایی سوخت، استفاده از دستاورهای جدید به منظور افزایش کارایی سوخت و تاکید بر جاری شدن فرآیند زنجیره تامین سوخت سبز می‌باشد. راه مطلوب برای حرکت به سمت دستور کار پاک‌تر، سرریز دانش، ایمنی ترافیک، برنامه‌ریزی و اجرا و فرآیند زنجیره تامین سبز است.

جدول ۳. نتایج تخمین ARDL در کشورهای خاورمیانه

D(CO2)متغیر وابسته

کوتاه‌مدت			بلندمدت		
متغیر	ضریب	Std. Error	متغیر	ضریب	Std. Error
تفاضل اول حمل و نقل هوایی بار	0.13	0.03	حمل و نقل هوایی بار	0.09	0.04
تفاضل اول واردات سوخت	0.54	0.28	واردات سوخت	0.12	0.02
تفاضل اول تولید ناخالص داخلی سرانه	0.01	0.00	تولید ناخالص داخلی سرانه	0.33	0.09
تفاضل اول سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	0.002	0.00	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	0.40	0.07
تفاضل اول سوخت تجدیدپذیر قابل احتراق	-0.002	0.00	سوخت تجدیدپذیر قابل احتراق	-0.22	0.07
تفاضل مربع GDP سرانه	-0.89	0.81	مربع GDP سرانه	-0.07	0.01
EMCT(-1)	-0.66	0.15			

نتایج همچنین نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت، میان انرژی‌های تجدیدپذیر و زباله‌های قابل احتراق (CRW) یک رابطه منفی با انتشار کربن وجود دارد. در بلندمدت نیز CRW رابطه منفی را با انتشار کربن دارد. این نتایج تأیید می‌کند که در کوتاه‌مدت و بلندمدت، CRW انتشار کربن راکاهش می‌دهد و کشورها با گذشت زمان توانسته‌اند اقتصاد خود را به سمت صنعتی شدن مدرن تغییر دهند زیرساخت‌های لازم برای دستیابی به برنامه توسعه پایدار مورد نیاز را فراهم آورند. بازیافت کارآمد ضایعات و استفاده از سوخت زباله‌های پلاستیکی و کاغذی[1] باعث کاهش انتشار کربن و دستیابی به بهره‌وری انرژی می‌شود. سیاست‌های زیست‌محیطی پایدار برای کاهش ضایعات صنعتی، بازیافت زباله و تولید کارآمد یکی از اقدامات مهم محسوب می‌شود. تولیدات

1. refuse paper & plastic fuel(RF)

غیر سبز باعث افزایش هزینه‌های تولید و هزینه‌های زیست‌محیطی می‌شود که در نتیجه منجر به تاثیر منفی بر رقابت پذیری تولیدات صنعتی می‌گردد.

در بلندمدت و کوتاه‌مدت، نتایج «فرضیه پناهگاه آلودگی» را می‌توان تأیید کرد، زیرا جریان مستقیم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات سوخت رابطه مستقیمی با انتشار کربن را نشان می‌دهد. کشورها به منظور محدود کردن آلودگی‌ها جهت حفظ محیط‌زیست، به مقررات زیست‌محیطی قوی احتیاج دارند. بعلاوه، ترویج گزینه‌های تولید پاک در مقیاس جهانی مفید خواهد بود.

در کوتاه‌مدت، تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و زباله‌های قابل احتراق، سرمایه‌گذاری خارجی و درآمد سرانه کشور بر انتشار کربن در یک دوره زمانی معین به‌طور ناچیز تعیین می‌شود. در صورتی که در بلندمدت سرمایه‌گذاری خارجی و درآمد سرانه تاثیر بیشتری را بر انتشار کربن دارند.

در بلندمدت ضریب سوخت‌های تجدیدپذیر و پسماندهای قابل احتراق(CRW) در ارتباط با انتشار کربن در بازه مورد بررسی منفی است. به این معنی که افزایش استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر و پسماندهای قابل احتراق منجر به کاهش انتشار CO_2 می‌گردد، در حالی که ضریب واردات سوخت در ارتباط با میزان انتشار کربن مثبت بوده و حاکی از آن است که افزایش واردات منجر به افزایش انتشار کربن می‌شود. بنابراین جایگزینی واردات سوخت‌های فسیلی با سوخت‌های تجدیدپذیر منجر به جلوگیری از انتشار کربن می‌شود.

ضریب جمله ECM نشان می‌دهد که در هر دوره چند درصد از عدم تعادل کوتاه‌مدت متغیر وابسته (انتشار کربن) برای رسیدن به تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود. این ضریب در مدل ما برابر ۰/۶۶ است که این به آن مفهوم است که ۶۶ درصد خطای عدم تعادل در دوره قبل انتشار کربن در دوره بعد تعدیل می‌شود و همچنین معنی داری این ضریب نشان دهنده یک رابطه بلندمدتی بین متغیرهای مدل وجود دارد.

شکل ۱ برآورد ضریب بازگشتی را نشان می‌دهد و تأیید می‌کند که مدل، فرم عملکردی صحیحی را نشان می‌دهد و طی یک دوره زمانی پایدار است. آماره ضرایب بازگشتی که با خط آبی نشان داده شده است بین دو خط قرمز موازی قرار می‌گیرد. در

نتیجه متغیرهای مورد نظر در سطح اطمینان ۵ درصد قرار دارند، بنابراین مدل به شکل درستی تصریح شده است و در طول یک دوره زمانی مشخص حالت پایدار دارد.

شکل۳ برآورد باقیمانده بازگشتی را نشان می‌دهد که همان طور که ملاحظه می‌گردد عبارت واریانس خطا در مقادیر بحرانی ۵ درصد قرار می‌گیرد، که این تایید می‌کند که مدل داده شده دچار نقص عملکرد نیست .

همچنین شکل ۴ مربوط به تابع واکنش آنی می‌باشد، تحلیل نتایج توابع واکنش آنی نشان می‌دهد که انتشار کربن تحت تأثیر شوک‌های حمل‌ونقل هوایی بار، ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات سوخت افزایش می‌یابد. اما سوخت‌های تجدیدپذیر قابل احتراق و پسماندها، کاهش انتشار کربن را به همراه داشته‌اند.

بعلاوه تحلیل نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲ پیوست) نشان می‌دهد که واردات سوخت و پس از آن سوخت تجدیدپذیر قابل احتراق در بلندمدت سهم بالایی در انتشار کربن برای دوره ۱۰ ساله خواهند داشت که این موضوع اهمیت جایگزینی سوخت‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یکی از راهکارهای مهم جهت کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن را در آینده نشان می‌دهد. در کوتاه‌مدت حمل و نقل هوایی بار و سپس جریان سرمایه‌گذاری داخلی نسبت به سایر متغیرها سهم بیشتری را در انتشار کربن به خود اختصاص می‌دهند.

۷- نتیجه‌گیری

مطالعه حاضر با هدف بررسی رابطه حمل‌ونقل، پسماندها و انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای خاورمیانه با استفاده از داده‌های سری زمانی از ۱۹۷۵ تا ۲۰۲۲ به روش ARDL-Bounds انجام شده است. نتایج این تحقیق نشان‌دهنده تاثیر قابل توجه انرژی‌های تجدیدپذیر و زباله‌های قابل احتراق بر کاهش انتشار کربن در هر دو افق کوتاه‌مدت و بلندمدت هستند. این منابع انرژی نه تنها در کوتاه‌مدت منجر به کاهش انتشار کربن می‌شوند، بلکه در بلندمدت نیز این روند ادامه دارد. از این رو کشورهای درحال‌توسعه می‌توانند با اتخاذ سیاست‌های مناسب و توجه به زیرساخت‌های مؤثر، به سمت صنعتی شدن مدرن حرکت کرده و اهداف توسعه پایدار را محقق کنند. همچنین حمل و نقل هوایی رابطه مثبت با انتشار کربن دارد. یعنی حمل و نقل هوایی باعث

افزایش آلودگی هوا به دلیل استفاده زیاد از سوخت‌های فسیلی شده است. بر این اساس حمل و نقل هوایی به دلیل افزایش انتشار گاز، ازدحام ترافیک، مسائل ایمنی و مسائل بهداشتی به افزایش انتشار انبوه کربن (گازهای گلخانه‌ای) در همه کشورها کمک می‌کند. از این رو بهترین مسیر برای حرکت به سمت توسعه پایدار، بهینه‌سازی منابع لجستیکی از طریق کاهش مصرف سوخت، تبادل دانش، ارتقای ایمنی ترافیک، برنامه‌ریزی و اجرای مؤثر و استقرار زنجیره تأمین سبز است.

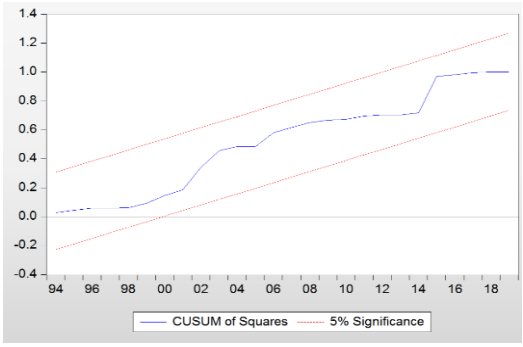
علاوه بر این، نتایج تحقیق ارتباط قوی بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، واردات سوخت و انتشار کربن را تایید می‌کند. بنابراین فرضیه پناهگاه آلودگی در کشورهای خاورمیانه در بلندمدت و کوتاه‌مدت تأیید می‌شود. بدین ترتیب برای مقابله با آثار منفی فرضیه پناهگاه آلودگی، یک رویکرد جامع و چندجانبه ضروری است. این رویکرد باید شامل تقویت قوانین زیست‌محیطی، انتقال فناوری‌های سبز، ارتقاء آگاهی عمومی و همکاری‌های بین‌المللی باشد. با اجرای این سیاست‌ها، کشورهای پذیرنده می‌توانند همزمان با جذب سرمایه‌گذاری خارجی و ایجاد رشد اقتصادی، از تخریب محیط‌زیست و سلامت عمومی جلوگیری کنند. این اقدامات می‌تواند به ایجاد شرایطی منجر شود که در آن توسعه پایدار و حفظ محیط‌زیست به طور همزمان محقق گردد.

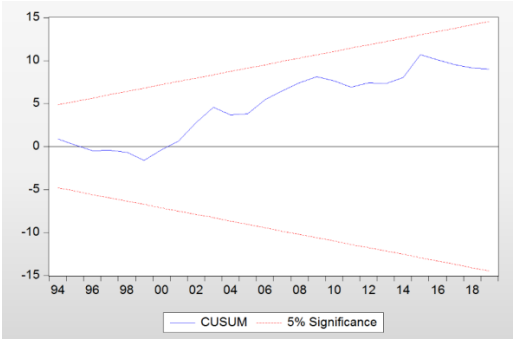
در نهایت، نتایج به‌دست‌آمده از بررسی ارتباط میان استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر و پسماندهای قابل احتراق و انتشار کربن، به‌روشنی نشان می‌دهد که افزایش استفاده از این منابع موجب کاهش انتشار CO_2 می‌شود. برعکس، واردات بالای سوخت‌ها به‌طور مثبت بر میزان انتشار کربن تأثیر می‌گذارد و ضرورت جایگزینی این واردات با سوخت‌های تجدیدپذیر را به‌خوبی نمایان می‌کند. این یافته‌ها، بر اهمیت اصلاحات زیست‌محیطی در سطح ملی و بین‌المللی تأکید می‌کند.

پیوست

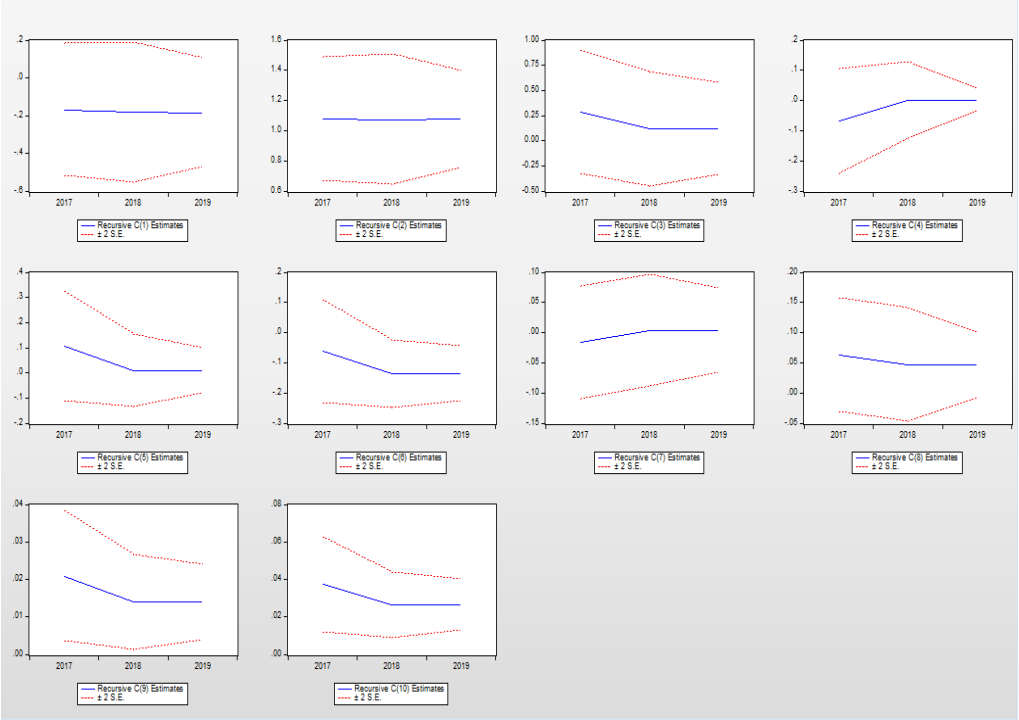
جدول۱. تخمین ریشه واحد

متغیر	سطح		اولین تفاضل	
هزینه حمل و نقل هوایی		-۱,۴(۰,۵۷)		-۳,۱۴(۰,۰۳)
سوخت تجدیدپذیر قابل احتراق		۰,۹۲(۰,۹۹)		-۱۰,۶(۰,۰)
انتشار کربن		-۳,۱۸(۰,۰۲)		
سرمایه‌گذاری خارجی		-۴,۴۲ (۰,۰)		
تولید ناخالص داخلی سرانه		-۰,۶۸ (۰,۸۴)		-۲,۹۳ (۰,۰۴)
واردات سوخت		-۳,۸۳ (۰,۰)		
مربع تولید ناخالص داخلی سرانه		-۰,۶۵ (۰,۸۴)		-۲,۹۶ (۰,۰۴)

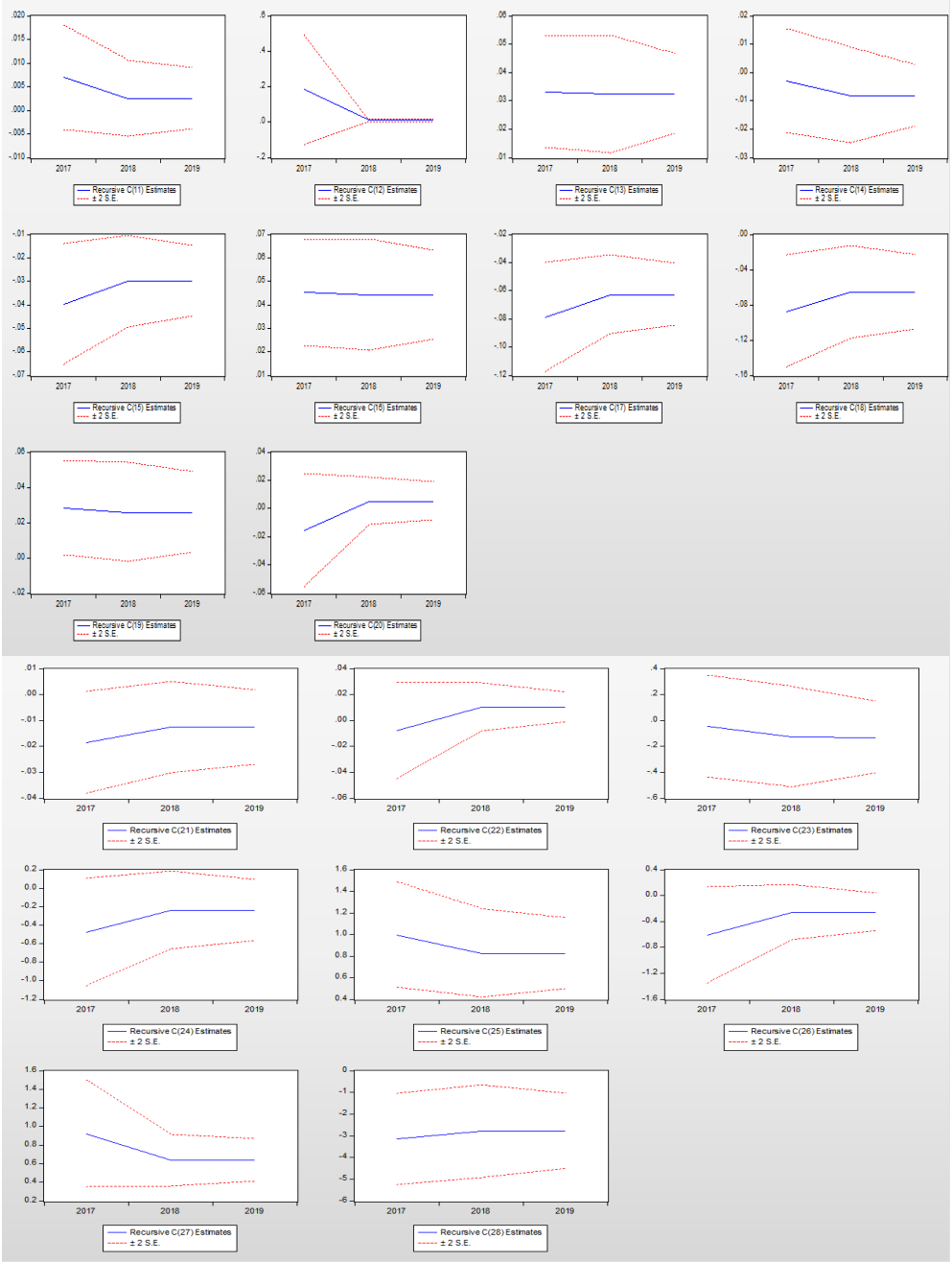




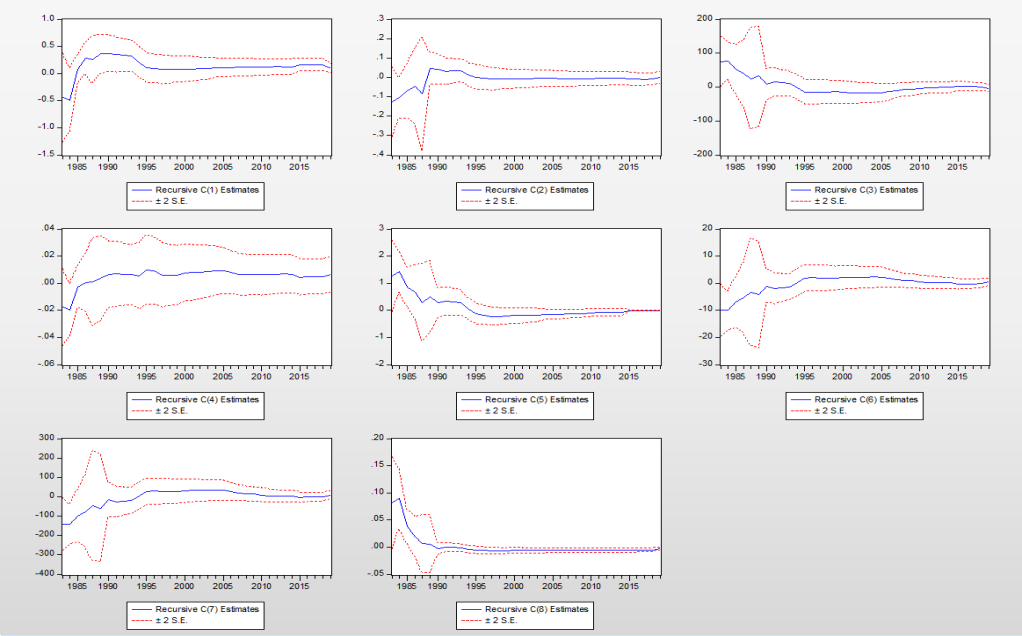
شکل ۱. آزمون CUSUM وCUSUM Square

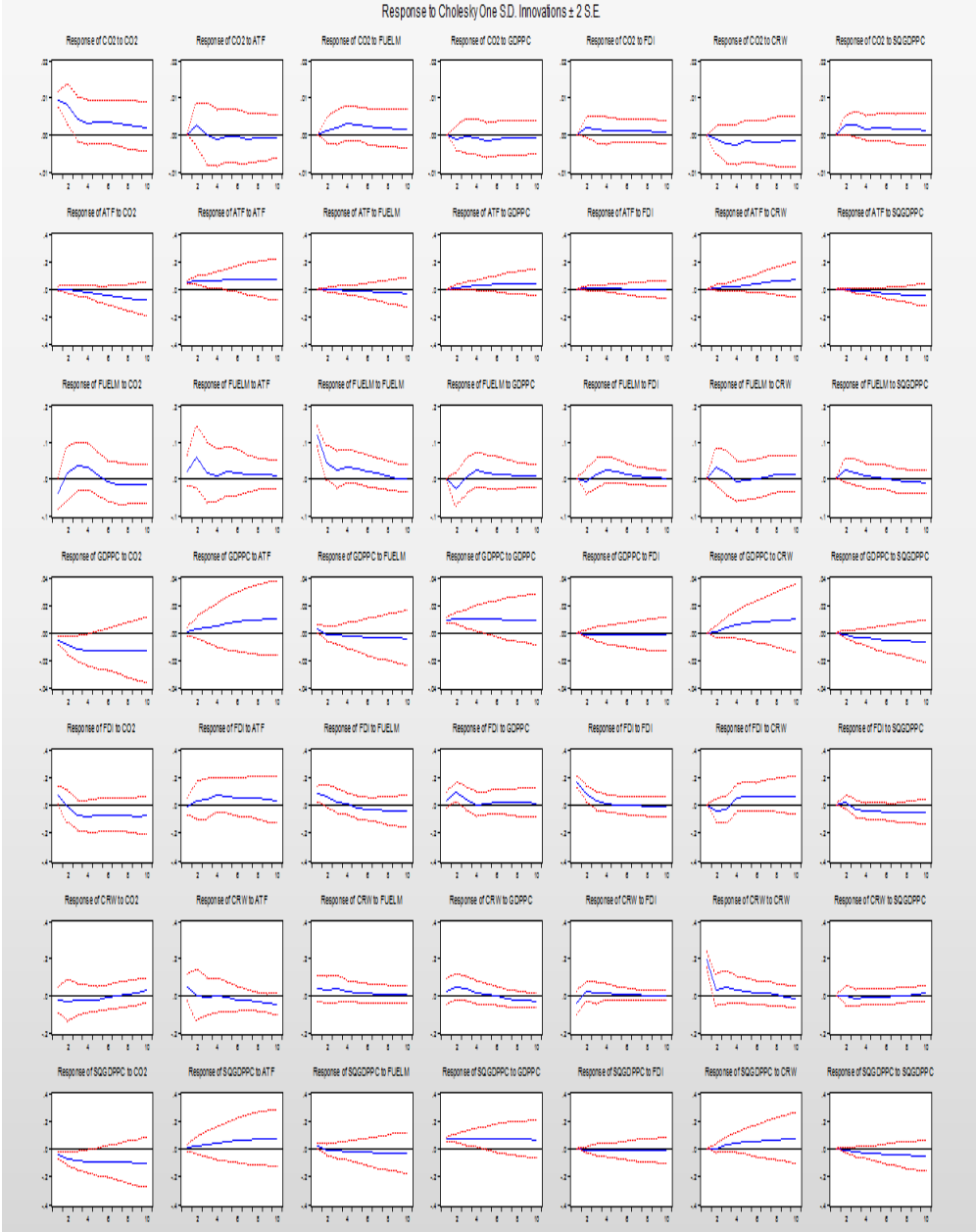


شکل ۲. برآورد ضرایب بازگشتی



شکل ۳. برآورد باقیمانده‌های بازگشتی


Recursive C(1) Estimates
± 2 S.E.
Recursive C(2) Estimates
± 2 S.E.
Recursive C(3) Estimates
± 2 S.E.
Recursive C(4) Estimates
± 2 S.E.
Recursive C(5) Estimates
± 2 S.E.
Recursive C(6) Estimates
± 2 S.E.
Recursive C(7) Estimates
± 2 S.E.
Recursive C(8) Estimates
± 2 S.E.



شکل ۴. تابع واکنش آنی (IRF)

جدول ۲. تجزیه واریانس CO2

دوره	S.E.	CO2	ATF	FUELM	GDPPC	FDI	CRW	SQGDPPC
۱	۰,۰۰	۱۰۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲	۰,۰۱	۸۷,۸۷	۳,۶۳	۰,۸۲	۰,۷۱	۲,۲۱	۱,۱۵	۳,۵۷
۳	۰,۰۱	۸۱,۰۸	۳,۰۲	۲,۴۳	۰,۶۴	۲,۶۴	۳,۹۵	۶,۲۰
۴	۰,۰۱	۷۴,۴۵	۳,۱۷	۵,۶۷	۰,۸۱	۲,۷۶	۶,۷۰	۶,۴۲
۵	۰,۰۱	۷۰,۶	۲,۸۷	۷,۹۰	۱,۶۲	۲,۸۸	۷,۱۴	۶,۹۴
۶	۰,۰۱	۶۸,۱۲	۲,۷۵	۸,۷۹	۱,۹۷	۲,۹۹	۷,۶۷	۷,۶۷
۷	۰,۰۱	۶۶,۰۲	۲,۹۲	۹,۴۲	۲,۰۴	۳,۰۹	۸,۵۶	۷,۹۴
۸	۰,۰۱	۶۴,۴۶	۲,۹۴	۹,۹۲	۲,۱۴	۳,۱۹	۹,۲۳	۸,۰۸
۹	۰,۰۱	۶۳,۲۹	۲,۹۵	۱۰,۲۱	۲,۲۳	۳,۲۵	۹,۷۴	۸,۲۹
۱۰	۰,۰۱	۶۲,۳۶	۳,۰۲	۱۰,۴۱	۲,۲۸	۳,۲۸	۱۰,۲۱	۸,۴۱

جدول ۳. آمار توصیفی

	ATF	CO2	CRW	FDI	GDPPC	FUELM
Mean	3.707291	1.395284	-0.120784	0.012703	3.781639	0.861216
Median	3.645339	1.391084	-0.068829	0.088385	3.767400	0.899566
Maximum	4.520589	1.441065	0.452676	0.785784	3.895270	1.093856
Minimum	2.796921	1.348485	-1.423270	-1.493149	3.658300	0.511663
Std. Dev.	0.484896	0.016921	0.385669	0.451318	0.071474	0.155568
Skewness	0.122672	0.455392	-1.687604	-0.918375	0.082524	-0.643107
Kurtosis	1.923945	4.397066	6.125818	4.584848	1.845144	2.467107
Jarque-Bera	2.233161	5.099088	38.79840	10.78989	2.495046	3.553593
Probability	0.327397	0.078117	0.000000	0.004539	0.287215	0.169179

منابع

- اخباری، رضا، و آماده، حمید. (۱۳۹۶). کاربردی از فرضیه پناهگاه آلودگی در شناسایی صنایع آلاینده: شواهدی از رابطه تجاری ایران- چین. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۹(۲ (مسلسل ۷۳))، ۱۵-۳۲.
- مبارک، اصغر، و محمدلو، نویده. (۱۳۸۸). بررسی اثر آزادسازی تجاری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (فرضیه‌های پناهگاه‌های آلودگی و منحنی زیست‌محیطی کوزنتس). نشریه برنامه و بودجه
- کشاورزیان مریم، طباطبایی نسب زهره.(۱۴۰۰) تحلیلی بر رابطه مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای عضو اوپک: رهیافت آزمون علیت پانلی بوت استرپ. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۷ (۶۹) :۱-۲۱
- یاوری فاطمه، سرلک احمد، شریف نژاد مریم، قیاسی مجتبی. بررسی اثر باز بودن تجاری بر آلودگی هوا در کشورهای منطقه منا با رویکرد اقتصاد سنجی فضایی. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی. ۱۴۰۲; ۱۹ (۷۷) :۲۱۹-۲۵۱
- André, C. Ranocchia, S.J. Rubio,2025,Porter Hypothesis vs. Pollution Haven Hypothesis: Can an environmental policy generate a win–win solution?,Energy Economics,Volume 146, 108477
- Anser Muhammad Khalid, Zahid Yousaf, Sanil S. Hishan, Abdelmohsen A. Nassani, Abdullah Zafar Sheikh, Xuan Vinh Vo, Khalid Zaman, Muhammad Moinuddin Qazi Abro, 2020,Dynamic linkages between transportation, waste management, and carbon pricing: Evidence from the Arab World,Journal of Cleaner Production,Volume 269, 122151,
- Arvin, M.B., Pradhan, R.P., Norman, N.R., 2015. Transportation intensity, urbanization, economic growth, and CO2 emissions in the G-20 countries. Util. Pol. 35, 50e66.
- Avetisyan, M., 2018. Impacts of global carbon pricing on international trade, modal choice and emissions from international transport. Energy Econ. 76, 532e548.
- Awan, U., Kraslawski, A., Huiskonen, J., 2018. Governing interfirm relationships for social sustainability: the relationship between

governance mechanisms, sustainable collaboration, and cultural intelligence. Sustainability 10 (12), 4473.

- Awan, U., Sroufe, R., Kraslawski, A., 2019. Creativity enables sustainable development: supplier engagement as a boundary condition for the positive effect on green innovation. J. Clean. Prod. 226, 172e185
- Cole, M. A. (2004). Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: examining the linkages. Ecological Economics, 48(1), 71-81
- Convery, F. J., & Smith, S. M. (2007). Carbon pricing approaches: Comparing emissions trading and carbon taxes. *Annual Review of Environment and Resources, 32*, 147-171.
- Dauvergne, P. (2008). The environmental politics of the Asian financial crisis. Environmental Politics, 17(5), 723-740.
- Dean, J. M., Lovely, M. E., & Wang, H. (2009). "Are foreign investors attracted to weak environmental regulations? Evaluating the evidence from China." Journal of Development Economics.
- Evans, A. (2019). Industrialization and climate change: Direct and indirect impacts of industrial activities on greenhouse gas emissions. Publisher.
- Forson, Joseph, 2024, Public sector corruption, FDI and sustainable development in Africa: Does the pollution halo or haven hypothesis hold in Ghana?, Scientific African, Volume 26 ,
- Georgescu Irina, Adela Bâra, Simona-Vasilica Oprea, 2024, Challenges for low-carbon economies in Latin America. Testing pollution haven hypothesis in developing countries, Energy Reports, Volume 12, Pages 5280-5299
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. The Quarterly Journal of Economics, 110(2), 353-37.
- Hishan, S.S., Khan, A., Ahmad, J., Hassan, Z.B., Zaman, K., Qureshi, M.I., 2019. Accessto clean technologies, energy, finance, and food: environmental sustainability. agenda and its implications on Sub-Saharan African countries. Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 26 (16), 16503e16518.

- Jebli, M.B., Belloumi, M., 2017. Investigation of the causal relationships between combustible renewables and waste consumption and CO2 emissions in the case of Tunisian maritime and rail transport. Renew. Sustain. Energy Rev. 71, 820e829.
- Levinson, A. (2010). “Offshoring Pollution: Is the United States Increasingly Importing Polluting Goods?” Review of Environmental Economics and Policy.
- Moro, A., Lonza, L., 2018. Electricity carbon intensity in European Member States: impacts on GHG emissions of electric vehicles. Transport. Res. Transport Environ. 64, 5e14.
- Naz, S., Sultan, R., Zaman, K., Aldakhil, A.M., Nassani, A.A., Abro, M.M.Q., 2019. Moderating and mediating role of renewable energy consumption, FDI inflows, and economic growth on carbon dioxide emissions: evidence from robust least square estimator. Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 26 (3), 2806e2819.
- Paddeu, D., 2018. Sustainable solutions for urban freight transport and logistics: an analysis of urban Consolidation centers. In: Sustainable Freight Transport. Springer, Cham, pp. 121e137.
- Pizarro-Alonso, A., Cimpan, C., Münster, M., 2018. The climate footprint of imports of combustible waste in systems with high shares of district heating and variable renewable energy. Waste management 79, 800e814.
- Saleem, H., Jiandong, W., Zaman, K., Elashkar, E.E., Shoukry, A.M., 2018. The impact of air-railways transportation, energy demand, bilateral aid flows, and population density on environmental degradation: evidence from a panel of next-11 countries. Transport. Res. Transport Environ. 62, 152e168.
- Shahbaz, M., Balsalobre, D., Shahzad, S.J.H., 2019. The influencing factors of CO 2 emissions and the role of biomass energy consumption: statistical experience from G-7 countries. Environ. Model. Assess. 24 (2), 143e161.
- Shouket, B., Zaman, K., Nassani, A.A., Aldakhil, A.M., Abro, M.M.Q., 2019. Management of green transportation: an evidence-

based approach. Environ. Sci. Pollut. Control Ser. 26 (12), 12574e12589.

- Taylor, M. S. (2004). “Trade, Growth, and the Environment.” Journal of Economic Literature.
- Vögele, S., Stenseng, N. C., Pedersen, J. B., & Stenseng, L. C. (2020). The political economy of carbon taxation: Evidence from the EU. *Environmental and Resource Economics, 76*(3), 543-560 .
- Zaman, K., Abd-el Moemen, M., 2017. Energy consumption, carbon dioxide emissions and economic development: evaluating alternative and plausible environmental hypothesis for sustainable growth. Renew. Sustain. Energy Rev. 74, 1119e1130.
- Zhang, Y.J., Peng, Y.L., Ma, C.Q., Shen, B., 2017. Can environmental innovation facilitate carbon emissions reduction? Evidence from China. Energy Pol. 100, 18e28.
- Wang, B., Wang, Q., Wei, Y.M., Li, Z.P., 2018. Role of renewable energy in China’senergy security and climate change mitigation: an index decomposition analysis. Renew. Sustain. Energy Rev. 90, 187e194.

Transportation, Waste Management, and CO_2 Emissions in Middle Eastern Countries: An Application of the Pollution Haven Hypothesis

Maryam Keshavarzian
Faculty member Research Institute of Petroleum Industry, Tehran, Iran, (Keshavarziyanm@ripi.ir)

Zohre Tabatabaienasab [1]
department of economics, Ya.c.Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran, (zohre.tabatabaienasab@iau.ac.ir)

Received: 2025/05/04 Accepted: 2025/08/09

Abstract

The environmental impacts of industrialization are significantly high, as large amounts of energy and fossil fuels are consumed during the industrialization process, leading to increased air pollution. This article examines the relationship between transportation, waste, and carbon dioxide emissions in the Middle Eastern countries using time-series data from 1975 to 2022, employing the ARDL-Bounds method. The results indicate that foreign direct investment (FDI) significantly increases carbon emissions, thereby confirming the Pollution Haven Hypothesis in both short and long term. The impact of fuel imports on carbon emissions is also positive. Additionally, impulse response functions show that carbon emissions rise due to shocks in air freight transport, FDI inflows, and fuel imports. However, combustible renewables and waste have contributed to reducing carbon emissions. Furthermore, variance decomposition analysis reveals that fuel imports will have high share on carbon emissions in the long run. To counter the negative consequences of the Pollution Haven Hypothesis, a comprehensive and multilateral approach is essential. This approach should include: Strengthening environmental regulations, Transferring green technologies, Enhancing public awareness, and Fostering international cooperation. By implementing these policies, host countries can attract foreign investment and achieve economic growth while mitigating environmental degradation and protecting public health.

JEL Classification: F21 ،E22 ،Q56.

Keywords: Air transportation freight, Combustible renewables and waste, Environmental Kuznets curve, Middle East countries.

1. Corresponding Author