



عوامل اقتصادی و محیطی تعیین‌کننده میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه منا

استادیار گروه علوم اقتصادی، دانشگاه پیام‌نور، ایران **علیرضا تمیزی***

دریافت: ۹۷/۰۴/۲۶ پذیرش: ۹۷/۰۸/۳۰

چکیده: گرم شدن تدریجی کره زمین و اثرات منفی اقتصادی و زیستمحیطی آن، توجه به توسعه پایدار را بسیار حائز اهمیت کرده است. از آنجایی که عامل اصلی تغییرات آب و هوایی، انتشار گازهای گلخانه‌ای؛ از جمله CO_2 است، کشورها به دنبال جلوگیری از رشد سریع انتشار آلاینده‌ها به منظور کاهش تغییرات آب و هوایی در سراسر جهان هستند. بر این اساس و با توجه به اهمیت موضوع، مطالعه حاضر، به بررسی تأثیر متغیرهایی؛ مانند درآمد سرانه، جمعیت، ساختار مصرف انرژی، شدت انرژی، درجه باز بودن تجاری، سهم صنعت از GDP بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه منا، طی دوره ۱۹۹۳-۲۰۱۵ بر مبنای الگوی رگرسیون اثرات تصادفی جمعیت، رفاه و فناوری تعمیم‌یافته (STRIPAT) و مدل اقتصادسنجی پانل دوربین فضایی (SDPDM) پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که لگاریتم GDP، جمعیت، ساختار مصرف انرژی و شدت انرژی، دارای تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسیدکربن هستند و درجه باز بودن تجاری، تأثیر منفی و معنی‌داری بر انتشار کربن دارد. همچنین تأثیر مثبت و معنی‌دار متغیر فضایی باوقفه، بیانگر آن است که انتشار کربن در میان مناطق مختلف، بسیار مرتبط است. به طور کلی نتایج حاصل از برآورد مدل، نشان می‌دهد که توجه هر چه بیشتر به همبستگی مکانی، ناهمگنی و اثرات بیرونی در سیاست‌گذاری بسیار حائز اهمیت است.

واژگان کلیدی: عوامل اقتصادی، عوامل محیطی، انتشار دی‌اکسیدکربن، مدل دوربین فضایی، داده‌های تابلویی،

STIRPAT

C23, O13, F18, Q51 :**JEL** طبقه‌بندی

این مطالعه در نظر دارد علاوه بر موارد بیان شده، به بررسی تأثیر عواملی مانند مقیاس جمعیت و ساختار اقتصادی جامعه بر انتشار گاز دیاکسید کربن و در نتیجه کیفیت محیط زیست بپردازد. به علاوه، نکته دیگری که حائز اهمیت است، این است که مسائلی همچون آلودگی هوا و انتشار گازهای گلخانه‌ای، پدیده‌هایی هستند که هم خود مناطق منتشر کننده را تحت تأثیر قرار می‌دهند و هم می‌توانند بر مناطق مجاور نیز تأثیر بسزایی داشته باشند. اکثر کشورهای منطقه‌منا، درآمد سرانه متوسط و پایینی دارند و بدیهی است که تلاش بیشتر برای رشد سریع اقتصادی و کم توجهی به مسائل زیست محیطی، یکی از ویژگی‌های مشترک کشورهای این منطقه است. از سوی دیگر، بیشتر کشورهای این منطقه، دارای نرخ رشد جمعیت و نرخ باروری بالاتری نسبت به کشورهای با درآمد سرانه مشابه خود در سایر مناطق هستند (فطروس و همکاران، ۱۳۹۶). این امر نیز بهنوبه خود باعث می‌شود پارامترهای زیادی از قبیل: تولید مواد غذایی و تأمین نیازهایی از قبیل پوشاسک و مسکن جمعیت، روزبه روز تضعیف گردد. این کشورها برای رفع این و خامت و تأمین نیازهای اولیه؛ از قبیل خوراک، پوشاسک و مسکن جمعیت رو به رشد خود، اقدام به مصرف بیش از حد منابع طبیعی خود کرده و باعث آسیب به محیط زیست می‌گردند؛ بنابراین بررسی عوامل مؤثر بر تخریب محیط زیست در کشورهای این منطقه، حائز اهمیت ویژه‌ای است.

بر این اساس و با توجه به ضرورت تحلیل عوامل تعیین‌کننده انتشار گازهای گلخانه‌ای و در رأس آن‌ها دیاکسید کربن به ویژه در کشورهای با درآمد متوسط و پایین، سؤالی که مطرح می‌گردد این است که چه عواملی بر انتشار گاز دیاکسید کربن، مؤثر هستند؟ سؤال دیگر این است که آیا اثرات فضایی نیز در انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر دارند؟ بنابراین مطالعه حاضر، در پی پاسخگویی به سؤالات مطرح شده در کشورهای منتخب منا در دوره ۱۹۹۳-۲۰۱۵ است.

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، تغییرات آب و هوايی، مناطق مختلف جهان را در گیر مسائل حیاتی زیست محیطی کرده است. اين پدیده که به صورت گرم شدن تدریجی کره زمین مشاهده می‌شود و ناشی از انتشار گازهای گلخانه‌ای در جو است، تأثیرات منفی زیادی در اقتصاد و CO₂ کیفیت زندگی افراد دارد. از بین گازهای گلخانه‌ای، مهم‌ترین آنهاست و حدود ۶۰ درصد از آثار گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بشر، مربوط به انتشار CO₂ است. بر این اساس و با توجه به اهمیت حیاتی موضوع، در حال حاضر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های اتمسفر، هدف مهم سیاست‌های توسعه پایدار همه کشورها را تشکیل می‌دهد. برای انجام مؤثر این کار، مهم‌ترین قدم، شناخت عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله دیاکسید کربن می‌باشد. تحقیقات متعددی درباره عوامل تأثیرگذار بر تولید گازهای گلخانه‌ای CO₂ و میزان تأثیر آنها، انجام شده است. این عوامل، مستقیماً بر سیاست‌ها و استراتژی‌های کاربردی کشورها در جهت کاهش انتشار CO₂ تأثیرگذار هستند و این امر، اهمیت توجه هر چه بیشتر به بررسی صحیح عوامل مؤثر را روشن می‌سازد. مطالعات متعددی نیز برای بررسی عوامل تأثیرگذار بر کیفیت محیط زیست، تأثیر و سهم متغیرهای اقتصادی و متغیرهای دموگرافیکی مختلفی؛ از جمله اندازه جمعیت، نرخ شهرنشینی و ... را در میزان انتشار آلاینده‌ها مد نظر قرار داده و سنجیده‌اند که نتایج متفاوتی از آنها به دست آمده است (Liddle et al., 2015; Long et al., 2015; Wang et al., 2012) در این مطالعات، رشد جمعیت نیز علاوه بر تغییرات الگوی مصرف و شیوه‌های تولید و افزایش حجم فعالیت‌های اقتصادی؛ از جمله عوامل اصلی در افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شناخته شده و در افزایش میانگین دمای زمین، نقش قابل توجهی داشته است. بیشتر مطالعات داخلی، تنها بر تأثیر رشد اقتصادی و انرژی روی محیط زیست، متمرکز بوده‌اند؛ در حالی که

^۴ نشان می‌دهد که اثر شدت انرژی بر انتشار آلاینده‌ها در مناطق توسعه‌یافته بیشتر است. با این وجود، شهرنشینی، صنعتی شدن و درجه تجارت خارجی در مناطق توسعه‌یافته، تأثیر بیشتری نسبت به مناطق در حال توسعه دارند. تأثیر جمعیت و تولید ناخالص داخلی سرانه بر انتشار کربن در مناطق در حال توسعه، بیشتر از سایر مناطق است. بر این اساس، نتایج، حاکی از آن هستند که باید اقدامات متفاوتی برای کاهش CO_2 با توجه به شرایط محلی مناطق مختلف صورت گیرد.

بالوق و جامبورو^۵ (۲۰۱۷) با به کارگیری رویکرد اقتصادسنجی GMM به بررسی علل انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ۱۶۸ کشور در دوره ۲۴ ساله ۱۹۹۰۰-۲۰۱۳ پرداختند و نظریه منحنی کوزنتر را تأیید کردند. آنها دریافتند که تولید انرژی هسته‌ای و انرژی تجدیدپذیر، نقش مثبتی بر کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارند. همچنین گسترش گردشگری و تجارت بین‌المللی، منجر به افزایش انتشار گاز CO_2 می‌شود. علاوه‌بر این، توسعه مالی، انتشار آلاینده‌ها را کاهش می‌دهد.

ب) پژوهش‌های داخلی

صادقی و ابراهیمی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای، تأثیر توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسید کربن طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۵۰ در ایران و با استفاده از رویکرد ARDL را بررسی کردند. نتایج، حاکی از آن است که توسعه مالی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، تأثیر مثبتی بر انتشار آلاینده‌ها دارد. همچنین در بلندمدت، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و آزادسازی تجاری، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن دارند. علاوه‌بر این، نتایج، حاکی از تأیید منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای ایران در کوتاه‌مدت و بلندمدت است.

محمدی و تیرگری سراجی (۱۳۹۲) در پژوهشی، تأثیر گسترش تجارت و رشد اقتصادی بر کیفیت

۲- پیشینه تحقیق

(الف) پژوهش‌های خارجی

ژو و پنگ^۱ (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای بر مبنای مدل STIRPAT، به بررسی اثرات اندازه جمعیت، ساختار جمعیت و سطح مصرف بر انتشار گازهای گلخانه‌ای با استفاده از داده‌های کشور چین، طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۲۰۰۷ پرداخته‌اند. نتایج، بیانگر آن هستند که تغییرات در سطح مصرف و ساختار جمعیت به عنوان عوامل تأثیرگذار بر سطح انتشار گازهای گلخانه‌ای شناخته شده و اندازه جمعیت، تأثیری در گسترش انتشار آلاینده‌ها نداشته است.

وانگ^۲ و همکارانش (۲۰۱۲)، در مطالعه‌ای تجربی، تأثیر سطح شهرنشینی، رشد اقتصادی، نسبت صنعتی شدن، شدت انرژی و R&D را بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در پکن و با استفاده از رگرسیون حداقل مربعات جزئی، بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهد که سطح شهرنشینی، رشد اقتصادی و صنعتی شدن، تأثیر مثبتی بر انتشار گاز CO_2 دارند، در حالی که شدت انرژی و R&D، تأثیری منفی بر انتشار آلاینده‌ها دارند. علاوه‌بر این، همراه با رشد تولید ناخالص داخلی سرانه، انتشار گازهای گلخانه‌ای CO_2 افزایش می‌یابد و این امر، فرضیه مدل منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید نمی‌کند.

وانگ و ژائو^۳ (۲۰۱۵)، عوامل تأثیرگذار بر تولید گازهای گلخانه‌ای CO_2 : از جمله مصرف انرژی، جمعیت، سطح رشد اقتصادی، سطح تکنولوژی، شهرنشینی، صنعتی شدن و درجه تجارت خارجی، در سطح استان‌های چین و با توجه به سه سطح مختلف از توسعه اقتصادی (تولید ناخالص داخلی سرانه) از سال ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۲، بررسی کردند. نتایج حاصل از برآورد مدل

1- Zhu and Peng

2- Wang

3- Zhao

علیشیری و همکارانش (۱۳۹۶) با استفاده از داده‌های دوره ۱۳۸۰-۱۳۸۱ و با به کارگیری رویکرد تحلیل تجزیه لاسپیزر^۱ اصلاح شده، به مطالعه عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن در کشور پرداختند. نتایج تحقیق آنها حاکی از آن است که با شیوه کنونی صنعتی شدن کشور، افزایش گاز دی اکسید کربن، اجتناب ناپذیر است. همچنین اثر شدت انتشار به جز در بخش حمل و نقل، در سه بخش خانگی و تجاری، صنعت و کشاورزی، منفی است.

۳- مبانی نظری

محیط‌زیست و منابع طبیعی، تأمین‌کننده بسیاری از نهادهای تولید هستند؛ از این رو حفاظت از آنها، لازمه توسعه پایدار است. توسعه پایدار بخش انرژی، در بهبود شرایط اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی، نقش بسزایی دارد؛ به گونه‌ای که توجه به این امر، موجب کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از انتشار گازهای آلاینده خواهد شد. این مسئله به اندازه‌ای مهم است که بسیاری از سینیارها و پروتکل‌های بین‌المللی؛ نظیر کنفرانس استکهلم، کنفرانس ریو، پروتکل کیوتو و ... در راستای کاهش انتشار گازهای آلاینده بخش انرژی در سطح جهانی برگزار گردیده است (پورعبدالهان کویچ و همکاران، ۱۳۹۴). ارتباط بین توسعه اقتصادی و محیط‌زیست نیز از مسائل مهم و پیچیده است. در این رابطه، آلودگی‌های وارد شده به محیط‌زیست از طریق توسعه اقتصادی، سبب خسارت‌هایی شده که ناشی از ترکیب عواملی؛ همچون رشد جمعیت، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و فعالیت‌های صنعتی است (رفیعی و همکاران، ۱۳۹۶). در ادامه، برخی عوامل تأثیرگذار بر محیط‌زیست و انتشار آلاینده‌های بیان شده‌اند.

اخیراً اقتصاددانان محیط‌زیست تلاش کرده‌اند به تشریح رابطه متقابل میان کیفیت محیط‌زیست و رشد

زیست‌محیطی برای ۱۱ کشور منطقه خاورمیانه طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۰ میلادی با استفاده از داده‌های پانلی را بررسی کرده‌اند. نتایج آزمون نشان دادند درآمد سرانه، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر میزان آلودگی دارد و افزایش درآمد سرانه، باعث کاهش آلودگی زیست‌محیطی می‌شود. آزادسازی تجاری نیز تأثیر منفی و بی‌معنی بر آلودگی زیست‌محیطی دارد.

صادقی و همکارانش (۱۳۹۲)، در مطالعه‌ای به بررسی اثر القایی قیمت انرژی بر تغییر فناوری و میزان انتشار آلودگی در صنایع ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۷۴ پرداختند. نتایج نشان می‌دهند که بین قیمت‌های نسبی انرژی و تغییرات فناوری در ایران طی دوره مورد مطالعه، رابطه مشخصی وجود ندارد و همچنین بین قیمت‌های نسبی انرژی و انتشار آلودگی نیز طی دوره مورد مطالعه، رابطه مستقیمی جود دارد.

محمدزاده و اکبری (۱۳۹۳) با به کارگیری روش داده‌های ادغام‌شده و روش دومرحله‌ای هکمن و با استفاده از داده‌های هزینه-درآمد خانوار در سال ۱۳۸۸، به بررسی عوامل تعیین‌کننده انتشار گاز دی اکسید کربن توسط خانوارهای شهری پرداخته و دریافتند که تقاضای گاز طبیعی، برق و حمل و نقل بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن، تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند. همچنین عواملی همچون درآمد، بعد خانوار و سن سرپرست نیز رابطه مثبت و معنی‌داری با انتشار گاز دی اکسید کربن دارند.

تمیزی (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای با به کارگیری رویکرد اقتصاد‌سننجی بیزینی و با استفاده از داده‌های دوره ۲۳-۲۰۱۴-۱۹۹۲، به بررسی اثر عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای در حال توسعه پرداخت. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که متغیرهای مصرف انرژی، مصرف برق و متغیرهای مربوط به صنعتی شدن، رابطه مثبت و تقریباً با اهمیتی با انتشار گاز دی اکسید کربن دارند. در مقابل نرخ سواد و نابرابری درآمد نیز اثر کاهنده‌ای بر میزان انتشار CO_2 داشته‌اند.

بین الملل و کیفیت محیط‌زیست، این موضوع که آیا تجارت آزاد، لزوماً خوب است یا نه را نیز مطرح کرده است. در این مورد، موضوعات زیادی وجود دارد: اول این که تجارت آزاد، عامل تخریب محیط‌زیست می‌باشد و بنا به دلایل زیست‌محیطی بر آزادسازی تجارت نباید تأکید زیادی شود. دوم اینکه حمایت از بازارهای داخلی، عامل مخرب محیط‌زیست است. سوم، در مواردی که تجارت، موجبات تخریب محیط‌زیست را فراهم می‌آورد باید محدود شود که این امر یا از راه دور کردن کالاهایی که موجب بروز آلودگی در کشور وارد کننده می‌شود (تأثیر خارجی غیرمستقیم) یا از طریق تشویق به تولید محصولات که کشورهای صادرکننده و واردکننده، زیان می‌کند (مالکیت مشترک یا تأثیر خارجی مشترک) صورت گیرد (روزی طلب و حسین پور، ۱۳۹۶). همچنین تأثیر حجم تجارت خارجی بر مصرف انرژی و انتشار دیاکسید کربن، متأثر از این واقعیت است که واردات و صادرات هر کشور، شامل چه طیف از کالاهایی می‌باشد. در صورتی که صادرات از گروه کالاهای انرژی‌بر، صنایع سنگین و مخرب زیست‌محیطی باشند، میزان صادرات، تأثیر مخربی بر محیط‌زیست آن کشور دارد. در طرف مقابل، اگر صادرات، از گروه کالاهای با سطح تکنولوژی بالا و دانش‌بنیان باشند، تأثیر مخربی بر کیفیت محیط‌زیست نخواهد داشت. همچنین در شرایطی که واردات نیز در راستای واردات کالاهای سرمایه‌ای با تکنولوژی‌های کارآمد و شیوه‌های نوین تولید باشند نیز می‌تواند به بهبود کارایی مصرف انرژی و کاهش انتشار دیاکسید کربن در کشور واردکننده، منجر شود (Ozturk & Acaravci, 2013).

فرضیه پناهگاه آلودگی (PHH)^۳ پیشنهاد می‌کند که سختگیری‌های زیست‌محیطی بین کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه‌یافته، کشورهای در حال توسعه را به تخصص یافتن و به دست آوردن مزایای نسبی در تولیدات کالاهای آلوده کننده

اقتصادی براساس فرضیه کوزنتس^۱ بپردازند. براساس این نظریه، در مراحل اولیه رشد اقتصادی، آگاهی و اطلاع از مشکلات زیست‌محیطی، پایین می‌باشد و این مسئله، برای مردم، بی‌اهمیت است. در مراحل نخستین رشد اقتصادی، خسارت‌های زیست‌محیطی، همراه با رشد درآمد، افزایش می‌یابد و این افزایش، تا یک سطح درآمد سرانه، روند صعودی دارد. سپس با افزایش اطلاعات زیست‌محیطی و اجرای قوانین زیست‌محیطی، به تدریج سطح تخریب محیط‌زیست، کاهش می‌یابد؛ به این دلیل، در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، رابطه میان کیفیت محیط‌زیست و رشد اقتصادی، توسط یک منحنی U برعکس نشان داده شده است (کهن‌سال و شایان‌مهر، ۱۳۹۵).

رشد جمعیت، یکی از عوامل آلوده‌کننده محیط‌زیست به شمار می‌رود. نرخ بالای رشد جمعیت، شهر و شهرنشینی و به تبع آنها، افزایش تعداد وسایل نقلیه، از جمله مواردی هستند که باعث افزایش مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه می‌شوند. همچنین جمعیت، از طریق تأثیر بر فعالیت‌های تولیدی و مصرفی، بر انتشار گاز دیاکسید کربن، تأثیر منفی می‌گذارد (Satterthwaite, 2009).

بیردسل^۲ دو سازوکار برای تأثیر رشد جمعیت کشورهای در حال توسعه بر انتشار گازهای گلخانه‌ای بیان کرده است: سازوکار اول مربوط به تأثیر جمعیت بر مصرف سوخت‌های فسیلی است که ناشی از افزایش تقاضای انرژی برای تولید برق، صنعت و حمل و نقل می‌باشد. سازوکار دوم، تأثیر افزایش جمعیت بر انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق جنگل‌زدایی است (صادقی و همکاران، ۱۳۹۵).

در دهه‌های اخیر، گسترش تجارت آزاد، باعث افزایش تولید و درآمد شده است؛ بنابراین انتشار آلاینده‌ها را تحت تأثیر قرار داده است. رابطه بین تجارت

1- Kuznets

2- Birdsall

$$I_i = aP_i^b A_i^c T_i^d e_i \quad (2)$$

در این معادله، عدد ثابت (a)، به عنوان مقیاس مدل، نما در سه عامل جمعیت، وفور نعمت و تکنولوژی برابر با (d, c, b) بوده و نیز عبارت α به عنوان زیرنویس در I , P , A و T بیانگر تفاوت موجود در مقادیر واحدهای مشاهده شده است. e عبارت خطایا باقیمانده است. از آنجایی که هیچ تعریف عملیاتی یا شاخصی برای T پذیرفته نشده است، آن را معمولاً جزو، باقیمانده (e) در نظر می‌گیرند. گنجاندن ضرایب در مدل STIRPAT، امکان بررسی اثرات نامتناسب عوامل مؤثر بر انتشار آلاینده‌ها را فراهم می‌کند (Liu et al., 2014). با گرفتن لگاریتم طبیعی از هر دو طرف این معادله، رابطه ۳ حاصل می‌شود:

$$(3)$$

$$\ln I = \ln a + b(\ln P) + c(\ln A) + d(\ln T) + \ln e$$

این الگو امکان برآورد ضرایب و همچنین تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست را فراهم می‌سازد.

الگوی اقتصادسننجی

روش مورد بررسی در این مطالعه، اقتصادسننجی فضایی است که در آن، داده‌ها به صورت داده‌های تابلویی فضایی می‌باشند. داده‌های تابلویی به صورت ترکیبی از داده‌های سری زمانی و مقطعی هستند که در آنها امکان دارد تعداد زیادی مقاطع در دوره زمانی کوتاه یا مقاطع زیاد در دوره زمانی طولانی، بررسی شود. تحلیل‌های تجربی در داده‌های تابلویی، نسبت به سایر داده‌ها دارای اهمیت بیشتری می‌باشند. وابستگی فضایی؛ یعنی مشاهده موقعیت مکانی α به سایر مشاهدات موقعیت‌های مکانی β بستگی داشته باشد. ناهمسانی فضایی که ناشی از روابط یا پارامترهای مدل است، با حرکت بر روی صفحه مختصات همراه با داده نمونه‌ای تغییر می‌کند (عسگری و اکبری، ۱۳۸۰). برای رفع مشکلات بالا، از روش حداکثر درست‌نمایی برای تخمین پارامترهای مدل استفاده می‌شود. در این مطالعه، برای تعیین مکان و تشکیل ماتریس وزنی فضایی، از مجاورت و همسایگی

محیط‌زیست تشویق می‌کند. به عبارتی دیگر، براساس این فرضیه، از آنجایی که کشورهای توسعه‌یافته، سیاست‌های زیست‌محیطی شدیدی را نسبت به کشورهای در حال توسعه، اعمال می‌کنند؛ صنایع آلوده‌کننده فعال در کشورهای توسعه‌یافته، عملیات و فرایند خود را به کشورهای در حال توسعه با سیاست‌های زیست‌محیطی ملایم، انتقال می‌دهند. بدین ترتیب، کشورهای در حال توسعه، به پناهگاهی برای جذب صنایع آلوده‌کننده تبدیل می‌شوند (دلغان، ۱۳۹۱).

۴- روش تحقیق

STIRPAT الگوی

معادله IPAT¹ (اثرات جمعیت، رفاه و فناوری) اغلب به مطالعه تأثیر فعالیت‌های انسانی بر محیط‌زیست می‌پردازد. این معادله به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$I = PAT \quad (1)$$

به طوری که I نشان‌دهنده اثرات زیست‌محیطی، P اندازه جمعیت، A رفاه و ثروت سرانه (تولید ناخالص داخلی سرانه) و T سطح فناوری است. مشاهده می‌شود که رابطه‌ای تناسبی در این الگو وجود دارد؛ بهطوری که با فرض ثبات سایر شرایط، با دو برابر شدن جمعیت، در نتیجه تأثیر نیز دو برابر خواهد شد؛ در حالی که رابطه بین این عوامل معمولاً غیرخطی و نامتناسب است. در پاسخ به چنین محدودیت‌هایی معادله IPAT در شرایط تصادفی توسط دیتز و رزا² (۱۹۹۷)، مجدداً فرمول‌بندی شد که امکان استفاده از آن را به طور تجربی در آزمون فرضیه‌ها فراهم می‌کرد. رابطه جدید با عنوان الگوی STIRPAT شناخته شده که بیانگر اثرات تصادفی جمعیت، رفاه و تکنولوژی بر محیط‌زیست است. از طرفی این الگو با وارد کردن عوامل سیاسی، اجتماعی و فرهنگی مختلف، قابلیت توسعه را دارد (York et al., 2003).

معادله جدید به این صورت است:

1- Impact, Population, Affluence, Technology

2- Dietz and Rosa

هم وقفه فضایی متغیر وابسته و هم وقفه فضایی
متغیرهای مستقل را شامل می‌شود.

اثرات منطقه‌ای سرریز انتشار دیاکسید کربن
از جمله روش‌های رایج در بررسی و آزمایش وجود
اثرات سرریز، استفاده از نقطه برآوردهای یک یا چند
رگرسیون فضایی است. با این حال، لسیج و پیس^۳ (۲۰۰۹) استدلال می‌کنند که برآورد نقاط رگرسیون
فضایی متعدد، پیش‌بینی اثرات سرریز را با تورش مواجه
می‌سازد. آنها اغلب اثرات سرریز را به دو قسمت اثرات
مستقیم و غیرمستقیم، تجزیه می‌کنند.

مدل پانل دوربین فضایی را می‌توان به صورت
روابط زیر تعریف کرد:

(۴)

$$Y_{it} = \delta \sum_{j=1}^N w_{ij} Y_{jt} + \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_i X_{it} + \sum_{j=1}^N w_{ij} X_{jt} \theta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

$Y_{it} = \delta W Y_{it} + X_{it} \beta + W X_{it} \theta + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$
 $Y_{it} = (I - \delta W)^{-1} (X_{it} \beta + W X_{it} \theta) + (I - \delta W)^{-1} \mu_i + (I - \delta W)^{-1} \lambda_t + (I - \delta W)^{-1}$
 به طوری که در این روابط Y_{it} متغیر وابسته
منطقه i در دوره زمانی t ، X_{it} بردار متغیرهای مستقل
در دوره زمانی t ، α بیانگر عرض از مبدأ، پارامتر θ مانند
بردار $1 \times K$ از ضرایب، μ_i اثرات ثابت فردی، λ_t اثرات
زمانی ثابت می‌باشد. با توجه به مشتقات جزئی از K امین
متغیر X مستقل در دو طرف، روابط زیر به دست می‌آید:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial Y}{\partial x_{ik}} & \dots & \frac{\partial Y}{\partial x_{Nk}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial y_1}{\partial x_{ik}} & \dots & \frac{\partial y_1}{\partial x_{ik}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial y_N}{\partial x_{ik}} & \dots & \frac{\partial y_N}{\partial x_{ik}} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$= (I - \delta W)^{-1} \begin{bmatrix} \beta_k & w_{12} \theta_k & \dots & w_{1N} \theta_k \\ w_{21} \theta_k & \beta_k & \dots & w_{2N} \theta_k \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_{N1} \theta_k & w_{N2} \theta_k & \dots & \beta_k \end{bmatrix}$$

در این رابطه w_{ij} ، w_{ij} ماتریس W می‌باشد.
اثرات مستقیم به عنوان مجموع عناصر سمت راست قطر
ماتریس تعریف شده در حالی که اثر غیرمستقیم به عنوان

استفاده می‌شود که منعکس کننده موقعیت نسبی یک
واحد منطقه‌ای مشاهده شده در سطح مکان‌های
جغرافیایی فضایی، نسبت به واحدهای دیگر فضایی
می‌باشد؛ یعنی برای کشورهایی که با کشور مورد نظر،
همسايگی یا مجاورت دارند، عدد یک و در صورت
همسايجه نبودن، عدد صفر قرار داده می‌شود. ماتریس‌های
حاصل که همان ماتریس مجاورت می‌باشند،
ماتریس‌هایی متقارن هستند و عناصر قطر اصلی این
ماتریس همواره صفر می‌باشد.

در مدل‌های اقتصادسنجی فضایی، از ماتریس وزنی
فضایی یا ماتریس مجاورت برای نشان دادن تأثیر
مشاهدات مجاور به عنوان متغیر توضیحی در مدل لحاظ
می‌شود. برای تشکیل ماتریس مجاورت، روش‌های
مختلف وجود دارد که مجاورت خطی، رخ مانند، خطی
دوطرفه، رخ مانند دوطرفه و ملکه‌مانند، از مهم‌ترین
روش‌های تشکیل ماتریس مجاورت می‌باشند. در ماتریس
مجاورت، عناصر روی قطر اصلی برابر با صفر بوده و
عناصر خارج از قطر اصلی در صورتی که کشورها مجاور و
همسايجه یکدیگر باشند مقدار یک را اختیار می‌کند. پس
از تشکیل ماتریس مجاورت، در تخمین مدل باید از
ماتریس استاندارد شده ماتریس مجاورت که به ماتریس
وزنی فضایی^۱ معروف است، استفاده کرد.

در این ماتریس، استانداردسازی بر اساس مجموع
سطرهای ماتریس مجاورت صورت گرفته و هر یک از
عناصر ماتریس مجاورت بر مجموع سطرهای ماتریس
 تقسیم می‌شود. ماتریسی که بدین ترتیب ایجاد می‌شود،
ماتریس مجاورت استاندارد شده مرتبه اول نامیده
می‌شود. با استاندارد کردن ماتریس مجاورت و ضرب آن
در بردار متغیر وابسته، متغیر جدیدی حاصل می‌شود که
میانگین مشاهدات مناطق همسایه و مجاور را نشان داده
و آن را در اصطلاح متغیر وقفه فضایی^۲ می‌نامند. مدل
دوربین فضایی، مدل جامع اقتصادسنجی فضایی است که

1- Weighting Spatial Matrix

2- Spatial Lag

آزمون مورانز^۴ استفاده می‌شود. در این آزمون‌ها، فرضیه صفر دلالت بر عدم خودهمبستگی فضایی میان جملات خطابوده و در صورت رد فرضیه صفر، خودهمبستگی فضایی در جملات خطاب، تأیید می‌شود.^۵

در یک سیستم فضایی با وقه، فرض می‌شود مقدار متغیر وابسته در مکان خاص به وسیله میانگین وزنی فضایی از کل مقدار متغیر وابسته تعیین شود. چنین مدل‌هایی به وسیله روش‌های متعارف اقتصادسنجی همانند OLS قابل برآورد نبوده و به دلیل وقوع مشکل همزمانی بین متغیرها، از روش حداکثر راستنمایی برای تخمین پارامترهای مدل استفاده می‌شود. استفاده از این روش، منجر به تخمین‌زننده‌های بدون تورش و سازگار می‌شود. در مطالعه حاضر به منظور بررسی عوامل مؤثر در انتشار آلاینده‌ها، از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده می‌شود. بر اساس الگوی STIRPAT تعمیم‌یافته، مدل اقتصادسنجی فضایی با توجه به این واقعیت تشکیل می‌شود که انتشار دی‌اکسیدکربن ناهمگن است و به طور فضایی در سراسر مناطق و صنایع، همبسته هستند. مدل اقتصادسنجی داده‌های تابلویی فضایی که ادغام‌کننده اقتصادسنجی فضایی (اثرات فضایی) و داده‌های پانل (اثر زمان) است، باعث می‌شود تجزیه و تحلیل اقتصادسنجی فضایی، کارآمدتر شود؛ لذا مدل دوربین فضایی داده‌های تابلویی در این مطالعه، این گونه می‌باشد:

$$\begin{aligned} \text{LnCO}_{2it} = & \alpha_1 + \delta \sum w_{ij} \text{LnCO}_{2it} + \alpha_2 (\ln p_{it}) \\ & + \beta_1 (\ln \text{OPEN}_{it}) + \beta_2 (\ln \text{GDP}_{it}) + \beta_3 (\ln EI_{it}) \\ & + \beta_4 (\ln IS_{it}) + \beta_5 (\ln EC_{it}) + \theta_1 \sum w_{ij} \ln P_{ijt} \\ & + \theta_2 \sum w_{ij} \ln \text{OPEN}_{ijt} + \theta_3 \sum w_{ij} \ln \text{GDP}_{ijt} \\ & + \theta_4 \sum w_{ij} \ln EI_{ijt} + \theta_5 \sum w_{ij} \ln IS_{ijt} \\ & + \theta_6 \sum w_{ij} \ln EC_{ijt} + \epsilon_{it} \end{aligned}$$

$\sum w_{it} \ln CS_{it-1}$ ، نشان‌دهنده همبستگی فضایی متغیر وابسته میان هر منطقه و مناطق مجاور آن است. پارامتر δ بیانگر خودهمبستگی فضایی و w_{ij} ،

4- Moran's

۵- برای مطالعه بیشتر در زمینه مدل‌های خودگرسیونی فضایی و سایر انواع مدل‌های فضایی به مطالعه لسیج (۱۹۹۹) مراجعه نمایید.

متوسط سایر عناصر به غیر از عناصر قطری تعریف می‌شود. مشکلی که در این روش محاسبه اثرات مستقیم و غیرمستقیم مطرح می‌شود، زمان بر بودن محاسبه $(I - \delta W)^{-1}$ می‌باشد. به منظور حل این مشکل لسیج و پیس (۲۰۰۹)، روش دیگری را پیشنهاد کرده‌اند که به شرح زیر است:

$$(I - \delta W)^{-1} = I + \delta W + \delta^2 W^2 + \delta^3 W^3 + \dots \quad (6)$$

از روابط فوق برای بررسی اثرات مستقیم، غیرمستقیم و اثرات کل استفاده می‌شود.

معرفی مدل تحقیق و پایگاه داده‌های آماری

براساس مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده؛ نظیر مطالعه لیو^۶ و همکارانش (۲۰۱۴)، در این مطالعه، از مدل دوربین فضایی داده‌های تابلویی برای بررسی تأثیر عواملی مانند: درآمد سرانه، جمعیت، ساختار مصرف انرژی، شدت انرژی، درجه باز بودن تجاری، سهم صنعت از GDP بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا^۷ استفاده شده است.

$$\text{LnCO}_{2it} = \alpha_1 + \beta_1 \text{Ln}(P) + \beta_2 \text{Ln}(\text{OPEN}) + \beta_3 \text{Ln}(\text{GDP}) + \beta_4 \text{Ln}(EI) + \beta_5 \text{Ln}(EC) + \beta_6 \text{Ln}(IS) + \epsilon$$

در رابطه فوق، LnCO_2 : لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن، LnGDP : لگاریتم GDP سرانه، LnIS : لگاریتم نسبت تولید صنعتی به GDP، LnEI : لگاریتم شدت انرژی (نسبت انرژی مصرف شده به GDP)، LnP : لگاریتم جمعیت، LnEC : لگاریتم ساختار مصرف انرژی، LnOPEN : لگاریتم درجه باز بودن و α_1 اثر انفرادی هر یک از کشورهای مورد مطالعه و ϵ بیانگر بردار $n \times 1$ است که شامل اعداد یک می‌باشد. شایان ذکر است که آمار و اطلاعات مربوط به این متغیرها از شاخص‌های توسعه بانک جهانی^۸ برای دوره زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۳ استخراج شده است. ابتدا مدل دوربین فضایی برای داده‌های تابلویی را برآورد کرد و در مرحله بعد، به منظور آزمون وجود خودهمبستگی فضایی در بین جملات اختلال از

1- Liu

۲- براساس تقسیم‌بندی بانک جهانی شامل ۲۰ کشور می‌باشد.
3- World Development Indicators

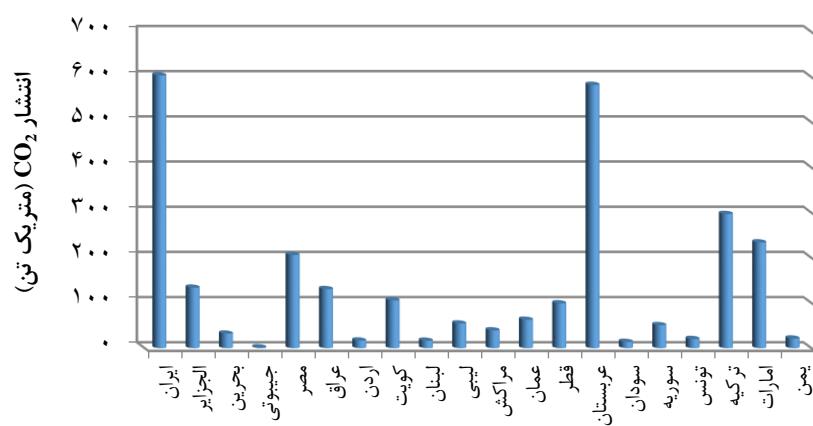
نمودار صعودی‌شکل، قرار گرفته‌اند و در مقابل، کشورهایی مانند ایران، ترکیه و مصر، با سطح جمعیت بالاتر، مقدار بیشتری از انتشار آلایینده‌ها را به خود اختصاص داده‌اند و در قسمت‌های بالاتر از این منحنی، توزیع شده‌اند. طبق پراکنش آماری، ملاحظه می‌شود، فرضیه مورد نظر در معادله STRIPAT مبنی بر اثر مثبت جمعیت بر انتشار آلایینده‌ها، تأیید می‌شود. با ارزیابی نمودار ۳ ملاحظه می‌شود سطح بالاتر مصرف انرژی، موجب انتشار آلایینده‌گی بیشتری نیز می‌شود؛ به طوری که کشورهایی مانند: ایران و عربستان با سطح مصرف بالای انرژی، در صدر و بخش صعودی این منحنی قرار گرفته‌اند. نمودار ۴ نحوه پراکندگی متوسط انتشار آلودگی را به ازای متغیر درآمد واقعی (GDP)، نشان می‌دهد. در این نمودار، کشور ترکیه در قسمت نزولی U معکوس قرار دارد؛ به طوری که علاوه‌بر درآمد بالا، میزان انتشار CO₂ در این کشور پایین‌تر است که باعث گردیده رابطه بین GDP و انتشار آلودگی به شکل U معکوس به نظر برسد؛ در حالی که بسیاری از کشورهای مورد مطالعه در ابتدای این نمودار و در بخش صعودی آن قرار گرفته‌اند. بر این اساس فرضیه منحنی زیستمحیطی کوزنتس از نظر نموداری در نمونه مورد بررسی، تا حدی قابل تأیید نیست.

عنصری از ماتریس وزنی فضایی است که بیانگر ارتباط فضایی میان منطقه A و Z می‌باشد.

الگوی STRIPAT توسعه یافته، نه تنها به بررسی تأثیر متغیرهای مستقل بر انتشار دی‌اکسیدکربن مناطق می‌پردازد بلکه اثرات متغیرهای مستقل مناطق مجاور بر انتشار CO₂ را نیز بررسی می‌کند. همچنین این الگو، تأثیر انتشار دی‌اکسیدکربن مناطق مجاور را بر شدت انتشار دی‌اکسیدکربن مناطق مورد نظر اندازه‌گیری می‌کند.

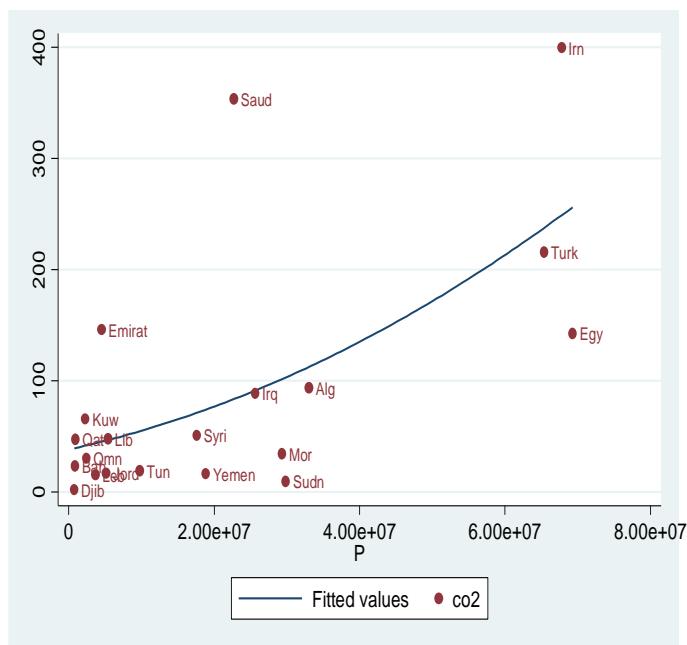
۵- یافته‌های تحقیق

پیش از برآورد الگو، لازم است داده‌های مورد استفاده، بررسی و ارزیابی شوند. این مطالعه برای کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا (منطقه منا) متشكل از بیست کشور و برای دوره زمانی ۱۹۹۳-۲۰۱۵ انجام شده است. بررسی آماری انتشار مطلق سرانه دی‌اکسیدکربن مطابق با نمودار ۱ نشان می‌دهد که ایران، عربستان و ترکیه به ترتیب، بالاترین سطح انتشار CO₂ را در این جامعه آماری به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل جیبوتی، سودان و لبنان، به ترتیب کمترین سطح انتشار CO₂ را دارند. نمودار ۲ بیانگر پراکنش انتشار آلودگی در مقابل اندازه جمعیت است. ملاحظه می‌شود که بخش عمده‌ای از کشورهای کم جمعیت در قسمت ابتدای این



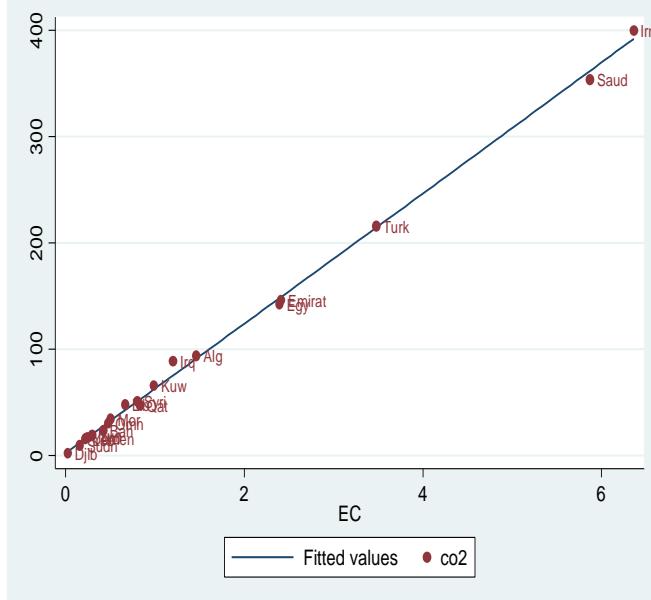
نمودار ۱- انتشار CO₂ کشورهای عضو منا در سال ۲۰۱۵

منبع: (World Bank, 2015)

نمودار ۲ - پراکنش متوسط انتشار آلودگی (CO₂) در مقابل متوسط اندازه جمعیت (P)

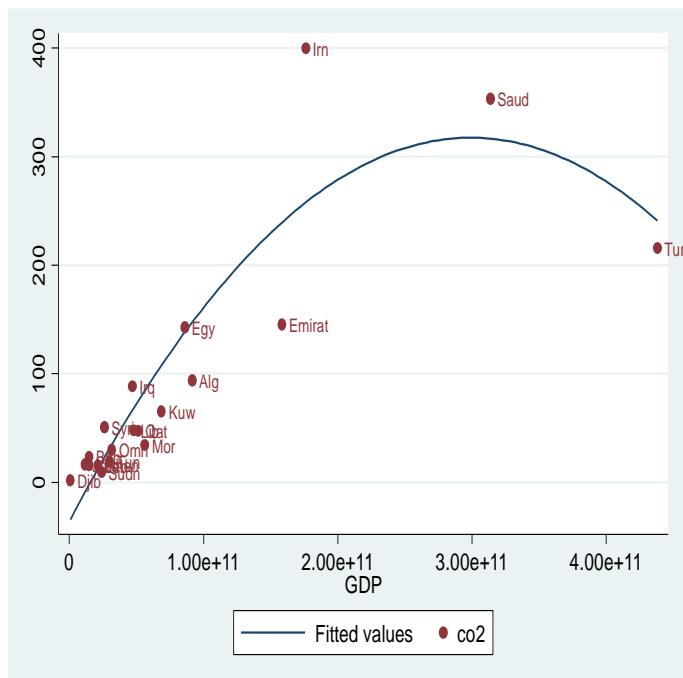
(World Bank, 2015)

منبع:

نمودار ۳ - پراکنش متوسط انتشار آلودگی (CO₂) در مقابل متوسط مصرف انرژی (EC)

(World Bank, 2015)

منبع:

نمودار ۴- پراکنش متوسط انتشار آلودگی (CO₂) در مقابل متوسط درآمد حقیقی (GDP)

(World Bank, 2015)

تخمین مدل^۱ تحقیق، لازم است وابستگی فضایی و وجود خودهمبستگی بین جملات اختلال مورد آزمون قرار گیرد. برای این منظور از آزمون LM و آزمون مورانز استفاده شده است. نتایج آزمون LM در جدول ۱ ارائه شده است:

در مدل‌های اقتصادسنجی فضایی، بهتر است ابتدا یک مدل کلی در نظر گرفته شود و سپس آزمون‌های مربوط به وابستگی فضایی و خودهمبستگی فضایی میان جملات اختلال، بررسی شده و در نهایت بیان شود کدام مدل برای مطالعه حاضر بهتر است. در این بخش، قبل از

جدول ۱- نتایج آماره آزمون LM برای معنی‌دار بودن اثر وابستگی فضایی

ارزش احتمال	درجه آزادی	مقدار آماره χ^2
۰/۰۳	۱	۴/۶۸

میان مشاهدات، تأیید می‌شوند. در مرحله بعد با استفاده از آزمون مورانز، خودهمبستگی بین جملات اختلال، آزمون می‌شود. نتایج آزمون به صورت جدول ۲ می‌باشد:

نتایج جدول ۱ نشان می‌دهد فرضیه صفر مبنی بر عدم معنی‌داری وابستگی فضایی میان مشاهدات در سطح معنی‌دار ۱ درصد، رد گردیده و لذا وابستگی فضایی

جدول ۲- نتایج آزمون مورانز برای آزمون خودهمبستگی فضایی میان جملات اختلال

ارزش احتمال	درجه آزادی	مقدار آماره
۰/۲۸	۱	۱/۰۷

۱- شایان ذکر است که نرمافزار مورد استفاده در این مطالعه برای تخمین مدل و انجام آزمون‌های مربوطه، نرمافزار Stata 14 می‌باشد.

یک و برای کشورهای غیرمجاور، مقدار صفر در نظر گرفته شده است؛ لذا ماتریس مجاورت، یک ماتریس متقان ۲۰×۲۰ با عناصر روی قطر اصلی صفر و عناصر خارج از قطر اصلی صفر و یک می‌باشد. در مرحله بعد، به منظور تعریف ماتریس وزنی فضایی از ماتریس مجاورت استاندارد شده مرتبه اول^۲ استفاده شده است. در این ماتریس، استانداردسازی بر مبنای مجموع هر یک از سطرهای ماتریس مجاورت صورت گرفته است. پس از تشکیل ماتریس وزنی فضایی، مدل تجربی تحقیق، برآورد می‌شود. نتایج تخمین مدل به صورت جدول ۳ می‌باشد.

براساس نتایج جدول ۲ می‌توان بیان کرد فرضیه صفر که دلالت بر نبود خودهمبستگی فضایی در بین جملات اختلال دارد؛ در سطح معنی‌دار ۱ درصد رد نشده و لذا خودهمبستگی فضایی در بین جملات اختلال، وجود ندارد. در ادامه به منظور بررسی همگرایی درآمد مناطق، از مدل دوربین فضایی با در نظر گرفتن وابستگی فضایی میان مشاهدات، استفاده شده است. در این مدل، ابتدا ماتریس مجاورت یا همسایگی^۱ برای ۲۰ کشور مورد بررسی، طی سال‌های ۱۹۹۳-۲۰۱۵ تشکیل گردیده؛ بدین ترتیب که برای کشورهای همسایه یا مجاور، مقدار

جدول ۳- نتایج برآورده مدل به روش دوربین فضایی (SDM) متغیر وابسته رشد درآمد سرانه

متغیرهای توضیعی	ضریب تعیین (R^2)	ضریب	مقدار آماره Z	ارزش احتمال
عرض از مبدأ	-۰/۰۳	-۱۴/۰۳	-۲۲/۴۰	۰/۰۰۰
GDP لگاریتم	۰/۴۸	۰/۴۸	۱۳/۹۱	۰/۰۰۰
لگاریتم جمعیت	۰/۸۱	۰/۸۱	۵/۹۲	۰/۰۰۰
لگاریتم شدت انرژی	۰/۳۷	۰/۳۷	۸/۵۶	۰/۰۰۰
لگاریتم نسبت تولید صنعتی به GDP	۰/۶۴	۰/۶۴	۱۲/۰۶	۰/۰۰۰
لگاریتم ساختار مصرف انرژی	۰/۳۱	۰/۳۱	۲/۵۵	۰/۰۱
لگاریتم درجه باز بودن تجاری	-۰/۰۷۶	-۰/۰۷۶	-۲/۳۲	۰/۰۲
وقفه فضایی لگاریتم	-۰/۰۵	-۰/۰۵	-۵/۸۱	۰/۰۰۰
وقفه فضایی جمعیت	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۳	۰/۸۹
وقفه فضایی لگاریتم نسبت تولید صنعتی به GDP	۰/۰۵	۰/۰۵	۳/۲۵	۰/۰۰۱
وقفه فضایی شدت انرژی	۰/۰۰۹	۰/۰۰۹	۰/۹۵	۰/۳۴
وقفه فضایی ساختار مصرف انرژی	۰/۰۸	۰/۰۸	۵/۲۹	۰/۰۰۰
وقفه فضایی درجه باز بودن تجاری	۰/۰۲	۰/۰۲	۲/۲۶	۰/۰۲۴
(پ) وابستگی فضایی (p)	۰/۰۲۱	۰/۰۲۱	۲/۲۶	۰/۰۰۳
واریانس خطأ (σ^2)	۰/۱۹	۰/۱۹	۱۸/۱۱	۰/۰۰۰
ضریب تعیین (R^2)	۰/۹۸	۰/۹۸	-	-

آن است که رشد اقتصادی در بعضی مناطق، از طریق اثرات سریزی می‌تواند بر انتشار CO_2 سایر مناطق تأثیر بگذارد. همچنین یافته‌ها نشان می‌دهند که اثرات سریز توسعه اقتصادی، بر شدت کربن نسبت به مقیاس انتشار کربن بیشتر است. کشورها می‌توانند از طریق تعدیل ساختار رشد اقتصادی و تغییر جهت به سمت مسیر توسعه‌ای با انتشار پایین دی‌اکسیدکربن، اقدام به صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها کنند.

نتایج حاصل از برآورده مدل به روش دوربین فضایی (SDM) نشان می‌دهد ضریب مربوط به لگاریتم GDP، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد؛ یعنی افزایش رشد اقتصادی، منجر به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. ضریب منفی و معنی‌دار وقفه متغیر فضایی لگاریتم GDP ($W \times \text{Log}(GDP)$) بیانگر

۱- در تشکیل ماتریس مجاورت یا همسایگی بر اساس مطالعات مدیسون (۲۰۰۶) و سریاسی و بالما (۲۰۱۰)، کشورهای با مسافت کمتر از ۲۰۰۰ کیلومتر به عنوان کشورهای همسایه یا مجاور در نظر گرفته شده‌اند.

تجاری، تأثیر منفی و معنی‌داری بر انتشار CO_2 دارد. تحت روند جهانی شدن و سیاست‌های باز به کار رفته در کشورها، اقتصاد این کشورها را به سمت جلو هدایت می‌شود و نتایج و دستاوردهای متعددی را به بار می‌آورد. نتایج، نشان می‌دهند، ضرایب بسیاری از متغیرهای مستقل، معنی‌دار بوده و علامت‌های آنها نیز مطابق انتظار است. ضرایب متغیر وقفه فضایی نیز مثبت و معنی‌دار است. این امر بیانگر آن است که انتشار دیاکسید کربن در مناطق مختلف با هم مرتبط است. متغیر شدت انرژی، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دیاکسید کربن دارد که نشان می‌دهد نوآوری تکنولوژیکی در کشورهای منطقه منا و کاهش متناسب در شدت انرژی می‌تواند کمک بزرگی به کاهش انتشار کربن باشد. از آنجا که تنظیم ساختار صنعت و مصرف انرژی، دشوار است؛ کشورهای مورد نظر، نیازمند جستجوی راههای مناسب به عنوان نوآوری تکنولوژیکی در جهت بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش انتشار کربن هستند. بروز فناوری‌هایی با انتشار پایین کربن؛ از جمله فناوری‌های پاک جایگزین انرژی، تکنولوژی انرژی تجدیدپذیر و انرژی‌های نو که در حال حاضر در مراحل اکتشاف انرژی، تحول و برسی کاربردهاست، حمایت قابل توجهی را در دستیابی به هدف کاهش انتشار آلاینده‌ها تا سال ۲۰۲۰ خواهد داشت. به طور عمده، کاهش شدت انرژی از نوآوری در فناوری حاصل می‌شود که به نوبه خود قادر است بر شدت انتشار کربن، تأثیرگذار باشد. از آنجایی که ضریب $(W \times Log(EI))$ ، مثبت است ولی معنی‌دار نیست؛ یعنی هیچ اثر سرریز فضایی برای شدت انرژی بر انتشار دیاکسید کربن وجود ندارد؛ این دلیل را می‌توان بیان کرد که جریان تکنولوژی انتشار کربن از منطقه‌ای به منطقه دیگر، به سختی تحقق می‌پذیرد. تقلید از توسعه فناوری‌های کاهش انتشار CO_2 تا حد زیادی تحت تأثیر توسعه منطقه‌ای، اقتصادی و قابلیت نوآوری است.

اثرات اندازه جمعیت در برآورد انتشار دیاکسید کربن، به صورت مثبت و معنی‌دار می‌باشد، این امر نشان می‌دهد که افزایش جمعیت، منجر به شدت بیشتر انتشار کربن می‌شود. تقاضا برای مصرف انرژی به طور چشمگیری با رشد جمعیت، افزایش می‌یابد که این امر به نوبه خود، موجب تولید بیشتر گازهای گلخانه‌ای می‌شود. صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار آلاینده‌ها، به جنبه مهمی در تنظیم ساختار اقتصاد کشورها و مسیر توسعه آن‌ها تبدیل شده است. لگاریتم نسبت تولید صنعتی به GDP تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دیاکسید کربن دارد؛ به طوری که برای دستیابی به هدف کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای، کشورها باید ساختار اقتصادی خود را تنظیم کنند و به توسعه فناوری بالا و صنایع خدماتی مدرنی بپردازند که موجب انتشار پایین‌تر آلاینده‌ها می‌شود. از سوی دیگر، اثرات سرریز ساختار صنعت در سطح انتشار کربن، مثبت و معنی‌دار است؛ این امر نشان می‌دهد که اثرات سرریز ساختار صنعتی بر شدت انتشار کربن وجود دارد. شاخص‌های مختلفی از شدت انتشار کربن در مراحل تولید و مصرف انرژی برای کشورها به عنوان مشوّقی در تنظیم ساختار و استراتژی‌های تولید و مصرف انرژی رائه شده است که می‌تواند موجب کاهش انتشار کربن شود.

ضریب مربوط به متغیر ساختار مصرف انرژی، مثبت و معنی‌دار می‌باشد؛ به این معنی که تغییرات در ساختار مصرف انرژی استفاده از انرژی‌های غیرفاسیلی؛ مانند باد، هسته‌ای، انرژی خورشیدی و زیست‌توده و ... است. استفاده از گاز باید از طریق تنظیم سیاست‌های صنعتی و سیاست‌های تجارت بین‌المللی، افزایش یابد. همچنین مثبت و معنی‌دار بودن وقفه فضایی متغیر ساختار مصرف انرژی، بیانگر اثرات سرریز انتشار دیاکسید کربن است که در اثر افزایش مصرف انرژی، حاصل می‌شود؛ در حالی که لگاریتم درجه باز بودن

جدول ۴- نتایج حاصل از اثرات مستقیم، غیرمستقیم و کل

متغیرهای توضیحی	اثر مستقیم	اثر غیرمستقیم	اثر کل
لگاریتم درآمد اولیه	۰/۶۱	-۰/۱۰	۰/۵۱
لگاریتم جمعیت	۰/۸۷	-۰/۱۴	۰/۷۳
لگاریتم شدت انرژی	۰/۴۷	-۰/۰۸	۰/۳۹
لگاریتم نسبت تولید صنعتی به GDP	۰/۸۰	-۰/۱۳	۰/۶۷
لگاریتم ساختار مصرف انرژی	۰/۴۸	-۰/۰۷	۰/۴۰
لگاریتم درجه باز بودن تجاری	-۰/۲۴	۰/۰۴	-۰/۲۰

افزایش رشد و توسعه در این نوع کشورها، آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش خواهد یافت. اندازه جمعیت نیز همان طور که انتظار می‌رفت رابطه مثبت با انتشار CO_2 دارد. به این صورت که با افزایش جمعیت، فعالیت‌های مخرب بشر نیز افزایش می‌یابد و در نتیجه به محیط‌زیست، صدمه بیشتری می‌زند. طبق انتظار، ساختار مصرف انرژی و شدت انرژی نیز تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. همچنین درجه باز بودن تجاری، دارای تأثیر منفی و معنی‌داری بر انتشار CO_2 است.

- تجزیه و تحلیل‌ها نشان می‌دهد که توجه هر چه بیشتر به همبستگی مکانی، ناهمنگی و اثرات بیرونی در سیاست‌گذاری، بسیار حائزه‌میت است. کنترل انتشار کربن با کاهش تولید، امکان‌پذیر نیست اما با مصرف کم انرژی می‌توان به مسیری با انتشار پایین کربن، دست یافت. با توجه به این واقعیت که انتشار کربن در میان مناطق و صنایع، متفاوت هستند، استراتژی‌های زیر، به منظور کاهش انتشار کربن با حفظ رشد اقتصادی، پیشنهاد می‌شود:

- تقویت نوآوری در فناوری، بهینه‌سازی ساختار صنعت، گسترش سیاست‌های باز به منظور تجارت و سرمایه‌گذاری خارجی، انتخاب فناوری‌هایی با انتشار کم CO_2
- اندیشیدن تمهداتی در راستای ارتقای تکنولوژی تولید و تدوین الگوهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی

نتایج حاصل از محاسبه اثرات مستقیم، اثرات غیرمستقیم و اثرات کل (جدول ۴)، نشان می‌دهد اثرات کل و مستقیم، مربوط به تمامی متغیرها مثبت است ولی اثرات غیرمستقیم آن‌ها، منفی می‌باشد. فقط برای متغیر درجه باز بودن تجاری، اثرات مستقیم و کل، منفی هستند و اثرات غیرمستقیم، مثبت می‌باشد.

۶- نتیجه‌گیری و پیشنهاد

در این مطالعه، با استفاده از الگوی رگرسیون اثرات تصادفی جمعیت، رفاه و فناوری (STRIPAT) تعیین‌یافته در سطح منطقه‌ای، عوامل مؤثر در مقیاس و شدت انتشار آلاینده‌ها در کشورهای منطقه‌منا ارزیابی شده است. بر این اساس، مدل دوربین فضایی با داده‌های پانل کشورها طی دوره زمانی ۱۹۹۳-۲۰۱۵، برای بررسی آثار عوامل مؤثر در شدت انتشار دی‌اکسیدکربن و بررسی همبستگی مکانی از انتشار کربن و اثرات سرریز این عوامل به کار گرفته شد. تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده، حاکی از آن است که:

- نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد که لگاریتم GDP تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار CO_2 دارد؛ به این معنی که با افزایش درآمد سرانه انتشار دی‌اکسید کربن نیز افزایش می‌یابد. این نتیجه می‌تواند به این دلیل باشد که اکثر کشورهای منا در سطح توسعه‌یافته‌گی پایینی قرار دارند و هنوز به سطح دلخواهی از توسعه نرسیده‌اند. بنابراین بر اساس نظریه کوزنتر، با

- محیط‌بزیستی. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، ۲(۵)، ۱۷۷-۱۵۳.
- صادقی، سید‌کمال؛ ابراهیمی، سعید. (۱۳۹۲). تأثیر توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بر آلودگی محیط‌بزیست در ایران (رهیافت ARDL). نشریه پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۲(۷)، ۷۳-۴۳.
- صادقی، سید‌کمال؛ سجادی، سکینه؛ احمدزاده دلچوان، فهیمه. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر متغیرهای جمعیتی بر کیفیت محیط‌بزیست بر مبنای مدل STIRPAT. مجله علوم و تکنولوژی محیط‌بزیست، ۱۸ (ویژه‌نامه شماره ۳)، ۲۵۷-۲۷۵.
- عسگری، علی؛ اکبری، نعمت‌الله. (۱۳۸۰). روش‌شناسی اقتصادسنجی فضایی؛ تئوری و کاربرد. مجله پژوهشی علوم انسانی دانشگاه اصفهان، ۱۲(۲-۱)، ۱۲۲-۹۳.
- علی‌شیری، هدیه؛ محمدخانلی، شهرزاد؛ محمدباقری، اعظم. (۱۳۹۶). مطالعه عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن در کشور (با رویکرد تحلیل تجزیه لاسپیز اصلاح شده). فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌بزیست، ۱۹(۲)، ۶۲-۵۱.
- فترس، محمدحسن؛ صحرایی، راضیه؛ یاوری، معصومه. (۱۳۹۶). بررسی اثر جنگ بر امنیت غذایی در کشورهای منتخب منطقه منا ۱۳۹۳-۱۳۶۹ (رویکرد پانل دیتای نامتوازن). نشریه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱(۳۰)، ۶۶-۵۵.
- فلاحی، فیروز؛ حکمتی‌فرید، صمد. (۱۳۹۲). بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی). فصلنامه اقتصاد محیط‌بزیست و انرژی، ۲(۶)، ۱۵۰-۱۲۹.
- کهنه‌سال، محمدرضا؛ شایان‌مهر، سمیرا. (۱۳۹۵). آثار متقابل مصرف انرژی، رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌بزیست: کاربرد الگوی معادلات هم‌زمان فضایی داده‌های تابلویی. نشریه پژوهش‌نامه اقتصاد انرژی ایران، ۵(۱۹)، ۲۱۶-۱۷۹.
- محمدزاده، پرویز؛ اکبری، اکرم. (۱۳۹۳). بررسی عوامل تعیین کننده انتشار دی اکسید کربن توسط خانوارهای شهری: کاربرد مدل‌های هکمن. نشریه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۳(۱۰)، ۸۲-۵۹.
- محمدی، حسین؛ تیرگری سراجی، محمد. (۱۳۹۲). بررسی ارتباط میان رشد اقتصادی، آزادسازی تجاری و آلودگی

- اتخاذ سیاست‌های تشویقی و تنمیه‌ی در راستای بهینه‌سازی سطح جمعیت

- سیاست‌گذاری‌های بین‌منطقه‌ای توسط دولت‌های کشورهای همسایه در راستای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کل منطقه مربوط به هر کشور.

۷- منابع

- بهبودی، داود؛ سلمانی، بهزاد؛ دهقانی، صدیقه. (۱۳۹۴). اثر تجارت بین‌الملل بر محیط‌بزیست در کشورهای عضو اپک. نشریه اقتصاد کلان، ۱۰(۱۹)، ۲۳-۱۳.
- پورعبدالهان کوچیج، محسن؛ برقی اسگویی، محمدمهدي؛ پناهی، حسین؛ صالحی ابر، خدیجه؛ قاسمی، ایرج. تجزیه عوامل مؤثر بر انتشار آلودگی دی اکسید کربن در صنایع محصولات کائی غیرفلزی ایران. فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۴(۱۶)، ۷۵-۴۳.
- تمیزی، علیرضا. (۱۳۹۴). عوامل مؤثر بر انتشار گاز دی اکسید کربن در کشورهای در حال توسعه با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی بیزینی. نظریه‌های کاربردی اقتصاد، ۲(۴)، ۱۶۸-۱۴۵.
- دلغان، محبوبه. (۱۳۹۱). آزمون فرضیه پناهگاه آلودگی از سوی کشورهای عضو گروه جی ۱ به کشورهای عضو گروه دی ۱ با استفاده از داده‌های پانل. پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی. دانشکده علوم اقتصادی، دانشگاه علامه طباطبائی.
- رفیعی، حامد؛ غزنوی، شیوا؛ صالح، ایرج. (۱۳۹۶). بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن در ایران؛ با تأکید بر آثار بیانیه ۲۱ ریو. نشریه پژوهش‌های محیط‌بزیست، ۱(۱۵)، ۱۵۳-۱۶۴.
- روزی‌طلب، آناهیتا؛ حسین‌پور، عبدالکریم. (۱۳۹۶). بررسی رابطه علی بین عوامل مؤثر بر آلودگی محیط‌بزیست در ایران طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۵۵. فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، ۵(۲۰)، ۴۵-۲۷.
- صادقی، زین‌العابدین؛ گلستانی، شهرام؛ پوربافرانی، احسان. (۱۳۹۲). بررسی اثرات القایی قیمت انرژی بر روی تغییرات فناوری کارگاه‌های صنعتی ایران و ارزیابی آثار

- Poumanyvong, P., & Kaneko, S. (2010). Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics*, 70(2), 434-444.
- Satterthwaite, D. (2009). The implications of population growth and urbanization for climate change. *Environment and Urbanization*, 21(2), 545-567.
- Wang, Y., & Zhao, T. (2015). Impacts of energy-related CO₂ emissions: evidence from under developed, developing and highly developed regions in China. *Ecological Indicators*, 50, 186-195.
- Wang, Z., Yin, F., Zhang, Y., & Zhang, X. (2012). An empirical research on the influencing factors of regional CO₂ emissions: evidence from Beijing city, China. *Applied Energy*, 100, 277-284.
- World Bank. (2015). World Development Indicators CD-ROM.
- York, R., Rosa, E. A., & Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological economics*, 46(3), 351-365.
- Zhu, Q., & Peng, X. (2012). The impacts of population change on carbon emissions in China during 1978–2008. *Environmental Impact Assessment Review*, 36, 1-8.
- محیط‌زیست: بررسی کشورهای منتخب منطقه خاورمیانه. *فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی*, ۲(۶)، ۱۸۳-۲۰۷.
- Balogh, J. M., & Jámbor, A. (2017). Determinants of CO₂ emission: A global evidence. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(5), 217-226.
- LeSage, J., & Pace, R. K. (2009). *Introduction to spatial econometrics*. Chapman and Hall/CRC.
- Liddle, B. (2015). What are the carbon emissions elasticities for income and population? Bridging STIRPAT and EKC via robust heterogeneous panel estimates. *Global Environmental Change*, 31, 62-73.
- Liu, Y., Xiao, H., Zikhali, P., & Lv, Y. (2014). Carbon emissions in China: a spatial econometric analysis at the regional level. *Sustainability*, 6(9), 6005-6023.
- Long, R., Yang, R., Song, M., & Ma, L. (2015). Measurement and calculation of carbon intensity based on ImPACT model and scenario analysis: A case of three regions of Jiangsu province. *Ecological indicators*, 51, 180-190.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economics*, 36, 262-267.