

بررسی اثر عوامل اقتصادی و غیراقتصادی بر عملکرد محیط زیست:

مدل پنل دیتای فضایی برای کشورهای حوزه خلیج فارس

ریحانه گنجی*

زهرا عابدی**

عبدالرسول قاسمی***

امیر محمدی نژاد****

محمدصادق علیپور*****

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۵

چکیده

امروزه عملکرد محیط زیست، مورد توجه گسترده‌ای قرار گرفته است. مسائلی همچون آلودگی هوا، گرمایش زمین، نابودی زیستگاه‌های طبیعی، تهدید تنوع زیستی، بحران کم‌آبی و بیابان‌زایی از جمله عواملی مسائلی هستند که آینده بشر را تهدید می‌کنند. حجم فعالیت‌های نفت و گاز کشورهای حاشیه خلیج فارس، از جمله بسترهایی هستند که توجه به عملکرد محیط زیست این حوزه را نیز برجسته می‌سازند. از همین روی، مقاله حاضر به دنبال بررسی اثر عوامل اقتصادی و غیراقتصادی موثر در عملکرد زیست‌محیطی کشورهای حوزه خلیج فارس است که عوامل اقتصادی نرخ رشد اقتصادی، درجه بازبودگی اقتصادی، شدت انرژی و عوامل غیراقتصادی شهرنشینی، دموکراسی، جمعیت، توسعه سرمایه انسانی و توسعه مالی را با استفاده از مدل پنل دیتای فضایی مورد بررسی قرار می‌دهد تا آثار این تعامل را نیز آشکار سازد. جامعه آماری هشت کشور حوزه خلیج فارس، مشتمل بر کشورهای ایران، امارات متحده عربی، بحرین، عراق، عمان، عربستان سعودی، قطر و کویت است که دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ را مورد بررسی قرار می‌دهد. یافته‌های تحقیق، نشانگر معناداری اثرات فضایی مربوط به توسعه مالی، بازبودگی تجارت و شهرنشینی می‌باشد.

* دانشجوی دکتری اقتصاد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

** دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست، عضو هیئت علمی واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) (نویسنده مسئول این مقاله به درخواست نویسندگان و بنا بر موافقت هیئت تحریریه فصلنامه در تاریخ ۱۴۰۱/۱۰/۰۵ از خانم ریحانه گنجی به خانم زهرا عابدی تغییر کرد).

Email: abedi2015@yahoo.com

*** دانشیار، دانشکده اقتصاد، عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

**** دانشیار، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، عضو هیئت علمی واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

***** دانشیار، عضو هیئت علمی واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

واژگان کلیدی: عملکرد محیط‌زیست، عوامل اقتصادی، عوامل غیراقتصادی، پند دیتای فضایی، کشورهای حوزه خلیج فارس.

طبقه‌بندی JEL: F64, Q56, Q4

مقدمه

کمیابی و نسبت منابع به جمعیت، مسئله اساسی علم اقتصاد است و عوامل مؤثر بر تغییرات این نسبت، باعث افزایش اهمیت آن در طی زمان شده است. نسبت منابع به جمعیت، بدین معناست که جمعیت، برای ادامه حیات و رفاه خود، چه میزان منابع در اختیار دارند.

مالتوس (۱۷۹۷) نخستین اقتصاددانی بود که، با بدبینی و نگرانی، درباره محدودیت منابع طبیعی چاره‌جویی کرد. وی بر این باور بود که جمعیت، به صورت تصاعد هندسی، رشد می‌کند؛ در حالی که عرضه منابع خوراک برای جمعیت، به صورت تصاعد عددی رشد می‌کند. اگرچه پیش‌بینی مالتوس محقق نشد و رشد فناوری به کشاورزی کمک کرد تا این دو نرخ، با یکدیگر تناسب پیدا کنند، اما مسئله محیط‌زیست، منابع و عملکرد آن، مورد توجه اقتصاددانان در دوره‌های مختلف قرار گرفت.

همان‌طور که امروزه بر همگان واضح است، بین اقتصاد و محیط‌زیست واکنشی دوطرفه وجود دارد. بنگاه‌ها، با استفاده از منابع اقتصادی، از جمله مواد اولیه و انرژی، کالا و خدمات تولید می‌کنند و در این فرایند، قسمتی از نهاده‌های مورد استفاده در تولید را، به عنوان ضایعات و پسماند، شامل گازهای مونوکسید کربن، دی‌اکسید کربن، و یا مواد زائد جامد و فاضلاب، به محیط‌زیست باز می‌گردانند. این ضایعات موجب بروز آلودگی یا تحمیل هزینه‌های خارجی به جامعه می‌شود؛ لذا ضروری است، با شناسایی عوامل مؤثر بر تشدید یا تخفیف این خسارت‌ها، سیاست‌های مناسب، شناسایی و به‌کار گرفته شود.

می‌توان در حوزه خلیج فارس نیز، اثر عوامل متعدد پیش‌گفته (اقتصادی و غیراقتصادی) را بر روی کیفیت محیط‌زیست، تجزیه و تحلیل کرد. حجم فعالیت‌های نفت و گاز کشورهای حاشیه خلیج فارس، حضور گسترده کشتی‌های نفتی، تجاری و جنگی در خلیج فارس و طرح‌های توسعه جزایر خلیج فارس، از جمله بسترهایی

هستند که تحلیل وضعیت آلودگی هوای کشورهای حاشیه آن را، به‌عنوان یک مسئله مهم اقتصاد محیط‌زیست، برجسته می‌سازند. از همین روی، مقاله حاضر به دنبال بررسی اثر عوامل اقتصادی و غیراقتصادی مؤثر در عملکرد زیست‌محیطی کشورهای حوزه خلیج فارس است که برای پرهیز از اتکای صرف به داده‌های زمانی و مقطعی مربوط به این کشورها، اثرات فضایی نیز، در این تجزیه و تحلیل، در نظر گرفته شده تا براساس روابط همجواری بین کشورهای حاشیه خلیج فارس، بتوان به تصویری دقیق‌تر، از عوامل اقتصادی و غیراقتصادی مؤثر بر عملکرد زیست‌محیطی در این کشورها، دست یافت.

ساختار مقاله بدین شرح است: نخست در قسمت ادبیات تحقیق، مروری بر ادبیات نظری و تجربی درباره موضوع انجام می‌پذیرد. سپس مدل تحقیق، تشریح می‌شود که متغیرهای آن، براساس جمع‌بندی از سوابق نظری و تجربی، انتخاب شده‌اند. قسمت چهارم مقاله، به تجزیه و تحلیل داده‌ها، براساس مدل اقتصادسنجی فضایی، اختصاص دارد که آزمون فرضیات را، براساس مدل تحقیق، به انجام می‌رساند. در قسمت پنجم و پایانی نیز، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری تحقیق، صورت می‌گیرد.

ادبیات تحقیق

مطالعات نظری درباره عملکرد محیط‌زیست، در قالب سه گروه کلی، قابل تقسیم است:

- بهره‌برداری بهینه و مطلوب از محیط‌زیست؛
- روش‌های تحلیل هزینه-فایده استفاده از منابع محیط‌زیست؛
- معضلات زیست‌محیطی گریبانگیر قلمروی ملی یا بین‌المللی و جهانی؛

گروه سوم از مطالعات، پس از دهه ۱۹۷۰، مورد توجه جدی قرار گرفت؛ چون پیش از آن، با وجود هشدارهای اقتصاددانان کلاسیک بدین درباره فرسایش محیط‌زیست، نگرانی عمده‌ای در این مورد، وجود نداشت. اروین^۱ (۲۰۰۱، ص ۴) بر این باور است که دلیل اصلی نبود چنین نگرانی، وجود فرضی ضمنی درباره قابلیت تفکیک جامعه از محیط‌زیست یا طبیعت بود. دانشمندان علوم اجتماعی، به‌طور کلی، به امور اجتماع پرداختند و موضوع محیط‌زیست و طبیعت را به علوم طبیعی محول کردند. حتی

1. Irwin

احتساب زمین (و سایر منابع طبیعی) به‌مثابه یک عامل تولید نیز، جنبه‌هایی مانند آلودگی یا فرسایش زمین را در نظر نمی‌گرفت و این منابع، به‌عنوان موهبتی موجود و تجدیدپذیر لحاظ می‌شدند.

پس از دهه ۱۹۷۰، متفکران علوم اجتماعی و علوم زیستی، با انتقاد از سرمایه‌داری به عنوان منبع تخریب محیط‌زیست، پیوند بین علوم اجتماعی و محیط‌زیست را، از نگاه صرف به‌مثابه عامل تولید، به‌سمت نگرانی از تخریب و فرسایش محیط‌زیست، گسترش دادند. میدو و همکاران^۱ (۱۹۷۲) در گزارش خود برای کلوب روم^۲، مفهوم محدودیت‌های رشد را مطرح کردند. الگوی محدودیت‌های رشد، برای ارزیابی پنج متغیر شتاب صنعتی‌شدن، رشد سریع جمعیت، سوء‌تغذیه، تخلیه منابع طبیعی تجدیدناپذیر و تخریب محیط‌زیست، ارائه شد.

درهمین‌راستا، ولف^۳ (۱۹۸۶) و اکانر^۴ (۱۹۹۶) بر این باور بودند که برای مدت‌زمانی طولانی، هوا و آب، نمادی از کالاهای رایگان بوده‌اند که استفاده از آنها، هیچ محدودیت و بهایی نداشته و در فعالیت‌های اقتصادی، منابع طبیعی بدون توجه به آثار و پیامدهای زیان‌بار فرسایش یا تجدیدپذیری آنها، به کار گرفته می‌شده‌اند؛ اما از زمانی که منابع محیط‌زیست و تهدید کاهش، فرسایش یا نابودی آنها به یک مسئله عمومی تبدیل شد، مفهوم محیط‌زیست، در تئوری‌های اقتصادی و سپس تئوری‌های تخصصی زیست‌محیطی، جایگاه محوری را پیدا کرد.

پرمن و همکاران^۵ (۱۳۹۶، ص ۳) بر این باورند که کمیابی منابع طبیعی، به هزینه استفاده و بهره‌برداری از آنها و هزینه فرصت استفاده از آنها اشاره دارد و بیان می‌کنند هزینه کامل استفاده از منابع طبیعی (هزینه اجتماعی) به مجموع تمام هزینه‌های خصوصی (فرصت) و خارجی (عمومی) مربوط به استفاده از منابع محیط‌زیست، اشاره دارد.

اما مطالعات تجربی درباره عملکرد محیط‌زیست، با مطالعه گراسمن و کروگر (۱۹۹۵) با تمرکز بر منحنی کوزنتس زیست‌محیطی (EKC) آغاز شد. درهمین‌راستا، مطالعات متمرکز بر اثر درآمد سرانه، به‌عنوان تنها متغیر توضیحی و در قالب مدل‌های ساده

1. Meadows et al.
2. Club of Rome
3. Wolf
4. O'Connor
5. Perman et al.

رگرسیونی مانند شفیق^۱ (۱۹۹۴)، هولتز-ایکن و سلدن^۲ (۱۹۹۵) و رابرتز و گریمز^۳ (۱۹۹۷) درباره شکل منحنی کوزنتس زیست محیطی که به این نتیجه رسیدند که این منحنی، U شکل نیست.

مطالعات دیگری روی متغیرهای توضیحی بیشتری متمرکز شدند؛ از جمله مطالعه دیژگراف و ولورگ^۴ (۱۹۹۸) به روش پانل دیتا، یا مطالعه پانایوتو و همکاران^۵ (۲۰۰۰) یا ایگلی^۶ (۲۰۰۲) به روش مدل های تصحیح خطا و تغییر گرایش از مدل های پانل دیتا (به دلیل اعتقاد به اثر درجه متفاوت توسعه کشورها روی نتایج نامتجانس).

دسته ای دیگر از مطالعات، مطالعات متمرکز بر مدل های ARDL یا خودرگسیون دارای وقفه توزیعی است که از داده های پانل دیتا و سری زمانی نیز بهره گرفته اند؛ مانند کرزلی و ریدل^۷ (۲۰۱۰) و فرانکلین و روت^۸ (۲۰۱۲) در ارزیابی اثر ثروت و نابرابری درآمدی، روی آلودگی هوا یا مطالعاتی مانند بایک^۹ (۲۰۱۵) و ال-مولالی و همکاران^{۱۰} (۲۰۱۶) در ارزیابی اثر متغیرهای توضیحی جدیدی مانند شدت انرژی و ترکیب انرژی.

اما در مطالعات پیشین، اثر روابط فضایی در تصریح معادلات، نادیده گرفته شده است. وانگ و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۳) و کانگ و همکاران^{۱۲} (۲۰۱۶) روی این نکته تأکید داشتند که روابط متقابل فضایی، انعکاسی از فرایند یکپارچگی جهانی است که در تجارت، جریان های سرمایه و اشاعه فناوری خود را نشان می دهد. براساس چنین رویکردی، مطالعات مربوط به محیط زیست و اثر عوامل اقتصادی و غیراقتصادی روی آن، به سمت مطالعات مبتنی بر آثار فضایی ملی یا منطقه ای توسعه یافت. گروهی از مطالعات مانند مکفرسون و نیزویادومی^{۱۳} (۲۰۰۵) تحلیل فضایی اثر عوامل اقتصادی و غیراقتصادی

-
1. Shafik
 2. Holtz-Eaken and Selden
 3. Roberts and Grimes
 4. Dijkgraaf and Vollebergh (1998)
 5. Panayotou *et al.*
 6. Eagli
 7. Kearsley and Riddle
 8. Franklin and Ruth
 9. Baek
 10. Al-Mulali *et al*
 11. Wang *et al*
 12. Kang *et al*
 13. McPherson, M.A.; Nieswiadomy

روی کیفیت محیط‌زیست را، از نظر تهدید گونه‌های پستانداران و پرندگان ۱۱۳ کشور جهان، مورد مطالعه قرار دادند. آنها روی نیاز به آزمون خودهمبستگی فضایی بالقوه تأکید داشتند؛ چون معتقد بودند ریسک‌های مؤثر بر تنوع زیستی، فراتر از مرزهای سیاسی است.

اما در زمینه تحلیل فضایی آلودگی محیط‌زیست، از نظر انتشار دی‌اکسیدکربن، راپسینگا و همکاران^۱ (۲۰۰۴) سرریز فضایی در چارچوب منحنی کوزنتس زیست‌محیطی را بررسی کردند. توییه و همکاران^۲ (۲۰۱۱) فرضیه منحنی کوزنتس زیست‌محیطی را، برای ریسک تنوع زیستی در ایالات متحده و براساس رویکرد اقتصادسنجی فضایی، به انجام رساندند. آنها از شاخص MODEX^۳ استفاده کردند که برای ارزیابی ریسک تنوع زیستی ملی به کار می‌رود. این مطالعات حاکی از وجود خودهمبستگی فضایی، به‌ویژه از نظر آثار همجواری درآمد روی انتشار دی‌اکسیدکربن در سطح ملی بودند. ژائو و همکاران^۴ (۲۰۱۴) نیز، اثر تولید سرانه استانی بر روی شدت دی‌اکسیدکربن را، در ۳۰ استان چین، در دوره ۱۹۹۱-۲۰۱۰ و به روش اقتصادسنجی فضایی پانلی تجمعی، بررسی کردند. اما به‌عنوان رویکردی میان‌کشوری، مدیسون^۵ (۲۰۰۶) با استفاده از سه مدل فضایی SLM^۶، SLX^۷ و SEM^۸ به تحلیل انتشار چندین آلاینده متعدد پرداخت. او فرض را بر این گذاشت که سرانه انتشار آلاینده‌ها در کشورها، از کشورهای همجوار آنها اثر می‌پذیرد. او به این نتیجه رسید که سرانه انتشار دی‌اکسیدسولفور در یک کشور، از سرانه انتشار در کشورهای همجوار، به‌شدت تأثیر می‌گیرد. سادورسکی^۹ (۲۰۱۳) نیز، رابطه بین شدت انرژی و وفور ثروت با آلودگی را، در میان ۱۶ کشور نوظهور و برای دوره ۱۹۷۱-۲۰۰۱ بررسی کرد.

1. Rupsingha *et al*

2. Tevie *et al*

۳. شاخص MODEX برای سنجش ریسک تنوع زیستی به کار می‌رود و بر اساس شاخص ملی ارزیابی تنوع زیستی، طراحی شده است. این شاخص، فعالیت‌های انسانی و ابزارهای حفظ محیط‌زیست را نیز به حساب می‌آورد.

4. Zhao *et al*

5. Maddison

6. Spatial Lag Model

7. Spatial Lag of X

8. Spatial Error Model

9. Sadorsky

حسینی و کانکو^۱ (۲۰۱۳) روی فرضیه کوزنتس زیست محیطی برای شدت دی اکسید کربن و سرریز فضایی کیفیت محیط زیست، در ۱۲۹ کشور در حال توسعه و توسعه یافته متمرکز شدند و مطالعه خود را، براساس روش اقتصادسنجی فضایی پانلی، به روش رگرسیون های به ظاهر نامرتبط و براساس ماتریس وزنی نهادی، به انجام رساندند.

در همین راستا، مطالعه بالادو- نوس و همکاران^۲ (۲۰۱۸) از جدیدترین مطالعات درباره آلودگی هوا، براساس رویکرد اقتصادسنجی فضایی است. اثر همجواری کشورها را بر روی انتشار گاز دی اکسید کربن بررسی کردند. آنها ۱۷۳ کشور جهان را در دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۴ مورد مطالعه قرار دادند تا نقش مصرف انرژی تجدیدپذیر، سهم بخش خدمات در GDP، شدت انرژی و درآمد واقعی سرانه در میزان انتشار سرانه CO₂ را تجزیه و تحلیل کنند. آنها برای هفت مجموعه از کشورها، دو دسته مدل استاندارد و فضایی پانل را به کار گرفتند. اگرچه این مطالعات، به طور عمده، روی منحنی کوزنتس زیست محیطی متمرکز بوده اند، اما ساختار تصریح مدل آنها، به ویژه در مطالعه بالادو- نوس و همکاران (۲۰۱۸)، عواملی از قبیل شدت انرژی، درآمد سرانه و مصرف انرژی تجدیدپذیر را لحاظ کرده است.

مطالعات داخلی، مبتنی بر روش اقتصادسنجی فضایی، برای بررسی کیفیت محیط زیست نیز، روی منحنی کوزنتس زیست محیطی تمرکز دارند. میرشجاعیان حسینی و رهبر (۱۳۹۰) فرضیه زیست محیطی کوزنتس را برای دی اکسید کربن و دیگر ذرات معلق در کشورهای آسیایی و برای دوره ۱۹۹۹-۲۰۰۷، براساس مدل خودرگرسیون فضایی و خطای فضایی بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها، دال بر تأیید اثر سرریز فضایی آلاینده های دی اکسید کربن و ذرات معلق در ۳۵ کشور منتخب آسیایی بود. در مطالعه دیگری، محمدزاده و همکاران (۱۳۹۱)، فرضیه کوزنتس زیست محیطی را برای کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا (MENA) برای دوره ۱۹۹۰-۲۰۰۹ آزمون کردند. نتایج مطالعه آنها، ضمن تأیید فرضیه EKC، آثار سرریز مجاورتی مثبت آلودگی برای کشورها را تأیید کرد. شهبازی و همکاران (۱۳۹۴) نیز، عوامل مؤثر در انتشار آلودگی هوا را، بر اساس رویکرد دوربین فضایی و برای کشورهای حوزه دریای خزر، ارزیابی کردند. آنها ۱۱ کشور حوزه دریای خزر را برای بررسی اثرات

10. Hosseini and Kaneko

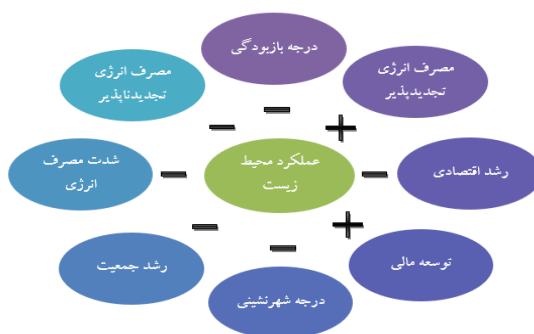
1. Balado- Naves *et al*

سرریز فضایی آلودگی و تکنولوژی و در طی دوره ۱۹۹۲ تا ۲۰۱۰ بررسی کردند و با استفاده از مدل دوربین فضایی (SDM)، نشان دادند که درجه شهرنشینی و شدت انرژی در انتشار سرانه دی‌اکسیدکربن، اثر مثبت و معناداری دارد. محمودی اصل و همکاران (۱۳۹۸) در بررسی رابطه بین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای عضو اوپک، روی اقتصادسنجی فضایی، متمرکز شدند. آنها دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۱۷ را مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که مصرف انرژی، با انتشار دی‌اکسیدکربن، رابطه مستقیم و معناداری دارد و نبود تکنولوژی پیشرفته، مسبب شدت بالای انرژی در این کشورهاست که آلاینده‌گی را افزایش می‌دهد.

نمودار ۱، مبانی نظری تحقیق را، براساس جمع‌بندی از مطالعات نظری و تجربی، نشان می‌دهد. براین اساس، عملکرد زیست‌محیطی، به‌مثابه متغیر وابسته، و متغیرهای رشد شهرنشینی، رشد اقتصادی، توسعه مالی، درجه بازبودگی، مصرف انرژی تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر، رشد جمعیت و شدت مصرف انرژی، به‌مثابه متغیرهای توضیحی، در نظر گرفته می‌شوند که اثر انتظاری آنها، بر روی متغیر وابسته، با علامت + و - نشان داده شده است. مطالعات اولیه اقتصاددانان کلاسیک بدین، درباره نسبت جمعیت و منابع (به‌خصوص منابع طبیعی)، دال بر این بود که همراه با افزایش جمعیت، فرسایش منابع رو به فزونی می‌گذارد و از این‌روی، متغیر جمعیت، به‌عنوان یکی از متغیرهای توضیحی اصلی، در نظر گرفته شد. افزون بر این، شهرنشینی و رشد جمعیت شهرنشین، به معنای تقاضای بیشتر برای حمل‌ونقل و ترافیک شهری است که از مجرای افزایش تولید آلاینده‌ها، روی عملکرد محیط‌زیست، کارگر می‌افتد و به این اعتبار، به‌عنوان متغیر توضیحی دیگر در مدل، لحاظ می‌شود. اما همراه با توسعه انسانی، افراد به اهمیت منابع محیط‌زیست و برداشت پایدار از آنها پی می‌برند و به این دلیل، انتظار می‌رود که همراه با توسعه انسانی، توجه به محیط‌زیست و حفظ آن، بیشتر شود و به‌همین دلیل، به‌عنوان متغیر توضیحی دیگری در نظر گرفته می‌شود. به‌همین ترتیب، شدت مصرف انرژی و افزایش مصرف انرژی نیز می‌تواند عملکرد محیط‌زیست را، به‌صورت منفی، تحت‌تأثیر قرار دهد و این امر در مطالعات تجربی، نشان داده شد. رشد اقتصادی نیز، براساس رویکرد منحنی کوزنتس زیست‌محیطی، به‌خصوص در کشورهای روبه‌توسعه، متغیری اثرگذار است. درجه بازبودگی نیز، از

طریق افزایش حمل و نقل، روی محیط زیست اثر می گذارد و توسعه مالی، به واسطه کاهش فقر، می تواند عاملی در کاهش آسیب و برداشت ناپایدار از محیط زیست باشد. این متغیرها در زمره پرتکرارترین و مؤثرترین متغیرها در مطالعات تجربی بوده اند و از این روی، برای احتساب عوامل مؤثر و اثرگذاری فضایی احتمالی آنها، در مدل وارد شده اند.

نمودار ۱: مبانی نظری براساس مطالعات نظری و تجربی



مأخذ: جمع بندی محقق از مطالعات نظری و تجربی

مدل تحقیق

برای تجزیه و تحلیل اطلاعات در این تحقیق، از رویکرد مدل پانل پویای فضایی استفاده می شود تا اثرات همجواری کشورهای منتخب، بر روی دیگر، به حساب آید. اقتصادسنجی فضایی، روی وابستگی میان مشاهدات مکانی متمرکز می شود و برای توصیف ترتیبات فضایی واحدهای جغرافیایی نمونه، ماتریس وزن های فضایی را به کار می برد. برای آزمون اثرات فضایی و وابستگی فضایی، بین کشورهای منتخب، از آزمون موران استفاده می شود:

$$I = \frac{n}{s_0} \times \frac{\sum_i \sum_j (Y_i - \bar{Y}) W_{ij} (Y_j - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2}$$

آزمون موران

در معادله موران n تعداد کشورها، Y_i و Y_j مقدار متغیر i و j، \bar{Y} میانگین متغیر و W ضریب همسایگی دو منطقه است. ضریب موران، اغلب بین -1 و +1 قرار دارد؛ هر چند ممکن است در حالت های حدی، خارج از این بازه قرار گیرد. اگر ضریب موران به

مقدار ۱+ نزدیک شود خودهمبستگی فضایی مثبت^۱ وجود دارد و توزیع به صورت خوشه‌ای^۲ است. اگر به ۱- نزدیک شود، خودهمبستگی فضایی منفی^۳ داریم و توزیع به صورت یکنواخت^۴ (شطرنجی) است و اگر صفر باشد، خودهمبستگی فضایی نداریم^۵ و توزیع، تصادفی^۶ است. در این مقاله، ماتریس وزن‌های فضایی براساس رابطه تجاری بین کشورهای منتخب و فرمول زیر، محاسبه شد:

$$W_{ij} = \frac{1}{2T} \sum_{t \in T} \left(\frac{\text{export}_{ij,t}}{\sum_j \text{export}_{ij,t}} + \frac{\text{import}_{ij,t}}{\sum_j \text{import}_{ij,t}} \right)$$

در رابطه بالا، $\text{Export}_{ij,t}$: میزان صادرات بین دو کشور i و j در طول دوره t و $\text{Import}_{ij,t}$: میزان واردات بین دو کشور i و j در طول دوره t را نشان می‌دهند. از این روی، مدل تحقیق براساس معادله شماره ۱، تصریح می‌شود.
معادله ۱.

$$\begin{aligned} \ln EPI_{it} = & \alpha_i + \gamma_t + \beta_{pop} \ln POP_{it} + \beta_{gdp} \ln GDP_{it} + \\ & \beta_{eod} \ln EOD_{it} + \beta_{ei} \ln EI_{it} + \beta_{urb} \ln URB_{it} + \beta_{logr} \ln LOGR_{it} + \\ & \beta_{psi} \ln PSI_{it} + \beta_{BUD} \ln BUD_{it} + \theta_1 \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln POP_{it} + \\ & \theta_2 \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln GDP_{it} + \theta_3 \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln EOD_{it} + \\ & \theta_4 \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln EI_{it} + \theta_5 \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln URB_{it} + \\ & \theta_6 \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln LOGR_{it} + \theta_7 \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln PSI_{it} + \\ & \theta_8 \sum_{j=1}^N w_{ij} \ln BUD_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned}$$

$$\varepsilon_{it} = \lambda \sum_{j=1}^N w_{ij} \varepsilon_{it} + v_{it}$$

معادله بالا از سه بخش تشکیل شده است: در بخش اول، قالب معمول معادلات لگاریتمی دوطرفه به چشم می‌خورد که، براساس جدول بخش داده‌ها و نتایج، به معرفی آنها خواهیم پرداخت. بخش دوم، جملات جبری جمع گسسته $\sum_{j=1}^N w_{ij}$ در معادله، آثار تعاملی برون‌زای مربوط به متغیر توضیحی j کشور همجوار کشور i را

-
1. Positive Autocorrelation
 2. Clustered
 3. Negative Autocorrelation
 4. Uniform/Dispersed
 5. No Autocorrelation
 6. Random

می‌سنجد. برای نمونه، $\sum_{j=1}^N w_{ij} \ln EI_{it}$ آثار تعاملی برون‌زای میان شدت انرژی تمامی j کشور همجوار کشور i را اندازه می‌گیرد. ضرایب θ_p نیز، به سنجش آثار سرریز متغیرهای دارای وقفه فضایی p اختصاص دارد. در بخش سوم نیز، $\sum_{j=1}^N w_{ij} \varepsilon_{it}$ آثار تعاملی میان جملات اخلاص مشاهدات متفاوت را می‌سنجد. λ نیز، نشانگر شدت وابستگی بین جملات خطاست.

داده‌ها و نتایج آماری

با توجه به ساختار معادله ۱، متغیرها عبارتند از:

منبع	توضیح	علامت اختصاری	اقتصادی / غیراقتصادی	نوع متغیر
دانشگاه ییل	شاخص عملکرد محیط زیست	EPI	غیراقتصادی	وابسته
data.worldbank.org	رشد جمعیت	POP	غیراقتصادی	مستقل
data.worldbank.org	نرخ رشد تولید ناخالص داخلی سرانه	GDP	اقتصادی	مستقل
data.worldbank.org	درجه باز بودن اقتصاد	EOD	اقتصادی	مستقل
شاخص KAYA _۱ بر اساس محاسبات آژانس بین‌المللی انرژی	شدت انرژی	EI	غیراقتصادی	مستقل
data.worldbank.org	درصد شهرنشینی	URB	غیراقتصادی	مستقل
data.worldbank.org	توسعه مالی	LOGR	اقتصادی	مستقل
data.worldbank.org	شاخص دموکراسی	BUD	غیراقتصادی	مستقل
data.worldbank.org	شاخص توسعه سرمایه انسانی	PS	غیراقتصادی	مستقل

1. <https://webstore.iea.org/co2-emissions-from-fuel-combustion-2019-highlights>.

شاخص EPI یا عملکرد محیط زیست، توسط دانشگاه ییل، سنجیده و گزارش می‌شود. این شاخص، وضعیت سلامت زیست‌محیطی، کیفیت هوا، تخلیه فاضلاب و آب آشامیدنی، مدیریت انتشار فلزات سنگین، مدیریت فضولات، سرزندگی زیست‌بوم، تنوع زیستی و زیستگاه‌ها، خدمات زیست‌بوم، شیلات، کنترل تغییرات اقلیمی، مدیریت انتشار آلاینده‌ها، کشاورزی کارآمد و مدیریت منابع آب را می‌سنجد. ایران در این زمینه، رتبه ۶۷ را داراست.^۱

جامعه آماری، شامل هشت کشور حوزه خلیج فارس، مشتمل بر کشور ایران، امارات متحده عربی، بحرین، عراق، عمان، عربستان سعودی، قطر و کویت است که دوره زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۸ را مورد بررسی قرار می‌دهد.

نخستین آزمون مهم در شناسایی ساختار پنل دیتا یا پول، آزمون F لیمر است که پس از تخمین مدل به روش اثرات ثابت مقطعی و زمانی، انجام می‌پذیرد. نتیجه آزمون F لیمر برای معادله ۱ بدون اجزای فضایی آن (یعنی با وجود متغیرهای اصلی) به شرح جدول ۱ است. آزمون F لیمر با این هدف انجام می‌پذیرد که مناسب بودن رویکرد پنل دیتا به داده‌ها مشخص شود. با توجه به مقدار احتمال کمتر از ۰,۰۵، برای آماره F لیمر، داده‌ها از ساختار پنل برخوردارند. هرچند که در رویکرد اقتصادسنجی فضایی از روش تخمین OLS (مناسب داده‌های مخزنی یا Pooled) استفاده نمی‌شود، اما انجام این آزمون، برای شناسایی پنل بودن داده‌ها، ضرورت داشت. نتیجه آزمون هاسمن نیز، در جدول ۱ نشان داده شده است. براساس مقدار احتمال آماره خی ۲، که از مقدار ۰,۰۵ بزرگتر است، مدل آثار تصادفی برای داده‌ها، مناسب‌تر تشخیص داده می‌شود.

جدول ۱: آزمون F لیمر و آزمون هاسمن

مقدار احتمال	آماره	نوع آزمون
۰	۸,۱۸	آزمون F لیمر
۰,۰۶۸۸	۲۶,۳۲	آزمون هاسمن (آماره خی ۲)

مأخذ: محاسبات نرم‌افزار STATA

اما برای تحلیل داده‌ها به روش اقتصادسنجی فضایی، لازم است تا آزمون‌های تشخیصی دیگری نیز انجام گیرد. نخستین آزمون، آزمون موران برای تشخیص نوع

1. www.epi.yale.edu/downloads/epi2020report20200911.pdf.

خودهمبستگی فضایی بین داده‌ها است (جدول ۲). نتایج آزمون موران در جدول ۲، دال بر این است که آماره موران به عدد صفر نزدیک است و از این روی، داده‌ها از توزیع تصادفی برخوردارند. می‌توان علت این نوع توزیع را در تأکید تحقیق بر مجاورت مبتنی بر روابط تجاری متقابل میان کشورهای منتخب دانست. مقدار احتمال صفر برای آماره موران نیز، نشان از تأیید آزمون موران در وابستگی فضایی از نوع توزیع تصادفی دارد.

جدول ۲: نتایج آزمون موران برای معادله ۱

مقدار احتمال	آماره موران	
۰	۰,۲۹	آزمون موران

مأخذ: محاسبات نرم‌افزار STATA/ خروجی در پیوست

آزمون والد، آزمون دیگری است که نتایج آن، برای تشخیص مناسبت رویکرد خودرگرسیون فضایی یا دوربین فضایی به کار می‌رود. البته، در مدل‌های فضایی به دنبال رفع خودهمبستگی فضایی نیستیم، بلکه اگر وجود داشته باشند، باید آنها را در مدل لحاظ کرد و عارضه به حساب نمی‌آید. مقدار احتمال آماره خی ۲ جدول ۳، از ۰,۰۵ کوچکتر است؛ یعنی از لحاظ آماری، ضرایب متغیرها، همراه با هم، برابر با صفر نیستند و از این روی، فرضیه صفر این آزمون پذیرفته نمی‌شود. بنابراین، مدل از نوع خودرگرسیون فضایی نیست و مدل دوربین فضایی، مناسب‌تر است.

جدول ۳: نتایج آزمون والد برای معادله ۱

مقدار احتمال	آماره خی ۲	
۰	۱۹۵,۷۸	آزمون والد

مأخذ: محاسبات نرم‌افزار STATA

در جدول ۴، نتیجه آزمون مناسبت مدل خطای فضایی، نشان داده می‌شود که باتوجه به مقدار احتمال کمتر از ۰,۰۵ آماره خی ۲، فرضیه صفر از نظر آماری پذیرفته شده و مدل SEM مناسب تشخیص داده می‌شود.

جدول ۴: آزمون والد برای سنجش خطای فضایی برای معادله ۱

مقدار احتمال	آماره خی ۲	
۰	۲۸۵,۴۵	آزمون خطای فضایی

مأخذ: محاسبات نرم‌افزار STATA

آزمون‌های پیشین، مدل مناسب تخمین برای معادله ۱ را به صورت دوربین فضایی با آثار تصادفی نشان دادند؛ اما واپسین معیار انتخاب مدل مناسب، براساس مقدار آماره، لگاریتم درست‌نمایی است که نتیجه آن، برای چهار الگوی تخمینی SEM، SDM، SAC و SAR، در جدول ۵ نشان داده شده است. منطق این چهار الگو در تصریح کلی مدل‌های پانل فضایی نمایان است:

$$y_{it} = \alpha + \tau y_{it-1} + \rho \sum_{j=1}^n w_{ij} y_{jt} + \sum_{k=1}^K x_{itk} \beta_k + \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^n w_{ij} x_{jtk} \theta_k + \mu_i + \gamma_t + \sigma_{it}$$

$$\sigma_{it} = \lambda \sum_{j=1}^n m_{ij} \sigma_{jt} + \epsilon_{it} \quad ; \quad i = 1, \dots, n \quad ; \quad t = 1, \dots, T$$

- اگر $\theta = 0$ باشد، مدل خودرگسیون با اجزای اخلاص خودرگسیونی (SAC) مناسب است.
- اگر $\theta = 0$ و $\lambda = 0$ باشد، مدل دوربین فضایی (SDM) مناسب است.
- اگر $\theta = 0$ و $\rho = 0$ باشد، مدل خطای فضایی (SEM) مناسب است.
- اگر $\theta = 0$ ، $\rho = 0$ و $\mu_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} \mu_j + \varphi_i$ باشد، مدل آثار تصادفی پانل فضایی تعمیم‌یافته (GSPRE) مناسب است.

طبق نتایج تخمین‌ها در جدول ۵، الگوی دوربین فضایی، در مقایسه با الگوی دیگر، دارای بالاترین مقدار راست‌نمایی (۲۹۱،۴۹) است.

جدول ۵: نتایج تخمین معادله ۱ به ۴ روش پنل دیتای فضایی

الگوی تخمین								متغیرها
SAC		SAR		SEM		SDM		
احتمال	مقدار ضریب	احتمال	مقدار ضریب	احتمال	مقدار ضریب	احتمال	مقدار ضریب	
۰،۳۸۸	-۰،۰۳۹	۰،۶۸۱	-۰،۳۰۳	۰،۰۲۶	-۰،۱۵۴	۰،۸۸۹	۰،۰۰۸	logr
۰،۰۹۳	-۰،۰۸۹	۰،۷۱۷	-۰،۰۲۷	۰،۰۰۷	۰،۱۸۴	۰،۱۴۱	۰،۰۰۷	eod
۰،۸۸	-۰،۰۱۲	۰،۰۰۱	-۰،۲۸۶	۰،۰۱۱	-۰،۱۹۴	۰،۰۰۱	-۰،۰۱۱	ei
۰،۰۹۳	۰،۱۸۹	۰،۰۶۳	-۰،۱۸۹	۰،۷۹۳	۰،۰۲۲	۰،۲۸۹	۰،۰۶۲	gdpr
۰،۱۰۶	-۰،۱۵۶	۰،۰۰۲	۰،۲۶۶	۰،۰۹۳	۰،۱۲۹	۰،۹۷۴	-۰،۰۰۱۲	pop
۰،۰۰۱	-۱،۳۳	۰،۱۹۵	-۰،۷۲۵	۰،۴۸۵	-۰،۳۰۵	۰	-۰،۹۴۶	urb
۰،۹۲۳	-۰،۰۰۸	۰،۶۴۱	۰،۰۰۵	۰،۰۷۴	۰،۱۸	۰،۵۶	۰،۰۴۴	bud
۰	۲،۷۵	۰	۳،۱۲۹	۰	۲،۵۳	۰	۴،۱۴	ps
						۰،۰۰۲	۰،۳۰۳	w*logr
						۰،۰۱۲	-۰،۲۹۶	w*eod

الگوی تخمین								متغیرها
SAC		SAR		SEM		SDM		
احتمال	مقدار ضریب	احتمال	مقدار ضریب	احتمال	مقدار ضریب	احتمال	مقدار ضریب	
						۰,۶۱۵	۰,۰۹۱	w*ei
						۰,۴۵۱	-۰,۱۶	w*gdpr
						۰,۰۴۸	-۰,۲۳۴	w*pop
						۰	-۵,۳۰۸	w*urb
						۰,۱۵۷	۰,۳۷۵	w*bud
						۰	۶,۹۸	w*ps
۰,۸۹۲	۲۷۰,۷۵	۰,۵۹۴	۲۳۳,۷۷	۰,۲	۲۳۳,۰۷۱	۰	۲۹۱,۴۹	LogL

مأخذ: محاسبات نرم افزار STATA

علاوه بر این، مقدار احتمال مربوط به حداکثر راست‌نمایی ۴ روش تخمین، در جدول ۵، نشان می‌دهد که فقط مدل دوربن فضایی تصادفی، مناسب است (احتمال کمتر از ۰,۰۵) و از این روی، برازش بهتری دارد. مقدار R^2 این تخمین، برابر با ۸۴ درصد است؛ به عبارت دیگر، متغیرهای توضیحی، ۸۴ درصد از تغییرات متغیر وابسته یا عملکرد محیط زیست را توضیح می‌دهند؛ در حالی که همین مقدار برای رویکرد SAR برابر با ۵۴ درصد، برای رویکرد SEM برابر با ۵۵ درصد و برای رویکرد SAC برابر با ۷۱ درصد است که برتری رویکرد SDM و برازش بهتر تخمین با این مدل را نشان می‌دهد. جدول ۶، نتایج تخمین معادله ۱ به روش دوربن فضایی با آثار تصادفی را منعکس می‌سازد. طبق جدول، ضرایب مربوط به شدت انرژی، جمعیت، شهرنشینی، دموکراسی، اثر فضایی توسعه مالی، اثر فضایی تولید ناخالص داخلی، اثر فضایی شهرنشینی، اثر فضایی توسعه انسانی و اثر فضایی دموکراسی، دارای ضرایب معناداری هستند چون مقدار احتمال ضرایب آنها کوچکتر از ۰,۰۵ است.

جدول ۶: نتایج تخمین معادله ۱ به روش دوربن فضایی با آثار تصادفی

احتمال	مقدار ضریب		
۰,۳۲۱	۰,۰۶۶	توسعه مالی	logr
۰,۲۳۶	۰,۰۶۳	درجه بازبودگی اقتصاد	eod
۰,۰۰۳	-۰,۱۴۳	شدت انرژی	ei
۰,۳۶۴	-۰,۰۵۶	تولید ناخالص داخلی	gdpr
۰,۰۶۱	۰,۰۷۲	جمعیت	pop
۰	-۰,۷۹۵	شهرنشینی	urb

احتمال	مقدار ضریب		
۰,۳۶۲	۰,۰۷۶	توسعه سرمایه انسانی	bud
۰	۵,۰۴	دمکراسی	ps
۰,۰۰۳	۰,۳۳	اثر فضایی توسعه مالی	w*logr
۰,۱۹۷	-۰,۱۶۶	اثر فضایی بازبودگی اقتصاد	w*eod
۰,۷۱۲	-۰,۰۷۴	اثر فضایی شدت انرژی	w*ei
۰,۰۴۸	-۰,۴۵۸	اثر فضایی تولید ناخالص داخلی	w*gdpr
۰,۶۳۶	-۰,۰۶	اثر فضایی جمعیت	w*pop
۰	-۷,۱۸۵	اثر فضایی شهرنشینی	w*urb
۰,۰۴۲	۰,۵۹۹	اثر فضایی توسعه انسانی	w*bud
۰	۱۰,۴۴	اثر فضایی دمکراسی	w*ps

مأخذ: محاسبات نرم افزار STATA

گذشته از معناداری ضرایب، نکات دیگری نیز از جدول ۶ استنباط می‌شود: هر چند که تصریح معادله و چیدمان مختلفی از متغیرهای توضیحی در کنار یکدیگر، می‌تواند روی ضرایب اثرگذار باشد، اما در چارچوب همین تصریح، از میان متغیرهای توضیحی منجر به بهبود عملکرد محیط‌زیست، شاخص دمکراسی، بیشترین اثر و از میان متغیرهای توضیحی منجر به تضعیف عملکرد محیط‌زیست، شاخص شهرنشینی، بیشترین اثر را نشان می‌دهد. از نظر آثار فضایی نیز، شاخص دمکراسی، بیشترین اثر مثبت را دارد و بیشترین اثر منفی مربوط به سرریز اثر شهرنشینی است. یعنی اگر شهرنشینی، در یکی از کشورهای همجوار، به اندازه ۱ درصد افزایش پیدا کند، اثر سرریز فضایی آن باعث می‌شود تا عملکرد محیط‌زیست در دیگر کشورهای همجوار، به اندازه ۷ درصد تضعیف شود. براساس مدل‌های جاذبه در اقتصاد حمل‌ونقل، افزایش جمعیت یکی از مؤلفه‌های افزایش دادوستد اقتصادی میان دو کشور است و از این‌رو، افزایش شهرنشینی، به همراه تقاضای بیشتر شهرنشینان برای کالاهای صنعتی، به معنای افزایش مبادلات تجاری در این زمینه و حتی خود حمل‌ونقل است که از مجاری مؤثر بر کیفیت محیط‌زیست هستند. اثر مثبت همجواری دمکراسی را نیز، می‌توان به واسطه افزایش پاسخ‌گوسازی دولت‌ها، در عصر حساسیت شهروندان به محیط‌زیست، بررسی کرد که می‌تواند موضوعی برای تحقیقات آینده باشد.

اثر مثبت شاخص دمکراسی در مطالعات تجربی نیز نشان داده شده بود. در این مقاله، شاخص دمکراسی براساس حکمرانی خوب، لحاظ شد و از این‌رو، پیام تأیید اثر مثبت آن روی

عملکرد محیط زیست، این است که هرچه کیفیت حکمرانی در کشورهای منطقه بهتر شود، آنگاه عملکرد محیط زیست آنها نیز، بهبود خواهد یافت.

نکته مهم دیگر، تأیید معناداری اثر فضایی توسعه انسانی است؛ به عبارت دیگر، هرچه شاخص توسعه انسانی یکی از کشورهای منتخب بهتر شود، آنگاه عملکرد محیط زیست در کشورهای دیگر منطقه نیز، بهبود پیدا می کند. بنابراین، توسعه انسانی از عواملی است که هم عملکرد محیط زیست یک کشور را بهتر می کند و هم عملکرد محیط زیستی کشورهای همجوار (یا دارای ارتباط همجواری اقتصادی) را بهبود می دهد.

نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل داده ها به روش پنل دیتای فضایی، نتایج زیر را به همراه داشت:

- نوع توزیع داده ها از نظر فضایی، به صورت تصادفی است و خودهمبستگی فضایی مشاهده نمی شود.

- از میان عوامل غیراقتصادی، نقش منفی شهرنشینی در تضعیف عملکرد محیط زیست (ضریب منفی) از نظر آماری (مقدار احتمال کمتر از ۰,۰۵) تأیید می شود. این نتیجه، اثر عوامل فرهنگی-اجتماعی را، به طور برجسته، نشان می دهد؛ چون افزایش میزان شهرنشینی، به معنای افزایش استفاده از وسایل نقلیه و افزایش ترافیک و ازدحام است که با افزایش رفت و آمدهای غیرضروری، از مجرای افزایش انتشار آلاینده ها، عملکرد محیط زیست را تضعیف می کند. اما در فاصله اطمینان ۹۵ درصد، ضریب اثرگذاری جمعیت، تأیید نمی شود (مقدار احتمال بزرگتر از ۰,۰۶)؛ به دیگر سخن، نقش شهرنشینی و فرهنگ شهری در کاهش کیفیت محیط زیست و تضعیف عملکرد آن، بیشتر است.

اما نقش توسعه سرمایه انسانی نیز، از نظر آماری تأیید نمی شود؛ با وجود این، ضریب شاخص دمکراسی از نظر آماری، مورد تأیید است و بیشترین میزان اثرگذاری در میان ضرایب، به این شاخص تعلق دارد. به عبارت دیگر، چون دو طرف رابطه لگاریتمی است، هر یک درصد افزایش میزان دمکراسی، عملکرد محیط زیست را به میزان ۵,۰۴ درصد بهبود می بخشد.

- از میان عوامل اقتصادی، اثر منفی شدت انرژی نیز، روی عملکرد محیط زیست از نظر آماری (مقدار احتمال کوچکتر از ۰,۰۵) تأیید می شود. اما اثر مربوط به توسعه مالی، درجه بازبودگی اقتصاد و تولید ناخالص داخلی، از نظر آماری تأیید نمی شود.

- از نظر آثار فضایی، ضرایب مربوط به اثر فضایی یا آثار غیرمستقیم متغیرهای توضیحی در یک مکان، روی متغیر وابسته مکان دیگر، برای متغیرهای توسعه مالی، تولیدناخالص داخلی، شهرنشینی، توسعه سرمایه انسانی و دموکراسی، ضرایب از نظر آماری معنادارند و اثرگذاری فضایی آنها روی عملکرد محیط زیست، تأیید می‌شود.

- به‌عنوان یکی از متغیرهای کلیدی، جمعیت، هم از نظر غیرمکانی و هم از نظر مکانی یا جغرافیایی، روی کیفیت محیط زیست مؤثر است و لازم است تا سیاست‌های جمعیتی با ملاحظه اثر منفی افزایش جمعیت روی عملکرد محیط زیست، طراحی شوند.

در مجموع، تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان می‌دهد که نه تنها عوامل اقتصادی و غیراقتصادی روی عملکرد محیط زیست کشورهای حوزه خلیج فارس اثر می‌گذارند، بلکه اثر فضایی آنها، به‌صورت غیرمستقیم نیز، کشورهای منطقه را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

منابع

- شهبازی، کیومرث، حمیدی رزی، داوود و فشاری، مجید (۱۳۹۴) «بررسی عوامل موثر در انتشار آلودگی هوا در کشورهای حوزه دریای خزر: رهیافت مدل دوربین فضایی تابلویی»، مجله محیط شناسی، دوره ۴۱، شماره ۱ (۷۳)، بهار ۱۳۹۴.
- فلاحی، فیروز و حکمتی، فریدصمد (۱۳۹۲) «بررسی عوامل موثر بر میزان انتشار گاز دی اکسید کربن در استان‌های کشور: رهیافت داده‌های تابلویی»، مجله اقتصاد انرژی ایران (اقتصاد محیط‌زیست و انرژی)، دوره ۲، شماره ۶، بهار ۱۳۹۲.
- محمدزاده، پرویز و اکبری، اکرم (۱۳۹۱) «آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس در کشورهای منطقه MENA؛ کاربرد اقتصادسنجی فضایی»، اولین همایش بین‌المللی اقتصادسنجی، روش‌ها و کاربردها، دانشگاه آزاد اسلامی واحد سنندج، سنندج، ۱۳۹۱.
- محمودی اصل، ابراهیم و همکاران (۱۳۹۸) «مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن با رویکرد پنل فضایی و پیچیدگی اقتصادی: مطالعه موردی کشورهای عضو اوپک»، فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و منابع طبیعی، سال سوم، شماره ۷، زمستان ۱۳۹۸، صفحات ۹۵-۱۱۴.
- میرشجاعیان حسینی، حسین و رهبر، فرهاد (۱۳۹۰) «بررسی منحنی فضایی زیست محیطی کوزنتس در کشورهای آسیایی؛ مطالعه موردی: گاز دی اکسید کربن و ذرات معلق»، مجله محیط شناسی، دوره ۳۷، شماره ۵۸، تابستان ۱۳۹۰.
- Alam, M. and Rabbani, MD. (2007). "Vulnerabilities and responses to climate change for Dhak", International Institute for Environment and Development (IIED). Vol 19(1): 000-000. DOI: 10.1177/095624780707691.
- Al-Mulali, U., Solarin, S.A., Ozturk, I., 2016. 'Investigating the presence of the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis in Kenya. An autoregressive distributed lag (ARDL) approach'. Nat. Hazards 80 (3), 1729-1747.
- Baek, J., 2015. 'A panel cointegration analysis of CO2 emissions, nuclear energy and income in major nuclear generating countries'. Appl. Energy 145, 133-138.
- Balado- Naves, Roberto, Banos-Pino, Jose Francisco, and Mayor, Matias, (2018). "Do countries influence neighboring pollution? A spatial analysis of the EKC for CO2 emissions", Energy Policy, 123 (2018): 266-279.
- Franklin, R.S., Ruth, M., 2012. 'Growing up and cleaning up. The environmental Kuznets Curve Redux'. J. Appl. Geogr. 32 (1), 29-39.
- Dijkgraaf, E., Vollebergh, H.R.J., 1998. 'Environmental Kuznets revisited: time-series versus panel estimation: the CO2 case'. OCFEB Res. 9806.
- Egli, H., 2002. 'Are cross-country studies of the environmental kuznets curve misleading? New evidence from time series data for Germany'. Soc. Sci. Res. Netw. 44 (0), 0-28.

- Earth summit 1992 United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3-14 June 1992,
- Grossman, G.M., Krueger, A.B. (1994). "Economic Growth and The Environment". Working Paper Series National Bureau of Economic Research (NBER).
- Holtz-Eakin, D., Selden, T., 1995. 'Stoking the fires? CO₂ emissions and economic growth'. J. Public Econ. 57, 85–101.
- Irwin, Alan. (2001). "Sociology and the Environment: A Critical Introduction to Society, Nature and Knowledge", Wiley Publications, ISBN: 978-0-745-61359-8.
- Hosseini, Hossein Mirshojaeian & Kaneko, Shinji, 2013. "Can environmental quality spread through institutions?," Energy Policy, Elsevier, vol. 56(C), pages 312-321.
- Kang, Y.-Q., Zhao, T., Yang, Y.-Y., 2016. 'Environmental Kuznets curve for CO₂ emissions in China: a spatial panel data approach'. Ecol. Indic. 63, 231–239.
- Kearsley, A., Riddell, M., 2010. 'A further inquiry into the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve'. Ecol. Econ. 69 (4), 905–919.
- Malthus, T.R. (1836). "Principles of Political Economy", (2ed Ed), London: Pickering.
- McPherson, M.A.; Nieswiadomy, Michael, (2005). "Environmental Kuznets curve: Threatened species and spatial effects", Ecological Economics 55(3):395-407.
- Maddison, D., 2006. Environmental Kuznets curves. A spatial econometric approach.. J. Environ. Econ. Manag. 51 (2), 218–230.
- Meadows, Donella H; Meadows, Dennis L; Randers, Jørgen; Behrens III, William W (1972). 'The Limits to Growth; A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind'. New York: Universe Books.
- O'Connor, J. (1996) 'The Second Contradiction of Capitalism' in T. Benton (ed.), The Greening of Marxism, New York: Guilford Press.
- Perman, R. et al. (1994). "The economics of the greenhouse effect", Journal of Economic Surveys 8(2), June.
- Panayotou, T., Peterson, A., Sachs, J., 2000. 'Is the Environmental Kuznets Curve driven by structural change? What extended time series may imply for developing countries'. CAER II Discussion Paper 80.
- Rupasingha, A., Goetz, S.J., Debertin, D.L., Pagoulatos, A., 2004. 'The environmental Kuznets curve for US counties: a spatial econometric analysis with extensions. Pap. Reg. Sci. 83, 407–424.
- Roberts, J.T., Grimes, P.E., 1997. 'Carbon intensity and economic development 1962–1991. A brief exploration of the environmental Kuznets curve'. World Dev. 25(2), 191–198.
- Sadorsky, Perry, (2013). "The effect of urbanization on CO₂ emissions in emerging economies", Energy Economics, Elsevier, vol. 41(C), pages 147-153.
- Shafik, N., 1994. 'Economic Development and Environmental Quality. An Econometric Analysis'. Oxford Economic Papers, New Series, Vol. 46, Special Issue on Environmental Economics.

- Tevie J, Grimsrud K, Berrens R. (2011). " *Testing the environmental kuznets curve hypothesis for biodiversity risk in the US: A spatial econometric approach*", *Sustainability*, (2011) 3(11) 2182-2199.
- Wang, Y., Kang, L., Wu, X., Xiao, Y., 2013. ' *Estimating the environmental Kuznets curve for ecological footprint at the global level: a spatial econometric approach*. *Ecol'. Indic.* 34, 15–21.
- Zhang, C., Zhao, W., 2014. ' *Panel estimation for income inequality and CO2 emissions. A regional analysis in China*. *Appl'. Energy* 136, 382–392.
- Wolf, F.O. (1986) ' *Eco-Socialist Transition on the Threshold of the Twenty-First Century* ', *New Left Review*, 158: 32–42