

The Effect of Energy Intensity on Carbon Dioxide Emissions in Iranian Provinces: A Spatial Econometric Approach¹

Sorayaa Khodadadi², Mosayeb Pahlavani³, Ramezan Hosseinzadeh⁴

Received: 2022/01/05

Accepted: 2022/12/12

Abstract

One of the most significant issues related to the environment is the increase in energy consumption in economic activities. On the one hand, energy is a major production input that is necessary for production and economic growth. On the other hand, energy consumption causes the emission of greenhouse gases as well as air pollutants such as carbon dioxide. Accordingly, the purpose of this study is to investigate the direct and indirect effects (spillovers) of energy consumption intensity on carbon dioxide emissions in the provinces of Iran during 2008-2015 using the model of spatial econometrics. Using the Levin, Lin, Chou (LLC) unit root test, the stationarity of the variables was assessed first, and then the Hausman test and multiple Wald diagnostic tests were used to identify regions whose energy intensity, per capita GDP, and population had a significant positive and direct impact on carbon dioxide emissions. Also, energy intensity, per capita GDP and change in the structure of the provinces have had indirect effects on the production of the provinces.

Keywords: Carbon Dioxide Emissions, Energy Consumption, Spatial Econometrics.

JEL Classification: Q23, C23.

1 . DOI: 10.22051/IEDA.2022.39050.1310

2. M.Sc. Student, Department of Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. (khodadadi.sorayaa@gmail.com).

۳. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. (Pahlavani@eco.usb.ac.ir).

۴. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran. (Corresponding Author). (ra.hosseinzadeh@eco.usb.ac.ir).

مقاله پژوهشی

اثر شدت مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسید کربن در استان‌های ایران: رهیافت
اقتصادسنجی فضایی^۱

ثریا خدادادی^۲، مصیب پهلوانی^۳ و رمضان حسین‌زاده^۴

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۲۱

چکیده

یکی از مهم‌ترین مسائل مربوط به محیط‌زیست، افزایش مصرف انرژی در فعالیت‌های اقتصادی است. انرژی جزو مهم‌ترین عوامل توسعه اقتصادی به حساب می‌آید، اما رسیدن به توسعه پایدار، بدون در نظر داشتن مسائل زیست-محیطی امکان پذیر نیست. انرژی از یک سو، نهاده تولید محسوب می‌شود که استفاده از آن برای رشد اقتصادی ضروری است و از سوی دیگر، مصرف انرژی، موجب انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن و عدم دستیابی به توسعه پایدار می‌گردد. بر این اساس هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثرات مستقیم و غیرمستقیم (سرریز) شدت مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسید کربن در استان‌های ایران طی سال‌های ۹۶-۱۳۸۷ (آخرین اطلاعات موجود ترانزنامه هیدروکربوری استانی) با استفاده از الگوی اقتصادسنجی فضایی می‌باشد. پیش از تخمین مدل، ابتدا آزمون ریشه واحد لوین، لین، چو (LLC) جهت بررسی پایایی متغیرها، برآورد شده، و در ادامه، از آزمون هاسمن و آزمون‌های تشخیص والد و والد چندگانه برای انتخاب مدل مناسب استفاده به عمل آمده، و نتایج حاصل از تخمین مدل، نشان داده است که شدت انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه و جمعیت، اثر مثبت و مستقیم معناداری بر انتشار دی‌اکسید کربن مناطق داشته‌اند. همچنین شدت انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه و تغییر ساختار استان‌ها، دارای اثرات غیرمستقیم (سرریزی) منفی بر انتشار دی‌اکسید کربن استان‌ها می‌باشند.

واژگان کلیدی: انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی، اقتصادسنجی فضایی، توسعه پایدار.

طبقه‌بندی موضوعی: C23, Q53.

۱. کد مقاله: DOI 10.22051/IEDA.2022.39050.1310

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. (khodadadi.sorayaa@gmail.com)
۳. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. (Pahlavani@eco.usb.ac.ir).
۴. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران. (نویسنده مسئول). (ra.hosseinzadeh@eco.usb.ac.ir)

مقدمه

انرژی، یکی از منابع مورد نیاز برای تولید در بخش‌های مختلف اقتصادی می‌باشد. بخش‌های مختلف اقتصادی هر کدام به نحوی به انرژی وابسته و نیازمند هستند (اسعدی، ۱۳۸۶). البته شدت وابستگی هر یک از بخش‌های اقتصادی به مصرف انرژی، بر اساس ساختار تکنولوژیکی متفاوت می‌باشد. در بین بخش‌ها، بخش صنعت و حمل و نقل، بر اساس ساختار خود، وابستگی بیشتری به مصرف انرژی دارند. به عبارت دیگر، شدت مصرف انرژی در این بخش‌ها نسبت به دیگر بخش‌های اقتصادی، بیشتر است. شدت انرژی، به معنای میزان مصرف انرژی به ازای هر واحد از تولید کالاها و خدمات است (چزانی شراهی، ۱۳۹۴).

مقدار شدت انرژی، با توجه به ساختار اقتصاد در هر کشور، متفاوت می‌باشد. کاهش شدت انرژی در کشورهای توسعه یافته، در نتیجه مصرف بهینه انرژی و اتخاذ سیاست‌های مناسب در زمینه مصرف انرژی و همین‌طور تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر با مصرف کمتر انرژی است. در مقابل، علت بالا بودن شدت انرژی در کشورهای در حال توسعه، مصرف غیربهینه انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و استفاده از فناوری‌ها و تجهیزات فرسوده می‌باشد (برگلد و سودرهوم^۱، ۲۰۰۶).

اهمیت انرژی در روند تولید و کمیابی آن از یک طرف، و اثرات مخرب زیست‌محیطی مصرف انرژی در فعالیت‌های اقتصادی از سوی دیگر، موجب شده است تا سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش کارایی انرژی، مورد توجه اقتصاددانان قرار گیرد (دامن کشیده و همکاران، ۱۳۹۲).

برخلاف اثرات قابل توجهی که مصرف انرژی بر رشد اقتصادی دارد، مصرف بی‌رویه و پایین بودن کارایی مصرف انرژی، باعث افزایش شدت انتشار آلاینده‌ها شده و تخریب بیشتر محیط‌زیست را در پی خواهد داشت. در واقع می‌توان گفت، در کنار اهمیتی که انرژی از نظر اقتصادی دارد، اما مصرف بی‌رویه آن، می‌تواند جوامع را در رسیدن به توسعه اقتصادی با مشکل مواجه کند (پاپ و نیوول^۲، ۲۰۰۹): به‌طوری‌که امروزه یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌رو برای دانشمندان و محققان، نگرانی برای افزایش انتشار دی-اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی برای دستیابی به رشد اقتصادی می‌باشد (دلونا^۳، ۲۰۰۸).

دی‌اکسیدکربن، یکی از آلاینده‌هایی است که در اثر مصرف انرژی در فعالیت‌های اقتصادی، با حجم بالایی تولید می‌شود و دارای اثرات مخرب زیادی مانند بیماری‌های تنفسی و گرمایش زمین می‌باشد. البته یکی از موارد مهم علاوه بر میزان مصرف انرژی که در سیاست‌گذاری‌های بخش انرژی و محیط زیست می‌باید مورد توجه قرار گیرد، میزان شدت مصرف انرژی در یک منطقه یا یک فعالیت اقتصادی می‌باشد.

شدت مصرف انرژی در یک تعریف ساده، میزان مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید را نشان می‌دهد. بر این اساس، ممکن است در یک منطقه (یا فعالیت)، میزان مصرف انرژی بالا بوده ولی دارای تولید و ارزش افزوده بالاتری نیز باشد. به عبارت دیگر، با یک مقدار معین از انرژی، میزان تولید بیشتری داشته و شدت مصرف انرژی پایین‌تری باشد.

1. Bergland & Soderhom
2. Popp & Newell
3. Deluna

از سوی دیگر، مناطق مختلف مستقل از هم نبوده و تغییرات یک منطقه، می‌تواند موجب اثرگذاری در مناطق مجاور شود. بنابراین در مطالعات، این امر می‌باید لحاظ گردد و نادیده گرفتن ارتباطات بین منطقه‌ای، می‌تواند به تورش نتایج منجر شود. یکی از مدل‌هایی که قادر به در نظر گرفتن ارتباطات بین-منطقه‌ای و در نظر گرفتن اثرات سرریزی متغیرها می‌باشد، مدل اقتصادسنجی فضایی است.

با توجه به موارد فوق، هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر عوامل مختلف بر انتشار دی‌اکسیدکربن با تأکید بر شدت انرژی استان‌های مختلف ایران با استفاده از اقتصادسنجی فضایی می‌باشد. بنابراین سوال اساسی پیش‌رو در این مطالعه، آن است که نوع اثرگذاری هر یک از عوامل و همچنین میزان اثرگذاری آنها در انتشار دی‌اکسیدکربن در استان‌های مختلف ایران، چگونه است.

شناسایی نحوه اثرگذاری و میزان اثرگذاری این عوامل، می‌تواند زمینه مناسبی برای سیاست‌گذاری در جهت کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن فراهم نماید. یکی از مواردی که در این مطالعه در نظر گرفته شده است، اثرات سرریزی هر یک از متغیرها بر انتشار دی‌اکسیدکربن در مناطق مجاور می‌باشد. به عبارت دیگر، علاوه بر در نظر گرفتن اثر هر یک از متغیرها بر انتشار دی‌اکسیدکربن در درون مناطق (استان‌ها)، اثرات بین منطقه‌ای (اثرات سرریزی یا غیرمستقیم) این متغیرها نیز بر انتشار دی‌اکسیدکربن مورد بررسی قرار می‌گیرد. این امر، در مطالعات قبلی نادیده گرفته شده است.

این مطالعه در پنج بخش تنظیم شده است. بعد از مقدمه، مبانی نظری و پیشینه پژوهش ملاحظه می‌گردد، سپس مدل و روش برآورد آن، همچنین داده‌ها و نتایج تجربی مورد بررسی قرار گرفته و در آخر نیز جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه گردیده است.

مبانی نظری

افزایش مصرف انرژی در فعالیت‌های اقتصادی، باعث افزایش انتشار آلاینده‌های هوا از جمله دی‌اکسیدکربن شده است. در مورد رابطه میان تخریب محیط‌زیست و مصرف انرژی، می‌توان این‌گونه گفت که استفاده انسان‌ها از انرژی، باعث افزایش بهره‌وری تولید می‌گردد، ولی استفاده از انرژی با توجه به تأثیرات آلوده‌کننده‌ای که می‌تواند داشته باشد، باعث تخریب محیط زیست شده، چون قسمت اعظم گازهای گلخانه‌ای انتشار یافته در دنیا، به شکل دی‌اکسیدکربن می‌باشد که حاصل استفاده از سوخت‌های فسیلی است. بدین ترتیب بخش انرژی، سهم زیادی را در مورد مسائل مربوط به تغییرات شرایط زیست‌محیطی دارد (شیم، ۲۰۰۶).

با توجه به وابستگی رشد اقتصادی به انرژی، سرعت رشد اقتصادی به سطح مصرف انرژی وابسته شده است، اما با توجه به اینکه استفاده از سوخت‌های فسیلی، باعث افزایش گازهای گلخانه‌ای و آلودگی هوا می‌شود، پس در نگاه اول، رشد اقتصادی باعث آلودگی و تخریب محیط‌زیست می‌گردد؛ ولی عده‌ای از صاحب‌نظران معتقدند رشد اقتصادی لزوماً باعث تخریب محیط‌زیست نخواهد شد.



با توجه به مطالعات انجام شده و تجربیات گذشته، فقط در مراحل اولیه رشد اقتصادی، تقاضای مصرف انرژی با سرعت، افزایش پیدا می‌کند و ممکن است رشد اقتصادی، باعث تخریب محیط‌زیست شود. در مراحل بعدی رشد اقتصادی، با افزایش سطح آگاهی مربوط به مسائل زیست‌محیطی، استفاده از تکنولوژی‌های کارا، شدت مصرف انرژی در فعالیت‌های مختلف، کاهش پیدا می‌کند و آلودگی محیط‌زیست کمتر خواهد شد. بر اساس این دیدگاه، کاهش شدت مصرف انرژی در اثر پیشرفت تکنولوژی در کشورها، موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های مختلف می‌شود (محمدباقری، ۱۳۸۹).

شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل میزان مصرف انرژی و میزان تولید است. بر این اساس، تغییرات مصرف انرژی نسبت به تولید ناخالص داخلی، موجب تغییر در شدت انرژی شده و در پایان، انتشار دی‌اکسید کربن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از این رو، می‌توان اشاره کرد که بین شدت مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن، رابطه وجود دارد (خلیلی عراقی و همکاران، ۱۳۹۱).

ریکی^۱ (۲۰۰۷)، استدلال می‌کند که اگر کشوری به دنبال بهبود محیط زیستی باشند و در فعالیت‌های کاهش انتشار آلاینده‌ها سرمایه‌گذاری کند، منافع بازده نسبت به مقیاس فزاینده در این فعالیت‌ها، موجب کاهش بیشتر آلاینده‌ها نسبت به مخارج انجام شده می‌گردد. این امر، موجب کاهش شدت مصرف انرژی در اقتصاد نیز می‌شود. از این رو، به لحاظ نظری، روابط بین مصرف انرژی، انتشار آلودگی و رشد اقتصادی مورد تأیید قرار می‌گیرد. همچنین ارتباط بین شدت مصرف انرژی و انتشار آلودگی نیز بر اساس رابطه بین این سه متغیر، قابل نتیجه‌گیری می‌باشد. اما مکانیسم بین شدت مصرف انرژی و انتشار آلودگی، بستگی به ساختار اقتصادی و مراحل توسعه اقتصادی کشورها دارد.

یکی از عواملی که باعث افزایش مصرف انرژی (برای تولید مقدار معینی از محصول) می‌شود، استفاده از تکنولوژی قدیمی می‌باشد. در نتیجه، پیشرفت تکنولوژی‌های افزایش‌دهنده بهره‌وری مصرف انرژی، می‌تواند باعث کاهش شدت انرژی و در نتیجه، موجب کاهش انتشار آلاینده‌های هوا شود (چزانی شراهی، ۱۳۹۴). به‌طور کلی، سیاست‌های زیست‌محیطی برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در کشورهای مختلف، بر توسعه تکنولوژی با مصرف بهینه انرژی، تغییر ساختار مصرف سوخت و جایگزینی انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر و کاهش شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی، تکیه دارد. مجموعه این اقدامات، می‌تواند موجب کاهش شدت مصرف انرژی و همچنین شدت انتشار آلاینده‌های هوا در بخش‌های مختلف اقتصادی شود (آنگ و همکاران، ۲۰۱۰).

به طور کلی، میزان مصرف انرژی و همچنین شدت مصرف انرژی در اقتصاد ایران و همچنین بخش‌های مختلف اقتصادی، بسیار بالا بوده، به طوری که بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی، ایران در سال‌های اخیر، جزو ۱۰ کشور اول در انتشار دی‌اکسید کربن قرار گرفته و رتبه نهم را در سال ۲۰۱۶ به خود اختصاص داده است.

1. Ricci
2. Ang et al.

از سوی دیگر، میزان انتشار آلودگی در فعالیت‌های مختلف نیز در ایران بالا بوده، ولی با توجه به گزارش پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان حفاظت محیط‌زیست، رتبه ایران از نظر شاخص عملکرد محیط‌زیست، با کسب رتبه ۶۷ در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۲۰۱۸ (رتبه ۸۰)، از وضعیت بهتری برخوردار شده است. یکی از دلایل این امر، توجه به حفاظت از محیط زیست و کاهش انتشار آلاینده‌های هوا در سال‌های اخیر در کشور می‌باشد.

میزان مصرف انرژی، شدت مصرف انرژی و همچنین انتشار آلاینده‌های هوا مانند دی‌اکسیدکربن در مناطق مختلف کشور، تفاوت‌های زیادی با هم دارند. این تفاوت‌ها ناشی از عوامل مختلفی مانند تکنولوژی مورد استفاده در مناطق مختلف، ساختار اقتصادی و صنعتی این استان‌ها و سایر عوامل می‌باشد.

در جدول (۱) میانگین انتشار دی‌اکسیدکربن و شدت انرژی در استان‌های ایران در دوره زمانی مورد مطالعه (۹۶-۱۳۸۷) نشان داده شده، که این اطلاعات، بر اساس میانگین ساده میزان انتشار سالانه دی-اکسیدکربن و همچنین شدت مصرف انرژی در استان‌های مختلف به دست آمده است. بر اساس اطلاعات جدول، بیشترین میانگین انتشار دی‌اکسیدکربن در دوره مورد مطالعه، مربوط به استان تهران می‌باشد. میزان متوسط انتشار این آلاینده در استان تهران طی دوره مورد مطالعه، برابر ۲۸/۲۴ میلیون تن در سال، و رتبه دوم انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور، مربوط به استان اصفهان، با میانگین انتشار سالانه دی-اکسیدکربن در این استان، برابر ۱۹/۳۴ میلیون تن بوده است. استان خوزستان نیز با انتشار سالانه ۱۶/۰۹ میلیون تن در سال (به‌طور متوسط)، سومین رتبه انتشار دی‌اکسیدکربن را در کشور دارا می‌باشد. استان‌های خراسان رضوی و فارس نیز دارای انتشار بالای دی‌اکسیدکربن در کشور بوده‌اند. یکی از دلایل بالا بودن میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در این سه استان را می‌توان در صنعتی بودن این استان‌ها (سهام بالای بخش صنعت در اقتصاد استان) و مصرف بالای انرژی در این استان‌ها دانست.

از سوی دیگر، استان کهگیلویه و بویراحمد، با میانگین انتشار سالانه دی‌اکسیدکربن به میزان ۰/۹۸ میلیون تن در سال (به‌طور متوسط)، کمترین انتشار دی‌اکسیدکربن را در کشور در دوره مورد مطالعه داشته است. استان ایلام، با میانگین انتشار سالانه ۱/۳۳ میلیون تن در سال، رتبه دوم را از نظر پایین بودن انتشار سالانه دی‌اکسیدکربن دارا می‌باشد. استان چهارمحال و بختیاری، با میانگین انتشار سالانه ۱/۴۷ میلیون تن دی‌اکسیدکربن، دارای رتبه سوم از نظر پایین بودن انتشار بوده است. استان‌های خراسان شمالی و خراسان جنوبی نیز در بین استان‌های با انتشار دی‌اکسیدکربن پایین هستند.

اطلاعات جدول همچنین نشان می‌دهد که بیشترین میانگین سالانه شدت مصرف انرژی در استان‌های کرمان، قزوین و بوشهر وجود دارد. میانگین سالانه شدت مصرف انرژی در استان کرمان طی دوره مورد مطالعه، برابر ۳۰/۳۷ بی تی یو (BTU) بر میلیون ریال بوده است. استان قزوین، با میانگین ۲۹/۶۲ بی تی یو (BTU) بر میلیون ریال و بوشهر، با میانگین ۲۷/۳۸ بی تی یو (BTU) بر میلیون ریال، در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

همین‌طور کمترین مقدار میانگین شدت انرژی، مربوط به استان‌های ایلام، خراسان رضوی و خراسان جنوبی، به ترتیب، با میانگین ۰/۷۲ بی تی یو (BTU) بر میلیون ریال، ۱/۵۴ بی تی یو (BTU) بر میلیون

ريال و ۱/۷۱ بى تى يو (BTU) بر ميليون ريال مى‌باشد. استان‌هاى سيستان و بلوچستان و كهكيلويه و بويراحمد، در رتبه‌هاى بعدى از نظر پايين بودن شدت مصرف انرژى در کشور قرار داشته‌اند.

جدول ۱. ميانگين انتشار دى اكسيد كربن و شدت انرژى در استان‌هاى مختلف کشور طى دوره زمانى ۹۶-۱۳۸۷

استان	ميانگين انتشار دى اكسيد كربن (ميليون تن)	ميانگين شدت انرژى
آذربايجان شرقى	۹/۷۴	۲۰/۷۶
آذربايجان غربى	۷/۹۷	۱۶/۶۶
اردبيل	۲/۶۴	۱۲/۷۹
اصفهان	۱۹/۳۴	۲۶/۰۸
ايلام	۱/۳۳	۰/۷۲
بوشهر	۴/۲۷	۲۷/۳۸
تهران	۲۸/۲۴	۹/۴۵
چهارمحال و بختيارى	۱/۴۷	۱۷/۱۹
خراسان جنوبى	۲/۴۰	۱/۷۱
خراسان رضوى	۱۴/۷۴	۱/۵۴
خراسان شمالى	۱/۶۴	۵/۶۲
خوزستان	۱۶/۰۹	۸/۳۹
زنجان	۲/۶۸	۱۱/۷۰
سمنان	۲/۸۱	۱۳/۶۸
سيستان و بلوچستان	۱۰/۵۴	۱/۸۱
فارس	۱۱/۸۶	۲۲/۹۷
قزوین	۷/۴۳	۲۹/۶۲
قم	۳/۳۹	۲۲/۱۲
کردستان	۳/۴۳	۲۱/۲۱
كرمان	۹/۴۶	۳۰/۳۷
كرمانشاه	۶/۳۶	۱۷/۹۴
كهكيلويه و بويراحمد	۰/۹۸	۱/۸۹
گلستان	۲/۹۹	۱۰/۷۷
گيلان	۵/۶۳	۲۰/۴۹
لرستان	۳/۱۷	۱۱/۹۰
مازندران	۱۰/۹۸	۱۹/۱۹
مرکزی	۷/۰۷	۲۵/۲۹
هرمزگان	۱۰/۲۲	۳/۲۲
همدان	۵/۰۱	۲۱/۹۸
يزد	۶/۰۳	۱۵/۳۶

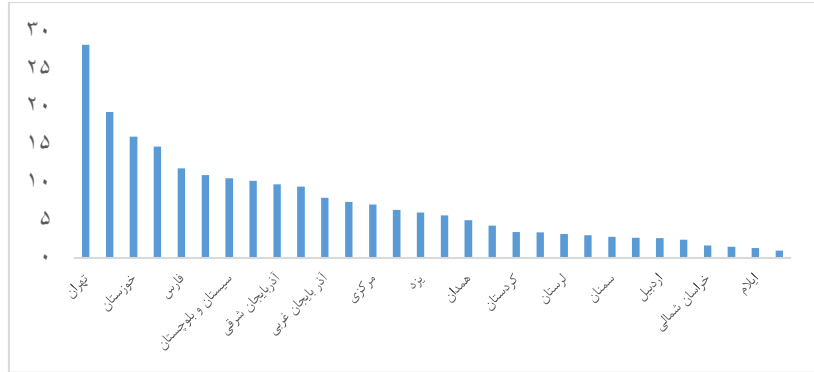
منبع: محاسبه شده بر اساس داده‌هاى ترازنامه هيدروكربورى

نمودار (۱)، مقایسه ميانگين سالانه انتشار دى اكسيد كربن در استان‌هاى ايران در بازه زمانى ۹۶-۱۳۸۷ را، به ترتيب بيشترين به كمترين، نشان مى‌دهد. همان‌طور كه ملاحظه مى‌شود، ۵ استان تهران،



اصفهان، خوزستان، خراسان رضوی و فارس، بیشترین، و ۵ استان کهگیلویه و بویراحمد، ایلام، چهارمحال و بختیاری، خراسان جنوبی و خراسان شمالی، کمترین مقدار میانگین انتشار سالانه دی اکسیدکربن را دارند.

نمودار ۱. میانگین انتشار دی اکسیدکربن در استان های مختلف کشور طی دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۷ (به میلیون تن)

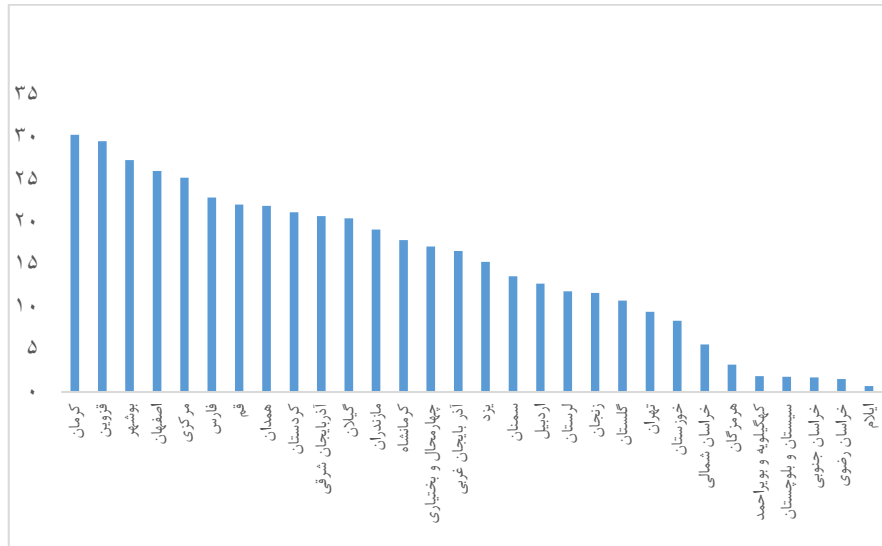


منبع: محاسبه شده بر اساس داده های ترازنامه هیدروکربوری

نمودار (۲)، مقایسه میانگین شدت انرژی در استان های ایران در بازه زمانی ۹۶-۱۳۸۷ را نشان می -

دهد.

نمودار ۲. میانگین شدت انرژی در استان های مختلف کشور طی دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۷



منبع: محاسبه شده بر اساس داده های ترازنامه هیدروکربوری

طبق نمودار (۲)، بیشترین میانگین شدت انرژی، مربوط به استان‌های کرمان با میانگین ۳۰/۳۷، قزوین با میانگین ۲۹/۶۲ و بوشهر با میانگین ۲۷/۳۸ است؛ همین‌طور، کمترین مقدار میانگین شدت انرژی، مربوط به استان‌های ایلام، خراسان رضوی و خراسان جنوبی، به‌ترتیب با میانگین ۰/۷۲، ۱/۵۴ و ۱/۷۱ می‌باشد.

یکی دیگر از نکاتی که در برنامه‌های رشد و توسعه بخصوص رشد و توسعه پایدار، می‌باید مورد توجه قرار گیرد، وجود ارتباطات بین منطقه‌ای می‌باشد. بر اساس دیدگاه وجود ارتباط بین منطقه‌ای (بین شهری، بین استانی و بین کشوری)، تغییر یک متغیر مانند رشد اقتصادی در یک منطقه، ممکن است (می‌تواند) به تغییر متغیرهای متعددی (مانند رشد اقتصادی) در سایر مناطق منجر شود. این امر، از طریق اثرات سرریزی بین منطقه‌ای اتفاق می‌افتد. بر این اساس، تغییرات اقتصادی در یک منطقه (بهبود اقتصادی یا تضعیف اقتصادی) هم، می‌تواند در اثر تغییر ویژگی‌های درون آن منطقه و هم، در اثر تغییر ویژگی‌های مناطق اطراف آن منطقه، اتفاق افتد (شریفی و حسین زاده، ۱۳۹۵).

از این رو، می‌توان گفت عوامل متعددی در داخل یک منطقه (استان) مانند میزان تولید منطقه، میزان مصرف انرژی یا شدت مصرف انرژی در منطقه، بر میزان انتشار آلاینده‌ها اثرگذار هستند. علاوه بر این، بر اساس ارتباطات بین منطقه‌ای، میزان تولید مناطق مجاور، میزان مصرف انرژی و شدت مصرف انرژی در مناطق مجاور نیز می‌تواند موجب تغییر در انتشار آلاینده‌ها در منطقه مورد نظر شود. به عنوان مثال، تغییری مانند شدت مصرف انرژی در یک منطقه و یا تغییرات ساختاری درون آن منطقه، می‌تواند دارای دو اثر مستقیم و سرریزی بر انتشار دی‌اکسیدکربن منطقه باشد. از این جهت، لحاظ نشدن ارتباطات بین منطقه‌ای در مدل و حذف اثرات سرریزی بین منطقه‌ای، می‌تواند موجب تورش و گمراهی در نتایج به‌دست آمده شود.

مطالعات مختلفی در ارتباط با نقش شدت انرژی بر کیفیت محیط‌زیست انجام شده، که در ادامه، به بررسی آن پرداخته شده است.

فطرس و همکاران (۱۳۸۹)، به بررسی عوامل مختلف از جمله شدت انرژی بر آلودگی هوا در دوره ۸۵-۱۳۴۶ پرداخته و به این نتیجه رسیدند که شدت انرژی، اثر مثبت بر انتشار کربن داشته است. برقی اسکویی و همکاران (۱۳۹۱)، در مطالعه خود، اثر عوامل مختلف از جمله مصرف انرژی را بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای D8 در دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۰ با استفاده از روش GMM مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که مصرف انرژی، اثر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است.

خلیلی عراقی و همکاران (۱۳۹۱)، تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن را در سطح کلان اقتصاد، با استفاده از روش تحلیل و تجزیه شاخص و استفاده از روش میانگین لگاریتم شاخص دیویژیا، طی سال‌های ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۵ مورد بررسی قرار دادند. نتایج، نشان‌دهنده آن است که در سطح کلان، شدت انرژی، اثر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است.

فلاحی و حکمتی فرید (۱۳۹۲)، با استفاده از داده‌های تابلویی طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۲، به بررسی عوامل مؤثر بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان‌های کشور پرداخته‌اند. نتایج تحقیق، نشان می‌دهد که

شدت انرژی، درآمد سرانه واقعی، میزان جمعیت و نرخ شهرنشینی، به‌عنوان مهمترین عوامل اقتصادی و اجتماعی اثرگذار بر محیط‌زیست می‌باشد.

پورعبادالهیان کویچ و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای با استفاده از تکنیک تجزیه شاخص، به بررسی عوامل اصلی انتشار کربن در زیر بخش‌های صنعتی ایران طی سال‌های ۸۶-۱۳۷۹ پرداخته‌اند. نتایج، نشان می‌دهد که اثر شدت انرژی، تأثیر قابل توجهی در کاهش انتشار کربن داشته است.

شهبازی و همکاران (۱۳۹۴)، در مقاله‌ای، به بررسی عوامل مؤثر در انتشار دی‌اکسیدکربن سرانه در بین ۱۱ کشور حوزه دریای خزر تحت اثرات سرریز فضایی آلودگی و تکنولوژی طی بازه زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۲ پرداخته‌اند. نتایج تخمین مدل، بیانگر این است که شدت انرژی در انتشار دی‌اکسیدکربن سرانه، تأثیر مثبت و معنی‌داری داشته است.

علیشیری و همکاران (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای، تأثیر فعالیت‌های اقتصادی، تغییرات ساختاری، ضریب انتشار و شدت انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن را بررسی کردند. این مطالعه در سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ و با استفاده از روش تحلیل تجزیه لاسپیرز اصلاح شده صورت گرفته است. نتایج، نشان می‌دهد که در تمامی بخش‌های مورد بررسی، تأثیر ساختار، بیشترین نقش را در انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است.

رفیعی و همکاران (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای، به بررسی ارتباط میان انتشار دی‌اکسیدکربن با نسبت ارزش افزوده بخش کشاورزی به صنعت، نسبت ارزش افزوده بخش خدمات به صنعت، تراکم جمعیت شهری و مصرف انرژی در ایران، طی دوره ۹۳-۱۳۵۷ با استفاده از مدل (ARDL) پرداخته‌اند. نتایج، نشان داد که با یک واحد افزایش مصرف انرژی، هم در کوتاه‌مدت و هم، در بلندمدت، انتشار کربن $0/002$ واحد افزایش می‌یابد.

قزوینیان و همکاران (۱۳۹۷)، در مطالعه‌ای، به بررسی اثر شوک‌های مصرف کل انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب منا با استفاده از رهیافت PVAR طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۲، با استفاده از روش VAR پرداختند. نتایج، نشان می‌دهد که شوک مصرف انرژی، ابتدا به افزایش نسبتاً شدید و سپس، کاهش در تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای منتخب منا منجر می‌گردد.

کهنسال و بهرامی نسب (۱۳۹۸)، در مطالعه‌ای در بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۷۰، به بررسی ارتباط متقابل بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن و مصرف سوخت‌های فسیلی در کوتاه‌مدت و بلندمدت پرداختند. نتایج، نشان می‌دهد که رابطه دو طرفه میان هر یک از متغیرهای مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسیدکربن برقرار است.

ناهدی امیرخیز و همکاران (۱۳۹۹)، در مطالعه‌ای، رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را با استفاده از داده‌های ۱۶ کشور منتخب سازمان همکاری اسلامی در بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۵، مورد بررسی قرار دادند. نتایج، نشان می‌دهد که مصرف انرژی در بازه زمانی مورد بررسی، تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.



پائول و باتاچاریا^۱ (۲۰۰۴)، در پژوهشی برای هند، با استفاده از روش تجزیه شاخص لاسپیرز طی دوره ۱۹۸۰-۱۹۹۶، عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن از جمله شدت انرژی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج، نشان دهنده آن است که شدت انرژی، اثر بزرگتری بر انتشار دی‌اکسید کربن مرتبط با انرژی، نسبت به اثر ضریب آلودگی داشته است.

هاتزیجورجیو و همکاران^۲ (۲۰۰۸)، در مطالعه‌ای، به بررسی انتشار گاز دی‌اکسید کربن، با استفاده از دو تکنیک متفاوت تجزیه، شاخص دی‌ویژنای میانگین حسابی و شاخص دی‌ویژنای میانگین طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۰۲ برای کشور یونان پرداختند. نتایج، حاکی از آن است که اثر شدت انرژی، مهمترین عامل برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد.

آل مولالی^۳ (۲۰۱۲)، در مقاله‌ای، به بررسی رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن در ۷ منطقه دنیا با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی به‌طور اصلاح شده طی دوره زمانی ۲۰۰۸-۱۹۸۰ پرداخته است. نتایج، نشان دهنده رابطه درازمدت مثبت بین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن است و تنها ۱۶ درصد از کشورها، نتایج متفاوتی داشته‌اند. دیگر نتایج، نشان می‌دهد که در برخی از کشورها، یک رابطه دراز مدت منفی وجود دارد و در دیگر کشورها بویژه کشورهای کم درآمد، هیچ رابطه‌ای بین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن وجود ندارد.

جه اونگ و کیم^۴ (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای، عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن را در صنایع کره جنوبی طی دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۹۱ مورد بررسی قرار دادند. نتایج، حاکی از آن است که از بین ۵ عامل اثر فعالیت، اثر ساختاری، اثر شدت انرژی، اثر ترکیب سوخت و ضریب انتشار، عامل‌های تغییر ساختاری، اثر شدت انرژی و اثر ضریب انتشار، نقش کاهنده‌ای در انتشار دی‌اکسید کربن داشته‌اند.

لین و ژانگ^۵ (۲۰۱۶)، در مقاله‌ای، به بررسی انتشار دی‌اکسید کربن در صنعت سیمان چین، طی دوره زمانی ۲۰۱۰-۱۹۹۱، با استفاده از شاخص LMDI پرداختند. نتایج، نشان می‌دهد که شدت انرژی، عامل اصلی کاهش انتشار دی‌اکسید کربن بوده است.

رئوف و همکاران^۶ (۲۰۱۸)، در مقاله‌ای، رابطه بین عواملی از جمله مصرف انرژی با تخریب محیط-زیست ناشی از انتشار دی‌اکسید کربن را در چین طی سال‌های ۲۰۱۶-۱۹۶۸، با استفاده از روش ARDL بررسی کردند. نتایج، نشان می‌دهد که مصرف انرژی، باعث بدتر شدن وضعیت محیط زیست می‌شود.

واستی و زیدی^۷ (۲۰۲۰)، در مطالعه‌ای، به بررسی ارتباط انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی و آزادسازی تجاری برای کویت، در بازه زمانی ۲۰۱۷-۱۹۷۱ پرداختند. نتایج، نشان می‌دهد

1. Paul & Bhattacharya
2. Hatzigeorgiou *et al.*
3. AL-mulali *et al.*
4. Jeong & Kim
5. Lin & Zhang
6. Rauf *et al.*
7. Wasti & Zaidi

که براساس مدل اتورگرسیو (AR)، افزایش مصرف انرژی، نقش بسزایی در افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. همچنین، آزمون علیت گرنجر، نشان می‌دهد که علیت دو طرفه بین انتشار دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی وجود دارد.

بر اساس مبانی نظری ذکر شده و همچنین بررسی مطالعات پیشین مرتبط با موضوع، می‌توان گفت که در پژوهش‌های قبلی، ارتباطات بین منطقه‌ای در نظر گرفته نشده است. همان‌طور که ذکر شد، عدم در نظر گرفتن ارتباطات بین منطقه‌ای، می‌تواند موجب تورش در تصریح مدل و نتایج آن شود. بنابراین، نوآوری تحقیق حاضر نسبت به تحقیقات انجام شده، این است که در مطالعه حاضر، ارتباطات منطقه بین متغیرها لحاظ شده و از روش اقتصادسنجی فضایی برای بررسی اثر فضایی شدت انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن برای ایران استفاده شده است.

مدل و روش برآورد آن

انسلین^۱ (۱۹۸۸) معتقد است که تکنیک اقتصادسنجی فضایی، قابلیت و کاربردهای بهتری نسبت به اقتصادسنجی مرسوم در مطالعات منطقه‌ای و مکانی دارد و هنگامی که محقق با داده‌ها و مشاهدات مکانی و منطقه‌ای مثل مطالعات جمعیت‌شناسی، تجاری، بازرگانی و ... مواجه است، می‌تواند جایگزین مدل‌ها و روش‌های اقتصادسنجی مرسوم بشود. اقتصادسنجی فضایی، کاربرد تکنیک اقتصادسنجی در استفاده از داده‌های نمونه‌ای می‌باشد که جزء مکانی دارند. در واقع، می‌توان از طریق اقتصادسنجی فضایی که زیر شاخه اقتصادسنجی می‌باشد، رابطه متقابل فضایی (وابستگی فضایی یا خودهمبستگی فضایی) و ساختار فضایی (ناهمسانی فضایی) را در مدل‌های رگرسیونی با داده‌های مقطعی یا ترکیب مقطعی - سری زمانی را مورد بررسی قرار داد. هنگامی که داده‌های نمونه، جزء مکانی دارند، استفاده از شیوه‌های اقتصادسنجی مرسوم، آنچنان نمی‌تواند کارساز باشد، زیرا در این حالت، دو مساله "ناهمسانی فضایی"^۲ و "وابستگی فضایی"^۳ اتفاق می‌افتد (نجفی علمدارلو و همکاران، ۱۳۹۲).

در این مطالعه، از مدل وانگ و ژو^۴ (۲۰۱۹) برای بررسی اثر شدت انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن استفاده شده است. شکل کلی این مدل بدون در نظر گرفتن عوامل فضایی، به صورت زیر می‌باشد:

$$\ln CE_{it} = \alpha_1 + \beta_1 \ln PGDP_{it} + \beta_2 \ln EI_{it} + \beta_3 \ln POP_{it} + \beta_4 \ln IS_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$\ln CE_{it}$ نشان‌دهنده لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن، $\ln PGDP_{it}$ لگاریتم تولید ناخالصی داخلی سرانه، $\ln POP_{it}$ لگاریتم جمعیت، $\ln EI_{it}$ لگاریتم شدت انرژی، $\ln IS_{it}$ لگاریتم تغییر ساختار صنعتی است.

1. Anselin
2. Spatial Heterogeneity
3. Spatial Dependence
4. Wang & Zhou

به‌طور کلی، الگوهای اقتصادسنجی فضایی متعدد (لیسیج^۱، ۱۹۹۹) و نیز رهیافت‌هایی متعدد برای انتخاب مدل مناسب از بین این مدل‌ها وجود دارد. یکی از این روش‌ها، روش پیشنهادی الهورست^۲ (۲۰۱۴) می‌باشد. در این روش، برای انتخاب مدل مناسب بین مدل‌های فضایی، آزمون‌های تشخیص والد و والد چندگانه، انجام می‌شود.

در آزمون والد، فرض صفر آزمون، مناسب بودن مدل SAR نسبت به مدل SDM بوده، و بنابراین، اگر سطح معناداری (prob) کمتر از ۰/۰۵ باشد، آنگاه مدل SDM مناسب‌تر است. در آزمون والد چندگانه فرض صفر آزمون، مناسب بودن مدل SEM نسبت به مدل SDM را نشان می‌دهد. بنابراین اگر سطح احتمال (prob) کمتر از ۰/۰۵ باشد، آنگاه مدل SDM مناسب‌تر است.

داده‌های مربوط به این مطالعه، بر اساس آخرین اطلاعات موجود در ترازنامه هیدروکربوری استان‌های مختلف کشور در دوره ۱۳۸۷-۹۶ برای ۳۰ استان کشور انتخاب شده است. جهت به‌دست آوردن داده‌های انتشار دی‌اکسید کربن در ابتدا، با استفاده از داده‌های موجود در ترازنامه هیدروکربوری، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی (شامل: نفت کوره، نفت‌گاز، گاز طبیعی، گاز مایع، نفت سفید و بنزین) را استخراج کرده، سپس مقدار مصرف هر سوخت را در ضریب انتشار دی‌اکسید کربن (استخراج شده از هیأت بین‌دولتی تغییرات اقلیمی (IPCC)) آن ضرب می‌کنیم تا میزان انتشار هر سوخت در هر سال به‌دست آید و در نهایت، با جمع میزان انتشار همه سوخت‌های فسیلی، میزان کل انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی به‌دست آمد.

در این پژوهش، واحد انتشار دی‌اکسید کربن، تُن می‌باشد. همین‌طور از تقسیم تولید ناخالص داخلی (به قیمت جاری با واحد میلیون ریال و استخراج شده از آمارهای بانک مرکزی) هر استان بر جمعیت (استخراج شده از آمارهای مرکز آمار ایران) کل هر استان، مقدار تولید ناخالص داخلی سرانه حاصل آمده، و شدت انرژی نیز از تقسیم مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی محاسبه شده است و واحد شدت انرژی، بر حسب BTU بر میلیون ریال می‌باشد.

شاخص مورد استفاده برای محاسبه تغییرات ساختار صنعت با توجه به مقاله کورتوک و سینگ^۳ (۲۰۱۱)، به صورت رابطه (۲) می‌باشد:

$$MLI_{s,t} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_{i,s} \cdot x_{i,t}}{x_{i,t}} \cdot (\log \frac{x_{i,s}}{x_{i,t}})^2} \quad (2)$$

در این رابطه، X_{it} و X_{is} به ترتیب، سهم زیربخش صنعتی i در دو سال t و s از کل بخش صنعت می‌باشد.

زیر بخش‌های صنعتی در نظر گرفته شده در این تحقیق عبارتند از: ۱- محصولات غذایی، آشامیدنی و دخانیات؛ ۲- منسوجات، پوشاک و چرم؛ ۳- چوب، کاغذ و انتشارات؛ ۴- محصولات شیمیایی و لاستیک

1. Lesage
2. Elhorst
3. Cortuk & Sing

و پلاستیک؛ ۵- محصولات کانی غیر فلزی؛ ۶- فلزات و محصولات فلزی؛ ۷- مبلمان، بازیافت و سایر صنایع است. آمارهای مربوطه از طریق حسابهای منطقه‌ای در سایت مرکز آمار ایران و با استفاده از داده‌های ستانده حسابهای منطقه‌ای استخراج شده است.

داده‌ها و نتایج تجربی

در تحقیق حاضر، جهت بررسی پایداری متغیرها، از آزمون ریشه واحد لوین، لین، چو (LLC) استفاده شده و نتایج حاصل از آن، در جدول (۲) آمده است. طبق نتایجی که در جدول (۲) منعکس شده، سطح احتمال متغیرها کمتر از ۰/۰۵ است و در نتیجه، متغیرهای مدل پایا هستند.

جدول ۲. آزمون ریشه واحد لوین، لین، چو (LLC)

متغیر	لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن	لگاریتم شدت انرژی	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه	لگاریتم تغییرات ساختار صنعت
آماره	- ۸/۱۶	- ۳۹/۵۴	- ۳/۷۷	- ۱۲/۲۹
سطح احتمال	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

بعد از بررسی پایداری متغیرهای مدل، از آزمون موران جهت بررسی وابستگی فضایی استفاده شده است. فرض صفر این آزمون، نشان‌دهنده عدم وجود اثرات مکانی در جملات اخلاص می‌باشد. زمانی که فرض صفر رد شود، وجود اثرات مکانی در جملات اخلاص تعیین می‌گردد. نتایج حاصل از آزمون موران در جدول (۳) گزارش شده، و سطح احتمال آزمون، کمتر از ۰/۰۵ بوده است و در نتیجه، فرض صفر مبنی بر عدم سرریزهای فضایی، رد می‌گردد و مدل باید به صورت فضایی تخمین زده شود.

جدول ۳. نتایج آزمون موران

آماره χ^2	۰/۷۷
سطح احتمال	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

در ادامه، برای انتخاب بین مدل‌های اثرات ثابت و اثرات تصادفی، آزمون هاسمن برآورد شده است. در این آزمون، اگر سطح احتمال کمتر از ۰/۰۵ باشد، مدل با استفاده از اثرات ثابت برآورد می‌شود و اگر سطح احتمال بیشتر از ۰/۰۵ باشد، مدل بر اساس اثرات تصادفی تخمین زده خواهد شد. بر اساس نتایج آزمون هاسمن طبق جدول (۴)، $prob = ۰/۱۳۰۴$ ، (۴) به دست آمده است و در نتیجه، فرض صفر مبنی بر مناسب بودن اثرات تصادفی، پذیرفته می‌شود و انجام آزمون هاسمن، برآورد را به روش تصادفی (RF) پیشنهاد می‌کند.

جدول ۴. نتایج آزمون هاسمن

آماره	۱۳/۷۸
سطح احتمال	۰/۱۳۰۴

منبع: یافته‌های تحقیق

همچنین طبق نتایج حاصل از آزمون والد و والدچندگانه بر اساس جدول (۵)، باتوجه به اینکه سطح احتمال در هر دو آزمون، کمتر از ۰/۰۵ است، مدل SDM نسبت به مدل‌های SEM و SAR مناسب‌تر است؛ زیرا همان‌طور که قبلاً نیز گفته شد، در آزمون والد، فرض صفر آزمون، مناسب بودن مدل SAR نسبت به مدل SDM است. بنابراین، اگر سطح معناداری (prob) کمتر از ۰/۰۵ باشد، آنگاه مدل SDM مناسب‌تر است. در آزمون والدچندگانه، فرض صفر آزمون، مناسب بودن مدل SEM نسبت به مدل SDM است. بنابراین، اگر سطح احتمال (prob) کمتر از ۰/۰۵ باشد، آنگاه مدل SDM مناسب‌تر است.

جدول ۵. آزمون‌های تشخیص

آزمون‌ها	آزمون والد برای انتخاب بین دو مدل SDM و SAR	آزمون والد چندگانه برای انتخاب بین دو مدل SDM و SEM
آماره	۳۳/۶۷	۲۸/۳۰
سطح احتمال	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

در نهایت، بر اساس نتایج حاصل از آزمون‌های انجام شده، مدل دوربین فضایی با اثرات تصادفی مکانی برآورد گردیده و نتایج حاصل از تخمین، در جدول (۶) نشان داده شده است.

جدول ۶. نتایج برآورد مدل دوربین فضایی با اثرات تصادفی مکانی

اثرات مستقیم	متغیر	نماد متغیر	مقدار ضرایب	سطح احتمال
اثرات مستقیم	تولید ناخالص داخلی سرانه	Log(pgdg)	۰/۱۸	۰/۰۴۸
	شدت انرژی	Log(ei)	۰/۰۷۴	۰/۰۰۱
	جمعیت	Log(pop)	۰/۷۱	۰/۰۰
اثرات غیرمستقیم	تغییرات ساختار صنعت	Log(is)	- ۰/۰۰۱	۰/۹۲
	اثر فضایی تولید ناخالص داخلی	W × Log(pgdg)	- ۰/۱۸	۰/۰۰۳
	اثر فضایی شدت انرژی	W × Log(ei)	- ۰/۰۴	۰/۰۰۲
	اثر فضایی جمعیت	W × Log(pop)	- ۰/۱۱۲	۰/۲۱
	اثر فضایی تغییر ساختار صنعت	W × Log(is)	- ۰/۰۲	۰/۰۵

منبع: یافته‌های تحقیق



طبق نتایج حاصل از برآورد مدل دوربین فضایی با اثرات تصادفی مکانی که در جدول (۶) گزارش شده است، اثر تولید ناخالص داخلی سرانه، جمعیت و شدت انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن، مثبت و معنادار است و اگر تولید ناخالص داخلی سرانه، یک درصد افزایش یابد، انتشار دی‌اکسید کربن، به میزان ۰/۱۸ درصد افزایش پیدا می‌کند.

تعدیل در ساختار رشد اقتصادی و قرار گرفتن در مسیر توسعه، می‌تواند به صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار کربن منجر شود. همچنین اگر جمعیت یک درصد افزایش پیدا کند، انتشار دی‌اکسیدکربن، به میزان ۰/۷۱ درصد افزایش می‌یابد. باتوجه به اثر مثبت و معنادار شدت انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن، اگر شدت انرژی یک درصد افزایش پیدا کند، انتشار کربن، به میزان ۰/۰۷ درصد افزایش می‌یابد.

همچنین اثر فضایی تولید ناخالص داخلی سرانه، تغییر ساختار صنعت و شدت انرژی، بر انتشار دی‌اکسیدکربن منفی و معنادار است و اگر شدت انرژی، یک درصد افزایش یابد، انتشارکربن در مناطق مجاور، ۰/۰۴ درصد کاهش پیدا می‌کند. ضریب منفی و معنادار اثر فضایی شدت انرژی، بیانگر این است که زمانی که در منطقه‌ای کارخانه و صنایع تأسیس شود و شدت و مصرف انرژی در منطقه مذکور افزایش یابد، در مناطق مجاور آن، کارخانه و صنایع تأسیس نمی‌شود؛ بنابراین، شدت انرژی و آلودگی در مناطق مجاور کاهش می‌یابد. همچنین منفی شدن اثر شدت انرژی، می‌تواند به دلیل کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی، افزایش آگاهی در مورد فواید کارآیی انرژی و پذیرش شیوه‌های مکانیزه جدید باشد.

نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش، بررسی اثر شدت مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در استان‌های ایران در دوره زمانی ۹۶-۱۳۸۷ با استفاده از الگوی اقتصادسنجی فضایی بود. طبق نتایج حاصل از تخمین مدل اثر (مستقیم و درون منطقه‌ای)، شدت انرژی، بر انتشار دی‌اکسیدکربن مثبت و معنادار است. به عبارتی، افزایش شدت انرژی، باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود که یکی از دلایل این امر، به کارگیری و استفاده از ماشین آلات و تجهیزات فرسوده و با بهره‌وری پایین می‌باشد. بنابراین، پیشنهاد می‌گردد تا با استفاده از تکنولوژی‌های پیشرفته تولید و افزایش بهره‌وری، جهت کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن اقدام گردد.

در این راستا، بهتر است شدت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته و تمرکز و برنامه‌ریزی برای کاهش شدت مصرف انرژی در بخش‌های با شدت بالای مصرف انرژی صورت پذیرد. اصلاح قیمت انرژی، تشویق برای استفاده از انرژی‌های پاک، فرهنگ‌سازی برای اصلاح الگوی مصرف انرژی نیز از دیگر اقداماتی هستند که می‌توانند به کاهش مصرف انرژی و در نتیجه، کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن کمک کند. در این جهت، پیشنهاد می‌شود برای بنگاه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی با شدت انرژی کم و انتشار دی‌اکسیدکربن پایین، مشوق‌های مالی و برای بنگاه‌های با انتشار بالا، مالیات و جریمه در نظر گرفته شود. تا بنگاه‌ها در راستای کاهش شدت مصرف انرژی و کاهش آلاینده‌گی اقدام کنند.

از سوی دیگر، پیشنهاد می‌شود تا در برخی استان‌های کشور که پتانسیل استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی باد، خورشید و امواج دریا در آنها وجود دارد، تسهیلات لازم برای سرمایه‌گذاری و

تولید انرژی از این منابع، در اختیار بنگاه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی قرار گیرد تا مصرف سوخت‌های فسیلی و آلاینده و همچنین انتشار دی‌اکسید کربن کاهش یابد.

طبق سایر نتایج به دست آمده از تخمین مدل، تولید ناخالص داخلی، اثر مستقیم مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد. اگر برای کاهش آلودگی، تولید ناخالص داخلی کاهش یابد، با افزایش بیکاری مواجه خواهیم شد و در نتیجه، پیشنهاد می‌شود تا از روش‌های تولید کارا و بهبود کارایی مصرف انرژی برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن استفاده شود.

همچنین با افزایش جمعیت هر استان، انتشار دی‌اکسید کربن در آن استان افزایش پیدا می‌کند، که در این راستا، توجه به بهینه‌سازی سطح جمعیت، پیشنهاد می‌شود. ضرایب مستقیم (درون منطقه‌ای) به دست آمده برای شاخص تغییرات ساختار صنعت نیز منفی و بی‌معنا و اثرات فضایی (بین منطقه‌ای) تولید ناخالص داخلی، شدت انرژی و تغییرات ساختار صنعتی بر انتشار دی‌اکسید کربن، منفی و معنادار است؛ یعنی رابطه میان مناطق مختلف بر انتشار دی‌اکسید کربن، مؤثر است و باید در مدل‌سازی لحاظ شود.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده سازی مقاله مشارکت داشته اند.

تعارض منافع: بنا بر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

تعهد کپی رایت: طبق تعهد نویسندگان حق کپی رایت رعایت شده است.

منابع

- اسعدی، فریدون. (۱۳۸۶). اهمیت و ضرورت‌های بهینه سازی و کاهش شدت مصرف انرژی. مجلس و راهبرد، ۱۳(۵۴): ۲۷۸-۲۵۲.
- برقی اسکویی، محمد مهدی؛ فلاحی، فیروز و ژنده خطیبی، صونا. (۱۳۹۱). تأثیر تولیدات کارخانه‌ای و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار گاز CO₂ در کشورهای عضو گروه D8. فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، ۴(۲۰): ۱۰۹-۹۳.
- پورعبادالهیان کویچ، محسن؛ برقی اسکویی، محمد مهدی؛ صادقی، سید کمال و قاسمی، ایرج. (۱۳۹۳). تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات انتشار آلودگی دی‌اکسیدکربن در زیر بخش‌های صنعتی ایران. فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۳(۹): ۱۱۵-۱۳۱.
- چزانی شراهی، اسد. (۱۳۹۴). عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی در ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.
- خلیلی عراقی، منصور؛ شرزهای، غلامعلی و برخوردار، سجاد. (۱۳۹۱). تحلیل تجزیه دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در ایران. محیط‌شناسی، ۳۸(۶۱): ۱۰۴-۹۳.
- دامن کشیده، مرجان؛ عباسی، احمد؛ عربی، حسین و احمدی، حسن. (۱۳۹۲). بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی؛ مطالعه موردی: کشورهای منتخب سند چشم‌انداز بیست ساله ایران. فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، ۱(۲): ۴۶-۳۷.
- رفیعی، حامد؛ غزنوی، شیوا و صالح، ایرج. (۱۳۹۶). بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران؛ با تأکید بر آثار بیانیه ۲۱ ريو. پژوهش‌های محیط‌زیست، ۸: ۱۵۳-۱۶۴.
- شریفی، نورالدین و حسین زاده، رمضان. (۱۳۹۵). اثر صادرات بین منطقه‌ای بر رشد تولید مناطق: مطالعه موردی استان گلستان و سایر مناطق با استفاده از تحلیل داده-ستانده دومنطقه‌ای. فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۲۴: ۱۲۳-۱۴۶.
- علیشیری، هدیه؛ محمدخانی، شهرزاد و محمدباقری، اعظم. (۱۳۹۶). عوامل مؤثر بر انتشار دی-اکسیدکربن در کشور (با رویکرد تحلیل و تجزیه لاسپیرز اصلاح شده). علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۱۹(۲): ۶۲-۵۱.
- فطرس، محمد حسن؛ غفاری، هادی و شهبازی، آزاده. (۱۳۸۹). مطالعه رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت. فصلنامه علمی-پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱(۱): ۷۷-۵۹.
- فلاحی، فیروز و حکمتی فرید، صمد. (۱۳۹۲). بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز کربن دی‌اکسید در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی). فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی، ۲(۶): ۱۵۰-۱۲۹.
- قزوینیان، محمد حسن؛ هژبر کیانی، کامبیز؛ دهقانی، علی؛ زندی، فاطمه و سعیدی، خلیل. (۱۳۹۷). مقایسه تطبیقی اثر شوک‌های مصرف نفت خام بر انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی در ایران و کشورهای منتخب منا. فصلنامه اقتصاد کاربردی، ۸(۲۵): ۱۵-۱.

کهنسال، محمدرضا و بهرامی نسب، مهسا. (۱۳۹۸). ارزیابی رابطه مصرف انرژی و آلودگی با رشد اقتصادی در راستای سیاست‌های کلی محیط زیست. *سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۷(۲۸): ۱-۲۰.

محمدباقری، اعظم. (۱۳۸۹). بررسی روابط کوتاه مدت و بلندمدت بین تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و انتشار دی اکسید کربن در ایران. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷(۲۷): ۱۰۱-۱۲۹.

ناهیدی امیرخیز، محمدرضا؛ رحیم زاده، فرزاد و شکوهی فرد، سیامک. (۱۳۹۹). بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای (مطالعه موردی: کشورهای منتخب سازمان همکاری اسلامی). *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۳(۲۲): ۲۶-۱۳.

نجفی علمدارلو، حامد؛ مرتضوی، سید ابوالقاسم و شمشادی یزدی، کتایون. (۱۳۹۲). کاربرد اقتصادسنجی فضایی در بررسی عوامل مؤثر بر صادرات محصولات کشاورزی در کشورهای عضو آکو: رهیافت داده‌های تابلویی. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، ۱۳(۳): ۶۲-۴۹.

References

- Alishiri, H., Mohamadkhanli, S., & Mohammadbagheri, A. (2017). Study of factors affecting Carbon dioxide emission in the country (With refined Laspeyres decomposition analytic method). *Journal of Environmental Science and Technology*, 19(2), 51-62. (In Persian).
- Al-Mulali, U., Sab, C. N. B. C., & Fereidouni, H. G. (2012). Exploring the bi-directional long run relationship between urbanization, energy consumption, and carbon dioxide emission. *Energy*, 46(1), 156-167.
- Ang, B. W., Mu, A. R., & Zhou, P. (2010). Accounting frameworks for tracking energy efficiency trends. *Energy Economics*, 32(5), 1209-1219.
- Anselin, L. (1988). *Spatial econometrics: methods and models* (Vol. 4). Springer Science & Business Media.
- Asaadi, F. (2008). The importance and necessity of optimizing and reducing the intensity of energy consumption. *Majlis and Rahbord*, 13(54), 252-278. (In Persian).
- Barghi Oskoe, M., Fallahi, F., & Zhendeh Khatibi, S. (2012). The effect of manufacturing products and foreign direct investment on CO₂ emission in D8 countries. *Economical Modeling*, 4(20), 93-109 (In Persian).
- Berglund, C., & Soderholm, P. (2006). Modeling technical change in energy system analysis: analyzing the introduction of learning-by-doing in bottom-up energy models. *Energy Policy*, 34(12), 1344-1356.
- Chezani Sharahi, A. (2015). Factors affecting the intensity of energy consumption in Iran. Master Thesis, Islamic Azad University, Central Tehran Branch (In Persian).
- Cortuk, O., & Singh, N. (2011). Structural change and growth in India. *Economics Letters*, 110(3), 178-181.
- Damankeshideh, M., Abbasi, A., Arabi, H., & Ahmadi, H. (2013). Evaluation of the relationship between energy consumption and economic growth (Case study for Iran twenty-year outlook selected countries). *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*, 1(2), 55-69 (In Persian).
- Deluna Jr, R. (2008). Anthropogenic carbon dioxide emission in Asia: effect of population, affluence and energy efficiency. MPRA paper, No. 36603.

Elhorst, J. P. (2014). Spatial panel data models. In *Spatial econometrics* (pp. 37-93). Springer, Berlin, Heidelberg.

Falahi, F., & Hekmati Farid, S. (2013). Determinants of CO₂ emissions in the Iranian Provinces (panel data approach). *Iranian Energy Economics*, 2(6), 129-150. (In Persian).

Fotros, M., Ghafari, H., & Shahbazi, A. (2011). Relationships between Co₂ emissions and economic growth: the case of OPEC. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, 1(1), 77-59. (In Persian)

Ghazvinian, M. M., Kiani, K., Dehghani, A., Zandi, F., & Saeidi, K. (2018). Comparative comparison of the effects of shocks on oil consumption on CO₂ emissions and economic growth in Iran and selected countries of MENA. *Applied Economics*, 8(25), 1-15 (In Persian).

Hatzigeorgiou, E., Polatidis, H., & Haralambopoulos, D. (2008). CO₂ emission in Greece for 1990-2002: A decomposition analysis and comparison of results using the arithmetic mean Divisia index and logarithmic mean Divisia index techniques. *Energy* 33, 492-499.

Jeong, K., & Kim, S. (2013). LMDI decomposition analysis of greenhouse gas emissions in the Korean manufacturing sector. *Energy Policy*, 62, 1245-53.

Khalili Araghi, A., Sharzei, G., & Barkhordari, S. (2012). A decomposition analysis of CO₂ emissions related energy consumption in Iran. *Journal of Environmental Studies*, 38(1), 93-104 (In Persian).

Kohansal, M., & Bahraminasab, M. (2020). Evaluating the relationship between energy consumption and pollution with economic growth in line with overall environmental policies. *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*, 7(28) (In Persian).

LeSage, J. P. (1999). *The Theory and Practice of Spatial Econometrics*. University of Toledo. Toledo, Ohio, 11.

Lin, B., & Zhang, Z. (2016). Carbon emissions in China 's cement industry: A sector and policy analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1387-94.

Mohammad Baqeri, A. (2011). Investigating short-term and long-term relationships between GDP, energy consumption and carbon dioxide emissions in Iran. *Journal of Energy Economics Studies*, 27, 101-129 (In Persian).

Nahidi Amirkhiz, M., Rahimzadeh, F., & Shokouhifard, S. (2020). Study of the relation among economic growth, energy using and greenhouse gas emissions (Case study: Selected countries of the OIC). *Journal of Environmental Science and Technology*, 22(3), 13-26 (In Persian).

Najafi Alamdarloo, H., Mortazavi, S. A., & Shemshadi yazdi K. (2013). Application of spatial econometrics in agricultural exports in ECO members: Panel data approach. *QJER*, 13(3), 49-62 (In Persian).

Olivier, J. G. J., Janssens-Maenhout, G., Muntean, M., & Peters, J. A. H. W. (2016). Trends in global CO₂ 468 emissions; 2016 Report. *The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*.

Paul, S., & Bhattacharya, R. N. (2004). CO₂ emission from energy use in India: A decomposition analysis. *Energy Policy*, 32(5), 585-593.



Poorebadolahan Kovich, M., Bargi Oskoe, M., Sadeghi, S., & Ghasemy, I. (2014). Decomposing the influencing factors of CO₂ emissions of Iranian manufacturing industries. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 3(9), 115-131 (In Persian).

Popp, D., & Newell, R. G. (2009). Energy, the environment, and technological change. *Handbook of the Economics of Innovation*, 2, 873-937.

Rafiee, H., Ghaznavi, S., & Saleh, I. (2017). Study on factors affecting Carbon Dioxide emissions in Iran; with emphasis on the effects of 21th. Rio statement. *Environmental Researches*, 8(15), 153-164 (In Persian).

Rauf, A., Zhang, J., Li, J., & Amin, W. (2018). Structural changes, energy consumption and carbon emissions in China: empirical evidence from ARDL bound testing model. *Structural Change and Economic Dynamics*, 47, 194-206.

Ricci, F. (2007). Channels of transmission of environmental policy to economic growth: A survey of the theory. *Ecological Economics*, 60(4), 688-699.

Sharifi, N., & Hosseinzadeh, R. (2016). The effect of exports between regions on the growth of regional production: A Case Study of Golestan Province and other regions using two-region data-output analysis. *Journal of Economic Modeling Research*, 24(2), 123-146. (In Persian).

Shim, J. H. (2006). *The Reform of Energy Subsidies for the Enhancement of Marine Sustainability: Case Study of South Korea*. University of Delaware.

Wang, S., Li, C., & Zhou, H. (2019). Impact of China's economic growth and energy consumption structure on atmospheric pollutants: Based on a panel threshold model. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117-694.

Wasti, S. K. A., & Zaidi, S. W. (2020). An empirical investigation between CO₂ emission, energy consumption, trade liberalization and economic growth: A case of Kuwait. *Journal of Building Engineering*, 28, 101104.

COPYRIGHTS



This license allows others to download the works and share them with others as long as they credit them, but they can't change them in any way or use them commercially.