

عوامل مؤثر بر آلودگی هوای ایجاد شده در بخش حمل‌ونقل استان‌های ایران*

مجید مداح^{۱*}، عبدالنظام جعفری^۲

۱. دانشیار، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۲. دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و علوم اداری، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

njafari@semnan.ac.ir

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۱۰

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۷/۰۵/۱۳

چکیده

بخش حمل‌ونقل، یکی از منابع مهم آلودگی در سطح کشور است. طبق آمارهای موجود طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳، ۲۳/۶۱ درصد از انتشار دی‌اکسید کربن در ایران توسط بخش حمل‌ونقل ایجاد شده است. عوامل مختلفی میزان آلودگی در بخش حمل‌ونقل را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در این مقاله با کاربرد الگوی داده‌های تابلویی طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ عوامل مؤثر بر آلودگی ایجاد شده در بخش حمل‌ونقل استان‌های ایران بررسی می‌شود. نتایج حاصل از تخمین مدل نشان می‌دهد ارزش افزوده هر یک از بخش‌های اقتصادی کشور و تعداد وسایل نقلیه شماره‌گذاری شده دارای اثر مثبت و معناداری بر آلودگی هستند. بر این اساس، یک درصد افزایش در ارزش افزوده سرانه در بخش‌های کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات به ترتیب باعث افزایش ۰/۱۱ درصد، ۰/۰۸ درصد و ۰/۱۲ درصد در میزان تولید دی‌اکسید کربن استان‌ها در بخش حمل‌ونقل می‌شود. همچنین افزایش یک‌درصدی در تعداد وسایل نقلیه شماره‌گذاری شده نیز موجب افزایش ۰/۰۴۹ درصدی میزان انتشار دی‌اکسید کربن در بخش حمل‌ونقل استان‌ها شده است. با توجه به نتایج حاصله، پیشنهادهای کاربردی نیز به منظور کاهش آلودگی هوای استانی ناشی از بخش حمل‌ونقل ارائه شد.

کلیدواژه

استان‌های ایران، الگوی داده‌های تابلویی، آلودگی هوا، حمل‌ونقل، محیط‌زیست.

۱. سرآغاز

ویژگی‌های اقلیمی ایران در بهره‌گیری از زیرساخت‌های حمل‌ونقل ایجاب می‌کند که توجه ویژه‌ای به بحث آلودگی محیط زیستی و گازهای گلخانه‌ای انتشار یافته ناشی از فعالیت‌های حمل‌ونقل معمول یافته و در صورت لزوم نیز تدابیر خاصی برای کنترل آلودگی هوای ایجاد شده در این بخش اتخاذ شود. بر اساس گزارش‌های آماری موجود در ترانزنامه‌های انرژی منتشر شده توسط وزارت نیرو در سال‌های مختلف، گاز دی‌اکسید کربن در بین گازهای آلاینده و گلخانه‌ای منتشر شده در ایران طی دوره مورد

از جمله فعالیت‌های زیربنایی و اساسی در هر اقتصاد، فعالیت‌های حمل‌ونقل است؛ به طوری که این حوزه از فعالیت‌ها می‌تواند در ارتقاء رشد و تحول در هر جامعه بسیار حائز اهمیت باشد. گسترش فعالیت‌های بخش حمل‌ونقل از یک‌سو موجب افزایش رشد اقتصادی و افزایش رفاه شده و از سوی دیگر با ایجاد آثار جانبی^۱ به واسطه انتشار آلاینده‌های مضر موجب کاهش رفاه و رشد اقتصادی خواهد شد. از این رو گسترده‌گی جغرافیایی و

* مقاله حاضر مستخرج از رساله دکتری نویسنده مسئول است.

به‌طور متوسط ۲۳/۶۱ در صد بوده است. جدول ۱، سهم بخش‌های مختلف مصرف‌کننده انرژی را در انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در سال‌های مورد بررسی نشان می‌دهد (م‌حاسبات تحقیق بر اساس اطلاعات موجود در ترازنامه‌های انرژی سال‌های مختلف).

بررسی، بیشترین سهم را داشته است. همچنین سهم گاز دی‌اکسید کربن انتشار یافته در بخش حمل‌ونقل (شامل حمل‌ونقل جاده‌ای، هوایی، دریایی و ریلی) در مقایسه با دیگر بخش‌ها از جمله بخش‌های خانگی، تجاری و عمومی، کشاورزی، پالایشگاه‌ها و نیروگاه‌ها در همین دوره

جدول ۱. سهم هر یک از بخش‌های مصرف‌کننده انرژی در انتشار گاز دی‌اکسید کربن طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۳ (درصد)

بخش	سال ۱۳۸۹	سال ۱۳۹۰	سال ۱۳۹۱	سال ۱۳۹۲	سال ۱۳۹۳	متوسط سهم هر بخش در انتشار دی‌اکسیدکربن
خانگی، تجاری و عمومی	۲۵	۲۵	۲۲/۹۲	۲۳/۵۳	۲۲/۷۹	۲۳/۸۵
صنعت	۱۶/۶	۱۶/۷	۱۶/۹۹	۱۵/۹۱	۱۶/۶۷	۱۶/۵۷
حمل‌ونقل	۲۳/۴	۲۳/۱	۲۳/۴۹	۲۳/۱۵	۲۴/۹۳	۲۳/۶۱
کشاورزی	۲/۶	۲/۳	۲/۲۶	۲/۲۰	۲/۰۷	۲/۲۷
پالایشگاه‌ها	۳/۲	۲/۷	۲/۹۸	۴/۶۱	۴/۰۲	۳/۵
نیروگاه‌ها	۲۹/۱	۳۰/۲	۳۱/۳۷	۳۰/۶۱	۲۹/۵۱	۳۰/۱۴

منبع: نگارندگان با اقتباس از ترازنامه انرژی در سال‌های مختلف

خصوصاً میزان استفاده از فرآورده‌های نفتی، نخست میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بخش حمل‌ونقل استان‌ها محاسبه می‌شود و سپس با استفاده از روش داده‌های تابلویی^۲ به بررسی عوامل اثرگذار بر آن پرداخته خواهد شد. در همین راستا نخست پیشینه تحقیق مربوط به عوامل مؤثر بر آلودگی هوا و انتشار دی‌اکسید کربن بررسی خواهد شد. سپس با تصریح و تخمین مدل، عوامل مؤثر بر آلودگی حمل‌ونقل از لحاظ تجربی بررسی و سپس راهکارهای کاهش آلودگی ارائه می‌شود.

گرچه در بخشی از مطالعات پیشین انجام شده، اثر مثبت و معنادار مصرف انرژی بر رشد اقتصادی تأیید شده است، لیکن نتایج مطالعات دیگر نشان می‌دهد افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در تعارض با هدف رشد اقتصادی قرار دارد و افزایش انرژی از طریق ایجاد آثار

با توجه به سهم قابل توجه آلودگی بخش حمل‌ونقل در کل آلودگی و در نظر گرفتن هزینه‌های اجتماعی ناشی از آن و همچنین با توجه به آثار منفی آلودگی بر رشد اقتصادی، مخارج بهداشتی خانوار و سلامت شهروندان و ارتباط زیاد فعالیت‌های بخش حمل‌ونقل با فعالیت دیگر بخش‌ها، بررسی و تحقیق در خصوص عوامل اثرگذار بر میزان آلودگی این بخش از اهمیت و ضرورت بسیاری برخوردار است. از این رو سؤال اساسی تحقیق را می‌توان به شرح زیر مطرح کرد:

- عوامل اثرگذار بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن بخش حمل‌ونقل کدامند؟

در این پژوهش با استفاده از داده‌های استانی، شامل تمامی استان‌های کشور که البته آمار استان البرز به صورت تجمیعی با استان تهران در نظر گرفته شده است، در

است که در تشکیل تولید ناخالص داخلی سهم پر اهمیتی دارند، مانند محصولات معدنی، فعالیت‌های بازرگانی و گردشگری (بیضایی، ۱۳۸۴). با توجه به اثر مستقیم گسترش فعالیت‌های بخش حمل‌ونقل بر محیط‌زیست و آلودگی هوا، توسعه دیگر بخش‌های اقتصادی می‌تواند موجب افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی شود.

مطالعات مختلفی در حوزه آلودگی هوا در خارج از کشور انجام شده است. در ارتباط با عوامل مؤثر بر آلودگی هوا، Koubi و Bernauer (۲۰۰۹) در مطالعه‌ای با استفاده از داده‌های ۱۰۷ شهر از ۴۲ کشور جهان طی سال‌های ۱۹۷۱-۱۹۹۶ نتیجه گرفتند که اولاً دموکراسی رابطه مستقل مثبت با کیفیت هوا (انتشار دی‌اکسید سولفور) دارد. ثانیاً در میان متغیرهای دموکراسی، سیستم‌های جمهوری، اثرگذاری بیشتری نسبت به سیستم‌های پارلمانی بر کیفیت هوا (تولید کالای عمومی) دارند.

Maietta و Carilo (۲۰۱۲) در پژوهش خود با رویکرد پانل GMM رابطه بین درآمد سرانه و کیفیت محیط‌زیست را برای داده‌های ۲۰۰۰-۲۰۰۶ در ۲۰ ناحیه از کشور ایتالیا در قالب منحنی کوزنتس (EKC) تأیید کردند. در این مطالعه، از سرانه انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان فقدان کیفیت محیط‌زیست استفاده شده است.

Peng و همکاران (۲۰۱۶) از طریق رهیافت پنل شور^۶ برای داده‌های ۱۹۸۵-۲۰۱۲ در چند استان بزرگ چین به این نتیجه رسیدند که سرمایه‌گذاری خارجی بر رشد اقتصادی اثر مثبت و انتشار گاز دی‌اکسید کربن CO₂ بر رشد اقتصادی تأثیر منفی دارد.

Abdoui و Hammami (۲۰۱۷) با استفاده از روش داده‌های تابلویی برای ۱۷ کشور خاورمیانه و شمال آفریقا برای سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۲ به نتیجه رسیدند که چارچوب فرضیه کوزنتس در خصوص آلودگی هوا در این کشورها برقرار است، ضمن این‌که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درجه باز بودن اقتصاد موجب افزایش انتشار گاز دی‌اکسید کربن می‌شود.

منفی زیست‌محیطی بر رشد اقتصادی اثر منفی دارد. Grossman و Krueger (۱۹۹۱) در پاسخ به این تعارض، فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)^۳ را مطرح کردند. این فرضیه بیان می‌کند نخست میزان آلودگی بر اثر افزایش درآمد سرانه افزایش می‌یابد؛ اما پس از رسیدن به سطح معینی از درآمد سرانه، شاهد کاهش آلودگی خواهیم بود. مسیر تغییرات آلودگی بر این اساس به شکل منحنی U معکوس خواهد بود. به اعتقاد طرفداران منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، سطوح بالاتر توسعه، همراه با تغییرات ساختاری در صنایع و استفاده از خدمات اطلاعاتی^۴ همراه خواهد بود. بدین صورت که با افزایش توسعه‌یافتگی، آگاهی‌ها در خصوص مسائل زیست‌محیطی ارتقاء یافته و به بهبود وضع قوانین حامی محیط‌زیست می‌انجامد که در نهایت با استفاده از تکنولوژی به‌روزتر و کارتر و صرف مخارج بیشتر، کیفیت محیط‌زیست بالاتر خواهد رفت (Panayotou, 1993). بر اساس نظریه اثر مقیاس^۵، افزایش تولید در صورت عدم تغییر در چارچوب اقتصاد یا تکنولوژی موجود به رشد آلودگی و تخریب محیط‌زیست می‌انجامد. دیدگاه‌های مبتنی بر تعارض هدف توسعه اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی بر پایه این نظریه شکل گرفته‌اند (Stern, 2004).

در ارتباط با رابطه جمعیت شهرنشینی و آلودگی زیست‌محیطی نیز دو نگاه کلی وجود دارد. نخست اینکه افزایش جمعیت شهرنشینی باعث افزایش آلودگی می‌شود؛ چرا که افزایش جمعیت، استفاده بیشتری از زیرساخت‌ها، حمل‌ونقل و انرژی را در بر خواهد داشت و همچنین گذار از مرحله تولید کشاورزی به صنعت نیز موجب افزایش آلودگی می‌شود. دیدگاه دیگر اینکه فرهنگ شهرنشینی، به مصرف بهینه انرژی در شهرها نسبت به روستاها و کاهش آلودگی می‌انجامد. بنابراین رابطه بین رشد جمعیت شهری و آلودگی محیط‌زیست می‌تواند مثبت یا منفی باشد (Alam et al, 2007)

بخش حمل‌ونقل، خدمتی را ارائه می‌کند که تقاضای آن وابسته به تقاضا برای بسیاری از محصولات جامعه

که با افزایش جمعیت و نرخ شهرنشینی، انتشار دی‌اکسید کربن افزایش می‌یابد.

محمدی و سخی (۱۳۹۲) در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند شاخص توسعه انسانی اثر مثبت بر شاخص عملکرد محیط‌زیست دارد. همچنین آزادسازی تجاری در کشورهای با درآمد بالا باعث افزایش شاخص عملکرد محیط‌زیست و در کشورهای با درآمد پایین باعث کاهش شاخص عملکرد محیط‌زیست شده است.

لطفعلی‌پور و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با استفاده از الگوی خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی، با استفاده از داده‌های ۱۳۴۹ الی ۱۳۹۰ ایران اثر مثبت و معنادار توسعه مالی و رشد اقتصادی بر تخریب محیط‌زیست را تأیید کردند.

خداداد و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهش خود با عنوان «محاسبه هزینه اجتماعی انتشار دی‌اکسید کربن به تفکیک استان‌های مختلف در ایران» با استفاده از سه روش مختلف طی سال‌های ۱۳۸۰ الی ۱۳۹۱، هزینه‌های اجتماعی انتشار دی‌اکسید کربن در استان‌های کشور را برآورد کردند و نتیجه گرفتند هزینه اجتماعی هر واحد کربن در استان‌های ایران متفاوت است که این امر لزوم اجرای سیاست‌های نامتوازن در زمینه قیمت‌گذاری بر آلاینده‌ها را توصیه می‌کند.

هراتی و همکاران (۱۳۹۵) نیز با به کارگیری رویکرد پانل GMM برای داده‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۲ در یافتند که در کشورهای تحت بررسی، نابرابری اقتصادی و سیاسی بر کیفیت محیط‌زیست اثر منفی داشته و افزایش مصرف انرژی نیز باعث کاهش کیفیت محیط‌زیست می‌شود.

مداح و محمدنیا (۱۳۹۵) با تخمین الگوی ارتباطات خطی ساختاری (LISREL) برای کشورهای منتخب عضو اوپک از جمله ایران طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۲ به این نتیجه رسیدند اولاً رابطه مثبت و معناداری بین فساد اقتصادی و اقتصاد سایه‌ای وجود دارد؛ ثانیاً افزایش فعالیت‌های غیرقانونی در بخش اقتصاد سایه‌ای اثر مثبت و معناداری بر رشد شاخص‌های آلوده‌کننده محیط‌زیست از

Khoshnevis و Khanalizadeh (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای با استفاده از روش خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده برای کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا برای سال‌های ۲۰۱۴-۱۹۹۵ به این نتیجه رسیدند که در بلند مدت، انتشار دی‌اکسید کربن و درآمد اثر مثبت و معنادار بر مخارج بهداشتی دارند.

Talbi (۲۰۱۷) در پژوهش خود با استفاده از روش خود توضیح برداری طی سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۴ به بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن حمل و نقل جاده‌ای در کشور تونس پرداخت و به این نتیجه رسید که کارایی انرژی و قیمت سوخت در مقایسه با دیگر متغیرها مثل رشد اقتصادی و شهرنشینی اثر بیشتری بر انتشار دی‌اکسید کربن بخش حمل و نقل دارند. همچنین فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس نیز در این مطالعه تأیید شد.

در بین مطالعات داخلی، نصراللهی و غفاری (۱۳۸۹) در مقاله‌ای با عنوان «آلودگی هوا و عوامل مؤثر بر آن - مطالعه موردی در صنایع تولیدی ایران» با روش داده‌های تابلویی برای دوره ۱۳۷۴-۱۳۸۶ به این نتیجه رسیدند که انتشار ذرات معلق در هوا (SPM) و گاز دی‌اکسید گوگرد دارای رابطه مثبت با حجم فعالیت‌های اقتصادی، مصرف انرژی و حجم سرمایه فیزیکی و رابطه منفی با شدت مهارت‌های انسانی، قیمت سوخت‌های فسیلی و بهره‌وری نیروی کار و همچنین شدت مهارت نیروی انسانی هستند.

جعفری صمیمی و احمدپور (۱۳۹۰) در مطالعه خود با عنوان «بررسی رابطه شاخص عملکرد محیط‌زیست و رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته» با استفاده از روش داده‌های تابلویی نشان دادند در کشورهای توسعه یافته در بازه زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۰۸، رشد اقتصادی بر عملکرد محیط‌زیست اثر منفی داشته است.

در مطالعه دیگری فلاحی و حکمتی (۱۳۹۲) نتیجه گرفتند شدت انرژی، درآمد واقعی سرانه، نرخ شهرنشینی و میزان جمعیت مهم‌ترین عوامل اقتصادی و اجتماعی اثرگذار بر کیفیت آلودگی هوا در استان‌های کشور هستند به طوری

پژوهش به صورت رابطه (۱) تعریف می شود:

$$CO_2 = f(KHODRO, PERKESHAD, PERSANLAD, PERKHAVD) \quad (1)$$

که در آن CO_2 : میزان انتشار دی اکسیدکربن بخش

حمل و نقل در استانها بر حسب تن

$KHODRO$: تعداد وسایل نقلیه شماره گذاری شده در

استانها (شامل اتوبوس، مینی بوس، سواری، کامیون، وانت

و کامیونت، تریلی و موتور سیکلت)

$PERKESHAD$: ارزش افزوده سرانه بخش کشاورزی

در استانها به قیمت جاری بر حسب میلیون ریال

$PERSANLAD$: ارزش افزوده سرانه بخش صنعت،

معدن، ساختمان و انرژی در استانها به قیمت جاری بر

حسب میلیون ریال

$PERKHAVD$: ارزش افزوده سرانه بخش خدمات در

استانها به قیمت جاری بر حسب میلیون ریال

۲.۲. جمع آوری و بررسی داده های موجود

داده های ارزش افزوده بخش های اقتصادی و جمعیت استانها از سالنامه های آماری و همچنین داده های تعداد وسایل نقلیه شماره گذاری شده هر استان از اداره آمار معاونت طرح و برنامه و بودجه نیروی انتظامی جمهوری اسلامی ایران گردآوری شده اند. جدول ۲، آمارهای توصیفی تحقیق را نشان می دهد.

جمله انتشار دی اکسیدکربن، مصرف سوخت فسیلی و مساحت جنگل دارد.

در مطالعه دیگری مداح و رئوفی (۱۳۹۶) با اشاره به شکست مکانیزم بازار در عرضه کالاها و خدمات عمومی و ضرورت مداخله دولت در بازار برای اتخاذ سیاست های زیست محیطی، با استفاده از رویکرد سیستم معادلات هم زمان برای داده های اقتصاد ایران در دوره ۱۳۴۵-۱۳۹۰ نشان دادند اولاً اندازه دولت، تنها دارای آثار مستقیم معنادار بر آلودگی سرانه است؛ ثانیاً رابطه مثبت بین اندازه دولت و انتشار آلودگی سرانه در رویکرد ایستا و رابطه منفی بین اندازه دولت و انتشار آلودگی سرانه در رویکرد پویا وجود دارد.

علی رغم مطالعات مختلف انجام گرفته در حوزه آلودگی هوا، تا کنون مطالعه ای در خصوص عوامل مؤثر بر آلودگی ایجاد شده در بخش حمل و نقل استانی در ایران صورت نگرفته است.

۲. مواد و روش ها

۲.۱. روش تحقیق

در چارچوب ادبیات تحقیق برای بررسی تجربی اثر عوامل مؤثر بر آلودگی بخش حمل و نقل در سطح استان های کشور از الگوی داده های تابلویی (ترکیب داده های سری زمانی^۷ و مقطعی^۸) استفاده می شود. بر این اساس مدل اقتصادسنجی

جدول ۲. آمارهای توصیفی متغیرهای تحقیق

شاخص / متغیر	CO2	KHODRO	PERKESHAD	PERSANLAD	PERKHAVD
حداکثر	۱۹۶۸۷۳۰۰	۶۶۳۲۳۱	۳۵/۸۵	۲۵/۸۲	۳۱۳۰۷۸۵۰/۹۹
حداقل	۷۵۰۰۸۰	۴۵۵۷	۱/۳۸	۰/۴۸	۲۱۱۸۲۰/۵
میانگین	۴۰۵۲۰۳۵/۹۳	۳۰۰۱۱۱/۲	۶۹/۸	۱۸/۶۷	۱۸۸۲۳۱۳۸/۱۳
انحراف معیار	۳۸۰۲۰۳۸/۸۱	۹۰۴۶۱/۶۷	۸/۲۳	۴/۷۸	۵۴۴۲۶۹۴/۷۶
تعداد مشاهدات	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰

منبع: محاسبات تحقیق

میلیون تن در استان i و زمان t ، FCI_j^t میزان مصرف سوخت j بر حسب تن^۱ در استان i و زمان t ، VCV_j ارزش حرارتی خالص سوخت j بر حسب پتاژول در هر تن^۱، CC_j موجودی کربن سوخت j بر حسب گیگاگرم در هر پتاژول انرژی^۲، FCO_j درصد احتراق کربن که تابع نوع سوخت و M نسبت جرم مولکولی CO_2 به کربن (۴۴/۱۲) هستند. طبق این شاخص، ضرایب انتشار دی اکسید کربن در استان‌ها محاسبه می‌شوند که اطلاعات آن در جدول ۳ ارائه شده است.

شکل ۱، متوسط انتشار دی اکسید کربن منتشر شده در بخش حمل و نقل استان‌ها طی سال‌های ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۳ را نشان می‌دهد.

در بین متغیرهای تحقیق، اطلاعاتی از میزان انتشار دی اکسید کربن به صورت استانی در دسترس نیست، لیکن بر اساس آمارهای منتشر شده در خصوص میزان استفاده از سوخت و فرآورده‌های نفتی استان‌ها در ترازنامه‌های سالیانه انرژی و بر مبنای استاندارد اعلام شده توسط هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوایی (IPCC)^۹ میزان انتشار دی اکسید کربن در بخش حمل و نقل برای استان‌های کشور در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۳ طبق رابطه (۲) محاسبه شده است:

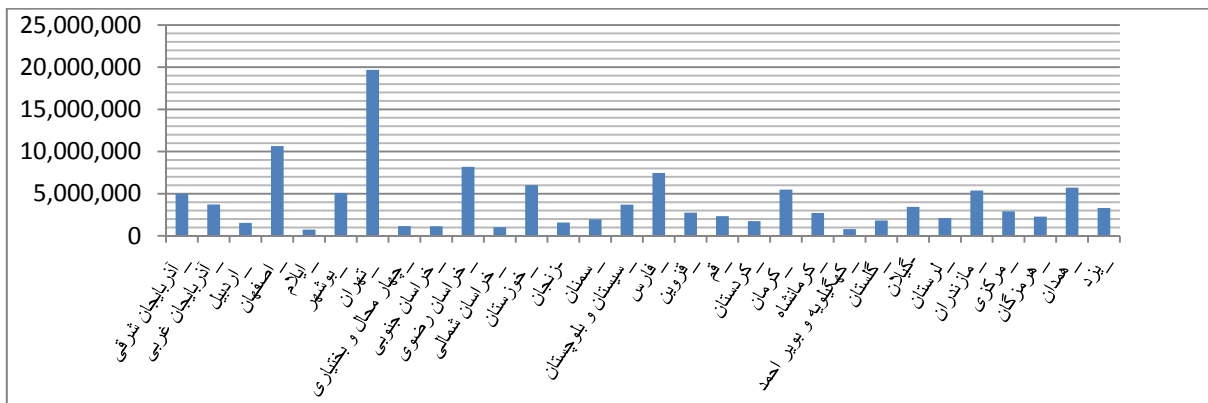
$$CO2_i^t = \sum_j FCI_j^t \times VCV_j \times CC_j \times FCO_j \times M \quad (2)$$

که در آن $CO2_i^t$ ، میزان انتشار دی اکسید کربن بر حسب

جدول ۳. ضرایب انتشار گاز CO_2 بر حسب مقدار سوخت مصرف شده و ارزش حرارتی هر سوخت

نوع سوخت	CO_2 (gr/Liter)	CO_2 (Gg/Pj)
گاز طبیعی	۱۸۹۷/۹	۵۵/۸۲۰
گاز مایع	۱۴۲۶/۶	۶۲/۴۳۶
بنزین	۲۲۸۹/۸	۶۸/۶۰۷
نفت سفید	۲۵۵۶/۶	۷۰/۷۸۵
گازوئیل	۲۶۸۴/۷	۷۳/۳۲۶
نفت کوره	۳۰۰۱/۳	۷۶/۵۹۳

منبع: هیئت بین دولتی تغییرات آب و هوایی (۲۰۱۳)



شکل ۱. متوسط دی اکسید کربن منتشر شده در بخش حمل و نقل استان‌ها طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۹۳ بر حسب تن

(منبع: محاسبات تحقیق)

تشکیل شده است، رابطه هم انباشتگی بین متغیرها را تأیید کرد.

نتیجه اولیه از برآورد رابطه (3) و نتایج آزمون F^{17} نشان داد مقدار F محاسباتی از مقدار F جدول کمتر است

که در نتیجه فرض مبنی بر برابری عرض از مبدأها را نمی توان رد کرد، در واقع الگوی داده ها در تخمین مدل به صورت ترکیبی است و استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برای تخمین مدل توصیه می شود.

بررسی برقراری فروض کلاسیک در تخمین مدل رگرسیون، نشان داد مدل دارای ناهمسانی واریانس^{۱۸} است و پایین بودن آماره دوربین - واتسون^{۱۹} نیز نشان وجود خود همبستگی در مدل است. به منظور رفع مشکل خود همبستگی، متغیر وابسته با یک دوره تأخیر به عنوان متغیر مستقل وارد مدل شد و برای رفع مشکل ناهمسانی واریانس نیز برآورد نهایی مدل با استفاده از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS)^{۲۰} صورت گرفت که نتایج حاصل از تخمین مدل نهایی در جدول ۲ آمده است. مقدار آماره t ضرایب برآوردی نشان می دهد تمامی ضرایب در سطح بالایی از لحاظ آماری معنادار هستند. مقادیر آماره F و ضریب تعیین بیانگر درجه بالای اعتبار مدل برآوردی هستند. انجام آزمون ریشه واحد^{۲۱} برای جملات اخلال مدل برآوردی نیز نشان داد جملات خطا در سطح مانا بوده که این به معنی وجود هم انباشتگی در بین متغیرهای به کار رفته در مدل است.

۳. نتایج

در راستای هدف تحقیق به منظور بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی حمل و نقل در استانها، شکل لگاریتمی مدل تحقیق به صورت رابطه (۳) در نظر گرفته شد:

(۳)

$$LCO2_{it} = \alpha + \beta_{it}LKHODRO + \beta_{it}LPERKESHAD + \beta_{it}LPERSONLAD + \beta_{it}LPERKHAVD + u_{it}$$

که در آن α ، جمله ثابت معادله؛ β_{it} ها ضرایب شیب و u_{it} ، جمله اخلال است.

در مدل رگرسیونی با الگوی داده های پانل، بر حسب اینکه عرض از مبدأ (α) چه حالتی بگیرد سه حالت کلی برای تخمین مدل وجود دارد. نخست: اگر هیچ اختلافی بین مقاطع وجود نداشته باشد α به عنوان میانگین مقاطع وارد مدل خواهد شد که در این وضعیت روش حداقل مربعات معمولی (OLS)^{۱۳} حداکثر کارایی و سازگاری را در برآورد عرض از مبدأ و ضرایب مدل خواهد داشت. دوم: چنانچه بین مقاطع اختلاف وجود داشته باشد این اختلاف بین مقاطع در نشان داده می شود که البته در طول زمان ثابت فرض خواهد شد. این روش، آثار ثابت^{۱۴} نام دارد. سوم: چنانچه اختلاف بین مقاطع تصادفی باشد از روش آثار تصادفی^{۱۵} به منظور برآورد مدل استفاده می شود (Baltagi, 1995).

قبل از برآورد مدل به منظور اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها آزمون هم انباشتگی بین متغیرهای تحقیق، انجام شد. نتیجه آزمون هم انباشتگی پدرونی^{۱۶} که از ۷ شاخص مختلف درون بعدی و بیرون بعدی برای پانل

جدول ۴. نتیجه آزمون F

۱/۱۲۹۵۷۵	مقدار آماره F
۰/۳۲۵۵	احتمال

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۵. نتایج برآورد مدل اثر عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش حمل‌ونقل در استان‌های کشور

متغیرها	ضرایب	آماره t	احتمال
عرض از مبدأ	۰/۱۷۳۷۱۰	۱/۹۳۵۱۴۴	۰/۰۵۵۴
لگاریتم تعداد خودروهای شماره‌گذاری شده	۰/۰۴۹۸۸۴	۲/۲۵۷۷۷۶	۰/۰۲۵۹
لگاریتم ارزش افزوده سرانه بخش کشاورزی	۰/۱۱۵۴۱۸	۳/۳۳۳۶۰۹	۰/۰۰۱۱
لگاریتم ارزش افزوده سرانه بخش صنعت و معدن و ساختمان	۰/۰۸۰۴۲۸	۳/۲۱۹۵۸۵	۰/۰۰۱۷
لگاریتم ارزش افزوده سرانه بخش خدمات	۰/۱۲۰۹۵۸	۳/۴۱۰۵۵۰	۰/۰۰۰۹
لگاریتم انتشار دی‌اکسید کربن (با یک دوره تأخیر)	۰/۷۹۵۱۳۷	۱۶/۰۶۷۳۹	۰/۰۰۰۰

= 0/98

DW = 1/78

F-Statistic = 1427/971

منبع: محاسبات تحقیق

در انتشار دی‌اکسید کربن با وقفه‌ای یک ساله در بخش حمل‌ونقل دارای اثر مثبت و معنادار به میزان ۰/۸ درصد بر انتشار دی‌اکسید کربن بخش حمل‌ونقل در سال جاری طی دوره تحت بررسی داشته است.

۴. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مقاله اثر عوامل مؤثر بر آلودگی در بخش حمل‌ونقل کشور با استفاده از آمارهای استانی در چارچوب مدل اقتصادسنجی پانل دیتا طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۹۳ مورد بررسی و تحلیل تجربی قرار گرفت که نتایج حاصله ضمن انطباق با مبانی نظری، با نتیجه دیگر مطالعات انجام شده در این حوزه نیز همسویی دارد.

با افزایش فعالیت‌های اقتصادی و در پی آن افزایش تقاضا برای کالاها و خدمات، تقاضا برای خدمات ارائه شده در بخش حمل‌ونقل بالا می‌رود که این مسئله می‌تواند انتشار دی‌اکسید کربن را افزایش دهد. نتایج حاصل از تحقیق نشان داد تعداد وسایل نقلیه شماره‌گذاری شده، ارزش افزوده سرانه بخش خدمات که شامل فعالیت‌های حمل‌ونقل نیز می‌شود، ارزش افزوده بخش‌های کشاورزی و صنعت و معدن دارای اثر مثبت و معنادار بر آلودگی ایجاد شده در بخش حمل‌ونقل استان‌های کشور دارند. اثر مثبت وسایل نقلیه بر آلودگی حمل‌ونقل نشان دهنده آلوده‌زا بودن وسایل نقلیه مورد استفاده توسط شهروندان است و

طبق اطلاعات جدول ۵، تمامی متغیرهای توضیحی دارای اثر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن تولیدی در استان‌های ایران در بخش حمل‌ونقل دارند. با توجه به استفاده از داده‌های لگاریتمی در مرحله تخمین مدل، ضرایب برآوردی به‌عنوان کشش آلودگی در بخش حمل‌ونقل نسبت به هر یک از متغیرهای توضیحی تفسیر می‌شوند. بر این اساس، در دوره مورد بررسی، ارتباط متقابل بین تولید در بخش‌های اقتصادی و تولیدات بخش حمل‌ونقل تأیید می‌شود. در واقع با افزایش تولید، خدمات حمل‌ونقل گسترش می‌یابد که در این شرایط، فقدان امکانات مناسب و استاندارد در بخش حمل‌ونقل، آلودگی بیشتر را به همراه دارد. بر اساس نتایج تحقیق، افزایش یک‌درصدی در تعداد وسایل نقلیه شماره‌گذاری شده نیز به طور متوسط به افزایش ۰/۴۹ درصد در میزان انتشار دی‌اکسید کربن در بخش حمل‌ونقل استان‌ها منجر شده است. این یافته نقش آلوده‌کننده وسایل نقلیه که اغلب در داخل تولید می‌شوند را تأیید می‌کند. مقایسه کشش‌های برآوردی بیانگر آن است که کشش آلودگی ارزش افزوده سرانه بخش خدمات بیش از کشش آن نسبت به دیگر بخش‌ها است. به نظر می‌رسد این نتیجه به دلیل سهم بیشتر فعالیت‌های بخش خدمات در ایجاد ارزش افزوده کل کشور و اختلاف قابل توجه این سهم نسبت به سهم ارزش افزوده دیگر بخش‌ها باشد. همچنین افزایش یک‌درصدی

- فرآورده های نفتی در بخش حمل و نقل درون شهری و بیرون شهری.
- نوسازی ناوگان حمل و نقل درون شهری و بیرون شهری از طریق حمایت از بخش خصوصی با هدف به کارگیری تکنولوژی کارتر.
 - بهبود کیفیت ساخت خودروهای ساخت داخل از طریق الزام خودروسازان به رعایت استانداردهای آلاینده‌ها.

یادداشت‌ها

1. externality effect
2. panel data
3. Environmental Kuznets Curve
4. information – intensive
5. scale effect
6. SUR Panel
7. time series data
8. cross section data
9. Intergovernmental Panel on Climate Change
10. ton
11. Pj/Ton
12. Gg/Pj
13. Least Ordinary Squares
14. fixed effect
15. random effect
16. pederoni
17. F limer
18. heteroscedastic
19. durbin watson
20. Generalized Least Square
21. unit root

اثر مثبت و معنادار ارزش افزوده بخش های اقتصادی بر آلودگی بخش حمل و نقل بیانگر رابطه مستقیم تولید و آلودگی است که این یافته منطبق با ناحیه نخست منحنی کوزنتس است. در واقع می توان گفت افزایش تولیدات استانی گرچه امکانات درآمدی استانی را افزایش می دهد و باعث رشد و توسعه اقتصادی می شود، اما هزینه های اجتماعی به صورت افزایش آلودگی بر اقتصاد استانها تحمیل می نماید که این مسئله می تواند ضمن وارد کردن خسارات زیست محیطی، رفاه اجتماعی را کاهش دهد. بر این اساس لازم است تا موضوع سیاست گذاری برای کاهش آلودگی هوا از طریق ابزارهایی مثل بهبود بهره وری تولید، رعایت استانداردهای لازم در تولید بخش های مختلف اقتصادی و نظارت دقیق دولت بر فعالیت بنگاه های اقتصادی و توقف فعالیت بنگاه های آلوده کننده و نافض مقررات زیست محیطی مد نظر مسئولان استانی قرار گیرد. طبق نتایج حاصله، راهکارهای زیر برای کاهش حجم دی اکسید کربن منتشر شده در بخش حمل و نقل پیشنهاد می شود:

- کوتاه سازی مسیرهای حمل و نقل و گسترش شبکه های ارتباطی به خصوص مسیرهای جاده ای و ریلی با توجه به میزان تقاضا برای جابجایی بار و مسافر در آن مسیر.
- کاهش مصرف سوخت از طریق بهبود تکنولوژی و جایگزین کردن مصرف برق به جای

منابع

- بیضایی، س. ا. ۱۳۸۴. ارائه مدل های تعیین عوامل مؤثر بر ارزش افزوده بخش حمل و نقل و تولید ناخالص داخلی کشور، فصلنامه پژوهشنامه حمل و نقل، ۲: ۶۵-۷۸.
- جعفری صمیمی، ا. و احمدپور، س. م. ۱۳۹۰. بررسی رابطه شاخص عملکرد محیط زیست در رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، ۱: ۵۵-۷۴.
- خداداد کاشی، ف.، اکابری تفتی، م.، موسوی جهرمی، ی. و خسروی نژاد، ع. ۱۳۹۵. محاسبه هزینه اجتماعی انتشار دی اکسید کربن به تفکیک استان های مختلف در ایران، فصلنامه پژوهش های سیاست گذاری و برنامه ریزی انرژی، ۲: ۷۷-۱۱۰.
- سعادت، ر. ۱۳۸۵. تخمین سطح و توزیع سرمایه اجتماعی استانها، فصلنامه علمی پژوهشی رفاه اجتماعی، ۲۳: ۱۷۲-۱۹۵.

- فلاحی، ف. و حکمتی فرید، ص. ۱۳۹۲. بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی)، فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی، ۶: ۱۲۹-۱۵۰.
- لطفعلی‌پور، م.، فلاحی، م. و اسماعیل‌پور مقدم، ه. ۱۳۹۳. اثر رشد اقتصادی، تجارت و توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست در ایران (بر اساس شاخص ترکیبی)، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱۵: ۶۱-۷۶.
- محمدی، ح. و سخی، ف. ۱۳۹۲. تأثیر تجارت، سرمایه‌گذاری خارجی و توسعه انسانی بر شاخص عملکرد محیط‌زیست، فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، ۳: ۵۵-۷۵.
- مداح، م. و محمدنیا سروی، ز. ۱۳۹۵. بررسی رابطه بین فساد اقتصادی، اقتصاد سایه‌ای و آلودگی محیط‌زیست در کشورهای منتخب اوپک (رهیافت لیزرل)، فصلنامه اقتصاد مقداری، ۴: ۱-۱۸.
- مداح، م. و رثوفی، ف. ۱۳۹۶. اثرات مستقیم و غیرمستقیم مخارج دولت بر آلودگی با رویکرد سیستم معادلات هم‌زمان، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۴: ۱۵۵-۱۶۶.
- مرکز آمار ایران، نتایج تفصیلی آمارگیری از هزینه و درآمد خانوارها، سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۹۰.
- نصرالهی، ز.، غفاری گولک، م. ۱۳۸۹. آلودگی هوا و عوامل مؤثر بر آن - مطالعه موردی در صنایع تولیدی ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۱۰: ۷۵-۹۵.
- وزارت نیرو، ترازنامه انرژی، سال‌های مختلف.
- هراتی، ج.، دهقانی، ع.، تقی زاده، ح. و تکتیم، ا. ۱۳۹۵. بررسی تأثیر نابرابری اقتصادی و سیاسی بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منتخب: رویکرد پانل GMM. فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۲۳: ۱۹۷-۲۳۱.
- Abdouli, M. and Hammami, S. 2017. Economic growth, FDI inflows and their impact on the environment: an empirical study for the MENA countries. *Journal of Quality & Quantity*. 21: 121-146.
- Alam, S., Fatima, A. and M. Butt. 2007. Sustainable development in pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation. *Journal of Asian Economics*. 18: 825-837.
- Baltagi, B. 1995. Econometric analysis of panel data. *Journal of Econometric Theory*. 13: 747-754.
- Bernauer, T., Koubi, V. 2009. Effect of political institutions on air quality. *Journal of Ecological Economics*. 68(5): 1355-1365.
- Carillo, F., Maietta, O. W. 2012. The relationship between economic growth and environmental quality: the contributions of economic structure and agricultural policies. EAAE seminar.
- Grossman, Gene M. and Krueger, Alan B. 1991. Environmental impacts of a North American free trade agreement. *Journal of National Bureau of Economic Research*. 3914: 1-39.
- IPCC, Fifth Assessment Report – Climate Change. 2013. www.ipcc.ch/report.
- Khoshnevis Yazdi, S. and Khanalizadeh, B. 2017. Air pollution, economic growth and health care expenditure. *Journal of Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*. 30(1): 1181-1190.
- Panayotou, T. 2003. Economic growth and the environment. Spring Seminar of the United Nations Economic Commission for Europe, Geneva, 1-49.
- Peng, H., Tan, X., Li, Y. and Hu, L. 2016. Economic growth, foreign direct Investment and emissions in china: a panel granger causality analysis. *Journal of Sustainability*. 8(3): 233-246.
- Stern, David I. 2004. The rise and fall of the environmental kuznets curve. *World Development*. 32(8): 1419-1439.
- Talbi, Bisma. 2017. CO2 emissions reduction in road transport sector in tunisia. *Journal of Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 69: 232-238.