

## بررسی منحنی زیست محیطی کوزنتس در بخش حمل و نقل جاده‌ای کشور با استفاده از روش ARDL

### مقاله پژوهشی

پریسا بازدار اردبیلی\*، مربی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران  
پیمان پژمانزاد، دانش آموخته کارشناسی ارشد، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران  
\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: parisabazdar@bhrc.ac.ir

دریافت: ۹۸/۰۴/۲۷ - پذیرش: ۹۸/۰۹/۲۰

صفحه ۸۴-۷۵

### چکیده

بررسی آلودگی محیط‌زیست و عوامل تأثیرگذار بر آن از مباحث مهم در اقتصاد است. هدف این تحقیق بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی محیط‌زیست در بخش حمل و نقل جاده‌ای طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۴ است. از این رو ابتدا مباحث تئوریک اثرگذاری رشد اقتصادی بر آلودگی محیط‌زیست بررسی شده، سپس این موضوع از لحاظ تجربی در بخش حمل و نقل جاده‌ای مورد بررسی قرار گرفته و منحنی آلودگی زیست محیطی کوزنتس<sup>۱</sup> استخراج شده است. همچنین با استفاده از نرم افزار Microfit و به وسیله روش الگوی خود بازگشت با وقفه‌های توزیعی (ARDL)<sup>۲</sup> به بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان‌دهنده وجود رابطه مثبت بین متغیرهای درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست و رابطه منفی بین مربع درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست در بخش حمل و نقل جاده‌ای می‌باشد. لذا فرضیه زیست محیطی کوزنتس در بخش حمل و نقل جاده‌ای کشور صادق بوده و همچنین نقطه برگشت منحنی نشان می‌دهد که بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران هنوز به نقطه برگشت منحنی زیست محیطی کوزنتس نرسیده است. همچنین بین مصرف فرآورده‌های نفتی و آلودگی محیط‌زیست در بخش حمل و نقل جاده‌ای نیز رابطه مثبت وجود دارد. لذا با توجه به نتایج پژوهش پیشنهاد می‌گردد که سیاست‌گذاری‌های لازم برای حرکت به سمت تکنولوژی‌های سبز و پاک صورت پذیرد چراکه باعث خواهد شد کشور در مسیر رشد پایدار قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: آلودگی محیط‌زیست، فرضیه زیست محیطی کوزنتس، حمل و نقل جاده‌ای، ARDL

### ۱- مقدمه

اصولی بسیاری از سیاست‌های اقتصادی، دستیابی به سطح رشد اقتصادی بالاتر می‌باشد، در این حالت مخاطرات زیست محیطی ناشی از فعالیت اقتصادی به یک موضوع بحث‌انگیز تبدیل می‌شود. با توجه به این موضوع طی دهه‌های اخیر، برخی از طرفداران محیط‌زیست از دیدگاه "شکست بازار" با تجارت آزاد و رشد اقتصادی مخالفت کرده و دخالت دولت را ضروری دانسته‌اند. از طرف دیگر، کسانی معتقدند برای دستیابی به محیط‌زیست سالم‌تر و ریشه‌کن کردن فقر، رشد اقتصادی لازم است. لذا رفته‌رفته موضوع تعارض میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست به یکی از موضوعات مورد بحث در حوزه

به‌طور کلی بین اقتصاد و محیط‌زیست واکنشی دوطرفه وجود دارد. بنگاه‌ها با استفاده از منابع اقتصادی از جمله مواد اولیه و انرژی، کالاها و خدمات را تولید می‌کنند و در این فرآیند قسمتی از نهاده‌های مورد استفاده در تولید را به‌عنوان ضایعات و پسماند به محیط‌زیست بازمی‌گردانند. این ضایعات که عمدتاً به شکل گازهای مونواکسید کربن، دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید سولفور و یا مواد زائد جامد و فاضلاب می‌باشد، موجب بروز آلودگی یا تحمیل هزینه‌های خارجی به جامعه می‌گردد. بدین ترتیب ملاحظه می‌شود که اتخاذ هر تصمیم در اقتصاد با هزینه‌ی فرصت یا فرصت‌های ازدست‌رفته روبه‌رو است. هدف

اقتصاد محیط‌زیست تبدیل شد؛ به طوری که امروزه کشورها به اهمیت مسائل زیست‌محیطی پی برده و حسب احساس نیاز و متقابلاً خطر نسبت به این مسئله، به وضع برخی قوانین در سطح ملی یا تنظیم توافقنامه‌های بین‌المللی پرداخته‌اند. به نظر می‌رسد کشورها در این راستا به دنبال کاهش ضایعات زیست‌محیطی و هم‌زمان، طی نمودن مراحل توسعه می‌باشند و به تعبیری ویرایش‌های مختلفی از توسعه پایدار را دنبال می‌کنند. رشد اقتصادی، هدف اصلی بسیاری از سیاست‌های اقتصادی دولت‌هاست. با این حال، رشد اقتصادی سریع، معمولاً باعث ایجاد زیان‌های جدی بر محیط‌زیست (به علت استفاده فزاینده از منابع طبیعی و انتظار حجم بیشتری از آلاینده‌ها) می‌شود. از این رو، یک تضاد بالقوه بین سیاست‌های اقتصادی و وضعیت محیط‌زیست وجود دارد (ناهدی امیرخیز و دیگران و ۱۳۹۷). یکی از بخش‌هایی که باعث ایجاد آلودگی زیست‌محیطی می‌شود بخش حمل‌ونقل جاده‌ای است که با مصرف فرآورده‌های نفتی باعث ایجاد آلودگی زیست‌محیطی می‌شود. با توجه به اهمیت موضوع حالا باید به این سؤال پاسخگو بود که آیا کنترل زیست‌محیطی و محدود کردن فعالیت‌های اقتصادی بخش حمل‌ونقل جاده‌ای با توجه به اینکه از نتایج جانبی این فعالیت‌ها آلودگی است که موجب کاهش رفاه انسان‌ها در بلندمدت و گاه حتی در کوتاه‌مدت می‌شود، ضرورت دارد؟ در این راستا، این مقاله به بررسی رابطه‌ی میان رشد اقتصادی و آلودگی زیست‌محیطی در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای می‌پردازد. در این مقاله پس از بیان مقدمه، پیشینه تحقیق ارائه شده است. در بخش دوم مبانی تئوریک منحنی زیست‌محیطی کوزنتس بررسی شده است. در ادامه رابطه‌ی بلندمدت و کوتاه‌مدت رشد اقتصادی و آلودگی زیست‌محیطی در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای کشور با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی مورد آزمون قرار گرفته و در نهایت نتیجه‌گیری ارائه گردیده است.

## ۲- پیشینه تحقیق

مقاله‌ای تحت عنوان "تجزیه و تحلیل تئوریک و تجربی منحنی آلودگی محیط‌زیست کوزنتز در ایران طی دوره ۱۳۶۵-۱۳۹۵" توسط ناهیدی امیرخیز و دیگران به چاپ رسیده است. هدف این تحقیق بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی محیط‌زیست در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ می‌باشد.

در این ارتباط ابتدا مباحث تئوریک اثرگذاری رشد اقتصادی بر آلودگی محیط‌زیست بررسی شده سپس این موضوع از لحاظ تجربی مورد بررسی قرار گرفته و منحنی آلودگی محیط‌زیست کوزنتس استخراج می‌شود. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان‌دهنده وجود رابطه مثبت بین متغیرهای درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست و رابطه منفی بین مربع درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست می‌باشد. لذا فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در ایران صادق بوده و همچنین نقطه برگشت منحنی نشان می‌دهد که ایران هنوز به نقطه برگشت منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نرسیده است. همچنین بین مصرف فرآورده‌های نفتی و آلودگی محیط‌زیست نیز رابطه مثبت وجود دارد (ناهدی امیرخیز و دیگران و ۱۳۹۷). مقاله‌ای تحت عنوان "رشد اقتصادی، رشد مصرف انرژی و رشد انتشار دی‌اکسید کربن بررسی رابطه علیت با رویکرد داده‌های تلفیقی پویا (DPD)" توسط نیکو اقبال و دیگران به چاپ رسیده است. هدف این مقاله بررسی رابطه علی پویا بین متغیرهای رشد مصرف انرژی، رشد اقتصادی و رشد انتشار دی‌اکسید کربن با استفاده از رویکرد داده‌های تلفیقی پویا و تکنیک GMM-SYS در بلندمدت و برای سه گروه درآمدی متفاوت؛ پایین‌تر از متوسط (ML)، بالاتر از متوسط (MH) و درآمد بالا (H) می‌باشد. نتایج تخمین نشان می‌دهد که در همه گروه‌های درآمدی رابطه علی یک‌طرفه از رشد اقتصادی به مصرف انرژی وجود دارد. نتایج رابطه علی از رشد اقتصادی به رشد انتشار دی‌اکسید کربن نشان می‌دهد که در گروه (ML) این رابطه به صورت مثبت برقرار است، در حالی که در گروه‌های (MH) و (H) این رابطه منفی می‌باشد. در ادامه با توجه به این‌که روند کاهشی شدت انتشار دی‌اکسید کربن نسبت به افزایش درآمد در سه گروه درآمدی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را تأیید می‌کند، صحت منحنی زیست‌محیطی کوزنتس با استفاده از تکنیک DOLS در تمامی کشورهای مورد بررسی، رد و منحنی N شکل را تأیید می‌کند (نیکو اقبال و دیگران و ۱۳۹۱). مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی ارتباط متقابل بین متغیرهای رشد اقتصادی، آلودگی محیط‌زیست، توسعه مالی و درجه باز بودن تجارت در ۸ کشور بزرگ اسلامی" توسط حیدری و دیگران به چاپ رسیده است. این مطالعه ارتباط بین چهار متغیر رشد اقتصادی، آلودگی محیط‌زیست، توسعه مالی و درجه باز بودن تجارت را برای هشت کشور بزرگ اسلامی طی

دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۸۰ با استفاده از داده‌های تابلویی و مدل سیستم معادلات هم‌زمان مورد بررسی قرار می‌دهد. نتایج حاکی از آن است که رابطه دوطرفه بین رشد تولید و آلودگی محیط‌زیست وجود دارد. در واقع در این گروه از کشورها، با رشد تولید، آلودگی‌های زیست‌محیطی افزایش می‌یابد که نشان می‌دهد در این کشورها تولید بدون توجه به آثار زیست‌محیطی آن صورت می‌گیرد. توسعه سیستم مالی نیز رشد تولید را در این گروه از کشورها افزایش می‌دهد و بر آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌افزاید. در واقع توسعه مالی باعث افزایش مصرف انرژی و افزایش فعالیت‌های صنعتی می‌شود و از این طریق آلودگی‌های محیط‌زیستی را موجب می‌شود. همچنین درجه باز بودن تجارت در این کشورها می‌تواند به رشد بیشتر و توسعه مالی کمک کند و از طریق این دو کانال آلودگی زیست‌محیطی نیز افزایش می‌یابد. با توجه به یافته‌های این پژوهش، در کشورهای عضو گروه دی ۸، باید بستری فراهم شود تا با گسترش تجارت، توسعه سیستم مالی و به تبع آن افزایش رشد تولید، با دست یافتن به فناوری‌های جدید در عرصه محیط‌زیست به رشد پایدار این کشورها کمک کرد (حیدری و دیگران ۱۳۹۵). مقاله‌ای تحت عنوان "رشد اقتصادی، مصرف انرژی و توسعه مالی بر آلودگی محیط‌زیست در ایران طی دوره ۹۵-۱۳۶۵" توسط موسوی و دیگران به چاپ رسیده است. هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر رشد اقتصادی، مصرف فرآورده‌های نفتی، توسعه مالی و باز بودن اقتصاد بر آلودگی محیط‌زیست در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ می‌باشد. در این ارتباط ابتدا منحنی آلودگی محیط‌زیست کوزنتز (EKC) استخراج و این موضوع مورد بررسی قرار گرفته است. در این ارتباط مدل آلودگی محیط‌زیست با روش‌های جدید اقتصادسنجی نظیر الگوی پویای خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL) و روش جوهانسون - جوسلیوس مورد برازش قرار می‌گیرد. نتایج وجود رابطه مثبت بین متغیرهای درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست را نشان می‌دهد. بین مربع درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست نیز رابطه منفی وجود دارد. لذا فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در ایران صادق بوده و ایران در قسمت صعودی منحنی EKC قرار دارد. بین مصرف فرآورده‌های نفتی و آلودگی محیط‌زیست نیز رابطه مثبت وجود دارد. هرچند بین دو متغیر توسعه مالی و باز بودن اقتصاد با آلودگی

محیط‌زیست هیچ رابطه مشخصی به دست نیامد (موسوی و دیگران ۱۳۹۶). مقاله‌ای تحت عنوان "رشد اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست: بررسی مدل E3 در ایران" توسط مهدوی عادل و نظری به چاپ رسیده است. در این مقاله به بررسی مدل E3 (رشد اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست) در ایران برای دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۵۳ با استفاده از روش تخمین‌زن گشتاورهای تعمیم‌یافته پرداخته می‌شود. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که اثر مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست بر رشد اقتصادی مثبت و معنی‌دار است. همچنین اثر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی مثبت و معنی‌دار است. در نهایت مصرف انرژی و رشد اقتصادی اثر مثبت و معنی‌داری بر آلودگی محیط‌زیست در ایران دارند (مهدوی عادل و نظری ۱۳۹۳). مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی رابطه میان آلودگی هوا، شدت انرژی و باز بودن اقتصاد ایران" توسط فطرس و دیگران به چاپ رسیده است. هدف اصلی بررسی رابطه CO<sub>2</sub> و شدت انرژی و درجه باز بودن اقتصاد است. به این منظور، از داده‌های سری زمانی ایران طی سال‌های (۱۳۸۶ - ۱۳۴۶) استفاده شد. نتایج حاکی از وجود رابطه مثبت و معنادار میان شدت انرژی و آلودگی هوا و ارتباط مثبت بین باز بودن اقتصاد و آلودگی هوا در بلندمدت است (فطرس و دیگران ۱۳۹۱). مقاله‌ای تحت عنوان "بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران ۸۳-۱۳۵۹" توسط فطرس و نسرین دوست به چاپ رسیده است. در این مقاله از روش شناسی تودا- یاماموتو برای بررسی علیت متغیرها استفاده و در صورت وجود رابطه علیت بین متغیرهای تحقیق، فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) برآورد می‌گردد. نتایج، بیانگر وجود سه رابطه علی یک‌طرفه (الف) از نشر دی‌اکسید کربن به درآمد سرانه، (ب) از نشر دی‌اکسید کربن به سرانه مصرف انرژی و (پ) از سرانه مصرف انرژی به آلودگی آب است. فرضیه کوزنتس برای نشر دی‌اکسید کربن، درآمد سرانه، آلودگی آب، سرانه مصرف انرژی رد می‌شود و برای رابطه نشر دی‌اکسید کربن، سرانه مصرف انرژی رد نمی‌شود (فطرس و نسرین دوست و ۱۳۸۸). کاسمن و دیمن با استفاده از داده‌های ۲۰۱۰-۱۹۹۲ به بررسی رابطه علت و معلولی بین مصرف انرژی، انتشار دی‌اکسید کربن، رشد اقتصادی، باز بودن تجارت و شهرنشینی برای کشورهای اتحادیه اروپا پرداختند. نتایج نشان داد که فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس مورد تأیید قرار گرفت. همچنین نتایج

محیطزیست و یا حرکت به سمت خدماتی‌تر شدن اقتصاد، روند نزولی منحنی آغاز می‌شود. اوج این منحنی را رسیدن به حالت رشد غیر آلاینده می‌گویند. بدین معنی که از اوج منحنی به بعد، اقتصاد، در حال کاهش استفاده از مواد و انرژی در فرآیند تولید است (مارتینز و مورانکو<sup>۳</sup>، ۲۰۰۳). بکرمن<sup>۴</sup> (۱۹۹۲) عنوان نموده که شواهد روشنی وجود دارد که رشد اقتصادی در مراحل اولیه خود منجر به تخریب محیطزیست می‌شود. از نظر وی در نهایت بهترین و شاید تنها راه برای حفظ ارتقای سطح کیفی محیطزیست در کشورهای جهان، ثروتمند شدن است. به‌طور خلاصه می‌توان، دلایل و مکانیزم‌های کاهش انتشار آلاینده‌ها را به‌واسطه رشد درآمد و رشد اقتصادی (نظریه EKC) در سه قالب زیر عنوان نمود:

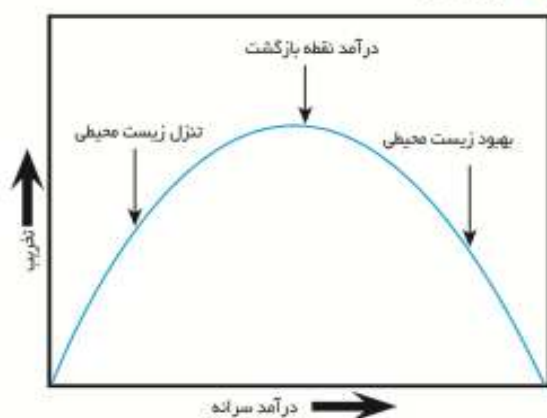
الف- کیفیت و بهبود محیطزیست، از دیدگاه اقتصاد خرد، یک کالای لوکس محسوب می‌شود. بنابراین، در سطوح درآمدی بالا مورد تقاضا قرار می‌گیرد و با افزایش سطوح درآمدی، انتشار آلاینده‌ها کاهش می‌یابد.

ب- تغییر در ترکیب کالاهای تولیدی و به‌ویژه گرایش به اقتصاد خدماتی، آلودگی کمتری به دنبال دارد.

ج- بهبود در فنون تولید، رشد اقتصادی بالا و آلودگی کمتر را به ارمغان می‌آورد (روکا و همکاران<sup>۵</sup>، ۱۹۲۰۱).

پیشرفت تکنولوژی، از طرق مختلف باعث کاهش میزان آلودگی فرایند تولید می‌شود. یکی از این راه‌ها، زمینه‌سازی برای استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر به‌جای سوخت‌های فسیلی است. انتظار می‌رود با افزایش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر آلودگی ناشی از تولید کاهش یابد (استادزاد و بهلولی و ۱۳۹۴).

منحنی کوزنتس



نمودار ۱. منحنی زیست محیطی کوزنتس

نشان می‌دهد که یک رابطه علیت یک‌طرفه کوتاه‌مدت از مصرف انرژی، باز بودن تجارت و شهرنشینی به انتشار کربن، از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی، از تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و شهرنشینی به باز بودن تجارت، از شهرنشینی به تولید ناخالص داخلی، و از شهرنشینی به باز بودن تجارتی وجود دارد. یکی دیگر از نتایج این مقاله، نقش مهم چهار متغیر مصرف انرژی، انتشار دی‌اکسید کربن، رشد اقتصادی و باز بودن تجارت در فرایند تعدیل سیستم به سمت تعادل بلندمدت بود (Kasman & Duman & 2015).

### ۳- مبانی تئوریک منحنی زیست محیطی کوزنتس

با افزایش بحران‌های زیست محیطی در سطح جهان، توجه مجامع جهانی به مسئله محیطزیست افزایش یافته و مخاطرات زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی به یک موضوع بحث‌برانگیز تبدیل شده است. بر همین اساس، طی چند دهه اخیر، برخی از طرفداران محیطزیست از دیدگاه شکست بازار با تجارت آزاد و رشد اقتصادی مخالفت کرده و دخالت دولت را جهت کنترل فعالیت‌های اقتصادی و کاهش آثار سوء آن بر محیطزیست ضروری دانسته‌اند. از سوی دیگر، بسیاری از مسئولان و صاحب‌نظران اقتصادی معتقدند که برای دستیابی به محیطزیست سالم‌تر و ریشه‌کن کردن فقر، رشد اقتصادی اجتناب‌ناپذیر است. لذا موضوع تعارض میان رشد اقتصادی و کیفیت محیطزیست به یکی از موضوعات مورد بحث در حوزه اقتصاد محیطزیست تبدیل شده و مکانیسم‌های مختلفی برای توسعه اقتصادی همراه با حفظ محیطزیست، یا همان توسعه پایدار معرفی شده است. مطالعات مربوط به آزمون فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) طی سالیان اخیر، ارتباط میان متغیرهای مختلف رشد اقتصادی و محیطزیست را به‌طور مطلوبی مورد بررسی قرار داده‌اند. بیان ساده فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس، این است که بین برخی از شاخص‌های آلودگی زیست محیطی و یکی از شاخص‌های رشد اقتصادی (معمولاً سطح درآمد سرانه) رابطه‌ای به شکل U وارونه وجود دارد. به عبارت دیگر با افزایش توان اقتصادی جامعه، در ابتدا مقدار تخریب زیست محیطی افزایش می‌یابد، اما سرانجام پس از رسیدن به سطح آستانه‌ای از رشد اقتصادی، به دلایل مختلف از جمله آگاهی جامعه نسبت به تخریب

#### ۴-ارایه مدل و روش تخمین آن

##### ۴-۱-ارایه مدل

با توجه به مطالعات تجربی صورت گرفته، در این پژوهش الگوی زیر به عنوان الگوی اصلی مدنظر قرار می‌گیرد:

$$Co_2 = f(y_t, y_t^2, e_t) \quad (1)$$

که در آن:

$CO_2$ : آلودگی زیست محیطی در بخش حمل و نقل جاده‌ای  
 $y_t$ : درآمد سرانه بخش حمل و نقل جاده‌ای (ارزش افزوده تقسیم بر میزان اشتغال بخش حمل و نقل جاده‌ای)  
 $y_t^2$ : مربع درآمد سرانه بخش حمل و نقل جاده‌ای  
 $e_t$ : مصرف فرآورده‌های در بخش حمل و نقل جاده‌ای می‌باشد. لذا با توجه به توضیحات ارائه شده، شکل کلی مدل به صورت زیر می‌باشد:

$$Co_2 = \alpha_0 + \alpha_1 y_t + \alpha_2 y_t^2 + \alpha_3 e_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

دوره زمانی مورد مطالعه ۱۳۶۸-۱۳۹۴ بوده و داده‌ها و اطلاعات آماری مورد نیاز برای برآورد مدل از سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و ۱۳۹۷) و کتاب "بررسی استهلاک موجودی سرمایه فیزیکی در بخش حمل و نقل جاده‌ای" (معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید بهشتی و ۱۳۹۴) و ترازنامه انرژی (معاونت امور برق و انرژی و ۱۳۹۴) استخراج شده است. در این پژوهش با استفاده از نرم افزار Microfit و به وسیله روش الگوی خود توضیح با وقفه گستره (ARDL) به بررسی و تجزیه و تحلیل داده‌های سری زمانی می‌پردازیم.

##### ۴-۲-روش تخمین

۴-۲-۱- الگوی خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) یکی از الگوهای پویای متناسب با رابطه‌ی ایستای بلندمدت، الگوی خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) است، که برآوردهای به نسبت بدون تورش از ضرایب بلندمدت به دست می‌دهد. برخلاف سایر تکنیک‌های رایج در روش تحلیل هم انباشتگی، همانند روش انگل-گرنجر، در ابتدا نیازی به آگاهی از درجه‌ی انباشتگی متغیرهای مورد مطالعه نیست. هم‌چنین روش ARDL قادر به برآورد هم‌زمان ضرایب بلندمدت و کوتاه‌مدت الگو و تعیین جهت علیت بین متغیرهای الگوست. یک الگوی  $ARDL(p, q_1, q_2, \dots, q_k)$  در شکل ساده نشان داده می‌شود.

$$\alpha(L, P)Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i(L, q_i)X_{it} + \delta W_t + u_t \quad (3)$$

که در آن،  $\alpha_0$  مقدار ثابت،  $Y_t$  متغیر وابسته و  $L$  عملگر وقفه است، به طوری که  $L^j Y_t = Y_{t-j}$  است.  $W_t$  برداری از متغیرهای قطعی (غیر تصادفی)، نظیر عرض از مبدأ، متغیر روند، متغیرهای مجازی و یا متغیرهای برون‌زا با وقفه‌های ثابت است.  $P$ ، تعداد وقفه‌های به کاررفته برای متغیر وابسته و  $q_i$  تعداد وقفه‌های مورد استفاده برای متغیرهای مستقل  $(X_{it})$  است. هم‌چنین در الگوی بالا:

$$\alpha(L, P) = 1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2 - \dots - \alpha_p L^p \quad (4)$$

$$\beta_i(L, q_i) = 1 - \beta_{i1} L - \beta_{i2} L^2 - \dots - \beta_{iq} L^q \quad i=1, 2, \dots, k \quad (5)$$

تعداد وقفه‌های بهینه برای هر یک از متغیرهای توضیحی را می‌توان با کمک یکی از ضوابط آکائیک، شوارتز-بیزین و حنان-کوئین، تعیین کرد. در بلندمدت  $Y_t = Y_{t-1} = \dots = Y_{t-p}$  و  $X_{it} = X_{it-1} = \dots = X_{it-q}$  است که بیانگر وقفه‌ی  $q$  ام از متغیر نام است. بدین ترتیب معادله‌ی بلندمدت برای الگوی ARDL به صورت زیر بیان می‌شود:

$$Y_t = \alpha + \sum_{i=1}^k \theta_i X_{it} + W_t + V_t \quad (6)$$

که در این رابطه:

$$\alpha_i = \frac{\alpha_0}{\alpha(1, P)} \quad (7)$$

$$\gamma = \frac{\delta}{\alpha(1, P)} \quad (8)$$

$$\theta_i = \frac{\beta_i(1, P)}{\alpha(1, P)} = \frac{\sum_{j=1}^q \beta_{ij}}{\alpha(1, P)} \quad (9)$$

$$V_t = \frac{u_t}{\alpha(1, P)} \quad (10)$$

برآورد الگوی ARDL، شامل دو مرحله برای برآورد ضرایب بلندمدت است. در مرحله‌ی اول وجود ارتباط بلندمدت پیش‌بینی شده توسط تئوری اقتصادی، بین متغیرهای مسئله، مورد بررسی قرار گرفته و در صورت تشخیص وجود ارتباط بلندمدت، در مرحله‌ی دوم ضرایب بلندمدت و کوتاه‌مدت، برآورد می‌شوند. برای توضیح مرحله‌ی اول، فرض کنید در تئوری اقتصادی پیش‌بینی می‌شود رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرهای  $X$  و  $Y$  وجود دارد. بدون داشتن هر نوع اطلاعات اولیه در مورد مسیر رابطه‌ی بین متغیرها، سه رگرسیون خطای تصحیح نامحدود زیر برآورد می‌شوند که در هر یک از آنها یکی از سه متغیر به عنوان متغیر وابسته قرار داده شده‌اند:

$$\begin{aligned} \Delta y_t &= \alpha_0 y + \sum_{i=1}^n b_{iy} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^n c_{ix} \Delta x_{t-i} + \sum_{i=1}^n d_{iz} \Delta z_{t-i} + \gamma_{1y} y_{t-1} + \gamma_{2y} x_{t-1} + \gamma_{3y} z_{t-1} + \varepsilon_{1y} \end{aligned} \quad (11)$$

در صورتی که در مرحله اول روش ARDL، وجود رابطه‌ی بلندمدت پایدار تأیید شود، در مرحله دوم، دو گام دیگر برای تخمین الگوی ARDL، طی می‌شود. در اولین گام، تعداد وقفه‌های الگوی ARDL، بر اساس یکی از معیارهای ضوابط آکائیچک، شوارترز-بیزین و حنان-کوئین، تعیین می‌شود و در گام دوم، الگوی انتخاب شده با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی، برآورد می‌شود.

### برآورد مدل

#### آزمون ریشه واحد

در بررسی حاضر آزمون ایستایی متغیرهای الگو به وسیله آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته در سطح متغیرها با وجود متغیرهای برون‌زای عرض از مبدأ و عرض از مبدأ و روند زمانی صورت می‌گیرد. نتایج مربوط به این آزمون در سطح و تفاضل مرتبه اول برای کلیه متغیرهای بکار رفته در مدل‌های مطرح شده در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱. بررسی ایستایی متغیرهای الگو بر اساس آزمون دیکی-فولر

#### تعمیم یافته

نتیجه	مقادیر بحرانی در سطح ۵٪	آماره آزمون	متغیر
-	-۲/۹۷	۰/۱۷ -	انتشار گاز دی‌اکسید کربن در بخش حمل و نقل جاده‌ای
I(1)	-۲/۹۸	-۳/۱۲	تفاضل مرتبه اول انتشار گاز دی‌اکسید کربن در بخش حمل و نقل جاده‌ای
-	-۲/۹۷	۰/۳۴	درآمد سرانه در بخش حمل و نقل جاده‌ای
I(1)	-۲/۹۸	-۴/۳۴	تفاضل مرتبه اول درآمد سرانه در بخش حمل و نقل جاده‌ای
-	-۲/۹۷	۰/۰۲۲	مربع درآمد سرانه در بخش حمل و نقل جاده‌ای
I(1)	-۲/۹۸	-۴/۶۹	تفاضل مرتبه اول مربع درآمد سرانه در بخش حمل و نقل جاده‌ای
-	-۲/۹۷	۱/۵۳ -	مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل جاده‌ای
I(1)	-۲/۹۸	-۳/۰۹	تفاضل مرتبه اول مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل جاده‌ای

$$\Delta x_t = \alpha_{0x} + \sum_{i=1}^n b_{ix} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^n c_{ix} \Delta x_{t-i} + \sum_{i=1}^n d_{ix} \Delta z_{t-i} + \gamma_{1x} y_{t-1} + \gamma_{2x} x_{t-1} + \gamma_{3x} z_{t-1} + \varepsilon_{2i} \quad (12)$$

$$\Delta z_t = \alpha_{0z} + \sum_{i=1}^n b_{iz} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^n c_{iz} \Delta x_{t-i} + \sum_{i=1}^n d_{iz} \Delta z_{t-i} + \gamma_{1y} y_{t-1} + \gamma_{2y} x_{t-1} + \gamma_{3y} z_{t-1} + \varepsilon_{3i} \quad (13)$$

برای تشخیص رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرها از آزمون F استفاده می‌شود. فرض صفر برای آزمون نبود رابطه‌ی بلندمدت نشان داده شده در اولین معادله از معادلات بالا، عبارت است از:

$$H_0: \gamma_{1y} = \gamma_{2y} = \gamma_{3y} = 0 \quad (14)$$

مقدار آماره‌ی F مرتبط با این آزمون، با F(y/x,z) نشان داده می‌شود. هم‌چنین فرض صفر برای آزمون نبود رابطه‌ی بلندمدت بیان شده در معادله‌های دوم و سوم از معادلات بالا، به ترتیب به صورت زیر بیان می‌شوند:

$$H_0: \gamma_{1x} = \gamma_{2x} = \gamma_{3x} = 0 \quad (15)$$

$$H_0: \gamma_{1z} = \gamma_{2z} = \gamma_{3z} = 0 \quad (16)$$

که آماره‌ی F مرتبط با این آزمون به ترتیب  $F_x(x/y,z)$  و  $F_z(z/x,y)$  است. آماره‌ی F دارای توزیع غیراستاندارد بوده و به سه پارامتر بستگی دارد؛ نخست این که متغیرهای دخیل در الگوی ARDL، دارای درجه‌ی انباشتگی از صفر یا یک I(1) هستند. دوم اینکه الگوی ARDL، دارای عرض از مبدأ و (یا) متغیر روند باشد یا خیر و سوم این که متغیرهای توضیحی در الگوی مذکور چه تعداد باشند.

دو مجموعه از مقادیر بحرانی (CVs)، برای آماره‌ی F توسط پسران و پسران گزارش شده است. این دو مجموعه به ترتیب با فرض این که همه‌ی متغیرهای دخیل در الگو دارای درجه‌ی انباشتگی از یک و یا صفر هستند، برای سطوح مختلف اطمینان، محاسبه شده‌اند. اگر مقدار آماره‌ی F محاسباتی، خارج از محدوده‌ی مقادیر بحرانی قرار گیرد، بدون دانستن این که متغیرهای مورد مطالعه دارای درجه‌ی از صفر یا یک هستند، قادر به قضاوت خواهیم بود. به عبارت دیگر، اگر نتایج تجربی نشان دهد که مقدار  $F_y(0)$  بزرگ‌تر از دامنه‌ی بالایی مقادیر بحرانی بوده ولی  $F_x(0)$  و  $F_z(0)$  کوچک‌تر از دامنه‌ی پایینی مقادیر بحرانی باشد، یک رابطه‌ی بلندمدت و یکتا وجود دارد، که در این رابطه‌ی Y، متغیر وابسته و X و Z متغیرهای توضیحی آن هستند. برعکس، اگر آماره‌ی F محاسباتی در دامنه‌ی مقادیر بحرانی قرار گیرد، نیاز است تا درجه‌ی انباشتگی متغیرهای مورد مطالعه تعیین شود، تا بتوان در مورد ارتباط بلندمدت متغیرها اظهار نظر کرد.

دارای استانداردهای زیست‌محیطی پایینی می‌باشد به طوری که تخریب محیط‌زیست یک نهاده ضروری برای ایجاد و افزایش تولید می‌باشد. هم‌چنین به دلیل سیاست‌گذاری‌های رشد محور، به‌کارگیری تکنولوژی آلاینده در ایران رو به افزایش است و این امر باعث تخریب با شتاب بالای منابع زیست‌محیطی می‌شود. لذا افزایش آلودگی زیست‌محیطی در فرآیند رشد اقتصادی نشان‌دهنده عدم پایداری فرایند رشد اقتصادی کشور می‌باشد. ضریب مثبت و معنی‌دار متغیر مصرف فرآورده‌های نفتی بیانگر این است که با افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی آلودگی محیط‌زیست نیز افزایش پیدا می‌کند. به‌عبارتی دیگر موقعیت کنونی و شرایط رشد اقتصادی کشور هنوز در شرایطی نیست که رشد اقتصادی و افزایش تولیدات باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به‌خصوص دی‌اکسید کربن شود.

طبق جدول ۲ ضریب تعیین محاسبه شده ۰/۹۹ می‌باشد که نشان‌دهنده قدرت توضیح‌دهندگی بسیار بالای الگو است و آماره F برای الگو کاملاً معنی‌دار می‌باشد. یعنی هیچ‌کدام از ضرایب الگو هم‌زمان صفر نیست و مقدار دوربین واتسون نیز که ۱/۸۹ بوده و حکایت از این دارد که تخمین به‌صورت مناسب انجام گرفته است.

جدول ۲. نتایج تخمین مدل پویا

متغیرها	ضرایب	آماره t	سطح معنی‌داری
انتشار گاز دی‌اکسید کربن با وقفه در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای	۰/۸۶	۱۸/۷۷	۰,۰۰۰
درآمد سرانه بخش حمل‌ونقل جاده‌ای	۱۵۷۴۹۶۹	۳/۸۷	۰/۰۰۱
مربع درآمد سرانه بخش حمل‌ونقل جاده‌ای	-۴۰۳۷/۱	-۳/۶۵	۰/۰۰۲
مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای	۱/۲۷	۶/۷۲	۰/۰۰۰
نقطه برگشت منحنی	۰/۰۰۴۹	۴/۱۸	۰/۰۰۸
F=۳۱۴۱		R <sup>2</sup> =۰/۹۹	
DW=۱/۸۹			

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود همه‌ی متغیرهای موردبررسی با یک‌بار تفاضل‌گیری ایستا شده‌اند یعنی جمعی از درجه یک می‌باشند.

همان‌طور که می‌دانیم در این حالت استفاده از روش OLS معمولی باعث به وجود آمدن رگرسیون‌های کاذب می‌شود. لذا برای برآورد الگو بهتر است از روش ARDL استفاده شود. این روش نسبت به درجه هم جمعی متغیرهای توضیحی حساس نبوده و بدون در نظر گرفتن این‌که متغیرها I(0) یا I(1) هستند به‌کاربرده می‌شوند و با انتخاب وقفه مناسب در مدل، می‌توان برآورد سازگاری از ضرایب به دست آورد.

### برآورد مدل ARDL

#### نتایج حاصل از تخمین پویا

تجزیه و تحلیل از روش (ARDL) مبتنی بر تفسیر سه معادله پویا، بلندمدت و تصحیح خطا می‌باشد که نتایج حاصل از معادله پویا معادله‌ای است که در آن متغیر وابسته به شکل با وقفه در سمت راست معادله ظاهر می‌شود. برای انتخاب وقفه بهینه می‌توان از معیار آکائیک شوارتز، حنان کوبین و ضریب تعیین تعدیل‌شده استفاده کرد که در این مطالعه برای جلوگیری از کاهش درجه آزادی از معیار شوارتز بیزین استفاده شده است. به‌عبارت‌دیگر برای برآورد رابطه (معادله) با توجه به تعداد کم مشاهدات تعداد وقفه، یک در نظر گرفته می‌شود، زیرا در نمونه‌های کوچک، وجود تعداد وقفه‌های زیاد باعث از دست دادن درجه آزادی می‌شود. الگوی برآوردی بر اساس معیار شوارتز بیزین مورد تخمین قرار می‌گیرد که در نمونه‌های کمتر از ۱۰۰ معمولاً از معیار شوارتز- بیزین استفاده می‌شود.

با توجه به ضریب مثبت متغیر درآمد سرانه و ضریب منفی مربع این متغیر، که معنادار نیز می‌باشد رابطه مثبت بین رشد اقتصادی بخش حمل‌ونقل جاده‌ای و آلودگی محیط‌زیست در این بخش را مورد تأیید قرار می‌گیرد و لذا می‌توان گفت که منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای در ایران مورد تأیید قرار گرفته است. هم‌چنین نقطه برگشت محاسبه‌شده نشان می‌دهد که بخش حمل‌ونقل جاده‌ای کشور هنوز به نقطه برگشت منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نرسیده است. لازم به ذکر است که رابطه مثبت بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست قابل‌انتظار است. چراکه تکنولوژی تولید

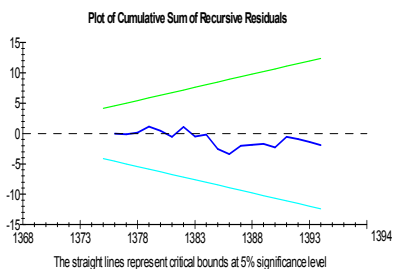
جدول ۳. نتایج برآورد مدل بلندمدت آلودگی محیط زیست

در بخش حمل و نقل جاده‌ای با استفاده از روش ARDL

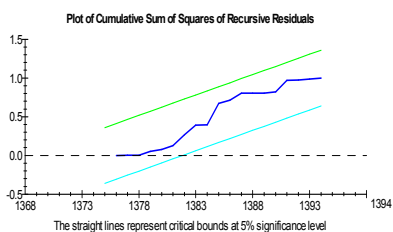
متغیرها	ضرایب	آماره t	سطح معنی داری
ارزش افزوده سرانه بخش حمل و نقل جاده‌ای	۱۵۸۳۸۴	۴/۶۵	۰/۰۰۰۱
مربع ارزش افزوده سرانه بخش حمل و نقل جاده‌ای	-۱۱۴۱/۸	-۳/۰۱	۰/۰۰۰۴
مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل جاده‌ای	۳/۳۷	۹/۰۷	۰/۰۰۰۰

جدول ۴. ضرایب تصحیح خطا در مدل‌های برآوردی

متغیرها	ضرایب	آماره t	سطح معنی داری
ارزش افزوده سرانه بخش حمل و نقل جاده‌ای	۱۵۶۰۰۲۷	۴/۲۸	۰/۰۰۰
مربع ارزش افزوده سرانه بخش حمل و نقل جاده‌ای	-۳۹۹۶	-۴/۰۴	۰/۰۰۱
مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل جاده‌ای	۱/۲۸۳۷	۷/۳۵	۰/۰۰۰
ضریب تصحیح خطا	-۰/۱۳۵	-۳/۱۴	۰/۰۰۵



شکل ۱. نمودار پسماند تجمعی



شکل ۲. نمودار مجذور پسماند تجمعی

### نتایج تخمین بلندمدت

نتایج ارتباط بلندمدت بین متغیرها در جدول شماره ۳ ارائه شده است. نتایج ارتباط مثبت و معنی‌دار بین درآمد سرانه و آلودگی محیط زیست در بخش حمل و نقل جاده‌ای را نشان می‌دهد. ضریب مربع درآمد سرانه نیز منفی ولی معنی‌دار است. لذا فرضیه کوزنتس آلودگی در بلندمدت نیز برای بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران تأیید می‌شود. به علاوه مصرف فرآورده‌های نفتی نیز تأثیر مثبت و معنی‌دار بر آلودگی محیط زیست در بخش حمل و نقل جاده‌ای ایران دارد.

### بررسی الگوی تصحیح خطا

هم‌چنین با توجه به نتایج حاصله از جدول مدل تصحیح خطا نیز به صورت جدول شماره ۴ توسط نرم‌افزار میکروفیت تخمین زده شده که نشانگر تعدیل پویایی‌های کوتاه‌مدت در جهت روابط تعادلی بلندمدت است. ضریب جمله تصحیح خطا به این معنی است که در هر دوره چقدر از عدم تعادل کوتاه‌مدت به سوی تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود و لازمی این است که ضریب تصحیح خطا ضمن معنی‌دار بودن، در بازه [۰ و ۱] قرار داشته باشد. چنانچه از جدول ذیل برمی‌آید، نتایج نشانگر این است که اگر شوکی باعث انحراف معیار متغیرها از تعادل کوتاه‌مدت اولیه شود، در هر دوره ۱۳۵٪ از عدم تعادل کوتاه-مدت به سوی تعادل بلندمدت تصحیح می‌شود.

### آزمون ثبات ساختاری

در این قسمت، پایداری پارامترهای تخمین زده شده در الگوی بلندمدت بررسی می‌شود که برای این منظور از آزمون‌های مجموع تجمعی پسماند<sup>۶</sup> (CUSUM) و مجموع تجمعی مربع پسماند<sup>۷</sup> (CUSUMQ) استفاده می‌شود.

آزمون‌های CUSUM و CUSUMQ از یک نمودار برای نمایش و یک دسته خطوط مستقیم استفاده می‌کند که معمولاً این خطوط برای سطح معنی داری ۵ درصد رسم می‌شوند و نتیجه آزمون‌های مذکور، به ترتیب، در شکل‌های (ا و ۲) نشان داده شده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود، نمودارهای CUSUM و CUSUMQ میان دو خط بحرانی در سطح ۵ درصد قرار گرفته‌اند. بر اساس این نتایج، ضرایب متغیرها در طول دوره مورد بررسی، دارای ثبات می‌باشند. به عبارتی دیگر، شکست ساختاری در الگو وجود ندارد. در واقع، آزمون نشان می‌دهد که میانگین جملات پسماند صفر است و فرض اول کلاسیک برقرار است.



## ۵- نتیجه گیری

تأیید می‌شود. به علاوه مصرف فرآورده‌های نفتی نیز تأثیر مثبت و معنی‌دار بر آلودگی محیط‌زیست بخش حمل‌ونقل جاده‌ای کشور دارد.

بر اساس نتایج آزمون ثبات ساختاری نیز، می‌توان گفت که ضرایب متغیرها در طول دوره مورد بررسی، دارای ثبات می‌باشند، یعنی، شکست ساختاری در الگو وجود ندارد. به عبارت دیگر در واقع، آزمون نشان می‌دهد که میانگین جملات پسماند صفر است و فروض اول کلاسیک برقرار است.

## ۶- پی‌نوشت‌ها

- 1- Environmental Kuznets Curve
- 2- Autoregressive Distributed Lag
- 3- Martinez and Moranchio
- 4- Beckerman
- 5- Roca and Alcantara
- 6- Cumulative sum
- 7 - Cumulative sum of square

## ۷- مراجع

- استاد زاد، ع.ح. و بهلولی، پ.، (۱۳۹۴)، "تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در ایران"، فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد، سال دوم، شماره ۲، ص. ۱۵۴-۱۲۷.

- دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، (۱۳۹۴)، "ترازنامه انرژی"، وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، تهران.

- فطرس، م.ح.، نجار زاده، الف. و پیروز محمدی، ف.، (۱۳۹۱)، "بررسی رابطه میان آلودگی هوا، شدت انرژی و باز بودن اقتصاد ایران"، مجله اقتصادی، شماره‌های ۱۱ و ۱۲، بهمن و اسفند، از ص. ۲۲-۵.

- موسوی، س.ک. سلمان پور، ع. و شکوهی فرد، س.، (۱۳۹۶)، "رشد اقتصادی، مصرف انرژی و توسعه مالی بر آلودگی محیط‌زیست در ایران طی دوره ۹۵-۱۳۶۵"، مطالعات علوم محیط‌زیست، دوره ۲، شماره ۱، بهار، ص. ۱۲۰-۱۱۱.

در بررسی الگوی کوتاه‌مدت برای مدل‌های برآوردی درمی‌یابیم که، با توجه به ضریب مثبت متغیر درآمد سرانه و ضریب منفی مربع این متغیر، که معنادار نیز می‌باشند رابطه مثبت بین رشد اقتصادی در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای و آلودگی محیط‌زیست در این بخش مورد تأیید قرار می‌گیرد. به علاوه فرضیه کوزنتس محیط‌زیست برای بخش حمل‌ونقل جاده‌ای کشور صادق است و همچنین نقطه برگشت محاسبه شده نشان می‌دهد که بخش حمل‌ونقل جاده‌ای هنوز به نقطه برگشت منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نرسیده است. لازم به ذکر است که رابطه مثبت بین رشد اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای کشور قابل انتظار است. چراکه تکنولوژی تولید دارای استانداردهای زیست‌محیطی پایینی می‌باشد به طوری که تخریب محیط‌زیست یک نهاده ضروری برای ایجاد و افزایش تولید می‌باشد. همچنین به دلیل سیاست‌گذاری‌های رشد محور، به کارگیری تکنولوژی آلاینده در ایران رو به افزایش است و این امر باعث تخریب با شتاب بالای منابع زیست‌محیطی در فرآیند رشد اقتصادی نشان‌دهنده عدم پایداری فرایند رشد اقتصادی کشور می‌باشد.

با توجه به ضریب مثبت و معنی‌دار متغیر مصرف فرآورده‌های نفتی فرضیه دوم نیز در کوتاه‌مدت مورد تأیید واقع می‌شود. یعنی با افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی آلودگی محیط‌زیست در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای نیز افزایش پیدا می‌کند. به عبارتی دیگر موقعیت کنونی و شرایط رشد اقتصادی کشور هنوز در شرایطی نیست که رشد اقتصادی و افزایش تولیدات باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به خصوص دی‌اکسید کربن شود.

ضریب تعیین ۰/۹۹ می‌باشد که نشان‌دهنده قدرت توضیح دهنده‌گی بسیار بالای الگو است و آماره F برای الگوی برآوردی نشان می‌دهد که هیچ‌کدام از ضرایب الگو هم‌زمان صفر نیست و مقدار دوربین واتسون نیز که ۱/۸۹ بوده و حکایت از این دارد که تخمین به صورت مناسب انجام گرفته است. در بررسی الگوی بلندمدت، نتایج ارتباط مثبت بین درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست در بخش حمل‌ونقل جاده‌ای کشور را در تمامی الگوها نشان می‌دهد. ضریب مربع درآمد سرانه نیز در الگو منفی است. لذا فرضیه کوزنتس آلودگی در بلندمدت نیز برای بخش حمل‌ونقل جاده‌ای کشور

-فطرس، م. ح. و نسرین دوست، م. (۱۳۸۸)، "بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران ۸۳-۱۳۵۹"، مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۶، شماره ۲۱، تابستان، ص. ۱۳۵-۱۱۳.

-معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید بهشتی، (۱۳۹۴)، "بررسی وضعیت استهلاک موجودی سرمایه فیزیکی در بخش حمل و نقل جاده‌ای"، پژوهشکده حمل و نقل.

-نیکو اقبال، ع. الف. اختری، آ. امینی اسفیدواجانی، م. و عطار کاشانی، م. (۱۳۹۱)، "رشد اقتصادی، رشد مصرف انرژی و رشد انتشار دی-اکسید کربن بررسی رابطه‌ی علیت با رویکرد داده‌های تلفیقی پویا (DPD)"، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال نهم، شماره‌ی ۳۳، ص. ۱۶۷-۱۹۶.

<http://www.cbi.ir/simplelist/4454.aspx>.

- Kasman, A & Y.S. Duman, (2015), "CO2 Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis Economic Modelling", 44, pp.97-103.

- مهدوی عادل، م. ح. و نظری، روح‌الله، (۱۳۹۳)، "رشد اقتصادی، انرژی و محیط‌زیست: بررسی مدل E3 در ایران"، فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، دوره ۱۱، شماره ۱، بهار، ص. ۱۹-۴۰.

- ناهیدی امیرخیز، م. ر.، سلمان پورزنوز، ع. و شکوهی فرد، س. (۱۳۹۷)، "تجزیه و تحلیل تنوریک و تجربی منحنی آلودگی محیط‌زیست کوزنتز در ایران طی دوره ۱۳۶۵-۱۳۹۵، فصلنامه علمی ترویجی محیط‌زیست، شماره ۵۹، ص. ۲۹-۴۷.

-آماده، ح. قاضی، م. و عباسی‌فر، ز. (۱۳۸۸)، "بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۶، ص. ۱-۳۸.

-حیدری، ح. پاشا زانوسی، م. و کسرایبی، ش. "بررسی ارتباط متقابل بین متغیرهای رشد اقتصادی، آلودگی محیط‌زیست، توسعه مالی و درجه باز بودن تجارت در ۸ کشور بزرگ اسلامی"، (۱۳۹۵)، محیط‌شناسی، دوره ۴۲، شماره ۳، پاییز، ص. ۶۴۹-۶۶۷.

# Investigation of Kuznets Environmental Curve in Road Transport Sector of Iran Using ARDL Method

*P. Bazdar Ardebil, Instructor, Housing & Urban Development Research Center, Tehran, Iran.*

*P. Pejmanzad, Instructor, Housing & Urban Development Research Center, Tehran, Iran.*

*E-mail: p.bazdar@bhrc.ac.ir*

Received: September 2019-Accepted: December 2019

## **ABSTRACT**

Environmental pollution is one of the factors affecting it and it is one of the important issues in the economy. The purpose of this study was to investigate the effect of economic growth on environmental pollution in the transportation sector during the years 1368 to 1394. Therefore, firstly the theoretical discussions on the effect of economic growth on environmental pollution have been investigated, then this issue has been empirically investigated in the road transport sector and the Kuznets 1 environmental contamination curve has been extracted. Also, Microfit software has been used to analyze and analyze the data using the Distributed Disturbance Pattern (ARDL) pattern. The results of estimating the model indicate that there is a positive relationship between per capita income and environmental pollution and the negative relationship between per capita income and environmental pollution in the transportation sector. Therefore, Kuznets' environmental hypothesis is true in the country's road transport sector, and also the curve return point shows that Iran's road transport sector has not yet reached the point of return to the Kuznets environmental curve. There is also a positive correlation between the use of oil products and environmental pollution in the road transport sector. Therefore, according to the results of the study, it is suggested that the policies necessary to move towards green and clean technologies will be made as it will lead the country to a sustainable growth path.

**Keywords:** Environmental Pollution, Environmental Kuznets Hypothesis, Road Transport, Autoregressive Distributed Lag