

## تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران

تقی ترابی،\* امین خواجویی‌پور،\*\* سمانه طریقی،<sup>+</sup> محمدرضا پاکروان<sup>x</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۲۲

### چکیده

مقاله حاضر به طور تجربی ارتباط بین میزان انتشار این گاز را با مصرف انرژی، درآمد و تجارت خارجی ایران برای دوره زمانی ۹۰-۱۳۵۰ و بر اساس منحنی زیست محیطی کوزنتس بررسی کرده است. برای این منظور از روش خود توزیع با وقفه‌های گسترده استفاده شد. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد مصرف سرانه انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی و درجه باز بودن اقتصاد تأثیری مثبت و معنادار بر میزان انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهد عدم تعادل در سطح انتشار گاز دی‌اکسید کربن پس از گذشت حدود دو سال به واسطه تغییر متغیرهای سطح مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی و درجه باز بودن اقتصاد تعدیل می‌شود. با توجه به روند رو به افزایش سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور ایران، نیاز به اعمال سیاست‌های زیست‌محیطی جدیدی برای حفظ محیط زیست است.

طبقه‌بندی JEL: Q56, Q53, C22, F1

واژگان کلیدی: انتشار دی‌اکسیدکربن، ایران، درجه باز بودن اقتصاد، منحنی زیست محیطی کوزنتس، ARDL

\* دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، گروه اقتصاد، تهران، ایران (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:

tttorabi@gmail.com

a.khajoe@gmail.com

samanehtarighi@gmail.com

f.mohammadian@gmail.com

\*\* دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، پست الکترونیکی:

<sup>+</sup> دانشجوی دکتری اقتصاد، پست الکترونیکی:

<sup>x</sup> دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران، پست الکترونیکی:

## ۱. مقدمه

افزایش هشدارهای جهانی و تغییرات آب و هوایی طی دو دهه اخیر، به یکی از نگرانی‌های عمده تبدیل شده است. بعد از جنگ جهانی دوم توجه بسیاری از کشورهای در حال توسعه کنونی عمدتاً به فرآیند صنعتی شدن معطوف بوده و توجهی به مسائل زیست محیطی و مدیریت محیط زیست و منابع طبیعی نشده است. در حقیقت کشورهای در حال توسعه در ایفای نقش خود به عنوان تأمین‌کننده کالاهای عمومی ناتوان بوده و در جبران شکست‌های بازار به خصوص در زمینه توجه به حفاظت از محیط‌زیست و جلوگیری از تخریب و آلودگی آن با ناکامی روبرو بوده‌اند.

تأثیر هشدارهای جهانی بر اقتصاد کشورهای مختلف و اقتصاد جهانی مورد توجه بسیاری از محققان از دهه ۱۹۹۰ واقع شده و سازمان‌های جهانی بسیاری در سطح جهانی با هدف کاهش اثرات زیان‌بار ناشی از هشدارهای جهانی از طریق موافقت‌نامه‌های درون دولتی و یا ایجاد محدودیت و اجبار، تشکیل شده است. توافق‌نامه‌ی کیوتو یکی از این قبیل توافقات است که در سال ۱۹۹۷ بعد از یک‌سری مذاکرات گسترده و همه‌جانبه امضاء شده است. هدف اصلی این توافق‌نامه کاهش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای است که سبب تغییرات آب و هوایی می‌شوند. این توافق‌نامه محدودیت‌هایی را برای دولت‌های آلوده‌کننده تعیین می‌نماید و برای این منظور به جدول زمان‌بندی شده‌ای برای درک میزان آلودگی کاهش یافته برای کشورهای توسعه یافته نیاز دارد. بر اساس گزارشات بانک جهانی در سال ۲۰۰۷ میلادی، از بین آلوده‌کننده‌های محیطی که سبب تغییرات آب و هوایی می‌شوند، دی‌اکسیدکربن ۵۸/۸ درصد کل گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده است. در کشور ایران نیز انتشار گاز آلاینده‌ی CO<sub>2</sub> روندی صعودی داشته است. به طوری که مقدار انتشار گاز فوق از حدود ۳۰۲ میلیون تن در سال ۱۳۸۰، به حدود ۴۹۲ میلیون تن در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته است. بر اساس توافق‌نامه کیوتو، دولت ایران ملزم به کاهش میزان انتشار کل گاز دی‌اکسیدکربن می‌باشد. عامل اصلی انتشار گازهای گلخانه‌ای، گسترش مصرف انرژی و سوخت‌های فسیلی در بخش‌های مختلف اقتصادی می‌باشد.

شواهد زیادی مبنی بر ارتباط مثبت بین مصرف انرژی و بهبود متغیرهای کلان اقتصادی وجود دارد. بهبود متغیرهای کلان اقتصادی به واسطه رشد مصرف انرژی، سبب گسترش آلودگی می‌گردد. ارتباط بین متغیرهای اقتصادی با آلودگی محیطی همانند ارتباط بین این متغیرها با مصرف انرژی است. تولید ناخالص ملی یکی از متغیرهای مهم اقتصادی است که معیاری برای سنجش

رشد اقتصادی محسوب می‌شود. ارتباط بین رشد اقتصادی با آلودگی محیط‌زیست طی دو دهه اخیر به طور گسترده‌ای مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته است. چارچوب عملی برای ارزیابی فوق مبتنی بر فرض منحنی محیط زیست کوزنتس است. از سوی دیگر در سال‌های اخیر مبادلات اقتصادی بین کشورها به واسطه گسترش تجارت بین‌الملل توسعه یافته است. مبادله کالا بین کشورها به مفهوم تولید یک کالا در یک کشور و مصرف آن در کشور دیگر، سبب ایجاد آلودگی بیشتر در کشور تولیدکننده می‌گردد.

بر اساس گزارشات بانک جهانی در سال ۲۰۰۷ میلادی،  $CO_2$  مهمترین آلوده‌کننده زیست محیطی است که ۵۸/۸ درصد کل گازهای گلخانه‌ای را به خود اختصاص داده و عامل اصلی تغییرات آب و هوایی محسوب می‌شود. در کشور ایران نیز انتشار گاز آلاینده‌ی  $CO_2$  روندی صعودی داشته است به طوری که مقدار انتشار گاز فوق از حدود ۳۰۲ میلیون تن در سال ۱۳۸۰، به حدود ۵۱۲ میلیون تن در سال ۱۳۸۹ افزایش یافته است. منبع اصلی انتشار این گاز گسترش مصرف انرژی و احتراق سوخت‌های فسیلی است که متأسفانه در حال حاضر ابزار اصلی تولید انرژی در نظام‌های اقتصادی صنعتی است. علاوه بر این، وجود انرژی عامل اساسی نیل به رشد و توسعه اقتصادی است و بنابراین در کشورهای در حال توسعه شدیداً مورد نیاز است (محرابی بشرآبادی و همکاران، ۱۳۸۹).

شواهد زیادی مبنی بر ارتباط مثبت بین مصرف انرژی و بهبود متغیرهای کلان اقتصادی وجود دارد. بهبود متغیرهای کلان اقتصادی به واسطه رشد مصرف انرژی، سبب گسترش آلودگی می‌گردد. ارتباط بین متغیرهای اقتصادی با آلودگی محیطی همانند ارتباط بین این متغیرها با مصرف انرژی است. تولید ناخالص ملی یکی از متغیرهای مهم اقتصادی است که معیاری برای سنجش رشد اقتصادی محسوب می‌شود. ارتباط بین رشد اقتصادی با آلودگی محیط‌زیست طی دو دهه اخیر به طور گسترده‌ای مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفته است. چارچوب عملی برای ارزیابی فوق مبتنی بر فرض منحنی زیست محیطی کوزنتس است.

بنابر آنچه در بالا به آن اشاره شد، به نظر می‌رسد که رشد و توسعه اقتصادی و به دنبال آن افزایش روزافزون مصرف انرژی باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای خواهد شد. وقوع این پدیده در کشورهای مختلف با هم متفاوت است، به طوری که در بعضی از کشورها در دوره زمانی

طولانی خود رشد و توسعه فناوری می‌تواند موجب کاهش آلودگی شود، در حالی که در همه کشورها چنین حالتی وجود نخواهد داشت.

با توجه به این که در سال‌های اخیر در کشور ایران مصرف انرژی سیری صعودی داشته و از سوی دیگر دامنه ارتباطات تجاری ایران با سایر کشورها توسعه یافته است، مقاله حاضر با به کارگیری چارچوبی مشابه، ارتباط بین آلودگی، رشد اقتصادی و تجارت بین‌الملل توأم با هم مورد ارزیابی قرار داده است. بنابراین سوال اصلی تحقیق بدین صورت مطرح می‌شود که آیا مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی به عنوان متغیرهای مورد نظر در مطالعه حاضر، اثر معناداری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند؟ آیا تئوری کوزنتس در مورد آلودگی محیط زیست ایران برقرار است؟ به منظور پاسخ به این پرسش، در بخش دوم مقاله ادبیات موضوع، بخش سوم مواد و روش‌ها، در بخش چهارم نتایج و بحث و در بخش نهایی پیشنهادهای لازم در راستای نتایج ارائه می‌شود.

## ۲. ادبیات موضوع

انتشار گازهای گلخانه‌ای ارتباط نزدیکی با مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی دارد. این ارتباط در کشورهای مختلف توسط محققان مورد بررسی قرار گرفته است. سی و یوسل (۲۰۰۶)<sup>۱</sup> ارتباط بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را در کشور ترکیه در دوره زمانی ۱۹۷۰-۲۰۰۲ مورد بررسی قرار دادند. برای این منظور کل انرژی مصرفی با استفاده از رشد اقتصادی و رشد جمعیت که دو فاکتور مهم و اصلی در زمینه مصرف انرژی در کشورهای در حال توسعه هستند، تعیین گردید، سپس ارتباط بین کل انرژی مصرفی و انتشار گاز CO<sub>2</sub> با استفاده از یک تجزیه و تحلیل رگرسیونی، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد یک ارتباط قوی بین مصرف انرژی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن وجود دارد. جلیل و محمود (۲۰۰۹)<sup>۲</sup> ارتباط بین انتشار کربن را با مصرف انرژی، درآمد و تجارت در کشور چین بر اساس داده‌های مربوط به دوره زمانی ۱۹۷۵-۲۰۰۵ مورد بررسی قرار دادند. هدف این تحقیق بررسی وجود یا عدم وجود ارتباط بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و درآمد ناخالص داخلی بر اساس منحنی زیست محیطی

<sup>1</sup> Say and Yucel(2006)

<sup>2</sup> Jalil and Mahmud (2009)

کوزنتس بود. به منظور تجزیه و تحلیل تجربی، روش خود توزیع با وقفه‌های گسترده<sup>۱</sup> مورد استفاده قرار گرفت. نتایج به دست آمده ارتباط مستقیم بین رشد اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را نشان می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد که انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در بلندمدت به وسیله درآمد و مصرف انرژی تعیین می‌گردد. تجارت خارجی نیز تأثیری مثبت و معنادار بر مصرف انرژی دارد. آپرگس و پن<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) ارتباط بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی و خروجی را با استفاده از داده‌های فصلی و مدل تصحیح و خطای برداری برای شش کشور مرکزی آمریکا برای دوره زمانی ۲۰۰۴-۱۹۷۱ مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد در بلندمدت تعادل مصرف انرژی تأثیری مثبت و معنادار بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد. لی و هویت<sup>۳</sup> (۲۰۰۸) تأثیر تجارت بین چین و انگلستان را بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن جهانی و ملی در سال ۲۰۰۴ مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان داد میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در انگلستان، در نتیجه این ارتباط تجاری ۱۱ درصد در مقایسه با حالت عدم وجود روابط تجاری در سال ۲۰۰۴ کاهش یافته است. اما به دلیل کربن محور شدن کارخانه‌های صنعتی در چین و نیز کارایی پایین فرآیند تولیدی صنایع چین، تجارت چین با انگلستان در سال ۲۰۰۴، ۱۱۷ میلیون تن دی-اکسیدکربن به کل دی‌اکسیدکربن منتشر شده به طور جهانی افزوده است. آزوماهو و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۰۶) به طور تجربی ارتباط بین میزان سرانه انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و تولید ناخالص داخلی سرانه را در دوره زمانی ۱۹۹۶-۱۹۶۰ با استفاده از داده‌های فصلی مربوط به ۱۰۰ کشور مورد بررسی قرار داد. نتایج به دست آمده وجود ارتباط مثبت و فزاینده را بین دو متغیر فوق تأیید می‌نماید. هالیکیوگلو<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) به طور تجربی ارتباط بین انتشار کربن، مصرف انرژی، درآمد و تجارت خارجی را در کشور ترکیه برای دوره زمانی ۲۰۰۵-۱۹۶۰ مورد بررسی قرار داد. نتایج به دست آمده از بررسی ارتباط پویای بلندمدت بین انتشار دی‌اکسیدکربن و متغیرهای فوق، نشان داد درآمد معنادارترین متغیر توضیح دهنده انتشار کربن در کشور ترکیه است. مصرف انرژی و تجارت خارجی در رتبه‌های بعدی قرار دارند. مینیا و والد روفیل<sup>۶</sup> (۲۰۱۰) به بررسی رابطه علی بین

<sup>1</sup> Auto Regressive Distributed Lag (ARDL)

<sup>2</sup> Apergis and Payne (2009)

<sup>3</sup> Li and Hewitt (2008)

<sup>4</sup> Azomahou and et al (2006)

<sup>5</sup> Halicioglu (2009)

<sup>6</sup> Menyah & Wolde-Rufael

انتشار دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی هسته‌ای و تجدیدپذیر و تولید ناخالص داخلی واقعی برای ایالت متحده در دوره ۱۹۶۰-۲۰۰۷ پرداخته‌اند. آنها با استفاده از یک روش اصلاح شده از آزمون علیت گرنجر، دریافتند که رابطه‌ی علیت یک طرفه‌ای از مصرف انرژی هسته‌ای به انتشار دی‌اکسید کربن بدون بازخورد وجود دارد اما هیچ علیتی از انرژی تجدیدپذیر به انتشار دی‌اکسید کربن موجود نمی‌باشد. از طرف دیگر رابطه‌ی علی بین مصرف انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی در هیچ سطحی به دست نیامده است در حالی که رابطه‌ی علیت یک طرفه‌ای از تولید ناخالص داخلی به مصرف انرژی تجدید پذیر وجود دارد. آپرگیس و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۰)، به آزمون رابطه‌ی علی بین انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف انرژی هسته‌ای، مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی برای یک گروه از ۱۹ کشور توسعه یافته و در حال توسعه برای دوره‌ی ۱۹۸۴ تا ۲۰۰۷ با استفاده از مدل پانل تصحیح خطا پرداخته‌اند. آنها بیان کرده‌اند رابطه‌ی علیت دو طرفه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی به این معناست که گسترش انرژی تجدیدپذیر نه تنها می‌تواند وابستگی به منابع انرژی خارجی برای اقتصادهای وابسته به واردات را کاهش دهد، بلکه این عامل می‌تواند ریسک ناشی از نوسان عرضه‌ی گاز طبیعی، نفت و قیمت‌ها را کاهش دهد.

آروری و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۲) در مطالعه‌ی خود با عنوان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تولید CO<sub>2</sub> در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا، به بررسی رابطه بین تولید CO<sub>2</sub> و مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی بر روی ۱۲ کشور این منطقه در دوره زمانی ۱۹۸۱-۲۰۰۵ پرداختند. نتایج نشان داد که در بلندمدت بین مصرف انرژی تجدید ناپذیر و تولید CO<sub>2</sub> رابطه مثبت وجود دارد. کولونیس<sup>۳</sup> (۲۰۱۳) به بررسی رابطه علی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی و انتشار گازهای گلخانه‌ای در دانمارک با استفاده از داده‌های سالیانه ۱۳۷۲-۲۰۱۲ پرداختند. نتایج آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون بیان می‌کند که هیچ‌گونه هم‌انباشتگی بین متغیرها وجود نداشته و آزمون علیت گرنجر نشان‌دهنده‌ی یک علیت یک سویه از مصرف انرژی تجدیدپذیر به انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارد. ماین لیم و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۴) به بررسی مسائل مربوط به علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت در مصرف نفت، تولید گازهای گلخانه‌ای و رشد اقتصادی در فیلیپین با

<sup>1</sup> Apergis et al (2010).

<sup>2</sup> Aroui et al.

<sup>3</sup> Kulionis.

<sup>4</sup> Min Lim et al.

استفاده از تکنیک‌های سری زمانی و داده‌های سالانه برای دوره‌ی زمانی ۲۰۱۲-۱۹۶۵ پرداختند. یافته‌های مهم تحقیق یک علیت یک سویه بین مصرف نفت و انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد، که بدان معناست که کشور فیلیپین نیاز به بهبود بهره‌وری در مصرف نفت به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد.

مهرابی بشرآبادی و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای تأثیر آزادسازی تجاری بر آلودگی محیط زیست در ایران را مورد بررسی قرار داده و به این نتیجه رسیدند که آزادسازی تجاری و درجه باز بودن اقتصاد آلودگی را کاهش داده و نسبت سرمایه به نیروی کار و تولید ناخالص داخلی تأثیر مثبت بر آلودگی دارند. همچنین در این مطالعه منحنی زیست محیطی کوزنتس را برای ایران تأیید می‌کند. بهبودی، فلاحی و برقی گلعدانی (۱۳۸۹) عوامل اقتصادی و اجتماعی موثر بر انتشار سرانه  $CO_2$  در ایران را با استفاده از روش هم‌انباشتگی جوهانسن و جوسیلیوس و مدل تصحیح خطای برداری مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان دهنده وجود رابطه مثبت بین متغیرهای مصرف انرژی، رشد اقتصادی، آزادسازی تجاری، جمعیت شهرنشین و انتشار سرانه  $CO_2$  می‌باشد. بهبودی و برقی گلعدانی (۱۳۸۷) در مطالعه‌ای اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج آنها یک درصد افزایش در شدت استفاده از انرژی باعث افزایش ۰/۹۲ درصدی انتشار سرانه  $CO_2$  و آلودگی محیط زیست شده است. همچنین، با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه انتشار سرانه گاز  $CO_2$  به مقدار ۱/۳۱ درصد افزایش داشته است. شعبانی، صالح و یزدانی (۱۳۸۹) در مطالعه‌ای علیت بین تولید ناخالص داخلی و حجم گازهای گلخانه‌ای در ایران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از وجود یک رابطه یک طرفه از حجم گاز دی‌اکسیدکربن برتولید ناخالص داخلی بوده و منحنی زیست محیطی کوزنتس مورد تأیید واقع نشد.

محمدی و سخی (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تجارت، سرمایه‌گذاری خارجی و توسعه انسانی بر شاخص عملکرد محیط زیست پرداختند. برای این منظور کشورهای مورد مطالعه بر اساس درآمد ناخالص ملی و طبق تقسیم‌بندی بانک جهانی به دو گروه بالای درآمدی و پایین درآمدی تقسیم بندی شده‌اند. نتایج رگرسیون نشان می‌دهد که آزادسازی تجاری در کشورهای با درآمد بالا باعث افزایش شاخص عملکرد محیط زیست و در کشورهای با درآمد پایین باعث کاهش شاخص عملکرد محیط زیست شده است. از این رو، فرضیه پناهگاه آلودگی در گروه

کشورهای با درآمد پایین رد نمی‌شود. در هر دو گروه از کشورها، شاخص توسعه انسانی اثر مثبت و معناداری بر شاخص عملکرد زیست محیطی دارد و از این رو، ارتقا شاخص سرمایه انسانی از طریق افزایش آگاهی عمومی و سطح دانش، می‌تواند باعث کاهش اثرات مخرب فعالیت‌های انسانی روی محیط زیست شود.

فطرس و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ی خود به بررسی تاثیر شدت انرژی و گسترش شهرنشینی بر تخریب محیط زیست در ایران با استفاده از تکنیک هم‌جمع‌ی پرداختند. نتایج، مبین تاثیر مثبت و معنادار متغیرهای شدت انرژی، رشد شهرنشینی و جمعیت بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن است. از یافته‌های دیگر تحقیق، تایید فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس در ایران برای دوره مورد بررسی است. به این معنا که رشد اقتصادی در ابتدا - از جمله با افزایش مصرف انرژی - باعث افزایش آلودگی هوا شده است. اما با تداوم رشد که از جمله بهبود روش‌های استفاده از انرژی را موجب شده، کاهش شدت انرژی را در پی داشته و میزان آلودگی هوا به آهستگی رو به نقصان گذاشته است.

پهلوانی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی رابطه بلندمدت مصرف زغال سنگ بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران با استفاده از تکنیک ARDL پرداختند. نتایج نشان داد که یک رابطه بلندمدت بین مصرف زغال سنگ، رشد اقتصادی، تجارت آزاد و تولید دی‌اکسیدکربن وجود دارد. همچنین نتایج تجربی حضور منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در کوتاه‌مدت و بلندمدت نیز نشان داد که مصرف زغال سنگ بر روی رشد اقتصادی کشور اثر دارد. بنابراین اولین اقدام در جهت کاهش انتشار در کشور، توجه به فرایند مصرف زغال سنگ است، از این رو، باید سیاست‌گذاری و اقدامات لازم در جهت اصلاح و افزایش کارایی مصرف زغال سنگ انجام پذیرد.

مطالعات مختلف دیگری در این زمینه انجام شده که می‌توان به مطالعات نصرالهی و غفاری گولک (۱۳۸۹)، لطفعلی پور و آشنا (۱۳۸۹) و واثقی و اسماعیلی (۱۳۸۸) اشاره کرد.

با توجه به مطالعات انجام شده در بسیاری از کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته، ارتباط معناداری بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن که یکی از آلاینده‌های مهم محیطی است، با رشد و توسعه اقتصادی کشورها و نیز گسترش تجارت بین‌الملل محصولات وجود دارد. با توجه به این که کشور ایران جزء کشورهای در حال توسعه‌ای است که در آستانه الحاق به سازمان تجارت جهانی و در نتیجه گسترش مبادلات تجاری است، لازم است ارتباط بین متغیر تولید ناخالص ملی سرانه به



عنوان شاخص توسعه اقتصادی و نیز درجه باز بودن اقتصاد به عنوان شاخص گسترش تجارت بین‌الملل، با انتشار گاز دی‌اکسیدکربن مورد بررسی قرار گیرد.

### ۳. روش‌شناسی

به نظر می‌رسد دو جنبه تحقیقاتی کلی در خصوص ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست وجود دارد. جنبه اول به ارتباط بین محصول تولیدی و مصرف انرژی مربوط می‌شود. از آنجا که میزان محصول تولیدی معیاری برای سنجش رشد اقتصادی محسوب می‌شود، رشد اقتصادی نیز در ارتباط نزدیکی با مصرف انرژی خواهد بود. بنابراین مصرف کاراتر انرژی به سطوح بالاتر رشد اقتصادی منجر خواهد شد. جنبه دوم به ارتباط بین آلودگی محیط‌زیست و میزان محصول تولیدی مربوط می‌شود. این روند اصولاً توسط فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس<sup>۱</sup> مورد آزمون قرار می‌گیرد. کوزنتس در مقاله‌ای در سال ۱۹۵۵ ارتباط بین درآمد سرانه و نابرابری درآمدی را به صورت یک منحنی U شکل پیش‌بینی کرد. به این ترتیب که با افزایش درآمد سرانه در ابتدا نابرابری درآمدی افزایش می‌یابد، اما بعد از رسیدن به نقطه حداکثر، روندی کاهشی خواهد داشت. به این ترتیب ارتباط بین درآمد سرانه و نابرابری درآمدی به صورت یک منحنی Zنگوله‌ای خواهد بود. این منحنی بعدها به منحنی کوزنتس شهرت یافت. در دهه ۱۹۹۰ میلادی کاربرد این منحنی برای بررسی پدیده‌های دیگری توسعه یافت.

یکی از جنبه‌های کاربردی این منحنی بررسی ارتباط بین سطح تخریب محیط‌زیست و درآمد سرانه است. شواهدی وجود دارد که ارتباط بین سطح کیفیت محیط‌زیست که میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، یکی از شاخص‌های مناسب برای سنجش آن است، و درآمد سرانه U شکل است. از این رو، رابطه مربوط به منحنی کوزنتس برای بررسی ارتباط بین محیط‌زیست و درآمد سرانه مناسب می‌باشد. به تدریج گسترش تجارت بین جوامع مختلف و طرح دیدگاه‌های متفاوت در خصوص ارتباط بین تجارت و کیفیت محیط‌زیست، فرم تعمیم یافته رابطه مربوط به منحنی کوزنتس توسط محققانی همچون ساری و چاپمن (۱۹۹۸)<sup>۲</sup> توسعه یافت. با توجه به وضعیت توسعه یافتگی کشور ایران و نیز طرح الحاق ایران به سازمان تجارت جهانی، مقاله حاضر ارتباط بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی را با استفاده از

<sup>۱</sup> Environmental Kuznets Curve (EKC)

<sup>۲</sup> Suri and Chapman(1998)

رابطه مربوط به منحنی کوزنتس مورد بررسی قرار داده است. صورت لگاریتمی رابطه کوزنتس در معادله (۱) آورده شده است.

$$C_t = a_0 + a_1 \cdot e_t + a_2 \cdot Y_t + a_3 \cdot Y_t^2 + a_4 \cdot f_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

در معادله (۱)  $C_t$  میزان انتشار سرانه گاز دی اکسید کربن،  $e_t$  مقدار سرانه مصرف سوخت،  $Y_t$  تولید ناخالص ملی حقیقی سرانه،  $Y_t^2$  مربع تولید ناخالص ملی حقیقی سرانه و  $f_t$  شاخص درجه باز بودن اقتصاد در زمان  $t$  می‌باشد. برای ارزیابی درجه باز بودن اقتصاد سه شاخص عمده وجود دارد. روابط (۲) تا (۴) چگونگی محاسبه شاخص‌های فوق را نشان می‌دهند.

$$f_t = \frac{X_t}{GDP_t} \quad (2)$$

$$f_t = \frac{M_t}{GDP_t} \quad (3)$$

$$f_t = \frac{X_t + M_t}{GDP_t} \quad (4)$$

در روابط فوق  $GDP_t$ ،  $M_t$ ،  $X_t$  به ترتیب بیانگر ارزش واقعی صادرات و واردات کالاها و خدمات و تولید ناخالص داخلی می‌باشند. در مقاله حاضر به منظور تعیین درجه باز بودن اقتصاد به عنوان معیار سنجش تجارت بین‌الملل، از شاخص سوم که مرسوم‌تر است استفاده شد. داده‌های به کار رفته در تحقیق حاضر مربوط به دوره زمانی ۹۰-۱۳۵۰ می‌باشد که از منابع مختلفی همچون ترازنامه انرژی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و بانک جهانی جمع‌آوری شده‌اند. به دلیل ماهیت داده‌های بکار رفته در تحقیق، لازم است پایایی متغیرهای موجود در مدل بررسی شود. برای این منظور از آزمون دیکی- فولر استفاده شده است. برای بررسی تابع تأثیر آلودگی محیط زیست در مطالعه حاضر، از روش خود توزیع با وقفه‌های گسترده<sup>۱</sup> که توسط پسران و پسران<sup>۲</sup> (۱۹۹۷)، پسران و اسمیت<sup>۳</sup> (۱۹۹۸)، پسران و شین<sup>۴</sup> (۱۹۹۹) و پسران و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۱) بسط

<sup>۱</sup> Auto Regressive Distributed Lag (ARDL)

<sup>۲</sup> Pesaran & Pesaran

<sup>۳</sup> Pesaran & Smith

<sup>۴</sup> Pesaran & Shin

داده شده، استفاده شد. به علت وجود محدودیت‌هایی در استفاده از روش‌های انگل - گرنجر، یوهانسن - جوسیلوس و مدل‌های تصحیح خطا (ECM)، این افراد در مطالعات خود کوشیده‌اند تا با غلبه بر نواقص روش‌های فوق در صدد دستیابی بهتر برای تحلیل روابط درازمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها برآیند (امیرتیموری و خلیلیان، ۱۳۸۶). مزیت به کارگیری روش ARDL بر سایر روش‌ها این است که صرف‌نظر از ماهیت ایستایی متغیرهای موجود در مدل از نوع  $I(0)$  و  $I(1)$  می‌توان رابطه‌ی همگرایی بین متغیرها را بررسی کرد (خلیلیان و فرهادی، ۱۳۸۱). همچنین در مورد نمونه‌های کوچک، این روش دارای قدرت توضیح‌دهندگی بالایی نسبت به سایر روش‌هاست (آذربایجانی و همکاران، ۱۳۸۸). لذا برآوردهای روش ARDL به دلیل پرهیز از مشکلاتی همچون خودهمبستگی و درون‌زایی، ناریب و کارا هستند (کرباسی و پیری، ۱۳۸۷). همچنین این روش، روابط درازمدت و کوتاه‌مدت بین متغیر وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو را به طور همزمان تخمین می‌زند (صدیقی، ۲۰۰۰). مدل فوق برای معادله (۱) را می‌توان به صورت رابطه شماره (۵) بیان کرد.

$$\begin{aligned} \Delta c_t = & b_0 + \sum_{i=1}^m a_{1i} \Delta c_{t-i} + \sum_{i=0}^m b_{2i} \Delta e_{t-i} + \sum_{i=0}^m b_{3i} \Delta y_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^m b_{4i} \Delta y_{t-i}^2 + \sum_{i=0}^m b_{5i} \Delta f_{t-i} + b_6 c_{t-1} + b_7 e_{t-1} + b_8 y_{t-1} + \\ & b_9 y_{t-1}^2 + b_{10} f_{t-1} + u_t \end{aligned} \quad (5)$$

بر اساس رابطه شماره (۵) متغیر وابسته تحت تأثیر وقفه‌های این متغیر و سایر متغیرهای مستقل قرار دارد (جلیل و محمود، ۲۰۰۹). یکی از امکانات روش خود توزیع با وقفه‌های گسترده، برآورد ضرایب مربوط به تعادل بلندمدت است. اما لازم است کاذب بودن و نبودن ضرایب تعادل بلندمدت بدست آمده مورد بررسی قرار گیرد. به عبارت دیگر بررسی شود آیا رابطه پویای کوتاه‌مدت به سمت تعادل بلندمدت گرایش دارد یا خیر. برای این منظور در تحقیق حاضر از روش آزمون فرض استفاده شده است. در این روش فروض صفر و مقابل به صورت رابطه (۶) تعریف می‌شود.

<sup>1</sup> Pesaran & et al.

<sup>2</sup> Jalil & Mahmud

$$H_0 : \sum_{i=1}^m a_i - 1 \geq 0 \quad (6)$$

$$H_a : \sum_{i=1}^m a_i - 1 < 0$$

فرض صفر بیانگر عدم وجود هم‌انباشتگی یا رابطه بلند مدت است. زیرا شرط آن که رابطه پویای کوتاه مدت به سمت تعادل بلندمدت گرایش یابد این است که مجموع ضرایب کمتر از یک باشد. برای انجام آزمون مورد نظر در ابتدا لازم است آماره  $t$  بر اساس رابطه (۷) محاسبه شود.

$$t = \frac{\sum_{i=1}^m \hat{a}_i - 1}{\sum_{i=1}^m \frac{\hat{S}_i}{\hat{a}_i}} \quad (7)$$

سپس مقدار محاسباتی با مقادیر بحرانی ارایه شده توسط بنرجی، دولالو و مستر مقایسه گردد. اگر قدر مطلق  $t$  به دست آمده با توجه به رابطه‌ی (۷) از مقادیر بحرانی بزرگ‌تر باشد، فرض صفر رد و وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها پذیرفته می‌شود. در صورت وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای موجود در مدل، می‌توان بین نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها و مقادیر تعادلی بلندمدت ارتباط برقرار کرد. این امکان از طریق الگوی تصحیح - خطا امکان پذیر است. فرم عمومی الگوی تصحیح خطا برای معادله (۵) به صورت رابطه (۸) قابل بیان است.

$$\Delta c_t = c_0 + \sum_{i=1}^m c_{1i} \Delta c_{t-i} + \sum_{i=0}^m c_{2i} \Delta e_{t-i} + \sum_{i=0}^m c_{3i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=0}^m c_{4i} \Delta y_{t-i}^2 \quad (8)$$

$$\sum_{i=0}^m c_{5i} \Delta f_{t-i} + \lambda EC_{t-1} + \mu_t$$

در رابطه (۸) سرعت تعدیل پارامتر مورد نظر یا سرعت نزدیک شدن به مقدار تعادلی بلندمدت را اندازه‌گیری می‌کند و  $EC_{t-1}$  جملات پسماندی است که از برآورد مدل همجمعی (۱) به دست آمده است.

#### ۴. برآورد و تحلیل مدل

نتایج مربوط به آزمون دیکی - فولر برای بررسی پایایی متغیرهای به کار رفته در رابطه (۱) در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. وضعیت ایستایی متغیرهای مدل

وضعیت پایایی	سطح معنی‌داری	آماره‌ی ADF	متغیر
I (۱)	۰/۰۰	-۶/۵۴	C دی اکسید کربن (سرانه)
I (۱)	۰/۰۰	-۳/۳۲	y درآمد ملی (سرانه)
I (۱)	۰/۰۰	-۳/۳۳	y <sup>2</sup> درجه دوم درآمد ملی (سرانه)
I (۱)	۰/۰۰	-۵/۵	f درجه بازبودن اقتصاد
I (۱)	۰/۰۰	-۷/۴۹	e مصرف سوخت (سرانه)

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج حاصل از آزمون دیکی - فولر نشان می‌دهد که درجه هم‌انباشتگی متغیرهای موجود در مدل مورد بررسی یک است. همچنین، برای برآورد یک مدل اقتصادی لازم است تا وجود یا عدم وجود روابط بین متغیرها بررسی شود. نتایج حاصل از بررسی رابطه علیت بین متغیرهای معرفی شده با گاز دی‌اکسید کربن در جدول (۲) ارائه شده است.

پس از بررسی درجه انباشتگی متغیرها، لازم است تا با استفاده از آماره‌های آکائیک<sup>۱</sup> (AIC)، شوآرتز-بیزین<sup>۲</sup> (SCB) و آماره LR<sup>۳</sup> مقدار وقفه‌ی بهینه انتخاب شود. برای تعیین وقفه‌ی بهینه از یک مدل VAR<sup>۴</sup> استفاده شد. اما باید دقت داشت که برای انتخاب وقفه‌ی بهینه بیشترین مقدار آماره‌های محاسبه شده مدنظر قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از انتخاب وقفه‌ی بهینه در جدول (۳) گزارش شده است. با توجه به نتایج، بیشترین ارزش آماره‌های معرفی شده، در وقفه ۱ صادق می‌باشند و بنابراین الگوی ARDL با وقفه یک برآورد می‌گردد.

<sup>1</sup> Akaike Information Criterion

<sup>2</sup> Schwarz Bayesian Criterion

<sup>3</sup> likelihood Ratio

<sup>4</sup> Vector Auto Regressive

جدول ۲. نتایج حاصل از بررسی رابطه علیت بین متغیرها

قبول یا پذیرش فرض صفر	سطح معنی داری	مقدار آماره‌ی F	فرض صفر
رد	۰/۰۲	۵/۹۴	مصرف سوخت بر انتشار دی اکسید کربن اثر ندارد
رد	۰/۰۲۳	۵/۶۳	
رد	۰/۰۱	۴/۲۷	درجه باز بودن اقتصاد بر انتشار دی اکسید کربن اثر ندارد
پذیرش	۰/۲	۱/۶۱	
رد	۰/۰۴	۲/۶۴	درآمد سرانه بر انتشار دی اکسید کربن اثر ندارد
پذیرش	۰/۳۷	۱/۱۴	
رد	۰/۰۲	۵/۹۴	توان دوم درآمد سرانه بر انتشار دی اکسید کربن اثر ندارد
رد	۰/۰۲	۵/۴۶	

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. تعیین وقفه‌ی بهینه برای برآورد مدل ARDL

آزمون LR تعدیل شده	آزمون LR	SBC	AIC	LL	وقفه بهینه
-----	-----	۳۱۸/۶۷۸	۳۸۰/۸۹۲	۴۶۰/۸۹۲	۳
۲۸/۶۵۸	CHSQ (25)=۵۲/۷۹۱	۳۳۶/۷۲۴	۳۷۹/۴۹۶	۴۳۴/۴۹۶	۲
۵۵/۴۴	CHSQ (50)=۱۰۲/۱۲۷	۳۵۶/۴۹۸	۳۷۹/۸۲۸	۴۰۹/۸۲۸	۱
۲۲۴/۰۵۷	CHSQ (75)=۴۱۲/۸۳۷	۲۴۵/۶۳۵	۲۴۹/۵۲۳	۲۵۴/۵۲۳	۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۴)، نتایج حاصل از برآورد الگوی پویای کوتاه‌مدت مربوط به ارتباط بین مصرف انرژی و گسترش تجارت بین‌الملل را با انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن نشان می‌دهد. برای انتخاب وقفه بهینه می‌توان از آماره‌های شوآرتز - بی‌زین، آکائیک و هنان‌کوئین استفاده کرد که در مطالعه‌ی حاضر انتخاب وقفه‌ی بهینه براساس آماره‌ی شوآرتز یک وقفه تعیین شد. مقادیر گزارش شده داخل پرانتز بیانگر آماره t بوده و معناداری هریک از ضرایب برآوردی را نشان می‌دهد. با توجه به آماره فوق تمام متغیرهای وارد شده در مدل تأثیری معنی‌دار بر میزان انتشار گاز آلاینده دی‌اکسیدکربن دارد.

جدول ۴. نتایج حاصل از برآورد الگوی پویای کوتاه‌مدت

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره‌ی t	سطح معنی داری
C(-۱)	۰/۵۰۲	۰/۱۳۶	۳/۶۷	۰/۰۰۱
e	۰/۱۸۴	۰/۰۶۹	۲/۶۴	۰/۰۱۳
y	۱۷/۷۸	۷/۲۲	۲/۴۶۲	۰/۰۰۲
y(-۱)	-۰/۴۲۳	۰/۲۳۶	-۱/۷۹۲	۰/۰۸۳
y <sup>2</sup>	-۲/۳۷۵	۰/۹۷۷	-۲/۴۳	۰/۰۲۱
f	۰/۱۵۴	۰/۰۴۹	۳/۱۲۸	۰/۰۰۴
C	-۳۱/۹۱۲	۱۳/۳۱	-۲/۳۹۶	۰/۰۲۳
		DW= ۱/۹۸	F= ۱۵/۳۲	R <sup>2</sup> =۰/۹۱

منبع: یافته‌های تحقیق

همچنین نتایج حاصل از بررسی ویژگی‌های مدل برآورد شده در جدول (۵) ارائه شده است. با توجه به نتایج ارائه شده، مدل برآورد شده دارای شرایط صحیح آماری است.

جدول ۵. ویژگی‌های مدل برآورد شده توسط الگوی ARDL(1,0,1,0,0)

آزمون فرض	سطح معناداری	آماره F	نتیجه
آزمون همبستگی سریالی جمعات پسماند	۰/۳۶۸	۰/۸۱۱	جمعات اخلاص به طور سریالی ناهمبسته هستند
آزمون تصریح مدل	۰/۱۱۲	۲/۵۲۶	معادله صحیح تصریح شده است
آزمون نرمالیت	۰/۲۹۲	۲/۴۶۱	جمعات پسماند دارای توزیع نرمال است
آزمون ناهمسانی واریانس	۰/۲۵۳	۱/۳۰۴	جمعات پسماند واریانس همسان هستند

منبع: یافته‌های تحقیق

پس از برآورد ضرایب مربوط به الگوی پویای کوتاه‌مدت و تأیید عدم وجود شکست ساختاری، به منظور برآورد ضرایب بلند مدت لازم است وجود یا عدم وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای موجود در مدل بررسی شود.

$$t = \frac{(0/502) - 1}{(0/136)} = -3/66$$

با توجه به این که قدر مطلق مقدار آماره محاسباتی از مقدار بحرانی جدول بنرجی، دولالو و مستر برای سطح اطمینان ۹۰ درصد که معادل  $(-3/27)$  می‌باشد، بزرگ‌تر است، فرض صفر مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل رد و لذا وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل تأیید می‌شود. پس از تأیید وجود رابطه بلندمدت، حال نوبت به تخمین رابطه بلندمدت می‌رسد. نتایج تخمین این رابطه در جدول (۶) ارائه شده است. از بین متغیرهای فوق توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه و عرض از مبدا تأثیری منفی و سایر متغیرها تأثیری مثبت بر انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن دارد. ضریب برآورده شده برای متغیر مصرف سوخت سرانه  $0/371$  می‌باشد که نشان می‌دهد با یک واحد افزایش در مصرف سوخت، مقدار انتشار گاز دی‌اکسید کربن  $0/37$  واحد افزایش خواهد یافت. از مطالعات مشابهی که مقدار اثرگذاری این ضریب را مثبت برآورد کرده‌اند می‌توان به مطالعه‌ی لیو<sup>۱</sup> (۲۰۰۵)، آنگ<sup>۲</sup> (۲۰۰۷، ۲۰۰۸، ۲۰۰۹) و جلیل و محمود (۲۰۰۹) اشاره داشت. از آنجا که گاز دی‌اکسید کربن منتشر شده در یک دوره تا انتهای همان دوره به طور کامل جذب نمی‌شود و مقداری از آن به صورت انباره در محیط باقی می‌ماند، میزان دی‌اکسیدکربن منتشر شده در هر دوره آلودگی سرانه دوره بعد را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. اغلب منابع انرژی به کار رفته در فرآیند تولید، خصوصاً تولیدات بخش صنعت و خدمات منشأ فسیلی دارند و این شکل انرژی عامل اصلی انتشار گاز دی‌اکسیدکربن محسوب می‌شود. از این رو، افزایش مصرف انرژی سبب افزایش دی‌اکسیدکربن منتشر شده در یک کشور می‌گردد. ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه  $34/88$  بوده و دارای اثر معناداری بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد. بدین معنا که اگر میزان تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه یک واحد افزایش یابد، مقدار انتشار گاز دی‌اکسید کربن  $34$  واحد افزایش خواهد یافت. افزایش تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه به مفهوم افزایش تولید کالا و

<sup>1</sup> Liu

<sup>2</sup> Ang,



خدمات مختلف است. با افزایش تولید کالا و خدمات، مصرف نهاده‌های تولیدی نظیر انرژی نیز افزایش می‌یابد. اما این افزایش میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن تا یک نقطه‌ی تثبیتی ادامه خواهد داشت و از آن نقطه به بعد، افزایش مقدار تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه موجب کاهش انتشار گاز خواهد شد. بنابراین ضریب برآورد شده برای متغیر درجه دوم تولید ناخالص داخلی واقعی سرانه طبق انتظار و براساس نظریه منفی محاسبه شد. در واقع توان دوم تولید ناخالص داخلی نشان دهنده افزایش بسیار زیاد این متغیر می‌باشد که اثر منفی و معناداری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد. مطالعات سونگ و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۰۸)، دیاگو و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۹)، جلیل و محمود<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) و هالیکیوگلو<sup>۴</sup> (۲۰۰۸) نیز رابطه U وارونه شکل بین درآمد و کارایی محیط زیست را تایید کرده‌اند. بررسی‌های انجام شده در جوامع مختلف، بین مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی ارتباط همسویی وجود دارد. افزایش مصرف انرژی به افزایش گاز دی‌اکسیدکربن منتشر شده در هر دوره منجر می‌شود و گازهای منتشر شده در هر دوره به دلیل تجمع در محیط، سطح آلودگی سرانه در دوره بعد را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد. باز شدن درهای اقتصاد به سمت بازارهای جهانی و گسترش تجارت بین‌الملل کالاها و خدمات سبب ورود قسمتی از نیازهای داخلی یک کشور از بازارهای جهانی می‌گردد. به عبارت دیگر کشورها به واسطه واردات کالاها محصولات را مصرف می‌کنند که خود آن‌ها را در داخل تولید نکرده‌اند. در نتیجه هیچ آلودگی به واسطه تولید آن کالاها در کشور تولید نشده است. در مقابل باز بودن درب‌های اقتصاد منجر به ورود تکنولوژی‌های تولیدی به کشور شده که می‌تواند منجر به افزایش تولید گازهای گلخانه‌ای گردد. بسته به این که محتوای آلودگی کدام گروه از کالاها (وارداتی یا صادراتی) بیشتر باشد، تجارت بین‌الملل بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر مثبت یا منفی خواهد داشت. در دوره مورد بررسی جریان صادرات و واردات کالاها و خدمات در کشور ایران به گونه‌ای بوده است که گسترش تجارت بین‌الملل سبب افزایش سطح سرانه آلودگی شده است. مطالعات آنگ (۲۰۰۹) و هالیکیوگلو (۲۰۰۸) نیز اثر مثبت بازبودن اقتصاد بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن را تایید کردند. از طرفی مطالعه‌ی جلیل و محمود (۲۰۰۹) رابطه‌ی منفی بین این دو متغیر را نشان دادند.

---

<sup>1</sup> Song & et al.

<sup>2</sup> Diago & et al.

<sup>3</sup> Jalil & Mahmud

<sup>4</sup> Halicioglu

جدول ۶. ضرایب مربوط به الگوی بلندمدت  $ARDL(1,0,1,0,0)$

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره $t$	سطح معنی داری
سراانه مصرف سوخت	۰/۳۷۱	۰/۰۸۲	۴/۴۸۳	۰/۰۰
تولید ناخالص داخلی واقعی سراانه	۳۴/۸۸۳	۱۶/۲۱۵	۲/۱۵۱	۰/۰۴
توان دوم تولید ناخالص داخلی واقعی سراانه	-۴/۷۷۱	۲/۲۰۲	-۲/۱۶۶	۰/۰۳۸
درجه بازبودن اقتصاد	۰/۳۱	۰/۰۷۵	۴/۰۸۵	۰/۰۰۰
عرض از مبدا	-۶۴/۱۰۱	۲۹/۷۲۷	-۲/۱۵۶	۰/۰۳۹

منبع: یافته‌های تحقیق

همچنین وجود ثبات ساختاری بر اساس آزمون‌های  $CUSUM$  و  $CUSUMSQ$  بررسی شد. نتایج به دست آمده از این آزمون‌ها، نشان از پایداری ضرایب برآوردی داشته و به علت قرار گرفتن در فاصله اطمینان ۹۵ درصد، شکست ساختاری در مدل وجود ندارد و به دلیل هم انباشته بودن متغیرهای موجود در مدل تحت بررسی، در صورت بروز نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها به سمت مسیر تعادلی بلندمدت خود برخواهند گشت. سرعت نزدیک شدن به رابطه تعادلی بلندمدت بر اساس الگوی تصحیح‌خطا قابل محاسبه است. ضریب متغیر  $ECM$  ارایه شده در جدول (۷) بیانگر سرعت تعدیل الگوی پویای کوتاه‌مدت به سمت تعادل بلندمدت می‌باشد. این ضریب در تحقیق حاضر برابر با  $-۰/۴۹۷$  می‌باشد که در سطح ۹۵ درصد از نظر آماری معنادار و منطبق بر نظریه است و نشان‌دهنده‌ی آن است که در هر دوره ۴۹ درصد از خطای عدم تعادل از بین خواهد رفت. معکوس این ضریب سرعت تأثیرگذاری متغیرهای مدل بر بهره‌وری بخش کشاورزی را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، تعدیل کامل نتایج حاصل از اجرای یک سیاست کمتر از دو سال زمان لازم خواهد برد که این زمان، زمانی نسبتاً طولانی است.

جدول ۷. ضرایب مربوط به برآورد مدل  $ECM$

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره $t$	سطح معنی داری
$\Delta e$ تفاضل مرتبه اول سراانه مصرف سوخت	۰/۱۸۴	۰/۰۶۹	۲/۶۵۸	۰/۰۱۳
$\Delta y$ تفاضل مرتبه اول تولید ناخالص داخلی واقعی سراانه	۱۷/۷۸۹	۷/۲۲۴	۲/۴۶۲	۰/۰۲
$\Delta y^2$ تفاضل مرتبه‌ی اول توان دوم تولید ناخالص داخلی	-۲/۳۷۵	۰/۹۷۷	-۲/۴۳	۰/۰۲۱

ادامه جدول ۷. ضرایب مربوط به برآورد مدل ECM

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره‌ی t	سطح معنی داری
$\Delta f$	۰/۱۵۴	۰/۰۴۹	۳/۱۲۸	۰/۰۰۴
$\Delta C$	-۳۱/۹۱۲	۱۳/۳۱۴	-۲/۳۹۶	۰/۰۲۳
$ecm(-۱)$	-۰/۴۹۷	۰/۱۳۶	-۳/۶۳۸	۰/۰۰۱
$ECM = C - ۰/۳۷۱e - ۳۴/۸۸۳y + ۴/۷۷۱y^2 - ۰/۳۱f + ۶۴/۱۰۱$				

منبع: یافته‌های تحقیق

### ۵. نتیجه‌گیری

طی دهه‌های اخیر هشدارهای جهانی و تغییرات آب و هوایی به دلیل گسترش آلاینده‌ها، به یکی از نگرانی‌های عمده تبدیل شده است. میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن که در زمره گازهای گلخانه‌ای قرار دارد، توجه بسیاری از محققین و سیاست‌گذاران در کشورهای مختلف را به خود جلب کرده است. عوامل متعددی میزان انتشار این گاز را تحت تأثیر قرار می‌دهند. مقاله حاضر ارتباط پویای بین انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، مصرف انرژی و تجارت بین‌الملل کالاها و خدمات را مورد بررسی قرار داده است. برای این منظور از روش خود توزیع با وقفه‌های گسترده استفاده شده است. نتایج حاصل از برآورد الگوی پویای کوتاه مدت نشان داد میزان مصرف سرانه انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی تأثیری مثبت و درجه باز بودن اقتصاد تأثیری منفی و معنادار بر میزان انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن دارد. نتایج حاصل از برآورد تعادل بلندمدت نشان می‌دهد مصرف سرانه انرژی و درجه باز بودن اقتصاد در بلند مدت نیز تأثیر معنادار بر سطح انتشار گاز دی‌اکسیدکربن دارد. لذا می‌توان سطوح آتی متغیرها را بر اساس مقادیر گذشته آنها پیش‌بینی نمود.

با توجه به روند رو به افزایش سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور ایران، لازم است سیاست‌های زیست‌محیطی جدیدی اتخاذ گردد تا به این ترتیب تخریب محیط زیست کاهش یابد. بر اساس مدل ارائه شده در تحقیق حاضر، رشد مصرف انرژی و رشد تولید ناخالص داخلی که به مفهوم رشد اقتصادی است سبب افزایش آلودگی به واسطه افزایش انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌گردد. با این وجود امکان کاهش تولید ناخالص داخلی وجود ندارد زیرا با کاهش این متغیر سطح سرمایه‌گذاری و اشتغال در اقتصاد کاهش می‌یابد. کاهش سطح اشتغال به مشکل بیکاری در

کشور دامن می‌زند. اما امکان کاهش میزان مصرف انرژی به واسطه بهبود کارایی مصرف این نهاد در واحدهای تولیدی در داخل کشور وجود دارد.

### منابع

- امیرتیموری، سمیه، خلیلیان، صادق (۱۳۸۶). رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران و چشم انداز آن در برنامه چهارم توسعه، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۱۵ (۵۹): ۳۷-۵۲.
- آذربایجانی، کریم، شهیدی، آمنه، محمدی، فرزانه (۱۳۸۸). بررسی ارتباط بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت و رشد در چارچوب یک الگوی خودتوضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL). *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، ۹ (۲): ۱۷-۱.
- بانک جهانی (۲۰۱۳). [www.worldbank.org](http://www.worldbank.org).
- بهبودی، داوود، فلاحی، فیروز، برقی گلعدانی، اسماعیل (۱۳۸۹). عوامل اقتصادی اجتماعی موثر بر انتشار سرانه دی‌اکسید کربن در ایران، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۹۰: ۱۷-۱.
- بهبودی، داوود، برقی گلعدانی، اسماعیل (۱۳۸۷). اثرات زیست محیطی مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران. *فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)*، ۵ (۴): ۳۵-۵۳.
- پایگاه اطلاعاتی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، [www.cbi.ir](http://www.cbi.ir).
- پهلوانی، مصیب، اثنی‌عشری، هاجر، سردارشهرکی، علی (۱۳۹۲). بررسی رابطه بلندمدت مصرف زغال سنگ بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران با استفاده از تکنیک ARDL، *مجله اقتصاد انرژی ایران*، ۷ (۲): ۱-۱۵.
- تشکینی، احمد (۱۳۸۴). اقتصاد سنجی کاربردی به کمک Microfit. موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران.
- فطرس، محمد حسن، فردوسی، مهدی، مهرپیما، حسین (۱۳۹۰). بررسی تأثیر شدت انرژی و گسترش شهرنشینی بر تخریب محیط زیست در ایران (تحلیل هم‌جمعی)، *محیط شناسی*، ۳۷ (۶۰): ۲۲-۱۳.
- کرباسی، علیرضا، پیری، مهدی (۱۳۸۷). بررسی تأثیر آزادسازی تجاری بر کشاورزی ایران، *اقتصاد و کشاورزی*، ۲ (۲): ۱۹-۳۴.
- لطفعلی‌پور، محمدرضا، آشنا، ملیحه (۱۳۸۹). بررسی عوامل موثر بر تغییر انتشار دی‌اکسید کربن در اقتصاد ایران، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷ (۲۴): ۱۴۵-۱۲۱.

- محمدی، حسین، سخی، فاطمه (۱۳۹۲). تاثیر تجارت، سرمایه گذاری خارجی و توسعه انسانی بر شاخص عملکرد محیط زیست، فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، ۱ (۳): ۷۵-۵۵.
- مهرابی بشرآبادی، جلایی اسفندآبادی، سیدعبدالمجید، باغستانی، علی اکبر، شرافتمند، حبیبه (۱۳۸۹). تاثیر آزاد سازی تجاری بر آلودگی محیط زیست در ایران. *مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران*، ۲(۱): ۱۹-۱۱.
- نصرالهی، زهرا، غفاری گولک، مرضیه (۱۳۸۹). بررسی رابطه آلودگی هوا و رشد اقتصادی در سطح ۲۸ استان کشور (مطالعه موردی  $CO$ ،  $SO_x$  و  $NO_x$ )، *مجله دانش و توسعه*، ۱۷(۳۳): ۱۷۰-۱۸۴.
- واثقی، الهه، اسماعیلی، عبدالکریم (۱۳۸۸). بررسی عوامل تعیین کننده انتشار گاز  $CO_2$  در ایران (کاربرد نظریه زیست محیطی کوزنتس)، *مجله محیط شناسی*، ۳۵(۵۲): ۹۹-۱۱.
- Ang, J. (2007). CO2 emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35: 4772° 4778.
- Ang, J. (2008). Economic development, pollutant emissions and energy consumption in Malaysia. *Journal of Policy Modeling* , 30: 271° 278.
- Ang, J. (2009). Co2 emissions, research and technology transfer in China, *Ecological Economics*, 68(10): 2658-2665.
- Apergis, N., & Payne, J. (2009). CO2 emissions, energy usage, and output in central America. *Energy Policy*, 37 : 3282° 3286.
- Apergis, N., & James E. P., & Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). On the causal dynamics between emissions, Nuclear Energy, Renewable Energy, and Economic Growth, *Ecological Economics*, 69: 2255° 2260.
- Aroui, A., & Youssef, B., & Mhenni, H. (2012). Energy consumption, Economic Growth and CO2 Emission Middle East and North African Countries, *Energy Policy*, 45: 126-135.
- Azomahou, T., Laisney, F., & Van, P. H. (2006). Economic development and CO2 emissions: A nonparametric panel approach. *Journal of Public Economics*, 90 :1347° 1363.
- Diao, X.D., & Zeng, S.X., & Tamb, C.M., & Tamc, V.W.Y. (2009). EKC analysis for studying economic growth and environmental quality: a case study in China. *Journal of Cleaner Production* 17: 541° 548.
- Halicioglu, F. (2009). An econometrics tudyof CO2 emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey .*Energy Policy*, 37 : 1156° 1164.
- Jalil, A., & Mahmud, S. (2009). Environment Kuznets curve for CO2 emissions: A-cointegration analysis for China. *Energy Policy* 35:

- Kulionis, V. (2013). The relationship between renewable energy consumption, CO2 emission and economic growth in Denmark, University essay Fromlunds Universitet/Economisk-Historiska institutionen.
- Li, Y., & Hewitt, CN. (2008). The effect of trade between China and the UK on national and global carbon dioxide emissions. *Energy Policy*, 36:1907° 1914.
- Liu, X. (2005). Explaining the relationship between CO2 emissions and national income; the role of energy consumption. *Economics Letters*, 87: 325-328.
- Menyah, K., & Wolde-Rufael, Y. (2010). CO<sub>2</sub> emissions, nuclear energy, renewable energy and economic growth in the US, *Energy Policy*, 38: 2911° 2915.
- Min Lim, L., & Ye, K., & Khoon Yoo, S. (2014). Oil consumption CO2 emission, and economic growth: Evidence from the Philipines, *Sustainability*, 6: 967-979.
- Pesaran, M. H., & Pesaran, B. (1997). Working with Microi.t 4.0: Interactive□ Econometric Analysis. Oxford University Press, Oxford.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y. (1999). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration analysis. In: Strom, S. (Ed.), *Econometrics and Economic Theory in 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*. Cambridge University Press, Cambridge Chapter 11.
- Pesaran, M. H., & Smith, R. P. (1998). Structural analysis of cointegrating VARs. *Journal of Economic Survey*, 12: 471° 505.
- Pesaran, M. H., & Shin, Y., & Smith, R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16: 289° 326.
- Say, N. & Yucel, M. (2006). Energy consumption and CO2 emissions in Turkey: Empirical analysis and future projection based on an economic growth. *Energy Policy*, 34:3870° 3876.
- Song, T., & Zheng, T., & Tong, L. (2008). An empirical test of the environmental Kuznets curve in China: a panel cointegration approach. *China Economic Review*, 19 (3): 381° 392.