

## انتشار دی اکسید کربن و مصرف سوخت‌های فسیلی:

### مطالعه موردی ایران با استفاده از رویکرد ARDL

حسین حافظی<sup>۱\*</sup>، شهرام فتاحی<sup>۲</sup>، ندا پورجمشیدی<sup>۳</sup>

<sup>۱\*</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران

<sup>۲</sup> - دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

<sup>۳</sup> - دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد توسعه، دانشکده اقتصاد دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

\* ایمیل نویسنده مسئول: hhafezi@khu.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۱/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۹

#### چکیده

چکیده از بزرگ‌ترین چالش‌های جهانی در چند دهه اخیر که به صورت چشمگیری افزایش یافته است می‌توان به انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه CO<sub>2</sub> اشاره کرد. روند صعودی میزان انتشار دی اکسید کربن طی دهه‌های اخیر نشان‌دهنده وضعیت نگران‌کننده مصرف سوخت‌های فسیلی به‌عنوان مهم‌ترین عامل انتشار دی اکسید کربن می‌باشد. هرچند در سال‌های مختلف با سیاست‌های اصلاح یارانه قیمتی برخی فرآورده‌های نفتی تلاش‌هایی هرچند ناچیز در جهت کنترل آن صورت گرفته اما نتایج حاصل از این سیاست‌ها موجب کنترل و یا کاهش انتشار کربن در کشور ایران نشده است. از مهم‌ترین سوخت‌های فسیلی می‌توان به نفت و فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و زغال سنگ اشاره کرد. مطالعه حاضر به بررسی نوع رابطه میان مصرف سوخت‌های فسیلی و میزان انتشار کربن دی اکسید کشور در بازه زمانی ۲۰۲۱-۱۹۸۰ با استفاده از رهیافت خود توضیح با وقفه‌های توزیعی (ARDL) می‌پردازد. از یافته‌های حاصل از برآورد مدل می‌توان این‌گونه استنباط کرد که پویایی‌های کوتاه‌مدت در ارتباط با روابط بلندمدت وجود دارد. تفسیر ضریب تصحیح خطا که معادل ۰/۷۲- است، نشان می‌دهد که ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌صورت مستقیم به یکدیگر همگرا می‌شوند. همچنین نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از آن است که افزایش یک درصدی مصرف فرآورده‌های نفتی، میزان انتشار دی اکسید کربن را در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۲۶٪ و ۰/۲۵٪ افزایش می‌دهد. سایر یافته‌های حاصل از مدل نشان می‌دهد یک درصد افزایش مصرف گاز طبیعی در کوتاه‌مدت و در بلندمدت به ترتیب اثراتی معادل ۰/۴۳٪ و ۰/۲۱٪ بر میزان انتشار دی اکسید کربن دارد. دیگر نتایج مدل حاکی از آن است که یک درصد افزایش مصرف زغال سنگ، میزان انتشار کربن را در کوتاه‌مدت به میزان ۰/۰۸٪ افزایش می‌دهد. به دلیل سهم بسیار ناچیز زغال سنگ در سبد مصرف انرژی کشور، مدل در بلندمدت اثر زغال سنگ بر میزان انتشار دی اکسید کربن را در نظر نمی‌گیرد. نتایج حاصل از مدل ARDL نشان می‌دهد که مصرف فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی تأثیری معنادار و مثبتی بر تخریب محیط‌زیست چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت دارد.

#### کلمات کلیدی

"انتشار کربن"، "مصرف سوخت‌های فسیلی"، "مدل ARDL"، "مصرف گاز طبیعی"

سرمایه و نیروی کار در تابع تولید جای گرفت، از جایگاه ویژه‌ای در فرآیند تولید و توسعه اقتصادی کشورها برخوردار است. بروز بحران‌های جهانی نفت در دهه‌های اخیر از یک سو و گرمایش جهانی زمین در نتیجه انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی از سوی دیگر، دولت‌ها را بر آن داشت تا برای کاهش مصرف انرژی ناشی از سوخت‌های فسیلی و افزایش کارایی انرژی گام بردارند تا از این طریق وابستگی خود به نهاده‌های انرژی را کاهش دهند. دسترسی آسان و ارزان به این نهاده در کشورهای با ذخایر فراوان انرژی موجب وابستگی بیش‌ازحد بخش‌های مختلف اقتصادی به انرژی شده است. مصرف نهایی انرژی در ایران همواره روند صعودی داشته است. به طوری که با افزایش مصرف انرژی، میزان انتشار دی اکسید کربن کشور به میزان قابل توجهی افزایش یافته است. بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی (۲۰۲۰)، مصرف نهایی انرژی ایران از ۲/۲۹۰ میلیون ترا ژول از سال ۱۹۹۰ به بیش از ۸/۴ میلیون ترا ژول در سال ۲۰۱۹ رسیده است که بیشترین سهم به ترتیب متعلق به گاز طبیعی با ۴/۵ میلیون ترا ژول، فرآورده‌های نفتی با ۲/۹ میلیون ترا ژول و برق با ۹۴۰ هزار ترا ژول است. بر اساس گزارش استاتیس‌تا<sup>۱</sup> (۲۰۲۰)، ایران رتبه هشتم بیشترین میزان مصرف انرژی در

#### ۱- مقدمه

فونت یکی از مهم‌ترین مسائل روز دنیا مربوط به کنترل میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرمایش جهانی است. از مهم‌ترین عوامل تغییرات اقلیمی مصرف سوخت‌های فسیلی است. انرژی در افزایش رفاه و توسعه‌ی اقتصادی کشورها نقش انکارناپذیری دارد. با توجه به گرایش روزافزون جوامع به استفاده از لوازم مصرف‌کننده انرژی در همه بخش‌های اقتصادی اعم از صنعت، خانگی و تجاری و حمل‌ونقل، مصرف انرژی به‌سرعت در حال افزایش است. به‌گونه‌ای که با وجود تلاش‌های فراوان کشورها در مصرف بهینه انرژی، بر میزان تقاضا و مصرف آن روزبه‌روز افزوده می‌شود. از این رو انرژی به‌عنوان موتور توسعه توانسته نقش قابل توجهی در رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشورها داشته باشد. با رشد اقتصادی و بهبود استانداردهای زندگی و دسترسی جوامع به لوازم انرژی بر، انرژی بیشتری مصرف خواهد شد. مصرف انرژی در کشور طی سالیان اخیر به دلایلی از قبیل رشد جمعیت، توسعه شهرنشینی، افزایش سطح زندگی و رفاه، تغییرات آب‌وهوا و توسعه صنعتی و تجاری افزایش یافته است. از زمانی که انرژی به‌عنوان یکی از نهاده‌های اصلی تولید در کنار

<sup>1</sup> Statista.com

## مطالعات خارجی

رحمان و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی تأثیر کوتاه‌مدت و بلندمدت انرژی‌های تجدید پذیر، شهرنشینی، مصرف سوخت فسیلی و معضل رشد اقتصادی در رومانی با استفاده از تکنیک ARDL در ارتباط با FMOLS و CCR به این نتایج دست یافتند که میان انرژی جایگزین، هسته‌ای و همچنین مصرف سوخت فسیلی ارتباط مثبتی وجود دارد اما رابطه‌ی منفی میان رشد اقتصادی با انرژی‌های تجدید پذیر و شهرنشینی وجود دارد. هی و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۲۲) در مطالعه خود باهدف بررسی منابع طبیعی، مصرف انرژی‌های تجدید پذیر، رشد اقتصادی و انتشار گازهای گلخانه‌ای بیان داشتند که رابطه پویا بین متغیرهای و انتشار گازهای گلخانه‌ای با استفاده از رویکرد محدودیت‌های تأخیر توزیع شده رگرسیون خودکار وجود دارد. این یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای برجسته و به‌طور خاص انتشار گازهای گلخانه‌ای است که منجر به مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و رانت نفت و اثرات منفی آن بر پایداری محیط‌زیست می‌شود. یانگ و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان نقش رقابتی گاز طبیعی و نفت به‌عنوان سوخت فسیلی و غیرخطی پویایی نفرین منابع در روسیه با استفاده از مدل NARDL به این نتیجه دست یافتند که وجود نفرین منابع برای روسیه که توسط شوک‌های مثبت ایجاد شده است پیامدهای سیاستی مهمی از جمله چگونگی محدود کردن عرضه گاز طبیعی در مواجهه با تقاضای بالای جهانی و افزایش قیمت برای اقتصاد روسیه دارد. ابومنشر و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۲۰) مطالعه‌ی قیمت نفت، مصرف انرژی و انتشار CO<sub>2</sub> در ترکیه. شواهد تجربی جدید از آزمون بوت استرپ ARDL را بررسی کردند که یافته‌های حاصل از ضرایب بلندمدت ARDL، DOLS، CCR و FMOLS نشان داد که قیمت نفت در بلندمدت تأثیر منفی بر انتشار CO<sub>2</sub> در ترکیه داشته است. علاوه بر این، دیگر یافته‌ها نشان می‌دهد که انرژی‌های تجدید ناپذیر که شامل نفت، گاز طبیعی و زغال سنگ می‌شود، انتشار CO<sub>2</sub> را افزایش می‌دهد. ژانگ و یانگ<sup>۸</sup> (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان شهرنشینی، مصرف انرژی و انتشار CO<sub>2</sub> با استفاده از تخمین پانل به این نتیجه دست یافتند که با شتاب شهرنشینی، مصرف انرژی و انتشار CO<sub>2</sub> افزایش پیدا می‌کند. باستولا و ساپکوت<sup>۷</sup> (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی روابط بین مصرف انرژی، آلودگی هوا و رشد اقتصادی در نیپال با استفاده از روش ARDL پرداخته‌اند. نتایج حاصل از مطالعه وجود یک رابطه دوطرفه‌ی بلندمدت بین مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن وجود دارد و همچنین وجود یک رابطه علیت از رشد اقتصادی به انتشار دی‌اکسید کربن و مصرف انرژی برقرار است. ابوالحسینی و همکاران<sup>۸</sup> (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان تأثیر توسعه انرژی‌های تجدید پذیر بر کاهش دی‌اکسید کربن - تحلیل تجربی برای ۱۲ کشور اروپایی به بررسی تأثیر توسعه انرژی‌های تجدید پذیر بر کاهش تولید گازهای گلخانه‌ای با استفاده از داده‌های پانلی برای دوره ۲۰۱۰-۱۹۹۵ پرداخته‌اند. یافته‌های حاصل از مطالعه نشان می‌دهد که با دخالت دولت در مورد استفاده از انرژی تجدید پذیر میزان تولید دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد. شفیی و سلیم<sup>۹</sup> (۲۰۱۴) در پژوهشی با عنوان تحلیل مقایسه‌ای مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر

سال ۲۰۲۰ را با چیزی حدود ۱۲ اگزا ژول به خود اختصاص داده است. مقایسه مصرف سرانه انرژی ایران و جهان حائز نکته جالبی است. مصرف سرانه انرژی در جهان معادل ۲۰ مگاوات ساعت می‌باشد که در بین حامل‌های انرژی به ترتیب نفت با بیش از ۶ مگاوات ساعت در رتبه نخست، زغال سنگ با بیش از ۵/۶ مگاوات ساعت در رتبه دوم و گاز با ۵ مگاوات ساعت در رتبه سوم قرار دارد. همچنین بر اساس همین گزارش میزان مصرف سرانه ایران بیش از ۴۱ مگاوات ساعت می‌باشد که به ترتیب گاز با ۲۶/۸ مگاوات ساعت در رده نخست و نفت با ۱۳ مگاوات ساعت در رتبه دوم قرار دارد (داده‌های دنیای ما، ۲۰۲۲). نتیجه حاصل از چنین میزان مصرف انرژی توسط کشوری مانند ایران با توجه به نرخ رشد اقتصادی پایین به‌ویژه پایین‌ترین و نامناسب‌ترین وضعیت اقتصادی در دهه اخیر، منجر به تولید بیش از حد دی‌اکسید کربن شده است. قابل ذکر است میان مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار کربن رابطه‌ی مستقیم برقرار است به‌طوری‌که با افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی، میزان انتشار کربن نیز افزایش می‌یابد. میزان انتشار کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی متفاوت است. میزان انتشار کربن ناشی از مصرف زغال سنگ به ترتیب بیشتر از نفت و گاز طبیعی است. (بلوک و مرت، ۲۰۱۵). بر اساس گزارش سازمان بین‌المللی انرژی میزان انتشار کربن ایران از ۱۷۱ میلیون تن در سال ۱۹۹۰ به ۵۸۳ میلیون تن در سال ۲۰۱۹ افزایش داشته است. بر اساس آمار اعلام شده بیشترین میزان انتشار کربن متعلق به مصرف ناشی از گاز طبیعی به میزان ۳۹۰ میلیون تن است. ایران در سال ۲۰۲۰ با میزان انتشار ۷۴۵ میلیون تن CO<sub>2</sub> رتبه ششم بیشترین میزان انتشار کربن جهان را به خود اختصاص داده است به‌طوری‌که میزان انتشار کربن در ایران بیش از کشوری صنعتی مانند آلمان است. (اطلس جهانی کربن<sup>۱</sup>، ۲۰۲۰). از مطالب فوق می‌توان استنباط کرد که بخش عمده‌ای از کربن منتشر شده در جهان ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی است. همچنین یکی از مهم‌ترین دلایل ایجاد تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی نیز انتشار آلاینده‌ها به‌ویژه انتشار دی‌اکسید کربن است. روند تغییر دما و گرمایش جهانی تهدیدی جدی برای سلامت کل زمین است. از این رو، اتخاذ سیاست‌های کاربردی و عملی جهت تغییر این الگوی مصرف و کاهش انتشار آلاینده‌ها بسیار ضروری و حیاتی است. این تحقیق مبتنی بر نگرانی در مورد سطوح بالای انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه دی‌اکسید کربن در سال‌های اخیر است. بر اساس گزارش ترازنامه انرژی (۱۳۹۸)، ۹۹ درصد از گازهای گلخانه‌ای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی مربوط به دی‌اکسید کربن می‌باشد. در ادامه سازمان‌دهی ساختار مقاله به شرح زیر می‌باشد. در بخش دوم پیشینه تحقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در بخش سوم داده‌های مورد استفاده در تحقیق و در بخش چهارم تصریح مدل و روش‌شناسی مدل خود توضیح‌دهنده با وقفه‌های توزیعی و در ادامه برآورد مدل و تفسیر نتایج گزارش شده است. در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی ارائه شده است.

## ۲- پیشینه پژوهش

<sup>6</sup> Zhang & Yang

<sup>7</sup> Bastola & Sapkot

<sup>8</sup> Abolhosseini et al

<sup>9</sup> Shafiei et Salim

<sup>1</sup> Globalcarbonatlas.org

<sup>2</sup> Rahman et al

<sup>3</sup> He et al

<sup>4</sup> Yang et al

<sup>5</sup> Mohammed Abumunshar et al.

ناخالص داخلی در هر دو رژیم اثر مثبتی بر انتشار CO<sub>2</sub> داشته و میزان اثر مثبت آن بعد از عبور متغیر انتقال از حد آستانه‌ای کاهش یافته است. ولایت زاده (۱۳۹۷) در پژوهشی به ارزیابی میزان انتشار کربن حاصل از مصرف سوخت‌های فسیلی بنزین، نفت گاز، نفت کوره و نفت سفید در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۴ - ۱۳۰۶ پرداخت. نتایج این مطالعه بیانگر آن است که مجموع مصرف فرآورده‌های نفتی در بازه زمانی موردنظر رشد مثبتی داشته و میزان انتشار کربن حاصل از مصرف بنزین در سال‌های ۱۳۰۶ و ۱۳۹۴ به ترتیب ۹۲ و ۵۹ تن دی‌اکسید کربن در سال بوده همچنین میزان مصرف نفت گاز، نفت کوره و نفت سفید طی سال‌های مورد مطالعه افزایش یافته است. اصغر پور و همکاران (۱۳۹۴) طی پژوهشی با عنوان اثرات توسعه اقتصادی و توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منتخب عضو اوپک با استفاده از روش داده‌های تابلویی به این نتیجه دست یافتند که تأثیر منفی و معنی‌دار شاخص‌های توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن و رابطه بین رشد اقتصادی و انتشار CO<sub>2</sub> در کشورهای بررسی شده به شکل U معکوس است. ترابی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی پژوهشی با عنوان تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران با استفاده از روش ARDL به این نتیجه دست یافتند که مصرف سرانه انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی و درجه باز بودن اقتصاد تأثیر مثبت و معناداری بر میزان انتشار CO<sub>2</sub> می‌گذارد. بررسی مطالعات تجربی نشان می‌دهد که رابطه مصرف سوخت‌های فسیلی عمده اعم از نفت خام، زغال سنگ و گاز طبیعی با انتشار دی‌اکسید کربن در بازه زمانی ۲۰۲۱-۱۹۸۰ مغفول واقع شده است. لذا شکاف تحقیقاتی که مطالعه حاضر در پی یافتن پاسخ مناسب برای آن است مربوط به عدم انجام مطالعات مربوط به مصرف نفت، زغال سنگ، گاز طبیعی و انتشار دی‌اکسید کربن در کشور ایران به‌عنوان کشوری با بیشترین میزان پرداخت یارانه انرژی جهان با استفاده از مدل خود توضیح‌دهنده با وقفه‌های توزیعی (ARDL) است. لذا پرسش اساسی مطالعه حاضر این است که آیا مدل‌های ARDL می‌توانند وجود اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت را نشان دهند و همچنین بررسی کنند که آیا مصرف سوخت‌های فسیلی تأثیری فوری بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد؟ هدف اصلی این مطالعه تعیین پویایی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت ناشی از مصرف نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی در انتشار دی‌اکسید کربن توسط کشور ایران از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۱ است.

### ۳- داده‌های مورد استفاده در تحقیق

در این مطالعه از داده‌های سری زمانی کل انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف نفت، زغال سنگ و گاز طبیعی از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۲۱ استفاده شده است. همچنین لازم به ذکر است داده‌های انتشار دی‌اکسید کربن و مصرف گاز طبیعی، نفت و زغال سنگ از موسسه داده‌های دنیای ما استخراج شده است. در این مطالعه برای تخمین مدل و محاسبات موردنیاز از نرم‌افزارهای Eviews 13 و Excel استفاده شده است.

### ۴- روش شناسی

این قسمت به معرفی مدل در این تحقیق می‌پردازد بررسی پیشینه تحقیق نشان می‌دهد که روش‌های متعددی برای بررسی رابطه‌ی بلندمدت (همجمعی) میان متغیرهای مورد بررسی در گذر زمان از جمله روش

و تجدید پذیر و انتشار CO<sub>2</sub> در کشورهای OECD تلاش می‌کنند تا عوامل تعیین‌کننده انتشار CO<sub>2</sub> را با استفاده از مدل STIRPAT مورد بررسی قرار دهند. نتایج تجربی نشان‌دهنده این است که انرژی‌های تجدید ناپذیر باعث افزایش انتشار CO<sub>2</sub> می‌شوند در حالی که مصرف انرژی‌های تجدید پذیر باعث کاهش انتشار CO<sub>2</sub> می‌شوند. دیگر نتایج حاصل از مطالعه حاکی از آن است که یک منحنی کوزنتس محیطی بین شهرنشینی و انتشار CO<sub>2</sub> وجود دارد به این معنی که در سطوح بالاتر شهرنشینی، اثرات زیست‌محیطی کاهش می‌یابد. شهباز و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان تأثیر توسعه مالی، رشد اقتصادی، مصرف زغال سنگ و تجارت آزاد بر انتشار گاز CO<sub>2</sub> در آفریقا جنوبی با استفاده از روش ARDL بدون صورت استنباط کردند که توسعه مالی و تجارت آزاد بر محیط‌زیست اثر مثبت و افزایش رشد اقتصادی و مصرف زغال سنگ موجب انتشار بیشتر گاز CO<sub>2</sub> می‌شود.

### مطالعات داخلی

حافظی و دلفان (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به بررسی پیش‌بینی بلندمدت تقاضای برق ایران (رویکرد مبتنی بر سناریوسازی با استفاده از رهیافت ترکیبی ARDL و ARIMA) پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه بیانگر آن است که میان مصرف برق و رشد اقتصادی رابطه‌ای مستقیم برقرار است. لذا با توجه به اینکه نیروگاه‌های کشور مبتنی بر سوخت‌های فسیلی هستند در صورت تداوم روند فعلی، مصرف برق، مصرف سوخت‌های فسیلی و به دنبال آن میزان انتشار کربن تا سال ۲۰۵۰ روندی کاملاً صعودی خواهد داشت. همچنین دیگر نتایج مطالعه نشان می‌دهد که سیاست‌های محدودیت تقاضای برق بایستی مبتنی بر کنترل دما و انتشار گازهای گلخانه‌ای از طریق افزایش سهم تکنولوژی‌های تجدید پذیر در سبد عرضه برق کشور و سیاست‌های مبتنی بر افزایش بهره‌وری انرژی باشد. فرهنگ (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان اثرات مصرف سوخت‌های فسیلی، انتشار CO<sub>2</sub> و قیمت نفت خام بر رشد اقتصادی با استفاده از روش پانل میانگین گروهی تلفیقی و حداقل مربعات پویا استفاده کرده و همچنین کشورهای مورد مطالعه به دو زیرگروه صادرکننده و واردکننده نفت خام تقسیم کرده. نتایج تخمین روش PMG نشان می‌دهد که افزایش یک‌درصدی مصرف انرژی سوخت‌های فسیلی، انتشار CO<sub>2</sub> و قیمت نفت خام موجب افزایش رشد اقتصادی برای کشورهای صادرکننده نفت خام شده است در حالی که افزایش یک‌درصدی قیمت نفت خام در کوتاه‌مدت و بلندمدت موجب کاهش رشد اقتصادی در کشورهای واردکننده نفت خام می‌گردد. نتایج حاصل از تکنیک DOLS مشابه نتایج روش PMG بوده و آن را تأیید می‌کند. سلیمی فر و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی تحت عنوان بررسی رابطه میان درآمد و میزان آلودگی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی، صحت فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای استان‌های کشور را با استفاده از مدل داده‌های تابلویی و به کمک اطلاعات ۲۸ استان کشور مورد ارزیابی قرار دادند. یافته‌های حاصل از مطالعه نشان‌دهنده عدم تأیید فرضیه و همچنین نشان‌دهنده یک منحنی N شکل برای استان‌های کشور است. صیادی و منجذب (۱۳۹۸) در مطالعه خود به ارزیابی تأثیر عوامل مؤثر بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای عضو اوپک با تأکید بر مصرف سوخت‌های فسیلی با استفاده از روش غیرخطی رگرسیون انتقال ملایم پانل (PSTR) پرداختند. نتایج حاصل از مطالعه نشان می‌دهد که تولید

۱۹۸۰ به ۲۴۱۱ تراوات ساعت در سال ۲۰۲۱ رسیده است. همچنین مطابق نمودار زیر مصرف فرآورده‌های نفتی و زغال سنگ به ترتیب از ۳۳۰ و ۱۴ تراوات ساعت در سال پایه به ترتیب به ۹۰۲ و ۲۱ تراوات ساعت در سال ۲۰۲۱ رسیده است نمودار (۱).

انگل گرنجر<sup>۱</sup> و خود توضیح‌دهنده با وقفه‌های توزیعی (ARDL) در مطالعات تجربی مرتبط با مطالعه حاضر استفاده شده است. در این مطالعه برای بررسی رابطه بلندمدت میان متغیرها از تکنیک خود توضیح‌دهنده با وقفه‌های توزیعی (ARDL) استفاده شده است. از مهم‌ترین مزایای مدل مذکور می‌توان به عملکرد مدل با تعداد کم مشاهدات و مدل‌سازی بدون نیاز به یکسان بودن درجه هم‌انباشستگی (درجه مانایی (I(۰) و I(۱) و امکان وجود وقفه‌های بهینه متفاوت متغیرهای مستقل و وابسته اشاره کرد (پسران و شین، ۱۹۹۹) (پسران و همکاران، ۲۰۰۱). همچنین از دیگر مزایای آن، تخمین رابطه بلندمدت بین متغیرها و تأکید بر مشکلات خودهمبستگی و درون‌زایی ست (رحمان و کاشم، ۲۰۱۷) (براتی و فردی توانا، ۲۰۲۰) (آدایو و کالماز، ۲۰۲۱). لذا هدف از مطالعه حاضر بررسی رابطه‌ی کوتاه‌مدت و بلندمدت و تعیین میزان اثرات مصرف سوخت‌های فسیلی زغال سنگ، نفت خام و گاز طبیعی بر روی میزان انتشار دی‌اکسید کربن با استفاده از رویکرد ARDL است.

#### ۱.۴. مدل خود توضیح‌دهنده با وقفه‌های توزیعی (ARDL)

مدل ARDL نخستین بار توسط پسران و همکاران توسعه داده شد (پسران و همکاران، ۲۰۰۱). یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های این مدل که منجر به استفاده گسترده از آن شده توانایی استفاده هم‌زمان از متغیرهای مانا و نا مانا (که با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند) است. مدل ARDL به دلیل در نظر گرفتن پویایی کوتاه‌مدت و بلندمدت برای پیش‌بینی بسیار مفید می‌باشد. همچنین این مدل علاوه بر ضرایب کوتاه‌مدت، با ارائه تخمین بلندمدت و اثبات این رابطه، امکان پیش‌بینی را برای پژوهشگر فراهم می‌کند. (آدام و بکو، ۲۰۱۲).

$$\ln CO_2 = \alpha + \beta_1 \ln Oil_t + \beta_2 \ln Coal_t + \beta_3 \ln NG_t + \varepsilon_t \quad (4)$$

بنابراین متغیرهای مورد استفاده در مدل ARDL شامل متغیرهای انتشار دی‌اکسید کربن ( $CO_2$ )، مصرف نفت ( $Oil_t$ )، مصرف زغال سنگ ( $Coal_t$ ) و مصرف گاز طبیعی ( $NG_t$ ) است. به دلیل اختلاف در واحد متغیرهای موجود در مدل، از لگاریتم طبیعی ( $\ln$ ) آن‌ها استفاده شده است تا خالص از واحد شوند و ضرایب به صورت کشش قابل تفسیر باشند.

#### ۵- برآورد مدل

در این مطالعه از داده‌های سری زمانی انتشار دی‌اکسید کربن، مصرف فرآورده‌های نفتی، زغال سنگ و گاز طبیعی جهت برآورد مدل ARDL در بازه زمانی ۱۹۸۰-۲۰۲۱ استفاده شده است.

#### ۱.۵. برآورد مدل خود توضیح‌دهنده با وقفه‌های توزیعی خطی (ARDL)

قبل از برآورد مدل لازم است آمار توصیفی متغیرهای مورد استفاده در مدل مورد بررسی قرار گیرد. بر اساس گزارش داده‌های دنیای ما (۲۰۲۱)، کل انتشار کربن ایران از ۱۲۰ میلیون تن دی‌اکسید کربن در سال ۱۹۸۰ به ۷۴۹ میلیون تن دی‌اکسید کربن در سال ۲۰۲۱ رسیده است. همچنین مطابق گزارش فوق، مصرف گاز طبیعی از ۴۵ تراوات ساعت در سال

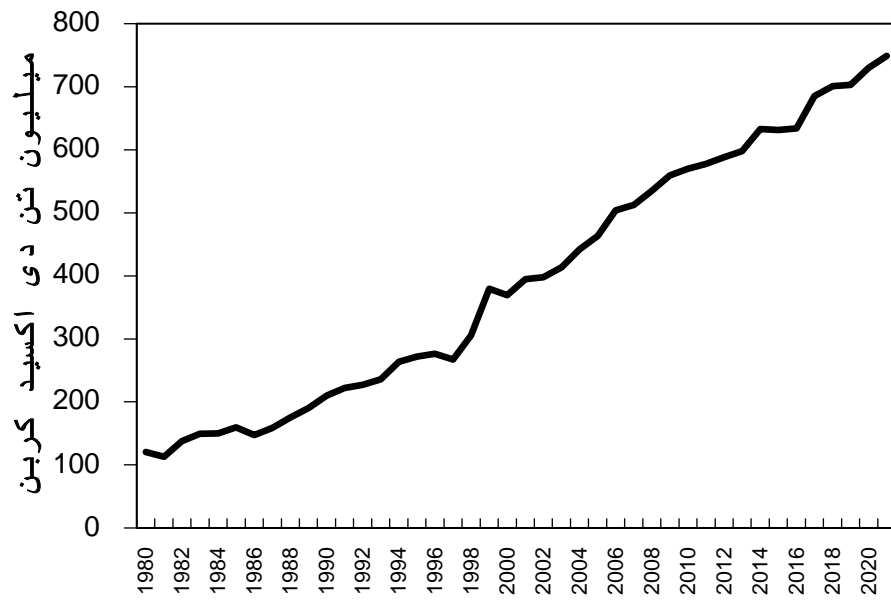
<sup>4</sup> Pesaran et al.

<sup>1</sup> Engle Granger

<sup>2</sup> Autoregressive Distributed Lag

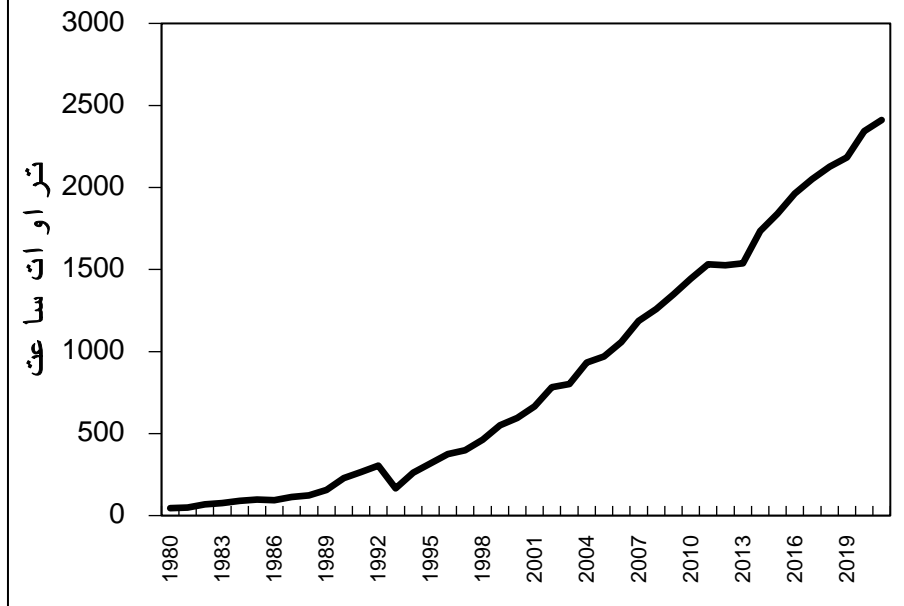
<sup>3</sup> Auto Regressive Distributed Lag

### انتشار دی اکسید کربن



الف) میزان انتشار دی اکسید کربن برحسب میلیون تن دی اکسید کربن

### مصرف گاز طبیعی



ب) مصرف گاز طبیعی برحسب تراوات ساعت



همان طور که در جدول ۱ مشاهده می شود، میزان انتشار کربن در بازه زمانی ۱۹۸۰-۲۰۲۱ معادل ۴/۴ درصد سالیانه افزایش یافته است درحالی که متغیرهای مصرف فرآورده های نفتی و زغال سنگ به ترتیب ۲/۴٪ و ۰/۹٪ سالیانه افزایش یافته اند. همچنین نرخ رشد سالیانه مصرف گاز طبیعی به ترتیب ۱۰٪ گزارش شده است.

نمودار (۱) روند انتشار کربن دی اکسید و گاز طبیعی. منبع (ourworldindata.org)

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرها (۱۹۸۰-۲۰۲۱)

متغیرها	واحد	تعداد مشاهدات	میانگین	حداکثر	حداقل	متوسط نرخ رشد سالیانه
انتشار دی اکسید کربن	میلیون تن دی اکسید کربن	۴۲	۳۹۴/۱۷	۷۴۹	۱۱۳	٪ ۴/۴
مصرف فرآورده‌های نفتی	تراوات ساعت	۴۲	۷۴۸/۳	۱۰۴۹	۳۲۹	٪ ۲/۴
مصرف زغال سنگ	تراوات ساعت	۴۲	۱۴/۷	۲۱	۸	٪ ۰/۹
مصرف گاز طبیعی	تراوات ساعت	۴۲	۸۶۹/۷	۲۴۱۱	۴۵	٪ ۱۰

در سطح (Level)، و یا با یک بار تفاضل گیری مانا شوند. بر همین اساس با استفاده از آزمون دیکی فولر مانایی متغیرها را بررسی می‌کنیم. لازم به ذکر است مانایی متغیرها فقط در سطح ۵ درصد بررسی شده است. نتایج حاصل از آزمون مانایی متغیرها در جدول (۲) گزارش شده است.

آزمون مانایی از الزامات مهم در برآورد معادلات اقتصادی با داده‌های سری زمانی است. لذا قبل از برآورد مدل، لازم است ابتدا مانایی متغیرها مورد آزمون قرار گیرد. برای استفاده از مدل ARDL همه متغیرها باید

جدول (۲) نتایج آزمون دیکی فولر برای متغیرهای مدل ARDL

درجه مانایی	آزمون ADF (در سطح)		متغیر
	مرز بحرانی	آماره	
I(1)	-۴/۱۳	-۱/۰۴	CO <sub>2</sub>
I(1)	-۴/۱۳	-۱/۴۷	Oil
I(1)	-۴/۱۳	-۳/۳	Coal
I(1)	-۴/۱۴	۰/۱۸	Natural Gas

منبع: یافته‌های تحقیق

گرفته شده‌اند لذا ضرایب، کشش‌ها را نشان می‌دهند و به صورت درصد تفسیر می‌شوند. بر اساس نتایج مدل تحقیق در جدول (۳) می‌توان گفت که علامت تمامی ضرایب تخمین زده شده انتظارات تئوریک را برآورده می‌کند. این بدین معنی است که مصرف سوخت‌های فسیلی مذکور یعنی فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و زغال سنگ رابطه‌ای مستقیم با میزان انتشار دی اکسید کربن دارد. به عبارت دیگر با افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی میزان انتشار دی اکسید کربن افزایش می‌یابد.

نتایج حاصل از جدول ۲ نشان می‌دهد که متغیرها در سطح مانا نبوده اما با یک بار تفاضل گیری مانا می‌شوند. پس شروط اولیه جهت برآورد مدل ARDL فراهم است. در مرحله بعد مدل به روش ARDL در بازه زمانی ۱۹۸۰-۲۰۲۱ برآورد شده و چون تعداد داده‌ها کمتر از ۱۰۰ است، از معیار شوارتز بیزین جهت تعیین تعداد وقفه بهینه استفاده خواهد شد. سپس ضرایب الگو برآورد می‌شود. مدل ARDL با تعداد وقفه بهینه برآورد شده، (۱، ۰، ۳) می‌باشد. از آنجایی که متغیرها به صورت لگاریتمی در نظر

جدول (۳) برآورد کشش‌های کوتاه‌مدت متغیرهای مؤثر بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن با استفاده از مدل ARDL

متغیرها	ضرایب بلندمدت	ضرایب کوتاه‌مدت
مصرف فرآورده‌های نفتی	** ۰/۲۵	** ۰/۲۶
مصرف گاز طبیعی	** ۰/۲۱	** ۰/۴۳
مصرف زغال‌سنگ	-	** ۰/۰۸
$R^2$ تعدیل‌یافته	۰/۹۹	
ضریب تصحیح خطا	**-۰/۷۲	
آزمون باند	F-Statistic = ۱۹ $F[I(-)] = ۳/۸$ $F[I(۱)] = ۴$	
آزمون عدم وجود خودهمبستگی (LM Test)	۰/۱ (Prob = ۰/۹)	
آزمون همسانی واریانس (White Test)	۱/۰۷ (Prob = ۰/۴۱)	
آزمون نرمال بودن توزیع داده‌ها (JB Test)	۱/۵ (Prob = ۰/۴۶)	
آزمون ریست رمزی	۰/۸۷ (Prob = ۰/۴)	

\*\*\*، \*\*، \* به ترتیب نشانگر معنی‌داری ضرایب در سطوح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ است.

#### منبع: نتایج مطالعه

متغیرهای مستقل، مدل به حالت تعادل برمی‌گردد. بررسی کشش‌های ضرایب نشان می‌دهد که افزایش یک درصدی مصرف فرآورده‌های نفتی، میزان انتشار دی‌اکسید کربن را در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب ۰/۲۶٪ و ۰/۲۵٪ افزایش می‌دهد. سایر یافته‌های حاصل از مدل نشان می‌دهد یک درصد افزایش مصرف گاز طبیعی در کوتاه‌مدت و در بلندمدت به ترتیب اثراتی معادل ۰/۴۳٪ و ۰/۲۱٪ بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن دارد. دیگر نتایج مدل حاکی از آن است که یک درصد افزایش مصرف زغال‌سنگ، میزان انتشار کربن را در کوتاه‌مدت به میزان ۰/۰۸٪ افزایش می‌دهد. به دلیل سهم بسیار ناچیز زغال‌سنگ در سبد مصرف انرژی کشور، مدل در بلندمدت اثر زغال‌سنگ بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن را در نظر نمی‌گیرد. نتایج حاصل از مدل ARDL نشان می‌دهد که مصرف فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی تأثیری معنادار و مثبتی بر تخریب محیط‌زیست چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت دارد. آزمون‌های خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس نشان می‌دهد که مدل مشکل خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس ندارد. همچنین آزمون باند وجود رابطه بلندمدت را تأیید می‌کند. سایر آزمون‌ها از جمله جاک-برا بر توزیع نرمال داده‌ها و ریست رمزی بر درستی تصریح شکل الگو تأکید دارند.

نتایج حاصل از مطالعه ARDL نشان می‌دهد که مصرف گاز طبیعی تا ۳ دوره وقفه (تأخیر) و همچنین مصرف فرآورده‌های نفتی تا ۱ دوره و مصرف زغال‌سنگ بدون وقفه در مدل لحاظ شده‌اند. همچنین انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان متغیر وابسته با یک وقفه در مدل لحاظ شده است. لازم به ذکر است که مدل نتایج آماری معنی‌داری را برای آزمون‌های تشخیصی باقیمانده‌ها ارائه می‌کند. بر اساس یافته‌های حاصل از مدل، معیار خوبی برازش ( $R^2$ ) معادل ۹۹ درصد است. یعنی ۹۹ درصد از تغییرات متغیر وابسته (انتشار دی‌اکسید کربن) توسط متغیرهای توضیحی (مصرف فرآورده‌های نفتی، مصرف گاز طبیعی و زغال‌سنگ) توضیح داده می‌شود که درصد قابل قبولی است. پس از انتخاب مدل و تأیید وجود هم‌انباشستگی، سرعت تعدیل تعادل کوتاه‌مدت به تعادل بلندمدت، که توسط ضریب تصحیح خطا (ECM) نشان داده شده است، برآورد شد و ضرایب کوتاه‌مدت متغیرها به دست آمد. از یافته‌های حاصل از برآورد مدل می‌توان این‌گونه استنباط کرد که پویایی‌های کوتاه‌مدت در ارتباط با روابط بلندمدت وجود دارد. تفسیر ضریب تصحیح خطا که معادل -۰/۷۲ است، نشان می‌دهد که ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت به‌صورت مستقیم به یکدیگر همگرا می‌شوند. نتایج برآوردهای مدل تصحیح خطا حاکی از آن است که در بلندمدت، در صورت وقوع شوک خارجی در

<sup>1</sup> Error-Correction Model



## ۶- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف هدف مطالعه حاضر بررسی تأثیر مصرف سوخت‌های فسیلی اعم از نفت، زغال‌سنگ و گاز طبیعی بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد. همچنین مطالعه حاضر آثار بلندمدت و کوتاه‌مدت را با استفاده از مدل ARDL مورد بررسی قرار داد. وجود روابط علت و معلولی بین متغیرها مشخص شده است، به این معنا که مصرف سوخت‌های فسیلی مذکور باعث انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود و کشش‌های کوتاه‌مدت مشخص کرده‌اند که سوختی که بیشترین تأثیر را بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد، مصرف گاز طبیعی به دلیل سهم بالای آن در سبد عرضه و تقاضای انرژی و به دنبال آن مصرف نفت است. همچنین بررسی کشش‌های بلندمدت نشان می‌دهد که مصرف بنزین بیشترین تأثیر را بر میزان انتشار دی‌اکسید کربن کشور دارد. پس‌از آن گاز طبیعی بیشترین میزان تأثیر بر انتشار کربن را به خود اختصاص داده است. انرژی نقش مهمی در فعالیت‌های اقتصادی دارد. از این رو مصرف انرژی علی‌الخصوص مصرف سوخت‌های فسیلی همواره در میان سیاست‌گذاران و اقتصاددانان مورد بحث بوده است. مصرف سوخت‌های فسیلی اثرات زیست‌محیطی در

کوتاه‌مدت (تغییرات آب‌وهوا) و در بلندمدت (تغییرات اقلیمی) دارد. لذا می‌توان استنباط کرد که انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی را دائماً نمی‌توان کنترل کرد. (باز و همکاران، ۲۰۲۱) (عمر<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۲۱). با مشهود بودن آثار تغییرات اقلیمی، مشاهده می‌شود که سطوح دی‌اکسید کربن ساطع شده با استفاده از سوخت‌های فسیلی را نمی‌توان به‌طور فزاینده‌ای حفظ کرد، زیرا مصرف این سوخت‌ها اثرات زیست‌محیطی کوتاه‌مدت مانند تغییرات آب‌وهوای محلی و اثرات زیست‌محیطی بلندمدت مانند تغییرات آب و هوایی را به همراه دارد. لذا ایران به‌عنوان کشوری با حجم عظیم مصرف سوخت‌های فسیلی و رتبه ششم بیشترین میزان انتشار دی‌اکسید کربن نیازمند راهکارهای فوری جهت مقابله با پیامدهای وخیم تغییرات اقلیمی است. ترکیبی از سیاست‌ها، قوانین، اسد تا ندارد ها و بازرسی‌های مرتبط با اجرای فناوری‌های جدید (تکنولوژی‌های تجدید پذیر) و افزایش آگاهی اجتماعی برای کنترل انتشار دی‌اکسید کربن مفید است زیرا می‌تواند با پیشگیری از بیماری‌ها و زیان در بهره‌وری، اقتصاد ملی را ارتقا داده و ثبات اقتصادی کشور را تضمین کند.

## References

- Abdul Rehman, Magdalena Radulescu, Laura Mariana Cismas, Cristian-Mihai Cismas, Abbas Ali Chandio & Smaranda Simoni. (2022) Renewable Energy, Urbanization, Fossil Fuel Consumption and Economic Growth Dilemma in Romania: Examining the Short- and Long-Term Impact. MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims. 15(19), 7180.
- Abumunshar, M., Aga, M., & Samour, A. (2020). Oil price, energy consumption, and CO2 emissions in Turkey. New evidence from a Bootstrap ARDL Test. *Energies*, 13(21), 5588.
- Abolhosseini, S. A. Heshmati & J. Altmann. (2014). The Effect of Renewable Energy Development on Carbon Emission Reduction: an Empirical Analysis for the EU-15 Countries. *Energy Policy*, 75, 1354-8.
- Adebayo, T. S., & Beton Kalmaz, D. (2021). Determinants of CO2 emissions: Empirical evidence from Egypt. *Environmental and Ecological Statistics*, 28(2), 239-262.
- Adom, P. K., Bekoe, W., Amuakwa-Mensah, F., Mensah, J. T., & Botchway, E. (2012). Carbon dioxide emissions, economic growth, industrial structure, and technical efficiency: Empirical evidence from Ghana, Senegal, and Morocco on the causal dynamics. *Energy*, 47(1), 314-325.
- Asgharpour, H., Behboodi, D., & Mohammadi Khanghahi, R. (2015). The effects of economic and financial developments on environmental quality; An empirical analysis in selected OPEC countries. *Iranian Energy Economics Research* 2(6), 1-26.
- Barati, M., & Fariditavana, H. (2020). Asymmetric effect of income on the US healthcare expenditure: evidence from the nonlinear autoregressive distributed lag (ARDL) approach. *Empirical Economics*, 58(4), 1979-2008.
- Bastola, U. & P. Sapkota. (2015). Relationships among energy consumption, pollution emission, and economic growth in Nepal. *Energy Policy*, 80: 254-262.
- Baz, K., Cheng, J., Xu, D., Abbas, K., Ali, I., Ali, H., & Fang, C. (2021). Asymmetric impact of fossil fuel and renewable energy consumption on economic growth: A nonlinear technique. *Energy*, 226, 120357.
- Bölük, G., & Mert, M. (2015). The renewable energy, growth and environmental Kuznets curve in Turkey: an ARDL approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 587-595.
- Farhang, Amir ali. (2022). Effects of fossil fuel consumption, CO2 emission and crude oil price on economic growth. *Journal of Economic Growth and Development Research*. 2228 - 5954 eISSN: 2251 - 6891.
- Hafezi, H., & Delfan, M. (2022). Long-term Forecasting of Iran's Electricity Demand (A Scenario-based Approach using a Combined ARDL and ARIMA Approach). *Iranian Energy Economics*, (). doi: 10.22054/jiee.2022.70675.1959.

<sup>1</sup> Umar et al.

- Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2022) - "Energy". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/energy' [Online Resource]
- IEA, Islamic Republic of Iran total final consumption by source, 1971-2020, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/Islamic-Republic-of-Iran-total-final-consumption-by-source-1971-2020>, IEA. Licence: CC BY 4.0.
- IEA, World total final consumption by source, 1971-2020, IEA, Paris <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/world-total-final-consumption-by-source-1971-2020>, IEA. Licence: CC BY 4.0.
- Jinxuan Yang, Syed Kumail Abbas Rizvi, Zhixiong Tan, Muhammad Umar d Mansoor Ahmed Koondhar. (2021). The competing role of natural gas and oil as fossil fuel and the non-linear dynamics of resource curse in Russia. *Resourcespolicy*.72(2021)102100.
- Pesaran, H., & Shin, Y. (1999). An autoregressive distributed lag modelling approach to cointegration "chapter 11. In *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*. Cambridge University Press Cambridge.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of applied econometrics*, 16(3), 289-326.
- Rahman, M. M., & Kashem, M. A. (2017). Carbon emissions, energy consumption and industrial growth in Bangladesh: Empirical evidence from ARDL cointegration and Granger causality analysis. *Energy Policy*, 110, 600-608.
- Salimifar, Mustafa, Khoda Parast, Mahdi, Vesey, Shima. (2012) Investigating the relationship between income and the amount of pollution caused by the consumption of fossil. The second industrial energy management conference and exhibition.02 -018.
- Sayyadi, Mohammad, Monjazed, Mohammadreza. (2019). Evaluating the impact of factors affecting greenhouse gas emissions in OPEC member countries with an emphasis on consumption Fossil fuels: application in non-hazardous panel mild transfer regression (PSTR). *environmentalsciencestudies*.4(4),1907-1917.
- Shafiei, S. Salim, R.A.(2014). Non-Renewable and Renewable Energy Consumption and CO2 Emissions in OECD Countries: A Comparative Analysis. *Energy Policy*, 66, 547-556.
- Shahbaz, M.Tiwari, A. K., & Nasir, M. (2013). The effects of financial development, economic growth, coal consumption and trade openness on CO2 emissions in South Africa. *Energy Policy*, 61, 1452-9.
- Tavanir. (2021). *Energy Balance (2019)*. Tehran: Amini, F., Saber Fattahi, L., Soleimanpour, P., Gol Ghahramani, N., Shafizadeh, M., Tavanpour, M., Farmad, M., Goudarzirad, R., & Rezapour, K.
- Torabi, T. Khajeviropour, A., Tarighi, S., & Pakravan, M. R. (1394). The impact of energy consumption, economic growth and foreign trade on greenhouse gas emissions in Iran . *Quarterly Journal of Economic Modeling*, 9(1), 63-84.
- Umar, M., Ji, X., Kirikkaleli, D., & Alola, A. A. (2021). The imperativeness of environmental quality in the United States transportation sector amidst biomass-fossil energy consumption and growth. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124863.
- Velayatzadeh, M. (2018). The estimation of carbon emissions from fossil fuel consumption in the period 1394-1306 in Iran. *Environmental Health*, 4(3), 237-246.
- Yang, J. Zhang, W. Zhang, Z. (2016). Impacts of Urbanization on Renewable Energy Consumption in China. *J. Clean. Prod*,11,4443-451.
- Yugang, He, Xiang, Li, Panpan Huang, and Jingnan, W. (2022). Exploring the road toward environmental sustainability natural resources, Renewable Energy Consumption, Economic Growth, and Greenhouse Gas Emissions. *MDPI stays neutral with regard to jurisdictional*.14(3),1579.

## **CO<sub>2</sub> Emission & Fossil Fuel Consumption: A Case Study of Iran with ARDL Approach**

**Hossein Hafezi<sup>1\*</sup> ; Shahram Fattahi<sup>2</sup> ; Neda Pourjamshidi<sup>3</sup>**

\*1- MSc., Faculty of Economics, University of Kharazmi, Tehran, Iran

2- Associate Professor, Faculty of Economics, University of Razi, Kermanshah, Iran

3- Msc., Faculty of Economics, University of Razi, Kermanshah, Iran

\*Email Address: hhafezi@khu.ac.ir

### **Abstract**

One of the largest global issues in recent decades has been the sharp increase in the emission of greenhouse gases, particularly CO<sub>2</sub>. The serious condition of fossil fuel usage as the primary cause of carbon dioxide emissions is demonstrated by the rising trend of carbon dioxide emissions over the past few decades. Although efforts have been made to manage it over the years with the price subsidy reform policies of various petroleum products, Iran's carbon emissions have not been reduced or controlled as a result of these policies. Oil, natural gas and coal are the three most significant fossil fuels. The current study uses the auto regressive distributed lags (ARDL) method to examine the sort of link between the nation's carbon dioxide emissions throughout the years 1980 to 2021. It is clear from the results of the model estimation that there are short-term dynamics associated with long-term associations. The short-term and long-term coefficients converge directly to one another, according to the interpretation of the error correction coefficient, which is equal to -0.72. Furthermore, according to the study's findings, a 1% rise in the consumption of petroleum products leads in 0.26% and 0.25% more carbon dioxide emissions over the short- and long-term, respectively. Additional model results demonstrate that a one percent increase in natural gas consumption has short-term and long-term effects on carbon dioxide emissions that are similar to 0.43% and 0.21%, respectively. According to other model results, a one percent increase in coal usage causes a 0.08% short-term rise in carbon emissions. The long-term model does not take into account the impact of coal on the amount of carbon dioxide emissions due to the very small share of coal in the country's energy consumption portfolio. The outcomes of the ARDL model demonstrate that use of natural gas and petroleum products has a large and favorable impact on environmental degradation over the long and short terms.

### **Keywords**

"Carbon Emission", "Fossil Fuel Consumption", "ARDL Model", "Natural Gas Consumption"