

## اثرات تجارت انرژی‌های فسیلی بر انتشار CO<sub>2</sub>

هاتف حاضری\*<sup>۱</sup>، رضا اخی جانی<sup>۲</sup>، سیامک شکوهی فرد<sup>۳</sup>

۱. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۲. کارشناس ارشد اقتصاد نظری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
۳. باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد اردبیل، دانشگاه آزاد اسلامی، اردبیل، ایران

تاریخ تصویب: ۱۴۰۲/۰۸/۱۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۲۶

### چکیده

تجارت سوخت‌های فسیلی از منابع مهم درآمدی و همچنین از عوامل مهم رشد و توسعه اقتصادی می‌باشد. از طرفی کشورهای در حال توسعه به علت عدم وجود تکنولوژی کافی در فرآیند تولید، توان پالایش مناسب این سوخت‌ها را نداشته، لذا با صادرات سوخت‌های فسیلی به کشورهای توسعه یافته و صنعتی، موجب انتقال آلودگی به‌ویژه از طریق کانال‌های حمل‌ونقل و تولید می‌گردند. این پژوهش با به‌کارگیری الگوی خطی چند متغیره پانلی، اثرات تجارت سوخت‌های فسیلی بر انتشار CO<sub>2</sub> را با تمرکز بر انتقال آلودگی در بین کشورهای هدف برای دوره زمانی ۲۰۰۵-۲۰۲۳ بررسی می‌نماید. نتایج حاصل نشان می‌دهند که کانال‌های تجارت انرژی‌های فسیلی (حمل‌ونقل و تولید) تاثیر مهم و معناداری بر انتشار CO<sub>2</sub> داشته است. همچنین میزان این تاثیرات بر انتشار CO<sub>2</sub> توسط بخش حمل‌ونقل و بخش تولید در کشورهای توسعه یافته در مقایسه با کشورهای در حال توسعه بیشتر می‌باشد که نشان‌دهنده انتقال آلودگی از کشورهای در حال توسعه به سمت کشورهای توسعه یافته می‌باشد. سایر نتایج نشان داد که رشد جمعیت و تولید ناخالص داخلی ارتباط مثبت و معناداری با صادرات سوخت‌های فسیلی و انتقال آلودگی بین کشورهای هدف را دارد. علاوه بر این آزادی تجاری نیز موجب افزایش حجم تجارت سوخت‌های فسیلی و در نتیجه موجب افزایش انتشار CO<sub>2</sub> می‌گردد. بنابراین برای جلوگیری از انتشار CO<sub>2</sub> بایستی هر دو گروه کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه سیاست‌های تجاری جدیدی از قبیل اعمال سیاست‌های مالیاتی محیط‌زیستی، بهره‌گیری از سوخت‌های تجدیدپذیر، توسعه تکنولوژی در بین کشورهای در حال توسعه و سیاست کنترل جمعیت را در پیش بگیرند.

**کلید واژه‌ها:** تجارت انرژی‌های فسیلی، مصرف انرژی‌های فسیلی، انتشار CO<sub>2</sub>، حمل و نقل، تولید ناخالص داخلی

طبقه‌بندی O<sub>33</sub>, F<sub>1</sub>, JEL, C<sub>23</sub>, R<sub>4</sub>, Q<sub>54</sub>



## سرآغاز

تجارت و مصرف سوخت‌های فسیلی، به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید و همچنین یک منبع درآمد مهم برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته محسوب می‌شود که بر انتشار  $\text{CO}_2$  نیز تاثیرگذار می‌باشد. رسیدن به رشد اقتصادی مستلزم تجارت و مصرف انرژی به خصوص انرژی‌های فسیلی است و لذا اکثر کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته در جهان در رقابت با یکدیگر برای رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی هستند که این موضوع نیز موجب افزایش حجم تجارت سوخت‌های فسیلی می‌شود. افزایش وابستگی کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه به تجارت و مصرف انرژی‌های فسیلی، موجب تعامل این بخش با سایر بخش‌های اقتصادی شده و به عبارتی سرعت رشد و توسعه اقتصادی را وابسته به سطح تجارت انرژی‌های فسیلی کرده است (کارگر ده‌بیدی و همکاران، ۱۳۹۹).

کشورهای در حال توسعه تکنولوژی کافی (توانایی جهت پالایش مناسب برای سوخت‌های هواپیما و جت‌های جنگی) و به کارگیری بهینه انرژی‌های فسیلی را ندارند (Chen et al., 2021). بنابراین با صادرات سوخت‌های فسیلی به کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه‌ای که توان و تکنولوژی کافی برای تولید مواد اولیه برای تولید یا توان پالایش مناسب انرژی‌های فسیلی را دارند و با واردات کالا از کشورهای مقابل نیازهای خود را در بخش تولید و بخش حمل‌ونقل رفع می‌کنند. با توجه به این که فرآیندهای تولید با انتشار آلودگی همراه است و در تجارت انرژی‌های فسیلی بین دو کشور، کشور صادرکننده (کشورهای توسعه یافته) کالا نسبت به کشورهای در حال توسعه آلودگی بیشتری را منتشر می‌کند (کارگر ده‌بیدی و همکاران، ۱۳۹۹). با این وجود مشاهدات نشان داده که نرخ انتشار  $\text{CO}_2$  در کشورهای در حال توسعه نیز طی سال‌های اخیر روند صعودی داشته است (Chen et al., 2021). در این راستا مطالعه پیش‌رو به منظور تکمیل ادبیات تجربی و تئوری در رابطه با تاثیرات تجارت سوخت‌های فسیلی بر انتشار کربن به بررسی ارتباط و معناداری کانال‌های تاثیرگذار تجارت انرژی‌های فسیلی (حمل‌ونقل و تولید ناخالص داخلی) بر انتشار  $\text{CO}_2$ ، میان کشورهای منتخب توسعه یافته<sup>(۱)</sup> و در حال توسعه<sup>(۲)</sup> با استفاده از الگوی رگرسیون خطی چند متغیره با روش داده‌های پانلی، طی دوره زمانی ۲۰۲۳-۲۰۰۵ می‌پردازد. بنابراین در مطالعه پیش‌رو،

تمرکز عمده بر بررسی و مقایسه همزمان کانال‌های تاثیرگذار تجارت انرژی‌های فسیلی (حمل‌ونقل و تولید ناخالص داخلی) بر انتشار  $\text{CO}_2$ ، میان کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد که این موضوع در مطالعات قبلی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در این راستا فرضیه‌های تحقیق نیز به این قرار می‌باشند: - حمل‌ونقل ارتباط مثبت و معناداری با انتشار کربن دارد. - تولید ناخالص داخلی ارتباط مثبت و معناداری با انتشار کربن دارد. - تاثیر تجارت و مصرف انرژی‌های فسیلی بر انتشار کربن میان کشورهای منتخب توسعه یافته بیشتر از کشورهای در حال توسعه است.

در ادامه در بخش دوم تحقیق به مبانی نظری و در بخش سوم به پیشینه تحقیق می‌پردازیم، بخش چهارم روش تحقیق و تجزیه و تحلیل داده‌ها و در بخش پنجم نتایج پژوهش و پیشنهادات ارائه می‌شود.

## مبانی نظری

تجارت و مصرف انرژی‌های فسیلی از یک جهت در روند رشد و توسعه اقتصادی تاثیر قابل ملاحظه‌ای دارد و از جهت دیگر ارتباط تجارت انرژی‌های فسیلی و مصرف آن با انتشار  $\text{CO}_2$ ، همراه است (Chen et al., 2021)؛ کارگر ده‌بیدی و همکاران، ۱۳۹۹). تجارت انرژی‌های فسیلی که به عنوان موتور رشد اقتصادی یاد می‌شود از طریق دو کانال بر انتشار  $\text{CO}_2$ ، تاثیر می‌گذارد: ۱. افزایش انتشار کربن ناشی از افزایش مصرف انرژی فسیلی در بخش تولید ناخالص داخلی (GDP)، می‌باشد. با توجه به این که فرآیندهای تولید با انتشار آلودگی همراه است کشورهای صادرکننده کالا آلودگی بیشتری را تولید می‌کنند؛ در حالی که سایر کشورها با اتخاذ رویکرد واردات کالا به جای تولید در داخل شرایط را برای کاهش آلودگی نسبی فراهم می‌آورند (کارگر ده‌بیدی و همکاران، ۱۳۹۹). به عبارت دیگر رشد مصرف انرژی و همچنین رشد تولید ناخالص داخلی که به مفهوم رشد اقتصادی است سبب افزایش انتشار  $\text{CO}_2$  شده و در نهایت منجر به افزایش گرمایش زمین می‌گردد (ترابی و همکاران، ۱۳۹۴). همچنین در کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه کارایی بالا فرآیند تولید (پیشرفت تکنولوژی)، بر مصرف انرژی‌های فسیلی تاثیر قابل مشاهده‌ای دارد. به عبارت دیگر کربن محور شدن کارخانه‌های صنعتی و نیز کارایی پایین

می‌تواند منجر به آلودگی بیشتر یا کمتر شود. با توجه به این که انتشار CO<sub>2</sub> به طور مثبت با انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر مرتبط است (Bulut, 2017). انتشار CO<sub>2</sub> تأثیری مثبت بر توسعه اقتصادی دارد (Emerson et al., 2018). اکثر کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته به دنبال جایگزین کردن سوخت‌های تجدیدپذیر هستند تا از افزایش انتشار کربن جلوگیری کنند.

### پیشینه پژوهش

حاضری و همکاران (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای اثرات متقارن و نامتقارن قیمت نفت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار کربن را با استفاده از روش‌های ARDL و ARDL غیرخطی برای بازه زمانی ۲۰۲۳-۱۹۳۶ بررسی نموده‌اند. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهند که در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، میزان انتشار کربن با قیمت نفت رابطه معکوس و نامتقارن دارد. در کشورهای هدف ارتباط دوطرفه مثبت اما نامتقارن میان رشد اقتصادی و انتشار کربن وجود دارد. در مورد ارتباط سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار کربن در کشورهای در حال توسعه رابطه مستقیم و مثبت وجود داشته و در کشورهای توسعه یافته رابطه منفی برقرار می‌باشد و از منظر متقارن و نامتقارن بودن تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، نتایج به دست آمده در کشورهای مختلف، متناقض و متفاوت می‌باشد.

کلاتر زاده و همکاران (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای اثرات متقابل حمل و نقل، رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن در ایران را با استفاده از داده‌های سری زمانی و رویکرد سیستم معادلات هم‌زمان، طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۲ مطالعه نموده‌اند. نتایج پژوهش پیش‌رو حاکی از این موضوع می‌باشد که ارتباط متقابل و مستقیمی میان حمل‌ونقل و رشد اقتصادی و همچنین میان حمل‌ونقل و انتشار کربن وجود دارد. مسائل مهمی که در مقالات مذکور برای انتشار CO<sub>2</sub> مورد بررسی قرار نگرفته است.

کارگر ده‌بیدی و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به بررسی مقایسه عوامل موثر بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن و گاز متان در کشورهای هدف با استفاده از مدل خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده پنلی (Panel ARDL)، طی دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۰ پرداخته‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهند که مصرف انرژی فسیلی

فرآیند تولیدی از دیگر تأثیرات افزایش انتشار CO<sub>2</sub> است (Li & Hewitt, 2008). انتشار کربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش حمل‌ونقل است. در واقع بخش حمل و نقل<sup>(۳)</sup> به عنوان یکی از کانال‌های تأثیرگذار تجارت سوخت‌های فسیلی نقش مهمی بر انتشار کربن دارد و همچنین به عنوان یک بخش تسهیل‌کننده و زیرساختی هم نقش کلیدی بر رشد اقتصادی پایدار را نیز در بلندمدت ایفا می‌نماید (Raghuram & Phang, 1999; Babu, 2003). بنابراین بیشتر کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته سعی در بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل با افزایش به‌کارگیری منابع موجود و افزایش بهره‌وری این منابع را دارند که این موجب گسترش ظرفیت‌های تولید می‌شود (Pradhan & Bagchi, 2013).

همچنین حمل‌ونقل با تغییر در تقاضای کل، رشد اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Short & Kopp, 2005; Wang, 2002). به این ترتیب اکثر کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته سعی در گسترش تولید جهت رسیدن به رشد اقتصادی دارند که آن نیز نیازمند گسترش حمل‌ونقل و زیرساخت‌های آن برای پاسخ‌گویی به افزایش تولید ناشی از رشد اقتصادی و افزایش تقاضا است که منجر به افزایش تولید می‌شود. به بیان دیگر کشورهای در حال توسعه و به‌خصوص کشورهای توسعه یافته با بهبود وضعیت حمل‌ونقل و زیرساخت‌های مرتبط با آن زمینه‌دستیابی به رشد اقتصادی و سایر اهداف نظیر توسعه ملی، اقتصادی و اجتماعی را دنبال می‌کنند (Kustepeli et al., 2012). از سوی دیگر گسترش حمل‌ونقل با وجود اثرات مثبت بر رشد اقتصادی، اثرات منفی نیز بر محیط زیست و همچنین انتشار CO<sub>2</sub> دارد (Liddle & Lung, 2013). با توجه به مطالعات مذکور، تجارت انرژی‌های فسیلی (واردات انرژی فسیلی)، ارتباط مستقیمی با مصرف انرژی‌های فسیلی و از سوی دیگر مصرف انرژی‌های فسیلی ارتباط مستقیمی با انتشار CO<sub>2</sub> دارد (Esso & Keho, 2016; Chen & Yucel, 2021; Say, 2006). کارگر ده‌بیدی و همکاران، ۱۳۹۹؛ عارفیان و همکاران، ۱۳۹۹).

بنابراین افزایش تجارت انرژی‌های فسیلی، می‌تواند منجر به تولید ناخالص داخلی بالاتر و استفاده بیشتر از وسیله حمل‌ونقل (مصرف انرژی‌های فسیلی بیشتر) در کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته گردد که در نهایت موجب انتشار بیشتر آلودگی می‌شود. همچنین یک کشور در تولید کالاهای خاص با توجه به مزیت نسبی متخصص است و بر این اساس افزایش تجارت

موسوی و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی اثرات رشد اقتصادی، مصرف انرژی و توسعه مالی بر آلودگی محیط‌زیست در ایران طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۶۵ را با روش الگوی پویای خود توضیح با وقفه‌های گسترده مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج حاصله بیانگر وجود رابطه مثبت بین متغیرهای درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست می‌باشد. همچنین طبق نتایج حاصله بین مربع درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست نیز رابطه منفی وجود دارد. لذا فرضیه محیط‌زیستی 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. هر چند بین دو متغیر توسعه مالی و باز بودن اقتصاد با آلودگی محیط‌زیست هیچ رابطه مشخصی به دست نیامده است.

محققان خارجی نیز مطالعات زیادی در مورد مصرف سوخت‌های فسیلی (حمل‌ونقل و تولید ناخالص داخلی) و تاثیرات آن در کشورهای مختلف انجام داده‌اند که به برخی از این مطالعات در ادامه اشاره شده است.

چن<sup>(۴)</sup> و همکاران (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای تاثیر تجارت انرژی فسیلی بر انتشار کربن بین ۹۸ کشور جهان با تمرکز بر واردات سوخت‌های فسیلی را با استفاده از تکنیک‌های مدل اقتصادسنجی فضایی و مدل جاذبه تجارت تعبیه شده در تجارت انرژی طی دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که عوامل شهرنشینی، توسعه صنعتی، جنگل‌زدایی و رشد تولید ناخالص داخلی، همگی عامل افزایش انتشار CO<sub>2</sub> می‌باشند.

فن‌لی<sup>(۵)</sup> و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای با موضوع عوامل تعیین کننده انتشار کربن در ابتکار کمربند و جاده در کشورهای مختلف از دیدگاه فناوری تولید را با استفاده از مدل DEA و مدل PDA و طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۲۰۰۰ مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. نتایج حاصله نشان می‌دهند که توسعه اقتصادی توسط عوامل تولید ناخالص داخلی و انتشار کربن بالقوه مربوط به مصرف و تجارت انرژی (فسیلی و ...) دو عامل مؤثر بر رشد انتشار کربن می‌باشند.

جیلی و یوسف<sup>(۶)</sup> (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای به بررسی موضوع روابط بین انتشار سرانه گاز دی‌اکسیدکربن، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و تجارت بین‌الملل (صادرات و یا واردات) با استفاده از الگوی ARDL، مدل تصحیح خطای برداری VCEM و با رویکرد علیت گرنجری

در توضیح انتشار گاز دی‌اکسیدکربن نقش بالاتری در مقایسه با آلودگی ناشی از انتشار گاز متان دارد.

ناهدی امیرخیز و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای رابطه میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای را در بین کشورهای منتخب سازمان همکاری اسلامی مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتایج حاصل از برآورد مدل با تکنیک پانل دیتا در مطالعه مذکور نشان می‌دهد که در سطح معناداری ۵ درصد، وجود فرضیه U معکوس کوزنتس در کشورهای مورد مطالعه صادق می‌باشد. زیرا ضریب مربوط به متغیر رشد تولید ناخالص داخلی و مجذور آن به ترتیب علامت مثبت و منفی می‌باشد. همچنین نتایج این مطالعه نشان می‌دهند که مصرف انرژی در بازه زمانی ۲۰۱۵-۱۹۹۵ بر انتشار گاز CO<sub>2</sub> تاثیر مثبت و به لحاظ آماری معنادار داشته است.

سلیمانی (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به بررسی موضوع مقایسه هفت اقتصاد برتر تولیدکننده کربن پرداخته است. طی مطالعات انجام شده در این تحقیق مشخص شده است که یکی از عوامل اصلی انتشار CO<sub>2</sub> در جهان، در بخش حمل‌ونقل است. لازم به ذکر است که در این مطالعه بخش حمل‌ونقل با استفاده از شاخص میانگین لگاریتمی (LMDI) تجزیه گردیده است. نتایج حاصل از تحقیق نشان می‌دهند که انتشار کربن طی سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۵، به‌وسیله بخش حمل‌ونقل در ایالات متحده، چین، هند، کانادا، روسیه و برزیل افزایش یافته است در حالی که در ژاپن کاهش یافته است. در نتایج به دست آمده مشخص شده است که محرک‌های اصلی افزایش انتشار CO<sub>2</sub> ساختار برق و اثرات خروجی اقتصادی است.

ناهدی امیرخیز و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهش خود به تجزیه و تحلیل تئوریک و تجربی منحنی آلودگی محیط‌زیست در ایران به‌وسیله روش الگوی خود توضیح به وقفه گسترده (ARDL) پرداخته‌اند. نتایج حاصل از برآورد مدل تحقیق مذکور نشان‌دهنده وجود رابطه مثبت بین متغیرهای درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست و رابطه منفی بین مربع درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست می‌باشد. لذا طبق نتایج این مطالعه، فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس در ایران صادق بوده و همچنین نقطه برگشت منحنی نشان می‌دهد که ایران هنوز به نقطه برگشت منحنی محیط‌زیستی کوزنتس نرسیده است. همچنین بین مصرف فرآورده‌های نفتی و آلودگی محیط‌زیست نیز رابطه مثبت وجود دارد.

مثبت و معناداری بر انتشار CO<sub>2</sub> دارند. برای بررسی عوامل محرک انتشار CO<sub>2</sub> (تولید ناخالص داخلی و حمل و نقل)، مدل در نظر گرفته شده در مطالعه حاضر با تمرکز بر مطالعه چن و همکاران (۲۰۲۱) به صورت زیر می‌گردد:

(۱)

$$PCE = \alpha + \beta_1 GDP_{it} + \beta_2 GDP_{jt} + \beta_3 TRANS_{it} + \beta_4 TRANS_{jt} + u_{ijt}$$

PCE: نشان‌دهنده مقادیر انتشار CO<sub>2</sub> سرانه در کشورهای دارای روابط تجاری است.

$\beta_1$  و  $\beta_2$ : به ترتیب ضریب متغیرهای توضیحی تولید ناخالص داخلی کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته است.

$\beta_3$  و  $\beta_4$ : به ترتیب ضریب متغیر توضیحی حمل‌ونقل کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته می‌باشند.

GDP<sub>jt</sub> و GDP<sub>it</sub>: به ترتیب متغیرهای توضیحی تولید ناخالص داخلی کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته می‌باشند.

TRANS<sub>it</sub> و TRANS<sub>jt</sub>: به ترتیب متغیر توضیحی حمل‌ونقل کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته است.

U<sub>ijt</sub>: عبارت خطا می‌باشد.

با افزایش تجارت انرژی‌های فسیلی، مصرف انرژی در بخش صنعت (GDP) و در بخش حمل‌ونقل افزایش یافته و موجب افزایش انتشار CO<sub>2</sub> می‌شود. در الگوی ۱ میزان انتشار CO<sub>2</sub>، به عنوان متغیر وابسته و مصرف انرژی فسیلی در بخش صنعت و بخش حمل‌ونقل به عنوان متغیرهای توضیحی مدل می‌باشند.

کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته برای رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی به رقابت در تجارت سوخت‌های فسیلی پرداخته که این موضوع نیز موجب افزایش مصرف سوخت در بخش تولید ناخالص داخلی و بخش حمل‌ونقل می‌شود که از آن‌ها نیز به عنوان کانال‌های تاثیرگذار تجارت سوخت‌های فسیلی بر انتشار CO<sub>2</sub> برای بررسی انتشار آلودگی بین کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته استفاده می‌گردد. با گسترش تولید و به تبع آن رشد اقتصادی نیز نیازمند گسترش حمل‌ونقل و زیرساخت‌های مربوط به آن به منظور پاسخ‌گویی به افزایش تولید ناشی از رشد اقتصادی و افزایش تقاضا می‌باشد که منجر به افزایش تولید می‌گردد. از سوی دیگر گسترش حمل‌ونقل با وجود اثرات مثبت بر رشد اقتصادی، اثرات منفی نیز بر محیط‌زیست و انتشار CO<sub>2</sub> دارا می‌باشد (Liddle & Lung,

برای کشور تونس طی دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۰۹ پرداخته‌اند. نتایج تحقیق، وجود رابطه علیت یک طرفه کوتاه مدت از سوی تجارت، تولید ناخالص داخلی، انتشار گاز کربن‌دی‌اکسید و انرژی‌های تجدیدناپذیر به انرژی‌های تجدیدپذیر را نشان می‌دهند. برآورد رابطه بلند مدت نیز گویای اثر مثبت انرژی تجدیدناپذیر و تجارت بر تولید گازهای گلخانه‌ای دی‌اکسیدکربن می‌باشد در حالی که، آثار انرژی‌های تجدیدپذیر بر انتشار کربن‌دی‌اکسید ضعیف و منفی می‌باشد.

مطالعات اخیر امرسون<sup>(۷)</sup> (۲۰۱۸)، دوگان و سکر<sup>(۸)</sup> (۲۰۱۶)، جبلی<sup>(۹)</sup> و همکاران (۲۰۱۶)، بولوک و مرت<sup>(۱۰)</sup> (۲۰۱۴) و سلیم و شفیعی<sup>(۱۱)</sup> (۲۰۱۴) در رابطه با تاثیرات منابع غیر قابل تجدیدپذیر و قابل تجدیدپذیر بر انتشار CO<sub>2</sub>، نشان داده‌اند که مصرف انرژی از منابع تجدیدپذیر تأثیر منفی بر انتشار CO<sub>2</sub> دارد، در حالی که مصرف انرژی از منابع تجدیدناپذیر تأثیری مثبت دارا می‌باشد. همچنین در این مطالعات تأثیر مثبت توسعه اقتصادی بر انتشار CO<sub>2</sub> نیز به دست آمده است.

شایان ذکر است از جمله مسائل مهمی که در مطالعات قبلی کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند، این موضوع می‌باشد که اثرات عوامل برجسته‌ای همچون انرژی‌های فسیلی و تجارت این انرژی‌ها بر انتشار CO<sub>2</sub> مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. از این‌رو در مطالعه حاضر سعی شده است که با تمرکز بر کانال‌های تاثیرگذار تجارت انرژی‌های فسیلی بر انتشار CO<sub>2</sub>، (کانال‌های حمل‌ونقل و تولید ناخالص داخلی) ارتباط آن‌ها با انتشار کربن برای کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه مورد بررسی قرار داده شوند.

## روش پژوهش

تجارت یکی از مهم‌ترین فعالیت‌های بشری است که باعث ایجاد تعاملات بین واحدهای مختلف می‌شود. فرض بر این است که تجارت سوخت‌های فسیلی وسیله‌ای برای درک تأثیر مبتنی بر تجارت انرژی بر انتشار CO<sub>2</sub> می‌باشد. اساس نظری بر این فرض استوار است که سوخت‌های فسیلی، منبع اصلی انرژی می‌باشند. توزیع ناهموار منابع انرژی باعث تجارت سوخت‌های فسیلی می‌شوند (Chen et al., 2021). مطالعات اخیر چن و همکاران (۲۰۲۱) نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی و سطح تکنولوژی تولید تاثیر به‌سزایی در انتشار CO<sub>2</sub> دارند. همچنین مهدوی و همکاران (۱۳۹۸) نشان می‌دهند که شدت انرژی و تولید، اثر

(2013).

وجود ریشه واحد و ایستایی جملات پسماند و متغیرها انجام شده است. در آزمون لوین فرض اساسی آن مستقل بودن واحدهای مقطعی از همدیگر می‌باشد. آزمون ریشه‌واحد سری‌های زمانی به گونه‌ای است که ایستایی یا نایستایی متغیرها را با استفاده از یک معادله بررسی می‌کند. لوین، لین و چو استدلال می‌کنند که در داده‌های پانلی، استفاده از آزمون ریشه‌واحد برای ترکیب داده‌ها دارای قدرت بیشتری نسبت به استفاده از آزمون ریشه واحد برای هر مقطع به‌صورت جداگانه است. فرضیه صفر در این آزمون بیانگر این است که سری زمانی دارای ریشه‌واحد بوده و فرضیه مخالف ایستایی سری زمانی را نشان می‌دهد. نتایج آزمون ریشه‌واحد و ایستایی لوین برای بررسی جملات پسماند و متغیرها در الگوی رگرسیونی در جدول زیر قابل مشاهده است.

تجارت سوخت‌های فسیلی بین کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه عامل مهمی می‌باشد که بر شکاف انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر می‌گذارد. داده‌های مورد استفاده در این مدل، داده‌های پانل سری زمانی و مکانی برای کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه، طی دوره زمانی ۲۰۲۳-۲۰۰۵ می‌باشند. داده‌های مورد استفاده از بانک اطلاعات بانک جهانی<sup>(۱۲)</sup> استخراج شده است.

### یافته‌های پژوهش

قبل از برآورد الگو می‌بایست پایایی الگو با استفاده از آزمون مرسوم ریشه‌واحد مورد بررسی قرار گیرد. در این بخش آزمون لوین لین و چو<sup>(۱۳)</sup> و چند آزمون دیگر جهت بررسی وجود یا عدم

جدول (۱): آزمون ریشه واحد (مأخذ: یافته‌های پژوهش)

آماره آزمون لوین لین و چو		متغیرها
تفاضل مرتبه اول I(1) (Prob)	سطح متغیر I(0) (Prob)	کشور های توسعه یافته z
-	* (۰/۰۰)	جملات پسماند
* (۰/۰۰)	(۰/۷۷)	CO <sub>2</sub>
* (۰/۰۰)	(۰/۰۳)	GDPjt
* (۰/۰۰)	(۰/۴۳)	TRANSjt
تفاضل مرتبه اول I(1) (Prob)	سطح متغیر I(0) (Prob)	کشور های در حال توسعه i
-	* (۰/۰۰)	جملات پسماند
* (۰/۰۰)	(۰/۰۴)	CO <sub>2</sub>
* (۰/۰۰)	(۰/۹۹)	GDPit
* (۰/۰۰)	(۰/۹۹)	TRANSit

\* بیانگر معنی‌داری ضرایب در سطح اطمینان ۹۹ درصد است.

هستند و در سطح در بلندمدت هم‌جمع بوده و رابطه بلندمدت بین آن‌ها وجود دارد و نیاز نیست متغیرها با تفاضل وارد رگرسیون شوند. به عبارت دیگر، نتایج حاکی از آن است که هر چند ممکن است خود این متغیرها دارای روندی تصادفی بوده باشند، اما در طول زمان یکدیگر را به خوبی دنبال می‌کنند به‌گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها با ثبات است. پس از تأیید وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای الگو، بدون نگرانی از بروز مشکل رگرسیون کاذب می‌توان الگو را برآورد کرد و همچنین می‌توان تحلیل‌های حاصل از نتایج تخمین رگرسیونی را در بلندمدت انجام داد. برای بررسی الگو از روش EGLS استفاده می‌کنیم. نتایج برآورد الگو با استفاده از روش EGLS با در نظر گرفتن

طبق جدول (۱) نتایج نشان می‌دهند که متغیرها در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه در سطح ناپایا بوده (به جز متغیر تولیدناخالص داخلی در کشورهای منتخب در حال توسعه و متغیر انتشار کربن در کشورهای در حال توسعه) و با تفاضل مرتبه اول همه متغیرها پایا شده و در نتیجه فرضیه صفر در آزمون لوین مبنی بر وجود ریشه‌واحد و عدم وجود ایستایی در متغیرها بعد از تفاضل مرتبه اول رد می‌شود. همچنین نتایج جدول نشان می‌دهند که جملات پسماند در سطح پایا بوده و در نتیجه فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه‌واحد و عدم ایستایی در سطح متغیر جملات پسماند نیز رد می‌شود. همچنین ایستایی جملات پسماند در سطح (بدون تفاضل)، نشان می‌دهند که متغیرها هم‌انباشته

کانال‌های تاثیرگذار تجارت سوخت‌های فسیلی (تولید ناخالص داخلی و حمل و نقل)، در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول (۲): نتایج برآورد الگو (مأخذ: یافته‌های پژوهش)

کشورهای توسعه یافته j			کشورهای در حال توسعه i			متغیرهای توضیحی
ضرایب	P-Val	t-Statistics	ضرایب	P-Val	t-Statistics	
۲۳/۲۰	۰/۰۰*	۱۲۳/۱۶	۱/۵۰	۰/۰۰*	۴۵/۵۶	GDP <sub>ijt</sub>
۰/۰۰۴	۰/۰۰*	۲۹/۹۴	۰/۰۰۷	۰/۰۰*	۲۴/۹۷	TRANS <sub>ijt</sub>
۳/۶۲	۰/۰۰*	۳۴/۷۲	۷/۲۴	۰/۰۱	۲/۴۱	عرض از مبدا
۰/۹۹			۰/۹۹			R <sup>2</sup>
** (۰/۰۰)			** (۰/۰۰)			آماره F
۰/۹۵			۰/۱۹۶			Jarque-Bera
۱/۹۵			۱/۹۱			دوربین واتسون

\* بیانگر معنی‌داری ضرایب در سطح اطمینان ۹۹ درصد است.

\*\*در مورد آماره F احتمال پذیرش فرضیه H<sub>0</sub> در پراتز نشان داده شده است. این پذیرش نیز در سطح ۵ درصد اطمینان صورت گرفته شده است.

شده است که نتایج حاکی از خوبی برازش و سازگاری تخمین EGLS می‌باشد. همچنین آزمون جاکر برا بیشتر از ۵ درصد است که این نشان می‌دهد که برای الگوی رگرسیونی داده‌ها نرمال بوده و نتایج دارای ارزش و اعتبار می‌باشند.

### نتیجه‌گیری

تجارت و مصرف سوخت‌های فسیلی، به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید و یک منبع درآمد برای کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته محسوب شده که بر انتشار CO<sub>2</sub> نیز تاثیر می‌گذارد. رسیدن به رشد اقتصادی مستلزم تجارت و مصرف انرژی به خصوص انرژی‌های فسیلی است و لذا اکثر کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته در جهان در رقابت با یکدیگر برای رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی هستند که این موجب افزایش حجم تجارت سوخت‌های فسیلی می‌شود. با وجود افزایش سطح تجارت انرژی‌های فسیلی بین کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته جهت نایل به رشد و توسعه اقتصادی بالاتر، نکته‌ای که مورد توجه قرار می‌گیرد؛ این موضوع می‌باشد که کشورهای در حال توسعه به علت عدم وجود تکنولوژی مناسب در فرآیند تولید، توان پالایش مناسب برای تولید سوخت بخش حمل‌ونقل به‌ویژه سوخت هواپیماهای مسافربری و جت‌های جنگی و تولید مواد اولیه با مصرف انرژی‌های فسیلی را ندارند. لذا این کشورها انرژی‌های فسیلی را به کشورهای توسعه یافته صادر کرده و در مقابل مواد اولیه

طبق نتایج حاصل از جدول (۲) ضرایب متغیرهای مستقل در کشورهای توسعه یافته j، برای تولید ناخالص داخلی و حمل‌ونقل به ترتیب برابر ۲۳/۲۰ و ۰/۰۰۴ درصد و در کشورهای در حال توسعه i، ضرایب برای تولید ناخالص داخلی و حمل‌ونقل به ترتیب برابر ۱/۵۰ و ۰/۰۰۷ درصد می‌باشند. نتایج نشان می‌دهند که کانال‌های تاثیرگذار تجارت انرژی‌های فسیلی بر انتشار CO<sub>2</sub> در بخش تولید و حمل‌ونقل در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته یکسان نمی‌باشند. طبق نتایج به‌دست آمده انتشار CO<sub>2</sub> توسط کانال مصرف تولید ناخالص داخلی و بخش حمل‌ونقل در کشورهای در حال توسعه کمتر از کشورهای توسعه یافته می‌باشد که علت آن مصرف بیشتر به علت جمعیت و میزان واردات و صادرات بالا کشورهای منتخب توسعه یافته است. همچنین طبق نتایج حاصله این تاثیرات بین کشورهای توسعه یافته بیشتر از کشورهای در حال توسعه است. نتایج نشان می‌دهند که کانال‌های تاثیرگذار تجارت انرژی‌های فسیلی بر انتشار CO<sub>2</sub> بخش حمل‌ونقل ارتباط مثبت و معناداری با انتشار کربن میان کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته دارند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که تولید ناخالص داخلی ارتباط معناداری با انتشار کربن دارد.

طبق نتایج جدول (۲) متغیرها دارای روابط معناداری با یکدیگر هستند. همچنین تغییرات متغیر وابسته در جدول (۲) در کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه ۰۰/۹۹ درصد تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای توضیحی، توضیح داده

توجه سطح بالای تکنولوژی تولید کشورهای منتخب توسعه یافته و رقابت برای رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی در رده های بالا کشورها، صادرات سوخت های فسیلی (انتقال آلودگی به کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه) را افزایش می دهند. افزایش رشد جمعیت همچنین در کشورهای منتخب در حال توسعه، نیز موجب شده تقاضا برای کالا افزایش یابد، اما به دلیل عدم وجود تکنولوژی کافی برای پالایش مناسب سوخت برای تولید مواد اولیه و وسایل حمل و نقل، صادرات سوخت های فسیلی خود را به کشورهای دارای تکنولوژی کافی برای پالایش مناسب را افزایش می دهند که این موضوع نیز نشان می دهد که آلودگی از کشورهای صادرکننده انرژی فسیلی (کشورهای در حال توسعه) به سمت کشورهای صادرکننده کالا (کشورهای توسعه یافته) منتقل شده است. به عبارتی کشورهای در حال توسعه تکنولوژی کافی (توانایی جهت پالایش مناسب برای سوخت های هواپیما و جت های جنگی) و به کارگیری بهینه انرژی های فسیلی را ندارند. بنابراین با صادرات سوخت های فسیلی به کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه ای که توان و تکنولوژی کافی برای تولید مواد اولیه برای تولید یا توان پالایش مناسب انرژی های فسیلی را دارند و با واردات کالا از کشورهای مقابل نیازهای خود را در بخش تولید و بخش حمل و نقل رفع می کنند. با توجه به این که فرآیندهای تولید با انتشار آلودگی همراه است و در تجارت انرژی های فسیلی بین دو کشور، کشور صادرکننده (کشورهای توسعه یافته) کالا نسبت به کشورهای در حال توسعه آلودگی بیشتری را منتشر می کند با این وجود مشاهدات نشان داده که نرخ انتشار  $CO_2$  در کشورهای در حال توسعه نیز طی سال های اخیر روند صعودی داشته است. لازم به ذکر است که نتایج حاصله در مطالعه پیش رو با نتایج و یافته های جبلی و یوسف (۲۰۱۵) در رابطه با ارتباط مثبت مصرف انرژی تجدیدناپذیر و انتشار کربن و همچنین با نتایج چن و همکاران (۲۰۲۱) در رابطه با تاثیر تولید ناخالص داخلی بر افزایش انتشار کربن مطابقت دارند. همچنین نتایج حاصله با نتایج مطالعه کارگر دهبیدی و همکاران (۱۳۹۹) در رابطه با ارتباط مثبت بین فرآیند تولید و آلودگی (انتشار کربن) و این که مصرف انرژی های فسیلی در توضیح انتشار گاز دی اکسید کربن نقش بالاتری دارند و همچنین با نتایج مطالعه کلانترزاده و همکاران (۱۴۰۰) در رابطه با وجود ارتباط مثبت و معنادار میان بخش حمل نقل و انتشار کربن مطابقت دارد.

برای جلوگیری از انتشار  $CO_2$  بایستی هر دو کشور منتخب

سوخت پالایش شده وارد می کنند. بنابراین با افزایش حجم تجارت سوخت های فسیلی و در نتیجه افزایش مصرف در بخش های مختلف تاثیرگذار به ویژه بخش حمل و نقل و تولید در نهایت موجب افزایش انتشار کربن می گردد. در این راستا مطالعه پیش رو به منظور تکمیل ادبیات تجربی و تئوری در رابطه با تاثیرات تجارت سوخت های فسیلی بر انتشار کربن به بررسی ارتباط و معناداری کانال های تاثیرگذار تجارت انرژی های فسیلی (حمل و نقل و تولید ناخالص داخلی) بر انتشار  $CO_2$  میان کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه با استفاده از الگوی رگرسیون خطی چند متغیره با روش داده های پانلی، طی دوره زمانی ۲۰۲۳-۲۰۰۵ می پردازد.

نتایج به دست آمده نشان می دهند که کانال های تاثیرگذار تجارت انرژی های فسیلی بر انتشار  $CO_2$  بخش حمل و نقل ارتباط مثبت و معناداری با انتشار کربن میان کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته دارند. از این رو فرضیه اول تایید می شود. همچنین نتایج نشان می دهند که تولید ناخالص داخلی ارتباط معناداری با انتشار کربن دارد. در نتیجه فرضیه دوم تحقیق نیز تایید می گردد. همچنین نتایج نشان می دهند که کانال های تاثیرگذار تجارت انرژی های فسیلی بر انتشار  $CO_2$  در کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه یافته یکسان نمی باشد. طبق نتایج به دست آمده، انتشار  $CO_2$  توسط کانال های تولید ناخالص داخلی و بخش حمل و نقل در کشورهای در حال توسعه کمتر از کشورهای توسعه یافته می باشد. در نتیجه فرضیه سوم تحقیق نیز تایید می گردد. به عبارت دیگر انتقال آلودگی از کشورهای در حال توسعه به کشورهای توسعه یافته از طریق کانال های تجارت سوخت های فسیلی (تولید ناخالص داخلی و حمل و نقل) بالاتر بوده و یکی از عوامل مهم تاثیرگذار بر این انتقال آلودگی، رشد جمعیت می باشد. به عبارتی مصرف بیشتر سوخت های فسیلی در بخش تولید به علت افزایش رشد جمعیت و میزان بالای صادرات سوخت های فسیلی از کشورهای در حال توسعه و همچنین صادرات کالاهای نهایی توسط کشورهای توسعه یافته می باشد. همچنین طبق نتایج حاصله، رشد جمعیت و انتشار کربن ناشی از تولید ناخالص داخلی، رابطه معناداری با صادرات کالا سوخت های فسیلی داشته و بر انتقال آلودگی تاثیر به سزایی دارند. به این ترتیب میزان انتشار کربن طبق نتایج به دست آمده در کشورهای توسعه یافته بیشتر از کشورهای در حال توسعه است. به عبارتی افزایش رشد جمعیت و تولید ناخالص داخلی، در کشورهای منتخب توسعه یافته موجب شده، تقاضا برای مصرف سوخت های فسیلی در کشورهای منتخب توسعه یافته افزایش یافته، که با

کشورهای توسعه یافته حتی به دلیل وجود تکنولوژی بالا هم بایستی کنترل شود، زیرا در بخش حمل‌ونقل و تولید هنوز افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی مشاهده می‌شود که طبق نتایج و فرضیات کشورهای منتخب در حال توسعه نیز باید این سیاست را هم در پیش بگیرند.

### یادداشت‌ها

۱. فرانسه، ایالات متحده، ژاپن، استرالیا، ایتالیا، نروژ، بریتانیا، آلمان، دانمارک، اسپانیا، ایسلند، فنلاند، کانادا، هلند، روسیه، نیوزیلند و سنگاپور.
۲. جمهوری اسلامی ایران، چین، اندونزی، یونان، پاکستان، هند، تایلند، سری لانکا، مالزی، آرژانتین، عربستان سعودی، ایرلند، ترکیه، تاجیکستان، عراق و لهستان
۳. در این پژوهش، حمل‌ونقل شامل مجموع حمل‌ونقل مورد استفاده زمینی، هوایی، دریایی و ... می‌باشد.

4. Chen
5. Fan Li
6. Jebli & Yusef
7. Emerson
8. Dogan & Seker
9. Jebli
10. Bölük & Mert
11. Salim & Shafiei
12. World Bank
13. Levin, lin & Chu

توسعه یافته و در حال توسعه برای رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی سیاست‌های تجاری جدیدی را پیش بگیرند: ۱. اعمال سیاست مالیاتی؛ اقدامات اقتصادی مانند مالیات‌های زیست محیطی در قراردادهای تجاری جهانی و مکانیسم‌های تجارت کربن مرحله‌ای باید به عنوان ابزاری برای کاهش تغییرات آب و هوایی در نظر گرفته شود تا واردات سوخت‌های فسیلی را به حداقل برسانند. ۲. صادرات سوخت‌های تجدیدپذیر (سوخت‌های گیاهی) را جایگزین صادرات سوخت‌های فسیلی کنند حتی در تولید ناخالص داخلی انرژی‌های تجدیدپذیر را جایگزین سوخت‌های فسیلی (نفت) کنند. همچنین کاهش مصرف انرژی و استفاده گسترده از انرژی‌های تجدیدپذیر از طریق پیشرفت تکنولوژی ضروری است. ۳. تشویق مردم به مصرف سوخت‌های فسیلی در بخش حمل‌ونقل با اعمال سیاست کاهش قیمت سوخت‌های تجدیدپذیر و افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی در کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه. ۴. با توجه به این‌که کشورهای در حال توسعه تکنولوژی لازم را برای بهره‌برداری از منابع تجدیدپذیر ندارند بایستی کشورهای توسعه یافته تکنولوژی کافی برای بهره‌برداری از این منابع را در اختیار کشورها در حال توسعه بگذارند. ۵. سیاست کنترل جمعیت: رشد جمعیت موجب افزایش بهره‌برداری و همچنین افزایش صادرات و واردات سوخت‌های فسیلی شده که بایستی میزان جمعیت در کشورهای منتخب در حال توسعه و به‌خصوص کشورهای منتخب توسعه یافته کنترل شود. کنترل میزان جمعیت در

### فهرست منابع

- Arefian, M.; Faraji Dizaji, S. & ghasemi, S. (2020). Investigating the Role of Renewable and Non-Renewable Energy and Economic Growth on Carbon Emission in OECD Countries. *new economy and trad*, 15(3): 109-137 (In Persian).
- Babu, K.G. (2003). Behaviour of lightweight expanded polystyrene concrete containing silica fume. *Cement and Concrete Research*. 33(5): 755-762.
- Bölük G. & Mert. (2014). Fossil & renewable energy consumption, GHGs (greenhouse gases) and economic growth: evidence from a panel of EU (European Union) countries. *Energy*. 74(C): 439-446.
- Bulut, U. (2017). The impacts of non-renewable and renewable energy on CO<sub>2</sub> emissions in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*. 24(18): 15416-15426.
- Chen Zeng.; Lindsay, C.; Stringer. & Tianyu, L. V. (2021). The spatial spillover effect fossil fuel energy trade on CO<sub>2</sub> emissions. *Energy*, 223: 1-7.
- Dogan, E. & Seker, F. (2016). Determinants of CO<sub>2</sub> emissions in the European Union: the role of renewable and non-renewable energy *Renew Energy*. *Renewable Energy*. 94(C): 429-439.

- Emerson, S.; Fátima, d. S. & Josimar, P. (2018). Determinants of CO<sub>2</sub> emissions in the MERCOSUR: the role of economic growth, and renewable and non-renewable energy. *Environmental Science and Pollution Research*. 25(21): 20769-20781.
- Esso, L. J. & Keho, Y. (2016). Energy consumption, economic growth and carbon emissions: Cointegration and causality evidence from selected African countries. *Energy*. 114(C): 492-497.
- Fan J.L.; Da, Y. B.; Wan, S. L.; Zhang, M.; Cao, Z.; Wang, Y. & Zhang X. (2019). Determinants of carbon emissions in 'Belt and Road initiative 'countries: a production technology perspective. *Appl Energy*. 239(C): 268-279.
- Hazeri, H.; Poureskandari Razi Abad, F. & Shokouhifard, S. (2024). Symmetric and Asymmetric Effects of Oil Price, FDI, and Economic Growth on Carbon Emission. *Green Development Management Studies*. 3(1): 245-268 (In Persian).
- Jebli, M. B. & Youssef, S. B. (2015). The environmental Kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 47(C): 173-185.
- Jebli, M.B.; Youssef, S. B. & Ozturk, I. (2016). Testing environmental Kuznets curve hypothesis: the role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries. *Ecological Indicators*. 60: 824–831.
- Kalantarzadeh, M.; Zandi, F.; Khezri, M. & Safavi, B. (2021). Interactions of Transportation, Economic Growth and Carbon Dioxide Emissions in Iran. *Economic Modeling*. 15(54): 105-127 (In Persian).
- Kargar Dehbidi, N.; Ghorbin, A. & Makshudeh, M. (2019). Comparison of factors affecting the emission of carbon dioxide and methane pollutants in D-8 countries. *Journal of Oil and Gas Exploration & Productio*. 1399(183): 42-50 (In Persian).
- Kustepeli, Y.; Gulcan, Y. & Akgungor, S. (2012). Transportation infrastructure investment, growth and International trade in Turkey. *Applied Economics, Taylor & Francis Journals*. 44(20): 2619-2629.
- Li, Y. & Hewitt, C. N. (2008). The effect of trade between China and the UK on national and global carbon dioxide emissions. *Energy Policy*. 36(6): 1907–1914.
- Liddle, B. & Lung, S. (2013). The long-run causal relationship between transport energy consumption and GDP: evidence from heterogeneous panel methods robust to cross-sectional dependence. *Economics Letters*. 121(3): 524-527.
- Mahdavi, S.; Almasi, M. & Soheili, Q. (2019). Investigating the Differences in CO<sub>2</sub> Emission in the Transport Sector Across Iranian Provinces: Evidence from a Quantile Regression Model. *QEER* 15(62):131-154 (In Persian).
- Mousavi, S. K.; Salmanpour. A. & Shokouhifard, S. (2017). The impact of economic growth, energy consumption and financial development on the environment pollution in Iran during 1986 -2016. *Journal of Environmental Science Studies*. 2(3): 454-463 (In Persian).
- Nahidi Amirkhiz, M. R.; Rahimzadeh, F. & Shokouhifard, Siamak. (2020). Study of the Relation among Economic Growth, Energy Using and Greenhouse Gas Emissions (Case study: Selected Countries of the OIC). *Journal of Environmental Science and Technology*. 3(22): 13-26 (In Persian).
- Nahidi Amirkhiz, M. R.; Salmanpour Zenouz, A. & ShokouhiFard, S. (2018). Theoretical and experimental analysis of Kuznets environmental pollution curve in Iran during the period 1365 to 1395. *Environment and Interdisciplinary Development*, 3(59): 29-46 (In Persian).
- Pradhan, R.P. & Bagchi, T.P. (2013). Effect of transportation infrastructure on economic growth in India: the VECM approach. *Res. Transp. Research in Transportation Economics*. 38(1): 139-148.
- Raghuram, G. & Babu, M. R. (1999). Alternate means of financing railways. *Vikalpa*. 24(1): 13-26.

- Salim, R. A.; Hassan, K. & Shafiei, S. (2014). Renewable and non-renewable energy consumption and economic activities: further evidence from OECD countries. *Energy Economics*. 44: 350–360.
- Say, N. & Yucel, M. (2006). Energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions in Turkey: Empirical analysis and future projection based on an economic growth. *Energy Policy*. 34(18): 3870–3876.
- Short, J. & Kopp, A. (2005). Transport Infrastructure: investment and planning policy and research aspects. *Transport Policy*. 12(4): 360-367.
- Soleimani, S. (2018). CO<sub>2</sub> emission patterns in the top 7 carbon emitting economies: the case of the transport sector. *Energy Quarterly*. 10(1): 189-168 (In Persian).
- Torabi, T.; Khajoeipour, A.; Tarighi, S. & Pakravan, M. (2015). The Effect of Energy Consumption, Economic Growth and International Business on Greenhouse Gas Emission in Iran. *Economic Modeling*. 29(9): 63-84 (In Persian).
- Wang, E. C. (2002). Public infrastructure and economic growth: a new approach applied to East Asian Economies. *Journal of Policy Modelling*. 24(5): 411-435.

## The Effects of Fossil Energy Trade on CO<sub>2</sub> Emissions

Hatef Hazeri<sup>\*1</sup>, Reza Akhyjany<sup>2</sup>, Siamak Shokouhifard<sup>3</sup>

1. Associate Professor, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University, Ardabil, Iran.
2. M. A. in Economics, University of Mohaghegh Ardebili.
3. Young Researchers and Elite Club, Ardabil Branch, Islamic Azad University, Ardabil, Iran

(Received: 2024/09/16

Accepted: 2023/11/01)

### Abstract

Fossil fuel trade is one of the important sources of income and also one of the important factors of economic growth and development. On the other hand, due to the lack of sufficient technology in the production process, developing countries do not have the ability to properly refine these fuels, therefore, by exporting fossil fuels to developed and industrialized countries, they cause the transfer of pollution, especially through transportation and production channels. And transmission and channel are produced. Using the panel multivariate linear model, this research examines the effects of fossil fuel trade on CO<sub>2</sub> emissions, focusing on pollution transfer among the target countries for the time period of 2005-2023. The results show that fossil energy trade channels (transportation and production) have a significant impact on CO<sub>2</sub> emissions. Also, the extent of these effects on CO<sub>2</sub> emissions by the transportation and manufacturing sectors in developed countries is higher compared to developing countries, which indicates the transfer of pollution from developing countries to developed countries. Other results showed that population growth and GDP have a positive and significant relationship with the export of fossil fuels and pollution transmission between target countries. In addition, trade freedom increases the volume of trade in fossil fuels and, consequently, increases CO<sub>2</sub> emissions. Therefore, in order to prevent CO<sub>2</sub> emissions, both groups of developed and developing countries should adopt new commercial policies, such as environmental tax policies, use of renewable fuels, technology development among developing countries, and population control policies.

**Key Words:** Fossil Energy Trade, Fossil Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions, Transportation, Gross Domestic Product (GDP)

JEL Classification: F<sub>1</sub>, O<sub>33</sub>, C<sub>23</sub>, R<sub>4</sub>, Q<sub>54</sub>

\*Corresponding author:

DOI: 10.22034/eiat.2025.217696

Email: [Hatef.Hazeriniri@uma.ac.ir](mailto:Hatef.Hazeriniri@uma.ac.ir)