

Calculation of intra-industry trade by commodity groups and its impact on environmental pollutants using panel data methods: A case study of ECO countries

Zarir Negintaji^{1*} , Haniye Abdolalizadeh² 

1.Assistant Professor, Faculty of Economics and Political Science And Head of the Economic and Political Studies Center at Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.*

2.M. A. in Economics, Faculty of Economics and Political Science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.

ARTICLE INFO

Article History:

Received: 21 December 2025

Revised: 11 July 2026

Accepted: 13 July 2026

Published: 23 July 2026

Keywords:

intra-industry trade, carbon dioxide emissions, Grubel - Lloyd Index, Economic Cooperation Organization (ECO), panel data.

ABSTRACT

Among various trade patterns, intra-industry trade has received special attention from countries due to its specific effects on environmental quality. Given the importance of this issue, this study attempts, first, to calculate the intra-industry trade index for 21 sectors and 98 commodity codes during the period 2000-2023 in the Economic Cooperation Organization (ECO) countries. The data used was obtained from the World Bank database. The study also tries to examine the effect of this index on carbon dioxide emissions in these countries using the panel data method. The results show that the index for Iran has experienced relatively high fluctuations, with a downward trend ranging between 0.10 and 0.035. However, the average of this index for Iran has been higher compared to the average of other ECO countries. The model estimation results indicate that intra-industry trade, per capita gross national product, urbanization rate, and energy intensity have a direct and significant impact on carbon dioxide emissions among these countries. Considering the importance of the trade sector, which has always been at the top of every country's strategic economic policies, it is suggested that Iran, in expanding intra-industry trade with ECO countries, review the types of goods it imports and exports as well as its environmental regulations, manage the urbanization rate, and, by using appropriate technology, reduce its energy intensity.

* Corresponding author: Zarir Negintaji. Email: z_negintaji@sbu.ac.ir

Citation: Negintaji, Z. & Abdolalizadeh, H. (2026). Calculation of intra-industry trade by commodity groups and its impact on environmental pollutants using panel data methods: A case study of ECO countries. *Quarterly Journal of The Macro and Strategic Policies*, 14(54), 341–356. <https://doi.org/10.30507/jmsp.2026.567725.2878>



Extended Abstract

Introduction

Adam Smith sees foreign trade as a way to expand the domestic market, divide labor, and boost production. Today, among different trade models like trade liberalization, economic integration, intra-industry trade, and inter-industry trade, the intra-industry trade model has become popular because of its unique traits. In this model, as mutual trade connections increase, the vertical links between trading partners get stronger, leading to longer-term product relationships, deeper trade ties, and the creation of shared production scales between countries. While trade can drive positive changes through economic growth (regardless of the trade model), transferring polluting industries can also raise pollution levels in the destination countries.

The ECO organization (Economic Cooperation Organization) was founded in 1985 on the legal basis of regional cooperation for developing economic collaboration by Turkey, Iran, and Pakistan. With the participation of Azerbaijan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Uzbekistan, Tajikistan, Turkmenistan, and Afghanistan in 1992, ECO became a regional economic organization covering a population of about 500 million people across a total area of 8 million square kilometers. The data on carbon dioxide emissions from the member countries examined in this study shows an increasing trend in emissions from 1990 to 2020. During this period, Iran emitted more CO₂ than the other ECO member countries, with its emissions rising from 198 million kilograms in 1990 to 616 million kilograms in 2020. During this time, some countries like Kazakhstan, Kyrgyzstan, Azerbaijan, and Tajikistan actually saw a decrease in carbon emissions.

This study attempts to examine the status of intra-industry trade for Iran and ECO countries and its effect on the amount of carbon dioxide emissions. The period studied is the years 2001–2020, and a panel data model is used for this purpose.

Methods

The aim of this research is to examine the status of intra-industry trade in Iran and ECO countries, as well as its impact on carbon dioxide emissions among these countries. Initially, an attempt is made to measure intra-industry trade for 21 groups and 98 product codes, such as tiles and ceramics, vegetables, meat, etc., for the ECO member countries during the period from 2000 to 2020, using the index introduced by Grubel and Lloyd (1975).

The data has been collected from the World Bank website or the United Nations website. The model estimation is done using the panel data method, the test for choosing between pooled and panel data (the Limer test), and the Hausman test. In this study, Eviews 12 software was used to analyze the information.

Results and Discussion

Calculations show that during the study period, Iran's intra-industry trade with selected ECO member countries experienced relatively high fluctuations, ranging from 0.10 to 0.35. The overall trend of this index indicates a decreasing level of Iran's intra-industry trade. The highest value of this index was recorded in 2018 at 0.35, and the lowest in 2009 at 0.10. Iran's average score in the intra-industry trade index is 0.26, which is higher than the group's overall average of 0.15.

The model's findings also show that the intra-industry trade index has a direct and significant effect on carbon dioxide emissions, so that a one-unit increase in the intra-industry trade index leads to an increase in carbon dioxide emissions by 0.42. Another variable in this model is energy intensity, which also has a direct and significant relationship with the dependent variable of the model, namely the amount of carbon dioxide emissions. A one-unit increase in energy intensity results in higher carbon dioxide emissions by 1.02. Another variable in the model, the proportion of urban population to the total population, also has a direct and significant relationship with the dependent variable, and a one-unit increase in this proportion leads to an increase in carbon dioxide production and emissions by 220.72 units. Another influential variable in the model is gross national product, where a one-unit increase in it leads to a further increase in pollutants by 1.09.

Conclusion

During the period under study, intra-industry trade in Iran with selected ECO member countries had relatively high fluctuations and showed a decreasing trend. The model showed that intra-industry trade for Iran led to increased industrial and economic activity, which in turn increased energy consumption and CO₂ emissions. On the other hand, intra-industry trade led to higher volumes of transportation between countries, and more transportation raised the

demand for fossil fuels, which caused more CO₂ emissions. Also, carbon dioxide emissions in this group of countries were influenced by energy intensity, per capita income, and the urban population ratio.

Keywords: intra-industry trade, carbon dioxide emissions, Grubel - Liloyd. Index, Economic Cooperation Organization (ECO), panel data.

محاسبه تجارت درون صنعت بر حسب گروه‌های کالایی و تاثیر آن بر آلاینده‌های محیط‌زیستی با استفاده از روش داده‌های تابلویی: مطالعه موردی کشورهای اکو

زیر نگین تاجی^{۱*}، هانیه عبدالعلی زاده^۲

۱. استادیار، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی و رییس مرکز مطالعات اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
۲. کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.

اطلاعات مقاله	چکیده
سابقه مقاله: تاریخ دریافت: ۳۰ آذر ۱۴۰۴ تاریخ بازنگری: ۲۰ تیر ۱۴۰۵ تاریخ پذیرش: ۲۲ تیر ۱۴۰۵ تاریخ انتشار: ۱ مرداد ۱۴۰۵ کلیدواژه‌ها: تجارت درون صنعت، انتشار کربن دی اکسید، شاخص گروبل و لوید، سازمان همکاری اقتصادی (اکو)، داده‌های تابلویی.	در میان الگوهای گوناگون تجارت، تجارت درون صنعت به واسطه اثرات مشخصی که بر کیفیت محیط‌زیست دارد، مورد توجه ویژه کشورها قرار گرفته است. با توجه به اهمیت این موضوع، این مطالعه تلاش کرده تا ابتدا شاخص تجارت درون صنعت را برای ۲۱ بخش و ۹۸ کد کالایی طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ در کشورهای سازمان همکاری اقتصادی (اکو) محاسبه نماید. داده‌های مورد استفاده از پایگاه بانک جهانی به دست آمده است. همچنین تلاش شده تا با کمک روش داده‌های ترکیبی، اثر این شاخص بر روی انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای مذکور مورد بررسی قرار گیرد. نتایج نشان داده که شاخص مذکور برای ایران نوسان نسبتاً بالایی داشته و روند نزولی و بین ۰/۱۰ و ۰/۳۵ در نوسان بوده است. البته میانگین این شاخص برای ایران در مقایسه با میانگین سایر کشورهای اکو بالاتر بوده است. نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد که تجارت درون صنعت، تولید ناخالص ملی سرانه، نسبت شهرنشینی و شدت انرژی تأثیری مستقیم و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسید کربن در بین کشورهای مذکور دارد. با توجه به اهمیت بخش تجارت که همواره در صدر سیاست‌های راهبردی اقتصاد هر کشوری است، پیشنهاد می‌گردد که ایران در گسترش تجارت درون صنعت با کشورهای اکو، بازنگری‌های لازم را در نوع کالاهایی وارداتی و صادراتی و همچنین قوانین محیط‌زیستی خود انجام دهد، نسبت شهرنشینی را مدیریت کرده و با بکارگیری تکنولوژی مناسب، شدت انرژی را کاهش دهد.

* نویسنده مسئول: زیر نگین تاجی. ایمیل: z_negintaji@sbu.ac.ir

استناد: نگین تاجی، زیر و عبدالعلی زاده، هانیه. (۱۴۰۵). محاسبه تجارت درون صنعت بر حسب گروه‌های کالایی و تاثیر آن بر آلاینده‌های محیط‌زیستی با استفاده از روش داده‌های تابلویی: مطالعه موردی کشورهای اکو. سیاست‌های راهبردی و کلان، ۱۴ (۵۴)، ۳۵۶-۳۴۱. <https://doi.org/10.30507/jmisp.28788.567725.2026>



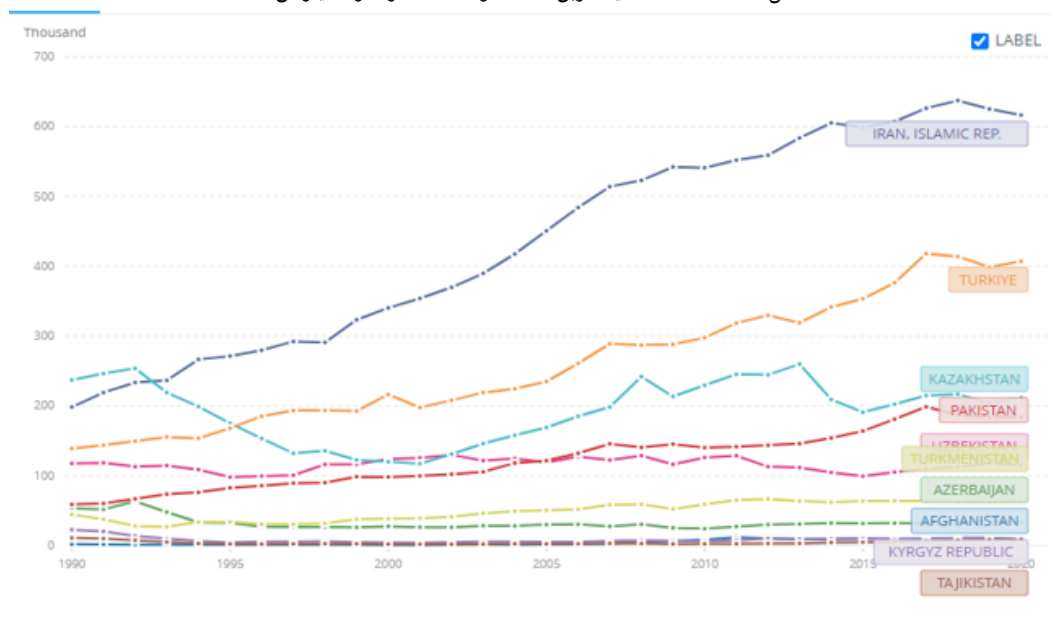
مقدمه

اولین هدف هر اقتصادی رسیدن به رشد پایدار و ثبات است. در میان عوامل مؤثر بر رشد پایدار، تجارت نقش بی‌بدیلی را داشته، به‌طوری که علاوه بر آن‌که موتور محرک بخش تولیدی بوده، زمینه انتقال دانش و تعاملات فرهنگی را نیز مهیا می‌نماید. آدام اسمیت تجارت خارجی را وسیله‌ای برای گسترش بازار داخلی، تقسیم‌کار و افزایش تولید می‌داند (۹). از این‌رو در برنامه‌های توسعه و سیاست‌های کلان و راهبردی اقتصادی خود، کشورها همواره سعی دارند تا توجه ویژه‌ای به بخش تجارت داشته باشند و از طریق سیاست‌های راهبردی مناسب زمینه بسط و گسترش بخش مذکور را فراهم آورند. در دنیای امروزی و در میان الگوهای متعدد تجارت مانند آزادسازی تجارت، یکپارچگی تجاری، تجارت درون صنعتی و بین صنعت، الگوی تجارت درون صنعت به‌واسطه ویژگی‌هایی که دارد، مورد استقبال قرار گرفته است. در الگوی تجارت درون صنعت، به دلیل افزایش ارتباطات تجاری متقابل، ارتباط عمودی طرف‌های تجاری افزایش می‌یابد و این امر موجب افزایش روابط بلندمدت کالایی، عمیق‌تر شدن روابط تجاری، و ایجاد مقیاس تولیدی بین کشورها می‌شود (۳۴). اگرچه تجارت به‌وسیله رشد اقتصادی منشأ تحولات مثبت خواهد بود (فارغ از نوع الگوی تجاری)، اما این امکان وجود دارد که به‌واسطه انتقال صنایع آلاینده، زمینه افزایش آلودگی در کشورهای مقصد را فراهم آورد.

در این مطالعه سعی می‌شود تا مراودات تجاری ایران با برخی از کشورهای همسایه تحت عنوان اکو (ECO) و تأثیر آن بر میزان آلاینده‌های تولید شده (در این مطالعه مشخصاً میزان تولید دی‌اکسید کربن می‌باشد) بررسی شود. لازم به ذکر است که سازمان اکو در سال ۱۹۸۵ بر اساس مبنای قانونی همکاری منطقه‌ای برای توسعه همکاری‌های اقتصادی منطقه‌ای توسط ترکیه، ایران و پاکستان تأسیس شد. با مشارکت کشورهای آذربایجان، قزاقستان، قرقیزستان، ازبکستان، تاجیکستان، ترکمنستان و افغانستان در سال ۱۹۹۲، از اکو به یک سازمان اقتصادی منطقه‌ای تبدیل شد که جمعیتی حدود ۵۰۰ میلیون نفر را در مجموع ۸ میلیون کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد.

داده‌های مربوط به وضعیت انتشار دی‌اکسید کربن کشورهای عضو مورد بررسی در این مطالعه (یعنی اکو) نشان از روند فزاینده‌ای انتشار این گاز طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۰ دارد. طی دوره مذکور، ایران بیشتر از سایر کشورهای عضو اکو دی‌اکسید کربن منتشر کرده به‌طوری‌که میزان انتشار آن از ۱۹۸ میلیون کیلوگرم در ۱۹۹۰ به ۶۱۶ میلیون کیلوگرم در سال ۲۰۲۰ رسیده است. در این دوره برخی کشورها مانند قزاقستان، قرقیزستان، آذربایجان و تاجیکستان روند نزولی در انتشار کربن داشته‌اند. وضعیت میزان انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای مذکور را می‌توان در نمودار ۱ نشان داد.

شکل ۱: انتشار دی‌اکسید کربن، در کشورهای عضو اکو (کیلو تن)



منبع: (۳۲)

در این مطالعه تلاش می‌شود تا وضعیت تجارت درون صنعت برای ایران و کشورهای اکو و تأثیر آن بر میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن مورد بررسی قرار گیرد و از مدل داده‌های ترکیبی برای انجام این کار استفاده می‌شود. دوره مورد بررسی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۹۹ خواهد بود. در پایان لازم به ذکر است که میزان تجارت درون صنعت ایران و کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی (اکو) با استفاده از شاخص گروبل و لوید (۱۲)، برای ۲۱ بخش و ۹۸ کد

کالایی بر پایه طبقه‌بندی کدهای تعرفه‌ای (HS) به صورت جداگانه، محاسبه می‌شود که این موضوع، جنبه نوآوری مطالعه حاضر می‌باشد.

۱. مبانی نظری

در نظریات سنتی تجارت که بازدهی نسبت به مقیاس تولید را ثابت و بازارها را در حالت رقابت کامل فرض کرده‌اند، کشورها کالایی را تولید و صادر خواهند کرد که نسبت به سایر کشورها، از فراوانی نسبی در عوامل تولید برای تولید آن کالا برخوردار باشند (۳۵).

در تجارت درون صنعت، یک کشور می‌تواند همان کالایی را وارد کند که صادر می‌کند و تجارت بیشتر درون صنایع است نه مابین صنایع. همچنین این نوع تجارت به دو دسته عمودی و افقی تقسیم‌بندی می‌شود. الگوی تجارت درون صنعت نقش بارزتری در حفظ کیفیت محیط‌زیست نسبت به الگوی تجارت بین صنعت دارد؛ زیرا کالاهای تمام‌شده در این نوع الگوی تجارت از ناحیه کنترل تجاری، سیاسی و تهدیدهای زیست‌محیطی تحت فشار کمتری قرار دارد. به دلیل اینکه این تجارت عامل کنترل‌کننده محیط‌زیست است کشورهای توسعه‌یافته از این نوع تجارت استفاده می‌کنند (۳۵).

در الگوی تجارت درون صنعت به دلیل افزایش ارتباطات تجاری متقابل، ارتباط عمودی طرف‌های تجاری افزایش می‌یابد و این امر موجب افزایش روابط بلندمدت کالایی، عمیق‌تر شدن روابط تجاری و ایجاد مقیاس تولیدی بین کشورها می‌شود (۳۴). همچنین براساس نظریه مقیاس تولیدی کشوری که در آن کالای وارداتی نقش کالای واسطه‌ای و نه کالای نهایی را داشته باشد، دارای مزیت نسبی است. در این صورت است که کشور در بلندمدت و با استفاده از نوآوری تکنولوژیکی می‌تواند این کالا را صادر کند (۳۴). تجارت آزاد از سه طریق می‌تواند بر محیط‌زیست اثر بگذارد (۲۴):

۱. اثر مقیاس: هنگامی که تجارت آزاد منجر به گسترش فعالیت‌های اقتصادی شده بدون آنکه ماهیت این فعالیت‌ها تغییر کرده باشد. این اثر منجر به بالا رفتن مصرف انرژی و بالطبع افزایش میزان آلودگی می‌شود.

۲. اثر ساختاری (ترکیبی): به هنگام آزادسازی تجاری، تنوع محصول صادراتی یا وارداتی می‌تواند تأثیرات مثبت یا منفی بر میزان آلودگی داشته باشد.

۳. اثر فناوری: هنگامی که تجارت آزاد باعث تغییرات فنی-تکنولوژی در ساختار تولید شده و باعث کاهش نسبت عوامل تولید به محصول می‌شود. این امر منجر به بهبود درآمدها می‌شود که خود، تقاضای استفاده از تکنولوژی سبز و پاک را افزایش می‌دهد. بنابراین در بلندمدت می‌تواند آلودگی را کاهش دهد.

در مطالعاتی مانند کاظم‌زاده و همکاران (۱۸)، لیتائو (۲۱)، لیتائو و بالوق (۲۲)، گالوچی و همکاران (۱۱) و روی (۲۷) این نتیجه به‌دست آمده که تجارت درون صنعت با بهره‌گیری از فناوری‌ها و تکنولوژی‌های پاک‌تر منجر به بهبود کیفیت محیط‌زیست خواهد شد. در مقابل مطالعاتی مانند آگاروال و همکاران (۱) و خان و همکاران (۱۹) نشان دادند که تجارت درون صنعت به دلیل کیفیت پایین کالاهای وارداتی منجر به آسیب به محیط‌زیست می‌شوند و آلودگی‌های بیشتری را ایجاد می‌کند. در یک نگاه کلی‌تر می‌توان چنین استنباط کرد که با برقراری تجارت درون صنعت کیفیت محیط‌زیست (به‌ویژه از نظر آلاینده‌های هوا) در کشورها به یکدیگر نزدیک می‌شود (۲۰).

گسترش تجارت باعث رشد اقتصادی می‌شود که کیفیت محیط‌زیست تحت تأثیر قرار گیرد. استفاده بیش از حد از منابع طبیعی که در پی رشد اقتصادی به وجود می‌آید زبان‌های جدی به محیط‌زیست وارد می‌سازد که یکی از این زبان‌ها ایجاد باران‌های اسیدی است. این باران‌ها موجب نابودی محصولات کشاورزی، درختان، اکوسیستم‌های طبیعی می‌شود؛ همچنین با نابودی آثار تاریخی، می‌تواند به اقتصاد کشور آسیب وارد سازد. همچنین رشد اقتصادی موجبات افزایش درآمد سرانه را فراهم می‌آورد که رابطه معکوس آن با کیفیت محیط‌زیست قبلاً اثبات شده است. ارتباط درآمد سرانه و انتشار دی‌اکسیدکربن در بسیاری از مطالعات با فرضیه کوزنتس مورد توجه قرار گرفته است.

این فرضیه برای اولین بار توسط گروسمن و کروگر (۱۳)، به صورت U وارونه به ارتباط درآمد و آلودگی محیط‌زیست مورد تأیید قرار گرفت. این رابطه این‌گونه بیان می‌شود که افزایش رشد اقتصادی و درآمد سرانه، ابتدا موجب افزایش آلودگی محیط‌زیست می‌شود؛ اما پس از رسیدن به یک سطح آستانه‌ای از درآمد سرانه، با افزایش درآمد، میزان آلودگی محیط‌زیست نیز شروع به کاهش می‌کند (۲).

از طرفی دیگر، جمعیت انسانی می‌تواند بر تغییرات اقلیمی تأثیر بگذارد و هم می‌تواند تحت تأثیر آن باشد. تغییر اندازه جمعیت، افزایش آمار شهری شدن، اندازه و سن ترکیب خانوار، می‌تواند بر تغییرات دوطرفه میان تغییرات زیست‌محیطی و همچنین ساختار جمعیت دلالت داشته باشد (۷). ارتباط بین محیط‌زیست و جمعیت توسط هولدرن و اریچ (۱۴) به صورت رابطه (۱) بیان می‌شود:

$$I = P \cdot A \cdot T \quad (1)$$

در این رابطه I بیانگر اثر محیط‌زیست، P جمعیت کل، A مصرف سرانه و T تکنولوژی یا اثر واحد بر مصرف است (۶). افزایش جمعیت از طریق افزایش تقاضا برای زمین‌های کشاورزی، منابع انرژی، آبی و ... می‌تواند موجب از بین رفتن جنگل‌ها مراتع و همچنین منابع زیست‌محیطی شود؛ به همین دلیل محققان بررسی کرده‌اند که رشد جمعیت و عامل انسانی مهم‌ترین دلیل افزایش آلودگی محیط‌زیست است (۲۸). دو دیدگاه در رابطه با آلودگی محیط‌زیست و جمعیت شهری وجود دارد. دیدگاه اول معتقد است که با رشد جمعیت شهری، میزان استفاده از حمل و نقل افزایش یافته، مصرف انرژی بیشتر شده، بخش صنعت جایگزین بخش کشاورزی می‌شود و این اتفاقات منجر به افزایش میزان آلودگی می‌شود. اما دیدگاه دوم باور دارد که فرهنگ شهرنشینی، موجب استفاده بهینه از انرژی می‌شود و این امر می‌تواند آلودگی را کاهش دهد. به همین دلیل میان رشد جمعیت و آلودگی محیط‌زیست می‌تواند رابطه‌ای منفی وجود داشته باشد (۱۰). در ادامه سعی می‌شود تا مطالعات داخلی و خارجی انجام شده در زمینه تجارت درون صنعت و تأثیرات آن بر محیط‌زیست مورد بررسی قرار گیرند تا با استفاده از آن‌ها و همچنین مبانی نظری، مدل نهایی مورد تدوین قرار گیرد.

۲. پیشینه پژوهش

پاتا و همکاران (۲۵) به بررسی اثرات انرژی‌های تجدیدپذیر، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درآمد بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن پرداختند. برای این منظور، از برآوردگر پانل ARDL و دوره مورد بررسی، سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۸ استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. درآمد واقعی و باز بودن تجارت باعث کاهش تخریب محیط‌زیست می‌شود. همچنین استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، تنها در کوتاه‌مدت انتشار کربن را کاهش می‌دهد و در بلندمدت هیچ تأثیری ندارد.

لیتائو و همکاران (۲۰) در مقاله‌ای نقش تجارت درون صنعت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انرژی‌های تجدیدپذیر را بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور پرتغال مورد بررسی قرار دادند. بدین منظور از داده‌های سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۸ و روش ARDL استفاده شده است. نتایج نشان داده که تجارت درون صنعت، انرژی‌های تجدیدپذیر و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث کاهش انتشار کربن دی‌اکسید خواهند شد.

لیتائو (۲۱) در مطالعه‌ای دیگر، نقش تجارت در میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور پرتغال را بررسی نموده است. این مطالعه با استفاده از داده‌های ۱۹۷۰-۲۰۱۶ شده است. نتایج به‌دست آمده نشان می‌دهد که شدت تجارت به بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک می‌کند. با این حال، مصرف انرژی تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

لیتائو و بالوق (۲۲) تأثیر مصرف انرژی، کشاورزی، و تجارت درون صنعتی بر آلودگی محیط‌زیست در کشورهای اتحادیه اروپا را با استفاده از داده‌های تابلویی برای دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۴ بررسی نمودند. نتایج نشان می‌دهد که تجارت درون صنعتی کشاورزی، انرژی‌های تجدیدپذیر با تغییرات اقلیمی همبستگی منفی دارد و فرضیه آلایندگی کمتر را تأیید می‌کند.

چین و همکاران (۸)، رابطه بین انتشار دی‌اکسیدکربن، درآمد سرانه و تجارت عمودی درون صنعتی را مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه نشان داد که تجارت عمودی درون صنعتی با انتشار دی‌اکسیدکربن رابطه مثبتی دارد و این نوع تجارت با تئوری مزیت رقابتی توضیح داده می‌شود.

روی (۲۷)، در مطالعه‌ای به بررسی دلالت‌های زیست‌محیطی تجارت درون صنعت، با استفاده از روش GMM در ۲۰۰ کشور طی بازه زمانی ۲۰۰۵-۲۰۰۰ پرداخته است. نتایج تحقیق حاکی از آن است که تجارت درون صنعت موجب هزینه‌های کمتر و جذب تکنولوژی می‌شود و به همین دلیل اثر قابل‌توجهی بر بهبود کیفیت محیط‌زیست دارد.

شهباز و همکاران (۳۰) رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و توسعه مالی را با استفاده از روش ARDL در اندونزی را مورد بررسی قرار دادند (۲۰۱۱-۱۹۷۵). نتایج حاکی از آن است که توسعه مالی و تجارت بین‌الملل در افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر کمی دارند. شهباز (۲۹) در مطالعه‌ای خود تأثیر توسعه مالی بر نیاز آلودگی در کشور پاکستان را برای بازه زمانی ۲۰۰۹-۱۹۷۱ مورد بررسی قرار داد و نشان داد که توسعه مالی، آلودگی محیط‌زیست را افزایش داده است.

در ادامه این قسمت، مطالعات داخلی ارائه می‌شوند.

یاوری و همکاران (۳۳) به بررسی اثر باز بودن تجاری بر آلودگی هوا در کشورهای منطقه منا با رویکرد اقتصادسنجی فضایی پرداختند. در این مطالعه اثر تبادلات ناشی از باز بودن تجاری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه منا طی دوره ۲۰۰۴ تا ۲۰۰۲ بررسی شده است. نتایج حاکی از تأیید اثر مجاورت فضایی و تأثیر مثبت درجه باز بودن تجاری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای مورد مطالعه می‌باشد.

نگین‌تاجی و ایزدخواستی (۲۴) در مطالعه خود به بررسی تأثیرات تجارت بین‌المللی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای گروه D8 پرداخته‌اند. برای انجام این موضوع، از داده‌های بانک جهانی طی دوره ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۸ و به کمک روش داده‌های تابلویی استفاده شده است. نتایج نشان داده که تولید ناخالص داخلی اثری مثبت و معنی‌دار بر میزان انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است. با توجه به اینکه ضریب متغیر توان دوم

تولید ناخالص ملی منفی شده، فرضیه زیست محیطی کوزنتس کشورهای مذکور مطالعه شده است. دیگر متغیر این مطالعه، یعنی سرمایه گذاری مستقیم خارجی تأثیری معنادار بر انتشار دی اکسید کربن اثر نداشته است. همچنین صادرات و واردات به ترتیب تأثیر مثبت و منفی و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن داشته است.

یونس پور و همکاران (۳۵)، در مطالعه‌ای، تجارت درون صنعتی ایران و شرکای تجاری منتخب با رویکرد محیط زیستی را با استفاده از شاخص‌های گروبل-لویب و فونتان و فرزندبرگ و شاخص اطهر و الیوت، در بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۱ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل از این تحقیق بیان می‌دارد که تجارت درون صنعتی باعث بهبود کیفیت محیط زیست شده است.

امیری و همکاران (۲)، به بررسی تأثیر آستانه‌ای درآمد بر شدت انتشار دی اکسید کربن، با استفاده از روش داده‌های تابلویی کشورهای منا در بازه زمانی ۲۰۱۱-۱۹۸۰ پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که توسعه مالی و افزایش درآمد سرانه موجب کاهش دی اکسید کربن می‌شود.

کاظمی و همکاران (۱۵)، در مطالعه‌ای، اثر رشد جمعیت بر آلودگی محیط زیست در کشورهای در حال توسعه و صنعتی را با استفاده از روش داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۲ اند. نتایج حاکی از آن است که در کشورهای صنعتی، افزایش جمعیت تأثیری بر آلودگی ندارد اما در کشورهای در حال توسعه، رشد جمعیت موجب آلودگی می‌شود.

کاظمی و همکاران (۱۶) در مقاله‌ای به بررسی عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن کشورهای در حال توسعه با استفاده از روش داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۲ اند. نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی و رشد جمعیت با انتشار دی اکسید کربن رابطه مثبت و معناداری دارند.

محمودی و شاهنوسی (۲۳) به بررسی ارتباط میان سرمایه گذاری، مصرف انرژی و آلودگی در کشورهای در حال توسعه با استفاده از روش داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۱۹۸۰-۲۰۰۷ اند. نتایج نشان می‌دهد که بین سرمایه گذاری و مصرف انرژی و آلودگی رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

برقی اسکویی (۵) نیز آثار آزادسازی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای (دی اکسید کربن) را از طریق منحنی محیط زیست کوزنتس برای چهار گروه از کشورها در سال‌های ۱۹۹۲ تا ۲۰۰۰ بررسی کرد. نتایج نشان داده اثر آزادسازی تجارتی در این گروه از کشورها متفاوت است. بدین معنی که در کشورهای با درآمد سرانه بالا و متوسط بالا منجر به کاهش انتشار دی اکسید کربن شده است و در سایر کشورها (با درآمد سرانه پایین و متوسط پایین) به افزایش انتشار دی اکسید کربن منجر شده است.

آذربایجانی و ایزدی (۴)، ارتباط تجارت درون صنعت ایران با چین را برای داده‌های تجارت در سطح کدهای چهار رقمی طی سال‌های ۲۰۰۰-۱۹۹۷ محاسبه کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که تجارت درون صنعت سهم کمی از تجارت ایران با چین را تشکیل می‌دهد که عمدتاً از نوع تجارت درون صنعت عمودی در زمینه تولید مواد اولیه و کالاهای با کیفیت پایین بوده است.

۳. روش تحقیق

ماهیت و ساختار داده‌ها به کار رفته در الگوی این مطالعه از نوع داده‌های ترکیبی است. داده‌های ترکیبی یا پانل دیتا به گروهی از داده‌ها گفته می‌شود که از تلفیق مشاهدات سری زمانی و مقطعی مربوط به کشورها، شهرها، خانوارها یا بنگاه‌ها به دست می‌آیند. در این گروه از داده‌ها مشاهدات آماری یک متغیر در طول یک بازه زمانی برای چندین مقطع گردآوری خواهد شد. الگوی کلی برای داده‌های ترکیبی به صورت زیر می‌باشد:

$$Y_i = \alpha_i + \beta_1 X_i + \dots + \epsilon_i \quad (4)$$

در این معادله، i بیانگر مقاطع و t نشانگر زمان است. Y_{it} ماتریس متغیر وابسته با ابعاد $NT \times 1$ ، X ماتریس متغیر توضیحی با ابعاد $NT \times K$ می‌باشد و β برداری از ضرایب به ابعاد K است. K تعداد متغیرهای توضیحی موجود (بدون احتساب عرض از مبدأ) در X_{it} را نشان می‌دهد. با توجه به مبانی نظری و همچنین مطالعات انجام شده که در قسمت ادبیات موضوع ارائه شده، الگوی مورد نظر به صورت زیر تدوین شده است:

$$Co2 = f(IIT, GDP, EI, Urban) \quad (5)$$

میزان انتشار دی اکسید کربن (واحد آن کیلو تن)، EI شدت انرژی (که نشان‌دهنده میزان مصرف انرژی به ازای تولید هر واحد کالا یا خدمات است)، $Urban$ نسبت جمعیت شهرنشین از کل جمعیت (که از تقسیم جمعیت شهرنشین به کل جمعیت کشور به دست آمده و بدون واحد است)، GDP تولید ناخالص

داخلی سرانه (از تقسیم تولید ناخالص داخلی بر کل جمعیت کشور به دست می‌آید) و IIT شاخص تجارت درون صنعت می‌باشد. داده‌ها از سایت بانک جهانی و یا از سایت سازمان ملل متحد گردآوری شده است. برآورد مدل با استفاده از روش داده‌های تابلویی و به کمک نرم‌افزار Eviews ۱۲ انجام می‌شود. لازم به ذکر است که با توجه به آنکه فرم مدل نهایی به صورت لگاریتمی مورد برآورد قرار می‌گیرد، تمامی آزمون‌ها بر روی لگاریتم متغیرها انجام می‌شود. به همین دلیل، در ابتدای همه متغیرها حرف L مخفف لگاریتم آمده است.

۴. یافته‌های پژوهش

در این قسمت، ابتدا شاخص تجارت درون صنعت محاسبه می‌شود و در قسمت بعدی، اثر این شاخص بر میزان دی‌اکسیدکربن منتشر شده بررسی می‌شود.

۴-۱. محاسبه شاخص تجارت درون صنعت

نخستین بار گروبل و لوید (۱۲) شاخصی را برای اندازه‌گیری تجارت درون صنعت طراحی و ارائه نمودند. مقدار این شاخص بازه عددی ۰ تا ۱ می‌باشد، زمانی که شاخص برابر با ۱ شود تجارت کاملاً درون صنعتی بوده و زمانی که صفر شود تجارت کاملاً بین صنعتی است. شاخص تجارت درون صنعت گروبل و لوید به صورت زیر می‌باشد:

$$IIT = \frac{\sum_i (X_i + M_i) - \sum_i |X_i - M_i|}{\sum_i (X_i + M_i)} \quad (1)$$

در این معادله X_i نشان‌دهنده صادرات و M_i نشان‌دهنده واردات در صنعت i است. پس از گروبل و لوید، آکینو شاخص جدیدی از تجارت درون صنعت را با ارائه تعریفی جدید از مقادیر صادرات و واردات معرفی نمود. این شاخص به شکل زیر می‌باشد:

$$Aquino_i = \frac{\sum_i (X_{ij} - M_{ij}) - \sum_j X_{ij}^e - M_{ij}^e}{\sum_i (X_{ij} - M_{ij})} \quad (2)$$

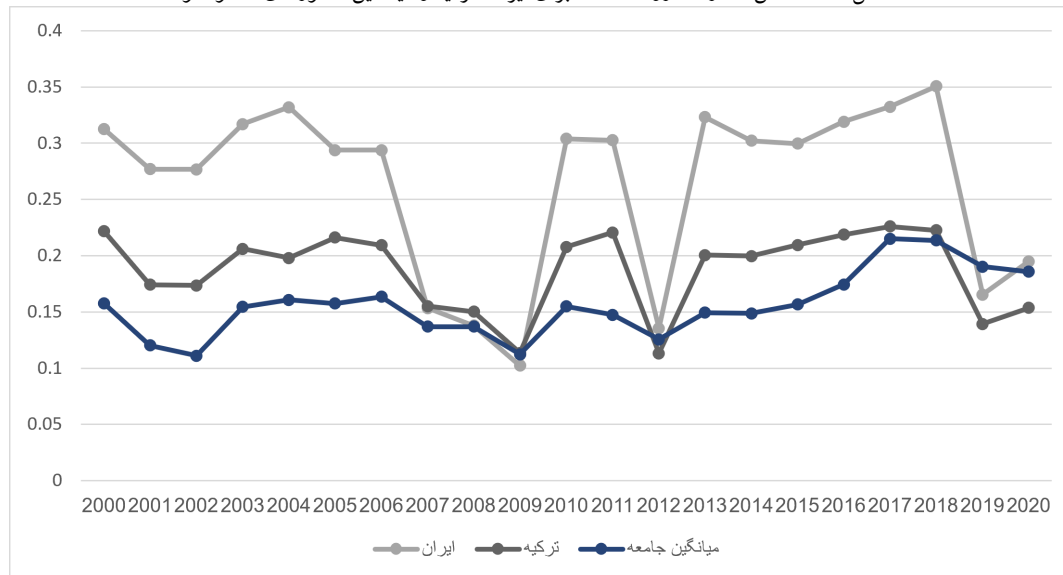
در رابطه z تعداد زیرگروه‌های موجود در صنعت i است و:

$$M^e = M_i \frac{\frac{1}{2}(X_i + M_i)}{\sum_i M_i}, \quad X^e = X_i \frac{\frac{1}{2}(X_i + M_i)}{\sum_i X_i} \quad (3)$$

اما انتقاداتی که به این شاخص وارد شد سبب شد که عملاً کاربرد چندانی نداشته باشد. در واقع منتقدین این شاخص معتقدند که این شاخص فقط ترکیب تجاری کشور را نشان می‌دهد. پس از آکینو شاخص‌های دیگری نیز در این زمینه ارائه شد، اما تمایل پژوهشگران همچنان به سمت شاخص گروبل و لوید می‌باشد و اغلب مطالعات از این شاخص استفاده کردند. در مطالعه حاضر نیز به منظور اندازه‌گیری شاخص تجارت درون صنعت از شاخص گروبل و لوید استفاده شده است. بنابراین این شاخص برای ۲۱ گروه و ۹۸ کد کالایی از قبیل کاشی و سرامیک، سبزیجات، گوشت و ... بر طبق کدهای تعرفه‌ای HS، به صورت جداگانه برای کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی شامل ایران، ترکیه، پاکستان، آذربایجان، ازبکستان، افغانستان، تاجیکستان، ترکمنستان، قزاقستان و قرقیزستان برای بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ اندازه‌گیری شده است. اطلاعات مورد نیاز برای ساخت شاخص، از واردات و صادرات ۲۱ گروه کالایی در قالب ۹۸ کد (زیرگروه) مربوط به سازمان ملل برای تمام کشورها به صورت متقابل گردآوری شده است. برای محاسبه شاخص تجارت درون صنعت کشورها به‌طور مذکور از نرم‌افزار اکسل استفاده شده است.

نتایج محاسبات نشان می‌دهد که در دوره زمانی مورد مطالعه، تجارت درون صنعت ایران با کشورهای منتخب عضو اکو نوسان نسبتاً بالایی داشته و در بازه ۰/۱۰ تا ۰/۳۵ نوسان داشته است. روند کلی این شاخص نشان‌دهنده کاهشی بودن میزان تجارت درون صنعت ایران و بوده است. بیشترین میزان این شاخص در سال ۲۰۱۸ به میزان ۰/۳۵ به ثبت رسیده و کمترین در سال ۲۰۰۹ به میزان ۰/۱۰ گزارش محاسبه شده است میانگین امتیاز ایران در شاخص تجارت درون صنعت ۰/۲۶ می‌باشد که در مقایسه با میانگین کل گروه که مقدار ۰/۱۵ را نشان می‌دهد، شاخص ایران بزرگ‌تر بوده است. نمودار ۱ وضعیت شاخص درون صنعت ایران، ترکیه و میانگین این شاخص برای همه کشورها را نشان می‌دهد.

شکل ۲: شاخص تجارت درون صنعت برای ایران، ترکیه و میانگین کشورهای عضو اکو



منبع: یافته‌های پژوهش

۲-۴. برآورد اثر شاخص تجارت درون صنعت بر انتشار میزان دی‌اکسیدکربن

قبل از برآورد مدل نیاز هست تا چند آزمون تشخیصی انجام گیرد تا نتایج به دست آمده مورد اعتماد باشد. برای این منظور ابتدا آزمون مانایی داده‌ها انجام می‌گیرد. برای انجام این مهم، از آزمون ریشه واحد پانلی لوبن، لین و چو استفاده شده که نتایج آن در جدول (۱) ملاحظه می‌شود.

جدول ۱: آزمون مانایی

متغیر	آماره آزمون	احتمال
LCO ₂	-۲/۸۱	۰/۰۰
LEI	-۲/۱۲	۰/۰۱
LGDP	-۴/۸۹	۰/۰۰
LIIT	-۵/۲۳	۰/۰۰
LUrban	-۱/۶۸	۰/۰۴

بر اساس نتایج گزارش شده در جدول بالا، تمامی متغیرهای حاضر در الگوی مطالعه، با احتمال‌های کمتر از ۵٪ مانا هستند. برای یافتن ارتباط واقعی و بلندمدت بین متغیرهای مدل، از آزمون کائو (که یکی از آزمون‌های هم‌انباشتگی پانلی است) استفاده شده و نتیجه آن در جدول زیر ارائه می‌شود.

جدول ۲: آزمون هم‌انباشتگی کائو

آزمون کائو	آماره آزمون	احتمال
آزمون کائو	-۲/۸۵	۰/۰۰۲

منبع: یافته‌های پژوهش

فرضیه پایه‌ای که در آزمون هم‌انباشتگی کائو برقرار است، بیانگر وجود نداشتن رابطه بلندمدت و تعادلی میان متغیرها است. با توجه به نتیجه آمده در جدول ۲، فرضیه صفر رد شده و لذا نتیجه گرفته می‌شود که رابطه تعادلی و بلندمدتی میان متغیرهای الگو برقرار است. بعد از انجام آزمون‌های مانایی و هم‌انباشتگی که نشان دادند شرایط اولیه برای برآورد الگوی داده‌های ترکیبی وجود دارد، برای انتخاب تکنیک برآورد مدل می‌بایست آزمون‌های تشخیصی را انجام داد. نخستین آزمون تشخیصی، آزمون چاو می‌باشد که نوع مدل را از بین دو مدل داده‌های تلفیقی و داده‌های ترکیبی تشخیص می‌دهد. در جدول ۳ نتایج این آزمون قابل مشاهده است.

جدول ۳: آزمون چاو (F) لیمر

آزمون	آماره	احتمال
F Cross-section	۴۵/۱۰۵	۰/۰۰
Chi-square Cross-section	۲۳۱/۱۱۲	۰/۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول بالا نشان می‌دهد که مدل داده‌های ترکیبی بر داده‌های تلفیقی ارجحیت دارد. پس از این که مشخص شد مدل مناسب برای برآورد الگو، مدل داده‌های ترکیبی است و از آنجایی که این مدل نیز به دو روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی امکان برآورد دارد، باید آزمون تشخیصی دیگری تحت عنوان آزمون هاسمن انجام داد. این آزمون روش برآورد را از بین دو روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی تشخیص می‌دهد. نتیجه این آزمون که در جدول ۴ آمده نشان می‌دهد که مدل نهایی باید به روش اثرات تصادفی برآورد شود.

جدول ۴: آزمون هاسمن

آزمون	آماره	احتمال
random Cross-section	۶/۹۱	۰/۱۴

منبع: یافته‌های پژوهش

انجام آزمون‌های تشخیصی چاو و هاسمن نشان داد که مناسب‌ترین روش برای برآورد الگوی مطالعه، روش اثرات تصادفی می‌باشد؛ بنابراین الگوی مطالعه به این روش برآورد شده نتایج برآورد مدل در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵: برآورد مدل با روش اثرات تصادفی

متغیر	ضریب	احتمال
LEI	۱/۰۲	۰/۰۰۰
LGDP	۱/۰۹	۰/۰۰۰
LIIT	۰/۴۲	۰/۰۰۹
LUrban	۲۲۰/۷۲	۰/۰۰۰
C	۵۱۷/۹۴-	٪۰۰
F-statistic	۲۸۲/۵۲	۰/۰۰۰
R-squared	۰/۸۵۳	

نتایج آمده در جدول بالا نشان می‌دهد که شاخص تجارت درون صنعت بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیری مستقیم و معناداری دارد به‌طوری که یک واحد افزایش در شاخص تجارت درون صنعت موجب افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان ۰/۴۲ می‌شود. بنابراین با افزایش تجارت در بین کشورهای اکو، روند انتشار کربن دی‌اکسید نیز افزایش خواهد بود. در واقع، تجارت درون صنعت باعث افزایش فعالیت‌های صنعتی و اقتصادی می‌شود که به تبع آن مصرف انرژی و انتشار CO₂ نیز افزایش می‌یابد. از طرفی، تجارت درون صنعت ممکن است منجر به افزایش حجم حمل و نقل بین کشورها شود. این حمل و نقل بیشتر نیاز به سوخت فسیلی دارد که باعث افزایش مصرف سوخت و انتشار CO₂ می‌شود. علاوه بر این، تجارت درون صنعت ممکن است منجر به تغییر الگوی تولید شود. به عبارت دیگر، برخی کشورها ممکن است تمایل داشته باشند که فعالیت‌های تولیدی خود را به کشورهای دیگر منتقل کنند که قوانین محیط‌زیستی کمتری دارند. این منجر به افزایش فعالیت‌های صنعتی و انتشار CO₂ در کشورهای مقصد می‌شود.

دیگر متغیر این مدل، شدت انرژی است که آن هم با متغیر وابسته مدل یعنی میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن رابطه مستقیم و معناداری دارد. زمانی که انرژی به صورت سوخت فسیلی مانند نفت، گاز طبیعی و ذغال سنگ استفاده می‌شود، کربن ذخیره شده در این منابع به صورت CO₂ به جو آزاد شده و منجر به افزایش غلظت گاز CO₂ در جو می‌شود. سوخت‌های فسیلی یکی از مهم‌ترین منابع انتشار دی‌اکسیدکربن به شمار می‌روند، لذا افزایش تولید ناخالص داخلی به معنای آن است که انرژی بیشتری مصرف شده و به تبع آن دی‌اکسیدکربن بیشتری نیز در جو آزاد شده است. از جمله مهم‌ترین مطالعاتی که در زمینه رابطه تولید ناخالص داخلی و کیفیت محیط‌زیست (انتشار دی‌اکسیدکربن) صورت گرفته است، مقاله سیمون کوزنتس می‌باشد. لذا با توجه به این مطالعه می‌توان چنین استنباط که جامعه آماری منتخب در این مطالعه در قسمت ابتدایی منحنی زیست‌محیطی کوزنتس قرار دارند. دیگر متغیر مدل، یعنی نسبت جمعیت شهرنشینی از کل جمعیت نیز با متغیر وابسته (میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن) رابطه مستقیم و معناداری دارد، بنابراین رشد نسبت جمعیت شهرنشینی منجر به افزایش تولید و انتشار دی‌اکسیدکربن خواهد شد.

به دلیل اینکه در الگوی حاضر تعداد دوره‌های زمانی از مقاطع بیشتر می‌باشد، بررسی وابستگی مقطعی جمله خطا ضرورت دارد. برای این منظور از آزمون پسران استفاده شده که نتایج آن که در جدول زیر آمده نشان می‌دهد که وابستگی مقطعی در جملات خطا رد شده است.

جدول ۶: نتایج آزمون وابستگی مقطعی

آزمون	آماره	احتمال
آزمون پسران	۰/۶۴۳	۰/۵۱۹

منبع: یافته‌های پژوهش

۵. نتایج و پیشنهادات سیاستی

در این مطالعه تلاش شد تا تأثیر تجارت درون صنعت در بین کشورهای اکو بر کیفیت محیط‌زیست (که در این جا با میزان انتشار دی‌اکسیدکربن اندازه‌گیری شده) مورد بررسی قرار گیرد. دوره مورد بررسی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۳ بوده و از مدل داده‌های تابلویی برای انجام این کار استفاده شده است. لازم به ذکر است که میزان تجارت درون صنعت ایران و کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی (اکو) در طی دوره مذکور با استفاده از شاخص گروبل و لوید، برای ۲۱ بخش و ۹۸ کد کالایی بر پایه طبقه‌بندی کدهای تعرفه‌ای (HS) به صورت جداگانه اندازه‌گیری شده است. اندازه شاخص نشان داده که تجارت درون صنعت ایران با سایر کشورهای عضو اکو دارای نوسان نسبتاً بالایی داشته و در بازه ۰/۱۰ تا ۰/۳۵ در نوسان و دارای روند کاهشی بوده است. روند کلی این شاخص نشان‌دهنده کاهشی بودن مقدار آن برای ایران طی سال‌های بوده است. بیشترین میزان این شاخص در سال ۲۰۱۸ به میزان ۰/۳۵ به ثبت رسیده و کم‌ترین مقدار این شاخص برای سال ۲۰۰۹ به میزان ۰/۱۰ گزارش محاسبه شده و میانگین آن در این دوره ۰/۲۶ می‌باشد. در مقایسه با میانگین شاخص تجارت درون صنعت گروه (۰/۱۵)، ایران وضعیت بهتری داشته است.

نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد که متغیرهای شدت انرژی، تولید ناخالص ملی سرانه، شاخص تجارت درون صنعت و نسبت شهرنشینی به‌ترتیب با ضرایب ۰/۰۲، ۱/۰۹، ۰/۴۲ و ۲۲۰/۷۲ تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای عضو اکو دارند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، پیشنهادات سیاستی زیر ارائه می‌شود:

۱. بازنگری در ترکیب کالاهای وارداتی و صادراتی: با توجه به اینکه تجارت درون صنعت در کشورهای اکو موجب افزایش انتشار CO₂ می‌شود، پیشنهاد می‌شود ایران در گسترش تجارت درون صنعت با این کشورها، ترکیب کالاهای وارداتی و صادراتی خود را به سمت کالاهای با آلودگی کمتر

و فناوری پاک‌تر سوق دهد.

۲. **تقویت قوانین محیط‌زیستی:** با توجه به اثر مثبت تجارت درون صنعت بر آلودگی، لازم است قوانین و استانداردهای محیط‌زیستی در فرآیند تجارت با کشورهای اکو تقویت شود تا از انتقال صنایع آلاینده به داخل کشور جلوگیری شود.

۳. **مدیریت نسبت شهرنشینی:** با توجه به ضریب بالای متغیر شهرنشینی (۲۲۰/۷۲)، لازم است سیاست‌های مدیریت شهری و برنامه‌ریزی برای کاهش آلودگی ناشی از شهرنشینی، از جمله توسعه حمل و نقل عمومی پاک، بهبود بهره‌وری انرژی در ساختمان‌ها و مدیریت رشد شهری، در دستور کار قرار گیرد.

۴. **کاهش شدت انرژی:** با توجه به اثر مثبت و معنادار شدت انرژی بر انتشار CO₂، پیشنهاد می‌شود با بکارگیری تکنولوژی‌های مناسب و ارتقای بهره‌وری انرژی در بخش‌های تولیدی و خدماتی، شدت انرژی کاهش یابد.

۵. **توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر:** با توجه به اینکه استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند انتشار CO₂ را کاهش دهد، پیشنهاد می‌شود سرمایه‌گذاری در این حوزه در کشورهای اکو و به‌ویژه ایران تقویت شود.

۶. **همکاری منطقه‌ای برای کاهش آلودگی:** با توجه به اینکه انتشار CO₂ در کشورهای اکو روند فزاینده‌ای دارد، پیشنهاد می‌شود همکاری‌های منطقه‌ای برای کاهش آلودگی و مدیریت مشترک منابع زیست‌محیطی تقویت شود.

ملاحظات اخلاقی و تعهدات

ملاحظات اخلاقی: این مقاله با رعایت اصول اخلاقی در پژوهش انجام شده است.

حامی مالی: این مقاله حامی مالی ندارد.

مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده‌سازی این مقاله مشارکت کرده‌اند.

تعارض منافع: بنابه اظهار نویسندگان، در این مقاله هیچگونه تعارض منافی وجود ندارد.

تعهد کپی‌رایت: طبق تعهد نویسندگان، حق کپی‌رایت (CC) رعایت شده است.

سپاس‌گذاری:

منابع

- [۱] Aggarwal, S., Chakraborty, D., & Banik, N. (2022). Does Difference in Environmental Standard Influence India's Bilateral IIT Flows? Evidence from GMM Results. *Journal of Emerging Market Finance*, 22(1).
- [۲] Amiri, H., Saedpour, L., & Kalantary, A. (2016). Evaluation Threshold Effect of Income on Carbon Dioxide Emissions Intensity in Selected MENA Countries: Nonlinear Panel Data Approach. *Journal of Iranian Energy Economics*, 5(17), 39–66. <https://doi.org/10.22054/jiee.2017.7164> [In Persian]
- [۳] Asadpour, A. A., & Eskroochi, E. (2013). Examining the relationship between foreign direct investment, clean energy, trade liberalization, and economic growth with energy demand in Iran. *Public Policy in Management (Mission of Public Administration)*, 4(9-10), 15–22. [In Persian]
- [۴] Azarbaijani, K., & Ezadi, G. (2006). Intra Industry Trade between Iran and China: A New Perspective. *Iranian Journal of Economic Research*, 8(26), 81–99. [In Persian]
- [۵] Barghi Oskooee, M. M. (2008). The Impact of Trade Liberalization on the Greenhouse Gases (CO₂ Emission) in EKC. *Journal of Economic Research*, 43(1), 1–22. <https://doi.org/20.1001.1.00398969.1387.43.1.1.8> [In Persian]

- [۶] Brantley, L. (2014). Impact of population, age structure, and urbanization on carbon emissions/energy consumption: evidence from macro-level, cross-country analyses. *Population and Environment*, 35, 286–304.
- [۷] Brian, C. O., Brant, L., Leiwen, J., Kirk, R. S., Shonali, P., Michael, D., & Regina, F. (2012). Demographic change and carbon dioxide emissions. *Lancet*, 380, 157–164.
- [۸] Chin, M. Y., Puah, C. H., & Joseph, J. (2018). The determinants of CO2 emissions in Malaysia: A new aspect. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(1), 190–194.
- [۹] Farhadi, A. (2004). Examining the Effects of Foreign Trade on Iran's Economic Growth. *Plan and Budget (Management and Planning Organization of the Country)*, 9(1), 27–58. [In Persian]
- [۱۰] Fotros, M. H., Najarzadeh, A., & Pirooz Mohammadi, F. (2011). Air Pollution, Energy Consumption and Economic Growth in Iran. *Journal of Iranian Energy Economics*, 12(11 and 12), 189–211. [In Persian]
- [۱۱] Gallucci, T., Dimitrova, V., & Marinov, G. (2019). Interrelation between eco-innovation and intra-industry trade: A proposal for a proxy indicator of sustainability in the EU countries. *Sustainability*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/su11236641>
- [۱۲] Grubel, H. G., & Lloyd, P. J. (1975). *Intra-industry Trade: the Theory and Measurement of International Trade in Differentiated Products*. New York: Wiley.
- [۱۳] Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper No. 3914*.
- [۱۴] Holdren, J. P., & Ehrlich, P. R. (1971). Impact of Population Growth. *Science*, 171(3977), 1212–1217.
- [۱۵] Kazemi, A., Jafarzade, B., & Farhadi Sartangi, D. (2016). The effect of population growth on the environment; Compare the two groups of developing countries (D8) and industrial (G7). *Journal of the Macro and Strategic Policies*, 4(15), 125–141. [In Persian]
- [۱۶] Kazemi, A., et al. (2016). Economic and social factors affecting carbon dioxide emissions in developing countries. *Journal of Economic Research*. [In Persian]
- [۱۷] Kazemzadeh, E., Karimi Alaviyeh, N., & Ebrahimi Salari, T. (2020). The Effect of Governance on Carbon Dioxide Expansion in the G8 Countries: A Panel Quantile Regression Approach. *Journal of Economics and Regional Development*, 26(18), 173–196. <https://doi.org/10.22067/erd.v26i18.77394> [In Persian]
- [۱۸] Kazemzadeh, E., Fuinhas, J. A., Koengkam, M., & Osmani, F. (2022). The Heterogeneous Effect of Economic Complexity and Export Quality on the Ecological Footprint: A Two-Step Club Convergence and Panel Quantile Regression Approach. *Sustainability*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/su141811153>
- [۱۹] Khan, Z., Ali, S., Umar, M., Kirikkaleli, D., & Jiao, Z. (2020). Consumption-based carbon emissions and international trade in G7 countries: The role of Environmental innovation and Renewable energy. *Science of the Total Environment*, 730, 138945. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138945>

- [۲۰] Leitão, N. C., Koengkam, M., & Fuinhas, J. A. (2022). The role of intra-industry trade, foreign direct investment, and renewable energy on Portuguese carbon dioxide emissions. *Sustainability*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/su142215131>
- [۲۱] Leitão, N. C. (2021). Testing the Role of Trade on Carbon Dioxide Emissions in Portugal. *Economies*, 9(22). <https://doi.org/10.3390/economies9010022>
- [۲۲] Leitao, N. C., & Balogh, J. M. (2020). The impact of intra-industry trade on carbon dioxide emissions: The case of the European Union. *Agricultural Economics*, 66(5). <https://doi.org/10.17221/312/2019-AGRICECON>
- [۲۳] Mahmoudi, M., & Shahnavaizi, A. (2012). Investigating the relationship between investment, energy consumption and pollution in developing countries. *Journal of Economic Research*. [In Persian]
- [۲۴] Negintaji, Z., & Izadkhasti, H. (2022). The Effect of International Trade and Foreign Direct Investment on Carbon Dioxide Emissions in group D8 with panel data. *Journal of Iranian Energy Economics*, 11(44), 161–192. <https://doi.org/10.22054/jiee.2023.70446.1953> [In Persian]
- [۲۵] Pata, U. K., Dam, M. M., & Kaya, F. (2023). How effective are renewable energy, tourism, trade openness, and foreign direct investment on CO2 emissions? An EKC analysis for ASEAN countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(6), 14821–14837.
- [۲۶] Paytakhti Oskooe, S. A. (2015). A Panel Cointegration Study of Foreign Trade and Energy: Evidence from ECO Countries. *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*, 3(10), 17–38.
- [۲۷] Roy, J. (2017). On the environmental consequence of intra-industry trade. *Journal of Environmental Economics and Management*, 83, 50–67.
- [۲۸] Sadighi, H., & Saadat, R. (2004). Population growth, economic growth and environmental effects in Iran (a causal analysis). *Journal of Economic Research*, 64(1), 163–180. <https://doi.org/20.1001.1.00398969.1383.39.1.7.6> [In Persian]
- [۲۹] Shahbaz, M. (2013). Does financial instability increase environmental degradation? Fresh evidence from Pakistan. *Economic Modelling*, 33, 537–544.
- [۳۰] Shahbaz, M., et al. (2013). The relationship between economic growth, energy consumption and financial development in Indonesia. *Economic Modelling*. [In Persian]
- [۳۱] Tashkini, A. (2015). Factors affecting the intra-industry trade in agriculture between the Islamic Republic of Iran and regional blocks. *The Quarterly Journal of Economic Strategy*, 3(11), 27–42.
- [۳۲] World Bank. (2024). *World Development Indicators*. Washington, DC: World Bank.
- [۳۳] Yavari, F., Sarlak, A., Sharifnejad, M., & Ghiasi, M. (2023). Convergence of Factors Affecting Carbon Dioxide Emissions in MENA Region Countries, Dynamic Spatial Panel Approach. *Journal of Environmental Studies*, 19(77), 219–251. [In Persian]

- [۳۴] Yazdani, M., & Pirpour, H. (2017). The Determinants of Intra-Industry Trade in Energy Sector among Iran and its Major Trading Partners. *Journal of Economic Modeling Research*, 8(30), 43–78. <https://doi.org/10.29252/jemr.8.30.43> [In Persian]
- [۳۵] Younespour, S., & Tayebi, S. K. (2020). Iran's Intra-Industry Trade and Selected Trading Partners with an Environmental Approach. *Journal of Economic Research*, 55(2), 483–509. <https://doi.org/10.22059/jte.2020.289881.1008241> [In Persian]