

## **Investigating the Effect of Technology Gap on Industrial Trade: Using Gravity Model**

**Yeganeh Mousavi Jahromi<sup>\*</sup>, Bita Shaygani<sup>\*\*</sup>  
Samaneh Noraniazad<sup>\*\*\*</sup>, Mina Heydari<sup>\*\*\*\*</sup>**

### **Abstract**

Paying attention to the importance of international trade, analyzing and recognizing the country's trade relations and examining its obstacles and incentives play an effective role in the path of economic development, because international trade affects the growth rate of the economy through access to foreign markets. Technology has played a significant role in shaping trade patterns, and there is a significant relationship between trade and technology in empirical literature. It is important to evaluate the effect of distance and technological gap as a variable that can play as an obstacle or an incentive for the country's trade relations. Therefore, the gap in technological progress can be one of the most important determining bilateral trade and economic growth between countries. In the present study, 43 trading partner countries of Iran, which had the most trade with Iran between 2001 and 2020, were selected, and the relationship between the technology gap and the

\* Professor of Economics, Department of Economics and management, payamenoor university, Tehran, Iran (Corresponding Author), mosavi@pnu.ac.ir

\*\* Associate Professor of Economics, Department of Economics and management, payamenoor university, Tehran, Iran, shaygan@pnu.ac.ir

\*\*\* Assistant Professor of Economics, Department of Economics and management, payamenoor university, Tehran, Iran, noraniazad@pnu.ac.ir

\*\*\*\* Ph.D. Students of Economics, Department of Economics and management, payamenoor university, Tehran, Iran, minahydari65@pnu.ac.ir

Date received: 10/02/2022, Date of acceptance: 05/09/2022



Copyright © 2018, This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

industrial trade was estimated using the gravity model and Panel-ARDL regression. The results showed that the gravity model is in place in Iran's economy in the long term. Also, in the long term, the technology gap between Iran and the commercial side, based on the index of research and development costs, will lead to a decrease in the trade of the industrial sector of Iran and its commercial partners. reducing Iran's technology gap with trading partner countries, it increases industrial trade.

**Keywords:** Technology Gap, Gravity Model, Panel-ARDL Regression, International Trading.

**JEL Classification:** B22, C23, C81.

## بررسی اثر شکاف تکنولوژی بر تجارت بخش صنعت با استفاده از مدل جاذبه<sup>۱</sup>

یگانه موسوی جهرمی\*، بیتا شایگانی\*\*

سمانه نورانی آزاد\*\*\*، مینا حیدری\*\*\*\*

### چکیده

توجه به اهمیت تجارت بین‌الملل، تحلیل و شناخت روابط تجاری کشور، و بررسی موانع یا مشوق‌های آن در مسیر پیشرفت اقتصادی نقش مؤثری را ایفا می‌کنند، چراکه تجارت بین‌الملل، نرخ رشد اقتصاد را از طریق دسترسی به بازارهای خارجی، تکنولوژی، و منابع تحت تأثیر قرار می‌دهد و تکنولوژی در شکل‌دهی الگوهای تجارت نقش قابل‌ملاحظه‌ای ایفا می‌کند و رابطه معناداری بین تجارت و تکنولوژی در ادبیات تجربی وجود دارد. ارزیابی اثر فاصله و شکاف تکنولوژیکی، به‌مثابه متغیری که می‌تواند به‌شکل یک مانع یا یک مشوق برای روابط تجاری کشور عمل کند، حائز اهمیت است و شکاف در پیشرفت تکنولوژیکی می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تجارت دوجانبه و رشد اقتصادی بین کشورها باشد. به همین دلیل، در پژوهش حاضر ۴۳ کشور طرف تجاری ایران، که بیش‌ترین تجارت را با ایران طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ داشته‌اند، انتخاب و با استفاده از

\* استاد گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران (نویسنده مسئول)،  
mosavi@pnu.ac.ir

\*\* دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران، shaygan@pnu.ac.ir

\*\*\* استادیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران،  
noraniazad@pnu.ac.ir

\*\*\*\* دانشجوی دکتری گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه پیام‌نور، تهران، ایران،  
minahydari65@pnu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۱/۲۱، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴



مدل جاذبه و رگرسیون Panel-ARDL رابطه بین شکاف تکنولوژی و تجارت بخش صنعت برآورد شد. نتایج نشان داد که مدل جاذبه در بلندمدت در اقتصاد ایران برقرار است. هم‌چنین، در بلندمدت شکاف تکنولوژی ایران و طرف تجاری براساس شاخص هزینه‌های تحقیق و توسعه به کاهش تجارت بخش صنعت ایران و شرکای تجاری منجر خواهد شد. سایر نتایج حاکی از آن بود که شاخص سهم اقتصادی کشور طرف تجاری از تولید ناخالص جهانی و شاخص مشابهت با کاهش شکاف تکنولوژی ایران با کشورهای طرف تجاری باعث افزایش تجارت صنعتی می‌شود.

**کلیدواژه‌ها:** شکاف تکنولوژی، مدل جاذبه، رگرسیون Panel-ARDL، تجارت بین‌الملل.

**طبقه‌بندی JEL:** B22، C23، C81.

## ۱. مقدمه

امروزه، با توجه به جهانی شدن اقتصاد، تجارت خارجی بخش عمده‌ای از اقتصاد هر کشور را به خود اختصاص می‌دهد و از دیرباز ابزاری برای دستیابی به محصولات با کم‌ترین هزینه ممکن و در جهت اهداف رفاهی حکومت‌ها بوده است. جهانی شدن کسب‌وکارها باعث شده است که فعالیت‌های اقتصادی از همه مرزها عبور کنند. فعالیت‌های اقتصادی برای دستیابی به رشد اقتصادی بالا هدایت می‌شوند (Rana et al. 2022). توجه به اهمیت تجارت بین‌الملل، تحلیل و شناخت روابط تجاری کشور، و بررسی موانع یا مشوق‌های آن در مسیر پیشرفت اقتصادی نقش مؤثری را ایفا می‌کنند. چهار عامل اساسی در فرایند توسعه اقتصادی دخیل‌اند که عبارت‌اند از: منابع انسانی، منابع طبیعی، ایجاد سرمایه، و تکنولوژی (ibid.; Hitam and Borhan 2012). تکنولوژی در شکل‌دهی الگوهای تجارت نقش قابل‌ملاحظه‌ای ایفا کرده و بین تجارت و تکنولوژی در ادبیات تجربی رابطه معناداری وجود دارد. هم‌چنین در ادبیات و در نظریه‌های رشد به‌طور گسترده‌ای از نقش و قابلیت‌های عظیم تکنولوژیکی به‌عنوان عامل اصلی تفاوت‌های توسعه بین‌المللی اشاره شده است (Gebrerufael 2021). پیشرفت نسبی تکنولوژی عبارت است از فاصله بین تکنولوژی یک کشور و مرز فناوری جهان که به آن شکاف تکنولوژی می‌گویند (Ye et al. 2021). ارزیابی اثر شکاف تکنولوژیکی می‌تواند هم‌زمان هم مانع و هم مشوق برای روابط تجاری کشور باشد (اوحدی و دیگران ۱۳۹۶) و شکاف تکنولوژی عاملی است که در تجارت بین‌المللی تأثیر می‌گذارد (Ohady et al. 2021). نظریه شکاف تکنولوژیک، که همان تئوری

پانزر (Panzer) است، بیان می‌کند که وقتی محصول جدیدی توسط یک بنگاه نوآور و با استفاده از تکنولوژی مدرن در یک کشور تولید می‌شود، این کشور دارای موقعیت انحصاری موقت در تولید آن محصول می‌شود و سپس، با صادرات این کالا به کشورهای دیگر، مزیت نسبی تولید کالا از کشور مبدأ به مقصد منتقل می‌شود (Viner 2016). ایران نیز با داشتن مزیت‌های نسبی در منابع و سرمایه‌های فیزیکی و انسانی می‌تواند با الگویی اثربخش در مسیر توسعه و صنعتی‌شدن حرکت کند و در ردیف کشورهای نوظهور صنعتی قرار گیرد (سازمان صنعت، معدن، و تجارت ۱۳۹۶؛ The Ministry of Industry, Mines and Trade 2017). در حال حاضر ایران دارای نیروی انسانی با تحصیلات بالا (سرمایه انسانی) است. در بخش صنعت پتانسیل (به لحاظ نیروی انسانی متخصص، زیرساخت‌های اولیه صنعت، و غیره) وجود دارد. در همین خصوص، بازار وسیع و میل نهایی به مصرف بالا درون کشور نشان‌دهنده جذابیت واردات به ایران است. لذا به راحتی ایران با مشابه‌سازی می‌تواند جواب‌گوی بازار باشد و در عین حال رشد اقتصادی را افزایش دهد. به همین ترتیب، در مقایسه با بسیاری از شرکای خود، از تکنولوژی بالاتری برخوردار است و می‌تواند با صادرات رشد بیش‌تر را فراهم آورد. تجربه کشورهای توسعه‌یافته و در حال‌گذار به مرحله توسعه‌یافتگی حاکی از آن است که توسعه فناوری از ارکان اساسی یک نظام اقتصادی پویا، پایدار، و تأثیرگذار در روندهای جهانی است و حتی این موضوع در طبقه‌بندی کشورها از لحاظ توسعه‌یافتگی نقش ایفا کرده است و از مهم‌ترین راه‌کارهای گذر از بحران‌ها تکیه بر صنایع مبتنی بر فناوری و صنایع پیشرفته است (سازمان صنعت، معدن، و تجارت ۱۳۹۶). در عصر حاضر، مزیت نسبی به معنای برخورداری کشورها از منابع طبیعی نیست، بلکه برخورداری از دانش و تکنولوژی است. با این مقدمه باید بیان کرد که سطوح پیشرفت تکنولوژیکی بین کشورها و بخش‌های مختلف متفاوت است (Brodzicki and Kwiatkowski 2018). علاوه بر این، شواهد در سطح خرد نیز نشان می‌دهند که شکاف تکنولوژی در شرکت‌های مشابه در همان بخش واقع در یک کشور نیز متفاوت است (Bernard et al. 1995) که در نهایت توزیع بهره‌وری بسیار متفاوت در هسته مرکزی شرکت‌های ناهمگن را منعکس می‌کند. در تعریف شکاف تکنولوژی باید گفت که شکاف تکنولوژی به تفاوت سطح تکنولوژی به کار گرفته‌شده با بالاترین سطح تکنولوژی قابل دسترس اطلاق می‌شود که اندازه‌گیری آن به شیوه‌های مختلف صورت می‌گیرد (جانی ۱۳۹۴).

برای اندازه‌گیری شکاف تکنولوژی میان کشورهای معیارهای مختلفی وجود دارد، از جمله معیارهایی چون اختلاف در تعداد حق ثبت اختراع، معیار نسبت سرمایه به تولید میان شرکای تجاری، و غیره. یکی از این معیارها، که در مطالعه حاضر استفاده شده، درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه در GDP است، چراکه در چهارچوب فرضیه‌های نئوتکنولوژی، تحقیق و توسعه باعث مزیت تکنولوژیکی صنعت یک کشور در مقایسه با سایر کشورها می‌شود که ممکن است باعث کاهش (افزایش) تجارت درون صنعت افقی (عمودی) در صنعت کشور یادشده شود. هم‌چنین، در چهارچوب نظریه سازمان صنعتی، تحقیق و توسعه را می‌توان در زمره موانع ورود استراتژیک قلمداد کرد. در این چهارچوب، مخارج تحقیق و توسعه ممکن است از مبادلات درون صنعت (افقی) جلوگیری کند. در این حالت، مخارج تحقیق و توسعه از طریق مزیت نسبی یا مطلق باعث تولید محصولات با کیفیت متفاوت می‌شود. بنابراین، تجارت درون صنعت عمودی را افزایش می‌دهد (راسخی ۱۳۸۷). براساس آمار بانک جهانی درباره آمار و اطلاعات مربوط به شکاف تکنولوژی بین ایران و طرف‌های عمده تجاری (چین، آلمان، عراق، کره جنوبی، ترکیه، و امارات) با مقایسه درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه در GDP با کشورهای طرف می‌توان دریافت که از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه ایران تنها از کشور عراق بالاتر بوده و در مقایسه با سایر کشورهای طرف تجاری این هزینه کم‌تر بوده است. در واقع، یک شکاف چندبرابری بین ایران و طرف‌های تجاری وجود دارد.

باتوجه به موارد ذکرشده، شکاف در پیشرفت تکنولوژیکی می‌تواند یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تجارت دوجانبه و رشد اقتصادی بین کشورها باشد. حتی اگر آن‌ها یک سطح پیشرفت تکنولوژیکی داشته باشند یا با تجارت بین رهبر و پیرو روبه‌رو باشند، باز هم شکاف تکنولوژیکی بی‌تأثیر نیست. باتوجه به اهمیت مسئله موردنظر و با در نظر گرفتن بعضی استثنائات، بررسی تجربی نقش فناوری یا شکاف نوآوری در تعیین شدت جریان‌های تجاری با استفاده از رویکرد مدل جاذبه جذابیت بالایی دارد، چراکه نظریات مربوط به تجارت بین‌الملل فقط به لزوم صورت گرفتن تجارت بین کشورها اشاره دارند و نمی‌توانند عوامل تأثیرگذار در جریان تجارت را توضیح دهند تا از این طریق حجم جریان‌های تجاری را پیش‌بینی کنند. در این پژوهش از مدل جاذبه (gravity model) به‌عنوان عامل اثرگذار بر جریان نقدی استفاده شده است. هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر شکاف تکنولوژی بر تجارت بخش صنعت با استفاده از مدل جاذبه و سپس تعیین آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت با

استفاده از تکنیک ARDL براساس داده‌های پانل برای ۳۴ کشور است که بیش‌ترین تجارت در بخش صنعت را با ایران طی دوره زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ داشته‌اند. در ادامه، مطالعاتی که در این زمینه انجام شده ارائه شده است. در بخش سوم روش و متدولوژی تحقیق شرح داده شده، در بخش چهارم نتایج تجزیه و تحلیل داده‌ها بیان شده، و در انتها نتیجه‌گیری و پیشنهادهای ارائه شده است.

## ۲. ادبیات موضوع

در مدل رقابت انحصاری، کشورها انواع مختلفی از کالاهای متمایز را هم وارد و هم صادر می‌کنند. این نتیجه با مدل‌های ریکاردویی (Ricardian) و هکشر-اوهلین (Heckscher-Ohlin) متفاوت است. در این مدل‌ها، کشورها یا کالایی را صادر می‌کنند یا وارد می‌کنند، اما به‌طور هم‌زمان همان کالا را صادر و وارد نمی‌کنند. کشورها، تحت رقابت انحصاری، در تولید انواع مختلف کالاهای متمایز تخصص خواهند یافت و آن‌ها را به‌صورت صادرات و واردات مبادله خواهند کرد. الگوی تجاری رایج برای بررسی تجارت هم‌زمان کالایی استفاده از شاخص تجارت درون‌صنعتی (index of intra-industry trade) است. شاخص تجارت درون‌صنعتی بیان می‌دارد که چه نسبتی از تجارت در هر محصول شامل واردات و صادرات می‌شود، شاخص بالا (۱۰۰ درصد) نشان می‌دهد که مقدار مساوی از کالا وارد و صادر می‌شود، در حالی که شاخص پایین (صفر درصد) نشان می‌دهد که کالا یا وارد یا صادر می‌شود، اما نه هر دو. رابطه شاخص تجارت درون‌صنعتی به‌صورت زیر است:

$$\text{Index of intra - industry trade} = \frac{\text{Minimum of imports and exports}}{0.5(\text{Imports} + \text{exports})} \quad .1$$

شاخص تجارت درون‌صنعتی، میزان تجارت درون صنعت را برای یک محصول اندازه‌گیری می‌کند، اما چیزی در مورد میزان کل تجارت به ما نمی‌گوید. برای توضیح ارزش تجارت به رابطه متفاوتی به نام «معادله گرانش» نیاز است.

نیوتن (Newton) در سال ۱۶۸۷ قانون جهانی جاذبه (law of universal gravitation) را ارائه کرد که اشاره می‌کند نیروی جاذبه بین دو هدف  $i$  و  $j$  به‌صورت زیر است:

$$F_{ij} = G \frac{M_i M_j}{D_{ij}^2} \quad .2$$

که در آن،  $F_{ij}$  نیروی جذب،  $M_i$  و  $M_j$  دو توده،  $D_{ij}$  فاصله بین دو هدف، و  $G$  ثابت گرانشی است. نخستین بار این الگو را تینبرگن (Tinbergen 1962) و پویهونن (Poyhonen 1963) برای تحلیل جریان‌های تجاری بین‌الملل به کار بردند و به ابزاری عمومی در زمینه مطالعات بین‌الملل تبدیل شد.

براساس مطالعه تینبرگن (Tinbergen 1962)، شکل تابعی زیر می‌تواند برای جریان‌های تجارت بین‌الملل به کار رود:

$$Trade = B \frac{GDP_1 GDP_2}{dist^n} \quad .3$$

که در آن، trade جریان تجارت (مقادیر صادرات، واردات، یا مجموع هر دو) بین دو کشور،  $GDP_1$  و  $GDP_2$  اندازه اقتصادی مربوط به دو کشور، و  $dist$  فاصله بین دو کشور است.

برای توضیح دقیق‌تر این که چرا معادله گرانش در مدل رقابت انحصاری برقرار است، می‌توانیم با استفاده از  $GDP$  کشورهای مختلف از جبر استفاده کنیم. با تولید ناخالص داخلی کشور ۱،  $GDP_1$  شروع کنید. هر یک از کالاهای تولیدشده در کشور ۱، یک محصول متمایز است. بنابراین با انواع تولیدشده در کشورهای دیگر متفاوت است. هر کشور دیگری کالاهای کشور ۱ را تقاضا خواهد کرد (چون آن‌ها با کالاهای تولید داخل خود متفاوت‌اند) و میزان تقاضای آن‌ها به دو عامل بستگی دارد: ۱. اندازه نسبی کشور واردکننده (کشورهای بزرگ‌تر تقاضای بیش‌تری دارند)، ۲. فاصله بین دو کشور (دورتر بودن به هزینه‌های حمل‌ونقل بیش‌تر و تجارت کم‌تر منجر می‌شود). برای اندازه‌گیری اندازه نسبی هر کشور واردکننده از سهم آن از تولید ناخالص داخلی جهان استفاده می‌کنیم. به‌طور خاص، سهم کشور ۲ از تولید ناخالص داخلی جهان به صورت  $Share_2 = GDP_2 / GDP_W$  تعریف می‌شود و برای اندازه‌گیری هزینه‌های حمل‌ونقل مربوط به تجارت از فاصله افزایش‌یافته به یک توان یا فاصله استفاده می‌شود. با استفاده از این تعاریف، صادرات از کشور ۱ به ۲ به کالاهای موجود در کشور ۱ ( $GDP_1$ )، اندازه نسبی کشور ۲ ( $Share_2$ )، و هزینه‌های حمل‌ونقل بین آن‌ها (فاصله) بستگی خواهد داشت، لذا خواهیم داشت:

$$Trade = B \frac{1}{GDP_W} \frac{GDP_1 GDP_2}{dist^n} = B \frac{GDP_1 Share_2}{dist^n} \quad .4$$

در معادله گرانش، سایر عواملی که در میزان تجارت تأثیر می‌گذارند، در ثابت  $B$  منعکس می‌شوند (Feenstra and Taylor 2014: 188).



الگوی جاذبه باوجود موفقیت تجربی قابل ملاحظه به دلیل فقدان چهارچوب نظری قوی موردانتقاد واقع شده است. به تازگی، به منظور بنانهادن چهارچوب نظری الگوی جاذبه، نظریه‌های متفاوتی توسعه یافته‌اند. اندرسون (Anderson 1979)، برگستراند (Bergstrand 1985)، هلیمن و کروگمن (Helpman and Krugman 1985)، دیردورف (Deardorff 1998)، ایتون و کورتوم (Eaton and Kortum 2002)، و اندرسون و وینکوپ (Anderson and Van Wincoop 2003) چهارچوب خرد (microfoundation) را برای الگوی جاذبه توسعه داده‌اند. اندرسون (Anderson 1979) نخستین توصیف نظری را برای الگوی تعادل عمومی (general equilibrium) جاذبه برپایه خصوصیات سیستم مخارج ارائه و معادله جاذبه را با فرض تمایز تولید استنتاج کرد. یکی از محدودیت‌های معادله جاذبه اندرسون (ibid.) این است که از تابع مطلوبیت CES استنتاج نمی‌شود و با رجحان‌های CES این معادله پیچیده‌تر می‌شود. محدودیت دوم رویکرد اندرسون این است که همه قیمت‌ها را یک فرض می‌کند، درحالی‌که با هزینه‌های غیرمتقارن تجارت قیمت‌ها بین تولیدکننده‌ها متفاوت است.

این محدودیت‌ها به ادامه پایه‌گذاری نظری الگوی جاذبه توسط برگستراند (Bergstrand 1985) منجر شد. فروض اصلی وجود یک عامل تولید در هر کشور و تمایز تولید در کشورهاست. هم‌چنین، وی فرض می‌کند که ستاده توسط صادرکننده  $i$  در بازارهای خارجی بدون هزینه جانشین نمی‌شود، درحالی‌که در رویکرد اندرسون (Anderson 1979) کالاها بدون هزینه بین بازارهای مقصد جانشین می‌شوند. وجه تمایز معادله جاذبه برگستراند (Bergstrand 1985) حضور صریح قیمت‌هاست که بین کشورها متفاوت است. وی مبانی نظری تجارت دوجانبه را گسترش داد که در آن معادله جاذبه با الگوهای رقابت انحصاری مرتبط است. هم‌چنین یک معادله جاذبه از الگوی تجارت رقابت انحصاری استنتاج کرد که در آن کشورها در تنوع گوناگون محصول تخصص کامل دارند. اغلب مطالعاتی که تا سال ۲۰۰۳ از الگوی جاذبه استفاده کرده‌اند به اندرسون (Anderson 1979) و برگستراند (Bergstrand 1985) ارجاع داده‌اند، اما این مطالعات نقش قیمت‌های چندجانبه را در نظر نگرفته‌اند.

اندرسون و وینکوپ (Anderson and Van Wincoop 2003) الگوی جاذبه را برپایه سیستم مخارج CES استنتاج کردند که به راحتی قابل تخمین است. دو فرض اساسی در الگوی اندرسون و وینکوپ (ibid.) وجود دارد. فرض نخست این‌که کالاها براساس کشور

تولیدکننده متمایزند و فرض دوم آن که مصرف‌کنندگان رجحان‌های یک‌سان و هموتتیک دارند. به همین دلیل، از تابع مطلوبیت با کشش ثابت (CES) استفاده می‌شود. الگوی جاذبه اندرسون و وینکوپ (ibid.) نخستین بار مفهوم مقاومت‌های چندجانبه را در الگوی جاذبه وارد کرد.

مطالعات اندرسون (Anderson 1979)، هلیمن و کروگمن (Helpman and Krugman 1985)، برگستراند (Bergstrand 1985)، و ایتون و کورتوم (Eaton and Kortum 2002) نشان می‌دهند که معادله جاذبه می‌تواند در الگوهای تجارت با کالاهای متمایز به کار رود، به طوری که تمایز تولید می‌تواند از طریق کشورهای مبدأ، مقیاس اقتصادی، و تفاوت در موجودی عوامل تولید یا تکنولوژی به وجود آید. اگرچه ممکن است دلایل تمایز تولید متفاوت باشند، به هر حال می‌توانند یک نیروی جاذبه را به وجود آورند (Bergstrand and Egger 2013).

الگوی جاذبه تجاری با تعدادی از متغیرهای مجازی قابلیت تعمیم دارد، با این هدف که توضیح بیش‌تری از سطح تجارت ارائه شود (Dunlevy and Hutchinson 1999; Thursby and Thursby 1987; Rose 2000; Frankel and Rose 2002; Pollins 1989; Reuveny and Kang 2003; Gowa and Mansfield 1993; Mansfield and Bronson 1997; Van Beers 1998; McCallum 2008).

انتظار می‌رود کشورهای که مرز، زبان، و ارز مشترک با یک‌دیگر دارند یا در ادغام تجاری مشترک‌اند، بیش‌تر با یک‌دیگر تجارت کنند. متغیر دیگری که توضیح‌دهندگی تجارت بین شرکای تجاری را در الگوی جاذبه افزایش می‌دهد، متغیر لیندر است. براساس نظریه لیندر، تجارت دوجانبه بین کشورهای با درآمد سرانه مشابه بیش‌تر از کشورهای با درآمد سرانه متفاوت است. به عبارت دیگر، هرچه تفاوت درآمد سرانه بین دو کشور کم‌تر شود، تجارت بین آن‌ها افزایش می‌یابد. مطالعات گسترده‌ای در زمینه الگوی جاذبه انجام شده و در ایران تحقیقات زیادی به عوامل مؤثر در مدل جاذبه پرداخته‌اند. برای مثال فرزام و دیگران (۱۳۹۶) نشان دادند که نرخ ارز واقعی بر تراز تجاری در بلندمدت برای شرکای اروپایی و آسیایی در کل جهان بی‌معنی است، اما در کوتاه‌مدت ضریب متغیر نرخ ارز واقعی برای هر دو گروه شرکای تجاری موردبررسی مثبت و معنادار شده است. خدیو (۱۳۹۷)، زارعی (۱۳۹۷)، و نجار و کریم‌زاده (۱۳۹۲) به رابطه مثبت تولید ناخالص ملی با تجارت دوجانبه دست یافتند. خدیو (۱۳۹۷) و نجار و کریم‌زاده (۱۳۹۲) در تحقیق خود به این نتیجه رسید که ضریب فاصله جغرافیایی به‌عنوان معیاری از هزینه‌های حمل‌ونقل منفی

است که نشان می‌دهد هرچه فاصله بین پایتخت کشورها بیش‌تر باشد، میزان تجارت دوجانبه کم‌تر می‌شود. این درحالی است که همین متغیر در پژوهش هراتی و دیگران (۱۳۹۳) نتایج متفاوتی داشت. نجار و کریم‌زاده (۱۳۹۲) به این نتیجه رسید که طبق مدل جاذبه، متغیر جمعیت بر تجارت دوجانبه ایران با کشورهای منتخب اثرگذار است. اوحدی و دیگران (۱۳۹۶) در زمینه مطالعات مربوط به شکاف تکنولوژی به تأثیر شکاف تکنولوژی در روابط دوجانبه تجاری ایران پرداختند. آن‌ها در این خصوص بیان کردند که در هر زمان نه تنها تغییرات تکنولوژیکی توابع تولید غیرمشابه را بین کشورها به‌وجود می‌آورد، بلکه تغییرات تجارت را در طول زمان نیز باعث می‌شود. صادقی (۱۳۹۲) به برآورد پتانسیل صادراتی ایران در تجارت با کشورهای عضو گروه بریکس با استفاده از رویکرد مدل جاذبه پرداخت. نتایج حاکی از این بود که کشورهای گروه بریکس برای جذب صادرات ایران بازار مناسبی بودند و پتانسیل صادراتی ایران در تجارت با کشورهای مذکور را داشتند. فدایی و دیگران (۱۳۹۲) در مطالعه خود به این نتیجه دست یافتند که اندازه اقتصادی، درآمد سرانه، و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی آثار معنادار مستقیم و مسافت اثر معنادار، اما معکوس بر جریان تجاری ایران با بلوک‌های موردبررسی دارد. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که بالابودن درجه تمرکز و سودآوری موجب تشویق بنگاه‌ها به انتقال تکنولوژی است. رزاق و دیگران (Razzaq et al. 2021) تأثیر سرریزهای فناوری ناشی از OFDI چین را در رشد بهره‌وری کل عوامل مشروط به شکاف تکنولوژی بین چین و کشورهای میزبان BRI بررسی کردند و دریافتند که نخست، OFDI چین رشد بهره‌وری کشورهای میزبان BRI را افزایش می‌دهد. دوم، سرریزهای بهره‌وری ناشی از OFDI چین با افزایش شکاف فناوری کاهش می‌یابد و پس از یک آستانه مشخص این سرریزها کم‌تر مشخص می‌شوند. ژیانگ و ژی (Jiang and Xie 2021) به بررسی شکاف فناوری بین ایالات متحده و چین در زمانی پرداختند که شرکت‌های چینی در زنجیره‌های ارزش جهانی (GVC) در سطوح مختلف بالقوه به‌صورت پیوسته شرکت می‌کنند و یک رابطه N شکل بین دو متغیر کلیدی پیدا کردند و برای کاهش شکاف فناوری با ایالات متحده پیشنهاد دادند که شرکت‌های چینی در بازه زمانی متوسط درگیر GVC باشند. ماکیلا و دیگران (Makiela et al. 2020) به بررسی اثربخشی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، بهره‌وری بین‌بخشی، و شکاف تکنولوژیکی پرداختند و دریافتند که اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بهره‌وری بخش‌ها تأثیر مثبت داشته است و میزان و اثربخشی آن به شکاف فناوری بین اقتصاد میزبان و مهمان بستگی دارد. بردسکی و کاواتوفسکی (Brodzicki and Kwiatkowski 2018) مطالعه تجربی

درمورد نقش شکاف فناوری در روابط تجاری کشورهای عضو اتحادیه اروپا را بررسی کردند. نتایج نشان داد که شکاف فناوری در تعیین شدت روابط تجاری فعلی کشورهای عضو اتحادیه اروپا نقش مهمی را ایفا می‌کند. هم‌چنین، تأثیر شکاف فناوری، با توجه به گروه‌ها و شرکای مختلف، بسته به میزان پیشرفت تکنولوژی آن‌ها متفاوت است. میلیکان و چیتامبرا (Malikane and Chitambara 2017) در تحقیق خود، که از دو معیار فاصله از مرز تکنولوژی و شکاف درآمد به‌عنوان شکاف تکنولوژی استفاده کردند، به این نتیجه رسیدند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی آثار مثبت، ولی ضعیف بر رشد بهره‌وری دارد. آبلیانسکی و هیلبرت (Abeliansky and Hilbert 2017) در تحقیق خود به این نتیجه رسیدند که کیفیت داده‌ها و کمیت اشتراکات بر هردو روی تجارت اثرگذارند. بردسکی و سلدزیاسکا (Brodzicki and Sledziewska 2015) در این رابطه به نتایج مشابه دست یافتند. کامویو و مבוور (Kamoyo and Mabvure 2012) با استفاده از الگوی جاذبه تعمیم‌یافته به بررسی عامل تکنولوژیکی بر صادرات کشور آفریقای زیمباوه پرداختند. طبق نتایج، از آن‌جا که رقابت‌پذیری صادرات تحت تأثیر عامل تکنولوژیکی نبوده است، تکنولوژی عامل اصلی در تعیین صادرات کشوری مثل زیمباوه نیست، اما اندازه اقتصادی متغیر اثرگذار است و به‌منظور بهبود در رقابت‌پذیری صادرات این کشور، سرمایه‌گذاری در تکنولوژی از طریق فعالیت‌های تحقیق و توسعه الزامی است.

مرور مطالعات گذشته نشان می‌دهد که آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت شکاف تکنولوژی در ایران بررسی نشده‌اند و از آن‌جا که یکی از عوامل اثرگذار بر شکاف تکنولوژی مسئله زمان است، ضروری است که تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت شکاف تکنولوژی در تجارت بررسی شوند. مسئله دیگری که باید بدان توجه کرد آن است که تکنولوژی، برحسب میزان شکافی که با سایر شرکای عمده تجاری وجود دارد، ممکن است در کشور ما تأثیرات متفاوتی داشته باشد. در واقع، هنوز مشخص نیست که شکاف تکنولوژی بخش صنعت در ارتباط با کشورهای طرف عمده تجاری با سطوح بالاتر یا پایین‌تر تکنولوژی چگونه بر میزان تجارت ایران اثرگذار خواهد بود. لذا از این نظر نیز مطالعه حاضر نوآوری دارد.

### ۳. طراحی الگوی مدل

هدف پژوهش حاضر بررسی اثر شکاف تکنولوژی بر بخش صنعت با استفاده از مدل جاذبه است. جامعه آماری را کشورهای تشکیل داده‌اند که بیش‌ترین تجارت را در بخش

صنعت طی دوره زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۲۰ با ایران داشته‌اند. داده‌های موردنیاز از بانک‌های اطلاعاتی مختلف از جمله بانک جهانی، بانک مرکزی، و سازمان گمرک جمهوری اسلامی ایران استخراج شدند. در این پژوهش براساس این که داده‌ها به صورت ترکیبی یا پانل هستند، ابتدا مدل جاذبه براساس داده‌های موجود برآورد و سپس از روش ARDL نیز براساس داده‌های پانل، برای تعیین تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت، استفاده می‌شود. در ادامه، درباره مدل مورد استفاده در این تحقیق، یعنی الگوی جاذبه تعمیم یافته، شرح مختصری آورده می‌شود.

### ۱.۳ الگوی جاذبه تعمیم یافته (مدل اصلی پژوهش)

در پژوهش حاضر از الگوی جاذبه تعمیم یافته برای بررسی اثر شکاف تکنولوژی بر تجارت بخش صنعت استفاده شده است که در ادامه شرح داده خواهد شد.

مدل مورد نظر در این تحقیق، براساس مدل جاذبه تعمیم یافته فینسترا و تیلور (Feenstra and Taylor 2014) و راویشانکار و استاک (Ravishankar and Stack 2014) به این صورت خواهد بود:

$$LTR = f(Lshare, LSIM, LGT, LDIS) \quad ۵$$

در رابطه ۵، LTR میزان تجارت ایران با سایر شرکای تجاری در بخش صنعت (صادرات به علاوه واردات) است.

Lshare شاخص اندازه اقتصادی کشوری است که با ایران مبادله تجاری دارد که از لگاریتم سهم تولید ناخالص داخلی کشور مقابل از کل تولید ناخالص جهانی به دست می‌آید.

LSIM شاخص مشابهت است که براساس رابطه ۴ محاسبه می‌شود:

$$LSIM = \ln(1 - ((gdp_i / (gdp_i + gdp_j))^2 - ((gdp_j / (gdp_i + gdp_j))^2)) \quad ۶$$

LGT شاخص شکاف تکنولوژی است که اختلاف لگاریتم هزینه‌های تحقیق و توسعه ایران و طرف تجاری است.

LDIS نیز شاخص فاصله است که از لگاریتم هزینه حمل و نقل جهانی برای تجارت بین‌المللی (global transport costs for international trade) با طرف‌های تجاری به دست می‌آید.

مدل خطی در این تحقیق به صورت رابطه ۷ فرمول بندی شده است:

$$LTR = \beta_0 + \beta_1 Lshare_{jt} + \beta_2 LSIM_{jt} + \beta_3 LGT_{jt} + \beta_4 LDIS_{jt} + u_t \quad ۷$$

در این مطالعه، باتوجه به این که داده های مورد استفاده از نوع تابلویی هستند، برای بررسی ارتباط کوتاه مدت و بلندمدت بین متغیرها از روش پانل دیتا استفاده شده است. برای برآورد پانل ARDL از مدل های تابلویی ناهمگن، که مبتنی بر سه تخمین زن میانگین گروهی (Mean Group/ MG) پسران و اسمیت (1995)، میانگین گروهی تلفیقی (Pooled Mean Group/ PMG)، و اثرات ثابت پویا (Dynamic Fix Effect/ DFE)، که توسط پسران در سال ۱۹۹۹ مطرح شده است، استفاده خواهد شد.

پسران و پسران (Pesaran and Pesaran 1997)، پسران و شین (Pesaran and Shin 1995)، و پسران و دیگران (Pesaran et al. 2001) الگوی ARDL را به صورت رابطه ۸ ارائه کرده اند:

$$\alpha(L, p)y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \beta_i(L, q_i)x_{it} + \varepsilon_t \quad ۸$$

که در آن  $\alpha_0$  جزء ثابت،  $y_t$  متغیر وابسته،  $L$  عملگر وقفه، و  $P$  درجه بهینه وقفه است.

باتوجه به رابطه های بالا رابطه بلندمدت را می توان به این صورت نوشت:

$$y = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i x_i + v_t \quad ۹$$

$$v_t = \frac{\varepsilon_t}{\alpha(L, p)} \quad ۱۰$$

$$\alpha = \frac{\alpha_0}{\alpha(L, p)} \cdot \beta_i = \frac{\beta_i(L, q)}{\alpha(L, p)} \quad ۱۱$$

در الگوی ARDL و باتوجه به ضرایب حاصل از معادله بلندمدت معادله تصحیح خطا عبارت خواهد بود از:

$$\Delta y_t = \Delta \alpha_0 - \sum_{j=2}^p \alpha_j \Delta y_{t-j} + \sum_{i=1}^q \beta_{i0} \Delta x_{it} - \sum_{i=1}^q \sum_{j=2}^p \beta_{i, t-j} \Delta x_{i, t-j} - \alpha(L, p)ECM_{t-1} + \varepsilon_t \quad ۱۲$$

$$ECM_t = y_t - \alpha - \sum_{i=1}^p \beta_i x_{it} \quad ۱۳$$

در معادلات بالا  $\Delta$  بیانگر تفاضل درجه اول است و ضرایب وارد شده در الگو نیز ضرایبی هستند که از معادلات اصلی به دست آمده اند. ضریب متغیر  $ECM_{t-1}$  نشان دهنده سرعت تعدیل خواهد بود. برای برآورد رابطه بلندمدت در مرحله اول لازم است وجود

رابطه بلندمدت بین متغیرها را براساس تئوری اقتصادی موجود جست‌وجو کرد. چنانچه در این ارتباط تئوری مشخص اقتصادی وجود نداشته باشد، می‌توان از آزمون‌های کارآمد اقتصادسنجی استفاده کرد. در مرحله دوم ضرایب کوتاه‌مدت و بلندمدت با استفاده از معادلات بالا و براساس رابطه‌ای که از مرحله اول نتیجه می‌شود، به دست خواهند آمد. برای تعیین رابطه بین متغیرها از رگرسیون‌های تصحیح خطا به صورت زیر و با فرض این‌که هریک از متغیرها می‌توانند متغیر وابسته باشند، استفاده می‌شود:

$$\Delta y_t = \alpha_{0y} - \sum_{i=1}^n b_{iy} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^n c_{iy} \Delta x_{t-i} + \gamma_{1y} y_{t-1} + \gamma_{2y} x_{t-1} + \varepsilon_{1t} \quad 14$$

$$\Delta x_t = \alpha_{0x} - \sum_{i=1}^n b_{ix} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^n c_{ix} \Delta x_{t-i} + \gamma_{1x} y_{t-1} + \gamma_{2x} x_{t-1} + \varepsilon_{2t} \quad 15$$

باتوجه به معادلات بالا برای آزمون وجود رابطه بلندمدت از آزمون F استفاده می‌شود. فرض صفر برای آزمون رابطه بلندمدت برای مثال در رابطه اولی عبارت خواهد بود از:

$$H_0: \gamma_{1y} = \gamma_{2y} = 0 \quad 16$$

چنانچه مقدار F محاسبه شده بزرگ‌تر از F جدول (مقدار بحرانی) باشد، بدون اطلاع از درجه هم‌گرایی متغیر یا سری زمانی می‌توان قضاوت کرد که رابطه بلندمدت بین متغیرها طبق معادله تشکیل شده وجود دارد.

به‌طور کلی، مدل پانل ARDL شامل سه تخمین‌زن میانگین گروهی (MG)، میانگین گروه تلفیقی (PMG)، و اثرات ثابت پویا (DFE) است. هر سه برآوردگر، در فرایند تعدیل پویا، ناهمگنی و تعادل بلندمدت را در نظر می‌گیرند (Demetriades and Hook 2006). در روش MG برای هر مقطع یک مدل برآورد و میانگین ضرایب مدل‌های برآورد شده به‌عنوان ضریب در مدل MG گزارش می‌شود. در این روش ضرایب بلندمدت، ضرایب کوتاه‌مدت، ضرایب تصحیح خطا، واریانس خطاها، و عرض از مبدأ برای هر مقطع باهم متفاوت‌اند. در مقابل، روش PMG به این صورت است که ضرایب بلندمدت را برای تمام کشورها یک‌سان در نظر می‌گیرد، ولی عرض از مبدأ، ضرایب ECM، ضرایب کوتاه‌مدت، و واریانس جملات خطا را برای هر مقطع محدود نمی‌کند (Pesaran 1999). روش DFE نیز بسیار به برآوردگر PMG شبیه است. در این روش، ضرایب شیب در بلندمدت در سراسر کشورها برابرند. علاوه‌براین، تخمین‌زن DFE محدودیتی اعمال می‌کند که واریانس خطاها و سرعت ضریب تعدیل و ضرایب کوتاه‌مدت برای تمامی کشورها نیز برابر باشند. در روش DFE برای تمام کشورها مدل‌های جداگانه‌ای تخمین زده می‌شود.

سپس، عرض از مبدأ این مدل‌ها، که باهم متفاوت‌اند، میانگین‌گیری و به‌عنوان عرض از مبدأ مشترک برای تمامی مدل‌ها گزارش می‌شود.

#### ۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

درابتدا، همان‌طور که قبلاً اشاره شد، به بررسی اثر شکاف تکنولوژی بر تجارت بخش صنعت با استفاده از مدل جاذبه پرداخته می‌شود. جامعه آماری مورد بررسی مشتمل بر ۴۳ کشور طرف تجاری ایران برای دوره زمانی بیست‌ساله، ۲۰۰۱-۲۰۲۰ (۸۶۰ کشور-سال) است که از پایگاه‌های داده بانک جهانی (<https://www.data.worldbank.org>)، تریدمپ (<https://www.trademap.org>)، آنکتاد (<https://www.unctadstat.unctad.org>)، و مرکز آمار (<https://www.amar.org.ir>) استخراج شده‌اند.

#### ۱.۴ آزمون ریشه واحد (ایستایی)

قبل از تخمین، مدل ایستایی متغیرها برای جلوگیری از رگرسیون کاذب باید بررسی شود. باتوجه به ماهیت پانلی متغیرهای پژوهش از آزمون ریشه واحد ایم، پسران، و شین استفاده شده است.

جدول ۱. بررسی ایستایی متغیرهای پژوهش (آزمون ایم، پسران، و شین)

ایستایی در سطح I(0)		نام و علامت اختصاری متغیر
احتمال آماره آزمون	آماره آزمون	
۰/۰۰۰۰	-۶/۶۴۵۱	تجارت ایران با سایر شرکای تجاری در بخش صنعت LTR
۰/۰۰۰۰	-۱۰/۹۸۶۴	شاخص اندازه اقتصادی Lshare
۰/۰۰۰۰	-۵/۶۱۶۸	شاخص مشابهت LSIM
۰/۰۰۰۰	-۱۸/۶۳۳۰	شاخص فاصله LDIS
۰/۰۰۰۰	-۱۶/۶۶۸۷	شاخص شکاف تکنولوژی LGT

منبع: یافته‌های تحقیق

همان‌گونه که در جدول ۱ ملاحظه می‌شود، براساس آزمون ایم، پسران، و شین همه متغیرها در سطح ایستا هستند. لذا می‌توان از الگوهای Panel-ARDL استفاده کرد، زیرا در



مقاله بیس شرط استفاده از این روش، که توسط پسران و دیگران (Pesaran et al. 1999) ارائه شده، این است که تمامی متغیرها  $I(0)$  یا  $I(1)$  باشند. به منظور برآورد نتایج در مدل‌های ARDL آزمون هم‌جمعی و هم‌چنین تعیین وقفه بهینه نیز انجام می‌شود، اما در مدل‌های Panel-ARDL آزمون هم‌جمعی انجام نمی‌شود. هم‌چنین، برای تعیین وقفه بهینه معمولاً کم‌ترین وقفه برای متغیرها تعیین می‌شود، چراکه وقفه‌های بالاتر باعث بی‌اعتباری آزمون‌ها در رابطه با تعیین تأثیرات بلندمدت می‌شود (Chandio and Jiang 2019). لذا در این مطالعه نیز وقفه یک به عنوان وقفه بهینه تعیین شده است.

#### ۲.۴ آزمون‌های پانلی

باتوجه به ماهیت پانلی داده‌های تحقیق لازم است آزمون‌هایی برای اطمینان از کاربرد مدل‌های پانلی صورت پذیرد. نخستین آزمون، که به آن اشاره می‌شود، آزمون ترکیب‌پذیری (انتخاب میان برآورد رگرسیون‌های جداگانه برای هر کشور و برآورد یک رگرسیون تلفیقی برای همه کشورها) است. در این آزمون به این سؤال پاسخ داده می‌شود که آیا داده‌ها ماهیت تلفیقی دارند یا به‌طور طبیعی با داده‌های پانل مواجهیم. مدل مقید مدل تلفیقی است که یک معادله رفتاری با پارامترهای یک‌سان در طول زمان و در کشورهای مختلف را نشان می‌دهد، اما مدل غیرمقید نشان‌دهنده معادله رفتاری با پارامترهای مختلف در طول زمان یا در کشورهای مختلف است (Baltagi 2001: 53). بالتاجی (Baltagi 2001) توصیه می‌کند برای ادغام‌پذیری به آزمون روی-زلنر تکیه کنید، مگر این‌که مطمئن شوید که فرض اساسی آزمون چاو درست است. لذا مدل ۱۷ در نظر گرفته می‌شود:

$$y_{it} = \alpha + \beta_i X_{it} + \varepsilon_{it} \quad .17$$

که در آن  $\varepsilon_{it}$  خطای استوکاستیک و  $\alpha, \beta_i$  ضرایب مدل هستند. فرضیه صفر آزمون روی-زلنر اعمال شده بر روی ضرایب شیب به صورت رابطه ۱۸ است:

$$\beta_i = \beta \quad .18$$

با این فرض که  $\varepsilon_{it} = \eta_i + u_{it}$  که در آن داریم  $\eta_i = N(0, \sigma_\eta^2)$  و  $u_{it} = N(0, \sigma_u^2)$  (Vaona 2008).

جدول ۲. نتایج آزمون ترکیب پذیری

مقدار احتمال	مقدار آماره	آماره
۰/۰۰۰۰	۲۰ E+۶	$\chi^2(168)$

منبع: یافته‌های تحقیق

نرم افزار استاتاستیک طبق آزمون والد، که به صورت خسی دو با درجه آزادی ۱۶۸ توزیع شده است، فرض صفر آزمون ترکیب پذیری را رد می کند که مطابق با نتایج بالتاجی (Baltagi 2001) است. در ادامه، به آزمون های مربوط به استفاده از داده های تلفیقی (pool) در مقابل مدل اثرات ثابت (FE) با آزمون F لیمر و نیز استفاده از داده های تلفیقی در مقابل مدل اثرات تصادفی (RE) با آزمون بروش و پاگان (Breusch and Pagan) پرداخته می شود.

جدول ۳. آزمون های F لیمر و بروش و پاگان

مقدار احتمال	مقدار آماره	آماره
۰/۰۰۰۰	۹۵/۴۳	F (۴۲ و ۸۱۳)
۰/۰۰۰۰	۴۴۸۳/۲	$\chi^2$

منبع: یافته‌های تحقیق

طبق نتایج جدول ۳، مدل داده های تلفیقی در مقابل مدل های اثرات ثابت و تصادفی رد شده است.

### ۳.۴ آزمون هاسمن

همان طور که قبلاً اشاره شد، مدل Panel-ARDL شامل سه تخمین زن میانگین گروهی (MG)، میانگین گروه تلفیقی (PMG)، و اثرات ثابت پویا (DFE) است. برای تعیین روش مناسب بین سه تخمین زن MG، PMG، و DFE آزمون هاسمن به کار گرفته می شود. بعد از برآورد مدل های مذکور، نتایج آزمون هاسمن در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۴. آزمون هاسمن برای تعیین تخمین زننده قابل اتکا

نتایج آزمون هاسمن بین تخمین زننده های PMG و DFE		نتایج آزمون هاسمن بین تخمین زننده های PMG و MG	
مقدار آماره کای دو	احتمال	مقدار آماره کای دو	احتمال
۰/۱۶۷۶	۶/۴۶	۰/۹۵۴۰	0/30

منبع: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج آزمون هاسمن، در تمامی مدل‌های پژوهش بین دو تخمین‌زننده PMG و MG احتمال آماره کای دو بیش‌تر از سطح خطای ۵ درصد است. لذا می‌توان گفت که تخمین‌زننده PMG تخمین‌زنی کارآ نسبت به تخمین‌زننده MG است. هم‌چنین، با بررسی آزمون هاسمن برای خوبی برازش دو تخمین‌زننده PMG و DFE نیز، نتایج نشان می‌دهد که احتمال آماره کای دو بیش‌تر از سطح خطای ۵ درصد است. لذا تخمین‌زننده PMG تخمین‌زنی کارآ نسبت به تخمین‌زننده DFE است. بنابراین، در حالت کلی می‌توان تخمین‌زننده PMG را به‌عنوان تخمین‌زننده کارآ دانست و نتایج آن گزارش می‌شود. به‌منظور دستیابی به اهداف پژوهش، نقش شکاف تکنولوژی در تجارت صنعت براساس شاخص هزینه‌های تحقیق و توسعه، طبق مدل جاذبه، برآورد و نتایج آن در جدول ۵ ارائه شد.

جدول ۵. تأثیر شکاف تکنولوژی براساس شاخص هزینه‌های تحقیق و توسعه در تجارت صنعت

متغیر	نماد	ضریب	انحراف معیار	آماره z	احتمال آماره z
اثرات بلندمدت					
شاخص سهم اقتصادی کشور طرف تجاری	***Lshare	۱/۲۵۱۹	۰/۴۶۲۵	۲/۷۱	۰/۰۰۷
شاخص مشابهت	***LSIM	۰/۲۰۲۷	۰/۰۵۰۹	۳/۹۸	۰/۰۰۰
شاخص فاصله (هزینه حمل‌ونقل)	***LDIS	-۱/۶۵۳۱	۰/۲۵۹۸	-۶/۳۶	۰/۰۰۰
شکاف تکنولوژی صنعتی ایران و طرف تجاری (هزینه تحقیق و توسعه)	***LGT	-۰/۷۳۲۶	۰/۱۰۱۶	-۷/۲۱	۰/۰۰۰
اثرات کوتاه‌مدت					
شاخص سهم اقتصادی کشور طرف تجاری	$\Delta$ Lshare	-۰/۲۹۳۰	۲/۶۲۶۴	-۰/۱۱	۰/۹۱۱
شاخص مشابهت	*** $\Delta$ LSIM	-۰/۴۷۴۰	۰/۱۵۶۸	-۳/۰۲	۰/۰۰۳
شاخص فاصله (هزینه حمل‌ونقل)	$\Delta$ LDIS	۰/۳۵۴۱	۰/۴۲۳۰	۰/۸۴	۰/۴۰۳
شکاف تکنولوژی صنعتی ایران و طرف تجاری (هزینه تحقیق و توسعه)	*** $\Delta$ LGT	۱/۵۹۱۳	۰/۷۶۹۵	۲/۰۷	۰/۰۳۹
جمله تصحیح خطا	***EC	-۰/۵۴۵۷	۰/۰۵۴۸	-۹/۹۶	۰/۰۰۰
عرض از مبدأ	***C	۹/۲۷	۱/۰۰۵	۹/۲۳	۰/۰۰۰
- ***، **، * و * به ترتیب معناداری در سطح احتمال ۹۹، ۹۵، و ۹۰ درصد					

منبع: یافته‌های تحقیق

از آن‌جاکه رابطه تجارت با عامل‌های سهم اقتصادی کشور طرف تجاری و فاصله (هزینه حمل‌ونقل) در بلندمدت از لحاظ آماری در سطح ۹۹ درصد معنی‌دار و هم‌چنین طبق مبانی

نظری، شاخص سهم اقتصادی کشور طرف تجاری از تولید ناخالص جهانی در تجارت صنعتی ایران با کشورهای طرف تجاری تأثیر مثبت داشته و نیز شاخص فاصله بر مبنای هزینه‌های حمل و نقل بین‌المللی در متغیر وابسته تأثیر منفی داشته است. از طرفی، سایر شاخص‌های مورد استفاده در الگو (شاخص مشابهت و شکاف تکنولوژی ایران بر اساس هزینه‌های تحقیق و توسعه) از لحاظ آماری معنی‌دار بوده‌اند. لذا می‌توان گفت که بر اساس مدل مورد استفاده تحقیق، الگوی جاذبه در اقتصاد ایران صادق است، اما تجارت صنعتی در کوتاه‌مدت رفتار غیرسیکلی با حالت بلندمدت دارد.

به منظور بررسی تأثیر شکاف تکنولوژی در تجارت صنعت، نتایج جدول ۳ نشان می‌دهد که شکاف تکنولوژی ایران و طرف تجاری، بر اساس شاخص هزینه‌های تحقیق و توسعه بر تجارت بخش صنعت با کشورهای طرف تجاری، از لحاظ آماری معنی‌دار بود. هم‌چنین، علامت منفی ضریب شاخص حاکی از آن است که افزایش شکاف تکنولوژی ایران و طرف‌های تجاری به کاهش تجارت بخش صنعت ایران با شرکای تجاری منجر خواهد شد. به بیان دیگر، می‌توان گفت افزایش شکاف تکنولوژی بین ایران و کشورهای طرف تجاری سبب کاهش پتانسیل تجاری ایران با کشورهای طرف تجاری می‌شود.

ضریب مثبت و معنی‌دار شاخص سهم اقتصادی کشور طرف تجاری و شاخص مشابهت نشان می‌دهد که با افزایش درآمد و تولیدات کشورهای طرف تجاری، میزان تقاضا برای واردات و نیز عرضه کالاهای صنعتی برای ایران افزایش می‌یابد. از طرفی، به تجارت بیش‌تر با کشورهایی تمایل زیادی وجود خواهد داشت که مشابهت زیادی با اندازه اقتصادی ایران داشته باشند. ضریب منفی و معنادار شاخص فاصله بر اساس هزینه‌های حمل و نقل نشان‌دهنده این است که با ثبات سایر متغیرها و با افزایش یک درصدی هزینه‌های حمل و نقل تجارت ایران با کشورهای طرف تجاری حدود  $1/65$  - درصد کاهش خواهد داشت. این مقدار، که بیش‌ترین تأثیرگذاری در الگوی جاذبه است، نشان‌دهنده این امر است که شاخص فاصله شاخصی مهم و کلیدی در تجارت با کشورهای طرف تجاری است.

ضریب جمله تصحیح خطا در الگوی مورد نظر نیز بیان‌گر آن است که اثر یک شوک پس از یک دوره  $54/57$  درصد کاهش می‌یابد.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادهای

براساس آنچه در این مطالعه گفته شد، تکنولوژی در شکل‌دهی الگوهای تجارت نقش قابل‌ملاحظه‌ای را ایفا می‌کند و رابطه معناداری بین تجارت و تکنولوژی در ادبیات تجربی وجود دارد. ارزیابی اثر فاصله و شکاف تکنولوژیکی، به‌منزله متغیری که می‌تواند به‌شکل یک مانع یا یک مشوق برای روابط تجاری کشور عمل کند، حائز اهمیت است.

نتایج نشان داد که شکاف تکنولوژی ایران و طرف تجاری براساس شاخص هزینه‌های تحقیق و توسعه به کاهش تجارت بخش صنعت ایران و شرکای تجاری منجر خواهد شد. دلیل چنین مسئله‌ای را می‌توان براساس نظریه رشد شومپیتر این‌گونه توضیح داد که تهدید ورود تکنولوژی برای کشوری هم‌چون ایران در ابتدای امر باعث می‌شود که بیش‌تر نوآوری کنند و این موجب رشد بهره‌وری می‌شود. درواقع، درجهت رقابت بیش‌تر در سطح بین‌المللی، تجارت بیش‌تر با کشورهایی که شکاف تکنولوژی بالایی با آن‌ها داریم، در کوتاه‌مدت میزان تجارت صنعتی (صادرات و واردات) افزایش می‌یابد، اما با گذشت زمان در صنایع رقابتی موجب خارج‌شدن صنایع ناکارآ و با تکنولوژی پایین می‌شود و در صنایع انحصاری، که حاشیه سود به‌نسبت بالایی دارند، هرچند سبب خروج آن‌ها از بازار نشوند، قدرت رقابت‌پذیری آن‌ها را کاهش خواهد داد. بنابراین، افزایش شکاف تکنولوژی در بلندمدت در میزان تجارت تأثیر منفی خواهد داشت، مگر این‌که با کاهش شکاف تکنولوژی صنایع داخلی و به‌تبع آن تجارت نیز تقویت شود. این نتایج مطابق با یافته‌های کابیلاس (Kubiela 2011) است. آقیون و دیگران (Aghion et al. 2009) نیز بیان کردند که بین ورود تکنولوژی در صنایع عقب‌مانده ارتباط ضعیف یا حتی منفی وجود دارد.

نتایج نشان داد که مدل جاذبه در اقتصاد ایران در بلندمدت برقرار بوده است. لذا با تجارت با کشورهای مشابه، به‌دلیل کاهش شکاف تکنولوژی، و با کشورهای با سهم بیش‌تر از تولید ناخالص جهانی از طریق سرریز تکنولوژی و به‌تبع آن کاهش شکاف تکنولوژی شاهد رشد و بهبود تجارت صنعتی خواهیم بود. ازسویی، طبق داده‌های بانک مرکزی سهم واردات واسطه‌ای و سرمایه از کل واردات به‌طور متوسط بیش از ۸۰ درصد بوده است. از آن‌جاکه این نوع واردات در تولید نقش مهمی را ایفا می‌کنند و ازطرفی، صادرات صنعتی تابع تولید داخلی است، بحث تکنولوژی در تجارت صنعتی حائز اهمیت است و به‌تبع، در تجارت صنعتی با ارتباط با کشورهای بزرگ از لحاظ سهم تولید ناخالص جهانی شاهد سرریز تأثیرات تکنولوژیکی خواهیم بود.

آیقون و دیگران (ibid.) بیان کردند که ارتباط ضعیف یا حتی منفی بین ورود تکنولوژی در صنایع عقب مانده وجود دارد. هم چنین، با بررسی ضریب شکاف تکنولوژی در کوتاه مدت، مشاهده شد که این ضریب تنها در کشورهای با شکاف تکنولوژی بالا معنادار شده است، ولی در کشورهای با شکاف تکنولوژی پایین بر تجارت اثرگذار نیست. این نتیجه نیز کاملاً انتظار می رود، چراکه شکاف تکنولوژی بالا براساس مسائل پیش گفته وضعیت رشد کشور را دچار مشکل می کند. بنابراین، در کوتاه مدت نیز به کاهش تجارت منجر می شود، اما در کشورهای با شکاف تکنولوژی پایین، در کوتاه مدت، افزایش شکاف در هزینه های تحقیق و توسعه به کاهش تجارت منجر نمی شود، چراکه ایران با حفظ تجارت خود با این کشورها به دنبال جلوگیری از عقب ماندگی خود است. البته در حالت کلی، براساس مطالعات آیقون و دیگران (ibid.)، برای کشورهای دور از مرز تکنولوژی رابطه منفی و بی معنا توجیه پذیر است.

نتایج بررسی سایر عوامل مؤثر در تجارت صنعتی ایران و شرکای تجاری بیانگر آن است که تجارت با همسایگان، به دلیل کاهش هزینه های حمل و نقل، و با کشورهای بزرگ به دلیل اثرات سرریز تکنولوژی با نتایج تحقیق سازگار است.

براساس نتایج و با توجه به تأثیر شکاف تکنولوژی در تجارت بخش صنعت ایران و شرکای تجاری پیش نهاد می شود که دولت با افزایش سرمایه گذاری در هزینه های تحقیق، توسعه، و غیره در شرایط تحریم به افزایش قدرت تکنولوژیکی کشور اقدام کند، چراکه وجود شکاف تکنولوژی به کاهش تجارت منتج می شود و کشورهای کم تری به تجارت با ایران تمایل خواهند داشت یا تجارت صرفاً براساس مزیت مطلق و نسبی (بیش تر در مواد اولیه و انرژی) صورت خواهد گرفت. هم چنین، پیش نهاد می شود که دولت ها و مراکز تحقیقاتی برنامه هایی بلندمدت برای رشد فناوری داشته باشند.

در حالت کلی، براساس نتایج این پژوهش، افزایش مشارکت بخش خصوصی در اقتصاد (به طوری که دولت تنها ناظر باشد) و ثبات در قوانین تجاری باید به توسعه فناوری و کمک به رشد و توسعه کشور بینجامد. بدین منظور، تأکید بر مزیت های نسبی ایران در مقایسه با سایر کشورها می تواند در بهبود هرچه سریع تر مؤثر باشد. هم چنین، ایجاد مشوق های انجام فعالیت های فناورانه هم چون پارک های علم و فناوری و تسهیل فرایند شرکت های دانش بنیان می تواند در این مسیر مؤثر باشد.

## پی‌نوشت

۱. این مقاله برگرفته از رساله دکتری مینا حیدری، به‌راهنمایی دکتر یگانه موسوی، از دانشگاه پیام‌نور است.

## کتاب‌نامه

- اوحدی، سپیده، سیدکمیل طیبی، و محمد واعظ برزانی (۱۳۹۶)، «تأثیر شکاف تکنولوژی بر روابط دوجانبه تجاری ایران: رویکرد شبه‌پارامتری»، فصل‌نامه اقتصاد و الگوسازی، دوره ۸، پیاپی ۳۱.
- برنامه راه‌بردی وزارت صنعت، معدن، و تجارت (۱۳۹۶)، معاونت طرح و برنامه، ویرایش دوم.
- جانی، سیاوش (۱۳۹۴)، «تحلیل و بررسی تأثیر ساختار بازار بر شکاف تکنولوژی در صنایع کارخانه‌ای ایران»، فصل‌نامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، دوره ۲۳، پیاپی ۷۶.
- خدیو، یسری (۱۳۹۷)، برآورد پتانسیل تجاری میان ایران و گروه دی هشت، به‌کمک مدل جاذبه، به‌روش *GMM* فضایی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، ایلام: دانشکده ادبیات و علوم انسانی دانشگاه ایلام.
- راسخی، سعید (۱۳۸۷)، «تجارت درون صنعت ایران و اتحادیه اروپا»، فصل‌نامه پژوهش‌های بازرگانی، پیاپی ۴۶.
- زارعی، فاطمه (۱۳۹۷)، برآورد مدل جاذبه تجارت برای ایران و شرکای منتخب با در نظر گرفتن درون‌زایی شاخص قیمت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته علوم پایه، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی.
- صادقی، ملیحه (۱۳۹۲)، برآورد پتانسیل صادراتی ایران در تجارت با کشورهای عضو گروه بریکس با استفاده از رویکرد مدل جاذبه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهرا (س).
- طیبی، سیدکمیل و دیگران (۱۳۹۱)، «اثرات یک‌پارچگی منطقه‌ای و جهانی بر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشورهای حوزه خلیج فارس»، فصل‌نامه مدل‌سازی اقتصادی، ش ۳.
- فدایی، مهدی و دیگران (۱۳۹۲)، «بررسی نظریه لیندر تحت نظام‌های مختلف نرخ ارز در کشورهای عضو BRICS در قالب مدل جاذبه (رویکرد سیستمی در داده‌های تابلویی)»، فصل‌نامه اقتصاد مقصداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، دوره ۱۰، ش ۱.
- فرزام، وحید، حبیب انصاری، و زهرا محمودی (۱۳۹۶)، «بررسی اثرات کوتاه‌مدت و بلندمدت نرخ ارز بر تجارت دوجانبه بین ایران با شرکای اروپایی و آسیایی»، فصل‌نامه سیاست‌های مالی و اقتصادی، دوره ۵، پیاپی ۱۹.

نجمار، غزاله و مصطفی کریمزاده (۱۳۹۲)، «بررسی عوامل مؤثر بر تجارت ایران با استفاده از مدل جاذبه»، در: مجموعه مقالات کنفرانس بین‌المللی جهت‌گیری‌های نوین در مدیریت، اقتصاد، و حسابداری.

هراتی، جواد، بهراد مهدی امین، و ساناز کهرازه (۱۳۹۳)، «بررسی عوامل مؤثر بر صادرات ایران (کاربرد الگوی جاذبه)»، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، س ۶، پیاپی ۲۱.

- Abeliansky, A. L. and M. Hilbert (2017), "Digital Technology and International Trade: Is it the Quantity of Subscriptions or the Quality of Data Speed that Matters?", *Telecommunications Policy*, vol. 41, no. 1.
- Aghion, Ph. et al. (2009), "The Effects of Entry on Incumbent Innovation and Productivity", *The Review of Economics and Statistics*, vol. 91, no. 1.
- Anderson, J. E. (1979), "A Theoretical Foundation for the Gravity Equation", *The American Economic Review*, vol. 69, no. 1.
- Anderson, J. E. and E. Van Wincoop (2003), "Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle", *American Economic Review*, vol. 93, no. 1.
- Baltagi, B. (2001), *Econometric Analysis of Panel Data*, UK: Wiley, Chichester.
- Bergstrand, J. H. (1985), "The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence", *The Review of Economics and Statistics*.
- Bergstrand, J. H. and P. Egger (2013), "Gravity Equations and Economic Frictions in the World Economy", in: *Palgrave Handbook of International Trade*, London: Palgrave Macmillan.
- Bernard, A. B., J. B. Jensen, and R. Z. Lawrence (1995), "Exporters, Jobs, and Wages in US Manufacturing: 1976-1987", *Brookings Papers on Economic Activity, Microeconomics*.
- Brodzicki, T. and J. Kwiatkowski (2018), "An Empirical Investigation Into the Role of Technology Gap in the Trade Relations of the EU Member States", *Entrepreneurial Business and Economics Review*, vol. 6, no. 2.
- Brodzicki, T. and K. Sledziewska (2015), "The Role of the Technology and Innovation Gap in Polish Trade Relations, Empirical Verification with the Use of Trade Gravity Approach", no. 1506.
- Deardorff, A. (1998), "Determinants of Bilateral Trade: Does Gravity Work in a Neoclassical world?", in: *The Regionalization of the World Economy*, University of Chicago Press.
- Demetriades, P. and S. Hook Law (2006), "Finance, Institutions and Economic Development", *International Journal of Finance & Economics*, vol. 11, no. 3.
- Dunlevy, J. A. and W. K. Hutchinson (1999), "The Impact of Immigration on American Import Trade in the Late Nineteenth and Early Twentieth Centuries", *The Journal of Economic History*, vol. 59, no. 4.
- Eaton, J. and S. Kortum (2002), "Technology, Geography, and Trade", *Econometrica*, vol. 70, no. 5.



- Feenstra, R. C. and A. M. Taylor (2014), *International Trade*, New York: Macmillan, Worth Publishers Avenue.
- Frankel, J. and A. Rose (2002), "An Estimate of the Effect of Common Currencies on Trade and Income", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, no. 2.
- Gebrerufael, S. (2021), "Dynamics of Technology Gap between OECD and African Countries: A Structural Estimation", *Scientific African*, vol. 11, no. e00674.
- Gowa, J. and E. D. Mansfield (1993), "Power Politics and International Trade", *American Political Science Review*, vol. 87, no. 2.
- Helpman, E. and P. R. Krugman (1985), *Market Structure and Foreign Trade: Increasing Returns, Imperfect Competition, and the International Economy*, MIT Press.
- Jiang, H. and R. Xie (2021), "Participation in Global Value Chains and the US-China Technology Gap: An Application of the Generalized Propensity Score", *Applied Economics Letters*, vol. 28, no. 19.
- Kamoyo, M. and T. J. Mabvure (2012), "Role of Technological Factors on Zimbabwe's Export Competitiveness in Southern Africa Development Community Free Trade Area from 1995- 2010", *Interdisciplinary Journal of Contemporary Research in Business*, vol. 4, no. 7.
- Kubielas, S. (2011), *Innowacje I Luka Technologiczna W Gospodarce Globalnej Opartej Na Wiedzy, Strukturalne i makroekonomiczne uwarunkowania*, Warszawa: Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.
- Linnemann, H. (1966), *An Econometric Study of International Trade Flows*, North-Holland Pub. Co.
- Makiela, K., L. Wojciechowski, and K. Wach (2021), "Effectiveness of FDI, Technological Gap and Sectoral Level Productivity in the Visegrad Group", *Technological and Economic Development of Economy*, vol. 27, no. 1.
- Malikane, C. and P. Chitambara (2017), "Foreign Direct Investment, Productivity and the Technology Gap in African Economies", *Journal of African Trade*, vol. 4, no. 1-2.
- Mansfield, E. D. and R. Bronson (1997), "Alliances, Preferential Trading Arrangements, and International Trade", *American Political Science Review*, vol. 91, no. 1.
- McCallum, J. (1995), "National Borders Matter: Canada-US Regional Trade Patterns", *The American Economic Review*, vol. 85, no. 3.
- Pesaran, M. H. and Y. Shin (1995), "An Autoregressive Distributed Lag Modeling Approach to Cointegration Analysis", Cambridge Working Papers in Economics, no. 9514.
- Pesaran, M. H. and R. Smith (1995), "Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogeneous Panels", *Journal of Econometrics*, vol. 68, no. 1.
- Pesaran, M. H., R. G. Pierse, and M. S. Kumar (1998), "Econometric Analysis of Aggregation in the Context of Linear Prediction Models", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, vol. 57, no. 4.
- Pesaran, M. H., Y. Shin, and R. I. Smith (2001), "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, vol. 16.

- Pollins, B. M. (1989), "Conflict, Cooperation, and Commerce: The Effect of International Political Interactions on Bilateral Trade Flows", *American Journal of Political Science*.
- Pöyhönen, P. (1963), "A Tentative Model for the Volume of Trade between Countries", *Weltwirtschaftliches Archiv*, vol. 90.
- Rana, R., M. Sharma, and A. Singh (2022), "Technology Gap: Information and Communication Technology Trade and Sustainability Issues in India", in: *Handbook of Research on Developing Circular, Digital, and Green Economies in Asia*, IGI Global.
- Ravishankar, G. and M. M. Stack (2014), "The Gravity Model and Trade Efficiency: A Stochastic Frontier Analysis of Eastern European Countries' Potential Trade", *The World Economy*, vol. 37. no. 5.
- Razaq, A., H. An, and S. Delpachitra (2021), "Does Technology Gap Increase FDI Spillovers on Productivity Growth? Evidence from Chinese Outward FDI in Belt and Road Host Countries", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 172, no. 121050.
- Reuveny, R. and H. Kang (2003), "A Simultaneous Equations Model of Trade, Conflict, and Cooperation", *Review of International Economics*, vol. 11, no. 2.
- Rose, A. K. (2000), "One Money, one Market: the Effect of Common Currencies on Trade", *Economic Policy*, vol. 15, no. 30.
- Thursby, J. G. and M. C. Thursby (1987), "Bilateral Trade Flows, the Linder Hypothesis, and Exchange Risk", *Review of Economics and Statistics*, vol. 3, no. 69.
- Tinbergen, J. (1962), "An Analysis of World Trade Flows", *Shaping the World Economy*, vol. 3.
- Van Beers, C. (1998), "Labour Standards and Trade Flows of OECD Countries", *World Economy*, vol. 21, no. 1.
- Vaona, A. (2008), *STATA Tip: A Quick Trick to Perform a Roy-Zellner Test for Poolability in STATA*, Università Della Svizzera Italiana.
- Viner, J. (2016), *Studies in the Theory of International Trade*, Routledge.
- Ye, Q., W. Wen, and C. Zhang (2021), "Theoretical and Empirical Analysis of the Influence of Technology Gap on Carbon Emission: The Case of China", *Processes*, vol. 9, no. 11.