

اثر تحول تکنولوژی سبز و شکاف تکنولوژی بر تجارت بین‌الملل کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته

مهرنوش پاتیمار ۱

زهرا زمانی ۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۶

چکیده

تجارت بین‌الملل و رابطه آن با رشد اقتصادی از عوامل مهم در دستیابی به توسعه پایدار جهانی محسوب می‌شود، از سوی دیگر افزایش گارهای گلخانه‌ای و تغییرات شدید آب‌وهوایی، چالش بزرگ پیش روی جامعه بین‌الملل می‌باشد. بنابراین به‌کارگیری تکنولوژی سبز و انتقال تکنولوژی به هدف دستیابی به رشد اقتصادی مطلوب در کنار حفظ محیط زیست، توجه ویژه کشورها را طلب می‌کند. در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر عواملی همچون شکاف تکنولوژی، تولید ناخالص داخلی و فاصله جغرافیایی بر تجارت بین‌الملل کشورهای منتخب در حال توسعه و توسعه‌یافته، طی سال‌های ۲۰۰۸-۲۰۱۹ پرداخته شده است که با بهره‌گیری از داده‌های تابلویی و روش اقتصادسنجی حداقل مربعات تعمیم‌یافته و با در نظر گرفتن معناداری براساس احتمال، در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام پذیرفته است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد اثر تکنولوژی سبز بر تجارت کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه معنادار و مثبت می‌باشد و اثر شکاف تکنولوژی در گروه کشورهای توسعه‌یافته منفی و در کشورهای در حال توسعه مثبت و در هر دو گروه معنادار می‌باشد. در این پژوهش مشخص شد که فاصله جغرافیایی با اثر منفی و معنادار، مانعی بر تجارت دو جانبه کشورها محسوب می‌شود و تولید ناخالص داخلی نیز به‌صورت مثبت بر تجارت بین‌الملل اثرگذار می‌باشد.

واژگان کلیدی: تکنولوژی سبز، شکاف تکنولوژی، تجارت بین‌الملل

طبقه‌بندی JEL: F1, O0

۱. کارشناس ارشد، گروه مدیریت بازرگانی، دانشگاه شیخ بهایی، اصفهان، ایران

mehrnooshpatimar88@gmail.com

۲. پژوهشگر پسادکتری، دانشکده علوم اداری اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسئول)

z_zamani85@yahoo.com

۱. مقدمه

تجارت یکی از مهم‌ترین عوامل در پیشبرد اقتصاد کشورها می‌باشد که امروزه با جهانی‌شدن کسب و کارها اهمیت آن دوچندان شده است. بنابراین تحلیل و بررسی نقاط قوت و ضعف روابط تجاری از گام‌های مؤثر برای پیشرفت اقتصادی کشورها محسوب می‌شود (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱). از طرفی افزایش چشمگیر مصرف انرژی بعد از انقلاب صنعتی به هدف بالاتر بردن کیفیت زندگی بشر موجب انزوای روزافزون محیط زیست در سرتاسر جهان شده است (جبللی و براسلیرز، ۲۰۲۱) که عامل اصلی تغییرات آب و هوایی و گرم شدن زمین در نظر گرفته می‌شود و در عصر حاضر تغییرات شدید آب و هوا چالشی جهانی محسوب می‌گردد. اخیراً بررسی رابطه بین تخریب محیط زیست و داشتن نگاهی تام به رشد اقتصادی مورد توجه کشورهای جهان قرار گرفته، اگرچه رشد اقتصادی یکی از اهداف اصلی کشورها محسوب می‌شود، اقتصادهای توسعه‌یافته بیشتر نگران پیامدهای زیست‌محیطی آن بوده و متأسفانه این‌گونه به‌نظر می‌رسد که کشورهای درحال توسعه برای دستیابی به رشد اقتصادی مطلوب، مسئله حفاظت از محیط زیست را نادیده می‌گیرند (وانگ و همکاران، ۲۰۲۳).

در بررسی کشورهای توسعه‌یافته کاملاً واضح است که تکنولوژی نقش بسیار مهمی در ایجاد نظام اقتصادی پایدار آن‌ها و همچنین شکل‌دهی به الگوهای تجاریشان ایفا کرده است (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱). به‌تازگی محققان بحث‌های زیادی در مورد اثر پارامترهای مختلف بر روی محیط زیست داشته‌اند که در این میان پارامتر تجارت بارها مورد استفاده قرار گرفته و دلیل آن پتانسیل بالای تجارت برای ایجاد تغییرات مثبت در محیط، از طریق واردات بیشتر انرژی‌های کارآمد، محصولات دوستدار محیط زیست و تکنولوژی سبز می‌باشد. تکنولوژی سبز فناوری‌ای است که تلاش می‌کند تا با افزایش کارایی انرژی، آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از مصرف انرژی را به حداقل برساند، نمونه‌هایی از این فناوری، انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره‌وری انرژی، مدیریت زباله، دستگاه‌های نظارت بر محیط زیست و وسایل نقلیه الکترونیکی می‌باشند که موجب افزایش قابل توجهی در کیفیت محیط زیست می‌شوند (جبللی و براسلیرز، ۲۰۲۱). چگونگی دستیابی به توسعه هماهنگ بین رشد اقتصادی و حفاظت از محیط زیست معضلی است که توجه فوری دولت‌ها را می‌طلبد و مقررات زیست‌محیطی یکی از راه‌های ضروری برای تحقق اقتصاد سبز می‌باشد (دو و همکاران، ۲۰۲۱) و همچنین گنجاندن قوانین و مقررات زیست‌محیطی در قراردادهای تجاری بدون نگرانی از کاهش احتمال توافق میان

1. Gebli (2021)
2. Brusselaers (2021)
3. wang et al. (2023)
4. Du et al. (2021)

طرفین قرارداد، مستلزم حمایت‌های مالی دولت‌ها و تخصیص بودجه قابل‌ملاحظه برای ایجاد زیرساخت‌های مناسب به منظور توسعه فناوری سبز می‌باشد.

کشور چین به رشد اقتصادی شگفت‌انگیزی در سال‌های اخیر دست یافته و به شدت به سرمایه‌گذاری گسترده و تجارت وابسته می‌باشد که این موضوع به بهای گزاف آسیب شدید به محیط زیست تمام شده است (لیو و همکاران، ۲۰۲۲). ناهمسو بودن رشد اقتصادی و پایداری زیست‌محیطی در چین به‌طور فزاینده‌ای برجسته شده و چگونگی ایجاد تعادل بهینه میان رشد اقتصادی و محیط زیست چالشی بزرگ برای دولت آن‌ها محسوب می‌شود که به دنبال دستیابی به توسعه پایدار می‌باشد (وانگ و همکاران، ۲۰۲۳). با این حال این کشور قدم‌های مثبتی در مذاکرات تغییرات آب و هوایی و طراحی سیاست‌های بزرگ برای مقابله با آلودگی را آغاز کرده و خود را موظف به ایجاد ظرفیت برای تکنولوژی سبز و انرژی‌های تجدیدپذیر کرده است (لیو و همکاران، ۲۰۲۲).

تکنولوژی سبز و پیامدهای مثبت آن به‌عنوان نقطه عطفی برای جبران خسارت‌های واردشده به محیط زیست و مهم‌تر از همه جلوگیری از آسیب بیشتر به آن عمل می‌کند، همچنین در پیشبرد روند تجاری و اقتصادی کشورها در مسیر سبز به میزان قابل‌توجهی اثرگذار بوده و این موضوع مستلزم تلاش تمام کشورها برای فرارگیری در این مسیر با هدف نزدیک شدن سطوح فناوری آن‌ها به یکدیگر، به منظور دستیابی به اهداف اقتصادی و حفظ و گسترش مراودات تجاری می‌باشد. به‌کارگیری تکنولوژی سبز و مزایای آن برای حفاظت از زمین بر هیچ‌کس پوشیده نیست، اما بررسی اثرات آن بر تجارت بین‌الملل، به‌ویژه برای کشورهای درحال توسعه که با مسائلی از قبیل سطح درآمد پایین و چالش‌های اقتصادی روبه‌رو هستند قابل تأمل است، اما کشورها از نظر سطح توسعه با یکدیگر متفاوت بوده و همه آن‌ها به یک اندازه به تکنولوژی سبز دسترسی نداشته و ایجاد این شکاف تکنولوژی مانع از اثرگذاری تحول سبز به یک میزان بر همه کشورها می‌گردد، بنابراین لازم است اثر شکاف تکنولوژی نیز در نظر گرفته شود.

این پژوهش به بررسی تکنولوژی سبز و شکاف تکنولوژی و اثرات آن بر تجارت بین‌الملل کشورهای توسعه‌یافته (ژاپن، کره جنوبی، فرانسه، آلمان، ایالات متحده و چین) و کشورهای درحال توسعه (ایران، ترکیه، آذربایجان، تاجیکستان، پاکستان، قزاقستان، قرقیزستان و ازبکستان) با استفاده از الگوی جاذبه و نرم‌افزار استاتا ۲ و بهره‌گیری از داده‌های سایت آنکتاد ۳ و بانک جهانی ۴ طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۹، به تحلیل ضرایب حاصل از الگوی مورد نظر پرداخته که چگونه تحول تکنولوژی سبز می‌تواند علاوه بر محیط زیست بر تجارت نیز اثر مثبت داشته باشد و آیا تکنولوژی سبز موجب تقویت تجارت شده و همین‌طور آیا شکاف تکنولوژی همیشه مانعی برای آن محسوب می‌گردد؟

1. Liu et al. (2022)
2. STATA
3. UNCTAD
4. world bank

بنابراین در بخش بعدی به بررسی مفاهیمی پرداخته خواهد شد که در پایه‌ریزی این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است و سپس پیشینه پژوهش مرور می‌گردد. در ادامه به تشریح روش‌شناسی پژوهش و بررسی نتایج پرداخته می‌شود. اهداف این پژوهش به شرح ذیل است:

- ارزیابی اثر تکنولوژی سبز بر تجارت کشورهای در حال توسعه؛
- ارزیابی اثر تکنولوژی سبز بر تجارت کشورهای توسعه‌یافته؛
- سنجش تأثیر شکاف تکنولوژی بر تجارت کشورهای در حال توسعه؛
- سنجش تأثیر شکاف تکنولوژی بر تجارت کشورهای توسعه‌یافته.

۲. پیشینه پژوهش

مطالعات در زمینه فاصله تکنولوژی، تکنولوژی سبز و اثر متغیرهای مختلف بر تجارت کشورهای گوناگون در مطالعات خارجی و داخلی واری شده است که در ادامه به تشریح و بررسی چندی از آن‌ها پرداخته می‌شود.

شنگ^۱ و همکاران (۲۰۲۲)، در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر سیاست‌های زیست‌محیطی بر تجارت سبز دوجانبه بین کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته پرداختند. تجزیه و تحلیل تجربی پژوهش مذکور براساس برآورد مدل گرانث اثرات ثابت برای تجارت سبز دوجانبه میان کشورهای جهان، بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ میلادی می‌باشد. نتایج پژوهش نشان داد ترویج مالیات‌های مرتبط با حفاظت از محیط زیست، تجارت سبز را در کشورهای توسعه‌یافته افزایش می‌دهد و کشورهای در حال توسعه بایستی سیاست‌های زیست‌محیطی را در فرآیندهای تولید سبز برای رقابت در بازار جهانی ترویج دهند.

هسو^۲ و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی با عنوان «ارزیابی نوآوری سبز و عملکرد توسعه مالی: میانجی‌گری نگرانی‌های مقررات زیست‌محیطی»، رابطه بین نوآوری سبز و عملکرد توسعه مالی را با استفاده از برآورد الگوی اقتصادسنجی طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ در ۲۸ شهر چین مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش با استفاده از الگوی حداقل مربعات معمولی به این نتیجه دست یافت که چین سیستم آموزشی مبتنی بر تحقیق را اتخاذ کرده است و آموزش مبتنی بر تحقیق، حق ثبت اختراع در نوآوری سبز را افزایش می‌دهد و سیاست‌های زیست‌محیطی را تقویت می‌کند و توسعه مالی منجر به توسعه فناوری سبز و نوآوری شده و همچنین نوآوری سبز و توسعه مالی باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌گردد.

سمپسون^۳ (۲۰۲۳) در پژوهش خود به بررسی رابطه شکاف تکنولوژی، تجارت بین‌الملل و درآمد پرداخت. این پژوهش سهم شکاف تکنولوژی در اختلاف درآمد بین‌المللی را به صورت کمی نشان

می‌دهد. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که کشورهایی که کارایی تحقیق و توسعه بالاتری دارند، ثروتمندتر بوده و در صنایع وابسته به نوآوری دارای مزیت نسبی هستند. این مطالعه کارایی تحقیق و توسعه را براساس کشور و وابستگی به نوآوری توسط صنعت را با استفاده از داده‌های تحقیق و توسعه، ثبت اختراع و تجارت دوجانبه کالیبره می‌کند. نتیجه پژوهش حاکی از آن است که شکاف تکنولوژی، یک سوم تا یک چهارم تغییرات دستمزد در کشورهای OECD را تشکیل می‌دهد.

دو و همکاران (۲۰۲۱)، در پژوهشی با عنوان «مقررات زیست‌محیطی، نوآوری سبز و ارتقاء ساختار صنعتی: مسیر تحول سبز شهرهای چین»، اثرات ناهمگون مقررات زیست‌محیطی بر فناوری سبز و ساختار صنعتی در ۱۰۵ شهر چین را با استفاده از رهیافت داده‌های تابلویی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که وقتی سطح توسعه اقتصادی پایین باشد، مقررات زیست‌محیطی توسعه فناوری سبز را مهار می‌کند اما تأثیرات ناچیزی بر ارتقاء ساختار صنعتی دارد و با رشد سطح اقتصادی، مقررات زیست‌محیطی اثرات نسبتاً ضعیفی بر نوآوری فناوری سبز و ساختار صنعتی نشان خواهد داد.

برندی و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی این موضوع پرداختند که آیا مفاد زیست‌محیطی در توافق‌نامه‌های ترجیحی تجاری ۲ باعث سبزر شدن صادرات در کشورهای درحال توسعه می‌شود. در این پژوهش اثرات تجاری مقررات زیست‌محیطی در توافق‌نامه‌های ترجیحی تجاری به‌طور کامل بررسی شده است. این مطالعه طیف وسیعی از مقررات زیست‌محیطی در ۶۸۰ توافق‌نامه، همراه با پنبلی از جریان‌های تجارت دوجانبه از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ را ارائه می‌کند و نشان می‌دهد مقررات زیست‌محیطی می‌تواند به کاهش صادرات کثیف و افزایش صادرات سبز کمک کند. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که طراحی قراردادهای تجاری مهم بوده و مفاد زیست‌محیطی می‌تواند به‌عنوان ابزار سیاسی هدفمند برای ترویج تحول سبز و ایجاد اهرم هم‌افزایی بین اثرات اقتصادی و زیست‌محیطی ناشی از گنجاندن مقررات زیست‌محیطی در موافقت‌نامه‌های تجاری مورد استفاده قرار گیرد.

عبدالرحمان خان ۳ و همکاران (۲۰۲۰)، به بررسی نحوه تعامل مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با تجارت بین‌المللی و کیفیت محیط زیست در کشورهای شمال اروپا طی سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۱۸ پرداختند. نتایج پژوهش مشخص کرد که انرژی‌های تجدیدپذیر به‌صورت مثبت و قوی با تجارت بین‌الملل کشورهای مذکور مرتبط بوده و باعث ارتقاء کیفیت محیط زیست می‌گردد. بنابراین سیاست‌های ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند موجب رشد اقتصادی و پایداری محیط زیست گردد.

1. Organisation for Economic Co-operation and Development
2. PTA
3. Abdul Rehman Khan et al. (2020)

موسوی و همکاران (۱۴۰۱)، به بررسی اثر شکاف تکنولوژی بر تجارت بخش صنعت با استفاده از مدل جاذبه پرداختند. براساس ارزیابی‌های این مطالعه، تجارت بین‌الملل نرخ رشد اقتصاد را از طریق تکنولوژی، منابع و دستیابی به بازارهای خارجی تحت تأثیر قرار می‌دهد. نتایج این پژوهش نشان داد شکاف تکنولوژی میان کشور ایران و طرف‌های تجاری آن براساس شاخص هزینه‌های تحقیق و توسعه منجر به کاهش تجارت بخش صنعت ایران و شرکای تجاری خواهد شد.

ملکوتی و همکاران (۱۴۰۰)، تعیین‌کننده‌های تجارت دوجانبه ایران و چین را مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش با توجه به میزان بالای مرادات تجاری میان کشورهای ایران و چین، تأثیر شکاف تکنولوژی بین دو کشور مذکور در دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۱۷ با استفاده از شاخص تجارت درون صنعت و با بهره‌گرفتن از مدل جاذبه مورد بررسی قرار داد. نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از آن بود که شکاف تکنولوژی و نوسانات نرخ ارز بر تجارت درون صنعتی آن‌ها تأثیر منفی داشته و همچنین تجارت بین این دو کشور بیش از تجارت درون صنعتی، بین صنعتی می‌باشد.

اوحدی و همکاران (۱۳۹۶)، در مطالعه‌ای با عنوان جریان دوجانبه ایران: اثر ناپارامتری فاصله تکنولوژیکی با استفاده از الگوی جاذبه طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۵ به تحلیل نقش فاصله تکنولوژی بر روابط تجاری ایران پرداختند. براساس نتایج حاصل از این مطالعه، GDP، بر روابط دوجانبه تجاری بین ایران و شرکای تجاری انتخاب شده مثبت و معنادار و جمعیت کشور صادرکننده اثر منفی بر روابط تجاری این کشورها داشت.

پرهیزکار و همکاران (۲۰۲۱)، به مطالعه‌ای با موضوع بررسی اثر مصرف انرژی تجدیدپذیر بر توسعه پایدار در کشورهای عضو اوپک پرداختند. در این پژوهش با استفاده از روش داده‌های تابلویی در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۹ و با بهره‌گیری از الگوی حداقل مربعات تعمیم‌یافته متغیرهای مورد نظر مورد سنجش قرار گرفت. نتایج حاصل مشخص می‌کند که در کشورهای منتخب ذکر شده در پژوهش رابطه معناداری میان مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با رشد اقتصادی و میزان دی‌اکسیدکربن وجود ندارد و بالعکس رابطه مثبت و معناداری میان آن‌ها و انرژی‌های تجدیدناپذیر وجود دارد.

در این پژوهش تلاش خواهد شد تا با در کنار هم قرار دادن دو متغیر اساسی و مهم به نام شکاف تکنولوژی و تکنولوژی سبز، به بررسی عوامل مؤثر بر تجارت بین‌الملل با دیدگاه حفاظت از محیط زیست توأم با رشد اقتصادی در یک قالب کاربردی پرداخته شود که نوآوری این مطالعه نسبت به مطالعات قبلی است. همچنین بررسی تکنولوژی سبز به‌عنوان یک فناوری بدیع در ایجاد جریان‌های اقتصادی از جمله تجارت کمتر مورد مطالعه قرار گرفته که در این مطالعه مورد توجه قرار گرفته است.

۳. مبانی نظری

تجارت در فواصل مختلف یکی از ویژگی‌های کلیدی جهان می‌باشد که به‌طور بالقوه در طیف وسیعی از مقیاس‌های فضایی، همراه با مبادلات بین‌المللی، منطقه‌ای و داخلی، منجر به تأثیرات چشمگیری بر اقتصاد کشورها و اقلیم آن‌ها می‌گردد که می‌توان با در نظر گرفتن اهمیت شکاف تکنولوژی و به‌کارگیری تکنولوژی سبز و ارتباط آن‌ها با محیط‌زیست به بررسی اثر این متغیرها بر مبادلات بین‌المللی پرداخت.

تجارت بین‌الملل و رابطه آن با رشد اقتصادی از مسائل جستار برانگیز در گزینش استراتژی‌های توسعه در کشورها می‌باشد که همچنان اقتصاددانان در چگونگی سیاست‌های تجاری و ارتباط آن با نرخ رشد بخش‌های اقتصادی هم‌عقیده نیستند. در نظریه‌های جدید معین شده که تجارت بین‌الملل، نرخ رشد بخش‌های اقتصادی را به واسطه دستیابی به بازارهای خارجی، منابع و تکنولوژی تحت تأثیر قرار می‌دهد و اقتصاددانان تجارت را به‌عنوان نیروی محرکه توسعه بخش‌های اقتصادی در جوامع امروزی در نظر می‌گیرند، همچنین معتقدند که تجارت بین‌الملل مسیرهای روشنی برای ارتقاء طرح‌های اقتصادی سودآور در عرصه جهانی پدیدار می‌سازد (پورعلی و همکاران، ۱۳۹۹).

۳-۱. شکاف تکنولوژی و تجارت بین‌الملل

فاصله تکنولوژی بر تجارت بین‌الملل کشورها اثر گذار است و اندازه‌گیری آن به وسیله معیارهای مختلف از جمله اختلاف در تعداد حق ثبت اختراع میان کشورها، درصد هزینه‌های تحقیق و توسعه هر کشور و نسبت سرمایه به تولید میان شرکای تجاری صورت می‌پذیرد. طبق نظریه شکاف تکنولوژی که همان تئوری پانزر^۱ می‌باشد، زمانی که محصول جدیدی با استفاده از تکنولوژی مدرن در یک کشور تولید می‌شود، این کشور دارای موقعیت انحصاری اما موقتی در تولید آن محصول ویژه می‌شود و پس از آن با صادرات این کالا به کشورهای دیگر، مزیت نسبی تولید کالا از کشور مبدأ به کشور مقصد منتقل می‌شود. در این نظریه پویایی یک کشور در عرصه مبادلات جهانی را به‌صورت تابعی از تعداد کالاهای جدید تولیدشده در واحد زمان و سرعتی که از ابداعات خارجی تقلید می‌کند تعریف می‌نماید.

در توصیف اختراع می‌توان گفت که نوآوری و تغییر ماهیت چیزی را به همراه دارد و ایده و طرح یا یک مدل برای دستگاه، محصول، فرآیند یا سیستم جدید یا بهبود یافته می‌باشد. نوآوری به‌عنوان فرآیند و نتیجه ایجاد یا اختراع چیزی جدید و ارزشمند در نظر گرفته می‌شود که تأثیرات گسترده‌تری در اقتصاد و پیشرفت‌های فناوری ایجاد می‌کند، در الگوی تکاملی نلسون و وینتر^۲ نوآوری را به‌عنوان ابزاری برای پوشش طیف وسیعی از فرآیندهای متنوع که در طول زمان تکامل می‌یابند معرفی می‌کند. اگرچه اختراع و نوآوری به هم مرتبط هستند، در عین حال بسیار متمایز نیز می‌باشند و یک

شرط لازم برای ایجاد این ارتباط، معرفی یا تجاری سازی و بازاریابی موفق یک اختراع می باشد و درحقیقت تا زمانی که اختراعات در عمل اجرایی نشوند از نظر اقتصادی بی ربط می باشند.

در نظریه ها و تئوری های گوناگون و مرتبط با تجارت، به بررسی شکاف تکنولوژی پرداخته شده است. در نظریه ریکاردو، الگوی تجارت بین الملل با تفاوت تکنولوژیکی میان کشورها توضیح داده می شود. در نظریه های جایگزین تجارت^۱، بر اهمیت شکاف تکنولوژی و نوآوری تکنولوژی تأکید شده و به عنوان عامل عمده تجارت بین الملل مطرح می شود. نظریه شکاف تکنولوژی چنین بیان می دارد که تفاوت تکنولوژی میان کشورها به ایجاد مزیت نسبی و تجارت بین الملل میان آن ها می انجامد. نظریه چرخه عمر محصول^۲ بیان می دارد که فاصله تکنولوژیکی میان کشورها عامل به وجود آورنده تجارت میان آن ها می باشد و در نظریه لیندر^۳ این گونه بیان می شود که تشابه میان سطح تکنولوژی کشورها نمایانگر تجارت بین الملل آن ها می باشد (اوحدی و همکاران، ۱۳۹۶).

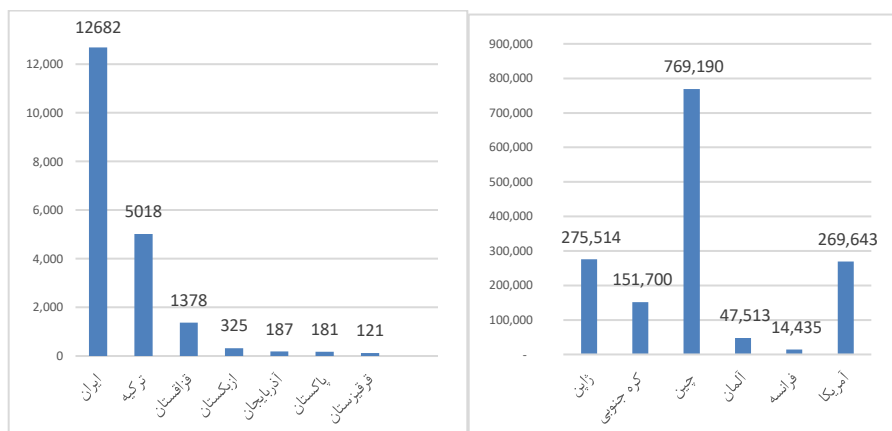
شکاف تکنولوژی را می توان به صورت فاصله میان تکنولوژی در دسترس یک کشور و مرز فناوری جهان تعریف نمود. در تعریفی دیگر به تفاوت میان سطح تکنولوژی مورد استفاده یک کشور نسبت به بالاترین سطح تکنولوژی قابل دسترس اطلاق می شود. این فاصله تکنولوژی بر تجارت بین الملل کشورها اثر گذار است و اندازه گیری آن به وسیله معیارهای مختلف از جمله اختلاف در تعداد حق ثبت اختراع میان کشورها، درصد هزینه های تحقیق و توسعه هر کشور و نسبت سرمایه به تولید میان شرکای تجاری صورت می پذیرد (موسوی و همکاران، ۱۴۰۱).

بنابراین در این مطالعه طبق الگوی $PAT_{ijt} = |PAT_{it} - PAT_{jt}|$ از تفاضل میزان اختراعات ثبت شده کشورها با مقایسه دو به دو آن ها در هر گروه براساس داده های اختراعات ثبت شده کشورها منتخب گردآوری شده از وب سایت بانک جهانی^۴ به عنوان شاخص شکاف تکنولوژی استفاده شده است. نمودار (۱) اختراعات ثبت شده در کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه یافته را در سال ۲۰۱۹ نشان می دهد. مقایسه دو نمودار اختلاف دو گروه کشور را به لحاظ ثبت اختراعات نشان می دهد و حاکی از فاصله زیاد کشورهای در حال توسعه از کشورهای توسعه یافته می باشد. در گروه کشورهای در حال توسعه ایران به طور میانگین با ثبت ۱۲،۶۸۲ مورد اختراع طی دوره مطالعه بیشترین میزان را ثبت نموده و کشور چین نیز با ثبت ۷۶۹،۱۹۰ مورد اختراع در بین کشورهای توسعه یافته منتخب بیشترین آمار را در این حوزه داشته است.

مطابق با تئوری های جدید رشد اقتصادی ابداع و اختراع عامل اصلی در رشد بهره وری، جذب سرمایه گذاری و مشوق تجارت است و رعایت حق ثبت اختراع عامل مهم در دستیابی به رشد اقتصادی

1. Alternative theories of trade
2. Product life cycle theory
3. Linder theory
4. <https://databank.worldbank.org/>

است. بر این اساس و با توجه به نمودار (۱) می توان فاصله بین میزان ثبت اختراع و سطح توسعه یافتگی کشورها را به وضوح درک نمود.



نمودار ۱: میانگین تعداد اختراعات ثبت شده در کشورهای منتخب طی ۲۰۰۸-۲۰۱۹ (منبع: یافته‌های پژوهش)

۳-۲. انرژی‌های تجدیدپذیر و تکنولوژی سبز

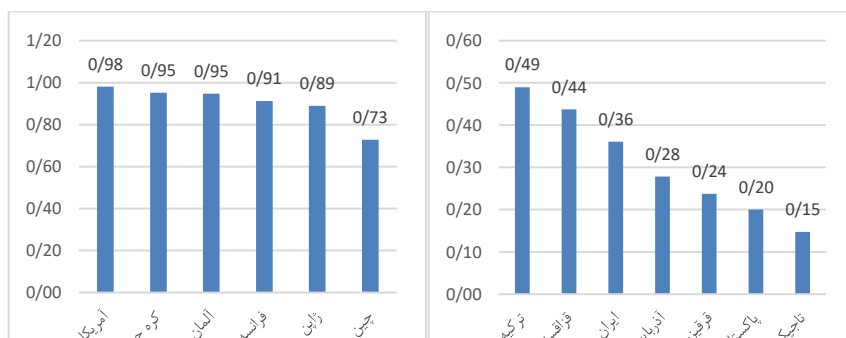
انرژی‌های تجدیدپذیر به‌طور طبیعی در محیط زیست به وجود می‌آیند. انرژی باد، خورشید، برق آبی، بیوماس ۱ و بیوگاز ۲ از جمله انرژی‌های تجدیدپذیر می‌باشند که با عدم تولید آلاینده‌های مضر زیست‌محیطی، برخلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر، موجب کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌گردند و نور خورشید به‌عنوان منبعی ثابت برای رفع نیاز روزافزون انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد (کازی ۳ و همکاران، ۲۰۱۹).

مطالعات در زمینه انرژی تجدیدپذیر در سال‌های اخیر افزایش یافته است که می‌تواند نقش مهمی در کاهش استفاده از سوخت‌های فسیلی و گرم شدن کره زمین ایفا کند (حوسین ۴ و همکاران، ۲۰۲۱). این انرژی‌ها، تمیز، فراوان و قابل اعتماد هستند و در صورتی که به‌طور صحیح توسعه یابند، می‌توانند به‌عنوان منابع انرژی پایدار نقش مهمی در رسیدن به اهداف توسعه پایدار ایفا کنند، بررسی نیازهای انرژی جهان، فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر برای مصارف خانگی را مورد بررسی قرار می‌دهد و نظرات عمومی در مورد انرژی‌های تجدیدپذیر را برجسته می‌سازد. با در نظرگیری این موضوع که این دسته

1. Biomass
2. Biogas
3. Qazi et al. (2019)
4. Husin et al. (2021)

از انرژی محبوبیت زیادی میان جوامع داشته و همچنین با در نظر گرفتن اینکه انرژی تجدیدپذیر از ظرفیت ویژه‌ای برای رشد و توسعه اقتصادی کشورها برخوردار می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که این نوع از انرژی از عوامل مهم در گسترش تکنولوژی سبز و توسعه پایدار محسوب می‌شود. متأسفانه هزینه قیمت تمام‌شده این نوع از انرژی در مقایسه با سایر انرژی‌ها بالاست و این موضوع موجب شده سیاست‌های کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته در مصرف این انرژی‌ها متفاوت باشد (پرهیزکار و همکاران، ۱۴۰۰). بررسی‌های محققان در این زمینه نشان می‌دهد علی‌رغم تلاش‌های جدی در همه سطوح برای کاهش اتکا به سوخت‌های فسیلی با ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان جایگزین آن، سوخت‌های فسیلی همچنان به دارا بودن سهم ۷۳/۵ درصدی در سراسر جهان ادامه می‌دهند. علاوه بر این، مطالعات مختلف نشان می‌دهد که فقدان آگاهی عمومی مانع بزرگی برای پذیرش فناوری‌های انرژی تجدیدپذیر می‌باشد (کازی و همکاران، ۲۰۱۹).

تکنولوژی سبز شکل خاصی از نوآوری است که هدف آن کاهش تأثیرات منفی محصولات و فرآیندهای تولید بر محیط طبیعی می‌باشد و اخیراً در ادبیات نوآوری ظاهر شده است (رزاق و همکاران، ۲۰۲۱) که اهداف کاهش آلودگی، بهبود بهره‌وری از نوآوری‌های تکنولوژیکی، پیشرفت در روند حفاظت از محیط‌زیست و توسعه اقتصادی را دنبال می‌نماید (دو و همکاران، ۲۰۲۱). در این مطالعه برای اندازه‌گیری تکنولوژی سبز از شاخص کلی ۲ که برگرفته‌شده از میزان مهارت، میزان تحقیق و توسعه، فناوری اطلاعات، دسترسی مالی و فعالیت صنعتی کشورها می‌باشد، استفاده می‌شود و داده‌های آن از وب سایت آنکتاد^۳ گردآوری شده است. نمودار (۲) شاخص تکنولوژی سبز را برای دو گروه کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه‌یافته منتخب نشان می‌دهد. همان‌طور که نمودار نشان می‌دهد کشورهای توسعه‌یافته به لحاظ شاخص تکنولوژی سبز عملکرد بهتری داشته‌اند. ایران نیز در بین کشورهای منتخب در حال توسعه بعد از ترکیه و قرقیزستان در رتبه سوم قرار دارد و این شاخص برای ایران ۰/۳۶ است که حاکی از ضعیف بودن عملکرد آن به لحاظ به‌کارگیری تکنولوژی سبز است. کشورهای توسعه‌یافته دارای سطح بالایی از توسعه اقتصادی، ثبات سیاسی و بخش‌های پیشرفته تکنولوژیکی و صنعتی می‌باشند و همچنین مسئله حفاظت و پایداری محیط زیست در این گروه از کشورها از اهمیت زیادی برخوردار است، این در حالی است که کشورهای در حال توسعه با درآمد سرانه کمتر و پایه صنعتی کمتر توسعه‌یافته در تلاش هستند تا به سطوح بالای صنعتی، اقتصادی و تکنولوژیکی کشورهای توسعه‌یافته نزدیک شوند.



نمودار ۲: شاخص تکنولوژی سبز کشورهای منتخب طی ۲۰۱۹-۲۰۰۸

(منبع: یافته‌های پژوهش)

۳-۳. تکنولوژی سبز و تجارت بین‌الملل

فناوری سبز که به‌عنوان فناوری زیست‌محیطی نیز شناخته می‌شود، نوعی نوآوری فناورانه است که در حالت کلی به فناوری‌ها، فرآیندها و محصولات اطلاق می‌شود که از اصول اولیه محیط زیستی و اقتصاد اکولوژیکی پیروی می‌کند، این فناوری می‌تواند در استفاده از منابع طبیعی صرفه‌جویی کرده، مصرف انرژی را کاهش دهد و تا آنجا که ممکن است آسیب‌های زیست‌محیطی را به حداقل برساند. به‌طور کلی هدف اصلی این فناوری کاهش اثرات منفی بر محیط زیست و حل تضاد بین محدودیت‌های زیست‌محیطی و رشد اقتصادی می‌باشد و به‌نظر می‌رسد پیشرفت فناوری به‌تنهایی برای سوق دادن مصرف‌کنندگان به سمت پذیرش فناوری‌های سبز کافی نبوده و نفوذ اجتماعی یکی دیگر از محرک‌های ضروری است که باعث می‌شود مصرف‌کنندگان این‌گونه فناوری‌ها را بیشتر مورد استفاده قرار دهند.

به‌طور خاص، نوآوری فناوری شامل توسعه ایده‌های جدید، بسط دادن و به‌کارگیری اختراعات و فناوری‌ها و اصلاح فرآیند تولید می‌باشد و به‌عنوان راه‌حلی کلیدی برای مشکلات زیست‌محیطی و توسعه تلقی می‌شود که به‌طور مستقیم در کاهش انتشار CO₂ نقش دارد (چنگ^۲ و همکاران، ۲۰۲۱).

کشورهای توسعه‌یافته با درآمد سرانه بالا متمایل به دنبال کردن رشد اقتصادی سازگار با محیط زیست در کنار سیاست‌های زیست‌محیطی مانند مالیات و حذف یارانه سوخت‌های فسیلی بوده و قصد دارند تا برای واردات کالاهای غیر دوستدار محیط زیست تعرفه وضع نمایند. این درحالی است که کشورهای درحال توسعه همچنان خواستار حفظ استراتژی رشد اقتصادی سنتی به دلیل ناکافی بودن فناوری سبز و منابع مالی مناسب می‌باشند که به همین خاطر نمی‌توانند از استراتژی رشد سبز پیروی کنند. از آنجا که رشد اقتصادی کشورهای درحال توسعه به تجارت جهانی، به ویژه صادرات به

کشورهای توسعه یافته، وابسته می باشد، کسب همکاری بین المللی در زمینه فناوری سبز و سرمایه گذاری در کشورهای توسعه یافته مستلزم ترغیب این کشورها به دنبال کردن استراتژی رشد سبز می باشد (شنگ و همکاران ۲۰۲۱).

۴. روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر با هدف بررسی عوامل مؤثر بر تجارت بین الملل با تأکید بر بررسی میزان و نوع اثرگذاری عواملی چون تولید ناخالص داخلی، فاصله جغرافیایی، فاصله تکنولوژیکی و تکنولوژی سبز در گروه کشورهای توسعه یافته و کشورهای در حال توسعه با بهره گیری از داده های تابلویی و رهیافت داده های تابلویی انجام می پذیرد و از نرم افزار اقتصادسنجی استتا، با در نظر گیری معناداری براساس احتمال و در سطح اطمینان ۹۵ درصد، استفاده می شود.

این بخش به بررسی روش پژوهش و معرفی الگوی جاذبه و الگوی اقتصادسنجی می پردازد و در ادامه رهیافت داده های تابلویی تشریح می گردد.

۴ - ۱. مدل جاذبه

قانون جهانی گرانش نیوتن ۱ معادله ای است که برای نخستین بار، نیوتن در کتاب اصول ریاضی فلسفه طبیعی، برای توصیف نیروی گرانش، در سال ۱۶۸۷ پیشنهاد داد.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad (1)$$

در معادله (۱) F نیروی گرانش، m_1 و m_2 جرم دو جسم و r فاصله میان دو جسم است. این الگو، اولین بار توسط تینبرگن ۲ و پویهونن ۳ برای تحلیل تجارت بین الملل مورد استفاده قرار گرفت.

الگوی جاذبه ابزار تجربی مناسبی برای توضیح جریان های تجاری و مباحث مرتبط می باشد که در ابتدا با کاستی هایی در توصیف مبانی نظری در جریانات تجاری مواجه بود و با گذشت زمان و پیشرفت های نظری متعدد، به ابزاری قوی برای این گونه جریان ها مبدل گشت، نمونه های ابتدایی این مدل با فرض این که سطح تجارت دوجانبه میان کشورها با اندازه اقتصادی و فاصله آن ها مشخص می گردد، مورد ارزیابی قرار می گرفت که پس از آن متغیرهای مانند زبان مشترک، مرز مشترک و دیگر متغیرها به آن اضافه گردید.

مدل جاذبه، استفاده از داده های واقعی را در پژوهش های تجاری امکان پذیر ساخته و این مزیت موجب برتری این الگو نسبت به مدل های دیگر گشته است (امامی فرد و همکاران، ۱۴۰۰).

$$X_{ij} = F(GDP_i, GDP_j, DIS_{ij}) \quad (2)$$

در معادله (۲) X_{ij} جریان تجاری میان دو کشور i و j ، GDP_i تولید ناخالص داخلی i ، GDP_j تولید ناخالص داخلی کشور j و DIS_{ij} فاصله جغرافیایی بین دو کشور می باشد که در این پژوهش با افزودن دو متغیر شکاف تکنولوژی و تکنولوژی سبز معادله (۲) به صورت تعمیم یافته به شرح زیر است.

$$X_{ij} = F(GDP_i, GDP_j, DIS_{ij}, DPAT_{ij}, GT_i, GT_j) \quad (۳)$$

۴ - ۲. ارائه الگوی اقتصادسنجی

هدف از این مطالعه بررسی عوامل مؤثر بر تجارت کشورهای منتخب می‌باشد، بنابراین با در نظر گرفتن معادلات (۲) و (۳) مدل متناسب برای سنجش تجارت بین‌الملل، مدل جاذبه به شکل یک معادله خطی لگاریتمی برای هر دو گروه کشور در نظر گرفته می‌شود.

$$\ln TRADE_{ijt} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDP_{it} + \beta_2 \ln GDP_{jt} + \beta_3 \ln DIS_{ijt} + \beta_4 \ln DPAT_{ijt} + \beta_5 \ln GT_{ijt} + U_{ijt} \quad (۴)$$

در رابطه (۴)، $\ln GDP_{jt}$ و $\ln GDP_{it}$ لگاریتم تولید ناخالص داخلی کشور منتخب و شرکای تجاری آن، $\ln DIS_{ijt}$ لگاریتم فاصله جغرافیایی میان دو کشور، $\ln DPAT_{ijt}$ لگاریتم شکاف تکنولوژی (تفاضل ثبت اختراع)، $\ln GT_{ijt}$ لگاریتم متغیر ضربی تکنولوژی سبز دو کشور و U_{ijt} جزء خطای تصادفی را نشان می‌دهد.

تولید ناخالص داخلی ملاک ظرفیت اقتصادی کشورها می‌باشد که افزایش آن موجب شکل‌گیری اقتصادی عظیم‌تر و به دنبال آن افزایش ظرفیت تجاری کشورها است (ملکوتی و همکاران، ۱۴۰۰). طبق گزارش‌های ارائه شده در سال ۲۰۱۸ از میان ۱۴۴ کشور جهان، کشورهای قطر، سوئیس، آمریکا، امارات، هلند، عربستان، سنگاپور، لوکزامبورگ، نروژ و ایرلند جزء کشورهایی با بالاترین تولید سرانه ناخالص داخلی محسوب می‌شوند (رضائی و همکاران، ۲۰۲۰).

فاصله جغرافیایی متغیری است که در پژوهش‌های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است و می‌توان گفت سیاست‌های تجاری متمرکز بر کشورهای همسایه در شراکت‌های تجاری نسبت به کشورهای دورتر، برای گسترش تجارت از اولویت بالاتری برخوردار می‌باشد.

از سال ۱۹۶۰، ایده تمایز در سطح توسعه کشورها و ارتباط آن با تفاوت در سطح تکنولوژیکی آن‌ها مطرح گردیده و این موضوع بیان می‌شود که کشورها علاوه بر فاصله جغرافیایی از لحاظ فاصله تکنولوژیکی نیز می‌توانند به یکدیگر نزدیک یا دور باشند. بنابراین این‌گونه به نظر می‌رسد که اگر سطوح تکنولوژی مشابه باشد می‌تواند عاملی کمک‌کننده برای تجارت میان دو کشور تجاری محسوب شود (اوحدی و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به اینکه تکنولوژی از پارامترهای غیرملموس به حساب می‌آید، محاسبه آن به شکل غیرمستقیم انجام می‌پذیرد و یکی از شاخص‌هایی که می‌توان از آن به‌عنوان شاخص شکاف تکنولوژی استفاده کرد، قدرمطلق تفاضل میان ثبت اختراع افراد مقیم در کشورها می‌باشد.

فناوری را می‌توان به فناوری تولید و تکنولوژی سبز تقسیم کرد که اولی فقط می‌تواند کارایی تولید را ارتقاء داده و تأثیر بسزایی در صرفه‌جویی انرژی و حفاظت از محیط زیست ندارد، درمقابل تکنولوژی سبز می‌تواند کیفیت زیست‌محیطی بالاتری را به‌وجود آورد (کاو و وانگ، ۲۰۱۷). در

سال ۲۰۱۵، مجمع عمومی سازمان ملل متحد^۱ با اهداف توسعه پایدار، اعلام کرد که فناوری‌های مختلف از جمله فناوری سبز، برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار سازمان ملل در سطح جهانی ضروری هستند. فناوری‌های سبز برای ایجاد آینده‌ای پایدار بر مبنای تعادل اقتصادی و کاهش اثرات منفی توسعه اقتصادی سنتی، به‌عنوان یک اقتصاد نوظهور پیشرو می‌باشد (ایکرام و همکاران، ۲۰۲۱).

۵. نتایج

رهیافت داده‌های تابلویی به علت داشتن برتری‌های زیاد از جمله کارایی برآورد بیشتر و بررسی هم‌زمان اثرات بلندمدت و کوتاه‌مدت، نسبت به داده‌های سری زمانی و مقطعی در مطالعات اقتصادی و تجاری به شکل گسترده‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرد و روشی برای ترکیب داده‌های مقطعی و سری زمانی می‌باشد (کریم‌پور و همکاران، ۱۳۹۹). درحقیقت رهیافت داده‌های تابلویی تلفیقی از داده‌های جمع‌آوری شده طی یک دوره زمانی و برای چند مقطع گردآوری و ارزیابی می‌شود که به دو نوع داده‌های تابلویی متوازن و نامتوازن تقسیم می‌گردد و همچنین این‌گونه داده‌ها، تحلیل‌های تجربی را به‌نحو بسیار مؤثری غنی می‌سازد.

در تخمین ضرایب به طریق حداقل مربعات معمولی، برای جلوگیری از سوگیری ضرایب برآوردشده و استقرآ آماری بر روی آن‌ها، برقراری فروض کلاسیک ضروری می‌باشد. در مدل کلاسیک، فرض بر این می‌باشد که جزء اخلاص مرتبط با یک مشاهده، تحت اثر جزء اخلاص مشاهده دیگر قرار نمی‌گیرد. از دیگر فروض استاندارد کلاسیک، یکسانی جملات اخلاص در دوره‌های متفاوت می‌باشد و از آن جهت که واریانس جزء اخلاص با واریانس متغیر وابسته برابر است، مسئله ناهمسانی واریانس به یکسان نبودن متغیر وابسته مرتبط می‌گردد و در صورت تشخیص این ناهمسانی برای دستیابی به تخمینی صحیح و کارا، باید به رفع این مشکل پرداخت. در این پژوهش به منظور ارزیابی ناهمسانی واریانس، از آزمون LR استفاده می‌شود که فرضیه صفر مبتنی بر همسانی واریانس و فرضیه مقابل ناهمسانی واریانس را نشان می‌دهد. در صورت وجود ناهمسانی واریانس، به منظور رفع آن از برآورد به روش حداقل مربعات تعمیم یافته استفاده می‌شود (عسگری و همکاران، ۱۴۰۲).

پیش از برآورد الگو لازم است تا به منظور جلوگیری از برآورد رگرسیون کاذب مانایی داده‌ها مورد آزمون قرار گیرد. بدین منظور از آزمون مانایی لوین، لین و چو استفاده شد. در این آزمون فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد و نامانایی است.

همچنین برای مشخص نمودن نوع برآورد ابتدا از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. فرضیه صفر این آزمون رهیافت داده‌های تلفیقی و فرضیه مقابل رهیافت داده‌های تابلویی است. همچنین در صورتی که فرضیه صفر رد شده و رهیافت داده‌های تابلویی (اثرات ثابت) انتخاب شود باید آزمون هاسمن برای انتخاب بین رهیافت اثرات ثابت و اثرات تصادفی به کار گرفته شود.

الگوی اقتصادسنجی در این پژوهش، به منظور سنجش عوامل تأثیرگذار بر تجارت کشورهای منتخب در حال توسعه و کشورهای توسعه‌یافته منتخب طی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۰۸ برآورد شد.

در این مطالعه دو گروه از کشورها به‌عنوان جامعه آماری مورد پژوهش قرار می‌گیرد شامل کشورهای در حال توسعه که به اندازه کافی از صنعتی شدن متناسب با جمعیت خود دست نیافته و دارای استاندارد زندگی پایینی هستند و کشورهای توسعه‌یافته‌ای که اقتصاد و زیرساخت فناوری پیشرفته‌تری نسبت به کشورهای در حال توسعه دارند. کشورهای در حال توسعه منتخب شامل ایران، ترکیه، آذربایجان، قزاقستان، قرقیزستان، ازبکستان، تاجیکستان، پاکستان و کشورهای توسعه‌یافته نیز شامل آلمان، فرانسه، ژاپن، کره جنوبی، چین و ایالات متحده می‌باشد.

۵ - ۱. آزمون مانایی لوین، لین و چو

به‌منظور بررسی مانایی داده‌ها پسماند حاصل از برآورد الگو برای هر دو گروه کشور منتخب برآورد و مورد ارزیابی قرار گرفت. احتمال آماره حاکی از عدم وجود ریشه واحد و بنابراین مانایی پسماندهاست. بر این اساس پس از برآورد الگو نتایج قابل‌اتکا است.

جدول ۱: نتایج آزمون مانایی لوین، لین و چو

| نتیجه | احتمال | آماره | |
|-------|--------|--------|----------------------|
| مانا | ۰/۰۰۰ | -۵۰/۳۱ | کشورهای توسعه‌یافته |
| مانا | ۰/۰۰۰ | -۴/۳۱ | کشورهای در حال توسعه |

(منبع: محاسبه پژوهش)

۵ - ۲. آزمون F لیمر و آزمون هاسمن

این آزمون به‌منظور تشخیص رهیافت داده‌های تابلویی ۲ و تلفیقی ۳ صورت می‌پذیرد که در جدول زیر نتایج این آزمون برای داده‌های پژوهش حاضر آورده شده است. با توجه به جدول (۲) سطح احتمال آماره آزمون F لیمر در هر دو گروه کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد، بنابراین فرضیه صفر رد شده و رهیافت داده‌های تابلویی انتخاب می‌شود. فرضیه صفر آزمون هاسمن مبنی بر روش اثرات تصادفی است. مطابق با نتایج گزارش شده در جدول (۴) فرضیه صفر مبنی بر روش اثرات تصادفی رد شده و روش اثرات ثابت برای هر دو گروه کشور تأیید می‌گردد.

جدول ۲: نتایج آزمون F لیمر و آزمون هاسمن

| نتیجه | احتمال | آماره | نام آزمون | |
|-----------------|--------|--------|--------------|----------------------|
| داده‌ها تابلویی | ۰/۰۰۰ | ۲۸۳/۴۸ | آزمون F لیمر | کشورهای توسعه‌یافته |
| داده‌ها تابلویی | ۰/۰۰۰ | ۷۶/۹۹ | آزمون F لیمر | کشورهای در حال توسعه |
| اثرات ثابت | ۰/۰۰۱ | ۱۹/۱۶ | آزمون هاسمن | کشورهای توسعه‌یافته |
| اثرات ثابت | ۰/۰۰۱ | ۲۵/۷۳ | آزمون هاسمن | کشورهای در حال توسعه |

(منبع: محاسبه پژوهش)

۵ - ۳. آزمون ناهمسانی واریانس

فرضیه صفر این آزمون مبنی بر همسانی واریانس است. مطابق با نتایج ارائه شده در جدول (۳) و احتمال آماره آزمون که کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد، معین می‌گردد که فرضیه صفر رد شده و ناهمسانی واریانس برای هر دو گروه کشور وجود دارد.

جدول ۳: نتایج آزمون ناهمسانی واریانس LR

| نتیجه | احتمال | آماره | |
|----------------------------|--------|--------|----------------------|
| ناهمسانی واریانس وجود دارد | ۰/۰۰۰ | ۳۵۰/۶۳ | کشورهای توسعه یافته |
| ناهمسانی واریانس وجود دارد | ۰/۰۰۰ | ۴۴۸/۲۳ | کشورهای در حال توسعه |

(منبع: محاسبه پژوهش)

۵ - ۴. آزمون والد

این آزمون معنی‌داری کلی رگرسیون را تعیین می‌کند که آیا تمام پارامترهای الگو با هم برابر و برابر با صفر است یا خیر. در صورتی که فرضیه صفر رد نشود حاکی از آن است که در کل الگو معنادار نمی‌باشد. مطابق با نتایج این آزمون فرضیه صفر رد شده و در کل الگو معنادار است.

جدول ۴: نتایج آزمون والد

| نتیجه | احتمال | آماره | |
|------------------------|--------|--------|----------------------|
| در کل الگو معنادار است | ۰/۰۰۰ | ۷۰۲/۳۶ | کشورهای توسعه یافته |
| در کل الگو معنادار است | ۰/۰۰۰ | ۵۲۷/۸۹ | کشورهای در حال توسعه |

(منبع: محاسبه پژوهش)

۵ - ۵. برآورد الگو

نتایج حاصل از برآورد معادله این پژوهش با استفاده از روش حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) و با بهره‌گیری از داده‌ها و اطلاعات جمع‌آوری شده از سایت آنکتاد برای بررسی میزان تجارت بین کشورها و تکنولوژی سبز و همین‌طور سایت داده‌های بانک جهانی برای گردآوری داده‌های تولید ناخالص داخلی هر کشور و میزان اختراعات ثبت‌شده کشورهای منتخب انجام پذیرفته است. همچنین برای بررسی فاصله جغرافیایی میان کشورهای منتخب از داده‌های سایت فاصله بین کشورها استفاده شده است.

با توجه به نتایج برآوردی که در جداول (۵) و (۶) ارائه شده است، مشخص گردید در کشورهای در حال توسعه، تولید ناخالص داخلی کشور اول تأثیر معنادار و مثبتی بر روند تجاری این کشورها داشته، بنابراین یک درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی آن‌ها منجر به ۰/۸۴ درصد افزایش در

تجارت این کشورها می‌گردد و اثر تولید ناخالص داخلی کشور دوم مثبت، ولی معنادار نمی‌باشد. همچنین در کشورهای توسعه‌یافته، اثر مثبت و معنادار تولید ناخالص داخلی این کشورها بر تجارت بین‌الملل مشاهده می‌گردد و یک درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی این گروه از کشورها موجب بالا رفتن میزان تجارت به اندازه ۱/۱۳ درصد برای کشور اول و ۰/۹۴ درصد برای کشور دوم می‌گردد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزایش در ظرفیت تولید، توانایی بیشتری برای هر دو گروه کشورها در جهت افزایش صادرات و تجارت ایجاد می‌کند.

فاصله جغرافیایی در هر دو گروه کشورهای منتخب اثر منفی و معناداری بر تجارت داشته، بنابراین با افزایش یک درصدی فاصله جغرافیایی، سبب کاهش ۰/۰۳ درصدی تجارت کشورهای توسعه‌یافته و ۰/۰۵ درصدی تجارت کشورهای در حال توسعه می‌شود. از این رو تمایل کشورها برای تجارت با کشورهای همسایه و نزدیک به یکدیگر به علت داشتن صرفه اقتصادی به ویژه در زمینه حمل و نقل بیشتر می‌باشد.

شکاف تکنولوژی در کشورهای توسعه‌یافته معنادار و منفی و در کشورهای در حال توسعه معنادار و مثبت می‌باشد و این بدان معناست که با افزایش یک درصدی شکاف تکنولوژی میان این کشورها به میزان ۰/۴۵ درصد تجارت کشورهای در حال توسعه افزایش و ۰/۱۹ درصد تجارت کشورهای توسعه‌یافته کاهش می‌یابد. بدین سبب شکاف تکنولوژی در کشورهای توسعه‌یافته به‌عنوان یک مانع تجاری و در کشورهای در حال توسعه یک مزیت محسوب می‌گردد.

اثر تکنولوژی سبز در هر دو گروه کشورهای منتخب مثبت و معنادار می‌باشد و با افزایش یک درصدی تحول تکنولوژی سبز به ترتیب ۰/۹۱ درصد و ۱/۹۱ درصد تجارت کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه افزایش می‌یابد که مشخص می‌کند افزایش بهره‌بری از این نوع تکنولوژی نه تنها ممانعتی برای تجارت میان کشورها ایجاد نمی‌کند، بلکه می‌تواند موجب تقویت مراودات تجاری در مسیر سبز نیز گردد.

جدول ۵: نتایج برآورد الگو به روش GLS (کشورهای توسعه‌یافته)

| متغیر توضیحی | ضرایب | آماره Z | احتمال آماره |
|---------------------|-------|---------|--------------|
| LGDP _i | ۱/۱۳ | ۲۱/۲۹ | ۰/۰۰۰ |
| LGDP _j | ۰/۹۴ | ۲۱/۳۰ | ۰/۰۰۰ |
| LDISS _{ij} | -۰/۰۳ | -۱۳/۹۲ | ۰/۰۰۰ |
| LDPAT _{ij} | -۰/۱۹ | -۵/۸۰ | ۰/۰۰۰ |
| LGT _{ij} | ۰/۹۱ | ۲/۶۷ | ۰/۰۰۷ |
| CONS | -۳۴/۴ | -۱۶/۹۲ | ۰/۰۰۰ |

(منبع: محاسبه پژوهش)

جدول ۶: نتایج برآورد الگو به روش GLS (کشورهای در حال توسعه)

| متغیر توضیحی | ضرایب | آماره Z | احتمال آماره |
|---------------------|-------|---------|--------------|
| LGDP _i | ۰/۸۴ | ۱۱/۲۲ | ۰/۰۰۰ |
| LGDP _j | ۰/۰۵ | ۰/۹ | ۰/۳۶۷ |
| LDISS _{ij} | -۰/۰۵ | -۶/۶۲ | ۰/۰۰۰ |
| LDPAT _{ij} | ۰/۴۵ | ۹/۸۷ | ۰/۰۰۰ |
| LGT _{ij} | ۱/۹۱ | ۷/۸۶ | ۰/۰۰۰ |
| CONS | -۵/۴ | -۲/۳۳ | ۰/۰۲ |

(منبع: محاسبه پژوهش)

۶. نتیجه گیری

در این پژوهش به ارزیابی اثر تحول تکنولوژی سبز و شکاف تکنولوژی بر تجارت بین الملل کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته با بهره گیری از مدل جاذبه طی سال های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۹ میلادی پرداخته شده است.

مطابق جداول (۵) و (۶) اثر تحول تکنولوژی سبز بر هر دو گروه کشورهای منتخب، اثر مثبت و معناداری بر تجارت داشته و این موضوع بیانگر آن است که تکنولوژی سبز جایگاه مناسب خود را در پیشبرد تجارت بین الملل این کشورها یافته است. در اغلب مقالاتی که در ارتباط با اثر سیاست های زیست محیطی یا استفاده از انرژی های تجدیدپذیر بر تجارت منتشر شده است نتایجی مشابه با پژوهش کنونی مشاهده می گردد، برای مثال عبدالرحمان و همکارانش طبق مقاله ای که در سال ۲۰۲۰ منتشر شد به این نتیجه دست یافتند که سیاست های ترویج انرژی های تجدیدپذیر موجب رشد اقتصادی و پایداری محیط زیست می شود که با نتیجه حاصل شده از این پژوهش در زمینه استفاده از تکنولوژی سبز مطابقت دارد.

با توجه به اینکه تکنولوژی سبز بر مسائل توسعه ای تأثیر بسزایی داشته و با در نظر گرفتن اهمیت حفظ محیط زیست پاک و قابل استفاده برای نسل های آینده و همچنین مطابق با نتایج پژوهش حاضر، دولت ها و جوامع بایستی در بخش های پیچیده تر و سبزتر سرمایه گذاری های بیشتری انجام داده، مهارت های فنی خود را تقویت کرده و زیرساخت های فناوری لازم برای رشد صنایع سبز را توسعه دهند، همچنین جامعه بین المللی باید قوانین تجارت جهانی را در حمایت بیشتر از صنایع سبز نوظهور در اقتصادهای در حال توسعه گسترش دهند که به ویژه تلاش بیشتر کشورهای در حال توسعه در این زمینه برای دستیابی به این تکنولوژی لازم می باشد.

بر اساس نتایج به دست آمده اثر شکاف تکنولوژی بر تجارت بین الملل کشورهای در حال توسعه مثبت و معنادار می باشد، بدین معنا که با افزایش فاصله تکنولوژی تجارت دو جانبه میان این کشورها افزایش می یابد. بنابراین کشورهای مذکور به علت داشتن سطح تکنولوژی پایین تر، تمایل زیادی به

وارد کردن تکنولوژی و انجام مراودات تجاری با یکدیگر دارند. نتیجه مطالعه‌ای که در سال ۱۴۰۱ توسط موسوی و همکاران در این زمینه صورت پذیرفت معین کرد که شکاف تکنولوژی منجر به کاهش تجارت کشور منتخب در حال توسعه خواهد شد که این نتیجه با یافته حاصل شده از این پژوهش در تناقض می‌باشد.

با توجه به یافته‌های این پژوهش که فاصله تکنولوژی را عاملی محرک و تأثیرگذار در افزایش تجارت میان این گروه از کشورها معرفی می‌کند، پیشنهاد می‌شود با در نظرگیری اهمیت بیشتر پیشرفت تکنولوژی برای همه کشورها، میزان محدودی از شکاف تکنولوژی در کشورهای در حال توسعه حفظ شده و در کنار آن به دنبال سیاست‌های جایگزین برای اثر مثبت آن بر تجارت باشند.

مطابق جدول (۵) شکاف تکنولوژی در کشورهای توسعه‌یافته اثر منفی و معناداری بر تجارت دارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که هرچه شکاف تکنولوژی افزایش یابد میزان تجارت میان این گروه از کشورها کمتر می‌شود، به عبارت دیگر عدم شباهت در سطح تکنولوژی این کشورها به‌عنوان مانعی برای تجارت دو جانبه میان آن‌ها عمل کرده و آن را کاهش می‌دهد که این نتیجه با دستاورد مطالعه موسوی و همکاران در سال ۱۴۰۱ و همچنین پژوهش اوحدی و همکاران در سال ۱۳۹۶ مطابقت دارد. بنابراین کشورهایی که از سطح تکنولوژی پایین‌تری نسبت به کشورهای توسعه‌یافته دیگر برخوردار هستند، بایستی روی تکنولوژی سرمایه‌گذاری بیشتری انجام داده و در جهت افزایش ظرفیت در بخش‌های فناوری نوین قدم‌های بزرگ‌تری برداشته و با ارتقاء سطوح مرتبط با تکنولوژی و فناوری، از جمله بالا بردن دانش و تخصص نیروی انسانی، فناوری اطلاعات و بهره‌گیری از دانشمندان و متخصصان کشورهای دیگر، سطوح تکنولوژی خود را به دیگر کشورهای دارای سطوح تکنولوژی بالاتر نزدیک نمایند و در راستای پر کردن شکاف تکنولوژی گام بردارند تا از این طریق از آثار مثبت تجاری بیشتری بهره‌مند گردند.

با در نظر گرفتن یافته‌های پژوهش و اهمیت حفاظت از محیط زیست در کنار توسعه پایدار، حرکت کشورها در مسیر سبز مستلزم طراحی برنامه‌های متناسب سیاسی در جهت دستیابی به اهدافی ارزشمند از جمله کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی، افزایش سطح تکنولوژی و پیشرفت اقتصادی می‌باشد که می‌توان به معافیت مالیاتی خدمات و تولیدات مرتبط با تکنولوژی سبز و دوستدار محیط زیست یا افزایش مراودات تجاری با کشورهای پیشرو در این زمینه و همچنین بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر یا احداث نیروگاه‌های بادی و آبی اشاره کرد که بهره‌مندی از این‌گونه برنامه‌های سیاسی نیازمند آگاهی‌سازی و تبلیغات گسترده در این زمینه خواهد بود.

تقویت تکنولوژی سبز در کشورهای کمتر توسعه‌یافته می‌تواند با جذب سرمایه‌گذاری از کشورهای توسعه‌یافته بیشتر و پیشرفته‌تر در این زمینه نه تنها موجب افزایش تجارت و بهره‌بری دو جانبه هر دو کشور شود، بلکه سبب کاهش شکاف تکنولوژی میان این کشورها گردد که خود موجب افزایش تجارت به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه می‌شود.

References

- Amanifard, R., Mohammadi, M., & Mazhari, R. (2021). The Role of Enabling Trade Indices on Iran's Exports: Gravity Model Approach. *Journal of Economic Research*, 80(21), 169-218. [In Persian]
- Brandi, C., Schwab, J., Berger, A., & Morin, J. F. (2020). Do environmental provisions in trade agreements make exports from developing countries greener?. *World Development*, 129, 104899.
- Du, K., Cheng, Y., & Yao, X. (2021). Environmental regulation, green technology innovation, and industrial structure upgrading: The road to the green transformation of Chinese cities. *Energy Economics*, 98, 105247.
- Husin, H., & Zaki, M. (2021). A critical review of the integration of renewable energy sources with various technologies. *Protection and control of modern power systems*, 6(1), 1-18.
- Hsu, C. C., Quang-Thanh, N., Chien, F., Li, L., & Mohsin, M. (2021). Evaluating green innovation and performance of financial development: mediating concerns of environmental regulation. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(40), 57386-57397.
- Ikram, M., Ferasso, M., Sroufe, R., & Zhang, Q. (2021). Assessing green technology indicators for cleaner production and sustainable investments in a developing country context. *Journal of Cleaner Production*, 322, 129090.
- Can, M., Jebli, M. B., & Brusselsaers, J. (2021). Exploring the impact of trading Green Technology Products on the environment: Introducing the Green Openness Index. Available at SSRN 3804046.
- Karimpour, S., Ghasemi, A., & Mohamadi, T. (2020). The impact of Iran's economic sanctions on Iran and OPEC countries's crude oil trade: application of the generalized gravity model. *Iranian Energy Economics*, 9(34), 143-172.
- Khan, S. A. R., Yu, Z., Belhadi, A., & Mardani, A. (2020). Investigating the effects of renewable energy on international trade and environmental quality. *Journal of Environmental management*, 272, 111089.
- Liu, H., Lei, H., & Zhou, Y. (2022). How does green trade affect the environment? Evidence from China. *Journal of Economic Analysis*, 1(1), 1-19.
- Parhizkar kohne oghaz, M., Nikooghadam, M., & Khoshnoodi, A. (2021). Investigating the effect of renewable energy consumption on sustainable development in OPEC member countries. *new economy and trad*, 16(1), 29-60. [In Persian]
- Malkuti, Zamani, & Arabian. (2021). Determinants of bilateral trade between Iran and China. *Business Journal*, 25(98), 215-246. [In Persian]
- Mousavi Jahromi, Y., Shaygani, B., Noraniazad, S., & Hydari, M. (2022). Investigating The Effect of Technology Gap on industrial Trade: Using Gravity Model. *new economy and trad*, 17(3), 149-174.
- Ohadi Esfahani, S., Tayebi, S. K., & Vaez Barzani, M. (2017). Effect of Technological Gap on Iran's Bilateral Trade Relations: a Semi-parametric Approach. *Journal of Economics and Modelling*, 8(31), 1-26. [In Persian]

- Pourali, M., Rajaei, Y., & Dalmanpour, M. (2020). Effects of macroeconomic and institutional variables on the economic growth of selected developing countries. *Applied Economics*, 10(32 and 33 (Spring and Summer 99)), 79-96. [In Persian]
- Qazi, A., Hussain, F., Rahim, N. A., Hardaker, G., Alghazzawi, D., Shaban, K., & Haruna, K. (2019). *IEEE Access* 7 (2019) 63837.
- Razzaq, A., Wang, Y., Chupradit, S., Suksatan, W., & Shahzad, F. (2021). Asymmetric inter-linkages between green technology innovation and consumption-based carbon emissions in BRICS countries using quantile-on-quantile framework. *Technology in Society*, 66, 101656.
- Rezaee, J., Tari, F., Mohammadi, T., & Shahhoseini, S. (2020). The Evaluation of the Impact of Trade Facilitation on Bilateral Industrial Trade in Developing Countries. *Journal of Industrial Economics Research*, 13(4), 61-74. [In Persian]
- Sampson, T. (2023). Technology gaps, trade, and income. *American Economic Review*, 113(2), 472-513.
- Shang, L., Tan, D., Feng, S., & Zhou, W. (2022). Environmental regulation, import trade, and green technology innovation. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(9), 12864-12874.
- Wang, Q., Zhang, F., & Li, R. (2023). Revisiting the environmental kuznets curve hypothesis in 208 counties: The roles of trade openness, human capital, renewable energy and natural resource rent. *Environmental Research*, 216, 114637. <https://unctad.org/tir2023>
<https://www.distance-between-countries.com/>
<https://databank.worldbank.org/>

Evolution of Green Technology, Technology Gap and International Trade A Comparative Study of Developing and Developed Countries

Mehrnoosh Patimar¹
Zahra Zamani²

Received: 2023/12/27

Accepted: 2024/01/25

Aim and Introduction

Trade is one of the most important factors for the economic progress of countries, which has become feasible with the globalization of business. In addition, the significant increase in energy consumption after the industrial revolution, aimed at improving the quality of human life, has led to increasing environmental degradation worldwide. Although economic growth is one of the main goals of countries, developed economies are more concerned about its environmental consequences. Unfortunately, it seems that developing countries often overlook environmental protection in their pursuit of desired economic growth.

Green technology is a form of technology that aims to minimize the environmental damage caused by energy consumption by increasing energy efficiency. Examples of this technology include renewable energy sources, energy efficiency measures, waste management, environmental monitoring systems, and electric vehicles, all of which contribute to significantly improving the quality of environment. Green technology and its positive consequences serve as a turning point for mitigating environmental damage and, most importantly, preventing further harm. It has proven to be highly effective and requires the collective efforts of all countries to achieve their economic goals while preserving and expanding their trade relationships, ultimately bringing their technological levels closer together.

Methodology

This research aims to investigate the technology gap and green technology and its effects on international trade between developed countries (Japan, South Korea, France, Germany, the United States, China) and developing countries (Iran, Turkey, Azerbaijan, Tajikistan, Pakistan, Kazakhstan, Kyrgyzstan, Uzbekistan). The study utilizes the gravity model and STATA software, analyzing the coefficients obtained from this model to examine how green technology development can have a positive impact on both environment and business. The data used in this analysis spans during 2008 - 2019 and is sourced from UNCTAD and WORLD BANK.

-
1. M.A Faculty of Commerce, university of Sheikh Baha'i, Isfahan, Iran.
E-mail: mehrnooshpatimar88@gmail.com
 2. Postdoctoral Researcher, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, Isfahan, Iran. (Corresponding Author) E-mail: z_zamani85@yahoo.com

Findings

Based on the estimated results of this study, it has been determined that in developing countries, Gross Domestic Product (GDP) of the first country had a significant and positive impact on their trade. Therefore, a 1% increase in their GDP leads to an 0.84% increase in their trade. On the other hand, the impact of GDP for the second country is positive but not significant.

Furthermore, in developed countries, a positive and significant effect of Gross Domestic Product (GDP) on international trade is observed. A 1% increase in GDP for this group of countries leads to a 13.1% increase in trade for the first country and a 9.4% increase for the second country. Therefore, it can be concluded that an increase in production capacity creates greater capabilities for both groups of countries to enhance exports and trade.

The geographical distance has a significant negative impact on trade in both groups of selected countries. Therefore, a 1% increase in geographical distance leads to a 0.3% decrease in trade for developed countries and a 0.5% decrease in trade for developing countries. As a result, countries tend to prefer trading with their neighboring and geographically closer countries due to economic advantages, especially in transportation sector.

Technology gap has significant negative implications for developed countries and significant positive implications for developing countries. This means that with a one percent increase in technology gap between these countries, the trade of developing countries increases by 0.45 percent and the trade of developed countries decreases by 0.19 percent. Technology gap is considered a trade barrier in developed countries, while it is seen as an advantage in developing countries.

The impact of green technology is positive and significant in both selected groups of countries. One percent increase in green technology transformation results in a 0.91 percent and 1.91 percent increase in trade for developed and developing countries, respectively. This indicates that the adoption of green technology not only does not hinder international trade but can also strengthen trade relations in the green pathway.

Discussion and Conclusion

Transformation of green technology has had a significant and positive impact on trade for both groups of selected countries. This indicates that green technology has found a suitable position in advancing international trade for these countries. Considering that green technology has a significant impact on development issues and the importance of preserving a clean and sustainable environment for future generations, as well as in line with the findings of this research, governments and societies should invest more in greener and more complex sectors. They should enhance their technical skills and develop the necessary technological infrastructure for the growth of green industries. Additionally, the international community should expand the support for emerging green industries in

developing economies by strengthening global trade regulations, particularly through increased efforts by developing countries to acquire this technology.

According to the results obtained, the impact of technology gap on international trade among developing countries is positive and significant. This means that as the technology distance increases, bilateral trade between these countries also increases. Therefore, the mentioned countries, due to their lower level of technology, have a strong inclination to import technology and engage in trade with each other.

Based on the findings of this research, which identifies the technology gap as a stimulating and influential factor in increasing trade among these groups of countries, it is suggested to prioritize the advancement of technology for all countries. It is recommended to maintain a certain level of technology gap in developing countries while simultaneously pursuing alternative policies to harness its positive impact on trade.

Keywords: Green Technology Evolution, Technology Gap, International Trade

JEL Classification: F1, O0