Journal of Environmental and Natural Resource Economics
Volume ٤, Number ٨, Spring ٢٠٢٤, pp. ١-٢٧
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/١٠,٢٢٠٥٤/EENR.٢٠٢٤.٧٥٩١٣.١٨٢

Original Research
Received: ٢٨/Dec/٢٠٢٣
Accepted: ٣٠/June/٢٠٢٤
ISSN: ٢٥٣٨-٢٧٩١
eISSN: ٢٥٣٨-٢٨٣X

The Impact of Applying Environment-Biased New Technology in the Shadow of Knowledge Trade and on Green Development

Mostafa Heidari Haratemeh *

Associate Professor, Department of Economics, Naragh Branch, Islamic Azad University, Naragh, Iran

Abstract

Introduction

The green development of a country is the guarantee of its survival in the world and the well-being of its people. One of the main factors required to carry out economic activities that collectively determine green development and also cause climate change is the use of Environment-Biased Technical know-how business due to the use of natural energy sources called fossil fuels including coal., oil, natural gas, ore, oil, etc. Economic growth and development increases household income and improves physical infrastructure. Each of the development structures can theoretically increase or decrease the rate of environmental degradation. Accordingly, even considering the components of economic development and their relationship with the environmental situation is a delicate relationship. Economic growth and environmental protection have always been the focus of researchers. In recent years, sustainable development has become the main policy of governments. With the deepening of economic integration and globalization, a large number of researchers have focused on the impact of knowledge trade on sustainable development. After countries joined the WTO (World Trade Organization), environmental issues have become an important obstacle to the growth of these countries, and people have been pressured for greater coordination between environmental issues and the economy. Technical innovation to realize environmentally friendly technical progress is the main solution to achieve sustainable development. Technical progress can improve factor allocation efficiency and production efficiency. Technical progress is also a key driving force in sustainable energy storage and reducing greenhouse gas emissions. Researchers consider technical progress as an endogenous factor and acknowledge the tendency towards it, which reveals the hidden characteristic based on technical progress. Therefore, the main question of the research is how knowledge trade and environmentally friendly technical progress affects sustainable development.

* Corresponding Author: Mo.heidarih@iau.ac.ir
How to Cite: Heidari Haratemeh, M. (٢٠٢٤). The Impact of Applying Environment-Biased New Technology in the Shadow of Knowledge Trade and on Green Development. Journal of Environmental and Natural Resource Economics, ٨(٤), pp. ١-٢٧.

Methods and Material

The current research is of a library type and to investigate the effect of knowledge trade and environment-oriented progress on sustainable development, the GMM estimator was used for the time period of ۱۳۹۱-۱٤۰۱ and ٥٥ industries and was estimated using Eviuse and Stata software, up to observing the long-term relationships of knowledge trade, environmentally oriented knowledge and sustainable development. The data of the research variables were extracted from the databases of the World Bank, the International Monetary Fund and official statistical centers.

Results and Discussion

The output from the estimation of the model showed that the technical progress inclined to the environment has a positive and significant effect on sustainable development, and it indicates that the development of environmental knowledge is in the stage of increasing the efficiency of scale and there is more scope for sustainable development. Direct import of knowledge requires a large amount of capital, which makes the advantage of importing knowledge less than the cost of this opportunity in the short term. Therefore, the direct import of knowledge in the initial stage does not significantly contribute to the improvement of sustainable development. At the level of microeconomics, imported knowledge must match existing knowledge, which requires adaptation to new production knowledge and training of new knowledge operators. This entire process requires time to function properly, which may sometimes lead to backlog. Knowledge trade spillovers from FDI had a significant negative impact on sustainable development, reflecting the lack of independent innovation in institutions. In addition, many foreign investments seek resources or take advantage of the country's environmental regulations, which allow them to cause pollution, as pollution in developed countries due to strict regulations. And it is strictly forbidden to be environmentally friendly. Therefore, polluting products are often moved to countries where environmental regulations are lax. In the presented model, the level of sustainable development is measured through a comprehensive assessment of economic growth and environmental pollution. The regression coefficient of this index is negative. Two main conditions are necessary to obtain the entered knowledge. One condition is to import products with a relatively higher level of knowledge, and another condition is to hire professionals who can absorb such knowledge. The interactive expression of technical progress inclined to the environment and knowledge trade shows that, under certain conditions of the ability to absorb environmental knowledge, the level of green development can be improved regardless of the type of knowledge trade, directly, or by importing knowledge trade through foreign direct investment, or through imports. However, the regression coefficient of foreign direct investment is significant and negative, which shows that foreign direct investment alone is not conducive to the harmonious development of the environment and economy. This finding is in line with the conclusions of many existing studies. In this research, by combining the technical improvement caused by foreign investment and the domestic ability to absorb environmental knowledge, a different result is obtained. Under certain conditions, foreign investment is useful for the harmonious development of the economy and the environment. The regression coefficients of the amount of capital and the level of social welfare are positive, which

is consistent with the primary hypothesis of the research. Further, by classifying the companies in each industry based on their size, the research has taken a more complete process, so that the degree of influence of knowledge trade and green technical progress on sustainable development can be seen. In the preliminary regression model, the coefficients of all three types of business were all significant. Therefore, only knowledge trade is used as a variable. According to the output of the tables, it can be seen that the effect of green technical progress on sustainable development is still positive and significant, and this means that the conclusions of the main regression were stable. However, after classifying the companies based on the size of the company, it was observed that the degree of influence of green technical progress on sustainable development is variable. It was also found that the effect of green technical progress on sustainable development is greater in large and medium-sized enterprises than in small enterprises, and there was no interaction between green technical progress and sustainable development in small enterprises .

Conclusion

From the findings of the study, it can be concluded that knowledge trade improves Pareto for both business parties. Unlike the import and export of conventional goods, knowledge trade is a process through which importing countries acquire new technologies and managerial experience. Therefore, this system should consider not only the quantity of knowledge trade, but also the ability of importing countries to absorb new knowledge. Empirical analysis shows that knowledge trade is more beneficial for production-based technical progress than for environment-oriented technical progress. Environmentally oriented knowledge can be effectively improved only when companies import technology from developed countries above the allocated size. This is because knowledge trade is particularly related to the production of goods and the value of the final product, and when the prices of products have been transferred from the product market to the factor market, the price of factors of production increases. This issue inevitably leads to an increase in the marginal production of production factors, which is expressed as technical progress based on production.

Keywords: Environment-Biased, Knowledge Trade, Green Development, Technology

JEL Classification: O٤٤ , Q٥٥ , Q٥٦

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۰۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۰
ISSN: ۲۵۳۸-۴۷۹۱
eISSN: ۲۵۳۸-۴۸۳X

- فصلنامه محیط زیست و منابع طبیعی ---
سال ٤، شماره ۸، بهار ۱٤۰۳، صفحات ۱-۲۷
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/۱۰,۲۲۰٥٤/EENR.۲۰۲٤.۷٥۹۱۳.۱۸۲

تأثیر به‌کارگیری فناوری نوین تورش به محیط زیست در سایه تجارت دانش بر توسعه سبز

مصطفی حیدری هراتمه * دانشیار گروه اقتصاد، واحد نراق، دانشگاه آزاد اسلامی، نراق، ایران

چکیده

توسعه سبز یک کشور، تضمین بقای آن در جهان و رفاه مردم آن کشور است. یکی از عوامل اصلی مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های اقتصادی که به‌طور جمعی توسعه سبز را تعیین می‌کند و همچنین باعث تغییرات آب و هوایی می‌شود، به‌کارگیری تجارت دانش فنی مبتنی بر محیط زیست به دلیل استفاده از منابع انرژی طبیعی به نام سوخت‌های فسیلی شامل زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی، سنگ معدن، نفت و غیره است. بنابراین تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر به‌کارگیری فناوری جدید مبتنی بر محیط زیست در سایه تجارت دانش بر توسعه سبز در نظر گرفته شد. جهت بررسی تأثیر تجارت دانش (واردات مستقیم فناوری، سرریزهای فناوری سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مهندسی معکوس محصولات وارداتی) و پیشرفت متمایل به محیط زیست بر توسعه سبز از تخمین‌زننده گشتاور تعمیم‌یافته در دوره زمانی ۱۴۰۱-۱۳۹۶ و ۷۵ کارخانه سیمان استفاده شده است. نتایج نشان داد: تجارت دانش، فرآیندی است که از طریق آن کشورهای واردکننده، فناوری‌های جدید و تجربه مدیریتی را به دست می‌آورند. کشورهای در حال توسعه تنها از طریق معرفی مستقیم فناوری می‌توانند سطح فناوری زیست محیطی خود را بهبود بخشند. تجارت دانش با در نظر گرفتن عامل تعاملی فناوری زیست محیطی و تجارت دانش، در قالب معرفی مستقیم فناوری و مهندسی معکوس محصولات وارداتی، می‌تواند توسعه سبز را بهبود بخشد. جهت تحصیل دانش از طریق واردات، لازم است محصولات با سطح دانش نسبتاً بالاتر وارد و افراد حرفه‌ای استخدام تا بتوانند چنین دانش‌هایی را جذب کنند. بنابراین لازم است دولت‌ها به تدریج توانایی‌های تحقیقاتی و نوآوری مستقل خود را ارتقاء داده و شرکت‌های داخلی را به توسعه فناوری‌های جدید تشویق کند.

کلیدواژه‌ها: تعداد تجارت دانش، تورش به محیط زیست، توسعه سبز، فناوری

طبقه‌بندی JEL: Q٥٦ , Q٥٥ , O٤٤

* نویسنده مسئول: Mo.heidarih@iau.ac.ir

۱. مقدمه

تغییرات آب و هوایی یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی جهان امروز است. در حال حاضر، یک اجماع کلی وجود دارد که فعالیت‌های اقتصادی که گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسیدکربن منتشر می‌کنند به تغییرات آب و هوایی کمک می‌کنند (وانگ و سو[۱]، ۲۰۱۷). این مشاهدات باعث ایجاد انگیزه در حال افزایش صداهایی می‌شود که از کاهش و حتی پایان دادن به رشد اقتصادی به منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای حمایت می‌کنند. تحقیقات متعدد پیشنهاد می‌کند که تغییر جهت تغییر تکنولوژیک به سمت نوآوری سبزتر می‌تواند بدون قربانی کردن رشد اقتصادی بلندمدت با تغییرات آب و هوایی مبارزه کند. ماهیت چالش گرمایش جهانی و راه‌حل‌های آن زمانی که فناوری درون‌زا و جهت‌دار باشد، اساساً تغییر می‌کند (باتولت[۲]، ۲۰۲۴).

دور شدن اقتصاد بازار از سوخت‌های فسیلی بدون اقدامات سیاسی قاطع ممکن است حتی دشوارتر باشد، زیرا یک قرن سرمایه‌گذاری در سوخت‌های فسیلی و فناوری‌های استفاده از سوخت‌های فسیلی، ضرر زیادی را برای منابع پاک‌تر انرژی ایجاد می‌کند. با این وجود، اقدام سیاستی صحیح این پتانسیل را دارد که این موضوع را به سرعت و اساساً تغییر دهد. فرم سیاست بهینه در حضور تغییرات فناورانه هدایت‌شده قابل توجه است: به جای تکیه بر مالیات کربن (یا به‌طور کلی‌تر قیمت کربن)، این دیدگاه نشان می‌دهد که یارانه‌ها به نوآوری سبز باید بخش مرکزی چارچوب سیاست باشد (کائو و وانگ[۳]، ۲۰۱۷). این به این دلیل است که در چنین محیطی (و، در دنیای واقعی)، چالش آب و هوایی مستلزم تغییر مسیر عمده فناوری به دور از منابع تجدیدپذیر سوخت‌های فسیلی و سایر منابع انرژی پاک است. حتی به‌طور ریشه‌ای‌تر، نوآوری جهت‌دار، بسیاری از عوامل اجتماعی تعیین‌کننده انتخاب فناوری را در کانون توجه قرار می‌دهد (باتولت، ۲۰۲۴).

اولویت‌های مدیران شرکت‌ها، هنجارها و دیدگاه‌های رهبران فناوری و سازمان‌های جامعه مدنی و بسیج می‌توانند نقش مهمی در تغییر مسیر فناوری ایفا کنند. این دیدگاه حاکی از آن است که بسیاری از جنبه‌های غنی‌تر از انتخاب‌های تکنولوژیکی وجود دارد که باید

---

۱. Wang & Song
۲. Fatima Batoolet
۳. Cao and Wang

در آینده به‌طور سیستماتیک مورد مطالعه قرار گیرند (فوجی و منیج[۱]، ۲۰۱۶). در اصل، یک رویکرد جامع‌تر، شامل اهرم‌های مختلفی که می‌توانند تغییرات تکنولوژیکی و نقش‌های اقتصاد سیاسی، عوامل جامعه‌شناختی و فرهنگی مؤثر بر جهت نوآوری را تغییر دهند، برای به دست آوردن درک گسترده‌تری از چالش آب و هوا و راه‌حل‌های آن مورد نیاز است.

رشد اقتصادی مبتنی بر تولید معمولاً به افزایش آلودگی هوا منجر می‌شود، اما گسترش زیاد بخش خدمات ممکن است بر آلودگی هوا تأثیر قابل توجهی بر جای نگذارد (گائو و وانگ، ۲۰۱۷)[۲]. پیشرفت‌های اقتصادی، مفهومی چندبعدی و گسترده است که خودبه‌خود، جنبه‌های اقتصادی گسترده‌ای را برای جامعه باز کرده و بهبود می‌دهد. رشد و توسعه اقتصادی باعث افزایش سطح درآمد خانوار و بهبود زیرساخت‌های فیزیکی خواهد شد. هر کدام از سازه‌های توسعه می‌توانند به صورت تئوریک سرعت تخریب محیط زیست را افزایش یا کاهش دهند. بر همین اساس، رابطه مؤلفه‌های توسعه اقتصادی با وضعیت زیست‌محیطی، ارتباط ظریفی است (رودریک[۳]، ۲۰۰۶).

رشد اقتصادی و محافظت زیست‌محیطی همیشه مورد توجه محققان قرار داشته‌اند. با عمیق‌تر شدن یکپارچگی اقتصادی و جهانی شدن و پیوستن کشورها به سازمان تجارت جهانی، مسائل زیست‌محیطی به مانع مهمی در مقابل رشد اقتصادی تبدیل شده است (سو و موانیبا[۴]، ۲۰۱۷). نوآوری‌های فنی جهت تحقق پیشرفت فنی متمایل به (جهت‌دار) محیط زیست، راه‌حل اصلی برای دستیابی به توسعه سبز است. پیشرفت فنی نیز، نیروی محرک کلیدی در ذخیره انرژی پایدار وکاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. محققان، پیشرفت فنی را به‌عنوان عاملی درون‌زا تلقی و تمایل به آن (تورش آن) را تصدیق می‌کنند، که ویژگی پنهان مبتنی بر پیشرفت فنی را آشکار می‌کند (باتولت، ۲۰۲۴).

عجم اغلو[۵] (۲۰۰۳، ۲۰۰۷) و عجم اغلو و همکاران (۲۰۱۲ a,b) سهم زیادی در توسعه نظریاتی درخصوص پیشرفت فنی مبتنی بر محیط زیست داشته‌اند و پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست را به‌عنوان پیشرفتی تعریف کرده‌اند که موجب برانگیختن صرفه‌جویی در

---

۱. Fujii & Manage
۲. Cao and Wang
۳. Rodrik
۴. Su and Moaniba
۵. Acemoglu

انرژی و کاهش انتشارآلاینده‌ها می‌شود. کوپلند و تیلور (۱۹۹۴)[۱] اظهار می‌دارند که اگر سطوح آلودگی در کشورهای توسعه‌یافته همراه با رشد اقتصادی کاهش پیدا کند، آنگاه تنها امکان دارد پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست ایجاد شده باشد. وقوع چنین پیشرفتی ناشی از تقاضای بالای مردم برای کیفیت محیط زیست است، که منجر به افزایش درآمد و اعلام محدودیت‌هایی از جانب کشورهای توسعه‌یافته درخصوص محتوای کربن محصولات، شده است. کائو و وانگ (۲۰۱۷)[۲] استدلال کرده‌اند که وارد کردن محصولات از کشورهای توسعه‌یافته موجب ارتقاء پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست می‌شود، در حالی که وارد کردن کالا از کشورهای در حال توسعه موجب کاهش آن می‌شود. به‌علاوه، آنها نشان دادند که صادرات در همه موارد، صرف‌نظر از کشور مقصد، موجب کاهش پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد هیچ توافق و اجماعی درخصوص تأثیر تجارت دانش بر پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست وجود نداشته باشد.

در این مطالعه، استدلال می‌شود که محدودیت اساسی در مطالعات قبلی درخصوص رابطه بین تجارت دانش، پیشرفت فنی و توسعه سبز این است که تجارت دانش و پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست، هنوز بطور مستقل مورد تجزیه و تحلیل قرار نگرفته‌اند (کیانتو و همکاران، ۲۰۱۷)[۳]. تجارت دانش به مجموع فعالیت‌های تبادل منطقی و علمی اشاره دارد که از طریق همه انواع منافع و منابع فکری، همچون اطلاعات، استعدادهای نوآورانه و تجهیزات شبکه الکترونیکی، صورت می‌گیرد. تجارت چندین بُعد دارد از قبیل: الف) تجارت نیروی کار «اشتغال و تخصیص منابع نیروی کار» (مدل ریکاردین[۴]) ب) تجارت کالا «اشتغال و تخصیص منابع طبیعی» (مدل H-O)، ج) تجارت دانش «اشتغال و تخصیص منابع فکری» (کیانتو، سائنز و آرامبرو[۵]، ۲۰۱۷). در این مطالعه، سعی شده است تجارت دانش از دیگر فعالیت‌های تجاری جدا شود. یکی از موضوعات مورد توجه مجامع بین‌المللی و دیدگاه غالب طرفداران محیط زیست، افزایش آلودگی، آلاینده‌ها و کاهش کیفیت محیط زیست به سبب رشد و توسعه یک جانبه صنعت است. اما دیدگاه مطرح شده، با دیدگاه اقتصاددانان توسعه که بیان می‌کنند که در مراحل اولیه توسعه، ارمغان رشد،

---

۱. Copeland & Taylor
۲.Cao & Wang
۳. Kianto et al.
٤. Ricardian
٥ Kianto, Saenz and Aramburu

وخامت در محیط زیست است، اما سپس به سطح خاصی از اوج می‌رسد و در این نقطه، به ویژه برای کشورهای در حال توسعه مانند ایران، رشد تمایل به بهبود در محیط زیست دارد، مغایر بوده است (لی و همکاران، ۲۰۱۷)[۱]. بنابراین تحقیق حاضر به بحث و بررسی پیرامون ارتباط میان رشد و توسعه پایدار و آلاینده‌های محیطی و تغییرات زیست محیطی پرداخته است. در این راستا، معادله تجارت دانش، معرفی تا به تجزیه و تحلیل تأثیر آن بر پیشرفت‌های فنی متمایل به محیط زیست و توسعه سبز پرداخته شود. بنابراین سؤال اصلی پژوهش عبارت است از اینکه تجارت دانش و پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست چگونه توسعه سبز را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

سازماندهی مطالعه حاضر به این صورت است که ابتدا به ادبیات و پیشینه تحقیق پرداخته و سپس مبانی و مدل نظری تحقیق ارائه می‌شود و به دنبال آن روش‌شناسی تحقیق شامل داده، متغیرها و الگوهای رگرسیونی مورد بررسی قرار می‌گیرد و نهایتاً نتایج و یافته‌های به دست آمده از تخمین الگوهای رگرسیونی به همراه بحث و بررسی و ارایه پیشنهادها اشاره می‌شود.

۲. چارچوب و مدل نظری تحقیق

۲-۱. مدل رشد اقتصادی

رشد سبز فراگیر یک رویکرد توسعه پایدار است که هماهنگی رشد اقتصادی، بوم‌شناخت محیط زیست و برابری اجتماعی را دنبال می‌کند که منجر به حل مشکلات آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی نامتعادل در فرآیند صنعتی‌سازی می‌شود (بیلمیر و تواسو[۲]، ۲۰۰۷). در راستای نظریه رشد جدید، بخش تولید به دو بخش توسعه محصول و بخش تولید دانش تقسیم می‌شود. خروجی بخش تولید محصول مستقیماً برای مصرف استفاده خواهد شد، درحالی‌که بخش دانش یا بخش تحقیق و توسعه، دانش‌های جدیدی برای بهبود اثربخشی تولید در بخش توسعه محصول ارائه خواهد کرد. دانش به تکنولوژی و فناوری تولید منتقل می‌شود و سپس توسط بخش تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد.

---

۱. Li et al.
۲. Billmeier & Tommaso

هیچ امر تصادفی در فرآیند تولید دانش وجود ندارد. همچنین فرض می‌شود که توابع تولید این دو بخش، تابع تولید کاب ـ داگلاس[۱] باشند و سهم عامل بخش تحقیق و توسعه یک عامل ثابت برونزا باشد؛ به علاوه، بازده‌های ثابت نسبت به مقیاس فرض شده‌اند. از آنجا که دانش غیر رقابتی است، همه بخش‌ها می‌توانند عوامل فنی را به اشتراک بگذارند. همچنین فرض می‌شود که بخش‌های تولید بتوانند از دانش‌هایی استفاده کنند که موجب تولید در سطح یکسان می‌شوند. سپس، تابع تولید محصول نهایی به صورت زیر به دست می‌آید (سو و موابینا[۲]، ۲۰۱۷):

$$Y(t) = A_P\{[(1-\alpha_K)K(t)]^{\alpha}[(1-\alpha_L)L(t)]^{\beta}\}[A_E E]^{1-\alpha-\beta} \qquad (1)$$

$K(t)$ و $L(t)$ به ترتیب، نیروی کار و سرمایه را در زمان t نشان می‌دهند؛ α_K و α_L به ترتیب، سهم سرمایه و نیروی کار هستند که به عنوان ورودی‌های بخش تحقیق و توسعه استفاده شده و ثابت هستند؛ α و β به ترتیب ضرایب کشش سرمایه و نیروی کار را نشان می‌دهند؛ A_P پیشرفت فنی مبتی بر تولید است. در این مدل، مصرف انرژی و کاهش آلودگی در حوزه عامل ورودی تولید گنجانده شده‌اند، به‌طوری که، هرچه کاهش آلودگی بیشتر باشد، بازده فرآیند تولید بالاتر خواهد بود. بنابراین از E برای نشان دادن مصرف انرژی و کاهش آلودگی استفاده می‌شود. A_E به‌عنوان پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست تعریف شده است. تابع تولید دانش با جزئیات بیشتری به صورت زیر ارائه می‌گردد (سو و موابینا، ۲۰۱۷):

$$A(t) = C[\alpha_K K(t)]^{\lambda}[\alpha_L L(t)]^{\theta}[A_P(t)]^{\varphi}[A_E(t)]^{\varphi} \qquad (2)$$

که C پارامتر انتقال است که توصیف می‌کند چگونه دانش به دانش تبدیل شده است. به‌علاوه، این پارامتر بر تابع تولید تأثیر می‌گذارد. $A(t)$، سهم دانش موجود را نشان می‌دهد و φ، سهم دانش موجود در فعالیت‌های تحقیق و توسعه است. به دلیل ماهیت غیررقابتی دانش، پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست و پیشرفت فنی مبتی بر تولید به‌طور هم‌زمان در معادلات (۱) و (۲) ظاهر می‌شوند. پس، معادلات رشد سرمایه و نیروی کار به صورت زیر تعیین می‌شود:

---

۱. Cobb-Douglas production function
۲. Su & Moaniba

$$\Delta K(t) = s\,Y(t) \quad (۳)$$

$$\Delta L(t) = nL(t) \quad (۴)$$

که s، نرخ استهلاک را نشان می‌دهد که ثابت و برونزا است. بنابراین استهلاک در این مرحله در نظر گرفته نشده است. چهار معادله فوق یک مدل رشد جدیدی را تشکیل می‌دهند که تأثیر دانش مبتنی بر محیط زیست را در نظر می‌گیرد. بنابراین نتیجه‌ای حاصل می‌شود مبنی بر اینکه؛ زمانی که بازده به مقیاس دانش مبتنی بر محیط زیست افزایش می‌یابد یا بدون تغییر باقی می‌ماند، افزایشی در سهم منابع به بخش تحقیق و توسعه تخصیص داده می‌شود که منجر به افزایش بلندمدت نرخ رشد می‌شود؛ بنابراین تابع تولید نسبت به زمان واگرا می‌شود (سو و موابینا، ۲۰۱۷).

۲-۲. مدل انباشت دانش

گروسمن و الهانان (۱۹۹۱) و ریورا ـ باتیز و پائول (۱۹۹۱)[۱] خاطرنشان کردند که تجارت دانش می‌تواند موجب برانگیختن تبادل فنی در میان افراد درگیر در تجارت شود. در صورت نبود تجارت دانش، ممکن است همان ایده‌ها و دانش‌ها مکرراً در کشورهای مختلف مورد تحقیق و بررسی قرار گرفته باشند. باز بودن تجارت، شرکت‌ها را ترغیب می‌کند تا فعالیت‌های تحقیق و توسعه غیرتکراری بر روی ایده‌ها و دانش‌های جدید انجام دهند؛ کشورهای مختلف می‌توانند براساس مزایای حاصله از طریق تجارت دانش به تولید خاص و بالاتر دست یابند. بنابراین در ارائه مدل تجارت دانش پیشنهادی، سه هدف درنظر گرفته می‌شود:

الف)تولید دانش

بسیاری از اقتصاددانان مصرف را به‌عنوان تنها هدف تولید می‌دانند. اگر بخش تولید، بیشینه‌سازی محصول دوره فعلی را به‌عنوان هدف تولید در نظر بگیرد، آنگاه تولید دانش شیوه بهینه‌ای نیست که منابع به آن تخصیص داده شود. اگر بخش تولید نرخ رشد اقتصادی بلندمدت را به‌عنوان هدف تولیدش در نظر بگیرد، آنگاه روش تخصیص بهینه‌ای وجود ندارد. بنابراین در مدل‌سازی دانش، بخش تولید به بخش تولید محصول و بخش تحقیق و توسعه تقسیم می‌شود و چنین فرض می‌گردد که دانش ورودی برای خروجی تولید محصول

۱. Grossman & Elhanan, Rivera-Batiz & Paul

است؛ بنابراین تولید این دو بخش ترتیبی خواهند بود (گروسمن و الهانان، ۱۹۹۱) و (ریورا ـ باتیز و پائول، ۱۹۹۱).

ب) آشکار کردن تخصیص منابع

در این راستا هدف دستیابی به تخصیص کارآمد و استفاده مناسب از منابع کمیاب در این دو بخش می‌باشد. بنابراین با مدل‌سازی تجارت دانش به بررسی ورودی‌های منابع تخصیص داده شده به بخش تحقیق و توسعه جهت تحقق تخصیص منابع بهینه، پرداخته می‌شود. به جهت سهولت، فرض می‌شود که عوامل تولید بین این دو بخش قابل جایگزین و جانشین هستند و تنها میانگین تخصیص یک واحد منبع اقتصادی در نظر گرفته شده است گروسمن و الهانان (۱۹۹۱) و ریورا ـ باتیز و پائول (۱۹۹۱).

ج) بررسی کامل نقش تجارت در رشد اقتصادی

تجارت دانش از دیگر فعالیت‌های تجاری جدا می‌شود و مدل‌هایی برای توضیح بهتر مسیرهای نفوذ و اثرات باز بودن تجارت بر روی پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست و رشد اقتصادی تعیین می‌گردد. بنابراین توجه خاصی بر بخش‌های درگیر در فعالیت‌های تجاری متمرکز می‌گردد. اگرچه تجارت دانش می‌تواند بر بخش‌های غیرتجاری نیز تأثیر داشته باشد، اما در مورد این موقعیت بحث نمی‌شود چون به‌طور مستقیم در تجارت دانش درگیر نیستند. براساس ملاحظات فوق، ابتدا تابع انباشت دانش به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$A_p = A_{\circ p} B_P^{S_p}, \quad A_e = A_{\circ e} B_E^{S_e}, \quad \circ \le S_p, \ S_e \le ۱ \qquad (۵)$$

A نشان‌دهنده سهم دانش در پایان دوره است؛ $A_{\circ p}$ و $A_{\circ e}$ به ترتیب، سهم دانش در دانش تولید و دانش زیست‌محیطی، در آغاز دوره هستند؛ B_p و B_e به ترتیب، کارایی تولید دانش تولید و دانش زیست‌محیطی هستند؛ و S_p و S_e به ترتیب، نسبت میانگین واحد مواد استفاده شده در دانش مبتی بر تولید و دانش مبتنی بر محیط زیستند. براساس این مدل رشد پیشنهادی، بازده‌ها به مقیاس در بخش تولید محصول ثابت هستند؛ بنابراین شیوه تولید سازماندهی شده نامتغیر است، و عامل ورودی در بخش تولید محصول نسبت مستقیمی با خروجی دارد. پس تابع تولید محصول نهایی به صورت زیر به دست می‌آید (سو و موابینا، ۲۰۱۷):

$$Y = A_p A_e (۱ - S_p - S_e) = A_{\circ p} A_{\circ e} B_p^{S_p} B_E^{S_e} (۱ - S_p - S_e) \qquad (۶)$$

۳-۲. مدل تجارت دانش

مدلی ۲×۲×۲ با دو کشور، دو دانش و دو بخش تعیین می‌شود. این دو کشور، یکی در حال توسعه و دیگری توسعه‌یافته هستند، که به ترتیب با اندیس‌های ۱ و ۲ مشخص شده‌اند. چون کشورهای توسعه‌یافته دانش‌های پیشرفته‌تری دارند و بیشتر بر ذخیره انرژی و محافظت از محیط زیست تمرکز دارند، آنها مزیت‌های رقابتی در تحقیق و توسعه دانش‌های مبتنی بر محیط زیست دارند و بنابراین در تجارت دانش به صادرات دانش زیست‌محیطی می‌پردازند. چون کشورهای در حال توسعه بیشتر بر بهبود سطح اقتصادیشان تمرکز دارند، به دنبال بهبود دانش تولید هستند و در تجارت دانش به واردات دانش مبتی بر تولید می‌پردازند. جهت سهولت، فرض می‌شود که سهام دانش اولیه این دو کشور یکسان بوده‌اند بنابراین توابع تولید آنها قبل از تجارت دانش به صورت زیر به دست آید (سو و موابینا، ۲۰۱۷):

$$Y_{01} = A_{0p}A_{0e}B_{P1}^{S_{p1}}B_{E_1}^{S_{e1}}(1-S_{p1}-S_{e1}) \qquad (۷)$$

$$Y_{01} = A_{0p}A_{0e}B_{P2}^{S_{p2}}B_{E_2}^{S_{e2}}(1-S_{p2}-S_{e2}) \qquad (۸)$$

فرآیند انجام تجارت دانش این دو کشور به صورت زیر بیان شده است:

$$A = A_{0p}A_{0e}B_{P1}^{S_1'}B_{E1}^{S_2'} + k(A_{e2}-A_{e1}+A_{p1}-A_{p2}), \qquad 0/7 \le k \le 1 \qquad (۹)$$

که k پارامتر اندازه‌گیری تجارت دانش بین این دو کشور، شرایط تجاری و زیان‌های حاصله، است. هنگامی که k کمتر از ۰/۷ باشد، آنگاه زیان ناشی از موانع تجاری بین این دو کشور مزایای تجاری را خنثی می‌کند و در به تأخیر انداختن وقوع تجارت دانش نقش دارد. k به وسیله دو عامل تعیین شده است: یکی، موانع تجاری است که ناشی از سیاست‌های تجاری می‌باشد و دیگری، قیمت نسبی منابع و دانش در فعالیت‌های تجاری است. از معادله (۹) می‌توان استنباط نمود که هرچه مقدار k بزرگتر باشد، آنگاه آنچه که اهمیت بیشتری دارد تغییر فنی ناشی از تجارت دانش است. به دلیل غیر رقابتی بودن تجارت دانش، سهم دانش اولیه این دو کشور همراه با این تجارت کاهش پیدا نخواهد کرد و منابع در دسترس دانشی از واحد یک به واحد دو گسترش پیدا می‌کند.

کشورهای صادرکننده دانش همیشه از این تجارت نفع می‌برند، و نرخ بازده فعالیت‌های تحقیق و توسعه می‌تواند افزایش پیدا کند. بنابراین توابع انباشت دانش این دو کشور بعد از تجارت دانش به صورت زیر خواهد بود (سو و موابینا، ۲۰۱۷):

$$\begin{cases} A_1 = A_{0p} A_{0e} B_{P1}^{S_1} B_{E1}^{S_1} + k(A_{e1} - A_{e1}) \\ A_2 = A_{0p} A_{0e} B_{P1}^{S_2} B_{E1}^{S_2} + k(A_{p1} - A_{p2}) \end{cases} \quad (10)$$

با در نظر گرفتن معادلات (۷) و (۸) با هم، تابع تولید را برای محصولات نهایی این دو کشور، قبل و بعد از تجارت دانش، به دست می‌آید.

۳. روش[1]

تحقیق حاضر از نوع کتابخانه‌ای است و برای بررسی تأثیر تجارت دانش و پیشرفت متمایل به محیط زیست بر توسعه سبز، از تخمین زننده گشتاور تعمیم‌یافته برای دوره زمانی ۱۴۰۱-۱۳۹۶ و ۷۵ کارخانه سیمان استفاده و با استفاده از نرم‌افزار ایویوز و استتا تخمین زده شد، تا به مشاهده روابط بلندمدت تجارت دانش، دانش متمایل به محیط زیست و توسعه سبز، پرداخته شود. داده‌های متغیرهای تحقیق از پایگاه داده‌های بانک جهانی، صندوق بین‌المللی پول و مراکز آماری رسمی استخراج شده است. از آنجا که تجارت دانش می‌تواند موجب بهبود اثربخشی تولید و ارتقا رشد تجاری، بهبود دانش متمایل به محیط زیست، تشویق ذخیره انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ایی و آلودگی شود، و بر بهبود توسعه سبز اقتصادی تأثیرگذار باشد، می‌توان براساس سطح توسعه سبز، پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست و تجارت دانش، رتبه‌بندی انجام داد. بنابراین دستگاه معادله هم‌زمان به صورت زیر ایجاد می‌شود (سانتوس[2]، ۲۰۰۸):

$$\begin{cases} gGDP_t = \theta_1(s_t) + A_1(s_t) gGDP_{t-1} \ldots + A_p(s_t) gGDP_{t-p} + \varepsilon \\ GTP_t = \theta_2(s_t) + B_1(s_t) GTP_{t-1} \ldots + B_p(s_t) GTR_{t-p} + \varepsilon \\ R_t = \theta_\varepsilon(s_t) + c_1(s_t) R_{t-1} \ldots + C_p(s_t) R_{t-p} + \varepsilon \end{cases} \quad (11)$$

gGDP، سطح توسعه سبز را تعیین می‌کند و با کم کردن مخارج کنترل انتشارگازهای گلخانه‌ایی و آلودگی از GDP در هر صنعت، بدست آمده است؛ GTP، پیشرفت فنی متمایل

---

۱. method
۲. Santos

به محیط زیست را نشان می‌دهد؛ R، نشان دهنده تجارت دانش بین کشور مورد نظر و کشورهای توسعه یافته است؛ و ε ضریب خطای تصادفی است.

در ادامه، هر شاخص/متغیر به صورت جداگانه به این شرح مورد بحث قرار می‌گیرد:

الف. پیشرفت فنی سبز

با استفاده از مدل اکموگلو و دیگران (۲۰۱۲a) و بسط آن فرض می‌شود که تولید یک شرکت از تابع تولید با کشش جانشینی ثابت پیروی می‌کند؛ سرمایه و نیروی کار به عامل تولید X تعلق دارند، درحالی‌که انرژی و آلودگی به عامل محیط زیست E تعلق دارند. بنابراین تابع تولید یک بنگاه به صورت زیر فرض می‌شود:

$$Y_{it} = [(1-\theta)(XTP_{it}X_{it})^{p} + \theta(GTP_{it}E_{it})^{p}]^{\frac{1}{p}}, \qquad \theta \in (0,1) \qquad (۱۲)$$

Y، خروجی بنگاه را نشان می‌دهد؛ XTP و GTP به ترتیب، پیشرفت فنی مبتی بر تولید و پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست را نشان می‌دهند؛ θ، چگالی زیست‌محیطی است، که به وسیله تأثیر یک واحد عامل تولید بر محیط زیست اندازه‌گیری می‌شود، و با استفاده از روش حداقل مربع غیر خطی قابل برآورد است؛ p، پارامتر جانشینی بین عامل تولید و عامل محیط زیست است و می‌توان با استفاده از روش حداقل مربعات، آن را تخمین زد؛ i، نشان‌دهنده صنعت است؛ و t زمان را نشان می‌دهد. در ادامه روابط زیر له صورت مختصر ارائه می‌گردد:

- **تورش نمایی پیشرفت فنی محیط زیستی**

$$\Pi = \frac{1}{TRS}\frac{\partial TRS}{\partial(GTP/XTP)}\frac{d(GTP/XTP)}{dt} = p\left[\frac{XTP}{GTP}\right]\frac{d(GTP/XTP)}{dt} \qquad (۱۳)$$

Π، تورش نمایی پیشرفت فنی و TRS، نرخ نهایی جانشینی فنی عامل زیست‌محیطی و عامل تولیدی را نشان می‌دهند (شنگ[۱]، ۲۰۰۲).

تحت شرایط رقابت کامل در بازار، زمانی که عامل نرخ بازده و تولید نهایی برابر هستند، می‌توان رابطه زیر را به دست آورد:

$$\frac{e}{x} = \frac{\partial Y/\partial E}{\partial Y/\partial X} = \frac{\theta}{1-\theta}\left[\frac{X}{E}\right]^{1-p}\left[\frac{GTP}{XTP}\right]^{p} \qquad (۱۴)$$

e و x به ترتیب، نرخ بازده عامل زیست‌محیطی و عامل تولیدی را نشان می‌دهند

۱. Sheng

●دانش تولید و دانش زیست‌محیطی

$$XTP = \frac{Y}{X}\left[\frac{xX}{(1-\theta)(xX+eE)}\right]^{\frac{1}{p}} = \frac{Y}{X}\left[\frac{1-s}{1-\theta}\right]^{\frac{1}{p}} \quad (15)$$

$$GTP = \frac{Y}{E}\left[\frac{eE}{\theta(xX+eE)}\right]^{\frac{1}{p}} = \frac{Y}{E}\left[\frac{S_t}{\theta}\right]^{\frac{1}{p}} \quad (16)$$

S، سهم درآمد عامل تولید را نشان می‌دهد.

روش سیستم استانداردشده سه معادله‌ای طرف عرضه، با پیروی از کلامپ[1] و دیگران (۲۰۱۷):

$$\begin{cases} \log\left(\frac{Y}{\overline{Y}}\right) = \log(\xi) + \frac{1}{p}\log\left[(1-\theta)\left(\frac{XTP \times X}{\overline{GTP}\,\overline{E}}\right)^{p}\right] + \varepsilon_1; \\ \log\left(\frac{eE}{Y}\right) = \log(\theta) + p\log(\xi) + p\log\left(\frac{GTP}{\overline{GTP}}\right) + p\log\left(\frac{Y/\overline{Y}}{E/\overline{E}}\right) + \varepsilon_2; \\ \log\left(\frac{xX}{Y}\right) = \log(1-\theta) + p\log(\xi) + p\log\left(\frac{XTP}{\overline{XTP}}\right) + \log\left(\frac{Y_t/\overline{Y}}{X/\overline{X}}\right) + \varepsilon_3 \end{cases} \quad (17)$$

$$XTP = \overline{XTP}g_x(t), \qquad GTP = \overline{GTP}g_e(t) \quad (18)$$

$$g_1(t) = \frac{\gamma_1}{\lambda_1}\bar{t}\left[\left(\frac{t}{\bar{t}}\right)^{\lambda_1} - 1\right], \quad g_k(t) = \frac{\gamma_k}{\lambda_k}\bar{t}\left[\left(\frac{t}{\bar{t}}\right)^{\lambda_k} - 1\right] \quad (19)$$

$g_x(t)$ و $g_e(t)$، به ترتیب، نرخ رشد دانش تولید و دانش محیط زیست را نشان می‌دهند؛ $\overline{Y}$، $\overline{X}$، $\overline{E}$ و $\bar{t}$، به ترتیب میانگین نمونه تولید، عامل تولید، عامل محیط زیست و زمان هستند؛ ξ، عامل مقیاس معرفی شده است؛ γ_x و γ_e، به ترتیب پارامترهای رشد دانش تولید و دانش محیط زیست را نشان می‌دهند؛ λ_x و λ_e، تحدب دانش تولید و دانش محیط زیست هستند؛ و ε، عامل خطا است.

ب. تجارت دانشاز سرریز تحقیق و توسعه

۱. Klump

به دلیل سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری سرریز دانش در سطح تجارت و سرمایه انسانی نسبی جهت بیان توانایی جذب دانش یک کشور، استفاده می‌شود. این مدل به صورت زیر بیان شده است:

$$R^{FDI} = \frac{FDI}{K} \times RD \times HR = \frac{FDI}{K} \times RD \times HI \times HF \qquad (۲۰)$$

R^{FDI}، مقدار سرریز تجارت دانش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را نشان می‌دهد؛ FDI، نشان‌دهنده سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی است؛ K، شکل‌گیری سرمایه ثابت ناخالص کشور میزبان است؛ R^D، ورودی تحقیق و توسعه کشور میزبان را نشان می‌دهد؛ HR، به منزله توانایی جذب دانش خارجی کشور میزبان است (لی و بارو، ۲۰۱۰)[۱]. تجارت دانش ناشی از واردات نیز شیوه جذب سرریزهای فنی است که به صورت زیر به دست می‌آید:

$$R^{import} = \frac{m}{v} \times HR \times RD \qquad (۲۱)$$

R^{import}، سرریز تجارت دانش در تجارات واردات محصولات تولید شده، به استثناء واردات محصولات سطح پایین و مواد خام با محتوای فنی پایین، است؛ m، واردات کشور میزبان است؛ و v، ارزش افزوده صنعتی است. بنابراین مدل پنلی دینامیک به صورت زیر ایجاد می‌شود (لی و بارو، ۲۰۱۰):

$$\ln gGDP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GTP_{it} + \alpha_2 R_{it} + \alpha_3 GTP_{it} \times KT_{it} + \beta Z_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (۲۲)$$

gGDP، شاخص توسعه سبز را نشان می‌دهد؛ GTP، به منزله پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست است؛ R، نشان‌دهنده تجارت دانش است؛ Z، بردار متغیرهای کنترلی است؛ i، نشان دهنده صنعت است؛ t، زمان را نشان می‌دهد؛ و ε، عبارت خطای تصادفی است. در این معادله، عبارت تعاملی دانش زیست‌محیطی و تجارت دانش جهت مشاهده تأثیر تجارت دانش بر توسعه سبز تحت برخی شرایط فنی زیست‌محیطی معرفی می‌شود.

ج. متغیرهای کنترلی اضافه شده جدید توصیف می‌شود

۱) **متغیر کنترلی مزیت رقابتی (RCA)**؛ جهت اندازه‌گیری درجه جذب بهتر تجارت دانش توسط کشورهای میزبان، شاخص مزیت رقابتی به‌عنوان متغیر کنترلی معرفی می‌گردد

۱. Barro & Lee

که معطوف به شاخص مزیت رقابتی پیشنهاد شده توسط بالسا[۱] (۱۹۶۵) می‌باشد. فرمول محاسبه به صورت زیر است:

$$RCA = \frac{X_{it} / \sum X_{it}}{X_{it}^{w} / \sum X_{it}^{w}} \qquad (۲۳)$$

X_{it}، صادرات محصول i در کشور مبدأ در سال t را نشان می‌دهد.

۲) متغیر کنترلی سهم سرمایه (K)؛ متغیر سهم سرمایه به وسیله مجموع سرمایه ثابت بنگاه‌هایی که در تملک دولت، بنگاه‌های خصوصی و شرکت‌های سرمایه‌گذاری خارجی در هر صنعت هستند، بیان شده است (بالسا، ۱۹۶۵).

۳) متغیر کنترلی سطح رفاه اجتماعی (Welf)؛ سطح رفاه اجتماعی، Welf، به وسیله تعداد شرکت‌کنندگان در بیمه بیکاری، بیان شده است (بالسا، ۱۹۶۵).

٤) متغیر کنترلی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)؛ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به وسیله سرمایه انبوه شرکت‌های خارجی در هر سال، بیان شده است (بالسا، ۱۹۶۵).

٤. یافته‌ها

آمار توصیفی متغیرها

توصیف آماری متغیرها در جدول ۱ به شرح زیر ارائه شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرها

نماد	متغیرها	میانگین	SD
Ln gGDP	توسعه سبز	۵/۵۳۲	۳/۱٦۲
GTP	پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست	۰/۵۱	۰/۳۹
R^{D}	تجارت مستقیم دانش	۰/۱۰۲	۰/۱۱٦
R^{FDI}	تجارت دانش ناشی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	۰/۱۳۵	۰/۱٦۳
R^{import}	تجارت دانش ناشی از واردات	۰/٦۱۳	۰/۱۷۲
$GTP \times R^{D}$	تعاملی R^{D}	۰/۰٤۱	۰/۰۳۲
$GTP \times R^{FDI}$	تعاملی R^{FDI}	۰/۱۱٤	۰/۰۹۸
$GTP \times R^{import}$	تعاملی R^{import}	۰/۲۲۱	۰/۰۵۱
RCA	مزیت رقابتی	۰/۷۱۸	۰/٤۰۲

۱. Balassa

lnK	سهم سرمایه	٤/١٦٥	٣/٦٠٢
Lnwelf	سطح رفاه اجتماعی	٢/٤٨٧	١/٤٧٢
lnFDI	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	٤/٦٦١	٢/٠٩٨

منبع: یافته‌های تحقیق

۱-٤. تجزیه و تحلیل نتایج برآورد مدل با تخمین‌زننده گشتاور تعمیم‌یافته

الگوی (۱۱) نشان می‌دهد که بهبود شاخص توسعه سبز می‌تواند بر ذخیره انرژی و توانایی کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ایی و آلودگی محیط زیست، همراه با افزایش تمرکز بر توسعه هماهنگ شده اقتصاد و محیط زیست، تأثیر بگذارد. ازاین‌رو، پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست می‌تواند شبیه‌سازی شود. نتایج برآوردها به وسیله روش حداقل مربعات معمولی ممکن است اریب‌دار و غیر یکنواخت باشد و متغیر E توضیح داده شده ممکن است با جملات خطای باقیمانده این مدل همبستگی داشته باشد. بنابراین برای بررسی درون‌زایی بالقوه، از روش گشتاور تعمیم‌یافته برای برآورد استفاده می‌شود. متغیرهای کنترلی در این مدل جهت بهبود پایداری نتایج معرفی شده‌اند. نتایج برآورد گشتاور تعمیم‌یافته در جداول ۲ و ۳ ارائه شده‌اند.

جدول ۲. نتایج الگوهای رگرسیونی (متغیر وابسته: توسعه سبز)

متغیرها	Differential GMM	Differential GMM	Differential GMM
C	***۱۳/۷۲۳	***۱٤/۰۳٥٤	***۱٥/٥۲۳
GTP	*۰/۱۰٦	*۰/۰۸٤	*۰/۰۹۳
R^D	**۰/۸٦۸	–	–
R^{FDI}	–	***-۰/۷۱٦	–
R^{import}	–	–	**۰/۲۲۱
$GTP \times R^D$	*۰/۲٥۱	–	–
$GTP \times R^{FDI}$	–	*۰/۱۳۸	–
$GTP \times R^{import}$	–	–	*۰/۱۰۱
RCA	*-۰/۱٦۸	**-۰/۳٤۷	*-۰/۲۹٤
K	***۰/٥٦۲	***۰/٤۱٥	***۰/٥۹۸
Welf	***۰/۰۱۷۲	***۰/۰۱۳۸	***۰/۰۱٤۷
FDI	**-۰/۰٦۳	**-۰/۰٦۳	**-۰/۰۸۲

AR(۱)	۰/۳۲	۰/۳۹	۰/۳٤
Hansen test	۱۳/۵۸	۱٦/۰۷	۱۷/۳۸

*، **، *** به ترتیب، نشان‌دهنده سطح معنی‌داری ۱۰، ۵ و ۱ درصد هستند.

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. نتایج الگوهای رگرسیونی (متغیر وابسته: توسعه سبز)

متغیرها	Systematic GMM	Systematic GMM	Systematic GMM
C	***۲۲/۲٦۳	***۳۲/۳٤٤	***۲۲/۱۹ ۲
GTP	**۰/۱۷۱	*۰/۱٦۸	*۰/۱۷۱
R^D	***۰/۹۲۹	–	–
R^{FDI}	–	***-۰/۵٦۸	–
R^{import}	–	–	***۰/۳۵٤
$GTP \times R^D$	*۰/۱۸۸	–	–
$GTP \times R^{FDI}$	–	*۰/۲۷۸	–
$GTP \times R^{import}$	–	–	*۰/۲۰٦
RCA	**-۰/٤۰۱	*-۰/۳٦۳	**-۰/۳۳۸
K	***۰/٦٤۱	***۰/۵۸۱	***۰/٦۷٦
Welf	***۰/۰۱۲۲	***۰/۰۱۳٦	***۰/۰۱۱۹
FDI	**-۰/۰۸۲۵	**-۰/۰۸۱۷	***-۰/۰۸۸٤
AR(۱)	۰/۳۵	۰/۳۲	۰/۳۹
Hansen test	۱۵/٦۱۵	۱٦/۹۳۱	۵٤/۹۷۸

*، **، *** به ترتیب، نشان‌دهنده سطح معنی‌داری ۱۰، ۵ و ۱ درصد هستند.

منبع: یافته‌های تحقیق

جداول ۲ و ۳ نشان می‌دهد که عبارت تعاملی پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست با تجارت مستقیم دانش، تجارت دانش ناشی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تجارت دانش ناشی از واردات با هر دو روش روش گشتاور تعمیم‌یافته سیستمی و تفاضلی، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر توسعه سبز دارد (به ترتیب ۰/۲۵۱؛ ۰/۱۳۸، ۰/۱۰۱ جدول ۲ و ۰/۱۸۸، ۰/۲۷۸، ۰/۲۰۶ جدول ۳). البته تأثیر پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست بر توسعه سبز در حالت تعاملی بیشتر از تأثیر خود پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست خواهد بود. همچنین می‌توان استنباط کرد که پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست تأثیر مثبت و معنی‌داری بر توسعه

سبز دارد و نشان‌دهنده این موضوع است که توسعه دانش زیست‌محیطی، در مرحله افزایش بازده مقیاس است و حوزه بیشتری برای توسعه سبز وجود دارد.

واردات مستقیم دانش نیازمند مقدار زیادی سرمایه است، که مزیت واردات دانش را از هزینه این فرصت در کوتاه‌مدت، کمتر می‌سازد. بنابراین واردات مستقیم دانش در مرحله اولیه، به‌طور معنی‌داری به بهبود توسعه سبز کمک نمی‌کند. سرریز تجارت دانش از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تأثیر منفی معنی‌داری بر توسعه سبز داشت، که منعکس‌کننده فقدان نوآوری مستقل در مؤسسات است. همچنین، سطح توسعه سبز از طریق ارزیابی جامع رشد اقتصادی و آلودگی زیست‌محیطی اندازه‌گیری می‌شود. ضریب رگرسیون این شاخص منفی است. دو شرط اصلی برای به دست آوردن دانش وارد شده لازم‌اند.

یک شرط، وارد کردن محصولاتی با سطح دانش نسبتاً بالاتر است و شرط دیگر استخدام افراد حرفه‌ای است که بتوانند چنین دانش‌هایی را جذب کنند. به دلیل تمرکز فزاینده بر آموزش، کارایی سرمایه انسانی سریعاً افزایش پیدا می‌کند. عبارت تعاملی پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست و تجارت دانش نشان می‌دهد، تحت برخی شرایط توانایی جذب دانش زیست‌محیطی، سطح توسعه سبز می‌تواند صرف‌نظر از نوع تجارت دانش، به‌طور مستقیم، یا به وسیله واردات تجارت دانش از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، یا از طریق واردات، بهبود پیدا کند. اما ضریب رگرسیون سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، معنی‌دار و منفی است، که نشان می‌دهد سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تنهایی برای توسعه هماهنگ محیط زیست و اقتصاد مساعد نیست. این یافته هم راستا با نتیجه‌گیری بسیاری از مطالعات موجود است (گائو و وانگ، ۲۰۱۷).

در این مطالعه، با ترکیب بهبود فنی ناشی از سرمایه‌گذاری خارجی و توانایی داخلی جذب دانش زیست‌محیطی، نتیجه متفاوتی حاصل می‌شود. تحت شرایط خاص، سرمایه‌گذاری خارجی برای توسعه هماهنگ اقتصاد و محیط زیست، مفید است. ضرایب رگرسیون حجم سرمایه و سطح رفاه اجتماعی مثبت هستند، که با فرضیه اولیه تحقیق سازگار است. در ادامه با دسته‌بندی بنگاه در هر صنعت براساس اندازه آنها، تحقیق روند کاملتری گرفته، تا درجه تأثیر تجارت دانش و پیشرفت فنی سبز بر توسعه سبز مشاهده گردد. در

الگوی رگرسیون مقدماتی، ضرایب هر سه نوع تجارت همگی معنی‌دار بودند. بنابراین تنها از تجارت دانش R^D به‌عنوان متغیر، استفاده می‌شود.

جدول ٤ . آزمون پایداری(متغیر وابسته : سطح توسعه سبز)

متغیرها	بنگاه‌های بزرگ	بنگاه‌های متوسط	بنگاه‌های کوچک	بنگاه‌های خرد[1]
C	***٣/٦٠٦	***٤/٤٥٣	***٥/٧٦٨	***٤/٦٣٨
GTP	**٠/٣٨٧	**٠/٢٦٧	*٠/١٣٢	٠/٠٠٧
R^D	***٠/٣٠١	***٠/١٤٥	٠/١٠٩	٠/١٦٧
$GTP \times R^D$	***٠/١٠١	***٠/١٧٧	٠/١٣٢	٠/١١١
RCA	***-٣/٤٦٦	***-٢/١٤٣	*٢/٠٩١	**٢/٥١٤
K	***٠/٤٣	***٠/٣٦	***٠/٥٣	***٠/٥٩
Welf	***٠/٠٠٢	***٠/٠٠٢	***٠/٠٠٢	***٠/٠٠٣
FDI	**-٠/٦٣	**-٠/٥٢	***-٠/٦٤	***-٠/١٢
AR(١)	-/٣٢١	٠/٣٣٤	٠/٣١٢	٠/٣٥٢
P	٠/٩٣	٠/٩٤	٠/٩١	٠/٨٨
Hansen test	١٣/٤٩٥	١٤/٦٤٩	١٣/٣٦٤	١٤/٢٠٣
P	١	١	١	١

*، ** و *** به ترتیب، نشان دهنده سطح معنی‌داری ۱۰، ۵ و ۱ درصد هستند.

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به جدول ۴، مشاهده می‌شود که تأثیر پیشرفت فنی سبز بر توسعه سبز هنوز مثبت و معنی‌داری است (البته در حالت تعاملی برای بنگاه‌های بزرگ و با اندازه متوسط که اندازه تأثیر به ترتیب برابر ۰/۱۰۱ و ۰/۱۷۷ می‌باشد)، و این به معنای آن است که نتیجه‌گیری‌های رگرسیون اصلی پایدار بودند. اما بعد از دسته‌بندی بنگاه‌ها براساس اندازه بنگاه، مشاهده شد که درجه تأثیر پیشرفت فنی سبز بر توسعه سبز، متغیر است. همچنین مشخص شد که تأثیر پیشرفت فنی سبز بر توسعه سبز در بنگاه‌های بزرگ و با اندازه متوسط نسبت به بنگاه‌های کوچک، بیشتر است، و هیچ تعاملی بین پیشرفت فنی سبز و توسعه سبز در بنگاه‌های خُرد وجود نداشت. این موضوع شاید به دلیل آن باشد که تولید در بنگاه‌های

---

۱. Large enterprises = بنگاه‌های بزرگ؛ Medium-sized enterprises = بنگاه‌های متوسط؛ Small enterprises = بنگاه‌های کوچک؛ Micro-enterprises = بنگاه‌های خُرد

بزرگ و متوسط نیازمند آن است که نه‌تنها سود بنگاه، بلکه مسئولیت اجتماعی و محافظت از محیط زیست نیز در نظر گرفته شود، چون تخلیه آلودگی آنها به مراتب بزرگ‌تر از بنگاه‌های کوچک است. بنگاه‌های بزرگ و متوسط که پیشرفت فنی سبز خود را ارتقاء داده‌اند، به لحاظ اجتماعی رفتار مسئولانه‌تری نشان داده‌اند. اما بنگاه‌های کوچک و خُرد به ندرت به بهبود نوآوری‌های دانش سبز توجه کرده‌اند، چون آنها به لحاظ مقررات زیست‌محیطی دولتی تحت فشار کمتری قرار دارند. بنابراین آنها می‌توانند سرمایه بیشتری در زمینه تولید و تحقیق و توسعه صرف کنند تا اجرای ملایم عملیات‌های‌شان تضمین شود.

با توجه به واردات مستقیم دانش، هنوز هم فاصله قابل توجهی بین بنگاه‌های بزرگ و متوسط، و بنگاه‌های کوچک و خُرد، وجود دارد. ضرایب R^D بنگاه‌های بزرگ و متوسط به‌طور معنی‌داری مثبت به دست آمدند (۰/۳۰۱***، ۰/۱٤٥***)، که نشان می‌دهد این بنگاه‌ها نسبت به بهبود کارکنان تحقیق و توسعه دانش سبز علاقه‌مندتر هستند، تا به ذخیره انرژی و کاهش مصرف انرژی کمک کنند. اما ضرایب رگرسیون بنگاه‌های کوچک و خُرد معنی‌دار نبودند (۰/۱۰۹، ۰/۱٦۷). از منظر مزیت رقابتی، اگرچه بنگاه‌های بزرگ و متوسط در این صنعت در موقعیت برتری قرار دارند (۳/۴۶۶-***، ۲/۱۴۳-***)، اما انگیزه آنها برای یادگیری دانش‌های پیشرفته از دیگر بنگاه‌ها در همان صنعت به‌طور برعکس متوقف شده است. از طرف دیگر، بنگاه‌های کوچک و خُرد، انگیزه قوی‌تری برای یادگیری در این صنعت داشتند، و ضرایب رگرسیون آنها مثبت بود(۲/۰۹۱*، ۲/۵۱۴**).

۵. بحث و نتیجه‌گیری

حاوی کشورهای توسعه‌یافته عمدتاً به صادرات تکنولوژی و دانش متمایل به محیط زیست می‌پردازند، درحالی‌که کشورهای در حال توسعه، دانش و تکنولوژی متمایل به تولید را وارد می‌کنند. برآورد مدل‌های اقتصادسنجی نشان داد که تجارت دانش، باعث بهبود کارایی «پارتو» برای هر دو طرف تجاری می‌شود. برخلاف واردات و صادرات کالاهای معمولی، تجارت دانش فرآیندی است که از طریق آن کشورهای واردکننده فناوری‌ها و تجربه مدیریتی جدید را به دست می‌آورند. بنابراین این سیستم باید نه‌تنها کمیت تجارت دانش، بلکه توانایی کشورهای واردکننده برای جذب دانش جدید را نیز در نظر بگیرد. تجزیه و

تحلیل تجربی نشان می‌دهد که تجارت دانش برای پیشرفت فنی مبتنی بر تولید نسبت به پیشرفت فنی متمایل به محیط زیست، مفیدتر است. هرچند این نتیجه‌گیری از نتایج بعضی از مطالعات متفاوت است. دانش‌های متمایل به محیط زیست تنها زمانی می‌توانند به طور مؤثر بهبود پیدا کنند که شرکت‌ها بالاتر از اندازه تخصیص داده شده، فناوری را از کشورهای توسعه‌یافته وارد می‌کنند.

این بدان دلیل است که تجارت دانش به طور ویژه با تولید کالا و ارزش محصول نهایی مرتبط است، و زمانی که قیمت محصولات از طریق بازار محصول به بازار عامل تولید منتقل شده باشند، قیمت عوامل تولید افزایش پیدا می‌کند. این موضوع به ناچار منجر به افزایش تولید حاشیه‌ای عوامل تولید می‌شود، که به‌عنوان پیشرفت فنی مبتی بر تولید بیان شده است. به علاوه، کنترل شدید کشورهای توسعه‌یافته بر دانش‌های هسته‌ای در محصولات صادر شده باعث شده تا بهبود دانش مبتنی بر محیط زیست از طریق کالاهای وارد شده با سادگی اتفاق نیافتد. همچنین نتایج نشان داد که اگرچه تجارت دانش به دست آمده از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر منفی بر توسعه سبز دارد، اما زمانی که دانش مبتنی بر محیط زیست به سطح خاصی برسد، می‌تواند اثر مثبتی داشته باشد. بنابراین اگرچه اثرات تجارت دانش بر توسعه سبز ممکن است محدود باشد، اما اگر توانایی نوآوری مستقل، ظرفیت جذب دانش، سطح فنی و تجربه مدیریتی بهبود یابد، اقتصاد می‌تواند در بلندمدت به رشد پایداری دست پیدا کند. لذا براساس نتایج حاصل، پیشنهاد می‌شود: کشورها نباید بیش از حد به واردات فناوری خارجی وابسته باشند، بلکه به تدریج توانایی‌های تحقیقاتی و نوآوری مستقل خود را بهبود بخشد و شرکت‌های داخلی را تشویق به توسعه فناوری‌های اصلی و دانش فنی کنند. بنابراین باید به دنبال پیشرفت‌های فنی از طریق افزایش بودجه تحقیق و توسعه بود. دولت‌ها باید از طریق سیاست‌های مالیاتی ترجیحی، منابع را به سمت تحقیق و توسعه و آموزش هدایت کنند و به تدریج مقادیر مازاد دانش و سرمایه انسانی را انباشته نمایند.

با توجه به تأثیر قابل توجه و معنی‌دار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر رشد اقتصادی دولت‌ها باید سیستمی برای کاهش سرمایه‌گذاری‌های خارجی کم‌مهارت، دانش‌افزایی کم، ارزش‌افزوده کم و با آلودگی بالا راه‌اندازی نماید و در عین حال سرمایه‌گذاری با فناوری بالا، ارزش افزوده بالا و سازگار با محیط زیست را تشویق کند. همچنین دولت‌ها باید سیاست‌های ترجیحی را برای تشویق ورود و جذب سرمایه‌گذاری‌ها از کشورهای پیشرفته

و با دانش و تکنولوژی بالا، ارائه کنند. دولت‌ها با اجتناب از خرید محصولات خیلی آلوده‌کننده، با مصرف انرژی زیاد و ارزش افزوده کم، سطح سرمایه انسانی را بهبود، منابع آموزشی را افزایش و سطح آموزش اجباری را بهبود، و از بستر شبکه‌ای برای گسترش کانال‌های آموزشی و به تدریج انباشت سرمایه انسانی، استفاده نمود. نهایتاً، درخصوص محصولات دارای محتوی فنی بالا و تقاضای بازار داخلی، باید یادگیری به وسیله تقلید (مهندسی معکوس) هم‌زمان با واردات صورت بگیرد تا از وابستگی بیش از حد به واردات جلوگیری شود. هم مالیات کربن (سیاست‌های سقف و تجارت) و هم یارانه‌ها به نوآوری سبز می‌توانند به تغییر مسیر تغییرات تکنولوژیک و کمک به مبارزه با تغییرات آب و هوایی کمک کنند.

در نهایت، از آنجایی که استفاده انرژی‌های طبیعی سنتی از ابتدا تاکنون باعث ایجاد تغییرات اقلیمی شده است، تهدیدی برای توسعه آینده، رفاه و آسایش مردم بوده و باعث نگرانی جدی افراد، اقتصاددانان، دولت و اصلاح‌طلبان اقتصادی و اجتماعی شده است. با اقدامات مؤثری مانند تجارت دانش متمایل به محیط زیست و یا تجارت سبز، تجارت دانش متمایل به محیط زیست و توسعه سبز، می‌توان تغییر قابل توجهی در وضعیت بوم‌زیست موجود ایجاد کرد.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم

سپاسگزاری

از هیئت تحریریه محترم، بابت تلاش‌های خالصانه ایشان مبنی بر ترویج فرهنگ نگاه علمی به محیط زیست سپاسگزارم.

ORCID

Mostafa Heidari Haratemeh https://orcid.org/۰۰۰۰-۰۰۰۱-۹۷۲٤-۲٦٤٤

References

Acemoglu, D. (۲۰۰۷). Equilibrium bias of technology. *Econometrica*, ۷۵ (۵).

Acemoglu, D.(۲۰۰۳). Labor and capital-augmenting technical change. *J. Eur. Econ. Assoc*, ۱ (۱), ۱-۳۷.

Acemoglu, D., Aghion, P., Bursztyn, L., Hemous, D. (۲۰۱۲a). The environment and directed technical change. *Am. Econ. Rev.*, ۱۰۲ (۱).

Acemoglu, D., Akcigit, U., Hanley, D., Kerr, W. (۲۰۱۲b). Transition to clean technology.*MIT Working Paper*.

Balassa, B. (۵۹٦۵). Trade liberalization and revealed comparative advantage. *Manch. Sch.*, ۳۳ (۲), ۹۹-۱۲۳.

Barro, R.J., Lee, J.W. (۲۰۱۰). A New Data Set of Educational Attainment in the World (۵۹۵۰ –۲۰۱۰). *NBER Working Paper*, No. ۱۵۹۰۲.

Billmeier, A., Tommaso, N. (۲۰۰۷). Trade openness and growth: pursuing empirical glasnost. *IMF* Working Papers, pp. ۱-۵۰.

Cao, B., Wang, S. (۲۰۱۷). Opening up, international trade, and green technology progress in China. *J. Clean. Prod.*, ۱٤۲, ۱۰۰۲-۱۰۱۲.

Chambers, R.G., Färe, R., Grosskopf, S. (۱۹۹٦). Productivity growth in APEC countries. *Pac. Econ. Rev.*, ۱ (۳), ۱۸۱-۱۹۰.

Chen, C.S., Hung, C.W. (۲۰۱٦). Elucidating the factors influencing the acceptance of green products: an extension of theory of planned behavior. *Technol. Forecast. Soc. Chang*, ۱۱۲, ۵۵۵-۱٦۳.

Chung, Y.H., Färe, R., Grosskopf, S. (۱۹۹۷). Productivity and undesirable outputs: a directional distance function approach. *J. Environ. Manag*, ۱۱ (۳), ۲۲۹-۲٤۰.

Copeland, B.R., Taylor, M.S. (۱۹۹٤). North-south trade and the environment. *Q. J. Econ*, ۱۰۹ (۳), ۷۵۵-۷۸۷.

Das, A., Biru, P.P. (۲۰۱۱). Openness and growth in emerging Asian economies: evidence from GMM estimations of a dynamic panel. *Econ. Bull*. ۳۱ (۳), ۲۲۱۹-۲۲۲۸.

Donghyun, O., Almas, H.A. (۲۰۱۰). Sequential malmquist-luenberger productivity index: environmentally sensitive productivity growth considering the progressive nature of technology. *Energy Econ*, ۳۲ (٦), ۵۳٤۵-۵۳۵۵.

Edwards, S., ۱۹۹۸. Openness, productivity and growth: what do we really know?. *Econ. J.*, ۱۰۸ (٤٤۷), ۳۸۳-۳۹۸.

Falvey, R., Greenaway, D., Silva, J. (۲۰۱۰). Trade liberalization and human capital adjustment. *J. Int. Econ.*, ۸۱ (۲), ۲۳۰-۲۳۹.

Fatima, Batoolet. (۲۰۲٤). Impact Of Green Innovation On Business Sustainability Of Firms And The Mediating Role Of Green Intellectual Capital Educational Administration: *Theory And Practice*, ۳۰(٤), ٦۳٦ - ٦٤۵,Doi: ۱۰,۵۳۵۵۵/kuey.v۳۰i٤,۵۵۲۸.

Fujii, H., Manage, S.(۲۰۱٦). Research and development strategy for environmental technology in Japan: a comparative study of the private and public sectors. Technol. *Forecast. Soc. Chang*. ۱۱۲, ۲۹۳-۳۰۲.

Grossman, G.M., Elhanan, H. (۱۹۹۱). Trade, knowledge spillovers and growth. *Eur. Econ. Rev.*, ۳۵ (۲), ۱۱۷-۵۲٦.

Grossman, G.M., Krueger, A.B. (۱۹۹۱). Environmental impacts of a north American free trade agreement. *NBER Working Papers* No. W۳۹۱٤.

Harrison, A., Hanson, G. (۱۹۹۹). Who gains from trade reform? Some remaining puzzles. *J. Dev. Econ.*, ۱۱ (۱), ٥۲٥-٥٥٤.

Hausmann, R., Hwang, J., Rodrik, D. (۲۰۰۷). What you export matters. J. Econ. Growth ۱۲, ۱-۲٥.

Henry, M., Kneller, R., Milner, C., Girma, S. (۲۰۱۲). Do natural barriers affect the relationship between trade openness and growth?. *Oxf. Bull. Econ. Stat*., ۷٤ (۱), ۱-۱۹.

Kianto, A., Saenz, J., Aramburu, N. (۲۰۱۷). Knowledge-based human resource management practices, intellectual capital and innovation. *J. Bus. Res*., ۸۱, ۱۱-۲۰.

Klump, R., McAdam, P., Willman, A. (۲۰۰۷). Factor substitution and factor-augmenting technical progress in the United States: a normalized supply-side system approach. *Rev. Econ. Stat*., ۸۹ (۱), ۱۸۳-۱۹۲.

Lall, S., Weiss, J., Zhang, J. (۲۰۰٦). The 'sophistication' of exports: a new trade measure. *World Dev*., ۳٤, ۲۲۲-۲۳۷.

Li, H.B., Loyalka, P., Rozelle, S., Wu, B.Z., ۲۰۱۷. Human capital and China's future growth. J. Econ. Perspect. ۳۱ (۱), ۲٥-٤۸.

Long, V.N., Riezman, R., Soubeyran, A. (۲۰۰۷). Trade, wage gaps, and specific human capital accumulation. *Rev. Int. Econ*., ٥٥ (۱), ۷٥-۹۲.

Lovell, K. (۲۰۰۳). The decomposition of Malmquist productivity indexes. *J. Prod. Anal*., ۲۰, ٤۳۷-٤٥۸.

Rivera-Batiz, L., Paul, M.R. (۱۹۹۱). International trade with endogenous technological change. *Eur. Econ. Rev*., ۳٥ (٤), ۹۷۱-۱۰۰۱.

Rodriguez, F., Rodrik, D. (۲۰۰۰). Trade policy and economic growth: a skeptic's guide to the cross-national evidence. *NBER Macroecon. Annu*., ٥٥ (۱), ۲٦۱-۳۲٥.

Rodrik, D. (۲۰۰٦). What's so special about China's exports? Chin. World. Econ. ۱٤, ۱ ۱۹.

Sachs, J., Warner, A. (٥۹۹٥). Economic reform and the process of global integration. Brook. *Pap. Econ. Act*. (۱), ۱-۱۱۸.

Santos-Paulino, A.U. (۲۰۰۸). Export Productivity and Specialization in China, Brazil, India and South Africa. *UNU-WIDER*, United Nations University (UNU), No. ۲۰۰۸/۲۸.

Scott, P.K. (۲۰۰۸). The relative sophistication of Chinese exports. *Econ. Policy*, ۲۳ (٥), ٤۹.

Sheng, B. (۲۰۰۲). *Political and Economic Analysis of China's Foreign Trade Policy (in Chinese).* Shanghai People's Publishing House, Shanghai.

Song, M., Wang, S. (۲۰۱۳). How should developing countries cope with pollution-migration? an extended model of North-South trade and its numerical simulation. *Energy Environ*, ۲٤ (٦), ۹۳۹-۹۵۱.

Su, H.N., Moaniba, I.M. (۲۰۱۷). Does innovation respond to climate change? Empirical evidence from patents and greenhouse gas emissions. *Technol. Forecast. Soc. Chang*, ۱۲۲, ٤۹-٦۲.

van Meijl, H., van Tongeren, F. (۱۹۹۹). Endogenous international technology spillovers and biased technical change in agriculture. *Econ. Syst. Res*. ۱۱ (۱), ۳۱-٤۸.

Wang, S.H., Song, M.L. (۲۰۱۷). Influences of reverse outsourcing on green technological progress from the perspective of a global supply chain. *Sci. Total Environ*, ۵۹۵, ۲۰۱-۲۰۸.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استناد به این مقاله: حیدری هراتمه، مصطفی. (۱۳۹۹). تأثیر به‌کارگیری فناوری نوین تورش به محیط زیست در سایه تجارت دانش بر توسعه سبز، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، ۸(۴)، صفحات ۱-۲۷.

Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial ۴,۰ International License.