




Research and Development Spillovers and the Industrial Development of Iran: A study of the effects Foreign Direct Investment on Industrial Development

Abdolkarim Hosseinpoor^{1*}, Masoud Baghestani meybodi², Omolbanin Rahmani³, Ali Darvishi⁴

1. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Business and Economics, Persian Gulf University, Bushehr, Iran. Corresponding Author. Email: k.hosseinpoor@pgu.ac.ir

2. Ph.D., Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, Iran. Email: masoudbaghestani306@yahoo.com

3. M.A., Department of Economics, Faculty of Business and Economics, Persian Gulf University, Bushehr, Iran. Email: O.rahmani1369@gmail.com

4. M.A., Department of Economics, Faculty of Business and Economics, Persian Gulf University, Bushehr, Iran. Email: darvishi1392@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 11-06-2024
Accepted: 17-08-2024

Keywords:
R & D overflow,
Foreign direct investment, Industrial development, Johansen method..

Abstract

Striving towards the attainment of continuous and stable development of the industrial sector is contingent upon paying special attention to the factors influencing the growth and development of this sector. Among these factors, the spillover effects of research and development on industrial growth play a prominent role. This study examines the impact of research and development spillovers via the foreign direct investments (FDI) on Iran's industrial development index during the 1360 to 1400 period, using Johansen's method.

The results show that R&D inflows have a positive and significant effect on the value added of the industrial sector; thereby _ assuming other factors to remain constant_ if the index of research and development overlays increases by one percent the value added of the industrial sector will increase by 0.74%. In other words, increasing foreign direct investment, as well as, the arrival and overflow of technology and knowledge and foreign development research makes a positive difference in the development of the industrial sector. R&D and technology advances, reduce costs, increase productivity and expand the industry. New technologies boost the movement of factors of production and lead towards the creation of a greater variety of products. R&D and new technologies allow economic firms to upgrade their productive capacity, in turn leading to capacity growth, lower costs, higher product quality and higher value added in the industry.

Cite this article: Hosseinpoor, Abdolkarim., Baghestani meybodi, Masoud., Rahmani, Omolbanin., & Darvishi, Ali. (2024). Research and Development Spillovers and the Industrial Development of Iran: A study of the effects Foreign Direct Investment on Industrial Development. *Journal of Defense Economics & Sustainable Development*, 9 (32), 67-86.

 [20.1001.1.25382454.1403.9.32.3.9](https://doi.org/10.1001.1.25382454.1403.9.32.3.9)



© The Author(s) 2024. Published by Defense Economics Scientific Association of Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license)



اقتصاد دفاع و توسعه پایدار

شاپا الکترونیکی: ۲۹۸۱-۰۶۸

شاپا چاپی: ۲۴۵۴-۲۵۳۸



سرریزهای تحقیق و توسعه و رشد صنعتی ایران؛ استفاده از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

عبدالکریم حسین پور^{۱*}، مسعود باغستانی میبیدی^۲، ام البنین رحمانی^۳، علی درویشی

۱. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران. نویسنده مسئول.

رایانامه: k.hosseinpoor@pgu.ac.ir

۲. دکترا، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

رایانامه: masoudbaghestani306@yahoo.com

۳. کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.

رایانامه: O.rahmani1369@gmail.com

۴. کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران.

رایانامه: darvishi1392@gmail.com

چکیده

اطلاعات مقاله

دستیابی به رشد و توسعه مستمر و با ثبات در بخش صنعت و گرایش به تمایل به سوی اهداف موردنظر، در گرو توجه خاص به عوامل تأثیرگذار در گسترش رشد و توسعه این بخش است که در میان این عوامل مؤثر، سرریزهای تحقیق و توسعه دارای نقش برجسته و در خور تأملی است. این مطالعه به بررسی تأثیر سرریزهای تحقیق و توسعه با استفاده از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر شاخص توسعه صنعتی ایران در دوره زمانی ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ با استفاده از روش یوهانسن می‌پردازد. نتایج نشان می‌دهد سرریزهای تحقیق و توسعه اثر مثبت و معناداری بر روی ارزش افزوده بخش صنعتی دارد؛ یعنی چنانچه شاخص سرریزهای تحقیق و توسعه یک درصد افزایش یابد، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعتی ۰/۷۴ درصد افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ورود و سرریز تکنولوژی و دانش و تحقیق توسعه خارجی به شدت بخش صنعتی تغییراتی مثبت ایجاد خواهد کرد. تحقیق و توسعه و پیشرفت فناوری باعث کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و گسترش صنایع می‌شود. فناوری‌های جدید موجب تقویت جایابی عوامل تولید و ایجاد تنوع بیشتر در تولیدات است. تحقیق و توسعه و فناوری‌های جدید به بنگاه‌های اقتصادی اجازه می‌دهد توان تولیدی خود را ارتقا بخشند که این امر منجر به رشد ظرفیت، کاهش هزینه، افزایش کیفیت کالاها و افزایش ارزش افزوده بخش صنعت می‌گردد.

نوع مقاله:

مقاله علمی

تاریخچه مقاله:

تاریخ ارسال: ۱۴۰۳/۰۲/۲۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۷

واژگان کلیدی:

سرریز تحقیق و توسعه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه صنعتی، روش یوهانسن.

استاد به مقاله: حسین پور، عبدالکریم؛ مسعود، باغستانی میبیدی؛ رحمانی، ام البنین و درویشی، علی. (۱۴۰۳). سرریزهای تحقیق و توسعه و رشد صنعتی ایران؛ استفاده

از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، فصلنامه اقتصاد دفاع و توسعه پایدار، ۹(۳۲)، ۶۷-۸۶

[20.1001.1.25382454.1403.9.32.3.9](https://doi.org/10.1001.1.25382454.1403.9.32.3.9)

ناشر: انجمن علمی اقتصاد دفاع ایران

© نویسندگان



۱. مقدمه

تحقیق و توسعه اصلی‌ترین روش پیشرفت فناوری و گسترش رقابت و نوآوری صنایع تولیدی تلقی گردیده است. انتقال فناوری در کشورها طیف عظیمی از روش‌ها را شامل می‌شود. فناوری که محصول فعالیت‌های تحقیقاتی و توسعه‌ای است می‌تواند در کالاهای واسطه‌ای، کالاهای سرمایه‌ای و حتی کل افراد، تجسم پیدا کند یا می‌تواند به صورت نامشهود (شکل خارجی) خرید و فروش گردد یا توسط سایر ابزارها مانند تقلید و کپی برداری منتشر گردد. توسعه فناوری در اولویت کارهای تحقیق و توسعه هر کشور قرار دارد. کمبود چنین اعمالی در کشورهای در حال توسعه وابستگی آن‌ها به خارج را توجیه می‌سازد. این وابستگی‌ها منجر به افزایش شکاف فناوری بین کشورها گردیده و از توسعه جامعه و اقتصاد جلوگیری می‌نماید. تحت شرایط فوق، پیاده سازی سیاست‌های تکنولوژیکی که کشورها را به سمت رشد هدایت می‌نماید باید به عنوان یک شرط لازم مورد توجه قرار بگیرد (قاسمی و چکیر^۱، ۲۰۱۲: ۱۰۷).

شرایط اقتصادی هر کشور علاوه بر شرایط داخلی آن کشور به موقعیت و وضعیت سایر کشورها نیز بستگی دارد. در بررسی تأثیرپذیری اقتصاد یک کشور از وضعیت دیگر کشورها موضوع سرریزها مطرح می‌گردد. این اثرگذاری از طریق تجارت کالا و خدمات صورت می‌پذیرد. با وجود تجارت بین الملل، فناوری کشورهای صنعتی و پیشرفته که محصول سرمایه گذاری تحقیق و توسعه^۲ هر بخش است، از طریق واردات متنوع جدید و کالاهای واسطه‌ای به داخل کشور گیرنده سرریز می‌گردد.

از طرفی دیگر، در قرن جدید، بدون شک یکی از کانال‌های اصلی افزایش رشد اقتصادی کشورها، رشد بخش صنعت آن‌ها است (خداداد کاشی و همکاران، ۱۳۹۴: ۹۷). اهمیت بخش صنعت و نقش و سهم مهم و اساسی آن به منزله مهم‌ترین عامل محرک رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه کاملاً نمایان است. به طوری که بسیاری از اقتصاددانان اعتقاد دارند که توسعه بخش صنعت به نفع سایر بخش‌های اقتصاد است (لوپز و ازام^۳؛ ۲۰۰۲، ص ۱۱۸). به این صورت که بین بخش‌های مختلف اقتصاد ارتباط نزدیکی وجود دارد و رشد و توسعه بخش صنعت باعث ترغیب سایر بخش‌های اقتصادی گردیده و موجب افزایش اشتغال، تولید و درآمد در کل اقتصاد می‌گردد. دستیابی به رشد و توسعه با ثبات در بخش صنعت و گرایش و رسیدن به اهداف موردنظر، در گرو توجه خاص به عوامل تأثیرگذار در بخش صنعت است که در میان این عوامل مؤثر، سرریزهای تحقیق و توسعه دارای نقش برجسته و مهمی است.

در این مقاله ابتدا مبانی نظری و پیشینه تحقیق بررسی می‌گردد و الگوی تحقیق و توسعه و نقش آن در رشد بخش صنعت بررسی می‌گردد. مدل رشد درون زای رومر با در نظر گرفتن تحقیق و توسعه بررسی می‌گردد. در ادامه روش شناسی تحقیق بررسی می‌شود و در پایان مدل تخمین زده شده و نتایج تحقیق تفسیر می‌گردد.

¹ Gasbi & Chkir

² Research and Development (R&D)

³ Lopez and Azzam

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، بدون شک یکی از عوامل مهم افزایش رشد اقتصادی کشورها، رشد بخش صنعت آن کشورها است. از عوامل مهم تاثیر گذار بخش صنعت هزینه‌های تحقیق و توسعه و سرریزهای سرمایه‌گذاری در این مورد است. تحقیق و توسعه موجب بهبود تولید کالاها و خدمات قابل تجارت، استفاده کارا تر از منابع موجود و جذب تکنولوژی سرمایه‌گذاری خارجی می‌گردد که در نتیجه آن بخش صنعت می‌تواند رشد قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. در این مطالعه سعی بر این است که ابتدا نظریه‌های مختلف در مورد تحقیق و توسعه و عوامل موثر توسعه صنعتی را بررسی کنیم. در ادامه مطالعات تجربی داخلی و خارجی بررسی خواهد شد.

۲-۱. مبانی نظری پژوهش

بر اساس نتایج به‌دست آمده از مطالعات نظری، اقتصاددانانی چون، رومر^۱ (۱۹۹۰)، گروسمن و هلیمن^۲ (۱۹۹۱) و آقیون و هوویت^۳ (۱۹۹۲) الگوهای رشدی طراحی کردند که حتی در شرایط ثابت بودن سرمایه فیزیکی و نیروی کار، می‌توانند رشد اقتصادی را نشان دهند. به عقیده کارشناسان اقتصادی فوق رشد اقتصادی از طریق گسترش زمینه‌های تحقیق و توسعه، انتشار علم و دانش، توسعه سرمایه انسانی، افزایش تخصص و کاهش هزینه‌های تولید ناشی از توسعه فناوری تحقق می‌یابد. در الگوهای ارائه شده از این اقتصاددانان، رشد اقتصادی ناشی از عوامل برون‌زا قلمداد نمی‌شود و درون‌زا تلقی می‌شود و در این الگوها منشأ رشد اقتصادی تغییرات درون‌زای فناوری در نظر گرفته شده است. این تغییرات نیز خود از طریق انتشار و استفاده‌های پی در پی از نتایج تحقیق و توسعه، نوآوری و پیشرفت فناوری حاصل می‌گردد. از یک طرف، دلایل گوناگونی مطرح شده است مبنی بر اینکه، مشارکت بیشتر در تجارت بین‌المللی، رشد اقتصادی و رشد بخش صنعتی تولید را تقویت می‌کند. نخست آن‌که، عموماً باور بر این است که انتقال بین‌المللی فناوری با جریان بازرگانی ارتباط دارد. واردات کالاها و خدمات تولید شده از سوی طرف‌های تجاری، باعث استفاده مؤثرتر از منابع موجود کشور واردکننده می‌شود و در نتیجه موجب افزایش تولید بخش صنعت آن کشور می‌گردد. دوم آن‌که، استدلال می‌شود هر چه بخش‌های بیشتری از اقتصاد در معرض رقابت بین‌المللی قرار گیرند، میزان برخورد با فناوری برتر و فشار برای اتخاذ و تطبیق چنان فناوری جهت حفظ قدرت رقابتی بیشتر خواهد بود (آلام^۴، ۱۹۹۲). سوم آن‌که، استدلال می‌کنند مردم کشورهایی که به تغییر عادت دارند، در این کشورها اندیشه‌های جدید با سرعت بیشتری پذیرفته خواهند شد. در حالیکه احتمال جذب سریع اندیشه‌های نوین در کشورهای منزوی کمتر وجود دارد.

¹ Romer

² Grossman and Helpman

³ Aghion and Howitt

⁴ Alam

۲-۱-۱. عوامل موثر بر رشد بخش صنعت

عوامل متعددی بر رشد بخش صنعت تأثیر گذار هستند که در این مطالعه بر روی سربزهای تحقیق و توسعه متمرکز خواهیم شد.

مدل‌های مبتنی بر R&D که اهمیت تأثیر تحقیق و توسعه را در نرخ‌های رشد عنوان می‌کنند به جای فرض نظریه نئوکلاسیک و برونزا بودن تغییرات فناورانه، دارای این مزیت است که در جهت توصیف نیروهای موثر در تغییرات فناوری است.

امروز مطالعات مربوط به رشد درون‌زا، به مدل‌هایی که رشد بلندمدت را با تمرکز روی پیشرفت فناورانه و تحقیق و توسعه می‌دهد، گراییده است. همانگونه که در کارهای رومر (۱۹۹۰)، گروسمن و هلیمن (۱۹۹۱) و آقیون و هوویت (۱۹۹۲) دیده می‌شود. در این مدل‌ها، پیشرفت فناوری از تلاش برای اختراع و نوآوری نتیجه می‌شود. تلاشی که با حداکثرسازی سود فردی تأمین می‌شود. هر اختراع و نوآوری، بهره‌وری را افزایش می‌دهد و چنین کشفیاتی سرانجام منبع رشد بلندمدت هستند. اساس این مدل‌ها مفصل و پیچیده است (ریبی، ۱۳۸۷). اما خیلی از مفاهیم کلیدی آن را می‌توان با کاربرد فرم خلاصه شده زیر بررسی کرد:

$$Y = K^{1-\alpha}(AL_Y)^{\alpha}, \quad \frac{A_0}{A} = \delta L_A \quad (1)$$

در این جا Y تولید، A بهره‌وری یا دانش و K سرمایه است. نیروی کار در هر دو فعالیت، هم در تولید محصول L_Y و هم در تلاش برای نوآوری L_A استفاده می‌گردد. به طوری که $L_A + L_Y = L$ کل نیروی کار موجود در اقتصاد را نشان می‌دهد. فرض می‌شود L ثابت است.

در مدل‌های رومر (۱۹۹۰)، گروسمن و هلیمن (۱۹۹۱) و آقیون و هوویت (۱۹۹۲) تولید محصول نهایی معمولاً بر حسب جمع نهاده‌های واسطه‌ای نوشته می‌شود که با استفاده از سرمایه تولید می‌شوند. در این مراحل A می‌تواند تعداد نهاده‌های واسطه‌ای - یا کیفیت تعداد نهاده‌های واسطه‌ای - را نشان دهد. در هر صورت فرم خلاصه شده این مدل‌ها همواره شبیه آن فرمی خواهد بود که در معادله فوق دیدیم.

معادله تحقیق و توسعه، نیروی کار شاغل در تحقیق و توسعه را با نرخ رشد دانش مرتبط می‌کند. از آنجا که فرض می‌شود اندازه نیروی کار ثابت است، در طول مسیر رشد متوازن نسبت سرمایه به نیروی کار و رشد محصول سرانه با یک نرخ یکسان رشد می‌کند. این نرخ‌های رشد، با نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل، مساوی می‌شود. همانطور که قابل اثبات است، وقتی که معادله به شکل سرانه نوشته و دیفرانسیل لگاریتمی گرفته شود، نرخ رشد یکنواختی که برای این اقتصاد وجود دارد به شکل زیر مشخص می‌شود:

$$g_A = g_Y = g = \delta s^0 L \quad (2)$$

در اینجا s^0 سهم حالت یکنواخت نیروی کار اختصاص یافته به تحقیق و توسعه و L مقدار کل نیروی کار موجود در اقتصاد را نشان می‌دهد.

در مدل به کار رفته سهم یکنواخت نیروی کار اختصاص یافته به تحقیق و توسعه به طور صریح بر حسب شاخص‌های مدل حل می‌شود. یکی از نتایج کلیدی آن این است که یارانه به بخش تحقیق و توسعه اقتصاد

ممکن است سهم نیروی کار اختصاص یافته به تحقیق و توسعه را افزایش دهد و بنابراین، بر نرخ رشد مسیر متوازن بیفزاید.

علاوه بر آن، معادله فوق بیانگر آن است که اندازه اقتصاد در صورت ثابت نگهداشتن S^0 یک عامل تعیین کننده رشد حالت یکنواخت است. اگر مقدار کل نیروی کار در اقتصاد دو برابر شود، نرخ رشد سرانه اقتصاد نیز دو برابر می‌شود. این قبیل اثرهای مقیاسی در مقاله گروسمن و هلمپن (۱۹۹۱) نیز تاکید شده است. می‌توان به افزایش در نرخ رشد حالت یکنواخت دست یافت به شرط اینکه از افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه غفلت نمود و روی ابداعات جدیدی تمرکز یافت. بر اساس الگوی فوق مدل رشد اقتصادی ایران توسط ربیعی (۱۳۸۷) برآورد گردیده و در معادله آزمون شده، ارزش افزوده تابعی از نیروی کار، تحقیق و توسعه، سرمایه انسانی، سرمایه، نسبت واردات ماشین آلات به واردات، کالاهای واسطه‌ای در نظر گرفته شده است. با توجه به نتایج حاصل از تخمین، ۹۸ درصد تغییرات ارزش افزوده در اقتصاد ایران توسط متغیرهای مورد نظر قابل توصیف است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که کشش عامل کار از دیگر عوامل تولید بالاتر است و نشانگر کاربر بودن تولید در ایران است. کشش سرمایه انسانی در مرتبه بعد قرار دارد و نشانگر نقش اساسی سرمایه انسانی در ارزش افزوده است. تحقیق و توسعه نیز از دو طریق افزایش نوآوری و از طریق واردات فناوری می‌تواند تولید را افزایش دهد. نوآوری به عنوان اثر مستقیم و واردات فناوری به عنوان اثر غیر مستقیم تحقیق و توسعه بر رشد و بهره‌وری در نظر گرفته شده است. اثر غیر مستقیم تحقیق و توسعه یعنی واردات فناورانه دارای تأثیر مثبت است ولی اثر بسیار کمی دارد. در واقع اثر سرریز فناوری از سایر کشورها به کشور کم است. برای افزایش نقش سرریزهای فناوری سایر کشورها به ایران باید به نقش واحدهای تحقیق و توسعه در جذب فناوری خارجی و بومی کردن آن‌ها توجه خاص معطوف شود (ربیعی، ۱۳۸۷).

۲-۱-۲. الگوی سرریز تحقیق و توسعه با وجود تجارت و سرمایه‌گذاری خارجی

الگوی سرریز تحقیق و توسعه با وجود تجارت خارجی را می‌توان با استفاده از تابع تولید کاب داگلاس توسعه داد و سپس با توضیح چگونگی ورود هر یک از متغیرها به صورت ریاضی، الگوی نهایی اثر سرریزها بر رشد کل عوامل تولید (در این مطالعه توسعه صنعتی) تصریح گردد:

تابع تولید کاب داگلاس را به صورت زیر می‌توان صریح کرد:

$$y = AL^{1-\alpha}D^\alpha, 0 < \alpha < 1 \quad (3)$$

که در آن y محصول، L خدمات نیروی کار، D مجموعه متنوع از کالاهای واسطه‌ای متمایز x با تنوع j است و A سایر عوامل اثرگذار بر تولید به غیر از L و D است.

$$D = \left(\int_0^n x(j)^\alpha d_j \right)^{\frac{1}{\alpha}} \quad (4)$$

در معادله بالا $x(j)$ کالای واسطه‌ای با تنوع j و n تعداد تنوع کالاهای واسطه‌ای تولیدی در کشور است. تعداد تنوع کالای واسطه‌ای (n) به وسیله بنگاه‌هایی که هزینه‌های تحقیق و توسعه را متقبل می‌شوند،

افزایش پیدا می‌کند. بنابراین، دامنه کالاهای واسطه‌ای در زمان T برابر با انباشت هزینه‌های تحقیق و توسعه تا زمان T است یعنی:

$$n(T) = \int_{-\infty}^T E(t) dt \quad (5)$$

از آنجا که هزینه‌های تحقیق و توسعه انباشته می‌تواند به عنوان انباشت سرمایه تحقیق و توسعه در نظر گرفته شود، رابطه $R(T) = n(T)$ برقرار می‌شود که $R(T)$ نشان‌دهنده ذخایر تحقیق و توسعه در زمان T است.

چنانچه همه کالاهای واسطه‌ای همگن فرض شوند $x(j) = x$ خواهد بود (گروسمن و هلیمن، ۱۹۹۱). در نتیجه کل موجودی سرمایه k به عنوان کل مقادیر کالاهای واسطه‌ای به کار گرفته شده برای هر تنوعی از کالا که در آن $k = nx$ می‌باشد در نظر گرفته می‌شود. اگر این رابطه برای x حل شود و در رابطه (۴) (۲) جانشین شود و با ساده کردن روابط زیر حاصل خواهد شد:

$$D = \left[\int_0^n x^\alpha d_j \right]^{1/\alpha} = \left[\int_0^n (k/n)^\alpha d_j \right]^{1/\alpha} = [k^\alpha n^{1-\alpha}]^{1/\alpha} = kn^{(1-\alpha)/\alpha}$$

$$y = AL^{1-\alpha} \left[kn^{(1-\alpha)/\alpha} \right] = AL^{1-\alpha} kn^{1-\alpha}$$

بنابراین، تولید تابعی از نیروی کار، حجم سرمایه و انباشت هزینه‌های تحقیق و توسعه است. اگر بهره‌وری کل عوامل (TFP) به صورت زیر باشد:

$$TFP = \frac{y}{L^{1-\alpha} k^\alpha} \quad (6)$$

با جایگذاری در معادلات قبل و لگاریتم گیری از آن خواهیم داشت:

$$\ln TFP = (1 - \alpha) \ln n + \ln A \quad (7)$$

$$\ln TFP = (1 - \alpha) \ln R + \ln A \quad (8)$$

در اکثر مطالعات تجربی مربوط به رشد و بهره‌وری صنایع یا اقتصاد با وجود تجارت، بهره‌وری کل عوامل به انباشت تحقیق و توسعه داخلی و انباشت تحقیق و توسعه خارجی وابسته است. بنابراین، معادله (۸) را می‌توان به شکل زیر تعریف کرد:

$$\ln TFP = \alpha + \beta_1 \ln(R^d) + \beta_2 \ln(R^f) + A^k \quad (9)$$

در این رابطه R^d نشان دهنده انباشت مخارج تحقیق و توسعه داخلی هر صنعت داخلی و R^f نشانگر انباشت مخارج تحقیق و توسعه شرکای تجاری خارجی است. در اینجا A^k مجموعه‌ای از سایر عوامل غیر از انباشت سرمایه تحقیق و توسعه می‌باشد.

۲-۲. پیشینه پژوهش

خاکسار بلداجی و همکاران (۱۴۰۳) به بررسی تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بر روی رشد اقتصادی بخش صنعت طی دوره‌های ۱۴۰۱-۱۳۸۰ در کشور ایران با استفاده از روش اقتصادسنجی خود رگرسیون با وقفه

های توزیعی (ARDL) پرداختند. نتایج نشان داد که مخارج تحقیق و توسعه هم در کوتاه مدت و هم در بلندمدت تأثیر مثبت و معنی داری بر روی رشد اقتصادی بخش صنعت دارد. در بلند مدت ضریب مخارج تحقیق و توسعه دارای علامت مثبت می باشد و از نظر آماری معنی دار و برابر ۰.۱ است. همچنین، مطابق انتظار، متغیرهای سرمایه فیزیکی و تعداد شاغلین بخش صنعت (نیروی کار) هم در کوتاه مدت و هم در بلند مدت تأثیر مثبت و معنی داری بر روی رشد اقتصادی بخش صنعت داشتند. بنابراین، می توان نتیجه گرفت که با افزایش مخارج تحقیق و توسعه در بخش های اقتصادی و به طور مشخص در بخش صنعت میزان نوآوری، ابداع و استفاده از روش های نوین در امر تولید افزایش می یابد و به کمک این نوآوری ها میزان هزینه های تولید کاهش می یابد و با بهره گیری از همان امکانات تولید قبلی، محصول بیشتری حاصل می شود و به تبع آن رشد اقتصادی بخش افزایش می یابد.

بندانی و فروش یار (۱۴۰۱) به بررسی تأثیر شفافیت اطلاعات بر میزان مخارج تحقیق و توسعه شرکت با در نظر گرفتن فرصت‌های سرمایه‌گذاری در شرکت‌های دارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتایج حاصل از آزمون فرضیه‌ها نشان می‌دهد، شفافیت اطلاعات اثر مثبت و معنی‌داری بر میزان مخارج تحقیق و توسعه شرکت دارد. همچنین، نتایج پژوهش نشان داد هنگامی که ریسک شغلی بالا است، شفافیت تأثیر مثبت بر مخارج تحقیق و توسعه دارد. افزون بر این، نتایج به دست آمده حاکی از این است که فرصت‌های سرمایه‌گذاری، بر رابطه بین شفافیت اطلاعات و مخارج تحقیق و توسعه تأثیر معنی‌داری ندارد. در کل نتایج پژوهش نشان می‌دهد که شرکت‌ها می‌توانند با افزایش شفافیت اطلاعاتی میزان مخارج تحقیق و توسعه شرکت را افزایش دهند و ریسک شغلی بالا می‌تواند این تأثیر را تقویت نماید.

شاه آبادی و مهری تلیایی (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر انباشت تحقیق و توسعه (داخلی و خارجی) و سرمایه انسانی بخش کشاورزی بر فقر مناطق روستایی ایران پرداختند. نتایج نشان می‌دهد یک درصد افزایش در تأثیر متقابل نسبت سرمایه انسانی به شاغلین با انباشت هزینه تحقیق و توسعه داخلی منجر به کاهش به میزان ۱.۷۳ درصد و یک درصد افزایش در تأثیر متقابل نسبت سرمایه انسانی به شاغلین با انباشت هزینه تحقیق و توسعه خارجی منجر به افزایشی به میزان ۳.۳۶ درصد در فقر نسبی مناطق روستایی می‌گردد. با توجه به جایگاه فعالیت های تحقیق و توسعه و سرمایه انسانی در تحول فناوری و کاهش فقر در مناطق روستایی لازم است از طریق هماهنگی مابین سیاست های کلان اقتصادی شاهد گسترش بازار سرمایه انسانی و ایجاد انگیزه در فعالین بخش خصوصی جهت گسترش بازار تحقیق و توسعه داخلی بوده و همچنین، باید از طریق واردات هدفمند نهاده ها و کالاهای واسطه ای و سرمایه ای بخش کشاورزی و انتخاب صحیح شرکای تجاری، شاهد افزایش جذب سرریز تحقیق و توسعه شرکای تجاری باشیم.

برزگری خانقاه و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی تأثیر هزینه‌های تحقیق و توسعه بر عملکرد شرکت‌ها که از معیارهای سود عملیاتی، جریان‌های نقد عملیاتی و ارزش افزوده اقتصادی برای ارزیابی عملکرد شرکت‌ها استفاده شده است پرداختند. داده‌های پژوهش از تعداد ۶۳ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران برای دوره زمانی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۲ انتخاب و برای آزمون فرضیه‌های پژوهش از روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته و شیوه داده‌های ترکیبی استفاده گردیده است. نتایج آزمون فرضیه‌ها نشان داد که بین هزینه تحقیق

و توسعه و سود عملیاتی ارتباط معنی‌داری نمی‌باشد. اما هزینه تحقیق و توسعه بر جریان نقد عملیاتی و ارزش افزوده اقتصادی دارای تأثیر مثبت می‌باشد.

رهنمای قراملکی و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی تأثیر سرمایه R&D داخلی، موجودی کالاها، سرمایه‌ای وارد شده و سرمایه انسانی بر روی ارزش افزوده صنایع با فناوری بالا در ایران طی دوره زمانی ۱۳۷۴-۱۳۸۹ پرداخته‌اند. نتایج برآورد مدل تحقیق نشان می‌دهد که سرمایه R&D داخلی، موجودی کالاها، سرمایه‌ای وارد شده و سرمایه انسانی اثرات مثبت و معنی‌داری بر ارزش افزوده صنایع با فناوری بالا داشته‌اند. لذا توصیه این تحقیق حمایت بیشتر دولت از فعالیت‌های R&D داخلی است که از آن جمله می‌توان به مشوق‌های مالی مستقیم (کمک‌های مالی مستقیم دولت مثل یارانه‌ها) و مشوق‌های مالی غیرمستقیم (بخشش مالیاتی) اشاره کرد. همچنین دولت با ایجاد زیرساخت‌های لازم مثل قوانین و مقررات، تعریف، تضمین و اجرای حقوق مالکیت فکری، درجه رقابتی بودن اقتصاد و درجه باز بودن آن ... می‌تواند تأثیر مستقیمی بر مخارج و فعالیت‌های R&D و قابلیت اثرگذاری آن بر ارزش افزوده صنایع با فناوری بالا داشته باشد. با توجه به تأثیر مثبت موجودی کالاها، سرمایه‌ای وارد شده بر ارزش افزوده صنایع با فناوری بالا توصیه می‌شود که دولت تعامل با اقتصاد جهانی را هدف‌گذاری کرده و با اتخاذ سیاست‌های مناسب، در جهت رفع تحریم‌های اعمال شده علیه کشور گام بردارد.

مهرگان و سلطانی صحت (۱۳۹۳) به بررسی مخارج تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت در ایران پرداختند. با توجه به اهمیت روزافزون مقوله رشد بهره‌وری در شکوفایی و رشد اقتصادی کوتاه مدت و بلندمدت کشورها، در این تحقیق سعی شده است با استفاده از داده‌های مربوط به صنایع مختلف در دوره ۱۳۸۹-۱۳۷۳، اثر برخی متغیرهای موثر مانند مخارج تحقیق و توسعه، هزینه‌های آموزش، مهارت و مزد و حقوق بر رشد بهره‌وری بخش‌های صنعتی مختلف بر طبق کدهای صنعتی دورقمی ISIC، سنجیده شود. نتایج حاصل، حاکی از اثر قابل توجه مثبت و معنی‌دار هزینه‌های تحقیق و توسعه و آموزش و مهارت بر رشد بهره‌وری کل صنایع می‌باشد. همچنین در بخش دیگری به بررسی اثرات فردی عامل تحقیق و توسعه در صنایع مختلف پرداخته شده است که نتایج حاصل از آن نشان می‌دهد که تحقیق و توسعه در برخی صنایع اثر مثبت داشته، در یک صنعت اثر منفی و در برخی صنایع کاملاً بی‌معنی بوده است.

رحمان و هاو لادر^۱ (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بر روی عملکرد بنگاه‌های صنعتی پرداختند. تمام نتایج تجربی مدل‌های مختلف در این تحقیق ارتباط مثبت و معنی‌داری بین هزینه تحقیق و پژوهش با عملکرد شرکت و ارزش شرکت نشان دادند. این مطالعه همچنین تأیید می‌کند که همه نتایج قوی و معنادار و مدل فاقد هم خطی است.

هوانگ^۲ (۲۰۱۸) به بررسی تأثیر سرریزهای تحقیق و توسعه در شرایط نااطمینانی بر بخش‌های مختلف اقتصادی مخصوصاً بخش صنعت پرداخته است. این تحقیق به بررسی اثر تغییرات تکنولوژیکی در سرمایه‌گذاری‌های رقابتی و تعاونی سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه در عدم قطعیت پرداخته است. فرض بر آن

¹ Rahman and Howlader

² Hwang

است که اندازه نوآوری معین است و افزایش هزینه های تحقیق و توسعه احتمال موفقیت را بیشتر می‌کند. این تمرکز بر تعادل متقارن است و ادامه پیدا می‌کند: اول اینکه هزینه‌های تحقیق و توسعه تعادلی در رقابت های تحقیق و توسعه (و یا همکاری تحقیق و توسعه) ممکن است با افزایش میزان ریزش مواجه گردند (اگر کاهش ناگهانی به اندازه کافی کوچک باشد، اندازه نوآوری بزرگ است کافی است و احتمال موفقیت به اندازه کافی زیاد است. دوم در رقابت های تحقیق و توسعه، هزینه های تحقیق و توسعه به طور مطلوب بهینه، ممکن است به طور مطلوب اجتماعی را بیش از حد افزایش دهد. سوم در راستای همکاری های تحقیق و توسعه، بهینه سازی خصوصی صرفا از لحاظ اقتصادی به اندازه کافی ناکافی است.

همانطور که در پیشینه تحقیق بررسی شد تاکنون مطالعه ای در مورد مکانیزم اثرگذاری تحقیق و توسعه بر رشد بخش صنعت با استفاده از کانال ذکر شده در تحقیق یعنی سرریزهای تحقیق و توسعه از طریق کانال سرمایه گذاری مستقیم خارجی بررسی نشده است. این مطالعه اولین بار در اقتصاد ایران صورت می‌گیرد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

تجزیه و تحلیل داده‌ها به وسیله روش های اقتصاد سنجی صورت می‌گیرد. علاوه بر این، در اکثر موارد به جهت ضرورت تحقیق از ابزارهای پیشرفته در اقتصاد سنجی کاربردی استفاده می‌شود. استفاده از الگوهای سنتی و قدیمی در اقتصاد سنجی، مشروط به مانا بودن متغیرها می‌باشد. مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد که در اکثر سری های زمانی خرد و کلان اقتصادی، این فرض صحیح نیست و اکثر این متغیرها مانا نیستند. لذا، طبق نظریه همجمعی در اقتصاد سنجی جدید، لازم است که برای جلوگیری از مساله رگرسیون کاذب در تحلیل رگرسیون، نسبت به مانایی متغیرها اطمینان حاصل کنیم. بدین منظور، متغیرهای سری زمانی استفاده شده در برآورد مدل باید به وسیله آزمون ریشه واحد دیکی- فولر تعمیم یافته (ADF) آزمون شوند و مرتبه انباشتگی آن‌ها مشخص گردد.

پس از این که مانایی متغیرها مشخص گردید از الگوی مناسب اقتصاد سنجی استفاده می‌کنیم. تصریح مدل اقتصاد سنجی با توجه به مطالعات پیشین و عوامل موثر بر شاخص توسعه صنعتی به صورت زیر خواهد بود:

$$LSI = F(RD, EXI, DER, INF) \quad (10)$$

که در این رابطه متغیرها به صورت زیر تعریف شده اند:

LSI : ارزش افزوده بخش صنعتی

RD : سرریزهای تحقیق و توسعه از طریق کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی. در این مطالعه از رهیافت LP¹ (1998) با استفاده از فرمول (11) اقدام به اندازه گیری انباشت تحقیق و توسعه خارجی از کانال جریان ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برای ایران به پیروی از مطالعات لیچتنبگ و پوتری (۱۹۹۸)^۲ و شاه آبادی و همکاران (۱۳۸۹) استفاده گردیده است:

1. Lichtenberg and Potterie

2 Lichtenberg and poterie

$$RD = \sum_{j=1}^{10} \frac{FDI_{ijt}}{GDP_{jt}} * S_j^{dt} \quad (11)$$

که RD انباشت تحقیق و توسعه خارجی کشور i از کانال جریان سرمایه گذاری مستقیم خارجی از شرکای تجاری در سال t ، GDP_{jt} تولید ناخالص داخلی کشور j در سال t ، FDI_{ijt} سرمایه گذاری مستقیم خارجی کشور j در کشور ما i در سال t ، S_j^{dt} انباشت R&D داخلی کشور j در سال t را نشان می دهند. برای کشور مورد مطالعه ۱۰ صادرکننده برتر برای دوره ۱۳۶۰ تا ۱۴۰۰ انتخاب شده است.

EXI : صادرات بخش صنعت

DER : تغییرات نرخ ارز حقیقی

INF : نرخ تورم

داده‌های مربوط به GDP کشور، مخارج ناخالص R&D داخلی^۱ و انباشت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی^۲ از سایت مربوط به کتابخانه OECD و بانک جهانی جمع آوری شده اند. هم چنین داده‌های مربوط به واردات از سایت نقشه تجاری^۳ تهیه گردیده است. داده‌های نرخ ارز و نرخ تورم از داده‌های سری زمانی بانک مرکزی جمع آوری گردیده است که حقیقی شده اند.

۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

۴-۱. آزمون مانایی

قبل از تخمین مدل، برای اطمینان از ضرایب برآورد شده مدل، باید آزمون‌های مانایی متغیرها را انجام دهیم. در پژوهش حاضر، آزمون مانایی متغیرهای مدل با استفاده از آزمون متداول دیکی-فولر تعمیم یافته (ADF) انجام خواهد گرفت. بدین جهت برای هر یک از متغیرها، اول آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته در سطح متغیر مورد نظر از حالت نرمال با وجود متغیرهای برون زای عرض از مبدا و بدون روند زمانی انجام می‌گیرد. نتایج مربوط به این آزمون برای کلیه متغیرهای تحقیق در الگوی فصل سوم در جدول‌های شماره (۱) و (۲) به ترتیب برای سطح داده‌ها و تفاضل مرتبه اول آن‌ها گزارش شده است.

جدول شماره (۱) نتایج آزمون ADF روی سطح متغیرها

متغیر	مدل با عرض از مبدا و بدون روند		مدل با عرض از مبدا و روند	
	آماره ADF	مقدار بحرانی	آماره ADF	مقدار بحرانی
LSI	-۰/۲۱	۲/۹۲	-۰/۸۵	۳/۵۱
RD	-۰/۱۱	۲/۹۲	-۱/۵۲	۳/۵۱

1. Gross domestic expenditure on R&D

2. Foreign direct investment stock

3. trademap.org

متغیر	مدل با عرض از مبدأ و بدون روند		مدل با عرض از مبدأ و روند	
	آماره ADF	مقدار بحرانی	آماره ADF	مقدار بحرانی
EXI	-۱/۱۱	۲/۹۲	-۳/۵۱	-۲/۳۱
DER	-۰/۳۵	۲/۹۲	-۳/۵۱	-۱/۳۲
INF	-۰/۷۵	۲/۹۲	-۳/۵۱	-۲/۰۵

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول (۱)، می‌توان نتیجه گرفت که همه داده‌ها در سطح مانا نیستند؛ زیرا قدر مطلق آماره محاسبه شده دیکی - فولر تعمیم یافته (ADF) از مقادیر بحرانی کمتر است. بنابراین، فرضیه صفر عدم مانایی رد نمی‌گردد. در نتیجه، داده‌ها مانا نیستند به عبارتی دیگر $I(0)$ نیستند و باید بررسی گردد که آیا $I(1)$ هستند یا خیر؟ برای انجام این امر باید از داده‌ها تفاضل مرتبه اول گرفت.

جدول شماره (۲) نتایج آزمون ADF روی تفاضل مرتبه اول متغیرها

متغیر	مدل با عرض از مبدأ و بدون روند		مدل با عرض از مبدأ و روند	
	آماره ADF	مقدار بحرانی	آماره ADF	مقدار بحرانی
LSI	-۴/۵۱	۲/۹۲	-۵/۸۵	-۳/۵۱
RD	-۴/۲۲	۲/۹۲	-۷/۷۵	-۳/۵۱
EXI	-۸/۵۲	۲/۹۲	-۶/۸۵	-۳/۵۱
DER	-۶/۸۴	۲/۹۲	-۸/۹۸	-۳/۵۱
INF	-۶/۴۲	۲/۹۲	-۵/۶۵	-۳/۵۱

منبع: یافته‌های پژوهش

با تکرار آزمون دیکی - فولر در مورد تفاضل اول متغیرها مشخص گردید که این متغیرها پس از یک بار تفاضل گیری مانا شده و فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد تفاضل داده‌ها و مانا نبودن رد و فرضیه مقابل مبنی بر مانایی، در سطح اطمینان ۹۵ درصد پذیرفته می‌گردد. در نتیجه، این متغیرها مانا از درجه واحد $I(1)$ هستند.

نتیجه آزمون مانایی متغیرها این خواهد بود که کلیه متغیرها مانا از مرتبه اول یا $I(1)$ هستند. با توجه به این که همه متغیرها $I(1)$ هستند نمی‌توان از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) جهت برآورد مدل استفاده نمود. بنابراین با توجه به مدل‌های تخمین اقتصادسنجی می‌توان از مدل یوهانسن - جوسیلیوس جهت بررسی برآورد مدل و بررسی همجمعی (رابطه بلندمدت) بین متغیرها استفاده نمود.

۴-۲. آزمون یوهانسن - جوسیلیوس

جهت تصمیم‌گیری درباره الگوی بردارهای همجمعی و الگوی تصحیح خطای کوتاه‌مدت از نظر شمول متغیرهای عرض از مبدأ و روند، باید الگوهای مختلفی تخمین زد. در عمل، عدم وجود عرض از مبدأ و روند در توابع کوتاه‌مدت و بلندمدت و نیز وجود روند زمانی در الگوی کوتاه‌مدت در رابطه بلندمدت، کمتر محتمل است

و معمولاً نتایج مطلوبی ندارد. در این جا با توجه به معادله اولیه^۱، الگوی عرض از مبدا مقید و بدون روند برآورد می‌گردد. جهت تصمیم‌گیری در مورد انتخاب یکی از الگوهای یوهانسن (معادله یوهانسن دارای چهار الگو است)، لزوم وارد کردن متغیرهای قطعی (عرض از مبدا) در الگو را به صورت توأم با تعیین تعداد بردارهای همجمعی، مورد آزمون قرار گرفته است. خلاصه‌ی نتایج برای سطح اطمینان ۹۵ درصد، در جداول (3) ارائه گردیده است.

جدول شماره (۳) کمیت‌های آماره‌ی آزمون λ_{Trace} و λ_{max} برای تعیین تعداد بردارهای همجمعی

سطح احتمال	مقدار بحرانی درصد	آماره λ_{max}	مقدار بحرانی درصد	آماره λ_{Trace}	مقدار ویژه	فرضیه صفر
۰/۰۰	۵۸/۱	۹۵/۲	۱۲۱/۴	۱۹۳/۶	۰/۸۹	صفر بردار همجمعی
۰/۰۰	۵۲/۰	۸۸/۴	۹۲/۶	۱۷۵/۴	۰/۸۲	حداقل ۱ بردار همجمعی
۰/۰۰	۴۲/۶	۷۵/۱	۶۱/۲	۹۵/۰	۰/۷۸	حداقل ۲ بردار همجمعی
۰/۱۸	۳۵/۵	۳۱/۵	۴۸/۳	۴۱/۱	۰/۶۲	حداقل ۳ بردار همجمعی
۰/۱۶	۲۸/۸	۲۵/۴	۳۰/۶	۲۲/۷	۰/۵۶	حداقل ۴ بردار همجمعی

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به آزمون اثر ابتدا آماره‌ی آزمون λ_{Trace} برابر با ۱۹۳/۶ به دست می‌آید که با توجه به مقدار بحرانی ۵ درصد یعنی ۱۲۱/۴ فرضیه صفر عدم بردار همجمعی رد و فرضیه مقابل بیش از یک بردار همجمعی پذیرفته می‌شود. در مرحله چهارم مقدار آماره‌ی آزمون λ_{Trace} برابر با ۴۱/۱ حاصل می‌شود که کمتر از مقدار بحرانی ۵ درصد یعنی ۴۸/۳ می‌باشد بنابراین فرضیه صفر رد نشده و ما دقیقاً سه بردار همجمعی خواهیم داشت. حال اگر این عملیات را برای آزمون و حداکثر مقدار ویژه، تکرار کنیم باز سه بردار همجمعی به دست می‌آید. بنابراین طبق هر دو آزمون تعداد بردارهای همجمعی $r = 3$ خواهد بود.

حال با استفاده از نرم افزار ایویوز و با استفاده از روش یوهانسن این سه بردار همجمعی تخمین زده می‌شود. با توجه به نتیجه‌ی به دست آمده، انتخاب رابطه‌ی زیر به عنوان تابع نهایی با توجه به تئوری‌های اقتصادی تأیید می‌گردد.

جدول شماره (۴) نتایج حاصل از رابطه بلندمدت نرمال شده یوهانسن - جوسیلیوس

متغیرها	LSI	RD	EXI	DER	INF
ضرایب نرمال	۱	-۰/۷۴	-۰/۴۱	۰/۲۲	۰/۲۲
خطای استاندارد	-	۰/۳۱	۰/۱۴	-۰/۰۸	-۰/۰۷

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به جدول فوق مدل نهایی به صورت زیر تصریح نوشته می‌شود:

$$LSI = 0.74DEPTH + 0.04LABOR + 0.22INTMED + 0.22INVES - 0.41REP - 0.31EXCH$$

طبق رابطه همجمعی یوهانسن، تمامی متغیرهای مدل طبق خطای استاندارد (نشان داده شده در ردیف سوم) و ضرایب متغیرها از لحاظ آماری و اقتصادی معنادار هستند.

علامت متغیر سرریزهای تحقیق و توسعه مثبت و معنادار و برابر ۰/۷۴ است که نشان می‌دهد سرریزهای تحقیق و توسعه اثر مثبت و معناداری بر روی ارزش افزوده بخش صنعتی دارد؛ یعنی چنانچه شاخص سرریزهای تحقیق و توسعه یک درصد افزایش یابد، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعتی ۰/۷۴ درصد افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ورود و سرریز تکنولوژی و دانش و تحقیق توسعه خارجی به شدت بخش صنعتی تغییراتی مثبت ایجاد خواهد کرد. تحقیق و توسعه و پیشرفت فناوری باعث کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و گسترش صنایع می‌شود. فناوری‌های جدید موجب تقویت جابجایی عوامل تولید و ایجاد تنوع بیشتر در تولیدات است. تحقیق و توسعه و فناوری‌های جدید به بنگاه‌های اقتصادی اجازه می‌دهد توان تولیدی خود را ارتقا بخشند که این امر منجر به رشد ظرفیت، کاهش هزینه، افزایش کیفیت کالاها و افزایش ارزش افزوده بخش صنعت می‌گردد.

علامت متغیر صادرات بخش صنعت مثبت و معنادار و برابر ۰/۴۱ است که نشان می‌دهد صادرات بخش صنعت اثر مثبت و معناداری بر روی ارزش افزوده بخش صنعت دارد؛ یعنی چنانچه صادرات بخش صنعت یک درصد افزایش یابد، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعت ۰/۳۵ درصد افزایش می‌یابد. طبق نتایج حاصل شده از پژوهش حاضر، صادرات صنعتی بر ارزش افزوده بخش صنعت اثر مثبت و معناداری داشته است. این اثر از دو منبع نشأت می‌گیرد، اولین منبع، اثرات جانبی صادرات بخش صنعت بر بخش‌های غیر صادراتی است؛ زیرا رشد صادرات بخش صنعت موجب افزایش ظرفیت تولید، برخورداری از صرفه‌های اقتصادی ناشی از مقیاس، گسترش بهره‌وری و تخصیص کارای منابع و در نهایت رشد بالاتر در بخش غیر-صادراتی می‌شود. دومین منبع رشد بخش صنعت در نتیجه افزایش صادرات بخش صنعت، گسترش بهره‌وری در بخش تولید کالاهای صادراتی است؛ زیرا با افزایش صادرات، شرکت‌های صنعتی به منظور افزایش کیفیت کالاهای تولیدی خود تلاش در اصلاح مدیریت، افزایش تکنولوژی، کاهش هزینه‌ها و استفاده از واحدهایی با مقیاس وسیع اقتصادی به دلیل برخورداری از بازار وسیع تر خارج نموده، بدین ترتیب تخصیص منابع به بهترین نحو انجام خواهد گرفت و کارایی و بدنبال آن رشد اقتصادی بخش صنعت، افزایش می‌یابد.

علامت متغیر نرخ ارز حقیقی منفی و برابر ۰/۰۴ است که نشان می‌دهد افزایش نرخ ارز حقیقی اثر منفی و معناداری بر روی ارزش افزوده بخش صنعت دارد؛ یعنی چنانچه نرخ ارز حقیقی یک درصد افزایش یابد، با

فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعت $0/04$ درصد کاهش می یابد. همانطور که می دانیم تاثیر افزایش نرخ ارز بر روی بخش صنعت بستگی به قیمت مواد اولیه صنایع دارد. اگر مواد اولیه صنایع وارداتی باشد تاثیر نرخ ارز باعث اثر منفی بر بخش های تولیدی می گردد و اگر مواد اولیه صنایع داخلی باشند تغییر نرخ ارز تاثیر معناداری بر تولید صنایع نخواهند گذاشت و حتی منجر به صادرات و افزایش تولید صنایع نیز خواهد شد. با توجه به نتایج فوق مشخص گردیده است عمدتاً صنایع ایران مواد اولیه را از خارج وارد کرده و با تغییرات نرخ ارز به شدت تحت تاثیر قرار گرفت و تولید صنایع به دلیل کاهش تقاضا کاهش یافته است. از طرف دیگر، علامت متغیر نرخ تورم منفی $0/22$ و معنادار است یعنی چنانچه نرخ تورم یک درصد افزایش یابد، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعت $0/22$ درصد کاهش می یابد که باز هم دلیلی بر وارداتی بودن مواد اولیه صنایع در ایران دارد.

۳-۴. برآورد الگوی تصحیح خطا (ECM)

در قسمت قبل مشخص شد که متغیرهای موجود در مدل همجمع هستند و یک رابطه تعادلی بلندمدت بین آن ها برقرار است. با وجود این همچنان در کوتاه مدت ممکن است عدم تعادل هایی وجود داشته باشد. از این رو در این قسمت به برآورد الگوی تصحیح خطا پرداخته می شود که نتایج آن در جدول شماره (۵) آورده شده است.

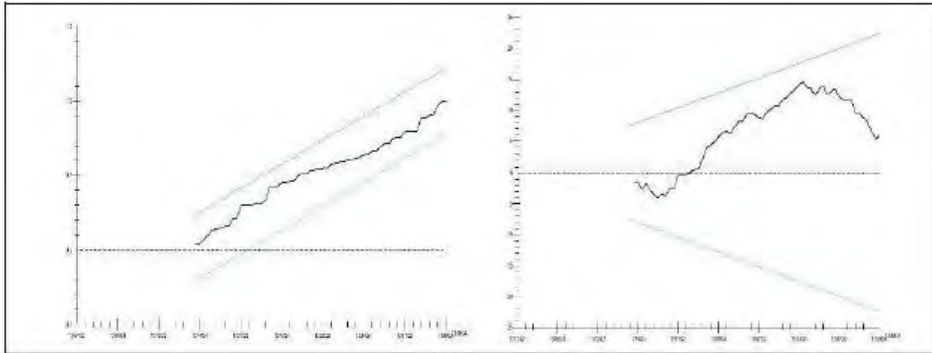
جدول شماره (۵) نتایج برآورد الگوی تصحیح خطا

نام متغیر	ضریب	آماره t
intercept	$0/12$	$2/68$
Trend	$-0/003$	$3/22$
Ecm(-1)	$-0/52$	$5/42$
dRD	$0/18$	$3/75$
dEXI	$0/003$	$1/89$
dDER	$-0/18$	$-0/23$
dINFL	$-0/35$	$2/75$

منبع: یافته های پژوهش

با توجه به نتایج فوق مشاهده می شود که در کوتاه مدت نیز نتایج مشابهی بدست آمده است. ضریب تصحیح خطا $-0/52$ برآورد شده است که معنی دار و دارای علامت صحیح است و نشان می دهد در هر سال $0/52$ از عدم تعادل یک دوره تعدیل می شود.

در قسمت پایانی این بخش به آزمون ثبات ساختاری مدل بر اساس نمودارهای پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی پرداخته می شود که نتایج این آزمون در نمودار شماره (۱) آورده شده است. همانطور که از شکل مشخص است نمودارها در داخل فاصله اطمینان قرار دارند. بنابراین در دوره مورد مطالعه شکست ساختاری مشاهده نمی گردد.

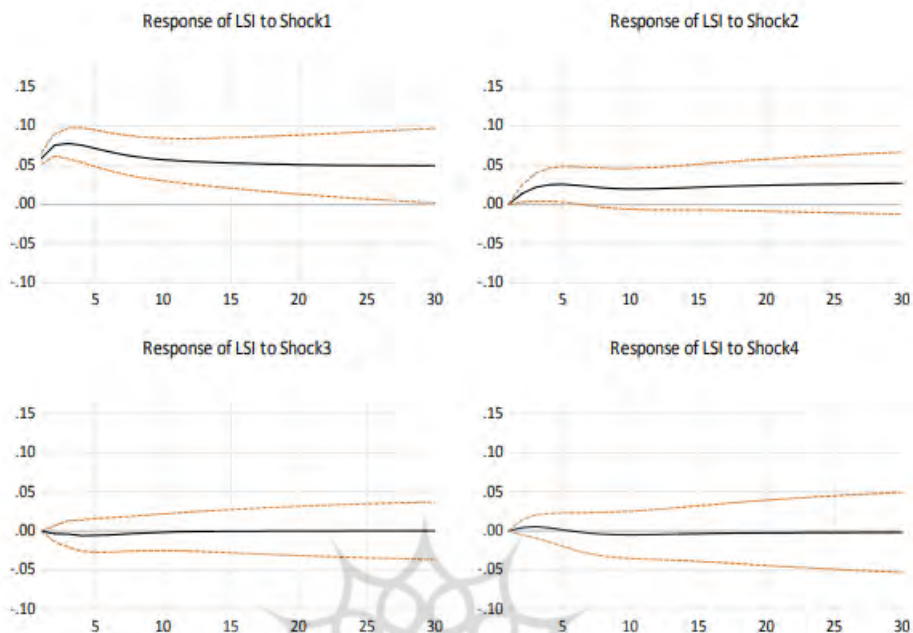


نمودار شماره (۱) نمودارهای پسماند تجمعی و مجذور پسماند تجمعی
منبع: یافته‌های پژوهش

۴-۴. توابع واکنش آنی و تجزیه واریانس

طبق نتایج نمودار شماره (۲) توابع واکنش آنی ارزش افزوده بخش صنعت به متغیرهای مدل عبارتند از: شوک مثبت سرریزهای تحقیق و توسعه، شوک مثبت صادرات بخش صنعت، شوک منفی نرخ ارز حقیقی و شوک منفی نرخ تورم. طبق نمودار شوک اول مربوط شوک‌های مثبت سرریزهای تحقیق و توسعه، شوک دوم شوک‌های مثبت صادرات بخش صنعت، شوک سوم مربوط به شوک‌های منفی نرخ ارز حقیقی و شوک چهارم مربوط به شوک‌های منفی نرخ تورم است. واکنش ارزش افزوده بخش صنعت به شوک مثبت سرریزهای تحقیق و توسعه نیز با مقدار $-0/004$ در ابتدای دوره شروع شده، تا دوره دوم افزایش یافته و به مقدار $0/004$ رسیده است.

جدول شماره (۶) نیز نتایج تجزیه واریانس را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس ارزش افزوده بخش صنعت نشان می‌دهد که در انتهای دوره سهم سرریزهای تحقیق و توسعه ۲۵ درصد، سهم صادرات بخش صنعت ۱۲ درصد، سهم نرخ ارز حقیقی ۴۳ درصد و در نهایت سهم تورم ۲۰ درصد است. نتایج نشان می‌دهد که نرخ ارز بیشترین سهم را در مقایسه با سایر متغیرها دارد.



نمودار شماره (۲) توابع واکنش آبی ارزش افزوده بخش صنعت

منبع: یافته های پژوهش

جدول شماره (۶) نتایج تجزیه واریانس

متغیر/زمان	RD	EXI	DER	INF
۲	۰/۲۲	-۰/۱۴	۰/۴۲	۰/۲۲
۵	۰/۲۱	-۰/۱۳	۰/۴۱	۰/۲۵
۱۰	۰/۲۳	-۰/۱۲	۰/۴۲	۰/۲۳
۱۵	۰/۲۱	۰/۱۵	۰/۴۳	۰/۲۱
۲۰	-۰/۲۴	-۰/۱۴	۰/۴۱	۰/۲۱
۳۰	۰/۲۵	-۰/۱۲	۰/۴۳	۰/۲۰

منبع: یافته های پژوهش

۵. نتیجه گیری و پیشنهادها

مطابق نتایج جدول (۴) علامت متغیر سرریزهای تحقیق و توسعه مثبت و معنادار و برابر $۰/۷۴$ است که نشان می دهد سرریزهای تحقیق و توسعه اثر مثبت و معناداری بر روی ارزش افزوده بخش صنعتی دارد؛ یعنی چنانچه شاخص سرریزهای تحقیق و توسعه یک درصد افزایش یابد، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعتی $۰/۷۴$ درصد افزایش می یابد. به عبارت دیگر با افزایش سرمایه گذاری مستقیم خارجی

از طریق ورود و سرریز تکنولوژی خارجی بخش صنعتی به شدت تحت تأثیر تغییرات مثبت قرار می‌گیرد. تحقیق و توسعه و پیشرفت فناوری باعث کاهش هزینه‌ها، افزایش بهره‌وری و گسترش صنایع می‌شود. فناوری‌های جدید موجب تقویت جابجایی عوامل تولید و ایجاد تنوع بیشتر در تولیدات است. تحقیق، توسعه و فناوری‌های جدید به بنگاه‌های اقتصادی اجازه می‌دهد توان تولیدی خود را ارتقا بخشند که این امر منجر به رشد ظرفیت، کاهش هزینه، افزایش کیفیت کالاها و افزایش ارزش افزوده بخش صنعت می‌گردد. این نتیجه با مطالعات برزگری خانقاه و همکاران (۱۳۹۶)، رهنمای قراملکی و همکاران (۱۳۹۴)، پور عبداله‌هان کویچ و همکاران (۱۳۹۰)، واعظ و همکاران (۱۳۸۶)، ژینگ (۲۰۱۸) و مایرس و محن (۲۰۰۵) تطابق دارد.

علامت متغیر صادرات بخش صنعت مثبت و معنادار و برابر $0/41$ است که نشان می‌دهد صادرات بخش صنعت اثر مثبت و معناداری بر روی ارزش افزوده بخش صنعت دارد؛ یعنی چنانچه صادرات بخش صنعت یک درصد افزایش یابد، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعت $0/35$ درصد افزایش می‌یابد. طبق نتایج حاصل شده از پژوهش حاضر، صادرات صنعتی بر ارزش افزوده بخش صنعت اثر مثبت و معناداری داشته است. این اثر از دو منبع نشأت می‌گیرد، اولین منبع، اثرات جانبی صادرات بخش صنعت بر بخش‌های غیر صادراتی است؛ زیرا رشد صادرات بخش صنعت موجب افزایش ظرفیت تولید، برخورداری از صرفه‌های اقتصادی ناشی از مقیاس، گسترش بهره‌وری و تخصیص کارای منابع و در نهایت رشد بالاتر در بخش غیر-صادراتی می‌شود. دومین منبع رشد بخش صنعت در نتیجه افزایش صادرات بخش صنعت، گسترش بهره‌وری در بخش تولید کالاهای صادراتی است؛ زیرا با افزایش صادرات، شرکت‌های صنعتی به منظور افزایش کیفیت کالاهای تولیدی خود تلاش در اصلاح مدیریت، افزایش تکنولوژی، کاهش هزینه‌ها و استفاده از واحدهایی با مقیاس وسیع اقتصادی به دلیل برخورداری از بازار وسیع‌تر خارج نموده، بدین ترتیب تخصیص منابع به بهترین نحو انجام خواهد گرفت و کارایی و بدنبال آن رشد اقتصادی بخش صنعت، افزایش می‌یابد.

این نتیجه با مطالعات صفوی (۱۳۷۶)، برادران شرکاء و صفری (۱۳۷۷)؛ توکلی و هاشمیان اصفهانی (۱۳۷۸)؛ ملکی (۱۳۷۸)؛ طهماسبی (۱۳۸۰)؛ امامی و ادیب پور (۱۳۸۹) سازگاری دارد.

علامت متغیر نرخ ارز حقیقی منفی و برابر $0/04$ است که نشان می‌دهد افزایش نرخ ارز حقیقی اثر منفی و معناداری بر روی ارزش افزوده بخش صنعت دارد؛ یعنی چنانچه نرخ ارز حقیقی یک درصد افزایش یابد، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعت $0/04$ درصد کاهش می‌یابد. همانطور که می‌دانیم تأثیر افزایش نرخ ارز بر روی بخش صنعت بستگی به قیمت مواد اولیه صنایع دارد. اگر مواد اولیه صنایع وارداتی باشد تأثیر نرخ ارز باعث اثر منفی بر بخش‌های تولیدی می‌گردد و اگر مواد اولیه صنایع داخلی باشند تغییر نرخ ارز تأثیر معناداری بر تولید صنایع نخواهند گذاشت و حتی منجر به صادرات و افزایش تولید صنایع نیز خواهد شد. با توجه به نتایج فوق مشخص گردیده است عمدتاً صنایع ایران مواد اولیه را از خارج وارد کرده و با تغییرات نرخ ارز به شدت تحت تأثیر قرار گرفت و تولید صنایع به دلیل کاهش تقاضا کاهش یافته است.

این نتیجه با مطالعات امینی و زارع (۱۳۹۶)؛ نقیبی و واحدی (۱۳۹۷)؛ اهنومن و اولدیبو (۲۰۱۲)؛ ناسازگاری و با مطالعات زارعی و همکاران (۱۳۹۴)؛ کریمی موعاری و همکاران (۱۳۹۱)؛ موسوی (۱۳۸۰)؛ کاندیلو و لیلیسیگلو (۲۰۱۱) سازگاری دارد.

مطابق نتایج جدول (۴) علامت متغیر نرخ تورم منفی $0/22$ و معنادار است یعنی چنانچه نرخ تورم یک درصد افزایش یابد، با فرض ثابت بودن سایر عوامل، ارزش افزوده بخش صنعت $0/22$ درصد کاهش می یابد که باز هم دلیلی بر وارداتی بودن مواد اولیه صنایع در ایران دارد. این نتیجه با مطالعه هوانگ (۲۰۰۷) ناسازگاری و با مطالعات فونتاس (۲۰۱۰)؛ لبافی فریز و فرزین وش (۱۳۹۳) سازگاری دارد.

با توجه به نتایج حاصل از تحقیق و تخمین های مدل پیشنهادات زیر ارائه می گردد:

- با توجه به تأیید این فرضیه که سرریزهای تحقیق و توسعه با استفاده از کانال سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) تأثیر مثبت و معناداری بر شاخص توسعه صنعتی ایران دارد، پیشنهاد می گردد که توجه بیشتری به مراکز تحقیقاتی و پژوهشی و آموزش نیروی کار صورت گیرد.
- با توجه به تأیید فرضیه اصلی پیشنهاد می گردد از طریق بهبود روابط بین الملل سیاستهایی جهت حضور بیشتر سرمایه گذاران خارجی در داخل کشور صورت گیرد. مثل کاهش هزینه های بوروکراسی برای سرمایه گذاران خارجی یا معافیت مالیاتی برای برخی کالاها خاص. به عبارتی دیگر، باید به سرمایه گذاران خارجی جهت افزایش سرمایه گذاری خارجی در داخل کشور مجوز داده شود.
- جهت انتقال، جذب و پویایی در فناوری و گسترش توان جذب فناوری های پیشرفته باید سهم قابل توجهی از ارزش افزوده صنعت به هزینه های تحقیقاتی و تربیت سرمایه انسانی اختصاص پیدا کند.
- تأکید همه جانبه بر پیشرفت فناوری، ابداع، اختراع و نوآوری در بخش صنعتی از طریق حمایت جدی از ایجاد و افزایش و بسط واحدهای تحقیق و توسعه صنعت توسط فعالین بخش خصوصی
- با توجه به تأیید فرضیه فرعی دوم و این که با افزایش نرخ ارز تولیدات بخش صنعت را کاهش داده است پیشنهاد می گردد جهت بهبود وضعیت بخش صنعت باید نرخ ارز مرجع جهت ورود مواد اولیه صنایع فراهم گردد تا زمینه رشد بخش صنعت فراهم گردد. پیشنهاد می گردد مدیریت صحیح بر نرخ ارز با رویکرد اجتناب از کاهش نرخ واقعی ارز در بلندمدت صورت گیرد. همچنین اتخاذ سیاست های مناسب جهت کاهش نوسانات نرخ واقعی ارز و استفاده از ابزارهایی جهت پوشش ریسک ناشی از تغییرات نرخ ارز.

منابع و مأخذ

منابع فارسی

- بندانی، سمیه و سروش یار، افسانه. (۱۴۰۱). تاثیر شفافیت اطلاعات بر مخارج تحقیق و توسعه شرکت با در نظر گرفتن نقش ریسک‌های شغلی مدیران و فرصت‌های سرمایه‌گذاری، فصلنامه مطالعات حسابداری و حسابرسی، ۱۱(۴۱)، ۱۲۱-۱۴۰.
- برزگری خانقاه، جمال؛ اخوان بهبادی، فاطمه؛ فائدی، سلیمه؛ زارع، امیرحسین و زارع حسین آبادی، حمید (۱۳۹۶). تاثیر هزینه تحقیق و توسعه بر عملکرد شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه بررسی‌های حسابداری، ۴(۱۴)، ۱-۱۸.
- حسینی پور، محمد رضا. (۱۳۸۱). بررسی تأثیر سیاست‌های ارزی بر تولید و صادرات پسته ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- خاکسار بلداجی، پوریا؛ نعمتی نژاد، مهدیس و یگانه، مریم. (۱۴۰۳). بررسی تاثیر مخارج تحقیق و توسعه بر روی رشد اقتصادی بخش صنعت، هفتمین کنفرانس بین‌المللی ایده‌های نوین در مدیریت، اقتصاد، حسابداری و بانکداری، تهران.
- خداداد کاشی، فرهاد؛ شهیکی تاش، محمد نبی و نورانی آزاد، سمانه. (۱۳۹۴). قدرت انحصاری در بخش صنعت و ارزیابی تأثیرات آن بر رشد اقتصادی ایران با استفاده از رویکرد مارک آپ درونزا، فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۵(۱۹)، ۹۵-۱۱۴.
- شاه‌آبادی، ابوالفضل و رحمانی، امید. (۱۳۸۹). بررسی نقش R&D بر بهره‌وری بخش صنعت ایران، فصلنامه تخصصی پارک‌ها و مراکز رشد، ۷(۲۵)، ۱-۱۰.
- عباسیان، عزت‌الله؛ مرادپور اولادی، مهدی و مهرگان، نادر. (۱۳۹۱). تأثیر عدم اطمینان نرخ ارز واقعی بر رشد اقتصادی، مجله تحقیقات اقتصادی، ۴۷(۹۸)، ۱۳۵-۱۶۳.
- رهنمای قراملکی، غلامحسین؛ متفکرآزاد، محمدعلی و رنج پور، رضا. (۱۳۹۴). بررسی تأثیر سرمایه R&D داخلی، موجودی کالاهای سرمایه‌ای وارد شده و سرمایه انسانی بر روی ارزش افزوده صنایع با فناوری بالا در ایران، مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۴(۱۵)، ۲۱-۵۴.
- شاه‌آبادی، ابوالفضل و مهری تلیایی، فریبا. (۱۳۹۶). تاثیر انباشت تحقیق و توسعه (داخلی و خارجی) و سرمایه انسانی بخش کشاورزی بر فقر مناطق روستایی ایران، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای، ۷(۲۵)، ۱-۱۴.
- ربیعی، مهناز. (۱۳۸۷). بررسی اثر تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب.
- مهرگان، نادر و سلطانی صحت، لیلی. (۱۳۹۳). مخارج تحقیق و توسعه و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت. فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان، ۲(۵)، ۱-۲۴.

منابع لاتین

- Aghion, P. (1990). A model of growth through creative destruction.
- Alam, M. S. (1992). Convergence in developed countries: an empirical investigation. *Weltwirtschaftliches Archiv*, 128, 189-201.
- Bhar, R., & Mallik, G. (2010). Inflation, inflation uncertainty and output growth in the USA. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 389(23), 5503-5510.
- Dotsey, M., & Sarte, P. D. (2000). Inflation uncertainty and growth in a cash-in-advance economy. *Journal of Monetary Economics*, 45(3), 631-655.
- Ehinomen, C., & Oladipo, T. I. (2012). Exchange rate management and the manufacturing sector performance in the Nigerian economy. *IOSR Journal of Humanities and Social Science*, 5(5), 1-12.
- Frigon, M. (2013). *Exchange Rate Fluctuations and the Competitiveness of the Canadian Manufacturing Sector*. Library of Parliament.
- Gabsi, S., & Chkir, A. (2012). Research and Development (R&D) spillovers and economic growth: Empirical validation in the case of developing countries. *Journal of Economics and International Finance*, 4(5), 107.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (1990). Trade, innovation, and growth. *The American economic review*, 80(2), 86-91.
- Hwang, Y. (2007). Causality between inflation and real growth. *Economics Letters*, 94(1), 146-153.
- Jiranyakul, K., & Opiela, T. P. (2010). Inflation and inflation uncertainty in the ASEAN-5 economies. *Journal of Asian Economics*, 21(2), 105-112.
- Kandilov, I. T., & Leblebicioğlu, A. (2011). The impact of exchange rate volatility on plant-level investment: Evidence from Colombia. *Journal of Development Economics*, 94(2), 220-230.
- Lichtenberg, F. R., & De La Potterie, B. V. P. (1998). International R&D spillovers: a comment. *European Economic Review*, 42(8), 1483-1491.
- Rahman, M. M., & Howlader, M. S. (2022). The impact of research and development expenditure on firm performance and firm value: Evidence from a South Asian emerging economy. *Journal of Applied Accounting Research*, 23(4), 825-845.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102.
- Tseng, C. Y. (2008). Internal R&D effort, external imported technology and economic value added: Empirical study of Taiwan's electronic industry. *Applied Economics*, 40(8), 1073-1082.