

Effect Of Innovation on Productivity: A Case Study of Developing Countries

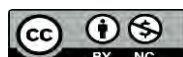
Hadi Keshavarz^{1✉} | Reza Bakhshi²

1. Assistant Professor of Economics, Faculty of Business and Economics University of Persian Gulf, Bushehr, Iran. (Corresponding Author) hd.keshavarz@pgu.ac.ir
2. MSc. Student Of economics, Faculty of Economic, University of Tehran, Tehran, Iran. re.bakhshi@ut.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
Article type: Research Article Article history: Received: 11 July 2023 Received in revised form: 3 November 2023 Accepted: 10 December 2023 Published online: 21 December 2023 Keywords: Innovation , Productivity , Developing countries, Panel data.	One of the important factors affecting productivity is innovation and technological developments. In fact, innovation is necessary to increase productivity, and the transformation of new ideas into new economic solutions (new products, processes and services) is the basis of sustainable competitive advantages for companies. The purpose of this study is to investigate the relationship between innovation and productivity in developing countries. For this purpose, panel data method has been used for the period from 2011 to 2019. In this study, the variables of innovation, productivity, frontier technology readiness index, general education costs, production capacity index and GDP have been used. The results of the model show that innovation has a positive and significant relationship with productivity. The estimated parameter of innovation is equal to 16%, which indicates that with a one percent increase in innovation, productivity increases by 16%. Therefore, it is very important to pay attention to the category of innovation for sustainable economic growth in developing countries and to create fields that strengthen production, such as increasing competition and improving quality through factors affecting innovation, research and development, production and knowledge cooperation. Also, technology readiness index, as a variable explaining the ability to create welfare and jobs, as well as expressing the level of competitiveness of a country, has a positive and significant effect on productivity. Paying attention to the key variables affecting productivity requires a change from piecemeal and short-term project-based interventions to coherent, economic and long-term program-based approaches to remove binding development constraints.

Cite this article: Keshavarz, Hadi & Reza Bakhshi (2023). Innovation and productivity: a case study of developing countries. *Journal of Innovation Economic Ecosystem Studies*, 3 (3), 1-16.

DOI: 10.22111/INNOECO.2022.43547.1037



© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

اثر نوآوری بر بهره‌وری: مطالعه موردی کشورهای در حال توسعه

هادی کشاورز^۱ | رضا بخشی^۲

۱. استادیار اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران (نویسنده مسئول). hd.keshavarz@pgu.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، ایران. re.bakhshi@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۲۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۸/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۹/۱۹ تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۹/۳۰ واژه‌های کلیدی: نوآوری، بهره‌وری، کشورهای در حال توسعه، پانل دیتا	یکی از عوامل مهم اثرگذار بر بهره‌وری، نوآوری و تحولات فناوری است. درواقع نوآوری برای افزایش بهره‌وری ضروری است و تبدیل ایده‌های جدید به راه‌حل‌های اقتصادی جدید (محصولات، فرایندها و خدمات جدید) اساس مزیت‌های رقابتی پایدار برای شرکت‌هاست. هدف این مطالعه بررسی رابطه نوآوری و بهره‌وری در کشورهای در حال توسعه است. بدین منظور از روش داده‌های تابلویی برای دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ استفاده شده است. در این مطالعه از متغیرهای نوآوری، بهره‌وری، شاخص آمادگی فناوری مرزی، هزینه‌های عمومی آموزش و شاخص ظرفیت‌های تولیدی و تولید ناخالص داخلی استفاده شده است. برطبق نتایج الگو، نوآوری با بهره‌وری رابطه مثبت و معنادار دارد. پارامتر تخمین زده شده نوآوری برابر ۱۶ درصد است که بر این اساس با یک درصد افزایش در نوآوری، بهره‌وری ۱۶ درصد افزایش می‌یابد. بنابراین توجه به مقوله نوآوری برای رشد اقتصادی پایدار در کشورهای در حال توسعه و ایجاد زمینه‌های تقویت کننده تولید، همانند افزایش رقابت و بهبود کیفیت از طریق عوامل اثرگذار بر نوآوری، تحقیق و توسعه، تولید و همکاری دانش بسیار مهم است. همچنین شاخص آمادگی فناوری به عنوان متغیر توضیح دهنده توانایی ایجاد رفاه و شغل و همچنین بیانگر سطح رقابت پذیری یک کشور، اثر مثبت و معنادار بر بهره‌وری دارد. توجه به متغیرهای کلیدی مؤثر بر بهره‌وری مستلزم تغییر از مداخلات تکه تکه و مبتنی بر پروژه فعلی و کوتاه مدت به سمت رویکردهای منسجم، اقتصادی و مبتنی بر برنامه بلندمدت برای حذف محدودیت‌های الزام آور توسعه است.

استناد: هادی، کشاورزی و رضا بخشی (۱۴۰۲). نوآوری و بهره‌وری: مطالعه موردی کشورهای در حال توسعه. مطالعات زیست بوم اقتصاد نوآوری، ۳(۳)، ۱-۱۶.

DOI: 10.22111/INNOECO.2022.43547.1037

مقدمه

کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه بر اهمیت بهره‌وری به‌عنوان یکی از ضرورت‌های توسعه اقتصادی و کسب برتری رقابتی در عرصه‌های بین‌المللی تأکید دارند؛ زیرا امروزه رقابت در صحنه‌های جهانی ابعاد دیگر به خود گرفته و تلاش برای نیل به سطح بهره‌وری بیشتر یکی از پایه‌های اصلی این رقابت‌هاست. بنابراین در مسیر نیل به رشد و توسعه اقتصادی؛ شناسایی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری در اقتصاد ایران لازم است (نوروزی و همکاران، ۱۴۰۰). عوامل زیادی در تقویت بهره‌وری مؤثرند، همانند افزایش کیفیت آموزش و آموزش حین خدمت، استفاده اثربخش از استعدادها، فراهم کردن منابع مالی برای تولید کالاهایی با این ویژگی و دسترسی به خدمات مالی، در دسترس بودن آخرین فناوری‌ها، جذب فناوری توسط شرکت‌ها، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتقال فناوری می‌تواند سبب دستیابی به دانش و آخرین فناوری شود و شرایط را برای تولید کالاهای متنوع و متمایز فراهم کند (زکریا^۱ و همکاران، ۲۰۱۶).

یکی از عوامل مهم اثرگذار بر بهره‌وری، نوآوری و تحولات فناوری است. درواقع نوآوری برای افزایش بهره‌وری ضروری است و تبدیل ایده‌های جدید به راه‌حل‌های اقتصادی جدید (محصولات، فرایندها و خدمات جدید) اساس مزیت‌های رقابتی پایدار برای شرکت‌هاست. درواقع نوآوری طوفان همیشگی تخریب خلاق است که موجب تحولات در بهره‌وری می‌شود. بهره‌وری شامل هر دو مقوله کارایی و اثربخشی است. اثربخشی به معنای صرفه‌جویی در مصرف منابع و کارایی به معنای حداکثر بازدهی از منابع معین است. بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری ازجمله نوآوری، موجب تقویت بهره‌وری و افزایش ارزش افزوده بخش تولیدی و خدماتی می‌شود. نوآوری مشارکت در تعمیق سرمایه نامشهود و رشد تعریف می‌شود (هال و جونز^۲، ۱۹۹۹).

در مطالعات بسیاری، ارتباط بهره‌وری و نوآوری بررسی شده است. در برخی از این مطالعات رابطه مثبتی بین نوآوری و بهره‌وری پیدا شده و در برخی رابطه معناداری بین این دو پیدا نشده است. در بسیاری از تحقیقات یک متغیر مانند هزینه‌های دولتها بر روی تحقیق و توسعه را معیاری از نوآوری در نظر گرفته‌اند؛ ولی در این مطالعه از شاخص جامع نوآوری در کنار شاخص آمادگی فناوری مرزی^۳ (FTRI) و شاخص ظرفیت‌های تولیدی^۴ (PCI) برای کشورهای در حال توسعه استفاده شده است. برای بررسی فرضیه تحقیق از روش داده‌های تابلویی برای دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ استفاده شده است.

ساختار پژوهش بدین صورت است که در قسمت اول و دوم مبانی نظری و تجربی تحقیق آورده می‌شود. قسمت سوم به بررسی مدل و برآورد آن خواهد پرداخت. درنهایت در قسمت چهارم نتیجه‌گیری و پیشنهادهای تحقیق ارائه خواهد شد.

1. Zaccaria

2. Hall and Jones

3. Frontier technology readiness index

4. Production capacity index

ادبیات و پیشینه پژوهش

از دیدگاه آژانس بهره‌وری اروپا^۱ (EPA)، بهره‌وری درجه استفاده مؤثر از هریک از عوامل تولید است. بهره‌وری در درجه اول یک دیدگاه است که همواره سعی دارد آنچه را که در حال حاضر موجود است بهبود بخشد. بهره‌وری مبتنی بر این عقیده است که انسان می‌تواند کارها را بهتر از گذشته انجام دهد. علاوه بر این، بهره‌وری مستلزم آن است که به‌طور پیوسته تلاش در راه انطباق فعالیت‌های اقتصادی با شرایطی که دائم در حال تغییر است باشد و همچنین برای به‌کارگیری نظریه‌ها و روش‌های جدید انجام گیرد. از دیدگاه مرکز بهره‌وری ژاپن، بهره‌وری یعنی به حداکثر رساندن استفاده از منابع، نیروی انسانی، تسهیلات و... به شیوه‌های علمی، کاهش هزینه‌های تولید، گسترش بازارها، افزایش اشتغال و کوشش برای افزایش دستمزدهای واقعی و بهبود استانداردهای زندگی همان‌گونه که به نفع کارگران، مدیریت و جامعه باشد (شاهین‌پور و کارابولو، ۱۴۰۱).

نظریات مدرن نوآوری عمدتاً برپایه کتابچه راهنمای اسلو است که برطبق آن، چهار نوع نوآوری در محصول، فرایند، سازمانی و بازاریابی متمایز می‌شود. نوآوری‌های محصول که نمایانگر محصولات یا خدمات جدید یا بهبود قابل‌توجهی در آن‌ها هستند، باعث تغییر در ویژگی‌های اصلی محصول جدید یا محصولات قبلی شرکت می‌شوند. نوآوری فرایند اجرای فرایند تولید، روش توزیع، یا فعالیت پشتیبانی برای کالاها یا خدمات جدید و یا بهبود قابل‌توجهی در آن تعریف شده‌است. نوآوری سازمانی به‌صورت تغییر قابل‌توجه در ساختارهای سازمانی، روش‌های مدیریت پیشرفته و یا جهت‌گیری‌های جدید راهبردی و یا تغییرات اساسی آن تعریف می‌شود. نوآوری بازاریابی بر نیازهای مشتری، درگیر شدن در بازارهای جدید یا قرار دادن محصول جدید یک شرکت در بازار با هدف افزایش فروش شرکت تمرکز دارد.

از نظر نوآوری محصول، مومن و هال^۲ (۲۰۱۳) استدلال می‌کنند که نوآوری محصول با ایجاد منبع جدیدی از تقاضا، بهره‌وری شرکت‌ها را افزایش می‌دهد، که به‌طور بالقوه منجر به اثرات مقیاس می‌شود یا به عبارتی، نهاده‌های کمتری نسبت به محصولات قدیمی نیاز دارد. از سوی دیگر، بهره‌وری ممکن است از طریق بیرون راندن محصولات قدیمی از بازار باشد که به‌عنوان اثر هم‌نوع‌خواری^۳ محصولات جدید شناخته می‌شود. هنگامی که یک محصول جدید به بازار عرضه می‌شود، ممکن است در ابتدا بهره‌وری کاهش یابد و پس از آن، به دلیل اثرات یادگیری بهبود یابد. اکثر مطالعات تأثیر مثبتی را برای اثر نوآوری بر بهره‌وری نشان داده‌اند (بیرز و زند^۴، ۲۰۱۴)، در حالی که تعداد محدودی از مطالعات تأثیر منفی را نشان داده‌اند (مایرس و روبین^۵، ۲۰۰۹؛ رافو و همکاران^۶، ۲۰۰۸).

فرایند نوآوری می‌تواند تأثیر مثبتی بر بهره‌وری داشته باشد، زیرا نوآوری بیشتر درمورد کاهش هزینه‌های واحد تولید است؛ بنابراین با افزایش کیفیت یا اثربخشی هزینه مرتبط است و ذاتاً ماهیت فناوری دارد (مومن و هال^۷، ۲۰۱۳). اثرات منفی ممکن

1. European Productivity Agency
2. Mohnen and Hall
3. Cannibalizing effect
4. Beers and Zand
5. Mairesse and Robin
6. Raffo et al.
7. Mohnen and Hall

است به دلیل این واقعیت ایجاد شود که نوآوری‌ها در کوتاه‌مدت اثرات مخرب احتمالی به دلیل تولید ناکارآمد در مراحل ابتدایی تولید انبوه بر شرکت داشته باشد (روپر^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). از این رو، در حالی که برخی از مطالعات تأثیر مثبت نوآوری را بر بهره‌وری نشان می‌دهند، برخی دیگر اثرات منفی را منعکس می‌کنند (لوف و حشمتی^۲، ۲۰۰۶). کرپون^۳ و همکاران (۱۹۹۸) به منظور در نظر گرفتن فعالیت‌های نوآورانه به عنوان فرایند تولید، یک مدل ساختاری سه مرحله‌ای را فرض کرده‌اند که تصمیم شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه و شدت سرمایه‌گذاری آن‌ها، ایجاد نوآوری و در نتیجه بهره‌وری شرکت پس از اجرای نوآوری‌ها را به هم مرتبط می‌کند.

هدف نوآوری‌های سازمانی کاهش هزینه‌های اداری یا معاملاتی و بهبود رضایت در محیط کار و در نتیجه بهره‌وری نیروی کار، دستیابی به کالاهای قابل تجارت یا کاهش هزینه‌های عرضه است. در مرحله بعد، نوآوری‌های سازمانی تأثیر مثبت فوری بر عملکرد شرکت با توجه به بهره‌وری دارند؛ زیرا آن‌ها کیفیت و انعطاف‌پذیری عملیات شرکت را بهبود می‌بخشند (گلدمن^۴ و همکاران، ۱۹۹۵).

علاوه بر آنچه گفته شد، مطالعات موجود در این زمینه در دسته‌های دیگر، واکاوی اثر نوآوری بر بهره‌وری را از کانال‌های دیگری همچون هزینه‌های تحقیق و توسعه و پژوهانه (گرتن)، سرریزهای دانش و همکاری دانش بررسی می‌کنند. هال^۵ و همکاران (۲۰۱۶) بیان می‌کنند که برای اینکه سرریزهای تحقیق و توسعه و دانش به نوآوری و بهره‌وری کمک کند، باید در فرایند تولید گنجانده شوند. به طور کلی سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه با تسهیل مبادلات دانش، به طور مستقیم و غیرمستقیم، از طریق همکاری دانش با شرکای خارجی و سرریزهای دانش ناشی از سایر شرکت‌هایی که در صنعت بر روی دانش سرمایه‌گذاری می‌کنند، بر بهره‌وری تأثیر می‌گذارد. به عبارت دیگر، به منظور نوآوری و رشد، شرکت‌ها نیاز به ترکیب منابع مختلف دانش خارجی برای بهره‌مندی از سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه دارند. با این حال، سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه می‌تواند بازده سرریزهای دانش را نیز افزایش دهد و رشته‌ای از نوآوری‌های جدید را در داخل بنگاه ایجاد کند. چنین سرمایه‌گذاری همچنین می‌تواند با تسهیل درک، پذیرش، جذب و اشتراک بیشتر دانش خارجی، سرریزهای دانش را که باعث بهبود نوآوری و افزایش بهره‌وری می‌شود، در پی داشته باشد ویژگی‌های تحقیق و توسعه و سرریزهای دانش علاوه بر پتانسیل بهبود بهره‌وری، می‌تواند امکان و کیفیت همکاری بین محققان در بین شرکت‌ها و صنایع را از طریق کلان‌ها و راهبردهای نوآوری افزایش دهد (نیتو و کوودو^۶، ۲۰۰۵؛ بیرز و زند^۷، ۲۰۱۴).

مطالعات تجربی بین بهره‌وری و نوآوری بسیار گسترده است و در یک تقسیم‌بندی می‌توان مطالعات انجام‌شده را به صورت

زیر نشان داد:

1. Roper
2. Lööf and Heshmati
3. Crépon
4. Goldman
5. Hall
6. Nieto and Quevedo
7. Beers and Zand

گروه اول، مطالعاتی که اثر نوآوری بر بهره‌وری را از کانال هزینه‌های تحقیق و توسعه و پژوهانه‌ها بررسی می‌کنند. در این گروه کایسر^۱ (۲۰۰۲) بیان می‌کند که از عوامل تعیین‌کننده اثر نوآوری بر بهره‌وری، می‌توان به سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، فناوری اطلاعات و ارتباطات، آموزش نوآوری، دانش خارجی، همکاری تحقیق و توسعه و سرریزهای دانش اشاره کرد. هال^۲ و همکاران (۲۰۱۳) اولین رشته از ادبیات بازده تحقیق و توسعه و سهم تحقیق و توسعه در بهره‌وری کل عوامل (TFP) را پس از کار اصلی گرلیچس (۱۹۷۹) و با برخی پیشرفت‌های اخیر تخمین می‌زنند. مون^۳ و همکاران (۲۰۱۸) سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه و فناوری اطلاعات و ارتباطات را به‌عنوان ورودی نوآوری مدل‌سازی و بررسی کرده‌اند که آیا سرمایه‌گذاری در فناوری اطلاعات و ارتباطات، تحقیق و توسعه و نوآوری سازمانی و تأثیرات پروفایل‌های مختلف سرمایه‌گذاری بر رشد بهره‌وری کل عوامل اثرگذار بوده است یا خیر.

گروه دوم مطالعاتی که اثر نوآوری بر بهره‌وری را از کانال همکاری دانش بررسی می‌کنند ازجمله مطالعات اکس^۴ و همکاران (۲۰۰۹)، کارلسون^۵ و همکاران (۲۰۰۹) و لینک و اسکات^۶ (۲۰۱۹) است که رابطه بین سرریزهای دانش و عملکرد اقتصادی سرریز دانش—نوآوری—بهره‌وری را بررسی کرده و نشان داده‌اند در حالی که سرریزهای دانش، پیشرفت‌های فناوری را تسریع می‌کند، می‌تواند همانند عاملی بازدارنده برای سرمایه‌گذاری خصوصی در تحقیق و توسعه عمل کند. آرورا^۷ و همکاران (۲۰۱۶) نشان داده‌اند که مبتکران در صورت مشاهده کاهش تمایل به استفاده انحصاری از نتایج چنین سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاری‌های جدید خود را در تحقیق و توسعه محدود خواهند کرد. داگوت^۸ (۲۰۰۴)، روبر^۹ و همکاران (۲۰۱۷)، و کاسمین و والتینی^{۱۰} (۲۰۱۶) در پژوهش‌های خود نشان دادند که به‌طور کلی سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه با تسهیل مبادلات دانش، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، از طریق همکاری دانش با شرکای خارجی و سرریزهای دانش ناشی از سایر شرکت‌هایی که بروی صنعت سرمایه‌گذاری می‌کنند، بر بهره‌وری اثرگذار است.

در یک تقسیم‌بندی دیگر می‌توان مطالعات را به دو گروه بررسی بهره‌وری و نوآوری در سطح خرد و کلان تقسیم کرد. در سطح مطالعات خرد، مطالعات کاسمین و والتینی (۲۰۱۶) است که در این رشته از پژوهش‌ها نقشی را که ویژگی‌های شرکت در تداوم رشد و عملکرد شرکت ایفا می‌کند، بررسی کرده‌اند. گرلیچس^{۱۱} (۱۹۷۹) و لوف و حشمتی^{۱۲} (۲۰۰۶) به بررسی تأثیر فعالیت‌های نوآورانه بر بهره‌وری شرکت پرداخته‌اند. علی‌محمدی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی ارتباط نوآوری و بهره‌وری اقتصادی بنگاه‌های اقتصادی فعال در بخش‌های دفاعی پرداخته‌اند که نتایج این مطالعه حاکی از آن است که یکی از راه‌های

1. kaiser
2. hall
3. mohnen
4. Acs
5. Carlsson
6. link and scott
7. Arora
8. Duguet
9. Roper
10. Cassiman and Valentini
11. Griliches
12. Lööf, H., Heshmati

پیش‌روی بنگاه برای دستیابی به مزیت رقابتی، اتخاذ راهبردی آینده‌نگر است که طبق آن بنگاه‌های اقتصادی تمرکز خود را روی فعالیت‌های نوآورانه متمرکز می‌کنند. احمدی (۱۳۹۴) به بررسی «رابطهٔ خلاقیت و نوآوری با بهره‌وری منابع انسانی» متشکل از جامعهٔ آماری کارکنان آموزش و پرورش شهر شیراز پرداخته‌است. برپایهٔ نتایج، رابطهٔ معناداری بین خلاقیت و نوآوری با بهره‌وری کارکنان وجود دارد؛ به‌طوری‌که ضریب همبستگی $0/4$ بین خلاقیت و بهره‌وری و همچنین ضریب همبستگی 39 درصد را بین نوآوری و بهره‌وری به‌دست آورده‌اند.

مطالعات انجام‌شده در سطح کلان به‌دلیل مشکلات در دستیابی به اطلاعات آماری نوآوری و بهره‌وری اندک است و بیشتر مطالعات با استفاده از روش داده‌های تابلویی انجام شده‌است. در این دسته از مطالعات، می‌توان به مطالعات ساوین و مونت^۱ (۲۰۲۲) اشاره کرد که پژوهشی را با عنوان «محرک‌های تغییر بهره‌وری در زنجیره‌های ارزش جهانی: تخصیص مجدد در مقابل نوآوری» با جامعهٔ آماری ۳ صنعت از میان ۴۰ کشور در سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۹ انجام داده‌اند که شامل ۲۷ کشور از اتحادیهٔ اروپا و ۱۳ کشور دیگر از اقتصادهای مهم دنیا^۲ است. برپایهٔ نتایج آن‌ها، ۶۰ درصد از بهبود بهره‌وری کل در دورهٔ ۱۹۹۵-۲۰۰۹ ناشی از بازار است و ۴۰ درصد بهره‌وری از نوآوری سرچشمه می‌گیرد. همچنین تخصیص مجدد تا ۸۰ درصد از رشد بهره‌وری کل را تشکیل می‌دهد که گواه رقابت شدیدتر بازارهای بین‌المللی در دورهٔ مورد بررسی می‌باشد. کرسپی و زانیجا^۳ (۲۰۱۱) به مطالعهٔ نوآوری و بهره‌وری برای شش کشور آمریکای لاتین پرداخته و نشان داده‌اند که شرکت‌های بزرگ‌تر، به احتمال بیشتری، درگیر فعالیت‌های نوآوری می‌شوند. همچنین شرکت‌هایی که دارای حق ثبت اختراع هستند، تمایل بیشتری به سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های نوآورانه دارند و معرفی نوآوری‌های فناوری با افزایش حدود ۱۰۰ درصد در بهره‌وری نیروی کار همراه است. مهرجردی و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی تأثیر نوآوری در صادرات کشاورزی و صادرات کل ایران پرداخته‌اند. در این بررسی، از الگوی تصحیح خطای برداری و داده‌های موردنیاز برای سال‌های ۱۳۵۵ تا ۱۳۸۹ شامل شاخص‌های نوآوری، هزینهٔ آموزش سالانه هر دانش‌آموز، کیفیت سیستم آموزشی و... استفاده شده‌است. برطبق نتایج، ضریب تولید ناخالص داخلی مثبت و معنادار است و با تقویت بنیان‌های تولیدی و افزایش ظرفیت تولیدی کشور می‌توان رشد تولید در بخش‌های مختلف از جمله بخش صادراتی را انتظار داشت. بزازان و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی نقش نوآوری بر درآمد گردشگری کشورهای D8 پرداخته‌است. در این تحقیق با وارد کردن شاخص جهانی نوآوری به‌عنوان متغیر توضیحی، چنین نتیجه‌گیری شده‌است که ارتباط معنادار و مثبتی میان شاخص نوآوری با درآمد گردشگری وجود دارد.

روش‌شناسی پژوهش

سه دسته متغیر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید تأثیرگذار است: دستهٔ اول (I) متغیرهایی هستند که ظرفیت جذب در اقتصاد را نشان می‌دهند و به‌طور غیرمستقیم بر رشد بهره‌وری تأثیر دارند. ازجملهٔ آن‌ها می‌توان به زمینه‌های جذب فناوری، بسترهای فناوری ارتباطات و اطلاعات، زیرساخت‌های ارتباطی فیزیکی و... اشاره کرد. دستهٔ دوم متغیرهای کلان اقتصادی (Z) هستند

1 Savin. and Mundt

2. United States, China, Japan, India, Russia, Brazil, United Kingdom, and Canada

3. Crespi and Zuniga

که تغییرات آن‌ها به‌طور مستقیم منجر به تغییر در رشد بهره‌وری می‌شود، مانند متغیرهایی مثل تورم، نرخ ارز، سیاست‌های مالی و پولی، تولید ناخالص داخلی و تراز پرداخت‌ها. دسته سوم متغیرهای مؤثر بر تابع تولید (M) هستند که نظریه‌های رشد اقتصادی درون‌زا و برون‌زا آن‌ها را تبیین کرده‌اند. این عوامل متغیرهایی هستند که به شکل صریح در تابع تولید به آن‌ها توجه شده‌است. ازجمله این متغیرها می‌توان به هزینه‌های انباشت سرمایه انسانی، سرمایه اجتماعی، نوآوری و... اشاره کرد (نوروزی و همکاران، ۱۴۰۰). بنابراین، الگوی تحقیق به صورت زیر تصریح می‌شود:

$$lPPT_{it} = \beta_{it} + \beta_{it}lFTRI_{it} + \beta_{it}lPCI_{it} + \beta_{it}lGCE_{it} + \beta_{it}lGDP_{it} + \beta_{it}IN_{it} + \varepsilon_{it}$$

برای متغیر بهره‌وری (PPT) از بهره‌وری کل عوامل تولید استفاده شده‌است و داده‌های آن از مرکز رشد و توسعه گرونینگن^۱ استخراج شده‌است. مرکز رشد و توسعه گرونینگن (GGDC) در بخش اقتصاد دانشگاه گرونینگن در سال ۱۹۹۲ تأسیس شد. این مرکز در ابتدا به‌دست گروهی از محققان، که بر روی تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای عملکرد اقتصادی در طول زمان و در بین کشورها به سنت آنگوس کار می‌کردند، راه‌اندازی شد و اخیراً، به مرکز تحقیقاتی تبدیل شده‌است که تعاملات جهانی شدن، فناوری و تغییرات نهادی و تأثیر آن بر رشد اقتصادی بلندمدت، تغییرات ساختاری، بهره‌وری و نابرابری را مطالعه می‌کند. این مرکز برای محاسبه بهره‌وری بین‌کشوری، از شاخص برابری قدرت خرید استفاده می‌کند. درواقع یکی از معیارهای رایج تحلیل اقتصاد کلان برای مقایسه بهره‌وری اقتصادی و استانداردهای زندگی بین کشورها، برابری قدرت خرید (PPP) است که این مرکز برای محاسبه بهره‌وری بین‌کشوری از آن استفاده می‌کند.

برای متغیر نوآوری (IN) از شاخص جهانی نوآوری استفاده شده‌است. این شاخص از هفت رکن تشکیل شده‌است. هر رکن نیز از سه زیر رکن (درمجموع ۲۱ زیر رکن) و هر زیر رکن از چندین شاخص (درمجموع ۸۱ شاخص) تشکیل شده‌است. هفت رکن شاخص جهانی نوآوری در دو دسته ورودی و خروجی سامان یافته‌اند. در دسته ورودی‌ها که نشان‌دهنده توانایی اقتصاد یک کشور به‌منظور انجام فعالیت‌های نوآورانه است، ارکان نهادی، سرمایه انسانی و تحقیقات، زیرساخت‌ها، پیچیدگی بازار و پیچیدگی کسب‌وکار، و در دسته خروجی‌ها که نتایج فعالیت‌های نوآورانه در اقتصاد یک کشور را نشان می‌دهد، دو رکن خروجی‌های دانشی و فناوری و خروجی خلاقانه وجود دارند. امتیاز هر کشور در هریک از ارکان هفت‌گانه، از طریق محاسبه میانگین ساده امتیاز زیررکن‌ها به‌دست می‌آید.

شاخص آمادگی فناوری مرزی (FTRI)^۲ شاخص توضیح‌دهنده ایجاد فرصت‌های شغلی و افزایش رقابت و رفاه است. داده‌های این متغیر از کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل (UNCTAD)^۳ استخراج شده‌است. این شاخص شامل زیرمجموعه‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مهارت‌ها، تحقیق و توسعه، فعالیت در صنعت و دسترسی به امور مالی است و داده‌های آن از سایت بانک جهانی استخراج شده‌است. شاخص ظرفیت‌های تولیدی (PCI)^۴ یک شاخص ترکیبی برای ظرفیت تولیدی است و شامل

1. Groningen Growth and Development Centre

2. Frontier technology readiness index

3. United Nations Conference on Trade and Development

4. Production capacity index

زیرمجموعه‌های سرمایه انسانی، سرمایه طبیعی، انرژی، حمل‌ونقل و فناوری اطلاعات و ارتباطات است و داده‌های آن از کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل (UNCTAD) استخراج شده‌است. برای داده‌های GCE^۱ به‌عنوان متغیر هزینه‌های عمومی برای آموزش و تولید ناخالص داخلی (GDP)^۲ نیز از سایت بانک جهانی استفاده شده‌است. با توجه به اهداف موضوع مورد مطالعه، داده‌های مربوط به ۱۵ کشور در حال توسعه^۳ برای دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ بررسی شده‌است.

روش برآورد الگو:

چارچوب کلی داده‌های تابلویی به‌صورت زیر است:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it}$$

y متغیر وابسته، x متغیرهای توضیحی و ε جزء اخلاص است. μ بیانگر اثرات ثابت است و شامل عوامل مشاهده‌ناپذیر و مستقل فردی می‌شود و λ به اثرات عوامل مشاهده‌ناپذیر و مستقل از زمان اشاره دارد. الگوی داده‌های تابلویی به دو گروه اثرات ثابت^۴ و اثرات تصادفی^۵ تقسیم می‌شوند. در الگوی اثرات تصادفی μ_i و λ_t همانند ε_{it} از متغیرهای توضیحی مستقل بوده اما در اثرات ثابت μ_i و λ_t برخلاف ε_{it} از متغیرهای توضیحی مستقل نیستند. تشخیص نوع الگوی داده‌های تابلویی براساس سه آزمون هاسمن، به روش پاگان و آزمون چاو مشخص می‌شود.

آزمون‌های الگو:

آزمون‌های چاو و هاسمن برای بررسی روش تخمین انجام و به‌صورت زیر ارائه شده‌است: آماره آزمون چاو که بین مدل‌های اثرات ثابت و اثرات تلفیقی انجام می‌شود برابر ۶۳/۳۵ است و سطح احتمال آن ۰/۰۰۰ است. با توجه به اینکه احتمال آن کمتر از ۵ درصد است، مدل به‌صورت اثرات ثابت خواهد بود. آزمون مربوط در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۲. آزمون چاو

آماره	درجه آزادی	سطح احتمال
۶۳/۳۵	۵	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

1. General costs of education

2. Gross domestic product

3. Undeveloped Countries: Benin, Togo, Iran, Malaysia, Nigeria, Tanzania, Rwanda, Burkina Faso, Zambia, Colombia, Kenya, Honduras, Jamaica, Guatemala, Jordan.

4. fix effect

5. random effect

بعد از آزمون چاو، از آزمون هاسمن برای بررسی مدل به لحاظ ماهیت اثرات ثابت و تصادفی استفاده می‌شود. نتایج با توجه به اینکه مقدار آماره آزمون برابر $10/61$ و احتمال به دست آمده در سطح احتمال مرزی یعنی ۵ درصد قرار دارد، می‌توان مدل را پنل در نظر گرفت و فرضیه صفر مبنی بر رندوم بودن مدل رد می‌شود. نتایج آزمون به شرح جدول زیر برآورد شده است:

جدول ۲. آزمون هاسمن

سطح احتمال	درجه آزادی	آماره
۰/۰۵	۵	۱۰/۶۱

منبع: یافته‌های پژوهش

بنابر دو آزمون فوق روش تخمین بر اساس مدل اثرات ثابت بررسی می‌شود.

یافته‌های پژوهش

برای بررسی رابطه بلندمدت متغیرها ابتدا باید مانایی مدل بررسی شود. بدین منظور باید مقادیر ویژه مدل کمتر از یک باشد؛ در غیر این صورت، شوک‌های تصادفی موجود موجب تغییر در متغیر وابسته می‌شود. در صورت وجود پایایی داده‌ها، این تغییر به مرور زمان روبه کاهش خواهد بود و به تدریج از بین خواهد رفت. نتایج آزمون مانایی متغیرهای مدل بهره‌وری در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول ۳. آزمون مانایی

نتیجه	آماره LLC	متغیرها
مانا	-۳/۳	LPTT
مانا	-۳/۳۲	LPCI
مانا	-۴/۰۵	LGCE
مانا	-۳/۸	LFTRI
مانا	-۸/۳۲	LGDP

منبع: محاسبات تحقیق

طبق انجام آزمون LLC متغیرهای تحقیق مانا هستند.

نتایج تخمین الگو برای کشورهای در حال توسعه در جدول ۴ ارائه شده است. نتایج حاکی از رابطه مثبت و معنادار شاخص نوآوری با بهره‌وری است. پارامتر تخمین زده شده نوآوری برابر $0/16$ است که برپایه آن چنانچه یک درصد تغییرات مثبت در نوآوری داشته باشیم، بهره‌وری ۱۶ درصد افزایش می‌یابد. این موضوع بیانگر توجه به اهمیت مقوله نوآوری برای رشد اقتصادی پایدار در کشورهای در حال توسعه و ایجاد زمینه‌های تقویت کننده تولید همانند افزایش رقابت و بهبود کیفیت از طریق عوامل اثر گذار بر نوآوری از جمله تحقیق و توسعه، تولید و همکاری دانش خواهد بود. بنابراین جهت دادن منابع به سمت زمینه‌های تقویت کننده شاخص نوآوری، کمک کننده برای طی کردن دوره گذر و رسیدن به مرحله توسعه یافتگی خواهد بود.

همچنین شاخص آمادگی فناوری مرزی اثر مثبت و معنادار بر بهره‌وری دارد. آمادگی فناوری موجب ایجاد رفاه و موقعیت‌های شغلی جدید و همچنین افزایش رقابت‌پذیری صنایع در عرصه داخلی و بین‌المللی می‌شود و اثر مثبت آن مطابق انتظار تئوریک تحقیق است. ضریب برآوردی این شاخص برابر ۰/۰۶ است و با یک درصد تغییر مثبت این شاخص، ۶ درصد بهره‌وری افزایش می‌یابد. متغیرهای تولید ناخالص داخلی، هزینه عمومی دولت برای آموزش و ظرفیت‌های تولیدی مطابق تخمین، معنادار نیستند که در برخی مطالعات تجربی نیز این روابط منفی یا بی‌معنا گزارش شده است و در نتیجه اثری بر بهره‌وری نخواهند داشت.

جدول ۴: نتیجه برآورد مدل

متغیرها	ضریب	انحراف معیار	آماره t	سطح احتمال
لگاریتم شاخص ظرفیت‌های تولیدی	-۰/۲۷۹	۰/۴	-۰/۶۹	۰/۴۹
لگاریتم نوآوری	۰/۱۶۱	۰/۰۵۹	۲/۷۲	۰/۰۱
لگاریتم شاخص آمادگی فناوری مرزی	۰/۰۶۶	۰/۰۲۸	۲/۳۲	۰/۲۴
لگاریتم هزینه‌های عمومی برای آموزش	-۰/۰۱۴	۰/۰۵۴	-۰/۲۷۲	۰/۷۸
لگاریتم تولید ناخالص داخلی	-۰/۱۲۷	۰/۲	-۰/۶۳۳	۰/۰۵۳
عرض از مبدا	۰/۴۸۵	۱/۳۸	۰/۳۴۷	۰/۷۳

منبع: محاسبات تحقیق

نتیجه‌گیری

هدف این پژوهش بررسی رابطه بهره‌وری و نوآوری در کشورهای در حال توسعه است. در این مطالعه از متغیرهای نوآوری، بهره‌وری، شاخص آمادگی فناوری مرزی، هزینه‌های عمومی آموزش و شاخص ظرفیت‌های تولیدی و تولید ناخالص داخلی برای دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ استفاده شده است. شاخص‌های مزبور هرکدام معیارهای جامعی را دربر می‌گیرند که به تصریح هرچه بهتر مدل و نتیجه‌گیری کمک شایانی می‌کند. برپایه نتایج حاصل از الگو به روش داده‌های تابلویی، اثر نوآوری و فناوری بر شاخص بهره‌وری مثبت و معنادار است. بنابراین برای تقویت بهره‌وری پیشنهاد می‌شود بر اجزای متغیر نوآوری، افزایش تحقیق و توسعه در مؤسسات و بنگاه‌ها، سرمایه‌گذاری در آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص شبکه‌هایی برای ایجاد و همکاری دانش بین بنگاه‌ها و همچنین بهبود سایر متغیرهای مربوط به شاخص نوآوری بیشتر تمرکز شود. توجه به توسعه ظرفیت‌های تولیدی که نقش محوری در به حرکت درآوردن فرایند بلندمدت تحول ساختاری و ستون فقرات افزایش بهره‌وری و توسعه پایدار است، بسیار ضروری است.

منابع

- احمدی، عباداله (۱۳۹۴). رابطه خلاقیت و نوآوری با بهره‌وری منابع انسانی. فصلنامه رهیافتی نو در مدیریت آموزشی، ۷(۳)، ۲۷.
- بزازان، فاطمه؛ شیرین بخش ماسوله، شمس‌اله؛ شوکتی تبریزی، پریسا (۱۳۹۹). بررسی نقش نوآوری بر درآمد گردشگری کشورهای اسلامی D-8. *دو فصلنامه سیاستگذاری پیشرفت اقتصادی دانشگاه الزهراء (س)*، ۷(۲)، ۲۰.
- مهرجردی؛ محمدرضا، کرون، زهرا؛ ضیاء آبادی، مریم (۱۳۹۵). تاثیر نوآوری بر صادرات کشاورزی و صادرات کل ایران، *اقتصاد کشاورزی و توسعه*، ۲۴(۹۳)، ۴۹۸.
- علی محمدی، علی محمد؛ عبدی، مجید؛ رضایی، ناصر؛ ادیبیان، مهدی (۱۳۹۵). ارتباط نوآوری و بهره‌وری اقتصادی بنگاه‌های فعال در بخش دفاعی. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت راهبردی دفاع ملی، ۲(۷)، ۲۱۸-۲۰۱.
- نوروزی، فرخ نونزاد؛ ابراهیمی، مسعود؛ خداپرست، مهرزاد؛ شیرازی، جلیل (۱۴۰۰). بررسی عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری در ایران با استفاده از الگوریتم شبکه‌های عصبی مصنوعی، *پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی* ۱۱(۴۲)، ۵۸-۳۵.
- شاهین‌پور، علی؛ کارابولو، کرم (۱۴۰۱). ارائه مدل تأثیر متغیرهای اقتصادی بر بهره‌وری کل در ایران، *مدیریت بهره‌وری* ۱۶(۱).
- ۳۰۱-۳۷۹

References

- Acs, Z. J, Braunerhjelm, P, Audretsch, D. B, & Carlsson, B. (2009). The knowledge spillover theory of entrepreneurship. *Small business economics*, 32(1), 15-30.
- Ahmadi, Ebadollah (2014). The relationship between creativity and innovation and the productivity of human resources. *Scientific-research quarterly of a new approach in educational management*, 7(3), 27. (In Persian).
- Ali Mohammadi, Ali Mohammad; Abdi, Majid; Rezaei, Naser; Adibian, Mehdi (2015). The relationship between innovation and economic productivity of companies active in the defense sector. *Scientific Quarterly of National Defense Strategic Management Studies*, 2(7), 201-218. (In Persian).
- Amini, Maryam; Farahmand, Shkoufeh (1400). Spatial analysis of the spillover effect of innovation and research and development on regional growth in Iran. *Economic Research (Scientific Journal)*, 55(4), 761-780. (In Persian).
- Arora, A., Athreye, S., Huang, C., 2016. The paradox of openness revisited: Collaborative innovation and patenting by UK innovators. *Research Policy* 45(7), 1352-1361.
- Bazazan, Fateme; Shirin Bakhsh Masuleh, Shamsoleh; Shaukti Tabrizi, Parisa (2019). Investigating the role of innovation in the tourism revenue of Islamic countries D-8. *Al-Zahra University Economic Development Policy Quarterly (S)*, 7(2), 20. (In Persian).
- Beers, C., & Zand, F. (2014). R & D cooperation, partner diversity, and innovation performance: an empirical analysis. *Journal of Product Innovation Management*, 31(2) 292-312.

Carlsson, B., Acs, Z. J., Audretsch, D. B., Braunerhjelm, P. (2009). Knowledge creation, entrepreneurship, and economic growth: a historical review. *Industrial and Corporate Change*, 18(6), 1193-1229.

Cassiman, B., Valentini, G. (2016). Open innovation: are inbound and outbound knowledge flows really complementary? *Strategic management Journal*, 37, 1034–1046.

Crépon B, Duguet E, Mairesse J. (1998). Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. *Econ Innov New Technol*, 7, 115–158.

Crespi, G and Zuniga, P. (2011). Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries, IDB Working Paper No. 74.

Crespi, G., Garone, L. F., Maffioli, A., & Stein, E. (2020). Public support to R&D, productivity, and spillover effects: Firm-level evidence from Chile. *World Development*, 130, 104948.

Denicolai, S., Ramirez, M., Tidd, J. (2016). Overcoming the false dichotomy between internal R&D and external knowledge acquisition: Absorptive capacity dynamics over time. *Technological Forecasting and Social Change*, 104, 57-65.

Duguet, E. (2004). Are R&D Subsidies a Substitute or a Complement to Privately Funded R&D? An Econometric Analysis at the Firm Level. *Revue d' Economie Politique*, 114(2), 245–274.

Erdal, L., & Goçer, € I. (2015). The effects of foreign direct investment on R _ &D and innovations: panel data analysis for developing Asian countries. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 195(3), 749-758.

Ghasem E., Qadri, F and Abbasioun, M. (2021). Investigation of the role of innovation intermediary in the relationship between the implementation of strategy and the performance of start-up businesses), *the fourth national conference of entrepreneurship in Tehran - Sharif University of Technology*, 5(60), 300-531. (In Persian).

Goldman, S., R. Nagel, and K. Preiss. (1995). *Agile Competitors and Virtual Organisations: Strategies for Enriching the Customer*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *Bell Journal of Economics*, 10(1), 92-116.

Hall, B. H., Moncada-Paternò-Castello, P., Montresor, S., Vezzani, A. (2016). Financing constraints, R&D investments and innovative performances: new empirical evidence at the firm level for Europe, *Economics of Innovation and New Technology*, 25(3), 183-196.

Hall, B. H., Sena, V. (2017). Appropriability mechanisms, innovation, and productivity: evidence from the UK. *Economics of Innovation and New Technology*, 26(1-2), 42-62.

Hall, B.H., Lotti, F., Mairesse, J., (2013). Evidence on the impact of R&D and ICT investmentson innovation and productivity in Italian firms. *Economics of Innovation and NewTechnology* 22(3), 300–328.

- Kaiser, U. (2002). Measuring knowledge spillovers in manufacturing and services: an empirical assessment of alternative approaches. *Research Policy*, 31(1), 125-144.
- Link, A. N., Scott, J. T., (2019). The economic benefits of technology transfer from US federal laboratories. *The Journal of Technology Transfer*, 1–11.
- Löf, H., Heshmati, A. (2006). On the Relation between Innovation and Performance: A Sensitivity Analysis, *Economics of Innovation and New Technology* 15, 317-344.
- Mehrjordi; Mohammad Reza, Taha; Karoni, Zahra; Zia Abadi, Maryam (2013). The impact of innovation on agricultural exports and total exports of Iran, *Agricultural Economics and Development*, 24(93), 498. (In Persian).
- Mohnen, P., and B. H. Hall. (2013). Innovation and Productivity: An Update, *Eurasian Business Review* 3 (1): 47–65.
- Mohnen, P., Polder, M., & van Leeuwen, G. (2018). ICT, R&D and organizational innovation: exploring complementarities in investment and production (No. w25044).
- Nieto, M., Quevedo, P. (2005). Absorptive capacity, technological opportunity, knowledge spillovers, and innovative effort. *Technovation*, 25(10), 1141-1157.
- Nowrozi, F.; Ebrahimi, M.; Khodaperast, M.; Shirazi, J. (1400) Investigating factors affecting productivity growth in Iran using artificial neural networks algorithm, *Economic Growth and Development Research* 11(42), 58-35. (In Persian).
- Piva, M., and M. Vivarelli. (2002). The Skill Bias: *Comparative Evidence and an Econometric Test.* "International Review of Applied Economics 16 (3): 347–357.
- Raffo, J., S. Lhuillery, and L. Miotti. (2008). Northern and Southern Innovativity: A Comparison across European and Latin American Countries." *The European Journal of Development Research* 20: 219–239.
- Roper, S., J. Du, and J. H. Love. (2008). Modelling the Innovation Value Chain, *Research Policy* 37:961–977.
- Roper, S., Love, J. H., & Bonner, K. (2017). Firm's knowledge search and local knowledge externalities in innovation performance. *Research Policy*, 46(1), 43-56.
- Saifullahi, N.; Hamidzadeh A. (1400). Analysis of the effect of knowledge management and market orientation on market performance with the mediating role of open innovation (research sample: Tejarat Bank). *Strategic Management and Organizational Knowledge Quarterly*, 4(12), 89-122. (In Persian).
- Savin, I. and Mundt, P. (2022). Drivers of productivity change in global value chains: Reallocation vs. innovation, *Economics Letters*, 220, 110878.
- Savin, I., Letyagin, D., (2022). Estimating the role of labor resources reallocation between sectors on the growth of aggregate labor productivity in the Russian economy. *R-Economy* 8, 57–67.

Shahinpour, A.; Karabolo, K. (1401). Presenting the model of the effect of economic variables on total productivity in Iran, *Productivity Management* 16(1). 301-279. (in Persian).

Taqwa, M.; Mansouri, T.; Faizi, K.; Akhgar, B. (2015). Fraud detection in bank card transactions using parallel processing of anomalies in big data. *Information Technology Management Quarterly*, 8(3), 498-477. (In Persian).

Zaccaria A., Cristelli M., Kupers R., Tacchella A. and Pietronero, L. (2016). A case study for a New Metrics for Economic Complexity: The Netherlands”, *Journal of Economic Interaction and Coordination* 11(1), 151-169.

