



Research Article

The Role of Information and Communication Technology (ICT) and Human Capital in Export Diversification in Iran**

Zaniar Ahmadpour¹ , Ahmad Mohammadi^{*2} , Salaheddin Manochehri² 

1. M.A. Student in Theoretical Economics, Department of Economics, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.
2. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Humanities and Social Sciences, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Received 01 January 2026

Revised 10 May 2026

Accepted 16 May 2026

Publish 22 June 2026

Abstract

This study investigates the impact of information and communication technology (ICT) and human capital on the transformation of Iran's export structure over the period 1995–2023. Export concentration is measured using the normalized Herfindahl–Hirschman Index (HHI), with lower values indicating greater diversification. A composite ICT index that captures the multidimensional nature of digital development is constructed via principal component analysis (PCA). The long-run relationships—controlling for trade openness (in log form), industrial value added, and natural resource rents—are estimated using the dynamic ordinary least squares (DOLS) method. The empirical results indicate that ICT development has a statistically significant negative effect on export concentration, thereby reducing reliance on a narrow range of export products. Human capital, however, emerges as the most powerful driver of structural change in exports and plays a crucial complementary role in amplifying the diversification gains from ICT. Trade openness and industrial value added also exert negative and significant, albeit smaller, effects on export concentration. In contrast, natural resource rents significantly increase export concentration, providing strong evidence consistent with the resource curse hypothesis. The findings underscore that transitioning from a resource-dependent to a diversified export structure requires simultaneous investment in digital infrastructure and human capital development to achieve sustainable economic resilience and improved export performance.

Keywords: Export Concentration, Export Diversification, ICT, Natural Resource Rents

JEL Classification: F14, O33, J24

* **Corresponding Author:** Ahmad Mohammadi **E-mail:** ah.mohammadi@uok.ac.ir **Tel:** +989125723228

** **Note:** This article is derived from the master's thesis of *Zaniar Ahmadpour* in Theoretical Economics at University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.

Cite This Article (APA): Ahmadpour, Z., Mohammadi, A. & Manochehri, S. (2026). The Role of Information and Communication Technology (ICT) and Human Capital in Export Diversification in Iran. *Journal of Economic Policies and Research*, 5(2), 65-96. <https://doi.org/10.22034/jepr.2026.145625.1352> [In Persian].

Homepage of this Article: https://jepr.uok.ac.ir/article_64508.html?lang=en



© The Author(s), 2026. *Economic Policies and Research*, Published online by University of Kurdistan. This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Introduction

A long-standing structural weakness of the Iranian economy is its high export concentration. Heavy reliance on a narrow range of commodities—particularly natural-resource-based exports—has significantly increased vulnerability to external shocks and severely constrained sustainable economic growth. In this context, export diversification is widely regarded as a key policy strategy for strengthening economic resilience and improving overall export performance. In recent years, information and communication technologies (ICT) have emerged as major drivers of economic growth and international trade, enabling countries to access global markets at lower cost and with greater speed. This development is particularly significant for economies that face deep-rooted structural constraints in their export sectors. At the same time, human capital—defined by the education, skills, and knowledge embodied in the workforce—plays a pivotal and decisive role in the process of export diversification. In developing countries, and especially in resource-dependent economies, human capital helps reduce reliance on raw-material and commodity exports by strengthening innovation capabilities, facilitating technology absorption and localization, enhancing product quality, and raising the overall economic complexity of the economy. Against this backdrop, the present study examines whether the development and diffusion of ICT and improvements in human capital have contributed to a reduction in Iran's export concentration.

Methodology

Several econometric techniques are employed in this study, including Principal Component Analysis (PCA), the Frisch–Waugh–Lovell (FWL) theorem, unit root and cointegration tests, and Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS).

First, given the multidimensional nature of digital development, PCA is applied to construct a composite ICT index. Four standardized indicators—internet users, mobile subscriptions, fixed telephone lines, and fixed broadband subscriptions—are combined, and the first principal component, which captures the dominant common digital factor, is retained as the overall ICT index. Second, owing to the high collinearity between ICT and education, the FWL theorem is employed. Education is regressed on ICT (including an intercept), and the resulting residual (EDU_RESID) is retained. This residual captures the independent effect of human capital after removing its shared variation with digital development.

Before estimating the long-run relationship, the stationarity of the variables is tested using ADF, PP, and KPSS unit root tests. Once the order of integration is determined, the Engle–Granger cointegration test confirms the existence of a long-run equilibrium relationship. Given that the variables are integrated of order one, $I(1)$, and cointegrated, the long-run coefficients are estimated via DOLS. To mitigate potential endogeneity and serial correlation, one lead and one lag of the first-differenced explanatory variables are included. The empirical model is specified as follows:

$$\text{CONC}_t = \alpha_0 + \alpha_1(\text{PCA_ICT}_t) + \alpha_2\text{LTRADE}_t + \alpha_3\text{MVA}_t + \alpha_4\text{EDU_RESID}_t + \alpha_5\text{LTNRR}_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Results and Discussion

The composite ICT index was constructed via PCA by combining four variables: internet penetration rate, mobile phone penetration rate, fixed broadband subscriptions, and fixed telephone usage. The first principal component accounts for 86.76% of the total variance, indicating the presence of a dominant common digital factor. To address the high collinearity between ICT and education, the Frisch–Waugh–Lovell (FWL) method was applied to extract the residual component of education (EDU_RESID), which represents the independent effect of human capital net of its correlation with ICT.

After confirming cointegration, the long-run relationship was estimated using DOLS. The results are presented in Table 1.

Table 1. Long-run determinants of export concentration in Iran

Variable	Coefficient	t-Statistic	Prob.
EDU_RESID	-2.56	-6.25	0.001
PCA ICT	-0.55	-15.00	0.000
LTRADE	-0.40	-4.38	0.007
MVA	-0.03	-8.49	0.000
LTNRR	0.29	6.08	0.001

The results indicate that ICT development exerts a statistically significant negative effect on export concentration, thereby promoting diversification. The net education component (EDU_RESID) exerts an even stronger negative effect, highlighting the central role of human capital in structural export transformation. This finding implies that an educated workforce provides a suitable foundation for the production and export of knowledge-based and skill-intensive goods, and that even with access to ICT tools, human capital remains a determining and dominant factor in export diversification. Trade openness (LTRADE) and industrial value added (MVA) also contribute negatively and significantly to export concentration, although their effects are smaller in magnitude. In contrast, the logarithm of natural resource rents (LTNRR) significantly increases export concentration, providing strong evidence consistent with the resource curse hypothesis in Iran's economy.

Conclusion

This study investigates the long-run relationship between ICT, human capital, and export concentration in Iran over the period 1995–2023. The results show that ICT development significantly reduces export concentration and enhances diversification. The net education component exerts a stronger negative effect on export concentration, underscoring the critical role of human capital in structural transformation. This finding suggests that an educated workforce can provide a robust foundation for the production and export of knowledge- and skill-intensive goods, and that even in the presence of ICT tools, education remains the decisive and dominant factor in diversifying exports. Trade openness and industrial value added also contribute to diversification, while natural resource rents increase concentration, confirming the continued relevance of the resource curse in Iran's economy.

Overall, achieving sustainable export diversification in Iran requires coordinated policies that strengthen digital infrastructure, enhance human capital, and reduce structural dependence on resource revenues.

Additional information

Authors' Contributions

This article is derived from the Master's thesis of *Zaniar Ahmadpour* in the field of Theoretical Economics, conducted under the supervision of Dr. **Ahmad Mohammadi** and with the advisement of Dr. **Salahedin Manochehri**, in the Department of Economics, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran.




Conflict of interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.

Financial Support

The authors received no financial support for the research and publication of this article.

ORCID

- | | |
|---|---|
|  Zaniar Ahmadpour | https://orcid.org/0009-0005-2352-0396 |
|  Ahmad Mohammadi | https://orcid.org/0009-0001-7952-360X |
|  Salaheddin Manochehri | https://orcid.org/0000-0001-5619-632X |

نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی در تنوع بخشی صادرات ایران**

زانیار احمدپور^۱، احمد محمدی^{۲*}، صلاح الدین منوچهری^۲

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد نظری، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

۲. استادیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۲/۲۶ تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۲/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۲/۲۶ تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۴/۰۱

چکیده

این پژوهش نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و سرمایه انسانی را در تمرکز صادراتی ایران طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳ بررسی می‌کند. برای سنجش تمرکز صادراتی از شاخص نرمال شده هرفیندال - هیرشمن (HHI) استفاده شده است؛ به طوری که کاهش مقدار این شاخص نشان دهنده افزایش تنوع صادراتی است. برای بازتاب ماهیت چندبعدی توسعه دیجیتال، شاخص ترکیبی ICT با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) ساخته شده است. روابط بلندمدت میان متغیرها با روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) و با کنترل متغیرهای بازبودن تجاری، ارزش افزوده بخش صنعت و رانت منابع طبیعی برآورد شده است. نتایج نشان می‌دهد توسعه ICT اثر منفی و معناداری بر تمرکز صادراتی دارد و به کاهش وابستگی به سید محدود کالاهای صادراتی کمک می‌کند. همچنین سرمایه انسانی نیز اثر منفی و معناداری بر تمرکز صادراتی دارد و نقش مهمی در تغییر ساختار صادراتی ایفا می‌کند. علاوه بر این، بازبودن تجاری و ارزش افزوده بخش صنعت نیز اثر منفی بر تمرکز صادراتی دارند، هرچند شدت اثر آن‌ها کمتر است. در مقابل، رانت منابع طبیعی اثر مثبت و معناداری بر تمرکز صادراتی دارد که با فرضیه نفرین منابع سازگار است. به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد تنوع بخشی به صادرات نیازمند تقویت هم‌زمان زیرساخت‌های دیجیتال و سرمایه انسانی و نیز کاهش وابستگی به منابع طبیعی است.

واژگان کلیدی: تمرکز صادراتی، تنوع بخشی صادرات، فناوری اطلاعات و ارتباطات، رانت منابع طبیعی

طبقه بندی JEL: J24, O33, F14

* نویسنده مسئول: احمد محمدی آدرس رایانامه: ah.mohammadi@uok.ac.ir تلفن تماس: ۰۹۱۲۵۷۲۳۲۲۸

** یادداشت: مقاله حاضر برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد زانیار احمدپور در رشته اقتصاد نظری در دانشگاه کردستان است.

استناد به مقاله (APA): احمدپور، زانیار، محمدی، احمد و منوچهری، صلاح الدین. (۱۴۰۵). نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات

و سرمایه انسانی در تنوع بخشی صادرات ایران. نشریه سیاست‌ها و تحقیقات اقتصادی، (۲)۵، ۶۵-۹۶.

<https://doi.org/10.22034/jepr.2026.145625.1352>

https://jepr.uok.ac.ir/article_64508.html

صفحه اصلی مقاله در سامانه نشریه:

۱. مقدمه

تنوع‌بخشی صادرات یکی از ارکان اساسی کاهش آسیب‌پذیری اقتصادها در برابر شوک‌های بیرونی و نوسانات بازارهای جهانی است. اقتصادهایی که به تعداد محدودی کالای اولیه وابسته‌اند، معمولاً با بی‌ثباتی درآمد ارزی، شکنندگی رشد و انتقال سریع تکانه‌های خارجی به متغیرهای کلان مواجه می‌شوند؛ مسئله‌ای که در ادبیات ساختارگرایی توسعه و فرضیه بدتر شدن رابطه مبادله برای صادرکنندگان مواد خام مورد تأکید قرار گرفته است (Prebisch, 1950; Singer, 1950). در این چارچوب، تنوع‌بخشی صادرات نه صرفاً یک هدف تجاری، بلکه بخشی از فرایند تحول ساختاری و گذار به فعالیت‌های صنعتی و دانش‌بنیان^۱ محسوب می‌شود (Cadot et al., 2011). با این حال، تجربه دهه‌های اخیر نشان داده است که کاهش شاخص تمرکز صادراتی^۲ لزوماً به معنای بهبود ساختار صادرات نیست و می‌تواند از مسیرهای متفاوتی حاصل شود. از یک سو، این کاهش ممکن است ناشی از تنوع‌بخشی واقعی و گسترش صادرات محصولات غیرنفتی با سطح فناوری و ارزش افزوده بالاتر باشد؛ از سوی دیگر، می‌تواند نتیجه کاهش سهم کالای غالب (نظیر نفت)، در پی عواملی مانند تحریم‌ها یا شوک‌های عرضه باشد. تمایز میان این دو مسیر برای اقتصاد ایران، حیاتی است؛ زیرا مسیر اول منجر به تحول ساختاری پایدار می‌شود، در حالی که مسیر دوم موقتی بوده و با تغییر شرایط، معکوس خواهد شد. با توجه به اهمیت تنوع‌بخشی صادرات و پیچیدگی عوامل مؤثر بر آن، تبیین این پدیده نیازمند بهره‌گیری از چارچوب‌های نظری مختلف است. هر یک از این رویکردها از زاویه‌ای متفاوت، نقش عواملی همچون دانش، فناوری، نهادها و منابع طبیعی را در شکل‌گیری و تحول ساختار صادرات توضیح می‌دهند.

نظریه رشد درون‌زا^۳، سرمایه انسانی و انباشت دانش را موتور گسترش فعالیت‌های تولیدی و خلق محصولات جدید می‌داند (Lucas, 1988; Romer, 1990). نظریه پیچیدگی اقتصادی^۴ نیز ساختار صادرات را بازتابی از قابلیت‌های انباشته‌شده یک اقتصاد تلقی می‌کند و نشان می‌دهد کشورها به صورت تدریجی به سمت تولید کالاهای مرتبط با قابلیت‌های موجود خود حرکت می‌کنند (Hidalgo & Hausmann, 2009). در مقابل، ادبیات نفرین منابع استدلال می‌کند و فور منابع طبیعی می‌تواند از طریق بیماری هلندی و تقویت رفتارهای رانت‌جویانه، تمرکز صادراتی را تشدید کند (Sachs & Warner, 1995)؛ بنابراین، ساختار صادراتی کشورها حاصل تعامل میان عوامل دانشی، نهادی و منابعی است.

در دهه‌های اخیر، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)^۵، به عنوان یکی از پیشران‌های کلیدی ادغام در اقتصاد جهانی مطرح شده است. توسعه زیرساخت‌های دیجیتال با کاهش هزینه‌های اطلاعاتی و مبادلاتی، تسهیل دسترسی به بازارهای خارجی و بهبود کارایی زنجیره‌های ارزش، می‌تواند ورود بنگاه‌ها به بازارهای جدید و گسترش سبد صادراتی را تسریع کند (Freund & Weinhold, 2004; Clarke & Wallsten, 2006).

-
1. Knowledge-based
 2. Export concentration index
 3. Endogenous growth theory
 4. Economic complexity
 5. Information and Communication Technology (ICT)

شواهد تجربی نیز نشان می‌دهد توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) با افزایش پیچیدگی و تنوع صادراتی همراه است (Abeliansky & Hilbert, 2017; Lapatinas, 2019; Atasoy, 2021). با این حال، اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بدون وجود ظرفیت جذب انسانی کامل نمی‌شود؛ سرمایه انسانی از طریق ارتقای مهارت‌ها و توان نوآوری، نقش مکمل اساسی در بهره‌گیری از فناوری ایفا می‌کند. مطالعه سلطانونوا و ناصر (۲۰۲۴)، نشان می‌دهد اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر کاهش تمرکز صادرات در کشورهای در حال توسعه زمانی تقویت می‌شود که سرمایه انسانی در سطح بالاتری قرار داشته باشد.

اقتصاد ایران به‌عنوان نمونه‌ای از یک اقتصاد منابع محور، با چالش تمرکز صادراتی و وابستگی به رانتهای نفتی مواجه است. هرچند در سال‌های اخیر تعداد اقلام صادراتی افزایش یافته، اما ساختار ارزشی صادرات همچنان بر چند گروه کالایی محدود متمرکز باقی مانده است. ضرورت پرداختن به این موضوع از چند جهت حیاتی است: اول، شکنندگی درآمدهای ارزی ایران در برابر نوسانات قیمت نفت و تحریم‌ها، هزینه‌های سنگین اقتصاد کلان (مانند نوسانات نرخ ارز و تورم) را به همراه داشته است. دوم، تجربه کشورهای موفق نشان می‌دهد گذار از اقتصاد منبع محور به اقتصاد دانش بنیان بدون تنوع بخشی صادراتی امکان پذیر نیست. سوم، با توجه به سرمایه گذاری‌های گسترده ایران در آموزش عالی در دو دهه گذشته، ارزیابی میزان بهره‌وری این سرمایه گذاری‌ها در بخش صادرات، برای سیاست گذاری منابع محدود کشور ضروری است.

با وجود گسترش مطالعات بین‌المللی درباره نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در توسعه تجارت و تنوع بخشی صادرات، شواهد تجربی درباره اقتصادهای منابع محور به ویژه کشورهایی که با محدودیت‌های نهادی و شوک‌های بیرونی مانند تحریم مواجه هستند همچنان محدود است. بیشتر مطالعات موجود یا بر نمونه‌های چند کشوری تمرکز داشته‌اند و یا اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات را بدون توجه به نقش مکمل سرمایه انسانی بررسی کرده‌اند. در مورد اقتصاد ایران نیز بخش عمده پژوهش‌ها به بررسی رابطه صادرات با متغیرهایی مانند نرخ ارز، بازبودن تجاری یا رشد اقتصادی پرداخته‌اند و کمتر مطالعه‌ای به طور هم‌زمان نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی را در شکل‌گیری ساختار صادراتی کشور تحلیل کرده است. از این رو، همچنان روشن نیست که آیا توسعه زیرساخت‌های دیجیتال و افزایش سرمایه انسانی در ایران توانسته است به تنوع بخشی واقعی صادرات منجر شود یا خیر. این خلأ پژوهشی ضرورت انجام مطالعه‌ای را که تعامل میان فناوری اطلاعات و ارتباطات، سرمایه انسانی و ساختار صادراتی ایران را در یک چارچوب تجربی بلندمدت بررسی کند، برجسته می‌سازد.

بررسی روند متغیرهای اصلی پژوهش طی دوره ۲۰۲۳-۱۹۹۵ نشان می‌دهد که شاخص تمرکز صادراتی ایران اگرچه در بلندمدت روندی نزولی داشته، اما این کاهش یکنواخت نبوده و با نوسانات شدید همراه بوده است. میانگین شاخص در دوره ۲۰۰۹-۱۹۹۵ حدود ۰/۷۱ بوده و صادرات به طور عمده بر نفت خام متکی بوده است. در فاصله ۲۰۱۸-۲۰۱۰ این شاخص به تدریج از ۰/۷۱۵ به ۰/۵۲۲ کاهش یافته و در نهایت طی دوره ۲۰۲۳-۲۰۱۹ تحت تأثیر تحریم‌های حداکثری و افت صادرات نفت، به حدود ۰/۱۳۷ رسیده است. این تغییرات نشان می‌دهد که بخش قابل توجهی از تنوع بخشی صادراتی ایران اجباری و ناشی از کاهش صادرات نفت بوده است.

در مقابل، شاخص ترکیبی فناوری اطلاعات و ارتباطات که با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی^۱ استخراج شده، طی این دوره رشد پرشتابی را تجربه کرده و از مقادیر نزدیک به صفر در سال‌های ابتدایی به سطوح بالا در دهه‌های اخیر رسیده است. شاخص آموزش (سرمایه انسانی) نیز بر اساس اجزای آموزشی شاخص توسعه انسانی روندی صعودی داشته و بهبود قابل توجهی در میانگین سال‌های تحصیل مشاهده می‌شود. این هم‌زمانی میان افزایش سرمایه انسانی و توسعه زیرساخت دیجیتال با نوسانات و کاهش غیردائمی تمرکز صادراتی، ضرورت بررسی تجربی تعامل میان این عوامل و ساختار صادراتی ایران را برجسته می‌کند.

براین اساس، پژوهش حاضر باهدف بررسی اثر بلندمدت فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی بر تمرکز صادراتی ایران طی دوره ۱۹۹۵-۲۰۲۳ انجام شده است. تمرکز صادرات با شاخص نرمال‌شده هرfindahl - هیرشمن^۲ اندازه‌گیری شده و برای سنجش فناوری اطلاعات و ارتباطات از شاخص ترکیبی مبتنی بر تحلیل مؤلفه‌های اصلی استفاده شده است. مدل تجربی علاوه بر فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی، بازبودن تجاری، ارزش افزوده صنعتی و رانت منابع طبیعی را نیز در بر می‌گیرد. نوآوری مطالعه در تمرکز بر ساختار صادرات، استفاده از شاخص ترکیبی فناوری اطلاعات و ارتباطات و تحلیل هم‌زمان نقش سرمایه انسانی و رانت منابع در چارچوبی بلندمدت و تک‌کشوری نهفته است. در ادامه، ابتدا به بررسی ادبیات موضوع پرداخته خواهد شد؛ سپس مطالعات داخلی و خارجی مرتبط با پژوهش مورد بررسی قرار خواهند گرفت. پس از آن متغیرها معرفی خواهند شد و در انتها، روش‌شناسی پژوهش، نتایج و پیشنهادهای سیاستی ارائه خواهد شد.

۲. ادبیات پژوهش

۲-۱. مبانی نظری

۲-۱-۱. تنوع‌بخشی صادرات و تحول ساختاری

تنوع‌بخشی صادرات در ادبیات توسعه اقتصادی، بخشی از فرایند تحول ساختاری تلقی می‌شود؛ فرایندی که طی آن اقتصاد از اتکای صرف بر تولید و صدور کالاهای اولیه به سمت تولیدات صنعتی و دانش‌بنیان حرکت می‌کند. در رویکرد ساختارگرایان، وابستگی به صادرات مواد خام، اقتصاد را در معرض بدتر شدن رابطه مبادله و نوسانات شدید درآمدی قرار می‌دهد (Prebisch, 1950; Singer, 1950). از این منظر، گسترش دامنه محصولات صادراتی نه تنها ابزار مدیریت ریسک، بلکه پیش‌شرط توسعه پایدار و کاهش آسیب‌پذیری در برابر شوک‌های خارجی محسوب می‌شود.

در چارچوب نظریه پرتفوی (Markowitz, 1952)، تنوع‌بخشی سبد صادرات مشابه متنوع‌سازی سبد دارایی‌ها عمل می‌کند؛ به‌گونه‌ای که توزیع درآمد ارزی میان کالاهای ناهمبسته، واریانس درآمد کل را کاهش می‌دهد. به همین دلیل، کشورهایی با تمرکز صادراتی پایین‌تر معمولاً ثبات کلان‌بیشتری تجربه می‌کنند. مطالعات تجربی نیز نشان داده‌اند تنوع صادراتی با رشد باثبات‌تر همراه است (Hausmann et al., 2007; Hesse, 2008).

1. Principal Component Analysis
2. Herfindahl-Hirschman

از سوی دیگر، نظریه پیچیدگی اقتصادی تنوع صادرات را بازتابی از قابلیت‌های انباشته‌شده یک اقتصاد می‌داند (Hidalgo & Hausmann, 2009). در این چارچوب، هر محصول نیازمند مجموعه‌ای از مهارت‌ها، نهادها و زیرساخت‌های مکمل است؛ بنابراین کشورها تنها قادر به صدور محصولاتی هستند که با ساختار قابلیت‌های موجود آن‌ها سازگار باشد. تنوع‌بخشی، فرایندی تدریجی و وابسته به مسیر است و گسترش به محصولات جدید عمدتاً در فضای مجاور قابلیت‌های فعلی رخ می‌دهد.

در مقابل، نظریه نفرین منابع استدلال می‌کند و فور منابع طبیعی می‌تواند از طریق بیماری هلندی، تقویت نرخ ارز حقیقی و جابه‌جایی منابع به بخش‌های غیرمولد، فرایند تنوع‌بخشی را تضعیف کند (Sachs & Warner, 1995). در چنین اقتصادی، رانت‌های منابع طبیعی انگیزه سرمایه‌گذاری در بخش‌های صنعتی و دانش‌محور را کاهش داده و تمرکز صادراتی را تداوم می‌بخشند؛ بنابراین، ساختار صادراتی نتیجه تعامل میان نیروهای تنوع‌زا (دانش، فناوری، سرمایه انسانی) و نیروهای تمرکززا (وابستگی منابعی) است.

۲-۱-۲. سرمایه انسانی و گسترش دامنه تولید

نظریه‌های رشد درون‌زا، به‌ویژه آثار لوکاس^۱ (۱۹۸۸) و رومر^۲ (۱۹۹۰)، سرمایه انسانی را موتور خلق ایده‌های جدید و گسترش فعالیت‌های تولیدی می‌دانند. لوکاس (۱۹۸۸)، با تأکید بر اثرات خارجی انباشت سرمایه انسانی، نشان داد که سطح متوسط آموزش و مهارت نیروی کار نه‌تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد، بلکه رشد اقتصادی را از طریق یادگیری و انتقال دانش پایدار می‌سازد. رومر (۱۹۹۰) نیز در مدل خود، دانش را به‌عنوان یک کالای غیررقابتی و تا حدی غیرقابل حذف معرفی کرد و استدلال نمود که انباشت سرمایه انسانی نرخ نوآوری و تولید فناوری‌های جدید را تعیین می‌کند.

بنابراین، انباشت دانش و مهارت نه‌تنها بهره‌وری را افزایش می‌دهد، بلکه امکان ورود به فعالیت‌های تولیدی جدید را فراهم می‌کند. از آنجاکه تولید کالاهای پیچیده‌تر مستلزم مهارت‌های تخصصی و قابلیت‌های فنی پیشرفته است، سطح سرمایه انسانی تعیین‌کننده دامنه بالقوه تنوع صادراتی خواهد بود.

سرمایه انسانی از دو کانال اصلی بر ساختار صادرات اثر می‌گذارد: نخست، از طریق ارتقای بهره‌وری و کاهش هزینه‌های تولید، رقابت‌پذیری محصولات غیرسنتی را افزایش می‌دهد. دوم، از طریق تقویت ظرفیت نوآوری، امکان توسعه محصولات جدید و ورود به زنجیره‌های ارزش جهانی با پیچیدگی بالاتر را فراهم می‌کند. در چارچوب نظریه پیچیدگی اقتصادی، سرمایه انسانی بخشی از قابلیت‌های پنهان اقتصاد است که امکان تولید محصولات متنوع‌تر را مهیا می‌سازد (Hidalgo & Hausmann, 2009). علاوه بر این، سرمایه انسانی شرط لازم برای جذب و بهره‌برداری مؤثر از فناوری‌های نوین است. حتی در صورت وجود زیرساخت‌های دیجیتال، نبود نیروی کار ماهر می‌تواند مانع استفاده کارآمد از فناوری شود. از این‌رو، سرمایه انسانی نقش مکمل کلیدی در فرایند دیجیتالی‌شدن و تحول صادراتی ایفا می‌کند. به عبارتی دیگر، سرمایه انسانی نه‌تنها مستقیماً دامنه تولید را گسترش می‌دهد، بلکه نقش مکمل کلیدی در بهره‌برداری از فناوری اطلاعات و ارتباطات ایفا می‌کند.

1. Lucas (1988)
2. Romer (1990)

۲-۱-۳. فناوری اطلاعات و ارتباطات و کاهش هزینه‌های مبادله

فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در ادبیات تجارت بین‌الملل^۱ به‌عنوان عاملی برای کاهش هزینه‌های اطلاعاتی و مبادلاتی شناخته می‌شود. در مدل‌های مبتنی بر هزینه‌های تراکنش، بخشی از موانع ورود به بازارهای خارجی ناشی از هزینه‌های جستجوی اطلاعات، هماهنگی و عدم تقارن اطلاعاتی است. توسعه اینترنت، ارتباطات پهنای باند و سامانه‌های دیجیتال این هزینه‌ها را کاهش داده و امکان دسترسی بنگاه‌ها به بازارهای جهانی را تسهیل می‌کند (Freund & Weinhold, 2004; Clarke & Wallsten, 2006).

از منظر اقتصاد شبکه‌ای^۲، کتز و شپیرو^۳ (۱۹۸۵) نشان می‌دهند که ارزش بسیاری از فناوری‌ها با افزایش تعداد کاربران متصل به شبکه بیشتر می‌شود. فناوری اطلاعات و ارتباطات نمونه بارز این پدیده است؛ گسترش اینترنت، پلتفرم‌های تجارت الکترونیک^۴ و سامانه‌های دیجیتال^۵، اثرات شبکه‌ای ایجاد می‌کند که هزینه‌های جستجوی اطلاعات و هماهنگی را کاهش داده و بنگاه‌ها را قادر می‌سازد تا با هزینه کمتر به بازارهای جدید وارد شوند و سبد صادراتی خود را متنوع کنند.

همچنین بر اساس مدل جاذبه^۶ تجارت، بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌مثابه کاهش فاصله مؤثر میان کشورها عمل می‌کند و جریان‌های تجاری را افزایش می‌دهد. اما اهمیت فناوری اطلاعات و ارتباطات فراتر از افزایش حجم تجارت است؛ این فناوری با تسهیل دسترسی به اطلاعات بازار، استانداردها و تقاضای جهانی، امکان تولید و عرضه محصولات متنوع‌تر را فراهم می‌سازد. شواهد تجربی نشان می‌دهد توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات با افزایش پیچیدگی و تنوع صادراتی^۷ همراه است (Abeliansky & Hilbert, 2017; Lapatinas, 2019; Atasoy, 2021).

بر اساس شواهد تجربی، فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق سه کانال اصلی بر تنوع صادرات اثر می‌گذارد (Sultanova & Naser, 2024):

- کانال تسهیل تجارت^۸: کاهش هزینه‌های تراکنش و بهبود دسترسی به بازارهای جدید از طریق پلتفرم‌های دیجیتال و سامانه‌های گمرکی الکترونیکی.
- کانال سرمایه انسانی: ارتقای مهارت‌ها و یادگیری از طریق ابزارهای آموزشی دیجیتال که امکان تولید کالاهای باارزش افزوده بالاتر را فراهم می‌کند.
- کانال کیفیت نهادی^۹: افزایش شفافیت، کاهش فساد و بهبود کارایی اداری که محیط کسب‌وکار صادراتی را مساعدتر می‌سازد.

1. International trade
 2. Network Economy
 3. Katz & Shapiro (1985)
 4. Electronic Commerce
 5. Digital systems
 6. Gravity model of trade
 7. Export diversification
 8. Trade Facilitation
 9. Institution Quality

باین‌حال، تأثیر عامل فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر کاهش هزینه‌های مبادله^۱ و تنوع‌بخشی صادرات، به سطح توسعه‌یافتگی اقتصادی، زیرساخت دیجیتال و به‌ویژه سطح سرمایه انسانی هر کشور وابسته است. در کشورهای در حال توسعه با سطح بالاتر مهارت و آموزش (مانند برخی کشورهای آسه‌ان^۲ از جمله مالزی و سنگاپور)، گسترش فناوری‌های تلفن همراهی و اینترنت پرسرعت نه تنها هزینه‌های اطلاعاتی و لجستیکی را کاهش می‌دهد، بلکه امکان ورود به محصولات جدید و بازارهای متنوع‌تر را نیز فراهم می‌کند (Luong & Nguyen, 2021). در مقابل، در اقتصادهایی با کمبود نیروی کار ماهر و زیرساخت دیجیتال ناکافی، بهره‌برداری از فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) با محدودیت مواجه شده و اثر آن بر تنوع‌بخشی صادراتی کاهش می‌یابد (Nath & Liu, 2017).

علاوه بر این، فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح عملیاتی نیز به بهینه‌سازی فرایندهای صادراتی کمک شایانی کرده است. سامانه‌های گمرکی الکترونیک، پورتال‌های یکپارچه تجارت فرامرزی^۳ و پلتفرم‌های دیجیتال انتقال اسناد، زمان و هزینه ترخیص کالا را کاهش داده و با افزایش شفافیت و تسهیل پرداخت‌های بین‌المللی، اعتماد و امنیت معاملات صادراتی را ارتقا می‌بخشند؛ بنابراین، سیاست‌گذاری هماهنگ برای توسعه هم‌زمان زیرساخت‌های دیجیتال و توانمندسازی مهارتی (سرمایه انسانی)، پیش‌شرط حیاتی برای بهره‌برداری کامل از ظرفیت فناوری اطلاعات و ارتباطات در کاهش هزینه‌های مبادله و دستیابی به تنوع‌بخشی پایدار صادرات محسوب می‌شود (Sultanova & Naser, 2024).

۲-۱-۴. تعامل فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرمایه انسانی در تحول صادراتی

اگرچه فناوری اطلاعات و ارتباطات به‌عنوان یک زیرساخت فیزیکی و دیجیتال نقش مهمی در تسهیل تجارت ایفا می‌کند، اما اثربخشی آن به ظرفیت جذب اقتصاد وابسته است که بر اساس آن، بهره‌برداری مؤثر از فناوری مستلزم وجود سرمایه انسانی کافی است. در غیاب مهارت‌های لازم، سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های دیجیتال ممکن است به افزایش محدود در تنوع صادراتی منجر شود.

مطالعات تجربی اخیر نشان می‌دهد اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر تنوع صادرات در کشورهایی قوی‌تر است که از سطح بالاتری از آموزش و مهارت برخوردارند (Sultanova & Nasser, 2024). این یافته نشان می‌دهد سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات و ارتباطات رابطه‌ای مکمل دارند نه جایگزین. سرمایه انسانی توان تبدیل دسترسی دیجیتال به نوآوری تولیدی را فراهم می‌کند، در حالی که فناوری اطلاعات و ارتباطات امکان اتصال این نوآوری‌ها به بازارهای جهانی، زنجیره‌های ارزش بین‌المللی و اطلاعات رقابتی را مهیا می‌سازد.

در اقتصادهای منابع محور به‌ویژه، این تعامل اهمیت مضاعف دارد. از یک سو، رانت منابع می‌تواند انگیزه سرمایه‌گذاری در آموزش و فناوری را تضعیف کند؛ از سوی دیگر، توسعه هم‌زمان سرمایه انسانی و زیرساخت دیجیتال می‌تواند مسیر خروج از وابستگی منابعی را هموار سازد.

1. Transaction Cost

1. Association of Southeast Asian Nations (ASEAN)

3. Single Window System

۲-۲. پیشینه پژوهش

جدول ۱: مطالعات انجام شده در رابطه با موضوع پژوهش

پژوهشگر (سال)	نمونه (دوره مطالعه)	روش شناسی	نتایج
گلدوز و همکاران (۱۴۰۳)	شرکت‌های صادراتی ایران	تحلیل آماری	دیجیتالی شدن، به صورت مستقیم و غیرمستقیم (از طریق ارتقای آمادگی صادراتی)، عملکرد صادراتی را بهبود می‌بخشد. اثر غیرمستقیم قوی‌تر است.
احمدی و فراهتی (۱۴۰۲)	ایران (۱۳۶۳-۱۳۹۷)	خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) ^۱	یک رابطه U شکل معکوس بین تنوع صادرات و نابرابری درآمد در ایران وجود دارد.
محمدی و صادقی (۱۴۰۱)	۲۰ کشور منتخب (۱۹۹۵-۲۰۱۹)	خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL)	وفور منابع طبیعی اثر منفی و سرمایه انسانی و کیفیت نهادی اثر مثبت بر رشد اقتصادی داشته‌اند و وابستگی به منابع طبیعی از طریق تضعیف سرمایه انسانی و نهادها مانع توسعه شده است.
راعی و دهمرده (۱۴۰۰)	ایران (۱۳۵۷-۱۳۹۵)	خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL)	شاخص آموزش و توسعه منابع انسانی، بیشترین اثر مثبت را بر صادرات غیرنفتی ایران دارد.
یاراحمدی و همکاران (۱۴۰۰)	ایران (۱۳۶۳-۱۳۹۷)	حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS) ^۲	هزینه‌های ورود به بازار، اثر منفی و معناداری بر تنوع صادراتی دارد.
خوش طینت و همکاران (۱۳۹۹)	کشورهای عضو اوپک (۲۰۰۷-۲۰۱۷)	گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) ^۳	ابعاد مختلف توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) اثر مثبت و معناداری بر سهم صادرات غیرنفتی دارند.
نعمت‌الهی و گرشاسبی (۱۳۹۳)	ایران (۱۳۸۳-۱۳۹۱)	تحلیل توصیفی/آماری	باوجود بهبود تنوع صادرات غیرنفتی در برخی دوره‌ها، تمرکز کالایی همچنان در گروه‌های محدودی باقی مانده است.
معمارنژاد و همکاران (۱۳۸۸)	ایران (۱۳۵۸-۱۳۸۵)	تحلیل آماری	تنوع صادرات اثر مثبتی بر رشد اقتصادی دارد.
ووگل (۲۰۲۵) ^۴	کشورهای آفریقایی (۱۹۹۵-۲۰۱۸)	میانگین گیری مدل بیزین (BMA) ^۵	سرمایه انسانی (آموزش) بر تنوع صادرات اثر مثبت دارد، اما اثر آن متفاوت است: باعث گسترش تنوع (حاشیه گسترده) ولی گاهی باعث تمرکز در کالاهای موجود (حاشیه فشرده) می‌شود.
کیهال (۲۰۲۵) ^۶	کشورهای منا (۲۰۰۹-۲۰۲۲)	حداقل مربعات تعمیم یافته (GLS)	دیجیتالی سازی اثر مثبت و معنادار بر تنوع صادرات غیرنفتی دارد، درحالی که کارآفرینی و درآمدهای نفتی تأثیر منفی دارند.
دووان و همکاران (۲۰۲۵) ^۷	۱۰۶ کشور (۲۰۰۵-۲۰۱۸)	گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)	رانت منابع طبیعی، مشارکت در زنجیره ارزش جهانی را مهار می‌کند. تنوع تجاری این اثر منفی را تعدیل (کاهش) می‌دهد.
سلطاننوا و ناصر (۲۰۲۴)	۱۱۰ کشور در حال توسعه (۲۰۰۰-۲۰۱۹)	گشتاورهای تعمیم یافته (GMM)	توسعه ICT تمرکز صادرات را کاهش می‌دهد (تنوع را افزایش می‌دهد) و این اثر در حضور سرمایه انسانی قوی‌تر است (نقش مکمل).

1. Autoregressive Distributed Lag
2. Generalized Least Squares
3. Generalized Method of Moments
4. Vogel (2025)
5. Bayesian Model Averaging
6. Kihal (2025)
7. Duan et al. (2025)

شوک‌های صادرات غیرنفتی اثر مثبت و نامتقارن بر ارزش افزوده بخش تولید دارند.	خودرگرسیون غیرخطی با وقفه‌های توزیعی (NARDL) ^۲	نیجریه و آفریقای جنوبی (۲۰۲۲-۱۹۸۱)	اوبیوسا و همکاران (۲۰۲۴) ^۱
هم کیفیت (سرعت) و هم کمیت (نفوذ) فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در بلندمدت اثر مثبت و معناداری بر پیچیدگی اقتصادی و تنوع صادراتی دارند.	حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده (FMOLS) ^۳ ، حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) ^۵	۱۱۲ کشور (۲۰۱۷-۱۹۸۶)	اومبه و همکاران (۲۰۲۳) ^۲
زیرساخت‌های سخت (فیزیکی و فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)) به‌عنوان بخشی از تسهیل تجارت، اثر مثبت و معناداری بر تنوع‌بخشی صادراتی دارند.	گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) ^۷	۲۹ کشور آفریقایی (۲۰۱۷-۲۰۰۴)	تاکپارا و همکاران (۲۰۲۲) ^۶
توسعه دیجیتال اثر مثبت و معناداری بر پیچیدگی صادرات دارد و منجر به صادرات کالاها پیشرفته‌تر می‌شود.	گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)	۶۱ کشور (۲۰۱۷-۱۹۹۵)	آتاسوی (۲۰۲۱) ^۸
ارزش افزوده بخش صنعت اثر مثبت و معناداری بر عملکرد صادراتی دارد.	خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) ^{۱۰}	۱۰ اقتصاد نوظهور (۲۰۱۹-۱۹۸۰)	سنگاران و همکاران (۲۰۲۱) ^۹
افزایش دسترسی به اینترنت اثر مثبت و معناداری بر تنوع صادرات خدمات دارد و این اثر در کشورهای کمتر توسعه‌یافته قوی‌تر است.	گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)، حداقل مربعات دومرحله‌ای (2SLS) ^{۱۲}	۱۳۱ کشور (۲۰۱۴-۱۹۹۵)	گنانگنون (۲۰۲۰) ^{۱۱}
توسعه اینترنت از طریق تسهیل جریان اطلاعات، اثر مثبت و معناداری بر پیچیدگی صادرات و تولید کالاها پیشرفته‌تر دارد.	اثرات ثابت ^{۱۴} (FE)، حداقل مربعات دو مرحله‌ای (2SLS)	۱۰۰ کشور (۲۰۱۵-۲۰۰۴)	لاپاتیناس (۲۰۱۹) ^{۱۳}
تعداد اشتراک‌های داده به‌ازای هر نفر (کمیت) و سرعت پهنای باند به‌ازای هر اشتراک (کیفیت) اثر مثبت و معناداری بر حجم صادرات کالاها دارند.	مدل جاذبه ^{۱۶}	۱۲۲ کشور (۲۰۰۸-۱۹۹۵)	آبیلیانسکی و هیلبرت (۲۰۱۷) ^{۱۵}
نرخ ثبت‌نام در مقطع ابتدایی موجب افزایش تنوع صادرات می‌شود؛ در مقابل، سهم منابع طبیعی در تولید ناخالص داخلی سطح تنوع صادرات را کاهش می‌دهد.	میانگین‌گیری مدل بیزین (BMA) ^{۱۸}	۱۰۵ کشور (۲۰۰۱-۲۰۱۰)	جتر و رامیرز حسن (۲۰۱۵) ^{۱۲}

منبع: یافته‌های پژوهش

1. Obhiosa et al. (2024)
2. Nonlinear Autoregressive Distributed Lag Model
3. Oumbé et al. (2023)
4. Fully Modified Ordinary Least Squares
5. Dynamic Ordinary Least Squares
6. Takpara et al. (2022)
7. Generalized Method of Moments
8. Atasoy (2021)
9. Sankaran et al. (2021)
10. Autoregressive Distributed Lag
11. Gnangnon (2020)
12. Two-Stage Least Squares
13. Lapatinas (2019)
14. Fixed Effects
15. Abeliantsky & Hilbert (2017)
16. Gravity Model
17. Jetter & Ramírez Hassan (2015)
18. Bayesian Model Averaging

۲-۳. نوآوری پژوهش

این پژوهش از سه جهت نوآورانه است: نخست، به جای تمرکز بر عملکرد صادراتی، ساختار صادراتی ایران را با شاخص تمرکز تحلیل می‌کند؛ دوم، شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات را به صورت ترکیبی و با روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی می‌سازد و برای حذف هم‌خطی میان فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و سرمایه انسانی از روش فریش - وا - لاول استفاده می‌کند؛ سوم، با برآورد روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) در یک دوره بلندمدت، نشان می‌دهد که فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) و سرمایه انسانی هر دو به کاهش تمرکز صادراتی کمک می‌کنند، در حالی که رانت منابع طبیعی آن را افزایش می‌دهد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات در ایران، در طول دوره زمانی ۱۹۹۵-۲۰۲۳، بر اساس داده‌های شاخص توسعه جهانی بانک جهانی و با استفاده از نرم‌افزار ایویوز صورت گرفته است. انتخاب این بازه زمانی بر چند مبنای انجام شده است. نخست، از اواسط دهه ۱۳۷۰ زیرساخت‌های دیجیتال در ایران به صورت تدریجی گسترش یافته و دسترسی به اینترنت، تلفن همراه و پهنای باند ثابت به مرور افزایش یافته است؛ از این رو انتخاب این دوره امکان بررسی تأثیر تحول دیجیتال بر ساختار صادرات کشور را فراهم می‌سازد. دوم، این بازه زمانی از نظر در دسترس بودن داده‌های آماری، دوره‌ای است که اطلاعات مربوط به شاخص‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، تمرکز صادرات، آموزش و متغیرهای کنترلی در آن به صورت پیوسته و قابل اتکا وجود دارد. با الهام از چارچوب نظری مطالعات تجربی اخیر، به‌ویژه سلطانووا و ناصر (۲۰۲۴)، مدل پژوهش به شرح رابطه (۱) است.

$$CONC_t = \alpha_0 + \alpha_1 PCA_{ICT_t} + \alpha_2 EDU_{RESID_t} + \alpha_3 MVA_t + \alpha_4 LTRADE_t + \alpha_5 LTNRR_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

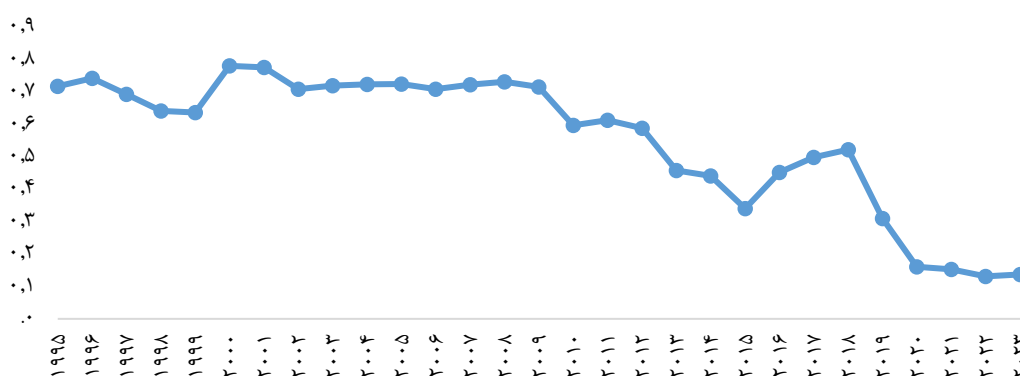
$CONC_t$ متغیر وابسته و بیانگر شاخص تمرکز صادرات در سال t است که با استفاده از شاخص هرفیندال - هیرشمن محاسبه می‌شود و نشان‌دهنده وابستگی صادراتی ایران به تعداد محدودی از کالاها، به‌ویژه نفت، است. کاهش این شاخص بیانگر تنوع بخشی بیشتر در صادرات است. این شاخص با استفاده از فرمول (۲) استخراج می‌گردد.

$$HHI_j = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n \left(\frac{x_{ij}}{x_j}\right)^2} - \sqrt{1/n}}{1 - \sqrt{1/n}} \quad (2)$$

که در آن، HHI_j نشان‌دهنده شاخص تمرکز صادراتی کشور j ، x_{ij} ارزش صادرات محصول i توسط کشور j ، x_j ارزش کل صادرات کشور j و n تعداد محصولات صادراتی در سطح سه رقمی طبقه‌بندی^۱ است. دامنه این شاخص بین ۰ تا ۱ است؛ مقادیر نزدیک به صفر بیانگر تنوع بالای صادراتی و توزیع یکنواخت صادرات میان محصولات مختلف بوده و مقادیر نزدیک به یک نشان‌دهنده تمرکز بالای صادراتی و وابستگی به تعداد محدودی از محصولات است (UNCTAD, 2019).

۱. طبقه‌بندی استاندارد تجارت بین‌الملل (SITC) ویرایش ۳، در سطح سه رقمی شامل ۲۵۹ گروه کالایی است که آنکتاد از آن به عنوان مبنای محاسبه تعداد محصولات (n) در شاخص‌های تمرکز و تنوع استفاده می‌کند.

بررسی روند شاخص تمرکز صادراتی ایران طی دوره ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۳، نشان می‌دهد این شاخص در بلندمدت دارای روندی نزولی بوده است، هرچند این روند یکنواخت نبوده و در برخی مقاطع با نوسانات قابل توجهی همراه بوده است. به‌ویژه در دوره‌های مواجهه با شوک‌های خارجی نظیر نوسانات شدید قیمت نفت و تشدید محدودیت‌های تجاری، شاخص تمرکز گاه با افزایش‌های مقطعی مواجه شده که بیانگر بازگشت موقت به وابستگی صادراتی به اقلام محدود (عمدتاً نفت خام) است. با این حال، در سال‌های پایانی دوره مورد بررسی و هم‌زمان با اعمال تحریم‌های حداکثری، شاخص به پایین‌ترین سطح خود کاهش یافت. این الگو نشان می‌دهد که اگرچه فرایند تنوع‌بخشی صادراتی در ایران عمدتاً به‌صورت اجباری و ناشی از تضعیف صادرات نفت پیش رفته، اما ساختار صادرات از تمرکز بسیار بالا به وضعیت نسبتاً متنوع‌تری حرکت کرده است؛ هرچند این تنوع هنوز شکننده و وابسته به شرایط اقتصاد کلان و تحریم‌هاست. روند شاخص تمرکز صادرات در شکل (۱) ارائه شده است.



شکل ۱: شاخص تمرکز صادرات (۱۹۹۵-۲۰۲۳)

منبع: آنکتاد

در تبیین دقیق‌تر این روند می‌توان سه دوره متمایز را تشخیص داد. نخست، دوره تمرکز بسیار بالا (۲۰۰۹-۱۹۹۵) که میانگین شاخص حدود ۰/۷۱ بود و نفت خام بیش از ۷۰ تا ۸۰ درصد صادرات را تشکیل می‌داد و اقتصاد را در برابر شوک‌هایی مانند بحران قیمت نفت در سال ۱۹۹۸ آسیب‌پذیر می‌کرد. دوم، دوره کاهش تدریجی (۲۰۱۸-۲۰۱۰) که شاخص از ۰/۷۱۵ به ۰/۵۲۲ کاهش یافت؛ علت اصلی این کاهش تشدید تحریم‌های بین‌المللی (به‌ویژه قطعنامه ۱۹۲۹ شورای امنیت و تحریم‌های نفتی اتحادیه اروپا و آمریکا) و تلاش برای گسترش صادرات غیرنفتی مانند پتروشیمی، فولاد و مواد شیمیایی بود، هرچند نفت همچنان نقش غالب را حفظ کرد. سوم، دوره تنوع‌بخشی اجباری (۲۰۲۳-۲۰۱۹) که شاخص به محدوده ۰/۱۸ تا ۰/۲۲ سقوط کرد. این افت شدید عمدتاً ناشی از کاهش صادرات نفت به دنبال خروج آمریکا از برجام در ۲۰۱۸ و اعمال تحریم‌های حداکثری بود. در نتیجه، سهم نفت از کل صادرات کاهش پیدا کرد و صادرات غیرنفتی شامل پتروشیمی، میعانات گازی، فلزات، محصولات کشاورزی و سیمان جایگزین آن شدند. تأکید بر این نکته ضروری است که این تنوع‌بخشی عمدتاً اجباری و ناشی از توقف صادرات نفت بوده، نه حاصل یک تحول ساختاری پایدار؛ بنابراین، در صورت لغو تحریم‌ها، احتمال بازگشت شاخص به محدوده‌های بالاتر و افزایش مجدد تمرکز وجود دارد.

PCA_ICT_t شاخص ترکیبی فناوری اطلاعات و ارتباطات در سال t است که با استفاده از تحلیل مؤلفه‌های اصلی و بر اساس چهار متغیر تعداد کاربران اینترنت، اشتراک‌های تلفن همراه، خطوط تلفن ثابت و اشتراک‌های پهن باند ثابت ساخته شده است.

انتخاب تعداد مؤلفه‌ها بر اساس معیار کایزر^۱ (۱۹۶۰) صورت گرفته و مؤلفه اول به‌عنوان نماینده شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات در نظر گرفته شده است. این متغیرها پس از استانداردسازی، با استفاده از روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی^۲ به یک شاخص ترکیبی تبدیل شده‌اند. از نظر ریاضی، روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی به دنبال استخراج ترکیب‌های خطی از متغیرهای اولیه است که بیشترین واریانس ممکن را توضیح دهند (Jolliffe & Cadima, 2016). فرض می‌شود بردار متغیرهای استاندارد شده فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) به صورت رابطه (۳) تعریف شود.

$$Z_t = (Z_{1t}, Z_{2t}, Z_{3t}, Z_{4t})' \quad (3)$$

که در آن هر Z_i بیانگر متغیر استاندارد شده‌ای از زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات است. در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی، مؤلفه اول به صورت یک ترکیب خطی از این متغیرها طبق رابطه (۴) تعریف می‌شود.

$$PC1_t = w_1 Z_{1t} + w_2 Z_{2t} + w_3 Z_{3t} + w_4 Z_{4t} \quad (4)$$

که در آن ضرایب w_i عناصر بردار ویژه متناظر با بزرگ‌ترین مقدار ویژه ماتریس همبستگی متغیرها هستند. این ضرایب به‌گونه‌ای تعیین می‌شوند که واریانس مؤلفه اول بیشینه شود:

$$\max Var(PC1_t) \text{ s.t. } \sum_{i=1}^4 w_i^2 = 1 \quad (5)$$

به بیان دیگر، مؤلفه اول جهتی در فضای داده‌هاست که بیشترین پراکندگی اطلاعات را در خود خلاصه می‌کند. بر اساس نتایج که در جدول (۲) نشان داده شده است، مؤلفه اول دارای مقدار ویژه ۳/۴۷ بوده و ۸۶/۷۶ درصد از واریانس کل متغیرها را توضیح می‌دهد که بیانگر وجود یک عامل مشترک غالب میان ابعاد مختلف زیرساخت دیجیتال است. از این رو، مؤلفه اول به‌عنوان شاخص نهایی توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در مدل وارد شد. امتیازات حاصل نیز با استفاده از مقیاس گذاری کمینه - بیشینه به بازه صفر تا یک منتقل شدند.

جدول ۲: مقادیر ویژه و سهم واریانس مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه	مقدار	سهم از واریانس (درصد)	سهم تجمعی از واریانس (درصد)
مؤلفه اول (PC1)	۳/۴۷	۸۶/۷۶	۸۶/۷۶
مؤلفه دوم (PC2)	۰/۴۶	۱۱/۵۱	۹۸/۲۷
مؤلفه سوم (PC3)	۰/۰۶	۱/۴۰	۹۹/۶۷
مؤلفه چهارم (PC4)	۰/۰۱	۰/۳۳	۱۰۰

منبع: محاسبات پژوهش.

1. Kaiser (1960)

2. Principal Component Analysis - PCA

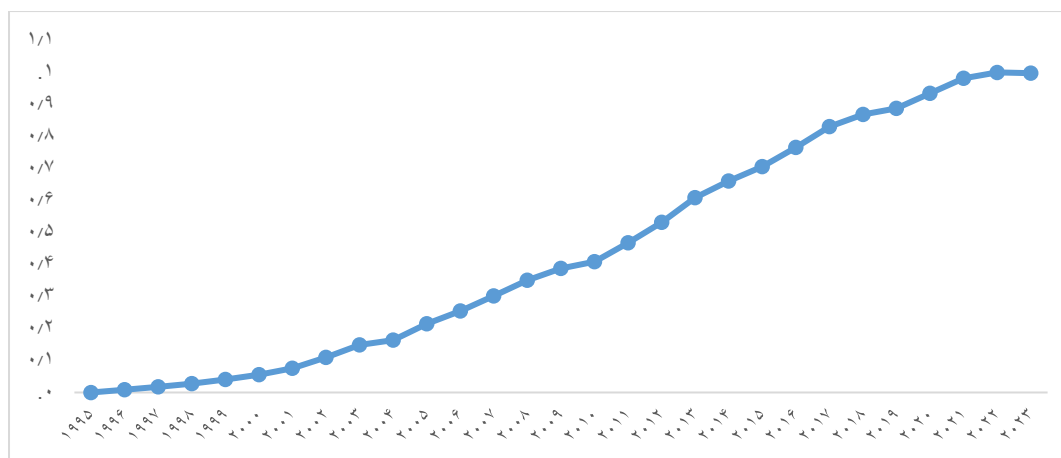
بررسی بارهای عاملی در مؤلفه اول، نشان داد که تمامی متغیرهای فناوری اطلاعات و ارتباطات شامل اینترنت، تلفن همراه، تلفن ثابت و پهنای باند ثابت، دارای وزن‌های مثبت و نسبتاً برابری هستند. این نتیجه مبین آن است که هیچ‌یک از متغیرهای اولیه در ساختار مؤلفه نهایی بر دیگری برتری نداشته و مؤلفه حاصل به‌درستی نمایانگر وضعیت کلی توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات است. از این‌رو، بهره‌گیری از مؤلفه اول جهت ساخت شاخص ترکیبی فناوری اطلاعات و ارتباطات، هم از منظر تئوریک و هم از منظر تجربی، از روایی لازم برخوردار است. در مرحله بعد، بر اساس امتیازات حاصل از مؤلفه اول، شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات با استفاده از روش مقیاس‌گذاری کمینه - بیشینه به بازه استاندارد ۰ تا ۱ منتقل شد. در این چارچوب مرجع، امتیازات بالاتر نشان‌دهنده دسترسی بیشتر به فناوری اطلاعات و ارتباطات بوده و امتیازات پایین‌تر بیانگر وضعیت معکوس است. نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۳)، ارائه شده‌اند.

جدول ۳: بردارهای ویژه

متغیر	مؤلفه اول (PC 1)	مؤلفه دوم (PC 2)	مؤلفه سوم (PC 3)	مؤلفه چهارم (PC 4)
پهنای باند ثابت	۰/۵۱۶	- ۰/۳۴۳	۰/۵۲۴	-۰/۵۸۲
تلفن ثابت	۰/۴۲۹	۰/۸۸۰	۰/۱۹۵	۰/۰۳۷
اینترنت	۰/۵۲۱	- ۰/۳۱۹	۰/۱۴۲	۰/۷۷۸
تلفن همراه	۰/۵۲۵	- ۰/۰۶۵	- ۰/۸۱۶	- ۰/۲۳۰

منبع: محاسبات پژوهش.

مطابق با شکل (۲)، این متغیر طی دوره مورد مطالعه رشد قابل توجهی را تجربه کرده و بیانگر گسترش زیرساخت‌های دیجیتال در اقتصاد ایران است. در سال‌های اولیه، این شاخص در سطوح پایین و نزدیک به صفر قرار داشت که گویای دسترسی محدود و وضعیت ابتدایی زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات در آن دوره است. متعاقباً، شاخص مذکور نرخ رشد فزاینده‌ای را تجربه کرد که نشان‌دهنده رشد پایدار و گسترش شتابان زیرساخت‌های ارتباطی کشور است.



شکل ۲: شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات (۱۹۹۵-۲۰۲۳)

منبع: محاسبات پژوهش

EDU_t شاخص آموزش در سال t است که به‌عنوان یکی از ارکان سه‌گانه شاخص توسعه انسانی^۱، بازتاب‌دهنده ظرفیت‌های سرمایه انسانی و پتانسیل دانشی یک کشور و ترکیبی از میانگین سال‌های تحصیل و سال‌های مورد انتظار تحصیل است. در این پژوهش از این شاخص به‌عنوان نماینده سرمایه انسانی استفاده شده است. شایان ذکر است که در فرایند برآورد مدل، به‌منظور رفع مشکل همبستگی میان سطح سرمایه انسانی و زیرساخت‌های فناوری اطلاعات (که در ادامه توضیح داده خواهد شد)، از باقیمانده‌های متغیر آموزش (EDU_RESID_t) استفاده شده است. این اقدام باعث می‌شود تا اثر آموزش، بدون تداخل با متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات، بر تنوع‌بخشی صادراتی سنجیده شود.

جدول ۴: خلاصه تعریف متغیرها و منابع گردآوری داده

منبع داده	تعریف و توضیحات	نماد	متغیر
UNCTAD	شاخص هرفیندال-هیرشمن برای اندازه‌گیری میزان تمرکز صادرات؛ مقادیر بالاتر نشان‌دهنده وابستگی بیشتر به چند کالای محدود (به‌ویژه نفت) است.	CONC	شاخص تمرکز صادرات
World Development Indicators	شاخص ترکیبی حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی بر پایه چهار متغیر: کاربران اینترنت، اشتراک تلفن همراه، اشتراک تلفن ثابت و اشتراک پهنای باند ثابت. بیانگر سطح توسعه ICT در کشور است.	PCA ICT	شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات
	پهنای باند ثابت (به ازای هر ۱۰۰ نفر)		
	تلفن ثابت (به ازای هر ۱۰۰ نفر)		
	اینترنت (درصد جمعیت)		
World Development Indicators	دسترسی به موبایل (به ازای هر ۱۰۰ نفر)		
World Development Indicators	سهم ارزش افزوده بخش صنعت از تولید ناخالص داخلی (درصد). افزایش این شاخص بیانگر گسترش ظرفیت صنعتی و صادراتی کشور است.	MVA	ارزش افزوده بخش صنعت
Global Data Lab	شاخص آموزش برگرفته از گزارش توسعه انسانی که شامل دو مؤلفه است: ۱- میانگین سال‌های تحصیل ۲- سال‌های موردانتظار تحصیل	EDU	شاخص آموزش
محاسبات پژوهش	باقی‌مانده شاخص آموزش پس از کنترل اثر شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات	EDU_RESID	جزء مستقل آموزش نسبت به ICT
World Development Indicators	لگاریتم مجموع صادرات و واردات کالا و خدمات به‌عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی. شاخصی از لگاریتم بازبودن تجاری اقتصاد.	LTRADE	حجم تجارت
World Development Indicators	سهم درآمد حاصل از منابع طبیعی (نفت، گاز، معادن و...) از تولید ناخالص داخلی؛ افزایش آن معمولاً با تمرکز بیشتر صادرات و اثر «نفرین منابع» همراه است.	LTNRR	رانت منابع طبیعی

۱. شاخص توسعه انسانی (Human Development Index) یک معیار ترکیبی است که توسط برنامه توسعه ملل متحد (UNDP) معرفی شده و بر سه رکن اصلی استوار است: ۱- سلامت (اندازه‌گیری شده با شاخص امید به زندگی در بدو تولد)؛ ۲- آموزش (ترکیبی از میانگین سال‌های تحصیل و سال‌های مورد انتظار تحصیل)؛ و ۳- استاندارد زندگی (اندازه‌گیری شده با درآمد ناخالص ملی سرانه بر پایه برابری قدرت خرید یا PPP به دلار آمریکا). نتیجه نهایی از میانگین هندسی این سه شاخص به دست می‌آید.

متغیرهای کنترلی پژوهش شامل بازبودن تجاری^۱ ($LTRADE_t$)، ارزش افزوده بخش صنعت (MVA_t) و رانت منابع طبیعی^۲ ($LTNRR_t$)، هستند که نقش عامل تسهیل‌کننده یا بازدارنده را در فرایند تنوع‌بخشی ایفا می‌کنند. به‌منظور کاهش ناهمسانی واریانس، تعدیل چولگی توزیع متغیرها و امکان تفسیر کشش گونه ضرایب، متغیرهای بازبودن تجاری و رانت منابع طبیعی به‌صورت لگاریتم طبیعی وارد مدل شدند. تبدیل لگاریتمی علاوه بر کاهش پراکندگی داده‌ها، حساسیت مدل نسبت به مقادیر حدی را کاهش داده و روابط غیرخطی احتمالی را به شکلی خطی‌تر در چارچوب رگرسیونی قابل‌برآورد می‌سازد. در این حالت، ضرایب مربوطه بیانگر تغییرات شاخص تمرکز صادرات در برابر تغییرات نسبی این متغیرها هستند. داده‌های مربوط به شاخص تمرکز صادرات از پایگاه‌داده آنتکاد و سایر متغیرها از پایگاه‌داده بانک جهانی استخراج شده است. توضیحات مربوط به متغیرها و منابع مورد استفاده، در جدول (۴) آمده است.

۴. یافته‌های پژوهش

۴-۱. آزمون مانایی

قبل از برآورد مدل پژوهش، برای جلوگیری از رگرسیون کاذب، مانایی متغیرها با آزمون‌های آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته^۳ و فیلیپس - پرون^۴ بررسی شد. در موارد تعارض میان نتایج ADF و PP، از آزمون مکمل کیویاتوفسکی - فیلیپس - اشمیت - شین^۵ استفاده گردید تا با اتکا به فروض صفر متفاوت آزمون‌ها، تصمیم دقیق‌تری درباره مرتبه انباشتگی اتخاذ شود. بر اساس نتایج که در جدول (۵) نشان داده شده‌اند، اکثر متغیرها از مرتبه $I(1)$ هستند و لگاریتم بازبودن تجاری ($LTRADE$) به‌صورت $I(0)$ تشخیص داده شد. همچنین در مورد PCA ICT، آزمون‌های ADF و PP نامانایی تا مرتبه دوم را نشان دادند ($I(2)$)، درحالی‌که KPSS آن را $I(1)$ تشخیص داد. با توجه به نتایج آزمون KPSS و تأیید هم‌انباشتگی در آزمون انگل - گرانجر، متغیر PCA ICT در مرتبه $I(1)$ در نظر گرفته شد.

۴-۲. شاخص تورم واریانس

برای ارزیابی هم‌خطی، از شاخص عامل تورم واریانس^۶ استفاده شد. نتایج اولیه نشان داد دو متغیر شاخص آموزش و شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات دارای هم‌خطی قابل توجه (بالاتر از آستانه متعارف) هستند؛ نتایج در جدول (۷) ارائه شده‌اند. امری که از نظر نظری نیز محتمل است، زیرا آموزش و توسعه زیرساخت‌های دیجیتال معمولاً هم‌زمان و هم حرکت‌اند و بخشی از اطلاعاتشان همپوشانی دارد. هم‌خطی شدید، واریانس ضرایب را افزایش می‌دهد و می‌تواند باعث کاهش دقت برآوردها شود؛ به‌طوری‌که اثر واقعی برخی متغیرها در آزمون‌های آماری به‌صورت معنادار ظاهر نشود.

1. Trade openness
2. Natural resource rent
3. Augmented Dickey-Fuller (ADF)
4. Phillips-Perron (PP)
5. Kwiatkowski - Phillips - Schmidt - Shin (KPSS)
6. Variance Inflation Factor

جدول ۵: نتایج آزمون مانایی^۱

نتیجه نهایی	آزمون KPSS ^۲		آزمون PP (سطح/تفاضل)		آزمون ADF (سطح/تفاضل)		متغیر
	نتیجه	آماره آزمون	نتیجه	آماره آزمون	نتیجه	آماره آزمون	
I(1)	I(1)	۰/۳۵۴	I(1)	*** -۴/۹۵	I(1)	*** -۴/۵۶	CONC
I(1)	I(1)	۰/۱۰۸	I(1)	** -۳/۷۰	I(1)	** -۳/۸۷	MVA
I(1)	I(0)	۰/۱۰۲	I(1)	*** -۱۰/۲۴	I(1)	*** -۵/۶۸	LTNRR
I(0)	I(0)	۰/۲۷۰	I(1)	*** -۴/۵۷	I(0)	*** -۵/۶۴	LTRADE
I(1)	I(0)	۰/۱۲۳	I(1)	** -۴/۱۵	I(1)	** -۴/۱۶	EDU_RESID
I(1)	I(1)	۰/۳۳۳	I(2)	*** -۵/۷۳	I(2)	*** -۵/۵۹	PCA ICT

*** و ** به ترتیب به معنای معناداری در سطح ۱ و ۵ درصد است.

منبع: محاسبات پژوهش

جدول ۶: نتایج ارزیابی اولیه آزمون ضریب تورم واریانس

عامل تورم واریانس متمرکز	ضریب واریانس	متغیر
۱۱/۵۵	۰/۳۱۱	سرمایه انسانی (EDU)
۱۱/۲۰	۰/۰۱۱	شاخص فناوری اطلاعات (PCA ICT)
۴/۶۷	۰/۰۲۳	باز بودن تجاری (LTRADE)
۲/۰۶	۰/۰۰۰	ارزش افزوده بخش صنعت (MVA)
۳/۶۰	۰/۰۰۶	لگاریتم رانت منابع طبیعی (LTNRR)
-	۰/۲۱۹	عرض از مبدأ (C)

منبع: محاسبات پژوهش

در این بخش برای رفع هم‌خطی^۳، از روش پسماندسازی مبتنی بر قضیه فریش - وا - لاول^۴ استفاده شد. بر اساس این قضیه، ضریب یک متغیر در رگرسیون چندمتغیره معادل ضریب حاصل از رگرسیون باقیمانده آن متغیر بر سایر متغیرهای توضیحی است (Davidson & MacKinnon, 1993). از آنجاکه شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات متغیر محوری پژوهش است، این متغیر در مدل حفظ شد و متغیر آموزش بر متغیر شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات (به همراه عرض از مبدأ) رگرس گردید. باقی‌مانده این رگرسیون به‌عنوان جزء مستقل آموزش

۱. در آزمون‌های ADF و PP، فرضیه صفر وجود ریشه واحد است (رد فرضیه صفر نشانه مانایی است). در آزمون KPSS، فرضیه صفر مانایی است (عدم رد فرضیه صفر نشانه مانایی است).

۲. مقادیر بحرانی آزمون KPSS در سطوح معناداری ۱ درصد، ۵ درصد و ۱۰ درصد به‌ترتیب برابر با ۰/۷۳۹، ۰/۴۶۳ و ۰/۳۴۷ است. در این آزمون، کوچک‌تر بودن آماره آزمون نسبت به مقدار بحرانی، بیانگر عدم رد فرض صفر و در نتیجه مانایی متغیر می‌باشد.

3. Collinearity

4. Frisch & Waugh, 1933; Lovell, 1963

نسبت به شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات (EDU_RESID) وارد مدل نهایی شد. این رویکرد با حذف بخش مشترک بین آموزش و فناوری اطلاعات و ارتباطات، امکان شناسایی اثر مستقل سرمایه انسانی از همپوشانی با متغیر فناوری اطلاعات و ارتباطات را فراهم می‌کند. در نتیجه، این متغیر بیانگر جزئی از آموزش است که توسط فناوری اطلاعات و ارتباطات توضیح داده نمی‌شود. پس از این جایگزینی، همان‌طور که از نتایج جدول (۷) مشخص است، مقادیر شاخص عامل تورم واریانس^۱ کاهش یافته و شواهدی از هم‌خطی شدید در تصریح نهایی مشاهده نشد.

جدول ۷: نتایج آزمون VIF پس از رفع هم‌خطی به کمک قضیه FWL

متغیر	ضریب تورم واریانس
سرمایه انسانی (EDU_RESID)	۱
باز بودن تجاری (LTRADE)	۴/۰۸
لگاریتم رانت منابع طبیعی (LTNRR)	۳/۴۲
شاخص فناوری (PCA ICT)	۱/۸۵
ارزش افزوده صنعت (MVA)	۱/۸۰

منبع: محاسبات پژوهش

۴-۳. آزمون هم‌انباشتگی انگل - گرانجر

پس از تعیین مرتبه انباشتگی و بررسی هم‌خطی، وجود رابطه بلندمدت از طریق آزمون انگل - گرانجر^۲ بررسی شد. یافته‌های آزمون دیکی - فولر تعمیم یافته (ADF) بر روی باقیمانده‌ها نشان داد که مقدار آماره آزمون برای باقیمانده‌ها برابر با ۴/۲۷ - بوده که کمتر از مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد (۱/۹۵-) است. همچنین مقدار احتمال آن نیز ۰/۰۰۰۱ گزارش شده است؛ بنابراین، فرض صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در باقیمانده‌ها رد شده و نتیجه‌گیری می‌شود که باقیمانده‌ها ایستا هستند. با توجه به ایستایی باقیمانده‌ها، می‌توان نتیجه گرفت که بین متغیرهای مدل پژوهش، رابطه‌ای هم‌انباشتگی و بلندمدت برقرار است. نتایج آزمون هم‌انباشتگی در جدول (۸) قابل مشاهده است.

جدول ۸: نتایج آزمون انگل - گرانجر

شاخص آماری	مقدار آماره	مقدار بحرانی ۵ (درصد)	نتیجه
آماره ADF باقیمانده	-۴/۲۷	- ۱/۹۵	فرض صفر رد می‌شود (باقیمانده ماناست)
سطح معناداری	۰/۰۰۰۱	-	هم‌انباشتگی تأیید می‌شود
آماره دورین - واتسون	۱/۸۱	-	محدوده قابل قبول

منبع: محاسبات پژوهش.

1. Variance Inflation Factor
2. Engle-Granger test

۴-۴. برآورد رابطه بلندمدت با روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS)

برای برآورد ضرایب بلندمدت، از روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) استفاده شد. در این روش برای کنترل درون‌زایی کوتاه‌مدت و خودهمبستگی، یک وقفه و یک پیش‌وقفه از تفاضل متغیرهای توضیحی به مدل افزوده شد (lead=1, lag=1). با توجه به محدودیت حجم نمونه، این ساختار به صورت مقید انتخاب شد. همچنین برای محاسبه واریانس‌های مقاوم، از برآوردگر HAC به روش Newey-West با هسته Bartlett استفاده گردید. لازم به ذکر است به دلیل ساختار روش DOLS و استفاده از وقفه‌ها و پیش‌وقفه‌ها، طول سری زمانی مؤثر به حدود ۲۶ مشاهده کاهش یافته است که می‌تواند بر دقت برآورد ضرایب اثرگذار باشد. با این حال، روش DOLS به طور خاص برای نمونه‌های کوچک و در حضور هم‌انباشتگی طراحی شده و با اصلاح مشکلاتی نظیر درون‌زایی و خودهمبستگی، برآوردهای سازگار و بدون اریب ارائه می‌دهد. علاوه بر این، نتایج آزمون‌های تشخیصی نشان‌دهنده نبود مشکلات جدی در مدل و پایداری ضرایب در چارچوب نظری پژوهش است؛ از این رو، با وجود محدودیت اندازه نمونه، نتایج از اعتبار قابل‌قبولی برخوردار بوده، هرچند تفسیر آن‌ها باید با احتیاط صورت گیرد.

جدول ۹: نتایج برآورد بلندمدت با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا

نماد متغیر	نام متغیر	ضریب	آماره t	سطح معناداری
EDU_RESID	سرمایه انسانی	- ۲/۵۶	-۶/۲۵	۰/۰۰۱
PCA ICT	فناوری اطلاعات و ارتباطات	-۰/۵۵	-۱۵	۰/۰۰۰
LTRADE	لگاریتم باز بودن تجاری	-۰/۴	-۴/۳۸	۰/۰۰۷
MVA	ارزش افزوده بخش صنعت	-۰/۰۳	-۸/۴۹	۰/۰۰۰
LTNRR	لگاریتم رانت منابع طبیعی	۰/۲۹	۶/۰۸	۰/۰۰۱
C	عرض از مبدأ	۱/۸۲۴	۱۰/۱۳	۰/۰۰۰

منبع: محاسبات پژوهش.

۴-۵. تفسیر نتایج

بر اساس نتایج برآورد بلندمدت با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) در جدول (۹)، تمام متغیرهای مدل در سطح ۱ درصد معنادار تشخیص داده شده‌اند ($p\text{-value} < 0.01$). همچنین مقدار ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل شده نیز به ترتیب برابر ۰/۹۹ و ۰/۹۷ است. طبق نتایج سرمایه انسانی (آموزش) با ضریب -۲/۵۶، بزرگ‌ترین اثر را بر کاهش تمرکز صادراتی دارد. این نتیجه نشان می‌دهد بهبود سرمایه انسانی که مبتنی بر دو مؤلفه افزایش میانگین سال‌های تحصیل نیروی کار و سال‌های موردانتظار تحصیل است، به طور معناداری ساختار صادرات ایران را به سمت تنوع‌بخشی سوق می‌دهد. این یافته با مبانی نظری رشد درون‌زا، به‌ویژه دیدگاه‌های رومر و لوکاس سازگار است که سرمایه انسانی را عامل کلیدی در شکل‌گیری نوآوری، تولید کالاهای پیچیده و گسترش سبب فعالیت‌های اقتصادی می‌دانند. سازوکار اثرگذاری آموزش را می‌توان در افزایش ظرفیت

جذب فناوری، ارتقای توان کارآفرینی و بهبود کیفیت مدیریت و بازاریابی بین‌المللی در بنگاه‌های صادراتی جست‌وجو کرد. در خصوص هم‌زمانی این نتیجه با وجود بیکاری بالای فارغ‌التحصیلان در ایران، باید تأکید کرد که این دو پدیده لزوماً در تعارض با یکدیگر نیستند. برآورد انجام‌شده نشان‌دهنده اثر نهایی سرمایه انسانی بر تنوع صادراتی از مسیر بنگاه‌های فعال است، نه میزان جذب کل نیروی کار تحصیل‌کرده در اقتصاد. به عبارت دیگر، سرمایه انسانی ظرفیت بالقوه بالایی برای تنوع‌بخشی ایجاد کرده است، اما به دلیل محدودیت‌های ساختاری اقتصاد، تنها بخشی از این ظرفیت در عمل به کار گرفته می‌شود. همان بخش از نیروی کار ماهر که در بنگاه‌های فعال، به‌ویژه در حوزه صادرات غیرنفتی به کار گرفته شده‌اند، نقش تعیین‌کننده‌ای در کاهش تمرکز صادراتی ایفا کرده‌اند و ضریب برآوردشده در مدل، بازتاب‌دهنده همین اثر است.

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شاخص ترکیبی فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) نیز با مقدار ضریب ۰/۵۵- نشان می‌دهد توسعه زیرساخت‌های دیجیتال از طریق کاهش هزینه‌های اطلاعاتی و مبادلاتی، تسهیل ارتباطات تجاری و کاهش موانع ورود بنگاه‌ها به بازارهای خارجی، به گسترش خطوط کالایی صادراتی کمک می‌کند. در بستر اقتصاد ایران، گسترش نسبی زیرساخت‌های دیجیتال در سال‌های اخیر، به‌ویژه در حوزه ارتباطات و خدمات الکترونیکی، به‌طور کلی شرایط حضور بنگاه‌ها در بازارهای منطقه‌ای و توسعه صادرات غیرنفتی را تسهیل کرده است. با این حال، محدودیت‌هایی نظیر تحریم‌های فناورانه و دسترسی ناقص به پلتفرم‌های بین‌المللی، مانع از تحقق کامل ظرفیت‌های این بخش شده است؛ بنابراین، اثر منفی و معنادار فناوری اطلاعات و ارتباطات را می‌توان به‌عنوان نشانه‌ای از نقش مهم اما هنوز ناکامل این زیرساخت در فرایند تنوع‌بخشی صادراتی تفسیر کرد. نتایج نشان می‌دهد که متغیر لگاریتم درجه بازبودن تجاری با ضریب ۰/۴- همراه است که حاکی از آن است افزایش ادغام اقتصاد ایران در تجارت جهانی، از مسیر رقابت، انتقال فناوری و دسترسی به نهاده‌های متنوع‌تر، به کاهش تمرکز صادراتی منجر می‌شود. با وجود محدودیت‌های ناشی از تحریم‌های بین‌المللی، تنوع نسبی شرکای تجاری ایران به‌ویژه با کشورهایمانند چین، امارات، ترکیه و عراق در برخی دوره‌ها توانسته است بخشی از آثار منفی محدودیت‌های خارجی را جبران کرده و زمینه‌ای برای گسترش نسبی سبد صادراتی فراهم کند. با این حال، اندازه اثر این متغیر نسبت به سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات و ارتباطات کمتر است که نشان می‌دهد صرف افزایش تعاملات تجاری بدون تقویت ظرفیت‌های داخلی، برای ایجاد تحول ساختاری در صادرات کافی نیست.

افزون بر این، ارزش افزوده بخش صنعت با ضریب ۰/۰۳-، رابطه‌ای منفی با تمرکز صادرات دارد؛ هرچند اندازه اثر آن نسبت به سرمایه انسانی و شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات کوچک‌تر است. این یافته نشان می‌دهد بخش صنعت در اقتصاد ایران هنوز به سطحی از پیچیدگی و تنوع نرسیده است که بتواند نقش‌محوری در تنوع‌بخشی صادراتی ایفا کند. این وضعیت را می‌توان در چارچوب چند محدودیت ساختاری توضیح داد. نخست، غلبه صنایع با پیچیدگی پایین و منابع محور مانند تولیدات پایه پتروشیمی، فولاد خام و سیمان که سهم بالایی در صادرات صنعتی دارند و توان ایجاد تنوع محصولی محدودتری دارند. دوم، وابستگی قابل توجه بخش صنعت به نهاده‌های وارداتی که در شرایط تحریم‌های خارجی با اختلال مواجه شده و تولید را کاهش می‌دهد. سوم، نقش پررنگ بنگاه‌های دولتی و شبه‌دولتی در بخش‌های کلیدی صنعت که موجب کاهش انگیزه برای

نوآوری و تنوع بخشی می شود. این یافته همچنین، ارتباط مستقیمی با مسئله بیکاری فارغ التحصیلان دارد. در حالی که سرمایه انسانی در مدل اثر قوی و معناداری بر تنوع صادراتی دارد، بخش صنعت به دلیل ساختار فناورانه نسبتاً ساده، تقاضای محدودی برای نیروی کار ماهر ایجاد می کند. به عبارت دیگر، در اقتصاد ایران نوعی عدم تطابق میان عرضه سرمایه انسانی و تقاضای بخش صنعت برای مهارت های پیشرفته وجود دارد. این عدم توازن، یکی از دلایل اصلی کوچک بودن ضریب صنعت در مقایسه با متغیر آموزش در مدل است.

برای تبیین اثر متغیر رانت منابع طبیعی با ضریب ۰/۲۹، می توان به دو چارچوب نظری نفرین منابع و بیماری هلندی اشاره کرد. منظور از نفرین منابع، وضعیتی است که در آن وفور منابع طبیعی، به جای تقویت رشد اقتصادی و تنوع تولید، به وابستگی بیشتر به صادرات منابع و تضعیف بخش های مولد منجر می شود. در این چارچوب، درآمدهای حاصل از منابع طبیعی، انگیزه سرمایه گذاری در فعالیتهای تولیدی متنوع و دانش بنیان را کاهش داده و تمرکز صادراتی را تشدید می کند. از سوی دیگر، در سازوکار بیماری هلندی، افزایش درآمدهای ارزی ناشی از صادرات منابع طبیعی، از طریق تقویت نرخ ارز حقیقی، موجب کاهش رقابت پذیری بخش های قابل تجارت به ویژه صنعت و کشاورزی می شود. این امر باعث انتقال منابع تولیدی (سرمایه و نیروی کار) به بخش های غیرقابل تجارت شده و در نهایت به محدود شدن تنوع صادراتی می انجامد. بر این اساس، ضریب مثبت و معنادار متغیر رانت منابع طبیعی در این مطالعه نشان می دهد که افزایش وابستگی به درآمدهای منابع طبیعی در اقتصاد ایران، از طریق تضعیف بخش های مولد و کاهش انگیزه تنوع تولید، به تشدید تمرکز صادراتی منجر شده است. این نتیجه با پیش بینی های نظری دو رویکرد مذکور سازگار است.

جدول ۱۰: مقایسه یافته های پژوهش با چارچوب های نظری

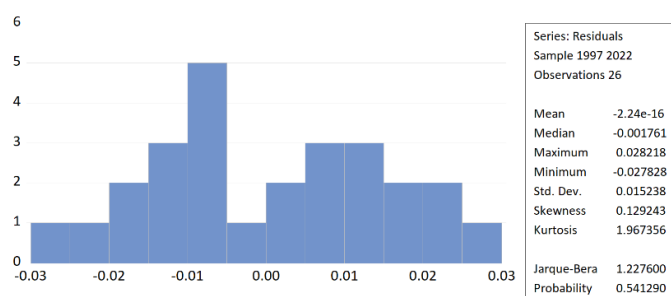
متغیر کلیدی	اثر بر تمرکز	سازوکار اقتصادی	نظریه های پشتیبان
سرمایه انسانی	منفی	افزایش سرمایه انسانی از طریق ارتقای بهره وری نیروی کار، افزایش توان یادگیری و نوآوری و امکان حرکت به سمت تولید کالاهای پیچیده تر و متنوع تر	نظریه رشد درونزا (Lucas, 1988; Romer, 1990)، نظریه پیچیدگی اقتصادی (Hidalgo & Hausmann)
فناوری اطلاعات و ارتباطات	منفی	کاهش هزینه های مبادله، دسترسی به اطلاعات بازارهای خارجی و تسهیل ورود بنگاه ها به صادرات	نظریه تجارت جدید (Krugman, 1980) - اقتصاد شبکه ای
بازبودن تجاری	منفی	افزایش رقابت پذیری، دسترسی به نهاده های متنوع و یادگیری از بازارهای خارجی که به تنوع تولید و صادرات منجر می شود	نظریه تجارت جدید
ارزش افزوده صنعت	منفی	ارتقای ظرفیت تولید صنعتی و انتقال تدریجی از صادرات خام به محصولات باارزش افزوده بالاتر، هرچند در صورت ضعف ساختاری می تواند محدود بماند	ساختارگرایی توسعه
رانت منابع طبیعی	مثبت	وابستگی اقتصاد به صادرات منابع خام، کاهش انگیزه تنوع تولید و تقویت بیماری هلندی	نفرین منابع (Sachs & Warner)، بیماری هلندی

منبع: محاسبات پژوهش.

در مجموع، یافته‌های پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تنوع‌بخشی صادراتی در ایران عمدتاً به عوامل سمت عرضه (سرمایه انسانی، فناوری اطلاعات و ارتباطات) وابسته است تا عوامل سمت تقاضا (بازبودن تجاری). در مقابل، رانت منابع طبیعی به‌عنوان یک مانع ساختاری، این مسیر را مختل می‌کند. همچنین ضعف ساختاری بخش صنعت در ایجاد تقاضا برای نیروی کار ماهر، بیکاری فارغ‌التحصیلان را در کنار اثر مثبت سرمایه انسانی بر تنوع صادراتی توجیه می‌کند و نشان می‌دهد که این دو پدیده نه تنها متناقض نیستند، بلکه دوروی یک سکه محسوب می‌شوند. در جدول (۱۰)، یافته‌های پژوهش حاضر با چارچوب‌های نظری مرتبط با موضوع مقایسه شده‌اند.

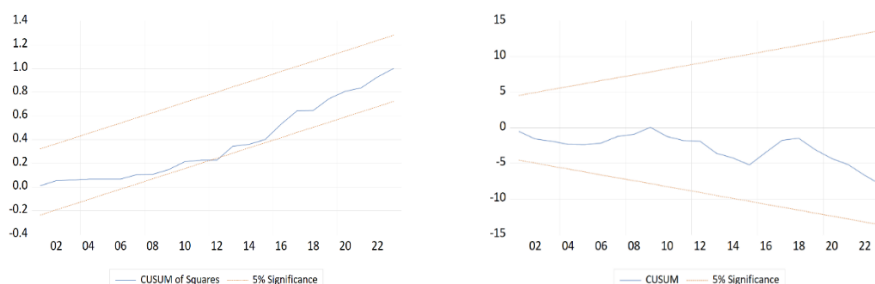
۴-۶. آزمون‌های تشخیصی

یکی از فروض اساسی در مدل‌های اقتصادسنجی، توزیع نرمال جملات اخلال است. جهت بررسی این فرض در پژوهش حاضر، از آزمون جارک - برا استفاده شد. فرض صفر (H_0) در این آزمون بیانگر توزیع نرمال پسماندهاست. باتوجه به خروجی شکل (۳)، مقدار آماره جارک - برا برابر با $1/22$ و سطح معناداری آن برابر با $0/54$ محاسبه شده است. از آنجایی که مقدار احتمال بزرگ‌تر از سطح خطای ۵ درصد است، لذا فرضیه صفر رد نشده و نرمال بودن توزیع پسماندهای مدل تأیید می‌گردد. این نتیجه نشان می‌دهد که استنتاج‌های آماری و آزمون‌های معناداری ضرایب (آزمون t) در این مدل دارای اعتبار لازم هستند.



شکل ۳: خروجی آزمون نرمال بودن پسماندهای مدل

منبع: یافته‌های پژوهش.



شکل ۴: آزمون‌های پایداری ساختاری

منبع: محاسبات پژوهش.

همچنین، مطابق با شکل (۴)، آزمون‌های پایداری ساختاری (کیوسام - کیوسام کیوا) نشان دادند، ضرایب در طول دوره مطالعه پایداری؛ هرچند در حوالی ۲۰۱۲ نوسان خفیفی مشاهده شد که با توجه به شوک‌های ارزی و تحریم‌ها قابل‌انتظار است، اما مسیر آزمون به محدوده اطمینان بازگشته و پایداری کلی مدل حفظ شده است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد در اقتصاد ایران، متغیرهای توسعه‌محور شامل سرمایه انسانی، فناوری اطلاعات و ارتباطات، بازبودن تجاری و ارزش افزوده بخش صنعت، در بلندمدت به طور معناداری با کاهش تمرکز صادراتی و در نتیجه افزایش تنوع‌بخشی صادراتی همراه هستند. در مقابل، رانت منابع طبیعی اثر معکوس داشته و به صورت معنادار تمرکز صادرات را تشدید می‌کند. این الگو بیانگر آن است که تغییر در ساختار صادراتی ایران بیش از آنکه حاصل سیاست‌های کوتاه‌مدت تجاری باشد، به انباشت تدریجی ظرفیت‌های دانشی، فناوری و نهادی وابسته است.

به بیان دقیق‌تر، سرمایه انسانی از طریق ارتقای مهارت‌ها، افزایش توان جذب فناوری و بهبود کیفیت فعالیت‌های بنگاه‌های صادراتی نقش‌محوری در گسترش سبد صادراتی دارد. فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز با کاهش هزینه‌های مبادله و تسهیل دسترسی به بازارهای خارجی، بستر لازم برای ورود بنگاه‌ها به خطوط کالایی جدید را فراهم می‌کند. همچنین بازبودن تجاری از مسیر افزایش رقابت، انتقال فناوری و دسترسی به نهاده‌های متنوع‌تر، به بهبود ساختار صادراتی کمک می‌کند. در همین حال، ارزش افزوده بخش صنعت اگرچه اثر کوچک‌تری نسبت به سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات و ارتباطات دارد، اما همچنان نقش مکملی در ارتقای ظرفیت تولیدی و تنوع صادراتی ایفا می‌کند. در نقطه مقابل، اتکای اقتصاد به رانت‌های منابع طبیعی با تقویت تمرکز صادراتی، مانع شکل‌گیری انگیزه‌های لازم برای تنوع تولید و صادرات شده و از مسیر تضعیف بخش‌های قابل تجارت، فرایند تحول ساختاری را کند می‌سازد. از منظر کلی، نتایج نشان می‌دهد تنوع‌بخشی صادراتی در ایران یک فرایند ساختاری و بلندمدت است که نیازمند هم‌افزایی بین سرمایه انسانی، زیرساخت‌های دیجیتال، ادغام تجاری و توسعه صنعتی است؛ در حالی که تداوم وابستگی به درآمدهای منابع طبیعی می‌تواند این مسیر را مختل کند و اقتصاد را در وضعیت تمرکز صادراتی تثبیت نماید.

۵-۱. مقایسه با مطالعات پیشین

یافته پژوهش حاضر مبنی بر اثر منفی و معنادار سرمایه انسانی بر تمرکز صادراتی (کاهش تمرکز/افزایش تنوع)، با نتایج مطالعات خارجی ووگل (۲۰۲۵)، سلطان‌نوا و ناصر (۲۰۲۴) و سنکاران و همکاران (۲۰۲۱) و همچنین با یافته‌های داخلی راعی و دهمرده (۱۴۰۰) همسو است. این همسویی نشان می‌دهد در بسیاری از مطالعات، سرمایه انسانی از طریق افزایش توان نوآوری و ارتقای پیچیدگی تولید، به کاهش تمرکز صادراتی منجر می‌شود. با این حال، در برخی مطالعات مانند ووگل (۲۰۲۵)، تأکید شده است که اثر سرمایه انسانی می‌تواند در شرایط خاص صنعتی

یا ساختاری، به صورت غیرخطی و حتی تمرکززا نیز ظاهر شود. تفاوت نتایج پژوهش حاضر با این دیدگاه می‌تواند ناشی از ساختار اقتصاد ایران، محدودیت‌های نهادی و نحوه تخصیص سرمایه انسانی در بخش‌های غیرمولد باشد. در مورد فناوری اطلاعات و ارتباطات، اثر منفی و معنادار این متغیر با اکثر مطالعات خارجی از جمله سطانووا و ناصر (۲۰۲۴)، آتاسوی (۲۰۲۱)، لاپاتیناس (۲۰۱۹)، اومبه و همکاران (۲۰۲۳)، تاکپارا و همکاران (۲۰۲۲)، گنانگنون (۲۰۲۰) و آبلانیسکی و هیلبرت (۲۰۱۷) و همچنین با مطالعات داخلی خوش‌طینت و همکاران (۱۳۹۹) و گلدوز و همکاران (۱۴۰۳) همسو است. این همسویی بیانگر آن است که توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق کاهش هزینه‌های مبادله و تسهیل دسترسی به بازارهای بین‌المللی، به افزایش تنوع صادراتی منجر می‌شود. باتوجه به اندازه اثر نسبتاً بزرگ این متغیر در مدل، می‌توان نتیجه گرفت که فناوری اطلاعات و ارتباطات یکی از پیشران‌های کلیدی تحول ساختاری در صادرات اقتصاد ایران است، هرچند محدودیت‌های نهادی و فناوریانه مانع از تحقق کامل این ظرفیت شده است.

یافته مربوط به بازبودن تجاری با نتایج دووان و همکاران (۲۰۲۵) و تاکپارا و همکاران (۲۰۲۲) و همچنین با مطالعه داخلی یاراحمدی و همکاران (۱۴۰۰) همسو است. با این حال، اندازه اثر متوسط این متغیر نسبت به سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات و ارتباطات نشان می‌دهد که در شرایط تحریم و نااطمینانی سیاستی، صرف افزایش تعاملات تجاری بدون تقویت ظرفیت‌های داخلی نمی‌تواند محرک اصلی تنوع‌بخشی باشد.

در خصوص ارزش افزوده بخش صنعت، هرچند جهت اثر (منفی و معنادار) با نتایج اوبیوسا و همکاران (۲۰۲۴) و سنکاران و همکاران (۲۰۲۱)، همسو است، اما اندازه اثر پایین این ضریب در مقایسه با مطالعات پیشین، مهم‌ترین تفاوت پژوهش حاضر محسوب می‌شود. درحالی‌که مطالعات یادشده نقش صنعت را کلیدی و تعیین‌کننده گزارش کرده‌اند، یافته پژوهش حاضر نشان می‌دهد که در اقتصاد ایران به دلیل غلبه صنایع ساده و منابع محور، وابستگی به نهاده‌های وارداتی و ساختار دولتی بنگاه‌های صنعتی، بخش صنعت نتوانسته است نقش محوری در تنوع‌بخشی صادراتی ایفا کند.

در نهایت، اثر مثبت و معنادار رانت منابع طبیعی (۰/۲۹) با دیدگاه سنتی نفرین منابع و نتایج مطالعات دووان و همکاران (۲۰۲۵) و کیهال (۲۰۲۵) و همچنین با یافته داخلی نعمت‌الهی و گرشاسبی (۱۳۹۳) همسو است و نشان می‌دهد وابستگی به منابع طبیعی همچنان یکی از عوامل تشدید تمرکز صادراتی در اقتصاد ایران است.

۵-۲. توصیه‌های سیاستی

بر اساس یافته‌های این پژوهش، توصیه‌های سیاستی مشخصی با تمرکز بر متغیرهای کلیدی ارائه می‌شود. نخست، باتوجه به اینکه متغیر آموزش بزرگ‌ترین اثر را در دارد، سیاست‌گذاری آموزشی باید به طور راهبردی بر تقویت مهارت‌های کاربردی و مستقیماً قابل انتقال به فعالیت‌های صادراتی متمرکز شود. این امر فراتر از آموزش‌های کلی بوده و نیازمند طراحی برنامه‌هایی برای توسعه مهارت‌های فنی - تخصصی، توانمندی‌های دیجیتال، آشنایی با استانداردهای تولید و درک عمیق از زنجیره‌های ارزش بین‌المللی است. ایجاد پیوندی مؤثر و نهادینه‌شده میان نظام آموزشی و بخش‌های صادرات‌پذیر کشور، می‌تواند این کانال اثرگذاری را به شکل معناداری تقویت کند.

دوم، اثرگذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات نیز مستلزم تمرکز سیاست‌گذار بر کاربردهای عملی آن برای کاهش هزینه‌های مبادله صادراتی است. توسعه زیرساخت‌ها زمانی به تنوع صادراتی منجر خواهد شد که به طور مشخص به دیجیتالی‌سازی فرایندهای گمرکی، تسهیل تبادل الکترونیکی اسناد تجاری و بهبود دسترسی بنگاه‌های کوچک و متوسط به اطلاعات بازارهای خارجی بینجامد. در واقع، سیاست‌ها باید از «توسعه دسترسی به فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)» به سمت «تسهیل کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در تجارت» حرکت کنند تا اثر مثبت آن محقق گردد.

در نهایت، یافته پژوهش مبنی بر اثر مثبت رانت منابع طبیعی بر تمرکز صادراتی، بر اهمیت طراحی سازوکارهای نهادی برای مهار این اثر و هدایت درآمدهای منابعی به سمت تقویت دو پیشران اصلی شناسایی‌شده در این پژوهش، یعنی سرمایه انسانی و زیرساخت‌های دیجیتال (فناوری اطلاعات و ارتباطات)، تأکید می‌کند. در غیاب چنین سازوکار هوشمندانه‌ای، تقویت درآمدهای ناشی از منابع طبیعی می‌تواند دستاوردهای توسعه‌محور در حوزه تنوع‌بخشی را تضعیف کرده و اقتصاد را در مسیر وابستگی پیشین خود تثبیت نماید.

افزون بر این، یافته‌های پژوهش هنگامی که در کنار واقعیت‌های بازار کار ایران قرار می‌گیرند، یک تناقض سیاستی مهم را آشکار می‌سازند؛ ضریب بالای متغیر آموزش در کنار ضریب پایین تر بخش صنعت، نشان‌دهنده یک ناهماهنگی ساختاری میان عرضه فراوان سرمایه انسانی و تقاضای ناکافی بخش تولیدی برای تنوع‌بخشی صادرات است. به عبارت دیگر، سیاست فعلی نتوانسته از ظرفیت بالای سرمایه انسانی تحصیل کرده کشور برای حرکت به سمت تولید محصولات پیچیده‌تر و متنوع‌تر صادراتی بهره‌برداری کند. براین اساس، پیشنهاد می‌شود یک سیاست صنعتی هوشمند مبتنی بر جذب سرمایه انسانی تدوین گردد. این سیاست باید از حمایت‌های عمومی و غیرهدفمند از بخش صنعت، به سمت ارائه مشوق‌های مالیاتی و اعتباری هدفمند به بنگاه‌هایی تغییر جهت دهد که به طور مشخص به استخدام فارغ‌التحصیلان دانشگاهی در واحدهای تحقیق و توسعه، بازاریابی بین‌الملل و کنترل کیفیت برای توسعه خطوط تولید صادراتی جدید اقدام می‌کنند. این رویکرد نه تنها به حل مشکل بیکاری دانش‌آموختگان کمک می‌کند، بلکه با تزریق دانش و مهارت‌های نوین به بدنه صنعت، ظرفیت بنگاه‌ها برای نوآوری و رقابت در بازارهای جهانی را افزایش داده و به طور مستقیم پتانسیل بالای سرمایه انسانی را به هدف تنوع‌بخشی صادرات متصل می‌سازد.

۳-۵. توصیه برای پژوهش‌های آتی

پژوهش‌های آینده می‌توانند چند مسیر را برای تعمیق این حوزه دنبال کنند. نخست، بررسی نقش کیفیت نهادی و حکمرانی اقتصادی در تعدیل اثر رانت منابع طبیعی بر تمرکز یا تنوع صادراتی می‌تواند تصویر دقیق‌تری از سازوکارهای نهادی ارائه دهد. دوم، پیشنهاد می‌شود اثر تعامل میان سرمایه انسانی و فناوری اطلاعات و ارتباطات به صورت یک متغیر تعاملی بررسی شود تا مشخص گردد آیا این دو عامل به صورت مکمل یا مستقل بر تنوع صادراتی اثر می‌گذارند.

همچنین، استفاده از شاخص‌های سطح بالاتر تنوع مانند پیچیدگی اقتصادی یا تنوع در سطح محصول می‌تواند دقت تحلیل را افزایش دهد. علاوه بر این، تفکیک اثرات بخش صنعت به زیرشاخه‌های مختلف (صنایع با فناوری بالا در مقابل صنایع منابع محور) می‌تواند به درک بهتر نقش ساختار تولید در تنوع صادرات کمک کند. در نهایت، انجام مطالعات مقایسه‌ای بین ایران و کشورهای مشابه منطقه‌ای یا کشورهای دارای ساختار صادراتی متفاوت می‌تواند به تعمیم‌پذیری نتایج و شناسایی الگوهای سیاستی مؤثرتر کمک نماید.

توضیحات تکمیلی

مشارکت نویسندگان

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، **زانبار احمدپور** در رشته اقتصاد نظری است که تحت راهنمایی دکتر **احمد محمدی** و با مشاوره دکتر **صلاح‌الدین منوچهری** در گروه علوم اقتصادی، دانشگاه کردستان انجام شده است.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضاد منافع در این پژوهش وجود ندارد.

حامی مالی

نویسندگان هیچ‌گونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

شناسه اُرکید (ORCID)

<https://orcid.org/0009-0005-2352-0396>

زانبار احمدپور



<https://orcid.org/0009-0001-7952-360X>

احمد محمدی



<https://orcid.org/0000-0001-5619-632X>

صلاح‌الدین منوچهری



منابع و مأخذ

- احمدی، کوثر و فراهتی، محبوبه (۱۴۰۲). متنوع‌سازی صادرات و نابرابری درآمد در ایران. *بررسی‌های بازرگانی*، ۲۱(۱۲۲)، ۱۰۴-۸۹. <https://www.doi.org/10.22034/bs.2023.1995925.2755>
- خوش‌طینت، بهناز، شاه‌آبادی، ابوالفضل، شهی دزفولیان، پریسا و مرادی، علی (۱۳۹۹). تأثیر شاخص‌های توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر سهم بازار کشورهای عضو اوپک از صادرات غیرنفتی جهان. *پژوهش‌نامه بازرگانی*، ۲۴(۹۶)، ۱۱۹-۱۴۶. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17350794.1399.24.96.5.8>
- راعی، سیده سمانه و دهمرده قلعه‌نو، نظر (۱۴۰۰). تأثیر اقتصاددانش بنیان بر صادرات غیرنفتی ایران. *فصلنامه اقتصاد مقداری*، ۱۸(۲)، ۴۳-۵۵. <https://doi.org/10.22055/jqe.2020.26777.1922>
- گلدوز، اشکان، ذاکری، امیر و خانی‌زاد، رحیم (۱۴۰۳). بررسی اثرات الکترونیکی شدن بر عملکرد صادراتی شرکت‌های کوچک و متوسط. *فصلنامه مدیریت راهبردی*، ۱۵(۵۹)، ۱۱۱-۱۲۸. <https://www.doi.org/10.22034/smsj.2023.390486.1819>
- متش باراحمدی، محمد، رفعت، منیره و طیبی، سید کمیل (۱۴۰۰). تحلیل عوامل مؤثر بر تنوع‌پذیری صادرات ایران: با تأکید بر اثر هزینه‌های ورود به بازارهای داخلی و خارجی. *نشریه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۶(۸۹)، ۱۳۱-۱۵۴. <https://doi.org/10.22054/ijer.2021.45275.781>

- محمدی، مهدیه و صادقی، سید کمال. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر فراوانی منابع طبیعی بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب در حال توسعه با در نظر گرفتن نقش کیفیت نهادی و سرمایه انسانی. *نشریه سیاست‌ها و تحقیقات اقتصادی*، (۱)، ۱۷۳-۱۹۴. <https://doi.org/10.34785/J025.2022.006>
- معمارزاده، عباس، امام وردی، قدرت‌الله و شایسته، افسانه (۱۳۸۷). بررسی اثر تنوع صادراتی بر رشد اقتصادی ایران در سال‌های پس از انقلاب اسلامی (سال‌های ۱۳۵۸-۱۳۸۵). *نشریه اقتصاد مالی*، (۳)، ۳۷-۵۴. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.25383833.1387.2.3.3.1>
- نعمت‌اللهی، سمیه و گرشاسی، علیرضا (۱۳۹۳). بررسی تغییرات تنوع‌پذیری صادرات غیرنفتی در شرایط تحریم‌های بین‌المللی با تأکید بر دوره زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۳. *نشریه پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، (۱۴)، ۷۵-۹۲. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22285954.1393.4.14.5.0>

References

- Abeliansky, A. L., & Hilbert, M. (2017). Digital technology and international trade: Is it the quantity of subscriptions or the quality of data speed that matters?. *Telecommunications Policy*, 41(1), 35-48. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2016.11.001>
- Ahmadi, K., & Farahati, M. (2023). Export Diversification and Income Inequality in Iran. *Commercial Surveys*, 21(122), 89-104. <https://www.doi.org/10.22034/bs.2023.1995925.2755> [In Persian]
- Atasoy, B. S. (2021). The determinants of export sophistication: Does digitalization matter?. *Int J Fin Econ*, 26, 5135-5159. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2058>
- Cadot, O., Carrère, C., & Strauss-Kahn, V. (2011). Export diversification: what's behind the hump?. *Review of Economics and Statistics*, 93(2), 590-605. <https://doi.org/10.1596/5484>
- Clarke, G. R. G., & Wallsten, S. J. (2006). Has the Internet Increased Trade? Developed and Developing Country Evidence. *Economic Inquiry*, 44, 465-484. <https://doi.org/10.1093/ei/cbj026>
- Davidson, J. (1995). Review of *Estimation and Inference in Econometrics*, by R. Davidson & J. G. MacKinnon. *Economica*, 62(245), 133-134. <https://doi.org/10.2307/2554780>
- Duan, K., Khan, N. U., Liu, H., Ariza-Montes, A., & Gil-Marín, M. (2025). Environmental implications of improving global value chain participation via trade diversification: Offsetting the effects of resource rents. *Journal of Environmental Management*, 379, Article 124757. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.124757>
- Freund, C., & Weinhold, D. (2004). The effect of the internet on international trade. *Journal of International Economics*, 62(1), 171-189. [https://doi.org/10.1016/S0022-1996\(03\)00059-X](https://doi.org/10.1016/S0022-1996(03)00059-X)
- Frisch, R., & Waugh, F. V. (1933). Partial time regressions as compared with individual trends. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 387-401. <https://www.jstor.org/stable/1907330>
- Gnangnon, S. (2020). Effect of the Internet on services export diversification. *Journal of Economic Integration*, 35(3), 519-558. <https://doi.org/10.11130/jei.2020.35.3.519>
- Goldooz, A., Zakery, A., & Khanizad, R. (2024). Investigating the effects of digitalization on the export performance of SMEs. *Journal of Strategic Management Studies*, 59(15), 111-128. <https://doi.org/10.22034/smsj.2023.390486.1819> [In Persian]
- Hausmann, R., Hwang, J., & Rodrik, D. (2007). What you export matters. *Journal of economic growth*, 12, 1-25. <https://doi.org/10.1007/s10887-006-9009-4>
- Hesse, H. (2008). *Export Diversification and Economic Growth*. World Bank Publications - Books, The World Bank Group, number 28040, April.

- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. *Proceedings of the national academy of sciences*, 106(26), 10570-10575. <https://doi.org/10.1073/pnas.0900943106>
- Jetter, M., & Ramírez Hassan, A. (2015). want export diversification? educate the kids first. *Econ Inq*, 53, 1765-1782. <https://doi.org/10.1111/ecin.12213>
- Jolliffe, I. T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical transactions. Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences*, 374(2065), 20150202. <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- Kaiser, H. F. (1960). The application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141–15. <https://doi.org/10.1177/001316446002000116>
- Katz, M. L., & Shapiro, C. (1985). Network Externalities, Competition, and Compatibility. *The American Economic Review*, 75(3), 424–440. <http://www.jstor.org/stable/1814809>
- Khoshtinat, B., Shahabadi, A., Shahi Dezfulian, P. & Moeadi, A. (2020). The Effect of ICT Development on Market Share of Member Countries of OPEC of Non-Oil Exports of the World. *Iranian Journal of Trade Studies*, 24(96), 119-146. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17350794.1399.24.96.5.8> [In Persian]
- Kihal, B. (2025). Do digitalisation and entrepreneurship influence export diversification in oil-exporting MENA countries? A panel data analysis. *Management and Economics Review*, 10(2), 342–351. <https://doi.org/10.24818/mer/2025.02-04>
- Krugman, P. (1980). Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade. *The American Economic Review*, 70(5), 950–959. <http://www.jstor.org/stable/1805774>
- Lapatinas, A. (2019). The effect of the Internet on economic sophistication: An empirical analysis. *Economics Letters*, 174, 35-38. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.013>
- Lovell, M. C. (1963). Seasonal Adjustment of Economic Time Series and Multiple Regression Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 58(304), 993–1010. <https://doi.org/10.2307/2283327>
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3–42. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(88\)90168-7](https://doi.org/10.1016/0304-3932(88)90168-7)
- Luong, T. A., & Nguyen, T. H. (2021). The impact of ICT on service trade. *The Singapore Economic Review*, 66(4), 1073–1086. <https://doi.org/10.1142/S021759082049003X>
- Markowitz, H. (1952). portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7, 77-91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Matash Yar ahmadi, M., Rafat, M. & Komail Tayebi, S. (2021). Determinants of Iran's Export Diversification: Emphasis on the Cost of Entrance to Domestic and Foreign Markets. *Iranian Journal of Economic Research*, 26(89), 131-154. <https://doi.org/10.22054/ijer.2021.45275.781> [In Persian]
- Meamarnejad, A., Emamverdi, G., & Shayesteh, A. (2008). An Analysis of export diversification effects on economic growth in Iran after revolution. *Financial Economics*, 2(3), 37-54. <https://dorl.net/dor/20.1001.1.25383833.1387.2.3.3.1> [In Persian]
- Mohammadi, M., & Sadeghi, S. K. (2022). Investigating the Impact of Natural Resources on the Economic Growth of Selected Developing Countries Considering the Role of Institutional Quality and Human Capital. *Economic Policies and Research*, 1(1), 173-194. <https://doi.org/10.34785/J025.2022.006> [In Persian]
- Nath, H. K., & Liu, L. (2017). Information and Communications Technology (ICT) and Services Trade. *Information Economics and Policy*, 41, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.infoecopol.2017.06.003>

- Nematollahi, S., & Garshasbi, A. (2014). Investigation of the Non-Oil Export Diversification in the Status of the International Sanctions For the Period (2004-2012). *Economic Growth and Development Research*, 4(14), 92-75. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.22285954.1393.4.14.5.0> [In Persian]
- Obhiosa, b. O. O., olalekan , b. A., & lawal, e. (2024). Non-oil export promotion and manufacturing value-added in nigeria and south africa: a tale of two countries . *Journal of economics and allied research*, 9(1), 170–186. Retrieved from <https://jearecons.com/index.php/jearecons/article/view/393>
- Oumbé, H. T., Djeunankan, R., & Ndzana, A. M. (2023). Does information and communication technologies affect economic complexity?. *SN Business & Economics*, 3(4), 92. <https://doi.org/10.1007/s43546-023-00467-8>
- Prebisch, R. (1950). *The Economic Development of Latin America and Its Principal Problems*. United Nations. http://repositorio.cepal.org/bitstream/11362/29973/1/002_en.pdf
- Raei, S. S. & Dahmardeh, N. (2021). The impact of the knowledge-based economy on Iran non-oil export. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (QJE)*, 18(2), 43-55. [Doi.org/10.22055/qje.2020.26777.1922](https://doi.org/10.22055/qje.2020.26777.1922) [In Persian]
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technological change. *Journal of political Economy*, 98(5, Part 2), S71-S102. <https://www.jstor.org/stable/2937632>
- Sachs, J. D., & Warner, A. (1995). Natural resource abundance and economic growth. <https://doi.org/10.3386/w5398>
- Sankaran, A., Krishna, A. & Vadivel, A. (2021). How does manufacturing output affect export behaviors in emerging market economies? Evidence from a dynamic panel ARDL for ten biggest emerging market economies. *Futur Bus J* 7, 26 (2021). <https://doi.org/10.1186/s43093-021-00072-x>
- Singer, H. W. (1950). The distribution of gains between investing and borrowing countries. *American Economic Review*, 40(2), 473–485. <https://www.jstor.org/stable/1818065>
- Sultanova, G., & Naser, H. (2024). The impact of information and communication technologies on export diversification: Evidence from developing countries. *The Journal of International Trade & Economic Development*. <https://doi.org/10.1080/09638199.2024.2419406>
- Takpara, M. M., Djiogap, C. F., & Sawadogo, B. (2022). Trade Facilitation and Export Diversification in Sub-Saharan Africa: Role of hard and soft infrastructure. 16 August 2022, PREPRINT (Version 1) available at Research Square <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-1967800/v1>
- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). (2019). *Indicators Explained #3: Concentration Index*. UNCTADstat. https://unctadstat.unctad.org/EN/IndicatorsExplained/statie2019d1_en.pdf
- Vogel, T. (2025). Combining the pieces: identifying key determinants of export diversification in Africa amidst model uncertainty. *Rev World Econ*, 161, 257–307. <https://doi.org/10.1007/s10290-024-00568-y>