

Original Article

Evaluating the banking network lending performance in Basel III

Samaneh Naghizadeh Hanjani^{ID*}, Ghodratollah Emamverdi^{ID**},
Ali Akbar Khosravinejad^{ID+}, Teymour Mohammadi^{ID×}

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1196177>

Received:
12/11/2024

Accepted:
11/01/2025

Keywords:

Liquidity Requirements,
Capital Requirements,
Lending Performance,
Difference-in-Difference
Approach

JEL Classification:

G21, G28, G30

Abstract

This study was aimed to investigate the status of the banking system of Iran, based on the annual financial statements of 16 sample banks, using difference-in-difference (DID) technique originated in the field of econometrics, over the period 2013 – 2021. DID is a quasi-experimental design that makes use of longitudinal data from treatment and control groups to obtain an appropriate counterfactual to estimate a causal effect. By examining the difference between the performance of the treatment group and the control group before and after the implementation of the policy, results showed that compliance with capital requirements by the country's banks improves the performance of banks in lending and also has a positive effect on the ratio of non-performing loans. Also by examining the difference between the treatment group and the control group before and after the implementation of the The requirement for sustainable investment policy, it was found that this requirement improves the performance of banks in the amount of lending. Based on the results, it is suggested that the emphasis of the Central Bank on the implementation of Basel III requirements and the follow-up and supervision of their implementation in the banking system should be among the priorities of the Central Bank.

* PhD Student in Economics, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, samane.naghizade@gmail.com

**Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, (Corresponding Author), ghemamverdi2@gmail.com

+ Associate Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, khosravinejad@gmail.com

×Associate Professor, Department of Economics, Allameh Tabataba'ii University, Tehran, Iran, atmahmadi@gmail.com

How to Cite: Naghizadeh Hanjani, S., Emamverdi, GH., Khosravinejad, A., & Mohammadi, T.(2024) . Dynamics evaluating the banking network lending performance in Basel III. *Economic Modeling*, 18(67): 1-26.



1. Introduction

After the financial crisis of 2008, financial and accounting standards as well as banking supervision faced fundamental changes in order to clarify the reporting of financial items in the balance sheet and financial statements and banking operations, and banks had to comply with very strict regulations and operate within the framework of legal supervision. Complicated were required. In this regard, in 2010, the legislators, in the form of the Basel III agreement, amended the laws related to capital requirements in response to the global financial crisis in 2007-2008. Also, the BCBS proposed new liquidity standards to minimize the maturity mismatch of banks. The need to apply the requirements of the Basel III agreement in order to improve the performance of the banking system in the country and reduce the effects of the risks facing this sector, prompted this study to investigate the level of implementation of the Basel III guidelines and their effect on the performance of the banking system in Iran. The reason for making these reforms is that banks are changing the content associated with the weight of risky assets. Accordingly, during this process, the capital adequacy ratio and other capital-related criteria are overvalued, as they underestimate risk-weighted assets, and as a result, it can have negative effects on banking stability as well as banks' lending. Therefore, it is clear that one of the consequences of the Basel III treaty, and specifically the two capital and liquidity requirements, can be on the amount of banks' lending. In this regard, in the present study, this issue for the banking sector of Iran has been investigated. In order to achieve this goal, the main question of the present study is whether liquidity and capital requirements affect the lending performance and the ratio of non-performing loans of banks listed in the Tehran Stock Exchange.

2. Methodology

In this regard, this research using the information obtained from the annual financial statements of 16 sample banks, including Bank Ekhtaz Novin, Parsian, Tejarat, Sina, Saderat, Kerebahan, Mellat, Post Bank, Saman, Pasargad, Day, Shahr, Tourism, Capital, the future and the Middle East for the annual period from 2013 to 2021 studies the state of the banking system in Iran. This research uses DID models to carry out the aforementioned investigation.

3. Analysis and Discussion

Regarding the ratio of facilities to assets under the conditions of applying the requirement of sustainable investment, the effect of the ratio of cash balance to assets has a positive effect and the ratio of non-performing loans to assets and the growth of liquidity in the country has a negative effect on the ratio of facilities to assets of the banks under study. Under the conditions of applying the requirement of sustainable investment in banks, the effect of liquidity, inflation rate, and economic growth rate of the country have a positive and significant effect on the ratio of non-performing loans. By examining the difference between the treatment group and the control group before and after the implementation of the policy, it was found that this requirement improves the performance of banks in the amount of lending.

It is observed that at the time of applying capital requirements, only two variables, the ratio of cash to assets and the ratio of outstanding loans to assets, have a positive and negative effect on the amount of banks' lending, respectively. Also, the variables of liquidity, inflation rate, liquidity growth rate, and economic growth rate of the country have a positive effect on the ratio of non-performing loans, and only the variable of capital flight rate from the elastic has negative effects. By examining the difference between the treatment group and the control group before and after the implementation of the policy, it was found that compliance with capital requirements by the country's banks improves the performance of banks in lending and also has a positive effect on the ratio of non-performing loans. According to the results of the parallel test, there is equivalence for pre-occurrence effects in the model of the ratio of non-performing loans and facilities to assets and their dynamics are confirmed. This is also true for post-event effects. Both tests show that the use of the difference in difference model provides strong results and this model is suitable.

4. Conclusion

Accordingly, it is suggested that the Central Bank's emphasis on the implementation of Basel III requirements and the follow-up and supervision of their implementation in the banking system should be among the priorities of the Central Bank. In addition, the Central Bank should limit the granting of unreasonable and excessive facilities by the banking sector to the public sector and put more emphasis on the capital requirements and facilities granted by banks. In addition, the Central Bank should seek to provide new solutions to the government to finance itself as the largest economic actor in order to reduce the government's dependence on the monetary base and thus prevent the creation of new debt and its transfer to the coming years and increase the monetary base.

Funding

There is no funding support.

Declaration of Competing Interest

The author has no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

Acknowledgments

We extend our gratitude to the journal members and anonymous reviewers for their useful comments greatly contributing to improve our work.

ارزیابی عملکرد وام‌دهی شبکه بانکی کشور در چارچوب الزامات بازل (III)

سمانه نقی‌زاده هنجنی*، قدرت‌الله امام‌وردی**، علی‌اکبر خسروی‌نژاد⁺، تیمور محمدی*

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1196177>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۲۲	چکیده
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۲	هدف این پژوهش بررسی وضعیت نظام بانکی ایران براساس صورت‌های مالی سالیانه ۱۶ بانک نمونه کشور طی دوره زمانی ۱۳۹۲ - ۱۴۰۰ با استفاده از رویکرد تفاضل در تفاضل بود. نتایج نشان داد که در شرایط الزام سرمایه‌گذاری پایدار، نسبت موجودی نقد به دارایی، از اثر مثبت و نسبت مطالبات معوق به دارایی و رشد نقدینگی از اثر منفی بر نسبت تسهیلات به دارایی بانک‌های مورد بررسی برخوردار بودند. همچنین، در شرایط الزام سرمایه‌گذاری پایدار در بانک‌ها، اثر نقدینگی، نرخ تورم و نرخ رشد اقتصادی کشور دارای اثر مثبت و معنادار بر نسبت وام‌های غیرجاری بودند. در زمان اعمال الزامات سرمایه‌ای تنها دو متغیر نسبت موجودی نقد به دارایی و نسبت مطالبات معوق به دارایی بر میزان وام‌دهی بانک‌ها موثر بودند. بدین ترتیب، نسبت موجودی نقد به دارایی، اثر مثبت و نسبت مطالبات معوق، اثر منفی بر میزان وام‌دهی بانک‌ها دارند. در زمان اعمال الزامات سرمایه‌ای متغیرهای نقدینگی، نرخ تورم، نرخ رشد نقدینگی، نرخ فرار سرمایه و نرخ رشد اقتصادی کشور بر نسبت وام‌های غیرجاری موثر هستند که در این میان، تنها نرخ فرار سرمایه از کشور اثر منفی بر نسبت وام‌های غیرجاری دارد. با توجه به نتایج، اعمال نسبت سرمایه ۸ درصدی توسط بانک‌ها سبب افزایش میزان وام‌دهی بانک‌ها شده و در نتیجه، سبب بهبود نسبت وام‌های غیرجاری می‌شود. از طرف دیگر، اگرچه رعایت الزامات نقدینگی سبب افزایش میزان وام‌دهی می‌شود؛ بر نسبت وام‌های غیرجاری اثر منفی دارد. براساس نتایج، پیشنهاد می‌شود، بانک مرکزی اجرای الزامات بازل سه و پیگیری و نظارت اجرای آن را در سیستم بانکی جزو اولویت قرار دهد.
واژگان کلیدی: الزامات نقدینگی، الزامات سرمایه‌ای، عملکرد وام‌دهی، رویکرد تفاضل در تفاضل	
طبقه‌بندی JEL: G21, G28, G30	

samane.naghizade@gmail.com
ghemamverdi2@gmail.com
khosravinejad@gmail.com
atmahmadi@gmail.com

* دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،
** استادیار، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)،
⁺ دانشیار، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران،
^x دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران،

۱. مقدمه

بانک‌ها در فرایند تجهیز و تخصیص منابع، شناسایی فرصت‌های سرمایه‌گذاری و متنوع‌سازی ریسک نقش موثری دارند و ساختار و کارایی بخش بانکی به‌عنوان یک بعد مستقل توسعه مالی مورد توجه است. براساس اصول بال^۱، مهم‌ترین ضعف و کاستی در بخش بانکی، کمبود منابع مالی^۲ و وام‌دهی بانک‌ها^۳ به سایر بخش‌های اقتصادی است. کمبود منابع مالی و وام‌دهی بانک‌ها به سایر بخش‌های اقتصادی ناشی از کسری نقدینگی^۴ در شبکه بانکی است. بانک‌ها برای پوشش نوسانات و تغییرات مورد انتظار یا دور از انتظار ارقام ترازنامه و نیز جذب منابع جدید به‌منظور تخصیص و در نتیجه، کسب درآمد نیاز به نقدینگی دارند. در همین راستا، در سال‌های اخیر با به‌کارگیری «توافق‌نامه سرمایه بازل دو»^۵ و سپس، مطرح‌شدن «توافق‌نامه سرمایه بازل سه»^۶، بحث نقش سرمایه بانک‌ها در سازوکار انتقال پولی و تصمیم وام‌دهی بانک‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار شده است. این مسئله بیشتر به مقوله وابستگی رتبه‌های اعتباری به شرایط اقتصادی و از این‌رو، تغییر پویای مخرج نسبت سرمایه قانونی معطوف می‌شود (برگر و بومن، ۲۰۰۹).

پس از هم‌زمانی وقوع بحران مالی دهه ۱۹۹۰ با سال‌های ابتدایی پیاده‌سازی «توافق‌نامه سرمایه بازل یک»^۷، توجه مطالعات علمی به نقش سرمایه بانک‌ها در سازوکار سیاست پولی از طریق کانال اعتباردهی^۹ معطوف شد. پس از این بحران، تجربه مجدد شکل‌گیری بحران مالی (بحران مالی اخیر) به فاصله اندکی پس از پیاده‌سازی توافق‌نامه سرمایه بازل دو، به پررنگ‌شدن نقش کانال سرمایه بانکی در سازوکار یادشده منجر شد؛ به بیان دقیق‌تر، کانال سرمایه بانکی معرفی شده در اوایل سال ۲۰۰۰ مبتنی بر نقش پویای سرمایه بانک در تصمیم وام‌دهی بانکی، در عرصه عملی مورد تأکید قرار گرفت. در واقع، سرمایه بانک‌ها نه تنها در تصمیم پرتفوی آنها به‌عنوان متغیری کلیدی شناسایی شد، بلکه اهمیت آن در کارایی سازوکار انتقال سیاست پولی نیز مورد توجه قرار گرفت (بنرجی و میو^{۱۰}، ۲۰۱۸). به بیان دقیق‌تر، بانک‌هایی که بر پایه «توافق‌نامه سرمایه بازل یک» از سرمایه کافی برای پوشش دارایی‌های موزون به ریسک خود برخوردار نبودند، برای حفظ نسبت سرمایه قانونی موردنیاز، در کوتاه‌مدت به تغییر ترکیب پرتفوی دارایی‌های خود پرداخته و به دلیل وزن ریسکی کم‌تر اوراق بهادار در مقایسه با وام، تغییر ترکیب پرتفوی دارایی‌ها از وام به سمت اوراق بهادار عطف توجه نمودند. این امر تا حدودی تمایل بیشتر بانک‌ها به حضور در بازار اوراق بهادار به جای فعالیت در بازار اعتبار را در شرایط اندک بودن سرمایه بانک به‌خوبی تفسیر می‌نماید (بریگز و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۴).

این پژوهش به بررسی اثر نقدینگی و الزامات سرمایه‌ای بر وام‌دهی بانک‌ها با رویکرد تفاضل در تفاضل (DiD)^{۱۲} می‌پردازد؛ برای دستیابی به این هدف، مقاله به این شکل سازماندهی می‌شود: پس از مقدمه، در قسمت دوم به مبانی نظری الزامات سرمایه‌ای و نقدینگی و اثرات این دو بر عملکرد وام‌دهی بانک‌ها پرداخته خواهد شد؛ در بخش سوم،

¹ Basel Committee

² Scarcity of Financial Resources/Financial Scarcity

³ Bank Lending

⁴ Liquidity Deficit

⁵ Basel II Capital Accord

⁶ Basel III Capital Accord

⁷ Berger & Bouwman

⁸ Basel I Capital Accord

⁹ Credit Channel

¹⁰ Banerjee & Mio

¹¹ Bridges et al.

¹² Difference-in-Difference (DID)

روش تحقیق و مدل و متغیرها معرفی می‌شوند؛ در بخش چهارم، یافته‌ها عرضه می‌شوند و بخش پنجم، به نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی اختصاص می‌یابد.

۲. مروری بر ادبیات پژوهش

در ادامه ادبیات مرتبط با موضوع پژوهش شامل مبانی نظری و پیشینه تجربی ارائه می‌شود.

۱-۲. مبانی نظری

ایضاح مفاهیم اساسی

• الزامات سرمایه‌ای

«الزامات سرمایه‌ای»^۱ در قالب نسبت کفایت سرمایه^۲ (نسبت سرمایه به ریسک (وزن‌دار) دارایی)^۳ یکی از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی وضعیت مالی بانک است. براساس این نسبت، بانک‌ها باید همواره نسبت مناسبی، میان سرمایه و ریسک موجود در دارایی‌های خود برقرار نمایند؛ زیرا سرمایه، رکن مهمی در ثبات مالی هر بانک ایفا می‌نماید و بانک را قادر می‌سازد، توانایی بازپرداخت بدهی‌های خود را در شرایط مختلف داشته باشد (کائو^۴، ۲۰۲۰). نسبت کفایت سرمایه به‌عنوان شاخص کارآمدی مدیریت ریسک بانکی لحاظ شده و عوامل موثر بر آن نیز به دو گروه (۱) شاخص‌های درون بانکی و نیز (۲) عوامل اقتصادی تقسیم‌بندی شده است (مهرآرا و مهران‌فر، ۱۳۹۲).

• الزامات نقدینگی

«الزامات نقدینگی»^۵ نشان می‌دهد که بانک مقدار کافی از دارایی‌هایی با نقدشوندگی بالا را برای ۳۰ روز مقاومت در شرایط بحران در اختیار دارد و هم نسبت خالص سرمایه‌گذاری باثبات که این نسبت با ایجاد انگیزه تامین مالی فعالیت‌های بانکی با منابع باثبات‌تر باعث افزایش مقاومت بانک در افق‌های زمانی بلندمدت‌تر می‌شود (ماتریندوا و همکاران^۶، ۲۰۲۰). در «بیانیه بازل سه» بانک‌ها باید در بین منابع و مصارف بانکی خود در ترازنامه، تعادل برقرار کرده و با توجه به سررسید و مدیریت ریسک نقدینگی به فعالیت‌های بانکی اقدام نمایند (والت^۷، ۲۰۱۱). شاخص‌های

¹ Capital Requirements

² Capital Adequacy Ratio (CAR)

³ Capital to Risk (Weighted) Assets Ratio (CRAR)

«نسبت کفایت سرمایه» حاصل تقسیم سرمایه پایه به مجموع دارایی‌های موزون‌شده به ضرایب ریسک برحسب درصد است. این نسبت برای اولین بار در سال ۱۹۸۸ توسط «کمیته بال» به بانک‌های دنیا معرفی گردید. کمیته بال در آن سال، مجموعه‌ای از شروط حداقل سرمایه را به بانک‌ها پیشنهاد کرد که بعدها به «پیمان بال» معروف شد. نسبت کفایت سرمایه یکی از نسبت‌های سنجش سلامت عملکرد و ثبات مالی مؤسسات مالی و بانک‌هاست. بانک‌ها باید سرمایه کافی برای پوشش دادن ریسک ناشی از فعالیت‌های خود را داشته و مراقب باشند که آسیب‌های وارده به سپرده‌گذاران منتقل نشود. بدین لحاظ باید از حداقل میزان سرمایه مطلوب برای پوشش ریسک‌های عملیاتی خود برخوردار باشند. بانک مرکزی ایران در سال ۱۳۹۲ آیین‌نامه محاسبه کفایت سرمایه را ابلاغ کرد. آخرین «دستورالعمل محاسبه سرمایه نظارتی و کفایت سرمایه مؤسسات اعتباری» با هدف انطباق با استانداردهای بین‌المللی و شرایط کنونی نظام بانکی در سال ۱۳۹۸ اصلاح و ابلاغ شد.

⁴ Cao

⁵ Liquidity Requirements

⁶ Mutarindwa et al.

⁷ Valet

نقدینگی عموماً شامل نسبت دارایی‌های جاری به کل سپرده‌ها، نسبت کل وام‌های اعطاشده به کل سپرده‌ها و نسبت کل وام‌های اعطاشده به کل دارایی‌هاست که در این صورت، سیاست‌گذاران بانکی باید برای دستیابی به سودآوری، مقدار بهینه نقدینگی را انتخاب نمایند (مهدی‌عبد و شهبازی، ۱۴۰۲).

اثرات الزامات نقدینگی و سرمایه‌ای بر عملکرد وام‌دهی

در رابطه با تأثیر الزامات نقدینگی بر وام‌دهی بانکی، در دسامبر ۲۰۱۰، کمیته بال که مسئول نظارت بر بخش بانکداری است، برای اولین بار دو مورد الزام نقدینگی را در توافق‌نامه بازل سه معرفی می‌کند: نسبت پوشش نقدینگی که این نسبت اطمینان می‌دهد که بانک مقدار کافی از دارایی‌هایی با نقدشوندگی بالا را برای ۳۰ روز مقاومت در شرایط بحران در اختیار دارد و هم نسبت خالص سرمایه‌گذاری باثبات که این نسبت با ایجاد انگیزه تأمین مالی فعالیت‌های بانکی با منابع باثبات‌تر باعث افزایش مقاومت بانک در افق‌های زمانی بلندمدت‌تر می‌شود. منابع باثبات بانک باید پوشش کافی برای نیازهای درازمدت خود فراهم کند.

در بازل سه، شرایط سختی برای سرمایه‌گذاری‌های تجاری و بنگاه‌داری در نظر گرفته شده که عملاً، بانک‌ها را مجبور به خروج از این نوع سرمایه‌گذاری‌ها می‌کند؛ به عبارت دیگر، در بازل سه، منابع برای سرمایه‌گذاری‌های عمده در شرکت‌های تجاری باید توسط خود سهام‌داران بانک تهیه شود و از منابع سپرده‌گذاران در این امر استفاده نشود. نظارت بانکی کمیته بازل (BCSB)^۱ (۲۰۱۷) پیامدهای الزامات سرمایه‌ای بالاتر برای وام‌دهی بانکی را در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) ارزیابی می‌کند. نتایج بیانگر آفت در وام‌دهی بانک است. این آفت، ناشی از افزایش هزینه‌های تأمین مالی خود بانک‌ها بوده است که مبتنی بر افزایش الزامات سرمایه‌ای است.

پیشینه تجربی پژوهش

در ادامه به اهم تحقیقات در زمینه موضوع پژوهش در ساحت ادبیات داخل کشور و نیز ادبیات موضوعی خارج کشور پرداخته می‌شود.

هانگ و موریرا^۲ (۲۰۲۴) در پژوهش خود با استفاده از روش پنل دیتا نشان دادند که الزامات نقدینگی اعمال‌شده برطبق قوانین بازل سه سبب کاهش مداخلات بانک مرکزی در زمان مواجهه بانک‌ها با مشکل شده است؛ اما این امر در زمان اعمال الزامات سرمایه‌ای بی‌تأثیر است.

شارما و چاوهان^۳ (۲۰۲۳) در پژوهش خود به بررسی اثر الزامات نقدینگی بازل سه (شامل نسبت پوشش نقدینگی، نسبت تأمین مالی خالص و کفایت سرمایه) بر وام‌دهی بانکی و ثبات مالی در ۶۸۸ بانک واقع در ده کشور درحال توسعه طی سال‌های ۲۰۱۰ - ۲۰۱۴ به روش پانل دیتا پرداختند. یافته‌ها نشان داد که وام‌دهی بانکی به‌طور مثبت تحت تأثیر سرمایه‌نظارتی و نیاز نقدینگی کوتاه‌مدت (LCR)^۴ است؛ اما تحت تأثیر منفی نسبت خالص تأمین مالی پایدار است. همچنین، آنها دریافتند که امتیاز Z بانک از دستیابی به سرمایه و نقدینگی مورد نیاز سود می‌برد و نیز رشد وام و ثبات بانک به‌طور غیرخطی تحت تأثیر مقررات حاکم بر سرمایه و نقدینگی بانک است.

¹ Basel Committee on Banking Supervision (BCBS)

² Huang and Moreira

³ Sharma and Chauhan

⁴ Liquidity Coverage Ratio (LCR)

ماتریندوا و همکاران (۲۰۲۰) در تحقیق خود تاثیر نقدینگی و سرمایه مورد نیاز بر وام‌دهی و ثبات بانک‌های آفریقایی را ارزیابی کردند. آنها تلاش کردند تا دریابند که آیا پیروی از الزامات پیمان بازل سه، نسبت ثبات بودجه (NSFR)^۱ و نسبت سرمایه وزندهی شده توسط ریسک (TCR)^۲، برای وام‌دهی و ثبات بانک‌های آفریقایی اهمیت داشته است یا خیر. بانک‌های دارای NSFR یا TCR با حداقل الزامات مورد نیاز به عنوان گروه مقایسه‌ای در برآوردهای تحقیق تعریف می‌شوند. نتایج نشان داد که بانک‌های آفریقایی با سطوح آستانه‌ای سرمایه TCR برای وام‌دهی نسبت به بانک‌های گروه کنترل با سرمایه کم‌تر مطابقت دارند؛ درحالی‌که بانک‌های مورد بررسی با آستانه NSFR کم‌تر از دیگر بانک‌های هم‌رتبه خود وام می‌دهند. تجزیه و تحلیل دقیق‌تر نشان داد که پیروی از آستانه سرمایه باعث افزایش رتبه Z و نسبت وام‌های غیر عملیاتی (نسبت NPL)^۳ فقط برای آن دسته از بانک‌ها با سطح ثبات بالاتر از متوسط نمونه مورد بررسی شده است.

بن و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش خود به بررسی تجربی تعامل معیارهای نظارتی بین نسبت پوشش نقدینگی (LCR)^۴ و نسبت خالص تأمین مالی پایدار (NSFR)^۵ برای بانک‌های منطقه یورو پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهد که دو الزام نقدینگی مکمل یکدیگر هستند و انواع مختلف بانک‌ها را به روش‌های مختلف محدود می‌کنند، مشابه الزامات مبتنی بر ریسک و نسبت اهرمی در چارچوب سرمایه. آنها اثر مثبت الزامات نقدینگی و الزامات سرمایه‌ای بر ساختار ترازنامه را تایید نمودند و بیان کردند الزامات نقدینگی و سرمایه‌ای قابلیت جایگزینی نداشته و نمی‌توان هیچ‌یک از آنها را از ملاحظات بانکی خارج کرد.

رولت (۲۰۱۸) در پژوهش خود با استفاده از داده‌های بانک‌های تجاری اروپا، تأثیر مقررات جدید بازل III در خصوص سرمایه و نقدینگی را بر وام‌دهی بانکی پس از بحران مالی ۲۰۰۸ تحلیل کرده است. در مجموع، نسبت‌های سرمایه تأثیرات منفی و معناداری بر رشد بانک‌های بزرگ اروپایی و خرده‌فروشی و سایر وام‌دهی‌ها در شرایط اهرم‌زدایی و «نقض اعتباری» در اروپا در طول دوره بحران مالی پس از ۲۰۰۸ داشته است. علاوه بر این، شاخص‌های نقدینگی اثرات مثبت اما منفی بر رشد وام‌دهی بانکی داشته است که از نیاز لحاظ کردن ویژگی‌ها و رفتارهای ناهمگون بانک‌ها هنگام اجرای سیاست‌های نظارتی جدید حمایت می‌کند.

عبادی بشیر (۱۴۰۳) در مقاله‌ای به بررسی وضعیت نظارت بر عملیات بانکی در ایران و تطبیق آن با اصول بازل به عنوان سند بین‌المللی قابل اتکا پرداخته است. نتایج نشان داد که نظارت بانکی در ایران از حیث کفایت سرمایه، اعتبارسنجی، شفافیت عملکرد بانک‌ها و میزان اختیارات و توانایی مرجع نظارت دارای ضعف است و قادر به تأمین سپر حفاظتی لازم برای مقابله با بحران‌های مالی و سوء استفاده‌های احتمالی نیست.

تهرانی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهش خود به بررسی تعاملات الزامات مقرراتی سرمایه و نقدینگی در شبکه بانکی کشور پرداختند. نتایج نشان داد الزامات نقدینگی و الزامات سرمایه‌ای مکمل یکدیگر هستند و ارتباط میان ریسک نقدینگی (معکوس نسبت تأمین مالی پایدار) و کفایت سرمایه مثبت است؛ بنابراین، با بالاتر رفتن ریسک نقدینگی در بانک‌ها برقراری الزامات سرمایه‌ای مطابق با «مقررات بال سه» امکان‌پذیر نخواهد بود.

¹ Net Stabel Funding Ratio (NSFR)

² Total Capital Ratio

³ Non-Performing Loans

⁴ Liquidity Coverage Ratio (LCR)

⁵ Net Sustainable Funding Ratio (NSFR)

شاهچرا و طاهری (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر الزامات نقدینگی در سیاست‌گذاری بانک مرکزی در بازار بین‌بانکی ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۹ - ۱۳۹۵ پرداختند. نتایج نشان داد الزامات نقدینگی بازل سه (نسبت پوشش نقدینگی) جایگزین مناسبی برای سیاست‌گذاری بانک مرکزی در بازار بین‌بانکی است. همچنین، نسبت پوشش نقدینگی دارای رابطه مثبت و معناداری با نرخ بازار بین‌بانکی است و بانک مرکزی از طریق نسبت پوشش نقدینگی می‌تواند بر نرخ بهره بین‌بانکی نظارت کند.

عباسیان و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی تأثیر سرمایه‌گذاری بانک‌ها را در وام‌دهی بر اساس نقش کفایت سرمایه بررسی کردند. آنها دریافتند کفایت سرمایه، اثر مثبت و میزان سرمایه‌گذاری بانک‌ها اثر منفی در وام‌دهی دارد. ایشان با بررسی توامان اثر این دو عامل در اعطای تسهیلات نشان دادند که به‌جز بانک‌هایی که بر اساس اصل چهل و چهار قانون اساسی خصوصی شده‌اند، شاخص مربوط (حاصل ضرب دو عامل مورد اشاره) اثر مثبت و معناداری در وام‌دهی دارد؛ یعنی، افزایش نسبت کفایت سرمایه باعث کاهش اثر منفی سرمایه‌گذاری در وام‌دهی می‌شود.

خوشنود و اسفندیاری (۱۳۹۳) در پژوهش خود به بررسی اثرات کفایت سرمایه بر سرمایه‌گذاری و میزان وام‌دهی بانک‌های ایران پرداختند. آنها دریافتند که سرمایه بانک در قالب نسبت کفایت سرمایه در تصمیم وام‌دهی در گروه بانک‌های مورد بررسی اثربخشی قابل توجهی دارد؛ اما، نتیجه‌ای دال بر تأیید نقش سرمایه بانک در کانال وام‌دهی بانکی از منظر تضعیف اثر سیاست پولی در هیچ‌یک از گروه‌های مورد بررسی مشاهده نشد.

تحلیل کلی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که مقررات مربوط به الزامات سرمایه‌ای پیمان بازل سه، بانک‌ها را از شکست و استرس مالی محافظت می‌کند؛ زیرا این امر باعث می‌شود بانک‌ها ریسک خود را کاهش دهند. رولت (۲۰۱۸)، بن و همکاران (۲۰۱۹)، ماتریندا و همکاران (۲۰۲۰) و شارما و چاوهان (۲۰۲۳) در مقالات خود به بررسی اثر مقررات سرمایه‌ای و نقدینگی بازل سه بر میزان وام‌دهی بانک‌ها، ثبات مالی بانک‌ها و ترازنامه آنها پرداخته‌اند. بررسی مطالعات داخلی نشان می‌دهد که پژوهشی به بررسی اثر نقدینگی و الزامات سرمایه‌ای بر وام‌دهی بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس روش تفاضل در تفاضل نپرداخته است. در این روش، آثار و نتایج یک رخداد بر گروه شاهد بررسی می‌شود. از این رو، می‌توان مهم‌ترین جنبه نوآوری این پژوهش را به‌کارگیری این مدل در بررسی آثار الزامات بازل سه بر میزان وام‌دهی بانک‌های کشور دانست.

۳. روش پژوهش

از آنجا که این پژوهش به بررسی اثر نقدینگی و الزامات سرمایه‌ای بر وام‌دهی بانک‌ها می‌پردازد؛ از میان روش‌ها و تکنیک‌های اقتصادسنجی، روش تفاضل در تفاضل (DiD) مناسب دانسته شد؛ این روش، در شاخه روش‌های ارزیابی اثر رخداد قرار می‌گیرد.

• بیان نمادین محاسبه مقدار اثر رخداد

برای توصیف دقیق‌تر، متغیر تصادفی دو دویی^۱ D_i را در نظر بگیرید که مقدار یک و صفر را انتخاب می‌کند؛ برای اساس، اگر فرد «تجربه در معرض رخداد بودن» را طی یک سال گذشته داشته باشد، خواهیم داشت: $D_i = 1$ و اما، اگر

¹ Binary

فرد مفروض طی این مدت، سابقه در معرض رخداد بودن را نداشته باشد، خواهیم داشت: $D_i = 0$. مقدار مشاهده‌شده متغیر مورد توجه برای فرد i با Y_i نشان داده می‌شود. در این راستا و براساس هدف پژوهش، پرسش اصلی این است که آیا در معرض رخداد بودن فرد مفروض، «سطح Y_i یا همان متغیر مورد مطالعه» را تحت تاثیر قرار می‌دهد یا خیر. برای پاسخ به این پرسش، فرض می‌کنیم که می‌توان تصور کرد، میزان وام‌دهی بانک‌ها در معرض رخداد چه مقداری می‌توانست باشد؛ اگر علی‌رغم اعمال الزامات بازل سه در معرض رخداد نبودند و برعکس، برای بانک‌هایی که در معرض رخداد نبودند، اگر در معرض رخداد بودند، اکنون عملکرد وام‌دهی آنها به چه میزان است. بنابراین برای هر بانک مفروض دو متغیر عملکرد در وام‌دهی می‌تواند وجود داشته باشد. این دو متغیر عبارت‌اند از:

$$i \text{ میزان وام‌دهی بانک } \begin{cases} Y_i(1) & \text{if } D_i = 1 \\ Y_i(0) & \text{if } D_i = 0 \end{cases}$$

$Y_i(0)$ و $Y_i(1)$ دو متغیر تصادفی بوده و دارای قانون توزیع منحصر به خودشان هستند: $Y_i(0)$. میزان وام‌دهی بانک i است، اگر در معرض رخداد بودن نباشد؛ صرف‌نظر از اینکه ممکن است در معرض رخداد بودن باشد، درحالی‌که $Y_i(1)$ عملکرد وام‌دهی بانک i است؛ اگر این فرد در معرض رخداد بودن باشد. حال، مساله این است که آیا تفاضل $Y_i(1)$ و $Y_i(0)$ می‌تواند به‌عنوان اثر علی در معرض رخداد بودن فرد i باشد؛ این همان مساله‌ای است که محقق به دنبال اندازه‌گیری آن است؛ اما، مانع مهمی که در این بین وجود دارد این است که نمی‌توان زمان را به عقب برگرداند و در معرض رخداد بودن فرد مفروض را تغییر داد؛ به عبارت روشن‌تر، این امکان وجود ندارد که بتوان، فرد را یک‌بار در معرض رخداد قرار داد و سپس، به گذشته بازگشت و فرد را با وجود در معرض رخداد بودن، از فهرست بانک‌هایی که الزامات بازل سه را اجرا کرده‌اند، حذف کرد.

در ادامه، یکی از کارهای مهم، یافتن متغیری است که بتواند جانشین مناسبی برای اندازه $Y_i(0)$ برای بانک‌هایی باشد که در معرض رخداد بوده‌اند. به این متغیر، «مقدار تصوری»^۱ گفته می‌شود (قویدل و همکاران، ۲۰۲۴).

$$\begin{aligned} \text{مقدار مشاهده شده متغیر مورد مطالعه عملکرد وام‌دهی بانک } i \text{ } Y_i & \begin{cases} Y_i(1) & \text{if } D_i = 1 \\ Y_i(0) & \text{if } D_i = 0 \end{cases} \\ & = Y_i(0) + [Y_i(1) - Y_i(0)]D_i \end{aligned} \quad (1)$$

که در آن، $D_i \in \{0,1\}$ است، با توجه به تصادفی بودن متغیرهای $Y_i(0)$ و $Y_i(1)$ ، هریک از متغیرهای تصادفی برای هر i دارای توزیع احتمالی ویژه خود آنهاست، از این جهت اثر اجرای رخداد می‌تواند برای هر یک از آنها متفاوت باشد. اما از آنجا که مقادیر $Y_i(0)$ و $Y_i(1)$ برای هر فرد خاصی به صورت هم‌زمان امکان مشاهده ندارد؛ از این رو، تنها می‌توانیم مقادیر میانگین‌های توزیع $Y_i(0)$ یا $Y_i(1)$ را مقایسه کنیم. یک مقایسه ساده از میانگین‌ها به تفکیک افراد گروه شاهد و کنترل‌نشده، چیزهایی را درباره نتیجه بالقوه Y_i برای ما فراهم می‌سازد، اگرچه ممکن است ضرورتاً همان چیزهایی نباشد که ما می‌خواهیم بدانیم. مقایسه میانگین میزان وام‌دهی به شرط در معرض رخداد بودن $D_i = 1$ و در معرض رخداد نبودن $D_i = 0$ به صورت نمادین با به‌کارگیری معادلات (۲ و ۳) نشان داده شوند. با استفاده از معادله (۲) می‌توانیم متوسط اثرات علی در معرض رخداد بودن را اندازه‌گیری کنیم.

$$\begin{aligned} E[Y_i|D_i = 1] - E[Y_i|D_i = 0] & \\ = E[Y_i(0) + Y_i(1) - Y_i(0)D_i|D_i = 1] - E[Y_i(0) + Y_i(1) - Y_i(0)D_i|D_i = 0] & \\ = E[Y_i(1)|D_i = 0] - E[Y_i(0)|D_i = 1] & \end{aligned} \quad (2)$$

¹ Counterfactual

اکنون عبارت $E[Y_i(0)|D_i = 1]$ را از سمت راست معادله (۲) کم و سپس به آن اضافه می‌کنیم. آن‌گاه داریم:

$$E[Y_i|D_i = 1] - E[Y_i|D_i = 0] = \{E[Y_i(1)|D_i = 1] - [Y_i(0)|D_i = 1]\} + \{E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0]\} \quad (۳)$$

عبارت اول سمت راست را «متوسط اثرات رخداد بر افراد در معرض رخداد» و عبارت دوم را «تورش انتخاب نمونه» می‌نامیم که در آن، $E[Y_i(0)|D_i = 1]$ متوسط میزان وام‌دهی در زیر نمونه در معرض $D_i = 1$ هستند که اگر در معرض رخداد نمی‌بودند، یعنی همان مقدار تصویری متغیر مورد مطالعه. ملاحظه می‌شود که مقدار مشاهده‌شده متوسط میزان وام‌دهی بانک‌های در معرض رخداد و بانک‌هایی که در معرض رخداد نیستند؛ به‌طور دقیق نمی‌تواند اثر رخداد (درمان، برنامه) را نشان دهد؛ بلکه به اندازه $E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0]$ خطا در این روش اندازه‌گیری مشاهده خام وجود دارد؛ یعنی مقدار درست متوسط اثرات اجرای رخداد برای بانک در معرض رخداد $E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0]$ است و مقدار تورش ناشی از انتخاب نمونه برابر با $E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0]$ می‌گردد. این عبارت تفاضل متوسط برای افراد در معرض رخداد و نه در معرض رخداد یا همان گروه کنترل است. مقدار تورش نمونه می‌تواند به اندازه‌ای بزرگ باشد که قدر مطلق آن بتواند مقدار کل اثر در معرض رخداد بودن را مثبت سازد. هدف محقق فایق آمدن بر مشکل تورش انتخاب نمونه است و در واقع، می‌خواهد اثر علی متغیری نظیر D_i را اندازه‌گیری نماید.

• رگرسیون تفاضل در تفاضل

در مدل‌سازی اقتصادسنجی مبتنی بر نظریه‌های اقتصادی روابط رفتاری برآوردشده به‌صورت متغیر وابسته در سمت چپ و متغیرهای توضیحی در سمت راست نوشته می‌شوند. انتخاب متغیرهای توضیحی غالباً بر پایه نظریه‌های اقتصادی و در پاره‌ای از موارد نیز ادبیات تجربی مربوط به حوزه مرتبط با موضوع پژوهش صورت می‌گیرد. تحلیل‌های اقتصادسنجی ارزیابی رخداد اندکی متفاوت از اقتصادسنجی متعارف در کتاب‌های درسی است. متغیر وابسته مورد مطالعه به‌صورت معادله (۴) نوشته می‌شود.

$$Y_i = \alpha + \beta T_i + \gamma t_i + \delta(T_i t_i) + u_i \quad (۴)$$

که در آن، t متغیر زمان و T_i متغیر دودویی مربوط به در معرض رخداد قرارگرفتن فرد است. هدف پژوهش، ارزش‌یابی اثر رخداد، یافتن، یک برآورد «خوب» برای δ یعنی یافتن $\hat{\delta}$ با استفاده از داده‌های موجود است. در این بخش، اندکی جدی‌تر و عملیاتی‌تر وارد بحث اقتصادسنجی ارزیابی رخداد و به‌طور مشخصی اثر رخداد می‌شویم. فرض کنید بخواهیم اثر یک برنامه یا یک رخداد اجرا شده را بر مقدار Y_i مربوط و به یک جامعه ارزیابی کنیم. فرض کنید دو گروه از افراد داریم که اگر عضو گروه شاهد (آزمایشی) باشند؛ $T_i = 1$ و اگر عضو گروه کنترل باشند؛ $T_i = 0$ است. علاوه بر این، فرض کنید که Y_i دو دوره زمانی پیش و پس^۱ از اجرای رخداد را بتوانیم مشاهده کنیم. اندیس i نشانگر فرد $i = 1, \dots, N$ است. هر یک از افراد و مشاهده از Y_i را دارند. یک مشاهده برای دوره پیش از اجرای رخداد (با مشارکت در برنامه) و یک مشاهده هم برای دوره پس از اجرای رخداد. برای سادگی نمادهای \bar{Y}_1^T و \bar{Y}_0^T را به‌ترتیب برای میانگین Y_i مربوط به افراد گروه شاهد دوره پیش و پس از دوره اجرای رخداد مورد استفاده قرار

¹ Pre-Treatment and Post-Treatment

می‌دهیم. به‌همین ترتیب، همین دونماد را با بالانویس C برای گروه کنترل به‌کار می‌گیریم. اشاره می‌شود که این میانگین‌گیری برای افراد نمونه است و نه برای جامعه. به‌خاطر داریم که برای میانگین‌های جامعه از عمل‌گر امید ریاضی شرطی استفاده می‌کردیم. علاوه‌بر این، اندیس‌های ۰ و ۱ برای دوره زمانی پیش و پس از اجرای سیاست به‌کار بسته می‌شود. برآوردگر تفاضل در تفاضل به‌صورت تفاضل در میانگین‌های Y_i مربوط به گروه شاهد در پیش و پس از اجرای رخداد و منهای تفاضل در دوره پس و پیش از اجرای رخداد برای گروه کنترل تعریف می‌گردد. به‌همین دلیل، به این برآوردگر، «تفاضل در تفاضل‌ها»^۱ نیز گفته می‌شود.

$$\delta_{DD} = (\bar{Y}_1^T - \bar{Y}_0^T) - (\bar{Y}_1^C - \bar{Y}_0^C) \quad (5)$$

نخست نشان می‌دهیم که δ_{DD} حاصل به روش حداقل مربعات معمولی بدون تورش است.

$$E(\delta_{DD}) = (E[\bar{Y}_1^T] - E[\bar{Y}_0^T]) - (E[\bar{Y}_1^C] - E[\bar{Y}_0^C]) \quad (6)$$

$$= \{[\alpha + \beta + \gamma + \delta] - [\alpha + \beta]\} - \{[\alpha\gamma] - [\alpha]\} = \delta$$

در قالب رگرسیون تعریف‌شده در رابطه (۴) عبارت رابطه (۶) به شکل رابطه (۷) نشان داده می‌شود.

$$E(\delta_{DD}) = \{E(Y_i|T_i = 1, t_i = 1) - E(Y_i|T_i = 1, t_i = 0)\} - \{E(Y_i|T_i = 0, t_i = 1) - E(Y_i|T_i = 0, t_i = 0)\} = \delta \quad (7)$$

اکنون، مشاهده می‌شود که برآورد حداقل مربعات معمولی δ ، یک برآوردگر بدون تورش برای δ است (کشاورز حداد، ۲۰۱۷).

• معرفی مدل و متغیرها

موتاریندوا و همکاران (۲۰۲۰) دو مدل برای بررسی دقیق اثر رعایت دو الزام یادشده پیشنهاد می‌دهند که با رویکرد تفاضل در تفاضل قابل برآورد است. مدل‌های مذکور برای دو متغیر درون‌زا شامل نسبت وام‌های غیرجاری یا نسبت تسهیلات به سپرده (NPL) و نسبت تسهیلات به دارایی (Lending) برآورد می‌شوند. سایر متغیرهای مورد استفاده در پژوهش در جدول (۱) آورده شده است.

جدول ۱. متغیرهای مدل پژوهش

ردیف	متغیر	معادل در نرم‌افزار	توضیحات
۱	اندازه بانک	Size	به‌صورت لگاریتم طبیعی کل دارایی‌های بانک تعریف و محاسبه می‌شود.
۲	نسبت سود خالص از مالیات به حقوق صاحبان سهام	ROE	-
۳	نسبت موجودی نقد به دارایی	ND	-
۴	نسبت مطالبات معوق به دارایی	MMD	مطالبات معوق نیز مجموع تمام مطالبات اعم از مطالبات معوق، مشکوک الوصول و مطالبات سررسید گذشته و شامل مطالبات از بانک مرکزی، بانک‌ها و سایر موسسات اعتباری و مطالبات از دولت می‌باشد.

¹ Difference in Differences

ردیف	متغیر	معادل در نرم‌افزار	توضیحات
۵	نقدینگی	Liquidity	نسبت تسهیلات اعطایی به سپرده است که نشانگر نسبت سپرده استفاده‌شده در فرایند وام‌دهی است. این نسبت برای اعداد بزرگ‌تر یا مساوی ۱ برای هر بانک در هر سال عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر را به خود اختصاص می‌دهد. لازم به ذکر است که تسهیلات اعطایی شامل اطلاعات وام اعطاشده به اشخاص دولتی و غیردولتی به غیر از بانک‌ها در هر سال توسط هر بانک می‌باشد.
۶	نرخ تورم	INF	نرخ تورم برابر با رشد شاخص بهای مصرف‌کننده است که هر ساله توسط درگاه ملی آمار منتشر می‌شود.
۷	نرخ رشد نقدینگی در کشور	GM	-
۸	نرخ بهره بین بانکی	R	-
۹	نرخ فرار سرمایه از کشور	Capitalf	نرخ فرار سرمایه از کشور نیز شامل نرخ تغییرات حساب سرمایه در ترازنامه بانک مرکزی است.
۱۰	نرخ رشد اقتصادی کشور	GGDP	نرخ رشد اقتصادی نیز که برابر با رشد تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۵ می‌باشد، نیز از درگاه ملی آمار قابل دریافت است.
۱۱	نسبت خالص سرمایه‌گذاری پایدار	NSFR	$NSFR = ASF / RSF$ کل بودجه پایدار موجود است که ASF به صورت مجموع حقوق صاحبان سهام + بدهی‌ها با سررسید بیشتر از یک سال محاسبه می‌شود و RSF کل بودجه پایدار موردنیاز است که به صورت مجموع سرمایه بانک + بدهی‌ها با سررسید بیشتر از یک سال محاسبه می‌شود. در این مطالعه برابر با ۱ است در حالتی که نسبت مجموع بدهی‌ها با حقوق صاحبان سهام به مجموع بدهی‌ها با حساب سرمایه بزرگ‌تر یا مساوی با ۱ شود و در غیراین صورت، صفر خواهد بود.
۱۲	نسبت سرمایه	Capital	نسبت حساب سرمایه به کل دارایی‌های موزون‌شده به ریسک بانک است که برای نسبت‌های بزرگ‌تر یا مساوی ۸ درصد عدد ۱ و برای نسبت‌های زیر ۸ درصد، عدد صفر گرفته است.

منبع: یافته‌های پژوهش

مدل تحقیق با لحاظ متغیرهای *NSFR* و *CAPITAL* به‌عنوان متغیرهای مستقل (متغیرهای مربوط به توافق‌نامه بازل سه) و با استفاده از متغیرهای *SIZE*, *ROE*, *GGDP*, *ND*, *MMD*, *INF*, *GM*, *R*, *LIQUIDITY* و *CAPITALF* به‌عنوان متغیرهای کمکی با بهره‌گیری از رویکرد تفاضل در تفاضل قابل برآورد خواهد بود:

$$y_{it} = f(NSFR_{it}, CAPITAL_{it}, IV_{it}) + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

که در آن، (۹) عبارت از متغیر وابسته و (۱۰) متغیر مستقل و (۱۱) متغیر کمکی است.

$$y_{it} \in \{NPL_{it}, Lending_{it}\} \quad (9)$$

$$NSFR_{it}, CAPITAL_{it} \quad (10)$$

$$IV_{it} = \{SIZE_{it}, ROE_{it}, GGDP_{it}, R_{it}, ND_{it}, MMD_{it}, INF_{it}, GM_{it}, CAPITALF_{it}\} \quad (11)$$

برای دستیابی به هدف پژوهش، اطلاعات مستخرج از صورت‌های مالی سالیانه ۱۶ بانک نمونه شامل بانک‌های بانک اقتصاد نوین، پارسیان، تجارت، سینا، صادرات، کارآفرین، ملت، پست بانک، سامان، پاسارگاد، دی، شهر، گردشگری، سرمایه، آینده و خاورمیانه طی دوره زمانی ۱۳۹۲ - ۱۴۰۰ که صورت‌های مالی آنها به‌طور کامل در سایت کدال در دسترس قرار داشته و شفافیت و افشاسازی بورسی این بانک‌ها به‌صورت کامل انجام شده، مورد بهره‌برداری قرار گرفت. از آنجا که سال ابلاغ الزامات بازل سه توسط بانک مرکزی به بانک‌های کشور سال ۱۳۹۵ بوده است، دوره زمانی ۱۳۹۲ - ۱۳۹۴ را می‌توان سال‌های قبل از اعمال سیاست دانست و دوره ۱۳۹۵ - ۱۴۰۰ را می‌توان سال‌های بعد از اعمال سیاست لحاظ کرد.

اگرچه، در بدایت امر، ممکن است شرایط و دقیق‌تر اینکه، عملکرد بانک‌ها متفاوت باشد؛ اما از منظر این پژوهش که هدف آن، مطالعه رعایت الزامات بازل سه تحت نظارت بانک مرکزی است، شرایط برای تمام بانک‌ها، یکسان مدنظر قرار می‌گیرد؛ زیرا تمامی بانک‌ها تحت نظارت بانک مرکزی ملزم به فراهم کردن شرایط لازم برای رعایت الزامات بازل سه هستند. از این‌رو، برای تمام بانک‌های مورد بررسی، عامل تفکیک، دو گروه شاهد و کنترل (دو متغیر NSFR و Capital) در نظر گرفته شد. بدین‌منظور، یک‌بار بانک‌هایی را که دارای مقادیر NSFR یک (NSFR یک) به‌معنای رعایت الزامات نقدینگی توسط بانک موردنظر است) هستند، در گروه شاهد و بانک‌هایی که مقادیر صفر دارند (به‌معنای عدم رعایت الزامات نقدینگی توسط بانک موردنظر) در گروه کنترل قرار داده شدند. بار دیگر بانک‌هایی که مقادیر Capital یک دارند (مقادیر ۱ نشان‌دهنده آن است که بانک موردنظر در جهت رعایت الزامات سرمایه‌ای بازل سه حرکت می‌کنند) در گروه شاهد و بانک‌هایی که مقادیر صفر (نشان از عدم پای‌بندی به الزامات سرمایه‌ای است) دارند، در گروه کنترل قرار گرفتند و مدل‌ها برآورد شدند.

۴. یافته‌های پژوهش

• نتایج آزمون F لیمر

برای تشخیص نوع مدل (پنل یا پولد) از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. با استفاده از نرم‌افزار Eviews نتایج این آزمون برای دو مدل به تفکیک متغیر وابسته در جدول (۲) ارائه شده است. براساس نتایج، فرضیه صفر آزمون که پولد بودن هر دو مدل است، رد می‌شود.

جدول ۲. نتایج آزمون F لیمر برای مدل‌های DID ایستا

متغیر درون‌زای مدل DID ایستا	مقدار آماره F	درجه آزادی	احتمال
Lending	۱۵/۴۶۶۴	(۱۵،۱۱۶)	۰/۰۰۰۰
NPL	۲/۰۷۳۱	(۱۵،۱۱۶)	۰/۰۱۵۹

منبع: یافته‌های پژوهش

• نتایج آزمون هاسمن

برای اینکه مشخص شود مدل با اثرات ثابت است یا با اثرات تصادفی، از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۳) ارائه شده است. براساس نتایج، فرضیه صفر آزمون که مدل با اثرات تصادفی است برای هر سه مدل پذیرفته شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون هاسمن برای مدل‌های DID ایستا

متغیر درون‌زای مدل DID ایستا	مقدار آماره کای دو	درجه آزادی	احتمال
Lending	۰/۰۰۰۰	۱۲	۱/۰۰۰۰
NPL	۰/۰۰۰۰	۱۲	۱/۰۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

همچنین، با انجام آزمون وو هاسمن مشخص گردید که متغیرهای توضیحی تابعی از متغیر وابسته نبوده و مشکل درون‌زایی بین متغیرهای مورد استفاده در مدل وجود ندارد.

• نتایج برآورد مدل‌ها به روش DID

نتایج حاصل از برآورد مدل‌ها به روش DID در جداول (۴ - ۷) برای هر دو متغیر وابسته ارائه شده است. برای برآورد مدل به روش DID از نرم‌افزار STATA استفاده شده است.

جدول ۴. نتایج برآورد مدل‌های DID با تفکیک گروه شاهد و کنترل (نسبت خالص سرمایه‌گذاری پایدار)

NPL		Lending		وضعیت
پیش از اعمال سیاست				
	۰/۷۷۷		۰/۵۱۱	کنترل
	۰/۴۷۵		۰/۴۳۱	برنامه
۰/۳۸۶	-۰/۳۰۲	۰/۲۸۱	-۰/۰۸۰	تفاضل
پس از اعمال سیاست				
	۱/۰۵۳		۰/۵۸۱	کنترل
	۱/۰۴۱		۰/۵۸۶	برنامه
۰/۹۴۰	-۰/۰۱۲	۰/۸۸۰	۰/۰۰۵	تفاضل
۰/۴۴۷	۰/۲۹۰	۰/۲۹۶	۰/۰۸۵	تفاضل در تفاضل
$R^2 = 0.04$		$R^2 = 0.06$		ضریب تعیین

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۴) میزان تفاوت مشاهدات دو گروه شاهد و کنترل، زمانی که عامل تفکیک دو گروه مقادیر NSFR (الزامات نقدینگی بازل) باشد، برای متغیر وام‌دهی بانک‌ها (Lending) قبل و بعد از اعمال رخداد به ترتیب، برابر با $0/08-$ و $0/005+$ است. در اینجا، مقدار برآوردگر تفاضل در تفاضل که نشان‌دهنده اثر رخداد اجرا است (ATT)^۱ و (ATE)^۲ برابر با $0/085+$ است که این امر حاکی از اثر مثبت الزامات سرمایه‌ای بر میزان وام‌دهی بانک‌هاست. به این معنی که با اجبار بانک‌ها توسط بانک مرکزی به رعایت الزامات نقدینگی این سیاست بر میزان وام‌دهی بانک‌ها اثر مثبت داشته است.

مشاهدات دو گروه شاهد و کنترل، زمانی که عامل تفکیک دو گروه مقادیر NSFR (الزامات نقدینگی بازل) باشد، برای متغیر نسبت تسهیلات غیرجاری (NPL) قبل و بعد از اعمال رخداد نیز برابر با $0/302-$ و $0/012-$ است. مقدار برآوردگر تفاضل در تفاضل این متغیر نیز برابر با $0/29+$ است که به این معنی است که با اجبار بانک‌ها توسط بانک مرکزی به رعایت الزامات نقدینگی این سیاست بر میزان وام نسبت تسهیلات غیرجاری اثر مثبت داشته است. براساس ضریب تعیین مدل‌ها نیز تنها ۶ درصد از تغییرات نسبت تسهیلات به دارایی و ۴ درصد از تغییرات نسبت وام‌های غیرجاری توسط مدل‌های یادشده توضیح داده شده است. براین اساس، باید اثر به‌کارگیری تکنیک بوت استرپ برای وارد کردن متغیرهای کمکی نیز بر بررسی‌ها مورد مطالعه قرار گیرد. با توجه به اینکه تکنیک بوت استرپ روندهای موجود در داده‌ها را تغییر نمی‌دهد، لذا برای بزرگ‌نمایی اثرات می‌توان از آن استفاده کرد. ورود متغیر کمکی نیز به افزایش توضیح‌دهندگی مدل و گاه افزایش معناداری متغیرها و کیفیت ضرایب مدل کمک می‌کند.

جدول ۵. نتایج برآورد مدل‌های DID با تفکیک گروه شاهد و کنترل (نسبت سرمایه)

NPL		Lending		وضعیت
پیش از اعمال سیاست				
	۰/۹۵۶		۰/۵۵۵	کنترل
	۱/۰۰۰		۰/۵۷۰	برنامه
۰/۷۴۹	۰/۰۴۳	۰/۶۲۳	۰/۰۱۴	تفاضل
پس از اعمال سیاست				
	۰/۶۳۴		۰/۴۹۱	کنترل
	۰/۸۶۱		۰/۶۵۰	برنامه
۰/۶۹۵	۰/۲۲۷	۰/۲۰۴	۰/۱۵۹	تفاضل
۰/۷۵۷	۰/۱۸۳	۰/۲۶۱	۰/۱۴۵	تفاضل در تفاضل
$R^2 = 0.01$		$R^2 = 0.01$		ضریب تعیین

منبع: محاسبات تحقیق

¹ Average Treatment Effect on Treated

² Average Treatment Effect

با توجه به نتایج جدول (۵) میزان تفاوت مشاهدات دو گروه شاهد و کنترل، زمانی که عامل تفکیک دو گروه مقادیر الزامات سرمایه‌ای (میزان حداقل کفایت سرمایه برای بانکها مطابق الزامات بازل سه حداقل ۸ درصد است) برای متغیر وام‌دهی بانکها (Lending) قبل و بعد از اعمال رخداد به ترتیب، برابر با ۰/۰۱۴ و ۰/۱۵۹ است. در اینجا، مقدار برآوردگر تفاضل در تفاضل که نشان‌دهنده اثر رخداد اجرا شده (ATE یا ATT) برابر با ۰/۱۴۵ است که این امر حاکی از اثر مثبت الزامات سرمایه‌ای بر میزان وام‌دهی بانکهاست؛ به این معنا که با اجبار بانکها توسط بانک مرکزی به رعایت الزامات سرمایه‌ای و داشتن حداقل میزان ۸ درصد کفایت سرمایه برای بانکها این سیاست بر میزان وام‌دهی بانکهای کشور اثر مثبت داشته است. تفاوت مشاهدات دو گروه شاهد و کنترل، زمانی که عامل تفکیک دو گروه مقادیر الزامات سرمایه‌ای برای متغیر نسبت تسهیلات غیرجاری (NPL) قبل و بعد از اعمال رخداد برابر با ۰/۰۴۳ و ۰/۲۲۷ است. مقدار برآوردگر تفاضل در تفاضل این متغیر نیز برابر با ۰/۱۸۳ است که نشان‌دهنده اثر مثبت الزامات بر متغیر نسبت تسهیلات غیرجاری (NPL) است. به این معنا که با اجبار بانکها توسط بانک مرکزی به رعایت الزامات سرمایه‌ای و داشتن حداقل میزان ۸ درصد کفایت سرمایه برای بانکها این سیاست بر نسبت تسهیلات غیرجاری بانکهای کشور اثر مثبت داشته است. جدول (۶) نتایج برآورد مدل‌های DID را با فرض اعمال الزام نسبت خالص سرمایه‌گذاری پایدار برای شاخص نسبت تسهیلات به دارایی و نسبت وام‌های غیرجاری با استفاده از تکنیک افزایش نمونه بوت استرپ و متغیرهای کمکی نشان می‌دهد.

جدول ۶. نتایج برآورد مدل‌های DID با تفکیک گروه شاهد و کنترل (NSFR)

(با استفاده از تکنیک بوت استرپ و متغیر کمکی)

NPL		Lending		متغیر / متغیر وابسته
احتمال	ضریب	احتمال	ضریب	
۰/۳۲۶	-۰/۰۴۷	۰/۶۱۷	۰/۰۰۶	Size
۰/۴۰۹	-۰/۰۴۹	۰/۶۰۴	-۰/۰۱۵	ROE
۰/۶۶۶	۰/۰۰۷	۰/۶۴۶	-۰/۰۰۳	R
۰/۲۵۹	۲/۰۹۰	۰/۰۶۰	۰/۹۲۶	ND
۰/۶۸۸	۰/۲۸۷	۰/۰۰۷	-۰/۴۵۷	MMD
۰/۰۰۰	۱/۱۴۲	۰/۶۶۴	-۰/۰۲۳	Liquidity
۰/۰۱۷	۰/۰۰۸	۰/۷۶۶	-۰/۰۰۰	INF
۰/۱۲۹	۰/۰۱۰	۰/۰۱۲	-۰/۰۰۶	GM
۰/۱۰۴	-۰/۰۰۱	۰/۷۸۸	-۰/۰۰۰	Capitalf
۰/۰۰۴	۰/۰۳۵	۰/۹۵۰	-۰/۰۰۰	GGDP
پیش از اعمال سیاست				
	۰/۷۴۸		۰/۶۳۳	کنترل
	۰/۶۱۴		۰/۵۲۲	برنامه
۰/۳۴۵	-۰/۱۳۴	۰/۰۹۶	-۰/۱۱۱	تفاضل
پس از اعمال سیاست				
	۰/۹۳۸		۰/۷۴۶	کنترل

NPL		Lending		متغیر / متغیر وابسته
احتمال	ضریب	احتمال	ضریب	
	۰/۸۰۳		۰/۷۴۰	برنامه
۰/۳۷۸	-۰/۱۳۵	۰/۸۵۰	-۰/۰۰۷	تفاضل
۰/۹۹۷	-۰/۰۰۱	۰/۱۸۱	۰/۱۰۵	تفاضل در تفاضل
$R^2 = 0.56$		$R^2 = 0.25$		ضریب تعیین

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۶) در مورد نسبت تسهیلات به دارایی در سطح ۱۰ درصد تنها متغیرهای نسبت موجودی نقد به دارایی، مطالبات معوق به دارایی و رشد نقدینگی در کشور بر این متغیر در شرایط اعمال الزام سرمایه‌گذاری پایدار دارای اثر معنادار هستند. به این معنا که هرگاه موجودی نقد به دارایی به اندازه ۱ درصد افزایش یابد، میزان وام‌دهی بانک‌ها ۰/۹۲۶ افزایش می‌یابد.

همچنین، با افزایش ۱ درصدی مطالبات معوق به دارایی و رشد نقدینگی میزان وام‌دهی بانک‌های کشور، به ترتیب، ۰/۴۵۷ و ۰/۰۰۶ کاهش می‌یابد. بر این اساس، در شرایط اعمال الزام سرمایه‌گذاری پایدار، اثر نسبت موجودی نقد به دارایی دارای اثر مثبت و نسبت مطالبات معوق به دارایی و رشد نقدینگی در کشور دارای اثر منفی بر نسبت تسهیلات به دارایی بانک‌های مورد بررسی است. این امر نشان می‌دهد که در شرایط اعمال الزام سرمایه‌گذاری پایدار، نقدینگی جذب‌شده به بانک بیشتر صرف سرمایه‌گذاری شده و قدرت وام‌دهی بانک کاهش می‌یابد؛ زیرا در بانک‌های کشور به دلیل وجود تورم بالا، بانک‌ها بیشتر تمایل دارند تا نقدینگی جذب‌شده را برای افزایش سوددهی توسط خودشان سرمایه‌گذاری نمایند (عمده سرمایه‌گذاری بانک‌ها در امور شرکت‌داری صورت می‌پذیرد که با عنوان سرمایه‌گذاری غیر عملیاتی در صورت‌های مالی منعکس می‌گردد) تا اینکه به صورت تسهیلات به بخش‌های مختلف اقتصاد پرداخت نمایند و لذا این امر، باعث کاهش تسهیلات پرداختی می‌گردد.

در سطح ۵ درصد و در شرایط اعمال الزام سرمایه‌گذاری پایدار در بانک‌ها، اثر نقدینگی، نرخ تورم و نرخ رشد اقتصادی کشور دارای اثر مثبت و معنادار بر نسبت وام‌های غیرجاری هستند؛ به این معنا که هرگاه میزان نقدینگی بانک‌ها ۱ درصد افزایش یابد، این امر سبب افزایش ۱/۱۴۲ واحدی در نسبت وام‌های غیرجاری بانک‌ها می‌شود. به همین ترتیب، افزایش ۱ درصدی متغیرهای نرخ تورم و نرخ رشد اقتصادی کشور، به ترتیب، باعث افزایش ۰/۰۰۸ و ۰/۰۳۵ واحدی در میزان وام‌های غیرجاری می‌شوند. این امر نشان می‌دهد که در حالت بروز رونق در اقتصاد، تقاضا برای وام افزایش یافته و این امر به افزایش وام‌های پرداختی بانک‌ها منجر می‌شود که الزام بانک‌ها به سرمایه‌گذاری در افزایش قدرت وام‌دهی و پوشش تقاضا موثر می‌باشد.

در روش باز نمونه‌گیری، میزان تفاوت مشاهدات دو گروه شاهد و کنترل، زمانی که عامل تفکیک دو گروه مقادیر NSFR (الزامات نقدینگی بازل) باشد برای متغیر وام‌دهی بانک‌ها (Lending) قبل و بعد از اعمال رخداد، به ترتیب، برابر با ۰/۱۱۱- و ۰/۰۷- است. در اینجا، مقدار برآوردگر تفاضل در تفاضل برابر با ۰/۱۰۵ است که این امر حاکی از اثر مثبت الزامات نقدینگی بر میزان وام‌دهی بانک‌هاست. به این معنا که تفاضل میان مشاهدات در گروه شاهد به میزان ۰/۱۰۵ بیشتر از مقادیر مشاهده شده در گروه کنترل بوده؛ لذا در روش باز نمونه‌گیری شاهد اثرگذاری مثبت الزامات نقدینگی بر میزان وام‌دهی بانک‌ها هستیم.

همچنین، تفاوت مشاهدات دوگروه شاهد و کنترل، زمانی که عامل تفکیک دوگروه مقادیر NSFR (الزامات نقدینگی بازل) باشد، برای متغیر نسبت تسهیلات غیرجاری (NPL) قبل و بعد از اعمال رخداد، برابر با ۰/۱۳۴- و ۰/۱۳۵- است. مقدار برآوردگر تفاضل در تفاضل این متغیر نیز برابر با ۰/۰۰۱- است که نشان‌دهنده اثر منفی الزامات بر متغیر NPL است. این امر به معنای آن است که تفاضل میان مشاهدات در گروه شاهد به میزان ۰/۰۰۱- کم‌تر از مقادیر مشاهده‌شده در گروه کنترل بوده؛ لذا در روش باز نمونه‌گیری شاهد اثرگذاری منفی الزامات نقدینگی بر نسبت تسهیلات غیرجاری هستیم.

بر مبنای شاخص ضریب تعیین، مدل‌های مورد بررسی توانسته‌اند به ۲۵ درصد از تغییرات نسبت تسهیلات به دارایی و ۵۶ درصد از تغییرات نسبت وام‌های غیرجاری را در حالت استفاده از تکنیک افزایش نمونه بوت استرپ و نیز در حضور متغیرهای کمکی توضیح دهند. این مقادیر برای ضریب تعیین با توجه به پنل بودن مدل‌ها قابل توجیه است.

جدول ۷. نتایج برآورد مدل‌های DID ایستا با تفکیک گروه شاهد و کنترل

(نسبت سرمایه) (با استفاده از تکنیک بوت استرپ و متغیر کمکی)

NPL		Lending		متغیر / متغیر وابسته
احتمال	ضریب	احتمال	ضریب	
۰/۶۰۸	-۰/۰۲۹	۰/۱۵۶	۰/۰۱۷	SIZE
۰/۲۳۹	-۰/۰۶۹	۰/۴۱۶	-۰/۰۱۹	ROE
۰/۳۱۵	۰/۰۱۴	۰/۵۳۱	۰/۰۰۳	R
۰/۲۰۴	۲/۳۹۹	۰/۰۲۷	۱/۱۸۳	ND
۰/۴۷۳	۰/۴۴۲	۰/۰۳۸	-۰/۳۱۶	MMD
۰/۰۰۰	۱/۱۱۹	۰/۵۲۳	-۰/۰۳۱	LIQUIDITY
۰/۰۱۶	۰/۰۰۹	۰/۸۴۶	۰/۰۰۰	INF
۰/۰۴۷	۰/۰۱۳	۰/۱۵۶	-۰/۰۰۴	GM
۰/۰۶۶	-۰/۰۰۱	۰/۵۵۹	-۰/۰۰۰	CAPITALF
۰/۰۰۰	۰/۰۳۸	۰/۵۷۲	۰/۰۰۲	GGDP
پیش از اعمال سیاست				
	۰/۲۰۸		۰/۲۵۵	کنترل
	۰/۱۱۰		۰/۲۶۳	برنامه
۰/۴۰۰	-۰/۰۹۸	۰/۸۰۹	۰/۰۰۸	تفاضل
پس از اعمال سیاست				
	۰/۰۰۲		۰/۱۵۴	کنترل
	۰/۴۰۳		۰/۴۳۲	برنامه
۰/۰۷۳	۰/۴۰۰	۰/۰۰۰	۰/۲۷۸	تفاضل
۰/۰۳۰	۰/۴۹۸	۰/۰۰۱	۰/۲۷۰	تفاضل در تفاضل
$R^2 = 0.55$		$R^2 = 0.18$		ضریب تعیین

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۷) و استفاده از روش بازنمونه‌گیری ملاحظه می‌شود که در زمان اعمال الزامات سرمایه‌ای تنها دو متغیر نسبت موجودی نقد به دارایی (ND) و نسبت مطالبات معوق به دارایی (MMD) بر میزان وام‌دهی بانک‌ها موثر هستند. به این ترتیب که با افزایش ۱ درصدی نسبت موجودی نقد به دارایی و نسبت مطالبات معوق به دارایی وام‌دهی بانک‌ها به ترتیب، ۱/۱۸۳ درصد افزایش و ۰/۳۱۶- درصد کاهش می‌یابد.

در زمان اعمال الزامات سرمایه‌ای متغیرهای نقدینگی (Liquidity)، نرخ تورم (INF)، نرخ رشد نقدینگی (GM)، نرخ فرار سرمایه از کشور (CAPITALF) و نرخ رشد اقتصادی کشور (GGDP) بر نسبت وام‌های غیرجاری (NPL) موثر هستند. به این صورت که با افزایش ۱ درصدی در میزان نقدینگی، نرخ تورم، نرخ رشد نقدینگی و نرخ رشد اقتصادی کشور، نسبت وام‌های غیرجاری به ترتیب، ۰/۰۰۹، ۰/۰۱۳ و ۰/۰۳۸ درصد افزایش می‌یابد؛ اما زمانی که نرخ فرار سرمایه از کشور ۱ درصد افزایش می‌یابد، نسبت وام‌های غیرجاری (NPL) به میزان ۰/۰۰۱ درصد کاهش می‌یابد. میزان تفاوت مشاهدات دو گروه شاهد و کنترل، زمانی که عامل تفکیک دو گروه مقادیر الزامات سرمایه‌ای است برای متغیر وام‌دهی بانک‌ها (Lending) قبل و بعد از اعمال رخداد هم به ترتیب، برابر با ۰/۰۰۸ و ۰/۲۷۸ است. در اینجا، مقدار برآوردگر تفاضل در تفاضل برابر با ۰/۲۷۰ است که این امر حاکی از اثر مثبت الزامات سرمایه‌ای بر میزان وام‌دهی بانک‌هاست که به معنای آن است که تفاضل میان مشاهدات در گروه شاهد به میزان ۰/۲۷۰ بیشتر از مقادیر مشاهده شده در گروه کنترل بوده؛ لذا در روش بازنمونه‌گیری شاهد اثرگذاری مثبت الزامات سرمایه‌ای بر میزان وام‌دهی بانک‌ها هستیم.

در روش بازنمونه‌گیری تفاوت مشاهدات دو گروه شاهد و کنترل، زمانی که عامل تفکیک دو گروه مقادیر الزامات سرمایه‌ای است برای متغیر نسبت تسهیلات غیرجاری قبل و بعد از اعمال رخداد برابر با ۰/۰۹۸- و ۰/۴۰۰ است. مقدار برآوردگر تفاضل در تفاضل این متغیر نیز برابر با ۰/۴۹۸ است که نشان‌دهنده اثر مثبت الزامات بر متغیر NPL است که به معنای آن است که تفاضل میان مشاهدات در گروه شاهد به میزان ۰/۴۹۸ بیشتر از مقادیر مشاهده شده در گروه کنترل بوده؛ لذا در روش بازنمونه‌گیری شاهد اثرگذاری مثبت الزامات سرمایه‌ای بر نسبت تسهیلات غیرجاری بانک‌ها هستیم.

پس از اعمال سیاست نسبت سرمایه ۸ درصدی، نسبت تسهیلات به دارایی و نسبت وام‌های غیرجاری بهبود می‌یابد و این امر، با بررسی تفاوت عملکرد گروه برنامه و کنترل پیش و پس از اعمال سیاست قابل دریافت است. براین اساس، سیاست نسبت سرمایه ۸ درصدی به بهبود وضعیت وام‌دهی بانک‌ها منجر می‌شود. براساس مقادیر ضریب تعیین، ۱۸ درصد از تغییرات نسبت تسهیلات به دارایی و ۵۵ درصد از تغییرات نسبت وام‌های غیرجاری توسط مدل‌های فوق پوشش داده شده است.

نتایج حاصل از برآورد تحقیق حاکی از آن است زمانی که از روش بازنمونه‌گیری استفاده کردیم، اثر الزامات نقدینگی و سرمایه‌ای بر میزان وام‌دهی بانک‌ها مثبت بوده و این امر نشان‌دهنده آن است که چنانچه بانک مرکزی، تمامی بانک‌ها را ملزم به اجرای الزامات نقدینگی و سرمایه‌ای مطابق با قوانین بازل سه نماید. میزان قدرت وام‌دهی بانک‌ها افزایش می‌یابد و چنانچه این تسهیلات در صنایع مولد صرف شود، سبب رشد و شوک‌وفایی بیشتر کشور می‌گردد. اما، علی‌رغم اثر مثبت الزامات سرمایه‌ای بر نسبت تسهیلات غیرجاری (NPL) الزامات نقدینگی بر نسبت تسهیلات غیرجاری اثرگذاری معکوس دارد.

• نتایج آزمون توازی-q

در آزمون توازی-q گروه شاهد و درمان برای قبل از سال ۱۳۹۵ و بعد از آن تا سال ۱۴۰۰ برای هر دو متغیر شاخص نسبت وام‌های غیرجاری و نسبت تسهیلات به دارایی مورد بررسی قرار گرفته است که نتایج آن به ترتیب، در جداول (۸ و ۹) گزارش شده است.

جدول ۸. نتایج برآورد آزمون توازی-q گروه کنترل و شاهد برای مدل نسبت وام‌های غیرجاری

(مدل غیرشرطی کاملا انعطاف پذیر)

دوره‌های پیش/پس از درمان	$s = 1$	$s = 2$	$s = 3$	پویایی اثر درمان پیش از درمان	پویایی اثر درمان پس از درمان
$q = 1$	-۰/۰۴۴۹	-۰/۰۰۷۷	۰/۰۷۴۲	-	۱/۲۲۶۵ (۰/۹۴۲۳)
$q = 2$	-۰/۱۸۱۹	-۰/۲۸۱۸	-۰/۳۳۷۷	۰/۱۳۷۰ (۰/۳۲۵۱)	۰/۳۲۷۲ (۰/۹۹۷۱)
$q = 3$	-۰/۲۳۳۵	-۰/۴۳۶۵	-۰/۶۴۷۱	۰/۰۵۱۵ (۰/۸۵۶۶)	۰/۲۲۶۰ (۰/۹۹۸۸)

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج آزمون توازی، هم‌ارزی برای اثرات پیش از درمان در مدل نسبت وام‌های غیرجاری وجود داشته و پویایی آنها مورد تایید است. این امر برای اثرات پس از رخداد نیز صادق است. با توجه به آزمون توازی برای دو دوره قبل و یک دوره بعد از اعمال رخداد الزامات نقدینگی و سرمایه‌ای بازل سه در بانک‌های ایران اثر رخداد برابر با ۰/۱۷۰۱- محاسبه گردیده است. چنانچه این مقدار را بر انحراف معیار مدل DID (۰/۲۳)، زمانی که بانک‌ها الزامات نقدینگی را رعایت می‌کنند، تقسیم کنیم به مقدار ۰/۷۴۰- می‌رسیم که با توجه به اختلاف معنادار آن از صفر، اثرگذاری الزامات نقدینگی بر نسبت وام‌های غیرجاری معنادار بوده و لذا روند اجرای رخداد به صورت موازی است. همچنین، زمانی که این مقدار را بر انحراف معیار مدل DID (۰/۲۳) در زمان رعایت الزامات سرمایه‌ای تقسیم می‌کنیم به مقدار ۰/۷۴۰- می‌رسیم که باز هم با توجه به اختلاف معنادار آن از صفر، اثرگذاری الزامات سرمایه‌ای بر نسبت وام‌های غیرجاری معنادار بوده و لذا روند اجرای رخداد به صورت موازی است.

جدول ۹. نتایج برآورد آزمون توازی-q گروه شاهد و درمان برای مدل نسبت تسهیلات به دارایی

(مدل غیرشرطی کاملا انعطاف پذیر)

دوره‌های پیش/پس از درمان	$s = 1$	$s = 2$	$s = 3$	پویایی اثر درمان پیش از درمان	پویایی اثر درمان پس از درمان
$q = 1$	۰/۰۷۳۹	۰/۰۳۹۵	۰/۰۴۶۶	-	۰/۵۷۸۱ (۰/۹۸۹۰)
$q = 2$	۰/۰۱۶۷	-۰/۰۷۴۹	-۰/۱۲۵۰	۰/۰۵۷۲ (۰/۵۲۴۲)	۰/۶۹۹۰ (۰/۹۸۳۰)
$q = 3$	۰/۰۶۲۱	۰/۰۶۱۳	۰/۱۴۷۵	-۰/۰۴۵۴ (۰/۷۹۸۹)	۱/۲۱۰۷ (۰/۹۴۳۸)

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به نتایج آزمون توازی، هم‌ارزی برای اثرات پیش از رخداد، در مدل نسبت تسهیلات به دارایی وجود داشته و پویایی آنها مورد تایید است. این امر برای اثرات پس از رخداد نیز صادق است. با توجه به آزمون توازی برای دو دوره قبل و یک دوره بعد از اعمال رخداد، الزامات نقدینگی و سرمایه‌ای بازل سه در بانک‌های ایران، اثر رخداد برابر با ۰/۲۶۲۷ محاسبه گردیده است. چنانچه این مقدار را بر انحراف معیار مدل DID (۰/۰۷۸) زمانی که بانک‌ها الزامات نقدینگی را رعایت می‌کنند، تقسیم کنیم به مقدار ۳/۳۶۷۹ می‌رسیم که اختلاف معنادار آن از صفر حاکی از اثرگذاری الزامات نقدینگی بر میزان وام‌دهی بانک‌هاست. همچنین، زمانی که این مقدار را بر انحراف معیار مدل DID (۰/۰۸۵) در زمان رعایت الزامات سرمایه‌ای تقسیم می‌کنیم به مقدار ۱/۴۹۴۲ می‌رسیم که با توجه به اختلاف معنادار آن از صفر، اثرگذاری الزامات سرمایه‌ای بر میزان وام‌دهی بانک‌ها نیز معنادار می‌باشد و لذا، روند اجرای رخداد به صورت موازی است. هر دو آزمون نشان می‌دهد که استفاده از مدل تفاضل در تفاضل نتایجی قوی را ارائه داده و این مدل مناسب است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

لزوم به‌کارگیری الزامات توافق‌نامه بازل سه برای بهبود عملکرد نظام بانکی در کشور و کاهش اثرات ریسک‌های متوجه این بخش، این مطالعه را بر آن داشت تا به بررسی میزان عملیاتی‌سازی رهنمودهای بازل سه و اثر آنها بر عملکرد وام‌دهی نظام بانکی در ایران بپردازد. در این راستا، این پژوهش با استفاده از اطلاعات حاصل از صورت‌های مالی سالانه ۱۶ بانک نمونه شامل بانک اقتصاد نوین، پارسیان، تجارت، سینا، صادرات، کارآفرین، ملت، پست بانک، سامان، پاسارگاد، دی، شهر، گردشگری، سرمایه، آینده و خاورمیانه طی دوره ۱۳۹۲ - ۱۴۰۰ به مطالعه وضعیت نظام بانکی در ایران با استفاده از مدل‌های DID پرداخت.

برآورد آزمون F لیمر نشان داد که فرضیه صفر آزمون که پولد بودن هر دو مدل است، رد می‌گردد. آزمون هاسمن نیز مدل‌ها را با اثرات تصادفی ارزیابی نموده است. براساس نتایج، در مورد نسبت تسهیلات به دارایی در شرایط اعمال الزام سرمایه‌گذاری پایدار، اثر نسبت موجودی نقد به دارایی دارای اثر مثبت و نسبت مطالبات معوق به دارایی و رشد نقدینگی در کشور دارای اثر منفی بر نسبت تسهیلات به دارایی بانک‌های مورد بررسی است. در شرایط اعمال الزام سرمایه‌گذاری پایدار در بانک‌ها، اثر نقدینگی، نرخ تورم و نرخ رشد اقتصادی کشور دارای اثر مثبت و معنادار بر نسبت وام‌های غیرجاری می‌باشند. با بررسی تفاوت عملکرد گروه شاهد و کنترل، پیش و پس از اعمال سیاست روشن گردید که این الزام سبب بهبود عملکرد بانک‌ها در میزان وام‌دهی می‌شود.

گفتنی است که در زمان اعمال الزامات سرمایه‌ای تنها دو متغیر نسبت موجودی نقد به دارایی و نسبت مطالبات معوق به دارایی به ترتیب، دارای اثر مثبت و منفی بر میزان وام‌دهی بانک‌ها هستند. از آنجا که این الزام به افزایش نقدینگی در بانک منجر می‌شود؛ لذا، بر کاهش مطالبات معوق و افزایش موجودی نقد تاکید دارد. همچنین، متغیرهای نقدینگی، نرخ تورم، نرخ رشد نقدینگی و نرخ رشد اقتصادی کشور دارای اثر مثبت بر نسبت وام‌های غیرجاری هستند و تنها متغیر نرخ فرار سرمایه از کشور اثر منفی دارد. با بررسی تفاوت عملکرد گروه شاهد و کنترل، پیش و پس از اعمال سیاست مشخص گردید رعایت الزامات سرمایه‌ای توسط بانک‌های کشور سبب بهبود عملکرد بانک‌ها در وام‌دهی و نیز اثر مثبت بر نسبت وام‌های غیرجاری می‌شود.

با توجه به نتایج آزمون توازی، هم‌ارزی برای اثرات پیش از رخداد در مدل نسبت وام‌های غیرجاری و تسهیلات به دارایی وجود داشته و پویایی آنها مورد تایید است. این امر برای اثرات پس از رخداد نیز صادق است. هر دو آزمون نشان داد که استفاده از مدل تفاضل در تفاضل نتایج قوی را ارائه داده و این مدل مناسب است. همچنین، نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات ماتریندوا و همکاران (۲۰۲۰) و شارما و چاوهان (۲۰۲۳) سازگار است و این مطالعات بر اهمیت الزامات نقدینگی و سرمایه‌ای بر عملکرد وام‌دهی بانک‌ها اشاره دارند.

ماتریندوا و همکاران (۲۰۲۰) نشان دادند که پیروی از آستانه سرمایه سبب افزایش نسبت تسهیلات به سپرده (NLP) در آن‌دسته از بانک‌هایی که دارای سطح ثابت بالاتری نسبت به میانگین نمونه دارند، می‌شود. در این پژوهش نیز الزامات سرمایه‌ای بازل اثر مثبتی بر نسبت تسهیلات به سپرده و نیز میزان وام‌دهی بانک‌ها دارد که این امر با نتایج حاصل از پژوهش ماتریندوا و همکاران (۲۰۲۰) منطبق است. شارما و چاوهان (۲۰۲۳) نیز نشان دادند که میزان وام‌دهی بانکی به‌طور مثبت تحت تاثیر سرمایه نظارتی و نیاز نقدینگی کوتاه مدت است؛ اما تحت تاثیر منفی NSFR است. در بررسی میزان اثرگذاری الزامات بازل سه بر میزان وام‌دهی بانک‌های ایران ملاحظه می‌شود که هر دو الزام نقدینگی و سرمایه‌ای بر میزان وام‌دهی بانک‌های کشور اثر مثبت داشته است. لذا، در صورت رعایت هر دو الزام توسط بانک‌ها قدرت وام‌دهی آنها افزایش می‌یابد و این امر، موید اهداف پیمان بازل است. تهرانی و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند الزامات نقدینگی و الزامات سرمایه‌ای مکمل یکدیگر هستند. براساس نتایج این تحقیق، ارتباط میان ریسک نقدینگی (معکوس نسبت تامین مالی پایدار) و کفایت سرمایه مثبت است؛ بنابراین، با بالاتر رفتن ریسک نقدینگی در بانک‌ها برقراری الزامات سرمایه‌ای مطابق با مقررات بال سه امکان‌پذیر نخواهد بود.

براساس نتایج، پیشنهاد می‌شود، تاکید بانک مرکزی بر اجرای الزامات بازل سه و پیگیری و نظارت بر اجرای آنها در سیستم بانکی باید جزو اولویت‌های بانک مرکزی قرار گیرد. افزون‌بر آن، بانک مرکزی باید اعطای تسهیلات غیرمنطقی و بیش از حد بخش بانکی به بخش دولتی را محدود نموده و بر سر الزامات سرمایه و تسهیلات اعطایی بانک‌ها تاکید بیشتری داشته باشد؛ زیرا بر طبق آمار منتشرشده توسط بانک مرکزی، بخش اعظم سپرده‌ها و منابع در اختیار بانک‌ها با عنوان «تسهیلات» به بخش دولتی اختصاص یافته است که متأسفانه براساس آمار اعلام‌شده توسط بانک مرکزی از سال ۱۳۹۲ - ۱۴۰۰ میزان مطالبات بانک‌ها از بخش دولتی افزایش داشته است. بنابراین، با اینکه اجرای الزام نسبت سرمایه ۸ درصدی به افزایش نسبت سرمایه به دارایی منجرشده، اما میزان اعتبار دریافتی از سوی بخش دولتی باعث شده رعایت این نسبت به افزایش ثبات بانکی منجرنشود. افزون‌بر آن، بانک مرکزی باید به‌دنبال ارائه راهکارهای نوین به دولت برای تامین مالی خود به‌عنوان بزرگ‌ترین فعال اقتصادی باشد تا وابستگی دولت به پایه پولی کاهش یابد و بدین ترتیب، از ایجاد بدهی جدید و انتقال آن به سال‌های آینده و افزایش پایه پولی جلوگیری می‌گردد.

این مطالعه می‌تواند با وارد کردن دوگروه منتخب کشورها (یک گروه، کشورهایی که از منظر سیاسی و اقتصادی در وضعیتی مشابه با ایران قرار دارند و گروه دوم، نیز کشورهای موفق در حوزه بانکداری) ادامه یافته و به شناسایی وضعیت نظام بانکی کشور در بین کشورهای دیگر منجرشده و می‌تواند نقاط ضعف و قوت نظام بانکداری ایران را روشن سازد.

**حامی مالی**

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

در این مقاله هیچ تعارض منافی وجود ندارد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از داوران محترمی که در بهبود کیفیت این مقاله نقش بی‌بدیلی داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌نمایند.

ORCID


Samaneh Naghizadeh Hanjani

 <https://orcid.org/0009-0009-0373-4329>

Ghodratollah Emamverdi

 <https://orcid.org/0000-0002-3944-4747>

Ali akbar Khosravinejad

 <https://orcid.org/0000-0003-0990-1924>

Teymour Mohammadi

 <https://orcid.org/0000-0003-4394-774x>

منابع

- تهرانی، رضا، شاهچرا، مهشید، فلاح‌پور، سعید و بیابانی، زینب (۱۴۰۰). بررسی تعاملات الزامات مقرراتی سرمایه و نقدینگی در شبکه بانکی کشور. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصادی*، ۲۱(۸۱)، ۴۵-۷۷.
- خوشنود، زهرا و اسفندیاری، مرضیه (۱۳۹۳). وام‌دهی بانکی و کفایت سرمایه: مقایسه بانک‌های دولتی و خصوصی در ایران. *فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی*، ۷(۲۰)، ۲۱۱-۲۳۵.
- شاهچرا، مهشید و طاهری، ماندانا (۱۳۹۸). تأثیر الزامات نقدینگی در سیاست‌گذاری بانک مرکزی در بازار بین بانکی ایران. *فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی*، ۱۲(۳۹)، ۲۳-۴۸.
- عبادی بشیر، مسعود (۱۴۰۲). نظارت بر عملیات بانکی در پرتو اصول بازل. *فصلنامه مطالعات حقوق عمومی*، ۵۴(۲)، ۱۲۲۹-۱۲۵۴.
- کشاورز حداد، غلامرضا (۱۳۹۶). تأثیر پرداخت بی‌قید و شرط یارانه نقدی بر تخصیص زمان خانوار: ارزیابی تأثیر سیاست‌های اجراشده. *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۵(۸۳)، ۳۳-۸۴.
- عباسیان، عزت‌اله، شیرکوند، سعید، تهرانی، رضا و علیمردانی، الهام (۱۳۹۸). تأثیر سرمایه‌گذاری بانک‌ها در وام‌دهی با توجه به نقش کفایت سرمایه. *فصلنامه پژوهش‌های پولی و بانکی*، ۱۲(۴۱)، ۵۲۳-۵۵۰.
- مهدی‌عبد، محمدعلی و شهبازی، کیومرث (۱۴۰۲). تأثیر غیرخطی نقدینگی و پرداخت بدهی بر سودآوری بانک‌ها در عراق. *فصلنامه مدلسازی اقتصادی*، ۱۷(۶۳)، ۲۵-۴۸.
- مهرآرا، محسن و مهران‌فر، مهدی (۱۳۹۲). عملکرد بانکی و عوامل کلان اقتصادی در مدیریت ریسک. *فصلنامه مدلسازی اقتصادی*، ۷(۲۱)، ۲۱-۳۷.
- Abbasian, E., Shirkund, S., Tehrani, R. & Alimardani, E., (2018). The effect of banks' investment in lending according to the role of capital adequacy. *Monetary and Banking Research*, 12(41), 523-550. (in Persian)
- *Basel Committee on Banking Supervision* (December 2017). High-level summary of Basel III: Finalising post-crisis reforms. www.bis.org/bcbs/publ/d424.htm.
- Banerjee, R. N., & Mio, H. (2018). The impact of liquidity regulation on banks. *Journal of Financial Intermediation*, 35, 30-44.
- Behn, M., Corrias, R., & Rola-Janicka, M. (2019). On the interaction between different bank liquidity requirements. *Macroprudential Bulletin*, 9.
- Berger, A. N., & Bouwman, C. H. (2009). Bank liquidity creation. *The review of financial studies*, 22(9), 3779-3837.
- Bridges, J., Gregory, D., Nielsen, M., Pezzini, S., Radia, A., & Spaltro, M. (2014). *The impact of capital requirements on bank lending*. Working Paper No. 486. Bank of England.
- Cao, J. (2020). *Illiquidity, Insolvency, and Banking Regulation*. Discussion Papers in Economics, 11370, University of Munich, Department of Economics.
- Ebadi Bashir, M. (2023). Supervision of banking operations in the light of Basel principles. *Tehran University Public Law Studies Quarterly*, 54(2), 1229-1254. (in Persian)

- Ghavidel Doostkouei, S., Mousavi, M.H. & Karimi, M.S. (2024). Do oil sanctions reduce Dutch disease phenomenon? Quasi-experimental approach evidence from Iran. *International Economics and Economic Policy, Springer, 21*(2), pages 385-410. <https://doi.org/10.1007/s10368-024-00584-1>
- Huang, Ch., & Moreira, F. (2024). Liquidity regulation, bank capital ratio, and interbank rate. *Economics Letters, 242*(C). Doi: 10.1016/j.econlet.2024.111853.
- Keshavarz Haddad, Gholamreza (2017). The Effect of Unconditional Cash Subsidy Payment on Household Time Allocation: Assessing the Impact of Implemented Policies. *Journal of Economic Research and Policies, 25*(83), 33-84. (in Persian)
- Khoshnoud, Z., & Esfandiari, M., (2013). Bank lending and capital adequacy: Comparison of public and private banks in Iran. *Monetary and Banking Research, 7*(20), 211-235. (in Persian)
- Mehrara, M., & Mehran far, M. (2015). Bank and macroeconomic variables efficiency in risk management. *Economic Modeling, 7*(21), 21-37. (in Persian)
- Mutarindwa, S., Schäfer, D., & Stephan, A. (2020). The impact of liquidity and capital requirements on lending and stability of African banks. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 67*(C), 1-55.
- Roulet C. (2018). Basel III: Effects of Capital and Liquidity Regulations on European bank lending. *Journal of Economics and Business, 95*, 26-46.
- Shahbazi, K., & Abed, M. A. M.(2024). The non-linear impact of liquidity and debt repayment on profitability of banks in Iraq. *Economic Modeling, 17*(63), 25-48. (in Persian)
- Shahchera, M., & Taheri, M., (2018). The effect of liquidity requirements on the central bank's policy making in the interbank market of Iran. *Financial and Banking Research Quarterly, 12*(39), 23-48. (In Persian)
- Sharma, A.K., & Chauhan, R. (2023). Impact of Basel III liquidity and capital regulations on bank lending and financial stability: Evidence from emerging countries. *The journal of corporate accounting & finance, 34*(4), 28-45.
- Tehrani, R., Shahchera, M., Falahpour, S., & Biabani, Z. (2021). Investigation of interactions between capital and liquidity regulatory requirements in the country's banking network. *Economic Research, 21*(81), 45-77. (in Persian)
- Valet, D. (2011). Bâle 3: Quel impact sur les modèles bancaires? *Variances, 41*, 30-32.

Original Article

Efficiency ranking of DMUS with fuzzy data

Neda Bashak^{ID*}, Shokrollah Ziari^{ID**}, Mohammad mehdi Movahedi^{ID+},
Amir Gholam Abri^{ID++}, Mehdi Amir Miandaragh^{ID×}

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1196171>

Received:
22/08/2024

Accepted:
11/01/2025

Keywords:

Data Envelopment
Analysis, Fuzzy TOPSIS
Technique, Fuzzy
TOPSIS-DEA, Ranking
of Decision Making
Units

JEL Classification:

C01, C44, C61

Abstract

This research introduces an integrated approach combining Data Envelopment Analysis (DEA) and the fuzzy Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) for comprehensive ranking of decision-making units (DMUs) in a fuzzy environment. In this method, DMUs are treated as alternatives, with input variables as cost criteria (negative attributes) and output variables as benefit criteria (positive attributes). The efficiency of a DMU increases as output values rise and input values decrease. Importantly, this method accommodates DMUs with unfavorable outputs for ranking purposes. The effectiveness and simplicity of the proposed approach are demonstrated through examples and a case study, with results compared against relevant literature.

* PhD. Student, Department of Industrial Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, bashak.mim93@gmail.com

** Associate Professor, Department of Mathematics, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, (Corresponding Author), sh_ziari@azad.ac.ir

+ Associate Professor, Department of Industrial Management, Firuzkuh Branch, Islamic Azad University, Firuzkuh, Iran, mmmovahedi@gmail.com

++ Associate Professor, Department of Mathematics, Firuzkuh Branch, Islamic Azad University, Firuzkuh, Iran, e- amirgholamabri@gmail.com

× Assistant Professor, Department of Mathematics, Firuzkuh Branch, Islamic Azad University, Firuzkuh, Iran, mehdi59ir@gmail.com

How to Cite: Bashak, N., et al. (2025). Efficiency ranking of DMUS with fuzzy data. *Economic Modeling*. 18(67): 27-52.



1. Introduction

Data Envelopment Analysis (DEA) provides a nonparametric method to evaluate the relative efficiency of decision-making units (DMUs). It calculates the ratio of weighted outputs to weighted inputs to assess the efficiency of DMUs with multiple inputs and outputs. Practitioners widely use DEA and Multiple-Criteria Decision-Making (MCDM) tools in management, control, and decision-making processes. However, basic DEA models fail to discriminate among efficient DMUs, which creates the need to combine DEA with MCDM techniques, such as TOPSIS, for ranking purposes. Traditional DEA also struggles to handle imprecise or ambiguous input and output values, which often arise in real-world data. Researchers use fuzzy logic to integrate DEA and TOPSIS to address this issue. This approach manages uncertain data by representing it with fuzzy numbers, ensuring more reliable and valid decisions. Researchers have increasingly combined DEA and TOPSIS with fuzzy set theory to enhance decision-making in uncertain environments. They analyze various multi-criteria decision-making (MCDM) problems using the fuzzy TOPSIS method and develop extensions to solve real-life scenarios. This paper reviews these studies, emphasizing the effectiveness of the fuzzy TOPSIS method in addressing complex MCDM challenges.

2. Research method and data

This research aims to present an integrated Fuzzy DEA and fuzzy TOPSIS technique based on similarity to the ideal solution for the complete ranking of DMUs in a fuzzy environment.

3. Analysis and discussion

We demonstrate the effectiveness and capability of the proposed approach through two illustrative examples and a real-world application. The first example involves two fuzzy inputs and two fuzzy outputs, with the dataset presented in Table 3 using triangular fuzzy numbers. These data have also been referenced in prior studies. The ranking results, derived using the proposed method, appear in Table 5. The second example includes two fuzzy inputs, two desirable fuzzy outputs, and one undesirable fuzzy output. The dataset, detailed in Table 4, also employs triangular fuzzy numbers. Table 9 presents the ranking results based on the proposed method. To showcase the applicability of the model with real-world data, we analyze variables from nine branches of NIOC in Iran, spanning nine provinces. The dataset includes two input variables—number of staff (I1) and costs (I2) (comprising operational expenses, labor costs, maintenance, and other services)—and three output variables: gas extraction volume (O1), oil extraction volume (O2), and production quality (O3). Table 11 provides the input-output dataset, with company names anonymized for confidentiality. The ranking results, calculated using the proposed algorithm, are displayed in Table 12.

Table 12: d^- , d^* and cl_i^* values; ranking results based on proposed method

DMUs	d^*	d^-	cl_i^*	rank
Co1	0.6041	2.7719	0.8211	1
Co2	0.6391	2.7490	0.8114	2
Co3	1.5889	1.6400	0.5079	6
Co4	1.4709	1.7515	0.5435	5
Co5	1.6717	0.7024	0.4815	7
Co6	2.5477	0.6915	0.2135	8
Co7	2.6847	0.5703	0.1752	9
Co8	0.8710	2.3847	0.7325	3
Co9	1.4676	1.8539	0.5582	4

The ranking outcomes in Table 12 reveal that Company 1 exhibits the most favorable situation, while Company 9 shows the least favorable circumstances among the companies.

4. Conclusion

This paper ranks all DMUs in a fuzzy environment by integrating fuzzy DEA and TOPSIS. The process treats each fuzzy input and output as an attribute and each DMU as an alternative. After normalizing the fuzzy decision matrix, the approach calculates the distance of each DMU from the best and worst solutions. Numerical experiments validate the proposed method and compare it with existing ranking techniques based on α -levels. The proposed method performs effectively for undesirable fuzzy output variables and offers several advantages over existing approaches. These include cost-efficient computation and independence of results from α -levels. Unlike most ranking methods in fuzzy DEA that rely on α -levels, the proposed approach provides a unique rank for all α -levels, addressing a significant limitation of traditional methods.

Funding

There is no funding support.

Declaration of Competing Interest

The author has no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

Acknowledgments

We thank anonymous reviewers for their useful comments greatly contributing to improve ourwork.

رتبه‌بندی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری با داده‌های فازی

ندا بشاک*، شکراله زیاری**، محمدمهدی موحدی⁺، امیرغلام ابری⁺⁺، مهدی امیرمیاندرق^x

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1196171>

چکیده	تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۰۱
هدف این مقاله، ارائه روشی یکپارچه از روش تحلیل پوششی داده‌ها و تکنیک TOPSIS فازی براساس شباهت به راه‌حل ایدئال برای رتبه‌بندی کامل واحدهای تصمیم‌گیری در محیط فازی است. در این روش، DMUها به‌عنوان گزینه‌ها، متغیرهای ورودی به‌عنوان معیارهای هزینه (ویژگی‌های منفی) و متغیرهای خروجی به‌عنوان معیارهای سود (ویژگی‌های مثبت) لحاظ می‌شوند؛ زیرا کارایی یک DMU با افزایش مقادیر خروجی‌ها و کاهش مقادیر ورودی‌ها افزایش می‌یابد. ضمناً روش ارائه شده می‌تواند برای رتبه‌بندی DMUها با خروجی‌های نامطلوب نیز استفاده شود. کارایی و سادگی این روش از طریق مثال‌ها و مطالعه موردی بررسی شده است. همچنین نتایج به‌دست آمده با نتایج در مقالات مرتبط مقایسه شده است.	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۲۲
	واژگان کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیک تاپسیس فازی، تاپسیس-DEA فازی، رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری.
	طبقه‌بندی JEL: C01, C44, C61

bashak.mim93@gmail.com

sh_ziari@azad.ac.ir

mmmovahedi@gmail.com

amir.gholamabri@gmail.com

mehdi59ir@gmail.com

* دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران،

** دانشیار، گروه ریاضی، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)،

⁺ دانشیار، گروه مدیریت صنعتی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران،

⁺⁺ دانشیار، گروه ریاضی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران،

^x استادیار، گروه ریاضی، واحد فیروزکوه، دانشگاه آزاد اسلامی، فیروزکوه، ایران،

۱. مقدمه

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)^۱ زیرشاخه‌ای از پژوهش‌های عملیاتی^۲ و علم مدیریت و روشی ناپارامتریک^۳ است که به اندازه‌گیری «کارایی نسبی»^۴ واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs)^۵ می‌پردازد (کوپر و همکاران^۶، ۲۰۱۴). به نقل از لابیجاک-کوالسکا و کاژینسکی^۷، (۲۰۲۱). تحقیق در مورد برآورد مرز کارایی در نظریه تولید^۸ به اثر فارل^۹ (۱۹۵۷) برمی‌گردد. وی، کارایی را نسبت خروجی و ورودی واحد در نظر می‌گیرد. این مدل توسط چارنز و همکاران^{۱۰} (۱۹۷۸) تعمیم یافته است. آنها در این اثر، سناریوی پیچیده‌تری شامل ورودی‌ها و خروجی‌های متعددی را در نظر گرفتند. به‌طور خاص، این پژوهش تاثیرگذار به کارایی اشاره دارد که به‌عنوان نسبت خروجی مجازی و ورودی مجازی^{۱۱} بیان می‌شود؛ یعنی، به‌ترتیب، مجموع وزنی خروجی‌ها و ورودی‌ها. وضعیت کارایی با استفاده از مدل برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود که یک DMU مفروض را با تمام واحدهای دیگر در مجموعه‌ای مفروض، مقایسه می‌کند. چنین ارزیابی و اندازه‌گیری عملکرد بدون تعیین وزن قبلی و دانستن عملکرد تولید پیشین انجام می‌شود. کاربردهای موفق DEA را می‌توان در زمینه‌های مختلفی یافت (امروزنژاد و یانگ^{۱۲}، ۲۰۱۸)؛ مانند بانکداری تاناسولیس^{۱۳} (۱۹۹۹)، حمل‌ونقل (چو و همکاران^{۱۴}، ۱۹۹۲)، مراقبت‌های بهداشتی (فیالوس و همکاران^{۱۵}، ۲۰۱۷)، کشاورزی (توما و همکاران^{۱۶}، ۲۰۱۵)، آموزش (نظرکو و ساپاروسکاس^{۱۷}، ۲۰۱۴)، ساخت و تولید (بریک و همکاران^{۱۸}، ۲۰۱۹)، مدیریت زیست‌محیطی (ماتسوموتو و همکاران^{۱۹}، ۲۰۲۰) و بخش انرژی (گاسر و همکاران^{۲۰}، ۲۰۲۰). در واقع، DEA توانایی مدیریت روابط پیچیده بین ورودی‌ها و خروجی‌های کارآکنده‌های مختلف را دارد و در مورد واحدهای مختلف بیان می‌شود؛ درحالی که مفروضات کارکردی را در مورد عوامل لحاظ شده و نیز فرایندهای اساسی و زیربنایی به‌کار نمی‌گیرد (چارنز و همکاران، ۱۹۹۴).

مسئله‌ای که در این مقاله مورد بحث قرار می‌گیرد رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری برای حالتی است که برخی از داده‌ها غیرقطعی یا فازی هستند. اهمیت رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری با داده‌های فازی از این واقعیت ناشی می‌شود که نقش مهمی را در تصمیم‌گیری فازی ایفا می‌کند بنابراین به‌نظر می‌رسد که مسئله رتبه‌بندی کامل واحدهای تصمیم‌گیری فازی اهمیت دارد. همان‌طور که می‌دانیم مدل‌های فازی تحلیل پوششی داده‌ها نمرات کارایی متمایزی

¹ Data Envelopment Analysis (DEA)

² Operational Research

³ Non-Parametric Method

⁴ Relative Efficiency

⁵ Decision Making Units (DMUs)

⁶ Cooper et al.

⁷ Labijak-Kowalska & Kadziński

⁸ Production Theory

⁹ Farrell

¹⁰ Charnes et al.

¹¹ The virtual output and the virtual input

¹² Emrouznejad and Yang

¹³ Thanassoulis

¹⁴ Chu et al.

¹⁵ Fiallos et al.

¹⁶ Toma et al.

¹⁷ Nazarko & Šaparauskas

¹⁸ Bracke et al.

¹⁹ Matsumoto et al.

²⁰ Gasser et al.

را با توجه به سطح مختلف α برای واحدهای تصمیم‌گیری در حالت فازی ارائه می‌دهند لذا در این راستا نیاز است که روشی برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری در محیط فازی ارائه شود که مستقل از مقادیر سطح α باشد. از این‌رو روشی که در این مقاله ارائه می‌شود براساس تحلیل پوششی داده‌های فازی و تکنیک TOPSIS فازی است مقاله به صورت زیر ساختار بندی می‌شود: پس از مقدمه، در بخش دوم، ادبیات موضوع مرور می‌شود؛ در بخش سوم، روش پژوهش بیان می‌شود؛ بخش چهارم به یافته‌ها و نتایج اختصاص دارد و بخش پایانی مربوط به نتیجه‌گیری و پیشنهادها سیاستی است.

۲. مروری بر ادبیات موضوع

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) چارنز و همکاران (۱۹۷۸) معرفی کردند، روشی غیرپارامتری برای ارزیابی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs) با ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد است. تحلیل پوششی داده‌ها نسبت خروجی‌های وزنی به ورودی‌های وزنی را در میان واحدهای تصمیم‌گیری محاسبه می‌کند. تحلیل پوششی داده‌ها و تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM)^۱ ابزارهای کاربردی در کنترل، مدیریت و تصمیم‌گیری‌ها هستند (ون و لی^۲، ۲۰۰۹). یکی از نقاط ضعف مدل‌های پایه‌ای DEA این است که نمی‌تواند بین واحدهای کاراً تمایز قائل شود. یکی از کاربردهای ترکیب DEA و MCDM این است که در رتبه‌بندی^۳ واحدهای تصمیم‌گیری می‌توان از آن بهره‌برداری کرد. همچنین، یکی از محدودیت‌های مدل‌های پایه‌ای DEA، عدم به‌کارگیری مقادیر ورودی و خروجی^۴ (کمّی‌سازی مقادیر دقیق برخی مسائل دنیای واقعی) است. هنگامی که در داده‌های دنیای واقعی ابهام یا بی‌دقتی ذاتی موجود داشته باشد. برای حل این مسئله، منطق فازی (همراه با بهره‌گیری از مفاهیمی چون «فازی و تصادفی»^۵) به کار می‌رود تا از طریق ترکیب DEA و TOPSIS به مدیریت داده‌های غیردقیق و مبهم^۶ پردازد؛ بنابراین، داده‌های نامطمئن در DEA و TOPSIS می‌توانند با اعداد فازی مشخص شوند.

بخش قابل‌توجهی از تحقیقات نیز به دنبال ترکیب هر دو روش DEA و TOPSIS با «نظریه مجموعه‌های فازی»^۷ برای افزایش اعتبار انتخاب نهایی توسط تصمیم‌گیرندگان بوده است. روش‌های مختلف «تحلیل پوششی داده‌های فازی (FDEA)» برای داده‌های فازی را پژوهش‌گران ارائه کرده‌اند. حاتمی ماریینی و همکاران^۸ (۲۰۱۱) در پژوهش خود به بررسی و مرور کلی روش‌های (FDEA) پرداختند؛ براساس این پژوهش، روش‌های (FDEA) به‌دسته‌های زیر احصا می‌شوند:

- رویکرد تحمل‌پذیری^۹ (سنگوپتا^{۱۰}، ۱۹۹۲؛ تیریانیتس و گرو^{۱۱}، ۱۹۹۸)؛

¹ Multi-Criteria Decision-Making (MCDM)

² Wen & Li

³ Ranking

⁴ Inputs and Outputs

⁵ The Notions of Fuzziness and Randomness

برای بررسی داده‌های نادقیق، مفاهیم فازی و تصادفی در DEA معرفی شدند. مجموعه‌های فازی را می‌توان برای نمایش اطلاعات مبهم یا نادقیق استفاده کرد (Montazeri, 2019: 367).

⁶ Ambiguous or Imprecise Information

⁷ Fuzzy Sets Theory

⁸ Hatami-Marbini et al.

⁹ Tolerance Approach

¹⁰ Sengupta

¹¹ Triantis & Girod

- رویکرد مبتنی بر α -برش و رویکرد رتبه‌بندی فازی (گائو و تاناکا)، ۲۰۰۱؛ ساعتی و همکاران^۲، ۲۰۰۲؛ توانا و همکاران^۳، ۲۰۰۳؛ حاتمی- ماریینی، توانا و ابراهیمی، ۲۰۱۱؛ امروزنژاد و همکاران^۴، ۲۰۱۴؛ قاسمی و همکاران^۵، ۲۰۱۵؛
- رویکرد احتمالی^۶ (لرت و وراسیریکول^۷ و همکاران، ۲۰۰۳؛ رویز و سیرون^۸، ۲۰۱۷)؛
- رویکرد محاسباتی فازی^۹ (وانگ و لو^{۱۰}، ۲۰۰۹)؛
- مجموعه‌های تصادفی فازی (توانا و همکاران، ۲۰۱۳).

بیشتر روش‌های (FDEA) شامل فرمول‌های شعاعی^{۱۱}، ورودی‌محور و مضربی هستند. همچنین، روش‌های غیرشعاعی‌ای وجود دارد که عمدتاً مبتنی بر اندازه‌گیری نمودار بهبودیافته راسل (ERG)^{۱۲} و اندازه‌گیری مبتنی بر کمبودها (SBM) و نیز برخی روش‌های افزایشی هستند که از فرم‌های مضربی و پوششی استفاده می‌کنند. در مرور اخیر، از مطالعات DEA فازی که در پژوهش ژو دلبیو، ژوزی^{۱۳} (۲۰۲۰) ارائه شده، برخی از روش‌های DEA فازی موجود در این حوزه امکان رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری را فراهم می‌کنند.

ساعتی و همکاران (۲۰۰۲) مدل مضربی CCR^{۱۴} ورودی‌محور را در تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) برای داده‌های فازی پیشنهاد دادند. آنها از مجموعه α -برش^{۱۵} برای ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیری استفاده کردند و همچنین، فرم پوششی مدل CCR ورودی‌محور را برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری با داده‌های فازی فرموله کردند. گائو و تاناکا (۲۰۰۱) اولین کسانی بودند که یک روش رتبه‌بندی را برای اندازه‌گیری کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در محیط فازی توسعه دادند. آنها یک مدل CCR فازی معرفی کردند که با استفاده از تعریف سطح امکان و قاعده مقایسه برای اعداد فازی، قيود فازی را به قيود قطعی تبدیل می‌کند. پندی و همکاران^{۱۶} (۲۰۲۳) در پژوهش خود انواع مختلف مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) را با استفاده از روش TOPSIS فازی بررسی کردند. در واقع، تلاش شده،

¹ Guo & Tanaka

² Saati et al.

³ Tavana et al.

⁴ Emrouznejad et al.

⁵ Ghasemi et al.

⁶ Possibility Approach

⁷ Lertworasirikul

⁸ Ruiz & Sirvent

⁹ Fuzzy Arithmetic Approach

¹⁰ Wang & Luo

¹¹ Radial Approaches

¹² An Enhanced DEA Russell Graph Efficiency Measure (ERG=SBM)

اندازه‌گیری نمودار بهبودیافته راسل (پاستور [Pastor] و همکاران، ۲۰۲۲) به‌عنوان یک معیار کارایی جهانی جدید برای غلبه بر مشکلات محاسباتی اندازه‌گیری کارایی فنی نمودار راسل طراحی شده است (فار [Färe] و همکاران، ۱۹۸۵). از لحاظ تاریخی، فارل [Farrell] (۱۹۵۷) اولین معیار کارایی فنی را به‌کار گرفت؛ درحالی‌که فار و لاول [Färe and Lovell] (۱۹۷۸) پس از پیشنهاد برخی ویژگی‌های مطلوبی که یک معیار کارایی فنی ایدئال باید برخوردار باشد، معیار ورودی راسل را برای کارایی فنی پیشنهاد کردند.

¹³ Zhou, W. and Xu, Z.

¹⁴ Fuzzy CCR Model

¹⁵ α -Level

¹⁶ Pandey et al.

مطالعات مختلفی مرور شوند که در آنها از روش TOPSIS استفاده شده یا توسعه‌هایی از آن برای تحلیل مسائل MCDM در دنیای واقعی صورت گرفته است.

ون و لی (۲۰۰۹) مدل‌های DEA فازی را برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری براساس اعتبار به‌کار بردند. همچنین، ون و همکاران^۱ (۲۰۱۰) یک مدل CCR در DEA معرفی کردند تا واحدهای تصمیم‌گیری را با داده‌های فازی براساس درجه اعتبار رتبه‌بندی کنند. ظرافت‌انگیز و همکاران^۲ (۲۰۱۰) مدل DEA ارائه شده توسط ساعتی و همکاران (۲۰۰۲) را برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری با داده‌های فازی توسعه دادند.

۳. مروری بر برخی از مفاهیم و روش‌ها

مروری بر DEA

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) روشی برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs) است که در آن، هر واحد تصمیم‌گیری چندین ورودی را برای تولید چندین خروجی به‌کار می‌گیرد. در DEA فرض می‌شود که تعداد n واحد تصمیم‌گیری وجود دارد و برای هر واحد تصمیم‌گیری $DMU_j (j = 1, \dots, n)$ یک بردار ستونی از ورودی‌ها X_j لحاظ می‌شود تا یک بردار از خروجی‌ها Y_j تولید شود. در اینجا، X_j به صورت $(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$ و Y_j به صورت $(y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{mj})$ تعریف می‌شود. همچنین، فرض بر این است که $X_j \geq 0, X_j \neq 0$ و $Y_j \geq 0, Y_j \neq 0$ برای هر $j = 1, \dots, n$ سطح کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری k ام یعنی، DMU_k توسط مسئله برنامه‌ریزی کسری غیرخطی (۱) ارزیابی می‌شود:

$$h_k = \max \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \quad (1)$$

$$S. t. \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{rj}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r \geq 0, \quad r = 1, \dots, s$$

$$v_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m$$

در مدل (۱)، DMU_k زمانی کارا است که در حالت بهینه، مقدار تابع هدف در معادله (۱) برابر با یک باشد. این مسئله برنامه‌ریزی کسری می‌تواند به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی تبدیل شود که در آن، مقدار بهینه تابع هدف، کارایی نسبی DMU_k را تعیین می‌کند. مسئله برنامه‌ریزی خطی که به‌عنوان مدل CCR نیز شناخته می‌شود، به صورت زیر بیان می‌شود:

$$h_k = \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (2)$$

$$s. t. \quad \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1,$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m$$

¹ Wen et al.

² Zerafat Angiz et al.

مدل (۲) می‌تواند با استفاده از هر نرم‌افزار برنامه‌ریزی خطی مانند گمز^۱ حل شود. جواب مدل (۲) به تمام واحدهای تصمیم‌گیری کاراً مقداری برابر با یک اختصاص می‌دهد. مفهوم «ابرقارایی»^۲ برای تمایز کامل بین تمام واحدهای تصمیم‌گیری کاراً در مواردی که چندین واحد کاراً وجود دارند، پیشنهاد شده است. اندرسن و پترسن^۳ (۱۹۹۳) یکی از مدل‌های ابرقارایی را برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری کاراً در تحلیل پوششی داده‌ها معرفی کردند. این روش به یک واحد ابرقاراً اجازه می‌دهد که با حذف محدودیت k م در مدل برنامه‌ریزی خطی (۳) با فرم پوششی به امتیاز کارایی بیشتر از یک دست یابد.

$$\begin{aligned}
 h_k &= \max \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} = 1, \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n, \quad j \neq k \\
 & u_r, v_i \geq 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{۳}$$

مروری بر روش TOPSIS^۴

TOPSIS (سرواژه یا آکرونیم عبارت اصطلاحی «روش‌های ترجیح براساس مشابهت به راه‌حل ایدئال») یکی از شناخته‌شده‌ترین و کاربرپسندترین تکنیک‌ها برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره (MCDM) است که هوانگ و یون^۵ (۱۹۸۱) آن را پیشنهاد دادند. در این روش، m گزینه به‌وسیله n شاخص ارزیابی می‌شود. منطق اصولی این مدل، راه‌حل ایدئال (مثبت) و راه‌حل ایدئال منفی را تعریف می‌کند؛ بنابراین، شامل انتخاب گزینه‌ای است که به راه‌حل ایدئال مثبت (PIS) نزدیک‌تر و از راه‌حل ایدئال منفی (NIS) دورتر است. راه‌حل ایدئال مثبت با انتخاب حداقل مقدار معیارهای هزینه و حداکثر مقدار معیارهای سود برای هر شاخص تعیین می‌شود؛ درحالی که راه‌حل ایدئال منفی با انتخاب حداکثر مقدار معیارهای هزینه و حداقل مقدار معیارهای سود برای هر شاخص تعریف می‌شود. فرض کنید که m گزینه با نماد A_1, A_2, \dots, A_m و n معیار با نماد C_1, C_2, \dots, C_n وجود دارد و r_{ij} مقدار گزینه A_i نسبت به معیار C_j است. ساختار ماتریس تصمیم^۶ می‌تواند به‌صورت زیر بیان شود؛ در ادامه، مراحل روش TOPSIS گزارش می‌شود:

ماتریس تصمیم‌گیری

Alternative	Attribute			
	C_1	C_2	...	C_n
A_1	x_{11}	x_{12}	...	x_{1n}
A_2	x_{21}	x_{22}	...	x_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
A_m	x_{m1}	x_{m2}	...	x_{mm}

¹ GAMS

² Super- Efficiency

³ Andersen and Petersen (Anderson Peterson Method for Measuring Super Efficiency)

⁴ Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

⁵ Hwang and Yoon

⁶ Decision Matrix

مرحله ۱

تبدیل ماتریس تصمیم به ماتریس تصمیم نرمال شده. ماتریس تصمیم $X = (x_{ij})_{m \times n}$ را به ماتریس نرمال شده $R = (r_{ij})_{m \times n}$ تبدیل می‌کنیم که مقدار نرمال شده r_{ij} با استفاده از فرمول زیر محاسبه می‌شود:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

مرحله ۲

ایجاد ماتریس تصمیم نرمال شده وزن دار. ماتریس تصمیم نرمال شده وزن دار را با نماد $V = (v_{ij})_{m \times n}$ نشان می‌دهیم، مقدار نرمال شده وزن دار به صورت زیر تعیین می‌شود و وزن معیار C_j با ω_j مشخص می‌شود:

$$v_{ij} = \omega_j r_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad (5)$$

بردار وزن می‌تواند توسط تصمیم گیرنده یا با استفاده از روش‌های سیستماتیک تعیین شود. یکی از روش‌های سیستماتیک برای تعیین وزن معیارها، روش انتروپی^۱ است. انتروپی یک مفهوم اصلی در علم فیزیک، علوم اجتماعی و نظریه اطلاعات است که میزان عدم اطمینان اطلاعات مورد انتظار یک سیگنال را نشان می‌دهد. در نظریه اطلاعات، انتروپی معیاری برای توضیح میزان عدم اطمینان بر اساس توزیع احتمالی گسسته است؛ بنابراین، عدم اطمینان فراتر از یک توزیع فراوانی است.

مرحله ۳

تعیین راه‌حل‌های ایدئال مثبت و منفی. راه‌حل‌های ایدئال مثبت و منفی به ترتیب به صورت زیر مشخص می‌شوند:

$$A^* = (v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*) \quad \text{وقتی که} \quad v_j^* = \begin{cases} \max_i \{v_{ij}\}, & \text{اگر شاخص } j \text{ از جنس سود باشد} \\ \min_i \{v_{ij}\}, & \text{اگر شاخص } j \text{ از جنس هزینه باشد} \end{cases} \quad (6)$$

$$A^- = (v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-) \quad \text{وقتی که} \quad v_j^- = \begin{cases} \min_i \{v_{ij}\}, & \text{اگر شاخص } j \text{ از جنس هزینه باشد} \\ \max_i \{v_{ij}\}, & \text{اگر شاخص } j \text{ از جنس سود باشد} \end{cases} \quad (7)$$

مرحله ۴

محاسبه فاصله جواب‌های ایدئال مثبت و منفی از هر گزینه A_i برای $(i = 1, 2, \dots, m)$ با استفاده از فرمول‌های زیر:

$$d_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, \quad 1, 2, \dots, m, \quad (8)$$

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad 1, 2, \dots, m, \quad (9)$$

^۱ روش انتروپی (Entropy) یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای محاسبه وزن معیارهاست. مفهوم انتروپی اطلاعات توسط کلود شانون (Claude Shannon) در مقاله‌ای در سال ۱۹۴۸ با عنوان «نظریه ریاضی ارتباطات» (A Mathematical Theory of Communication) معرفی شد و به انتروپی شانون نیز گفته می‌شود.

^۲ Information Theory

مرحله ۵

محاسبه میزان نزدیکی نسبی گزینه A_i به راه‌حل ایدئال به صورت زیر:

$$cl_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*} \quad (10)$$

مرحله ۶

رتبه‌بندی گزینه‌ها به ترتیب، نزولی مقادیر cl_i ، گزینه‌ای که مقدار cl_i آن حداکثر است، بهترین گزینه است.

نظریه مجموعه‌های فازی

تعریف ۱: یک عدد فازی تابعی است به صورت $\tilde{u}: R \rightarrow [0,1]$ که ویژگی‌های زیر را دارد:

- \tilde{u} نرمال^۱ است؛ به این معنا که عدد $\exists x_0 \in R$ وجود دارد که $\tilde{u}(x_0) = 1$ ؛
- \tilde{u} یک مجموعه فازی محدب^۲ است؛
- $(i. e. \tilde{u}(\lambda x + (1 - \lambda)y) \geq \min\{\tilde{u}(x), \tilde{u}(y)\} \forall x, y \in R, \lambda \in [0,1])$ ؛
- \tilde{u} نیمه پیوسته بالا روی R است؛
- بستار پشتیبان \tilde{u} ، یعنی $\overline{\{x \in R: \tilde{u}(x) > 0\}}$ یک مجموعه فشرده است.

مجموعه همه اعداد فازی با E نشان داده می‌شود. برای $0 < r \leq 1$ برش یک عدد فازی بازه‌های بسته $[\tilde{u}]^\alpha = \{x \in R: \tilde{u}(x) \geq \alpha\}$ و $[\tilde{u}]^\alpha = [\underline{\tilde{u}}(\alpha), \overline{\tilde{u}}(\alpha)]$ را تشکیل می‌دهند. این بازه‌ها نشان‌دهنده نمایش LU یک عدد فازی^۳ هستند که $\underline{\tilde{u}}$ و $\overline{\tilde{u}}$ به‌عنوان توابع $\underline{\tilde{u}}, \overline{\tilde{u}}: [0,1] \rightarrow R$ لحاظ می‌شوند؛ به طوری که $\underline{\tilde{u}}$ افزایشی و $\overline{\tilde{u}}$ کاهشی است.

تعریف ۲: یک عدد فازی $\tilde{u} = (a, b, c)$ به‌عنوان یک عدد فازی مثلثی طبقه‌بندی می‌شود؛ هنگامی که تابع عضویت آن به صورت زیر تعریف شود:

$$\mu_{\tilde{u}}(x) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x \leq b, \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x \leq c, \\ 0, & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (11)$$

α -سطح‌های متناظر آن به صورت $[\tilde{u}]^\alpha = [a + (b-a)\alpha, c - (c-b)\alpha]$ مشخص می‌شوند. مجموعه همه اعداد فازی مثلثی به‌عنوان TFN شناخته می‌شود. یک عدد فازی مثلثی $\tilde{u} = (a, b, c)$ غیرمنفی طبقه‌بندی می‌شود اگر و تنها اگر $a \geq 0$ زیرمجموعه اعداد فازی مثلثی غیرمنفی به‌عنوان TFN_+ شناخته می‌شود.

تعریف ۳ (به نقل از Bede^۴، ۲۰۱۳): لحاظ دو عدد فازی مثلثی $\tilde{u}_1 = (a_1, b_1, c_1)$ از TFN، $\tilde{u}_2 = (a_2, b_2, c_2)$ از TFN و مقیاس‌پذیر $\lambda \in R$ ، عملیات حسابی به‌طور معمول، به صورت زیر تعریف می‌شود:

¹ Normal
² Convex
³ Fuzzy Number
⁴ Bede

$$\begin{aligned}
 (i) \quad & \tilde{u}_1 + \tilde{u}_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2), \\
 (ii) \quad & \lambda \tilde{u}_1 = \begin{cases} (\lambda a_1, \lambda b_1, \lambda c_1) & \lambda \geq 0, \\ (\lambda c_1, \lambda b_1, \lambda a_1) & \lambda < 0, \end{cases} \\
 (iii) \quad & \tilde{u}_1 \tilde{u}_2 = [\min\{a_1 a_2, a_1 c_2, c_1 a_2, c_1 c_2\}, b_1 b_2, \max\{a_1 a_2, a_1 c_2, c_1 a_2, c_1 c_2\}], \\
 (iii) \quad & \frac{\tilde{u}_1}{\tilde{u}_2} = (a_1, b_1, c_1) \left(\frac{1}{c_2}, \frac{1}{b_2}, \frac{1}{a_2} \right), \quad \tilde{0} \notin \text{supp}(\tilde{u}_2)
 \end{aligned} \tag{12}$$

تعریف ۴ (به نقل از چن^۱، ۲۰۰۰): لحاظ دو عدد فازی مثلثی $\tilde{u}_1 = (a_1, b_1, c_1) \in TFN$ و $\tilde{u}_2 = (a_2, b_2, c_2) \in TFN$ از فاصله بین آنها با فرمول زیر تعریف می‌شود:

$$d(\tilde{u}_1, \tilde{u}_2) = \sqrt{\frac{1}{3} [(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_2 - b_3)^2]}. \tag{13}$$

باید توجه داشت که در حالت خاص دو عدد فازی مثلثی غیرمنفی \tilde{u}_1 و \tilde{u}_2 ضرب آنها به صورت $\tilde{u}_1 \tilde{u}_2 = [a_1 a_2, b_1 b_2, c_1 c_2]$ است. در بخش TOPSIS فازی این تحقیق، فرض می‌شود که مقادیر ورودی و خروجی TFN هستند.

مروری بر روش DEA فازی

در ادامه، مدل‌های اولیه و دوگان CCR فازی معرفی می‌شود. فرض کنید که n واحد تصمیم‌گیری (DMUs) وجود دارد که هر DMU_j ($j = 1, \dots, n$) دارای ورودی‌های فازی به صورت $\tilde{X}_j = (\tilde{x}_{1j}, \tilde{x}_{2j}, \dots, \tilde{x}_{mj})$ و خروجی‌های فازی به صورت $\tilde{Y}_j = (\tilde{y}_{1j}, \tilde{y}_{2j}, \dots, \tilde{y}_{mj})$ است؛ علاوه بر این، تمام عناصر بردار ورودی و بردار خروجی هر DMU_j اعداد فازی مثلثی غیرمنفی هستند. مدل اولیه CCR فازی در نسخه ورودی‌محور به صورت مدل (۱۴) نمایش داده می‌شوند:

$$\begin{aligned}
 h_k &= \min \theta_k \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{j=1}^m \lambda_j \tilde{x}_{ij} \leq \theta_{j0} \tilde{x}_{ik}, \quad i = a, 2, \dots, m, \\
 & \sum_{j=1}^n \lambda_j \tilde{y}_{rj} \leq \tilde{y}_{rk}, \quad j = 1, \dots, n, \quad r = 1, 2, \dots, s, \\
 & \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n.
 \end{aligned} \tag{14}$$

دوگان مدل CCR فازی بالا در حالت ورودی‌محور به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\begin{aligned}
 h_k &= \max \sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rk} \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{r=1}^m v_i \tilde{x}_{ik} = \tilde{1}, \\
 & \sum_{r=1}^s u_r \tilde{y}_{rj} - \sum_{r=1}^m v_i \tilde{x}_{ij} \leq \tilde{0}, \quad j = 1, \dots, n, \\
 & u_r, v_i \geq 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{15}$$

با اضافه کردن محدودیت $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ به مجموعه محدودیت‌های مدل (۱۴)، مدل BCC فازی به دست می‌آید و با اضافه کردن متغیر اضافی u_0 به تابع هدف و طرف چپ محدودیت دوم مجموعه محدودیت‌های مدل دوگان (۱۵)، مدل دوگان BCC فازی به دست می‌آید. ساعتی و همکاران (۲۰۰۲) مدل CRS فازی را به عنوان یک مسئله برنامه‌ریزی

¹ Chen

امکانی پیشنهاد دادند و آن را با استفاده از رویکرد مبتنی بر α - برش به یک مسئله برنامه‌ریزی فاصله‌ای تبدیل کردند. مسئله برنامه‌ریزی فاصله‌ای حاصل می‌تواند به‌عنوان یک مدل برنامه‌ریزی خطی دقیق برای یک سطح α خاص با برخی از جایگزینی‌های متغیر حل شود. مدل زیر که توسط ساعتی و همکاران (۲۰۰۲) پیشنهاد شده است، برای حالت خاصی که ورودی‌ها و خروجی‌ها اعداد فازی مثلثی هستند، ارائه شده است:

$$\begin{aligned}
 h_{j0} &= \max \sum_{r=1}^s y'_{rj0} \\
 \text{s. t.} \quad & \sum_{i=1}^m x'_{ij} = 1, \\
 & \sum_{r=1}^s y'_{rj} - \sum_{i=1}^m x'_{ij} \leq 0, \quad j = 1, \dots, n, \\
 & v_i(\alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha)x_{ij}^L) \leq x'_{ij} \leq v_i(\alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha)x_{ij}^U), \quad j = 1, \dots, n, \\
 & u_r(\alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha)x_{ij}^L) \leq y'_{ij} \leq u_r(\alpha x_{ij}^M + (1 - \alpha)x_{ij}^U), \quad j = 1, \dots, n, \\
 & u_r, v_i \geq 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m,
 \end{aligned} \tag{۱۶}$$

مروری بر روش TOPSIS فازی

در بسیاری از مواقع، تعیین دقیق رتبه‌بندی عملکرد یک گزینه برای معیارهای مورد نظر برای تصمیم‌گیرنده دشوار است. مزیت استفاده از رویکرد فازی این است که اهمیت نسبی معیارها با استفاده از اعداد فازی، به‌جای اعداد دقیق، تعیین می‌شود. چن (۲۰۰۰) در پژوهش خود، روش TOPSIS را به‌گونه‌ای گسترش داد که شامل اعداد فازی شود؛ نکته مهم این است که روش وی به‌خصوص برای تصمیم‌گیری گروهی در شرایط عدم اطمینان مناسب است. در روش TOPSIS فازی، مقادیر ویژگی‌ها به‌عنوان اعداد فازی نمایش داده می‌شوند. فرآیند TOPSIS فازی شامل مراحل زیر است:

مرحله ۱: تخصیص رتبه به معیارها و گزینه‌ها

فرض کنید K گروه تصمیم‌گیری وجود دارد. هر تصمیم‌گیرنده k یک رتبه‌بندی فازی $\tilde{x}_{ij}^k = (a_{ij}^k, b_{ij}^k, c_{ij}^k)$ به گزینه A_i نسبت به معیار C_j اختصاص می‌دهد و اهمیت معیار C_j یک وزن فازی $\tilde{\omega}_j^k = (\omega_{j1}^k, \omega_{j2}^k, \omega_{j3}^k)$ داده می‌شود. هر دو رتبه‌بندی کیفی و وزن‌های اهمیت به‌صورت متغیرهای زبانی بیان می‌شوند که به اعداد فازی مثلثی تبدیل می‌شوند، همان‌طور که در جداول (۱ و ۲) نشان داده شده است. این متغیرهای زبانی توسط تصمیم‌گیرندگان برای وزن‌دهی معیارها استفاده می‌شوند.

جدول ۱. اصطلاحات زبانی برای رتبه‌بندی گزینه‌ها

اصطلاح زبانی	عدد فازی مثلثی
خیلی خوب (VG)	(۹, ۱۰, ۱۰)
خوب (G)	(۷, ۹, ۱۰)
متوسط خوب (MG)	(۵, ۷, ۹)
متوسط (F)	(۳, ۵, ۷)

اصطلاح زبانی	عدد فازی مثلثی
ضعیف متوسط (MP)	(۱، ۳، ۵)
ضعیف (P)	(۰، ۱، ۳)
خیلی ضعیف (VP)	(۰، ۰، ۱)

منبع: چن، ۲۰۰۰.

جدول ۲. اصطلاحات زبانی برای وزن هر معیار

اصطلاح زبانی	عدد فازی مثلثی
خیلی بالا (VH)	(۰/۹، ۱، ۰/۹)
بالا (H)	(۰/۷، ۰/۹، ۱)
متوسط بالا (MH)	(۰/۵، ۰/۷، ۰/۹)
متوسط (M)	(۰/۳، ۰/۵، ۰/۷)
متوسط پایین (ML)	(۰/۱، ۰/۳، ۰/۵)
پایین (L)	(۰، ۰/۱، ۰/۳)
خیلی پایین (VL)	(۰، ۰، ۰/۱)

منبع: چن، ۲۰۰۰.

مرحله ۲: محاسبه نرخ فازی گزینه‌ها و اهمیت فازی وزن معیارها

نرخ فازی گزینه‌ها و اهمیت فازی وزن معیارها با استفاده از روابط (۱۶ و ۱۷) محاسبه می‌شوند:

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^K}{K} \quad (17)$$

$$\tilde{\omega}_{ij} = \frac{\omega_j^1 + \omega_j^2 + \dots + \omega_j^K}{K} \quad (18)$$

مرحله ۳: محاسبه ماتریس تصمیم فازی نرمال شده

ماتریس تصمیم فازی نرمال شده به صورت $\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$ محاسبه می‌شود که در آن:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max_i \{c_{ij}\} \quad \text{و} \quad j \quad \text{معیار منفعت} \quad (19)$$

یا

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{c_j^-}{c_{ij}}, \frac{c_j^-}{b_{ij}}, \frac{c_j^-}{a_{ij}} \right), \quad c_j^- = \min_i \{c_{ij}\} \quad \text{و} \quad j \quad \text{معیار هزینه} \quad (20)$$

مرحله ۴: ساخت ماتریس تصمیم فازی نرمال شده وزن دار

ماتریس تصمیم فازی نرمال شده وزن دار به صورت $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}$ نمایش داده می‌شود که در آن $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \omega_j$ است.

مرحله ۵: تعریف راه‌حل ایده‌آل مثبت فازی FPIS و راه‌حل ایده‌آل منفی فازی FNIS

راه‌حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی فازی به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*), \quad \tilde{v}_j^* = \begin{cases} \max_i \{\tilde{v}_{ij}\} & \text{معیار منفعت است } j \text{ اگر} \\ \min_i \{\tilde{v}_{ij}\} & \text{معیار هزینه است } j \text{ اگر} \end{cases} \quad (21)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-), \quad \tilde{v}_j^- = \begin{cases} \min_i \{\tilde{v}_{ij}\} & \text{معیار منفعت است } j \text{ اگر} \\ \max_i \{\tilde{v}_{ij}\} & \text{معیار هزینه است } j \text{ اگر} \end{cases} \quad (22)$$

که در آن:

$$\max_i \{\tilde{v}_{ij}\} = (\max_i \{v_{ij}^1\}, \max_i \{v_{ij}^2\}, \max_i \{v_{ij}^3\})$$

و

$$\min_i \{\tilde{v}_{ij}\} = (\min_i \{v_{ij}^1\}, \min_i \{v_{ij}^2\}, \min_i \{v_{ij}^3\})$$

مرحله ۶: تعیین فاصله هر گزینه A_i با FPIS و FNIS

فاصله هر گزینه $A_i (i = 1, 2, \dots, m)$ از FPIS و FNIS با استفاده از روابط (۲۳ و ۲۴) تعیین می‌شود:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (23)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad (24)$$

مرحله ۷: محاسبه ضریب نزدیکی CC_i برای هر گزینه A_i

ضریب نزدیکی CC_i برای هر گزینه A_i به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*} \quad (25)$$

مرحله ۸: رتبه‌بندی گزینه‌ها

گزینه‌ها براساس مقادیر ضریب نزدیکی به گزینه ایده‌آل به ترتیب نزولی مرتب می‌شوند.

۴. روش رتبه‌بندی براساس DEA-TOPSIS فازی

در این بخش، روش پیشنهادی با استفاده از الگوریتمی برای رتبه‌بندی تمامی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs) در محیط فازی توضیح داده شده است. این روش بر مبنای ترکیب روش‌های DEA فازی و TOPSIS فازی است که آن را روش DEA-TOPSIS فازی می‌نامیم. روش DEA-TOPSIS فازی می‌تواند برای رتبه‌بندی DMUها با خروجی‌های نامطلوب نیز استفاده شود. این روش DEA-TOPSIS فازی شامل هفت مرحله به شرح زیر است:

مرحله اول: تعیین گزینه‌ها و معیارها

در این مرحله، DMUها به عنوان گزینه‌ها و متغیرهای ورودی به عنوان معیارهای هزینه (ویژگی‌های منفی) و متغیرهای خروجی به عنوان معیارهای سود (ویژگی‌های مثبت) لحاظ می‌شوند؛ زیرا کارایی یک DMU با افزایش مقادیر برای خروجی‌ها و کاهش مقادیر برای ورودی‌ها افزایش می‌یابد؛

مرحله دوم: ساختن ماتریس تصمیم‌گیری

ماتریسی براساس داده‌های ورودی و خروجی تمامی واحدهای تصمیم‌گیری (DMUs) ایجاد می‌کنیم. در این مرحله، ماتریس تصمیم ساخته می‌شود. هر DMU به عنوان یک گزینه محسوب می‌گردد که به هر ردیف این ماتریس مرتبط است و هر ویژگی یک ورودی یا خروجی است که به هر ستون این ماتریس مربوط می‌شود؛ بنابراین، ماتریس تصمیم دارای n ردیف و $m + s$ ستون است؛

مرحله سوم: نرمال‌سازی ماتریس تصمیم‌گیری

ماتریس تصمیم را با استفاده از فرمول‌های زیر نرمال‌سازی^۱ کنید:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max_i \{c_{ij}\} \quad \text{و} \quad j \quad \text{معیار منفعت است (برای خروجی‌های مطلوب)} \quad (26)$$

یا

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{c_j^-}{c_j^-}, \frac{c_j^-}{b_{ij}}, \frac{c_j^-}{a_{ij}} \right), \quad c_j^- = \min_i \{c_{ij}\} \quad \text{و} \quad j \quad \text{معیار هزینه است (برای ورودی‌ها یا خروجی‌های نامطلوب)} \quad (27)$$

در این مقاله، وزن فازی (۱، ۱، ۰/۹) برای تمام معیارها لحاظ شده است؛ بنابراین، $\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{n \times (m+s)}$ که در آن

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\omega_j)$$

مرحله چهارم: تعیین کردن نقاط ایده‌آل مثبت فازی A^* (FPIS) و نقاط ایده‌آل منفی فازی A^- (FNIS)

نقاط ایدئال مثبت فازی A^* (FPIS) و نقاط ایده‌آل منفی فازی A^- (FNIS) را به صورت زیر تعیین کنید:

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_{m+s}^*), \quad \tilde{v}_j^* = \begin{cases} \max_i \{ \tilde{v}_{ij} \} & \text{معیار منفعت است } j \text{ اگر} \\ \min_i \{ \tilde{v}_{ij} \} & \text{معیار هزینه است } j \text{ اگر} \end{cases} \quad (28)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_{m+s}^-), \quad \tilde{v}_j^- = \begin{cases} \min_i \{ \tilde{v}_{ij} \} & \text{معیار منفعت است } j \text{ اگر} \\ \max_i \{ \tilde{v}_{ij} \} & \text{معیار هزینه است } j \text{ اگر} \end{cases} \quad (29)$$

که در آن:

$$\max_i \{ \tilde{v}_{ij} \} = (\max_i \{ v_{ij}^1 \}, \max_i \{ v_{ij}^2 \}, \max_i \{ v_{ij}^3 \})$$

و

$$\min_i \{ \tilde{v}_{ij} \} = (\min_i \{ v_{ij}^1 \}, \min_i \{ v_{ij}^2 \}, \min_i \{ v_{ij}^3 \})$$

مرحله پنجم: تعیین کردن فاصله‌های فاصله‌های d^* و d^- را برای هر DMU

فاصله‌های d^* و d^- را برای هر DMU تعیین کنید که d^* فاصله از FPIS و d^- فاصله از FNIS را نشان می‌دهد و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^{m+s} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (30)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^{m+s} d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (31)$$

مرحله ششم: تعیین کردن ضریب نزدیکی هر DMU به FPIS

ضریب نزدیکی هر DMU به FPIS را تعیین کنید که با cl_i^* نشان داده می‌شود که در آن:

$$cl_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^*}, \quad 0 < cl_i^* < 1. \quad (32)$$

مرحله هفتم: رتبه‌بندی جایگزین‌ها (DMUs) براساس ترتیب نزولی cl_i^*

جایگزین‌ها (DMUs) را براساس ترتیب نزولی cl_i^* رتبه‌بندی کنید.

¹ Normalize

۵. مثال‌های عددی

برای نشان دادن اثربخشی و قابلیت روش پیشنهادی، دو مثال عددی ارائه می‌شود: اولین مثال، را گائو و تاناکا (۲۰۰۱) ارائه شده کرده‌اند، شامل دو ورودی فازی و دو خروجی فازی به صورت اعداد فازی مثلثی هستند که مجموعه داده‌ها در جدول (۳) آمده است. همچنین، این داده‌ها در مطالعه ساعتی و همکاران (۲۰۰۲) استفاده شده‌اند؛ مثال دوم را اولین بار پیوری و یاداو^۱ (۲۰۱۳) ارائه کرده‌اند، شامل دو ورودی فازی، دو خروجی فازی مطلوب و یک خروجی فازی نامطلوب است که مجموعه داده‌ها در جدول ۴ به صورت اعداد فازی مثلثی نشان داده شده‌اند.

مثال ۱:

جدول ۳ داده‌های ورودی و خروجی فازی برای پنج واحد تصمیم‌گیری (DMU) را فراهم می‌کند که همه اعداد فازی متقارن هستند. با استفاده از اطلاعات جدول ۳، روش پیشنهادی برای رتبه‌بندی همه DMU ها اعمال می‌شود.

جدول ۳. داده‌های پنج واحد تصمیم‌گیری

DMU	I1	I2	O1	O2
D1	(۳/۵، ۴/۴/۵)	(۱/۹، ۲/۱، ۲/۳)	(۲/۴، ۲/۶، ۲/۸)	(۳/۸، ۴/۱، ۴/۴)
D2	(۲/۹، ۲/۹، ۲/۹)	(۱/۴، ۱/۵، ۱/۶)	(۲/۲، ۲/۲، ۲/۲)	(۳/۳، ۳/۵، ۳/۷)
D3	(۴/۴، ۴/۹، ۵/۴)	(۲/۲، ۲/۶، ۳/۰)	(۲/۷، ۳/۲، ۳/۷)	(۴/۳، ۵/۱، ۵/۹)
D4	(۳/۴، ۴/۱، ۴/۸)	(۲/۲، ۲/۳، ۲/۴)	(۲/۵، ۲/۹، ۳/۳)	(۵/۵، ۵/۷، ۵/۹)
D5	(۵/۹، ۶/۵، ۷/۱)	(۳/۶، ۴/۱، ۴/۶)	(۴/۴، ۵/۱، ۵/۸)	(۶/۵، ۷/۴، ۸/۳)

منبع: گائو و تاناکا، ۲۰۰۱؛ ساعتی و همکاران، ۲۰۰۲.

با توجه به الگوریتم پیشنهادی، جدول ۳ همان ماتریس تصمیم فازی با ۵ گزینه (تعداد DMUها) و ۴ معیار (تعداد ورودی‌ها و خروجی‌های فازی) است. این مرحله مربوط به مرحله اول است. براساس مرحله دوم، ماتریس تصمیم فازی نرمال شده به دست می‌آید و نتایج در جدول ۴ گنجانده شده‌اند. در این مثال، وزن‌های فازی یکسان برای هر گزینه به صورت (۱، ۱، ۱) لحاظ می‌شوند؛ بنابراین، ماتریس تصمیم فازی نرمال شده به صورت زیر است.

جدول ۴. ماتریس تصمیم فازی نرمال شده با ۵ گزینه و ۴ معیار

DMU	I1	I2	O1	O2
D1	(۰/۶۴، ۰/۷۳، ۰/۸۳)	(۰/۶۱، ۰/۶۷، ۰/۷۴)	(۰/۴۱، ۰/۴۵، ۰/۴۸)	(۰/۴۶، ۰/۴۹، ۰/۵۳)
D2	(۱، ۱، ۱)	(۰/۸۸، ۰/۹۳، ۱)	(۰/۳۸، ۰/۳۸، ۰/۳۸)	(۰/۴۰، ۰/۴۲، ۰/۴۵)
D3	(۰/۵۴، ۰/۵۹، ۰/۶۶)	(۰/۴۷، ۰/۵۴، ۰/۶۴)	(۰/۴۷، ۰/۵۵، ۰/۶۴)	(۰/۵۲، ۰/۶۱، ۰/۷۱)
D4	(۰/۶۰، ۰/۷۱، ۰/۸۵)	(۰/۵۶، ۰/۶۱، ۰/۶۷)	(۰/۴۳، ۰/۵۰، ۰/۵۷)	(۰/۶۶، ۰/۶۹، ۰/۷۱)
D5	(۰/۴۱، ۰/۴۵، ۰/۴۹)	(۰/۳۰، ۰/۳۴، ۰/۳۹)	(۰/۷۶، ۰/۸۸، ۱)	(۰/۷۸، ۰/۸۹، ۱)

منبع: یافته‌های پژوهش

¹ Puri and Yadav

با اعمال مرحله سوم بر جدول ۴، فاصله‌های d^* و d^- برای هر گزینه (DMU) از راه‌حل‌های ایدئال فازی به دست می‌آیند؛ سپس، مقادیر نزدیکی نسبی هر گزینه (cl_i^*) طبق مرحله چهارم به دست می‌آیند؛ در ادامه، نتایج در جدول (۵) ارائه شده است؛ افزون‌براین، نتایج رتبه‌بندی نیز عرضه شده است.

جدول ۵. نتایج رتبه‌بندی براساس روش پیشنهادی برای مثال اول

DMU	d^*	d^-	cl_i^*	رتبه
D1	۱/۴۵۵۶	۰/۶۶۳۴	۰/۳۱۳۱	۴
D2	۲/۱۰۶۶	۰/۱۳۰۳	۰/۰۵۸۳	۵
D3	۱/۰۰۱۸	۱/۱۳۷۰	۰/۵۳۱۶	۲
D4	۱/۱۵۸۳	۰/۹۷۴۵	۰/۴۵۶۹	۳
D5	۰/۱۹۶۷	۲/۰۴۵۹	۰/۹۱۲۳	۱

منبع: یافته‌های پژوهش

در جدول (۶) نتایج روش پیشنهادی و نتایج رتبه‌بندی فازی که در منبع ساعتی و همکاران (۲۰۰۲) ذکر شده‌اند، در مقام مقایسه عرضه شده‌اند. ردیف نهایی جدول (۶) نتایج رتبه‌بندی مشتق از روش پیشنهادی را نشان می‌دهد.

جدول ۶. مقایسه با روش تحلیل پوششی داده‌های فازی (DEA) برای رتبه‌بندی DMU ها

	α -سطح	D1	D2	D3	D4	D5
ساعتی و همکاران (۲۰۰۲)	۰	۱/۱۱	۱/۲۴	۱/۲۸	۱/۵۲	۱/۳۰
	۰/۵	۰/۹۶	۱/۱۱	۱/۰۳	۱/۲۶	۱/۱۶
	۰/۷۵	۰/۹۰	۱/۰۵	۰/۹۳	۱/۱۳	۱/۱۰
	۱	۰/۸۵	1	۰/۸۶	۱	1
روش ارائه‌شده	-	۰/۳۴۷۲	۰/۲۶۱۲	۰/۴۰۹۴	۰/۵۶۳۹	۰/۳۵۴۲

منبع: یافته‌های پژوهش

باید توجه داشت که روش پیشنهادی مستقل از سطح α است؛ بنابراین، روش پیشنهادی نتایج رتبه‌بندی یکتایی برای همه DMU ها ارائه می‌دهد. همچنین، DMU_1 و DMU_2 در هر دو روش، به ترتیب دارای رتبه پنجم و چهارم هستند؛ اما، رتبه‌بندی مابقی DMU ها در دو روش ساعتی و همکاران (۲۰۰۲) با روش ارائه شده متفاوت است.

مثال ۲:

برای نشان دادن توانایی روش پیشنهادی در مدیریت متغیرهای خروجی نامطلوب، از مجموعه داده‌ای شامل دوازده DMU که توسط پیوری و یاداو (۲۰۱۳) ارائه شده است، بهره گرفته می‌شود. این مجموعه داده شامل دو ورودی، دو خروجی مطلوب و یک خروجی نامطلوب است که همه به صورت اعداد فازی مثلثی در جدول ۷ نشان داده شده‌اند.

جدول ۷. داده‌های دوازده DMU

DMU	I1	I2	O1 (مطلوب)	O2 (مطلوب)	O3 (نامطلوب)
۱	(۱۶، ۲۰، ۲۲)	(۱۵۰، ۱۵۱، ۱۵۲)	(۹۵، ۱۰۰، ۱۰۲)	(۸۷، ۹۰، ۹۴)	(۱، ۱، ۱)
۲	(۱۸، ۱۹، ۲۰)	(۱۳۰، ۱۳۱، ۱۳۲)	(۱۴۹، ۱۵۰، ۱۵۱)	(۴۶، ۵۰، ۵۲)	(۱، ۲، ۲/۵)
۳	(۲۳، ۲۵، ۲۸)	(۱۵۸، ۱۶۰، ۱۶۲)	(۱۵۸، ۱۶۰، ۱۶۳)	(۵۳، ۵۵، ۵۶)	(۱/۴، ۲، ۳)
۴	(۲۶، ۲۷، ۲۹)	(۱۶۵، ۱۶۸، ۱۶۹)	(۱۷۷، ۱۸۰، ۱۸۱)	(۷۰، ۷۲، ۷۵)	(۱، ۱، ۱)
۵	(۲۰، ۲۲، ۲۵)	(۱۵۵، ۱۵۸، ۱۶۲)	(۹۰، ۹۴، ۹۸)	(۶۳، ۶۶، ۶۸)	(۳، ۵، ۶)
۶	(۵۲، ۵۵، ۵۹)	(۲۵۰، ۲۵۵، ۲۵۹)	(۲۲۲، ۲۳۰، ۲۳۵)	(۸۳، ۹۰، ۹۵)	(۳، ۴، ۵)
۷	(۳۰، ۳۳، ۳۴)	(۲۳۴، ۲۳۵، ۲۳۶)	(۲۱۰، ۲۲۰، ۲۲۵)	(۸۱، ۸۸، ۹۰)	(۱، ۳، ۵)
۸	(۲۷، ۳۱، ۳۳)	(۲۰۲، ۲۰۶، ۲۰۸)	(۱۵۱، ۱۵۲، ۱۵۵)	(۷۵، ۸۰، ۸۴)	(۴، ۵، ۶)
۹	(۲۶، ۳۰، ۳۵)	(۲۴۰، ۲۴۴، ۲۴۷)	(۱۸۸، ۱۹۰، ۱۹۳)	(۹۹، ۱۰۰، ۱۰۱)	(۲، ۵، ۷)
۱۰	(۴۷، ۵۰، ۵۴)	(۲۶۲، ۲۶۸، ۲۷۱)	(۲۴۶، ۲۵۰، ۲۵۲)	(۹۴، ۱۰۰، ۱۰۸)	(۱، ۳، ۴)
۱۱	(۵۰، ۵۳، ۵۶)	(۳۰۰، ۳۰۶، ۳۰۹)	(۲۵۵، ۲۶۰، ۲۶۴)	(۱۴۳، ۱۴۷، ۱۵۲)	(۴/۵، ۵، ۵/۶)
۱۲	(۳۰، ۳۸، ۴۲)	(۲۸۳، ۲۸۴، ۲۸۵)	(۲۴۶، ۲۵۰، ۲۵۴)	(۱۱۶، ۱۲۰، ۱۲۳)	(۲، ۳، ۴)

منبع: پیوری و یاداو، ۲۰۱۳.

طبق مرحله ۱ از الگوریتم پیشنهادی، جدول ۷ همان ماتریس تصمیم فازی با ۱۲ جایگزین (تعداد) $DMUS$ و ۵ معیار (تعداد ورودی‌ها و خروجی‌های فازی) است. با استفاده از مرحله ۲، ماتریس تصمیم فازی نرمال شده به دست می‌آید؛ نتایج در جدول (۸) گنجانده شده‌اند؛ در این مثال، وزن فازی برای هر گزینه به صورت (۱، ۱، ۱/۹) لحاظ می‌شود؛ بنابراین، ماتریس تصمیم فازی نرمال شده به صورت زیر ایجاد شود.

جدول ۸. نتایج حاصل از روش پیشنهادی

DMU	d^*	d^-	cl_i^*	رتبه
۱	۲/۶۱۳۲	۰/۵۸۲۵	۰/۱۸۲۳	۱۲
۲	۲/۵۰۱۴	۰/۷۵۳۲	۰/۲۳۱۴	۱۱
۳	۱/۹۱۸۴	۱/۲۰۸۷	۰/۳۸۶۵	۸
۴	۲/۱۰۵۷	۱/۰۰۲۵	۰/۳۲۲۵	۱۰
۵	۱/۹۲۵۴	۱/۲۰۹۷	۰/۳۸۵۹	۹
۶	۰/۵۸۰۳	۲/۵۲۶۱	۰/۸۱۳۲	۳
۷	۱/۲۱۷۲	۲/۰۸۱۵	۰/۶۳۱۰	۶
۸	۱/۲۱۸۹	۱/۸۸۸۷	۰/۶۰۷۸	۷
۹	۰/۹۸۷۵	۲/۱۹۶۶	۰/۶۸۹۹	۵
۱۰	۰/۸۲۹۱	۲/۴۹۸۸	۰/۷۵۰۹	۴
۱۱	۰/۱۶۳۱	۳/۱۳۳۰	۰/۹۵۰۵	۱
۱۲	۰/۵۵۸۴	۲/۶۱۱۸	۰/۸۲۳۹	۲

منبع: یافته‌های پژوهش

تحلیل نتایج

این جداول نشان‌دهنده مقایسه رتبه‌بندی DMUها با استفاده از روش پیشنهادی و دو روش دیگر تحلیل پوششی داده‌های فازی (DEA) هستند. جدول ۹ نتایج حاصل از روش پیشنهادی را نشان می‌دهد که شامل محاسبه فاصله‌های مثبت و منفی از ایدئال فازی و نزدیکی نسبی DMUهاست. جدول (۹) نیز نتایج رتبه‌بندی روش پیشنهادی را با نتایج دو روش دیگر مقایسه می‌کند. این مقایسه نشان می‌دهد که روش پیشنهادی در بسیاری از موارد با رتبه‌بندی‌های موجود مطابقت ندارد؛ اما در برخی موارد رتبه‌بندی‌ها نزدیک به هم هستند.

جدول ۹. مقایسه روش‌های مختلف تحلیل پوششی داده‌های فازی برای رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیری (DMU_s)

روش	سطح α	رتبه‌بندی
روش پیوری و یاداو (۲۰۱۳)	$\alpha = 0/1$	$6 < 5 < 8 < 10 < 11 < 3 < 9 < 7 < 1 < 12 < 2 < 4$
	$\alpha = 0/2$	$6 < 5 < 8 < 10 < 11 < 3 < 9 < 1 < 7 < 12 < 2 < 4$
	$\alpha = 0/3$	$6 < 5 < 8 < 10 < 11 < 3 < 9 < 7 < 1 < 12 < 4 < 2$
	$\alpha = 0/4$	$5 < 6 < 8 < 10 < 3 < 11 < 9 < 7 < 1 < 12 < 4 < 2$
	$\alpha = 0/5, 0/7$	$5 < 8 < 6 < 10 < 3 < 11 < 7 < 9 < 1 < 12 < 4 < 2$
	$\alpha = 0/6$	$5 < 8 < 6 < 10 < 3 < 11 < 9 < 7 < 1 < 12 < 4 < 2$
	$\alpha = 0/8, 0/9$	$5 < 8 < 6 < 10 < 3 < 7 < 11 < 9 < 12 < 1 < 4 < 2$
	$\alpha = 1$	$5 < 8 < 6 < 10 < 3 < 7 < 11 < 9 < 12 < 1 < 4 < 2$
روش ابراهیم‌نژاد و امانی ^۱ (۲۰۲۱)	$\alpha = 0/1, 0/2$	$8 < 5 < 6 < 9 < 11 < 10 < 3 < 7 < 12 < 2 < 4 < 1$
	$\alpha = 0/3$	$8 < 5 < 6 < 9 < 11 < 10 < 3 < 7 < 12 < 2 < 4 < 1$
	$\alpha = 0/4$	$8 < 5 < 6 < 9 < 11 < 10 < 3 < 7 < 12 < 4 < 2 < 1$
	$\alpha = 0/5, 0/6$	$5 < 8 < 6 < 11 < 10 < 9 < 3 < 7 < 12 < 4 < 2 < 1$
	$\alpha = 0/7, 0/8$	$5 < 8 < 6 < 11 < 10 < 9 < 3 < 7 < 12 < 4 < 1 < 2$
	$\alpha = 0/9$	$5 < 8 < 6 < 11 < 10 < 3 < 9 < 7 < 12 < 4 < 1 < 2$
	$\alpha = 1$	$5 < 8 < 6 < 11 < 10 < 3 < 9 < 12 < 7 < 4 < 1 < 2$
روش ارائه‌شده	-	$2 < 1 < 4 < 5 < 7 < 6 < 3 < 9 < 10 < 8 < 11 < 12$

منبع: یافته‌های پژوهش

تحلیل نتایج:

روش پیشنهادی رتبه‌بندی یکنواختی برای واحدهای تصمیم‌گیری ارائه می‌دهد و وابسته به α -برش نیست؛ درحالی که روش‌های دیگر به‌ازای α -برش‌های متفاوت رتبه‌بندی‌های مختلفی ارائه می‌دهند.

¹ Ebrahimnejad and Amani

رتبه‌بندی، هم‌گرایی قابل‌توجهی با رتبه‌بندی روش‌های موجود دارد؛ اما در برخی موارد تفاوت‌هایی نیز مشاهده می‌شود. براساس نتایج، DMU_1 در روش ارائه شده دارای بالاترین رتبه و DMU_7 دارای پایین‌ترین رتبه است؛ اما رتبه‌بندی DMU ها در دو روش پیوری و یاداو (۲۰۱۳) و ابراهیم‌نژاد و امانی (۲۰۲۱) با روش ارائه شده متفاوت هستند.

۶. مطالعه موردی: شرکت ملی نفت ایران

شرکت ملی نفت ایران (NIOC) از سال ۱۹۴۱ میلادی تاکنون مسئولیت نظارت و سیاستگذاری در صنعت نفت را برعهده داشته است. این شرکت یکی از بزرگ‌ترین شرکت‌های نفتی جهان با ذخایر هیدروکربنی قابل‌توجه است. برای نشان دادن کاربرد مدل ارائه‌شده با استفاده از داده‌های واقعی، از متغیرهای مربوط به ۹ شعبه از NIOC در ایران که در ۹ استان قرار دارند، استفاده می‌کنیم. این متغیرها شامل دو ورودی و سه خروجی هستند. متغیرهای ورودی شامل تعداد کارکنان و هزینه‌ها (برحسب ۱۰۰۰۰۰۰ ریال) که شامل هزینه‌های عملیاتی، هزینه‌های نیروی کار، نگهداری و سایر هزینه‌هاست و متغیرهای خروجی شامل حجم گاز استخراجی (برحسب ۱۰۰۰ متر مکعب در روز)، حجم نفت استخراجی (برحسب ۱۰۰۰ بشکه در روز) و کیفیت نفت استخراجی است. جدول ۱۰ اطلاعات این متغیرها را نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. داده‌های ورودی و خروجی

DMU	I1	I2	O1	O2	O3
Co1	۱۰۵۰	۷۰۶۹	۱۴۲۰۰	۱۰۰۰	(۳۵، ۳۶، ۳۷)
Co2	۱۲۳۰	۸۴۴۷	۱۶۵۰۰	۶۱۰	(۳۸، ۳۹، ۴۰)
Co3	۹۵۵	۴۶۸۹/۰۱	۵۶۶۰	۶۳۰	(۳۷، ۳۸، ۳۹)
Co4	۱۲۲۵	۷۵۱۴/۵۹۷	۵۶۶	۶۵۰	(۳۶، ۳۷، ۳۸)
Co5	۱۰۳۲	۵۹۹۴/۶۵	۹۹۲۰	۱۷۰	(۳۲، ۳۳، ۳۴)
Co6	۶۵۰	۴۰۵۶/۱۳۷۹۳	۲۸۳۱	۲۲۷	(۳۴، ۳۵، ۳۶)
Co7	۴۵۲	۶۵۸۰/۷۱۷۲	۷۴۰	۲۵۰	(۲۹، ۳۰، ۳۱)
Co8	۱۸۰۰	۹۵۶۴/۳۶۹۷۱	۱۴۲۰۰	۲۰۰	(۳۸، ۳۹، ۴۰)
Co9	۱۵۰۰	۷۹۰۹/۵۷۲۴۱	۷۰۰۰	۱۶۵	(۴۰، ۴۱، ۴۲)

منبع: یافته‌های پژوهش

طبق مرحله دوم الگوریتم پیشنهادی، جدول ۱۰ همان ماتریس تصمیم فازی با ۹ گزینه، تعداد DMU ها و ۵ معیار (تعداد ورودی‌های فازی و خروجی‌های فازی) است. با استفاده از مرحله سوم، ماتریس تصمیم فازی نرمال شده یعنی $\tilde{w}_j = (1, 1, 0.9)$ ، $j = 1, 2, 3, 4, 5$ فراهم شده و نتایج در جدول ۱۱ بیان شده است. همچنین، در این مثال، $\tilde{w}_j = (1, 1, 0.9)$ ، $j = 1, 2, 3, 4, 5$ در نظر گرفته می‌شود؛ بنابراین، ماتریس تصمیم وزنی نرمال شده همان ماتریس تصمیم نرمال شده است (یعنی، $\tilde{V} = \tilde{R}$).



جدول ۱۱. ماتریس تصمیم فازی نرمال شده با ۹ گزینه و ۵ معیار

DMU	I1	I2	O1	O2	O3
۱	۰/۵۸۳۳	۰/۷۳۹۱	۰/۸۶۰۶	۱	(۰/۸۳۳۳، ۰/۸۵۷۱، ۰/۸۸۱۰)
۲	۰/۶۸۳۳	۰/۸۸۳۳	۱	۰/۶۱۰۰	(۰/۹۰۴۸، ۰/۹۲۸۶، ۰/۹۵۲۴)
۳	۰/۵۳۰۶	۰/۴۹۰۳	۰/۳۴۳۰	۰/۶۳۰۰	(۰/۸۸۱۰، ۰/۹۰۴۸، ۰/۹۲۸۶)
۴	۰/۶۸۰۶	۰/۷۸۵۷	۰/۰۳۴۳	۰/۶۵۰۰	(۰/۸۵۷۱، ۰/۸۸۱۰، ۰/۹۰۴۸)
۵	۰/۵۷۳۳	۰/۶۲۶۸	۰/۶۰۱۲	۰/۱۷۰۰	(۰/۷۶۱۹، ۰/۷۸۵۷، ۰/۸۰۹۵)
۶	۰/۳۶۱۱	۰/۴۲۴۱	۰/۱۷۱۶	۰/۲۲۷۰	(۰/۸۰۹۵، ۰/۸۳۳۳، ۰/۸۵۷۱)
۷	۰/۲۵۱۱	۰/۶۸۸۰	۰/۰۴۴۸	۰/۲۵۰۰	(۰/۶۹۰۵، ۰/۷۱۴۳، ۰/۷۳۸۱)
۸	۱	۱	۰/۸۶۰۶	۰/۲۰۰۰	(۰/۹۰۴۸، ۰/۹۲۸۶، ۰/۹۵۲۴)
۹	۰/۸۳۳۳	۰/۸۲۷۰	۰/۴۲۴۲	۰/۱۶۵۰	(۰/۹۵۲۴، ۰/۹۷۶۲، ۱)

منبع: یافته‌های پژوهش

برای رتبه‌بندی DMU ها با استفاده از روش پیشنهادی، جدول ۱۱ تجزیه و تحلیل می‌شود و فاصله‌های d^* و d^- برای هر DMU به‌عنوان گزینه از راه‌حل‌های ایده‌آل فازی طبق معادلات (۳۱)، (۳۰) و همچنین، نزدیکی نسبی هر DMU به نقطه ایده‌آل فازی مثبت، براساس معادله (۳۲) محاسبه می‌شود. نتایج در جدول ۱۲ نشان داده شده است.

جدول ۱۲. نتایج رتبه‌بندی بر اساس روش پیشنهادی

DMU	d^*	d^-	cl_i^*	رتبه
Co1	۰/۶۰۴۱	۲/۷۷۱۹	۰/۸۲۱۱	۱
Co2	۰/۶۳۹۱	۲/۷۴۹۰	۰/۸۱۱۴	۲
Co3	۱/۵۸۸۹	۱/۶۴۰۰	۰/۵۰۷۹	۶
Co4	۱/۴۷۰۹	۱/۷۵۱۵	۰/۵۴۳۵	۵
Co5	۱/۶۷۱۷	۰/۷۰۲۴	۰/۴۸۱۵	۷
Co6	۲/۵۴۷۷	۰/۶۹۱۵	۰/۲۱۳۵	۸
Co7	۲/۶۸۴۷	۰/۵۷۰۳	۰/۱۷۵۲	۹
Co8	۰/۸۷۱۰	۲/۳۸۴۷	۰/۷۳۲۵	۳
Co9	۱/۴۶۷۶	۱/۸۵۳۹	۰/۵۵۸۲	۴

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج رتبه‌بندی در جدول ۱۲ نشان می‌دهد که شرکت ۱ بهترین شرایط را دارد؛ درحالی که شرکت ۷ کمترین شرایط مطلوب را در بین شرکت‌ها دارد.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این مقاله رتبه‌بندی تمامی DMU ها در یک محیط فازی بود که با ترکیب روش‌های فازی TOPSIS و DEA انجام شد. این فرایند شامل استفاده از هر ورودی و خروجی فازی به‌عنوان یک ویژگی و هر DMU به‌عنوان یک گزینه بود. پس از نرمال‌سازی ماتریس تصمیم فازی، فاصله از بهترین و بدترین راه‌حل‌ها تعیین شد. روش پیشنهادی از طریق آزمایش‌های عددی تأیید شد و با روش‌های رتبه‌بندی موجود که براساس سطوح α بودند، مقایسه گردید. به‌طور قابل توجهی، طبق مثال ۲، مشاهده می‌شود که روش ارائه‌شده برای متغیرهای خروجی فازی نامطلوب عملکرد خوبی دارد.

علاوه‌براین، این روش پیشنهادی مزایایی نسبت به سایر روش‌های موجود دارد، ازجمله محاسبات مقرون به‌صرفه و استقلال نتایج از سطوح α برخلاف بیشتر روش‌های رتبه‌بندی فازی DEA موجود که به سطوح α وابسته هستند، روش پیشنهادی قادر است یک رتبه یکتا برای DMU ها در تمام سطوح α ارائه دهد و این نقطه ضعف چنین روش‌هایی را برطرف می‌کند. همچنین، به‌کارگیری این روش برای داده‌های مربوط به مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای که در مقالات افتخاریان و همکاران (۱۴۰۲) و غلام‌ابری (۱۴۰۳) مطرح گردیده جهت انجام پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

نویسندگان از دست‌اندرکاران فصلنامه و داوران ناشناس که در بهبود کیفیت مقاله کمک کردند، تشکر می‌کنند.

ORCID

Neda Bashak

 <https://orcid.org/0009-0005-3562-167X>

Shokrollah Ziari

 <https://orcid.org/0000-0001-5605-3441>

Mohammadmehdi Movahedi

 <https://orcid.org/0000-0001-5414-2109>

Amir Gholam Abri

 <https://orcid.org/0000-0003-1981-9756>

Amir Mehdi Miandaragh

 <https://orcid.org/0000-0003-2599-8252>



منابع

- افتخاریان، سیده الهام، هاشمی، سید فرزاد، نعمتی، علی، مهرجو، راضیه و احدزاده نمین، مهناز (۱۴۰۲). توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه جهت ارزیابی کارایی فنی صنعت داروسازی. *مدلسازی اقتصادی*، ۱۷(۴)، ۱۱۵-۱۳۶.
- امیر غلام‌ابری (۱۴۰۳). شناسایی واحدهایی با بیشترین مقیاس بهوره‌وری در زنجیره تامین سبز با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها (DEA). *مدلسازی اقتصادی*، ۱۸(۶۶)، ۱-۲۳.
- Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management Science*, 39(10), 1261-1264.
- Bede, B. (2013). *Mathematics of fuzzy sets and fuzzy logic*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Bracke, S., Radetzky, M., Rosebrock, C. & Ulutas, B. (2019). Efficiency and effectivity of high precision grinding manufacturing processes: An approach based on combined DEA and cluster analyses *Procedia CIRP*, 79, 292-297. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.02.069>.
- Charnes, A., Cooper, W.W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8).
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y., & Seiford, L. M. (1994). *Data envelopment analysis: Theory, methodology, and applications*, Springer Dordrecht. Springer Book Archive. <https://doi.org/10.1007/978-94-011-0637-5>.
- Chen, C- T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 1-9.
- Chu, X., Fielding, G. J., & Lamar, B. W. (1992). Measuring transit performance using data envelopment analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 26(3), 223-230.
- Ebrahimnejad, A., & Amani, N. (2021). Fuzzy data envelopment analysis in the presence of undesirable outputs with ideal points. *Complex & Intelligent Systems*, 7(3), 1-22.
- Eftekharian, S. E., Hashemi, S. F., Nemati, A., Mehrjoo, R., & Ahadzadeh Namin, M. (2024). Development of network data envelopment analysis model to evaluate the technical efficiency of the pharmaceutical industry. *Economic Modeling*, 17(64), 115-136. [in Persian].
- Emrouznejad, A., & Yang, G-L. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4-8. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008>.
- Emrouznejad, A., Tavana, M., & Hatami-Marbini, A. (2014). The state of the art in fuzzy data envelopment analysis. In *Performance Measurement with Fuzzy Data Envelopment Analysis*, published in *Studies in Fuzziness and Soft Computing* (309) 1-45, Springer-Verlag.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*, 120(3), 253-281.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. (1985). *The measurement of efficiency of production*. Kluwer Nijhoff, Boston.
- Färe, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. (1983). The structure of technical efficiency. *Scandinavian Journal of Economics*, 85, 181- 190.
- Fiallos, D., Chavez, J., Mendoza, L., & Campana, J. (2017). Technologies in higher education: Public policies and social appropriation of their implementation. *Revista Digital de Investigacion en Docencia Universitaria*, 11(1), 193-2. Doi: <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.11.498>
- Gasser, T., Crepin, L., Quilcaille, Y., Houghton, R. A., Ciaï, P., & Obersteiner, M. (2020). Historical CO2 emissions from land use and land cover change and their uncertainty. *Biogeosciences*, 17(15), 4075-4101. DOI: 10.5194/bg-17-4075-2020

- Ghasemi, M.R., Ignatius, J., Lozano, S., Emrouznejad, A., & Hatami-Marbini, A. (2015). A fuzzy expected value approach under generalized data envelopment analysis. *Knowledge-Based Systems*, 89, 148–159.
- Gholam Abri, A. (2024). Identifying the most productive scale size in the green supply chain using data envelopment analysis. *Economic Modeling*, 18(66), 1-23.[in Persian].
- Guo, P., & Tanaka, H. (2001). Fuzzy DEA: A perceptual evaluation method. *Fuzzy Sets and Systems*, 119(1), 149-160. DOI: 10.1016/S0165-0114(99)00106-2
- Hatami-Marbini, A., Tavana, M., & Ebrahimi, A. (2011). A fully fuzzified data envelopment analysis model. *International Journal of Information and Decision Sciences*, 3(3), 252-264.
- Hatami-Marbini A., Emrouznejad, A., & Tavana, M. (2011). A taxonomy and review of the fuzzy data envelopment analysis literature: Two decades in the making. *European Journal of Operational Research*, 214(3), 457-472. DOI:10.1016/j.ejor.2011.02.001
- Hwang, CL., & Yoon, K. (1981). Methods for multiple attribute decision making. In: *Multiple Attribute Decision Making*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, vol 186. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9_3
- Labijak-Kowalska, A., & Kadziński, M. (2021). Experimental comparison of results provided by ranking methods in data envelopment analysis. *Expert Systems with Applications*, 173. 114739. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2021.114739>.
- Lertworasirikul, S., Fang, SC., Nuttle, H.L.W., & Joines, J.A. et al. (2003). Fuzzy BCC model for data envelopment analysis. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 2, 337–358. <https://doi.org/10.1023/B:FODM.0000003953.39947.b4>.
- Matsumoto, Y., Ishimoto, Y., & Takizawa, Y. (2020). Examination of the effectiveness of Neuroscience -Informed Child Education (NICE) within Japanese School Settings. *Children and Youth Services Review*, 118(3),105405. DOI:10.1016/j.childyouth.2020.105405.
- Montazeri, F.Z. (2019). The survey of data envelopment analysis models in fuzzy stochastic environments. *International Journal of Research in Industrial Engineering*, 8(4), 366–383.
- Nazarko, J., & Šaparauskas, J. (2014). Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(1), 25-44. DOI:10.3846/20294913.2014.837116.
- Pandey, V., Komal, K., & Dincer, H. (2023). A review on TOPSIS method and its extensions for different applications with recent development. *Soft Computing*, 27(23), 1-29. DOI: 10.1007/s00500-023-09011-0.
- Pastor, J.T., Aparicio, J., & Zofío, J.L. (2022). The enhanced Russell graph measure (ERG=SBM): economic inefficiency decompositions. *International Series in Operations Research & Management Science*, 315. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-84397-7_7
- Peykani P., Mohammadi E., Emrouznejad A., Pishvae M.S., Rostamy-Malkhalifeh M. (2019). Fuzzy data envelopment analysis: An adjustable approach. *Expert Systems with Applications*, 136, 439-452. DOI:10.1016/j.eswa.2019.06.039.
- Puri, J., & Yadav, S.P. (2013). A concept of fuzzy input mix-efficiency in fuzzy DEA and its application in banking sector. *Expert Systems with Applications*, 40(5), 1437–1450. DOI: 10.1016/j.eswa.2012.08.047.
- Ruiz, J.L., Sirvent, I. (2017). Fuzzy cross-efficiency evaluation: A possibility approach. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, Springer, 16(1), 111-126. DOI: 10.1007/s10700-016-9240-1.
- Saati, S.M., Memariani, A., & Jahanshahloo, G.R. (2002). Efficiency analysis and ranking of DMUs with fuzzy data. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 1(3), 255–267. <https://doi.org/10.1023/A:1019648512614>.

- Sengupta, J. K. (1992). A fuzzy systems approach in data envelopment analysis. *Computers & mathematics with applications*, 24(8-9), 259-266. [https://doi.org/10.1016/0898-1221\(92\)90203-T](https://doi.org/10.1016/0898-1221(92)90203-T).
- Tavana, M., Khanjani, S., Hatami-Marbini A., Agrell P.J., & Paryab, K. (2013). Chance- constrained DEA models with random fuzzy inputs and outputs. *Knowledge-Based Systems*, 52, 32 – 52. DOI:10.1016/j.knosys.2013.05.014.
- Tavana, M., & Hatami-Marbini, A., Emrouznejad, A. (2011). A taxonomy and review of the fuzzy data envelopment analysis literature: Two decades in the making. *European Journal of Operational Research*, 214(3), 457-472.
- Tavana, M. (2003). Cross: A multicriteria group-decision-making model for evaluating and prioritizing advanced-technology projects at NASA. *Interfaces*, 33(3), 40-56.
- Wang, Y. M., Luo, L. (2009). Fuzzy data envelopment analysis based upon fuzzy arithmetic with an application to performance assessment of manufacturing enterprises. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5205-5211. DOI:10.1016/j.eswa.2008.06.102.
- Wen, M., & Li, H. (2009). Fuzzy data envelopment analysis (DEA): Model and ranking method. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 223(2), 872-878. <https://doi.org/10.1016/j.cam.2008.03.003>.
- Wen, M., You, C., & Kang, R. (2010). A new ranking method to fuzzy data envelopment analysis. *Computers & Mathematics with Applications*, 59(11), 3398–3404.
- Zerafat Angiz, L. M., Emrouznejad, A., & Mustafa, A. (2010). Fuzzy assessment of performance of a decision making units using DEA: A nonradial approach. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 5153-5157. DOI:10.1016/j.eswa.2009.12.078.
- Zhou, W., & Xu, Z. (2020). An overview of the fuzzy data envelopment analysis research and its successful applications. *International Journal of Fuzzy Systems*, 22(4), 1037-1055. DOI: 10.1007/s40815-020-00853-6.

Original Article

Coalition or non-coalition: Greedy scalar equilibrium in the semi-cooperative game with the role of speculators in the game between fiscal and monetary policy-makers

Davoud Foroutannia ^{*}, Davoud Mahmoudinia ^{**}

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1196175>

Received:
03/09/2024

Accepted:
11/01/2025

Keywords:
Game Theory, Coalition Game, Semi-Cooperative Game, Financial Policy, Speculators

JEL Classification:
O53 ·E6 ·E52·C72·C71

Abstract

This study examines the role of fiscal policymakers, monetary policymakers, and currency speculators in macroeconomic stability, focusing on Iran. Using a game-theoretic approach, it compares non-cooperative Nash equilibrium, where the government and central bank adopt contractionary policies and speculators remain passive, with a semi-cooperative coalition aimed at reducing speculator profits and minimizing losses for policymakers. The findings reveal that collaboration among players in a coalition achieves higher social welfare and better economic outcomes than non-cooperative strategies.

* Department of Mathematics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran, foroutan@vru.ac.ir

** Department of Economics, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran, (Corresponding Author), d.mahmoudinia@vru.ac.ir

How to cite: Foroutannia, D., Mahmoudinia, D., (2025). .Coalition or non-coalition: Greedy scalar equilibrium in the semi-cooperative game with the role of speculators in the game between fiscal and monetary policy-makers. *Economic Modeling*, 18 (67): 53-86.



1. Introduction

Monetary policy, along with fiscal policy, is a crucial aspect of a country's economic strategy. The central bank employs various tools to achieve its monetary policy objectives, primarily focused on stabilizing inflation through interest rate adjustments. In parallel, governments implement fiscal policies to promote financial stability and economic growth using budgetary measures. On the other hand, to effectively coordinate monetary and fiscal policies, it is crucial to consider the role of foreign exchange market participants, particularly in the economies of developing countries. These participants serve as a third active actor in achieving the desired economic goals. Research on the Iranian economy has analyzed the influence of market speculators and foreign exchange market traders on the strategic decisions of policymakers. Research indicates that speculative activities exacerbate inequality, divert individuals from legitimate businesses, and fuel greed with the allure of quick wealth, putting inexperienced small investors at heightened risk of bankruptcy. In the Iranian economy, the significant reliance on oil revenues for the government's and Central Bank's total foreign exchange reserves means that negative shocks in the oil market can quickly impact the foreign exchange market. As a result of this, the Central Bank's ability to maintain a balance between supply and demand to support its target exchange rate is limited, especially due to the presence of multiple exchange rates. This imbalance between high foreign exchange demand and insufficient supply contributes to the divergence between official and unofficial (market) foreign exchange prices.

2. Research method and data

In this study, we assume that there are three key players in the game: the government, the central bank, and economic speculators in the foreign exchange market. The government aims to achieve the highest possible economic growth by implementing fiscal policies through the use of budgetary instruments. The central bank aims to control inflation in the economy by using monetary policies and interest rate tools. On the other hand, participants in the foreign exchange market seek to maximize their profits through trading foreign currencies in the unofficial market. They do this by taking advantage of the difference between the official exchange rates and the market prices of foreign currencies. In this game, we aim to explore what strategies and interactions among the three players can maximize their utility while minimizing social loss. Specifically, we will examine whether non-cooperation among these players, as described by Nash equilibrium, is more effective than forming coalitions for mutual benefit. We will also consider the effects of competing coalitions and whether they can implement a coordinated and combined policy among the three players within the context of a semi-cooperative game, which blends elements of both non-cooperative and cooperative gameplay. We want to determine if these different approaches yield more optimal outcomes.

3. Analysis and discussion

To simulate and derive the best response functions for each player, we construct an outcome matrix in normal form based on their welfare functions, first extracting

relevant parameters to numerically define the equations. The analysis focuses on equilibria in non-cooperative and semi-cooperative games, emphasizing coalition formation. Three players adopt distinct strategies aligned with specific policy instruments: the government employs budgetary strategies—contractionary, intermediate (equilibrium), and expansionary fiscal policies; the central bank uses the interest rate to implement contractionary, intermediate (equilibrium), and expansionary monetary policies; and speculators seek to profit from market-official currency price disparities through minimal, intermediate, or maximum intervention in the foreign exchange market. This framework facilitates understanding of strategic interactions and equilibrium outcomes under varying cooperative scenarios.

4. Conclusion

The results of this game indicate that the non-cooperative Nash equilibrium occurs when the government implements a contractionary fiscal policy, the central bank adopts a contractionary monetary policy, and participants in the foreign exchange market engage in minimal intervention. The results of the greedy scalar equilibrium in the coalition game indicate that the best outcome occurs when three players—the government, the central bank, and the speculator—cooperate and negotiate to achieve an optimal social result. In this scenario, the speculator's profit decreases to zero. Additionally, the losses for both the government and the central bank are minimized. In this situation, the government adopts a contractionary fiscal policy, the central bank implements an expansionary monetary policy, and the speculator takes an active role in the foreign exchange market. The most unfavorable scenario among these five coalitions occurs when there is a lack of coordination and cooperation among the players in forming a coalition. Additionally, when comparing the outcomes of the two Nash equilibria with the greedy scalar equilibrium in the coalition game, it becomes evident that the coalition equilibrium is superior to the non-cooperative Nash equilibrium.

Funding

There is no funding support.

Declaration of Competing Interest

The author has no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

Acknowledgments

We thank anonymous reviewers for their useful comments greatly contributing to improve ourwork.

ائتلاف یا عدم ائتلاف: تعادل برداری حریصانه در بازی شبه‌همکارانه با نقش سفته‌بازان در بازی بین دو سیاستگذار پولی و مالی

داود فروتن‌نیا*، داود محمودی‌نیا**

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1196175>

چکیده

اهمیت چگونگی تعامل بین سیاستگذار پولی و مالی در تعیین ثبات متغیرهای کلان اقتصادی در طی دهه‌های اخیر توجه بسیاری از محققین اقتصادی را به خود جلب کرده است. با این حال در بسیاری از مطالعات به‌خصوص برای کشورهای درحال توسعه از جمله اقتصاد ایران، نقش فعالان بازار ارز یا سفته‌بازان در این هماهنگی سیاستی کمتر بررسی شده است. از این رو در این مطالعه با فرض اینکه سه بازیکن دولت (سیاستگذار مالی)، بانک مرکزی (سیاستگذار پولی) و سوداگران ارز (مداخله‌گران در بازار ارز) در بازی وجود دارند به دنبال دستیابی به یک سیاست بهینه بین سه بازیکن برای رسیدن به بالاترین سطح از رفاه اجتماعی جامعه هستیم. برای این منظور پس از استخراج قاعده بهینه سیاستی برای هر بازیکن در چارچوب دو تعادل غیرهمکارانه و تعادل شبه‌همکارانه ائتلافی برای منافع متقابل، به دنبال پاسخ به این سوال هستیم که با اجرای چه استراتژی توسط بازیکنان به‌طور همزمان، اقتصاد با پیامدهای مطلوب‌تری مواجه است. هدف از اجرای ائتلاف در طراحی بازی آن است که سود سفته‌باز را کاهش دهیم (این بخش را از اقتصاد حذف) و از طرف دیگر زیان دولت و بانک مرکزی را نیز به سمت صفر حرکت دهیم. نتایج حاصل از این بازی نشان می‌دهد که تعادل نش غیرهمکارانه جای است که دولت و بانک مرکزی سیاست انقباضی و فعالان بازار ارز سیاست انفعالی را در پیش بگیرند. از طرف دیگر نتایج حاصل از تعادل برداری حریصانه در بازی شبه‌همکارانه ائتلافی نشان می‌دهد که بالاترین منفعت زمانی حاصل می‌شود که سه بازیکن برای دستیابی به بالاترین رفاه اجتماعی در جامعه با یکدیگر ائتلاف و مذاکره کنند و در این حالت پیامدهای حاصل از ائتلاف بزرگ و کلی بیش از پیامد تعادلی نش غیرهمکارانه است.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۶/۱۳

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۱۰/۲۲

واژگان کلیدی:

نظریه بازی، بازی ائتلافی، بازی شبه‌همکارانه، سیاست مالی، سفته‌بازان ارز

طبقه‌بندی JEL:

C7، C72، E52، E6، O53

۱. مقدمه

سیاست پولی همراه با سیاست مالی، بخش مهمی از سیاست اقتصادی یک کشور را تشکیل می‌دهد. بانک مرکزی با سازوکارهای متعددی برای رسیدن به اهداف سیاست‌های پولی خود یعنی تثبیت تورم از طریق ابزار نرخ بهره تلاش می‌کند و به نوبه خود، دولت‌های مسئول اجرای سیاست‌های مالی نیز برای دستیابی به اهداف خود یعنی ثبات مالی و رشد اقتصادی با استفاده از ابزار بودجه‌ای، فعالیت‌های خود را اجرا می‌کنند. نتیجه تصمیمات مقامات مسئول سیاست پولی و مقامات مسئول سیاست مالی در یک دوره معین به‌عنوان بحث ترکیبی سیاست^۱ شناسایی شده است (استوسکا و همکاران^۲، ۲۰۲۳). مطالعات متعددی در طی سال‌های اخیر این تعامل استراتژیک سیاستی را در چارچوب نظریه بازی‌ها در چارچوب یک بازی دو نفره مدل‌سازی کرده‌اند و همچنین درجه استقلال یا وابستگی بین این دو نهاد برای دستیابی به اهداف مدنظر توجه بسیاری از سیاستگذاران اقتصادی را به خود جلب کرده است (استوسکا و همکاران^۳، ۲۰۲۳؛ ورونیکچکا-لسیجویچ^۴، ۲۰۱۰؛ آفونسو و همکاران^۵، ۲۰۱۹).

از طرف دیگر در راستای اجرای هماهنگی سیاست‌های پولی و مالی نقش فعالان بازار ارز به خصوص در اقتصادهای کشورهای در حال توسعه به عنوان بازیگر فعال سوم در چگونگی دستیابی به اهداف مد نظر حائز اهمیت است و مطالعاتی در اقتصاد ایران نقش سفته بازار و دلالتان بازار ارز در تحلیل استراتژیک دو سیاستگذار را بررسی کردند (عرفانی و همکاران، ۱۴۰۱؛ منصوری و همکاران ۱۳۹۶). به‌طور کلی تغییرات و نوسانات و چندنرخ شدن نرخ ارز یکی از عوامل موثر بر اجرای سیاست‌های اقتصادی کلان در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران محسوب می‌شود و از این رو یک ترکیب مناسب و مطلوب از سیاست‌های هماهنگ پولی و مالی و ارزی نقش مهمی در روند ثبات اقتصاد کلان دارد. مقامات اقتصاد ایران به‌طور عمده در چارچوب تثبیت نرخ ارز در بازار ارز مداخله می‌نمایند و به جای انضباط مالی و برقرار یک سیاست پولی کارآمد از لنگر اسمی نرخ ارز استفاده و این موضوع سبب چندنرخ شدن بازار ارز و ورود سفته بازان به این بازار می‌شود.

در رابطه با نقش سفته‌بازان در بازارهای مالی و تأثیرات آن بر نوسانات قیمت، می‌توان دو دیدگاه متفاوت را بررسی کرد، دیدگاه سنتی و غیرسنتی. تئوری سفته‌بازی سنتی تأکید می‌کند که سفته‌بازی، که مستلزم خرید در زمانی که قیمت پایین است و فروش در زمانی که قیمت بالاست، یک اثر تثبیت‌کننده بر بازارهای مالی دارد. دلیل آن این است که دلالتان هنگام خرید، قیمت‌های کاهش‌یافته را افزایش می‌دهند، درحالی که هنگام فروش، قیمت‌های متورم را کاهش می‌دهند. در این چشم‌انداز، فعالیت سفته‌بازی روند قیمت را هموار می‌کند و در نتیجه نوسانات را کاهش می‌دهد (فریدمن^۶، ۱۹۵۳). در مقابل، تئوری غیرسنتی نشان می‌دهد که افزایش مشارکت سفته‌بازان در بازارهای آتی اثر زیان‌باری ایجاد کرده و به بی‌ثباتی بازارها کمک می‌کند. در این دیدگاه، سفته‌بازان می‌توانند قیمت‌ها را از ارزش‌های بنیادی دور کنند و در نتیجه باعث ایجاد «حباب» در بازار شوند و یا می‌توانند بازار را دستکاری کنند (الجیره^۷، ۲۰۱۶).

¹ Policy-mix

² Stawska et al.

³ Stawska et al.

⁴ Woroniecka-Leciejewicz

⁵ Afonso et al.

⁶ Friedman

⁷ Algieri



پسانی و روزلی^۱ (۲۰۲۰) نشان دادند که فعالیت‌های سفته‌بازی سبب افزایش نابرابری، فریب مردم از کسب‌وکار قانونی، تحریک طمع آنها با وعده ثروت سریع و همچنین به قرار دادن سرمایه‌گذاران کوچک بی‌تجربه در معرض خطر ورشکستگی منجر می‌شود. از طرف دیگر نیز در اقتصاد ایران با توجه به سهم بالای درآمدهای نفتی در ذخایر کل ارزی دولت و بانک مرکزی، از این رو شوک‌های منفی تسریع شده به بازار نفت به شیوع این شوک‌ها به بازار ارز منجر می‌شود و به دنبال آن با توجه به چندنرخ بودن نرخ ارز، قدرت بانک مرکزی برای حفظ توازن میان عرضه و تقاضا برای حمایت از نرخ ارز هدف محدود می‌شود و از این رو فشار بر تقاضای ارز و عدم عرضه متناسب با آن موجب چندنرخ شدن قیمت ارز رسمی و غیررسمی (بازاری) می‌شود و این امر موجب کسب بازده و منفعت از محل سفته‌بازی و شکل‌گیری یک بازار رقیب در جذب نقدینگی برای واسطه‌های مالی است (صادقی و همکاران، ۱۴۰۰).

از این رو در این مقاله فرض می‌شود سه بازیکن در بازی وجود دارد: دولت، بانک مرکزی و دلالان اقتصادی بازار ارز. هدف دولت دستیابی به بالاترین رشد اقتصادی از طریق به‌کارگیری سیاست‌های مالی با استفاده از ابزار بودجه‌ای است. همچنین فرض می‌شود که هدف بانک مرکزی نیز کنترل سطح تورم در اقتصاد با استفاده از سیاست‌های پولی و ابزار نرخ بهره است در حالی که فعالان بازار ارز به دنبال کسب منفعت و سود بالاتر از طریق خرید و فروش ارز در بازار غیررسمی ارزی و کسب منفعت از تفاوت قیمت رسمی و بازاری ارز در بازار هستند. همچنین با توجه به نبود بازار فعال اوراق مشارکت و چندنرخ شدن نرخ ارز در بازار، از این رو توانایی دولت در اجرای سیاست مالی مطلوب و تثبیت تراز بودجه و همچنین بانک مرکزی در کنترل ابزارهای سیاست‌های پولی و تعیین نرخ بهره مشخص در بازار با مشکلات متعددی مواجه است. همچنین با توجه به مداخله دولت در اقتصاد و تامین مالی کسری بودجه از طریق استقراض از بانک مرکزی و به دنبال آن بی‌ثباتی بازار ارز چالش‌های زیادی از جمله تورم، افزایش نرخ سود بانکی و رکود را در اقتصاد تشدید کرده است و از این رو یک نوع بازی استراتژیک بین بانک مرکزی، مدیریت صحیح بودجه‌ای بخش دولت و ثبات بازار ارز در جریان است. در این بازی ما به دنبال پاسخ به این سوال هستیم که اجرای چه نوع استراتژی و تعامل بین این سه بازیکن می‌تواند بالاترین مطلوبیت و کمترین زیان اجتماعی را برای آنان به همراه داشته باشد؟ به طوری که آیا عدم همکاری بین این سه بازیکن در چارچوب تعادل نش و یا تشکیل ائتلاف برای منافع متقابل در رقابت با سایر ائتلاف‌ها در جهت اجرای یک سیاست هماهنگ و ترکیبی بین این سه بازیکن در چارچوب بازی شبه همکارانه^۲ (با تلفیقی از بازی‌های غیرهمکاری و همکارانه) می‌تواند پیامدهای متفاوت و بهینه‌تری داشته باشد؟ از این رو در این مطالعه در تلاش هستیم تا بسط و توسعه مطالعاتی از جمله ورونیکچکا-لسیجویچ^۳ (۲۰۱۵؛ ۲۰۱۰)، بنت و لویاز^۴ (۲۰۰۰)، استوسکا و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی و طراحی بازی بین سه بازیکن در اقتصاد شامل دولت، بانک مرکزی و دلالان بازار ارز در چارچوب بازی‌های غیرهمکارانه و ائتلافی شبه‌همکارانه در فرم استراتژیک پیردازیم و در این بازی به دنبال دستیابی به بهترین پیامد در بازی باشیم.

¹ Paesani & Rosselli

² Semi-cooperative game

³ Woroniecka-Leciejewicz

⁴ Bennett & Loayza

روند ادامه این مقاله به این صورت است که در بخش دوم مبانی نظری ارائه می‌شود. ادبیات مربوط به نظریه بازی و بازی‌های ائتلافی و تعادل نش در بخش سوم بررسی می‌شود. بررسی مدل پایه‌ای و نتایج تجربی حاصل از این تحلیل به ترتیب در بخش‌های چهارم و پنجم بررسی خواهد شد. در نهایت به ارائه جمع‌بندی و پیشنهادات خواهیم پرداخت.

۲. مروری بر ادبیات

۲-۱. ادبیات نظری

۲-۱-۱. بازی بین سیاستگذاران اقتصادی

در دهه‌های اخیر با توجه به بحران‌های مالی سپری شده ادبیات نسبتاً غنی درباره تعاملات سیاست‌های مالی و پولی وجود دارد. از این رو اهمیت هماهنگی سیاست‌های پولی و مالی افزایش یافته و به این مسئله منجر شده تا کشورها برای مقابله با آثار نامطلوب بحران‌های مالی همچون بی‌ثباتی مالی، تورم فزاینده، فشار نرخ ارز و اثر معکوس بر روند رشد اقتصادی، ترکیبات سیاستی منجسم و هماهنگی اتخاذ کنند (توکلیان و همکاران، ۱۳۹۸). سیاست پولی، همراه با سیاست مالی، بخش مهمی از سیاست اقتصادی یک کشور را تشکیل می‌دهد. بانک مرکزی با سازوکارهای متعددی برای رسیدن به اهداف خود تلاش می‌کند. به نوبه خود، دولت‌های مسئول اجرای سیاست‌های مالی برای دستیابی به اهداف خود یعنی ثبات مالی تلاش می‌کنند. نتیجه تصمیمات مقامات مسئول سیاست پولی و مقامات مسئول سیاست مالی در یک دوره معین به‌عنوان بحث ترکیبی سیاست شناسایی شده است (استوسکا و ریس موراو، ۲۰۲۳). کاتنر^۱ (۲۰۰۲) اشاره می‌کند که سطح تقاضای کل ممکن است توسط سیاست پولی، سیاست مالی یا ترکیبی از هر دو شکل بگیرد. تصمیمات هماهنگ دولت و بانک مرکزی ممکن است با تثبیت شرایط اقتصادی و بهبود شاخص‌های اقتصادی، تأثیر مثبت قابل توجهی بر توسعه اقتصادی کشور داشته باشد و از این رو هماهنگی سیاست‌های پولی و مالی به بهبود ثبات نظام مالی کشور نیز کمک می‌کند. در چارچوب نظریه بازی‌ها کیدلند و پرسکات (۱۹۷۷) و کالوو^۲ (۱۹۷۸) نشان دادند که اجرای سیاست پولی قاعده‌مند توسط بانک مرکزی به جای سیاست صلاحدید در یک بازی استراتژیک با کارگزاران اقتصادی و مقام مالی می‌تواند نتایج مطلوب برای اقتصاد داشته باشد. در چارچوب یک مدل ساده سیاست پولی، بارو و گوردون^۳ (۱۹۸۳) به این نتیجه مهم دست یافتند که در تعامل بین دو سیاستگذار مالی و پولی، اگر بانک مرکزی فاقد توانایی برای پیش‌تعهد یا اعتبار باشد نرخ تورم بیش از حد افزایش می‌یابد.

از طرف دیگر یکی از موضوعات که در ادبیات‌ها اقتصادی در ارتباط با هماهنگی بین بازیگران اقتصادی کمتر بررسی شده است نقش بازیگران بازار ارزی در این میان است به طوری که سیاست‌های پولی و مالی در کنار سیاست‌های اقتصادی خارجی از جمله بازار ارز برای رسیدن به اهداف با ثبات اقتصاد کلان نیازمند هماهنگی در جهت تقویت اثر همدیگر و یا جلوگیری از خنثی سازی آثار متقابل هستند (حسینی و همکاران، ۱۳۹۹). سفته‌بازان از سود سرمایه انگیزه کسب می‌کنند و از این رو از اطلاعات خود برای تعیین موقت یا دائمی بودن یک شوک استفاده می‌کنند تا

¹ Stawska & Reis Mourao

² Kuttner

³ Calvo

⁴ Barro & Gorden

بتوانند از طریق پیش‌بینی نسبت به آینده با خرید و فروش ارز در بازار منفعت کسب کنند. بانک مرکزی با توجه به اهداف مد نظر خود از جمله کنترل تورم یا ثبات مالی و تثبیت بازار ارز در مقابل حملات سفته بازی با دلایل مختلف در بازارهای ارز مداخله می‌کند و این اهداف عمدتاً در راستای ثبات پولی و مالی در اقتصاد است (مورنو^۱، ۲۰۰۵). مداخلات بانک مرکزی در بازار ارز جهت تثبیت آن و حضور سفته‌بازان در بازار ارز جهت کسب منفعت و نقش دولت به عنوان یکی از بازیگران مداخلات ارزی جهت تامین مالی مخارج دولتی سبب شکل‌گیری نوسانات بازار ارزی و شیوع این نوسانات به سایر بخش‌های عرضه و تقاضای کل اقتصاد می‌شود. با توجه به ساختاری اقتصاد کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، از این رو تهاجم سوداگرانه در بازار ارز دامنه وسیعی از پیامدهای اقتصادی از جمله تضعیف رشد اقتصادی، تشدید کسری بودجه و افزایش سطح قیمت‌ها و عدم ثبات در عملکرد رقابت‌پذیری بین‌المللی را به همراه دارد.

۲-۱-۲. نظریه بازی و بازی‌های ائتلافی

امروزه اهمیت رفتار استراتژیک در دنیای انسانی و اجتماعی به‌طور چشمگیری در تئوری و عمل شناسایی شده است و در نتیجه نظریه بازی‌ها به‌عنوان ابزاری اساسی در تحقیقات محض و کاربردی مطرح شده است (یونگ و پتروسیان^۲، ۲۰۰۵؛ سامتی و همکاران، ۱۳۹۰). نظریه بازی مطالعه مدلسازی ریاضی رفتار استراتژیک تصمیم‌گیرندگان (بازیکنان) در بازی است، در شرایطی که تصمیمات یک بازیکن ممکن است بر سایر بازیکنان تأثیر بگذارد. فرض اساسی تئوری بازی‌ها این است که تصمیم‌گیرندگان، بازیگران منطقی و باهوش هستند و از این رو بازیکنان ضمن تعقیب اهداف کاملاً تعریف شده خود، عقلانیت تصمیم‌گیرندگان دیگر را در نظر می‌گیرند و بر این اساس، انتظارات را براساس رفتار آنها شکل می‌دهند (پارچینو و همکاران^۳، ۲۰۰۶). تصمیم‌گیرندگان در بازی می‌توانند فرد، گروه، اجتماع، دولت‌ها و .. باشند و تصمیم و رفتار هر فرد نه تنها به رفتارهای خودش، بلکه به رفتار و تصمیم‌گیری‌های رقیب نیز وابسته است (محمودی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۵؛ محمودی‌نیا، ۱۴۰۲؛ بیاتی و همکاران، ۱۳۹۸) و کاربرد این نظریه با انتشار کتاب «نظریه بازی‌ها و رفتار اقتصادی» توسط فن نیومن و مورگن اشتاین در سال ۱۹۴۴ آغاز شد.

با این حال دو شاخه اصلی در نظریه بازی وجود دارد. یکی نظریه بازی‌های غیرهمکارانه^۴ و دومی نظریه همکارانه یا ائتلافی^۵ است. تمایز اصلی بین این دو این است که نظریه بازی‌های غیرهمکارانه موقعیت‌هایی را مدلسازی می‌کند که در آن بازیکنان فقط اهداف استراتژیک خود را می‌بینند و بنابراین توافق‌های الزام‌آور بین بازیکنان امکانپذیر نیست، در حالی که در بازی‌های همکارانه و ائتلافی عمدتاً براساس توافق‌هایی برای تخصیص منافع مشارکت شکل می‌گیرد (پارچینو و همکاران^۶، ۲۰۰۶). نظریه بازی همکارانه بین فعالان اقتصادی منشأ خود را از تحلیل اقتصادی می‌گیرد و اجورث^۷ و پارتو^۸ اولین تعاریف را از پیامد بازی همکارانه ارائه کردند. اجورث^۹ (۱۸۸۱) منحنی

¹ Moreno

² Yeung & Petrosyan

³ Parrachino et al.

⁴ Non cooperative game theory

⁵ Cooperative or Coalition game theory

⁶ Parrachino et al.

⁷ Edgeworth

⁸ Pareto

⁹ Edgeworth

قرارداد^۱ را به‌عنوان راه‌حلی برای مسئله تعیین پیامد تجارت بین افراد پیشنهاد کرد، درحالی که پارتو^۲ (۱۸۹۶) مفهوم تخصیص کارآمد^۳ را معرفی کرد. هر دو از فرم نظریه مطلوبیت ترتیبی^۴ استفاده کردند (انجورد، ۲۰۰۵).

از این رو یکی از شاخه‌های پرکاربرد نظریه بازی که در علوم انسانی و علم اقتصاد به‌طور فراوان استفاده می‌شود نظریه بازی‌های همکارانه یا بازی‌های ائتلافی است. نظریه بازی‌های ائتلافی را می‌توان یک روش مدلسازی برای تجزیه و تحلیل و توضیح اقدامات همه بازیکنانی که در موقعیت‌های رقابتی به هم می‌پیوندند در نظر گرفت (هاگ و همکاران^۵، ۲۰۲۰). فون نویمان و مورگنسترن (۱۹۴۴) بازی‌های همکارانه با ائتلاف‌ها را در نظر گرفتند که در آن بازیکنان درون یک ائتلاف برای منافع متقابل خود در رقابت با سایر ائتلاف‌ها همکاری می‌کنند. آنها مفهوم راه‌حل چنین بازی‌ای را به‌عنوان هسته^۶ تعریف کردند. سپس، شاپلی^۷ (۱۹۵۱) یک مفهوم راه‌حل جایگزین برای بازی‌های همکارانه ارائه کرد و ارزش شاپلی^۸ حاصل، راه‌حل‌های منصفانه‌تری نسبت به هسته اصلی ارائه می‌دهد (کورلی، ۲۰۲۳). با این حال تشکیل ائتلاف ابزار مهمی برای ایجاد امکان همکاری در وضعیت‌های مختلف در دنیای واقعی است. دانشمندان علوم اجتماعی و اقتصاددانان شرایطی را مطالعه کرده‌اند که افراد و کسب‌وکارها از پیوستن به ائتلاف منفعت کسب می‌کنند. روند تشکیل ائتلاف به‌طور گسترده در تئوری بازی مطالعه شده است و مجموعه‌ای از معیارهای ثبات را ایجاد کرده است که براساس آن بازیکنان هیچ انگیزه‌ای برای تغییر ائتلاف‌ها ندارند. تشکیل ائتلاف‌های پویا ممکن است به پیامدها کارآمدتر منجر شود. زیرا پیوستن به یک ائتلاف ممکن است برای یک گروه از بازیکنان سودمند باشد به‌طوری که به کارگیری از ظرفیت منابع دیگر اعضا ممکن است حل یک مشکل را تسهیل یا امکانپذیر کند.

۲-۲. ادبیات تجربی

الجیره (۲۰۱۶) نشان می‌دهد که انگیزه سفته بازی بیش از حد در بازار منجر به نوسان شرطی قیمت می‌شود و یک روابط دوجانبه اغلب بین نوسان قیمت و سفته بازی وجود دارد. کارفی و موسولینو^{۱۰} (۲۰۱۲) با طراحی بازی بین سه بازیکن یعنی بانک سفته‌باز، بانک مرکزی اروپا و یک دولت در وضعیت بحران به بررسی مدلی برای تثبیت سریع در تغییرات ارزش اوراق قرضه دولتی پرداختند. نتایج این تحقیق در چارچوب نظریه بازی نشان می‌دهد که سفته‌بازان بزرگ از طریق ایجاد فرصت‌های آربیتراژ برای کسب سود می‌توانند اثرات مهمی بر بحران‌های بازارهای مالی داشته باشند. استاوسکا و همکاران (۲۰۲۳) در چارچوب الگوی ریاضی به تحلیل یک بازی همکارانه بین دولت و بانک مرکزی در کشور غیر یورویی پرداختند و نشان دادند که دولت با در نظر گرفتن اهداف بانک مرکزی تأثیری بر تعادل کسری بودجه و نرخ سود ندارد. منصور و همکاران (۱۳۹۶) در چارچوب بازی غیرهمکارانه بین دولت، بانک

¹ Contract curve

² Pareto

³ Efficient allocation

⁴ Ordinal utility theory.

⁵ Engwerda

⁶ Haque et al

⁷ Core

⁸ Shapley

⁹ Shapley value

¹⁰ Carfi & Musolino

مرکزی و سفته‌باز در اقتصاد ایران نشان دادند که زمانی که بانک مرکزی در مقابل دولت از ابزار مستقل سیاستی استفاده نماید از این رو بانک مرکزی می‌تواند از ابزار سیاستی اوراق مشارکت به خوبی بهره گیرد و زیان اجتماعی نیز در این وضعیت به حداقل مقدار خود کاهش می‌یابد. عرفانی و همکاران (۱۴۰۱) به بررسی رویکرد بهینه تعاملی بین سیاستگذار پولی و مالی و سفته‌بازان بازار ارز در چارچوب نظریه بازی‌ها پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد زمانی که بانک مرکزی وزن بیشتری به تثبیت نرخ سود می‌دهد و از استقلال بیشتری برخوردار است، زیان اجتماعی به حداقل خود می‌رسد. محمودی‌نیا و فروتن‌نیا (۱۴۰۲) در چارچوب بازی بین دو سیاستگذار پولی و مالی به بررسی مقایسه تعادل نش و استاکلبرگ بین دولت و بانک مرکزی با وجود عدم اطمینان در بازی پرداختند. نتایج این بازی نشان می‌دهد که پیامد حاصل از بازی غیرهمکارانه و تعادل نش بسیار نزدیک به زمانی است که دولت به عنوان رهبر و بانک مرکزی به عنوان پیرو عمل می‌کند.

۳. مدل پایه‌ای

با پیروی از مطالعات استاویکا و همکاران (۲۰۱۹)، لامبرتی و روولی^۱ (۲۰۰۵)، محمودی‌نیا و فروتن‌نیا (۱۴۰۲) و عرفانی و همکاران (۱۴۰۱) در این بخش برای ارائه مدل پایه‌ای به بررسی توابع هدف و قید هر بازیکن در بازی خواهیم پرداخت. براساس فرض می‌شود سه بازیکن دولت، بانک مرکزی و دلالان بازار ارز (مردم) برای تعیین انتخاب بهینه در متغیرهای رشد اقتصادی، تورم و نرخ ارز در بازی وجود دارند. دولت مسئول مستقیم اجرای سیاست‌های مالی در این بازی است و در تلاش است به استفاده از ابزارهای بودجه‌ای دولت به دنبال افزایش رشد اقتصادی و حداقل کردن انحراف سطح بهینه محصول (تولید ناخالص داخلی) از سطح هدف باشد. بانک مرکزی نیز مسئول اجرای مستقیم سیاست‌های پولی در این بازی است و می‌کوشد تا با استفاده از ابزار سیاستی نرخ بهره، تورم را کنترل و شکاف بین نرخ تورم واقعی از سطح هدف را به حداقل خود برساند. همچنین دلالان بازار ارز در تلاش هستند تا با خرید و فروش ارز (تغییرات قیمت ارز) به دنبال حداکثر کردن سود خود در بازار و بهره‌گیری از تفاوت نرخ ارز رسمی و غیررسمی در بازار موازی باشند. در ابتدا فرض می‌شود هر سه بازیکن تصمیمات خود را به صورت مستقل از یکدیگر اجرا می‌کنند و به دلیل اهداف متفاوت خود، تأثیر متفاوتی بر عوامل کلان اقتصادی می‌گذارند و به طور غیرمستقیم بر سیاست‌های یکدیگر تأثیر می‌گذارند. سپس این بازیکنان می‌توانند ائتلافی بین خود برای دستیابی به بالاترین رفاه اجتماعی تشکیل دهند. از این رو در چارچوب یک بازی استراتژیک فرض می‌شود هر بازیکن با یک تابع هدف و یک محدودیت مواجه است و سعی دارد تا تابع هدف خود را نسبت به محدودیت پیش روی خود بهینه کند.

در اولین گام به بررسی تابع هدف و قید پیش روی مقام مالی خواهیم پرداخت. دولت در تلاش است تا با کمک ابزار سیاستی بودجه‌ای، شکاف محصول از سطح بهینه و همچنین کسری بودجه از سطح هدف را به حداقل برساند و از این رو تابع زیان درجه دوم دولت به صورت معادله (۱) ارائه می‌شود:

$$L_F = (y - \bar{y})^2 + \gamma(f - \bar{f})^2 \quad (1)$$

¹ Lambertini & Rovelli

در این معادله، L_F نشان‌دهنده تابع زیان دولت، y سطح محصول واقعی در اقتصاد، f سطح کسری بودجه واقعی، \bar{y} سطح محصول هدف، \bar{f} سطح هدف کسری بودجه، γ ضریب ثابت و وزن اهمیت کسری بودجه در تابع زیان دولت است. در این تابع دولت در تلاش است تا علاوه بر حداقل کردن شکاف رشد اقتصادی از رشد هدف، به دنبال حداقل کردن کسری بودجه از سطح هدف نیز می‌باشد. در یک بازی غیرهمکارانه سیاستگذار مالی ابزار سیاستی خود یعنی کسری بودجه را طوری انتخاب می‌کند تا تابع هدف خود یعنی معادله (۱) را نسبت به قید (۲) حداقل نماید. از این رو تابع قید پیش روی مقام مالی به صورت معادله زیر نشان داده می‌شود:

$$y = h_1(\pi, i, f, e) = y_0 + \varphi_1\pi + \varphi_2i + \varphi_3f + \varphi_4e \quad (2)$$

در این معادله، π نشان‌دهنده سطح تورم واقعی، i نیز ارائه‌دهنده نرخ بهره اسمی و e نیز قیمت ارز در بازار غیررسمی است. همچنین φ_1 ، φ_2 ، φ_3 و φ_4 به ترتیب نشان‌دهنده سهم نسبی تورم، نرخ بهره، کسری بودجه و نرخ ارز در تعیین سطح محصول است. تابع قید دولت نیز نشان می‌دهد که مقام مالی اهمیت خاصی به متغیر نرخ بهره، نرخ تورم و نرخ ارز در تعیین سطح محصول در اقتصاد می‌دهد. همچنین y_0 نیز نشان‌دهنده سطح محصول اولیه در اقتصاد است.

از طرف دیگر سیاستگذار پولی با در نظر گرفتن هدف ثابت قیمت به عنوان هدف اولیه، در تلاش است تا در فرآیند اتخاذ سیاست بهینه از طریق هدف‌گذاری تورم، نرخ بهره سیاستی کوتاه‌مدت را تعیین کند. همچنین فرض می‌شود که بانک مرکزی با تغییر در نرخ بهره با هزینه‌هایی مواجه می‌شود و با این فرض سازگار است که بانک مرکزی نرخ بهره را هموار می‌سازد (بوتی و همکاران، ۲۰۰۱). تابع زیان درجه دوم بانک مرکزی به صورت معادله (۳) نشان داده می‌شود به طوری که هدف بانک مرکزی این است تا انحراف تورم از سطح هدف و نرخ بهره از سطح بهینه را حداقل نماید:

$$L_i = (\pi - \bar{\pi})^2 + \varepsilon(i - \bar{i})^2 \quad (3)$$

در رابطه بالا، L_i نشان‌دهنده تابع زیان بانک مرکزی، $\bar{\pi}$ نرخ تورم هدف، \bar{i} و \bar{e} به ترتیب نشان‌دهنده نرخ بهره سیاستی و نرخ بهره هدف و ε نیز وزن نسبت داده شده به هدف سیاستی ثابت نرخ بهره از نگاه بانک مرکزی است. همچنین تابع قید بانک مرکزی به صورت معادله (۴) نشان داده می‌شود:

$$\pi = h_2(y, i, f, e) = \pi_0 + \delta_1y + \delta_2i + \delta_3f + \delta_4e \quad (4)$$

در این معادله π_0 نشان‌دهنده نرخ تورم در ابتدای دوره است. همچنین δ_1 ، δ_2 ، δ_3 و δ_4 نشان‌دهنده وزن‌های مربوط به سطح محصول، نرخ بهره، کسری بودجه و نرخ ارز در تابع قید بانک مرکزی است. تابع قید نشان‌دهنده اهمیت کسری بودجه، محصول و نرخ ارز توسط بانک مرکزی در اهداف خود است.

از طرف دیگر سفته‌بازان بازار ارز نیز با یک تابع هدف و یک محدودیت سروکار دارند. با این حال تابع هدف این بازیگر یک تابع هدف حداکثرساز است به طوری که در این تابع سفته‌بازان به دنبال دستیابی به افزایش شکاف سود از نرخ هدف و همچنین افزایش شکاف نرخ ارز بازاری از نرخ ارز رسمی هستند و از این رو تابع هدف سفته‌بازان به صورت معادله (۵) نشان داده می‌شود:

$$L_e = (b - \bar{b})^2 + \alpha(e - \bar{e})^2 \quad (5)$$

¹ Buti et al.

بر اساس این معادله b نشان‌دهنده سود قابل دستیابی توسط مردم، \bar{b} سود انتظاری و e نرخ ارز بازاری و \bar{e} نرخ ارز رسمی اعلام شده توسط دولت است. همچنین α اهمیت شکاف نرخ ارز توسط دلالتان اقتصادی را نشان می‌دهد. از طرف دیگر تابع قید نیز به صورت زیر است:

$$b = h_3(\pi, y, i, f, e) = b_0 + \mu_1\pi + \mu_2i + \mu_3e + \mu_4f + \mu_5y \quad (6)$$

در این معادله b_0 نشان‌دهنده سود سفته‌باز در ابتدای دوره است. همچنین $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ و μ_5 نشان‌دهنده وزن‌های مربوط به سطح تورم، نرخ بهره، نرخ ارز و کسری بودجه و سطح محصول در تابع قید فعالان بازار ارز است.

۱-۳. تابع بهترین واکنش بین سه بازیکن

در این بخش به دنبال یافتن تابع بهترین واکنش هر بازیکن زمانی که هر بازیکن به‌طور غیرهمکارانه و مستقل از یکدیگر رفتار می‌کنند خواهیم پرداخت. برای استخراج توابع بهینه در ابتدا مسئله وابستگی درونی بین سه قید بودجه یعنی معادلات (۲)، (۴) و (۶) بررسی قرار می‌کنیم. در ابتدا قید بودجه مالی را به صورت معادله (۷) استخراج می‌شود:

$$y = \Lambda_1 y_0 + \Lambda_2 \pi_0 + \Lambda_3 i + \Lambda_4 f + \Lambda_5 e \quad (7)$$

بر اساس این معادله قید محصول مقام مالی با وزن‌های متفاوت تابعی از نرخ سطح محصول اولیه، نرخ تورم اولیه، نرخ بهره، کسری بودجه و نرخ ارز بازاری است. همچنین در این معادله پارامترها وزن Λ_1 تا Λ_5 به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\Lambda_1 = \frac{1}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (8)$$

$$\Lambda_2 = \frac{\varphi_1}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (9)$$

$$\Lambda_3 = \frac{\varphi_1 \delta_2 + \varphi_2}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (10)$$

$$\Lambda_4 = \frac{\varphi_1 \delta_3 + \varphi_3}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (11)$$

$$\Lambda_5 = \frac{\varphi_1 \delta_4 + \varphi_4}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (12)$$

همچنین در ادامه به بررسی قید تورم خواهیم پرداخت. با درونیابی سه قید معادله محدودیت تورم بر اساس معادله (۱۳) نشان داده می‌شود:

$$\pi = \Psi_1 \pi_0 + \Psi_2 y_0 + \Psi_3 i + \Psi_4 f + \Psi_5 e \quad (13)$$

در این معادله که قید تورم مقام پولی وابسته به نرخ تورم اولیه، نرخ سطح محصول اولیه، نرخ بهره، کسری بودجه و نرخ ارز بازاری وابسته است. همچنین در این معادله پارامترهای Ψ_1 تا Ψ_5 به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\Psi_1 = \frac{1}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (14)$$

$$\Psi_2 = \frac{\delta_1}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (15)$$

$$\Psi_3 = \frac{\delta_1 \varphi_2 + \delta_2}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (16)$$

$$\Psi_4 = \frac{\delta_1 \varphi_3 + \delta_3}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (17)$$

$$\Psi_5 = \frac{\delta_1 \varphi_4 + \delta_4}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (18)$$

همچنین قید تابع سود سفته بازان بازار ارز نیز به صورت معادله (۱۹) استخراج می‌شود:

$$b = b_0 + \phi_1 \pi_0 + \phi_2 y_0 + \phi_3 i + \phi_4 f + \phi_5 e \quad (19)$$

در این معادله مشخص است که قید سفته‌بازان ارزی تابعی از وزن‌های نرخ تورم اولیه، نرخ سطح محصول اولیه، نرخ بهره، کسری بودجه و نرخ ارز بازاری است. همچنین در این معادله پارامترهای وزن ϕ_1 تا ϕ_5 به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\phi_1 = \frac{\mu_1(1 - \varphi_1 \delta_1) + \mu_1 \varphi_1 \delta_1 + \mu_5 \varphi_1}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (20)$$

$$\phi_2 = \frac{\mu_5(1 - \varphi_1 \delta_1) + \mu_1 \delta_1 + \mu_5 \varphi_1 \delta_1}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (21)$$

$$\phi_3 = \frac{(\mu_1 \delta_2 + \mu_2 + \mu_5 \varphi_2)(1 - \varphi_1 \delta_1) + \mu_1 \delta_1 (\varphi_1 \delta_2 + \varphi_2) + \mu_5 \varphi_1 (\delta_1 \varphi_2 + \delta_2)}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (22)$$

$$\phi_4 = \frac{(\mu_1 \delta_3 + \mu_4 + \mu_5 \varphi_3)(1 - \varphi_1 \delta_1) + \mu_1 \delta_1 (\varphi_1 \delta_3 + \varphi_3) + \mu_5 \varphi_1 (\delta_1 \varphi_3 + \delta_3)}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (23)$$

$$\phi_5 = \frac{(\mu_1 \delta_4 + \mu_3 + \mu_5 \varphi_4)(1 - \varphi_1 \delta_1) + \mu_1 \delta_1 (\varphi_1 \delta_4 + \varphi_4) + \mu_5 \varphi_1 (\delta_1 \varphi_4 + \delta_4)}{1 - \varphi_1 \delta_1} \quad (24)$$

در ادامه به استخراج تابع بهترین پاسخ برای هر بازیکن به طور مستقل از یکدیگر خواهیم پرداخت. دولت در تلاش است تا با توجه به قیود بودجه تحت بررسی، تابع زیان خود یعنی معادله (۱) را نسبت به قید بودجه (۷) براساس حداقل کردن ابزار سیاستی کسری بودجه به حداقل برساند. از این مسئله تابع بهترین پاسخ مقام مالی به صورت معادله (۲۶) نشان داده می‌شود:

$$\frac{dL_F}{df} = 0 \quad (25)$$

$$f^{BR} = \aleph_1(i, e) = \omega_1 y_0 + \omega_2 \pi_0 + \omega_3 i + \omega_4 e + \omega_5 \bar{y} + \omega_6 \bar{f} \quad (26)$$

که در این معادله f^{BR} نشان‌دهنده بهترین پاسخ مقام مالی است. این معادله نشان می‌دهد که بودجه دولت به تغییرات نرخ ارز و نرخ بهره براساس وزن مشخصی واکنش نشان می‌دهد که در این تابع بهترین پاسخ مقام مالی، پارامترهای ω_1 تا ω_6 به صورت زیر استخراج می‌شوند:

$$\omega_1 = -\frac{\Lambda_4 \Lambda_1}{\Lambda_4^2 + \gamma} \quad (27)$$

$$\omega_2 = -\frac{\Lambda_4 \Lambda_2}{\Lambda_4^2 + \gamma} \quad (28)$$

$$\omega_3 = -\frac{\Lambda_4 \Lambda_3}{\Lambda_4^2 + \gamma} \quad (29)$$

$$\omega_4 = -\frac{\Lambda_4 \Lambda_5}{\Lambda_4^2 + \gamma} \quad (30)$$

$$\omega_5 = \frac{\Lambda_4}{\Lambda_4^2 + \gamma} \quad (31)$$

$$\omega_6 = \frac{\gamma}{\Lambda_4^2 + \gamma} \quad (32)$$

از طرف دیگر بانک مرکزی نیز در تلاش است تا با توجه به محدودیت تورم تحت بررسی، تابع زیان خود یعنی معادله (۳) را نسبت به محدودت (۱۳) براساس حداقل کردن ابزار سیاستی نرخ بهره به حداقل برساند. از این مسئله تابع بهترین پاسخ مقام پولی به صورت معادله (۳۴) ارائه می‌شود:

$$\frac{dL_i}{di} = 0 \quad (33)$$

$$i^{BR} = \aleph_2(f, e) = \Gamma_1 \pi_0 + \Gamma_2 \gamma_0 + \Gamma_3 f + \Gamma_4 e + \Gamma_5 \bar{\pi} + \Gamma_6 \bar{i} \quad (34)$$

همچنین در این معادله i^{BR} نشان‌دهنده بهترین پاسخ مقام پولی به تغییرات سایر متغیرهای کنترلی است. این معادله نشان می‌دهد که نرخ بهره سیاستی به تغییرات نرخ ارز و سطح محصول براساس وزن مشخصی واکنش نشان می‌دهد که در این تابع پارامترهای Γ_1 تا Γ_6 به صورت معادلات زیر نشان داده می‌شود:

$$\Gamma_1 = -\frac{\psi_3 \psi_1}{\psi_3^2 + \varepsilon} \quad (35)$$

$$\Gamma_2 = -\frac{\psi_3 \psi_2}{\psi_3^2 + \varepsilon} \quad (36)$$

$$\Gamma_3 = -\frac{\psi_3 \psi_4}{\psi_3^2 + \varepsilon} \quad (37)$$

$$\Gamma_4 = -\frac{\psi_3 \psi_5}{\psi_3^2 + \varepsilon} \quad (38)$$

$$\Gamma_5 = +\frac{\psi_3}{\psi_3^2 + \varepsilon} \quad (39)$$

$$\Gamma_6 = +\frac{\varepsilon}{\psi_3^2 + \varepsilon} \quad (40)$$

در نهایت به استخراج تابع بهترین پاسخ سفته‌بازان در بازار ارز خواهیم پرداخت و این بازیگر در تلاش است تا تابع سود خود یعنی معادله (۵) را نسبت به محدودیت (۱۹) براساس حداکثرسازی ابزار سیاستی قیمت ارز بهینه کند. از این مسئله تابع بهترین پاسخ سفته‌بازان به صورت معادله (۴۲) نشان داده می‌شود:

$$\frac{dL_e}{de} = 0 \quad (41)$$

$$e^{BR} = \aleph_3(f, i) = \chi_1 b_0 + \chi_2 \pi_0 + \chi_3 \gamma_0 + \chi_4 i + \chi_5 f + \chi_6 \bar{b} + \chi_7 \bar{e} \quad (42)$$

در این رابطه معادله وزن‌های χ_1 تا χ_7 براساس معادلات (۴۳) تا (۴۹) استخراج می‌شود:

$$\chi_1 = -\frac{\phi_5}{\phi_5^2 + \alpha} \quad (43)$$

$$\chi_2 = -\frac{\phi_5 \phi_1}{\phi_5^2 + \alpha} \quad (44)$$

$$\chi_3 = -\frac{\phi_5 \phi_2}{\phi_5^2 + \alpha} \quad (45)$$

$$\chi_4 = -\frac{\phi_5 \phi_3}{\phi_5^2 + \alpha} \quad (46)$$

$$\chi_5 = -\frac{\phi_5 \phi_4}{\phi_5^2 + \alpha} \quad (47)$$

$$\chi_6 = \frac{\phi_5}{\phi_5^2 + \alpha} \quad (48)$$

$$\chi_7 = \frac{\alpha}{\phi_5^2 + \alpha} \quad (49)$$

۴. روش حل در بازی

۴-۱. تعادل نش در بازی غیرهمکارانه

در تئوری بازی، تعادل نش که برگرفته از مطالعه ریاضیدان جان نش^۱ است یک مفهوم راه حل از یک بازی است که شامل دو یا چند بازیکن است که در آن فرض می‌شود هر بازیکن استراتژی‌های تعادل سایر بازیکنان را می‌داند و هیچ بازیکنی با تغییر یک‌طرفه استراتژی خود چیزی برای به دست آوردن ندارد (محمودی‌نیا، ۱۴۰۲؛ نش، ۱۹۵۱؛ سالوکوادزه و ژوکوسکی^۲، ۲۰۲۰). این مفهوم به عنوان یک مفهوم راه‌حلی در یک بازی غیرهمکارانه برای تجزیه و تحلیل نتیجه تعامل استراتژیک چندین تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود. در این مفهوم هر بازیکن استراتژی‌های تعادل سایر بازیکنان را می‌داند و از این رو در این تعادل فرض می‌شود بازیکنان خودخواه^۳ و دنبال منافع شخصی خود هستند (کورلی^۴، ۲۰۱۷) و در این تعادل فرض بر این است که بازیکنان تنها به مطلوبیت خود نسبت به دیگران اهمیت می‌دهند (زاپاتا و همکاران^۵، ۲۰۲۴).

تعریف ۱. یک بازی $G = [N, S_i, u_i]$ را در نظر بگیرید که در آن $N = \{1, \dots, n\}$ مجموعه‌ای از بازیکنان، S_i مجموعه استراتژی‌های خالص بازیکن i و $u_i: \prod_{i \in N} S_i \rightarrow \mathbb{R}$ تابع پیامد بازیکن i ام را نشان می‌دهد. اگر هر S_i یک مجموعه متناهی باشد، G نیز یک بازی متناهی است. همچنین فرض کنید S_{-i} بردار $(n-1)$ بعدی باشد به طوری که $S_{-i} = (S_1, \dots, S_{i-1}, S_{i+1}, \dots, S_n)$ است. همچنین S_{-i} مجموعه‌ای از نمایه‌های استراتژی برای بازیکنان غیر از i را نشان می‌دهد به طوری که $S_{-i} = \prod_{j \in N} S_j$ و از این رو $S = S_i \times S_{-i}$ مجموعه‌ای از تمام نمایه‌های استراتژی می‌باشد وقتی می‌خواهیم بازیکن i را از رقیب خود متمایز سازیم.

¹ John Nash

² Salukvadze & Zhukovskiy

³ Selfish

⁴ Corley

⁵ Zapata et al

تعریف ۲. با توجه به تعاریف ۱، نمایه استراتژی $s^* = (s_1^*, \dots, s_n^*)$ یک تعادل نش از G است اگر و فقط اگر، برای همه بازیکنان $i \in N$ و همه $s_i \in S_i$

$$u_i(s^*) \geq u_i(s_i, s_{-i}^*)$$

براساس این معادله بازیکن i هیچ انگیزه‌ای برای انحراف از استراتژی نش خود ندارد، زیرا سایر بازیکنان نیز منحرف نمی‌شوند و بر اساس در یک تعادل نش، اگر بازیکن i از استراتژی خود منحرف شود، سود خود را بهبود نمی‌بخشد (زاپاتا و همکاران^۱، ۲۰۲۴).

۲-۴. تعادل در بازی‌های شبه‌همکارانه ائتلافی

۱-۲-۴. مفاهیم اولیه بازی‌های شبه‌همکارانه ائتلافی

در بخش قبلی تفاوت اساسی بین تئوری بازی‌های غیرهمکاری و همکارانه بررسی شد به طوری که بازی‌های غیرهمکاری بر آنچه افراد می‌توانند به تنهایی انجام دهند تمرکز می‌کنند، درحالی که بازی‌های همکارانه بر آنچه گروه‌ها در صورت همکاری با یکدیگر می‌توانند انجام دهند متمرکز است. در بازی‌های غیرهمکاری، قراردادها باید خوداجرای^۲ باشند، در حالی که بازیکنان می‌توانند در بازی‌های همکارانه قراردادهای قابل اجرا^۳ ببندند (کورلی، ۲۰۱۷). از طرف دیگر جنبه غیرهمکاری این است که هر بازیکن برای رسیدن به هدف شخصی خود تلاش می‌کند. روش همکاری این است که بازیکنان (یا ۱) بر روی یک تابع مطلوبیت مناسب T برای ارزیابی هر استراتژی خالص مشترک احتمالی یک بازی به توافق برسند (یا ۲) اجازه دهند داور (یا یک بازیکن خارجی) آن را انتخاب کند (کورلی، ۲۰۲۳؛ دوبنگ و کورلی^۴، ۲۰۲۲).

با این حال دسته‌ای از بازی‌های ترکیبی به شکل استراتژیک وجود دارد که هم شامل بازی‌های غیرهمکاری و هم شامل بازی‌های همکارانه هستند که به بازی‌های شبه‌همکارانه^۵ معروفند. این بازی‌ها ممکن است شامل مذاکره با بازیکنان یا داوری خارجی باشند. اولین مورد از چنین بازی توسط نش (۱۹۵۱) بررسی شد که راه‌حل منحصر به فردی را برای یک مسئله چانه‌زنی دو نفره به شکل استراتژیک با اطلاعات کامل ارائه داد. از این رو در یک بازی شبه‌همکارانه هم جنبه رقابتی و هم جنبه همکاری در نظر گرفته می‌شود. رقابتی بودن در این بازی به این معنا است که هر بازیکن یک بازده و پیامد خوب و بالا می‌خواهد که به آن سود منصفانه یا بزرگ اطلاق می‌شود و جنبه همکاری به این مفهوم است که در وضعیت مطلوب و ایدئال برای انتخاب تابع مطلوبیت T ، توافقی بین بازیکنان شکل می‌گیرد. از طرف دیگر در بازی‌های شبه‌همکارانه ما با مفهوم تعادلی شبه‌همکارانه حریصانه^۶ معرفی شده توسط کورلی (۲۰۱۷)؛ (۲۰۲۲) نیز مواجه هستیم که در حالت کلی در یک تعادل برداری حریصانه فرض بر این است که بازیکن حریص است و خواهان بالاترین بازدهی مشترک است. که به صورت زیر تعریف می‌شود:

¹ Zapata et al

² Self-enforcing

³ Enforceable contracts

⁴ Dwobeng & Corley

⁵ Semi-cooperative

⁶ Greedy semi-cooperative equilibrium

تعریف ۳. فرض کنیم که $G = \langle I, (S_i)_{i \in I}, (u_i)_{i \in I} \rangle$ یک بازی با n بازیکن باشد که در آن مجموعه بازیکن به صورت رابطه $I = \{1, \dots, n\}$ نشان داده می‌شود، و همچنین $S_i = \{s_i^1, \dots, s_i^{m_i}\}$ مجموعه محدود از استراتژی‌های خالص برای بازیکن i ام باشد به طوری که $m_i > 2$ و از طرف دیگر $u_i(s)$ نیز نشان‌دهنده مطلوبیت قابل انتقال^۱ برای بازیکن i ام در بردار استراتژی $S = (s_1, \dots, s_n)$ را نشان دهد. همچنین $m_1 \times \dots \times m_n$ ماتریس از n تایی $(u_1(s), \dots, u_n(s))$ برای تمامی $s \in S$ یک ماتریس پیامد^۲ برای G نامیده می‌شود و یک بازی مشخص بر حسب ماتریس پیامد، به طور معمول به عنوان بازی در فرم نرمال^۳ نامگذاری می‌شود. برای بازی G ، فرض کنید که هر بازیکن حریص است و می‌خواهد تا جایی که ممکن است بازدهی بالایی داشته باشد. تابع مطلوبیت برداری $T_G: u(S) \rightarrow \mathbb{R}$ که توسط کورلی (۲۰۱۷) تعریف شده است را به صورت زیر در نظر بگیرید:

$$T_G(u(s)) = \prod_{i \in I} \frac{1}{M_i - u_i(s) + 1}, s \in S \quad (50)$$

که در این معادله $M_i = \max_{s \in S} u_i(s)$ می‌باشد. یک بردار استراتژی s^* یک تعادل برداری حریصانه برای G نامیده می‌شود اگر و فقط اگر s^* تابع $T_G(u(s))$ بر روی S را حداکثر نماید.

با این حال در این بازی‌های شبه همکارانه فرض می‌شود که تمام پیامدهای بازی در واحدهای یکسانی از مطلوبیت‌های قابل انتقال اندازه‌گیری می‌شوند به طوری که امکان پرداخت یک طرفه بین بازیکنان وجود دارد. همچنین در این بازی‌ها هدف تمامی بازیکنان یکسان و آن هم دستیابی به بالاترین پیامد فردی به طور مشترک است. از این رو برای دستیابی به این پیامد، ممکن است بازیکنان ائتلافی‌هایی را بین خودشان تشکیل دهند و از این رو برای هر مجموعه‌ای از ائتلاف‌ها، یک بازی شبه همکارانه ائتلافی G به عنوان بازی تعریف می‌شود که در آن ائتلاف‌ها به عنوان بازیکنان این بازی جدید در نظر گرفته می‌شوند و هر ائتلافی می‌خواهد مجموع بازده بازیکنان خود را در بین استراتژی‌های خالص ممکن به حداکثر برساند و بازیگران درون هر ائتلاف ممکن است با هم همکاری و پرداخت‌هایی را بین هم داشته باشند.

۴-۲-۲. تعادل حریصانه در بازی شبه همکارانه ائتلافی

فرض نمایید $G = \langle I, (S_i)_{i \in I}, (u_i)_{i \in I} \rangle$ یک بازی در فرم نرمال باشد. هر زیرمجموعه غیرخالی از مجموعه بازیکنان I ، یک ائتلاف از G نامیده می‌شود که در آن بازیکنان با یکدیگر همکاری می‌کنند.

تعریف ۴. فرض کنید m عددی صحیح مثبتی باشد که $m \leq n$. خانواده $C = \{C_1, \dots, C_m\}$ از ائتلاف‌های G یک مجموعه کامل از ائتلاف‌های G نامیده می‌شود اگر $\bigcup_{i=1}^m C_i = I$ و برای هر $i, j \in I$ که $i \neq j$ داشته باشیم $C_i \cap C_j = \emptyset$. این بدان معناست که C یک افراز از I بوده که از m تشکیل شده است که متقابلاً منحصر به فرد و مجموعه‌ای جامع از I است.

¹ Transferable utility
² Payoff matrix
³ Normal-form Game

فرض کنید $C = \{C_1, \dots, C_m\}$ مجموعه‌ای کامل از ائتلاف‌های G باشد. بازی شبه همکارانه ائتلافی G نظیر C را با $\Gamma_{C_1 \dots C_m}$ نشان می‌دهیم که دارای m بازیکن به نام بازیکنان ائتلافی است. برای هر استراتژی $s \in S$ ، نماد $s^k = (s_j)_{j \in C_k}$ نشان‌دهنده استراتژی متناظر بازیکن ائتلافی C_k و نماد $u^k(s)$ نشان‌دهنده تابع بازده برای بازیکن ائتلافی C_k می‌باشد.

در این بخش بازی‌های شبه همکارانه ائتلافی برای سه بازیکن خاص دولت، بانک مرکزی و سفته‌بازان را با استفاده از تکنیک مجموع و تفاضل بازده بازیکنان برای هر ائتلاف C تعریف می‌کنیم.

فرض کنید $I = \{1, 2, 3\}$ مجموعه این بازیکنان و $G = \langle I, (S_i)_{i \in I}, (u_i)_{i \in I} \rangle$ بازی بین این بازیکنان باشد. بازی‌های شبه همکارانه ائتلافی ممکن برای این سه بازیکن $\Gamma_{\{1,2\},\{3\}}$ ، $\Gamma_{\{1,3\},\{2\}}$ ، $\Gamma_{\{1,2,3\}}$ و $\Gamma_{\{1\},\{2\},\{3\}}$ است. در بازی ائتلافی $\Gamma_{\{1,2\},\{3\}}$ بازیکنان ۱ و ۲ با هم ائتلاف داشته و همکاری می‌کنند، ولی بازیکن ۳ به‌طور جداگانه اقدام می‌نماید. بازی ائتلافی $\Gamma_{\{1,3\},\{2\}}$ نشان‌دهنده این است که بازیکنان ۱ و ۳ ائتلاف داشته و بازیکن ۲ به‌طور جداگانه اقدام می‌نماید. $\Gamma_{\{1\},\{2,3\}}$ نیز به ما می‌گوید که بازیکنان ۲ و ۳ ائتلاف داشته ولی بازیکن به‌طور جداگانه اقدام می‌نماید. در بازی $\Gamma_{\{1,2,3\}}$ هر سه بازیکن با هم ائتلاف داشته و درون ائتلاف با هم همکاری می‌کند. در بازی $\Gamma_{\{1\},\{2\},\{3\}}$ هیچ کدام از بازیکنان با هم ائتلاف نداشته و هر کدام به‌طور جداگانه اقدام می‌نمایند. توجه شود که ائتلاف $\{1, 2, 3\}$ ائتلاف کلی نامیده می‌شود و مجموعه‌های $\{1\}$ ، $\{2\}$ ، $\{3\}$ ، نشان‌دهنده مجموعه کامل ائتلاف‌های تک عضوی است. همچنین ملاحظه شود که در بازی‌های شبه همکارانه ائتلافی، درحالی که بین ائتلاف‌های C رقابت وجود دارد، بازیگران درون هر ائتلاف با هم همکاری می‌کنند.

فرض کند $\Gamma_{C_1 \dots C_m}$ بازی شبه همکارانه ائتلافی G نظیر مجموعه‌ای کامل $C = \{C_1, \dots, C_m\}$ از ائتلاف‌های G باشد. برای هر استراتژی $s \in S$ ، نماد $s^k = (s_j)_{j \in C_k}$ نشان‌دهنده استراتژی متناظر بازیکن ائتلافی C_k است تابع بازده برای بازی ائتلافی $\Gamma_{C_1 \dots C_m}$ را با نماد $u_{C_1 \dots C_m}$ نشان می‌دهیم.

برای هر نمایه استراتژی $s \in S$ ، در بازی ائتلافی $\Gamma_{\{1,2\},\{3\}}$ هنگامی که دولت و بانک مرکزی با هم ائتلاف داشته و سفته‌باز جداگانه رفتار می‌کند تابع بازده را به‌صورت زیر تعریف می‌کنیم:

$$u_{\{1,2\},\{3\}}(s) = \left(\frac{u_1(s) + u_2(s)}{2}, \frac{u_1(s) + u_2(s)}{2}, u_3(s) \right), \quad (51)$$

برای حالتی که دولت و سفته‌بازان با هم ائتلاف کنند در بازی ائتلافی $\Gamma_{\{1,3\},\{2\}}$ تابع بازده را به‌صورت زیر

$$u_{\{1,3\},\{2\}}(s) = \begin{cases} (u_1(s) - u_3(s), u_2(s), 0), & u_1(s) \geq u_3(s) \\ (0, u_2(s), u_3(s) - u_1(s)), & u_1(s) < u_3(s) \end{cases} \quad (52)$$

تعریف می‌کنیم. در بازی $\Gamma_{\{1\},\{2,3\}}$ هنگامی که بانک مرکزی و سفته‌بازان با هم ائتلاف کنند تابع بازده به‌صورت زیر است:

$$u_{\{1\},\{2,3\}}(s) = \begin{cases} (u_1(s), u_2(s) - u_3(s), 0), & u_2(s) \geq u_3(s) \\ (u_1(s), 0, u_3(s) - u_2(s)), & u_2(s) < u_3(s) \end{cases} \quad (53)$$

در صورتی که هر سه بازیکن دولت، بانک مرکزی و سفته‌بازان در بازی $\Gamma_{\{1,2,3\}}$ با هم ائتلاف کنند تابع بازده به شکل زیر است.

$$u_{\{1,2,3\}}(s) = \begin{cases} (u_1(s) - u_3(s)/2, u_2(s) - u_3(s)/2, 0), & u_1(s) \geq u_3(s)/2, u_2(s) \geq u_3(s)/2 \\ (u_1(s) + u_2(s) - u_3(s), 0, 0), u_1(s) + u_2(s) \geq u_3(s), & u_1(s) \geq u_3(s)/2, u_2(s) < u_3(s)/2 \\ (0, u_1(s) + u_2(s) - u_3(s), 0), u_1(s) + u_2(s) \geq u_3(s), & u_1(s) < u_3(s)/2, u_2(s) \geq u_3(s)/2 \\ (0, 0, u_3(s) - u_1(s) - u_2(s)), & u_1(s) + u_2(s) < u_3(s). \end{cases} \quad (54)$$

در ادامه برای بازی‌های ائتلافی تعادل‌های پرتو را به دست آوریم برای این منظور مفهوم پرتو را برای یک بازی یادآوری می‌کنیم.

تعریف ۵. اجازه دهید $s', s'' \in S$ دو استراتژی باشند. گوئیم $u(s'')$ بر $u(s')$ مسلط است و آن را با $u(s') \leq u(s'')$ نشان می‌دهیم اگر و فقط اگر برای هر $i \in I$ داشته باشیم $u_i(s') \leq u_i(s'')$ و برای حداقل $j \in I$ داشته باشیم $u_j(s') < u_j(s'')$. یک نمایه استراتژی $s^* \in S$ تعادل پارتو (PE) یا تعادل کارآمد پارتو از G است اگر $s \in S$ وجود نداشته باشد به طوری که $u(s^*) \leq u(s)$. در ادامه برای بدست آوردن تعادل‌های پرتو از تعادل‌های حریصانه استفاده می‌کنیم. برای هر بازی ائتلافی Γ ، فرض کنید که هر بازیکن ائتلافی حریص است و می‌خواهد تا جایی که ممکن است بازدهی بالایی داشته باشد. تابع مطلوبیت اسکالر $T_\Gamma: u(S) \rightarrow \mathbb{R}$ را به صورت زیر در تعریف می‌کنیم:

$$T_\Gamma(u(s)) = \frac{1}{(u_1(s) - m_1 + 1)(u_2(s) - m_2 + 1)(M_3 - u_3(s) + 1)}, \quad (55)$$

که در آن $m_1 = \min_{s \in S} u_1(s)$ و $m_2 = \min_{s \in S} u_2(s)$ و $M_3 = \max_{s \in S} u_3(s)$. یک بردار استراتژی s^* یک تعادل اسکالر حریصانه برای Γ نامیده می‌شود اگر و فقط اگر s^* تابع $T_\Gamma(u(s))$ بر روی S را حداکثر نماید. رابطه (۵۵) به ما می‌گوید یک تعادل اسکالر حریصانه s^* این ویژگی را داشته که هر $u(s^*)$ تا حد امکان به M_i متناظر، نزدیک است. اکنون به وسیله مفهوم تعادل اسکالر حریصانه الگوریتمی را ارائه می‌دهیم که به ما کمک می‌کند تا بهترین ائتلاف بهینه از بازیکنان را مشخص کنیم:

الگوریتم ۱:

- **مرحله ۱.** برای یک مجموعه کامل C از ائتلاف‌های G که هنوز شمارش نشده است، بازی‌های شبه همکارانه ائتلافی مربوطه و بازده آن را محاسبه کنید
- **مرحله ۲.** مقادیر تعادل اسکالر حریصانه را برای بازی‌های شبه همکارانه ائتلافی در مرحله ۱ محاسبه کنید
- **مرحله ۳.** مراحل ۱ و ۲ را برای هر یک از بازی‌های شبه همکارانه ائتلافی باقی مانده از G تکرار کنید. اگر هیچ کدام باقی نمانده، به مرحله ۴ بروید.
- **مرحله ۴.** یک مجموعه کامل C از ائتلاف‌ها را که دارای بزرگ‌ترین مقدار تعادل اسکالر حریصانه است را به عنوان مجموعه بهینه ائتلاف‌ها انتخاب کنید.

۵. نتایج تجربی

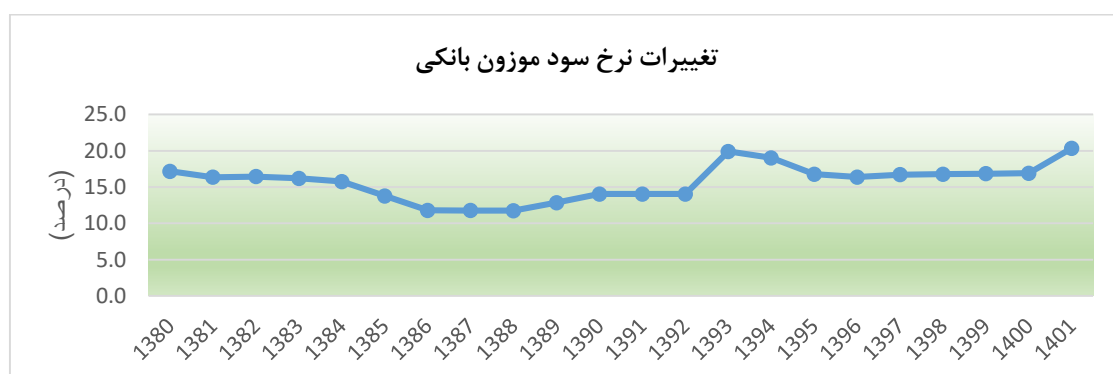
۵-۱. تحلیل وضعیت متغیرها در اقتصاد ایران

در این بخش با توجه به ابزارهای سیاستی سه بازیکن دولت، بانک مرکزی و سفته‌باز به تحلیل وضعیت متغیرهای ابزاری این سه بازیگر خواهیم پرداخت. نمودار (۱) به بررسی تغییرات کسری بودجه در اقتصاد ایران در طی دو دهه اخیر می‌پردازد. در این نمودار مشاهده می‌شود در طی سال‌های اخیر اقتصاد ایران در بسیار از سال‌های با کسری بودجه و رشد فزاینده آن مواجه بوده است به طوری که دولت در تلاش است تا با دنبال کردن یک سیاست مالی انبساطی در بازی ترکیبی سیاستی بین بانک مرکزی و سفته‌باز مشارکت نماید. آمارها نشان‌دهنده آن است که در دهه ۱۳۸۰ میانگین رشد کسری بودجه در اقتصاد ایران برابر ۳۲ درصد و این آمار برای دهه ۱۳۹۰ حدود ۲۷ درصد است. همچنین رشد کسری بودجه عملیاتی در سال ۱۳۸۹ برابر ۱۱۷ درصد و برای سال ۱۴۰۰ برابر ۷۸ درصد است.



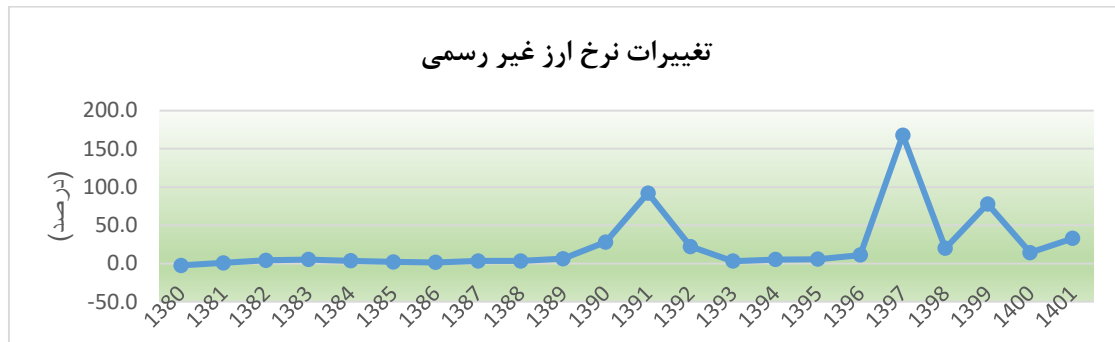
نمودار ۱. تغییرات کسری بودجه

از طرف دیگر ما در این بخش از نرخ سود موزون بانکی که میانگین وزنی از نرخ سود بخش بازرگانی و خدمات، کشاورزی، صنعت و معدن، ساختمان و صادرات است به‌عنوان پروکسی برای ابزار سیاستی بانک مرکزی استفاده خواهیم کرد. براساس این نمودار (۲) نشان‌دهنده تغییرات این نرخ در طی سال‌های اخیر است به طوری که بانک مرکزی در طی دهه ۱۳۸۰ بیشتر با کاهش نرخ سود به دنبال اعمال یک سیاست پولی انبساطی و در اوایل دهه ۱۳۹۰ با افزایش نرخ بهره به دنبال اعمال یک سیاست پولی انقباضی بوده است. همچنین از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ نرخ سود موزون بانکی از ۱۷ درصد به ۲۰ درصد افزایش یافت.



نمودار ۲. تغییرات نرخ بهره

نمودار (۳) نیز به بررسی تغییرات نرخ ارز غیر رسمی در اقتصاد ایران می‌پردازد که به‌عنوان ابزار سیاستی سفته‌بازان در اقتصاد معرفی می‌شود. روند این نمودار نیز نشان‌دهنده رشد سریع نرخ ارز در طی دهه‌های اخیر است به‌طوری که در دهه ۱۳۸۰ میانگین رشد نرخ ارز در بازار غیررسمی برابر ۵ درصد و میانگین این نرخ در دهه ۱۳۹۰ به بیش از ۴۱ درصد افزایش یافت. همچنین در سال ۱۳۹۷ ما شاهد افزایش بیش از ۱۶۰ درصدی در نرخ ارز غیررسمی هستیم. همچنین در بین سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ رشد نرخ ارز غیررسمی به ترتیب برابر ۱۴ و ۳۲ درصد گزارش می‌شود.



نمودار ۳. تغییرات نرخ ارز غیر رسمی

۲-۵. پارامترهای عددی در تشکیل ماتریس بازی

در ابتدا برای شبیه‌سازی و استخراج توابع بهترین پاسخ هر بازیکن و ترسیم ماتریس پیامد در فرم نرمال براساس توابع رفاه هر بازیکن، نیازمند دستیابی به پارامترهای مد نظر در جهت درک عددی معادلات خواهیم بود. از این‌رو با استخراج این پارامترها به بررسی تعادل‌ها در بازی‌های غیرهمکارانه و شبه همکارانه در چارچوب تشکیل ائتلاف‌های متفاوت خواهیم پرداخت. براساس جدول ۱ برخی از پارامترهای مورد بررسی در معادلات (۱) تا (۴۹) براساس شواهد اقتصاد ایران و برخی دیگر نیز در چارچوب معادلات اقتصادسنجی با روش حداقل مربعات معمولی و یا براساس مطالعات پیشین به‌دست آمده‌اند. آمار و اطلاعات اولیه براساس داده‌های چند دهه اخیر از سایت بانک مرکزی ایران و مرکز آمار ایران استخراج شده‌اند و سعی می‌شود تا داده‌های واقعی اقتصاد وارد مدل شوند و از این‌رو نتایج مدل تطبیق بیشتری با نتایج دنیای واقعی داشته باشد. مقادیر پارامترها و نحوه استخراج آن در جدول ۱ نشان داده می‌شود.

جدول ۱. مقادیر پارامترهای استفاده شده برای شبیه‌سازی معادلات تعادلی

پارامترها	تعاریف	مقادیر	منبع
γ	ضریب ثابت و وزن اهمیت کسری بودجه در تابع زیان دولت	۰/۰۵	محمودی‌نیا و فروتن‌نیا (۱۴۰۲)
ε	ضریب ثابت و وزن اهمیت نرخ بهره در تابع زیان بانک مرکزی	۰/۰۵	محمودی‌نیا و فروتن‌نیا (۱۴۰۲)
α	ضریب ثابت و وزن اهمیت نرخ ارز در تابع سود سفته‌باز	۰/۰۵	یافته‌های محققین
φ_1	وزن نسبت داده شده به تورم توسط مقام مالی در تابع قید	-۰/۰۸	یافته‌های محققین
φ_2	وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام مالی در تابع قید	-۱/۴۲	یافته‌های محققین
φ_3	وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام مالی در تابع قید	-۰/۴۹	یافته‌های محققین

پارامترها	تعاریف	مقادیر	منبع
φ_4	وزن نسبت داده شده به نرخ ارز توسط مقام مالی در تابع قید	۰/۵۱	یافته‌های محققین
δ_1	وزن نسبت داده شده به محصول توسط مقام پولی در تابع قید	-۰/۲۷	یافته‌های محققین
δ_2	وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط مقام پولی در تابع قید	-۰/۶۹	یافته‌های محققین
δ_3	وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط مقام پولی در تابع قید	-۰/۳۰	یافته‌های محققین
δ_4	وزن نسبت داده شده به نرخ ارز توسط مقام پولی در تابع قید	۰/۱۹	یافته‌های محققین
μ_1	وزن نسبت داده شده به تورم توسط سفته باز در تابع قید	۰/۰۴	یافته‌های محققین
μ_2	وزن نسبت داده شده به نرخ بهره توسط سفته باز در تابع قید	۰/۷۵	یافته‌های محققین
μ_3	وزن نسبت داده شده به نرخ ارز توسط سفته باز در تابع قید	-۰/۰۳	یافته‌های محققین
μ_4	وزن نسبت داده شده به کسری بودجه توسط سفته باز در تابع قید	-۰/۶۷	یافته‌های محققین
μ_5	وزن نسبت داده شده به محصول توسط سفته باز در تابع قید	۰/۱۳	یافته‌های محققین
γ_0	سطح اولیه تولید ناخالص داخلی در اقتصاد	۰/۰۱	شواهد اقتصاد ایران
π_0	سطح اولیه تورم در اقتصاد	۰/۱۰	شواهد اقتصاد ایران
b_0	سطح اولیه منفعت سفته بازان	۰/۰۱	شواهد اقتصاد ایران
\bar{r}	سطح هدف برای نرخ بهره	۰/۱۳	میانگین وزنی نرخ بهره اسمی در اقتصاد ایران
\bar{f}	سطح هدف برای کسری بودجه	۰/۰۲۵	میانگین وزنی سطح کسری بودجه به تولید در اقتصاد ایران
\bar{y}	سطح هدف برای تولید ناخالص داخلی	۰/۰۲۱	میانگین وزنی سطح محصول داخلی در اقتصاد ایران
$\bar{\pi}$	سطح هدف برای تورم	۰/۲۰	میانگین وزنی نرخ تورم در اقتصاد ایران
\bar{e}	سطح هدف نرخ ارز	۰/۱۸	میانگین وزنی سطح نرخ ارز رسمی در اقتصاد ایران
\bar{b}	سطح هدف سود آوری سفته بازان	۰/۰۲	میانگین وزنی سطح منفعت سفته بازان در اقتصاد ایران

منابع: یافته‌های محققین و مطالعات پیشین

۳-۵. نتایج و تحلیل بازی

در اینجا فرض می‌شود سه بازیکن بر اساس سطح اهداف تعیین شده در ابزارهای سیاستی، سه استراتژی را دنبال می‌کنند به طوری که استراتژی‌های دولت از طریق ابزار بودجه‌ای شامل استراتژی‌های G_1 ، G_2 و G_3 به ترتیب شامل استراتژی‌های سیاست مالی انقباضی، استراتژی میانه (تعدالی) و استراتژی سیاست مالی انبساطی است. از طرف دیگر بانک مرکزی نیز به استفاده از ابزار نرخ بهره به دنبال پیاده‌سازی سه استراتژی \bar{t}_1 ، \bar{t}_2 و \bar{t}_3 به ترتیب شامل استراتژی‌های سیاست پولی انقباضی، استراتژی میانه (تعدالی) و استراتژی سیاست پولی انبساطی می‌باشد. در نهایت سفته بازان نیز با خرید و فروش ارز در بازار به دنبال کسب منفعت از تفاوت قیمت بازاری و رسمی هستند و

از این رو این بازیکن نیز با سه استراتژی e_1 ، e_2 و e_3 مواجه است که به ترتیب نشان‌دهنده استراتژی‌های حداقل دخالت در بازار ارز جهت کاهش قیمت ارز، استراتژی میانه و استراتژی حداکثری دخالت در بازار ارز برای افزایش قیمت ارز است.

از این رو با توجه به استراتژی‌های بازیکنان، ماتریس پیامد براساس پارامترهای جدول ۱ و معادلات (۱) تا (۴۹) به صورت جدول ۲ نشان داده می‌شود. همچنین سلول‌های این ماتریس براساس توابع زیان و سود بازیکنان ارائه شده است. به طوری که در نهایت دولت و بانک مرکزی به دنبال حداقل کردن زیان و سفته‌باز به دنبال حداکثر کردن تابع سود است. از این رو اعداد داخل هر سلول به ترتیب از چپ به راست نشان‌دهنده مقادیر تابع زیان دولت، تابع زیان بانک مرکزی و تابع سود سفته باز است یعنی {پیامد سود سفته باز، پیامد زیان بانک مرکزی، پیامد زیان دولت} در ماتریس نوشته می‌شود. به عنوان مثال در سلول $\{G_1, I_1, e_1\}$ مقادیر (0/1506, 0/0041, 0/0107) نشان‌دهنده آن است که زیان دولت برابر 0/1506 و زیان بانک مرکزی برابر 0/0041 و سود سفته باز برابر 0/0107 است. پس از استخراج جدول ۲ در گام بعدی به دنبال یافتن تعادل نش در یک بازی غیرهمکارانه و تعادل شبه همکارانه ائتلافی براساس تابع اسکالر حریصانه خواهیم بود.

۵-۳-۱. استخراج تعادل نش در بازی سه بازیکن

در این بخش ما به دنبال یافتن تعادل نش در بازی بین سه بازیکن می‌باشیم. همان‌طور که بیان شد، تعادل نش یک مفهوم راه حلی در یک بازی غیرهمکارانه است و در تعامل استراتژیک چندین تصمیم‌گیرنده استفاده می‌شود و در این بازی هر بازیکن خودخواه و دنبال منافع شخصی خود هستند و از این رو هیچ همکاری و ائتلافی بین بازیکنان تشکیل نمی‌شود. از طرف دیگر برای بررسی تعادل نش از آنجایی که سه بازیکن در بازی وجود دارد که در آن دولت (بازیکن ۱) به دنبال حداقل کردن زیان و بانک مرکزی (بازیکن ۲) نیز به دنبال حداقل کردن زیان و سفته‌باز (بازیکن ۳) به دنبال حداکثر کردن سود خود است از این رو تعریف تعادل نش اشاره شد در بخش (۱-۲-۴) بر اساس استراتژی این سه بازیکن به صورت تعریف ۶ اصلاح می‌شود که در آن دو بازیکن به دنبال حداقل کردن تابع زیان و یک بازیکن به دنبال حداکثر کردن تابع سود خود است.

تعریف ۶. نمایه استراتژی $S^* = (s_1^*, s_2^*, s_3^*)$ یک تعادل نش از G است اگر و فقط اگر، برای همه بازیکنان و $i \in N$ و همه $s_i \in S_i$ روابط زیر صادق باشد:

$$u_1(S^*) = \min_{s_1 \in S_1} u_1(s_1, s_2^*, s_3^*)$$

$$u_2(S^*) = \min_{s_2 \in S_2} u_2(s_1^*, s_2, s_3^*)$$

$$u_3(S^*) = \max_{s_3 \in S_3} u_3(s_1^*, s_2^*, s_3)$$

سپس براساس این تعریف ما به دنبال یافتن تعادل نش غیرهمکارانه در بازی استراتژیک بین سه بازیکن براساس جدول ۲ هستیم. برای این منظور ما با خط کشیدن زیر پیامد تعادلی هر بازیکن نسبت به رقیب به دنبال دستیابی به تعادل نش هستیم و در سلولی که زیر تمامی سه پیامد خط کشیده شود، آن سلول نشان‌دهنده تعادل نش در بازی است. با بررسی این موضوع براساس جدول ۳، نتایج نشان می‌دهد تعادل نش این بازی جایی است که دولت

استراتژی G_1 و بانک مرکزی استراتژی I_1 و سفته‌باز نیز استراتژی e_1 را انتخاب می‌کند. یعنی زمانی که سه بازیکن به‌طور مستقل از هم رفتار می‌کنند، تعادل جایی است که دولت یک سیاست مالی انقباضی، بانک مرکزی نیز یک سیاست پولی انقباضی و فعالان بازار ارز نیز یک سیاست دخالت حداقلی در بازار ارز را انتخاب می‌کنند. در این وضعیت تابع زیان دولت برابر $0/1506$ ، تابع زیان بانک مرکزی برابر $0/0041$ و تابع سود فعالان بازار ارز برابر $0/0107$ می‌باشد.^۱ با این حال مقایسه این تعادل در بین سایر تعادل‌ها نشان می‌دهد که این تعادل بهترین پیامد از نظر هر بازیکن نمی‌تواند باشد به طوری که دولت، بانک مرکزی و سفته‌بازان می‌تواند به‌طور فردی با انتخاب یک استراتژی دیگر به پیامدهای مطلوب‌تری دست پیدا کنند. از این رو ما به دنبال تعادل ائتلافی در این بازی در بخش بعدی خواهیم پرداخت.

۵-۳-۲. استخراج تعادل ائتلافی شبه همکارانه در بازی سه بازیکن

در این بخش در چارچوب الگوی‌های معرفی شده در بخش (۲-۴) به دنبال یافتن تعادل در یک بازی ائتلافی شبه همکارانه بین سه بازیکن دولت، بانک مرکزی و سفته‌باز هستیم. برای این منظور ابتدا پنج حالت ائتلافی را بررسی می‌کنیم. حالت اول وضعیتی است که دولت و بانک مرکزی تشکیل ائتلاف دهند و سفته‌باز جداگانه رفتار می‌کند یعنی $\Gamma_{\{1,2\},\{3\}}$ ؛ حالت دوم زمانی است دولت و سفته‌بازان ائتلافی تشکیل می‌دهند و بانک مرکزی جداگانه رفتار می‌کند یعنی $\Gamma_{\{1,3\},\{2\}}$ ؛ وضعیت سوم زمانی است بانک مرکزی با سفته‌باز ائتلاف تشکیل می‌دهند و دولت جداگانه رفتار می‌کند یعنی $\Gamma_{\{2,3\},\{1\}}$ ؛ حالت چهارم زمانی است هر سه بازیکن با یکدیگر برای دستیابی به پیامدهای خود ائتلافی شکل می‌دهند یعنی $\Gamma_{\{1,2,3\}}$ و حالت پنجم زمانی است که بازیکنان ائتلافی با هم تشکیل نمی‌دهند و بازی به‌طور مستقل بین سه بازیکن شکل می‌گیرد یعنی $\Gamma_{\{1\},\{2\},\{3\}}$. از طرف دیگر براساس معادلات استخراج شده در بخش (۴-۲) پیامد در بازی‌های ائتلافی طوری طراحی شده است که سعی می‌شود که سود سفته‌باز به سمت صفر حرکت کند و از طرف دیگر زیان دولت و بانک مرکزی کاهش یابد. در این وضعیت تلاش می‌شود تا نقش سفته‌باز در اقتصاد کم‌رنگ شود تا تعادل پایدارتری در اقتصاد شکل گیرد. از این رو هدف اول در تحلیل ائتلاف از بین بردن سود سفته‌باز و کم کردن زیان دولت و بانک مرکزی در این چارچوب است.

ابتدا بر اساس معادلات (۵۱) تا (۵۴) ماتریس پیامد ائتلافی برای هر بازی را شکل می‌دهیم و سپس براساس معادله (۵۵) تعادل حریصانه در بازی ائتلافی را محاسبه و سپس به مقایسه براساس الگوریتم ۱، بزرگ‌ترین مقدار تعادل اسکالر حریصانه در هر ائتلاف را به عنوان مجموعه بهینه ائتلاف‌ها انتخاب می‌کنیم. نتایج حاصل از هر ائتلاف بر اساس دو ماتریس در جداول ۴ تا ۱۲ قابل مشاهده است. در تمامی این حالت‌ها، بزرگ‌ترین مقدار تعادل اسکالر حریصانه در هر ائتلاف جایی است که دولت استراتژی سیاست مالی انقباضی (G_1)، بانک مرکزی استراتژی سیاست پولی انبساطی (I_3) و سفته‌باز استراتژی فعال در بازار ارز (e_3) را انتخاب می‌کند به طوری که در $\Gamma_{\{1,2\},\{3\}}$ بیشترین مقدار

^۱ با این حال با توجه به اهمیت تحلیل حساسیت در این مطالعه، نتایج نشان می‌دهد که به‌عنوان نمونه با تغییر وزن اهمیت کسری بودجه در تابع زیان دولت به $0/07$ در این صورت زیان دولت $0/1446$ ، برای بانک مرکزی $0/0041$ و سود سفته‌باز برابر $0/008$ تغییر می‌یابد. همچنین با تغییر وزن اهمیت نرخ ارز در تابع سود سفته‌باز به $0/02$ در این وضعیت زیان دولت $0/1214$ ، برای بانک مرکزی $0/0041$ و سود سفته‌باز برابر $0/0103$ تغییر می‌یابد. همچنین با تغییر همزمان افزایش γ و α به $0/07$ و کاهش ϵ به $0/02$ در این وضعیت بازی فاقد تعادل نش است.

تعادلی اسکالر حریصانه در استراتژی‌های بیان شده سه بازیکن برابر $\Gamma_{\{1,3\},\{2\}}$ در برابر $\Gamma_{\{2,3\},\{1\}}$ برابر $\Gamma_{\{1,2,3\}}$ در برابر ۱ و در $\Gamma_{\{1\},\{2\},\{3\}}$ برابر $\Gamma_{\{1,2,3\}}$ است. همچنین در بین این ۵ ائتلاف تعادلی، بیشترین مقدار تعادل برداری حریصانه یعنی ۱ برای ائتلافی است که هر سه بازیکن با هم تشکیل ائتلاف دهند. اما بدترین وضعیت در بین این پنج ائتلاف زمانی است که هیچ هماهنگی و همکاری برای تشکیل ائتلاف بین بازیکنان ایجاد نشود. از طرف دیگر در ائتلاف بین سه بازیکن، پیامدهای ائتلافی در سلول نشان می‌دهد که در این وضعیت، سود سفته باز و زیان بانک مرکزی به صفر کاهش می‌یابد و از طرف دیگر زیان دولت هم نسبت به ماتریس (۳) یعنی زمانی که هیچ ائتلافی بین بازیکنان شکل نمی‌گیرد از $0/0539$ به $0/0439$ کاهش می‌یابد. از طرف دیگر با مقایسه پیامدهای تعادل نش و پیامد تعادل ائتلافی حریصانه برای سه بازیکن می‌توان بیان کرد که سود سفته باز از رقم $0/0107$ در تعادل نش به صفر در تعادل حریصانه کاهش می‌یابد و همچنین زیان بانک مرکزی نیز از رقم $0/0041$ به صفر کاهش می‌یابد و همچنین زیان اجتماعی دولت نیز از رقم $0/1506$ به زیان $0/0439$ کاهش می‌یابد و نشان دهنده برتری تعادل ائتلافی نسبت به تعادل غیرهمکارانه نش در این بازی است.

۶. جمع‌بندی

امروز تعامل و هماهنگی استراتژیک بین دو سیاستگذار پولی و مالی برای دستیابی به سطح با ثباتی از متغیرهای اقتصادی از اهداف اصلی اقتصاد کلان یک کشور محسوب می‌شود. همچنین در راستای اجرای هماهنگی سیاست‌های پولی و مالی نقش فعالان بازار ارز به‌خصوص در اقتصادهای کشورهای در حال توسعه حائز اهمیت است. سیاستگذار پولی و مالی در مواجهه با تهاجم سفته‌بازان در بازار ارز می‌توانند رفتار انفعالی و یا رفتار مداخله‌گرانه را در پیش بگیرند. مطالعات مختلف نشان می‌دهد که ورود سفته‌باز در بازار ارز و مداخله آنها در بازار و به‌طور همزمان عدم اجرای سیاست‌های مطلوب از طرف دولت و بانک مرکزی برای مقابله با آنان می‌تواند آثار مهمی بر بحران‌های مالی در بازارهای اقتصادی داشته باشد. از این‌رو در این تحقیق سعی شده است تا با اضافه کردن فعالان بازار ارز به بازی استراتژیک بین دو سیاستگذار پولی و مالی به دنبال پاسخ به این سوال باشیم که اجرای چه نوع استراتژی و تعامل بین این سه بازیکن می‌تواند بالاترین مطلوبیت و کمترین زیان اجتماعی را برای آنان به همراه داشته باشد؟ برای این منظور در ابتدا به طراحی بازی در چارچوب تابع زیان و تابع قید برای هر بازیکن پرداختیم که در این مدل دولت مسئول مستقیم اجرای سیاست‌های مالی در این بازی برای افزایش رشد اقتصادی، بانک مرکزی نیز مسئول اجرای مستقیم سیاست‌های پولی در این بازی جهت کنترل تورم و دلالتان بازار ارز نیز در این بازی به دنبال حداکثر کردن سود خود از طریق مداخله در بازار ارز در بازار موازی هستند. همچنین دولت و بانک مرکزی به دنبال حداقل کردن تابع زیان و سفته‌باز به دنبال حداکثر کردن تابع سود خود می‌باشد. سپس با استخراج توابع بهترین پاسخ هر بازیکن در چارچوب دو تعادل نش و تعادل حریصانه شبه‌همکارانه در بازی ائتلافی به دنبال دستیابی به مجموعه بهینه از پیامدهای بازیکنان در چارچوب فرم نرمال از بازی هستیم. نتایج این بازی نشان می‌دهد که تعادل نش غیرهمکارانه جایی است که دولت یک سیاست مالی انقباضی، بانک مرکزی نیز یک سیاست پولی انقباضی و فعالان بازار ارز نیز یک سیاست دخالت حداقلی در بازار ارز را دنبال می‌کنند. از طرف دیگر نتایج حاصل از تعادل اسکالر حریصانه در بازی ائتلافی نشان می‌دهد که بیشترین پیامد جایی است که سه بازیکن دولت، بانک مرکزی و سفته باز جهت رسیدن به یک پیامد

اجتماعی بهینه با هم همکاری و مذاکره نمایند و در این وضعیت سود سفته‌باز نیز به صفر کاهش می‌یابد و زیان دولت و بانک مرکزی نیز به حداقل خود می‌رسد و در این وضعیت دولت استراتژی سیاست مالی انقباضی، بانک مرکزی استراتژی سیاست پولی انبساطی و سفته‌باز استراتژی فعال در بازار ارز را دنبال می‌کند. همچنین بدترین وضعیت در بین این پنج ائتلاف زمانی است که هیچ هماهنگی و همکاری برای تشکیل ائتلاف بین بازیکنان ایجاد نشود. در نهایت مقایسه پیامدهای دو تعادل نش و تعادل اسکالر حریصانه در بازی ائتلافی نشان‌دهنده برتری تعادل ائتلافی نسبت به تعادل غیرهمکارانه نش است.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

در بخش پایانی جا دارد تا از داوران محترم فصلنامه مدلسازی اقتصادی که در بهبود کیفیت مقاله کمک کرده‌اند کمال تشکر را داشته باشیم.

ORCID

Davoud Foroutannia

 <https://orcid.org/0000-0001-6588-8643>

Davoud Mahmoudinia

 <https://orcid.org/0000-0002-3567-3593>

منابع

- بیاتی، المیرا، صفوی، بیژن و جعفرزاده، امیر (۱۳۹۸). همکاری ایران و قطر در برداشت از ذخایر مشترک گازی پارس جنوبی (گنبد شمالی) با تاکید بر نظریه بازی‌ها. *فصلنامه مدلسازی اقتصادی*، ۱۳ (۴۵)، ۷۲-۴۷.
- توکلیان، حسین، طاهرپور، جواد و محسن‌پور، فرزاد (۱۳۹۸). هماهنگی و اثر متقابل سیاست‌های مالی و پولی در اقتصاد ایران: یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی. *فصلنامه پژوهش و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۷ (۹۰)، ۲۴۱-۱۹۵.
- حسینی، الهام، نادمی، یونس، آسایش، حمید و سجادی فر، سید حسین (۱۳۹۹). بررسی اثرات متقابل بی ثباتی سیاست‌های پولی، مالی و نرخ ارز حقیقی در اقتصاد ایران کاربرد از مدل VAR و GARCH. *دو فصلنامه مطالعات و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۷ (۲)، ۱۳۳-۱۶۴.
- سامتی، مرتضی، فتح‌آبادی، مهدی و کسرابی، کامران (۱۳۹۰). تعادل استراتژی مختلط نش و بازیکنان فوتبال. *مطالعه موردی ضربات پنالتی. فصلنامه مدلسازی اقتصادی*، ۱۵ (۵)، ۶۶-۴۷.
- صادقی، عبدالرسول، مرزبان، حسین، صمدی، علی حسین و آذربایجانی، کریم (۱۴۰۰). رابطه میان بازار سرمایه، سپرده‌های بانکی و سفته بازی ارزی: با تاکید بر نقش نرخ بهره در اقتصاد ایران. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۶ (۸۷)، ۴۲-۷۶.
- عرفانی، علیرضا، طالب بیدختی، آزاده و شهبازی، بیتا (۱۴۰۱). تقابل استراتژیک مقامات پولی و مالی و فعالان بازار ارز ایران: رویکرد بازی‌های ایستای غیرهمکارانه. *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۳۰ (۱۰۲)، ۲۱۷-۲۵۳.
- محمودی‌نیا، داود (۱۴۰۲). نظریه بازی‌های مقدماتی (کاربرد در اقتصاد و سایر رشته‌ها) جلد اول. انتشارات دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.
- محمودی‌نیا، داود و فروتن‌نیا، داود (۱۴۰۲). دستیابی به تعادل نش و استاکلبرگ در یک بازی استراتژیک بین دولت و بانک مرکزی با فرض وجود نااطمینانی مقام مالی در دستیابی به بودجه. *پژوهشنامه اقتصاد کلان*، ۱۸ (۴۰)، ۷-۳۹.
- محمودی‌نیا، داود، انجوردا، جکوب، دلالی اصفهانی، رحیم، بخشی دستجردی، رسول و فخار، مجید (۱۳۹۵). تقابل استراتژیک بین دولت و بانک مرکزی در چارچوب بازی‌های همکارانه و غیرهمکارانه (کاربرد از بازی‌های دیفرانسیلی خطی درجه دوم). *فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی*، ۲۴، ۱۲۱-۹۴.
- منصوری، نسرین، موسوی جهرمی، یگانه، ابوالحسنی، اصغر و شایگان، بیتا (۱۳۹۶). تحلیل رابطه بین دولت و بانک مرکزی و سفته‌بازان در ایران: رهیافت نظریه بازی‌ها با رویکرد تعادل نش. *فصلنامه اقتصاد و الگوسازی*، ۷ (۲۸)، ۱۳۹-۱۶۷.
- Afonso, A., Alves, J., & Balhote, R. (2019). Interactions between monetary and fiscal policies. *Journal of Applied Economics*, 22(1), 132–151. <https://doi.org/10.1080/15140326.2019.1583309>
- Algieri, B. (2016). Conditional price volatility, speculation, and excessive speculation in commodity markets: sheep or shepherd behaviour? *International Review of Applied Economics*, 30(2), 210-237. DOI: 10.1080/02692171.2015.1102204
- Barro, R., & Gordon, D. (1983). Rules, Discretion, and Reputation in a Model of Monetary Policy. *Journal of Monetary Economics*, 12, 20-101. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(83\)90051-X](https://doi.org/10.1016/0304-3932(83)90051-X)
- Bayati, E., Safavi, B., & Jafarzadeh, A. (2019). Iran and Qatar Cooperation in Gas Production from South Pars (North Dome) Gas-Condensate Field: A Game Theory Framework. *Quarterly Journal of Economics Modeling*, 45(13), 47-72. (In Persian)

- Bennett, H., & Loayza, N. (2000). Policy biases when the monetary and fiscal authorities have different objectives. *Central Bank of Chile Working Papers*, 66.
- Calvo, G. A. (1978). On the time consistency of optimal policy in a monetary economy. *Econometrica*, 46 (6), 1411-1428. <https://doi.org/10.2307/1913836>
- Carfi, D., Musolino, F. (2012). Game theory and speculation on government bonds. *Economic Modelling*, 29, 2417-2426. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.06.037>
- Corley, H. W. (2017). Normative utility models for Pareto scalar equilibria in n-Person, Semi-cooperative games in strategic Form. *Theoretical Economics Letters*, 7, 1667-1686. <https://doi.org/10.4236/tel.2017.76113>
- Corley, H. W. (2023). Pure scalar equilibria for normal-form games. *International Journal of Mathematical and Computational Sciences*, 17(8), 85-93. <https://publications.waset.org/10013203/pure-scalar-equilibria-for-normal-form-games>
- Dwobeng, E., & Corley, H. (2022). Forming coalitions in normal-form games. *Theoretical Economics Letters*, 12, 1472-1488. DOI:10.4236/tel.2022.125080
- Engwerda, J.C. (2005). *LQ Dynamic Optimization and Differential Games*. John Wiley & Sons.
- Erfani, A., Talebbeydokhti, A., & Shahbazi, B. (2022). Strategic confrontation within monetary and financial authorities, and foreign exchange market participants in Iran: non-cooperative static games approach. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*, 30(102), 217-253. (In Persian)
- Friedman, M. (1953). The Case for Flexible Exchange Rate. *In Essays in Positive Economics*, 157-203. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Gholizadeh, A., Manochehri, S., & Fatemi Zardan, Y. (2022). Modeling of Speculation in the Housing Market of Tehran. *Journal of Economics and Modelling*. 12(4), 137-179. (In Persian).
- Haque, O., Hossen, A., & Akter, S. (2020). A cooperative game theory application in chicks brood food allocation by using shapley value method in good years data. *Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications*, 6(25), 21-26
- Hosseini, E., Nademi, Y., Asayesh, H., & Sajadifar, S. H. (2021). An investigation of the interaction effects of volatility of monetary, financial and real exchange rate policies in the Iranian economy: Application of VAR and GARCH models. *The Journal of Economic Studies and Policies*, 7(2), 133-164. (In Persian)
- Kuttner, K. N. (2002). The Monetary-Fiscal Policy Mix: Perspectives from the U.S. *The conference on The Monetary Policy Mix in the Environment of Structural Changes, sponsored by the National Bank of Poland*, October, 24-25.
- Kydland, F. E., & Prescott, E. C. (1977). Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans. *Journal of Political Economy*, 85(3), 473-491. <https://www.jstor.org/stable/1830193>
- Lambertini, L., & Rovelli, R. (2005). Monetary and fiscal policy coordination and macroeconomic stabilization. A theoretical analysis. *Dipartimento di Scienze Economiche Università di Bologna*. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/159305/1/wp0464.pdf>
- Mahmoudinia, D. (2023). *Introductory game theory (application in economics and other fields) first volume*. Vali-e-Asr University of Rafsanjan. (In Persian)
- Mahmoudinia, D., & Foroutannia, D. (2023). Achieving the nash and stackelberg equilibrium in a strategic game between the government and the central bank, assuming the uncertainty of the financial authority in obtaining the budget. *Macroeconomics Research Letter*, 18(40), 7-39, (In Persian)
- Mahmoudinia, D., Engwerda, J., Dallali Esfahani, R., Bakhshi Dastjerdi, R., & Fakhari, M. (2016). Strategic interaction between government and central bank in framework of cooperative and non-cooperative games. *Journal of Economic Modeling Research*, 7(24), 83-121. (In Persian)

- Mansourin, N., Mosavi jahromy, Y., Abolhasani, A., & Shayegani, B. (2017). Analyzing the relationship among government, central bank and speculators in Iran: Approach of game theory and nash equilibrium. *Journal of Economics and Modelling*, 7(28), 139-167. (In Persian)
- Moreno, R. (2005). Motives for intervention. *BIS papers*, 24, 4-18.
- Nash, J. F. (1951). Noncooperative games. *Annals of Mathematics*, 54, 289-295.
- Paesani, P., & Rosselli, A. (2020). How speculation became respectable: early theories on financial and commodity markets, *The European Journal of the History of Economic Thought*, 28(2), 273-291. DOI: 10.1080/09672567.2020.1817117
- Parrachino, I., Dinar, A., & Patrone, F. (2006). Cooperative game theory and its application to natural, environmental and water resource issues: Application to water resources. *World Bank Policy Research Paper*, 4074 (November 2006), 1-46. <http://hdl.handle.net/10986/8852>
- Sadeghi, A., Marzban, H., Samadi, A. H., & Azarbaiejeni, K. (2021). The relationship among stock market, bank deposits and foreign exchange speculation: An emphasis on the role of interest rate in Iran's economy. *Iranian Journal of Economic Research*, 26(87), 41-76. (In Persian)
- Salukvadze, M. E., & Zhukovskiy, V. I. (2020). The Berge Equilibrium: A Game-Theoretic Framework for the Golden Rule of Ethics. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-25546-6>
- Sameti, M., Fath Abadi, M., & Kasraei, K. (2011). Mixed-strategy nash equilibrium and soccer players a case study of penalty kicks, *Quarterly Journal of Economics Modeling*, 15(5), 47-66. (In Persian)
- Shapley, L. S. (1951). Notes on the n-Person Game - II: The Value of an n-Person Game (ASTIA Document No. ATI 210720). RAND Corporation. https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_memoranda/2008/RM670.pdf
- Stawska, J., & Mourao, P. (2023). Fiscal and monetary interactions in the European countries: panel data analysis. *Applied Economics*, 55(5), 562-576 DOI: 10.1080/00036846.2022.2091745
- Stawska, J., Malaczewski, M., & Szymańska, A. (2019). Combined monetary and fiscal policy: the Nash equilibrium for the case of noncooperative game. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 32(1), 3554-3569, DOI: 10.1080/1331677X.2019.1669063.
- Stawska, J., Malaczewski, M., Malaczewska, P., & Stawasz-Grabowska, E. (2023). The central bank or the government – who really dictates the terms of the policy-mix cooperation in economies with an independent monetary policy? *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 36(2), 1-22. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2142258>
- Tavakolian, H., Taherpour, J., & Mohsenpour, F. (2019). Monetary and fiscal policy interaction in Iran: A dynamic stochastic general equilibrium approach. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*, 27(90), 195-241. (In Persian)
- Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (1944). *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press.
- Woroniecka-Leciejewicz, I. (2010). Decision interactions of the monetary and fiscal authorities in the choice of policy mix. *Journal of Organisational Transformation & Social Change*, 7(2), 189-210. https://doi.org/10.1386/jots.7.2.189_1
- Woroniecka-Leciejewicz, I. (2015). Equilibrium strategies in a fiscal-monetary game: a simulation analysis. *Operation research and decision*. 25(2), 75-100 DOI: 10.5277/ord150205
- Yeung, D.W.K., & Petrosyan, L. A. (2005). Subgame consistent solutions for a class of cooperative stochastic differential games with nontransferable payoffs. *Journal of Optimization Theory and Applications*. 124, 701-724. https://doi.org/10.1007/978-0-8176-4553-3_8
- Zapata, A., Mármol, A. M., & Monroy, L. (2024). Berge equilibria and the equilibria of the altruistic game. *TOP*, 32, 83-105. <https://doi.org/10.1007/s11750-023-00659-3>



جدول ۲. ماتریس پیامد بازی بین سه بازیکن

استراتژیهای سفته‌بازان									
e_3			e_2			e_1			
استراتژیهای بانک مرکزی									
i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	
(-۰.۵۳۹, ۰.۰۷۲, ۰.۱۱۷)	(-۰.۷۸۰, ۰.۰۵۲, ۰.۰۱۹)	(-۱.۰۸۰, ۰.۰۴۱, ۰.۰۲۲)	(-۰.۶۹۹, ۰.۰۶۲, ۰.۱۰۶)	(-۰.۹۵۲, ۰.۰۴۸, ۰.۰۰۰)	(-۱.۲۸۲, ۰.۰۴۰, ۰.۰۵۹)	(-۰.۸۳۸, ۰.۰۵۷, ۰.۰۵۲)	(-۱.۱۲۳, ۰.۰۴۵, ۰.۰۰۰)	(-۱.۱۵۰, ۰.۰۴۱, ۰.۱۰۰)	G_1
(-۰.۵۳۹, ۰.۰۷۱, ۰.۱۱۷)	(-۰.۸۲۵, ۰.۰۵۲, ۰.۰۲۲)	(-۱.۱۳۱, ۰.۰۴۲, ۰.۰۲۰)	(-۰.۷۲۱, ۰.۰۶۲, ۰.۱۰۰)	(-۱.۰۰۱, ۰.۰۴۸, ۰.۰۰۰)	(-۱.۳۳۹, ۰.۰۴۱, ۰.۰۵۲)	(-۰.۸۸۳, ۰.۰۵۷, ۰.۰۵۹)	(-۱.۱۹۶, ۰.۰۴۵, ۰.۰۰۰)	(-۱.۱۵۶, ۰.۰۴۲, ۰.۱۰۰)	استراتژی- G_2 های دولت
(-۰.۶۱۴, ۰.۰۷۱, ۰.۱۱۸)	(-۰.۸۷۰, ۰.۰۵۲, ۰.۰۲۲)	(-۱.۱۸۴, ۰.۰۴۲, ۰.۰۱۸)	(-۰.۷۶۲, ۰.۰۶۲, ۰.۱۱۱)	(-۱.۰۵۱, ۰.۰۴۹, ۰.۰۰۰)	(-۱.۳۹۷, ۰.۰۴۲, ۰.۰۵۰)	(-۰.۹۳۰, ۰.۰۵۷, ۰.۰۵۹)	(-۱.۲۵۰, ۰.۰۴۶, ۰.۰۰۰)	(-۱.۱۶۸, ۰.۰۴۳, ۰.۰۹۹)	G_3

منابع: یافته محققین

جدول ۳. ماتریس پیامد تعادل نش

e_3			e_2			e_1			
i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	
(-۰.۵۳۹, ۰.۰۷۲, ۰.۱۱۷)	(-۰.۷۸۰, ۰.۰۵۲, ۰.۰۱۹)	(-۱.۰۸۰, ۰.۰۴۱, ۰.۰۲۲)	(-۰.۶۹۹, ۰.۰۶۲, ۰.۱۰۶)	(-۰.۹۵۲, ۰.۰۴۸, ۰.۰۰۰)	(-۱.۲۸۲, ۰.۰۴۰, ۰.۰۵۹)	(-۰.۸۳۸, ۰.۰۵۷, ۰.۰۵۲)	(-۱.۱۲۳, ۰.۰۴۵, ۰.۰۰۰)	(-۱.۱۵۰, ۰.۰۴۱, ۰.۱۰۰)	G_1
(-۰.۵۳۹, ۰.۰۷۱, ۰.۱۱۷)	(-۰.۸۲۵, ۰.۰۵۲, ۰.۰۲۲)	(-۱.۱۳۱, ۰.۰۴۲, ۰.۰۲۰)	(-۰.۷۲۱, ۰.۰۶۲, ۰.۱۰۰)	(-۱.۰۰۱, ۰.۰۴۸, ۰.۰۰۰)	(-۱.۳۳۹, ۰.۰۴۱, ۰.۰۵۲)	(-۰.۸۸۳, ۰.۰۵۷, ۰.۰۵۹)	(-۱.۱۹۶, ۰.۰۴۵, ۰.۰۰۰)	(-۱.۱۵۶, ۰.۰۴۲, ۰.۱۰۰)	G_2
(-۰.۶۱۴, ۰.۰۷۱, ۰.۱۱۸)	(-۰.۸۷۰, ۰.۰۵۲, ۰.۰۲۲)	(-۱.۱۸۴, ۰.۰۴۲, ۰.۰۱۸)	(-۰.۷۶۲, ۰.۰۶۲, ۰.۱۱۱)	(-۱.۰۵۱, ۰.۰۴۹, ۰.۰۰۰)	(-۱.۳۹۷, ۰.۰۴۲, ۰.۰۵۰)	(-۰.۹۳۰, ۰.۰۵۷, ۰.۰۵۹)	(-۱.۲۵۰, ۰.۰۴۶, ۰.۰۰۰)	(-۱.۱۶۸, ۰.۰۴۳, ۰.۰۹۹)	G_3

منابع: یافته محققین

جدول ۴. ماتریس پیامد برای $\Gamma_{\{1,2\},\{3\}}$

	e_3			e_2			e_1		
	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1
G_1	(-۰.۲۰۶, -۰.۲۰۶, -۰.۱۷۲)	(-۰.۴۱۷, -۰.۴۱۷, -۰.۱۹)	(-۰.۵۶۱, -۰.۵۶۱, -۰.۲۲)	(-۰.۲۷۱, -۰.۲۷۱, -۰.۰۴)	(-۰.۵, -۰.۵, -۰.۰۰۲)	(-۰.۶۶۲, -۰.۶۶۲, -۰.۰۵۶)	(-۰.۴۴۸, -۰.۴۴۸, -۰.۰۵۳)	(-۰.۵۹۴, -۰.۵۹۴, -۰.۰۰۲)	(-۰.۷۷۳, -۰.۷۷۳, -۰.۱۰۷)
G_2	(-۰.۲۲۵, -۰.۲۲۵, -۰.۱۷۶)	(-۰.۴۲۹, -۰.۴۲۹, -۰.۲۱)	(-۰.۵۸۷, -۰.۵۸۷, -۰.۲۰)	(-۰.۲۹۲, -۰.۲۹۲, -۰.۱۰۸)	(-۰.۵۲۵, -۰.۵۲۵, -۰.۰۰۲)	(-۰.۶۹۰, -۰.۶۹۰, -۰.۰۵۳)	(-۰.۴۷۰, -۰.۴۷۰, -۰.۰۵۶)	(-۰.۶۲۱, -۰.۶۲۱, -۰.۰۰۲)	(-۰.۸۰۴, -۰.۸۰۴, -۰.۱۰۳)
G_3	(-۰.۲۴۳, -۰.۲۴۳, -۰.۱۸۱)	(-۰.۴۶۲, -۰.۴۶۲, -۰.۲۲)	(-۰.۶۱۳, -۰.۶۱۳, -۰.۱۸)	(-۰.۴۱۳, -۰.۴۱۳, -۰.۱۱۲)	(-۰.۵۵۰, -۰.۵۵۰, -۰.۰۰۲)	(-۰.۷۲۰, -۰.۷۲۰, -۰.۰۵۰)	(-۰.۴۹۴, -۰.۴۹۴, -۰.۰۵۹)	(-۰.۶۴۸, -۰.۶۴۸, -۰.۰۰۱)	(-۰.۸۳۶, -۰.۸۳۶, -۰.۰۹۹)

جدول ۵. تعادل برداری حریصانه برای $\Gamma_{\{1,2\},\{3\}}$

	e_3			e_2			e_1		
	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1
G_1	-۰.۹۹۹	-۰.۹۶۲	-۰.۹۳۶	-۰.۹۷۹	-۰.۹۴۵	-۰.۹۲۰	-۰.۹۵۹	-۰.۹۲۸	-۰.۹۰۶
G_2	-۰.۹۹۵	-۰.۹۵۸	-۰.۹۳۱	-۰.۹۷۵	-۰.۹۴۰	-۰.۹۱۵	-۰.۹۵۶	-۰.۹۲۳	-۰.۹۰۰
G_3	-۰.۹۹۲	-۰.۹۵۴	-۰.۹۲۶	-۰.۹۷۲	-۰.۹۳۶	-۰.۹۱۰	-۰.۹۵۱	-۰.۹۱۸	-۰.۸۹۴



جدول ۶. ماتریس پیامد برای $\Gamma_{[1,3],[2]}$

e_3			e_2			e_1			
i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	
(۰/۰۳۶۷،۰/۰۷۲،۰)	(۰/۰۷۶۱،۰/۰۵۳،۰)	(۰/۱۰۵۸،۰/۰۴۱،۰)	(۰/۰۵۷۵،۰/۰۶۳،۰)	(۰/۰۹۵،۰/۰۴۸،۰)	(۰/۱۲۲۷،۰/۰۴۰،۰)	(۰/۰۷۸۵،۰/۰۵۷،۰)	(۰/۱۱۴۱،۰/۰۴۵،۰)	(۰/۱۳۹۹،۰/۰۴۱،۰)	G_1
(۰/۰۴۰۳،۰/۰۷۱،۰)	(۰/۰۸۰۴،۰/۰۵۳،۰)	(۰/۱۱۱۱،۰/۰۴۲،۰)	(۰/۰۶۱۳،۰/۰۶۳،۰)	(۰/۰۹۹۸،۰/۰۴۸،۰)	(۰/۱۲۸۶،۰/۰۴۱،۰)	(۰/۰۸۲۷،۰/۰۵۷،۰)	(۰/۱۱۹۴،۰/۰۴۵،۰)	(۰/۱۴۶۳،۰/۰۴۲،۰)	G_2
(۰/۰۴۳۳،۰/۰۷۱،۰)	(۰/۰۸۴۸،۰/۰۵۳،۰)	(۰/۱۱۶۶،۰/۰۴۲،۰)	(۰/۰۶۵۱،۰/۰۶۳،۰)	(۰/۱۰۴۸،۰/۰۴۹،۰)	(۰/۱۳۴۷،۰/۰۴۲،۰)	(۰/۰۸۷۱،۰/۰۵۷،۰)	(۰/۱۲۴۹،۰/۰۴۶،۰)	(۰/۱۵۲۹،۰/۰۴۳،۰)	G_3

جدول ۷. تعادل برداری حریصانه برای $\Gamma_{[1,3],[2]}$

e_3			e_2			e_1			
i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	
۰/۹۹۶	۰/۹۶۰	۰/۹۳۲	۰/۹۷۷	۰/۹۴۴	۰/۹۲۰	۰/۹۵۸	۰/۹۲۷	۰/۹۰۶	G_1
۰/۹۹۳	۰/۹۵۶	۰/۹۳۰	۰/۹۷۳	۰/۹۳۹	۰/۹۱۵	۰/۹۵۴	۰/۹۲۳	۰/۹۰۱	G_2
۰/۹۸۹	۰/۹۵۲	۰/۹۲۵	۰/۹۷۰	۰/۹۳۵	۰/۹۱۰	۰/۹۵۰	۰/۹۱۸	۰/۸۹۵	G_3

جدول ۸. ماتریس پیامد برای $\Gamma_{\{1\},\{2,3\}}$

	e_3			e_2			e_1		
	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1
G_1	(-۰.۵۳۹, ۰.۰۰۱)	(-۰.۷۸۰, ۰.۰۲۴, ۰)	(-۰.۸۰۰, ۰.۰۱۹, ۰)	(-۰.۶۷۹, ۰.۰۰۴)	(-۰.۹۵۲, ۰.۰۴۶, ۰)	(-۰.۱۲۸۳, ۰.۰۰۱۶)	(-۰.۸۳۸, ۰.۰۰۴, ۰)	(-۰.۱۱۴۳, ۰.۰۴۳, ۰)	(-۰.۱۵۰۶, ۰.۰۰۶۶)
G_2	(-۰.۵۷۹, ۰.۰۰۵)	(-۰.۸۲۵, ۰.۰۲۲, ۰)	(-۰.۱۱۳۱, ۰.۰۲۲, ۰)	(-۰.۷۲۱, ۰.۰۰۴۵)	(-۰.۱۰۰۱, ۰.۰۴۵, ۰)	(-۰.۱۳۳۹, ۰.۰۰۱۳)	(-۰.۸۸۳, ۰.۰۰۱, ۰)	(-۰.۱۱۹۶, ۰.۰۴۳, ۰)	(-۰.۱۵۶۶, ۰.۰۰۶۱)
G_3	(-۰.۶۱۴, ۰.۰۱۱)	(-۰.۸۷۰, ۰.۰۳۱, ۰)	(-۰.۱۱۸۴, ۰.۰۲۴, ۰)	(-۰.۷۶۳, ۰.۰۰۴۹)	(-۰.۱۰۵۱, ۰.۰۴۶, ۰)	(-۰.۱۳۹۷, ۰.۰۰۰۸)	(-۰.۹۳۰, ۰.۰۰۰۲)	(-۰.۱۲۵۰, ۰.۰۴۵, ۰)	(-۰.۱۶۲۸, ۰.۰۰۵۶)

جدول ۹. تعادل برداری حریصانه برای $\Gamma_{\{1\},\{2,3\}}$

	e_3			e_2			e_1		
	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1
G_1	۰.۹۹۹	۰.۹۶۳	۰.۹۳۷	۰.۹۷۹	۰.۹۴۶	۰.۹۲۲	۰.۹۶۰	۰.۹۲۹	۰.۹۰۸
G_2	۰.۹۹۶	۰.۹۵۹	۰.۹۳۲	۰.۹۷۶	۰.۹۴۱	۰.۹۱۷	۰.۹۵۶	۰.۹۲۴	۰.۹۰۲
G_3	۰.۹۹۳	۰.۹۵۴	۰.۹۲۷	۰.۹۷۲	۰.۹۳۷	۰.۹۱۲	۰.۹۵۲	۰.۹۱۹	۰.۸۹۷



جدول ۱۰. ماتریس پیامد برای $\Gamma_{\{1,2,3\}}$

e_3			e_2			e_1			
i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	
(-۰.۴۳۹,۰.۰)	(-۰.۷۷۰,۰.۰۴۲,۰)	(۰.۱۰۶۹,۰.۰۰۳,۰)	(-۰.۶۲۷,۰.۰۱۱,۰)	(-۰.۹۵۱,۰.۰۴۷,۰)	(-۰.۱۲۵۵,۰.۰۱۲,۰)	(-۰.۸۱۱,۰.۰۰۳,۰)	(-۰.۱۱۴۲,۰.۰۴۴,۰)	(-۰.۱۴۴,۰.۰)	G_1
(-۰.۴۷۴,۰.۰)	(-۰.۸۱۴,۰.۰۴۲,۰)	(-۰.۱۱۲۱,۰.۰۳۲,۰)	(-۰.۶۶۷,۰.۰۰۹,۰)	(-۰.۹۹۹,۰.۰۴۶,۰)	(-۰.۱۳۱۲,۰.۰۱۴,۰)	(-۰.۸۵۵,۰.۰۰۲۹,۰)	(-۰.۱۱۹۵,۰.۰۴۴,۰)	(-۰.۱۵۰۵,۰.۰)	G_2
(-۰.۵۰۴,۰.۰)	(-۰.۸۵۹,۰.۰۴۲,۰)	(-۰.۱۱۷۵,۰.۰۳۳,۰)	(-۰.۷۰۷,۰.۰۰۷,۰)	(-۰.۱۰۴۹,۰.۰۴۷,۰)	(-۰.۱۳۷۲,۰.۰۱۷,۰)	(-۰.۹۰۰,۰.۰۲۷,۰)	(-۰.۱۲۴۹,۰.۰۴۵,۰)	(-۰.۱۵۷۲,۰.۰)	G_3

جدول ۱۱. تعادل برداری حریصانه برای $\Gamma_{\{1,2,3\}}$

e_3			e_2			e_1			
i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	
۱	-۰.۹۶۳	-۰.۹۴۰	-۰.۹۸۰	-۰.۹۴۶	-۰.۹۲۳	-۰.۹۶۱	-۰.۹۳۰	-۰.۹۰۹	G_1
-۰.۹۹۶	-۰.۹۵۹	-۰.۹۳۳	-۰.۹۷۶	-۰.۹۴۲	-۰.۹۱۸	-۰.۹۵۷	-۰.۹۲۵	-۰.۹۰۳	G_2
-۰.۹۹۳	-۰.۹۵۵	-۰.۹۲۸	-۰.۹۷۳	-۰.۹۳۸	-۰.۹۱۳	-۰.۹۵۳	-۰.۹۲۰	-۰.۸۹۸	G_3

جدول ۱۲. تعادل برداری حریصانه برای $\Gamma_{\{1\},\{2\},\{3\}}$

e_3			e_2			e_1			
i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	i_3	i_2	i_1	
-۰.۹۹۵	-۰.۹۵۹	-۰.۹۳۳	-۰.۹۷۶	-۰.۹۴۲	-۰.۹۱۹	-۰.۹۵۷	-۰.۹۲۵	-۰.۹۰۵	G_1
-۰.۹۹۲	-۰.۹۵۵	-۰.۹۲۸	-۰.۹۷۲	-۰.۹۳۸	-۰.۹۱۴	-۰.۹۵۳	-۰.۹۲۱	-۰.۸۹۹	G_2
-۰.۹۸۹	-۰.۹۵۱	-۰.۹۲۴	-۰.۹۶۹	-۰.۹۳۳	-۰.۹۰۸	-۰.۹۴۹	-۰.۹۱۶	-۰.۸۹۴	G_3

Original Article

The impact of sanctions on the exchange pressure market among sanctioned countries (Iran and Russia)

Mohammad Hassan Fotros ^{*}, Maryam Mazhary Ava ^{**}

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1198409>

Received:
31/08/2024

Accepted:
02/02/2025

Keywords:
ARDL, Sanctions,
Exchange Pressure
Market, Iran, Russia

JEL Classification:
C40, D72, F31, N25

Abstract

The currency crisis is a critical issue faced by many countries, imposing significant pressure on their currency markets. This research investigates the impact of sanctions on currency market pressure in Iran and Russia using data spanning from 2000 to 2023 sourced from central banks. Employing the ARDL method, the study examines how sanctions influence exchange market pressure. For Russia, the short-term analysis reveals that sanctions initially negatively impact the foreign exchange market pressure. However, in the long term, the error correction results suggest that this negative effect diminishes in significance. Furthermore, economic growth and government spending both exert positive and significant effects on exchange market pressure in the short term. In Iran, the ARDL findings indicate a significant negative impact of sanctions on exchange market pressure. Economic growth, both in the short and long term, and government spending also exhibit negative and significant effects on the exchange market pressure. Interestingly, similar to Russia, the long-term impact of sanctions on Iran's economy appears not to be significant. Comparing the models for Iran and Russia, both countries experience a short-term negative and significant effect of sanctions on exchange market pressure. However, the long-term effects differ, with the significance of sanctions diminishing over time in both economies.

* Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and Social Sciences, BU-Ali Sina University, Hamedan, fotros@basu.ac.ir

**Assistant Professor, Department of Economics, Saravan University, Sistan Baluchistan (corresponding Author), M.mazhary@saravan.ac.ir

How to Cite: Fotros, M. H., Mazhary Ava, M. (2025). The impact of sanctions on the exchange pressure market among sanctioned countries (Iran and Russia), *Economic Modeling*, 18 (67): 87-110.



1. Introduction

During the years 1980–1990, many countries in Europe, Asia, and Latin America experienced currency crises, leading to significant fluctuations in currency markets. These fluctuations and market instability resulted in a decline in the value of domestic currencies (Hajrati, 2010). However, central banks could intervene to counteract this depreciation by raising interest rates or exchanging domestic currency for foreign reserves (*ibid*).

Currency crises impose substantial economic losses and undermine policymakers' confidence. Their consequences extend beyond affected nations, influencing global trade and capital flows. To mitigate these deficits, countries often increase exports or seek short-term foreign loans to finance long-term projects. Research highlights that currency crises are a major factor contributing to pressure in currency markets (Hajrati, 2010). This pressure is primarily reflected in exchange rate fluctuations. Despite these challenges, some companies respond by accelerating stock offerings, increasing production capacity, and creating new investment opportunities (Ozek & Ergur, 2022).

Theories on exchange rates emerged in the 1960s, with the concept of currency market pressure first introduced by Girton and Roper in 1977. This concept quantifies total pressure on the exchange rate, which can be alleviated through market interventions. Essentially, foreign exchange market pressure leads to currency depreciation, reflecting investors' reluctance to hold the national currency (Klaassen & Mavromatis, 2016). Recent studies on foreign exchange market pressure emphasize two key indicators: exchange rates and foreign exchange reserves. Various studies have incorporated variables such as the nominal exchange rate, interest rate, and foreign exchange reserves. Other influential factors include the consumer price index, per capita production growth, trade balance, capital flow, and government debt (Varoska & Kakel, 2014). Some studies further emphasize that exchange market pressure depends on a country's economic structure, requiring macroeconomic models for accurate assessment (Rao, 2013). An increase in a country's exchange rate, a decrease in foreign reserves, or simultaneous changes in both can intensify pressure on the foreign exchange market. During crises, this pressure disrupts economic stability and negatively affects key economic indicators (Parlactona & Karpat, 2018).

Sanctions involve imposing restrictions on specific countries, companies, or individuals as a response to particular actions. Beyond affecting economic development, these restrictions also impact various other sectors. Given their adverse effects on the general population, policymakers often adapt strategies to mitigate their negative consequences. Over the past two centuries, approximately 110 countries have faced sanctions (Turki & Mazaheri, 1401).

2. Research method and data

This study examines the growth rate of production, the ratio of government expenditures to GDP, the ratio of government debt to GDP, and the impact of embargo periods between Iran and Russia. Data collection is based on library research, with data sourced from the World Bank and the Central Bank for the period 2000–2023. The model estimation follows an autoregressive approach with a distributed lag structure.

To measure currency market pressure and estimate the relevant model, this research adopts the framework developed by Eisenman and Biniki (2015) in their study.

equation (1)

$$EmP = \frac{e_t - e_{t-1}}{e_{t-1}} - \frac{IR_t - IR_{t-1}}{IR_{t-1}}$$

It is the nominal exchange rate and IR is the foreign exchange reserves, so the currency market pressure is related to changes in foreign reserves and exchange rates.

equation (2)

$$Emp = GDP_t + Expense_t + Debt_t + Sanc + \varepsilon_t$$

EMP: is the currency market pressure index for country i at time t.

GDP :economic growth

Debt:The ratio of the government's external debt based on the percentage of GDP

Expense:Government expenses based on percentage of GDP:

Also, since there has been a global embargo in these sample member countries during the investigated periods, therefore, the virtual variable indicating the embargo with the Sanc symbol has also been included in the model.

3. Analysis and discussion

The estimation results of the ARDL model for Russia indicate that, in the short term, comprehensive sanctions have a negative effect on foreign exchange market pressure. This suggests that increased sanctions during the analyzed period contributed to a reduction in currency market pressure. Studies have shown that while sanctions led to a depreciation of the Russian ruble and triggered a financial crisis, Russia was able to mitigate their impact by compensating through other economic sectors. Another contributing factor is the elasticity of consumer demand for Russian goods, which allows for short-term adjustments. For Iran, the ARDL model results show that the coefficient of sanctions is negative and significant. The short-term negative effect of sanctions can be attributed to the elasticity of consumer demand, as it takes time for alternative markets to substitute Iranian products. Consequently, despite sanctions, currency market pressure decreases in the short run.

Economic growth, both in the short and long term, has a negative effect on currency market pressure in Iran. A 1% increase in economic growth reduces foreign exchange market pressure by 2% in the short term and by 3% in the long term, aligning with the findings of Desai et al. (2017). Additionally, government spending has a negative and significant effect on currency market pressure, decreasing it by 0.003% in the short term and 0.004% in the long term. Although this effect is small, it can be explained by the government's role in importing raw materials for production, which boosts GDP, fosters economic growth, and ultimately increases foreign exchange reserves—thereby reducing market pressure.

Finally, the estimation results indicate that the negative effect of sanctions is not statistically significant in the long term.

تاثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز در میان کشورهای تحریم شده (ایران و روسیه)

محمدحسن فطرس*، مریم مظهري آوا**

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1198409>

چکیده

بحران ارزی یکی از مهم‌ترین موضوعاتی است که کشورهای مختلف با آن روبه‌رو بوده‌اند. بحران ارزی در کشورها به فشار بر بازار ارز منجر می‌شود. هدف این مقاله بررسی تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز در دو کشور ایران و روسیه است. از این‌رو با استفاده از داده‌های مربوط به سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۰ و استخراج آنها از بانک مرکزی و از طریق اتورگرسیو با وقفه توزیعی به بررسی تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز پرداخته شده است. نتایج تخمین مدل اتورگرسیو با وقفه توزیعی برای کشور روسیه نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت تحریم‌های همه‌جانبه بر روی فشار بازار ارز در این کشور اثر منفی دارد. اما در دوره بلندمدت نتایج تخمین تصحیح خطا حاکی از عدم معناداری ضریب منفی تحریم‌ها برای کشور روسیه است. همچنین رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت اثر مثبت و معناداری بر فشار بازار ارز در روسیه دارد و مخارج دولت نیز دارای اثر مثبت و معنا دار بر فشار بازار ارز است. نتایج رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی برای اقتصاد ایران حاکی از این است که ضریب تحریم‌ها منفی و معنادار است. رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت برای اقتصاد ایران تأثیر منفی و مخارج دولت نیز اثر منفی و معنادار بر فشار بازار ارز دارد. همچنین نتایج تخمین مدل نشان داد که اثر منفی تحریم‌ها در بلندمدت معنادار نیست. در مقایسه بین دو مدل برآورد شده برای اقتصاد ایران و روسیه در مورد تاثیرگذاری تحریم‌ها بر فشار بازار ارز نتایج بیانگر این است که در هر دو کشور تحریم‌ها فقط در کوتاه‌مدت اثر منفی و معنادار دارد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۶/۱۰

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۱۱/۱۴

واژگان کلیدی:

رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی، تحریم، فشار بازار ارز، ایران، روسیه

طبقه‌بندی JEL:

C40, D72, F31, N25

fotros@basu.ac.ir

M.mazhary@saravan.ac.ir

* استاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران.

** استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه سراوان، سیستان بلوچستان، ایران (نویسنده مسئول).

۱. مقدمه

در سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۸۰ بیشتر کشورها در اروپا، آسیا و آمریکای لاتین بحران ارزی را تجربه کرده‌اند که سبب نوسان در بازار ارز شد. افزایش نوسانات بازار ارز و متلاطم شدن این بازار به کاهش ارزش پول داخلی منجر می‌شود (هجرتی، ۲۰۱۰). بحران ارزی با ناامید کردن سیاستگذاران به خسارات عظیمی بر اقتصاد منجر می‌شود. پیامد این بحران نه تنها وضعیت کشورهای مربوطه، بلکه دیگر کشورها را نیز به دلیل تجارت بین‌المللی و جریان سرمایه بدتر می‌کند (کلاسن و ماوروماتیس، ۲۰۱۶).^۱ کشورهایی که در معرض این بحران قرار دارند معمولاً دارای کسری تجاری هستند و تمایل دارند تا از طریق افزایش صادرات یا از طریق وام‌های کوتاه‌مدت از کشورهای دیگر به منظور تامین مالی پروژه‌های بلندمدت خود این کسری را بر طرف کنند. پیامدهای بحران ارزی در اقتصاد قابل چشم‌پوشی نیست به طوری که بر اساس تحقیقات انجام شده، این بحران با ایجاد نوسانات در نرخ ارز عامل مهم و تعیین‌کننده فشار بازار ارز است (هجرتی، ۲۰۱۰).^۲ تغییرات شدید نرخ ارز، سبب بی‌ثباتی متغیرهای کلان اقتصادی کشور می‌شود که می‌تواند آثار منفی بر عملکرد بخش‌های مختلف اقتصادی بر جای گذارد. با ظهور بحران ارزی، نرخ ارز افزایش می‌یابد که نتیجه آن افزایش فشار بر بازار ارز است. با وجود فشار بر بازار ارز، سهام شرکت‌ها سریع‌تر عرضه می‌شود و ظرفیت بهره‌برداری افزایش می‌یابد و در نتیجه از ارزش پول داخلی به طور مرتب کاسته می‌شود (اوزک و ارگور، ۲۰۲۲).^۳

افزایش نرخ ارز حاصل و پیامد بحران ارزی است که افزایش فشار بر بازار ارز را به دنبال دارد. اگرچه در تعیین بحران ارزی و فشار بازار ارز نقش متغیرهای اقتصادی برجسته است؛ اما متغیرهای سیاسی نیز در ایجاد این بحران اهمیت بالایی دارند. متغیرهای سیاسی از جمله تحریم‌های اقتصادی از طریق تأثیر مستقیم بر واردات و صادرات که میزان ورود و خروج ارز را متأثر می‌کنند بر ارزش پول داخلی و در نهایت بر قدرت خرید افراد اثرگذار هستند و سبب افزایش فشار بر بازار ارز می‌شوند (ابوالحسنی و هستیانی، علمی مقدم، منصوری، میلانی، ۱۴۰۲).

همان‌طور که می‌دانیم ایران از سال ۱۳۵۸ در معرض تحریم‌های یک‌جانبه ایالات متحده قرار گرفته است. لذا تأثیر این تحریم‌ها بازار ارز را در کشور با نوساناتی روبرو کرده است. همزمان با شدت گرفتن تحریم‌ها از سال ۱۳۹۱ نوسانات ارزی نیز شدت گرفت به طوری که در طی سال‌های اخیر و به ویژه در ماه‌های گذشته افزایش بی‌رویه نرخ ارز و همچنین بی‌ارزش شدن پول داخلی اتفاق افتاد که در ایجاد فشار بر بازار ارز بسیار تأثیر گذار بود. تحریم‌های اعمال شده که به صورت کاملاً هوشمند در نظر گرفته شدند صادرات نفتی ایران را منفی و همچنین بر کسری بودجه دولت بسیار تأثیر گذار بودند (طیبی و صادقی، ۱۳۹۶) بنابراین در سال‌های اخیر مسئولان وجود فشار بر بازار ارز را علاوه بر مشکلات داخلی اغلب به تحریم‌های اعمال شده از سوی آمریکا و اروپا نسبت داده‌اند. اما این تنها ایران نبوده است که تحریم‌های غرب و آمریکا بر او تحمیل شده‌اند بلکه روسیه نیز چنین شرایطی را تجربه کرده است. تحریم‌ها برای کشور روسیه نیز با حمله این کشور به اوکراین شروع شد. این تحریم‌ها باعث سقوط ارزش روپل و بحران ارزی در روسیه گردید. این تحریم‌ها که از سال ۲۰۱۴ آغاز شد؛ به گفته کارشناسان ۴۰ میلیارد دلار به روسیه زیان وارد کرده است. واکاوی و تحلیل داده‌های سال ۲۰۱۵ ورود روسیه به رکود را با رشد منفی ۲/۲ درصدی تولید ناخالص داخلی

¹ Klaassen & Mavromatis

² Hegerty

³ Ozek & Ergür

در سه‌ماهه اول ۲۰۱۵ در مقایسه با سه‌ماهه اول ۲۰۱۴ نشان داد. علاوه بر این، اثر مضر تحریم‌ها و کاهش تند قیمت نفت در سال ۲۰۱۴ باعث فشار نزولی قابل توجهی بر ارزش روبل و فرار سرمایه از روسیه شده‌است. در عین حال، اعمال تحریم‌های محدودیت دسترسی به منابع مالی، روسیه را مجبور کرده‌است تا از بخشی از ذخایر ارزی خود برای نیرومندی‌سازی اقتصاد استفاده کند (که فشار بر بازار ارز را تسریع می‌کند). این رویدادها بانک مرکزی روسیه را وادار کرد که حمایتش از ارزش روبل را متوقف کند و نرخ بهره را افزایش دهد. برخی بر این باورند که ممنوعیت واردات غرب از سوی روسیه تأثیر بیشتری بر این رویدادهای چالش‌برانگیز داشت، زیرا تحریم به افزایش قیمت مواد غذایی و تورم بیشتر منجر شد، اگرچه پیش از این، کاهش ارزش روبل قیمت کالاهای وارداتی را افزایش داده بود (بوکلی، ۲۰۱۷).^۱

با توجه به تأثیر عوامل سیاسی در تعیین نرخ ارز و همچنین پیامدهای فشار بر بازار ارز، برای اولین بار در ایران به بررسی تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز در کشورهای ایران و روسیه پرداخته شده است در این تحقیق با در نظر گرفتن فشار بر بازار ارز، در واقع تأثیر تحریم‌ها هم بر ذخایر ارزی و هم بر نرخ ارز بررسی شده است. از این رو دو مدل مجزا برای ایران و روسیه طراحی شده است و اثر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز در هر یک از دو کشور از طریق رویکرد خود توضیح با وقفه توزیعی بررسی می‌گردد و سپس مقایسه‌ای بین اندازه این اثر در ایران و روسیه انجام خواهد گرفت.

این تحقیق به سؤالات زیر پاسخ می‌دهد:

۱. عوامل موثر بر فشار بازار ارز کدامند؟

۲. آیا تحریم‌ها بر فشار بازار ارز در ایران نسبت به روسیه تأثیر بیشتری دارند؟

بعد از ذکر مقدمه در بخش‌های بعدی این مقاله مبانی نظری و عوامل مؤثر بر فشار بازار ارز، همچنین در قسمت سوم روش تحقیق و در قسمت چهارم یافته‌های حاصل از تخمین و در نهایت در بخش پنجم به بیان نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها پرداخته می‌شود.

۲. مبانی نظری

۲-۱. مفهوم فشار بازار ارز

تئوری‌های مربوط به نرخ ارز در دهه ۱۹۶۰ مطرح شد. مفهوم فشار بازار ارز ابتدا توسط گیتون و روپر در سال ۱۹۷۷ با در نظر گرفتن حجم مداخله برای هدف دستیابی به نرخ ارز مطرح شد (اوزک و ارگور، ۲۰۲۲).^۲ فشار بازار ارز کل فشاری را که بر نرخ ارز وارد می‌شود اندازه‌گیری می‌کند که می‌تواند از طریق مداخلات در بازار ارز خارجی کاهش یابد و می‌تواند سیگنال‌های لازم را به سیاست‌گذاران و اقتصاددانان در مورد وخامت اقتصاد ارائه دهد (اورک، ۲۰۱۹).^۳ به عبارتی فشار بازار ارز به معنای مستهلک شدن و کاهش ارزش پول داخلی است که نشان‌دهنده عدم تمایل سرمایه‌گذاران در نگهداری پول ملی است (اوزک و ارگور، ۲۰۲۲ و کلاسن و ماوروماتیس، ۲۰۱۶).^۴ مطالعات اخیر در زمینه اندازه‌گیری فشار بازار ارز بر دو شاخص نرخ ارز و ذخایر ارزی تأکید دارند که وجود این دو متغیر

¹ Buckley

² Ozek & Ergür

³ Oruc

⁴ Klaassen and Mavromatis

باعث استفاده از معیار فشار بازار ارز در ادبیات اقتصادی به ویژه در بحران ارزی در سال ۲۰۰۸ گردید (اوزک و ارگور، ۲۰۲۲). شاخص فشار بازار ارز میزان تغییر در نرخ ارز مورد نیاز را جهت حذف فشار وارد بر نرخ ارز در صورت نبود دخالت دولت اندازه گیری می‌کند (باغجری و حسنی نسب، نجارزاده، ۱۳۹۳). برای تعیین فشار بازار ارز در مطالعات مختلف متغیرهایی مانند نرخ ارز اسمی، نرخ بهره و میزان ذخایر ارزی کشور در نظر گرفته شده‌اند. متغیرهایی که بیشترین تاثیرگذاری را در این زمینه داشته‌اند عبارتند از: نرخ رشد اقتصادی، نرخ بهره، هزینه‌های دولت، تراز تجاری و بدهی دولت.

در مطالعه انجام شده در ۱۰۷ کشور درباره متغیرهای تاثیر گذار بر نرخ ارز به بازبودن اقتصاد، استقلال بانک مرکزی و بدهی دولت نیز اشاره شد (واروسکا و کاکل، ۲۰۱۴)^۱. همچنین در برخی مطالعات بیان شده است که فشار بازار ارز به ساختار اقتصادی کشورها و شوک‌های وارد بر اقتصاد نیز وابسته است؛ برای مثال کشورهایی که اقتصاد آنها با تحریم‌های مختلفی روبه‌رو است و نتایج این تحریم‌ها جزئی از ساختار اقتصاد گشته است؛ نسبت به دیگر کشورها از فشار بازار ارز بالاتری برخوردارند (راو، ۲۰۱۳)^۲. همانطور که بیان شد فشار بازار ارز به نوسانات در نرخ ارز و ذخایر ارزی مرتبط است؛ از این رو اگر نرخ ارز یک کشور افزایش یابد یا ذخایر خارجی کاهش یابد و یا هر دو به طور همزمان تغییر کنند، فشار بر بازار ارز افزایش می‌یابد. در مواقع بحرانی، این فشار با برهم زدن ثبات کشور سبب تاثیر منفی بر متغیرهای اقتصادی می‌شود (پارلاکتونا و کارپات، ۲۰۱۸)^۳. درباره عوامل اثر گذار بر فشار بازار مطالعات نشان دادند که عواملی که نرخ ارز را متاثر کند بر فشار بازار ارز هم تاثیر گذار است که در قسمت بعدی به بررسی این عوامل پرداخته می‌شود.

۲-۲. عوامل موثر بر نرخ ارز

در خصوص عوامل موثر بر نرخ ارز، نظریه‌ها و رویکردهای مختلفی مطرح شده است که برخی از آنها عبارتند از: نرخ رشد تولید ناخالص داخلی (تفاوت نرخ رشد درآمد واقعی در داخل و خارج)، برابری قدرت خرید، تفاوت نرخ رشد تورم در داخل نسبت به خارج، تفاوت نرخ بهره واقعی داخلی و خارجی، رشد عرضه پول در داخل در مقایسه با خارج، کسری بودجه دولت، بازدهی بازارهای رقیب و بحران‌های مالی و تحریم‌های اقتصادی، بدهی دولت و هزینه دولت. در ذیل به مرور برخی از این عوامل که در مدل از آنها برده شده است پرداخته خواهد شد.

تأثیر تولید ناخالص داخلی بر نرخ ارز: این موضوع از طریق تفاوت نرخ رشد درآمد واقعی در داخل و خارج بیان می‌شود چنانچه درآمد واقعی در داخل بیشتر از خارج باشد، در این صورت واردات افزایش و صادرات کاهش می‌یابد. با بالا رفتن واردات، تقاضا برای ارز بالا رفته و در نتیجه نرخ ارز افزایش می‌یابد. نکته اینکه در مدل نرخ ارز پول‌گرایان، رابطه درآمد ملی و نرخ ارز معکوس است. یعنی نتیجه‌ای عکس نتیجه فوق‌الذکر. افزایش درآمد ملی نشان‌دهنده افزایش تولید و محصول در یک کشور است که می‌تواند موجب افزایش صادرات گردد، لذا عرضه ارز افزایش یافته و نرخ ارز کاهش می‌یابد که سبب کاهش فشار بر بازار ارز می‌شود (ابوالحسنی هستیانی و همکاران، ۱۴۰۲).

¹ Twarowska&Kakol

² Rao

³ Parlaktuna and Karpat

برابری قدرت خرید: یکی از رهیافت‌ها و نظریه‌های سنتی مهم که از متداول‌ترین و مشهورترین نظریه‌ها در تعیین نرخ ارز تعادلی است، نظریه برابری قدرت خرید است. این نظریه تغییرات نرخ ارز را معلول تغییرات قیمت می‌داند. طبق این نظریه، قیمت کالا در یک کشور باید باقیمت همان کالا در کشورهای دیگر برابر باشد. این نظریه فرض می‌کند که نرخ ارز هر کشور برابر است با نسبت سطح عمومی قیمت‌های داخلی به سطح عمومی قیمت‌های خارجی. طبق این نظریه تفاوت تورم کشور با تورم خارجی باید در نرخ ارز منعکس شود و در میان‌مدت و بلندمدت تا حد قابل‌ملاحظه‌ای این تبعیت نرخ ارز از تفاوت تورم داخل و خارج اتفاق خواهد افتاد. البته به‌خاطر سهم قابل‌ملاحظه کالاهای غیرقابل‌مبادله و وجود اصطکاک‌های مختلف، هیچ‌وقت این امر به طور کامل رخ نمی‌دهد؛ اما رخداد کلیت آن امری اجتناب‌ناپذیر است (ابوالحسنی هستیانی و همکاران، ۱۴۰۲).

هزینه‌های دولت: به‌طورکلی بودجه دولت نیز بر نرخ ارز اثر می‌گذارد. با افزایش هزینه‌های دولت، مقدار واردات افزایش یافته که در نتیجه نرخ ارز را افزایش خواهد داد از این‌رو با افزایش نرخ ارز فشار بر بازار ارز افزایش می‌یابد (ابوالحسنی هستیانی و همکاران، ۱۴۰۲).

ذخایر بانک مرکزی: ذخایر بانک مرکزی دلالت بر توانایی این بانک در دفاع از پول رایج دارد. در براین‌اساس یک افزایش در ذخایر، به تقویت پول داخلی یا کاهش نرخ ارز منجر می‌شود. درحالی‌که کاهش در این ذخایر، پول داخلی را تضعیف می‌کند و نرخ ارز را افزایش می‌دهد (برخورداری و جلیلی ابوالحسنی، ۱۳۹۷).

تحریم‌های اقتصادی: در سال‌های اخیر به علت تحریم‌های اقتصادی که ادبیات و مبانی نظری آن در ادامه مقاله بیان خواهد شد (نرخ ارز در ایران دچار نوسان‌های شدید و جهش‌های عمده شده است. یکی از دلایل این امر، تحریم اقتصادی) مالی و تجاری و تحت‌تأثیر قرارگرفتن کانال‌های ورودی درآمدهای ارزی کشور یعنی درآمدهای نفتی است. تحریم‌ها به کاهش ارزش پول کشور هدف منجر شده و لذا نرخ ارز در کشور هدف را افزایش می‌دهد (امراللهی بیوکی و هژبر کیانی، معمار نژاد، ابطیحی، ۱۴۰۰).

۳-۲. مفهوم تحریم و تاثیر آن بر نرخ ارز

تحریم، در مفهوم خود اعمال محدودیت‌های خاصی است که علیه بعضی کشورها، شرکت‌های خاص و یا اشخاص انجام می‌شود که به‌عنوان پاسخی در برابر هر اقدامی از سمت هدف مورد نظر استفاده می‌شوند. این موانع علاوه‌بر اینکه توسعه اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهد به بقیه بخش‌ها نیز سرایت می‌کند. از آنجا که تحریم‌ها دارای تأثیر نامطلوب بر زندگی افراد یک کشور هستند؛ لذا در اولین گام سیاستمداران برای مقابله با آثار سوء این تحریم‌ها به تغییر استراتژی خود اقدام می‌کنند. در طول دو قرن اخیر حدود ۱۱۰ کشور با تحریم‌ها مواجه شده‌اند (ترکی و مظاهری، ۱۴۰۱).

تحریم اقتصادی دو نوع عمده دارد: تحریم‌های تجاری و تحریم‌های مالی. تحریم‌های تجاری بر روی صادرات و واردات کالای خاص یا کالاهایی به کشور هدف، صورت می‌گیرد. تحریم بانک‌ها و بانک مرکزی از دسته تحریم‌های مالی است. تحریم‌های تجاری از نوع تحریم واردات از کشور هدف، ثروت کشور هدف را از طریق کاهش دریافتی‌های صادراتی کاهش می‌دهد و تحریم واردات از کشور هدف، به‌معنای محدود ساختن صادرات کالاهای خاص (مانند نفت از ایران، عراق و سوریه) یا تمام کالاهای وارداتی از کشور هدف است، با این هدف که توانایی

کشور هدف برای تأمین مالی سیاست‌های مورد نظرش کاهش یابد (ابوالحسنی هستیانی و همکاران، ۱۴۰۲). اما تحریم‌های مالی بیشتر بر گردش مالی کشور مزبور تمرکز دارد (طغیانی و درخشان، ۱۳۹۳). تحریم‌های مالی می‌تواند بازار ارز را متأثر کند؛ به طوری که در جایی که ارزش پول کشور هدف در خطر است؛ ایجاد یک بحران ارزی ممکن است در اثر تحریم‌های مالی با شدت انجام پذیرد؛ به‌ویژه اگر اقتصاد کشور هدف در معرض فروپاشی باشد (طیبی و صادقی، ۱۳۹۶). تحریم ارزی نیز در گروه تحریم‌های مالی جای دارد و شامل، نظارت شدید بر تراکنش‌های مالی، تحریم بانک‌ها و نهادهای مالی، تحریم شبکه انتقال الکترونیکی پیام‌های مالی بین‌بانکی سوئیفت است (ایران‌منش و صالحی و جلایی اسفندآبادی، ۱۴۰۰). از آنجاکه در هنگام تحریم دسترسی کشور به منابع مالی محدود می‌شود و انتقال منابع مالی به‌سختی انجام می‌شود؛ لذا ذخایر ارزی نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند و نرخ ارز افزایش می‌یابد (ابوالحسنی هستیانی و همکاران، ۱۴۰۲).

تأثیر تحریم‌های اقتصادی بر بازار ارز به سه دسته تقسیم می‌شوند: عبارتند از ۱. افزایش نرخ ارز واقعی، ۲. افزایش شکاف بین نرخ ارز رسمی و بازار آزاد و ۳. تشدید نوسانات نرخ ارز. تحریم‌های ارزی باعث می‌شود که فاصله و شکاف بخش اسمی از واقعی بیشتر شود؛ زیرا زمانی که مبادلات ارزی در موعد قرارداد خود انجام نشوند، باید از طریق سازوکارهایی غیر از سوئیفت یا ارزهای دیگر مبادله شوند که احتمال بروز فساد و نیز تأخیر در انجام مبادلات و نیز گران تر شدن مبادلات وجود دارد. شکاف نرخ ارز به تقویت فرآیند رانت جویی در بازار ارز منجر می‌شود و این پدیده می‌تواند نقد ینگی سرگردان را به جای امور تولیدی به سمت سفته‌بازی در بازار ارز و استفاده از رانت چند نرخ بودن ارز سوق دهد. این پدیده خود به افزایش شدید نرخ ارز و ایجاد انتظارات تورمی در این بازار کمک می‌نماید. (ابوالحسنی هستیانی و همکاران، ۱۴۰۲). لذا تحریم‌ها با افزایش نرخ ارز که در اثر ایجاد تحریم‌های اقتصادی صورت می‌گیرد ارزش پول داخلی و در نتیجه قدرت خرید افراد داخل کشور را کاهش می‌دهند. همچنین اگر تحریم‌ها بانک مرکزی کشورها را هدف قرار دهند در این صورت به دلیل عدم دسترسی کامل به منابع ارزی، نه تنها هزینه‌های دولت افزایش می‌یابد، بلکه در عمل بخشی از درآمدهای دولت قابل استفاده نخواهد بود. همچنین تحریم‌ها سبب افزایش نرخ بهره در اقتصاد نیز می‌گردند زیرا در شرایط تحریم دسترسی به منابع مالی و اعتباری محدود می‌شود. دولت‌ها برای تأمین کسری بودجه و کنترل تورم ممکن است م به افزایش نرخ بهره مجبور شوند. این افزایش می‌تواند به دلیل خطرات بیشتر اقتصادی و عدم اطمینان در بازارها باشد (میر احسنی، ۱۳۹۰).

۲-۴. تأثیر تحریم بر نرخ ارز از طریق برابری قدرت خرید

تئوری برابری قدرت خرید نظریه‌ای است که نرخ‌های مبادله بین دو ارز را زمانی در تعادل می‌داند که قدرت خرید آنها در هر دو کشور یکسان باشد. این بدان معناست که نرخ مبادله بین دو کشور می‌باید به نسبت سطح قیمت سبد ثابتی از کالاهای خدمات برابر باشند (سطح قیمت سبد ثابتی از کالا و خدمات اصطلاحاً شاخص قیمت مصرف‌کننده نامیده می‌شود). براین اساس، زمانی که سطح عمومی قیمت داخلی کشوری افزایش می‌یابد، نرخ مبادله پول آن کشور باید به‌منظور مقابله با تورم و برابری قدرت خرید کالاها و خدمات کاهش یابد (میر احسنی، ۱۳۹۰).

برابری قدرت خرید به‌عنوان یکی عوامل مهم و تأثیرگذار در تعیین نرخ ارز نیز به‌شمار می‌رود. با توجه به این رابطه با افزایش قیمت سبد کالاها در داخل کشور برای حفظ قدرت خرید باید نرخ ارز کاهش یابد. طبق مطالعات

برابری قدرت خرید بر نرخ ارز اسمی اثرگذار است و رفتار بلندمدت نرخ ارز واقعی را مشخص نمی‌کند. هنگامی که نظریه برابری قدرت خرید برقرار باشد بدین معناست که سرمایه‌گذاران به طور سیستماتیک نمی‌توانند از تفاوت نرخ‌های ارز برای ایجاد سودهای کلان بهره‌مند شوند. (تیلور و تیلور، ۲۰۰۴). این مکانیسم در شرایطی به کارایی قابل‌قبولی تعیین نرخ ارز می‌رسد که قیمت‌های کالا در دو کشور، واقعی و کیفیت محصولات نیز یکسان باشد و واردات و صادرات فارغ از مشکلات صورت گیرد. از این‌رو نظریه برابری قدرت خرید و آثار آن بر بازار ارزش پول و نرخ ارز با کارایی بازار ارز مرتبط است (میر احسنی، ۱۳۹۰). لذا عواملی مانند تحریم که سبب تغییر در قیمت‌های واردات و در نتیجه تغییر در قدرت خرید می‌شوند می‌توانند بر نرخ ارز اثرگذار باشند. تحریم‌های اقتصادی از طریق کاهش درآمد ارزی و افزایش نرخ ارز اسمی سبب افزایش در نقدینگی سرگردان می‌شوند که بالارفتن تورم و انتظارات تورمی را در اقتصاد سبب شود و فشار بازار ارز افزایش می‌یابد (ابوالحسنی هستیانی و همکاران، ۱۴۰۲). اگرچه این تئوری در تعیین نرخ ارز جایگاه خاصی را به خود اختصاص داده است؛ اما از نقاط ضعفی نیز برخوردار است و مطالعات نشان دادند که برابری قدرت خرید، برابری نرخ بهره پوشش یافته تنها بخشی از معادلات تعیین نرخ ارز را تفسیر می‌کند و به‌روشنی به رابطه رفتار تولیدکننده و مصرف‌کننده توجه نمی‌کند (میر احسنی، ۱۳۹۰).

همچنین براساس تئوری مربوط به برابری نرخ بهره، افزایش در نرخ بهره داخلی، ارزش پول داخلی را براساس نرخ بهره بدون پوشش کاهش می‌دهد که سبب افزایش در نرخ ارز می‌شود؛ لذا می‌توان بیان کرد که در صورت اعمال تحریم با توجه به شرط برابری نرخ بهره اگر افزایش نرخ بهره سبب کاهش ارزش پول داخلی شود در این صورت نرخ ارز افزایش می‌یابد (بهمن و زوداج و بین، ۲۰۱۸).^۱

۲-۵. پیشینه تحقیق

دوست خویی و همکاران در سال ۲۰۲۴ در مطالعه خود به بررسی تاثیر تحریم بر کاهش بیماری هلندی در سال‌های ۱۹۵۹-۲۰۲۰ پرداختند. دو دوره را برای بررسی این موضوع در نظر گرفتند دوره بدون تحریم که در آن رونق درآمدهای نفتی و دوران تحریم که رکود درآمدهای نفتی. نتیجه نشان‌دهنده معکوس شدن اثر بیماری هلندی در دوران تحریم است که به کاهش واقعی ارزش پول ملی و افزایش تولید کالاهای قابل تجارت نسبت به کالاهای غیرقابل تجارت منجر می‌شود. الگوی مشاهده شده نرخ ارز واقعی با پویایی بیماری هلندی مطابقت دارد، طی تحریم‌ها کاهش می‌یابد و در دوره‌های غیر تحریم افزایش می‌یابد. علاوه بر این، بخش قابل تجارت افزایش سهم و تولید واقعی را در مقایسه با بخش غیرقابل تجارت در دوره تحریم نشان داد. در این تحقیق چارچوبی برای بررسی وابستگی کشور به درآمدهای نفتی تعریف شده است.

برگریچ و فرجی دیزجی^۲ در سال ۲۰۲۳ با استفاده رویکرد VAR به بررسی و مقایسه تحریم‌ها در بین کشورهای ایران و روسیه پرداختند. متغیرهای آنها شامل هزینه دولت، تولید ناخالص داخلی و جریان سرمایه و دوره تحریم‌ها است. آنها از طریق رویکرد VAR مدل خود را برآورد کردند نتایج آنها نشان داد محدودیت در اجاره انرژی می‌تواند شرایط سیاسی را در کوتاه‌مدت و بلندمدت بهتر کند. اما تأثیر مفید تحریم‌ها به دلیل تنظیم رفتار اقتصادی و سیاسی باگذشت زمان محدود است.

^۱ Beckmann & Czudaj and Vipin

^۲ Bergeijk and Faraji Dizaji

لودتی و پسران در سال ۲۰۲۳ به بررسی تاثیر تحریم‌ها بر اقتصاد ایران طی سال‌های ۲۰۱۹-۱۹۸۹ پرداختند. با استفاده از رویکرد VAR نتایج آنها نشان داد تحریم‌ها درآمد حاصل از صادرات نفت را کاهش می‌دهند که سبب افزایش در نرخ ارز و در نتیجه در تورم می‌شود. اگرچه نتایج جالب توجهی از تحقیق مذکور حاصل شد اما تخمین‌های انجام شده در این مطالعه تاثیر تحریم را در کوتاه‌مدت و بلندمدت بررسی نکرده است.

همتی و همکاران در سال ۲۰۲۲ به بررسی تاثیر تحریم‌ها بر نرخ ارز موثر واقعی در ایران با استفاده از رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی غیرخطی پرداختند. نتایج آنها نشان داد تحریم در کوتاه باعث کاهش نرخ ارز موثر واقعی می‌شود و در بلندمدت تحریم‌ها نرخ ارز موثر واقعی را افزایش می‌دهند. در این مقاله تاثیر تحریم بر نوسانات نرخ ارز در کوتاه‌مدت و بلندمدت مشخص شد.

گورکیان و خمرج^۱ در سال ۲۰۲۲ به بررسی تاثیر شوک‌های اقتصادی بر فشار بازار ارز در بین کشورهای اروپایی پرداختند. آنها با استفاده از متغیرهای تورم، رشد اقتصادی و بدهی دولت تأثیر شوک دلار را از طریق رویکرد VAR بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که افزایش نرخ ارز مؤثر اسمی می‌تواند فشار بازار را افزایش و رشد اقتصادی را کاهش دهد؛ لذا کاهش رشد اقتصادی فشار بر بازار ارز را افزایش می‌دهد. در این مطالعه هزینه‌های دولت که می‌تواند متأثر از نرخ ارز باشد وارد نشده است.

لامان^۲ در سال ۲۰۲۰ به بررسی مقایسه‌ای تحریم‌های مالی علیه ایران و روسیه پرداخت. او از طریق مقایسه آثار اقتصادی تحریم‌ها بین ایران و روسیه به بررسی اثربخشی این تحریم‌ها می‌پردازد. نتایج نشان داد که تحریم‌های وضع شده برای ایران در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۲ اثر خاصی بر اقتصاد ایران نداشته‌اند؛ در حالی که تحریم‌های شدید در سال ۲۰۱۲ وضعیت اقتصادی را بسیار بدتر کرده‌اند. تحریم‌های اعمال شده بر روسیه در افزایش هزینه سرمایه و خطر سیاسی تجارت ناموفق بوده‌اند. در این تحقیق تاثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت تحریم‌ها بیان نشده است.

دسای و همکاران^۳ (۲۰۱۷) در بررسی خود در باره ۱۳۹ کشور در زمینه تعیین‌کننده‌های فشار بازار به این نتیجه رسیدند که تولید ناخالص داخلی، تراز تجاری، ذخایر ارز خارجی و نرخ ارز می‌توانند نقشی مهم در تعیین فشار بازار ارز داشته باشند.

هجرتی (۲۰۱۴) در مطالعه خود بر روی کشورهای آلمان، اوکراین و روسیه، مجارستان، لهستان و چک در زمینه عوامل موثر بر فشار بازار ارز نتایج خود را به این صورت بیان کرد که بین عملکرد بازار سهام و فشار بازار ارز ارتباط وجود دارد به گونه‌ای که این ارتباط دوطرفه است و تاثیرگذاری هر یک از این دو متغیر می‌تواند بر متغیر دیگر اثرگذار باشد.

در مطالعه انجام شده توسط آیزنمن و بینیکی^۴ (۲۰۱۵) از طریق رویکرد گشتاور تعمیم‌یافته که در میان ۲۸ کشور دارای اقتصاد نوظهور انجام شد؛ نتایج نشان داد که درآمد سرانه، شاخص قیمت مصرف‌کننده، تعادل تجاری می‌تواند بر فشار بازار ارز نقش قابل‌توجهی داشته باشند. به عبارتی مقاله مورد نظر چارچوبی برای بررسی فشار بازار ارز در میان اقتصادهای نوظهور در نظر گرفت.

¹ Evorkyan & Khemraj

² laman

³ Desai, et. al

⁴ Aizenman and Binici

ماندیلاراس و برد^۱ (۲۰۰۸) در مطالعه خود در تعیین عوامل مؤثر بر فشار بازار ارز در میان کشورهای اروپایی از طریق رویکرد حداقل مربعات معمولی از عوامل مهمی مانند رژیم ارزی ثابت، نرخ ارز اسمی، بودجه فدرال، اعتبار داخلی، بدهی کوتاه‌مدت و کل بدهی‌های دولت نام بردند و تأثیر مثبت بدهی دولت بر فشار بازار ارز را تأیید کردند. جهانگیری و همکاران در سال ۱۴۰۳ به بررسی تأثیر تحریم اقتصادی بر رشد اقتصادی ایران پرداختند. در این پژوهش داده‌های اقتصاد ایران برای سال‌های ۱۳۵۸ تا ۱۴۰۰ به‌کار برده شد. تجزیه و تحلیل با روش اقتصادسنجی خودرگرسیون برداری (VAR) انجام شده است. اصلی‌ترین یافته‌های این بررسی آن است که تحریم‌های اقتصادی سازمان ملل اثر منفی بر رشد اقتصادی ایران داشته است. افزون بر این، افزایش هزینه‌های دولت، نرخ بیکاری و تورم بر رشد اقتصادی بلندمدت اثر منفی و افزایش سرمایه‌گذاری و نرخ ارزهای خارجی (به ریال) بر رشد اقتصادی بلندمدت اثر مثبت داشته است. در این تحقیق علاوه بر بررسی نتایج بلندمدت تأثیر تحریم و متغیرهای کلان بر رشد اقتصادی بررسی و مقایسه شده است.

ترکی و مظاهری در سال ۱۴۰۱ به بررسی تأثیر تحریم‌ها بر وضعیت اقتصادی ایران پرداختند. متغیرهای منتخب مورد بررسی در تحقیق، ارز، سرمایه‌گذاری‌های ثابت، شاخص بهای کالاها و خدمات مصرفی، صادرات، واردات، تولید ناخالص داخلی، وام‌های بانکی معوق به بخش خصوصی، پایه پولی و بدهی خارجی کشور است. برای تحلیل بهتر نتایج حاصل از مدل بیزینس - ور استفاده شده است. نتایج نشان داد اثر شوک در متغیر سرمایه‌گذاری‌های ثابت، منفی و کاهشی، و در متغیر شاخص بهای کالاها اثر این شوک مثبت و افزایشی است. اثر شوک در متغیر صادرات منفی و کاهشی و در متغیر خدمات مصرفی، واردات منفی و کاهشی است. اثر شوک در متغیر تولید ناخالص داخلی منفی و کاهشی و در متغیر پایه پولی منفی و مثبت و افزایشی است. اثر شوک در متغیر وام‌های معوق به بخش خصوصی، افزایشی، در متغیر بدهی خارجی کشور، افزایشی و در متغیر شاخص فشار بازار ارز منفی و کاهشی است. برخورداری و جلیلی ابوالحسنی در سال ۱۳۹۷ در مطالعه خود به بررسی عوامل تعیین‌کننده نرخ ارز اسمی با تأکید بر تحریم‌ها در ایران پرداختند. آنها با استفاده از داده‌های طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۹۰ و از طریق الگوی ARDL موضوع خود را بررسی کردند. نتایج مؤید این است که در بازه زمانی مذکور در بلندمدت، نرخ ارز اسمی با رشد مخارج دولت، درآمدهای ناشی خالص صادرات رابطه عکس دارد. با درخ بهره بانکی، تولید ناخالص داخلی، اختلاف تورم داخل با خارج نیز کسری بودجه دولت رابطه مثبت دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد در بازه زمانی مورد مطالعه اعمال تحریم‌های اقتصادی در سال ۱۳۹۰ اثر تعیین‌کننده در افزایش نرخ ارز داشته است. به بیان دیگر، تحریم‌ها در آن دوره، اثر تعیین‌کننده در تغییرات نرخ ارز کشور داشته است.

با توجه به مطالعات ذکر شده در قسمت پیشینه پژوهش هیچ تحقیقی به بررسی تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز انجام نشده است. از طرفی هر یک از مطالعات انجام شده در ایران و در سطح بین‌المللی درباره تأثیر تحریم‌ها تنها به بررسی اثر تحریم بر نرخ ارز پرداخته‌اند و هیچ یک از تحقیقات، تأثیر ذخایر ارزی را که می‌تواند در تعیین نرخ ارز و فشار بر بازار ارز مؤثر باشد در مدل وارد نکرده‌اند و از این رو پژوهش مربوطه این نوآوری را داراست.

¹ Mandilaras, and Bird

۳. روش تحقیق

در این تحقیق از میان عوامل هشداردهنده فشار بازار ارز به بررسی نرخ رشد تولید ناخالص داخلی، نسبت هزینه‌های دولت به تولید ناخالص داخلی، نسبت بدهی دولت به تولید ناخالص داخلی و همچنین دوره تحریم در کشورهای ایران و روسیه پرداخته می‌شود. روش جمع‌آوری داده‌ها به صورت کتابخانه‌ای که از بانک جهانی و بانک مرکزی در طی سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۰۰ استخراج شده است و روش برآورد مدل براساس رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی است. علت انتخاب این دو کشور این است که هر دو در معرض تحریم‌های همه‌جانبه آمریکا قرار دارند و از طرفی هر دو کشور شرکای تجاری یکدیگر هستند و عضو گروه بریکس هستند. دوره تخمین از ۴۷ سال برای ایران تا ۳۱ سال برای روسیه متفاوت است. اما در این پژوهش دوره ۲۴ ساله در نظر گرفته شد دوره تخمین کوتاه‌تر به دلیل گسست اقتصادی و سیاسی فروپاشی اتحاد جماهیر شوروی سوسیالیستی است - بنابراین، به دلایل عملی، سری داده‌ها در روسیه امروزی در سال ۱۹۹۰ شروع می‌شود؛ برای دستیابی به نتایج دقیق‌تر داده‌ها از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ در نظر گرفته شد. همچنین تحریم‌ها در این پژوهش تفکیک نشدند؛ زیرا در دوره‌ای تحریم‌های گازی علیه روسی اعمال نشد؛ اما تحریم‌های نفت و گاز برای ایران وجود داشت؛ زیرا اروپا به گاز روسیه نیاز مبرم داشت از این برای نتایج دقیق‌تر تحریم‌های همه‌جانبه در نظر گرفته شد.

در این پژوهش برای اندازه‌گیری فشار بازار ارز و برآورد مدل مربوطه از الگویی استفاده شده است که آیزمن و بینیکی (۲۰۱۵) در مقاله خود به کار برده‌اند.

$$Emp = \frac{e_t - e_{t-1}}{e_{t-1}} - \frac{IR_t - IR_{t-1}}{IR_{t-1}} \quad (1)$$

e نرخ ارز اسمی و IR ذخایر ارز خارجی است؛ بنابراین فشار بازار ارز مرتبط با تغییرات در ذخایر خارجی و نرخ ارز است.

$$Emp = f(GDP_t, Expense_t, Debt_t, Sanc) \quad (2)$$

Emp : شاخص فشار بازار ارز برای کشور t ام در زمان t است.

(GDP): رشد اقتصادی

(Debt): نسبت بدهی خارجی دولت براساس درصد تولید ناخالص داخلی

(Expense): هزینه‌های دولت براساس درصد تولید ناخالص داخلی

همچنین از آنجا که در دوره‌های مورد بررسی تحریم جهانی در این کشورهای عضو نمونه وجود داشته است؛ لذا متغیر مجازی نشان‌دهنده تحریم با نماد $Sanc$ نیز در مدل وارد شده است.

۳-۱. رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیع

از لحاظ نظری، تحلیل‌های اقتصادی نشان می‌دهد که یک رابطه بلندمدت بین متغیرهای مورد بررسی در اقتصاد وجود دارد. اغلب اوقات، اقتصاددانان ویژگی‌های دینامیکی ذاتی اکثر سری‌های زمانی را در فرایند تحلیل سری‌های زمانی و فرمول‌بندی مدل‌های رگرسیون سنتی نادیده می‌گیرند. همواره فرض می‌شود که سری‌های زمانی زیربنایی ثابت در

اطراف یک‌روند قطعی دارند و همچنین یک رابطه بلندمدت را نشان می‌دهند. (انکورو و اکو، ۲۰۱۶).^۱ پیشرفت‌های اخیر در اقتصادسنجی نشان داده است که اغلب اوقات، اغلب سری‌های زمانی ثابت نیستند، بنابراین ممکن است سری‌های زمانی مختلف ویژگی‌های یکسانی را نمایش ندهند. از این رو، می‌توان برخی از سری‌های زمانی را مشاهده کرد که ویژگی دورشدن از میانگین خود را در طول زمان نشان می‌دهند. سری‌های زمانی که در طول زمان از میانگین خود فاصله می‌گیرند، غیرساکن هستند؛ بنابراین، تخمین کلاسیک متغیرها با این رابطه اغلب استنتاج‌های گمراه‌کننده یا رگرسیون ساختگی می‌دهد (انکورو و اکو، ۲۰۱۶).

برای غلبه بر این مشکل عدم ایستایی و محدودیت‌های قبلی در تأخیر ساختار یک مدل، تحلیل اقتصادسنجی داده‌های سری زمانی به طور فزاینده‌ای به سمت موضوع هم‌انباشتگی حرکت کرده است که یک راه قدرتمند برای تشخیص وجود تعادل حالت پایدار بین متغیرهاست.

در اقتصادسنجی کاربردی، گرنجر^۲ (۱۹۸۱) و انگل و گرنجر (۱۹۸۷)^۳، تکنیک هم‌انباشتگی اتورگرسیو با وقفه توزیعی^۴ یا آزمون کران همگرایی (پسران و شین^۵ ۱۹۹۹ و پسران و همکاران^۶ ۲۰۱۶)، تکنیک‌های ادغام جوسلیوس و یوهانسون (۱۹۹۰)^۷ به راه‌حلی برای تعیین رابطه بلندمدت بین سری‌هایی که مانا نیستند و همچنین پارامترسازی مجدد آنها به مدل تصحیح خطا^۸ تبدیل شده است (انکورو و اکو، ۲۰۱۶). در مدل‌های اتورگرسیو با وقفه توزیعی متغیر وابسته تابعی از مقادیر وقفه‌دار خود است برای متغیرهای توضیحی نیز در همان دوره در زمان t تعدادی وقفه وجود دارد و هنگامی که هم‌انباشتگی بین متغیرها وجود داشته باشد از این رویکرد می‌توان بهره برد (پرسیرن و همکاران، ۲۰۱۶)^۹.

رویکرد اتورگرسیو با وقفه خود توزیعی در سال ۲۰۰۱ توسط پسران ارائه گردید و مزایای آن عبارت‌اند از:

۱. رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی به حجم نمونه حساس نیست، بنابراین برای نمونه‌های کوچک مناسب است. درحالی که برای اعتماد به نتایج رویکرد جوهانسون نمونه‌های بزرگ‌تری مورد نیاز است. ۲. برای استفاده از سایر روش‌های هم‌جمعی درجه هم‌انباشتگی باید یکسان باشد در صورتیکه رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی با درجه هم‌انباشتگی متفاوت (هم‌انباشته از مرتبه‌ی $I(0)$ و $I(1)$) نیز قابل استفاده است. ۳. در رویکرد مذکور امکان در نظر گرفتن وقفه‌های بهینه متفاوت در مراحل مختلف تخمین وجود دارد، درحالی که در سایر رهیافت‌های هم‌انباشتگی این امکان وجود ندارد. ۴. برآوردهای حاصل از این روش به دلیل پرهیز از مشکلاتی همچون خودهمبستگی و درون‌زایی، ناریب و کارا هستند. همچنین این روش، روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیر وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو را به طور همزمان برآورد می‌کند (منتظری شورکچالی، ۱۳۹۸).

با توجه به موارد ذکر شده، برای بررسی رابطه بلندمدت بین متغیرها از رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی در این مطالعه بهره برده شده است. برای استفاده از رویکرد مذکور باید طول وقفه نیز در نظر گرفته شود که بهترین راه،

¹ Nkoro and Uko

² Granger

³ Engle, Granger

⁴ ARDL

⁵ Pesaran and Shin

⁶ Pesaran

⁷ Johansen and Juselius

⁸ ECM

⁹ Persearn

استفاده از معیارهای اطلاعاتی مانند اکایک و شوارتز بیزین است. در هر دو این معیارهای اطلاعاتی مجموع مربعات باقی‌مانده‌ها در نظر گرفته می‌شود و مدلی انتخاب می‌شود که کمترین مقدار آکائیک و شوارتز بیزین را دارد.

۲-۳. رویکرد تصحیح خطا^۱

به منظور بررسی روابط بلندمدت کوتاه‌مدت بین متغیر وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو، می‌توان از روش‌های هم‌جمعی مانند روش انگل - گرنجر و مدل‌های تصحیح خطا استفاده کرد. استفاده از روش انگل - گرنجر دارای محدودیت‌های زیادی است، به طوری که توزیع حدی برآوردگرهای حداقل مربعات غیرنرمال است. همچنین روش مذکور در نمونه‌های کوچک به دلیل در نظر نگرفتن واکنش‌های پویایی کوتاه‌مدت موجود بین متغیرها، اعتبار لازم را ندارد، زیرا برآوردهای ناشی از آن بدون تورش نبوده است. در نتیجه انجام آزمون فرضیه با استفاده از آماره‌های معمول مثل t معتبر نخواهد بود. از این رو برآوردهای روش ARDL به دلیل پرهیز از مشکلاتی همچون خودهمبستگی و درون‌زایی، ناریب و کارا هستند (کریپگانز و اشنایدر، ۲۰۱۸).^۲

به پیروی از پسران و همکاران در سال ۲۰۰۱ بررسی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای معرفی شده در رابطه ۲ با بهره‌گیری از رویکرد ARDL تخمین یک مدل تصحیح خطا برداری شرطی صورت می‌گیرد:

(۳)

$$Empt = C_0 + \sum_1^m \beta \Delta EXP_{t-i} + \sum_1^i \gamma \Delta GDP_{t-i} + \sum_1^i \Delta v Debt_{t-i} + \sum_1^i \xi \Delta Expens_{t-i} + \sum_1^i \tau \Delta Sanc_{t-i} + \alpha_1 EXP_{t-i} + \alpha_2 GDP_{t-i} + \alpha_3 Debt_{t-i} + \alpha_4 expens_{t-i} + \alpha_5 Sanc_{t-i} + \varepsilon_t$$

که در آن Δ اپراتور دیفرانسیل مرتبه اول و مقادیر m, i وقفه بهینه تعیین شده براساس توابع جریمه است.^۳ (تحریم یک متغیر مجازی و نیازی به وقفه دار کردن آن نیست و از این رو وقفه آن در مدل صفر در نظر گرفته شده است)

۱-۲-۳. آزمون باند^۴

آزمون باند اولین گام در رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی برای بررسی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها است (جارجو و انجی، ۲۰۲۳). در آزمون باند، معادله (۷) با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی برآورد و وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها با استفاده از آماره آزمون F یا والد^۵ مورد آزمون قرار گیرد. در این روش دو کرانه بحرانی ارائه شده است؛ کرانه سری بالایی برای سری‌های زمانی (۱) I و کرانه پایینی برای سری‌های زمانی (۰) I . است.

چنانچه مقادیر آماره F محاسبه شده از الگوی تصحیح خطای نامقید برآورد شده در معادله ۴ از مقدار کرانه بالایی بیشتر باشد فرضیه صفر این آزمون مبنی بر نبود رابطه بلندمدت بین متغیرها رد می‌شود؛ چنانچه مقدار F محاسبه شده کمتر از کرانه پایینی باشد، فرضیه صفر رد نمی‌شود و در صورتی که مقدار آماره F درون مقادیر کرانه پایین و بالا واقع شود، بدون اطلاع از درجه هم‌انباشستگی نمی‌توان نتیجه مشخصی را بیان کرد (منتظری شورکچالی، ۱۳۹۷).

¹ ECM

² Kripfganz & Schneider

³ Schwartz-Bayesian Criteria, Hannan, Quinn Criteria, HQC and Akaike Information Criteria, AIC

⁴ Bound Test

⁵ F-statistic or Wald statistic

(۴)

$$Empt = C_0 + \sum_i^m \alpha_1 Exp_{t-i} + \sum_1^{t1} \alpha_2 GDP_{t-i} + \sum_1^{t6} \alpha_3 Debt_{t-i} + \sum_1^{t6} \alpha_4 Expens_{t-i} + \sum_1^{t8} \alpha_5 sanc_{t-i} + \varepsilon_t$$

الگوی تصحیح خطا برای رابطه بلندمدت بالا به صورت زیر است:

(۵)

$$EmPt = C_0 + \sum_1^m \beta EXP_{t-i} + \sum_1^i \gamma \Delta GDP_{t-i} + \sum_1^i \nu Debt_{t-i} + \sum_1^i \xi \Delta Expens_{t-i} + \sum_1^i \tau \Delta Sanc_{t-i} + \sigma ECM_{t-i} + \varepsilon_t$$

در این معادله ضرایب β و γ و... ضرایب کوتاه‌مدت را نشان می‌دهد و متغیر تصحیح خطا نشانگر این است که بعد از وارد شدن یک شوک در کوتاه‌مدت، رابطه بلندمدت با چه سرعتی به سمت رابطه تعادلی خود تعدیل می‌شود.

۳-۲-۲. آزمون ثبات پارامترها

این آزمون بیان می‌کند که آیا ضرایب در یک رگرسیون سری زمانی در طول زمان پایدار هستند یا خیر؟ آمار آزمون از مجموع تجمعی باقیمانده‌ها ساخته می‌شود (همان منبع).

۴. تحلیل یافته‌ها

در این پژوهش با استفاده از داده‌های مربوط به کشورهای ایران و روسیه که از بانک مرکزی و بانک جهانی در طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۳ استخراج گردید به بررسی تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز در این دو کشور پرداخته شد. متغیر مجازی تحریم شامل تحریم‌های همه‌جانبه‌ای است که در طول سال‌ها برای این دو کشور اعمال شده است. کشور روسیه از دوره الحاق کریمه شامل تحریم‌های آمریکا شده است و این تحریم‌ها در سالی شدت یافت که حمله به اوکراین انجام گرفت. کشور ایران نیز از ابتدای سال ۱۳۵۸ درگیر تحریم‌های مختلفی بوده است که البته تا سال ۱۳۷۸ شدت چندانی نداشته‌اند بعد از سال ۱۳۷۸ و شروع برنامه هسته‌ای این تحریم‌ها نیز شکل تازه‌ای به خود گرفت و در سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۷ به دنبال امضای برجام بخشی از تحریم‌ها نیز لغو شد که در این سال‌ها عدد مربوط به تحریم صفر در نظر گرفته شده است. اما در سال‌های اخیر با توجه به شدت تحریم‌ها این عدد در داده‌ها یک در نظر گرفته شده است. ایران تا سال ۲۰۰۵ تحریم‌های جدی را تجربه نکرده است و شدت تحریم‌ها بعد از سال مذکور صورت گرفته است؛ لذا قبل از سال ۲۰۰۵ عدد صفر به تحریم‌ها اختصاص داده شده است.

۴-۱. بررسی ریشه واحد

یکی از شرایطی که رویکرد اتورگسیو با وقفه توزیعی دارد این است که سری هم‌انباشته از مرتبه ۰ یا ۱ باشد؛ لذا برای بررسی این موضوع از طریق آزمون دیکی فولر و وجود ریشه واحد در متغیرهای انتخاب شده بررسی شد. با توجه به نتایج آزمون مربوطه متغیرهای فشار بازار ارز، بدهی خارجی دولت و مخارج دولت دارای ریشه واحد بودند که با تفاضل‌گیری مانا شدند.

شرایط دیگری که برای بهره‌بردن از رویکرد اتورگسیو با وقفه توزیعی وجود دارد عدم نقض فروض کلاسیک است که در این رابطه آزمون فروض کلاسیک نیز انجام شد که براساس نتایج آن هیچ‌یک از فروض کلاسیک رد نگردید.

جدول ۱. آزمون ریشه واحد برای متغیرهای مربوط به کشور روسیه

نام متغیر	P_Value	بعد از تفاضل گیری P_Value	درجه هم‌انباشتگی
بدهی دولت	۲/۶۳	*۴/۶۶	I(۱)
مخارج دولت	-۲/۰۳	*-۵/۰۰۴	I(۱)
فشار بازار ارز	۲/۷۹	*۴/۲۴	I(۱)
رشد اقتصادی	۴/۷۲	-	I(۰)

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲. آزمون ریشه واحد برای متغیرهای مربوط به کشور ایران

نام متغیر	P_Value	بعد از تفاضل گیری P_Value	درجه هم‌انباشتگی
بدهی دولت	-۲/۷۴	*۵/۸۶	I(۱)
هزینه دولت	-۲/۲۰	*-۴/۰۵۴	I(۱)
فشار بازار ارز	۳/۳۴	*۴/۲۴	I(۰)
رشد اقتصادی	۷/۶۵	-	I(۰)

منبع: یافته‌های تحقیق

۲-۴. انتخاب طول وقفه بر اساس معیارهای اطلاعاتی

مدل تصحیح خطای نامقید رابطه هم‌انباشتگی متغیرها را در بلندمدت بررسی می‌کند. اما قبل از برآورد مدل از طریق رویکرد مذکور باید از طریق معیارهای اطلاعاتی طول وقفه در مدل تعیین شود. برای انجام این کار در این تحقیق از معیار اطلاعاتی شوارتز-بیزین استفاده شده است.

جدول ۳. انتخاب طول وقفه بر اساس معیار اطلاعاتی شوارتز - بیزین برای کشور روسیه

طول وقفه	بدهی دولت	نرخ رشد اقتصادی	فشار بازار ارز	هزینه‌های دولت
۰	۸/۴۶	۵/۵۴	-	۵/۵۵
۱				
۲	۳/۷۴			
۳	-	-	۱/۱۸	-

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۴. انتخاب طول وقفه و قفه براساس معیار اطلاعاتی شوارتز - بیزین برای کشور ایران

طول وقفه	بدهی دولت	نرخ رشد اقتصادی	فشار بازار ارز	هزینه‌های دولت
۰	۸/۴۶	۵/۵۸	-	۸/۱۵
۱				
۲	-	-	۱/۰۵	-

منبع: یافته‌های تحقیق

طول وقفه‌ها از جدول ۳ و ۴ حاصل می‌شود که در مدل تصحیح خطا از آن بهره برده شده است تا تاثیر کوتاه‌مدت متغیرهای مستقل را بر متغیر وابسته بیان کند.

۳-۴. آزمون بانده

چنانچه مقادیر آماره F محاسبه شده از الگوی تصحیح خطای نامقید برآورد شده در معادله ۴ که در فصل سوم معرفی شد از مقدار کرانه بالایی بیشتر باشد فرضیه صفر این آزمون مبنی بر نبود رابطه بلندمدت بین متغیرها رد می‌شود؛ چنانچه مقدار F محاسبه شده کمتر از کرانه پایینی باشد، فرضیه صفر رد نمی‌شود و در صورتی که مقدار آماره F درون مقادیر کرانه پایین و بالا واقع شود، بدون اطلاع از درجه هم‌انباشتگی نمی‌توان نتیجه مشخصی را بیان کرد (منتظری شورکچالی، ۱۳۹۷). باتوجه به آماره F حاصل از نتایج آزمون بانده، رابطه بلندمدت بین متغیرها وجود دارد؛ لذا باید علاوه بر بررسی پویایی کوتاه‌مدت، رابطه بلندمدت بین متغیرها برای هر دو کشور نیز بررسی شود.

۴-۴. نتایج بررسی پویایی‌های کوتاه مدت و بلند مدت برای کشور روسیه

نتایج بررسی پویایی‌های کوتاه‌مدت برای کشور روسیه نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت تأثیر تحریم‌های همه‌جانبه بر روی فشار بازار ارز در این کشور اثر منفی دارد. به این معنا که افزایش تحریم‌ها در دوره مذکور می‌تواند فشار بر بازار ارز را کاهش دهد این موضوع می‌تواند به دلیل افزایش در نرخ ارز و کاهش ذخایر ارزی بانک مرکزی صورت گیرد. براساس مطالعات تحریم‌ها سبب سقوط روپل روسیه شد و سبب ایجاد بحران مالی در روسیه گردید؛ اما روسیه توانست از دیگر بخش‌ها این تحریم‌ها جبران کند. دلیل دیگر نیز کشش تقاضای مصرف‌کنندگان کالاهای روسیه است که در کوتاه‌مدت امکان جایگزینی برای بازار کالاهای روسی وجود ندارد؛ لذا تحریم‌ها معمولاً در کوتاه‌مدت نمی‌تواند تعیین‌کننده افزایش فشار بازار ارز در روسیه باشد. اما در دوره بلندمدت نتایج تخمین تصحیح خطا حاکی از عدم معناداری ضریب منفی تحریم‌ها برای کشور روسیه است که می‌توان این‌طور بیان کرد که در بلندمدت نیز علی‌رغم آگاهی فعالان اقتصادی از شرایط اقتصاد، تحریم‌ها همچنان می‌تواند سبب آسیب بر اقتصاد روسیه گردد. این نتیجه منطبق با نتیجه مطالعه‌ای است که برگریچ و فرجی دیزجی در سال ۲۰۲۳ با بررسی تأثیر تحریم‌ها بر ایران و روسیه به آن دست یافتند که تحریم‌ها برای هر دو کشور در کوتاه‌مدت می‌تواند بر اقتصاد اثرگذار باشد. اثر همچنین رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت اثر مثبت و معناداری بر فشار بازار ارز دارد؛ زیرا به دلیل وجود تحریم‌های اعمال شده علی‌رغم افزایش تولید و افزایش در رشد اقتصادی، کشور روسیه در دوره‌هایی که با تحریم مواجه است نتوانسته است صادرات

خود را برخلاف افزایش در رشد اقتصادی، بالا ببرد و یا اینکه افزایش در تولید و افزایش درآمدهای ارزی ناشی از صادرات صرف واردات کالاهای مصرفی گشته است؛ لذا این امر منتهی به افزایش نرخ ارز شده است. از این رو با افزایش یک درصد در رشد اقتصادی فشار بازار ارز به میزان ۰/۶۴ درصد کاهش می‌یابد. این در راستای نتیجه‌ای است که گورکیان و خمرج در بررسی ارتباط بین رشد اقتصادی و فشار بازار در کشورهای اروپایی به آن دست یافتند. همچنین مخارج دولت نیز دارای اثر مثبت و معنادار بر فشار بازار ارز است. همزمان با افزایش مخارج دولت در همه زمینه‌ها در صورتی که افزایش در ذخایر ارزی صورت نگیرد؛ افزایش در چاپ پول می‌تواند برای پاسخگویی به انجام هزینه‌ها سبب افزایش نرخ ارز و کاهش ذخایر و در نتیجه افزایش فشار بر بازار ارز می‌شود. با افزایش یک درصد در مخارج دولت فشار بازار ارز به میزان ۰/۲۲ درصد افزایش می‌یابد. این نتیجه در راستای مطالعه‌ای است که آیزمن و بینیکی در سال ۲۰۱۵ در بررسی و مقایسه فشار بازار ارز بین کشورهای توسعه‌یافته و اقتصادهای نوظهور انجام دادند. تأثیر بدهی دولت بر فشار بازار ارز منفی و بی‌معناست؛ اما مطالعه ماندیلاراس و برد تأثیر مثبت این متغیر بر فشار بازار ارز را در کشورهای اروپایی تأیید کرد. نتایج مربوطه در جدول ۵ دیده شده است.

جدول ۵. پویایی‌های کوتاه‌مدت و تخمین ضرایب بلندمدت تحریم‌ها بر فشار بازار ارز در روسیه

ضرایب بلندمدت برای کشور روسیه			پویایی‌های کوتاه‌مدت برای کشور روسیه		
P-value	ضرایب	متغیر	P-value	ضرایب	متغیر
-	-	-	۰/۱۷	۰/۰۸	فشار بازار ارز در دوره قبل
۰/۲۴۳	۰/۱۰	رشد اقتصادی	۰/۰۱۰	۰/۶۴	رشد اقتصادی
۰/۷۴	-۰/۰۱۶	بدهی دولت	۰/۷۶	-۰/۰۰۹	بدهی دولت
۰/۲۴	۰/۰۳۸	هزینه دولت	۰/۰۰۷	۰/۰۲۲	هزینه دولت
۰/۳۳	-۰/۴۶	تحریم	۱/۰۷	-۰/۲۷	تحریم

منبع: یافته‌های تحقیق

۴-۵. نتایج بررسی پویایی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت برای کشور ایران

نتایج پویایی‌های کوتاه‌مدت برای اقتصاد ایران حاکی از این است که ضریب تحریم‌ها منفی و معنادار است دلیل منفی بودن تحریم‌ها در کوتاه‌مدت می‌تواند به کشش تقاضای مصرف‌کننده مرتبط باشد؛ زیرا هنگام اعمال تحریم‌ها مدت زمانی طول می‌کشد تا تقاضاکنندگان بازارهای دیگری را جایگزین تولیدات ایرانی نمایند؛ از این رو در کوتاه‌مدت علی‌رغم وجود تحریم‌ها فشار بازار ارز کاهش می‌یابد. این نتیجه در راستای نتیجه‌ای است که برگریچ و فرجی دیزجی در مطالعه خود در سال ۲۰۲۳ و ترکی و مظاهری در سال ۱۴۰۱ به آن دست یافتند. رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت برای اقتصاد ایران تأثیر منفی دارد با افزایش یک درصد در رشد اقتصادی فشار بازار ارز در کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب دو صدم درصد و سه صدم درصد کاهش می‌یابد که این در راستای نتیجه دسای و همکاران در سال ۲۰۱۷ است. همچنین مخارج دولت نیز اثر منفی و معنادار بر فشار بازار ارز دارد به طوری که با

^۱ معناداری در سطح ده درصد

افزایش در مخارج دولت در کوتاه‌مدت و بلندمدت فشار بازار ارز به ترتیب سه هزارم درصد و چهارهزارم درصد کاهش می‌یابد؛ اگرچه این تأثیر منفی ضریب بسیار کوچکی را به خود اختصاص داده است؛ اما دلیل این ارتباط منفی می‌تواند به اقدام دولت در واردات مواد اولیه برای تولید مرتبط باشد که سبب افزایش در تولید ناخالص داخلی و رشد اقتصادی می‌شود و در نهایت به افزایش در ذخایر ارزی منتهی می‌شود که فشار بر بازار ارز را کاهش می‌دهد. این نتیجه در راستای نتیجه مطالعه برخورداری و جلیلی ابوالحسنی در سال ۱۳۹۷ برای بررسی تأثیر تحریم‌ها بر نرخ ارز در اقتصاد ایران است. تأثیر بدهی دولت بر فشار بازار ارز در ایران در کوتاه‌مدت و بلندمدت بی‌معناست این در حالی است مطالعه ماندیلاراس و برد در سال تأثیر مثبت این متغیر بر فشار بازار ارز را در کشورهای اروپایی تأیید کرد و مطالعه جهانگیری و همکاران در سال ۱۴۰۱ اثر مثبت بدهی را بر اقتصاد ایران تأیید کرد. همچنین نتایج تخمین مدل نشان داد که اثر منفی تحریم‌ها در بلندمدت معنادار نیست؛ لذا نمی‌توان به‌طور قطع بر بی‌اثر بودن تحریم‌ها برخلاف آنچه که مسئولان عقیده دارند تأکید داشت که نتایج کوتاه‌مدت و بلندمدت به ترتیب در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۶. ضرایب پویایی‌های کوتاه مدت و بلند مدت برای تأثیر تحریم بر فشار بازار ارز در ایران

ضرایب بلندمدت برای ایران			پویایی‌های کوتاه‌مدت برای ایران		
P-value	ضرایب	متغیر	P-value	ضرایب	متغیر
-	-	-	۰/۵۷	۰/۰۴۴	فشار بازار ارز در دوره قبل
۰/۰۰۰	-۰/۰۳۱	رشد اقتصادی	۰/۰۱۰	-۰/۰۲	رشد اقتصادی
۰/۱۱۰	-۰/۰۰۳	بدهی دولت	۰/۱۱	-۰/۰۰۲	بدهی دولت
۰/۰۰۰	-۰/۰۰۴	هزینه دولت	۰/۰۰۰	-۰/۰۰۳	هزینه دولت
۰/۱۳	-۰/۱۳۸	تحریم	۰/۰۱	-۰/۲۸	تحریم

منبع: یافته‌های تحقیق

در مقایسه بین دو مدل برآورد شده برای اقتصاد ایران و روسیه در مورد تأثیرگذاری تحریم‌ها بر فشار بازار نتایج بیانگر این است که در هر دو کشور تحریم‌ها در کوتاه‌مدت اثر منفی و معنادار و در بلندمدت تأثیر منفی و بی‌معنا دارد؛ اما شدت تأثیرگذاری تحریم بر فشار بازار ارز در اقتصاد ایران بیشتر از اقتصاد روسیه است. دلیل این موضوع این است که روسیه اگرچه توانسته این تحریم‌ها را دور بزند؛ از این رو تا حدی خود را از این معضل نجات داده است؛ اما تخفیفاتی که ایران برای صادرات محصولات خود به‌ویژه محصولات نفتی در نظر گرفته است سبب ورود ارز به داخل کشور گشته و در نتیجه باعث کاهش فشار بازار ارز ولو در کوتاه‌مدت گشته است و همچنین دلیل دیگر این است شرکای تجاری ایران در کوتاه‌مدت امکان جایگزینی دیگر کشورها به جای ایران را ندارند؛ زیرا به دلیل زمان‌بر بودن این شرایط تأثیر منفی تحریم‌ها بر فشار بازار ارز نسبت به تأثیر تحریم‌های روسیه کمتر است. همچنین نتایج آزمون ثبات پارامترها برای هر دو کشور حاکی از پایداری ضرایب رگرسیونی در طول زمان است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مقاله به بررسی تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز در کشورهای ایران و روسیه طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۲۳ پرداخته شده است. داده‌ها از بانک مرکزی و بانک جهانی استخراج شده است. در این تحقیق دو مدل جدا برای ایران و روسیه طراحی شده است و در هر یک تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز از طریق رویکرد اتورگرسیو با وقفه توزیعی در ایران و کشور روسیه بررسی می‌گردد. در این مقاله با توجه رویکرد مذکور به سوالات زیر پاسخ داده شد.

۱. عوامل موثر بر فشار بازار ارز کدامند؟

۲. آیا تحریم‌ها بر فشار بازار در ایران نسبت به روسیه تأثیر بیشتری دارند؟

نتایج تخمین مدل اتورگرسیو با وقفه توزیعی برای کشور روسیه نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت تأثیر تحریم‌های همه‌جانبه بر روی فشار بازار ارز در این کشور اثر منفی دارد. به این معنا که افزایش تحریم‌ها در دوره مذکور می‌تواند فشار بر بازار ارز را کاهش دهد. اما در دوره بلندمدت نتایج تخمین تصحیح خطا حاکی از عدم معناداری ضریب منفی تحریم‌ها برای کشور روسیه است. اثر منفی تحریم‌ها در روسیه بر فشار بازار ارز را می‌توان چنین بیان کرد که این کشور برخلاف ایران آمادگی زیادی برای اعمال تحریم‌ها داشته است و از طرفی چون شوروی سابق اقتصاد تقریباً بسته‌ای را داشت؛ لذا روسیه نیز از این فرصت برای رسیدن به خودکفایی استفاده کرد که سبب تأثیر کاهشی تحریم‌ها بر فشار بازار ارز گردید. از طرفی ابزارهای در اختیار روسیه برای دورزدن تحریم‌ها و بستن دست تحریم‌کنندگان یا مقابله با تحریم‌کنندگان نظیر قدرت نظامی، نفوذ سیاسی در عرصه بین‌المللی، وابستگی شدید اروپا به گاز و نفت روسیه، وابستگی قابل‌ملاحظه جهان به محصولات کشاورزی این کشور و... بسیار فراتر از ایران است. این موضوع مهم، هم توان روسیه را برای مقابله یا مقاومت در برابر تحریم افزایش داده و هم اقدام‌های طرف‌های مقابل را دچار محدودیت کرده است. اگرچه شوک‌های تحریمی تأثیر خود را به تدریج بر جای گذاشت به طوری که در بلندمدت این شوک‌ها سبب بی‌معنا شدن تأثیر تحریم‌ها بر روسیه گردید. همچنین رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت اثر مثبت و معناداری بر فشار بازار ارز دارد. همچنین مخارج دولت نیز دارای اثر مثبت و معنی‌دار بر فشار بازار ارز است. این نتیجه نشان می‌دهد اگر افزایش در تولید صرف واردات کالاها شود در نتیجه افزایش در رشد اقتصادی به افزایش فشار بازار ارز منتهی می‌گردد. نتایج پویایی‌های کوتاه‌مدت برای اقتصاد ایران حاکی از این است که ضریب تحریم‌ها منفی و معنادار است؛ اما در بلندمدت این اثر منفی بی‌معناست. رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت برای اقتصاد ایران تأثیر منفی و مخارج دولت نیز اثر منفی و معنادار بر فشار بازار ارز دارد؛ لذا از طریق افزایش در رشد اقتصادی می‌توان به افزایش در درآمدهای ارزی دست‌یافت و ذخایر ارزی را افزایش داد و در نتیجه فشار بر بازار ارز را کاهش داد. در مقایسه بین دو مدل برآورد شده برای اقتصاد ایران و روسیه در مورد تأثیرگذاری تحریم‌ها بر فشار بازار نتایج بیانگر این است که در هر دو کشور تحریم‌ها در کوتاه‌مدت اثر منفی و معنادار و در بلندمدت تأثیر منفی و بی‌معنا دارد در کوتاه‌مدت دلیل اثر منفی تأثیر تحریم‌ها می‌تواند به این علت باشد که کشورهای مذکور می‌توانند در دوره زمانی کوتاه‌مدت از طریق افزایش رشد اقتصادی فشار بازار را کاهش دهند. دلیل این موضوع این است که شرکای تجاری ایران و روسیه برای جایگزینی دیگر کشورها نیاز به زمان دارند و از این رو در کوتاه‌مدت تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز منفی است. از طرفی با توجه به نتایج تحقیق می‌توان نشان داد که شدت تأثیرگذاری تحریم بر فشار بازار ارز در اقتصاد ایران بیشتر از اقتصاد روسیه است اگرچه تفاوت این تأثیر بسیار ناچیز است. علت این موضوع به مواردی از جمله تخفیفات نفتی



که ایران برای شرکای خود در نظر می‌گیرد بستگی دارد که سبب می‌شود تا حد امکان تأثیر تحریم‌ها بر فشار بازار ارز کاسته شود و با افزایش درآمد ارزی و در نتیجه بالارفتن ذخایر ارزی فشار بر بازار ارز نیز کاهش یابد. در پایان پیشنهادها به صورت زیر ارائه می‌شود:

کشورهای تحریم‌کننده به خوبی از نقاط قوت و ضعف کشورهای تحریم‌شونده اطلاع دارند و براساس همین نقاط ضعف، تحریم‌ها را طراحی می‌کنند. با توجه به نتایج تحقیق از آنجا تأثیر رشد اقتصادی در کوتاه‌مدت بر فشار بازار ارز منفی است؛ لذا به سیاستگذاران پیشنهاد می‌شود که از طریق روش‌هایی مانند جذب سرمایه و حمایت از تولید داخلی تأثیر تحریم‌ها را بر نرخ ارز و ذخایر ارزی کاهش دهند و از تأثیرات منفی آنها بکاهند. همچنین در دوره کوتاه‌مدت و بلندمدت هزینه‌های دولت اثر منفی بر فشار بازار ارز دارد؛ لذا اگر دولت مخارج خود را صرف ایجاد و بهبود زیر ساخت‌های کشور کند و همچنین برنامه‌های رفاهی در جهتی انجام شود که افزایش تقاضا و بهبود وضعیت اقتصادی را به دنبال داشته باشد در این صورت با افزایش تولید ناخالص داخلی (که در هر دو دوره بلندمدت و کوتاه‌مدت تأثیر منفی بر بازار ارز دارد) سبب کاهش فشار بازار ارز می‌شود و همچنین از طریق کاهش وابستگی به واردات کالا و مواد اولیه، تأثیر تحریم‌ها بر نرخ ارز کاهش می‌یابد که سبب کاهش فشار بازار ارز نیز می‌گردد.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

از نظرات داوران ناشناس که به بهبود کیفیت مقاله کمک کردند، سپاسگزاریم.

ORCID

Maryam Mazhary Ava

 <https://orcid.org/0000-0002-6889-5766>

Mohamma Hassan Fotos

 <https://orcid.org/0000-0001-6859-5854>

منابع

- ابوالحسنی هستیانی، اصغر، علمی مقدم، مصطفی، منصوری، نسرين و امینی میلانی، مینو (۱۴۰۲). بررسی تأثیر تحریم‌های مالی و تجاری بر نرخ ارز در ایران (رهیافت فازی). *اقتصاد مالی*، ۱۷(۲)، ۹۴-۴۹. doi: 10.30495/FED.2023.702185
- امراللهی بیوکی، الهام؛ هژبر کیانی، کامبیز و معمار نژاد، عباس و ابطحی، سید یحیی (۱۴۰۰). اثرات وابسته به وضعیت رشد نقدینگی بر نوسانات نرخ ارز در اقتصاد ایران. *نشریه علمی سیاست‌گذاری اقتصادی*، ۱۳(۲۵)، ۲۸۰-۲۴۱.
- ایران‌منش، سعید، صالحی، نورالله و جلایی اسفندآبادی، سید عبدالمجید (۱۴۰۰). رتبه بندی تحریم‌های اقتصادی علیه جمهوری اسلامی ایران با استفاده از نظر منتخبی از فعالان و دانش‌آموختگان اقتصاد بین‌الملل. *مجلس و راهبرد*، ۲۸(۱۰۸)، ۲۵۷-۲۹۶.
- باغجری، محمود، حسینی‌نسب، ابراهیم و نجارزاده، رضا (۱۳۹۳). بررسی فشار بازار ارز و اندازه‌گیری درجه دخالت دولت در این بازار با استفاده از روش همجعی: مورد مطالعه ایران. *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، ۳۱(۹)، ۱۰۲-۸۳.
- برخوردار، سجاد، و جلیلی بوالحسنی، حسین. (۱۳۹۷). عوامل تعیین‌کننده نرخ ارز در ایران با تأکید بر نقش تحریم‌های اقتصادی. *مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، ۷(۲۸)، ۹۵-۳۵. doi: 10.22084/aes.2018.16639.2670
- ترکی، لیلا و مظاهری، باران (۱۴۰۱). تأثیرات اقتصادی تحریم‌های مالی بر اقتصاد ایران. *فصلنامه علمی، پژوهش‌های اقتصادی*، ۲۲(۴)، ۶۹-۹۸.
- جهانگیری، حسن، عزتی، مرتضی، فرزین، محمدرضا، امامی، کریم و معمار نژاد، عباس (۱۴۰۳). برآورد اثر تحریم‌های اقتصادی در چارچوب متغیرهای کلان اقتصادی بر رشد اقتصادی ایران، *مدلسازی اقتصادی*، ۱۸(۶۶)، ۱۲۰-۱۰۰.
- طیبی، کامیل و صادقی، عبدالرسول (۱۳۹۶). اثر تحریم‌های بین‌المللی و سایر عوامل تأثیرگذار بر نرخ ارز در ایران. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۲(۳)، ۶۶۶-۶۴۱. doi: 10.22059/JTE.2017.63308
- منتظری شورکچالی، جلال (۱۳۹۷). عوامل تعیین‌کننده اندازه بدهی دولت در اقتصاد ایران: شواهد جدید از الگوی خود توضیح با وقفه (ARDL)، *بررسی مسائل اقتصاد ایران*، ۵(۲)، ۱۲۴-۱۰۵.
- میر احسنی، منیره‌سادات (۱۳۹۰). موارد استفاده از نرخ برابری قدرت خرید و تفاوت آن با نرخ ارز بازار. *بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۱(۹ و ۱۰)، ۲۱۶-۲۰۳.
- Abolhasani hastiani, A., Elmimoghdam, M., MANSOURI, N., & Amini Milani, M. (2023). Investigating the impact of financial and trade sanctions on the exchange rate in Iran (Fuzzy Approach). *Journal of Financial Economics*, 17(2), 49-94. <https://sid.ir/paper/1055193/en> (in Persian)
- Aizenman, J., Binici, M. (2015). Exchange market pressure in OECD and emerging economies: domestic vs. external factors and capital flows in the old and new normal. *National Bureau of Economic Research*, 66(C), 65-78.
- Amrollahi Bioki, E., Hojabr kiani, k., memarnejad, A., & Abtahi, Seyed Yahya. (2021). State-dependent effects of liquidity growth on exchange rate volatility in Iran's economy. *Journal of Economic Research*, 13(25), 241-280. <https://sid.ir/paper/957888/en> (in Persian)
- Baghjari, M, Hoseini nasab, E., & Najarzadeh, R. (2016). Evaluation of exchange market pressure and degree of government intervention by Co-integration technique: case study of Iran. *Economic Modeling*, 31(9), 83-102. (in Persian)
- Barkhordari, S., & Jalili, H. (2018). Determinant factors of exchange rate in Iran with focus on economic sanctions. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 7(28), 35-58. doi: 10.22084/aes.2018.16639.267 (in Persian)

- Beckmann, R., Czudaj, S., and Vipin, R. (2018). The relationship between oil prices and exchange rates: revisiting theory and evidence. *Energy Economics*, 88(2), 1-38.
- Bergeijk, P. & Faraji Dizaji, S. (2023). Comparing the sanctions against Russia and Iran: VAR modelling of the political-economic impact of sanctions. *International Institute of Social Studies, Working Paper*, 1-21.
- Desai, M., Patnaik, L., Felman, J., & Shah, A. (2017). Across country exchange market pressure (EMP) dataset. *Elsevier*, 12(2), 652-655. doi: 10.1016/j.dib.2017.04.059
- Doostkouei, S. G., Mousavi, M. H., & Karimi, M. S. (2024). Do oil sanctions reduce Dutch disease phenomenon? A quasi-experimental approach evidence from Iran. *International Economics and Economic Policy*, 21(2), 385-410.
- Ezati, M., & Salmani, Y. (2015). The impacts of economic sanctions on Iran's economic growth. *basij strategic research quarterly*, 18(67), 69-101. <https://sid.ir/paper/267341/en> (in Persian)
- Hegerty, S. W. (2014). Exchange market pressure and stock-price spillovers in emerging markets. *Applied Economics Quarterly*, 60(1), 41-74.
- Hegerty, S. W. (2010). Exchange-market pressure and currency crises in Latin America: Empirical tests of their macroeconomic determinants. *Economics Bulletin, AccessEcon*, 30(3), 2210-2219.
- Iranmanesh, S., Salehi, N., & Jalaei Isfand-Abadi, S. M. (2021). Ranking the economic sanctions against the Islamic Republic of Iran using selected Opinions from activists and the graduates of international economics. *Majlis and Rahbord*, 28(108), 257-296. doi: 10.22034/mr.2021.4110.4099 (in Persian)
- Klaassen, F., & Mavromatis, K. (2016). Interest rate rules, exchange Market Pressure, and Successful Exchange Rate Management. *Tinbergen Institute Discussion Paper*, 1-41
- Laudati, D., & Pesaran, M. H. (2023). Identifying the effects of sanctions on the Iranian economy using newspaper coverage. *Journal of Applied Econometrics*, 38(3), 271-294. DOI:10.1002/jae.2947
- Mandilaras, A., & Bird, G. (2008). Foreign exchange pressures in Latin America: Does debt matter? *Journal of International Development*, 20(2), 613-627.
- Montazeri, J. (2019). The Determinants of government debt size in Iran's economy: new evidence from an ARDL approach. *Journal of Iranian Economic Issues*, 5(2), 105-124. (in Persian)
- Nkoro, E., & Uko, A. K. (2016). Autoregressive distributed lag (ARDL) cointegration technique: application and interpretation. *Journal of Statistical and Econometric Methods*, 5 (4), 63-91.
- Oruc, E. (2019). Weymark modeli döviz piyasası baskısı endeksi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 53, 261-284.
- Ozek, Y., & Ergür, H. O. (2022). The causality test on exchange market pressure on output in Turkey. *fiscaeconomia*, 6(2), 884-894. Doi: 10.25295/fsecon.1073333
- Parlaktuna, İ. & Karpat, G. (2018). Döviz piyasası baskısı ve para politikası: dönemi uygulaması. *Bankacılar Dergisi*, 107(3), 3-19.
- Pesaran, M., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326
- Rao, N. (2013). Reconsidering exchange market pressure index in Pakistan. *SBP Research Bulletin*, 9(1), 102-112.
- Tayebi, Seyed Komail, & Sadeghi, Abdolrasoul. (2017). The impacts of international sanctions and other factors affecting exchange rate in Iran. *tahghighat-e-eghtesadi*, 52(3), 641-661.
- Taylor, A. M. & Taylor, M. P. (2004). The purchasing power parity debate. *Journal of Economic Perspectives*, 18(4), 135-158.
- Torki, L., Mazaheri, B. (2022). Economic Impact of financial sanctions on Iran's economy. *QJER*, 22(4), 69-98. (in Persian)

Original Article

Effect of changes in contribution rates on the financial sustainability of the Social Security Organization and macroeconomic variables in a DSGE model

Ali Souri^{ID*}, Homa Esfahanian^{ID**}, Mohammad Hosein Mardi^{ID+}<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1196168>Received:
19/11/2024Accepted:
11/01/2025**Keywords:**Public Pension Funds,
Financial Sustainability,
Actuarial Calculations,
DSGE Model,
Contribution Rate**JEL Classification:**

H, 55G, 22R13

Abstract

The Civil Service Pension Fund and the Armed Forces Pension Fund rely on government budgets for more than 85% of their funding. In contrast, the Social Security Organization (SSO) is the only major pension fund in the country with the lowest share of government support, highlighting the need for careful attention to its revenues and expenditures. One of the most pressing issues facing the country today is the financial instability of pension funds, manifesting as a resource deficit relative to expenditures. Without timely solutions, this problem could have a significant impact on the overall economy. This study aims to address this issue by first using actuarial models to assess how changes in parameters, such as the contribution rate, affect the financial sustainability of pension funds. Subsequently, the financial sustainability of the Social Security Organization is evaluated within a dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) framework, and the outputs of these two approaches are compared. The results reveal that following a change in the contribution rate and the introduction of shocks, the actuarial model indicates an improvement in the financial sustainability of the SSO due to increased resources. However, the DSGE model presents different findings. It shows that the fund's resources did not grow substantially because the higher contribution rate and the associated shock disrupted the labor market, leading to negligible changes in the fund's assets. Moreover, due to the equilibrium maintained across various economic sectors, the fund's liabilities increased. This is attributed to contributors paying higher premiums now expecting higher pensions in return, thereby worsening the fund's sustainability challenges.

* Associate Professor, Department of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran (Corresponding Author), alisouri@ut.ac.ir

** Assistant Professor, Department of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran, esfahanian.homa@ut.ac.ir
+ PhD Candidate in Economics (Econometrics/Finance), University of Tehran, Tehran, Iran, mhmardi71@gmail.com

How to Cite: Souri, A., Esfahanian, H., MARDi, M.H.(2024). Effect of changes in contribution rates on the financial sustainability of the Social Security Organization and macroeconomic variables in a DSGE model *Economic Modeling*. 18 (67): 111-136.



1. Literature Review

The literature review in this study aims to examine the financial sustainability of pension funds and the impact of macroeconomic variables on their performance. Financial sustainability is defined as the ability of a financial system to initiate, grow, and maintain operations over the long term. Research findings indicate that pension funds can only ensure financial sustainability if they remain resilient to economic shocks.

Studies further reveal that pension funds not only respond to macroeconomic factors but also actively contribute to economic dynamics. The key economic impacts include: 1) Labor Market: Pension funds are influenced by changes in labor supply and demand, wages, and participation rates. 2) Capital Market and Firms: By investing in financial assets such as bonds and stocks, pension funds simultaneously affect and are influenced by the capital market. 3) Economic Growth: The rate of economic growth is a critical determinant in improving or worsening the financial condition of pension funds. 4) Demographic Changes: Population aging represents one of the most significant challenges for pension systems. 5) Government: When pension funds face financial instability, they tend to develop high dependency on government budgets for their survival.

2. Methodology

The research employs a descriptive-applied methodology utilizing a Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model. This model is designed to analyze the impact of macroeconomic variables on the financial sustainability of pension funds. The statistical population of the study is confined to Iran, with the Social Security Organization of Iran as the sample under examination. The data used in this research spans the years 2016 to 2021 (1395 to 1400 in the Iranian calendar).

The research framework draws upon the models proposed by Kastelein and Romp (2020) and Frankovic et al. (2020), with specific adjustments to reflect the conditions of Iran's economy. Additionally, components related to job-seeking individuals are integrated into the analysis based on two previous studies and the Iranian labor laws, as incorporated by the researcher. The DSGE model used in this study comprises six core components: 1) Households (employed, job seekers, and retirees), 2) Firms, 3) Pension Fund, 4) Labor Market, 5) Government, and 6) Central Bank.

3. Analysis and discussion

The analysis and discussion emphasize that parametric reforms, such as increasing contribution rates, are insufficient to resolve the financial sustainability challenges faced by pension funds. Without structural and systemic reforms, these funds will likely encounter financial instability, exacerbating their inability to fulfill financial obligations in the future.

While raising contribution rates temporarily boosts fund resources, the resulting disruptions in the labor market and the emergence of new liabilities driven by retirees' heightened expectations make this increase unsustainable in the long run. Findings from

the DSGE model reveal that such measures may negatively impact other sectors of the economy and further escalate the debt burden of pension funds.

4. Results

he findings of this study indicate that raising the contribution rate has a positive effect on the fund's resources; however, this impact is evaluated differently within the framework of the Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model. Actuarial calculations suggest that increasing the contribution rate enhances the fund's resources. Nonetheless, the DSGE model reveals that higher contribution rates lead to increased liabilities due to retirees' elevated expectations, thereby exacerbating financial challenges and further destabilizing the financial sustainability of the Social Security Organization.

These results underline the necessity of comprehensive and fundamental reforms, as the absence of such measures will likely result in a more critical financial state for pension funds in the long term.

Funding

There is no funding support.

Declaration of Competing Interest

The author has no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

Acknowledgments

In the final section, I would like to express my heartfelt gratitude to my family, especially my mother and my spouse, for their patience throughout this journey. I also extend my deepest thanks to Dr. Soori and Dr. Esfahanian for the considerable time and effort they dedicated to the completion of this research. I pray to Almighty God for their health and continued success.

اثر تغییر نرخ حق بیمه بر پایداری مالی سازمان تأمین اجتماعی و متغیرهای کلان اقتصادی در یک مدل DSGE^۱

علی سوری*، هما اصفهانیان**، محمدحسین مردی⁺

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1196168>

چکیده

صندوق کشوری و صندوق نیروهای مسلح بیش از ۸۵ درصد وابستگی به بودجه کشور دارند لذا سازمان تأمین اجتماعی تنها صندوقی در میان صندوق های بزرگ کشور است که کمترین سهم دریافتی را از دولت داشته و به همین سبب نیاز به توجه به منابع و مصارف صندوق احساس می شود. از طرفی امروزه یکی از چالش برانگیزترین مسائل کشور، مشکلات مالی صندوق های بازنشستگی است که به صورت کسری منابع نسبت به مصارف خود را نشان داده است. لذا اگر برای آن راه حلی در نظر گرفته نشود می تواند کل اقتصاد را متأثر سازد. در پژوهش حال حاضر نیز تلاش خواهد شد که در ابتدا با استفاده از مدل های محاسبات اکچوئریال به این مسئله پاسخ داده شود که پایداری مالی صندوق های بازنشستگی با توجه به تغییر پارامتری مانند نرخ حق بیمه چه تغییری خواهد کرد و سپس پایداری مالی سازمان تأمین اجتماعی در یک مدل تعادل عمومی ارزیابی شود و در نهایت خروجی های این دو مدل با هم مقایسه شوند. نتایج نشان می دهد که پس از تغییر نرخ حق بیمه و وارد کردن شوک به حق بیمه در می یابیم که در مدل محاسبات اکچوئریال به دلیل افزایش منابع سازمان تأمین اجتماعی، پایداری مالی سازمان تأمین اجتماعی بهبود خواهد یافت ولی در مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نتایج متفاوتی استخراج شده است. نتایج نشان می دهد که منابع صندوق چندان افزایش نیافته است چرا که با افزایش نرخ حق بیمه و وارد شدن شوک به آن بازار کار دستخوش تغییرات شده و لذا دارایی های صندوق تغییرات محسوسی نکرده است. از طرفی به دلیل وجود تعادل در بخش های مختلف اقتصاد، تعهدات صندوق افزایش یافته است چرا که افراد که حالا حق بیمه بیشتری پرداخت می کنند، درخواست دریافت مستمری بیشتری را خواهند داشت و لذا باعث بدتر شدن شرایط پایداری صندوق خواهد شد.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۸/۲۹

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۱۰/۲۲

واژگان کلیدی:

صندوق های بازنشستگی عمومی، پایداری مالی، محاسبات اکچوئریال، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، نرخ حق بیمه

طبقه بندی JEL:

R13، G22، H55

^۱ این مقاله مستخرج از رساله دکتری محمد حسین مردی به راهنمایی دکتر علی سوری و دکتر هما اصفهانیان در دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران است.

alisouri@ut.ac.ir

*دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه تهران، شهر تهران، ایران (نویسنده مسئول).

esfahanian.homa@ut.ac.ir

** استادیار، گروه اقتصاد، دانشگاه تهران، شهر تهران، ایران.

mhmardi71@gmail.com

+ دانشجوی دکتری اقتصاد گروه سنجی / مالی، دانشگاه تهران، ایران.

۱. مقدمه

نظام تأمین اجتماعی کشورها شامل نهادهای متعددی است که هر یک با هدف خاصی در این نظام فعالیت می‌کنند. این نهادها به‌ویژه در زمینه‌های بیمه‌های اجتماعی، حمایت از اقشار آسیب‌پذیر و تأمین مالی بازنشستگان نقش کلیدی دارند. در این میان، صندوق‌های بازنشستگی به‌دلیل تأثیر مستقیم آنها بر بیمه‌های اجتماعی و بودجه دولت، نیازمند توجه ویژه‌ای هستند. در ایران، مشکلات مالی این صندوق‌ها به‌ویژه کسری منابع نسبت به مصارف، به‌عنوان یکی از چالش‌های جدی نظام تأمین اجتماعی مطرح است (سازمان بین‌المللی تأمین اجتماعی^۱، ۱۳۹۶). این مشکلات می‌تواند منجر به اختلال در ارائه خدمات و تأمین نیازهای معیشتی بازنشستگان و سایر افراد تحت پوشش شود (رجبی و گرامی، ۱۳۹۶).

این پژوهش به بررسی پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی، به‌ویژه سازمان تأمین اجتماعی، می‌پردازد. مشکلاتی نظیر کسری نقدینگی، انبوه تعهدات تأمین مالی نشده صندوق‌های بازنشستگی و تأثیرات منفی بر معیشت اقشار تحت پوشش، ضرورت این تحقیق را دوچندان کرده است (رجبی و گرامی، ۱۳۹۶). کسری نقدینگی و عدم کفایت مستمری‌ها موجب بروز مشکلات معیشتی برای بازنشستگان و خانواده‌های آنها می‌شود. همچنین، وابستگی صندوق‌ها به کمک‌های دولتی و وام‌های بانکی، فشار مضاعفی بر نظام مالی کشور وارد می‌کند (سازمان تأمین اجتماعی، ۱۴۰۰؛ سازمان برنامه و بودجه کشور، ۱۴۰۰-۱۴۰۱).

این پژوهش با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی، به‌جای بررسی پایداری مالی صندوق‌ها در یک تعادل جزئی (مانند مدل‌های بیمه‌ای)، تأثیرات متغیرهای کلان اقتصادی و پارامترهای داخلی را در یک بستر تعادلی عمومی مورد بررسی قرار می‌دهد. این رویکرد به‌ویژه در مقایسه با مدل‌های مرسوم محاسبات اکچوئریال^۲، که تنها به یک سری فرضیات اقتصادی محدود می‌شوند، برتری دارد (فاروجی، صمدی، اصفهانی، فخار و میلانی، ۱۳۹۰؛ بیتسما، رامپ و ووس^۳، ۲۰۱۳؛ بیلسکی، گاراوس، هاگمجر، ماکارسکی و تایروویچ^۴، ۲۰۱۵؛ کاستلین و رامپ^۵، ۲۰۲۰). استفاده از مدل‌های تعادل عمومی به محققان این امکان را می‌دهد که تأثیرات همزمان متغیرهایی مانند تغییرات نرخ حق بیمه و دیگر متغیرهای کلان اقتصادی را مورد بررسی قرار دهند و از این طریق، تحلیل دقیق‌تری از وضعیت مالی صندوق‌ها ارائه دهند.

هدف اصلی این تحقیق بررسی اثر تغییرات نرخ حق بیمه^۶ بر پایداری مالی سازمان تأمین اجتماعی در یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی است. در ابتدا، اثر تغییر نرخ حق بیمه بر پایداری مالی این سازمان با استفاده از روش‌های محاسبات اکچوئریال بررسی می‌شود و سپس به هدف اصلی، یعنی بررسی تغییر نرخ حق بیمه در یک مدل تعادل عمومی، پرداخته خواهد شد. این رویکرد به سیاست‌گذاران کمک می‌کند تا درک بهتری از تأثیرات تغییرات نرخ حق بیمه بر پایداری مالی صندوق‌ها و وضعیت اقتصادی کلی کشور داشته باشند.

¹ International Social Security Association

² Actuarial calculations

³ Beetsma, Romp & Vos (2013)

⁴ Bielecki, Goraus, Hagemeyer, Makarski & Tyrowicz (2015)

⁵ Kastelein & Romp (2020)

⁶ در رابطه با ترجمه کلمه نرخ حق بیمه باید عنوان داشت که در رابطه با صندوق‌های بازنشستگی این کلمه با عنوان contribution rate ترجمه می‌شود.

با توجه به اهمیت پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی و تأثیرات آن بر وضعیت اقتصادی و معیشتی خانوارها، این پژوهش نیاز به مدلسازی دقیق و جامع را در این زمینه تأکید می‌کند. بررسی همزمان متغیرهای کلان اقتصادی و تغییرات پارامترهای داخلی صندوق‌ها می‌تواند به سیاست‌گذاران در اتخاذ تصمیمات بهتر کمک کند. به‌ویژه، این تحقیق می‌تواند به شناسایی نقاط قوت و ضعف نظام تأمین اجتماعی و ارائه راهکارهای مؤثر برای بهبود وضعیت مالی صندوق‌های بازنشستگی کمک نماید.

۲. مروری بر ادبیات

برای درک مفهوم پایداری مالی، ابتدا باید ارتباط آن با ثبات مالی بررسی شود. در ادبیات بانک جهانی، بیشتر از اصطلاح «ثبات مالی» استفاده می‌شود، در حالی که سازمان بین‌المللی کار به مفهوم «پایداری مالی» توجه بیشتری دارد. پایداری مالی به توانایی شروع، رشد و حفظ یک سیستم مالی اشاره دارد، در حالی که ثبات مالی به وضعیت پایدار در کوتاه‌مدت و بلندمدت اشاره می‌کند (بیلسکی^۱، ۲۰۱۳). به همین دلیل، توجه به ثبات مالی برای دستیابی به پایداری مالی ضروری است. بانک جهانی^۲ (۲۰۱۶) نیز تأکید می‌کند که ثبات مالی زمانی اهمیت می‌یابد که یک سیستم مالی در برابر شوک‌ها انعطاف‌پذیر باشد.

پایداری مالی می‌تواند به صورت تک‌بعدی یا چندبعدی مورد بررسی قرار گیرد. در حالت چندبعدی، مباحث اجتماعی و زیست‌محیطی نیز لحاظ می‌شوند. کردستانی و محمدی (۱۳۹۹) و زرگرکوچه و سروش راد (۱۳۹۹) بیان می‌کنند که در بررسی تک‌بعدی پایداری مالی، چهار شاخص کلیدی باید مدنظر قرار گیرد: نقدینگی، انعطاف‌پذیری، حفظ اطمینان عمومی و مسئولیت خدمات و مقیاس.

در ادامه، اثر نظام بازنشستگی و طرح‌های بازنشستگی بر بخش‌های مختلف اقتصادی شامل خانوار، بازار کار، دولت و بنگاه‌ها بررسی می‌شود. در تئوری‌های عرضه و تقاضای نیروی کار، دستمزد و ساعت کاری تعیین می‌شود که ارتباط مستقیم با صندوق‌های بازنشستگی دارد. مطالعات اولیه آندو و مودیگلیانی^۳ (۱۹۶۳) و مرتون^۴ (۱۹۶۹) به توسعه تصمیم‌گیری‌های فردی در ارتباط با بازنشستگی و مستمری پرداخته است. این الگوها نشان می‌دهند که افراد مصارف خود را پس‌انداز می‌کنند تا در دوران سالمندی مصرف کنند و ثروت خود را برای دوران بازنشستگی فراهم سازند. همچنین، ژائو، لی، چن^۵ (۲۰۱۶) به بررسی رابطه میان حقوق بازنشستگی و مصرف/پس‌انداز خانوار پرداخته و نشان می‌دهند که گروه‌های کم‌درآمد که در طرح‌های بازنشستگی شرکت می‌کنند، تمایل بیشتری به مصرف در زمان بازنشستگی دارند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که نظام بازنشستگی می‌تواند تأثیرات قابل توجهی بر تصمیمات مالی خانوارها داشته باشد (مطالعه‌های مرتبط در چین توسط ژانگ^۶ (۲۰۰۸) و سو و لی^۷ (۲۰۱۲) انجام شده است).

¹ Biletsky (2013)

² World Bank (2016)

³ Ando & Modigliani (1963)

⁴ Merton (1969)

⁵ Zhao, Li & Chen (2016)

⁶ Zhang (2008)

⁷ Su & Li (2012)

آئورباچ و کوتلیکوف^۱ (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر اصلاحات در سیستم‌های بازنشستگی بر رفتار پس‌انداز و مصرف خانوارها با استفاده از مدل DSGE پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اصلاحات در سیاست‌های بازنشستگی می‌تواند به افزایش پس‌انداز خانوارها و بهبود وضعیت مالی آن‌ها منجر شود و تأثیرات بلندمدت این اصلاحات بر مصرف خانوارها مثبت خواهد بود.

در ارتباط با بازار کار، خانوارها به‌عنوان عرضه‌کنندگان نیروی کار محسوب می‌شوند و تأثیر طرح‌های بازنشستگی بر خانوار به‌نوعی تأثیر آن بر بازار نیروی کار نیز به شمار می‌آید. بار و دیاموند^۲ (۲۰۰۶) بیان می‌کنند که طرح‌های بازنشستگی به‌عنوان مشوقی در بازار کار عمل می‌کنند. مورنو^۳ (۲۰۲۳) تأثیر تغییرات در طرح‌های بازنشستگی بر بازار کار را بررسی کرده و به این نتیجه می‌رسد که این تغییرات تأثیر قابل توجهی بر عرضه و تقاضای نیروی کار دارند. نم^۴ (۲۰۲۲) نیز به بررسی ارتباط طرح‌های بازنشستگی با عرضه نیروی کار و توزیع ثروت بین‌النسلی پرداخته است.

در بخش بنگاه‌ها، ارتباط بین نظام بازنشستگی و تقاضای نیروی کار، بازار سرمایه و تولید و نرخ بهره مورد بررسی قرار می‌گیرد. مطالعات مُرای^۵ (۱۹۶۸) و چن و لین^۶ (۱۹۹۲) نشان می‌دهند که طرح‌های بازنشستگی بر بازار سرمایه و تصمیمات بنگاه‌ها تأثیرگذارند. مرای (۱۹۶۸) اثر سرمایه‌های مختلف مانند اوراق و سهام را در بخش منابع صندوق‌های بازنشستگی بررسی کرده و چن و لین (۱۹۹۲) به این نتیجه می‌رسند که جبران خدمات مستمری در طرح‌های بازنشستگی اثرات معناداری بر بازارهای سرمایه دارد.

چاترچی و پرز-کروز^۷ (۲۰۲۳) تلاش دارند تا نشان دهند چگونه ساختار و سیاست‌های مختلف بازنشستگی می‌تواند بر رشد اقتصادی و توسعه اقتصادی در کشورهای توسعه‌یافته تأثیر بگذارد. نتایج نشان می‌دهد سیاست‌های بازنشستگی که افراد را به پس‌انداز بلندمدت تشویق می‌کنند، می‌توانند منجر به افزایش نرخ سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی شوند. این سیاست‌ها به ویژه در کشورهایی که به شدت به سرمایه‌گذاری برای زیرساخت‌های بلندمدت نیاز دارند، حائز اهمیت است. همچنین تأثیر سیستم‌های بازنشستگی بر رشد اقتصادی در کشورهای مختلف متغیر است و به عواملی مانند سطح توسعه اقتصادی، ساختار جمعیتی و سیاست‌های اقتصادی دیگر بستگی دارد. در برخی کشورهای با جمعیت سالمند بالا، فشارهای اقتصادی ناشی از هزینه‌های بازنشستگی می‌تواند منجر به کاهش رشد اقتصادی شود.

ارتباط بین نظام بازنشستگی و تولید و نرخ بهره به مباحث مرتبط با تصمیم‌گیری‌های بانک مرکزی مربوط می‌شود. در این زمینه، سه متغیر کلیدی شامل رشد اقتصادی، تورم و نرخ بهره مورد توجه قرار می‌گیرد. تحقیقات متعددی در زمینه ارتباط بین نظام بازنشستگی و رشد اقتصادی انجام شده است. بیجِلِسما، بُنکامپ، وَن اویجک^۸ (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای بر روی ۶۹ صنعت در ۳۴ کشور OECD به این نتیجه رسیدند که پس‌اندازهای بازنشستگی تأثیر معناداری بر رشد اقتصادی دارند و سرمایه‌گذاری این پس‌اندازها در کشورهای دیگر می‌تواند با ریسک کمتر و رشد

¹ Auerbach & Kotlikoff (2022)

² Barr & Diamond (2006)

³ Moreno (2023)

⁴ Nam (2022)

⁵ Murray (1968)

⁶ Chen & Lin (1992)

⁷ Chatterji & Pérez-Cruz (2023)

⁸ Bijlsma, Bonekamp & van Ewijk (2018)

اقتصادی با ثبات‌تری همراه باشد. مورینا و گریما^۱ (۲۰۲۲) نیز به بررسی ارتباط بین دارایی‌های صندوق‌های بازنشستگی و رشد اقتصادی با استفاده از مدل DSGE پرداخته و نشان داده‌اند که افزایش دارایی‌های صندوق‌های بازنشستگی می‌تواند به افزایش سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی منجر شود. ایوگبو^۲ (۲۰۲۰) تأثیر صندوق‌های بازنشستگی بر رشد اقتصادی از طریق سیستم مالی در نیجریه بررسی کرده است. در این پژوهش مدل خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL) برای تجزیه و تحلیل ارتباطات بلندمدت و کوتاه‌مدت بین صندوق‌های بازنشستگی، توسعه مالی و رشد اقتصادی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهند که صندوق‌های بازنشستگی نقش مهمی در توسعه مالی ایفا می‌کنند و می‌توانند تأثیرات مثبتی بر رشد اقتصادی داشته باشند، اما این تأثیر نیازمند یک سیستم مالی کارآمد است که سرمایه‌گذاری‌های مناسب را به درستی هدایت کند.

بخش دیگر ارتباط میان **طرح‌های بازنشستگی** و دولت است. این ارتباط از دو جنبه حاصل می‌شود: اول، زمانی که دولت خود طرح‌های بازنشستگی را اجرا می‌کند و درآمدها و هزینه‌های این طرح‌ها باید در بودجه دولت لحاظ شود؛ دوم، زمانی که کسری مالی حاصل از طرح بازنشستگی به دولت منتقل می‌شود. در این زمینه، استیندل^۳ (۲۰۲۰) و شیر^۴ (۲۰۲۳) به بررسی ارتباط بین طرح‌های بازنشستگی و پایداری مالی دولت پرداخته و بیان کرده‌اند که برای افزایش پایداری مالی و جلوگیری از انباشت بدهی، اصلاحات در طرح‌های بازنشستگی ضروری است.

بُهل و کالویت^۵ (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر تغییرات جمعیتی بر سیستم‌های بازنشستگی با استفاده از مدل DSGE پرداخته و نشان داده‌اند که پیری جمعیت می‌تواند فشار مالی بر صندوق‌های بازنشستگی افزایش دهد. کومار و سینها^۶ (۲۰۲۲) نیز به تحلیل اثرات تغییرات جمعیتی بر سیستم‌های بازنشستگی و مستمری‌ها پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که پیری جمعیت می‌تواند به کاهش درآمدهای مالیاتی و منابع مالی صندوق‌های بازنشستگی منجر شود. لی و وانگ^۷ (۲۰۲۳) به بررسی پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی در مواجهه با پیری جمعیت پرداخته و تأکید کرده‌اند که اصلاحات در نرخ مستمری و سن بازنشستگی می‌تواند به بهبود وضعیت مالی صندوق‌ها کمک کند. راغفر و اکبریگی (۱۳۹۵) نیز به بررسی پدیده سالمندی و تأثیر آن بر بازنشستگی و متغیرهای کلان اقتصادی پرداخته‌اند.

اُستبوم، اینونن، پُنکا، وَنهالا و ویلمی^۸ (۲۰۲۳) به مدل‌سازی شوک‌های بازار کار و اثرات آن‌ها بر بازار کار پرداخته و نشان داده‌اند که اضافه شدن ساعت کاری تأثیرات مثبتی بر متغیرهای اقتصادی دارد. رییس جعفری، عبدلی، نصیری‌ا قدم و امیری (۱۳۹۹) در مدل پنج بخشی خود به بررسی آثار تغییرات جمعیتی بر پایداری مالی صندوق بازنشستگی در ایران پرداخته و نشان داده‌اند که بین نرخ زاد و ولد و امید به زندگی با کسری مالی صندوق همبستگی مثبت وجود دارد. در مقاله کاستلین و رامپ^۹ (۲۰۲۰) به بررسی شوک‌های بهره‌وری بر انواع صندوق‌های بازنشستگی پرداخته شده و نتایج نشان می‌دهد که صندوق‌های مزایای معین، تصمیمات مربوط به عرضه نیروی کار را تحت تأثیر

¹ Morina & Grima (2022)

² Iwegbu (2020)

³ Steindel (2020)

⁴ Sheiner (2023)

⁵ Böhl & Kallweit (2023)

⁶ Kumar & Sinha (2022)

⁷ Li & Wang (2023)

⁸ Obstbaum, Oinonen, Pönkä, Vanhala & Vilmi (2023)

⁹ Kastelein & Romp (2020)

قرار می‌دهند. فرانکوویک، اورسلند، کانیک و ساکسگارد^۱ (۲۰۲۰) نیز به بررسی سیاست‌های پولی و تأثیرات آن‌ها بر صندوق‌های بازنشستگی پرداخته و نشان می‌دهند که سیاست‌های مالی از اثربخشی معناداری برخوردار هستند.

۳. روش پژوهش

پژوهش حال حاضر یک پژوهش «کاربردی - توصیفی» است. استراتژی این پژوهش نیز بدینگونه است که ارتباط بخش صندوق‌های بازنشستگی در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی با بخش‌هایی که با صندوق‌های بازنشستگی در ارتباط هستند، بیان خواهد شد. همان‌طور که سابقاً توضیح داده شد صندوق‌های بازنشستگی با بخش‌های خانوار، بنگاه، دولت، بازار کار، بانک مرکزی ارتباط می‌یابد. لذا این مدل ارتباط بین این بخش‌ها را با تغییر متغیر حق بیمه و بررسی آن بر روی پایداری مالی صندوق و اثر آن بر دیگر متغیرها می‌سنجد.

جامعه آماری صرفاً مرتبط با کشور ایران بوده و همچنین نمونه مورد بررسی، سازمان تأمین اجتماعی به‌عنوان یک نهاد مالی عمومی است. همچنین اطلاعات متغیرهای کلان اقتصادی و داده‌های آماری سازمان تأمین اجتماعی از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ مورداستفاده قرار خواهد گرفت. در این بخش قصد استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی^۲ را داریم و مدل پژوهش کاستلین و رامپ (کاستلین و رامپ، ۲۰۲۰) و فرانکوویک و همکارانش (فرانکوویک و همکاران، ۲۰۲۰) را مورد توجه قرار داده‌ایم. همچنین بخش‌های مرتبط با فرد جویای کار با توجه به دو پژوهش صورت گرفته و قوانین کار ایران توسط پژوهشگر به مباحث اضافه شده است. همچنین در ادامه تمامی پارامترهای مدل بر اساس شرایط اقتصاد ایران بیان شده است (از میان ۲۷ پارامتر، ۱۲ پارامتر تخمین زده شده است و مابقی بر اساس داده‌های اقتصاد ایران است و هیچ پارامتری از دیگر مقالات استخراج نشده است. برای اطلاع از پارامترها به پیوست مقاله رجوع شود). لذا قصد داریم تا به تشریح مدل تعادل عمومی پویای تصادفی در این پژوهش، بپردازیم.^۳ بخش‌های مدل به شرح ذیل می‌باشد:

۳-۱. ساختار جمعیتی

ساختار جمعیتی به عنوان یک بخش لحاظ نشده است ولی به عنوان یک پیش‌فرض احتمالات بیان شده در آن مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ابتدا فرض می‌شود که دو دسته خانوار وجود دارد که در نهایت به سه گروه تقسیم می‌شوند. خانوار کارگر^۴ و خانوار بازنشسته این دو دسته هستند که خانوار کارگر، شامل خانوار کارگر شاغل^۵ و کارگر جویای

^۱ Frankovic, Aursland, Kanik & Saxegaard (2020)

^۲ DSGE (Dynamic stochastic general equilibrium)

^۳ با توجه به عدم امکان توضیح کامل مدل در این مقاله خوانندگان محترم می‌توانند برای مطالعه بیشتر و ارتباط میان اجزاء مدل به پژوهش‌های کاستلین و رامپ (کاستلین و رامپ، ۲۰۲۰) و فرانکوویک و همکارانش (فرانکوویک و همکاران، ۲۰۲۰) مراجعه نمایند.

^۴ علت استفاده از واژه کارگر به این دلیل است که قانون کار کشور ایران این لفظ را برای افراد برگزیده است و در ماده (۲) این قانون این واژه استفاده شده است. همچنین طبق ماده (۲۳) قانون کار، کارگر تابع قوانین تأمین اجتماعی است و از آنجایی که بررسی این پژوهش در ارتباط با سازمان تأمین اجتماعی است، کاربردی‌ترین واژه برای این گروه از خانوار، «کارگر» بوده است.

^۵ در اینجا فرض می‌شود که فرد شاغل دنبال کار مجدد نمی‌گردد.

کار^۱ است. در این پژوهش فرض می‌شود که خانوار (فرد) با احتمال ω کارگر هستند و با احتمال $1 - \omega$ بازنشسته می‌شوند که این افراد دارای زندگی محدود بوده و افراد در دو مرحله زندگی می‌کنند (یعنی در ابتدا کارگر و سپس بازنشسته می‌شوند^۲). پس از بازنشستگی نیز احتمال زنده ماندن تا دوره بعدی γ و احتمال مرگ مرگ $1 - \gamma$ است. از طرفی فرض می‌کنیم احتمال مرگ و بازنشستگی مستقل از سن است.

همچنین فرض می‌کنیم که تعداد افراد در هر گروه «بزرگ» است. از طرفی سهم تعداد کارگران را با N_w و سهم تعداد بازنشستگان را با N_r نشان می‌دهیم از طرفی فرض می‌کنیم نسبت پشتیبانی (Ψ) که برابر تعداد جمعیت بازنشستگان به جمعیت کارگران است، نیز برابر با رابطه زیر است:

$$\Psi = \frac{N_r}{N_w} = \frac{1-\omega}{1-\gamma} \quad (1)$$

۳-۲. خانوار

تابع مطلوبیت خانوار نیز بدین صورت در نظر گرفته شده است که فرض می‌شود خانوار از دو کالای مشخصی در دوران t مطلوبیت کسب می‌کند^۳. تابع مطلوبیت با $V = (a_{t-1}, b_t)$ نشان داده می‌شود که در آن a_{t-1} کالاهای ذخیره شده مصرفی است که در دوره قبلی در حال ذخیره بوده و در زمان t برابر با میزان a_{t-1} شده است و b_t مستمری بازنشستگی تجمیعی را نشان می‌دهد که هر دوی این کالاها از حاصل و برآیند میان کار و مصرف خانوار حاصل می‌شود. باید بیان داشت که فرد دارای یک مصرف (c_t) و عرضه نیروی کار (l_t) می‌باشد و درآمد حاصل از نیروی کار و مصرف خانوار باعث تجمیع کالا و مستمری بازنشستگی برای فرد می‌شود. همانطور که بیان شد سه گروه خانوار وجود دارد: (۱) بازنشسته (۲) کارگر شاغل (۳) کارگر جویای کار. بر این اساس فرمول مطلوبیت این سه گروه به صورت زیر قابل تعریف است و هر کدام در بخش خود بیان خواهد شد:

$$((c_t^r)^v (1 - l_t^r)^{1-v})^\rho + \gamma \beta [V^r(a_t^r, b_{t+1}^r)]^\rho \quad (2)$$

$$((c_t^w)^v (1 - l_t^w)^{1-v})^\rho + \beta [\omega V^w(a_t^w, b_{t+1}^w) + (1 - \omega) V^r(a_t^w, b_{t+1}^w)]^\rho \quad (3)$$

$$\max \left([(c_t^{u,i})^v (1 - l_t^{u,i})^{1-v}]^\rho + \beta [(\aleph) V^{w,i}(a_t^{w,i}, b_{t+1}^{w,i}) + (1 - (\aleph)) V^{u,i}(a_{t-1}^{u,i}, b_t^{u,i})]^\rho \right) \quad (4)$$

^۱ در این رابطه و مباحث بعدی مشاهده خواهد شد که فرض شده است فرد کارگر یا دستمزد w یا ضربی از آن را دریافت می‌کند. یعنی هنگامی که کارگر شاغل باشد دستمزد w و هنگامی که جویای کار باشد ضربی از آن را دریافت خواهد کرد. علت این موضوع نیز بر اساس قانون بیمه بیکاری مصوب سال ۱۳۶۹ مجلس شورای اسلامی است که در آن افراد در حین اینکه دنبال شغل جدید می‌گردند، ضربی از دستمزد پرداخت می‌شود و همچنین این دوران بخشی از دوران بیمه‌پردازی کارگر لحاظ می‌شود و صرفاً از لحاظ ماهیت بیمه ای، به مثابه کارگری است که برای مقطع زمانی خاصی دستمزد کمتری دریافت می‌کند. (عملاً دستمزدی برای جستجوی کار خود دریافت می‌کند).

^۲ طبق تعریف‌های مرکز آمار سن میان ۱۵ تا ۶۴ سال سن اشتغال و جوانی و سن ۶۵ سال به بالا سن سالمندی لحاظ شده است. لذا در این پژوهش نیز با توجه به اینکه بر اساس قوانین سازمان تامین اجتماعی سن بازنشستگی ۶۰ سال لحاظ می‌شود و فرد بازنشسته مجاز است تا سن ۶۵ سالگی به کار اشتغال داشته باشد. بنابراین تلاش شده است از این دو موضوع در جهت شکل دهی مفهوم کارگر و بازنشسته در این پژوهش استفاده شود. همچنین مادران خانه‌دار، دانشجویی از آمارهای سازمان تامین اجتماعی خارج شده‌اند چرا که در فرآیند بررسی این پژوهش اثرگذارند چرا که این افراد بخشی از بیمه شده‌های سازمان تامین اجتماعی را تشکیل می‌دهند ولی در دایره جمعیت شاغل قرار نمی‌گیرند.

^۳ زمان t نشان‌دهنده آخر دوره در همان سال بوده و لذا b_t یعنی مستمری تجمیعی قابل پرداخت در آخر دوره t

در اینجا $\sigma = \frac{1}{1-\rho}$ است و نشان‌دهنده کشش جانشینی بین‌زمانی خانوار است. در این مدل افراد نسبت به درآمد ریسک خنثی بوده ولی می‌توانند هرگونه کشش جانشینی بین زمانی را انتخاب نمایند. b_t مستمری بازنشستگی تجمیعی بدین معناست که در زمان t چه میزان مستمری تجمیعی به صورت بالقوه یا بالفعل برای او وجود دارد به بیان دیگر این مستمری برای یک فرد کارگر بدین معناست که اگر این فرد در زمان حال بازنشسته شود چه مستمری‌ای صندوق بازنشستگی به او پرداخت خواهد نمود. و لذا از آنجایی که این ارزش‌گذاری بر اساس ارزش به حال نمودن مستمری‌های حاصل می‌شود لذا تابع مطلوبیت بیان‌شده یک تابع مطلوبیت آینده‌نگر است.

۳-۳. صندوق بازنشستگی

هدف صندوق بازنشستگی دستیابی به یک نرخ تأمین مالی معین (نسبت دارایی‌های صندوق‌های بازنشستگی به بدهی‌ها) است. اگر نرخ تأمین مالی آن کمتر از هدف باشد، صندوق بازنشستگی با کسری مواجه می‌شود و باید تعادل بین دارایی‌ها و بدهی‌های خود را بازگرداند. همچنین این صندوق دارای ویژگی‌های زیر خواهد بود:

- شرکت در طرح بازنشستگی برای بازنشستگان و کارگران و تعداد افراد در هر گروه الزامی است.
- در این بخش نرخ حق بیمه به عنوان متغیر سیاستی دولت تغییر خواهد نمود.
- در زمان t ، تعهدات صندوق‌های بازنشستگی به وسیله نرخ تنزیل تبدیل به حال می‌شود و همچنین تعهدات شامل ثروت تجمیعی دوره قبل کارگران و بازنشستگانی است که در حال حاضر در قید حیات هستند.

$$Li_t^f = R_t^{r,f} B_t^r + R_t^{w,f} B_t^w + R_t^{u,f} B_t^u \quad (5)$$

B_t منافی است که هر گروه در زمان t هنگامی که بازنشسته می‌شوند دریافت خواهند کرد و R_t نشان‌دهنده ارزش تنزیل شده واقعی پرداخت مادام‌العمر مورد انتظار صندوق بازنشستگی به یک مشارکت‌کننده صندوق است. همچنین هر صندوق بازنشستگی دارای دارایی‌هایی است که هر ساله با توجه به سرمایه‌گذاری، دریافت حق بیمه و پرداخت مستمری تغییر می‌کند.

$$A_t^f = (1 + r_t)(A_{t-1}^f + \tau_{t-1}^f w_{t-1} l_{t-1} - \mu_{t-1} B_{t-1}^r - \mu_{t-1} B_{t-1}^u) \quad (6)$$

فرمول بالا بیان می‌کند که دارایی یک صندوق بازنشستگی هر ساله بدین صورت تعیین می‌شود که در ابتدا حق بیمه‌هایی جمع‌آوری می‌شود (τ_{t-1}^f نشان‌دهنده ضریب حق بیمه می‌باشد) و سپس از محل منابع، مستمری‌های بازنشستگان پرداخت می‌شود و هر مبلغی به اضافه دارایی‌های سال گذشته باقی‌مانده، سرمایه‌گذاری می‌شود.

مقررات صندوق‌های بازنشستگی عموماً تصریح می‌کند که صندوق‌های بازنشستگی باید در بلندمدت به نرخ تأمین مالی (f_r) قابل اتکایی دست یابند، که نشان‌دهنده نسبت ارزش حال ثابت دارایی‌های صندوق بازنشستگی به تعهدات و بدهی‌های آنهاست. به علاوه مقررات معین می‌کند که دارایی نقدی صندوق‌های بازنشستگی تمام نشود. لذا سیاست‌های صندوق بازنشستگی طوری تنظیم می‌شود که شکاف بودجه دوره بعدی با ضریبی از شکاف بودجه فعلی کاهش یابد:

$$A_{t+1}^f - frLi_{t+1}^f = v(A_t^f - frLi_t^f) \quad (7)$$

اگر v صفر شود بدین معناست که شکاف در یک دوره بسته خواهد شد و اگر بین صفر و یک باشد یعنی چند دوره بسته شدن این شکاف زمان می‌برد. همچنین فرض می‌کنیم که به نرخ حق بیمه شوک وارد شده است و کمی تغییر خواهد نمود:

$$\tau_t = \epsilon_\tau \tau_{t-1} + Z_t^\tau \quad (8)$$

۳-۴. بنگاه‌های اقتصادی

بنگاه‌های اقتصادی به شیوه نیوکینزی مدل شده است (کاستلین و رامپ، ۲۰۲۰). بنگاه‌های اقتصادی شامل چهار بخش بنگاه‌های تولیدی، بنگاه تولید سرمایه، بنگاه کالای واسطه‌ای و بنگاه کالای خرده‌فروشی است.

۳-۴-۱. بخش کالای نهایی

در بخش کالاهای نهایی مجموعه‌ای از بنگاه‌های خرده‌فروشی وجود دارند که به وسیله $z \in [0,1]$ شاخص سازی شده است. بخش کالاهای نهایی دارای شرایط رقابت کامل است و در این بخش، بنگاه‌های تولید رقابتی طیف گسترده‌ای از کالاهای خرده‌فروشی را طبق فرمول زیر گردآوری می‌کنند.

$$Y_t = \left(\int_0^1 (Y_{z,t})^{\frac{\epsilon-1}{\epsilon}} dz \right)^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (9)$$

همچنین کالاهای بنگاه خرده‌فروشی $(Y_{z,t})$ در قیمت اسمی $P_{z,t}$ به فروش می‌رسند. همچنین کالای نهایی در قیمت اسمی (P_t) به فروش می‌رسند و لذا خواهیم داشت:

$$\max_{Y_{j,t}} P_t Y_t - \int_0^1 P_{z,t} Y_{z,t} dz \quad (10)$$

۳-۴-۲. بخش تولید سرمایه

در انتهای دوره زمانی t ، بخش تولید سرمایه رقابتی سهم باقی‌مانده سرمایه $((1-\delta)\zeta_t K_{t-1})$ را از بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای با قیمت q_t می‌خرند. این سرمایه خریداری شده با I_t واحد از سرمایه ترکیب می‌شود تا سرمایه اول هر دوره را ایجاد کنند. همچنین این سهم از سرمایه تولیدشده به بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای با قیمت q_t فروخته می‌شود. سرمایه مدنظر به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K_t = (1-\delta)\zeta_t K_{t-1} + \left(1 - S\left[\frac{I_t}{I_{t-1}}\right]\right) I_t \quad (11)$$

که در آن $S\left[\frac{I_t}{I_{t-1}}\right]$ تابع هزینه تعدیل سرمایه گذاری است. همچنین سود این بنگاه به شرح زیر خواهد بود:

$$\pi_t^c = q_t K_t - q_t (1-\delta)\zeta_t K_{t-1} - I_t \quad (12)$$

۳-۴-۳. بخش کالای واسطه‌ای

در این بخش مجموعه‌ای از بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه‌ای رقابتی داریم که با $j \in [0,1]$ نشان داده می‌شوند. فرمول مدنظر در این بخش به شرح زیر است:

$$Y_{j,t} = (\zeta_t K_{j,t-1})^\alpha (l_{j,t})^{1-\alpha} \quad (13)$$

همچنین فرمول سود در این بخش برابر است با:

$$\begin{aligned} \Pi_{j,t}^i = mc_t (\zeta_t K_{j,t-1})^\alpha (l_{j,t})^{1-\alpha} + q_t (1 - \delta) \zeta_t K_{t-1} - (1 + \tau_t^p) w_t l_{j,t} \\ - (1 + r_t) q_t K_{j,t-1} - f_t^{w,j} \end{aligned} \quad (14)$$

که در آن mc_t قیمت فروش بنگاه کالای واسطه‌ای است. و $f_t^{w,j}$ نشان دهنده سود پرداختی به کارگران می‌باشد. $l_{j,t}$ در این بخش تحت عنوان تقاضای نیروی کار نیز شناخته می‌شود.

۳-۴-۴. بخش کالاهای خرده فروشی

بنگاه‌های خرده‌فروشی بعد از خرید محصولات بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه‌ای در قیمت mc_t آن را تبدیل به محصولات خرده‌فروشی کرده و سپس این محصولات را در قیمت $P_{z,t}$ به بنگاه تولید کالای نهایی می‌فروشد. همچنین فرض می‌شود هر کالای تولید شده بنگاه خرده‌فروشی از بقیه کالاها متفاوت بوده و از اصطکاک‌های قیمتی کالوو^۱ (۱۹۸۳) تبعیت می‌کند که در آن $(1 - \theta)$ درصد از کالاها می‌توانند قیمت خود را تعدیل کنند و θ درصد از کالاها نمی‌توانند خود را با قیمت $P_{z,t}^*$ تعدیل کنند.

۳-۵. بانک مرکزی

در این بخش فرض می‌کنیم که بانک مرکزی از قاعده تیلور در تصمیم‌گیری‌های سیاست‌گذاری خود تبعیت کرده و بسته به تغییرات تورم و تولید ناخالص داخلی نسبت به تغییر نرخ بهره تصمیم‌گیری می‌نماید. فرمول مدنظر در صورت استفاده از قاعده تیلور برابر است با:

$$i_t = \eta_\pi (\pi_t - \hat{\pi}) + \eta_y (Y_t - \hat{Y}) \quad (15)$$

همچنین رابطه میان نرخ بهره اسمی و نرخ بهره حقیقی به صورت زیر خواهد بود:

$$1 + i_t = \pi_{t+1} + (1 + r_{t+1}) \quad (16)$$

۳-۶. بازار نیروی کار

در ادامه به بخش بازار نیروی کار می‌پردازیم. در این بازار (فرانکوویک و همکاران، ۲۰۲۰) فرض می‌شود که تمامی کارگران در صورت عدم دستیابی به کار جویای کار می‌باشند و پس از مدتی می‌توانند مجدداً به کار بازگردند. همچنین تمام کارگران جویای کار دارای بیمه بیکاری هستند و مبالغی به کارگران جویای کار توسط صندوق

¹ Calvo

بازنشتگی پرداخت می‌شود. از طرف دیگر فرض می‌شود که عرضه نیروی کار جمع نرخ مشارکت گروه‌های مختلف نیروی کار است.

$$l_t = l_t^w + l_t^u + l_t^r + Z_t^l \quad (17)$$

در این فرمول نیز (Z_t^l) نشان دهنده شوک به بخش عرضه نیروی کار می‌باشد. همچنین ساعت کار در کل اقتصاد از طریق یک مسئله تصمیم‌گیری خرد از سوی شرکت تعیین می‌شود و رابطه زیر بر اساس عرضه نیروی کار (l_t) و کل ساعت کاری در اشتغال تعریف می‌شود.

$$l_t = \phi_E l_{t-1} + (1 - \phi_E) l_{SS} \quad (18)$$

ϕ_E نشان‌دهنده ضریب تداوم عرضه نیروی کار است. همچنین l_{SS} عرضه نیروی کار در حالت پایدار است.

۱-۶-۴. نحوه تعیین دستمزد

برای نحوه تعیین دستمزد نیز از یک مدل رهبری دستمزد استفاده شده است. این مدل بر اساس چانه‌زنی تعریف شده است به نحوی که رقابت‌پذیری بخش‌های مختلف زیر سؤال نرود. فرض بر این است که محیط اقتصادی در زمان حال نیز بر تعیین دستمزد اثرگذار است. چانه زنی نیز در یک محیط تعادل عمومی رخ می‌دهد و منوط به چسبندگی دستمزد اسمی رو به پایین است.

عرضه نیروی کار را با توجه به مطلوبیت اتحادیه کارگری شناسایی می‌کنیم و تقاضای نیروی کار را بر اساس سود حاصل از تولید بنگاه خرده فروشی لحاظ می‌کنیم $(\Pi_t^M(w))$ که در صورت عدم تولید، منفعت صفر نصیب آنها می‌شود.

$$W_t^{NB} = \arg \max [V(w) - V^0(u_t)]^{1-e} [\Pi_t^M(w)]^e \quad (19)$$

که در آن $(V(w))$ نشان دهنده تابع منفعت اتحادیه کارگری است، $(V^0(U_t))$ نیز نشان‌دهنده مطلوبیت مرجع اتحادیه کارگری است. (e) نیز نشان دهنده قدرت چانه زنی بخش‌های مختلف است.

$$V(w_t) = c^N + \log(w_t) \quad (20)$$

$$V_t^0 = -v_u \log(u_t) + Z_t^V \quad (21)$$

این روابط منتج به یک دستمزد تعادلی بر اساس تئوری نش خواهد شد ولی این دستمزد تعادلی به یکباره محقق نمی‌شود.

$$W_t^* = \phi_w W_{t-1} + (1 - \phi_w) W_t^{NB} \quad (22)$$

در اینجا ϕ_w نشان‌دهنده ضریب چسبندگی دستمزد می‌باشد. همچنین فرض می‌شود که دستمزد اسمی نباید از نسبت دستمزد سال قبل کمتر باشد.

$$W_t \geq \frac{(1+\pi_t)}{(1+e)} \cdot W_{t-1} \quad (23)$$

۳-۷. بخش دولت

در بخش دولت (فرانکوویک و همکاران، ۲۰۲۰) فرض شده است که پایه درآمدهای آن بر اساس مالیات بوده و یک سری هزینه های مرتبط با بخش دولت دارد. از طرفی دولت یک رابطه تعادلی دارد که هزینه های مرتبط با مصارف بازنشستگی در آن لحاظ شده است. در این بخش درآمدهای مالیاتی دولت برابر است با:

$$T_t = T_t^{lum} + C_t(\tau_t^c) + w_t(l_t - l_t^G)(\tau_t^l) + w_t l_t^G(\tau_t^{SSC}) \quad (24)$$

که در آن (T_t^{lum}) نشانه‌دهنده مالیات ثابت، $(C_t(\tau_t^c))$ نشان‌دهنده مالیات مصرف، $(w_t l_t^G(\tau_t^{SSC}))$ حق‌بیمه ناشی از مشارکت کارکنان دولت در صندوق‌های بازنشستگی، $(w_t l_t(\tau_t^l))$ نشان‌دهنده مالیات از نیروی کار و $(\pi_t^f(\tau_t^f))$ نشان‌دهنده مالیات حاصل از سود بنگاه‌های اقتصادی است. بخش هزینه های دولت نیز برابر است با:

$$G_t = G_t^0 + w_t l_t^G(1 + \tau_t^{stc}) + TR_t \quad (25)$$

که در آن (TR) هزینه های انتقالی دولت و $(w_t l_t^G(1 + \tau_t^{stc}))$ حقوق کارمندان دولت به اضافه مالیات و حق‌بیمه محسوب می شود. همچنین l_t^G نیروی کار بخش دولتی است که بخشی از l_t^w لحاظ می‌شود. رابطه تعادلی بودجه دولت نیز برابر است با:

$$T_t + F_t = PF_t + G_t + DI_t \quad (26)$$

در معادله تعادلی دولت، (PF_t) هزینه های پرداختی به صندوق بازنشستگی است، همچنین (DI_t) نیز نشان دهنده خالص بدهی دولت است که از دریافت بدهی منهای بازپرداخت بدهی (به صورت اوراق) تشکیل می‌شود و (F_t) نشان دهنده فروش دارایی های دولت محسوب می‌شود. همچنین می‌توانیم فرض می‌کنیم که به برخی از متغیرها شوک وارد شده است که مشابه فرمول زیر خواهد بود.

$$XX_t = XX_{ss} \left(\frac{XX_t - 1}{XX_{ss}} \right)^{\epsilon_{XX}} \exp(Z_t^{XX}) \quad (27)$$

۳-۸. تسویه بازار

شرایط تسویه بازار را بر اساس تراز پرداخت، محدودیت بودجه دولت که در فرمول‌های بالا قید شد و همچنین بر اساس قید بودجه خانوار، توابع سود بنگاه‌ها، ترازنامه بانک مرکزی، توازن منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی به دست می‌آوریم.

$$Y_t = C_t + I_t + G_t \quad (28)$$

۴. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

در ابتدا پایداری مالی صندوق بازنشستگی با توجه به محاسبات اکچوئرال سازمان تامین اجتماعی (خروجی حاصل از مدل پراست) مورد بررسی واقع می‌شود. این محاسبات بر اساس آخرین داده‌های محاسبات اکچوئرال سازمان تامین اجتماعی در سال ۱۳۹۹ و به روز رسانی برخی از این اطلاعات تا سال ۱۴۰۱ صورت گرفته شده است. با توجه به

عدم انجام محاسبات اکچوئرال رسمی از سوی این سازمان و عدم دسترسی به اطلاعات امکان بررسی موخرتر در این حوزه میسر نبود.

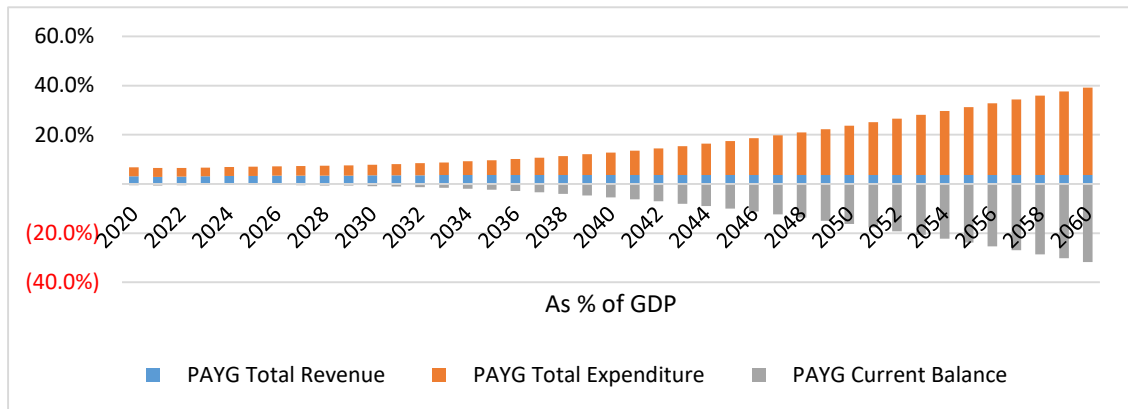
برای شروع در ابتدا به برخی از حقایق آشکار شده در رابطه با سازمان تامین اجتماعی و صندوق‌های بازنشستگی می‌پردازیم:

- بر اساس داده‌های سازمان تامین اجتماعی (۱۴۰۲)، نرخ جایگزینی این صندوق که به مفهوم نسبت اولین مستمری دریافتی به آخرین حقوق دریافتی است، برابر با ۱۰۷ درصد و برای صندوق بازنشستگی کشوری (صندوق کشوری، ۱۴۰۲) این عدد برابر با ۱۰۹ درصد است که ارقام بالایی محسوب می‌شود.
- نرخ پشتیبانی که نسبت بیمه‌پردازان (ورودی منابع صندوق) به مستمری‌بگیران (مصارف صندوق) را نشان می‌دهد بر اساس داده‌های سری‌زمانی سازمان تامین اجتماعی، صندوق کشوری، صندوق بازنشستگی فولاد (۱۴۰۲) برای سازمان تامین اجتماعی ۴٫۱، صندوق بازنشستگی کشوری عدد ۰٫۵۴ و برای صندوق فولاد ۰٫۷ می‌باشد که وضعیت مناسبی را نشان نمی‌دهد.^۱
- بر اساس داده‌های سری‌زمانی سازمان تامین اجتماعی، صندوق کشوری، صندوق بازنشستگی فولاد (۱۴۰۲) نسبت مصارف به منابع نقدی سازمان تامین اجتماعی ۱۲۳٪، برای صندوق کشوری ۲۹۰٪ و برای صندوق فولاد این عدد ۳۱۹٪ است که وضعیت مناسبی را از مصارف این صندوق‌ها نشان نمی‌دهد.
- درصد کمک دولت به صندوق‌های بازنشستگی و یا سهم دولت در پرداخت مصارف صندوق‌های بازنشستگی به بودجه عمومی کل کشور در سال ۱۴۰۲ نزدیک به ۱۰ درصد بودجه و در سال ۱۴۰۳ نزدیک به ۱۱ درصد می‌باشد و احتمالاً این نسبت افزایش یابد. (سازمان برنامه و بودجه، ۱۴۰۲ و ۱۴۰۳).
- صندوق بازنشستگی کشوری همراه با سازمان تامین اجتماعی نیروهای مسلح بیش از ۶۵ درصد از بودجه رفاهی دولت را به خود اختصاص داده‌اند. کمک‌های دولت به دو صندوق لشکری و کشوری که در سال ۱۳۸۸ تنها ۳٫۶ هزار میلیارد تومان بود، با افزایشی پایدار در بودجه سال ۱۴۰۲ اعتباری معادل ۳۱۹ هزار میلیارد تومان برای این دو صندوق در نظر گرفته شده است. در مدت دوازده سال، سهم کمک دولت به این دو صندوق حداقل ۸۸٫۶ برابر شده است (سازمان برنامه و بودجه، ۱۴۰۲؛ وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی، ۱۴۰۲).

در ادامه تغییرات نرخ حق بیمه سازمان تامین اجتماعی و اثرات آن بر روی پایداری مالی صندوق مورد محاسبه واقع شده است. در این بررسی در ابتدا فرض می‌شود که نرخ حق بیمه سهم دولت (۳ درصد کمک دولت) دیگر پرداخت نشده و این نرخ توسط بیمه‌شده و کارفرما پرداخت خواهد شد و همچنین فرض می‌شود ۲ درصد این نرخ توسط کارفرما و یک درصد توسط بیمه‌شده پرداخت خواهد شد. لذا منابع نقدی سازمان افزایش پیدا خواهد کرد.

^۱ با توجه به میزان حق بیمه دریافتی هر صندوق (بین ۲۲ الی ۳۰ درصد) و مصارف هر صندوق (نرخ جایگزینی بالای ۱۰۰ درصد)، لذا باید به ازای هر نفر مستمری‌بگیر، حداقل ۴ نفر تا ۶ نفر بیمه‌پرداز وجود داشته باشد.

در ادامه منابع و مصارف و وضعیت پایداری مالی سازمان تامین اجتماعی در دو حالت قبل از تغییر نرخ حق بیمه و بعد از تغییر آن مورد بررسی واقع می‌شود. در ابتدا منابع و مصارف و خالص دارایی سازمان تامین اجتماعی به نسبت تولید ناخالص داخلی مورد محاسبه واقع می‌شود.^۱

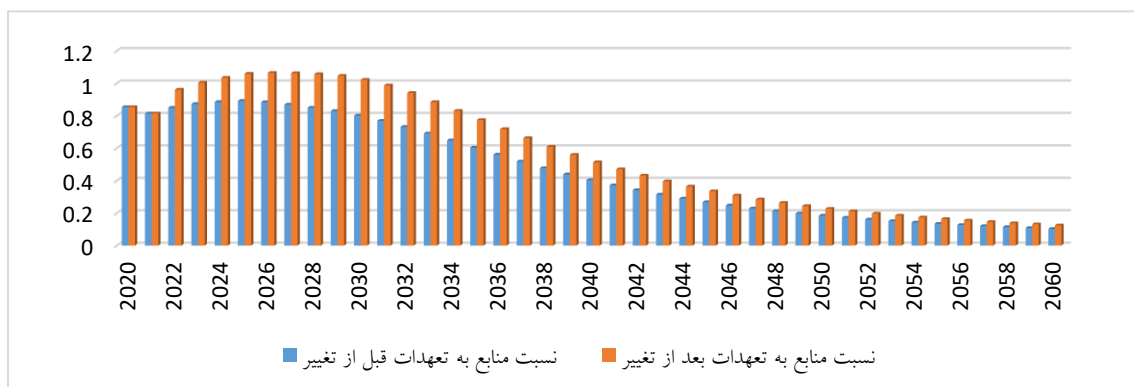


نمودار ۱. نسبت منابع، مصارف و موجودی فعلی سازمان به تولید ناخالص داخلی (قبل از تغییر حق بیمه)

منبع: محاسبات محقق، نرم‌افزار پراست

*نحوه محاسبات در پیوست شماره (۱) بیان شده است.

این نمودار بیان می‌کند از سال ۲۰۲۰ (۱۳۹۹) تا سال ۲۰۶۰ (۱۴۳۹) مصارف سازمان با پیشروی وضع موجود تا چهل درصد تولید ناخالص داخلی کل کشور خواهد رسید، این در حالی است که منابع سازمان رشد چشمگیری نخواهد داشت و لذا سازمان با کسری ۳۰ درصدی نسبت به تولید ناخالص داخلی مواجه خواهد شد. حال اگر بخواهیم نرخ حق بیمه را تغییر دهیم شاهد این موضوع خواهیم بود که بر اساس مدل محاسبات اکچوئریال، پایداری مالی سازمان تامین اجتماعی افزایش می‌یابد و این پایداری به بیش از صد درصد نسبت منابع به مصارف خواهد رسید. نسبت منابع به مصارف صندوق به صورت مقایسه‌ای به صورت زیر خواهد بود:



نمودار ۲. نسبت منابع به مصارف سازمان تامین اجتماعی قبل و بعد از تغییر حق بیمه

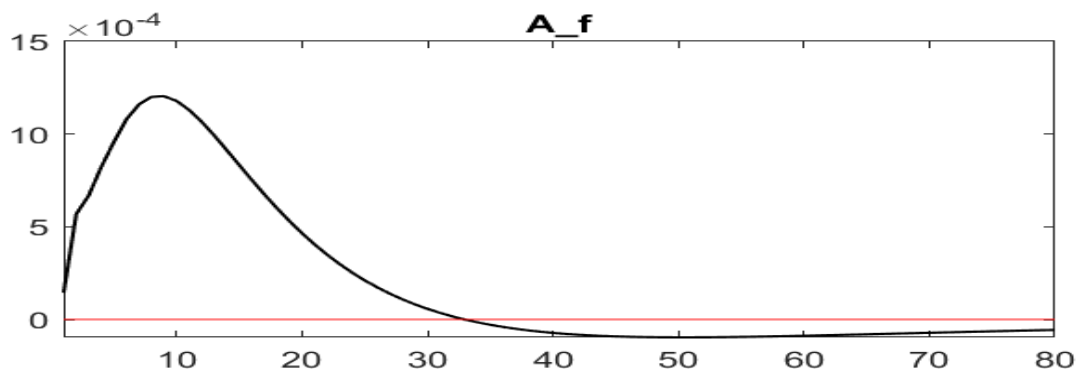
منبع: محاسبات محقق، نرم‌افزار پراست

^۱ Total Revenue: منابع کل سازمان; Total Expenditure: مصارف کل سازمان; Current Balance: (اختلاف میان منابع و موجودی فعلی سازمان) محاسبات محقق، نرم‌افزار پراست

نمودار بالا به خوبی نشان می‌دهد که تغییر نرخ حق بیمه می‌تواند تغییراتی در وضعیت پایداری مالی صندوق ایجاد کند ولی این تغییرات به میزانی نیست که بتواند صندوق را از ناپایداری مالی نجات دهد لذا باید راه‌کارهای مختلفی را در جهت پایداری صندوق مورد بررسی قرار داد.

تا این بخش پایداری مالی سازمان تامین اجتماعی با استفاده از محاسبات اکچوئرال و با چندپیش فرض از متغیرهای کلان اقتصادی مورد ارزیابی قرار گرفت حال باید دید که در یک مدل تعادل عمومی این تغییرات چه اثراتی بر متغیرهای کلان اقتصادی و همچنین منابع و مصارف صندوق در کنار دیگر متغیرهای اقتصادی خواهد داشت. در این مدل تلاش شد تا تمامی پارامترهای مدل بر اساس تخمین و آمارهای کشور ایران ارزیابی شود. برآوردهای مهم این تخمین‌ها در پیوست قابل مشاهده است.

در مدل تعادل عمومی پویای تصادفی فرض کرده‌ایم که نرخ حق بیمه یک درصد تغییر یابد حال باید ببینیم این تغییر چه تاثیری بر روی دیگر متغیرها خواهد داشت. خروجی‌های مدل بیان می‌کند که اگر یک درصد حق بیمه افزایش یابد تغییری با شوک مثبت کوچکی به دارایی‌های صندوق ایجاد می‌کند که حداکثر به میزان $(0,001)$ درصد می‌باشد.



تصویر ۱. منابع صندوق بعد از تغییر نرخ حق بیمه

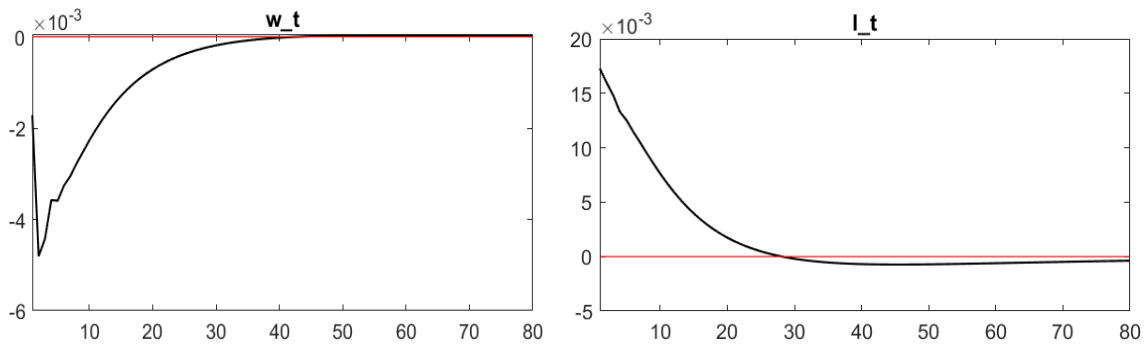
منبع: محاسبات محقق، نرم‌افزار داینر

در نگاه اول و با مقایسه این مسئله با مدل محاسبات اکچوئرال یک تضاد اولیه در موضوع ایجاد شده است و آن اینکه چگونه امکان‌پذیر است حق بیمه افزایش یابد ولی تغییرات محسوسی در دارایی‌های صندوق رخ ندهد. پاسخ را می‌توان در مولفه‌های افزایش دارایی صندوق دانست. در این تحقیق فرض کردیم که بیشترین اثر بر روی متغیر دارایی صندوق توسط مازاد دارایی از دوره قبل و همچنین حق بیمه حاصل شده است که فرض معقولی در صندوق‌های بازنشستگی است چرا که در سازمان تامین اجتماعی درصد بالایی از منابع صندوق را حق بیمه تشکیل می‌دهد که فرمول آن به صورت زیر می‌باشد:

$$A_t^f = (1 + r_t)(A_{t-1}^f + \tau_{t-1}^f w_{t-1} l_{t-1} - \mu_{t-1} B_{t-1}^r - \mu_{t-1} B_{t-1}^u) \quad (29)$$

مولفه‌های منابع صندوق نشان می‌دهد که افزایش حق بیمه در ابتدا باید مستقیماً A_t^f را پس از یک دوره افزایش دهد ولی این افزایش منتج به تغییراتی در دستمزد و نیروی کار بیمه‌پرداز به صندوق و نرخ بهره حقیقی و دیگر

مولفه‌ها خواهد شد که عملاً باعث می‌شود این تغییر به صورت خالص رخ ندهد. افزایش یک درصدی حق بیمه در ابتدا باعث افزایش حداکثر ۲ درصدی بیمه پردازی توسط نیروی کار خواهد شد که در ادامه به توضیح آن خواهیم پرداخت. همچنین باعث کاهش حداکثری ۰,۵ درصد دستمزد خواهد شد چرا که عرضه نیروی کار افزایش یافته است.

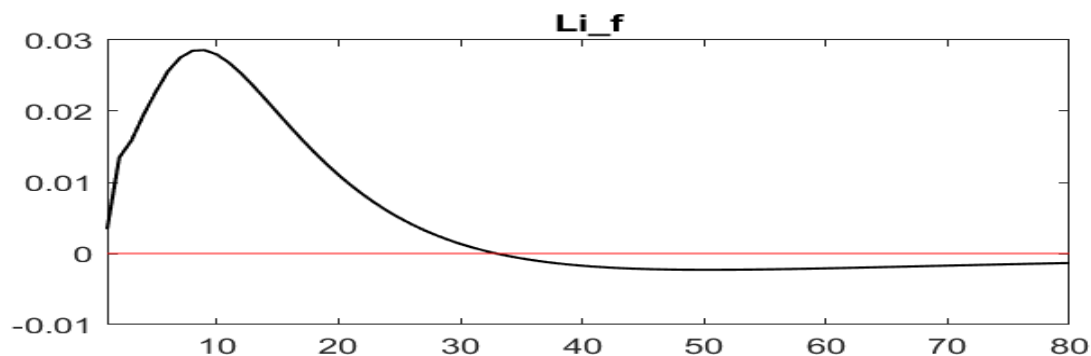


تصویر ۲. تغییرات نیروی کار و دستمزد بعد از تغییر حق بیمه

منبع: محاسبات محقق، نرم‌افزار داینر

خروجی‌های نرم‌افزار بیان می‌کند که استخدام کارگر شاغل و بازنشسته افزایش داشته است و یک شوک مثبت به آنها وارد می‌شود ولی کارگر جویای کار اشتیاق خود را برای یافتن کار از دست می‌دهد. علت این موضوع این است که دو گروه بازنشسته و کارگر شاغل به دلیل افزایش تعهدات صندوق و برداشت نسبت به این مسئله که با کار کردن بیشتر، به آنها بیشتر پرداخت خواهد شد، کار بیشتری کرده و کارگر جویای کار به دلیل اینکه مستمری دریافت او (منافع او) بیشتر می‌شود کمتر تلاش خواهد نمود.

حال وارد بحث تعهدات صندوق بازنشستگی خواهیم شد. تعهدات صندوق بازنشستگی که در اینجا سازمان تامین اجتماعی مدنظر است دستخوش تغییراتی خواهد شد به نحوی که به ازای افزایش یک درصدی در نرخ حق بیمه، تعهدات (پرداخت به روز شده مزایای بازنشستگی مدنظر است) به میزان حداکثر سه درصد افزایش می‌یابد این در حالی است که افزایش نرخ حق بیمه در ظاهر موضوع نباید هیچگونه ارتباطی با تعهدات داشته باشد و صرفاً باید منابع صندوق را تغییر دهد.

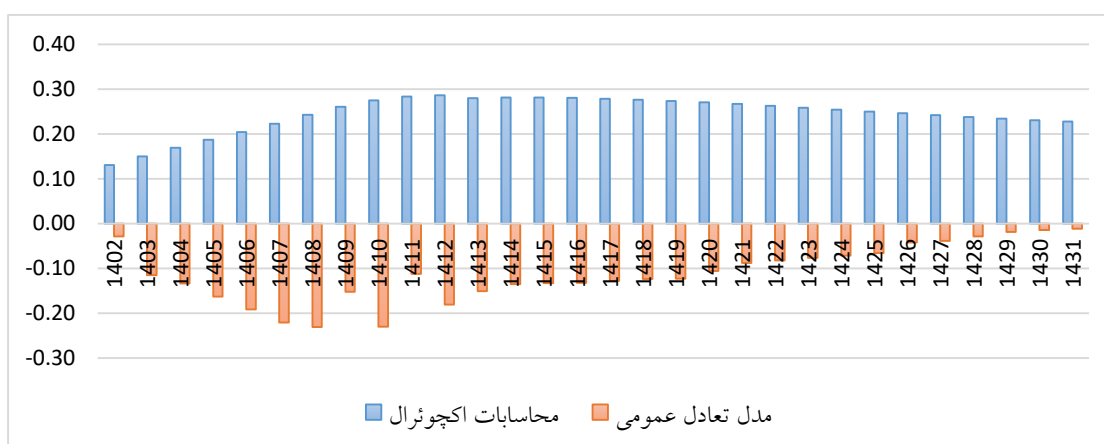


تصویر ۳. تغییرات تعهدات صندوق بعد از تغییر حق بیمه

منبع: محاسبات محقق، نرم‌افزار داینر

علت این موضوع را می‌توان در این مسئله یافت که با افزایش میزان حق بیمه با توجه به آنکه تعهدات صندوق با منافع گروه‌های ذی‌نفع یا همان مزایای بازنشستگان گره خورده است (B_t^r و B_t^w و B_t^u) لذا با افزایش میزان حق بیمه این مقادیر افزایش خواهد یافت و منتج به افزایش تعهدات خواهد شد.

حال در نظر داریم اثر تغییر حق بیمه را بر روی کسری سازمان تامین اجتماعی مورد ارزیابی قرار داده و با مدل محاسبات اکچوئرال مقایسه کنیم. از آنجایی که کسری صندوق حاصل از اختلاف میان منابع و مصارف صندوق است باید ببینیم که بعد از افزایش نرخ حق بیمه چه میزان پایداری مالی صندوق تغییر کرده است. برای بررسی افزایش رشد منابع را منهای افزایش رشد مصارف می‌کنیم تا رشد پایداری حاصل شود. نتایج حاصله به صورت نمودار (۵) خواهد بود:

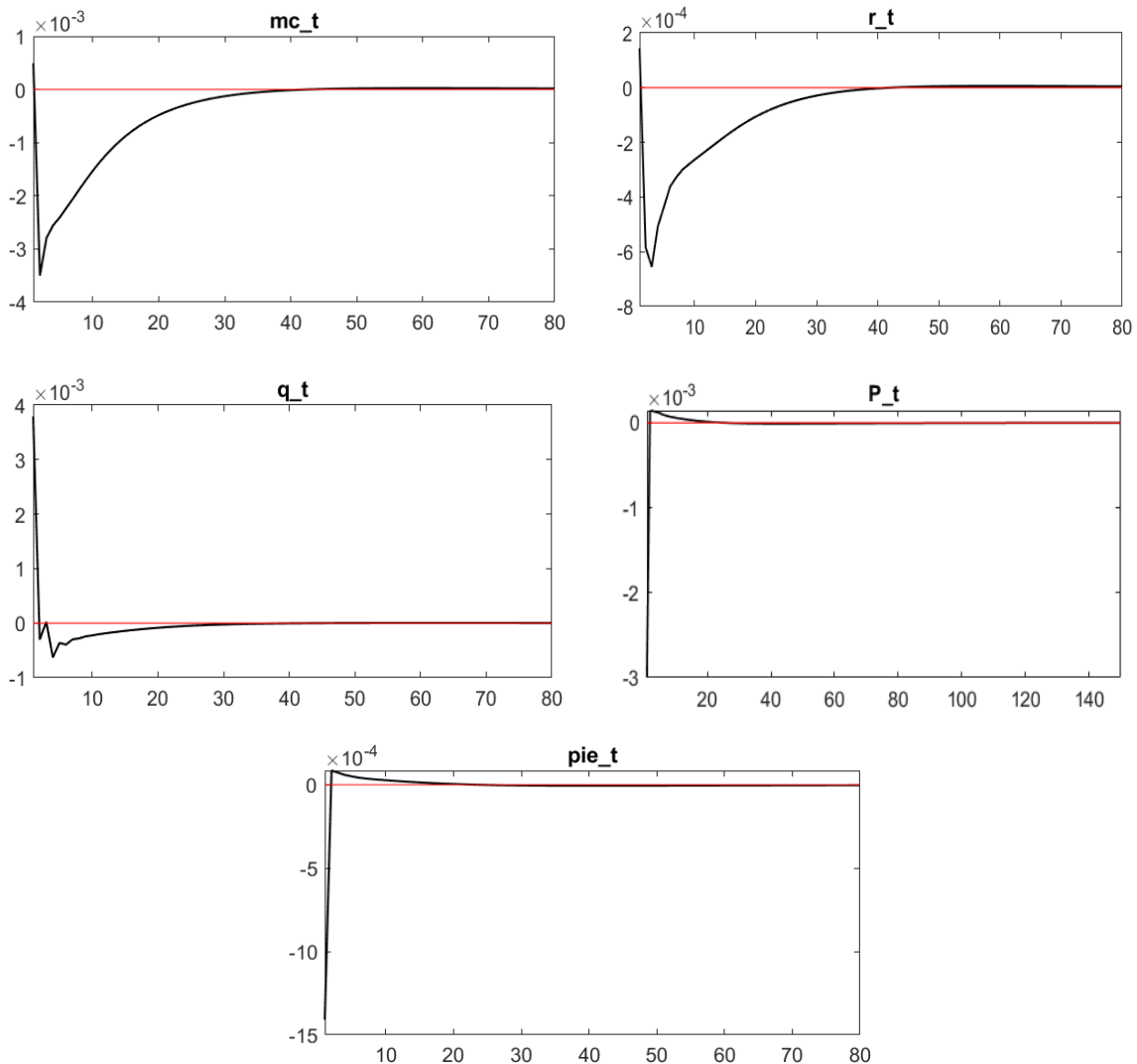


نمودار ۳. تغییرات پایداری مالی صندوق بعد از تغییر حق بیمه

منبع: محاسبات محقق، مقایسه خروجی نرم‌افزار دایتر و پراست

* در ترسیم این نمودار نسبت دارایی‌های به روزشده صندوق نسبت به تعهدات به روزشده صندوق در هر دو مدل لحاظ شده است تا بررسی دچار ایراد نگردد.

نتایج نشان می‌دهد که افزایش نرخ حق بیمه در سیستم بررسی محاسبات اکچوئرال صندوق‌های بازنشستگی منتج به افزایش پایداری مالی صندوق خواهد شد و نسبت منابع به مصارف صندوق که یک شاخص برای تشخیص پایداری مالی سازمان تامین اجتماعی است را بهبود می‌بخشد. این در حالی است که مدل تعادل عمومی بیان می‌کند با افزایش میزان حق بیمه اولاً تغییرات منابع به دلیل کاهش اشتغال نیروی کار و ... افزایش نمی‌یابد. همچنین مصارف صندوق به دلیل افزایش بار تعهدی صندوق (به نوعی درخواست برای افزایش مصارف در یک سیستم تعادلی) افزایش یافته و باعث بدتر شدن وضعیت پایداری مالی صندوق با یک وقفه زمانی خواهد شد. این موضوع اهمیت بسیار بالای تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی در بررسی پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی را نشان می‌دهد. در نهایت اگر بخواهیم اثر تغییر نرخ حق بیمه را بر روی دیگر متغیرهای کلان اقتصادی بیان کنیم متوجه می‌شویم که تغییر نرخ حق بیمه تاثیر محسوسی بر روی تورم (به ازای یک درصد، یک دهم درصد افزایش تورم خواهیم داشت)، نرخ بهره، قیمت کالای سرمایه‌ای، هزینه تولید بنگاه نداشته و سطح قیمت‌ها را نیز آنچنان تغییر نخواهد داد.



تصویر ۴. تغییرات قیمت تولید نهایی، قیمت کالای سرمایه‌ای، نرخ بهره، تورم و شاخص قیمت بعد از تغییر نرخ حق بیمه
منبع: محاسبات انجام شده توسط محقق با نرم‌افزار داینتر و بر اساس مدل تعادل عمومی پویای تصادفی

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش، اثر تغییر نرخ حق بیمه سازمان تامین اجتماعی، بزرگترین صندوق بازنشستگی ایران، بر متغیرهای کلان اقتصادی مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی طراحی شده و اثرات شوک تغییرات نرخ حق بیمه تحلیل شده است.

پایداری مالی صندوق: مدل‌های مرسوم فقط بر اساس مفروضات اقتصادی و در کوتاه‌مدت به بررسی منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی می‌پردازند. در حالی که تغییرات پارامترهای صندوق می‌تواند تأثیرات عمیقی بر سیستم اقتصادی داشته باشد و نیاز به مدلسازی در بستر متغیرهای کلان اقتصادی دارد. همچنین برخی نکات به شرح ذیل است:



مدلسازی: استفاده از مقاله‌های جدیدتر (کاستلین و رامپ، ۲۰۲۰ و فرانکوویک و همکاران، ۲۰۲۰) به منظور گنجاندن بخش‌های دولت و بازار کار در مدل، به بهبود دقت تحلیل کمک کرده است.

مدل محاسبات اکچوئریال: نشان می‌دهد که با افزایش منابع، پایداری مالی سازمان تامین اجتماعی بهبود خواهد یافت.

مدل تعادل عمومی پویای تصادفی: نتایج متفاوتی را نشان می‌دهد و بیان می‌کند که با افزایش نرخ حق بیمه، منابع صندوق چندان افزایش نیافته و تعهدات صندوق به دلیل افزایش درخواست مستمری‌ها افزایش یافته است.

تأثیرات بلندمدت: در کوتاه‌مدت، افزایش حق بیمه منجر به افزایش منابع می‌شود، اما در بلندمدت، این ابزار به تنهایی نمی‌تواند ضریب پایداری مالی را افزایش دهد، زیرا تعهدات صندوق به سرعت در حال رشد هستند.

حامی مالی

این مقاله حامی مالی ندارد.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

در بخش پایانی، از خانواده خود، مادرم و همسرم که در این مسیر صبوری کردند تشکر می‌کنم. همچنین از دکتر سوری و خانم دکتر اصفهانیان به دلیل زمان‌های زیادی که صرف به اتمام رسیدن این پژوهش داشتند کمال تشکر را دارم و از خداوند متعال برای تمامی آنان سلامتی و توفیقات روز افزون مسئلت دارم.

ORCID

Ali Souri

 <https://orcid.org/0000-0002-9153-2277>

Homa Esfahanian

 <https://orcid.org/0000-0002-9778-2023>

Mohammad Hosein Mardi

 <https://orcid.org/0009-0002-9423-8900>

منابع

- اتحادیه بین‌المللی تأمین اجتماعی (۱۳۹۷). حکمرانی خوب: از سری رهنمودهای اتحادیه بین‌المللی تأمین اجتماعی (مترجم: حسن‌زاده). موسسه عالی پژوهش تأمین اجتماعی: تهران (۲۰۱۸).
- راغفر، حسین و موسوی، میرحسین و اردلان، زهرا (۱۳۹۳). تأثیر پدیده سالمندی و تغییرات بهره‌وری بر بازنشستگی و متغیرهای کلان اقتصادی در ایران با استفاده از رویکرد تعادل عمومی پویا-مدل نسل‌های همپوش OLG. نامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران. ۹(۱۷): ۷-۳۵.
- سازمان برنامه و بودجه کشور (۱۴۰۲). قانون بودجه سال ۱۴۰۲ کل کشور. سازمان برنامه و بودجه کشور. تهران.
<https://www.mporg.ir/home>
- سازمان برنامه و بودجه کشور (۱۴۰۳). قانون بودجه سال ۱۴۰۳ کل کشور. سازمان برنامه و بودجه کشور. تهران.
<https://www.mporg.ir/home>
- رجیبی، زینب، گرامی، احمد (۱۳۹۶). بررسی وضعیت مالی، بیمه‌ای و اقتصادی صندوق‌های بازنشستگی - گزارش بازار ایران. معاونت امور اقتصادی و برنامه‌ریزی وزارت تعاون. تهران.
- زرگر کوچه، نرگس و سروش راد، سمیرا (۱۳۹۹). بررسی ابعاد پایداری مالی در بخش عمومی. فصلنامه حسابداری و بودجه‌ریزی بخش عمومی، ۲، ۲۴-۳۶.
- سازمان بین‌المللی تأمین اجتماعی (۱۳۹۶). رهنمودهای اکچوئریال طرح‌های تأمین اجتماعی اتحادیه بین‌المللی تأمین اجتماعی و سازمان بین‌المللی کار. معاونت رفاه اجتماعی، وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی. انتشارات میرماه: تهران.
- سازمان تأمین اجتماعی (۱۴۰۰). نسبت منابع به مصارف و سهم دولت در سازمان تأمین اجتماعی. سازمان تأمین اجتماعی. تهران.
<https://tamin.ir/>
- سازمان تأمین اجتماعی (۱۴۰۲). نسبت منابع به مصارف و سهم دولت در سازمان تأمین اجتماعی. سازمان تأمین اجتماعی. تهران.
<https://tamin.ir/>
- سازمان تأمین اجتماعی (۱۴۰۰). نسبت جمعیت تحت پوشش به جمعیت کل کشور. سازمان تأمین اجتماعی. تهران.
<https://tamin.ir/>
- صندوق بازنشستگی کشوری (۱۴۰۲). نسبت منابع به مصارف و کمک دولت در صندوق بازنشستگی کشوری. صندوق بازنشستگی کشوری. تهران.
- صندوق حمایت و بازنشستگی فولاد (۱۴۰۲). نسبت منابع به مصارف و کمک دولت در صندوق حمایت و بازنشستگی فولاد. صندوق حمایت و بازنشستگی فولاد. تهران.
- رییس جعفری، رسول؛ عبدلی، قهرمان؛ نصیری اقدم، علی و امیری، حسین (۱۳۹۹). بررسی آثار تغییرات جمعیتی بر پایداری مالی صندوق بازنشستگی با استفاده از مدل نسل‌های همپوشان مبتنی بر رویکرد DSGE. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۸، ۹۶. <http://noo.rs/n>
- فاروجی، محمد داوود؛ صمدی، سجاد؛ اصفهانی، رضا؛ فخار، مهدی؛ میلانی، محمدعلی (۱۳۹۰). شبیه‌سازی یک الگوی نسل‌های همپوشان ۵۵ دوره‌ای با رویکرد به‌سازی نظام بازنشستگی ایران. فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی، ۱، ۱۷۳-۲۰۳.



- کردستانی، غلامرضا و محمدی، مریم (۱۳۹۹). شاخص‌های ارزیابی پایداری مالی بخش عمومی. *مطالعات حسابداری و حسابرسی*، ۹(۳۵)، ۵-۱۶. doi: ۲۰۲۰,۱۱۹۸۳۶/iaas.۱۰,۲۲۰۳۴
- گلاب، سمانه (۱۳۹۹). اثرات اصلاحات پارامتریک و ساختاری بر پایداری مالی نظام بازنشستگی در ایران: مطالعه موردی سازمان تأمین اجتماعی و صندوق بازنشستگی کشوری. رساله دکتری دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی دانشگاه الزهراء.
- گلاب، سمانه و بزازان، فاطمه (۱۳۹۹). بررسی اثرات اصلاحات پارامتریک بر پایداری مالی و رفاه بازنشستگان در سازمان تأمین اجتماعی. *نشریه رفاه اجتماعی*، ۷۶.
- وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی (۱۳۹۶). *رهنمودهای اکچوئریال طرح‌های تأمین اجتماعی*. دبیرخانه هیأت امنای سازمان تأمین اجتماعی و صندوق‌های تابعه. تهران.
- وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی (۱۴۰۲). *گزارش عملکرد صندوق‌های بازنشستگی*. اداره کل بیمه‌های اجتماعی. تهران
- Ando, A. & Modigliani, F. (1963). The "Life Cycle" hypothesis of saving: Aggregate implications and tests. *The American Economic Review*, 53(1), 55-84. <http://www.jstor.org/stable/1817129>
- Auerbach, A. J. & Kotlikoff, L. J. (2022). The impact of pension reform on household savings and consumption: A DSGE analysis. *Journal of Economic Perspectives*, 36(2), 55-78.
- Barr, N. & Diamond, P. (2006). The economics of pensions. *Oxford Review of Economic Policy*, 22(1), 15-39. <http://www.jstor.org/stable/23607164>
- Beetsma, R. M. W. J., Romp, W. E., & Vos, S. J. (2013). Intergenerational risk sharing, pensions, and endogenous labour supply in general equilibrium. *The Scandinavian Journal of Economics*, 115(1), 141-154. <http://www.jstor.org/stable/23356997>
- Bielecki, M., Goraus, K., Hagemeyer, J., Makarski, K., & Tyrowicz, J. (2015). Small assumptions (can) have a large bearing: Evaluating pension system reforms with OLG models. *Economic Modelling*, 48, 210-221.
- Bijlsma, M., Bonekamp, J., van Ewijk, C., et al. (2018). Funded pensions and economic growth. *De Economist*, 166, 337-362. <https://doi.org/10.1007/s10645-018-9325-z>
- Biletsky, S. (2013). Measuring pension entitlements [PowerPoint slides]. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/home>
- Bogomolova, T. (2016). Pension reform options simulation toolkit. [PowerPoint slides]. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/home>
- Böhl, M. & Kallweit, M. (2022). The impact of demographic change on pension systems: DSGE approach. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 136, 104305.
- Chatterji, S. & Pérez-Cruz, M. (2022). The Impact of Pension Systems on Economic Performance: Evidence from OECD Countries. *The European Journal of Economics and Economic Policies*, 19(1), 87-105.
- Chen, Y. H. & Lin, W. T. (1992). Pension benefits effects on capital market equilibrium, firm value, and financing decisions. *Journal of Business Research*, 25(1), 1-25. doi:10.1016/0148-2963(92)90002-s
- Civil Servants Pension Fund. (2023). Ratio of resources to expenditures and government assistance in the Civil Servants Pension Fund. Tehran: Civil Servants Pension Fund. [in Persian]
- Collinson, D. (2001). Actuarial methods and assumptions used in the valuation of retirement benefits in the EU and other European countries [PowerPoint slides]. Group Consultative Actuariel European.
- Farooji, M. D., Samadi, S., Esfahani, R., Fakharr, M., & Milani, M. A. (2011). Simulation of a 55-period overlapping generations model with an approach to reforming Iran's pension system. *Journal of Economic Modeling Research*, 1, 173-203. [in Persian]

- Frankovic, I., Aursland, T. A., Kanik, B., & Saxegaard, M. (2020). State-dependent fiscal multipliers in NORA - A DSGE model for fiscal policy analysis in Norway. *Economic Modelling*. doi:10.1016/j.econmod.2020.07.017
- Golab, S. (2020). The effects of parametric and structural reforms on the financial sustainability of the pension system in Iran: A case study of the Social Security Organization and the Civil Servants Pension Fund (Doctoral dissertation). Alzahra University, Faculty of Social and Economic Sciences. [in Persian]
- Golab, S. & Bazazan, F. (2020). Investigating the effects of parametric reforms on financial sustainability and retirees' welfare in the Social Security Organization. *Journal of Social Welfare*, 76, [Page range]. [in Persian]
- International Social Security Association. (2017). *Actuarial guidelines for social security schemes of the International Social Security Association and the International Labour Organization*. Tehran: Deputy of Social Welfare, Ministry of Cooperatives, Labor, and Social Welfare. Miramh Publications. [in Persian]
- International Social Security Association. (2018). *Good governance: From the series of guidelines of the International Social Security Association (Hassanzadeh, Trans.)*. Tehran: Institute for Social Security Research. [in Persian]
- Iwegbu, O. (2020). Pension fund, financial development and output growth in Nigeria. *Journal of Economics and Finance*, 44(1), 50-67. <https://dc.cbn.gov.ng/bullion/vol44/iss1/2>
- Jaafari Motlagh, R., Abdoli, G., Nasiri Aghdam, A., & Amiri, H. (2020). Investigating the effects of demographic changes on the financial sustainability of pension funds using an overlapping generation's model based on the DSGE approach. *Journal of Economic Research and Policies*, 28(96), [Page range]. <http://noo.rs/n1ut0> [in Persian]
- Kastelein, P. B. & Romp, W. E. (2020). Pension fund restoration policy in general equilibrium. *Macroeconomic Dynamics*, 24, 1785-1814.
- Kordestani, G. & Mohammadi, M. (2020). Indicators for evaluating financial sustainability in the public sector. *Journal of Accounting and Auditing Studies*, 9(35), 5-16. <https://doi.org/10.22034/iaas.2020.119836> [in Persian]
- Kumar, R. & Sinha, A. (2022). Pension systems and demographic changes: A DSGE model analysis. *Economic Modelling*, 106, 105675.
- Li, Y. & Wang, J. (2023). The implications of aging population for pension sustainability: DSGE approach. *International Journal of Economic Theory*, 19(2), 123-145.
- Merton, R. C. (1971). Optimum consumption and portfolio rules in a continuous-time model. *Journal of Economic Theory*, 3, 373-413.
- Ministry of Cooperatives, Labor, and Social Welfare. (2017). *Actuarial guidelines for social security schemes*. Tehran: Secretariat of the Board of Trustees of the Social Security Organization and Subsidiary Funds. [in Persian]
- Ministry of Cooperatives, Labor, and Social Welfare. (2023). *Performance report of pension funds*. Tehran: General Department of Social Insurance. [in Persian]
- Moreno, C. (2023). The impact of pension systems in labor markets with informality. International Institute of Public Finance.
- Morina, F. & Grima, S. (2022). The impact of pension fund assets on economic growth in countries, emerging countries, and developed countries. *Quantitative Finance and Economics*, 6, 459-504. doi:10.3934/QFE.2022020.
- Nam, L. (2022). Optimal progressive pension systems in a life-cycle model with heterogeneity in job stability. VfS Annual Conference 2022 (Basel): Big Data in Economics, 264015, Verein für Socialpolitik / German Economic Association.



- Obstbaum, M., Oinonen, S., Pönkä, H., Vanhala, J., & Vilmi, L. (2023). Transmission of recent shocks in a labour-DSGE model with wage rigidity. *BoF Economics Review*, 1/2023, Bank of Finland.
- Plan and Budget Organization of Iran. (2023). *Budget law of the year 2023 of the whole country*. Tehran: Plan and Budget Organization of Iran. <https://www.mporg.ir/home> [in Persian]
- Plan and Budget Organization of Iran. (2024). *Budget law of the year 2024 of the whole country*. Tehran: Plan and Budget Organization of Iran. <https://www.mporg.ir/home> [in Persian]
- Ragfar, H., Mousavi, M. H., & Ardalan, Z. (2014). The impact of aging and productivity changes on retirement and macroeconomic variables in Iran using a dynamic general equilibrium approach - Overlapping generations model (OLG). *Journal of the Iranian Population Association*, 9(17), 7–35 [in Persian]
- Rajabi, Z. & Gerami, A. (2017). *Investigation of the financial, insurance, and economic status of pension funds - Iran market report*. Tehran: Deputy of Economic Affairs and Planning, Ministry of Cooperatives, Labor, and Social Welfare. [in Persian]
- Murray, R. F. (1968). The impact of pensions on the capital markets: Private funds. In *Economic aspects of pensions* (pp. 67-97). National Bureau of Economic Research, Inc.
- Sheiner, L. (2023). The sustainability of state & local pensions: A public finance approach. *Issue in Brief* 23-8. Chestnut Hill, MA: Center for Retirement Research at Boston College.
- Social Security Organization of Iran. (2021). *Ratio of resources to expenditures and the government's share in the Social Security Organization*. Tehran: Social Security Organization of Iran. <https://tamin.ir/> [in Persian]
- Social Security Organization of Iran. (2021). *Ratio of covered population to the total population of the country*. Tehran: Social Security Organization of Iran. <https://tamin.ir/> [in Persian]
- Social Security Organization of Iran. (2023). *Ratio of resources to expenditures and the government's share in the Social Security Organization*. Tehran: Social Security Organization of Iran. <https://tamin.ir/> [in Persian]
- Steel Industry Pension Fund. (2023). *Ratio of resources to expenditures and government assistance in the Steel Industry Pension Fund*. Tehran: Steel Industry Pension Fund. [in Persian]
- Steindel, C. (2020). Public pension shortfalls and state economic growth: A preliminary examination. *Bus Econ*, 55, 138–149. <https://doi.org/10.1057/s11369-020-00183-3>.
- Su, C. & Li, X. (2012). The impact of social security on urban residents' consumption: A case of Shandong Province. *J. Shandong Univ*, 6, 81–86.
- Welch, M., McGee, J. (2016). Modeling pension costs. Urban Institute. https://www.urban.org/sites/default/files/2017/03/15/20160314-technical-paper-pension-benefits_finalized.pdf
- Wiener, M. (2019). Introduction to the prost model and modeling. [PowerPoint slides]. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/home>
- World Bank. (2016). *Financial stability, Global financial development report*. <https://www.worldbank.org/en/publication/gfdr/gfdr-2016/background/financial-stability>
- Zargar Koocheh, N. & Soroush Rad, S. (2020). Investigating the dimensions of financial sustainability in the public sector. *Journal of Public Sector Accounting and Budgeting*, 2, 24–36. [in Persian]
- Zhang, J. (2008). Effects of social security wealth on the consumption of Chinese urban households. *J. Shandong Univ*, 3, 105–112.
- Zhao, Q., Li, Z., & Chen, T. (2016). The impact of public pension on household consumption: Evidence from China's survey data. *Sustainability*, 8(9), 890. doi:10.3390/su8090890.
- Zviniene, A. (2017). Pension reform options simulation toolkit [PowerPoint slides]. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/home>

Original Article

The moderating role of economic development level on the innovation-export nexus: evidence from upper middle-income countries

Kiumars Shahbazi *

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1200468>

Received:
21/11/2024

Accepted:
25/02/2025

Keywords:
Economic Development,
Innovation, Exports,
International Trade,
Panel GMM

JEL Classification:
F13, F14, F41, O30, O47

Abstract

This study examines the impact of exports and economic development level on the global innovation index in upper middle-income countries during the period 2011-2021 using panel Generalized Method of Moments. The main objective of this research is to examine the learning by exports hypothesis and the moderating role of economic development level on the innovation-export relationship. The findings show that exports have a positive and significant impact on the global innovation index (GII), which supports the learning from exports hypothesis. GDP per capita, as an indicator of economic development, also has a positive and significant impact on the global innovation index. However, the level of economic development plays a moderating role in the relationship between exports and innovation. This means that the impact of exports on innovation in more developed countries is less than in countries with a lower level of development, which could be due to the declining returns of exports to innovation, structural differences, and technological maturity of countries. In addition, innovation inputs (except institutional index) have a positive and significant effect on the GII. Based on the research findings, policymakers can help improve the GII and increase the competitiveness of upper-middle-income countries by facilitating firms' access to international markets, diversifying exports, developing export-related infrastructure, investing in human capital and research and development, and also by preventing exchange rate fluctuations.

* Professor, Faculty of Economics and Management, Urmia University, Urmia, Iran, (Corresponding Author),
k.shahbazi@urmia.ac.ir

How to Cite: Shahbazi, K. (2025). The moderating role of economic development level on the innovation-export nexus: evidence from upper middle-income countries. *Economic Modeling*, 18(67): 137-158.



1. Introduction

The "learning by exporting" hypothesis presumes that firms may enhance their production and efficiency via engaging in export operations. This hypothesis posits that nations may get foreign knowledge resources absent in local markets by promoting corporate exports and leveraging this information to generate superior innovations. Despite several research investigating the relationship between innovation and exports at both firm and country levels, the influence of mediating role of country's degree of development on this connection in upper-middle-income nations remains unexamined. The main research questions are: Firstly, does export influence innovation in upper-middle-income nations? Secondly, may the degree of economic development serve as a moderating factor in the link between innovation and exports? Comprehending the mediating function of nations' level of development is crucial for formulating efficient strategies that foster export expansion and technological advancement.

2. Research method and data

This study employs the Panel Generalized Method of Moments (Panel GMM) to investigate the moderating effect of economic development levels on export learning in upper-middle-income countries from 2011 to 2021. The general form of the dynamic model used in this study is as follows:

$$GII_{i,t} = F(GII_{i,t-1}, EX_{i,t}, GDPPC_{i,t}, EX_{i,t} * GDPPC_{i,t}, HCR_{i,t}, INFRA_{i,t}, INS_{i,t}, GFCF_{i,t}, ER_{i,t})$$

Where, "GII" is the Global Innovation Index. The variables EX represent exports of goods and services as a percentage of GDP, GDPPC represents GDP per capita at constant 2017 prices, which is considered as a proxy for the level of economic development according to Vendrell-Herrero et al. (2025), EX*GDPPC is the interaction effect of economic development and exports. HCR represents the Human Capital and Research Index. INFRA includes information and communication technologies, public infrastructure and environmental sustainability. INS represents the institutional index. HCR, INFRA, and INS variables are among the innovation input variables and play an important role in creating innovation output. GFCF and ER also represent gross fixed capital formation and official exchange rate, respectively, and are entered into the model as control variables. All variables have been entered into the model in logarithmic form.

3. Analysis and discussion

The logarithmic coefficient of exports is 2.2239, indicating that a one percent variation in the export-to-GDP ratio will result in a 2.2239 percent rise in the GII. The findings confirm the learning-by-exports hypothesis in upper-middle-income nations, suggesting that exports significantly enhance the GII by fostering learning, intensifying competitiveness, and compelling firms to innovate. The logarithmic coefficient of GDP per capita, serving as a measure of economic development, is 0.7992, signifying that a one percent rise in GDP per capita in upper-middle-income nations will elevate the GII by 0.7992. More developed countries tend to exhibit greater creativity and higher levels

of innovation. This beneficial impact may stem from more resources, a more educated workforce, improved infrastructure, and a more conducive business environment. The coefficient for the interaction variable between economic development and exports is -0.5389, which is significant at the 10% level. This finding indicates that the impact of exports on innovation is contingent upon the degree of development. The negative coefficient for this variable signifies that the positive relationship between exports and innovation diminishes in nations with a greater degree of development. This result may be interpreted in several ways, including diminishing returns to scale, structural disparities, and technical maturity.

4. Conclusion

The results showed that exports have a positive and significant effect on the Global Innovation Index. This finding confirms the hypothesis of learning by exporting in upper-middle-income countries. Also, the results indicate that GDP per capita, as a proxy for the level of development of countries, in addition to having a positive and significant effect on the Global Innovation Index, also plays a mediating role in the relationship between exports and innovation. In other words, the effect of exports on innovation varies depending on the level of economic development, and as countries' development level increases, the positive relationship between exports and innovation decreases and the learning effect from exports weakens.

Funding

This article was financially supported by Urmia University.

Declaration of Competing Interest

The author has no conflicts of interest to declare that are relevant to the content of this article.

Acknowledgments

We thank anonymous reviewers for their useful comments greatly contributing to improve our work.

نقش تعدیل‌گر سطح توسعه اقتصادی در رابطه نوآوری و صادرات: شواهدی از کشورهای با درآمد متوسط به بالا

کیومرث شهبازی*

<https://sanad.iau.ir/Journal/eco/Article/1200468>

چکیده

هدف اصلی این تحقیق بررسی فرضیه یادگیری از صادرات و نقش تعدیل‌گری سطح توسعه اقتصادی در رابطه نوآوری و صادرات است. بدین‌منظور، تأثیر صادرات و سطح توسعه اقتصادی بر شاخص جهانی نوآوری در کشورهای با درآمد متوسط به بالا با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته پانلی در دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ بررسی شد. یافته‌ها نشان داد که صادرات تأثیر مثبت و معناداری بر شاخص جهانی نوآوری دارد که مؤید فرضیه یادگیری از صادرات است. تولید ناخالص داخلی سرانه نیز به عنوان شاخص توسعه اقتصادی، تأثیر مثبت و معناداری بر شاخص جهانی نوآوری دارد. با این حال، سطح توسعه اقتصادی نقش تعدیل‌کننده‌ای در رابطه بین صادرات و نوآوری ایفا می‌کند. به این معنا که تأثیر صادرات بر نوآوری در کشورهای توسعه‌یافته‌تر کمتر از کشورهای با سطح توسعه پایین‌تر است که می‌تواند ناشی از بازدهی نزولی صادرات برای نوآوری، تفاوت‌های ساختاری و بلوغ تکنولوژیکی این کشورها باشد. علاوه بر این، نهادهای نوآوری (به جز شاخص نهادی) شامل سرمایه انسانی، پژوهش و زیرساخت، تأثیر مثبت و معناداری بر شاخص جهانی نوآوری دارند. سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مشهود نیز تأثیر مثبت و معناداری بر نوآوری دارد، در حالی که افزایش نرخ ارز تأثیر منفی و معناداری بر آن دارد. بر اساس نتایج، پیشنهاد می‌شود سیاستگذاران با تسهیل دسترسی بنگاه‌ها به بازارهای بین‌المللی، تنوع‌بخشی به صادرات، توسعه زیرساخت‌های مرتبط با صادرات، سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی و تحقیق و توسعه، و همچنین با جلوگیری از نوسانات نرخ ارز، به بهبود شاخص جهانی نوآوری و افزایش رقابت‌پذیری کشورهای با درآمد متوسط به بالا کمک کنند.

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۹/۰۱

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۳/۱۲/۰۷

واژگان کلیدی:

توسعه اقتصادی، نوآوری، صادرات، تجارت بین‌الملل، گشتاورهای تعمیم یافته پانلی

طبقه‌بندی JEL:

F14, O30, O47

۱. مقدمه

در اقتصاد جهانی به هم پیوسته امروزی، صادرات نقش مهمی در رشد و توسعه اقتصادی دارد. صادرات علاوه بر سهم مستقیم خود در تراز تجاری، تأثیر عمیقی بر قابلیت‌های نوآوری کشورها دارد. این رابطه پیچیده بین صادرات و نوآوری به موضوع مورد توجه سیاستگذاران، مدیران تجاری و محققان تبدیل شده است. برخی از مطالعات تجربی نشان داده‌اند که بنگاه‌های صادرکننده مولدتر از بنگاه‌های غیرصادراتی بوده و بهبود سیاست‌ها و محیط‌های تجاری برای ایجاد شرایط مساعد برای تجارت، به ویژه صادرات، یکی از مهم‌ترین راه‌ها برای دستیابی کشورها به دانش از خارج است. فرضیه «یادگیری از صادرات» یک مفهوم محوری در تجارت بین‌الملل و اقتصاد توسعه است و بر بهبود بهره‌وری بنگاه‌ها پس از ورود آنها به بازارهای صادراتی تأکید دارد (سیبا و گبریسوس^۱، ۲۰۱۷). این فرضیه بیان می‌کند که بنگاه‌ها می‌توانند بهره‌وری و کارایی خود را با انجام فعالیت‌های صادراتی بهبود بخشند. این بهبود ناشی از قرار گرفتن بنگاه‌ها در معرض دانش، فناوری‌های جدید و فشارهای رقابتی است که در بازارهای خارجی با آن مواجه می‌شوند (وندل-هررو و همکاران^۲، ۲۰۲۲). طبق فرضیه یادگیری از صادرات، تجربه صادرات بنگاه‌ها را در معرض روش‌های جدید انجام کارها به دلیل تعامل با مشتریان، تامین کنندگان، رقبا و سایر عوامل خارجی قرار می‌دهد. این مواجهه، به نوبه خود، بنگاه‌های صادرکننده را قادر می‌سازد تا از بهره‌وری افزایش یافته در طول زمان برخوردار شوند (بللاک و گرتلر^۳، ۲۰۰۴؛ سیبا و گبریسوس، ۲۰۱۷). لذا با توجه به این فرضیه، کشورها می‌توانند با تشویق بنگاه‌ها به صادرات به منابع دانش خارجی که در بازارهای داخلی موجود نیست، دسترسی پیدا کنند و از این اطلاعات برای خلق نوآوری‌های بیشتر و با کیفیت‌تر استفاده کنند.

یکی از جنبه‌های مهم در بررسی رابطه بین صادرات و نوآوری، نقش تعدیل‌کننده سطح توسعه کشورها است. به عبارت دیگر، تأثیر صادرات بر نوآوری ممکن است در کشورهای با سطوح توسعه مختلف، متفاوت باشد. درک نقش تعاملی سطح توسعه کشورها بر اثر صادرات بر نوآوری، موضوعی پیچیده و حائز اهمیت است و این رابطه می‌تواند در کشورهای با درآمد پایین‌تر در مقایسه با کشورهای با درآمد بالاتر، به شکل متفاوتی عمل کند. به طور کلی، کشورهایی که از ظرفیت جذب بالا، صنایع پیشرفته، منابع مالی کافی، نهادهای قوی و صادرات کالاهای با فناوری بالا برخوردارند و در جایگاه مناسبی در زنجیره ارزش جهانی قرار دارند، احتمالاً بیشتر از سایر کشورها از صادرات برای تقویت نوآوری بهره‌مند می‌شوند (آغیون و همکاران^۴، ۲۰۱۸؛ کوهن و لوینتال^۵، ۱۹۹۰).

بررسی مطالعات موجود نشان می‌دهد که اولاً، مطالعات انجام شده در داخل و خارج از کشور در خصوص تأثیر صادرات بر نوآوری مبتنی بر داده‌های سطح بنگاه و بخش‌های اقتصادی است و این رابطه در سطح کلان کشورها بررسی نشده است. ثانیاً، با وجود این که از لحاظ نظری سطح توسعه می‌تواند در رابطه بین نوآوری و صادرات موثر باشد، در مطالعات تجربی به نقش تعاملی آن در رابطه بین صادرات و نوآوری توجه کافی نشده است. لذا، با توجه به خلاء تحقیقاتی موجود، در این مطالعه نقش تعدیل‌گری سطح توسعه کشورها بر یادگیری از صادرات در کشورهای با

¹ Siba & Gebreeyesus

² Vendrell-Herrero et al.

³ Blalock & Gertler

⁴ Aghion et al.

⁵ Cohen & Levinthal

درآمد متوسط به بالا مورد بررسی قرار می‌گیرد. هدف اصلی این مطالعه بررسی نقش تعدیل‌گری سطح توسعه کشورها بر یادگیری از صادرات در کشورهای با درآمد متوسط به بالا با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته (GMM) در طول دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ می‌باشد. سوالات اصلی تحقیق عبارتند از این که آیا اولاً، در کشورهای با درآمد متوسط به بالا صادرات بر نوآوری تأثیر دارد؟ ثانیاً، آیا سطح توسعه اقتصادی می‌تواند نقش تعدیل‌کننده را در رابطه بین نوآوری و صادرات ایفا کند یا نه؟ درک نقش واسطه‌ای سطح توسعه کشورها برای طراحی سیاست‌های مؤثر که هم رشد صادرات و هم پیشرفت فناوری را ترویج می‌کند، ضروری است.

ساختار ادامه این مقاله بدین شرح است: بعد از مقدمه، در بخش دوم مروری بر ادبیات موضوع و پیشینه پژوهش خواهیم داشت. در بخش سوم به بیان روش تحقیق و برآورد مدل پرداخته می‌شود. بخش چهارم نیز به جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی اختصاص یافته است.

۲. مروری بر ادبیات

۲-۱. مبانی نظری

فرضیه یادگیری از طریق صادرات بیان می‌کند که بنگاه‌ها با صادرات محصولات و خدمات خود به بازارهای خارجی، می‌توانند دانش، تجربه و فناوری‌های جدیدی را کسب کنند که به بهبود عملکرد آنها در بازارهای داخلی و بین‌المللی کمک می‌کند. این فرضیه بر پایه نظریه‌های مختلفی مانند چرخه عمر محصول، نظریه‌های یادگیری سازمانی و استوار است که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌شود.

نظریه چرخه عمر محصول مراحل را که یک محصول از معرفی تا حذف از بازار طی می‌کند، توصیف می‌کند: معرفی، رشد، بلوغ و افول. صادرات، به ویژه در مرحله بلوغ، می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر نوآوری داشته باشد. با ورود به بازارهای خارجی، بنگاه‌ها با نیازهای متنوع مشتریان، رقابت شدیدتر و دانش و فناوری‌های جدید روبرو می‌شوند که می‌تواند منجر به ایده‌های نوآورانه، بهبود محصولات و فرآیندها، و ایجاد شبکه‌های بین‌المللی شود. این امر به بنگاه‌ها کمک می‌کند تا رقابت‌پذیری خود را حفظ کرده و طول عمر محصول خود را افزایش دهند (ورنون، ۱۹۶۶).

نظریه‌های یادگیری سازمانی، صادرات را به عنوان یک منبع غنی برای کسب دانش و تجربه در نظر می‌گیرند که می‌تواند به نوآوری منجر شود. بنگاه‌ها از طریق صادرات با چالش‌ها و فرصت‌های جدیدی در بازارهای خارجی روبرو می‌شوند که آنها را به یادگیری و تطبیق وادار می‌کند. نوآوری سازمانی یک مکانیسم ساختاری و اداری برای بنگاه‌ها برای دسترسی، ادغام و ذخیره دانش خارجی (بازار یا فناوری) فراهم می‌کند. به عنوان مثال، نوآوری سازمانی، مانند پذیرش یک سیستم فناوری اطلاعات جدید، ممکن است سهولت ارتباط اعضای سازمان با ذینفعان خارج از کشور (از جمله عوامل فروش) را هدف قرار داده و بهبود بخشد و در نتیجه دسترسی به دانش بین‌المللی را تقویت کند. ادغام و ذخیره سازی بعدی دانش ممکن است از طریق ایجاد بانک‌های داده متمرکز در داخل سیستم محقق شود که به این افراد اجازه می‌دهد دانش خود را با سایر اعضای سازمانی مرتبط به اشتراک بگذارند. سایر تغییرات ساختاری ممکن است موانع بوروکراتیک داخلی را کاهش دهد و بازیگران سازمانی را قادر می‌سازد تا به طور مؤثر ایده‌های جدید را به هم‌تایان یا تصمیم‌گیرندگان برتر منتقل کنند. در نهایت، نوآوری سازمانی برای تحقق نوآوری‌های محصول

¹ Vernon

موثر در میان صادرکنندگان مهم است زیرا به آنها اجازه می‌دهد تا شیوه‌های کاری منحصر به فرد و هدفمند را برای ادغام دانش جدید و اتخاذ فناوری‌ها یا فرآیندهای مرتبط توسعه دهند (یورگنسن^۱ و همکاران، ۲۰۲۴). بر این اساس، بنگاه‌ها می‌توانند از طریق تجربه صادرات، دانش و مهارت‌های جدیدی را کسب کنند و با چالش‌های جدیدی روبرو شوند و از طریق حل این چالش‌ها، دانش و تجربه خود را افزایش دهند. همچنین، طبق نظریه یادگیری از طریق مشاهده، بنگاه‌ها می‌توانند از طریق مشاهده و تقلید از رقبای خود در بازارهای خارجی، دانش و مهارت‌های جدیدی را از آنها یاد بگیرند.

نظریه‌های شبکه‌های اجتماعی بر نقش حیاتی ارتباطات و جریان‌های دانش در تقویت نوآوری از طریق صادرات تأکید می‌کنند. با ورود به تجارت بین‌المللی، بنگاه‌ها به دانش و دیدگاه‌های متنوع دسترسی پیدا می‌کنند و خلاءهای اطلاعاتی ساختاری خود را پر می‌کنند (برت^۲، ۲۰۰۴). این مواجهه با بازارهای جدید و چشم‌اندازهای رقابتی می‌تواند نوآوری را تحریک کند، زیرا شرکت‌ها خود را با تقاضاهای خارجی سازگار می‌کنند و با رقبای جهانی مقایسه می‌شوند (آو^۳ و همکاران، ۲۰۱۱). علاوه بر این، صادرات می‌تواند همکاری و مشارکت با نهادهای خارجی را تسهیل کند و دسترسی به فناوری‌ها و تخصص‌های پیشرفته را فراهم کند (پاول^۴ و همکاران، ۱۹۹۶). در نهایت، تئوری‌های شبکه‌های اجتماعی نشان می‌دهند که چگونه بنگاه‌های صادرکننده از ارتباطات بین‌المللی خود برای کسب دانش جدید، افزایش مزیت رقابتی خود و ایجاد نوآوری استفاده می‌کنند (اسلاوا^۵ و همکاران، ۲۰۰۹).

فرضیه یادگیری از صادرات بیان می‌کند که فعالیت‌های صادراتی، فرصت‌های یادگیری جدیدی را برای بنگاه‌ها فراهم می‌کنند که در بازار داخل در دسترس نیستند. به این معنا که بنگاه‌های صادرکننده از طریق تعامل با مشتریان خارجی، تأمین‌کنندگان، رقبا و عوامل علمی، دانش جدیدی به دست می‌آورند و این دانش می‌تواند به افزایش سطح بهره‌وری و نوآوری در کشور خودی تبدیل شود. این ایده در دهه ۱۹۶۰ به دنبال مشاهدات روابط قوی بین صادرات و رشد اقتصادی در بسیاری از مناطق آسیا مطرح شد و هدف آن ایجاد ارتباط بین صادرات، نوآوری و بهره‌وری در سطح بنگاه بود. از نقطه نظر سیاستی نیز فرضیه یادگیری از صادرات بستری را برای آزمایش اثربخشی برنامه‌های ارتقای صادرات ارائه می‌دهد. با این حال، یافته‌های تجربی مختلط می‌باشند و بسیاری از مطالعات طیف وسیعی از موارد احتمالی، مانند ناهمگونی‌های سطح بنگاه، سطح صنعت و سطح کشور را بررسی کرده‌اند (وندل-هررو و همکاران^۶، ۲۰۲۲، ۲۰۲۵). نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که میزان اثر یادگیری از صادرات به توسعه اقتصادی بازار داخلی بنگاه بستگی دارد. منظور از توسعه اقتصادی بازار داخلی نیز الگوی مشاهده شده در سطح و نرخ رشد درآمد سرانه کشورها در طول زمان است. اثرات یادگیری از صادرات در بین بنگاه‌های دارای بازارهای داخلی کمتر توسعه یافته قوی‌تر خواهد بود. بنگاه‌های موجود در بازارهای توسعه‌یافته‌تر، در بازار داخلی خود از دسترسی بیشتری به پیشرفت‌های فنی برخوردار هستند، در حالی که بنگاه‌های موجود در بازارهای کمتر توسعه‌یافته فقط از طریق بازارهای

¹ Juergensen

² Burt

³ Aw

⁴ Powell

⁵ Eslava

⁶ Vendrell-Herrero et al.

خارجی به این فناوری‌ها دسترسی دارند و چنین بنگاه‌هایی فرصت‌های یادگیری کمتری در بازار داخلی دارند (دیمیتراتوس و همکاران^۱، ۲۰۰۹؛ وندرل-هررو و همکاران، ۲۰۲۵).

دو استدلال در خصوص اثر قوی‌تر فعالیت صادراتی بر سطح بهره‌وری آتی تحت شرایط توسعه محدود فن‌آوری وجود دارد. اولاً، سطح بهره‌وری در نقطه ورود به بازارهای صادراتی با توجه به توسعه اقتصادی بازار داخلی متفاوت خواهد بود. پیشرفت‌های فن‌آوری که با توسعه اقتصادی همراه است، حتی در غیاب صادرات، سطح بهره‌وری بالاتری را برای بنگاه‌ها در بازار داخلی ایجاد می‌کند، به طوری که بنگاه‌ها در بازارهای کمتر توسعه‌یافته قبل از صادرات با شکاف دانش مواجه هستند. بنابراین، بنگاه‌های بازارهای کمتر توسعه‌یافته با ورود به بازارهای صادراتی به احتمال زیاد با فرآیندهای جدیدی مواجه خواهند شد که با هزینه کم بازدهی بالا به همراه خواهد داشت و این بنگاه‌ها پس از ورود به بازارهای صادراتی از بهره‌وری بیشتری برخوردار خواهند شد. ثانیاً، میزان دستاوردهای بالقوه در سطح بهره‌وری با توجه به توسعه اقتصادی بازار داخلی متفاوت خواهد بود. یک مرز بهره‌وری برای همه بنگاه‌ها وجود دارد که فراتر از آن، سود بیشتر ممکن نیست. نزدیکی به این مرز با بازده حاشیه‌ای کوچکتر در مواجهه با دانش جدید همراه است. بنگاه‌ها در بازارهای توسعه‌یافته تمایل دارند قبل از ورود به بازار صادرات از سطح بهره‌وری بالاتری برخوردار شوند و بنابراین هنگام ورود به مرز نزدیک‌تر می‌شوند. این بنگاه‌ها از صادرات کمتر یاد می‌گیرند زیرا دانش فناوری که در بازار مقصد با آن مواجه می‌شوند قبلاً برای آنها شناخته شده است یا کمتر از دانشی است که قبلاً در اختیار دارند. لذا، پس از ورود بنگاه‌ها به بازارهای صادراتی، میزان سود بالقوه ناشی از افزایش بهره‌وری برای بنگاه‌های کشورهای کمتر توسعه‌یافته بیشتر خواهد بود. بنابراین، در مجموع، سطح بهره‌وری بنگاه‌های صادرکننده در طول زمان افزایش خواهد یافت. با این حال، اثر یادگیری از صادرات در بین بنگاه‌های موجود در بازارهای داخلی کمتر توسعه‌یافته قوی‌تر خواهد بود (وندل-هررو و همکاران، ۲۰۲۲). در نتیجه، نقش تعدیل‌کننده سطح توسعه بر یادگیری از طریق صادرات نشان می‌دهد که میزان یادگیری بنگاه‌ها از صادرات و بهبود بهره‌وری به طور قابل توجهی به سطح توسعه اقتصادی کشور مبدأ بستگی دارد. یعنی، صادرات می‌تواند موتور قدرتمندی برای یادگیری باشد، اما اثربخشی آن به شدت به سطح توسعه کشوری که بنگاه‌ها در آن فعالیت می‌کنند، بستگی دارد.

۲-۲. پیشینه مطالعات تجربی

علیرغم انجام مطالعات متعدد در زمینه تأثیر نوآوری بر صادرات (مولایی و همکاران، ۱۴۰۱؛ شاه‌آبادی و ثمری، ۱۳۹۵؛ رحیم‌نیا و همکاران، ۱۳۹۷)، مطالعات صورت گرفته در زمینه تأثیر صادرات بر نوآوری در داخل کشور محدود بوده است. دینی و همکاران (۱۳۹۸) به مدلسازی رابطه بین حکمرانی، نظام نوآوری ملی و ظرفیت‌های فناورانه پرداخته‌اند. مقاله چارچوبی نظری برای تحلیل این روابط ارائه می‌دهد و نشان می‌دهد که چگونه حکمرانی می‌تواند ظرفیت جذب دانش، بومی‌سازی فناوری و نوآوری را بهبود بخشد. حکمرانی به عنوان مجموعه‌ای از نهادها و قوانین تعریف می‌شود و نظام نوآوری ملی شامل بازیگران و روابطی است که نوآوری را تسهیل می‌کنند. ظرفیت‌های فناورانه نیز شامل جذب دانش، تقلید و خلق فناوری‌های جدید است. مدل نشان می‌دهد که حکمرانی خوب با ایجاد محیطی شفاف و قانونمند، به تقویت نظام نوآوری و افزایش ظرفیت‌های فناورانه کمک می‌کند. شهبازی و همکاران (۱۳۹۷)

¹ Dimitratos et al.

رابطه متقابل بین نوآوری و صادرات را در بنگاه‌های کوچک و متوسط استان آذربایجان غربی با استفاده از مدل معادلات ساختاری تعمیم یافته بررسی کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد اثر صادرات بر نوآوری مثبت و معنی‌دار است اما در مقابل، اثر نوآوری بر صادرات منفی بوده که بیانگر کوچک بودن سطح نوآوری بنگاه‌های ایرانی می‌باشد. حسن‌زاده و همکاران (۱۴۰۲) تئوری یادگیری از صادرات را در نمونه‌ای متشکل از ۱۰۴ بنگاه کوچک و متوسط در استان آذربایجان غربی با استفاده از مدل معادلات ساختاری تعمیم‌یافته بررسی نموده‌اند. با توجه به نتایج به‌دست آمده، استمرار صادرات و دسترسی به بازارهای متنوع‌تر صادراتی اثر مثبت و معنادار بر تنوع نوآوری دارد، اما اثر استمرار صادرات بر نوآوری بسیار بیشتر از اثر تنوع جغرافیایی صادرات بر تنوع نوآوری است. در ادامه به بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه در خارج از کشور پرداخته می‌شود.

وندل-هررو و همکاران^۱ (۲۰۲۵) به بررسی فرضیه یادگیری از طریق صادرات پرداخته‌اند. از نظر آنها یادگیری از صادرات به توسعه اقتصادی بازار داخلی بنگاه بستگی دارد. آنها با تکیه بر نظریه‌های کلاسیک یادگیری سازمانی، به این نتیجه رسیده‌اند که بنگاه‌ها در بازارهای داخلی توسعه‌یافته‌تر از فرصت‌های بیشتری برای یادگیری قبل از صادرات برخوردار خواهند شد، در حالی که بنگاه‌های فعال در بازارهای داخلی کمتر توسعه‌یافته پس از صادرات از فرصت‌های بیشتری برای یادگیری برخوردار خواهند شد. این فرضیه‌ها با استفاده از داده‌های بانک جهانی مورد آزمون و تایید قرار گرفته‌اند.

وو^۲ (۲۰۲۴) به طور تجربی برای بررسی نظریه یادگیری از صادرات دو استراتژی نوآوری مستقل و سرریز را در نظر گرفته است و با استفاده از یک روش برآورد سه مرحله‌ای به این نتیجه رسیده است که اثر یادگیری از طریق صادرات به طور مهمی تابع استراتژی‌های نوآوری بنگاه‌ها است. طبق نتایج این تحقیق، یادگیری از طریق صادرات در بین بنگاه‌های دارای نوآوری سرریز تایید شده است، در حالی که صادرات همیشه نمی‌تواند عملکرد نوآوران مستقل را افزایش دهد. این مطالعه نشان می‌دهد که اثر یادگیری از طریق صادرات اساساً یک فرآیند سرریز فناوری است و اهمیت نوآوری مستقل و سرریز را که باید به درستی اجرا و تنظیم شود، برجسته می‌کند.

ژانگ و مالیکوف^۳ (۲۰۲۳) تکامل بهره‌وری بنگاه را به‌عنوان یک فرآیند کنترل‌شده توسط صادرات در نظر گرفته‌اند و فرض کرده‌اند بهره‌وری آتی تابعی از رفتار صادراتی خود بنگاه و هم‌تایان هم‌صنعت از لحاظ مکانی نزدیک به هم باشد. آنها با استفاده از داده‌های کارخانه‌های تولیدی کشور شیلی در طول سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۹۵ اثرات مثبت مستقیم و سرریز صادرات بر بهره‌وری بنگاه‌های داخلی را تایید نموده‌اند.

وندل-هررو و همکاران^۴ (۲۰۲۲) توسعه اقتصادی بازار داخلی یک بنگاه را بر رابطه متقابل نوآوری و صادرات بررسی کرده‌اند. آنها با تکیه بر نظریه‌های مبتنی بر نهاد به این نتیجه رسیده‌اند که اثرات خود انتخابی در بین بنگاه‌های اقتصادهای توسعه‌یافته‌تر تایید می‌شود. همچنین، براساس نظریه‌های مبتنی بر دانش، نتیجه این مطالعه حاکی از تایید فرضیه تأثیرات یادگیری از صادرات در بین بنگاه‌های اقتصادهای کمتر توسعه‌یافته است. در مجموع، طبق نتایج این تحقیق بهره‌وری بنگاه و فعالیت صادراتی یکدیگر را تقویت می‌کنند.

¹ Vendrell-Herrero et al.

² Wu

³ Zhang & Malikov

⁴ Vendrell-Herrero et al.

وو و چیو^۱ (۲۰۲۱) اثر یادگیری از طریق صادرات را در بنگاه‌های تولیدی چینی از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ با استفاده از روش تخمین نیمه پارامتریک بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اثر یادگیری از طریق صادرات به قابلیت‌های نوآوری بنگاه بستگی دارد. فقط بنگاه‌هایی که به اندازه کافی نوآور هستند می‌توانند رشد سریع‌تری را از طریق صادرات و نوآوری تجربه کنند و برای بنگاه‌های غیرنوآور، صادرات حتی می‌تواند منجر به کاهش بهره‌وری شود. این مطالعه توضیح می‌دهد که چرا هم شواهد مثبت و هم شواهد منفی می‌توانند به طور همزمان و منطقی تحت نظریه یادگیری از طریق صادرات وجود داشته باشند.

رگیانی و شوتسوا^۲ (۲۰۱۸) نقش مشترک شدت فناوری صنعت و ویژگی‌های بازار صادرات در تحلیل دستاوردهای بهره‌وری مرتبط با صادرات را در بنگاه‌های تولیدی اوکراینی در سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۰۶ بررسی کرده‌اند. طبق نتایج این تحقیق، صادرکنندگان جدید در بخش‌های فناوری پیشرفته هنگام هدف قرار دادن بازارهای صادراتی پیشرفته، مطابق با یادگیری از صادرات، از امتیاز رشد بهره‌وری بلندمدت قوی برخوردار می‌شوند. در مقابل، بنگاه‌های صادراتی در بخش‌های با فناوری پایین، بدون توجه به مقصد صادراتی، عمدتاً از بهبود بهره‌وری کوتاه‌مدت برخوردار می‌شوند.

یانگ^۳ (۲۰۱۸) تأثیر ناهمگونی در صادرات را بر نوآوری بنگاه‌ها در چین بررسی کرده است. نتایج تجربی به‌دست‌آمده از داده‌های پانل نشان می‌دهد که صادرات عموماً تأثیر مثبتی بر ارتقای نوآوری‌ها از نظر تحقیق و توسعه و فروش محصولات جدید دارد. همچنین، نتایج حاکی از این است که بنگاه‌های دارای تنوع صادراتی بیشتر، تنوع بازار بیشتر و کیفیت صادرات بالاتر تمایل به مشارکت در تحقیق و توسعه بیشتر و فروش محصولات جدید بیشتری دارند.

کوالسکی و بوگه^۴ (۲۰۱۳) به طور تجربی روابط بین بهره‌وری نیروی کار و صادرات را در بخش‌های مختلف اقتصادهای نوظهور بررسی کرده‌اند. نتایج آنها حاکی از این است که صادرات با سطوح بهره‌وری بالاتر مرتبط است و در کشورهای با درآمد کم و متوسط، افزایش ۱۰ درصدی صادرات با افزایش تقریباً ۰٫۱ درصدی در بهره‌وری نیروی کار همراه است. به این ترتیب، نتایج تجربی این مطالعه از فرضیه ارتباط مثبت بین تجارت و بهره‌وری در اقتصادهای نوظهور پشتیبانی می‌کند.

با توجه به مطالعات فوق می‌توان گفت که براساس یافته‌های اکثر مطالعات صادرات می‌تواند موتور قدرتمندی برای یادگیری باشد. همچنین، نقش تعدیل‌کننده سطح توسعه در رابطه بین نوآوری و صادرات حاکی از متفاوت بودن میزان بهره‌مندی بنگاه‌ها از صادرات با توجه به سطح توسعه اقتصادی کشور مبدا خود است. بررسی مطالعات موجود نشان می‌دهد که اولاً، مطالعات انجام شده در داخل و خارج از کشور در خصوص تأثیر صادرات بر نوآوری مبتنی بر داده‌های سطح بنگاه و بخش‌های اقتصادی است و این رابطه در سطح کلان کشورها بررسی نشده است. ثانیاً، با وجود این که از لحاظ نظری سطح توسعه می‌تواند در رابطه بین نوآوری و صادرات موثر باشد، در مطالعات تجربی به نقش تعاملی آن در رابطه بین صادرات و نوآوری توجه کافی نشده است. لذا، با توجه به خلاء تحقیقاتی موجود، در این مطالعه نقش تعدیل‌گری سطح توسعه کشورها بر یادگیری از صادرات در کشورهای با درآمد متوسط به بالا مورد بررسی قرار می‌گیرد. تعمیم رابطه بین نوآوری و صادرات از سطح خرد به سطح کلان (یعنی از بنگاه‌ها به کشورها)،

¹ Wu & Chiou

² Reggiani & Shevtsova

³ Yang

⁴ Kowalski & Büge

علیرغم چالش برانگیز بودن و لزوم بررسی دقیق اثرات ترکیب، سرریزها، زمینه اقتصاد کلان، عوامل ساختاری و علیت، برای درک محرک های رشد اقتصادی و طراحی سیاست های مؤثر برای ارتقای رقابت ملی ضروری است. به طور خلاصه، درک عوامل تعیین کننده کلان شاخص نوآوری می تواند ضمن شناسایی عوامل مؤثر بر آن به سیاست گذاران کمک کند تا سیستم های نوآوری ملی خود را تقویت کنند و رقابت پذیری کشور خود را در اقتصاد جهانی بهبود بخشند.

۳. روش پژوهش

در این مطالعه برای بررسی نقش تعدیل گری سطح توسعه اقتصادی بر یادگیری از صادرات در کشورهای با درآمد متوسط به بالا از روش گشتاورهای تعمیم یافته پانلی (Panel GMM) در طول دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ استفاده می شود. از مزیت های مهم استفاده از داده های تابلویی می توان به حل مشکل درون زما بودن متغیرهای توضیحی، کاهش یا رفع هم خطی از طریق استفاده از وقفه های متغیر وابسته در مدل و حذف متغیرهای ثابت در طول زمان اشاره کرد. همچنین، زمانی که تعداد مقاطع (N) بیشتر از طول دوره زمانی (T) باشد، یعنی تعداد کشورها بیشتر از تعداد سالهای در نظر گرفته شده می باشد (در این مقاله $N=31 > 9=T$) از این روش استفاده می شود. در این مدل ها هنگامی که متغیر وابسته به صورت وقفه در طرف راست ظاهر می شود، دیگر برآوردهای OLS سازگار نبوده و باید به روش های برآورد دو مرحله ای (2SLS) اندرسون و هشیائو^۱ یا گشتاور عمومی تعمیم یافته (GMM) آرلانو و باند^۲ (۱۹۹۱) متوسل شد. برآورد (2SLS) ممکن است به دلیل مشکلات ناشی از انتخاب ابزارها، واریانس های بزرگتری برای ضرایب به دست دهد و از این رو برآوردها به لحاظ آماری معنادار نباشد. بنابراین، روش GMM توسط آرلانو و باند برای حل این مشکل پیشنهاد شده است. با توجه به اینکه در الگوهای پانل پویا، وقفه متغیر وابسته با جمله اخلاص همبستگی دارد، از وقفه دوم متغیر وابسته و وقفه های سایر متغیرها به عنوان ابزاری برای وقفه متغیر وابسته مبتنی بر روش GMM استفاده می شود. برای تخمین مدل، لازم است ابتدا متغیرهای ابزاری به کار رفته در مدل مشخص شود (فتاحی و همکاران، ۱۳۹۴). شکل کلی الگوی پویای مورد استفاده در این مطالعه به صورت زیر است:

$$GII_{i,t} = \alpha GII_{i,t-1} + \beta X_{i,t} + \mu_i + v_{i,t} \quad (1)$$

که در آن، GII نشان دهنده شاخص نوآوری جهانی، X بردار متغیرهای توضیحی، μ تأثیرات مشاهده نشده ویژه هر کشور و v جزء خطا و اندیس i و t به ترتیب نشان دهنده کشور و زمان هستند. آرلانو و باند معادله تفاضلی زیر را پیشنهاد می کنند:

$$GII_{i,t} - GII_{i,t-1} = \alpha(GII_{i,t-1} - GII_{i,t-2}) + \beta(X_{i,t} - X_{i,t-1}) + (v_{i,t} - v_{i,t-1}) \quad (2)$$

یعنی ابتدا در معادله (۱) به وسیله عمل تفاضل گیری، تأثیرات ویژه هر کشور حذف شده است و در مرحله دوم از پسماندهای باقیمانده در مرحله اول برای متوازن کردن ماتریس واریانس-کواریانس استفاده می شود. به عبارت دیگر، این روش متغیرهایی تحت عنوان متغیر ابزاری ایجاد می کند تا برآوردهای سازگار و بدون تورش داشته باشیم (بالتاجی، ۲۰۰۵).

¹ Anderson & Hsiao

² Arrelano & Bond

سازگاری تخمین‌زن GMM به معتر بودن فرض عدم همبستگی سریالی جملات خطا و ابزارها بستگی دارد که می‌تواند به وسیله دو آزمون تصریح شده توسط آرلانو و باند (۱۹۹۱)، آرلانو و باور^۱ (۱۹۹۵) و بلوندل و باند^۲ (۱۹۹۸) آزمون شود. اولی آزمون سازگان از محدودیت‌های از پیش تعیین شده است که معتر بودن ابزارها را آزمون می‌کند. آماره آزمون سازگان (J-Statistic) دارای توزیع (χ^2) با درجات آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های بیش از حد است. دومی آزمون همبستگی سریالی است که به وسیله آماره M_2 وجود همبستگی سریالی مرتبه دوم در جملات خطای تفاضلی مرتبه اول را آزمون می‌کند. در این آزمون، تخمین‌زن GMM زمانی دارای سازگاری است که همبستگی سریالی مرتبه دوم در جملات خطا از معادله تفاضلی مرتبه اول وجود نداشته باشد. عدم رد فرضیه صفر هر دو آزمون شواهدی را دال بر فرض عدم همبستگی سریالی و معتر بودن ابزارها فراهم می‌کند.

در این مطالعه با توجه به ادبیات نظری و مطالعات تجربی موجود تأثیر صادرات بر نوآوری به صورت تابع زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$GII_{i,t} = F(GII_{i,t-1}, EX_{i,t}, GDPPC_{i,t}, EX_{i,t} * GDPPC_{i,t}, HCR_{i,t}, INFRA_{i,t}, INS_{i,t}, GFCF_{i,t}, ER_{i,t}) \quad (3)$$

که در آن، GII شاخص جهانی نوآوری می‌باشد. رتبه‌بندی سالانه کشورها بر اساس قابلیت‌های نوآوری آنها است که توسط سازمان جهانی مالکیت معنوی^۳ (WIPO) منتشر می‌شود. این شاخص از ترکیبی از حدود ۸۰ شاخص برای ارزیابی و رتبه‌بندی اقتصادها استفاده می‌کند. داده‌های مربوط به این شاخص از سایت سازمان جهانی مالکیت معنوی جمع‌آوری شده است. متغیرهای EX بیانگر صادرات کالاها و خدمات به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی، $GDPPC$ بیانگر تولید ناخالص داخلی سرانه به قیمت ثابت سال ۲۰۱۷ که با توجه به وندل-هررو و همکاران (۲۰۲۵) به عنوان جایگزین سطح توسعه اقتصادی در نظر گرفته شده است و داده‌های آن نیز از سایت بانک جهانی برگرفته شده است، $EX * GDPPC$ اثر تعاملی توسعه اقتصادی و صادرات می‌باشد. HCR بیانگر شاخص سرمایه انسانی و پژوهش است و یک شاخص ترکیبی شامل هزینه‌های آموزش، فارغ‌التحصیلان دانشگاهی، هزینه‌های تحقیق و توسعه و تعداد محققین است. $INFRA$ شامل فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات، زیرساخت‌های عمومی و پایداری زیست‌محیطی است. INS بیانگر شاخص نهادی کشورها بوده و انعکاسی از ثبات و کارآمدی محیط سیاسی، کیفیت نظارتی و حاکمیت قانون و سهولت کسب و کار می‌باشد. متغیرهای HCR ، $INFRA$ و INS جزو متغیرهای ورودی نوآوری بوده و نقش مهمی در ایجاد ستاده نوآوری ایفا می‌کنند. داده‌های این سه شاخص از سایت سازمان جهانی مالکیت معنوی جمع‌آوری شده است. ER و $GFCF$ نیز به ترتیب بیانگر تشکیل سرمایه ثابت ناخالص و نرخ ارز رسمی می‌باشند و به عنوان متغیرهای کنترل وارد مدل شده‌اند. کلیه متغیرها به صورت لگاریتمی وارد مدل شده‌اند و مدل نهایی جهت برآورد به صورت زیر است:

$$LGII_{i,t} = \beta_0 LGII_{i,t-1} + \beta_1 LEX_{i,t} + \beta_2 LGDPPC_{i,t} + \beta_3 LEX_{i,t} * LGDPPC_{i,t} + \beta_4 LHCR_{i,t} + \beta_5 LINFRA_{i,t} + \beta_6 LINS_{i,t} + \beta_7 LGFCF_{i,t} + \beta_8 LER_{i,t} \quad (4)$$

¹ Arellano & Bover

² Blundell & Bond

³ World Intellectual Property Organization

رابطه ۴ با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته پانلی (Panel GMM) برای کشورهای منتخب در طول دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ برآورد شده است.

۴. برآورد مدل و تجزیه و تحلیل یافته‌ها

۴-۱. توصیف داده‌ها

در این مطالعه از داده‌های کشورهای با درآمد متوسط به بالا (آلبانی، الجزایر، آرژانتین، ارمنستان، آذربایجان، بلاروس، بوسنی و هرزگوین، برزیل، چین، کلمبیا، کاستاریکا، اکوادور، السالوادور، گرجستان، گواتمالا، اندونزی، ایران، جامائیکا، قزاقستان، مالزی، موریس، مکزیک، مغولستان، نامیبیا، ترکیه، تایلند، آفریقای جنوبی، پاراگوئه) در طول دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ برای برآورد مدل استفاده شده است. انتخاب نمونه کشورهای با درآمد متوسط به بالا برای مطالعه نقش تعدیل‌گری سطح توسعه اقتصادی بر یادگیری از صادرات، به دلیل پتانسیل بالای این کشورها برای بهره‌مندی از صادرات و قابلیت مقایسه بهتر آنهاست. این کشورها زیرساخت‌های بهتری دارند، نمونه مورد نظر طیف وسیعی از کشورها را با توجه به درآمد حقیقی سرانه آنها در برمی‌گیرد و به داده‌های متغیرهای مورد استفاده در برآورد مدل دسترسی وجود دارد. این مطالعه شامل ۳۱ کشور است که حجم نمونه ۳۳۷ را در طول دوره مورد بررسی تشکیل می‌دهد. از آنجایی که انحراف معیار متغیرها نسبتاً زیاد است، لذا در برآورد مدل، شکل لگاریتمی متغیرها استفاده می‌شود. توصیف داده‌های مربوط به متغیرهای مورد استفاده در برآورد مدل در جدول ۱ ارائه شده است. مقادیر شاخص جهانی نوآوری و صادرات تنوع قابل توجهی را نشان می‌دهد (در رابطه با تفاوت حداقل/حداکثر)، که نشان می‌دهد در پانل ما، کشورهایی با ساختارهای نوآوری و صادرات بسیار متنوع وجود دارند. به طور مشابه، تغییرات قابل توجهی در سطح توسعه کشورها وجود دارد، همانطور که درآمد سرانه کشورها نشان می‌دهد که از ۷۵۰۳/۶۸ دلار آمریکا تا ۳۱۲۵۲/۰۸ دلار آمریکا با میانگین ۱۴۸۷۱/۳۷ دلار آمریکا متغیر است.

جدول ۱. توصیف داده‌های آماری

	GII	EX	GDPPC	HCR	INFRA	INSTIT	GFCF	ER
Mean	۳۳/۲۰	۳۵/۱۲	۱۴۸۷۱/۳۷	۳۰/۱۳	۳۷/۵۳	۵۸/۴۶	۲۳/۱۸	۱۶۴۹/۳۸
Maximum	۵۴/۸۰	۸۵/۲۶	۳۱۲۵۲/۰۸	۵۰/۶۰	۵۸/۷۰	۸۲/۰۰	۴۸/۴۱	۴۲۰۰۰
Minimum	۱۹/۵۰	۱۰/۷۱	۷۵۰۳/۶۸	۱۰/۷۰	۲۰/۲۰	۲۵/۴۰	۱۳/۰۵	۰/۷۸
Std. Dev.	۵/۵۴	۱۵/۲۷	۵۰۱۲/۵۹	۷/۹۱	۷/۷۰	۹/۴۱	۶/۸۷	۵۶۴۳/۹۵
Skewness	۰/۸۶	۰/۸۳	۰/۹۵	۰/۱۲	۰/۰۳	-۰/۱۷	۱/۳۴	۵/۰۵
Jarque-Bera	۱۰۶/۰۷	۳۸/۹۶	۵۰/۹۶	۳/۵۶	۴/۲۳	۱/۷۵	۱۵۰/۲۵	۱۲۵۶۰/۷۷
Probability	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۱۶۸۴	۰/۱۲۰۹	۰/۴۱۷۲	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
Observations	۳۳۷	۳۳۷	۳۳۷	۳۳۷	۳۳۷	۳۳۷	۳۳۷	۳۳۷

منبع: محاسبات محقق

ضریب همبستگی، میزان همبستگی بین دو متغیر را اندازه‌گیری می‌کند که می‌تواند بین ۱- و ۱ متفاوت باشد، که در آن ۱- نشان دهنده همبستگی منفی کامل، ۰ به معنای عدم وجود ارتباط و ۱ نشان دهنده همبستگی مثبت کامل است. لازم به ذکر است که این همبستگی‌ها معیارهای ساده‌ای هستند و به طور کامل پویایی بین متغیرها را منعکس نمی‌کنند و بررسی همبستگی بین این متغیرها با استفاده از روش‌های مطمئن‌تر ضروری است. همبستگی متغیرها و عامل تورم واریانس (VIF) در جدول ۲ نشان داده شده است. ضریب همبستگی بین شاخص جهانی نوآوری و شاخص سرمایه انسانی و پژوهش بیشترین مقدار و ضریب همبستگی بین شاخص جهانی نوآوری و شاخص سرمایه انسانی و پژوهش کمترین مقدار است. علاوه بر این، مقادیر VIF برای همه متغیرها کمتر از مقدار آستانه ۱۰ و مقدار استاندارد پذیرفته شده ۵ است. با توجه به نتایج، همخطی چندگانه بین متغیرها وجود ندارد.

جدول ۲. ماتریس همبستگی و عامل تورم واریانس (VIF)

	GII	EX	GDPPC	HCR	INFRA	INSTIT	GFCF	ER
GII	۱							
EX	۰/۲۷	۱						
GDPPC	۰/۴۱	۰/۲۶	۱					
HCR	۰/۵۸	۰/۲۳	۰/۵۱	۱				
INFRA	۰/۴۱	۰/۰۲	۰/۴۹	۰/۲۴	۱			
INSTIT	۰/۳۳	۰/۳۵	۰/۲۵	۰/۰۵	۰/۱۵	۱		
GFCF	۰/۲۱	۰/۰۱	-۰/۰۲	۰/۲۵	۰/۱۵	-۰/۱۸	۱	
ER	-۰/۱۴	-۰/۱۹	-۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۰۲	-۰/۳۳	۰/۱۲	۱
VIF	-	۱/۲۵	۱/۸۹	۱/۵۴	۱/۴۱	۱/۳۴	۱/۱۹	۱/۱۴

منبع: محاسبات محقق

۲-۴. آزمون‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی

در این مطالعه برای بررسی مانایی متغیرها از آزمون ریشه واحد پانلی ایم، پسران و شین در حالت عرض از مبدأ و روند استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای شاخص جهانی نوآوری، شاخص سرمایه انسانی و پژوهش و شاخص نهادی در سطح مانا بوده و بقیه متغیرها با یک با تفاضل‌گیری مانا می‌شوند. لذا برای اطمینان از کاذب نبودن رابطه برآوردی، از آزمون هم‌انباشتگی پانلی کائو استفاده می‌کنیم. نتایج این آزمون با مقدار آماره $3/1717$ - و سطح احتمال $0/0008$ حاکی از پذیرفته شدن فرضیه هم‌انباشتگی بوده و نگرانی از رگرسیون کاذب در برآورد مدل وجود ندارد.

جدول ۳. نتیجه آزمون ریشه واحد

متغیر	مقدار آماره آزمون	نتیجه آزمون
LGII	$-3/2869^{***}$	I(0)
LEX	$-0/1138$	I(1)

نتیجه آزمون	مقدار آماره آزمون	متغیر
	-۳/۴۸۴۷***	D(LEX)
I (1)	۰/۶۶۸۱	LGDPCC
	-۳/۰۹۱۰***	D(LGDPCC)
I (1)	-۰/۴۴۳۱	LEX*LGDPCC
	-۳/۹۱۳۳***	D(LEX*LGDPCC)
I(0)	-۳/۵۲۷۰***	LHCR
I (1)	۴/۰۳۸۸	LINFRA
	-۶/۱۲۶۴***	D(LINFRA)
I(0)	-۷/۴۰۴۴***	LINS
I (1)	۱/۳۳۷۳	LGFCF
	-۲/۰۶۸۹**	D(LGFCF)
I (1)	۰/۱۸۴۴	LER
	-۲/۷۶۹۲***	D(LER)

***، **، * به ترتیب سطوح معنی داری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ را نشان می‌دهند.

منبع: محاسبات محقق

۴-۳. آزمون‌های تشخیصی

همانطور که در بخش روش‌شناسی تحقیق اشاره شد، شرط اول استفاده از مدل داده‌های تابلویی به روش گشتاورهای تعمیم یافته پانلی (Panel GMM) این است که تعداد مشاهدات در برش مقطعی (تعداد کشورها) بیشتر از طول دوره (T) باشد. با توجه به این که در مطالعه حاضر تعداد کشورها (۳۱) بیشتر از تعداد سال‌های مورد نظر (۹) است، لذا این شرط تأمین می‌شود. دو شرط دیگر به دو فرضیه اساسی سازگاری تخمین‌زنهای Panel GMM برمی‌گردد. اول اینکه، مجموعه متغیرهای ابزاری بایستی معتبر باشند، یعنی با جملات خطا همبسته نباشند. در این مطالعه وقفه‌های متغیرهای مستقل به عنوان متغیر ابزاری به کار گرفته شده است که آزمون سارگان مربوط به آن همبسته بودن پسماندها با متغیرهای ابزاری را در سطح اطمینان ۹۹ درصد رد می‌کنند (جدول ۴) و از این رو، متغیرهای ابزاری مورد استفاده معتبر بوده و اعتبار نتایج برای تفسیر تأیید می‌شود. دوم اینکه، باید عدم وجود خودهمبستگی مرتبه دوم (AR(2)) در پسماندها تأیید شود. با توجه به نتایج ارائه شده در جدول ۴، این فرضیه نیز با استفاده از آزمون همبستگی سریالی آرلانو و باند مورد آزمون قرار گرفته و در سطح اطمینان ۹۹ درصد تأیید شده است (جدول ۴). بنابراین، می‌توان گفت مرتبه خودهمبستگی در تفاضل مرتبه اول جملات اخلال از مرتبه یک بوده و لذا مدل برآورد شده با تفاضل وقفه‌دار مرتبه اول مدل مناسبی بوده و دارای تورش تصریح نیست (شاکری و فتحی، ۱۳۹۶).

جدول ۴. نتایج آزمونهای تشخیصی

آزمون	آماره	مقدار آماره	احتمال
آزمون سارگان	J-statistic	۲۵/۸۳	۰/۲۵۹۰
AR(1)	m-Statistic	-۲/۳۸	۰/۰۱۷۵
AR(2)	m-Statistic	۱/۶۱	۰/۱۰۸۱

منبع: محاسبات محقق

۴-۴. بحث و تفسیر نتایج

در ادامه، نتایج برآورد مدل با در نظر گرفتن متغیرهای ابزاری در جدول ۵ آورده شده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند متغیرهای وقفه اول شاخص جهانی نوآوری، صادرات، تولید ناخالص داخلی سرانه، شاخص سرمایه انسانی و پژوهش، شاخص زیرساخت‌ها و تشکیل سرمایه ثابت ناخالص بر شاخص جهانی نوآوری تأثیر مثبت و معنادار داشته‌اند و متغیر تعاملی توسعه اقتصادی و صادرات و متغیر نرخ ارز تأثیر منفی و معنادار بر شاخص جهانی نوآوری داشته‌اند و علامت ضرایب این متغیرها مطابق انتظار تئوریک است.

نتایج حاکی از این است که یک درصد تغییر در وقفه اول شاخص جهانی نوآوری، مقدار جاری آن را ۰/۴۹۳۴ درصد افزایش می‌دهد. تأثیر مثبت وقفه اول شاخص جهانی نوآوری بر روی خود نشان می‌دهد که نوآوری یک فرآیند پویا است و سطوح گذشته نوآوری تأثیر مثبتی بر سطوح فعلی نوآوری دارد (آدرتس و بلیتسکی^۱، ۲۰۲۲). این می‌تواند دلالت‌های مهمی برای سیاست‌گذاران داشته باشد، زیرا نشان می‌دهد که سیاست‌هایی که نوآوری را در حال حاضر ترویج می‌کنند می‌توانند اثرات طولانی مدتی بر عملکرد نوآوری یک کشور داشته باشند.

جدول ۵. نتایج برآورد مدل

متغیر	ضریب	آماره t	احتمال
LGII(-1)	۰/۴۹۳۴***	۸/۴۶	۰/۰۰۰۰
LEX	۲/۲۲۳۹**	۲/۰۹	۰/۰۴۵۶
LGDPCC	۰/۷۹۹۲**	۲/۰۹	۰/۰۴۵۳
LEX*LGDPCC	-۰/۵۳۸۹*	-۱/۹۳	۰/۰۶۳۶
LHCR	۰/۱۲۹۶***	۴/۵۶	۰/۰۰۰۱
LINFRA	۰/۰۹۰۸***	۲/۸۲	۰/۰۰۸۵
LINS	۰/۰۰۳۴	۰/۰۴۶۵	۰/۹۶۳۳
LGFCF	۰/۱۸۷۸***	۳/۸۹	۰/۰۰۰۵
LER	-۰/۱۰۶۱***	-۴/۴۴	۰/۰۰۰۱

***، **، * به ترتیب سطوح معنی‌داری ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ را نشان می‌دهند.

منبع: محاسبات محقق

¹ Audretsch & Belitski

ضریب لگاریتم صادرات ۲/۲۲۳۹ به دست آمده است که نشان می‌دهد یک درصد تغییر در نسبت صادرات به تولید ناخالص داخلی به ۲/۲۲۳۹ درصد افزایش در شاخص جهانی نوآوری منجر خواهد شد. این نتیجه‌گیری با یافته‌های آغیون و همکاران (۲۰۱۸) و گور^۱ (۲۰۲۰) سازگار است. این نتایج فرضیه یادگیری از صادرات را در کشورهای با درآمد متوسط به بالا تأیید می‌کند و نشان می‌دهد که صادرات می‌تواند با تقویت یادگیری، افزایش رقابت و سوق دادن بنگاه‌ها به نوآوری، تأثیر مثبت قابل توجهی بر شاخص جهانی نوآوری داشته باشد.

ضریب لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه به عنوان شاخص توسعه اقتصادی برابر با ۰/۷۹۹۲ است و بیان می‌کند که یک درصد افزایش در تولید ناخالص داخلی سرانه کشورهای با درآمد متوسط به بالا، شاخص جهانی نوآوری را ۰/۷۹۹۲ افزایش خواهد داد. به عبارت دیگر، کشورهایی که توسعه‌یافته‌تر هستند، تمایل بیشتری به خلاقیت داشته و سطح نوآوری بالاتری را تجربه می‌کنند. دلیل این تأثیر مثبت می‌تواند برخورداری از منابع بیشتر، نیروی کار با تحصیلات عالی، زیرساخت بهتر و محیط تجاری مطلوب‌تر باشد.

ضریب متغیر تعاملی توسعه اقتصادی و صادرات نیز برابر با ۰/۵۳۸۹- می‌باشد که در سطح ۱۰ درصد معنادار نیز است. این یافته نشان می‌دهد که تأثیر صادرات بر نوآوری با توجه به سطح توسعه متفاوت است. این نتایج با یافته‌های دیمیتراتوس و همکاران (۲۰۰۹)، وندرل-هررو و همکاران (۲۰۲۵) و کائو و همکاران (۲۰۲۲) سازگاری دارد. ضریب منفی برای این متغیر نشان می‌دهد که رابطه مثبت بین صادرات و نوآوری در کشورهای با سطح توسعه بالاتر ضعیف‌تر است. این نتیجه‌گیری می‌تواند تفسیرهای متعددی داشته باشد که از بین آنها می‌توان به بازدهی نسبت به مقیاس نزولی، تفاوت‌های ساختاری و بلوغ تکنولوژیکی اشاره کرد. در کشورهای توسعه‌یافته‌تر، مزایای صادرات برای نوآوری ممکن است به نقطه‌ای برسد که بازدهی کاهش یابد. این می‌تواند به دلیل عواملی مانند اشباع بازارهای موجود، افزایش رقابت یا تغییر تمرکز به سمت بازارهای داخلی باشد. همچنین، اقتصادهای توسعه‌یافته‌تر ممکن است ساختارها و اولویت‌های متفاوتی نسبت به اقتصادهای با درجه توسعه پایین‌تر داشته باشند. به عنوان مثال، آنها ممکن است بخش‌های خدماتی را در اولویت قرار دهند یا بر صنایع با فناوری پیشرفته که کمتر به طور مستقیم با فعالیت‌های صادراتی سنتی مرتبط هستند، تمرکز کنند. در نهایت، کشورهای توسعه‌یافته‌تر ممکن است در حال حاضر دارای سطح بالایی از پیچیدگی‌های تکنولوژیکی باشند، که دستیابی به نوآوری بیشتر تنها از طریق صادرات را چالش‌برانگیزتر می‌کند. آنها ممکن است نیاز به تمرکز بر عوامل داخلی مانند تحقیق و توسعه یا سرریز دانش داشته باشند. به عبارت دیگر، کشورهای توسعه‌یافته‌تر، در بازار داخلی خود از دسترسی بیشتری به پیشرفت‌های فنی برخوردار هستند، در حالی که کشورهای کمتر توسعه‌یافته فقط از طریق بازارهای خارجی به این فناوری‌ها دسترسی دارند و بنگاه‌های فعال در این کشورها فرصت‌های یادگیری کمتری در بازار داخلی دارند (دیمیتراتوس و همکاران، ۲۰۰۹؛ وندرل-هررو و همکاران، ۲۰۲۵؛ کائو و همکاران، ۲۰۲۲).

شاخص‌های سرمایه انسانی و پژوهش، زیرساخت‌ها و نهادی به عنوان نهاده‌های نوآوری بوده و تأثیر آنها بر نوآوری مطابق انتظار تئوریک مثبت است، ولی تأثیر شاخص نهادی از لحاظ آماری معنادار نیست. تأثیر مثبت سرمایه انسانی، پژوهش و زیرساخت بر بازده نوآوری به این معنی است که بهبود در این زمینه‌ها منجر به افزایش نوآوری می‌شود. زیرا، نیروی کار تحصیل کرده و ماهر برای تولید ایده‌های جدید، انطباق با فناوری‌های جدید و اجرای راه

¹ Gür

حل‌های نوآورانه ضروری است. افرادی که سطح تحصیلات و آموزش‌های تخصصی بالاتری دارند، بیشتر به تحقیق و توسعه، کارآفرینی و ایجاد محصولات و خدمات جدید کمک می‌کنند. از طرف دیگر، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه برای پیشرفت دانش و ایجاد اکتشافات جدید بسیار مهم است. هم تحقیقات پایه و هم تحقیقات کاربردی می‌توانند منجر به پیشرفت‌هایی شوند که به نوآوری دامن می‌زند. تحقیقات پایه درک ما را از اصول بنیادی گسترش می‌دهد، در حالی که تحقیقات کاربردی بر حل مشکلات خاص و توسعه فناوری‌های جدید متمرکز است. در نهایت، زیرساخت قوی، پایه و اساس نوآوری را فراهم می‌کند. این شامل زیرساخت‌های فیزیکی مانند شبکه‌های حمل‌ونقل، سیستم‌های ارتباطی و شبکه‌های انرژی و همچنین زیرساخت‌های دیجیتالی مانند دسترسی به اینترنت باند پهن است. زیرساخت قابل اعتماد جریان اطلاعات، کالاها و خدمات را تسهیل می‌کند و همکاری، دسترسی به منابع و ارائه ایده‌های خود را برای نوآوران آسان‌تر می‌کند (لوکاس^۱، ۱۹۸۸؛ گرلیچ^۲، ۱۹۷۹؛ کالدر^۳، ۲۰۰۲). تأثیر مثبت و غیرمعنادار شاخص نهادی نشان می‌دهد که کشورهای با شاخص نهادی بهتر (کارآمدی محیط سیاسی، کیفیت نظارتی و حاکمیت قانون و سهولت کسب و کار)، تمایل دارند سطوح بالاتری از بازده نوآوری داشته باشند که این نتیجه با انتظارات نظری مطابقت دارد، اما نشان می‌دهد که داده‌های مورد استفاده شواهد کافی برای اطمینان از اینکه شاخص نهادی واقعاً تأثیر مثبتی بر نوآوری دارند یا نه، ارائه نمی‌دهد.

ضریب لگاریتم تشکیل سرمایه ثابت ناخالص برابر با $0/1878$ می‌باشد که مثبت و معنادار نیز است. این نتیجه نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مشهود مانند ساختمان‌ها و ماشین‌آلات تأثیر مثبتی بر بازده نوآوری دارد. این سرمایه‌گذاری‌ها با ترکیب مستقیم فن‌آوری‌های جدید، بهبود غیرمستقیم محیط برای نوآوری از طریق زیرساخت‌های بهتر و حمایت از تلاش‌های تحقیق و توسعه، زیربنای فیزیکی و فنی ضروری برای نوآوری را فراهم می‌کنند. اساساً، تشکیل سرمایه ثابت ناخالص مورد نیاز برای توسعه، آزمایش و اجرای ایده‌های جدید را فراهم می‌کند و در نهایت منجر به نوآوری می‌شود.

در نهایت، ضریب منفی نرخ ارز نشان می‌دهد که اگرچه افزایش نرخ ارز ممکن است صادرات را تقویت کند، اما می‌تواند به دلایلی مانند افزایش هزینه نهاده‌های وارداتی، دامن زدن به تورم، محدود کردن دسترسی به سرمایه خارجی مورد نیاز برای پروژه‌های نوآورانه و تشویق بنگاه‌ها به ترجیح دستاوردهای صادراتی کوتاه‌مدت به تلاش‌های نوآورانه بلندمدت، به نوآوری آسیب برساند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این مطالعه، فرضیه یادگیری از صادرات و نقش تعدیل‌گری سطح توسعه اقتصادی بر یادگیری از صادرات در کشورهای با درآمد متوسط به بالا با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته پانلی (Panel GMM) برای دوره زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ بررسی شد. نتایج حاصل از بررسی تأثیر عوامل مختلف بر شاخص جهانی نوآوری در کشورهای با درآمد متوسط به بالا نشان داد که صادرات بر شاخص جهانی نوآوری تأثیر مثبت و معناداری دارد. به طوری که، به ازای یک درصد افزایش در نسبت صادرات به تولید ناخالص داخلی، شاخص جهانی نوآوری $2/2239$ درصد افزایش

¹ Lucas

² Griliches

³ Calder

می‌یابد. این یافته با نتایج مطالعات خارجی همخوانی دارد و فرضیه یادگیری از صادرات را در کشورهای با درآمد متوسط به بالا تأیید می‌کند. همچنین، نتایج نشان داد که تولید ناخالص داخلی سرانه، به عنوان جایگزین سطح توسعه کشورها، علاوه بر تأثیر مثبت و معنادار بر شاخص جهانی نوآوری، در رابطه بین صادرات و نوآوری نقش تعاملی نیز ایفا می‌کند. به عبارت دیگر، تأثیر صادرات بر نوآوری بسته به سطح توسعه اقتصادی متفاوت است و با افزایش سطح توسعه کشورها، رابطه مثبت بین صادرات و نوآوری کمتر شده و اثر یادگیری از صادرات تضعیف می‌گردد. این نتیجه می‌تواند به دلیل بازدهی‌های نزولی نسبت به مقیاس، تفاوت‌های ساختاری کشورها و بلوغ تکنولوژیکی باشد. به بیان دیگر، کشورهای توسعه‌یافته از طریق بازارهای داخلی به پیشرفت‌های فنی بیشتری دسترسی دارند، در حالی که کشورهای کمتر توسعه‌یافته عمدتاً از طریق بازارهای خارجی به این فناوری‌ها دسترسی دارند و به این دلیل انگیزه این کشورها برای صادرات و بهره‌مندی از دانش موجود در بازارهای خارج بیشتر می‌شود. نتایج همچنین بیانگر این است که نهادهای نوآوری (به استثنای شاخص نهادی) مطابق انتظار نظری بر شاخص جهانی نوآوری تأثیر مثبت و معناداری دارند و بهبود در این زمینه‌ها به افزایش نوآوری منجر می‌شود. سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مشهود مانند ساختمان‌ها و ماشین‌آلات نیز بر شاخص جهانی نوآوری تأثیر مثبت و معنادار و افزایش نرخ ارز (تضعیف پول ملی) بر شاخص جهانی نوآوری تأثیر منفی و معناداری دارد.

در نهایت، براساس نتایج پیشنهاد می‌شود کشورهای با درآمد متوسط به بالا با اجرای سیاست‌هایی نظیر تسهیل دسترسی بنگاه‌ها به بازارهای بین‌المللی، تنوع بخشیدن به صادرات، توسعه زیرساخت‌های مرتبط با صادرات، سرمایه‌گذاری در سرمایه انسانی، حمایت از تحقیق و توسعه و توسعه زیرساخت‌های آن شاخص نوآوری کشور را بهبود بخشیده و رقابت‌پذیری خود را در سطح جهانی ارتقا دهند. همچنین، با توجه به اینکه تأثیر صادرات بر نوآوری در کشورهای توسعه‌یافته کمتر است، لذا سیاست‌گذاران باید به دنبال اتخاذ سیاست‌های متناسب با سطح توسعه اقتصادی کشور خود باشند. برای مثال، در کشورهای توسعه‌یافته‌تر، تمرکز بر عوامل داخلی مانند تحقیق و توسعه و ایجاد یک اکوسیستم نوآوری قوی می‌تواند مؤثرتر باشد. تسهیل سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مشهود و جلوگیری از نوسانات نرخ ارز نیز می‌تواند به تقویت نوآوری در کشورهای مورد مطالعه کمک قابل توجهی نماید.

دسترسی به داده‌های آماری در طیف وسیعی از کشورها در دوره زمانی مورد بررسی و تعمیم نتایج به سایر کشورها (به ویژه کشورهای با درآمد پایین) از محدودیت‌های این تحقیق بودند که در مطالعات آتی باید به آنها توجه شود.

حامی مالی

این مقاله با حمایت مالی دانشگاه ارومیه در طول فرصت مطالعاتی انجام شده است.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

سپاسگزاری

از نظرات داوران ناشناس مجله که به بهبود کیفیت این مقاله کمک کردند، سپاسگزارم.

ORCID

Kiumars Shahbazi  <https://orcid.org/0000-0001-7702-6928>

منابع

- حسن‌زاده، خدیجه، شهبازی، کیومرث، موحدی، محمد و گوسانس، اولیویر(۱۴۰۲). بررسی رابطه‌ی بین استمرار و تنوع جغرافیایی صادرات با تنوع نوآوری، مطالعه‌ی موردی: بنگاه‌های کوچک و متوسط استان آذربایجان غربی. *فصلنامه علمی پژوهش‌های اقتصاد صنعتی*، ۱(۲۳)، ۵۸-۳۷. doi: 10.30473/jier.2023.68367.1398
- دینی ترکمانی، علی، حاجی حسینی، حجت اله، میرعمادی، طاهره، و رمضان پورنرگسی، قاسم (۱۳۹۸). حکمرانی، نظام نوآوری ملی و ظرفیت جذب، هم پایی و نوآوری فناورانه (مدل سازی نظری). *مدلسازی اقتصادی*، ۱۳(۳) (پیاپی ۴۷)، ۱-۳۳.
- رحیم نیا، فریبرز، خوراکیان، علیرضا و قادری، فرشاد (۱۳۹۷). بررسی تأثیر استراتژی‌های نوآوری بر عملکرد کسب‌وکارهای صادراتی. *نشریه علمی پژوهشی مدیریت کسب و کارهای بین‌المللی*، ۱(۳)، ۱-۲۲. doi: 10.22034/jiba.2019.7587.1
- شاکری، عباس و فتحی، یحیی (۱۳۹۶). بررسی اثرات مذاکرات تجاری بر رشد اقتصادی کشورهای ملحق شده به سازمان جهانی تجارت: رویکرد پانل دیتای پویا. *پژوهشنامه بازرگانی*، ۲۱(۸۳)، ۱۸۲-۱۳۵.
- شاه آبادی، ابوالفضل و ثمری، هانیه. (۱۳۹۵). تاثیر نوآوری بر صادرات صنایع مبتنی بر فناوری برتر کشورهای منتخب درحال توسعه و توسعه یافته، *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*. ۵۱(۳)، ۶۳۳-۶۱۱. doi: 10.22059/jte.2016.58943.6
- شهبازی، کیومرث، موحدی، محمد، و برومند، یونس (۱۳۹۷). رابطه متقابل نوآوری و صادرات در بنگاه های کوچک و متوسط: کاربرد تحلیل تناظر چندگانه و مدل معادلات ساختاری تعمیم یافته. *پژوهشنامه بازرگانی*، ۲۲(۸۸)، ۷۷-۱۱۳. <https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.17350794.1397.22.88.3.6>
- فتاحی، مریم، عصارى، عباس، صادقی، حسین، اصغریور، حسین (۱۳۹۴). تحلیل تجربی رابطه بین آلودگی هوا و هزینه های عمومی سلامت: رویکرد داده های تابلویی پویا. *مدلسازی اقتصادی*، ۹(۳۱)، ۶۰-۴۳.
- مولایی، اکبر، یزدانی، ناصر و کاظمی، فاطمه (۱۴۰۱). تاثیر نوآوری سازمانی بر عملکرد صادراتی با نقش میانجی نوآوری فناورانه تحول‌گرا و گسترده. *فصلنامه مطالعات مدیریت راهبردی*، ۱۳(۴۹)، ۱۶۳-۱۴۵. doi: 10.22034/smsj.2022.120612
- Aghion, P., Bergeaud, A., Lequien, M., & Melitz, M. J. (2018). The Impact of Exports on Innovation: Theory and Evidence. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3171084>
- Audretsch, D. B., & Belitski, M. (2022). The knowledge spillover of innovation. *Industrial and Corporate Change*, 31(6), 1329–1357. <https://doi.org/10.1093/icc/dtac035>
- Aw, B. Y., Roberts, M. J., & Xu, D. Y. (2011). Exporting and productivity growth: Evidence from manufacturing firms. *NBER Working Paper*.
- Blalock, G., & Gertler, P. J. (2004). Learning from exporting revisited in a less developed setting. *Journal of Development Economics*, 75(2), 397–416. <https://doi.org/10.1016/J.JDEVECO.2004.06.004>
- Burt, R. S. (2004). Structural holes: The social structure of competition. *Harvard University Press*.
- Calder, A. (2002). *Financing the future: Infrastructure needs and capital flows in East Asia*. Asian Development Bank Institute.
- Cao, X., Li, P., Fan, L., Jiang, Y., & Huang, X. (2022). The U-Shaped Effect and Its Reversal Mechanism of Export and Innovation—Evidence From Chinese Industrial Enterprises. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.869971>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1). <https://doi.org/10.2307/2393553>

- Dimitratos, P., Liouka, I., & Young, S. (2009). Regional location of multinational corporation subsidiaries and economic development contribution: Evidence from the UK. *Journal of World Business*, 44(2). <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2008.05.007>
- Dini torkamani, Ali, Haji Hosieni, Hojat Allah, Miremadi, Tahere, & Ramazanpoor Nargesi, Ghasem. (2019). Governance, National Innovation System and the Capacity for Attraction, Coherence and Technological Innovation (Theoretical Modeling). *ECONOMIC MODELLING*, 13(3 (47)), 1-33. SID. <https://sid.ir/paper/397452/en> [In Persian].
- Eslava, M., Haltiwanger, J., & Roberts, M. J. (2009). Learning by exporting: Firm-level evidence from Colombia. *Journal of the European Economic Association*, 7(5), 1084-1116.
- Fattahi, Maryam, Assari, Abbas, Sadeghi, Hossein, Asgharpour, Hossein (2015). Empirical analysis of the relationship between air pollution and public health costs: a dynamic panel data approach, *Economic Modeling*, (31)9, 43-60 [In Persian].
- Griliches, Z. (1979). Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, 10(1), 92-116.
- GÜR, B. (2020). The Effect of Foreign Trade on Innovation: The Case of Brics-T Countries. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 6(27). <https://doi.org/10.31589/joshas.333>
- Hasanzadeh, K. , Shahbazi, K. , Movahedi, M. and Gaussens, O. (2023). Investigating the Relationship between the Continuity and Geographic Diversity of Exports with the Diversity of Innovation, Case Study: Small and Medium Enterprises in West Azarbaijan Province. *Journal of Industrial Economics researches*, 7(23), 37-58 [In Persian]. doi: 10.30473/jier.2023.68367.1398
- Juergensen, J. J., Love, J. H., Surdu, I., & Narula, R. (2024). Learning-by-exporting: The strategic role of organizational innovation. *International Business Review*, 33(6), 102339. <https://doi.org/10.1016/J.IBUSREV.2024.102339>
- Kowalski, P. and M. Büge (2013), "Assessing the Trade-Related Sources of Productivity Growth in Emerging Economies", OECD Trade Policy Papers, No. 158, OECD Publishing, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/5k437p82nxq1-en>
- Lucas, R. E. (1988). On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Molaei, A. , Yazdani, N. and Kazemi, F. (2022). The Impact of Organizational Innovation on Export Performance with the Mediating Role of Radical and Extensive Technological Innovation. *Journal of Strategic Management Studies*, 13(49), 145-163 [In Persian]. doi: 10.22034/smsj.2022.120612
- Powell, W. W., Koput, K. W., & Smith-Doerr, L. (1996). Interorganizational collaboration and knowledge transfer: A review of current perspectives. *Strategic management journal*, 17(S2), 5-21.
- Rahimnia, F. , Khorakian, A. and Ghaderi, F. (2019). Investigating the effects of innovation strategies on export business performance with the moderating role of competition intensity. *Journal of International Business Administration*, 1(3), 1-22 [In Persian]. doi: 10.22034/jiba.2019.7587
- Reggiani, C., & Shevtsova, Y. (2018). Trade and Productivity in a Transition Economy: the Role of Industry and Export Destination. *Journal of Industry, Competition and Trade*, 18(3), 395-428. <https://doi.org/10.1007/s10842-018-0271-x>
- Shahabadi, A., Samari, H. (2016). The effect of innovation on exports of high technology-based industries in selected developing and developed countries. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 51(3), 633-611 [In Persian]. doi: 10.22059/jte.2016.58943
- Shahbazi, K. , Movahedi, M. and Brumand, Y. (2018). Reciprocal Relationship between Innovation and Exports in SME's: Application of Multiple Correspondence Analysis and Generalized Structural Equation Model. *Iranian Journal of Trade Studies*, 22(88), 77-113 [In Persian].
- Shakeri, A. and FATHI, Y. (2017). WTO Accessing Negotiations and Economic Growth: Dynamic Panel Data (Panel GMM) Approach. *Iranian Journal of Trade Studies*, 21(83), 135-182 [In Persian].

- Siba, E., & Gebreeyesus, M. (2017). Learning to export and learning from exporting: The case of Ethiopian manufacturing. *Journal of African Economies*, 26(1), 1–23. <https://doi.org/10.1093/jae/ejw022>
- Vendrell-Herrero, F., Darko, C. K., Gomes, E., & Lehman, D. W. (2022). Home-market economic development as a moderator of the self-selection and learning-by-exporting effects. *Journal of International Business Studies*, 53(7). <https://doi.org/10.1057/s41267-021-00481-8>
- Vendrell-Herrero, F., Gomes, E., Darko, C. K., & Lehman, D. W. (2025). When do firms learn? Learning before versus after exporting. *Small Business Economics*, 64(1), 203–219. <https://doi.org/10.1007/s11187-024-00898-z>
- Vernon, Raymond. 1966. “International Investment and International Trade in the Product Cycle.” *Quarterly Journal of Economics* 80 (2): 190–207. doi:10.2307/1880689.
- Wu, R. (2024). Moderating Effect of Innovation Strategy on Learning-by-Exporting: A Cross-Country Study. *Atlantic Economic Journal*, 52(2), 131–144. <https://doi.org/10.1007/s11293-024-09806-y>
- Wu, R., & Chiou, J. R. (2021). Retesting the Learning-by-Exporting Theory: An Investigation of Chinese Manufacturers’ Productivity Under Globalization. *Atlantic Economic Journal*, 49(1). <https://doi.org/10.1007/s11293-021-09696-4>
- Yang, C.-H. (2018). Exports and innovation: the role of heterogeneity in exports. *Empirical Economics*, 55(3), 1065–1087. <https://doi.org/10.1007/s00181-017-1312-8>
- Zhang, J., & Malikov, E. (2023). Detecting Learning by Exporting and from Exporters. *Journal of Productivity Analysis*, 60(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11123-023-00667-2>.