Quarterly Journal Defensive Future Studies
IRI Military Command and Staff University
www.dfsr.ir
Online ISSN: 2645-7172
Print ISSN: 2588-428x

Providing a comprehensive risk prediction model using the method (MGARCH)

Mosa Hosseinzadeh Bizaki [1]| Hosein Jahangirnia[2]✉ | Gholamreza zomorodian[3]| Reza Gholami Jamkarani[4]| Mirfeiz Fallah Shams[5]

1. Ph.D student in financial engineering, Islamic Azad University, Qom, Iran. E-mail: mosa_hosseinzadeh61@yahoo.com
2. Associate Professor of Accounting, Islamic Azad University, Qom, Iran (Corresponding author). E-mail: hosein_jahangirnia@iau.ac.ir
3. Associate Professor of Financial Management, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: Gho.zomorodian@iauctb.ac.ir
4. Associate Professor of Accounting, Islamic Azad University, Qom, Iran. E-mail: accountghom@gmail.com
5. Associate Professor of Financial Management, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: fallahshams@gmail.com

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
2024- 7- 26
Received in revised form:
2024- 11- 25
Accepted:
2024- 12- 25
Published online:
2025-2- 19

Keywords:
Financial crisis, Risk, Systemic risk, Banking system

ABSTRACT

Objective: Risk management is one of the fundamental requirements for modern military forces. Today, without implementing scientific and logical processes, it is impossible to identify and eliminate risks in dynamic and technological environments. Risk analysis and its prioritization are essential approaches to identifying significant risks and their impacts, enabling the determination of policies and strategies within defense organizations. This research aims to present a comprehensive risk prediction model using the Multivariate GARCH (MGARCH) method.

Methodology: Due to the lack of public access to information from military organizations, in this research, statistical methods such as time series regression, self-regressive vector model, multivariable GARCH model, and conditional value at risk were used for banking data from the years 2011 to 2018.

Findings: It is possible to identify, analyze, and prioritize risks through the quantification of risks in different units of military organizations.

Conclusion: Based on this, commanders are advised to establish and strengthen risk management departments and regularly assess and manage internal risks within their units according to risk indicators.

Cite this article: Hoseinzadeh Bizaki, M. Jahangirnia, H. Zomorodian, G. Gholami Jamkarani, R. and Fallah Shams, M. (2025). Providing a comprehensive risk prediction model using the method (MGARCH). Defensive Future Studies, 9(35), 123- 167.

DOI: 10.22034/dfsr.2024.2036343.1813

CC BY NC ND

Publisher: IRI Military Command and Staff University

Extended Abstract

INTRODUCTION:

Risk management is one of the fundamental requirements for modern military forces. The common process of designing military structures and organizations to cope with unforeseen environmental threats is fragile, and in practice, it jeopardizes the implementation of structural changes, potentially leading to failure. Such conditions, in addition to causing a waste of time and high costs, result in the organization lacking the necessary efficiency and effectiveness, which leads to adverse defensive and security consequences for the country. On the other hand, the future is characterized by uncertainty and ambiguity, which inherently entails constant risks. National defense requires a deep understanding of the strategic environment, the accurate identification of goals and interests, and the timely selection to achieve them. One of the most fundamental solutions to address the issue of uncertainty is risk assessment, analysis, and management. This research aims to provide a comprehensive risk prediction model using the multivariate GARCH (MGARCH) method.

METHODOLOGY:

This study is considered applied in terms of its purpose. It examines the impact of risk prediction in the banking system and is descriptive-correlational in nature and methodology.

This study's statistical population and dataset consist of the daily price time series of all banks included in the banking index. Therefore, the daily stock price time series of ten banks listed on the stock exchange, along with the banking index, have been considered for the study from 2015 to 2022 (covering eight years). In addition to these variables, three external factors—volatility in the currency market, gold coin market volatility, and interest rate volatility—are included as influential variables in this study.

RESULTS:

In the first section, data related to bank stock prices and macroeconomic variables, such as exchange rate fluctuations, gold coin market fluctuations, and interest rates, were analyzed. After the preparation and removal of outliers, the data were adjusted and updated using the Mahalanobis method to improve the accuracy of the results. Initial statistical analyses showed that daily stock returns for the banks fluctuated around zero with limited standard deviation in most cases. Additionally, the values of the skewness and kurtosis coefficients for some banks indicated that the data were not normally

distributed, highlighting the need for more complex models to conduct more accurate analyses.

In the second section, the basic assumptions of the models, such as normality, stationarity, and variance heterogeneity, were examined. The results of the tests indicated that the assumption of normality for all variables was rejected, while the stationarity assumption was confirmed using the generalized Dickey-Fuller test. Furthermore, the results of the heteroskedasticity (ARCH) test showed that bank stock returns exhibited variance heterogeneity, meaning non-uniform fluctuations over time. These findings demonstrated that standard models alone are insufficient for accurately analyzing these data, and more advanced models, such as multivariate GARCH, should be employed.

The third section focused on calculating the systemic risk of banks using the quantile regression model and the Value at Risk (VaR) and Conditional Value at Risk (CoVaR) indices. The results showed that Mellat Bank, Tejarat Bank, and Saderat Bank exhibited the highest systemic risks and had a significant negative impact on the banking system. In contrast, banks like Post Bank and Middle East Bank were more prone to high return fluctuations. The analysis, using a scatter plot between return risk and systemic risk, revealed that Mellat Bank, Tejarat Bank, and Saderat Bank not only had higher systemic risk but also exhibited higher return fluctuation risk than other banks.

Finally, the fourth section was dedicated to testing systemic risk contagion using the multivariate GARCH model with a dynamic conditional correlation approach. The results confirmed the existence of risk contagion between banks, meaning that financial volatility and crises in one bank could spread to others, creating a domino effect. These findings underscore the importance of careful monitoring and management of systemic risk in the banking industry, as risk contagion can lead to larger crises within the banking system and the macroeconomics.

CONCLUSION:

Risks can be identified, analyzed, and prioritized by quantifying them within various units of military organizations. Accordingly, it is recommended that commanders establish and strengthen risk management departments and regularly assess and manage risks within their units based on risk indicators.

فصلنامه علمی آینده‌پژوهی دفاعی
دانشگاه فرماندهی و ستاد آجا
http://www.dfsr.ir/
شاپای چاپی: ۲۳۸۳-۲۱۸X شاپای الکترونیکی: ۲۶۴۵-۷۱۷۲

ارائهٔ مدل پیش‌بینی ریسک فراگیر با استفاده از روش گارچ چندمتغیره (MGARCH)

موسی حسین‌زاده بیزکی[۱] | حسین جهانگیر نیا[۲]✉ | غلامرضا زمردیان[۳]
رضا غلامی جمکرانی[۴] | میر فیض فلاح شمس[۵]

۱. دانشجوی دکتری مهندسی مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. رایانامه: mosa_hosseinzadeh61@yahoo.com
۲. دانشیار حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. (نویسنده مسئول)، رایانامه: hosein_jahangirnia@iau.ac.ir
۳. دانشیار مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، رایانامه: Gho.zomorodian@iauctb.ac.ir
۴. دانشیار حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران، رایانامه: accountghom@gmail.com
۵. دانشیار مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، رایانامه: fallahshams@gmail.com

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقالهٔ پژوهشی

تاریخچه مقاله:
تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۵/۰۵
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۹/۰۵
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۱۰/۰۵
تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۱۲/۰۱

کلیدواژه‌ها:
بحران مالی، ریسک، ریسک سیستمیک، نظام بانکی

چکیده

هدف: مدیریت ریسک یکی از ملزومات اساسی ارتش‌های نوین است. امروزه بدون پیاده‌سازی فرایندهای علمی، قادر به شناسایی و رفع مخاطرات در محیط‌های پویا نخواهیم بود. تحلیل ریسک و اولویت‌بندی آن، یکی از رویکردهای اساسی به‌منظور شناسایی ریسک‌های اثرگذار در سازمان‌های دفاعی است.

روش: به دلیل عدم دسترسی به اطلاعات سازمان‌های نظامی در این تحقیق از روش‌های آماری از قبیل رگرسیون سری زمانی، مدل بردار خودرگرسیو، مدل گارچ چندمتغیره و ارزش در معرض خطر شرطی برای اطلاعات سال‌های ۱۳۹۴ الی ۱۴۰۱ بانک‌ها استفاده شده است.

یافته‌ها: نتایج تحقیق نشان می‌دهد که می‌توان از طریق کمّی‌سازی ریسک‌ها در یگان‌های مختلف سازمان‌های نظامی، به شناسایی، تحلیل و اولویت‌بندی ریسک‌ها اقدام کرد.

نتیجه‌گیری: به فرماندهان پیشنهاد می‌شود بخش مدیریت ریسک را تقویت نمایند و به‌طور منظم بر اساس شاخص‌های ریسک، ریسک‌های داخل یگان‌ها را ارزیابی و مدیریت کنند.

استناد: حسین زاده بیزکی، موسی؛ جهانگیرنیا، حسین؛ زمردیان، غلامرضا؛ غلامی جمکرانی، رضا و فلاح شمس، میرفیض. (۱۴۰۳). ارائه مدل پیش‌بینی ریسک فراگیر با استفاده از روش گارچ چند متغیره (MGARCH). آینده‌پژوهی دفاعی، ۹(۳۵)، ۱۲۳- ۱۶۷.

DOI: 10.22034/dfsr.2024.2036343.1813

ناشر: دانشگاه فرماندهی و ستاد ارتش جمهوری اسلامی ایران

CC BY NC ND

مقدمه

فرایند رایج در طراحی ساختار و سازمان‌دهی نظامی به‌منظور مقابله با تهدیدهای پیش‌بینی نشده محیط، بسیار شکننده است و در عمل پیاده‌سازی تحولات ساختاری را به مخاطره می‌اندازد، حتی ممکن است منجر به شکست شود. چنین شرایطی ضمن اینکه سبب هدررفت زمان و تحمل هزینه زیاد می‌شود، سازمان کارایی و اثربخشی لازم را نیز ندارد و کشور دچار آثار سوء دفاعی - امنیتی می‌شود. از طرف دیگر آینده با عدم قطعیت و ابهام همراه است، به همین دلیل همواره مخاطره و ریسک وجود دارد. دفاع ملی نیازمند شناخت دقیق و عالمانۀ محیط راهبردی، تعیین درست اهداف و منافع و انتخاب گزینه‌های مناسب و به هنگام برای رسیدن به آن‌هاست. یکی از چالش‌های مدیریت این است که چه مقدار عدم اطمینان را تحمل نماید؟ از اساسی‌ترین راهکارها برای حل مسئله عدم قطعیت، ارزیابی، تحلیل و مدیریت ریسک است. میزان تمرکز بر تحلیل ریسک، به‌عنوان یکی از مراحل اساسی فرایند مدیریت ریسک، به‌طور مستقیم به درجه پیچیدگی سازمان و میزان تعامل آن با محیط پیرامونی وابسته است، اما احتمال ضرر و زیان وارده ناشی از ریسک‌ها و مخاطرات همیشه با ارزیابی و تحلیل ریسک قابل کاهش است. در این میان سازمان‌های دفاعی باید بتوانند به‌طور منطقی و روشمند مخاطرات بالقوه را شناسایی و تحلیل کرده برای مدیریت مناسب آن‌ها در شرایط اطمینان اقدام کنند و از تصمیم‌گیری‌های ذهنی و تقریبی پرهیز نمایند (رسول‌زاده و همکاران، ۱۴۰۳).

امروزه شاهد تحقیقاتی مبنی بر کمّی‌سازی ریسک در سازمان‌ها هستیم. تاکنون پژوهشی به‌منظور کمّی‌سازی ریسک در سازمان‌های نظامی صورت نپذیرفته است؛ لذا در این پژوهش محقق بر آن است که روش کمّی‌سازی ریسک را که در نظام بانکی کشور صورت پذیرفته است، جهت بررسی در سازمان‌های نظامی پیشنهاد دهد. هدف تحقیق بررسی تأثیر تلاطم بازار ارز، بازار سکه، طلا و نرخ بهره به‌عنوان متغیرهای خارجی و سیستماتیک بر ریسک‌های مالی در نظام بانکی ایران و همچنین توسعه یک مدل جامع برای پیش‌بینی ریسک بحران مالی است که با در نظر گرفتن این متغیرهای خارجی و همچنین متغیرهای داخلی بانکی، بتواند به پیش‌بینی دقیق‌تر بحران‌های مالی کمک کند. این مدل باید به بانک‌ها و سیاست‌گذاران کمک کند تا با شناسایی به‌موقع ریسک‌ها، اقدامات پیشگیرانه‌ای

برای کاهش تأثیرات منفی این تلاطم‌ها بر پایداری نظام بانکی اتخاذ کنند. در همین خصوص درصورتی‌که با الهام گرفتن از تأثیرات منفی این تلاطم‌ها بر پایداری نظام بانکی، در سیستم‌های حساس نظامی شناسایی و اندازه‌گیری شود از آسیب‌ها و اتفاقات فاجعه‌بار در صنایع حساس نظامی جلوگیری خواهد شد. تلاش محقق بر آن است تا با ارائه یک مدل جامع برای پیش‌بینی ریسک بحران مالی، الگویی را ایجاد کند تا محققین حوزه نظامی بتوانند از متدولوژی به‌کاررفته در این فرایند جهت انجام تحقیقات پایه‌ای در حوزه حساس نظامی استفاده کنند.

تغییرات سریع در جهان امروز در ابعاد مختلف محیط سیاسی، فرهنگی، اجتماعی، نظامی و فناوری باعث شده است که سازمان‌ها در صحنه رقابت‌های مختلف به‌طور فزاینده‌ای با تغییرات گسترده مواجه شوند. وقوع ریسک‌ها (اعم از مثبت و منفی) برای سازمان‌ها اجتناب‌ناپذیر بوده و دلیل این امر نیز احاطه آن‌ها توسط عدم اطمینان‌ها و پیچیدگی محیط فعالیت امروزی سازمان‌هاست. یکی از عوامل کلیدی موفقیت سازمان‌ها در چنین شرایطی، توانایی آن‌ها در شناسایی ریسک‌ها در زمان مناسب است. (Ojeka et al, 2022). در چنین محیط پویا و پیچیده‌ای سازمان‌های نظامی نیازمند فرماندهانی هستند که ریسک‌های ناشی از پیچیدگی‌های ذاتی محیط عملیاتی را در زمان تصمیم‌گیری‌های مهم خود لحاظ قرار دهند.

امروزه نظام بانکی در همه کشورها از جمله ایران جزو ارکان اساسی توسعه به شمار می‌رود و اغلب مناسبات مالی از مسیر بانک‌ها جریان پیدا می‌کند. از سوی دیگر بانک‌ها و نهادهای مالی وابسته به نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران نقش به‌سزایی در تأمین مالی بخش اعظمی از اقتصاد ایفا می‌کند و هرقدر اهمیت یک موضوع و نقش آن در اقتصاد و توسعه کشور بیشتر باشد، لزوم توجه به مشکلات و چالش‌های آن نیز بیشتر خواهد بود.

در این پژوهش یک مدل جامع برای پیش‌بینی ریسک بحران مالی در نظام بانکی بر اساس سؤالات پژوهش بررسی شده است که به شرح زیر ارائه می‌شود:

۱- آیا اثر دومینویی در بین ریسک فراگیر بانک‌های موجود در سیستم بانکی بورس اوراق بهادار تهران وجود دارد؟

۲- تأثیر تلاطم ارز آزاد (دلار) بر روی ریسک فراگیر سیستم بانکی چگونه است؟

۳- تلاطم نرخ بهره و سکه بر روی ریسک فراگیر سیستم بانکی چگونه است؟

مبانی نظری و پیشینه‌های پژوهش

مبانی نظری

ریسک فراگیر بحران مالی

بحران‌های مالی ریسک‌های قابل‌توجهی برای اقتصاد جهانی به همراه دارند و تحقیقات نشان می‌دهند که این بحران‌ها قابل پیش‌بینی و گسترده هستند. رشد سریع اعتبار و قیمت دارایی‌ها طی یک دوره سه‌ساله با احتمال ۴۰ درصدی ورود به یک بحران مالی در سه سال آینده مرتبط است، درحالی‌که این احتمال در شرایط عادی تنها ۷ درصد است (Greenwood et al, 2022). گسترش بخش مالی و درجه بالای یکپارچگی مالی، اقتصاد جهانی را ناپایدار و آسیب‌پذیر در برابر رویدادهای مالی غیرمنتظره کرده است (Zachariadis, 2020). بانکداری سایه که با انباشت بیش‌ازحد اهرم مالی مشخص می‌شود، ریسک هجوم بانکی و بحران‌های مالی را افزایش می‌دهد (Rottner,2023). ریسک بازار به‌طور ویژه در ادبیات ریسک مالی ارزش‌گذاری شده است که با تعداد زیاد مقالاتی که در ۱ درصد برتر استنادها قرار دارند در این حوزه مشخص می‌شود (Hsu & Chinag, 2020). این یافته‌ها دیدگاه ماینسکی - کیندلبرگر درباره چرخه‌های اعتباری قابل پیش‌بینی «بوم و رکود» را تأیید می‌کنند و نیاز به سیاست‌های کلان مالی را به این منظور نشان می‌دهند که در مقابل افزایش بیش‌ازحد بازارهای اعتباری اقدام کنند (Greenwood,2020). ازاین‌رو بحران‌های مالی ریسک فراگیری برای ثبات اقتصادی جهانی ایجاد می‌کنند و شاخص‌های مبتنی بر بازار مانند SRISK امکان نظارت لحظه‌ای بر ریسک سیستماتیک را فراهم می‌سازند (Engle & Ruan ,2019). این بحران‌ها اغلب ناشی از رشد بیش‌ازحد اعتبار و کمبود سرمایه‌گذاری در بخش مالی هستند که می‌توانند مشکلات کوچک مربوط به نقدینگی را به پیش‌فرض‌های گسترده یا کاهش ارزش ارزها تبدیل کنند (Daniel, 2012). ارتباط متقابل بازارهای جهانی به این معناست که ریسک بحران در یک کشور تحت تأثیر کمبود سرمایه در سایر نقاط قرار می‌گیرد (Engle & Ruan ,2019). بحران‌های مالی، بیش از سایر فجایع مانند جنگ‌ها، به افزایش قابل‌توجه در حق‌الزحمه ریسک منجر می‌شوند. مدل‌هایی که واسطه‌های مالی را در نظر می‌گیرند می‌توانند این الگوهای تجربی را بازتولید کنند و بینشی در مورد ساختار زمانی دارایی‌های پرخطر در دوره‌های بحران ارائه دهند، برای درک بهتر و کاهش این ریسک‌ها، نیاز به بهبود مدل‌های اقتصاد کلان

وجود دارد که تحلیل ریسک را در خود جای دهند و سیستم‌های هشداردهنده پیشرفته‌تری را فراهم کنند (Gray,2009).

ریسک فراگیر بحران مالی در نظام بانکی

ریسک فراگیر در نظام بانکی به‌عنوان مفهومی اساسی برای درک بی‌ثباتی مالی، پس از بحران بزرگ مالی تکامل‌یافته است. این ریسک سه شکل اصلی دارد: سرایت، شوک‌های کلان و انباشت عدم تعادل‌های مالی (Hartmann,Bandt & Peydró, 2014). استفادهٔ فزاینده از ابزارهای انتقال ریسک اعتباری و نوآوری‌های مالی، ماهیت ریسک فراگیر را تغییر داده و مواجهه بانک‌ها با ریسک را پیچیده‌تر و به هم وابسته‌تر کرده است. این افزایش وابستگی‌ها، پتانسیل بیشتری برای ایجاد شکست‌های زنجیره‌ای در سیستم بانکی و تولید اثرات منفی برای کل نظام مالی ایجاد کرده است (Munteanu, 2010). بحران مالی اخیر نشان داد که شوک‌ها چقدر سریع می‌توانند در سطح جهانی منتشر شوند و بر ثبات مالی در سراسر جهان تأثیر بگذارند (Batrancea et al , 2013)؛ بنابراین، نیاز فوری به مقررات مناسب و نظارت کلان احتیاطی برای مقابله با این ابعاد جدید ریسک فراگیر وجود دارد (Munteanu, 2009).

تلاطم بازار ارز

تلاطم بازار ارز یکی از موضوعات کلیدی و پیچیده در حوزهٔ مالی بین‌المللی است که به‌طور مستقیم بر اقتصاد کلان و عملکرد کسب‌وکارها تأثیرگذار است. نوسانات شدید نرخ ارز که به‌عنوان نشانه‌ای از بی‌ثباتی اقتصادی و نگرانی‌های سرمایه‌گذاران شناخته می‌شود، می‌تواند ناشی از عوامل متعدد اقتصادی و غیراقتصادی باشد. این نوسانات نه‌تنها بر تجارت بین‌المللی تأثیر می‌گذارند، بلکه بر تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری، روندهای تورمی و در نهایت، ثبات اقتصادی کشورها نیز تأثیرگذارند. درنتیجه، درک و تحلیل دقیق تلاطم‌های ارزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چراکه این پدیده می‌تواند به‌طور مستقیم بر زندگی روزمره مردم و سلامت اقتصادی کشورها تأثیر بگذارد (Hoosain et al,2021)

اثرات تلاطم ارزی در ایران

در ایران تأثیر نرخ ارز بر نوسانات قیمتی یک اصل ثابت شده است و این امر بیش از هر زمانی خود را در بحران اقتصادی ابتدای دهه ۹۰ و دو سال اخیر نشان داد؛ این بحران‌ها با تشدید تحریم علیه ایران تأثیر دو چندانی بر وضعیت اقتصادی کشور گذاشت و هر دو

سرانجام به بیماری رکود تورمی منجر شد. بااین‌حال بررسی‌های بیشتری در این حوزه باید صورت گیرد تا ابعاد مختلف نوسانات قیمتی ناشی از تضعیف قدرت پول ملی را درک کرد. با این‌که اقتصاد داخلی تأثیر فزاینده‌ای از تلاطم ارزی می‌بیند؛ اما به‌هرروی مشخص است که سرعت و شدت اثرگذاری نوسان ارز در هر بخش ویژگی‌های خاص خود را دارد. بررسی‌های یک پژوهش که اخیراً از سوی مؤسسه مطالعات پولی و بانکی منتشرشده حاکی از آن است که بخش کشاورزی و صنعت سریع‌تر از هر بخش دیگری از تلاطم ارزی متأثر می‌شوند به‌گونه‌ای که در کشاورزی ۱/۹۷ فصل و در صنعت ۲/۶ فصل پس‌ازآنکه بازار ارز متلاطم شد هزینه‌های تولید و قیمت نهایی آن‌ها هم رو به افزایش گذاشت. حال آن‌که در بخش حمل‌ونقل، آموزش و بهداشت و مددکاری اجتماعی پس از وقفه‌ای یک‌ساله و باگذشت ۵/۲ فصل قیمت‌های خود را متناسب با وضعیت بازار ارز تغییر می‌دهند. از سوی دیگر بخش صنعت تأثیری معادل ۰/۹۳ از تلاطم ارزی می‌پذیرد؛ به زبان ساده‌تر در حوزهٔ صنعت تأثیر قیمتی بر کالای تولیدشده نهایی تقریباً معادل تغییراتی است که در بازار ارز به وجود آمده است. بخش حمل‌ونقل، انبارداری و ارتباطات نیز پس از صنعت با اثرپذیری ۰/۷۴ درصد در جایگاه بعدی قرار گرفته است. بخش آموزش نیز تنها تأثیری ۰/۰۳۳ درصدی از تلاطم ارزی و کاهش قدرت پول ملی می‌پذیرد که نشانهٔ کمترین میزان تأثیرپذیری است. از سوی دیگر بنگاه‌هایی که تولیدات آن‌ها وابستگی زیادی به واردات دارد، مصارف ارزی بیشتری از منابع خود دارند و آن‌هایی که دلار را به‌عنوان ارز مرجع خود برای واردات قرار می‌دهند از نوسانات ارزی بیشتر آسیب می‌بینند. در مقابل واحدهای بزرگ‌تر با مالکیت دولتی و آن‌هایی که دلار را معیار صادرات خود قرار داده‌اند به دلیل آن‌که منابع ارزی بیشتری از مصارف خود دارند کمتر از نوسانات و تلاطم ارزی آسیب می‌بینند. به همین دلیل با آغاز بحران ارزی آن‌که مصارف ارزی بیشتری دارند مجبور می‌شوند با سرعت بیشتری قیمت‌های خود را بالا ببرند تا توان باقی ماندن در بازار و زیان ندیدن را داشته باشند. به‌این‌ترتیب می‌توان ادعا کرد بخش صنعت ایران به دلیل وابستگی که به واردات مواد اولیه برای تولید دارد بیشتر و سریع‌تر از هر بخش دیگری از نوسانات ارزی متأثر می‌شود. در مقابل بخش کشاورزی با وجود اینکه خیلی سریع از بحران در بازار ارز تأثیر می‌گیرد؛ اما شدت آن با بخش صنعت قابل‌مقایسه نیست که احتمالاً ناشی از آن است که در این بخش از واردات تنها برای ماشین‌آلات استفاده

می‌شود و مابقی نیازهای این بخش از داخل تأمین می‌شود. هرچند که افزایش قیمت‌ها در فضای عمومی کشور سبب می‌شود که افزایش هزینه‌های کشاورزان آن‌ها را سریعاً به فکر تقویت قدرت خرید خود بیندازد؛ ازاین‌رو نوسانات ارزی در ایران تأثیرات قابل‌توجهی بر جنبه‌های مختلف اقتصادی دارد. کاهش نرخ ارز به‌ویژه در درازمدت به دلیل رشد صادرات غیرنفتی به یک پدیده گسترش‌دهنده تبدیل شده است (Bahmani-Oskooee & Kandil,2010). بااین‌حال، نوسانات نرخ ارز تأثیر منفی بر سرمایه‌گذاری بخش خصوصی دارد و این تأثیر زمانی تشدید می‌شود که نوسانات از یک آستانه مشخص فراتر رود (مصطفی‌پور و همکاران، ۲۰۲۰). ناپایداری در بازار ارز باعث تغییرات شغلی از بخش‌های صنعتی و کشاورزی به سمت خدمات شده و همچنین بر رشد اقتصادی، سیستم بانکی و سرمایه‌گذاری خارجی تأثیر منفی گذاشته است (Aslan & Kizilyurt,2018). در کوتاه‌مدت، کاهش ارزش ارز می‌تواند صادرات را افزایش و واردات را کاهش دهد که به‌طور بالقوه می‌تواند تراز تجاری را بهبود بخشد. بااین‌حال، این امر همچنین هزینه‌های تولید را برای شرکت‌هایی که به ورودی‌های وارداتی وابسته هستند افزایش می‌دهد و منجر به افزایش قیمت کالاها و تورم وارداتی می‌شود (Nonejad & Mohammadi,2016)؛ این اثرات پیچیدگی رابطه بین نوسانات نرخ ارز و فعالیت‌های اقتصادی ایران را نشان می‌دهد.

تلاطم بازار سکه و طلا

تلاطم بازار سکه و طلا یکی از ویژگی‌های بارز و تأثیرگذار بر اقتصاد کشورها، به‌ویژه در ایران، به شمار می‌رود و این نوسانات به عوامل متعددی وابسته است که هر یک به نحوی بر قیمت‌ها تأثیر می‌گذارند. یکی از مهم‌ترین این عوامل، نوسانات نرخ ارز، به‌ویژه دلار آمریکا، است. هنگامی‌که ارزش پول ملی کاهش می‌یابد، به‌طور معمول قیمت طلا و سکه نیز افزایش می‌یابد، چراکه سرمایه‌گذاران به دنبال حفظ ارزش دارایی‌های خود به سمت خرید طلا روی می‌آورند. علاوه بر این، تورم نیز یکی دیگر از عواملی است که به تلاطم بازار طلا و سکه دامن می‌زند. در شرایطی که انتظار تورم بالا وجود دارد، سرمایه‌گذاران به طلا به‌عنوان یک دارایی امن نگاه می‌کنند و درنتیجه، تقاضا برای خرید طلا و سکه افزایش می‌یابد که این موضوع خود به افزایش قیمت‌ها منجر می‌شود. علاوه بر نوسانات اقتصادی، شرایط سیاسی و اقتصادی داخلی و بین‌المللی نیز تأثیر عمیقی بر قیمت طلا دارند. تنش‌های سیاسی، تحریم‌ها و ناپایداری اقتصادی می‌توانند احساس عدم اطمینان

را در بازار ایجاد کنند و این موضوع، سرمایه‌گذاران را به سمت خرید طلا به‌عنوان یک راهکار برای حفظ سرمایه‌های خود سوق می‌دهد. در کنار این موارد، قیمت جهانی طلا نیز از عوامل مهم در تلاطم بازار سکه و طلا به شمار می‌آید. قیمت جهانی طلا تحت تأثیر عواملی همچون نرخ بهره، وضعیت بازارهای مالی و تصمیمات بانک‌های مرکزی قرار دارد و به‌طور مستقیم بر بازار سکه و طلا در ایران تأثیر می‌گذارد.

پیشینه‌های پژوهش

۱- ریگانا[1] و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود به بررسی روشی جدید برای سنجش اثرات بحران مالی بر سرایت در بازارهای ارز پرداختند. آن‌ها بیان کردند که سرایت‌پذیری یک موضوع بسیار مهم در امور مالی است. سرایت‌پذیری هستهٔ اصلی اکثر بحران‌های مالی بزرگ است، به‌ویژه بحران مالی جهانی که در سال ۲۰۰۷ شروع شد. اگرچه رویکردهای مختلفی برای کمّی کردن سرایت پیشنهاد شده است، بسیاری از آن‌ها فاقد تفسیر علمی هستند. ما یک معیار جدید برای سرایت بین ارزهای فردی در بازار ارز ارائه خواهیم کرد و نشان خواهیم داد که چگونه مسیرهای سرایت در بازار فارکس با استفاده از استنتاج علمی کار می‌کنند. این رویکرد به ما این امکان را می‌دهد تا منابع سرایت را مشخص کنیم و بفهمیم کدام ارزها گزینه‌های خوبی برای تنوع ارائه می‌دهند و کدام‌یک در معرض خطر سیستمیک هستند که درنهایت منجر به بازخورد در سطح ریسک سیستمی جهانی می‌شود. به‌طور خاص، ما بر روی اثرات همه‌گیری جهانی کووید-۱۹ تمرکز خواهیم کرد.

۲- فانگ[2] و همکاران (۲۰۲۳) در پژوهش خود به پیش‌بینی و آزمایش مجدد ریسک فراگیر در بازار ارزهای دیجیتال پرداختند. آن‌ها بیان کردند که ارزهای دیجیتال به ابزاری increasingly مهم در سرمایه‌گذاری پرتفوی و تنظیم دولت تبدیل شده‌اند. به‌عنوان یک طبقه دارایی نسبتاً جدید، ارزهای دیجیتال مستعد نوسانات شدید هستند و پتانسیل کاهش قابل‌توجهی را در کوتاه‌مدت دارند. این مقاله از MES و ΔCoVaR برای پیش‌بینی ریسک فراگیر در بازار ارزهای دیجیتال استفاده می‌کند و سپس اعتبار آن را بر اساس پوشش بدون شرط و استقلال آزمایش می‌کند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که مدل

---

[1]. Rigana
[2] Fang

DCC-GARCH در پیش‌بینی ریسک فراگیر عملکرد خوبی دارد. این مقاله همچنین نشان می‌دهد که Aoen، EOS و Sinacoin بهترین پیش‌بینی‌کنندگان ریسک فراگیر در میان ۱۹۱ ارز دیجیتال تحلیل‌شده در طول دورهٔ تخمین کامل هستند. یافته‌های ما پیامدهای مهمی برای سرمایه‌گذاران و تصمیم‌گیرندگان با منافع مرتبط در بازار ارزهای دیجیتال دارد.

۳- بیاتی و همکاران (۱۴۰۳) در پژوهش خود به طراحی الگوریتم ریاضی بهینه‌سازی سبد دارایی‌های ارزی بانک‌ها، بر مبنای منطق فازی و شاخص‌های ریسک مرتبط (مطالعه موردی: بانک ملت) پرداختند. آن‌ها بیان کردند که بهینه‌سازی سبد ارزی بانک‌ها باهدف تعیین ترکیبی بهینه از دارایی‌های ارزی به‌گونه‌ای است که کمترین ریسک و بیشترین بازده را به همراه داشته باشد. رویکرد مورداستفاده در این مقاله که در واقع اولویت آن نسبت به سایر روش‌ها است، استفاده ترکیبی از مدل‌های ریاضیات نادقیق (فازی) و بهینه‌سازی است. به‌این‌ترتیب که از برنامه‌ریزی خطی با ضرایب هدف فازی استفاده شده و ضرایب هدف همان نرخ ارز است. به‌بیان‌دیگر نرخ روزانه تمامی ارزها به دلیل نوسان، به‌صورت اعداد فازی در نظر گرفته شده است. از این رو در این پژوهش با تدوین یک مدل ریاضی چند هدفه و با به‌کارگیری داده‌های فازی مربوط به نرخ خریدوفروش ۶ ارز در سال ۱۳۹۸ اعم از دلار آمریکا، درهم امارات، ین ژاپن، لیر ترکیه، ون کره و یورو، ریسک‌های مرتبط با نوسانات ارزی یادشده و همچنین بازده آن‌ها، به‌صورت موردی، در پرتفوی ارزی بانک ملت برای افق زمانی آینده اندازه‌گیری و برآورد شده است. مدل به‌دست‌آمده قابل بهره‌برداری برای کلّیهٔ بانک‌ها بوده و با تعیین مقدار بهینه وزن هر ارز ضمن توصیف و تحلیل وضع موجود به تبیین وضع مطلوب می‌پردازد و به بانک‌ها این امکان را می‌دهد تا با سرمایه‌گذاری مناسب و بهینه در دارایی‌های ارزی خود ضمن کسب مزیت رقابتی به ایفای تعهدات ارزی خود نیز در سررسید به‌موقع عمل کنند. به‌منظور حل مدل از نرم‌افزار Gams استفاده شده است.

۴- وهاب‌زاده و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهش خود به بررسی سرایت‌پذیری ریسک سیستمیک در بازارهای مالی ایران پرداختند. آن‌ها بیان کردند که متغیرهای موردبررسی در این مطالعه شامل شوک‌های داخلی و خارجی، نرخ ارز، قیمت نفت و ... بود و اطلاعات مربوط به آن‌ها طی سال‌های ۹۷-۹۸ از بورس و اوراق بهادار در بازارهای موردنظر و سیستم مالی

بزرگ‌ترین هلدینگ نفتی جمع‌آوری شد. پس از استخراج داده‌های موردمطالعه با استفاده از نرم‌افزار اکسل به محاسبه متغیرها و پردازش آن‌ها پرداخته شد و سپس برای تجزیه‌وتحلیل آماری اطلاعات حاصله و دستیابی به نتیجه‌ای قابل‌اتکا از نرم‌افزار ایویوز استفاده گردید. بر اساس نتایج آزمون فریدمن بخش بازار سرمایه کشور با میانگین رتبه ۲/۹ بیشترین سهم از ریسک سیستمی و سیستم بانکی با میانگین رتبه ۱/۸ کمترین سهم از ریسک سیستمی را دارد.

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به اهمیت و کاربرد نتایج این پژوهش در کمک به مدیران برای اتخاذ تصمیمات بهتر در زمینه پیش‌بینی ریسک فراگیر بحران مالی در نظام بانکی کشور، پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی محسوب می‌شود. همچنین، با توجه به مطالب بیان‌شده، این پژوهش به بررسی تأثیر پیش‌بینی ریسک در نظام بانکی می‌پردازد و ازنظر ماهیت و روش، توصیفی - همبستگی است.

جامعۀ آماری و قلمرو داده‌های جمع‌آوری‌شده در پژوهش حاضر متشکل از سری زمانی قیمت روزانه کلّیۀ بانک‌هایی است که در شاخص بانک‌ها حضور دارند؛ لذا سری زمانی قیمت سهام ده بانکی که در بورس اوراق بهادار پذیرفته شده‌اند به همراه شاخص بانک‌ها از تاریخ ۱۳۹۴-۰۱-۰۵ الی ۱۴۰۱-۱۲-۲۸ به مدت هشت سال به‌صورت روزانه برای پژوهش حاضر در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است علاوه بر متغیرهای فوق سه متغیر تلاطم بازار ارز، تلاطم بازار سکه و طلا و همچنین تلاطم نرخ بهره به‌عنوان متغیرهای خارجی اثرگذار در پژوهش حضور دارند.

محاسبه ریسک سیستمی بانک‌ها

برای تخمین سنجه ریسک سیستمی از مدل رگرسیون چندک استفاده می‌کنیم. هرچند که رگرسیون چندک تنها راه محاسبه ارزش در معرض ریسک شرطی ($\boldsymbol{CoVaR}$) نیست، ولی یکی از روش‌های متداول، کارا و مؤثر محسوب می‌شود. قابلیت رگرسیون چندک در این امر است که می‌توانیم مقایسه داشته باشیم که در چندک‌های متفاوت متغیر پاسخ چقدر تحت تأثیر متغیرهای مستقل قرار گرفته است. در این حالت نیازی به فرض توزیع (نرمال) داده‌ها نیست. درواقع رگرسیون چندک با استفاده از مقادیر میانه یا هر یک از

چندک‌های متغیرهای مستقل، مقدار مشخص داده‌شده‌ای از متغیرهای وابسته را تخمین می‌زند. بر اساس مقاله آدریان و برونرمایر، $\boldsymbol{CoVaR_q^{j|i}}$ درواقع $\boldsymbol{VaR}$ (ارزش در معرض خطر) مؤسسه $\boldsymbol{j}$ ام (و در پژوهش حاضر، ارزش در معرض خطر کل سیستم مالی که به‌صورت ارزش در معرض بازدهی شاخص صنعت بانکداری تعریف کرده‌ایم) مشروط بر این‌که رخدادی (حادثه) مثل $C(\boldsymbol{X^i})$ برای مؤسسه $\boldsymbol{i}$ ام اتفاق افتاده باشد. برای این امر، $\boldsymbol{CoVaR_q^{j|i}}$ به‌طور ضمنی به‌وسیله رگرسیون چندک تابع توزیع مشروط به شرح ذیل تعریف می‌شود. برای تخمین CoVaR محاسبه چندک $\boldsymbol{q}$ ام به‌صورت ذیل خواهد بود:

$$\Pr\left(X^i \le VaR_q^{j|C(X^i)} \middle| C(X^i)\right)\text{q}$$

ارتباط بین مؤسسه $\boldsymbol{i}$ ام سیستم مالی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Delta CoVaR_q^{(j|i)} = CoVaR^{j|Xi=VaR_q^i} _ CoVaR^{j|Xi=media\ \ i}$$

بنابراین $\Delta CoVaR_q^i$، تفاوت بین $\boldsymbol{VaR}$ سیستم مالی در حالتی که مؤسسه $\boldsymbol{i}$ ام تحت شرایط بحرانی است (در پژوهش حاضر با سطح اطمینان ۵٪) و $\boldsymbol{VaR}$ سیستم مالی در شرایط این‌که مؤسسه $\boldsymbol{i}$ ام در سطح اطمینان میانه (۵۰٪) باشد. پس از محاسبه سنجه ریسک سیستمی $\Delta CoVaR$ برای هریک از بانک‌ها، رتبه‌بندی آن‌ها نیز انجام می‌شود. معادلات ذیل برای محاسبه رگرسیون چندک مفروض است:

معادله (۱):

$$\widehat{\boldsymbol{X}}_{\boldsymbol{q}}^{\boldsymbol{system,i}} = \widehat{\boldsymbol{\alpha}}_{\boldsymbol{q}}^{\boldsymbol{i}} + \widehat{\boldsymbol{\beta}}_{\boldsymbol{q}}^{\boldsymbol{i}} \boldsymbol{X^i}$$

$\widehat{\boldsymbol{X}}_{\boldsymbol{q}}^{\boldsymbol{system,i}}$: متغیر وابسته، ارزش در معرض خطر سیستم مالی در چندک q ام به‌شرط این‌که بانک $\boldsymbol{i}$ ام تحت یک رخداد (شوک) باشد.

$\boldsymbol{X^i}$: متغیر مستقل، ارزش در معرض خطر بانک $\boldsymbol{i}$ ام در چندک q

بر اساس تعریف ارزش در معرض خطر (VaR) داریم:

معادله (۲):

$$VaR_q^{\text{system}} \left| X^i = \widehat{\boldsymbol{X}}_{\boldsymbol{q}}^{\boldsymbol{system,i}} \right.$$

معادله (۳):

$$CoVaR_q^{system|Xi=Va\ \ \frac{i}{q}} = VaR_q^{\text{system}} \left| VaR_q^{\text{i}} = \hat{\alpha}_q^i + \hat{\beta}_q^i VaR_q^{\text{i}} \right.$$

معادله (۴):

$$\Delta CoVaR_q^{system|Xi}=\hat{\beta}_q^i(VaR_q^{\mathrm{i}}-VaR_{50\%}^{\mathrm{i}})$$

روش‌های آماری مورداستفاده در پژوهش

ازآنجاکه مدل‌های خطی مورداستفاده در این پژوهش شامل مدل‌های رگرسیونی است، لذا در این بخش به شرح مختصری پیرامون این نوع مدل‌ها و مفروضات کلاسیک آن پرداخته می‌شود. انواع داده‌هایی که عموماً برای تحلیل‌های تجربی به کار می‌رود، در قالب داده‌های سری زمانی، مقطعی و ترکیبی مطرح می‌شوند. در داده‌های سری زمانی یک یا چند متغیر طی یک دوره زمانی موردبررسی قرار می‌گیرند. در داده‌های مقطعی مقادیر یک یا چند متغیر برای چند واحد یا مورد نمونه‌ای در یک‌زمان یکسان جمع‌آوری می‌شود. در داده‌های ترکیبی، واحدهای مقطعی یکسان طی زمان موردبررسی قرار می‌گیرند.

مدل همبستگی شرطی پویا (DCC)

مدل همبستگی شرطی پویا (DCC) در حقیقت حالت تعمیم‌یافته مدل همبستگی شرطی ثابت است که توسط انگل[1] (2002) انجام شد. این مدل به‌صورت زیر است:

$$r_t = \mu_t + a_t$$
$$a_t = H_t^{1/2} z_t$$
$$H_t = D_t R_t D_t$$
$$R_t = diag(Q_t)^{-1/2} Q_t diag(Q_t)^{-1/2}$$
$$\varepsilon_t = D_t^{-1} a_t \sim N(0; R_t)$$
$$\bar{Q} = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} \varepsilon_t \varepsilon_t^T$$
$$Q_t = (1-a-b)\bar{Q} + a\varepsilon_{t-1}\varepsilon_{t-1}^T + bQ_{t-1}$$

که در آن r_t یک بردار n تایی از سری زمانی در زمان t است (معمولاً بازده لگاریتمی سهام را در نظر می‌گیرند، در این پژوهش با توجه به سوژه موردبررسی بازدهی بانک‌ها هستند).

a_t: بردار n تایی از جملات اخلال در زمان t

H_t: ماتریس $n \times n$ واریانس شرطی a_t در زمان t

1 Engle

$H_t^{1/2}$: ماتریس $n \times n$ که معمولاً از تجزیه چولسکی ماتریس H_t به دست می‌آید.

D_t : ماتریس $n \times n$ قطری که از انحراف معیار شرطی a_t در زمان t است.

R_t: ماتریس $n \times n$ همبستگی شرطی a_t در زمان t است.

z_t: یک بردار n تایی از متغیرهای تصادفی نرمال استاندارد است.

$\bar{Q}$: ماتریس کوواریانس غیرشرطی ε_t

ε_t: پسماندهای استانداردشده ولی همبسته‌اند.

$a; b$: پارامترهای dcc هستند که باید در دو شرط زیر صدق کنند.

1) $a \geq 0\ ;\ b \geq 0$
2) $a + b < 1$

آزمون ناهمسانی واریانس (اثرات آرچ)

در داده‌های سری زمانی واریانس ناهمسان مانند داده‌های اقتصادی و بازار سرمایه فرض همسانی واریانس معمولاً تأیید نمی‌شود. معمولاً با ناهمسانی واریانس خوشه‌ای روبرو هستیم. برای این دسته از سری‌های زمانی نمی‌توان از تکنیک ARIMA استفاده کرد. از فرایندهای سری زمانی با فرض ناهمسانی واریانس می‌توان انواع زیر را نام برد:

۱- فرایند خود توضیح ناهمسانی واریانس شرطی مرتبهٔq ؛ (آرچARCH)

۲- فرایند خود توضیح ناهمسانی واریانس شرطی تعمیم‌یافته مرتبهٔp ؛ گارچ(GARCH)

۳- فرایند خود توضیح ناهمسانی واریانس شرطی تعمیم‌یافته مرتبهٔ (q,p)
(GARCH(q,p))

اگر εtنشان‌دهندهerror term ها باشد و فرض شود:

t=σt ztε

وقتی‌که $z_t \overset{\text{iid}}{\sim} N(0,1)$ سری σ_t^2 به‌صورت زیر مدل می‌شود؛

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \epsilon_{t-1}^2 + \cdots + \alpha_q \epsilon_{t-q}^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{q} \alpha_i \epsilon_{t-i}^2$$

که در آن $0 \leq \alpha$ i،i>0؛0<α0

مدل ARCH(g) را می‌توان با حداقل مربعات تخمین زد. یک متدولوژی برای پیدا کردن طول لگ‌error ها در ARCH استفاده از Lagrange multiplier که توسط انگل (۱۹۸۲) ارائه شده است. این رویه به‌صورت زیر است:

بهترین مدل ARq برای مدل $\hat{\epsilon}^2$ را تخمین می‌زنیم.

مربع error ها را به دست آورده و آن‌ها را روی مقدار ثابت و مقادیر با q لگ رگرس می‌کنیم که q طول لگ‌های ARCH است.

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \cdots + a_q y_{t-q} + \epsilon_t = a_0 + \sum_{i=1}^{q} a_i y_{t-i} + \epsilon_t$$

$$\hat{\epsilon}_t^2 = \hat{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^{q} \hat{\alpha}_i \hat{\epsilon}_{t-i}^2$$

فرض صفر این است که در نبود اجزاء ARCH برای تمامی i=1,……..,q معادله αi=0 برقرار است. فرض مقابل (alternative hypothesis) نیز این است که باوجود اجزاء ARCH حداقل یکی از ضرایب αi معنادار باشند. در یک نمونه T تایی از residual ها تحت فرض صفر، آمار TR^2 توزیع χ^2 با q درجه آزادی را خواهد داشت. اگر TR^2 بزرگ‌تر از مقدار Chi-square در جدول باشد فرض صفر را رد می‌کنیم و نتیجه می‌گیریم که در مدل ARMA اثر ARCH وجود دارد. اگر TR^2 کوچک‌تر از مقدار Chi-square در جدول باشد، فرض صفر رد نخواهد شد.

بررسی عوامل شوک‌دهنده روی ریسک سیستمی بانک‌ها

از دیگر اقدامات صورت گرفته دیگر بررسی تلاطم برخی متغیرهای کلان نظیر نرخ ارز (دلار)، قیمت سکه و نرخ بهره (قیمت اخزاها) بر روی ریسک سیستمی بانک‌ها است. بدین منظور ابتدا با استفاده از مدل گارچ تلاطم این شاخص محاسبه شد و سپس به‌عنوان متغیرهای مستقل برون‌زا در مدل خود رگرسیون برداری قرار گرفتند. متغیرهای برون‌زا در مدل VAR متغیرهایی هستند که بر روی متغیرهای درون‌زا اثر می‌گذارند؛ اما توسط آن‌ها مدل نمی‌شوند. مدل خود رگرسیون برداری (VAR) برای اولین بار توسط سیمز (۱۹۸۶) برای بررسی تعاملات پویا بین داده‌های سری زمانی مرتبط معرفی شد. مدل‌های VAR شامل یک معادله برای هر متغیر است که تکامل هر متغیر را با تأخیرهای خاص

خود و تأخیرهای متغیرهای دیگر توضیح می‌دهد به‌طوری‌که همه متغیرها به‌طور متقارن به‌عنوان درون‌زا در نظر گرفته می‌شوند. مدل VAR را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$\boldsymbol{y}_t = A_1\boldsymbol{y}_{t-1} + \cdots + A_p\boldsymbol{y}_{t-p} + \boldsymbol{C}\boldsymbol{X}_t + \boldsymbol{u}_t$$

که در آن $\boldsymbol{y}_t$ متغیرهای درون‌زا، A_i برای $i = 1, \dots, p$ به‌عنوان ماتریس ضرایب، $\boldsymbol{X}_t$ متغیرهای برون‌زا، $\boldsymbol{C}$ ضریب متغیرهای برون‌زا و u_t بردار باقی‌مانده (نویز سفید) هستند.

خود رگرسیون برداری (VAR)

مدل خود رگرسیون برداری (VAR) یکی از مدل‌های پرکاربرد سری زمانی به شمار می‌آید. در این مدل تمام متغیرها درون‌زا در نظر گرفته می‌شود و هر متغیر بر مقادیر وقفه خود و وقفه سایر متغیرها برآورد می‌شود. تعیین تعداد وقفه بهینه در این مدل‌ها اهمیت زیادی دارد؛ زیرا تعداد وقفه به‌منزله تعیین تعداد متغیر مستقل در مدل است که با افزایش آن از یک طرف قدرت توضیح‌دهندگی و ضریب تعیین مدل را افزایش داده؛ اما از طرف دیگر درجه آزادی را در مدل کاهش می‌دهد؛ بنابراین تعداد وقفه مناسب در برآورد مدل اهمیت قابل‌توجهی دارد. از طرف دیگر با توجه به ساختار سیستمی مدل VAR برای تجزیه‌وتحلیل نتایج آن از روش‌های ضربه - واکنش (impulse-response) یا تجزیه واریانس استفاده می‌شود.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

نتایج تجربی تحقیق

متغیرهای تحقیق به همراه نمادشان معرفی شده است (به‌منظور سهولت روند انجام پروژه در نرم‌افزار متغیرها را نمادگذاری کردیم).

جدول (۱) معرفی متغیرهای پژوهش

نام متغیر	نماد	نوع	توضیحات
شاخص بانک‌ها	Index	وابسته	به‌عنوان متغیر وابسته (سیستم بانکی)
ملت	VbMelat	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
صادرات	VbSader	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
کارآفرین	VKar	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
خاورمیانه	VKhavar	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم

اقتصاد نوین	VNovin	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
پارسیان	VPars	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
پاسارگاد	VPasar	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
پست‌بانک	VPost	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
سینا	VSina	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
تجارت	VTejarat	درون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیر مستقل و بخشی از سیستم
دلار	Dollor	برون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیرهای کلان تأثیرگذار روی سیستم
سکه	Coin	برون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیرهای کلان تأثیرگذار روی سیستم
نرخ بهره	Interest_Rate	برون‌زا (مستقل)	به‌عنوان متغیرهای کلان تأثیرگذار روی سیستم

به‌منظور آماده‌سازی داده‌ها، همچنین شناسایی و تعدیل نقاط دورافتاده از روش ارائه‌شده توسط بودت استفاده شده است. بر مبنای این روش ابتدا فاصله هر مشاهده توسط تابع فاصله ماهالانوبیس[1] محاسبه و مرتب می‌شود؛ سپس فواصلی که بزرگ‌تر از چندک $(1-\alpha)$ درصد هستند به‌عنوان داده دورافتاده شناسایی می‌شوند و سرانجام مشاهدات دورافتاده تعدیل می‌شوند. پس از به هنگام سازی داده‌ها برای کسب شناخت بیشتر درباره متغیرهای دخیل در ریسک سیستمی پژوهش خلاصه وضعیت آمار توصیفی درصد بازدهی روزانه سهام بانک‌های تشکیل‌دهنده شاخص بانکی محاسبه شده است.

آمارهای توصیفی شامل میانگین، میانه، حداقل، حداکثر، انحراف معیار ضریب چولگی و ضریب کشیدگی هر متغیر می‌شود. میانگین اصلی‌ترین شاخص مرکزی که نشان‌دهندهٔ نقطه تعادل؛ مرکز ثقل توزیع و شاخص خوبی برای نشان دادن مرکزیت داده‌ها است. میانه نیز یکی دیگر از شاخص‌های مرکزی است که ۵۰ درصد داده‌های نمونه پایین‌تر از آن و ۵۰ درصد بالاتر از آن قرار می‌گیرند؛ در حالتی که توزیع داده‌ها نرمال باشد دو شاخص مرکزی میانگین و میانه بر هم منطبق می‌شوند. به‌طورکلی از میانه به‌عنوان اندازه تمایل به مرکز توزیع‌هایی استفاده می‌شود که شکل آن‌ها غیرمتقارن است. انحراف معیار مهم‌ترین شاخص پراکندگی است که از جذر واریانس به دست می‌آید؛ این شاخص، نشان‌دهندهٔ متوسط نوسان مشاهدات حول میانگینشان است، ضریب چولگی نشان‌دهندهٔ

1. Mahalanobis distance

پراکندگی به چپ یا راست داده‌ها نسبت به توزیع نرمال است و ضریب کشیدگی نیز معیاری در جهت سنجش تیزی یا پخی قله منحنی در توزیع نرمال است. فرمول (۱) نحوهٔ محاسبه درصد بازدهی‌ها را نشان می‌دهد.

$$R_t = ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \times 100 \quad (۱)$$

در فرمول فوق P_t قیمت در روز t است.

جدول (۲) جدول آمار توصیفی درصد بازدهی سهام بانک‌های تشکیل‌دهنده شاخص بانکی

متغیرها	تعداد مشاهدات	کمینه	بیشینه	میانگین	میانه	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
Index	1878	-4.88	4.94	0.12	-0.03	1.59	0.36	1.39
vbMelat	1878	-7.11	7.26	0.13	0	2.23	0.24	1.09
VbSader	1878	-7.58	7.86	0.12	0	2.31	0.21	0.66
VKar	1878	-5	5.06	0.11	0	1.69	0.3	2.89
VKhavar	1878	-5.82	5.93	0.12	0	1.88	0.2	1.64
VNovin	1878	-6.99	7.22	0.06	0	2.18	0.2	1.21
VPars	1878	-7.23	7.44	0.08	0	2.25	0.3	1.21
VPasar	1878	-5.02	5.06	0.08	0	1.69	0.33	2.71
VPost	1878	-8.71	9.07	0.17	0	2.6	0.13	0.19
VSina	1878	-7.88	8.03	0.09	0	2.43	0.21	0.84
VTejarat	1878	-7.62	7.79	0.12	0	2.36	0.3	0.88

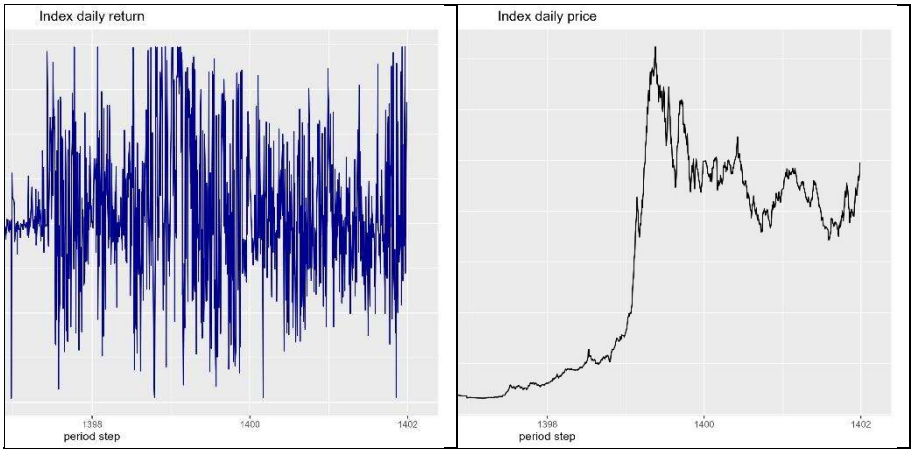
با توجه به جدول (۲) ملاحظه می‌شود که تعداد کل مشاهدات موجود در پژوهش ۱۸۷۸ روز کاری بوده که برای شاخص بانک‌ها (Index) با توجه به مقادیر کمینه و بیشینه؛ بازدهی این شاخص از ۴.۸۸- الی ۴.۹۴ درصد در حال نوسان است. این در حالی است که معیارهای تمرکز نظیر میانگین و میانه به ترتیب به ۰.۱۲٪ و ۰.۰۳- ٪ نشان می‌دهند غالب روزها درصد بازدهی شاخص بانکی حول صفر با انحرافی در حدود ۱.۵۹٪ بوده است. اگرچه با توجه به مقادیر چولگی و کشیدگی که به ترتیب ۰/۳۶ و ۱/۳۹ هستند به‌طور

شهودی به نظر می‌رسد توزیع داده‌ها متقارن و نرمال باشند ولی ازآنجاکه میانگین و میانه بر هم منطبق نیستند فرض نرمال بودن داده‌ها در هاله‌ای از ابهام واقع می‌شود.

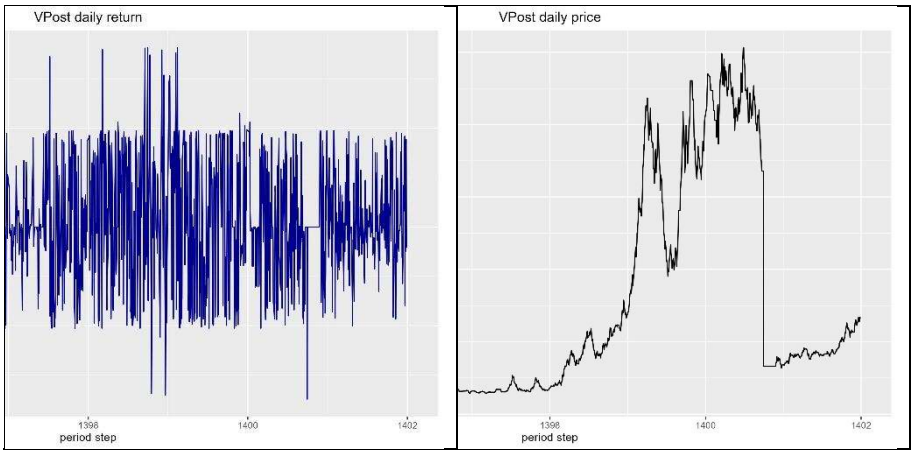
ازاین‌رو در بخش بعدی تحت عنوان بررسی پیش‌فرض‌های اساسی با استفاده از آمار جارکوبرا فرض نرمال بودن به همراه سایر فرضیات اساسی نظیر ریشه واحد و آزمون اثرات ناهمسانی واریانس بررسی شده است.

نکته حائز اهمیت دیگر از جدول آمارای توصیفی بازدهی سهام پست‌بانک است که با میانگین و انحراف معیار به ترتیب ۰/۱۷٪ و ۲/۶٪ دامنه نوسان بالاتری دارد لذا پرریسک‌ترین جزء این سیستم بانکی است. درحالی‌که بانک‌های کارآفرین و پاسارگاد با دامنه نوسان بین ۵- الی ۵ درصد کم ریسک‌ترین اجزای سیستم هستند. تفسیر سایر اجزا نیز به همین منوال است.

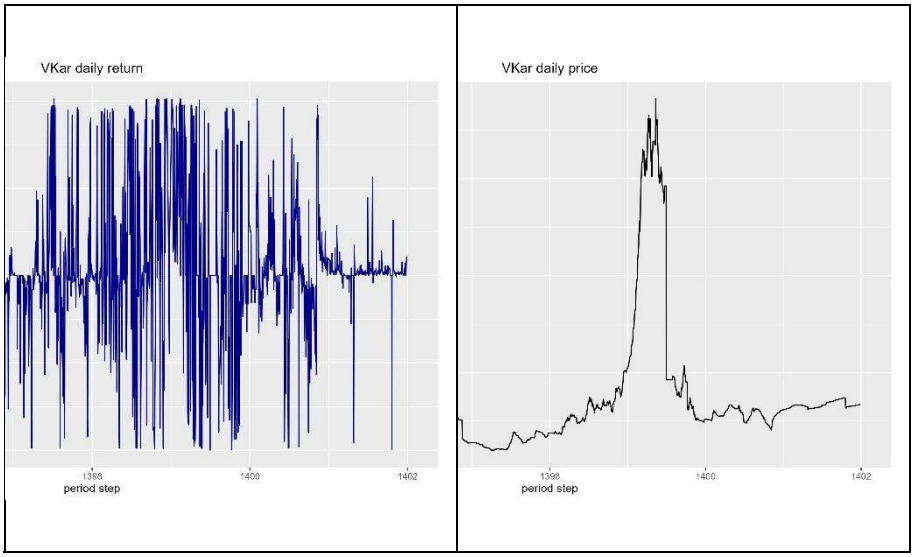
اشکال (۱) الی (۴) نمودارهای قیمتی و بازدهی شاخص بانکی به همراه پست‌بانک، کارآفرین و ملت را نشان می‌دهد. (چند مورد منتخب) لازم به ذکر است نمودار درصد بازدهی پس از تعدیل نقاط دورافتاده و به هنگام سازی داده‌ها رسم شده‌اند.



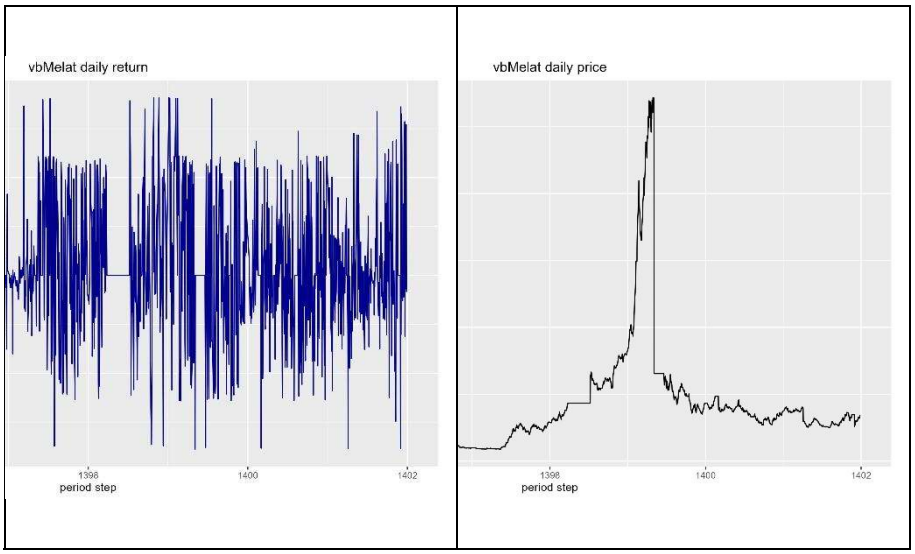
شکل (۱) به ترتیب از راست به چپ نمودارهای قیمت و درصد بازدهی شاخص بانک‌ها در بورس اوراق بهادار تهران



شکل (۲) به ترتیب از راست به چپ نمودارهای قیمت و درصد بازدهی پست‌بانک در بورس اوراق بهادار تهران



شکل (۳) به ترتیب از راست به چپ نمودارهای قیمت و درصد بازدهی بانک کارآفرین در بورس اوراق بهادار تهران



شکل (۴) به ترتیب از راست به چپ نمودارهای قیمت و درصد بازدهی بانک ملت در بورس اوراق بهادار تهران

همانطورکه از نمودارهای فوق نیز ملاحظه می‌شود، پست‌بانک نوسانات قیمتی نسبتاً شدیدتری نسبت به سایر بانک‌های منتخب نظیر کارآفرین و ملت داشته است.

بررسی پیش‌فرض‌های اساسی

یکی از اقدامات ضروری قبل از مدل‌سازی آماری برای مدل‌هایی نظیر ناهمسانی واریانس بررسی پیش‌فرض‌های اساسی در سری زمانی نظیر تشخیص نرمال بودن داده‌ها، آزمون ریشه واحد جهت تشخیص ایستایی و همچنین آزمون اثرات آرچ است. ازاین‌رو در ادامه این پیش‌فرض‌های اساسی مورد آزمون واقع و نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است.

جدول (۳) نتایج آزمون‌های مقدماتی قبل از مدل‌سازی جهت بررسی پیش‌فرض‌های اساسی

ردیف	متغیرها	آزمون جارکوبرا		آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته		آزمون اثرات آرچ	
		آمار	مقدار معنی‌داری	آمار	مقدار معنی‌داری	آمار	مقدار معنی‌داری
۱	Index	192.80	<0.01	-9.67	<0.01	455.26	<0.01
۲	vbMelat	112.33	<0.01	-10.74	<0.01	292.33	<0.01

۳	VbSader	47.72	<0.01	-11.01	<0.01	428.16	<0.01
۴	VKar	683.09	<0.01	-9.28	<0.01	434.31	<0.01
۵	VKhavar	224.62	<0.01	-10.87	<0.01	424.11	<0.01
۶	VNovin	128.02	<0.01	-9.98	<0.01	524.25	<0.01
۷	VPars	142.26	<0.01	-10.55	<0.01	500.32	<0.01
۸	VPasar	610.07	<0.01	-9.76	<0.01	588.07	<0.01
۹	VPost	8.15	0.017	-9.68	<0.01	337.93	<0.01
۱۰	VSina	70.11	<0.01	-10.84	<0.01	420.46	<0.01
۱۱	VTejarat	89.02	<0.01	-10.45	<0.01	340.20	<0.01

با توجه به مقادیر معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱ آزمون جارکوبرا برای کلیه متغیرها فرض نرمال بودن توزیع داده‌ها رد می‌گردد.

همچنین مطابق مقادیر معنی‌داری کمتر از ۰/۰۱ آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته فرض مانا بودن کلیه متغیرها پذیرفته می‌شود. مقادیر معنی‌داری آزمون ناهمسانی واریانس (آرچ) نیز کمتر از ۰/۰۱ شده که بیانگر وجود اثرات ناهمسانی واریانس در سری زمانی بازدهی سهام بانک‌ها است (اگر مقدار معنی‌داری به‌دست‌آمده کمتر از ۰/۰۵ باشد فرض صفر آزمون با اطمینان ۹۵٪ رد و فرض مقابل پذیرفته می‌شود).

محاسبه ریسک سیستمی بانک‌ها

از جدول (۴-۴) ضرایب برآوردی رگرسیون چندک برای هر بانک به همراه آزمون معنی‌داری آن‌ها گزارش شده است.

جدول (۴) جدول ضرایب برآوردی رگرسیون چندکی

متغیرها	ضریب برآوردی B	خطای استاندارد	آمار T	مقدار معنی‌داری
vbMelat	0.572311	0.033009	17.34	0.00
VbSader	0.506711	0.039404	12.86	0.00
VKar	0.27451	0.068494	4.01	0.00
VKhavar	0.429395	0.056851	7.55	0.00
VNovin	0.40625	0.042409	9.58	0.00
VPars	0.419414	0.032084	13.07	0.00
VPasar	0.606499	0.055018	11.02	0.00
VPost	0.286445	0.0438	6.54	0.00

VSina	0.351706	0.035119	10.01	0.00
VTejarat	0.517429	0.038417	13.47	0.00

با توجه به مقادیر معنی‌داری به‌دست‌آمده از جدول فوق که همگی کمتر از ۰.۰۱ شده‌اند؛ فرض معنی‌داری ضرایب رگرسیون چندکی در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود. از سوی دیگر با مثبت بودن کلّیهٔ ضرایب درمی‌یابیم تمامی بانک‌های موجود در سیستم اثری مثبت و معنی‌دار دارند.

پس از محاسبه ضرایب رگرسیون چندکی و ارزش در معرض ریسک هر بانک؛ مقدار ارزش ریسک شرطی و تفاضل آن به‌عنوان معیار ریسک سیستمی به دست آورده شده است.

رویکرد متداول محاسبه ارزش در معرض ریسک شرطی در مدل رگرسیون چندکی ذیل چارچوب غیرمشروط تعریف می‌شود به‌عبارت‌دیگر $CoVaR$ در طول زمان ثابت است. در پژوهش حاضر با توجه به معنی‌دار بودن اثر ناهمسانی واریانس بازدهی هر بانک که از جدول (۳) فراوان است؛ برای لحاظ کردن پویایی نوسانات از مدل گارچ برای محاسبه ارزش در معرض ریسک استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۵) آورده شده است (ارز در معرض ریسک در سطح ریسک ۵٪ محاسبه شده است).

جدول (۵) جدول رتبه‌بندی بانک‌ها بر اساس معیارهای ریسک به‌دست‌آمده در سطح ریسک ۵٪

ردیف	نماد بانک‌ها	VaR	CoVaR	DeltaCoVaR
۱	vbMelat	-2.09	-2.43	-1.2
۲	VTejarat	-2.11	-2.41	-1.09
۳	VbSader	-2.03	-2.28	-1.03
۴	VKhavar	-2.21	-3.06	-0.93
۵	VPost	-2.62	-2.86	-0.76
۶	VNovin	-1.85	-2.54	-0.75
۷	VSina	-2.11	-2.67	-0.74
۸	VPars	-1.6	-2.54	-0.68
۹	VPasar	-0.93	-2.39	-0.54
۱۰	VKar	-1.13	-2.74	-0.32

با توجه به مقدار DeltaCoVaR به‌دست‌آمده از جدول فوق درمی‌یابیم بیشترین اثر ریسک سیستمی بر روی سیستم بانکی مربوط به بانک ملت با مقدار ۱/۲- است؛ پس‌ازآن

بانک‌های تجارت و صادرات با مقادیر به ترتیب ۱/۰۹- و ۱/۰۳- در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. از سوی دیگر با توجه به مقادیر VaR و CoVaR ملاحظه می‌شود پست‌بانک و بانک خاورمیانه با مقادیر به ترتیب ۲/۶۲- و ۳/۰۶- بیشترین ریسک و ریسک شرطی را نسبت به سایر بانک‌ها دارند. به‌منظور درک شهودی هرچه بیشتر رابطه بین ارزش در معرض ریسک و ریسک سیستمی بانک‌ها؛ نمودار پراکنش آن‌ها در شکل (۵) رسم شده است.

محور افقی این نمودار مقادیر ارزش در معرض ریسک VaR و محور عمودی ریسک سیستمی DeltaCoVaR را نشان می‌دهد؛ لذا بانک‌هایی که در محور عمودی پایین‌ترین سطح را دارند دارای بیشترین ریسک سیستمی هستند. از سوی دیگر بانک‌هایی که در محور افقی هرچه به سمت راست نزدیک‌تر هستند دارای ارزش در معرض ریسک یا همان ریسک نوسانات بازدهی بالاتری هستند. به کمک این نمودار می‌توانیم در یک نگاه جایگاه هر بانک را ازلحاظ ریسک بازدهی و ریسک سیستمی بررسی کنیم.

با توجه به جایگاه قرارگیری سه بانک ملت، تجارت و صادرات مشاهده می‌کنیم این سه بانک علاوه بر اینکه ریسک سیستمی بالاتری نسبت به بقیه دارند از لحاظ ریسک نوسانات بازدهی از بانک‌های پاسارگاد، کارآفرین، پارسیان و اقتصاد نوین پرریسک‌تر و نسبت به بانک‌های سینا، خاورمیانه تقریباً هم‌تراز ولی نسبت به پست‌بانک ریسک بسیار کمتری دارند. با توجه به نمودار شکل فوق به‌وضوح مشهود است که بانک کارآفرین کمترین ریسک سیستمی و بانک ملت بیشترین ریسک سیستمی را دارند. درعین‌حال بانک‌های پاسارگاد و پست‌بانک به ترتیب کمترین و بیشترین ریسک نوسانات بازدهی را دارا هستند. در بخش بعد وجود سرایت‌پذیری ریسک سیستمی که بیانگر اثر دومینویی ریسک سیستمی است را مورد آزمون قرار می‌دهیم.

آزمون سرایت‌پذیری ریسک سیستمی بانک‌ها

در این بخش به‌منظور بررسی آزمون وجود سرایت‌پذیری بین ریسک سیستمی بانک‌ها از مدل گارچ چندمتغیره رهیافت همبستگی شرطی پویا استفاده شده است. در صورت تأیید فرض وجود سرایت‌پذیری بین ریسک سیستمی بانک‌ها می‌توانیم فرض اثر دومینویی ریسک سیستمی بانک‌ها در صنعت بانکی را تأیید کنیم. بدین منظور پیش از هر چیز

ابتدا با استفاده از آزمون انگل و شپارد[1] (2001) فرض وجود همبستگی شرطی پویا را آزمون می‌کنیم تا از صحت به‌کارگیری این رویکرد اطمینان حاصل شود. در جدول (۶) نتایج این آزمون آورده شده است.

جدول (۶) نتایج حاصل از آزمون همبستگی پویا انگل و شپارد

آمار آزمون	مقدار معنی‌داری
8456.774	0.00
8456.774	0.00

همانطورکه مشاهده می‌شود مقدار معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ شده که بیانگر رد فرض صفر مبنی بر ثابت بودن همبستگی است؛ بنابراین فرض مقابل یعنی پویایی همبستگی با اطمینان ۹۵٪ پذیرفته می‌شود که به‌نوعی به رویکرد DCC-GARCH اعتبار می‌بخشد که در ادامه انجام خواهیم داد.

مدل همبستگی شرطی پویا (DCC) در حقیقت حالت تعمیم‌یافته مدل همبستگی شرطی ثابت است که توسط انگل[2] (2002) انجام شد. این مدل به‌صورت زیر است:

$$r_t = \mu_t + a_t$$
$$a_t = H_t^{1/2} z_t$$
$$H_t = D_t R_t D_t$$
$$R_t = diag(Q_t)^{-1/2} Q_t diag(Q_t)^{-1/2}$$
$$\varepsilon_t = D_t^{-1} a_t \sim N(0; R_t)$$
$$\bar{Q} = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} \varepsilon_t \varepsilon_t^T$$
$$Q_t = (1 - a - b)\bar{Q} + a\varepsilon_{t-1}\varepsilon_{t-1}^T + bQ_{t-1}$$

که در آن r_t یک بردار n تایی از سری زمانی در زمان t است (معمولاً بازده لگاریتمی سهام را در نظر می‌گیرند، در این پژوهش با توجه به سوژه موردبررسی بازدهی بانک‌ها هستند).

a_t: بردار n تایی از جملات اخلال در زمان t

1. Engle & Sheppard
2. Engle

H_t: ماتریس $n \times n$ واریانس شرطی a_t در زمان t

$H_t^{1/2}$: ماتریس $n \times n$ که معمولاً از تجزیه چولسکی ماتریس H_t به دست می‌آید.

D_t : ماتریس $n \times n$ قطری که از انحراف معیار شرطی a_t در زمان t است.

R_t: ماتریس $n \times n$ همبستگی شرطی a_t در زمان t است.

z_t: یک بردار n تایی از متغیرهای تصادفی نرمال استاندارد است.

$\bar{Q}$: ماتریس کوواریانس غیرشرطی ε_t

ε_t: پسماندهای استانداردشده ولی همبسته‌اند.

$a; b$: پارامترهای dcc هستند که باید در دو شرط زیر صدق کنند.

1) $a \geq 0\ ;\ b \geq 0$

2) $a + b < 1$

از جدول (۷) ضرایب برآورده شده مربوط به همبستگی پویا را به همراه آزمون معنی‌داری هرکدام در اختیار داریم.

جدول (۷) جدول ضرایب برآوردی مدل گارچ چندمتغیره رهیافت همبستگی پویای شرطی dcc

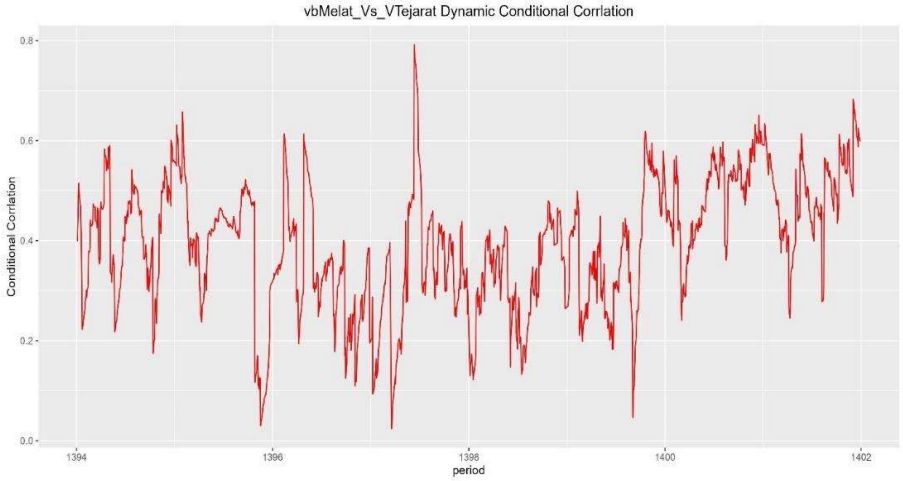
پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
[vbMelat].omega	0.004773	0.003481	1.3712	0.17
[vbMelat].alpha1	0.066879	0.021639	3.0907	0.00
[vbMelat].beta1	0.932121	0.02998	31.0919	0.00
[vbMelat].skew	-1.61767	0.199552	-8.1065	0.00
[vbMelat].shape	1.246315	0.092931	13.4112	0.00
[VbSader].omega	0.001551	0.00053	2.9254	0.00
[VbSader].alpha1	0.109675	0.01651	6.6429	0.00
[VbSader].beta1	0.889325	0.020873	42.6068	0.00
[VbSader].skew	-1.38912	0.11163	-12.4439	0.00
[VbSader].shape	1.43403	0.076512	18.7425	0.00
[VKar].omega	0.000115	0.000083	1.3939	0.16
[VKar].alpha1	0.059493	0.010867	5.4747	0.00
[VKar].beta1	0.939507	0.017583	53.4323	0.00
[VKar].skew	-0.90008	0.065808	-13.6775	0.00
[VKar].shape	0.940206	0.04125	22.7927	0.00
[VKhavar].omega	0.003306	0.000881	3.7518	0.00
[VKhavar].alpha1	0.182101	0.019907	9.1477	0.00
[VKhavar].beta1	0.816899	0.029978	27.2495	0.00
[VKhavar].skew	-1.08527	0.054845	-19.788	0.00

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
[VKhavar].shape	0.888495	0.024969	35.5834	0.00
[VNovin].omega	0.000886	0.000342	2.5914	0.01
[VNovin].alpha1	0.156901	0.028528	5.5	0.00
[VNovin].beta1	0.842099	0.035023	24.0442	0.00
[VNovin].skew	-1.47121	0.108015	-13.6205	0.00
[VNovin].shape	1.345058	0.062124	21.651	0.00
[VPars].omega	0.001067	0.000521	2.0491	0.04
[VPars].alpha1	0.109547	0.014171	7.7306	0.00
[VPars].beta1	0.889453	0.019233	46.2467	0.00
[VPars].skew	-1.10316	0.088359	-12.4849	0.00
[VPars].shape	1.21539	0.054049	22.487	0.00
[VPasar].omega	0.000589	0.000139	4.2477	0.00
[VPasar].alpha1	0.158391	0.017983	8.8077	0.00
[VPasar].beta1	0.840609	0.023467	35.8209	0.00
[VPasar].skew	-1.22011	0.080883	-15.0848	0.00
[VPasar].shape	1.231805	0.053745	22.9193	0.00
[VPost].omega	0.001094	0.000305	3.5831	0.00
[VPost].alpha1	0.074325	0.008758	8.4863	0.00
[VPost].beta1	0.924674	0.011532	80.1841	0.00
[VPost].skew	-1.50152	0.113467	-13.2331	0.00
[VPost].shape	1.33929	0.064137	20.8817	0.00
[VSina].omega	0.00035	0.000293	1.1953	0.23
[VSina].alpha1	0.089624	0.024303	3.6878	0.00
[VSina].beta1	0.909376	0.030091	30.2206	0.00
[VSina].skew	-1.35023	0.115798	-11.6602	0.00
[VSina].shape	1.400256	0.088236	15.8694	0.00
[VTejarat].omega	0.001909	0.000513	3.7213	0.00
[VTejarat].alpha1	0.068747	0.010992	6.2542	0.00
[VTejarat].beta1	0.930253	0.01402	66.3539	0.00
[VTejarat].skew	-1.31164	0.09701	-13.5206	0.00
[VTejarat].shape	1.259954	0.063796	19.7496	0.00
[Joint] dcc-a	0.035492	0.007589	4.677	0.00
[Joint] dcc-b	0.917872	0.022507	40.781	0.00

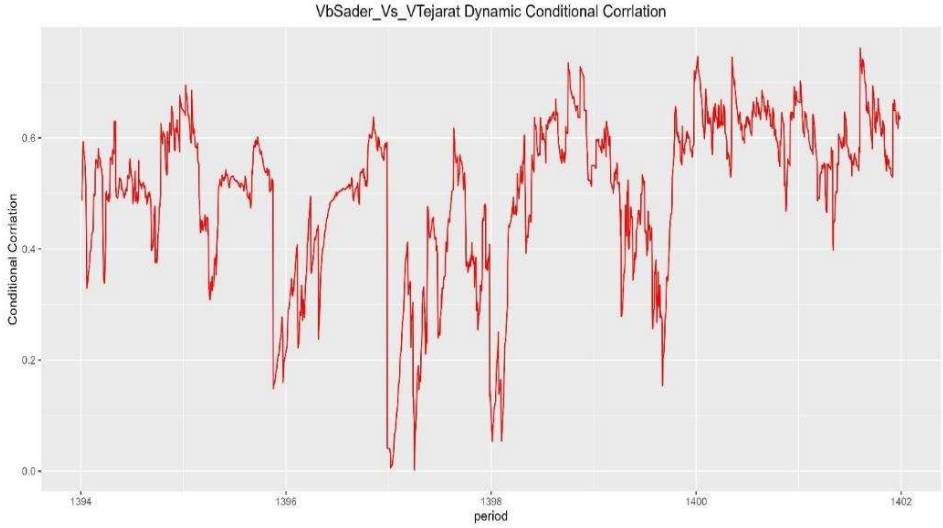
از جدول فوق ضرایب برآوردی مربوط به مدل گارچ چندمتغیره - همبستگی شرطی پویا را در اختیار داریم. همان‌طور که مشاهده می‌شود هر دو پارامتر DCC به‌دست‌آمده بزرگ‌تر از صفر و همچنین مجموعشان کمتر از یک است که نشان‌دهنده برقرار بودن شرایط DCC است از سوی دیگر با توجه به مقدار معنی‌داری به‌دست‌آمده فرض معنی‌داری هر

دو ضریب a و b تأیید می‌شود. با مثبت بودن پارامتر dcc-a به دنبال بروز یک شوک در سری متغیرها، افزایش در همبستگی شرطی برای دوره بعدی را می‌توان انتظار داشت از سوی دیگر پارامتر dcc-b بیانگر اثر همبستگی شرطی دوره قبل بر دوره جاری است. هرچه این پارامتر بزرگ‌تر و به عدد یک نزدیک‌تر باشد، انتظار می‌رود برای هر جفت همبستگی‌های محاسبه‌شده، همبستگی دوره جاری نزدیک به همبستگی شرطی دوره قبل باشد. با توجه به معنی‌دار بودن ضرایب برآورده شده مدل DCC فرض وجود سرایت‌پذیری بین ریسک سیستمی بانک‌ها که دلالت براثر دومینویی آن دارد پذیرفته می‌شود.

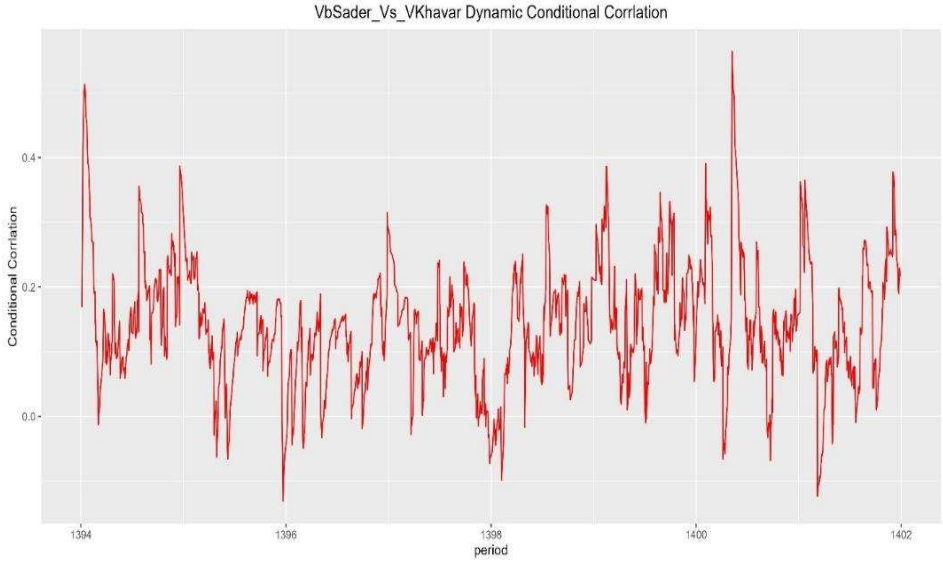
از اشکال (۶) الی (۹) نمودارهای همبستگی شرطی پویا را برای برخی از بانک‌های منتخب در اختیار داریم. هر یک از این نمودارها، همبستگی شرطی در طول زمان را برای یک متغیر در مقابل متغیر دیگر نشان می‌دهد. از نحوهٔ حرکت این نمودارها می‌توانیم قضاوتی در خصوص میزان تغییرات همبستگی شرطی بین متغیرها داشته باشیم یا به عبارتی نحوه سرایت اثرات و شوک‌های یک متغیر را بر روی دیگر متغیرها رصد کنیم.



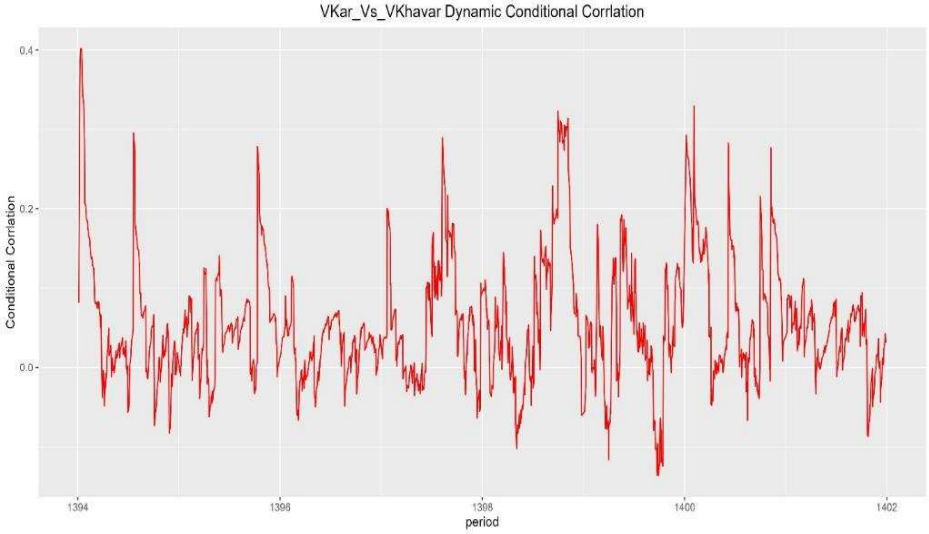
شکل (۶) نمودار همبستگی پویا شرطی بین ریسک سیستمی دو بانک ملت و تجارت



شکل (۷) نمودار همبستگی پویا شرطی بین ریسک سیستمی دو بانک صادرات و تجارت



شکل (۸) نمودار همبستگی پویا شرطی بین ریسک سیستمی دو بانک خاورمیانه و صادرات



شکل (۹) نمودار همبستگی پویا شرطی بین ریسک سیستمی دو بانک کارآفرین و خاورمیانه

با نگاهی اجمالی به شکل (۶) درمی‌یابیم حدود تغییرات همبستگی ریسک سیستمی دو بانک ملت و تجارت تقریباً در محدوده صفر الی ۰/۸ است، اگرچه رفتار همبستگی ریسک سیستمی این دو بانک در طول زمان نوسانی است؛ اما در اواسط سال ۱۳۹۷ به حداکثر مقدار خود یعنی ۰/۸ رسیده و طی سالیان اخیر خصوصاً انتهای سال ۱۴۰۱ از مرز ۰/۶ نیز عبور کرده است.

با توجه به اینکه این دو بانک بیشترین ریسک سیستمی مربوط به سیستم بانکی را دارا بوده‌اند، می‌توان نتیجه گرفت سرایت ریسک سیستمی از بانک ملت به بانک تجارت نسبتاً سریع است.

از سوی دیگر با توجه به شکل (۷) نمودار همبستگی شرطی بین ریسک سیستمی دو بانک تجارت و صادرات را ملاحظه می‌کنیم که همواره این مقدار مثبت و در اغلب مواقع بالای ۰/۵ بوده است، خصوصاً از بعد سال ۱۴۰۰ این همبستگی شدیدتر شده و از مرز ۰/۷ نیز عبور کرده است.

نمودار شکل (۸) نیز رفتار همبستگی بین ریسک سیستمی دو بانک صادرات و خاورمیانه را نشان می‌دهد.

همانطورکه از نمودار به‌وضوح مشخص است غالب مواقع زمانی همبستگی بین ریسک سیستمی این دو بانک مثبت بوده اگرچه شدت آن نسبتاً پایین‌تر است. در برخی مواقع این شدت حول ۰/۴ و حتی از مرز ۰/۵ نیز عبور کرده است. در مجموع اثر سرایت ریسک سیستمی بانک صادرات به بانک خاورمیانه کمتر از اثر سرایت ریسک سیستمی بانک صادرات به بانک تجارت است.

نمودار شکل (۹) نیز همبستگی شرطی بین ریسک سیستمی بانک خاورمیانه و کارآفرین را نشان می‌دهد. با توجه به اینکه مقادیر اغلب حول صفر و در برخی مواقع منفی و موارد دیگر مثبت هستند، درمی‌یابیم همبستگی و همچنین سرایت‌پذیری ریسک سیستمی ضعیفی بین این دو بانک برقرار است.

به‌منظور درک جامع‌تر از وضعیت برهم‌کنش و سرایت ریسک سیستمی بین بانک‌ها در جدول (۷) ماتریس همبستگی شرطی برای تاریخ ۲۸-۱۲-۱۴۰۱ به‌عنوان نمونه آورده شده است. همانطورکه از ماتریس همبستگی نیز ملاحظه می‌شود؛ ریسک سیستمی بانک ملت بیشترین همبستگی را با مقدار ۰/۶ با بانک تجارت دارد.

از سوی دیگر بانک تجارت نیز بیشترین مقدار همبستگی را با مقدار ۰/۶۳ با بانک صادرات دارد و به همین ترتیب مشاهده می‌کنیم شدت همبستگی از این بانک‌ها که بیشترین ریسک سیستمی را داشته‌اند به سایر بانک‌ها کمتر می‌شود تا جایی‌که کمترین میزان سرایت‌پذیری ریسک سیستمی از این بانک‌ها به بانک کارآفرین است که از قضا کمترین رتبه ریسک سیستمی را دارد.

جدول (۸) ماتریس همبستگی ریسک سیستمی دوبه‌دو بین بانک‌ها در تاریخ ۲۸-۱۲-۱۴۰۱

VTejarat	VSina	VPost	VPasar	VPars	VNovin	VKhavar	VKar	VbSader	vbMelat	بانک‌ها
0.60	0.08	0.40	0.36	0.37	0.40	0.24	0.01	0.54	1.00	vbMelat
0.63	0.11	0.40	0.26	0.44	0.40	0.22	0.06	1.00	0.54	VbSader
0.01	-0.07	0.11	-0.03	0.02	0.03	0.03	1.00	0.06	0.01	VKar
0.19	0.03	0.08	0.07	0.20	0.15	1.00	0.03	0.22	0.24	VKhavar
0.44	0.10	0.37	0.29	0.41	1.00	0.15	0.03	0.40	0.40	VNovin
0.41	0.20	0.27	0.29	1.00	0.41	0.20	0.02	0.44	0.37	VPars

0.36	0.12	0.26	1.00	0.29	0.29	0.07	-0.03	0.26	0.36	**VPasar**
0.43	0.01	1.00	0.26	0.27	0.37	0.08	0.11	0.40	0.40	**VPost**
0.11	1.00	0.01	0.12	0.20	0.10	0.03	-0.07	0.11	0.08	**VSina**
1.00	0.11	0.43	0.36	0.41	0.44	0.19	0.01	0.63	0.60	**VTejarat**

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از نمودارها و ماتریس همبستگی فوق به‌وضوح نحوه سرایت‌پذیری و اثر وجودی دومینویی ریسک سیستمی بین بانک‌های موجود در شاخص بانکی بورس اوراق بهادار تهران مشخص می‌شود.

بررسی عوامل شوک‌دهنده روی ریسک سیستمی بانک‌ها

از دیگر اقدامات صورت گرفته دیگر بررسی تلاطم برخی متغیرهای کلان نظیر نرخ ارز (دلار)، قیمت سکه و نرخ بهره (قیمت اخزاها) بر روی ریسک سیستمی بانک‌ها است. بدین منظور ابتدا با استفاده از مدل گارچ تلاطم این شاخص محاسبه‌شده و سپس به‌عنوان متغیرهای مستقل برون‌زا در مدل خود رگرسیون برداری قرار گرفته‌اند. متغیرهای برون‌زا در مدل VAR متغیرهایی هستند که بر روی متغیرهای درون‌زا اثر می‌گذارند؛ اما توسط آن‌ها مدل نمی‌شوند.

مدل خود رگرسیون برداری (VAR) برای اولین بار توسط سیمز (۱۹۸۶) برای بررسی تعاملات پویا بین داده‌های سری زمانی مرتبط معرفی شد.

مدل‌های VAR شامل یک معادله برای هر متغیر است که تکامل هر متغیر را با تأخیرهای خاص خود و تأخیرهای متغیرهای دیگر توضیح می‌دهد، به‌طوری‌که همه متغیرها به‌طور متقارن به‌عنوان درون‌زا در نظر گرفته می‌شوند. مدل VAR را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$\boldsymbol{y}_t = A_1\boldsymbol{y}_{t-1} + \cdots + A_p\boldsymbol{y}_{t-p} + \boldsymbol{C}\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{t}} + \boldsymbol{u}_t$$

که در آن $\boldsymbol{y}_t$ متغیرهای درون‌زا، A_i برای $i = 1, \dots, p$ به‌عنوان ماتریس ضرایب، $\boldsymbol{X}_{\boldsymbol{t}}$ متغیرهای برون‌زا، $\boldsymbol{C}$ ضریب متغیرهای برون‌زا و u_t بردار باقی‌مانده (نویز سفید) هستند. به‌منظور مدل‌سازی ابتدا مانایی سه متغیر برون‌زا با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته بررسی شده که نتایج آن در جدول (۹) ارائه شده است.

جدول (۹) آزمون ریشه واحد برای متغیرهای برون‌زا

متغیرهای برون‌زا	آمار دیکی فولر تعمیم‌یافته	مقدار معنی‌داری
Dollor	-4.81126	<0.01
Interest_Rate	-8.19363	<0.01
Coin	-4.19823	<0.01

همانطورکه از جدول فوق ملاحظه می‌گردد مقادیر معنی‌داری به‌دست‌آمده کمتر از ۰/۰۱ شده است که این بیانگر تأیید فرض مانایی این سه متغیر در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

در ادامه از جدول (۱۰) نتایج انتخاب وقفه بهینه را بر اساس معیار AIC در اختیار داریم. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده وقفه مناسب ۵ تعیین می‌شود (مقادیر کمتر AIC بیانگر وقفه بهینه‌تر است).

جدول (۱۰) تعیین وقفه بهینه مدل VAR

وقفه‌ها	AIC(n)
1	-21.9597
2	-22.0099
3	-22.0347
4	-22.0428
5	-22.0513
6	-22.0242
7	-22.0125
8	-21.9846
9	-21.9444
10	-21.9264

پس از تعیین وقفه بهینه؛ مدل VAR(5) برازش شده و نتایج معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا مدل در جداول زیر گزارش شده است. ازآنجاکه هدف این بخش بررسی تأثیر متغیرهای برون‌زا بر روی سیستم مالی است؛ آزمون معنی‌داری ضرایب این متغیرها برای هر بانک به تفکیک گزارش شده است.

جدول (۱۱) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک ملت

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	-0.01	0.018	-0.519	0.604
Interest_Rate	-0.001	0.009	-0.146	0.884
Coin	-0.033	0.021	-1.566	0.117

جدول (۱۲) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک صادرات

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	0.019	0.014	1.434	0.152
Interest_Rate	0.00035	0.007	0.053	0.958
Coin	-0.04	0.015	-2.574	0.01

جدول (۱۳) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک کارآفرین

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	0.002	0.005	0.385	0.701
Interest_Rate	0.003	0.002	1.409	0.159
Coin	-0.004	0.005	-0.678	0.498

جدول (۱۴) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک خاورمیانه

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	-0.006	0.006	-1.137	0.255
Interest_Rate	-0.009	0.003	-3.222	0.001
Coin	-0.01	0.006	-1.537	0.124

جدول (۱۵) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک اقتصاد نوین

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	-0.003	0.01	-0.277	0.782
Interest_Rate	0.012	0.005	2.445	0.015
Coin	0.008	0.011	0.71	0.478

جدول (۱۶) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک پارسیان

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	-0.002	0.011	-0.186	0.852
Interest_Rate	-0.001	0.005	-0.176	0.86
Coin	-0.006	0.012	-0.522	0.602

جدول (۱۷) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک پاسارگاد

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	0.01	0.008	1.282	0.2
Interest_Rate	-0.001	0.004	-0.183	0.855
Coin	-0.004	0.009	-0.475	0.635

جدول (۱۸) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR پست‌بانک

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	-0.00036	0.01	-0.038	0.97
Interest_Rate	0.00045	0.005	0.096	0.923
Coin	-0.002	0.011	-0.144	0.886

جدول (۱۹) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک سینا

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	0.011	0.01	1.032	0.302
Interest_Rate	0.001	0.005	0.152	0.879
Coin	-0.024	0.012	-2.027	0.043

جدول (۲۰) معنی‌داری ضرایب متغیرهای برون‌زا بر روی معادله VAR بانک تجارت

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
Dollor	0.00048	0.016	0.031	0.975
Interest_Rate	0.003	0.008	0.327	0.743
Coin	-0.01	0.018	-0.587	0.557

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از جداول فوق ملاحظه می‌کنیم که اثر متغیرهای برون‌زا در ریسک سیستمی برخی بانک‌ها معنی‌دار شده است. برای نمونه اثر تلاطم تغییرات قیمت سکه بر روی ریسک سیستمی بانک صادرات مقداری منفی و معنی‌دار شده است.

این موضوع دلالت بر رابطه معکوس بین تلاطم سکه و ریسک سیستمی بانک صادرات دارد. به‌عبارت‌دیگر هرچه بازار سکه متلاطم‌تر باشد، ریسک سیستمی بانک صادرات کمتر

می‌شود. البته لازم به ذکر است با توجه به ضریب به‌دست‌آمده این اثر اندک ولی از لحاظ آماری معنی‌دار است.

در تمامی جداول بالا ضریب متغیر تلاطم سکه منفی شده است که در ریسک سیستمی بانک‌های صادرات و سینا اثر آن معنی‌دار ولی در مابقی بانک‌ها از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

از سوی دیگر مشاهده می‌کنیم اگرچه ضرایب برآوردی تلاطم نرخ ارز (دلار) در تمامی جداول مثبت برآورد شده است؛ ولی با توجه به مقدار معنی‌داری به‌دست‌آمده ازلحاظ آماری معنی‌دار نیست و در انتها اثر تلاطم نرخ بهره برای دو بانک خاورمیانه و اقتصاد نوین معنی‌دار است که اثر آن بر روی هریک به ترتیب منفی و مثبت بوده است.

پس از بررسی اثر متغیرهای برون‌زا، مدل VAR(5) برازش شده با متغیرهای درون‌زا که همان ریسک سیستمی یا فراگیر بانک‌ها هستند به‌عنوان یک مدل پیش‌بینی کننده ریسک فراگیر ارائه می‌شود.

مدل برازش شده جهت پیش‌بینی ریسک فراگیر به‌صورت زیر است. برای جلوگیری از طولانی شد مقاله، ضرایب برآوردی مدل VAR برای دو بانک ارائه شده است:

جدول (۲۱) ضرایب برآوردی مدل VAR برای وبملت

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
vbMelat.l1	0.592	0.028	21.342	0
VbSader.l1	0.014	0.042	0.337	0.736
VKar.l1	0.167	0.094	1.78	0.075
VKhavar.l1	0.071	0.078	0.905	0.366
VNovin.l1	0.034	0.048	0.703	0.482
VPars.l1	-0.05	0.043	-1.17	0.242
VPasar.l1	0.074	0.058	1.281	0.2
VPost.l1	0.009	0.047	0.197	0.844
VSina.l1	0.03	0.044	0.682	0.495
VTejarat.l1	-0.035	0.036	-0.984	0.325
vbMelat.l2	0.008	0.032	0.263	0.792
VbSader.l2	0.005	0.048	0.115	0.908
VKar.l2	-0.201	0.118	-1.71	0.087
VKhavar.l2	0.063	0.107	0.587	0.557
VNovin.l2	-0.097	0.056	-1.73	0.084
VPars.l2	0.078	0.049	1.592	0.112
VPasar.l2	-0.102	0.071	-1.429	0.153
VPost.l2	-0.056	0.054	-1.048	0.295

0.796	0.258	0.051	0.013	VSina.l2
0.288	1.062	0.041	0.043	VTejarat.l2
0.144	1.461	0.032	0.047	vbMelat.l3
0.548	-0.6	0.048	-0.029	VbSader.l3
0.017	2.397	0.118	0.283	VKar.l3
0.006	-2.729	0.107	-0.293	VKhavar.l3
0.09	1.697	0.056	0.095	VNovin.l3
0.331	-0.972	0.049	-0.048	VPars.l3
0.017	2.382	0.071	0.17	VPasar.l3
0.049	1.974	0.054	0.106	VPost.l3
0.045	-2.004	0.05	-0.101	VSina.l3
0.449	0.757	0.041	0.031	VTejarat.l3
0.571	0.567	0.032	0.018	vbMelat.l4
0.089	1.7	0.048	0.081	VbSader.l4
0.352	-0.93	0.118	-0.11	VKar.l4
0.022	2.285	0.108	0.246	VKhavar.l4
0.297	-1.044	0.056	-0.058	VNovin.l4
0.49	-0.69	0.049	-0.034	VPars.l4
0.009	-2.613	0.072	-0.187	VPasar.l4
0.813	-0.236	0.054	-0.013	VPost.l4
0.431	0.787	0.051	0.04	VSina.l4
0.126	-1.53	0.041	-0.062	VTejarat.l4
0.043	2.029	0.027	0.056	vbMelat.l5
0.098	-1.654	0.041	-0.068	VbSader.l5
0.411	-0.823	0.094	-0.078	VKar.l5
0.443	-0.767	0.078	-0.06	VKhavar.l5
0.04	2.053	0.047	0.097	VNovin.l5
0.88	-0.151	0.043	-0.006	VPars.l5
0.87	0.164	0.058	0.01	VPasar.l5
0.814	0.235	0.047	0.011	VPost.l5
0.208	1.26	0.044	0.056	VSina.l5
0.019	2.343	0.035	0.083	VTejarat.l5
0.07	-1.81	0.045	-0.082	Const
0.604	-0.519	0.018	-0.01	Dollor
0.884	-0.146	0.009	-0.001	Interest_Rate
0.117	-1.566	0.021	-0.033	Coin

جدول (۲۲) ضرایب برآوردی مدل VAR برای وبصادر

پارامترها	ضریب برآوردی	انحراف استاندارد	آمار تی	مقدار معنی‌داری
vbMelat.l1	-0.008	0.02	-0.415	0.678
VbSader.l1	0.568	0.031	18.496	0
VKar.l1	0.146	0.069	2.106	0.035

0.115	1.576	0.058	0.091	VKhavar.l1
0.335	0.964	0.035	0.034	VNovin.l1
0.24	1.175	0.032	0.037	VPars.l1
0.319	0.996	0.043	0.043	VPasar.l1
0.653	0.449	0.035	0.016	VPost.l1
0.753	0.315	0.033	0.01	VSina.l1
0.059	-1.886	0.026	-0.049	VTejarat.l1
0.615	0.502	0.024	0.012	vbMelat.l2
0.166	1.386	0.035	0.049	VbSader.l2
0.263	-1.121	0.087	-0.097	VKar.l2
0.921	0.099	0.079	0.008	VKhavar.l2
0.501	-0.673	0.041	-0.028	VNovin.l2
0.516	-0.649	0.036	-0.024	VPars.l2
0.151	-1.436	0.052	-0.075	VPasar.l2
0.211	1.251	0.04	0.05	VPost.l2
0.944	0.07	0.037	0.003	VSina.l2
0.877	-0.155	0.03	-0.005	VTejarat.l2
0.605	0.517	0.023	0.012	vbMelat.l3
0.955	-0.057	0.035	-0.002	VbSader.l3
0.234	1.19	0.087	0.104	VKar.l3
0.074	-1.787	0.079	-0.141	VKhavar.l3
0.089	1.702	0.041	0.07	VNovin.l3
0.073	1.795	0.036	0.065	VPars.l3
0.01	2.593	0.053	0.136	VPasar.l3
0.771	-0.292	0.04	-0.012	VPost.l3
0.034	-2.12	0.037	-0.079	VSina.l3
0.176	1.353	0.03	0.041	VTejarat.l3
0.276	-1.09	0.023	-0.025	vbMelat.l4
0.099	1.65	0.035	0.058	VbSader.l4
0.988	-0.015	0.087	-0.001	VKar.l4
0.797	-0.258	0.079	-0.02	VKhavar.l4
0.357	-0.921	0.041	-0.038	VNovin.l4
0.462	-0.735	0.036	-0.027	VPars.l4
0.359	-0.918	0.053	-0.048	VPasar.l4
0.685	0.406	0.04	0.016	VPost.l4
0.018	2.377	0.037	0.089	VSina.l4
0.713	-0.368	0.03	-0.011	VTejarat.l4
0.723	-0.355	0.02	-0.007	vbMelat.l5
0.15	1.44	0.031	0.044	VbSader.l5
0.254	-1.14	0.069	-0.079	VKar.l5
0.161	1.402	0.058	0.081	VKhavar.l5
0.124	1.541	0.035	0.054	VNovin.l5
0.152	-1.434	0.032	-0.045	VPars.l5

0.268	-1.109	0.043	-0.048	VPasar.l5
0.718	0.361	0.035	0.013	VPost.l5
0.52	0.643	0.033	0.021	VSina.l5
0.012	2.512	0.026	0.066	VTejarat.l5
0.701	-0.383	0.033	-0.013	Const
0.152	1.434	0.014	0.019	Dollor
0.958	0.053	0.007	0	Interest_Rate
0.01	-2.574	0.015	-0.04	Coin

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در بخش نخست، داده‌های مرتبط با قیمت سهام بانک‌ها و متغیرهای کلان نظیر نوسانات بازار ارز، بازار سکه و طلا و نرخ بهره مورد تحلیل قرار گرفت. این داده‌ها پس از آماده‌سازی و حذف نقاط دورافتاده با استفاده از روش ماهالانوبیس تعدیل‌شده و به‌روزرسانی شدند تا دقت نتایج افزایش یابد. تحلیل‌های آماری اولیه نشان داد که بازدهی روزانه سهام بانک‌ها در بیشتر موارد حول صفر با انحراف معیار محدودی نوسان داشته است. همچنین مقادیر ضریب چولگی و کشیدگی برای برخی از بانک‌ها حاکی از عدم توزیع نرمال داده‌ها بود که این امر ضرورت استفاده از مدل‌های پیچیده‌تر را برای تحلیل دقیق‌تر روشن کرد.

در بخش دوم، پیش‌فرض‌های اساسی مدل‌ها نظیر نرمال بودن، مانایی و ناهمسانی واریانس بررسی شد. نتایج آزمون‌های انجام‌شده نشان داد که فرض نرمال بودن داده‌ها برای تمامی متغیرها رد شده است و همچنین فرض مانا بودن با استفاده از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته تأیید شد. همچنین نتایج آزمون ناهمسانی واریانس (آرچ) نشان داد که بازدهی سهام بانک‌ها دارای اثرات ناهمسانی واریانس است که به معنای نوسانات غیر همسان در طول زمان است. این نتایج به ما نشان داد که مدل‌های استاندارد نمی‌توانند به‌تنهایی برای تحلیل دقیق این داده‌ها مورداستفاده قرار گیرند و باید مدل‌های پیچیده‌تری همچون گارچ چندمتغیره به کار گرفته شوند.

بخش سوم به محاسبه ریسک سیستمی بانک‌ها با استفاده از مدل رگرسیون چندکی و شاخص ارزش در معرض ریسک (VaR) و ارزش در معرض ریسک شرطی (CoVaR) پرداخت. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که بانک ملت، تجارت و صادرات بیشترین میزان ریسک سیستمی را دارا هستند و اثر منفی قابل‌توجهی بر سیستم بانکی دارند. این در حالی است که بانک‌هایی مانند پست‌بانک و خاورمیانه بیشترین ریسک نوسانات بازدهی

را به خود اختصاص داده‌اند. تحلیل‌های انجام‌شده با استفاده از نمودار پراکنش بین ریسک بازدهی و ریسک سیستمی نشان داد که بانک‌های ملت، تجارت و صادرات نه‌تنها ازنظر ریسک سیستمی بلکه از لحاظ ریسک نوسانات بازدهی نیز در مقایسه با دیگر بانک‌ها در جایگاه بالاتری قرار دارند.

درنهایت، بخش چهارم به آزمون سرایت‌پذیری ریسک سیستمی با استفاده از مدل گارچ چندمتغیره رهیافت همبستگی شرطی پویا اختصاص یافت. نتایج این بخش تأیید کرد که سرایت‌پذیری ریسک بین بانک‌ها وجود دارد، به این معنا که نوسانات و بحران‌های مالی یک بانک می‌تواند به سایر بانک‌ها منتقل شود و اثر دومینویی ایجاد کند. این یافته‌ها بر اهمیت نظارت دقیق و مدیریت ریسک سیستمی در صنعت بانکی تأکید دارند؛ زیرا سرایت‌پذیری ریسک می‌تواند منجر به بحران‌های بزرگ‌تری در سیستم بانکی و اقتصاد کلان شود.

برای پژوهش‌های آتی لزوم استفاده از سایر سنجه‌های ریسک سیستمی اعم از GARCH، ARCH و یا سنجه‌های آماری Covar به‌منظور قدرت پیش‌بینی آن‌ها در خصوص اثر ریسک سیستمی بر صنایع حساس نظامی علی‌الخصوص سامانه‌های یکپارچه پدافندی و موشکی و صنایع هوایی از اهمیت خاص امنیتی برخوردار است.

توصیه‌های کلیدی برای سیاست‌گذاران دفاعی

۱. نظارت دقیق و مدیریت ریسک سیستمی در بخش‌های مختلف
۲. استفاده از مدل‌های آماری پیچیده‌تر برای تحلیل داده‌ها و پیش‌بینی ریسک‌ها
۳. توجه به اثرات دومینویی ناشی از بحران‌ها و نوسانات

قدردانی

تمامی نویسندگان مقاله از داوران و سردبیر محترم مجله که باعث کیفیت این کار شدند، کمال سپاسگزاری و قدردانی را دارند.

تضاد منافع

نویسندگان تصریح می‌نمایند هیچ‌گونه تضاد منافعی درخصوص پژوهش حاضر وجودندارد.

منابع

- بیاتی، غلامرضا؛ محمدپور زرندی، محمدابراهیم؛ کردلوئی، حمیدرضا و فدوی، عارفه. (۱۴۰۳). طراحی الگوریتم ریاضی بهینه‌سازی سبد دارایی‌های ارزی بانک‌ها، بر مبنای منطق فازی و شاخص‌های ریسک مرتبط (مطالعه موردی: بانک ملت). دانش سرمایه‌گذاری، ۱۳(۵۰)، ۳۹-۷۲.
- رسول‌زاده، پرویز و مرادیان، محسن (۱۴۰۳). عوامل راهبردی مؤثر بر چابک سازی ساختار سازمانی یگان‌های عمده رزم زمینی ارتش جمهوری اسلامی ایران، پژوهش‌های راهبردی ارتش، ۹ (۱۳)، ۱۵۹-۱۸۳.
- مصطفی‌پور، یلدا؛ طهرانچیان، امیرمنصور؛ جعفری صمیمی، احمد و راسخی، سعید. (۱۳۹۹). بررسی اثرات آستانه‌ای نوسان‌های نرخ ارز بر سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در ایران. نظریه‌های کاربردی اقتصاد، ۷(۱)، ۹۱-۱۱۶.
- وهاب‌زاده، سارا؛ فلاح شمس لیالستانی، میرفیض؛ معدنچی، مهدی و کیقبادی، امیررضا. (۱۴۰۱). سرایت‌پذیری ریسک سیستمیک در بازارهای مالی ایران. دانش سرمایه‌گذاری، ۱۱(۴۱)، ۴۲۹-۴۴۳.

- Adegboye, A. Ojeka, S. A. Adegboye, K. Alabi, O. Afolabi, M. & Iyoha, F. (2019). Data on chief financial officer attributes and risk management strategies for Nigerian listed financial institutions. *Data in brief*, *27*, 104609. https://doi.org/10.1016/j.dib.2019.104609
- Aslan, M. & KIZILYURT, Ö. (2018). Exchange Rates in Iran: Past, Present and Future. *Present and Future (NOVEMBER 2, 2018)*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4207680
- Bahmani-Oskooee, M. & Kandil, M. (2010). Exchange rate fluctuations and output in oil-producing countries: the case of Iran. *Emerging Markets Finance and Trade*, *46*(3), 23-45. https://doi.org/10.2753/REE1540-496X460302
- Batrancea, I. & Bechis, L. (2013). Systemic risk in banking sector. *The USV Annals of Economics and Public Administration*, *13*(1 (17)), 177-182. https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02483.x
- Bayati, Gholamreza; Mohammadpour Zarandi, Mohammad Ebrahim; Kordlouei, Hamidreza; and Fadavi, Arefeh. (2024). "Designing a Mathematical Algorithm for Optimizing Banks' Foreign Currency Asset

Portfolios Based on Fuzzy Logic and Related Risk Indicators (Case Study: Bank Mellat)." *Investment Knowledge*, 13(50), 39-72. [in Persian] URL: https://sanad.iau.ir/Journal/jik/Article/843005

- Cheevirot, S. Smanchat, S. & Nuchitprasitchai, S. (2023, September). Evaluation of traditional finance models and machine learning approaches in FOREX volatility prediction. In *2023 27th International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)* (pp. 315-318). IEEE. DOI: 10.1109/ICSEC59635.2023.10329670
- Daniel, B. C. (2012). Private sector risk and financial crises in emerging markets. *The Economic Journal*, *122*(561), 825-847. https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02483.x
- Engle, R. F. & Ruan, T. (2019). Measuring the probability of a financial crisis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *116*(37), 18341-18346. https://doi.org/10.1073/pnas.1903879116
- Fang, S. Cao, G. & Egan, P. (2023). Forecasting and backtesting systemic risk in the cryptocurrency market. *Finance Research Letters*, *54*, 103788. https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103788
- Gray, D. F. (2009). Modeling financial crises and sovereign risks. *Annu. Rev. Financ. Econ.* *1*(1), 117-144. https://doi.org/10.1146/annurev.financial.050808.114316
- Greenwood, R. Hanson, S. G. Shleifer, A. & Sørensen, J. A. (2022). Predictable financial crises. *The Journal of Finance*, *77*(2), 863-921. https://doi.org/10.1111/jofi.13105
- Hartmann, P. De Bandt, O. & Peydró, J. L. (2014). Systemic Risk in Banking after the Great Financial Crisis. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199688500.013.0027
- Hoosain, A. Joubert, A. & Owusu-Sekyere, E. (2021). Analysis of currency volatility from a macroeconomic perspective: the case of selected emerging market economies (EMEs). *International Journal of Monetary Economics and Finance*, *14*(5), 411-426. https://doi.org/10.1504/IJMEF.2021.118285
- Hsu, C. L. & Chiang, C. H. (2024). Bibliometric analysis of financial crisis research. *The Singapore Economic Review*, *69*(03), 1047-1074. https://doi.org/10.1142/S0217590820500678
- Mostafapour, Yalda; Tehranian, Amir Mansour; Jafari Samimi, Ahmad; and Rasekhi, Saeed. (2020). "Examining the Threshold Effects of Exchange Rate

Fluctuations on Private Sector Investment in Iran." *Applied Economic Theories*, 7(1), 91-116. [in Persian] DOI: 10.22034/ECOJ.2020.10015

- Munteanu, I. (2010). Systemic Risk in Banking: New Approaches under the current financial crisis.https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/27392
- Nonejad, M. & Mohammadi, M. (2016). The Effect of exchange rate fluctuation on economic activities of Iran. *International Review of Management and Business Research*, *5*(2), 353. https://www.irmbrjournal.com/papers/1465534906.pdf
- Rasoulzadeh, Parviz; and Moradian, Mohsen. (2024). "Strategic Factors Affecting the Agility of Organizational Structures in Major Ground Combat Units of the Islamic Republic of Iran Army." *Army Strategic Studies*, 9(13), 159-183. [in Persian] URL: https://www.asrq.ir/article_212082.html
- Rigana, K. Wit, E. J. C. & Cook, S. (2023). A new way of measuring effects of financial crisis on contagion in currency markets. *International Review of Financial Analysis*, *90*, 102764. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102764
- Rottner, M. (2023). Financial crises and shadow banks: A quantitative analysis. *Journal of Monetary Economics*, *139*, 74-92. https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2023.06.006
- Vahabzadeh, Sara; Fallah Shams Lialestani, Mirfaiz; Madanchi, Mehdi; and Keyghobadi, Amir Reza. (2022). "Systemic Risk Contagion in Iran's Financial Markets." *Investment Knowledge*, 11(41), 429-443. [in Persian] URL: https://sanad.iau.ir/Journal/jik/Article/842324
- Wang, Y. Zhou, Z. & Cao, X. (2023). Assessment of Financial Systemic Crisis on a Causal and Reliable Perspective. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 1-27. https://doi.org/10.1142/S0219622023500475
- Zachariadis, S. (2020). Financial crises and the perils for the world economy. *Journal of Management and Financial Sciences*, (40), 43-56. DOI: 10.33119/JMFS.2020.40.3.