Journal of Securities Exchange

Securities & Exchange Organization, Research, Development & Islamic Studies (RDIS)
Journal of Securities and Exchange, Winter 2025, V. 18, No.72, pp. 1-26

Measuring the Volatility Connectedness of Industries in Tehran Stock Exchange - The Novel Approach of Spectral Variance Decomposition[1]

Ehsan Bagheri[2], Seyed Babak Ebrahimi[3], Abbas Ebrahimi[4]

Receive Date:14 November 2022 Revise Date: 25 December 2025
Accept Date: 01 January 2024 Publish Date: 27 December 2025

Research Paper

Highlights

- Measures industry-to-industry volatility connectedness in the Tehran Stock Exchange (TSE) and decomposes spillovers by short-, medium-, and long-term horizons using a time–frequency (spectral variance decomposition) framework.
- Uses daily TSE industry index data (March 2015–September 2021 / Farvardin 1394–Shahrivar 1400) and defines horizons as 1–4 days (short), 4–10 days (medium), and >10 days (long).
- Finds spillovers are primarily short-term: connectedness is strongest in the short horizon and drops sharply in medium and long horizons, implying shocks dissipate relatively quickly across industries.
- Shows a large "within-industry" component at all horizons: a meaningful share of forecast-error variance is explained by industry's own shocks, stressing the importance of sector-specific drivers.
- Dynamic analysis indicates connectedness rises during high-excitement periods in TSE, with rolling-window results showing noticeable spikes in certain intervals (e.g; around 1398–1399 in the paper's discussion).
- Adds Granger causality to reveal directional links, reporting several significant inter-industry causal relationships (examples listed include construction–cement, insurance–banking, transport–banking/insurance, pharma–food, etc.).

Abstract

The study of volatility connectedness in the stock market is one of the essential issues in finance. This study aims to measure the volatility connectedness in different industries of the Tehran Stock Exchange in different time horizons. The research data were collected daily from March 2015 to September 2021 and examined by spectral variance decomposition. Findings show that short-term volatility connectedness accounts for a significant proportion of connectedness relationships among stock exchange industries. This means that the impact of shocks on the Tehran Stock Exchange industry is more short-term. At all-time horizons, a significant percentage of the variance of the forecast error was due to shocks within the same industry. In addition, dynamic volatility connectedness also indicates that it increases significantly with the increase of excitement in the Tehran Stock Exchange. The results of this study help to better analyze by investors and risk hedging of investment companies.

Keywords: Tehran Stock Exchange, Spectral Variance Decomposition, Granger Causality Test, Hierarchical Vector Auto Regression.
JEL Classification: C32, G15.

---

1. doi: 10.22034/JSE.2024.12123.2074
2. M.Sc. Department of Financial Engineering, Faculty of Industrial Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran. (ehsanbagheri9520@gmail.com).
3. Associate Professor, Department of Industrial Engineering, K. N. Toosi University of Technology, Tehran, Iran. (Corresponding Author). (b_ebrahimi@kntu.ac.ir).
4. M.Sc. Department of Financial Management, Kharazmi University, Tehran, Iran. (ebrahimi7093@gmail.com).

Copyright © 2025 The Authors. Published by Securities and Exchange Organization. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

Cite This Article: Bagheri, Ehsan; Ebrahimi, Seyed Babak ; Ebrahimi, Abbas; (2025). Measuring the Volatility Connectedness of Industries in Tehran Stock Exchange - The Novel Approach of Spectral Variance Decomposition. ***Journal of Securities Exchange***, 18 (72), 1-26. http:// 10.22034/JSE.2024.12123.2074.

Introduction

In the present study, we investigate the transmission of volatility shocks across industries listed on the Tehran Stock Exchange (TSE) and, more specifically, we assess whether the structure and intensity of these spillovers differ across time horizons. We begin from the premise that connectedness is not a uniform phenomenon: while certain disturbances propagate rapidly and dissipate, others may persist and shape longer-run interdependence among sectors. Accordingly, our aim is to provide a horizon-sensitive characterization of inter-industry volatility connectedness, thereby offering evidence that is directly relevant to risk monitoring, diversification, and portfolio rebalancing within the TSE. To this end, we compile daily industry index data spanning Farvardin 1394 to Shahrivar 1400 (March 2015 to September 2021) and construct volatility measures for each industry at the daily frequency. In line with established practice, we employ the Garman–Klass (1980) estimator to extract daily volatility information from observed price dynamics. Prior to estimating the connectedness system, we examine key distributional and time-series properties of the constructed volatility series. The diagnostics reported in the study indicate non-normality and heavy-tailed behavior—features that are consistent with financial volatility—while the stationarity tests confirm that the volatility series satisfy the requirements for multivariate modeling and variance decomposition.

Methodology

Methodologically, our study departs from purely aggregate measures of connectedness by explicitly quantifying spillovers within distinct investment horizons. While generalized forecast error variance decomposition (FEVD) has been widely adopted to measure connectedness, standard implementations typically yield a single summary measure that does not distinguish short-lived spillovers from persistent, longer-run linkages. To address this limitation, we adopt the time–frequency framework of Baruník and Křehlík (2018) based on spectral variance decomposition, which enables us to allocate connectedness to frequency bands and interpret them as horizon-specific components. Consistent with the paper's specification, we define short-term connectedness as 1–4 days, medium-term as 4–10 days, and long-term as more than 10 days. This design allows us to test, in a structured manner, whether volatility transmission in the TSE is primarily a short-horizon contagion mechanism or whether it reflects more enduring cross-industry dependence.

In addition, we acknowledge the practical challenges associated with estimating multivariate dynamics in settings where the system dimension and parameter space may become sizeable. Standard VAR estimation can suffer from instability and overfitting, which may in turn contaminate variance decompositions and connectedness indices. To strengthen the reliability of the empirical results, our study incorporates a hierarchical (regularized) VAR strategy aligned with high-dimensional VAR ideas discussed in the paper. This approach is introduced to improve forecast performance and deliver more stable decomposition outcomes. Finally,

because connectedness measures—even when horizon-decomposed—do not by themselves establish directional predictive relationships, we complement the connectedness analysis with Granger causality tests. This additional step is intended to enrich interpretation by identifying statistically significant lead–lag linkages among industries and providing evidence on the direction of information flow.

Our empirical findings first present a horizon-specific map of inter-industry connectedness. A central result of the study is that short-term spillovers constitute the dominant component of total connectedness in the TSE industry network. In other words, cross-industry volatility transmission appears to be concentrated in shorter horizons, with shocks propagating relatively quickly rather than remaining strongly coupled over longer periods. When moving from the short horizon to the medium and long horizons, we observe a marked decline in overall connectedness, indicating that long-horizon spillovers are comparatively weaker. This pattern is consistent with an interpretation in which sector-level disturbances tend to be transmitted through short-run channels—such as rapid repricing and sentiment-driven adjustments—rather than through persistent long-run volatility co-movement.

A second robust finding concerns the importance of within-industry volatility dynamics. Across horizons, a substantial share of each industry's forecast error variance is attributable to its own shocks, implying that idiosyncratic sectoral factors remain influential even in the presence of measurable cross-industry spillovers. This result has two implications for interpretation. First, it cautions against attributing industry volatility primarily to system-wide contagion: while spillovers are meaningful—particularly in the short horizon—industries retain distinct volatility drivers. Second, it underscores the continuing value of sector-specific information for forecasting and risk management, because the explanatory power of own shocks persists across short, medium, and long horizons.

Recognizing that connectedness in financial markets is rarely constant over time, we extend the analysis from static measures to dynamic connectedness. The paper implements a rolling-window design (reported as a 150-day window) to track the evolution of connectedness through the sample period. The dynamic results reinforce the horizon decomposition: short-horizon connectedness remains higher on average than medium- and long-horizon connectedness. More importantly, the time-varying evidence shows that connectedness is state-dependent, rising sharply during episodes characterized in the paper as heightened market excitement. In particular, the reported trajectories indicate pronounced increases in connectedness during periods around mid-1398 and early-1399, suggesting that inter-industry transmission intensifies when the market environment becomes more turbulent. This finding aligns with the broader interpretation that market stress tends to tighten the volatility network, increasing the likelihood that shocks originating in one sector are rapidly transmitted to others.

To further refine the interpretation of spillover patterns, we employ Granger causality tests as a complementary tool. While connectedness indices provide a quantitative measure of interdependence, causality

testing highlights where statistically meaningful predictive relationships exist between industry volatility series. The study reports a set of significant causal linkages among industries, including economically interpretable relations such as interactions involving construction-related sectors, insurance and banking, as well as other cross-sector pairs listed in the paper's results and appendix. Importantly, we treat these causality findings as complementary rather than substitutive: they do not replace the connectedness framework, but they add a directional dimension that supports clearer interpretation of the empirical network structure.

Conclusion

Taken together, our results provide a horizon-aware view of systemic volatility transmission across TSE industries. The dominance of short-horizon spillovers suggests that risk monitoring and hedging should prioritize short-term transmission channels, especially during periods of heightened market excitement when connectedness intensifies. Meanwhile, the persistent importance of own-industry shocks implies that diversification and risk control should remain grounded in sector-level analysis rather than aggregate market indicators alone. Finally, a key direction for future research is to test whether positive versus negative oil shocks have asymmetric effects on horizon-specific connectedness in the Iranian market.

Author Cntributions

All authors contributed equally to the conceptualization of the article and writing of the original and subsequent drafts.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

The authors would like to thank all participants in the present study.

Ethical Considerations

The authors avoided data fabrication, falsification, plagiarism and misconduct.

Funding

This research didn't receive any specific grant from funding agencies in the public commercial, or not-for-profit secors.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest.

سازمان بورس و اوراق بهادار، مرکز پژوهش، توسعه و مطالعات اسلامی

فصلنامه بورس اوراق بهادار، سال هجدهم، شماره ۷۲، زمستان ۱۴۰۴، صص ۲۶-۱

اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران-رهیافتی از رویکرد نوین تجزیه واریانس طیفی[۱]

احسان باقری[۲]، سید بابک ابراهیمی[۳]، عباس ابراهیمی[۴]

تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۸/۲۳ تاریخ بازنگری:۱۴۰۴/۱۰/۰۴

تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۱۰/۱۱ تاریخ انتشار:۱۴۰۴/۱۰/۰۶

مقاله پژوهشی

نکات برجسته

- این پژوهش میزان پیوندخوردگی نوسان (volatility connectedness) بین صنایع مختلف در بورس اوراق بهادار تهران (TSE) را اندازه‌گیری کرده و با بهره‌گیری از چارچوب زمان-فرکانس (مبتنی بر تجزیه واریانس طیفی/spectral variance decomposition، سریزها را به افق‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت تفکیک می‌کند.
- پژوهش از داده‌های روزانه شاخص‌های صنعتی بورس تهران در بازه مارس ۲۰۱۵ تا سپتامبر ۲۰۲۱ (فروردین ۱۳۹۴ تا شهریور ۱۴۰۰) استفاده می‌کند و افق‌ها را به صورت ۱ تا ۴ روز (کوتاه‌مدت)، ۴ تا ۱۰ روز (میان‌مدت) و بیش از ۱۰ روز (بلندمدت) تعریف می‌نماید.
- نتایج نشان می‌دهد سریزها اغلب کوتاه‌مدت‌اند، به این معنا که شدت پیوندخوردگی در افق کوتاه بیشینه است و در افق‌های میان‌مدت و بلندمدت به‌طور محسوسی کاهش می‌یابد؛ بنابراین، شوک‌ها در سطح بین‌صنعتی نسبتاً سریع مستهلک می‌شوند.
- در تمامی افق‌ها مؤلفه «درون‌صنعتی» قابل توجه است؛ یعنی سهم معناداری از واریانس خطای پیش‌بینی هر صنعت توسط شوک‌های همان صنعت توضیح داده می‌شود که بر اهمیت عوامل و محرک‌های اختصاصی هر بخش دلالت دارد.
- تحلیل پویای شبکه پیوندخوردگی بیانگر آن است که در دوره‌های هیجان/التهاب بالای بورس تهران، میزان پیوندخوردگی افزایش می‌یابد و نتایج مبتنی بر پنجره‌غلتان (rolling window)وقوع جهش‌های قابل مشاهده را در برخی بازه‌ها نشان می‌دهد (برای نمونه، در حوالی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۹ مطابق بحث مقاله).
- در نهایت، با افزودن آزمون علیت گرنجر، روابط جهت‌دار میان صنایع شناسایی شده و چندین رابطه علیت بین‌صنعتی معنادار گزارش می‌شود. از جمله نمونه‌هایی مانند ساختمان-سیمان، بیمه-بانکداری، حمل‌ونقل-بانکداری/بیمه، دارویی-غذایی و موارد مشابه.

چکیده

مطالعه ارتباطات تلاطمات در بورس اوراق بهادار از جمله موضوعات مهم در حوزه مالی است. هدف از این پژوهش، اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران در افق‌های زمانی مختلف است. داده‌های پژوهش در بازه زمانی فروردین ۱۳۹۴ تا شهریور ۱۴۰۰ به صورت روزانه گردآوری و به کمک رویکرد تجزیه واریانس طیفی مورد بررسی قرار گرفته شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که ارتباطات تلاطمات کوتاه‌مدت بخش چشمگیری از ارتباطات تلاطمات میان صنایع بورسی را در بردارد. بدین معنی که تاثیر شوک‌ها بر صنایع بورس اوراق بهادار تهران بیشتر کوتاه‌مدت است. در تمامی افق‌های زمانی درصد چشمگیری از واریانس خطای پیش‌بینی ناشی شوک‌های درون همان صنعت بوده است. افزون بر آن ارتباطات تلاطمات پویا نیز نشان دهنده آن است که با افزایش هیجانات در بورس اوراق بهادار تهران، ارتباطات تلاطمات به شکل چشمگیری افزایش می‌یابد. نتایج این پژوهش به تحلیل بهتر سرمایه‌گذاران و پوشش ریسک شرکت‌های سرمایه‌گذاری کمک می‌کند.

واژه‌های کلیدی: بورس اوراق بهادار تهران، تجزیه واریانس طیفی، آزمون علیت گرنجر، اتورگرسیو برداری سلسله مرتبه‌ای.

طبقه‌بندی موضوعی: C32,G15.

---

۱. doi: 10.22034/JSE.2024.12123.2074

۲. کارشناسی ارشد، گروه مهندسی مالی، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، تهران، ایران. (ehsanbagheri9520@gmail.com).

۳. دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرادین طوسی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). (b_ebrahimi@kntu.ac.ir).

۴. کارشناسی ارشد، گروه مدیریت مالی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. (ebrahimi7093@gmail.com).

حق انتشار این مستند، متعلق به نویسندگان آن است. ۱۴۰۴ ©. ناشر این مقاله، سازمان بورس و اوراق بهادار است.

این مقاله تحت گواهی زیر منتشرشده و هر نوع استفاده غیرتجاری از آن مشروط بر استناد صحیح به مقاله و با رعایت شرایط مندرج در آدرس زیر مجاز است.

Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license
(https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

استناد: باقری، احسان؛ ابراهیمی، سید بابک؛ ابراهیمی، عباس. (۱۴۰۴). اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران-رهیافتی از رویکرد نوین تجزیه واریانس طیفی. *فصلنامه بورس اوراق بهادار*، ۱۸ (۷۲)، ۲۶-۱.
https://10.22034/JSE.2024.12123.2074

مقدمه

بورس اوراق بهادار در یک اقتصاد، بازار رسمی و سازمان‌یافته‌ای است که در آن خرید و فروش سهام شرکت‌ها و اوراق بهادار تحت مقررات خاصی انجام می‌شود (قبادی الوار، حسینی، احمدی و موسوی، ۱۳۹۶). در این بازار، تخصیص منابع مالی و جذب سرمایه، سبب رشد و توسعه اقتصادی می‌گردد. از نگاه سرمایه‌گذاران، بازاری که بازدهی بیشتر و ریسک کمتری را در پی داشته باشد، مطلوبیت بیشتری را دارا است. از این رو، شناخت عوامل و ریسک‌های مرتبط با بازارهای مالی از اهمیت زیادی برخوردار است. تاکنون مطالعات گسترده‌ای در این زمینه در بورس‌های اقتصادهای پیشرفته و نوظهور انجام گرفته است(هو، ۲۰۰۶، لانگستاف، ۲۰۱۰، باقری و ابراهیمی، ۲۰۲۰، عمر، فرید و نعیم، ۲۰۲۲). با این حال بورس اوراق بهادار تهران یکی از کم مطالعه‌ترین بازارهای سهام عمده نوظهور باقی مانده است. از آنجایی که چشم‌انداز کلی اقتصاد ایران نشانه‌هایی از بهبود را نشان می‌دهد، تقاضای فزاینده‌ای برای درک بازارهای مالی و رفتار سرمایه‌گذاران وجود دارد. این علاقه سرچشمه گرفته از وجود فرصت‌هایی برای تنوع و مشارکت جهانی و همچنین نیاز به ارائه اطلاعات بیشتر برای افزایش سرمایه‌گذاری بخش خصوصی است.

عوامل زیادی ممکن است بر بازده شرکت‌های بورسی تاثیر بگذارد(اسدی نیا، عبدالهی، کیوانی، حیدرزاده و موسوی، ۱۳۹۸). تاکنون مطالعات مختلفی درباره تاثیر عواملی همچون نوسانات نفت (باوقار، فغانی و رنجبر، ۱۳۹۹، کریمی، حیدریان و دهقان، ۱۳۹۷)، تورم(فدایی‌نژاد و فراهانی، ۱۳۹۶)، وقایع سیاسی (ساجدی و ساجدی، ۱۳۹۸)، بورس‌های اوراق بهادار خارجی (جعفری سرشت و بحیرایی، ۱۳۹۸، باقری، قدیم‌پور و دهقان، ۲۰۲۱) بر بورس اوراق بهادار تهران صورت گرفته است. با این حال، مطالعه جامعی از تاثیرگذاری و ارتباطات تلاطمات صنایع مختلف بورسی با یکدیگر وجود ندارد. اهمیت این موضوع بخصوص پس از ورود نقدینگی قابل توجه از نیمه نخست سال ۱۳۹۹ به بورس اوراق بهادار تهران بیشتر نمایان شد. این پژوهش تلاش می‌کند تا ارتباطات تلاطمات بین صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران را با استفاده از رویکرد نوین فرکانس-زمان که در سال ۲۰۱۸ توسط برونیک و کلریک معرفی شد، ارائه دهد. به کمک این رویکرد، مقدار دقیق ارتباطات تلاطمات صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران در افق‌های زمانی کوتاه مدت، میان مدت و بلندمدت به دست می‌آید. از آنجایی که مدل اولیه فرکانس-زمان در برابر داده‌های با نوسان بالا از خود ضعف نشان

می‌دهد، به منظور بهبود این رویکرد، از اتورگرسیوبرداری سلسله مراتبی[1] استفاده شده است. افزون بر این از آنجایی‌که این رویکرد اطلاعاتی درباره روابط علت معلولی ارتباطات نشان نمی دهد، از آزمون علیت گرنجر برای شناخت این روابط استفاده شده است تا تصویری روشن‌تر از این ارتباطات نمایان سازد.

مطالعه حاضر در پنج بخش طبقه‌بندی شده است. پس از مقدمه، در بخش دوم، پیشینه پژوهش مرتبط با این موضوع آورده شده است. روش پژوهش این پژوهش در بخش سوم تبیین شده است. بخش چهارم نیز به یافته‌های پژوهش اختصاص یافته و بخش پایانی نیز به نتیجه‌گیری می‌پردازد.

مبانی نظری و توسعه فرضیه‌ها

تغییر قیمت سهام به عنوان یکی از مهمترین ریسک‌های مطرح در بنگاه‌ها و افرادی است که در سطح بازار سهام فعالیت دارند. ریسک شامل ریسک مطلوب و نامطلوب است. آنچه در نظریات مالی در ارتباط با ریسک و اندازه‌گیری آن مهم است، ریسک‌های نامطلوب و اندازه‌گیری آنها است(ارضا و سیفی، ۱۳۹۹).

روش‌های مختلفی برای بررسی ارتباط ریسک میان بازارها و یا بنگاه‌های مختلف در نظر گرفته شده است. از جمله آن‌ها میتوان به رویکرد علیت گرنجر[2] (بیلیو، گتمانسکی، لو و پلیزون (۲۰۱۲)، هوآنگ، ون، لی و یانگ، ۲۰۲۱)، تغییر ارزش در معرض خطر شرطی[3](شهزاد، هرناندز، بکیروس، شهباز و کایانی، ۲۰۱۸)، مدل کمبود مورد انتظار نهایی[4] (آچاریا، پدرسن، فیلیپن و ریچاردسن(۲۰۱۷))، روش‌های مبتنی بر همبستگی(کای پنگ، ۲۰۲۱) اشاره کرد.

در سال ۲۰۱۴ دیبلد و ایلماز در پژوهشی اقدام به ارائه مدلی جدید به منظور اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات بر اساس رویکرد تجزیه واریانس تعمیم یافته کردند. آن‌ها به اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات ۱۳ شرکت بیمه فعال در ایالات متحده پرداختند. از آنجایی‌که این رویکرد به شکل دقیق به اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات می‌پرداخت، مورد استقبال پژوهشگران و سرمایه‌گذاران قرارگرفت. با این‌حال نقاط ضعفی از جمله، عدم تمایز میان دوره‌های زمانی

1. Hierarchical Vector Auto Regression
2. Granger Causality
3. Delta CoVaR
4. Marginal Expected Shortfal

مختلف، ناتوانی در روبرویی با داده‌های با بسامد بالا و همچنین عدم تشخیص علت و معلولیت تلاطم میان بازارهای مختلف در آن قابل مشاهده بود. برونیک و کلریک (۲۰۱۸) با معرفی رویکرد تجزیه واریانس طیفی، نخستین ضعف رویکرد معرفی شده توسط دیبلد و ایلماز را اصلاح کردند. به کمک این رویکرد میتوان در افق‌های زمانی مختلف نسبت به اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات یا بازدهی اقدام کرد. با این وجود، کماکان مشکل مربوط به کاهش کیفیت نتایج با افزایش حجم داده و عدم شناخت روابط علت معلولی داده‌ها پابرجا بود. در این پژوهش تلاش می‌شود تا با استفاده از مدل بهینه اتورگرسیو برداری سلسله مراتبی و روش علیت گرنجر بر مشکلات اشاره شده فائق آید و تصویری دقیق‌تر از ارتباطات تلاطمات میان صنعت‌های بورس اوراق بهادار تهران نشان دهد.

مطالعات مختلفی در زمینه ارتباطات تلاطمات بازارهای با استفاده از رویکرد تجزیه واریانس طیفی صورت گرفته شده است. برونیک و کلریک(۲۰۱۸) به اندازه‌گیری میزان سرریز ریسک باتوجه به دامنه فرکانس‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت برای یازده شرکت آمریکایی در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ پرداختند. آن‌ها نتیجه گرفتند که بیشتر تأثیرات نوسانی برای شرکت‌های یادشده، مربوط به شوک‌های کوتاه‌مدت است. وانگ و هانگ و لی(۲۰۲۰) سرریزهای نوسانات و پویایی فرکانس زمانی آنها را در بین بازارهای اصلی مالی جهانی از زمان شیوع COVID-19 بررسی کردند. نتایج نشان داد که بیشتر سرریزها که ناشی از تلاطمات کوتاه مدت بود، در پایان مارس ۲۰۲۰ به اوج خود رسیده و سپس کاهش می‌یابد. بازارهای سهام ایالات متحده و انگلستان خالص انتقال دهنده سرریز تلاطمات به سایر بازارها هستند، در حالی که سایر بازارها خالص گیرنده سرریز تلاطمات هستند. سو(۲۰۲۰) تحولات و عوامل تعیین کننده پویایی سرریز نوسانات در بازارهای سهام G7 را در چارچوب فرکانس زمان بررسی می‌کند. او با استفاده از رویکرد طیفی تجزیه واریانس، سرریزهای نوسانات را به اجزای کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت تجزیه کرد. تأثیر عوامل فرض شده بر سرریزهای تلاطمات تجزیه شده نیز با استفاده از مدل رگرسیون خطی و مدل پانل اثرات ثابت مورد بررسی قرار گرفت. او نتیجه گرفت که سرریز تلاطمات در بازارهای سهام G7 حساس به بحران است و در واقع به یک فرآیند بدون حافظه نزدیک‌تر است. اجزای فرکانس بالا نیز نسبت به شوک های رویداد بازار بسیار حساس هستند. گنگ، دو، ژی و یانگ(۲۰۲۱) شبکه‌های سیستم تلاطمات و بازدهی شرکت‌های انرژی جهانی را مورد بررسی قرار دادند. سپس به منظور سرریز تلاطمات

را اندازه‌گیری کردند. افزون بر این به کمک روش برآورد پنجره به بررسی ویژگی های متغیر زمان مکانیسم سرریز اطلاعات پرداختند. آن‌ها قیمت سهام هفتگی ۲۰ شرکت انرژی را از ۲۴ نوامبر ۲۰۰۶ تا ۴ ژانویه ۲۰۱۹ به دست آوردند. نتایج نشان داد که سرریز نوسانات در میان شرکت‌های انرژی جهانی بسیار بالا است. چوی (۲۰۲۲) ارتباطات پویا بین نوسانات بورس‌های اوراق بهادار شمال شرق آسیا، یعنی کره جنوبی، ژاپن، چین و ایالات متحده (ایالات متحده) را به کمک روش تجزیه واریانس تعمیم یافته بررسی کردند. افزون بر این آن‌ها ارتباطات پویا را در طول دوره‌های بحران مالی جهانی ۲۰۰۸ و دوره‌های همه‌گیری کووید ۱۹ تجزیه و تحلیل کردند. یافته‌های آن‌ها نشان داد که نخست، ارتباط بین نوسانات چهار بازار سهام در طول زمان متفاوت است. با این حال، ایالات متحده به عنوان یک انتقال دهنده خالص شوک‌های نوسانات در کل دوره ایفای نقش کرده است. دوم، وابستگی متقابل طی دو دوره بحران افزایش یافت. ثالثاً، میزان انتقال شوک نوسانات به سایر کشورها با زمان متغیر است. به طور خاص، برای بازار سهام کره جنوبی، شوک نوسانات منتقل شده از بازار سهام چین از سال ۲۰۱۵ بزرگتر از بازار ایالات متحده بوده است.

مطالعات کمی نیز در خصوص ارتباطات تلاطمات میان صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران صورت گرفته است که در تمامی این مطالعات اندازگیری دقیق این ارتباطات رخ نداده است. زمانی، سوری و ثنائی(۱۳۸۹) با استفاده از مـدل VAR-BEKK وجود سرایت در بازده و تلاطم تعدادی از شرکت‌ها و شاخص‌های بورس اوراق بهادار تهران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که شرکت‌های کوچک‌تر با تاخیر از نوسانات شرکت‌های بزرگ تاثیر می‌پذیرند. ممی پور و فعلی(۱۳۹۶) به بررسی سرایت تلاطمات صنایع فعال بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل VAR-BEKKGARCH برای بازه زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۵ پرداختند. همچنین، در مطالعه موردی، احتمال نوسان ریسک مالی بین صنایع مورد بررسی قرارگرفته شده است. نتایج بیانگر تلاطمات چشمگیر در بین صنایع فعال در بازار سهام است.

ابراهیمی سروعلیا و تملکی(۱۳۹۹) احتمال نکول و سرایت پذیری برای هلدینگ گسترش سرمایه‌گذاری ایران خودرو و سه شرکت فرعی به کمک مدل قیمت‌گذاری بلک شولز و مدل BEKK به دست آوردند. نتایج نشان دهنده آن بود که سرایت پذیری ریسک نکول از شرکت هلدینگ به شرکت‌های فرعی آن و همچنین از شرکت‌های فرعی به شرکت هلدینگ وجود دارد.

روش‌شناسی پژوهش

رویکرد تجزیه واریانس طیفی

هدف از این پژوهش، اندازه‌گیری سهم تغییرات خطای پیش‌بینی در دارایی " k" ناشی از شوک به دارایی " j" در باندهای فرکانس- زمان متفاوت است. به منظور تبیین چارچوب فرکانس-زمان، نخست، به معرفی رویکرد تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی تعمیم‌یافته (FEVD) که توسط دیبلد و ایلماز (۲۰۱۴) معرفی شد، پرداخته می‌شود. این پژوهشگران به کمک چارچوب مدل اتورگرسیو برداری تعمیم‌یافته که توسط کوپ و همکاران (۱۹۹۶) و پسران و شین (۱۹۹۸) ارائه شد، ارتباطات تلاطمات ۱۳ شرکت بیمه در ایالات متحده آمریکا را اندازه‌گیری کردند، به‌نحوی‌که، این نتایج تحت تأثیر مرتبه سیستم خودرگرسیون برداری قرار نگیرد. این رویکرد مبتنی بر تجزیه H گام به جلو واریانس خطای پیش‌بینی برای هر N متغیر موجود در خودرگرسیون برداری N متغیره است(دیبلد و ایلماز، ۲۰۱۴). در این رویکرد نخست یک بردار N متغیره به‌صورت یک سیستم خودرگرسیون برداری از مرتبه p مدل‌سازی می‌شود:

$$y_t = \sum_{i=1}^{P} \prod_i y_{t-1} + \varepsilon_t \qquad \varepsilon_t \sim i.i.d(0, \sum) \qquad N \times N \qquad (۱)$$

در رابطه ۱، Π_i ماتریس ضرایب $N \times N$، $\mathcal{E}_t$ بردار اجزای اخلال با توزیع یکسان و مستقل و $\sum$ ماتریس واریانس- کوواریانس می‌باشند. سپس، تجزیه H گام به جلو واریانس خطای پیش‌بینی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$d_{ij}^{g}(H) = \frac{\sigma_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^{H-1} (e' \prod_h \sum e_j)^2}{\sum_{h=0}^{H-1} (e' \prod_h \sum \prod_h' e_i)} \qquad (۲)$$

در رابطه ۲، σ_{jj} مجذور ریشه عناصر قطری ماتریس واریانس- کوواریانس بوده و نیز e_i یک بردار انتخاب است به‌نحوی‌که i امین مؤلفه آن مقدار یک اختیار کرده و مابقی مؤلفه‌های آن صفر است.

به دلیل عدم متعامد بودن شوک‌ها در رویکرد یادشده، مجموع هر سطر از ماتریس تجزیه واریانس برابر با یک نخواهد شد (یعنی $\sum_{j=1}^{N} d_{ij}^{g} H \neq 1$). از این رو نرمال‌سازی هر مولفه به منظور استفاده از اطلاعات موجود در ماتریس تجزیه واریانس برای محاسبه شاخص ارتباطات نیاز است:

$$\tilde{d}_{ij}^{g}(H)=\frac{d_{ij}^{g}(H)}{\sum_{j=1}^{N} d_{ij}^{g}(H)} \quad ; \quad \sum_{j=1}^{N} \tilde{d}_{ij}^{g}(H)=1 \quad ; \quad \sum_{i,j=1}^{N} \tilde{d}_{ij}^{g}(H) = N \tag{۳}$$

شاخص سرریز کل (TS) به کمک مؤلفه‌های نرمال شده ماتریس تجزیه واریانس به دست می‌آید:

$$TS_{ij}^{g}(H)=\frac{\sum_{\substack{i,j=1 \\ i\neq j}}^{N} \tilde{d}_{ij}^{g}(H)}{\sum_{i,j=1}^{N} \tilde{d}_{ij}^{g}(H)} \times 100 = \frac{\sum_{\substack{i,j=1 \\ i\neq j}}^{N} \tilde{d}_{ij}^{g}(H)}{N} \times 100 \tag{۴}$$

اندازه‌گیری ارتباطات زوجی میان بازارها موضوعی مهم در تحلیل ارتباطات تلاطمات است که این موضوع به کمک چارچوب خودرگرسیون برداری تعمیم‌یافته فراهم می‌شود تا آثار سرریز دریافت شده در بازار i ناشی از تمامی سایر بازارهای jرا به‌صورت زیر اندازه‌گیری کند:

$$DS_{i\leftarrow j}^{g}(H)=\frac{\sum_{\substack{j=1 \\ i\neq j}}^{N} \tilde{d}_{ij}^{g}(H)}{N} \times 100 \tag{۵}$$

به منظور اندازه‌گیری آثار ارتباطات انتقال‌یافته از بازار i به بازارهای دیگر نیز می‌توان به‌صورت زیر مشخص کرد:

$$DS_{i\rightarrow j}^{g}(H)=\frac{\sum_{\substack{i=1 \\ i\neq j}}^{N} \tilde{d}_{ij}^{g}(H)}{N} \times 100 \tag{۶}$$

شاخص خالص ارتباطات نیز از کسر تاثیرات یک بازار به سایر بازار ها از تاثیر سایر بازارها به آن بازار به دست می‌آید:

$$DS_{i}^{g}(H)=DS_{i\rightarrow j}^{g}(H)-DS_{i\leftarrow j}^{g}(H) \tag{۷}$$

مقادیر مثبت شاخص ارتباطات خالص دلالت بر وجود آثار سرریز از سوی بازار i به سایر بازارها دارد. درحالی‌که مقادیر منفی آن بیانگر این است که بازار i دریافت‌کننده آثار سرریز است (دیبلد و ایلماز، ۲۰۱۴).

پس از بیان مقدمه‌ای از رویکرد تجزیه واریانس تعمیم یافته، به معرفی رویکرد فرکانس-زمان پرداخته می‌شود. برونیک و کلریک (۲۰۱۸) نمایش طیفی تجزیه واریانس را بر اساس پاسخ‌های فرکانسی به شوک‌ها بود، معرفی کردند. نمایش طیفی تجزیه واریانس به یافتن ارتباط

در فرکانس‌های مختلف (کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت) کمک می‌کند. بنابراین، نیاز به یک تابع پاسخ فرکانسی است که از تبدیل فوریه ضرایب $i=\sqrt{-1}$ به دست می‌آید:

$$\Psi\left(e^{-iw}\right)=\sum_{h} e^{-iwh}\Psi_{h} \qquad (۸)$$

طیف توان $S_x(\omega)$، توزیع x_t را بر روی ω نشان می دهد که عبارت است از:

$$S_x(\omega)=\sum_{h=-\infty}^{\infty} E(x_t x'_{t-h})e^{-i\omega h}=\Psi(e^{-i\omega})\Sigma\Psi'(e^{+i\omega}) \qquad (۹)$$

$$\Psi(e^{-i\omega})=\sum_{h=0}^{\infty}\Psi e^{-i\omega}$$

حال به منظور استخراج تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی تعمیم یافته، از نمایش طیفی برای استفاده از توابع پاسخ فرکانس در حوزه فرکانس ω استفاده شده است. با در نظر گرفتن باند فرکانسی $d=(a,b): a,b\in(-\pi,\pi), a<b$ امکان به دست آوردن تجزیه واریانس خطای پیش بینی تعمیم یافته در یک باند فرکانس خاص با استفاده ازفرمول شماره ۱۰ به دست می‌آید:

$$\Theta_{ij}(\omega)=\frac{\sigma_{jj}^{-1}\sum_{h=0}^{\infty}\left|\Psi(e^{ih\omega}\Sigma)_{ij}\right|^2}{\sum_{h=0}^{\infty}(\Psi(e^{-ih\omega})\Sigma\Psi(e^{ih\omega}))_{ii}} \qquad (۱۰)$$

در اینجا $\Theta_{ij}(\omega)$ بخشی از طیف متغیر jرا در فرکانس ω با توجه به شوک های iام را نشان می‌دهد. همچنین، $\Gamma_j(\omega)$ تابع وزن است که $\Theta_{ij}(\omega)$ را موزون می کنند. این عمل سبب می‌شود تا تاثیر متغیر را در یک فرکانس مشخص برای یافتن تجزیه واریانس به فرکانس ها به دست آید:

$$\Gamma_j(\omega)=\frac{(\Psi(e^{-i\omega})\Sigma\Psi'(e^{+i\omega}))_{jj}}{\frac{1}{2\pi}\int(\Psi(e^{-i\lambda})\Sigma\Psi'(e^{+i\lambda}))_{jj}d\lambda} \qquad (۱۱)$$

جدول ارتباطات در باند فرکانسی d با استفاده از تجزیه واریانس تعمیم یافته به شکل زیر به دست می‌آید:

$$(\tilde{\Theta}_d)_{ij}=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\Gamma_j(\omega)\,\Theta_{ij}(\omega)d\omega \qquad (۱۲)$$

اتورگرسیو سلسله مراتبی

اتورگرسیو برداری به عنوان یکی از ابزارهای اصلی برای مدل‌سازی سری زمانی چند متغیره به کار می‌رود. زمانی که اجزای سری ها افزایش می‌یابد، مدل اتورگرسیو برداری توانایی برآورد صحیح پارامترها را از دست می‌دهد و دچار بیش برازش[1] می‌شود. یکی از راه‌های جلوگیری از بیش برازش کاهش حجم شبکه است که یا بخش‌هایی از شبکه کنار گذاشته می‌شود و راهی دیگر برای حجم صفر کردن برخی از وزن‌ها از طریق نظم دهی[2] هست که در این روش وزن های کوچک تشویق به بزرگ شدن و وزن‌ها بزرگ جریمه شده و به صفر میل می‌کنند.

در سال ۲۰۱۸ نیکلسون به ارائه توابع جریمه جدید به منظور کمک تخمین بهتر مدل اتورگرسیوبرداری در شرایطی که داده‌ها از فرکانس بالا برخوردار بودند، پرداخت. در این مدل در کنار تنظیم کنندگی و کاهش ابعاد، تخمین بهینه وقفه را نیز به صورت همزمان انجام می‌دهد. این مدل‌ها بر اساس مدل لاسو گسترش یافته اند. رویکردهای سنتی در انتخاب وقفه بهینه بر این موضوع تاکید دارد که یک وقفه بهینه را برای تمامی مولفه‌های اتورگرسیوبرداری در نظر بگیرد که باعث محدودیت در پیش بینی مناسب می‌شود. حال در مدل پیشنهادی، وقفه بهینه می‌تواند بین ماکزیمم وقفه تغییر کند. نیکلسون ۳ مدل را با این خصوصیات ارائه داد. حال باتوجه به اندازه متغیرهایی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفتند، مدل المنتوایز[3] برای این مطالعه مناسب است.

تابع هدف حداقل مربعات مدل المنتوایز به صورت زیر است.

$$\min_{v\,\theta} \sum_{t=1}^{T} \left\| y_t - v - \sum_{i=1}^{p} \varphi_i y_{t-i} \right\|^2 - \lambda \left(\sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{k} \sum_{\lambda=1}^{p} \left\| \varphi_{ij}^{(\lambda:p)} \right\|_2 \right) \qquad (۱۳)$$

در اینجا $\|A\|_2$ نشان دهنده نرم اقلیدسی ماتریس A است و λ پارامتر تنظیم کننده است. به منظور به دست آوردن λ بهینه از خطای پیش بینی میانگین مربعات استفاده می‌شود. مشابه نیکلسون، دوره زمانی پژوهش را به ۳ قسمت تقسیم کرده و با استفاده از فرمول λ بهینه را می یابیم.

---

1. Over fitting
2. Regularization
3. Elementwise

$$MSFE(\lambda_i) = \frac{1}{T_1 - T_2 - h + 1} \sum_{t=T_1}^{T_2-h} \left\| \hat{y}_{t+1}^{\lambda} - y_{t+1} \right\|_F^2 \quad (۱۴)$$

آزمون علیت گرنجر

با توجه به ضعف رویکرد تجزیه واریانس تعمیم یافته و تجزیه واریانس طیفی در تعیین علیت ارتباطات میان صنایع مختلف، از آزمون علیت گرنجر به منظور جبران این ضعف استفاده شده است. گرنجر رابطه علیت را میتوان بر اساس دو اصل تعریف کرد: نخست آنکه علت قبل از معلول اتفاق می‌افتد. همچنین علت اطلاعات منحصر به فردی در مورد ارزش های آینده اثر خود دارد. برای تشخیص علیت گرنجر بین دو سری زمانی X و Y، به دو رگرسیون خطی نیاز داریم:

$$Y(t) = \sum_{i=1}^{L} \alpha_i Y(t-i) + \varepsilon_1(t)$$
$$Y(t) = \sum_{i=1}^{L} \alpha_i Y(t-i) + \sum_{i=1}^{L} \beta_i X(t-i) + \varepsilon_2(t) \quad (۱۵)$$

اگر مدل دوم به طور چشمگیری برای پیش‌بینی سری زمانی Y بهتر باشد، می‌توان استدلال کرد که فرآیند X علت فرآیند Y است.

یافته‌های پژوهش

جامعه آماری و تجزیه و تحلیل داده‌ها

در این پژوهش از داده‌های روزانه شاخص صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران به منظور بررسی ارتباطات تلاطمات در دوره های زمانی کوتاه مدت(۱ تا ۴ روز) میان مدت (۴ تا ۱۰ روز) و بلند مدت(بیش از ۱۰ روز) در بازه زمانی فروردین ۱۳۹۴ تا پایان شهریور ۱۴۰۰ استفاده شده است. به منظور به دست آوردن ارتباطات تلاطمات روزانه، از رابطه که توسط جرمن و کلس (۱۹۸۰) معرفی شد، استفاده شده است.

$$\sigma_{gk}^2 = 0.511(h-l)^2 - 0.019[(c-o)(h+l-2o) - 2(h-o)(l-o)] - 0.383(c-o)^2 \quad (۱۶)$$

جدول ۱ ویژگی آماری داده‌های پژوهش را نشان می‌دهد. براساس آزمون جارگ برا، نرمال بودن سری‌های زمانی در سطح ۱ درصد رد می‌شود. همچنین، با توجه به میزان

چولگی داده‌های پژوهش تجمع داده‌های پژوهش در سمت چپ توزیع قرار دارد. نتایج کشیدگی نیز گواه بر دم پهن بودن سری‌های زمانی دارد. نخستین مرحله تخمین مدل این پژوهش بررسی مانایی متغیرهای پژوهش می‌باشد. زیرا در صورت نامانایی ممکن است پدیده رگرسیون کاذب رخ دهد. بررسی نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم یافته نشاندهنده آن است که برای تمامی سری‌های زمانی در سطح ۱ درصد فرضیه صفر آزمون رد شده و در نتیجه، تمامی متغیرهای پژوهش مانا هستند.

شبکه ارتباطات تلاطمات در افق‌های زمانی مختلف

در ادامه با توجه به رویکرد معرفی شده توسط برونیک و کلریک، به اندازه‌گیری ارتباطات تلاطمات صنایع مختلف پرداخته می‌شود. پس از تعیین طول وقفه توسط معیار اطلاعاتی شوارتز و تخمین مدل اتورگرسیو برداری به کمک تجزیه واریانس طیفی، ارتباطات تلاطمات در افق‌های زمانی مختلف به دست می‌آید . پیوست شماره ۱ به ترتیب جدول‌های ارتباطات تلاطمات در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت را نشان می‌دهد. هر سطر و ستون نشان‌دهنده یکی از صنایع بورس اوراق بهادار تهران و اعداد نشان دهنده سهم هر صنعت از واریانس خطای پیش بینی صنعت دیگر است.

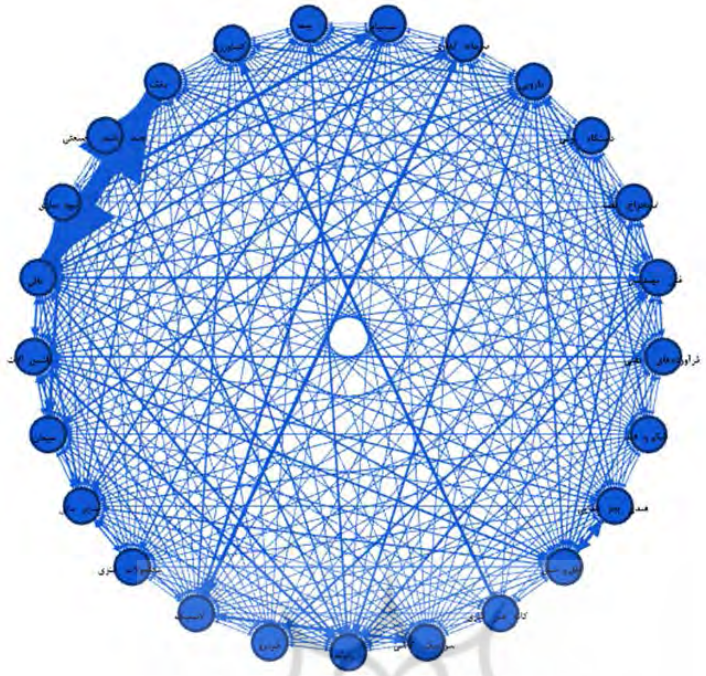
بررسی شکل ۱ و پیوست یک نشان می‌دهد که در افق زمانی کوتاه‌مدت بیشتر تلاطمات ناشی از خود صنایع بوده است. در این بین صنعت کانه‌های غیر فلزی با ۷۴/۴ درصد بیشترین و صنعت مالی با ۳۲/۵ درصد کمترین مقدار را داشته است. این بدان معنی است که به عنوان مثال در تحلیل صنعت کانه‌های غیر فلزی، بررسی عوامل خاص تاثیرگذار درون این صنعت از اهمیت بیشتری برخوردار است. ارتباطات تلاطمات کلی صنایع نشان دهنده آن است که در افق زمانی کوتاه‌مدت به طور متوسط در سطح ۱۴/۶ درصد با یکدیگر در ارتباط هستند. تحلیل ارتباطات تلاطمات زوجی نیز نمایانگر آن است که بیشترین ارتباط مربوط به صنعت مالی و بانکی است. این دو صنعت در افق زمانی کوتاه‌مدت در سطح ۲۷ درصد با یکدیگر در ارتباط هستند. از دیگر ارتباطات تلاطمات زوجی قابل توجه می توان به حمل و نقل و غذایی و همچنین لاستیک و شیمیایی اشاره کرد.

جدول ۱. اطلاعات اولیه آماری داده‌های پژوهش

نام صنعت	کاشی کاه غیرفلزی	سرامیک	کشاورزی	لاستیک	خودرو	محصولات فلزی	ماشین آلات	رایانه	مالی	سیمان	شیمیایی	سایر مالی	سرمایه گذاری
میانگین	5/75E-05	5/96E-05	9/34E-05	6/26E-05	6/97E-05	6/27E-05	3/76E-05	2/77E-05	2/31E-05	2/71E-05	3/53E-05	5/50E-05	3/07E-05
میانه	1/84E-05	1/80E-05	3/10E-05	1/74E-05	2/88E-05	2/23E-05	1/96E-05	4/87E-06	5/25E-06	9/30E-06	6/84E-06	2/39E-05	8/17E-06
ماکزیمم	0/012795	0/006355	0/006041	0/006457	0/008913	0/003909	0/000807	0/000915	0/001268	0/001429	0/009825	0/003081	0/003117
مینیمم	2/75E-09	0	0	6/16E-11	2/28E-08	-8/27E-08	1/39E-08	5/21E-10	8/00E-09	1/18E-08	1/47E-08	1/35E-10	7/92E-09
چولگی	2467037	1819973	1375816	17/38248	27/48523	11/60627	5/135016	6/877527	9/608973	11/66099	35/96457	12/701	16/30725
کشیدگی	668/983	384/9722	257/2898	405/7996	92485	187/7544	44/91632	64/50784	143/9497	183/3627	1368/462	267/4768	310/8329
جارگ برا	28709178	9477783	421442	1052490	54900876	2232074	119898	2557243	1302703	2129180	1/20E+08	4544438	6168723

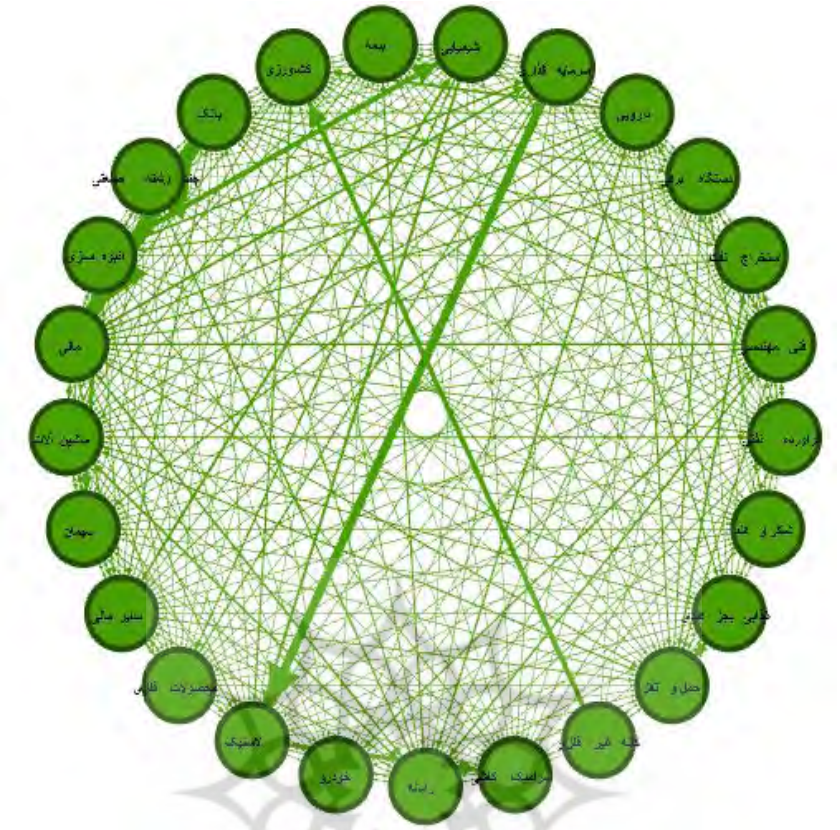
جدول ۱. اطلاعات اولیه آماری داده‌های پژوهش

نام صنعت	انبوه سازی	بانک	بیمه	چند رشته صنعتی	دارویی	دستگاه برقی	استخراج نفت	فنی مهندسی	فرآورده های نفتی	قند و شکر	غذایی بجز قندی	حمل و نقل
میانگین	4/93E-05	3/80E-05	3/87E-05	4/83E-05	2/17E-05	4/75E-05	0/000114	8/21E-05	5/71E-05	4/65E-05	3/26E-05	6/16E-05
میانه	2/15E-05	8/04E-06	1/37E-05	9/46E-06	3/88E-06	9/40E-06	2/89E-05	1/68E-05	1/89E-05	2/22E-05	9/27E-06	8/27E-06
ماکزیمم	0/003831	0/002617	0/003412	0/010646	0/00146	0/004985	0/010101	0/003082	0/003642	0/002218	0/003182	0/002498
مینیمم	5/21E-08	0	3/41E-09	1/35E-09	6/24E-09	3/59E-09	0	0	2/31E-10	5/14E-13	9/33E-09	1/87E-11
چولگی	18/48527	11/75065	19/63896	31/19748	12/31119	16/88653	14/80522	7/761025	12/60425	10/59902	16/34581	7/075752
کشیدگی	414/3192	201/4992	567/1918	1107/998	251/8229	387/3092	302/3261	86/00198	269/8718	179/6354	349/7389	79/25542
جارگ برا	10979177	2572056	20590676	78853857	4024665	9581203	5824191	459010/7	4625731	2037431	7808470	387225/5
دیکی فولر تعمیم یافته	-7/28638	-19/5559	-14/3879	-38/2709	-5/5942	-35/4336	-38/1958	-15/8327	-16/1268	-36/1278	-9/508941	-۱۱/۴۵



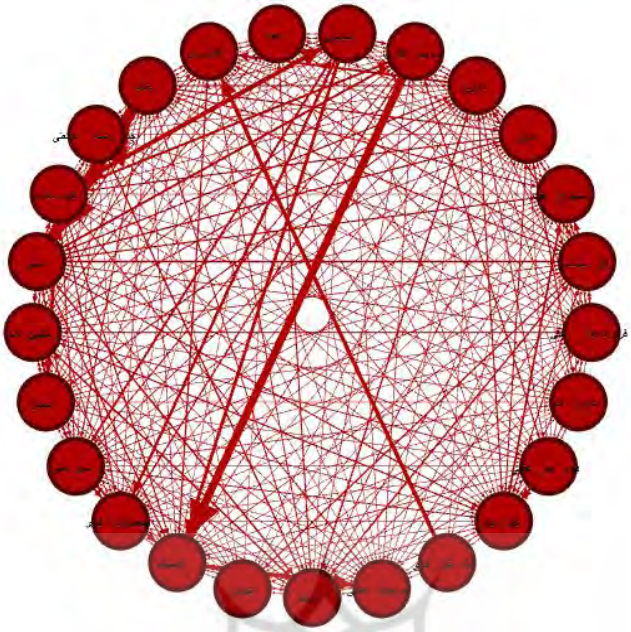
شکل ۱. شبکه ارتباطات تلاطمات کوتاه مدت

شکل ۲ نشان‌دهنده ارتباطات تلاطمات صنایع بورس اوراق بهادار تهران در افق میان‌مدت است. بررسی پیوست شماره ۱ و میزان ارتباطات تلاطمات میان مدت نمایانگر آن است که به نسبت افق کوتاه‌مدت، این میزان از شدت کمتری برخوردار است. این بدان معنی است که فاکتورهای تاثیرگذار به بیشتر به صورت کوتاه‌مدت بر صنایع اثر دارند. ارتباطات تلاطمات کلی در این افق زمانی در سطح ۳/۹ درصد است. این در حالی است که این عدد برای افق کوتاه مدت، ۱۴/۶ درصد است. جدول ارتباطات تلاطمات در افق زمانی میان‌مدت نیز بیشتر تحت تاثیر شوک‌های درون خود صنایع می‌باشد. انبوه سازی با ۱۹/۴۵ درصد بیشترین و مالی با ۶٫۸۵ درصد کمترین سهم را داشته‌اند. به بیشترین ارتباطات تلاطمات میان صنایع مختلف می‌توان به مالی و بانک، انبوه‌سازی و سیمان و انبوه‌سازی و شیمیایی اشاره کرد.



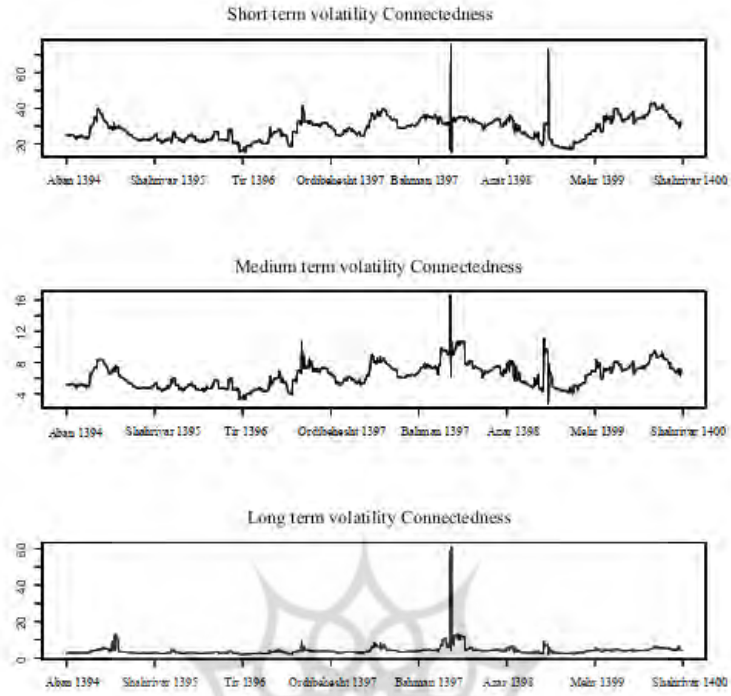
شکل ۲. شبکه ارتباطات تلاطمات میان مدت

ارتباطات تلاطمات در افق زمانی بلندمدت در پیوست شماره ۱ و شکل ۳ مشخص شده است. ارتباطات کلی صنایع با یکدیگر در سطح ۲/۵۱ درصد بوده است این میزان به نسبت سایر افق‌های زمانی کمتر است و نشانگر آن است که تلاطمات وارد شده بر صنایع در افق بلندمدت تاثیرگذاری ناچیزی بر خود و یکدیگر دارند. به مانند افق زمانی میان مدت صنایع انبوه سازی و مالی به ترتیب با ۱۲/۷۸ و ۳/۸۵ درصد بیشترین و کمترین ارتباطات درونی میان صنایع را داشته اند.



شکل ۳. شبکه ارتباطات تلاطمات بلندمدت

از آنجا که جدول‌های رویکرد تجزیه واریانس طیفی اطلاعات را به صورت ایستا در اختیار قرار میدهند، به منظور تحلیل روند ارتباطات تلاطمات کلی پویا صنایع با یکدیگر، نیاز به پنجره غلتان زمانی است. شکل ۴ ارتباطات تلاطمات افق‌های زمانی مختلف را در یک پنجره زمانی ۱۵۰ روزه نشان می‌دهد. نتایج بیانگر آن است که به طور متوسط سطح ارتباطات تلاطمات در افق کوتاه‌مدت بیشتر از سایر افق‌های زمانی بوده است. ارتباطات تلاطمات کوتاه مدت در اواسط سال ۱۳۹۸ و اوایل سال ۱۳۹۹ به اوج خود رسیده بوده است و بالای ۶۰ درصد از ارتباطات کوتاه‌مدت صنایع از یکدیگر بوده است. ارتباطات تلاطمات میان‌مدت نیز در بازه‌های یاد شده بیشترین نقدار را تجربه کردند با این تفاوت که این میزان به شکل چشمگیری کمتر از افق زمانی کوتاه‌مدت بوده است. افق زمانی بلندمدت نیز تنها در اواسط سال ۱۳۹۸ افزایش چشمگیر داشته است ولی در سایر دوره‌های زمانی مقدار ناچیزی از ارتباطات تلاطمات صنایع بلندمدت بوده است.



شکل ۴. ارتباطات تلاطمات پویا در افق‌های زمانی مختلف

آزمون علیت گرنجر به این پرسش پاسخ می‌دهد که آیا نوسانات صنعت i می تواند علت نوسانات بازار j باشد؟ معنی‌دار شدن این آزمون و رد فرض صفر، به معنی وجود رابطه علت و معلولی در صنایع یاد شده است. در پیوست شماره ۲ نتایج معنی‌دار شده آزمون علیت گرنجر در سطح معنی‌داری ۱ درصد دسته‌بندی شده است. نتایج این آزمون سبب می شود تا با شناخت بهتر روابط بین صنایع، پیش‌بینی پذیری از روند حرکتی آنان آسان‌تر شود و بخشی از عوامل تاثیر گذار در نوسانات هر یک از صنایع مشخص شود. از جمله نتایج به دست آمده می‌توان به تاثیرگذاری متقابل صنایع انبوه‌سازی و سیمان، بیمه و بانک، انبوه‌سازی و دستگاه‌های برقی، فرآورده‌های نفتی و فنی مهندسی، دارویی و غذایی، حمل و نقل و بانک، حمل و نقل و بیمه، دارویی و حمل و نقل، کاشی و سرامیک و انبوه‌سازی و مالی و دارویی اشاره کرد.

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش ارتباطات تلاطمات ایستا و پویا میان صنایع مختلف بورس اوراق بهادار تهران در بازه فروردین ۱۳۹۴ تا شهریور ۱۴۰۰ مورد بررسی قرار گرفت. در این پژوهش به منظور به دست آوردن ارتباطات تلاطمات این صنایع در افق‌های زمانی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلند مدت، از رویکرد نوین فرکانس- زمان که توسط برونیک و کلریک (۲۰۱۸) معرفی شد، استفاده شده است. همچنین، برای بهبود عملکرد این رویکرد در برابر داده‌های با فرکانس بالا، اتورگرسیوبرداری سلسله مرتبه‌ای و برای بررسی روابط علت و معلولی آزمون علیت گرنجر به کار گرفته شده است. این تغییرات سبب می‌شود تا دید کامل‌تری از ارتباطات تلاطمات حاکم بر بورس اوراق بهادار تهران ارائه دهد. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که ارتباطات تلاطمات در بین صنایع بورس اوراق بهادار تهران ناشی از ارتباطات کوتاه‌مدت بوده و اثرگذاری شوک‌ها در افق‌های زمانی میان‌مدت و بلندمدت به شدت کاهش می‌یابد. همچنین بخش چشمگیری از ارتباطات تلاطمات در تمامی افق‌های زمانی ناشی از نوسانات درونی در خود صنایع بوده است. بررسی ارتباطات تلاطمات پویا نیز نشان داد که با افزایش هیجانات در بورس اوراق بهادار تهران، ارتباطات تلاطمات به شکل چشمگیر افزایش می‌یابد. به پیوست جدول ارتباطات تلاطمات زوجی برای تمامی صنایع با یکدیگر و همچنین آزمون‌های علیت معنادار شده میان صنایع بورس اوراق بهادار تهران ارائه شده است. یافته‌های تجربی حاصل از این پژوهش می تواند به تحلیل بهتر سرمایه‌گذاران، سبدگردان‌ها و همچنین پوشش ریسک شرکت‌های سرمایه‌گذاری کمک کند. به منظور پژوهش های آتی پیشنهاد می‌شود تا درباره اثرات شوک‌های مثبت و منفی نفت بر روی ارتباطات تلاطمات صنایع در افق‌های زمانی مختلف پژوهش شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

ملاحظات اخلاقی

پیروی از اصول اخلاق پژوهش

نویسنده اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این پژوهش علمی رعایت کرده است و این موضوع مورد تائید اوست.

مشارکت نویسندگان

مشخص شود سهم نویسندگان در مقاله به چه شیوه بوده است.

تعارض منافع

بنابر اظهار نویسنده این مقاله تعارض منافع ندارد.

حامی مالی

این پژوهش هیچ کمک مالی خاصی از منابع تأمین مالی در بخش‌های عمومی، تجاری یا غیرانتفاعی دریافت نکرده است.

سپاسگزاری

نویسنده از تمام کسانی که در این پژوهش همکاری داشته‌اند تشکر و قدردانی می‌کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

References

Acharya, V. V; Pedersen, L. H; Philippon, T; & Richardson, M. (2017). Measuring systemic risk. The Review of Financial Studies, 30(1), 2–47. https://doi.org/10.1093/rfs/hhw088

Baruník, J; & Křehlík, T. (2018). Measuring the frequency dynamics of financial connectedness and systemic risk. Journal of Financial Econometrics, 16(2), 271–296. https://doi.org/10.1093/jjfinec/nby001

Asadi Nia, P; Abdollahi Keyvani, S. M; Heidarzadeh Hanzaei, A; & Mousavi Rouh Bakhsh, S. S. (2019). Forecasting return volatility using a hybrid discrete wavelet transform and GARCH model. *Journal of Securities Exchange*, 12(47), 110–127.(In Persian) https://doi.org/10.22034/jse.2019.11161

Bagheri, E; & Ebrahimi, S. B. (2020). Estimating network connectedness of financial markets and commodities. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, *29*, 572-589. https://doi.org/10.1007/s11518-020-5465-1

Bagheri, E; Ghadimpour, M; & Dehghan, A. (2021). Time and Frequency Dynamics of Connectedness among Emerging MENA Stock Markets, Brent Crude Oil, and Gold Market. *International Economics Studies*, *51*(1), 25-36. https://doi.org/10.22108/ies.2021.124045.1092

Bavaghar, M; Faghani, M; & Ranjbar, M. H. (2022). Volatility spillovers between OPEC oil prices and stock markets considering business cycles and structural breaks (Case study: GCC countries and Iran). *Investment Knowledge*, 11(41), 195–218.(In Persian) http://www.jik-ifea.ir/article_19089.html?lang=fa

Billio, M; Getmansky, M; Lo, A. W; & Pelizzon, L. (2012). Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and insurance sectors. Journal of Financial Economics, 104(3). https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.12.010

Choi, S. Y. (2022). Volatility spillovers among Northeast Asia and the US: Evidence from the global financial crisis and the COVID-19 pandemic. Economic Analysis and Policy, 73, 179-193. https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.11.014

Diebold, F. X; & Yılmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. Journal of Econometrics, 182(1), 119–134. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012

Ebrahimi Sarv Aliya, M. H; & Tamalaki, H. (2020). Investigating default risk contagion between holding companies and their subsidiaries (Case study: Iran Khodro Investment Development Company). *Financial Management Outlook*, 10(30), 99–120.(In Persian) https://doi.org/10.52547/jfmp.10.30.99

Fadaei Nejad, E; & Farahani, R. (2017). Effects of macroeconomic variables on the Tehran Stock Exchange total index. *Financial Economics*, 11(39), 1–26. (In Persian) https://journals.iau.ir/article_535182.html

Garman, M. B; & Klass, M. J. (1980). On the estimation of security price volatilities from historical data. Journal of business, 67-78. https://www.jstor.org/stable/2352358

Geng, J. B; Du, Y. J; Ji, Q; & Zhang, D. (2021). Modeling return and volatility spillover networks of global new energy companies. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 135, 110214. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110214

Ghobadi Alvar, A; Hosseini, F; Ahmadi, G; & Mousavi, S. M. (2017). *The stock exchange as a capital market* [Conference paper]. First International Conference on Economics, Management, Accounting, Humanities and Islamic Banking, Tehran, Iran.(In Persian) https://civilica.com/doc/672174

Hu, L. (2006). Dependence patterns across financial markets: a mixed copula approach. Applied financial economics, 16(10), 717-729. https://doi.org/10.1080/09603100500426515

Huang, C; Wen, S; Li, M; Wen, F; & Yang, X. (2021). An empirical evaluation of the influential nodes for stock market network: Chinese A-shares case. Finance Research Letters, *38*, 101517. https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101517

Jafari Saresht, D; & Bahiraei, A. (2019). Predictability of changes in the Tehran Stock Exchange index based on the behavior of foreign stock markets. *Journal of Securities Exchange*, 12(45), 95–117. (In Persian) https://doi.org/10.22034/jse.2019.11150

Karimi, M. S; Heydarian, M; & Dehghan Jabbarabadi, S. (2018). Analyzing spillover effects between the oil market and the Tehran Stock Exchange across multiple time scales (Using a wavelet-based VAR-GARCH-BEKK model). *Financial Economics*, 12(42), 25–46. (In Persian). https://journals.iau.ir/article_543455.html

Koop, G; Pesaran, M. H; & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariatemodels. Journal of Econometrics, 74(1), 119–147.

Longstaff, F. A. (2010). The subprime credit crisis and contagion in financial markets. Journal of financial economics, 97(3), 436-450. https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01753-4

Mamipour, S; & Fa'li, A. (2017). Investigating oil price volatility spillovers on returns of selected industries in the Tehran Stock Exchange: A Markov regime-switching and variance decomposition approach. *Monetary and Financial Economics (Knowledge and Development)*. (In Persian) https://doi.org/10.22067/pm.v24i14.58846

Nicholson, W. B; Wilms, I; Bien, J; & Matteson, D. S. (2018). High dimensional forecasting via interpretable vector autoregression. arXiv preprint. https://doi.org/10.48550/arXiv.1412.5250

Pang, R. K. K; Granados, O. M; Chhajer, H; & Legara, E. F. T. (2021). An analysis of network filtering methods to sovereign bond yields during COVID-19. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 574, 125995. https://doi.org/10.1016/j.physa.2021.125995

Pesaran HH, Shin Y (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. Economics Letters 58(1): 17-29.

Sajjadi, A; & Sajjadi, S. (2019). The U.S. withdrawal from the JCPOA and turbulence in Iran's economy. Quarterly Journal of International Relations Studies, 12(46), 123–155.(In Persian) https://www.iisajournals.ir/article_106863.html?lang=fa

Shahzad, S. J. H; Arreola-Hernandez, J; Bekiros, S; Shahbaz, M; & Kayani, G. M. (2018). A systemic risk analysis of Islamic equity markets using vine copula and delta CoVaRmodeling. Journal of International Financial Markets, Institutions and Money, 56, 104–127. https://doi.org/10.1016/j.intfin.2018.02.013

Su, X. (2020). Dynamic behaviors and contributing factors of volatility spillovers across G7 stock markets. The North American Journal of Economics and Finance, 53, 101218. https://doi.org/10.1016/j.najef.2020.101218

Umar, M; Farid, S; & Naeem, M. A. (2022). Time-frequency connectedness among clean-energy stocks and fossil fuel markets: Comparison between financial, oil and pandemic crisis. Energy, 240, 122702. https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.122702

Wang, D; Li, P; & Huang, L. (2020). Volatility spillovers between major international financial markets during the covid-19 pandemic. Available at SSRN 3645946. https://doi.org/10.2139/ssrn.3645946

Zamani, S; Souri, D; & Sanaei A'lam, M. (2011). Examining the existence of contagion among firms' stocks in the Tehran Stock Exchange using a multivariate dynamic model. *Economic Research Journal*, 45(4), 29–54. (In Persian) https://dor.isc.ac/dor/20.1001.1.00398969.1389.45.4.2.9

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی