



University of
Sistan and Baluchestan



Measuring the Dynamics of Volatility Spillovers between Dollar and Iranian Stock Market: Applying the Frequency Connectedness Approach

Reza Taleblou¹ | Parisa Mohajeri² | Maede Samadi³

1. Corresponding Author, Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: Talebloo.r@gmail.com
2. Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: p.mohajeri@atu.ac.ir
3. Master's graduate, Department of Economics, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran. E-mail: maedesmd3@gmail.com

Article Info	ABSTRACT
<p>Article type: Research Article</p> <p>Article history: Received: 24 October 2024 Revised in revised form: 11 February 2024 Accepted: 29 March 2025 online: 2 October 2025</p> <p>JEL: C32, C58, G10, G14, G41</p> <p>Keywords: Systemic Risk, Frequency Connectedness, Volatility Spillover, Time-Varying Parameters Vector Autoregressive Model (TVP-VAR)</p>	<p>This research employs a Time-Varying Parameter Vector Autoregressive frequency connectedness approach, utilizing daily data spanning from October 2014 to October 2023, to investigate the dynamic spillovers of return volatility between the dollar and 8 listed industries in Iranian stock market across short-term, medium-term, and long-term frequency intervals. The study reveals several key findings: First, the average total connectedness index, indicative of interconnectedness, was approximately 50%, escalating to over 70% in the preceding three years. Second, volatility spillover primarily manifests at short-term frequencies, highlighting short-term connectedness as a significant source of systemic risk. Third, while the dollar receives shocks throughout the observed period and at short-term frequencies, it emerges as a transmitter of volatility to the market network in medium and long-term frequencies. Fourth, the basic metals industry emerges as the most permanent transmitter of volatility over medium and long intervals. Fifth, strong pairwise connectedness indices are observed among the four major commodity-oriented industries. Sixth, a lead-lag effect is discerned within the stock market network, with large listed industries considered to transmit volatilities to smaller industries.</p>

Cite this article: Taleblou, R. , Mohajeri, P. , Samadi, M.(2025) Measuring the Dynamics of Volatility Spillovers between Dollar and Iranian Stock Market: Applying the Frequency Connectedness Approach, *Stable Economy Journal*, 6 (3), 59-93. DOI: 10.22111/sedj.2025.50098.1519



© The Author(s).

DOI: 10.22111/sedj.2025.50098.1519

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

Extended Abstract

Introduction

Connectedness plays a central role in modern risk measurement and management. Understanding the interrelationships of various financial and economic variables is crucial for assessing systemic risk, contagion effects, and the overall stability of the economic system. Examining connectedness at different frequencies provides investors, policymakers, and portfolio managers with deeper information for crisis management and risk hedging, which has been neglected in the domestic literature.

This paper aims to answer the following three questions. First, what are the dynamics of dollar connectedness and stock market industry indices in different frequency ranges, and do important events such as the outbreak of COVID-19 (which coincided with the formation of a bubble in the Iranian stock market) change them? Second, which variables are the most important receivers and transmitters of shocks in different time periods (short-term, medium-term, and long-term)? Third, what is the lead-lag effect among network variables?

Method

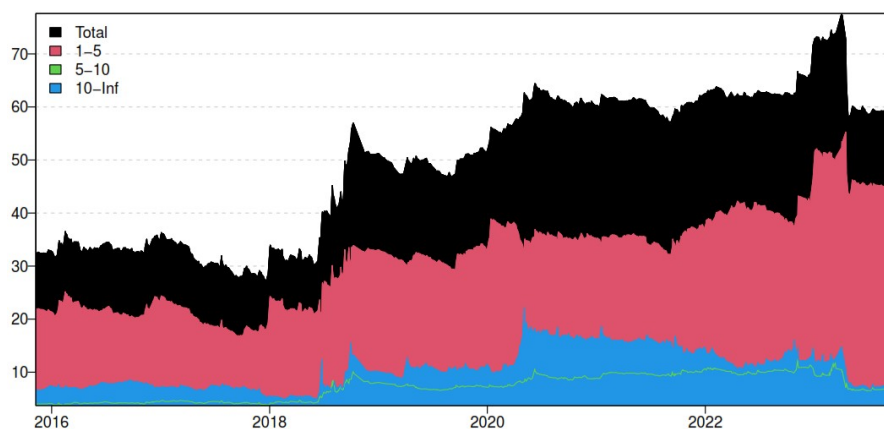
The present study uses a frequency-based TVP-VAR approach. The method overcomes certain shortcomings of the connectedness criteria of standard VAR models, such as “the arbitrarily chosen rolling window size”, “missing observations”, and “parameters sensitive to outliers”.

Results

A dynamic analysis of connectivity across the entire network provides a more accurate and reliable representation of the relationships among network variables (Figure 1). The findings reveal the following:

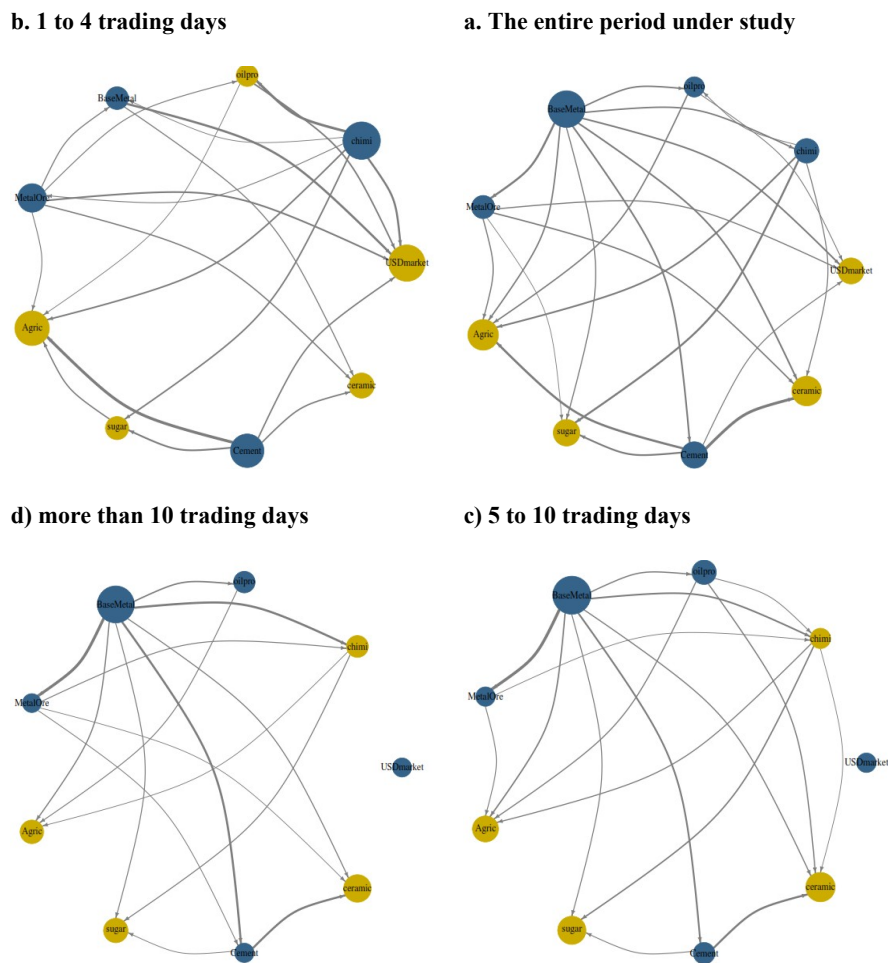
- The average total connectedness index during the study period is approximately 50%, indicating a relatively strong co-movement among variables. Notably, the majority of this connectedness is concentrated in the short-term frequency range (31.48%).
- The evolution of the total connectedness index suggests a significant increase in volatility spillovers over the long term following the outbreak of COVID-19.

Figure (1). Dynamics of Total Connectedness Index



- The net pairwise directional connectedness are plotted in the form of network analysis in Figure (2). The findings show that:
- The net total directional connectedness at high frequency (1 to 4 trading days) is much stronger than at other frequencies. This means that a major part of the volatility transmission in the Iranian stock market network occurs in the short term.
- Although the petroleum products industry acts as a net shock transmitter in the entire period under study, at high frequency, it plays a completely different role and is a net receiver of volatility. The chemical industry is also a transmitter of volatility in the entire period and short-term frequency, but at medium and long-term frequency, it is a receiver of shocks from the network under study.
- There is evidence of the existence of a lead-lag effect, such that large listed industries are considered to be transmitters of turbulence to small industries.

Figure (2). Net pairwise directional connectedness in the form of a stock exchange industry network in the framework of frequency analysis



Conclusion:

This research provides valuable insights for policymakers in formulating growth-stimulating policies and designing preventive measures against systemic risk. Additionally, it offers investors an efficient tool for constructing optimal investment portfolios tailored to systemic risk considerations.

سنجش پویایی‌های سرریز تلاطم بین دلار و بازار سهام ایران؛ کاربرد از رویکرد اتصالات فرکانسی

رضا طالبلو^۱ | پریسا مهاجری^۲ | مائده صمدی^۳

۱. نویسنده مسئول، دانشیار، گروه اقتصاد نظری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: Talebloo.r@gmail.com

۲. دانشیار، گروه اقتصاد نظری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: p.mohajeri@atu.ac.ir

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه اقتصاد نظری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران. رایانامه: maedesmd3@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	پژوهش حاضر با بکارگیری رویکرد اتصالات فرکانسی خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در طول زمان (TVP-VAR) طی دوره مهر ماه سال ۱۳۹۴ تا مهر ماه سال ۱۴۰۲ به بررسی سرریزهای پویای تلاطم میان بازده دلار و ۸ شاخص مختلف از صنایع بورسی ایران در سه بازه فرکانس کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت می‌پردازد. یافته‌ها حاکی از آن است که: نخست، مقدار متوسط شاخص اتصالات کل حدود ۵۰ درصد بوده است که طی سه سال اخیر به بیش از ۷۰ درصد نیز رسیده است. دوم، سرریز تلاطم عمدتاً در فرکانس کوتاه‌مدت رخ می‌دهد، بدین‌معنا که منبع بخش عمده‌ای از ریسک سیستمی، اتصالات کوتاه‌مدت است. سوم، دلار در کل دوره مورد بررسی و فرکانس کوتاه‌مدت، پذیرنده شوک است اما در فرکانس میان‌مدت و بلندمدت، در نقش انتقال‌دهنده تلاطم به شبکه بازار سهام ظاهر می‌شود. چهارم، صنعت فلزات اساسی در فرکانس بلندمدت و میان‌مدت قوی‌ترین انتقال‌دهنده تلاطم محسوب می‌شود. پنجم، اثر تقدم-تأخر در شبکه بازار سهام برقرار است به طوری که صنایع بزرگ بورسی، انتقال‌دهنده تلاطم به صنایع کوچک محسوب می‌شوند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۰۳	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۱/۲۳	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱/۹	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۷/۱۰	
JEL : C32, C58, G10, G14, G41	
واژه‌های کلیدی: ریسک سیستمی، اتصالات فرکانسی، سرریز تلاطم، مدل خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در طول زمان (TVP-VAR)	

استناد: طالبلو؛ رضا، مهاجری، پریسا؛ صمدی؛ مائده (۱۴۰۴) سنجش پویایی‌های سرریز تلاطم بین دلار و بازار سهام ایران؛ کاربرد از رویکرد اتصالات

فرکانسی # اقتصاد باثبات، ۰۶(۳)، ۵۹-۹۳.

DOI: 10.22111/sedj.2025.50098.1519



۱. مقدمه

طی سال‌ها نظریات اقتصادی گوناگون در تلاش بوده‌اند تا نشان دهند که بازارها از یکدیگر جدا نیستند و از کانال‌های مختلف بر یکدیگر تأثیر می‌گذارند؛ به عبارت دیگر، بازارها به یکدیگر متصل هستند. بدین ترتیب نوسانات، شوک‌ها و تلاطمات^۱ بازدهی در هر بازار تنها مختص بازار مذکور نبوده و به سایر بازارهای متصل نیز راه پیدا می‌کند. در واقع اتصالات^۲ بین بازارها توضیح‌دهنده علت انتقال نوسانات و همبستگی بین بازارها است. این اتصالات نقش محوری در اندازه‌گیری و مدیریت ریسک مدرن ایفا می‌کنند. درک اتصالات متغیرهای مالی و اقتصادی مختلف برای ارزیابی ریسک سیستمی^۳، سرریز تلاطمات^۴ و ثبات کلی سیستم اقتصادی بسیار مهم است. تجزیه و تحلیل اتصالات به شناسایی اینکه چگونه شوک‌ها یا اختلالات در یک قسمت از سیستم می‌توانند منتشر شوند و بر اجزای دیگر تأثیر بگذارند کمک می‌کند و ارزیابی جامعی از ریسک را فراهم می‌آورد (Shang & Hamori, 2024).

در سال‌های اخیر، آزادسازی بازارهای مالی و پیشرفت فناوری، وابستگی متقابل بین بازارهای سهام، ارز و پول را افزایش داده است. شاخص‌های سهام و نرخ ارز به سرعت به تغییرات بنیادی اقتصادی کشورها واکنش نشان داده‌اند و رابطه قوی بین آن‌ها می‌تواند دلالت‌های مهمی در سیاست‌های اقتصادی داشته باشد زیرا شوک‌های منفی که بر یک بازار تأثیر می‌گذارند ممکن است به سرعت از طریق اثرات سرایت به بازار دیگر منتقل شود (Andrieş et al., 2014). علاوه بر شرایط عادی، در طول دوره‌های بحران و پرتلاطم، عوامل اقتصادی مختلف از جمله سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران می‌توانند از اندازه و جهت سرریزهای خالص برای ارتقای تصمیم‌گیری‌های سبد دارایی‌ها و تنظیم سیاست‌هایی برای بازگرداندن و حفظ ثبات مالی استفاده کنند. این امر به ویژه در زمان رویدادهایی مانند شیوع کووید-۱۹ اهمیت می‌یابد زیرا طی آن فعالیت‌های اقتصادی جهانی کاهش یافته، نااطمینانی‌های اقتصادی و مالی افزایش یافته که منجر به اختلال در تخصیص دارایی، مدل‌های مدیریت ریسک و مهمتر از همه ثبات مالی شده است (Bouri et al., 2021).

بررسی اتصالات بین بازارها برای مجموعه گسترده‌ای از مسائل مربوط به مدیریت ریسک، تخصیص دارایی و اقدامات نظارتی کاربرد خواهد داشت. نکته حائز اهمیت در اینجا آن است که درک روابط و اتصالات بین بازارها و طبقات مختلف دارایی تنها اطلاعات کلی را در اختیار فعالان اقتصادی قرار می‌دهد. حال آنکه فعالان اقتصادی متناسب با اهداف خود در افق‌های زمانی مختلف، تصمیمات

¹ Volatilities

² Connectedness

³ Systemic Risks

⁴ Volatility Spillover

خود را اتخاذ می‌کنند. تفکیک بازه زمانی به دوره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت و بررسی اتصالات در هر یک از این بازه‌ها، اطلاعات عمیق‌تری را در اختیار سرمایه‌گذاران، سیاست‌گذاران و مدیران سبد در جهت مدیریت بحران و پوشش ریسک قرار می‌دهد که این موضوع در ادبیات داخلی مغفول باقی مانده است.

با توجه به مطالب ذکر شده، پرسش‌های مهمی که مطرح می‌شوند عبارتند از اینکه پویایی اتصالات دلار و شاخص‌های صنایع بورسی در محدوده‌های فرکانسی مختلف چگونه است و آیا رویدادهای مهمی مانند شیوع کووید-۱۹ (که مقارن با شکل‌گیری حباب در بازار سهام ایران بوده است) تغییری در آن ایجاد می‌کند؟ کدامیک از متغیرها در فرکانس‌های مختلف مهم‌ترین دریافت‌کننده و فرستنده شوک‌ها^۱ هستند؟ اثر تقدم-تأخر^۲ در بین متغیرهای شبکه چگونه است؟

تمرکز بخش زیادی از ادبیات موجود در زمینه سرریز تلاطمات بر اتصالات بین شاخص کل بازار سهام با شاخص کل بازار سهام کشورهای دیگر و یا اتصالات بین شاخص کل بازار سهام با سایر متغیرهای کلان اقتصادی بوده است و بررسی سرریزهای پویا میان نرخ ارز و صنایع بورسی، سهم بسیار اندکی از ادبیات موجود را به خود اختصاص می‌دهند. با توجه به اینکه دلار یکی از متغیرهای کلیدی در اقتصاد ایران است و صنایع مختلف در بازار سهام از عوامل مهم تأثیرگذار بر آن (یا تأثیرپذیر از آن) هستند، بررسی تعاملات میان آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. در کنار این موضوع، مطالعات داخلی توجه چندانی به بررسی سرریز تلاطمات در حوزه فرکانس نداشته‌اند و نیز بررسی اثر تقدم-تأخر نیز چندان مدنظر قرار نگرفته است؛ بنابراین به منظور پر کردن خلأ پژوهشی موجود و همچنین به منظور پاسخ‌گویی به پرسش‌های مطرح شده، مقاله حاضر با بکارگیری مدل اتصالات فرکانسی TVP-VAR^۳، معرفی شده توسط چاتزیانتانیو و همکاران (۲۰۲۱)^۴ در تلاش است تا اتصالات ایستا و پویا را به صورت کل و زوجی در قالب سه فرکانس بالا (۱ تا ۴ روز کاری)، میانه (۴ تا ۱۰ روز کاری) و پایین (بیش از ۱۰ روز کاری) بین ۹ متغیر (شامل دلار، شاخص صنایع شیمیایی، فرآورده نفتی، فلزات اساسی، کانه‌های فلزی، کشاورزی، سیمان، سرامیک و قند و شکر) برآورد کند. نتایج مطالعه حاضر در طراحی سیاست‌گذاری بهینه (در حوزه نظارتی و محرک رشد) و سبدهاسازی (در افق‌های زمانی مختلف)، کمک‌کننده خواهد بود.

^۱ Transmitter and Receiver of Shocks

^۲ Lead-Lag Effect

^۳ Time-Varying Parameter Vector Autoregressive Frequency Connectedness

^۴ Chatziantoniou et al.

جهت واکاوی ابعاد مختلف موضوع مذکور، مطالب مقاله حاضر در ۵ بخش سازماندهی شده است. پس از مقدمه که بخش نخست از مقاله حاضر را تشکیل می‌دهد، مبانی نظری در بخش دوم و پیشینه تجربی در بخش سوم بررسی می‌شوند. در بخش چهارم، روش‌شناسی پژوهش با محوریت نحوه برآورد انواع شاخص‌های اتصالات با استفاده از رویکرد اتصال فرکانسی TVP-VAR تبیین شده است. بخش پنجم نیز به ارائه پایه‌های آماری، نتایج و یافته‌های تجربی اختصاص یافته است. در بخش پایانی نیز جمع‌بندی از نتایج و پیشنهادهای سیاستی ارائه شده است.

۲. ادبیات موضوع

بازارهای مالی معمولاً از طیف متنوعی از فعالان بازار با افق‌های سرمایه‌گذاری متفاوت تشکیل شده‌اند. فعالان بازار با افق‌های سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت (از چند دقیقه تا چند روز)، مانند سفته‌بازان و معامله‌گران روزانه، به طور خاص نگران حرکات کوتاه‌مدت هستند. در مقابل، فعالان بازار با افق‌های سرمایه‌گذاری بلندمدت (از چند ماه تا چند سال)، از جمله سرمایه‌گذاران نهادی و مدیران پرتفولیو، نسبت به عوامل بنیادی و شوک‌های بلندمدت حساس‌تر هستند (Cui & Maghyereh, 2022). در نتیجه ضروری است در هنگام مطالعه اتصالات از ابزاری استفاده شود که بتواند اتصالات میان متغیرها را در این دوره‌های زمانی بررسی کند. برای این منظور از اتصالات فرکانسی استفاده می‌شود. مفهوم فرکانس در حقیقت، نشان‌دهنده نرخ تغییرات متغیر متناظر با آن است (متغیر با تغییرات سریع، فرکانس بالا و متغیر با تغییرات ناچیز، فرکانس پایین نامیده می‌شود) (عباسی و همکاران، ۱۳۹۵). به علاوه، هنگام مطالعه ریسک سیستمی نیز بررسی اتصالات با درجات مختلف تداوم حائز اهمیت است. ادبیات به طور کلی، ریسک سیستمی را به عنوان خطری می‌بیند که بسیاری از فعالان بازار به طور همزمان تحت تأثیر زیان‌های شدید قرار می‌گیرند، و سپس در سیستم پخش می‌شود. بحران‌های مالی تجربه شده در سراسر جهان، یادآور این موضوع است که شوک‌های نقدینگی، ورشکستگی و زیان‌ها می‌توانند به سرعت منتشر شوند و بر مؤسسات حتی در بازارهای مختلف تأثیر بگذارند. از آنجایی که ریسک سیستمی ثبات کل بخش مالی را تهدید می‌کند، دانستن منبع بی‌ثباتی با فرکانس خاص برای سیاست‌گذارانی که به دنبال ابزارهایی برای نظارت بر ریسک هستند، کلیدی است (Baruník & Křehlík, 2018).

روش‌های متفاوتی در حوزه تحلیل فرکانس در مطالعات به کار گرفته می‌شود. یکی از این روش‌ها تجزیه و تحلیل بر اساس رویکردهای موجک است. مزیت اصلی تجزیه و تحلیل موجک، توانایی تجزیه داده‌ها به چندین مقیاس زمانی و توانایی مدیریت داده‌های نامانوا و تمرکز در نقطه به خصوصی در زمان است. در نهایت رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت از طریق مقیاس‌های زمانی موجک

ایجاد می‌شود (Andrieş et al., 2014). روش دیگری که می‌توان تجزیه و تحلیل‌های فرکانس را بر اساس آن انجام داد رویکرد جدید اتصال فرکانس TVP-VAR است که بر کار قبلی بارونیک و کرلیک (۲۰۱۸) و آنتوناکاکیس و همکاران (۲۰۲۰)^۱ مبتنی است. این روش، زمان را به مؤلفه‌های مربوطه تقسیم می‌کند و اطلاعات جزئی‌تری را ارائه می‌کند که برای سرمایه‌گذاران بسیار مفید است زیرا بین اثرات اتصال کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت با در نظر گرفتن ضرایب متغیر با زمان و ساختار واریانس-کوواریانس تفاوت قائل می‌شود (Chatziantoniou et al., 2023).

علاوه بر اهمیت تفکیک بازه‌های زمانی به دوره‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت که اطلاعات ارزشمندی را در اختیار سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران قرار می‌دهند، پدیده تقدم-تأخر و ترتیب تحت تأثیر قرار گرفتن متغیرهای مختلف در اثر شوک و تفکیک این متغیرها به انتقال‌دهندگان خالص و پذیرندگان خالص شوک‌ها موضوع مهم دیگری است که در مدیریت سبد دارایی‌ها و رویارویی با بحران‌ها کمک شایانی به فعالان اقتصادی خواهد کرد (Basnarkov et al., 2020). تنوری‌های سنتی قیمت‌گذاری دارایی فرض می‌کنند که در یک بازار کامل و بدون اصطکاک، انتشار اطلاعات به صورت آنی صورت می‌گیرد. در یک بازار بدون اصطکاک با انتظارات عقلایی، شوک در یک دارایی می‌تواند به سرعت توسط سرمایه‌گذاران در سایر دارایی‌های مرتبط انتقال یابد. در نتیجه، قیمت به سرعت و به طور کامل با شوک‌های اطلاعاتی سازگار می‌شود. با این حال، شواهد تجربی فراوانی وجود دارد که نشان می‌دهد سرمایه‌گذاران با اصطکاک‌های قابل توجهی مواجه هستند و گاهی اوقات اطلاعات می‌توانند به آرامی در بازار منتقل شوند، زیرا حجم عظیمی از اطلاعاتی که تصمیم‌گیرندگان باید هر روز پردازش کنند، مختص بخش مالی نیست، بلکه در همه فعالیت‌های اقتصادی وجود دارد.

اثر تقدم-تأخر می‌تواند نتیجه معاملات غیرهمزمان یا بازده‌های مورد انتظار متغیر در طول زمان باشد. گروه دیگری از توضیحات استدلال می‌کنند که اثر تقدم-تأخر به این دلیل به وجود می‌آید که برخی شرکت‌ها نسبت به سایرین نسبت به اطلاعات مشترک واکنش کندتر نشان می‌دهند. این انتشار آهسته اطلاعات می‌تواند ناشی از منابع بسیاری باشد، از جمله بازارهای ناقص و مشارکت محدود در بازار سهام، اطلاعات نامتقارن، معامله‌گران نویزی (اختلال‌زا)^۲، توجه محدود سرمایه‌گذار، هزینه‌های معامله^۳، محدودیت روی فروش استقرایی، محدودیت‌های قانونی که سرمایه‌گذاران نهادی با آن مواجه هستند و انواع دیگر اصطکاک‌های بازار و محدودیت‌های نهادی (Monteiro et

¹ Antonakakis et al.

² Noise Traders

³ Transaction Costs

Hou, 2007; al., 2023). مطالعات متعدد با استفاده از انواع روش‌های اقتصادسنجی از جمله تحلیل موجک، مدل‌های VAR و آزمون علیت گرنجر به بررسی رابطه تقدم-تأخر بین دارایی‌های مختلف پرداخته‌اند.

در یک اقتصاد باز، انتظارات ارزش نسبی ارز بر سطوح نرخ بهره داخلی و خارجی تأثیر می‌گذارد (همانطور که در نظریه «برابری نرخ بهره بدون پوشش»^۱ توضیح داده می‌شود)، که به نوبه خود بر ارزش فعلی دارایی‌های شرکت تأثیر می‌گذارد. این نشان می‌دهد که نرخ ارز نقش قابل توجهی در حرکت قیمت سهام ایفا می‌کند (Nieh & Lee, 2001). نکته دیگر آن است که ارتباط بین این دو بازار ناشی از تأثیر تجارت بین‌المللی است. تغییر در نرخ ارز نه تنها می‌تواند مستقیماً بر قیمت سهام شرکت‌های صادرات‌محور و واردات‌محور تأثیر بگذارد بلکه می‌تواند به طور غیرمستقیم بر شرکت‌های داخلی تأثیرگذار باشد. بنابراین، به طور کلی، کاهش ارزش پول داخلی برای شرکت‌های صادراتی (وارداتی) اثر مثبت (منفی) داشته و افزایش (کاهش) قیمت سهام آن‌ها را به همراه خواهد داشت (Tsai, 2012). در واقع، از آنجا که قیمت سهام را می‌توان به عنوان ارزش فعلی جریان‌های نقدی آتی شرکت‌ها تفسیر کرد، قیمت سهام به تغییرات نرخ ارز واکنش نشان می‌دهد. از طرفی تغییر و تحولات بنیادی در شرکت‌ها و صنایع که در قیمت سهام آن‌ها منعکس می‌شود، می‌تواند بر عرضه و تقاضای ارز آن‌ها تأثیر گذاشته و از این طریق نرخ ارز را متأثر کند.

۳. پیشینه پژوهش

روابط پویا، اثرات سرایت ریسک، اثرات هم‌حرکتی^۲، سرریز بازده و نوسانات و مدیریت ریسک سبد در میان بازارهای مالی به طور گسترده مورد بررسی قرار گرفته است. به طور خاص در حوزه ارتباط نرخ ارز و قیمت سهام بسیاری از تکنیک‌های اقتصادسنجی، مانند تکنیک‌های مبتنی بر GARCH (به عنوان نمونه مالیک، ۲۰۲۱^۳ و جبران و اقبال، ۲۰۱۶^۴)، رویکردهای علیت گرنجر (به عنوان مثال پن و همکاران، ۲۰۰۷^۵)، مدل‌های شاخص سرریز DY و مدل‌های خودرگرسیون برداری (VAR) (به عنوان نمونه بوری و همکاران، ۲۰۲۱^۶) برای بررسی مسائل مذکور استفاده شده‌اند. با این وجود، باید به این نکته اشاره کرد که مطالعات موجود همچنان کاستی‌های متعددی دارند. این مطالعات اثرات سرریز وابستگی و نوسانات را تنها از منظر حوزه زمان، به جای محدوده‌های

¹ Uncovered Interest Rate Parity

² Comovement Effects

³ Malik

⁴ Jebran & Iqbal

⁵ Pan et al.

⁶ Bouri et al.

فرکانسی چند متغیره بررسی کرده‌اند. در واقع، از آنجایی که عقاید شخصی، اهداف، تحمل ریسک، ترجیحات و سطوح جذب اطلاعات فعالان در بازارهای مالی ناهمگن است، فعالان بازار در افق‌های زمانی مختلف تصمیم می‌گیرند (Cui et al., 2021). تحلیل فرکانس این امکان را ایجاد می‌کند که با تفکیک دوره‌های زمانی به افق‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت به بررسی روابط بین متغیرها پرداخته شود که این موضوع به سرمایه‌گذاران، سیاست‌گذاران و مدیران سبد کمک می‌کند که متناسب با اهداف کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت خود تصمیمات مناسب را اتخاذ کنند. بنابراین بخشی از مطالعات این حوزه، بررسی روابط بین بازارها و طبقات مختلف دارایی را یک گام پیش‌تر برده و به بررسی این روابط در حوزه فرکانس پرداخته‌اند.

از میان پژوهش‌های صورت گرفته در حوزه فرکانس، تمرکز برخی از این پژوهش‌ها بر مدل‌های مبتنی بر موجک بوده است. به عنوان نمونه می‌توان به مقالات لی و منگ (۲۰۲۲)^۱ با تأکید بر اتصالات بین رمز ارزها (اتریوم، لایت کوین و بیت کوین) و بازارهای سهام انرژی‌های تجدیدپذیر، زو و همکاران (۲۰۲۲)^۲ با بررسی اثرات قیمت نفت و نرخ ارز بر بازده بازار سهام در کشورهای بریکس و کویی و همکاران (۲۰۲۱)^۳ با تمرکز بر اتصالات ریسک بین نفت و بازارهای سهام در کشورهای واردکننده (چین، آمریکا، هند، ژاپن، کره جنوبی و اتحادیه اروپا) و صادرکننده نفت (عربستان سعودی، روسیه، کانادا، امارات، عمان و قطر) اشاره کرد.

یکی دیگر از روش‌های مورد استفاده برای بررسی سرریز بین بازارها، رویکرد DY است که توسط دیبولد و یلماز (۲۰۱۲، ۲۰۱۴)^۴ معرفی شد و بارونیک و کرلیک (۲۰۱۸)^۵ این روش را برای بررسی اثرات اتصالات در فرکانس‌های مختلف توسعه دادند. بعد از معرفی این رویکرد، مطالعات مختلف به بررسی اتصالات با استفاده از این رویکرد (مانند نعیم و همکاران، ۲۰۲۱)^۶ پرداختند و بخشی از مطالعات نیز از ترکیب یک مدل QVAR و اتصالات فرکانس بارونیک و کرلیک (۲۰۱۸) استفاده کرده‌اند (به آدوویی و همکاران (۲۰۲۳)^۷ و چاتزیانتانیو و همکاران (۲۰۲۲)^۸ مراجعه شود). اما رویکرد اصلی معرفی شده در مطالعات بارونیک و کرلیک (۲۰۱۸) و دیبولد و یلماز (۲۰۱۲، ۲۰۱۴) مبتنی بر VAR است که پس از آن چاتزیانتانیو و همکاران (۲۰۲۱) با ترکیب این رویکرد

¹ Li & Meng

² Zhu et al.

³ Cui et al.

⁴ Diebold & Yilmaz

⁵ Barunik & Křehlík,

⁶ Naem et al.

⁷ Adewuyi et al.

⁸ Chatziantoniou et al.

با رویکرد اتصالات مبتنی بر TVP-VAR، مدل اتصالات فرکانس TVP-VAR را معرفی کردند و رویکرد اصلی را از طرق مختلف بهبود بخشیدند.

پس از معرفی رویکرد اتصالات فرکانس TVP-VAR، این رویکرد برای بررسی روابط بین متغیرها و بازارهای مختلف به کار گرفته شد که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعات هوانگ و همکاران (۲۰۲۳)^۱ با تأکید بر سرریز نوسانات پویا در بین کالاهای انرژی (قراردادهای آتی نفت خام سبک شیرین (WTI) و آتی گاز طبیعی NYMEX) و بازارهای مالی (طلا، سهام، اوراق قرضه و رمز ارزها) و کویی و مغیره (۲۰۲۲) با تمرکز بر اتصالات ریسک در بین رمز ارزها (بیت کوین، دش، EOS، اتریوم، لایت کوین و BAT) اشاره کرد. مزیت استفاده از مدل TVP-VAR نسبت به مدل‌های استاندارد VAR این است که هیچ مشاهداتی از بین نمی‌رود زیرا از پنجره غلتان استفاده نمی‌شود، نیازی به انتخاب یک پنجره غلتان با اندازه دلخواه نیست، بر حساسیت به داده‌های دور افتاده غلبه می‌کند، از پارامترهای نادرست جلوگیری می‌کند و در نهایت هر معیار اتصال را با فاصله اطمینان ارائه می‌دهد (Chatziantoniou et al., 2023).

در حوزه بررسی روابط تقدم-تأخر میان متغیرهای مختلف، روش‌هایی از جمله علیت گرنجر (به عنوان مثال مونتیرو و همکاران، ۲۰۲۳)، تحلیل موجک (به عنوان نمونه خلفاوی و همکاران، ۲۰۲۱)^۲ و همچنین مدل‌های مبتنی بر VAR (به عنوان مثال کامیلری و همکاران، ۲۰۱۹)^۳ به کار گرفته می‌شوند. از میان مدل‌های VAR می‌توان با استفاده همزمان از مدل TVP-VAR و شاخص سرریز تلاطم DY (به طور خاص شاخص اتصال جهت‌دار زوجی خالص و شاخص اتصال جهت‌دار خالص کل) به بررسی اثر تقدم-تأخر بین متغیرهای شبکه مورد بررسی پرداخت (به عنوان نمونه به کنادو و همکاران، ۲۰۲۴)^۴ مراجعه شود. با استفاده از شاخص‌های فوق می‌توان مشخص کرد که یک متغیر به طور خالص انتقال‌دهنده شوک‌ها به شبکه است یا گیرنده خالص شوک‌ها از شبکه است و همچنین روابط دو به دو متغیرها و اثرگذاری خالص آن‌ها بر یکدیگر مشخص خواهد شد که در بخش روش‌شناسی به طور کامل توضیح داده شده است.

در فضای پژوهشی داخلی تعداد بسیار اندکی از مقالات به بررسی اتصالات در حوزه فرکانس و اثر تقدم-تأخر پرداخته‌اند و در میان همین مطالعات اندک، در حوزه فرکانس اکثراً بر مدل‌های موجک (مانند عباسی و همکاران، ۱۳۹۵) و در بررسی اثر تقدم-تأخر عموماً بر مدل‌های VAR (مانند

¹ Huang et al.

² Khalfaoui et al.

³ Camilleri et al.

⁴ Cunado et al.

نوربخش و همکاران، ۱۴۰۰) تمرکز داشته‌اند. بررسی فضای پژوهشی داخلی و خارجی حاکی از آن است که در مقالات حوزه فرکانس و تقدم- تأخر، تمرکز عمده مقالات بر بررسی روابط بین نرخ ارز و شاخص کل بازار سهام و یا بین بخش‌های مختلف بازار سهام بوده است و بخش اندکی از مقالات به بررسی تأثیرات نرخ ارز و صنایع بورسی بر یکدیگر پرداخته‌اند. این موضوع یکی از شکاف‌های پژوهشی مهم است زیرا نرخ ارز یکی از مهم‌ترین متغیرهای اقتصاد کلان در اقتصاد ایران شناخته می‌شود و فعالان اقتصادی با توجه به تغییرات این متغیر شرایط اقتصادی را ارزیابی می‌کنند و انتظارات خود را شکل می‌دهند؛ در این بین صنایع مختلف بورسی تأثیرات متفاوتی بر این متغیر می‌گذارند (یا از آن تأثیر می‌پذیرند). بنابراین بررسی تعاملات دلار و بورس اوراق بهادار به تفکیک صنایع مختلف (و نه فقط شاخص کل بورس اوراق بهادار) حائز اهمیت است.

پژوهش حاضر قصد دارد با استفاده از رویکرد جدید اتصالات فرکانس TVP-VAR به بررسی روابط مذکور بپردازد و از این طریق در ادبیات موجود مشارکت داشته باشد. به علاوه با توجه به اینکه رویدادهای بزرگی مانند همه‌گیری کووید-۱۹ ممکن است تا حد زیادی بر جهات و میزان اتصال ریسک در محدوده‌های فرکانسی مختلف تأثیر بگذارد (Cui et al., 2021)، بررسی و مقایسه اتصالات قبل و بعد از این بحران‌ها در محدوده‌های فرکانسی مختلف می‌تواند اطلاعات دقیق‌تری را در اختیار فعالان بازار با اهداف بلندمدت و کوتاه‌مدت قرار دهد. بنابراین جنبه دیگر مشارکت پژوهش حاضر در ادبیات موجود از طریق مقایسه اتصالات نرخ ارز و صنایع بورسی در محدوده‌های فرکانسی مختلف قبل و بعد از بحران کووید-۱۹ خواهد بود زیرا که شیوع جهانی کووید-۱۹ و متعاقب آن اقدامات قرنطینه در مقیاس بزرگ و محدودیت‌های فعالیت اقتصادی نه تنها مستقیماً شوک‌های قابل‌توجهی را با رکود تولید به اقتصاد واقعی وارد کرد، بلکه با سرایت کاهش نقدینگی و انتظارات بدبینانه بازار باعث نوسانات شدید و انتقال ریسک بیشتر در بین بازارهای مالی شد. بنابراین بررسی روابط قبل و بعد از شیوع این بیماری اطلاعات مفیدی را در مورد تغییرات رفتار بازارها قبل و بعد از بحران ارائه خواهد داد.

۳. روش شناسی پژوهش

مطالعه حاضر از رویکرد اتصال فرکانس مبتنی بر TVP-VAR پیشنهاد شده توسط چانزیانتانیو و همکاران (۲۰۲۳) استفاده می‌کند که مبتنی بر پژوهش‌های پیشین بارونیک و کرلیک (۲۰۱۸) و آنتوناکاکیس و همکاران (۲۰۲۰) است. در این بخش، ابتدا رویکرد اتصال مبتنی بر TVP-VAR پیشنهاد شده توسط آنتوناکاکیس و همکاران (۲۰۲۰) تبیین می‌شود. رویکرد مذکور، شاخص

اتصال دیبولد و یلماز (۲۰۱۲، ۲۰۱۴) و مدل TVP-VAR کوپ و کروبیلیس (۲۰۱۴)^۱ را ادغام می‌کند. روش اتصال مبتنی بر TVP-VAR ثابت کرده است که بر کاستی‌های خاصی از معیارهای اتصال مبتنی بر تجزیه واریانس از مدل‌های استاندارد VAR غلبه می‌کند، مانند (الف) اندازه پنجره غلتان انتخابی دلخواه، (ب) از دست دادن مشاهدات، و (ج) پارامترهای حساس به مشاهدات دور افتاده. TVP-VAR(1) را می‌توان به صورت زیر نمایش داد:

$$x_t = \Phi_t x_{t-1} + \epsilon_t \quad \epsilon_t \sim N(0, \Sigma_t) \quad (۱)$$

$$vec(\Phi_t) = vec(\Phi_{t-1}) + v_t \quad v_t \sim N(0, R_t) \quad (۲)$$

که در آن x_t ، x_{t-1} و ϵ_t بردارهای $N \times I$ بعدی و Φ_t و Σ_t ماتریس‌های $N \times N$ بعدی هستند که مورد اول نشان‌دهنده ماتریس واریانس کوواریانس متغیر با زمان است در حالی که دومی ضرایب متغیر با زمان VAR را نشان می‌دهد. $vec(\Phi_t)$ و v_t بردارهای $N^2 \times I$ بعدی و R_t یک ماتریس $N^2 \times N^2$ بعدی است.

از آنجایی که مفهوم تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی تعمیم‌یافته (GFEVD)^۲ معرفی شده توسط کوپ و همکاران (۱۹۹۶)^۳ و پسران و شین (۱۹۹۸)^۴ بر اساس قضیه ولد ساخته شده است، مدل برآوردی TVP-VAR با رابطه زیر به فرآیند TVP-VMA تبدیل می‌شود:

$$x_t = \sum_{i=1}^p \Phi_{it} x_{t-i} + \epsilon_t = \sum_{j=0}^{\infty} \Psi_{jt} \epsilon_{t-j}$$

GFEVD را می‌توان به عنوان تأثیر یک شوک در متغیر j بر روی متغیر i از طریق واریانس خطای پیش‌بینی آن تفسیر کرد و می‌تواند به شکل زیر نوشته شود:

$$\theta_{ijt}(H) = \frac{(\Sigma_t)_{jj}^{-1} \sum_{h=0}^H ((\Psi_h \Sigma_t)_{ijt})^2}{\sum_{h=0}^H (\Psi_h \Sigma_t \Psi_h')_{ii}} \quad (۳)$$

$$\tilde{\theta}_{ijt}(H) = \frac{\theta_{ijt}(H)}{\sum_{k=1}^N \theta_{ikt}(H)} \quad (۴)$$

که در آن $\tilde{\theta}_{ijt}(H)$ نشان‌دهنده سهم متغیر j در واریانس خطای پیش‌بینی متغیر i در افق H است. از آنجایی که جمع سطری در $\theta_{ijt}(H)$ برابر یک نمی‌شود (از یک انحراف دارد)، بنابراین با تقسیم هر مؤلفه از ماتریس تجزیه به جمع سطر مربوطه، نرمال‌سازی انجام شده و در نتیجه $\tilde{\theta}_{ijt}(H)$ به دست می‌آید لذا: $\sum_{i=1}^N \tilde{\theta}_{ijt}(H) = 1$ و $\sum_{j=1}^N \tilde{\theta}_{ijt}(H) = N$ با برابر

¹ Koop and Korobilis

² Generalized Forecast Error Variance Decomposition

³ Koop et al.

⁴ Pesaran & Shin

شدن مجموع هر سطر با یک می‌توان اثر یک شوک در هر متغیر، بر خود آن متغیر و سایر متغیرها را مشاهده کرد.

در مرحله بعدی، تمام معیارهای اتصال را می‌توان محاسبه کرد. اتصال جهت‌دار زوجی خالص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$NPDC_{ijt}(H) = \tilde{\theta}_{ijt}(H) - \tilde{\theta}_{jit}(H) \quad (۵)$$

اگر $NPDC_{ijt}(H) > 0$ (کمتر) تأثیر می‌گذارد. $NPDC_{ijt}(H) < 0$ بود به این معناست که متغیر j بر متغیر i بیشتر

شاخص بعدی اتصال جهت‌دار کل به دیگران است که میزان انتقال شوک در متغیر i به همه متغیرهای دیگر را اندازه‌گیری می‌کند:

$$TO_{it}(H) = \sum_{j=1, j \neq i}^N \tilde{\theta}_{jit}(H) \quad (۶)$$

اتصال جهت‌دار کل از دیگران نیز مقدار دریافت شوک توسط متغیر i از شوک‌ها در همه متغیرهای دیگر را منعکس می‌سازد

$$FROM_{it}(H) = \sum_{j=1, j \neq i}^N \tilde{\theta}_{ijt}(H) \quad (۷)$$

اتصال جهت‌دار خالص کل نیز نشان‌دهنده تفاوت بین اتصال جهت‌دار کل به دیگران و اتصال جهت‌دار کل از دیگران است که می‌تواند به عنوان تأثیر متغیر i روی شبکه مورد بررسی تفسیر شود:

$$NET_{it}(H) = TO_{it}(H) - FROM_{it}(H) \quad (۸)$$

اگر $NET_{it} > 0$ (کمتر) تأثیر می‌گذارد. بنابراین، به عنوان یک فرستنده (گیرنده) خالص شوک‌ها در نظر گرفته می‌شود.

شاخص اتصال کل (TCI) که درجه اتصالات شبکه را اندازه می‌گیرد، به صورت زیر محاسبه شود:

$$TCI_t(H) = \frac{N}{N-1} \sum_{i=1}^N TO_{it}(H) = \frac{N}{N-1} \sum_{i=1}^N FROM_{it}(H) \quad (۹)$$

$$0 \leq TCI_t(H) \leq 1 \text{ if } H \rightarrow \infty$$

به عبارت دیگر، این معیار تأثیر متوسط یک شوک در یک متغیر را بر سایر متغیرها نشان می‌دهد. هر چه این مقدار بیشتر باشد ریسک بازار (ریسک سیستمی) بیشتر است و بالعکس.

روابط بیان شده تاکنون به ارزیابی اتصالات در حوزه زمان متمرکز بودند. به طور مشابه، می‌توان به ارزیابی اتصال در حوزه فرکانس پرداخت. ابتدا تابع پاسخ فرکانسی به صورت $\Psi(e^{-i\omega}) = \sum_{h=0}^{\infty} e^{-i\omega h} \Psi_h$ (که از تبدیل فوریه ضرایب Ψ_h بدست می‌آید) در نظر گرفته می‌شود که در

آن $i = \sqrt{-1}$ و ω فرکانس است. چگالی طیفی x_t در فرکانس ω می‌تواند طبق رابطه زیر به عنوان تبدیل فوریه TVP-VMA(∞) تعریف شود:

$$S_x(\omega) = \sum_{h=-\infty}^{\infty} E(x_t x'_{t-h}) e^{-i\omega h} = \Psi_t'(e^{-i\omega h}) \Sigma_t \Psi_t'(e^{+i\omega h})$$

طیف $S_x(\omega)$ یک کمیت کلیدی برای درک پویایی فرکانس است، زیرا توضیح می‌دهد که چگونه واریانس x_t بر روی اجزای فرکانس ω توزیع می‌شود. GFEVD مبتنی بر فرکانس، ترکیبی از چگالی طیفی و GFEVD است. همانند مورد مشابه در حوزه زمان، باید GFEVD مبتنی بر فرکانس نیز نرمال شود که می‌تواند به صورت زیر فرموله شود:

$$\theta_{ijt}(\omega) = \frac{(\Sigma_t)_{jj}^{-1} \left| \sum_{h=0}^{\infty} (\Psi_t(e^{-i\omega h}) \Sigma_t)_{ijt} \right|^2}{\sum_{h=0}^{\infty} (\Psi_t(e^{-i\omega h}) \Sigma_t \Psi_t'(e^{i\omega h}))_{ii}} \quad (10)$$

$$\tilde{\theta}_{ijt}(\omega) = \frac{\theta_{ijt}(\omega)}{\sum_{k=1}^N \theta_{ikt}(\omega)} \quad (11)$$

که در آن $\tilde{\theta}_{ijt}(\omega)$ بخشی از طیف متغیر نام را در فرکانس معین ω نشان می‌دهد که می‌تواند به شوک در متغیر j نسبت داده شود. می‌توان آن را به عنوان یک شاخص درون فرکانس تفسیر کرد. برای ارزیابی اتصال کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت به جای اتصال در یک فرکانس، همه فرکانس‌ها در یک محدوده خاص جمع می‌شوند،

$$d = (a, b): a, b \in (-\pi, \pi), a < b$$

$$\tilde{\theta}_{ijt}(d) = \int_a^b \tilde{\theta}_{ijt}(\omega) d\omega \quad (12)$$

از اینجا به بعد، می‌توان دقیقاً همان معیارهای اتصالات دیبولد و یلماز (۲۰۱۲، ۲۰۱۴) را محاسبه و تفسیر کرد با این تفاوت که در این مورد اطلاعات در مورد سرریزها در یک محدوده فرکانس مشخص (d) ارائه می‌شوند:

$$NPDC_{ijt}(d) = \tilde{\theta}_{ijt}(d) - \tilde{\theta}_{jit}(d) \quad (13)$$

$$TO_{it}(d) = \sum_{i=1, i \neq j}^N \tilde{\theta}_{jit}(d) \quad (14)$$

$$FROM_{it}(d) = \sum_{i=1, i \neq j}^N \tilde{\theta}_{ijt}(d) \quad (15)$$

$$NET_{it}(d) = TO_{it}(d) - FROM_{it}(d) \quad (16)$$

$$TCI_t(d) = \frac{N}{N-1} \sum_{i=1}^N TO_{it}(d) = \frac{N}{N-1} \sum_{i=1}^N FROM_{it}(d) \quad (17)$$

همه این شاخص‌ها اطلاعاتی در مورد محدوده خاص ارائه می‌دهند، اما نه در مورد تأثیر کلی. بارونیک و کرلیک (۲۰۱۸) پیشنهاد می‌کنند که تمام شاخص‌های هر محدوده فرکانسی d با توجه به سیستم کلی با استفاده از $\Gamma(d) = \sum_{i,j=1}^N \tilde{\theta}_{ijt}(d) / N$ وزن داده شوند:

$$NPD\tilde{C}_{ijt}(d) = \Gamma(d) \cdot NPDC_{ijt}(d) \quad (18)$$

$$T\tilde{O}_{it}(d) = \Gamma(d) \cdot TO_{it}(d) \quad (19)$$

$$FROM\tilde{M}_{it}(d) = \Gamma(d) \cdot FROM_{it}(d) \quad (20)$$

$$NE\tilde{T}_{it}(d) = \Gamma(d) \cdot NET_{it}(d) \quad (21)$$

$$TC\tilde{I}_t(d) = \Gamma(d) \cdot TCI_t(d) \quad (22)$$

در نهایت، می‌توان رابطه بین معیارهای حوزه فرکانس بارونیک و کرلیک (۲۰۱۸) را با معیارهای حوزه زمانی دیبولد و یلماز (۲۰۱۲، ۲۰۱۴) به صورت زیر نشان داد (چاتزینانتیو و همکاران، ۲۰۲۳):

$$NPDC_{ijt}(H) = \sum_d NPDC_{ijt}(d) \quad (23)$$

$$TO_{it}(H) = \sum_d TO_{it}(d) \quad (24)$$

$$FROM_{it}(H) = \sum_d FROM_{it}(d) \quad (25)$$

$$NET_{it}(H) = \sum_d NET_{it}(d) \quad (26)$$

$$TCI_t(H) = \sum_d TCI_t(d) \quad (27)$$

۴. پایه‌های آماری، برآود مدل و تحلیل نتایج

۴-۱. آماره‌های توصیفی

در پژوهش حاضر، داده‌های قیمت روزانه دلار (بازار آزاد) و شاخص قیمت سهام ۸ صنعت بورسی طی دوره مهر ماه سال ۱۳۹۴ تا مهر ماه سال ۱۴۰۲ به شیوه «خرایش سایت»^۱ با استفاده از نرم‌افزار پایتون جمع‌آوری شده‌اند تا سرریز تلاطم دلار و شاخص صنایع منتخب بورسی بر روی یکدیگر با استفاده از نرم‌افزار R برآورد شود. صنایع منتخب بورسی با توجه به اندازه آن‌ها عبارتند از «شیمیایی»، «فلزات اساسی»، «فرآورده‌های نفتی»، «استخراج کانه‌های فلزی»، «کشاورزی»، «قند و شکر»، «سیمان» و «کاشی و سرامیک» که طبق آخرین اطلاعات، بیش از ۶۲ درصد ارزش بازاری کل بورس اوراق بهادار را تشکیل می‌دهند. دو ملاحظه مهم در انتخاب صنایع، از اهمیت بالایی برخوردار است که عبارتند از «وجود داده‌هایی با تواتر روزانه» و «در بر گرفتن صنایعی با اندازه‌های متفاوت». لازم به ذکر است که بیش از ۶۰ درصد ارزش کل بازار سهام کشور در اختیار ۴ صنعت نخست از مجموعه مورد بررسی قرار دارد و در مقابل، مجموع ارزش بازاری چهار صنعت کوچک مورد بررسی یعنی کشاورزی، قند و شکر، کاشی و سرامیک و سیمان، کمتر از ۲ درصد است. جدول (۱)، خلاصه‌ای از آماره‌های توصیفی هر یک از متغیرها را نشان می‌دهد.

¹ Web Scraping

جدول (۱). آماره‌های توصیفی بازده^۱ متغیرها (درصد)

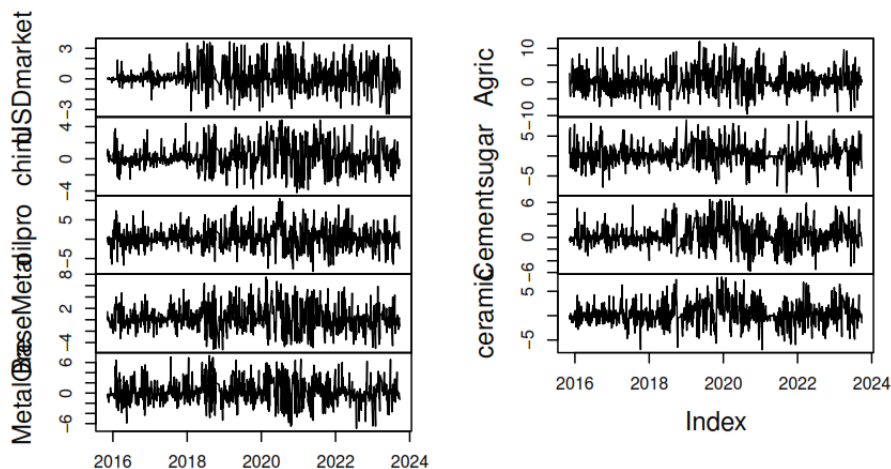
نام متغیر	نماد به کار رفته در مقاله	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
دلار	USD	۰/۲۵۵	۱۱/۰۲۴	۰/۵۶۷	۵۱/۴۳۶
صنایع شیمیایی	Chimi	۰/۳۴۴	۶/۰۳۵	۱/۱۰۶	۷/۴۸۳
فرآورده‌های نفتی	Oilpro	۰/۱۷۸	۳۵/۱۹	-۱/۷۲۵	۱۳۸/۴۴۳
فلزات اساسی	BaseMetal	۰/۴۰۸	۷/۶۴۳	۱/۰۷۱	۶/۱۹۰
کانه‌های فلزی	MetalOre	۰/۳۸۴	۸/۲۰۰	۰/۸۸۹	۴/۷۱۳
کشاورزی	Agri	۰/۳۸۴	۱۵/۱۸۹	۲/۲۶۸	۲۲/۵۶۰
قند و شکر	Sugar	۰/۳۷۳	۷/۷۸۴	۱/۱۶۲	۶/۴۰۱
سیمان	Cement	۰/۳۴۰	۶/۰۷۹	۱/۰۸۸	۷/۰۰۳
سرامیک	Ceramic	۰/۳۵۴	۷/۶۶۳	۰/۵۲۰	۵/۰۵۸

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، صنعت فلزات اساسی و فرآورده‌های نفتی به ترتیب بیشترین و کمترین میانگین بازدهی را در میان متغیرهای مورد بررسی تجربه نموده‌اند. واریانس به عنوان یکی از مهم‌ترین معیارهای سنجش ریسک در صنعت فرآورده‌های نفتی به شدت بالاست، در حالی که کمترین واریانس به صنایع شیمیایی تعلق دارد. به استثنای صنعت فرآورده‌های نفتی که دارای چولگی به سمت چپ است سایر ۸ متغیر مورد بررسی چولگی به سمت راست دارند. بازدهی تمامی متغیرها، توزیع کشیده‌تری نسبت به توزیع نرمال دارند. کشیده‌ترین توزیع مربوط به صنعت فرآورده‌های نفتی و دلار است در حالی که کمترین کشیدگی به صنعت کانه‌های فلزی و سرامیک اختصاص دارد.

نمودار (۱). تلاطم بازدهی دلار و شاخص صنایع منتخب بورسی

^۱ لازم به ذکر است که بازده متغیرها از طریق رابطه $R_{i,t} = \ln\left(\frac{p_{i,t}}{p_{i,t-1}}\right) * 100$ محاسبه شده‌اند.



مأخذ: یافته‌های پژوهش

حرکت سری‌های زمانی مربوط به تلاطم دلار و بازدهی صنایع در نمودار (۱) ترسیم شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود اولاً فرآیند تلاطم بازده متغیرهای مذکور در طول زمان ثابت نبوده و در حال تغییر است و به‌ویژه در چهار سال اخیر تشدید شده است. ثانیاً رفتار خوشه‌ای که جزء لاینفک سری‌های مالی است در خصوص این مجموعه از متغیرها مشاهده می‌شود بدین‌معنا که تلاطمات شدید، به دنبال خود تلاطمات بالایی را ایجاد می‌کنند و معمولاً تلاطمات اندک با تلاطمات اندک در دوره‌های بعدی همراه می‌شوند.

جدول (۲)، همبستگی متغیرها را نشان می‌دهد و طبق آن، قوی‌ترین همبستگی زوجی بین فلزات اساسی-کانه‌های فلزی (۵۵/۵ درصد)، فلزات اساسی-صنایع شیمیایی (۴۹/۲ درصد)، صنایع شیمیایی-کانه‌های فلزی (۴۸ درصد)، صنایع شیمیایی-فرآورده نفتی (۴۴/۸ درصد) و فلزات اساسی-فرآورده‌های نفتی (۴۳/۱ درصد) مشاهده می‌شود. ضعیف‌ترین همبستگی زوجی نیز به دلار-شاخص صنعت قند و شکر (۳/۹ درصد)، دلار-شاخص صنعت سیمان (۴/۸ درصد) و دلار-شاخص صنعت کانه‌های فلزی (۴/۹ درصد) تعلق دارد. پراکندگی‌های قابل ملاحظه در همبستگی‌ها از ۳/۹ درصد تا ۵۵/۵ درصد، اهمیت بررسی همبستگی‌های پویا و نحوه سرریز تلاطم بین دلار و شاخص صنایع منتخب بورسی را برجسته می‌سازد.

جدول (۲). همبستگی تلاطم بازده متغیرها

نام متغیر	دلار	صنایع شیمیایی	فرآورده نفتی	فلزات اساسی	فلزی	کانه‌های فلزی	کشاورزی	قند و شکر	سیمان	سرامیک
دلار	۱	۰/۰۷۸	۰/۰۶۲	۰/۰۶۹	۰/۰۴۹	۰/۰۵۹	۰/۰۳۹	۰/۰۴۸	۰/۰۵۷	۰/۰۵۷
صنایع شیمیایی	۰/۰۷۸	۱	۰/۴۴۸	۰/۴۹۲	۰/۴۸۰	۰/۲۴۸	۰/۲۱۶	۰/۳۱۸	۰/۲۱۹	۰/۲۱۹
فرآورده نفتی	۰/۰۶۲	۰/۴۴۸	۱	۰/۴۳۱	۰/۳۸۵	۰/۱۸۲	۰/۱۶۲	۰/۲۶۰	۰/۱۵۰	۰/۱۵۰
فلزات اساسی	۰/۰۶۹	۰/۴۹۲	۰/۴۳۱	۱	۰/۵۵۵	۰/۲۱۶	۰/۲۱۶	۰/۳۰۵	۰/۲۲۳	۰/۲۲۳
کانه‌های فلزی	۰/۰۴۹	۰/۴۸۰	۰/۳۸۵	۰/۵۵۵	۱	۰/۱۷۹	۰/۱۷۹	۰/۲۶۴	۰/۱۸۶	۰/۱۸۶
کشاورزی	۰/۰۵۹	۰/۲۴۸	۰/۱۸۲	۰/۲۱۶	۰/۱۷۹	۱	۰/۲۷۳	۰/۳۳۱	۰/۲۵۹	۰/۲۵۹
قند و شکر	۰/۰۳۹	۰/۲۱۶	۰/۱۶۲	۰/۲۱۵	۰/۱۶۹	۰/۲۷۳	۱	۰/۳۳۵	۰/۳۰۴	۰/۳۰۴
سیمان	۰/۰۴۸	۰/۳۱۸	۰/۲۶۰	۰/۳۰۵	۰/۲۶۴	۰/۳۳۱	۰/۳۳۵	۱	۰/۳۷۵	۰/۳۷۵
سرامیک	۰/۰۵۷	۰/۲۱۹	۰/۱۵۰	۰/۲۲۳	۰/۱۸۶	۰/۲۵۹	۰/۳۰۴	۰/۳۷۵	۱	۱

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۴-۲. برآورد شاخص‌های سرریز در چارچوب تحلیل فرکانسی

برآورد سرریز تلاطم با استفاده از مدل TVP-VAR و محاسبه معیارهای مختلف سرریز در صنایع مختلف بورسی، نیازمند انتخاب وقفه بهینه برای برآورد مدل TVP-VAR است. وقفه پیشنهادی در معیارهای HQ و SC که رویکرد صرفه‌جویانه در گزینش وقفه بهینه دارند، یک وقفه است، در حالی که معیارهای AIC و FPE، ۳ وقفه بهینه را پیشنهاد می‌کنند. با توجه به این که تعداد داده‌های به‌کار گرفته شده در این مقاله به اندازه کافی بزرگ است (۳۳۷۰ مشاهده)، لذا ۳ وقفه با لحاظ روند انتخاب شد تا از بروز اریب حذف متغیر مهم ممانعت گردد. در ادامه نتایج و یافته‌های مهم با تمرکز بر نتایج پویا و در سه بازه فرکانس کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت ارائه می‌شود.

۴-۲-۱. میانگین اتصالات کل (TCI) و تجزیه آن‌ها در چارچوب فرکانس‌های مختلف

ارائه یافته‌ها با نتایج میانگین شاخص اتصالات کل آغاز می‌شوند که مقادیر آن در جدول (۳) درج شده است. این نتایج با کل دوره نمونه مورد بررسی مطابقت دارد و تأثیر پویایی‌های رویدادهایی که در مقاطع خاصی از زمان رخ داده‌اند، در نظر گرفته نشده است. در جدول (۴)، مقادیر اتصالات کل در فرکانس کوتاه‌مدت (۱ تا ۴ روز) درج شده است در حالی که ارقام مندرج در جدول (۵)، مقادیر اتصالات کل در فرکانس میان‌مدت (۴ تا ۱۰ روز) و جدول (۶) ارقام اتصالات کل در فرکانس بلندمدت (بیش از ۱۰ روز) را نشان می‌دهد.

شایان ذکر است، ارقام مندرج در قطر اصلی جداول (۳) تا (۶) مرتبط با شوک‌های مختص هر متغیر است و تمامی عناصر خارج از قطر اصلی بیانگر تعاملات بین متغیرهای شبکه مورد بررسی

می‌باشند. برای نمونه ۷۹/۵۸ درصد تلاطم بازده دلار متعلق به شوک‌های مختص خودش است (تقاطع سطر اول-ستون اول جدول ۳) و با تجزیه آن به سه فرکانس کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت به ترتیب ارقام ۶۸/۰۵، ۶/۰۹ و ۵/۴۳ حاصل می‌شود (به ترتیب تقاطع سطر و ستون اول جداول ۴، ۵ و ۶). این در حالی است که ۲۰/۴۲ درصد باقیمانده از تلاطم بازده دلار مرتبط با تعاملات آن با صنایع بورسی است. یافته‌ها حاکی از آن است که:

یک- مقدار متوسط شاخص اتصالات کل برای دوره مورد بررسی، ۴۹/۲۱ درصد است که به سه رقم ۳۱/۴۸، ۷/۱۵ و ۱۰/۵۸ تجزیه می‌شود که به ترتیب بیانگر فرکانس‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت است. بنابراین حدود نیمی از واریانس خطای پیش‌بینی در هر یک از متغیرها را می‌توان به تغییرات بین متغیرها در شبکه مورد بررسی نسبت داد که دلالت بر هم‌حرکتی نسبتاً شدید متغیرها دارد و نمی‌توان پتانسیل سرایت تلاطم درون شبکه (ریسک سیستمی) را نادیده گرفت. ۵۰ درصد باقیمانده را نیز می‌توان به عنوان جزء منبعث از تلاطم خاص هر متغیر در نظر گرفت.

دو- تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی، امکان تفکیک متغیرهای مورد بررسی در این شبکه به انتقال‌دهندگان (ارقام مثبت در سطر Net) و دریافت‌کنندگان (ارقام منفی در سطر Net) خالص تلاطم را فراهم می‌سازد. این موضوع با استفاده از شاخص اتصالات جهت‌دار خالص کل انجام می‌شود. در حوزه زمان (مجموع تمام فرکانس‌ها، جدول (۳)) یافته‌ها نشان می‌دهد که فلزات اساسی، سیمان، صنایع شیمیایی، کانه‌های فلزی و فرآورده‌های نفتی، انتقال‌دهندگان تلاطم هستند. در مقابل، کشاورزی، سرامیک، قند و شکر و دلار، دریافت‌کنندگان خالص تلاطم محسوب می‌شوند. تحلیل فرکانس در سه بازه زمانی مختلف (سطر Net در جداول ۴ تا ۶) بیانگر آن است که فرآیند انتقال و دریافت تلاطم در عموم صنایع به سرعت انجام می‌شود به طوری که حدود ۸۰ درصد تلاطمات شبکه در بازه زمانی کوتاه‌مدت و میان‌مدت (یعنی حداکثر تا ۱۰ روز کاری) انتقال می‌یابد و حدود ۲۰ درصد انتقال تلاطمات در فرکانس بلندمدت (بیش از ۱۰ روز کاری) رخ می‌دهد.

سه- با توجه به ارقام مندرج در قطر اصلی جدول (۳) (که با استفاده از شاخص اتصالات جهت‌دار کل به دیگران اندازه‌گیری شده است)، بالاترین ریسک‌های مختص به متغیرها در دلار (۷۹/۵۸ درصد)، کشاورزی (۶۰/۲۹ درصد)، قند و شکر (۵۶/۲۸ درصد) و سرامیک (۵۱/۴۳ درصد) مشاهده می‌شود به طوری که بیش از نیمی از واریانس خطای پیش‌بینی این متغیرها، مربوط به تلاطم خودش است. در سر دیگر طیف، دو صنعت کانه‌های فلزی (۳۷/۷۲ درصد) و فلزات اساسی (۳۷/۸۸ درصد) قرار دارند که حدود یک‌سوم از تلاطم آن‌ها منبعث از ریسک‌های خود صنایع است و ریسک‌های سیستمی، حدود دو-سوم از تلاطم آن‌ها را توضیح می‌دهد.

چهار- با استفاده از GFEVD نرمال شده می‌توان تأثیر هر یک از متغیرها در تلاطم سایر متغیرها بررسی کرد (عناصر غیر قطری جدول). بر این اساس اتصالات قوی دوطرفه‌ای بین ۴ صنعت بزرگ (صنایع شیمیایی، فرآورده نفتی، فلزات اساسی و کانه‌های فلزی) وجود دارد. مجموع تلاطم دریافت‌شده توسط صنعت شیمیایی از صنایع فرآورده‌های نفتی، فلزات اساسی و کانه‌های فلزی برابر ۳۹/۱۱، مجموع تلاطم دریافت‌شده توسط صنعت فرآورده‌های نفتی از صنایع شیمیایی، فلزات اساسی و کانه‌های فلزی برابر ۳۵/۴۷، مجموع تلاطم دریافت‌شده توسط صنعت فلزات اساسی از صنایع شیمیایی، فرآورده‌های نفتی و کانه‌های فلزی برابر ۴۴/۷۹ و مجموع تلاطم دریافت‌شده توسط صنعت کانه‌های فلزی از صنایع شیمیایی، فلزات اساسی و فرآورده‌های نفتی برابر ۴۶/۲۱ است. ارقام ذکر شده بیانگر درصدی از واریانس خطای پیش‌بینی هر یک از صنایع شیمیایی، فرآورده‌های نفتی، فلزات اساسی و کانه‌های فلزی است که مربوط به سه صنعت دیگر است.

پنج- هر چند در کل دوره مورد بررسی، دلار به طور متوسط در نقش پذیرنده تلاطم از بازار سهام ظاهر شده است (جدول ۳) اما در فرکانس میان‌مدت و بلندمدت، انتقال‌دهنده تلاطم به بازار سهام است. به بیان دیگر، نوسانات دلار در بلندمدت بر متغیرهای اقتصادی اثرگذار است. به نظر می‌رسد این مشاهده ریشه در دو عامل داشته باشد. این از یک سو، نوسانات دلار با اثرگذاری بر سطح عمومی قیمت‌ها و تورم، موجب تغییر قیمت محصولات شرکت‌ها شده و به تبع آن، شاخص قیمت صنایع بورسی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و از سوی دیگر با تجدید ارزیابی دارایی‌های شرکت (به ویژه ماشین‌آلات و دارایی‌های ثابت مشهود)، شاخص قیمت صنایع نیز دستخوش تغییر می‌شود.

جدول (۳). متوسط اتصالات کل تلاطم بازده متغیرها

FROM	دلار	شیمیایی	فراورده نفتی	فلزات اساسی	کانه‌های فلزی	کشاورزی	قند	سیمان	سرامیک	نام متغیرها
۲۰/۴۲	۷۹/۵۸	۴/۱۸	۲/۷۶	۳/۸۱	۳/۱۰	۱/۵۳	۱/۲۰	۲/۵۲	۱/۳۳	دلار
۵۹/۱۱	۳/۴۸	۴۰/۸۹	۱۰/۷۲	۱۴/۱۶	۱۴/۲۳	۳/۵۰	۲/۸۸	۶/۳۸	۳/۲۴	شیمیایی
۵۲/۰۹	۱/۷۹	۱۱/۶۲	۴۷/۹۱	۱۳/۵۴	۱۰/۳۱	۲/۳۳	۳/۰۸	۵/۷۰	۳/۷۲	فراورده نفتی
۶۲/۱۲	۲/۰۱	۱۳/۰۳	۱۱/۹۰	۳۷/۸۸	۱۹/۸۶	۲/۵۶	۳/۱۱	۶/۱۲	۳/۵۳	فلزات اساسی
۶۲/۲۸	۱/۸۱	۱۳/۸۶	۱۰/۱۷	۲۲/۱۸	۳۷/۷۲	۲/۶۲	۳/۱۴	۵/۴۲	۳/۰۷	کانه‌های فلزی
۳۹/۷۱	۱/۶۴	۵/۴۳	۳/۸۶	۴/۱۶	۳/۹۶	۶۰/۲۹	۶/۴۵	۹/۴۸	۴/۷۲	کشاورزی
۴۳/۷۲	۰/۹۸	۵/۰۹	۳/۷۹	۴/۳۸	۳/۹۳	۶/۰۳	۵۶/۲۸	۱۰/۷۳	۸/۷۹	قند و شکر
۵۴/۸۵	۱/۴۰	۶/۲۱	۵/۹۵	۸/۰۱	۵/۹۶	۶/۹۹	۸/۷۷	۴۵/۱۵	۱۱/۵۵	سیمان
۴۸/۵۷	۱/۴۹	۴/۴۰	۴/۴۱	۵/۳۸	۴/۶۱	۴/۷۵	۸/۸۵	۱۴/۶۷	۵۱/۴۳	سرامیک
۴۴۲/۸۷	۱۴/۶۱	۶۳/۸۲	۵۳/۵۶	۷۶/۱۴	۶۵/۹۸	۳۰/۳۲	۳۷/۴۸	۶۱/۰۱	۳۹/۹۵	TO
۴۹/۲۱	-۵/۸۲	۴/۷۱	۱/۴۷	۱۴/۰۲	۳/۷۰	-۹/۳۹	-۶/۲۴	۶/۱۶	-۸/۶۲	NET
	۲	۵	۵	۸	۷	۱	۳	۵	۰	NPDC

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول (۴). متوسط اتصالات کل تلاطم بازده متغیرها در فرکانس ۱ تا ۴ روز

FROM	دلار	شیمیایی	فراورده نفتی	فلزات اساسی	کانه‌های فلزی	کشاورزی	قند	سیمان	سرامیک	نام متغیرها
۱۵/۷۹	۶۸/۰۵	۳/۱۲	۲/۲۴	۲/۸۵	۲/۳۳	۱/۲۹	۰/۹۸	۱/۹۶	۱/۰۲	دلار
۳۶/۳۲	۱/۸۱	۲۹/۱۷	۶/۳۹	۸/۶۴	۹/۱۱	۲/۶۱	۲/۰۵	۳/۴۸	۲/۲۴	شیمیایی
۳۴/۴۹	۱/۲۴	۸/۰۳	۳۴/۰۹	۸/۰۸	۶/۷۶	۱/۷۶	۲/۰۸	۳/۶۴	۲/۹۰	فراورده نفتی
۴۳/۴۱	۱/۴۱	۹/۱۲	۷/۸۷	۲۶/۳۰	۱۳/۸۵	۱/۸۸	۲/۱۷	۴/۳۰	۲/۸۱	فلزات اساسی
۳۹/۸۰	۱/۲۴	۹/۶۸	۶/۱۴	۱۳/۱۴	۲۶/۴۱	۱/۸۸	۱/۹۶	۳/۵۴	۲/۲۲	کانه‌های فلزی
۲۵/۴۸	۱/۷۳	۳/۶۳	۲/۲۴	۲/۱۵	۲/۴۸	۴۶/۸۶	۴/۲۰	۶/۱۶	۳/۲۵	کشاورزی
۲۵/۷۱	۰/۷۳	۳/۰۵	۲/۲۴	۲/۳۹	۲/۳۶	۳/۳۵	۴۰/۸۹	۶/۴۳	۵/۱۶	قند
۳۲/۸۷	۱/۰۴	۳/۶۱	۳/۵۹	۴/۰۸	۳/۲۹	۴/۳۲	۵/۳۲	۳۰/۶۹	۷/۶۲	سیمان
۲۹/۴۴	۰/۷۵	۲/۶۴	۲/۶۹	۳/۵۰	۳/۰۵	۲/۸۶	۵/۴۰	۸/۵۴	۳۵/۸۱	سرامیک
۲۸۳/۳۱	۹/۵۹	۴۲/۸۸	۳۳/۳۹	۴۴/۸۳	۴۳/۲۴	۱۹/۹۴	۲۴/۱۷	۳۸/۰۶	۲۷/۲۱	TO
۳۱/۴۸	-۶/۲۰	۶/۵۶	-۱/۱۰	۱/۴۳	۳/۳۴	-۵/۵۴	-۱/۵۴	۵/۱۹	-۲/۲۳	NET
	۱	۸	۳	۵	۶	۰	۳	۷	۳	NPDC

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول (۵). متوسط اتصالات کل تلاطم بازده متغیرها در فرکانس ۴ تا ۱۰ روز

FROM	سرامیک	سیمان	قند	کشاورزی	کانه‌های فلزی	فلزات اساسی	فرآورده نفتی	شیمیایی	دلار	نام متغیرها
۲/۲۲	-۰/۱۶	-۰/۲۷	-۰/۱۱	-۰/۱۳	-۰/۳۴	-۰/۴۴	-۰/۲۵	-۰/۵۲	۶/۰۹	دلار
۹/۰۱	-۰/۳۹	۱/۰۸	-۰/۳۳	-۰/۳۹	۲/۰۹	۲/۳۳	۱/۷۱	۵/۱۹	۰/۶۹	شیمیایی
۶/۸۰	-۰/۳۰	-۰/۷۲	-۰/۳۷	-۰/۲۱	۱/۴۲	۲/۰۸	۵/۷۴	۱/۴۲	۰/۲۸	فرآورده نفتی
۸/۰۴	-۰/۳۰	-۰/۷۴	-۰/۳۸	-۰/۲۸	۲/۶۶	۴/۹۸	۱/۶۴	۱/۷۵	۰/۲۸	فلزات اساسی
۹/۲۴	-۰/۳۷	-۰/۷۶	-۰/۴۵	-۰/۳۰	۵/۱۵	۳/۶۸	۱/۵۶	۱/۸۲	۰/۲۹	کانه‌های فلزی
۵/۸۴	-۰/۶۴	۱/۳۷	-۰/۹۱	۶/۷۴	-۰/۶۳	-۰/۷۷	-۰/۶۱	-۰/۷۸	۰/۱۴	کشاورزی
۷/۲۶	۱/۵۳	۱/۶۷	۷/۷۵	۱/۱۲	-۰/۶۴	-۰/۷۳	-۰/۶۱	-۰/۸۲	۰/۱۳	قند
۸/۴۲	۱/۶۶	۶/۱۵	۱/۳۶	۱/۱۲	-۰/۹۷	۱/۳۵	-۰/۸۲	-۰/۹۷	۰/۱۸	سیمان
۷/۵۵	۷/۱۴	۲/۳۷	۱/۴۰	-۰/۷۹	-۰/۵۸	-۰/۷۰	-۰/۷۲	-۰/۶۵	۰/۳۴	سرامیک
۶۴/۳۸	۵/۳۵	۸/۹۹	۵/۳۱	۴/۳۵	۹/۳۲	۱۲/۰۹	۷/۹۳	۸/۷۳	۲/۳۳	TO
۷/۱۵	-۲/۳۰	-۰/۵۶	-۱/۹۶	-۱/۵۰	-۰/۰۸	۴/۰۵	۱/۱۴	-۰/۳۸	-۰/۱۱	NET
	۱	۵	۰	۲	۶	۸	۶	۳	۵	NPDC

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول (۶). متوسط اتصالات کل تلاطم بازده متغیرها در فرکانس بیش از ۱۰ روز

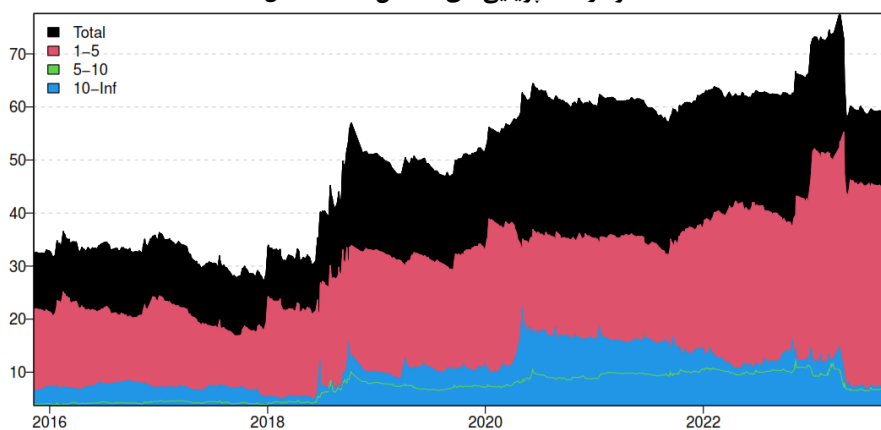
FROM	سرامیک	سیمان	قند	کشاورزی	کانه‌های فلزی	فلزات اساسی	فرآورده نفتی	شیمیایی	دلار	نام متغیرها
۲/۴۱	-۰/۱۶	-۰/۲۸	-۰/۱۱	-۰/۱۰	-۰/۴۳	-۰/۵۳	-۰/۲۷	-۰/۵۴	۵/۴۳	دلار
۱۳/۷۹	-۰/۶۱	۱/۸۲	-۰/۵۱	-۰/۵۱	۳/۰۴	۳/۷۱	۲/۶۲	۶/۵۳	۰/۹۸	شیمیایی
۱۰/۸۱	-۰/۵۳	۱/۳۴	-۰/۶۳	-۰/۳۶	۲/۱۳	۳/۳۸	۸/۰۸	۲/۱۷	۰/۲۷	فرآورده نفتی
۱۰/۶۷	-۰/۴۲	۱/۰۸	-۰/۵۶	-۰/۴۱	۳/۳۵	۶/۵۹	۲/۳۹	۲/۱۶	۰/۳۱	فلزات اساسی
۱۳/۲۴	-۰/۴۷	۱/۱۲	-۰/۷۳	-۰/۴۴	۶/۱۶	۵/۳۶	۲/۴۷	۲/۳۶	۰/۲۸	کانه‌های فلزی
۸/۳۸	-۰/۸۳	۱/۹۴	۱/۳۴	۶/۶۸	-۰/۸۵	۱/۲۴	۱/۰۲	۱/۰۲	۰/۱۴	کشاورزی
۱۰/۷۵	۲/۰۹	۲/۶۲	۷/۶۴	۱/۵۶	-۰/۹۳	۱/۲۵	-۰/۹۴	۱/۲۳	۰/۱۲	قند
۱۳/۵۶	۲/۲۸	۸/۳۱	۲/۰۸	۱/۵۶	۱/۷۰	۲/۵۷	۱/۵۴	۱/۶۳	۰/۱۹	سیمان
۱۱/۵۸	۸/۴۸	۳/۷۶	۲/۰۵	۱/۱۰	-۰/۹۸	۱/۱۸	۱	۱/۱۱	۰/۴۰	سرامیک
۹۵/۱۸	۷/۳۹	۱۳/۹۶	۸	۶/۰۳	۱۳/۴۲	۱۹/۲۲	۱۲/۲۴	۱۲/۲۲	۲/۶۹	TO
۱۰/۵۸	-۴/۱۸	-۰/۴۱	-۲/۷۵	-۲/۳۵	-۰/۱۹	۸/۵۴	۱/۴۳	-۱/۵۶	۰/۲۸	NET
	۱	۵	۰	۲	۶	۸	۷	۳	۴	NPDC

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۲-۲-۴. تغییرات پویای TCI

میانگین اتصالات صرفاً تصویر کلی از ارتباطات بین متغیرهای شبکه را ارائه می‌دهد اما تحولات و رویدادهای مهمی که در طول دوره نمونه رخ داده و بر این شبکه اثرگذار است را پنهان می‌کند. از این رو، تحلیل پویا از اتصالات در کل شبکه، نتایج دقیق‌تر و مطمئن‌تری را به دست می‌دهد. از این‌رو در نمودار (۲)، پویایی‌های شاخص اتصالات کل ترسیم شده است. نمودار (۲) نه تنها تحولات و تغییرات کل در TCI را منعکس می‌سازد (ناحیه مشکی‌رنگ)، بلکه TCI را به سه جزء کوتاه‌مدت (قرمز رنگ)، میان‌مدت (سبز رنگ) و بلندمدت (آبی‌رنگ) تفکیک می‌کند. یافته‌ها حاکی از آن است که:

نمودار (۲). پویایی‌های شاخص اتصالات کل



مأخذ: یافته‌های پژوهش

یک- دوره مورد بررسی به سه قسمت قابل تفکیک است، در قسمت اول، از ابتدای دوره تا اوایل سال ۲۰۱۸ (بهار ۱۳۹۷) یک تغییر در روند شاخص از نزولی به صعودی مشاهده می‌شود. بعد از بهار ۱۳۹۷، شاخص اتصالات کل به عنوان نماینده ریسک سیستمی افزایش قابل توجهی را تجربه می‌کند که می‌توان خروج آمریکا از برجام را یکی از مهم‌ترین عوامل این تغییرات دانست. به علاوه افزایش مقدار بلندمدت و میان‌مدت پس از این تاریخ حاکی از آن است که رویدادهای خاص آن دوره (یا ترکیبی از رویدادها) منجر به تغییرات عمیق‌تر در بازار شده و تأثیرات نسبتاً طولانی را اعمال می‌کند. همچنین مشاهده می‌شود که قبل از سال ۲۰۲۰ (زمستان ۱۳۹۸) مقادیر TCI عموماً کمتر از ۵۰ درصد بوده‌اند اما در قسمت سوم دوره، بعد از سال ۲۰۲۰، اتصالات بین شبکه متغیرها همواره بیش از ۵۰ درصد بوده و به مرور زمان نیز تقویت شده‌اند و بعضاً به ارقام بی‌سابقه حدوداً ۸۰ درصدی رسیده‌اند. مهم‌ترین رویداد این دوره را می‌توان همه‌گیری کووید-۱۹ دانست که پس از شیوع این بیماری (در اواخر سال ۲۰۱۹ و زمستان سال ۱۳۹۸) شاخص اتصالات کل افزایش چشمگیری را

تجربه می‌کند. پس از شیوع کووید-۱۹ نیز اتصالات بلندمدت با افزایش قابل ملاحظه‌ای همراه است، تا جایی که بالاترین رقم خود را در طول دوره مورد بررسی تجربه می‌کند.

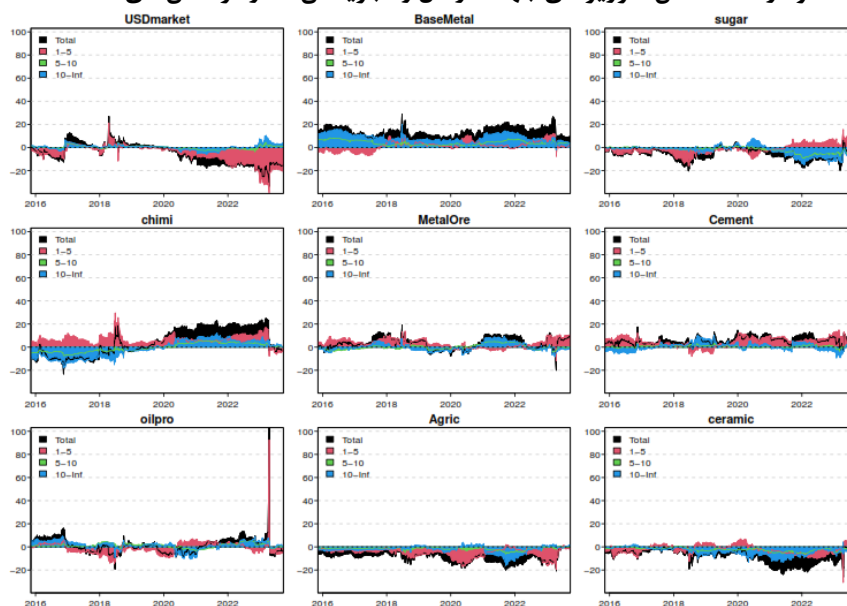
دو- هر چند تحولات TCI می‌تواند بخش قابل‌ملاحظه‌ای از رویدادها را منعکس سازد اما با نگاه عمیق‌تر به نمودار (۲) می‌توان به یافته مهم دیگری نیز دست یافت که آیا منبع اتصالات تلاطم در این شبکه خاص از متغیرها، کوتاه‌مدت است یا بخش قابل‌ملاحظه‌ای از ریسک سیستمی در بلندمدت رخ می‌دهد. همانطور که از ناحیه قرمز رنگ (فرکانس کوتاه‌مدت) مشخص است، بخش عمده‌ای از اتصالات در دوره مورد بررسی، کوتاه‌مدت است. توجه به این نکته حائز اهمیت است که وقتی بازه زمانی کوتاه‌مدت، اتصالات را در سیستم تعیین می‌کند (همانطور که برای بیشتر دوره نمونه در این مطالعه صادق است)، پردازش اطلاعات به سرعت رخ داده و انتقال شوک‌ها در شبکه عمدتاً در کوتاه‌مدت (یعنی در بازه زمانی کمتر از یک هفته کاری) اتفاق می‌افتد. همچنین بیانگر آن است که پژواک شوک‌های گذشته (یعنی شوک‌هایی که پیش از دو هفته قبل رخ داده‌اند- یعنی ۱۰ روز کاری به بالا) به اندازه کافی قوی نیستند که بتوانند از تأثیر تحولات فعلی در بازار سهام صنایع مربوطه بر روی اتصالات پیشی بگیرند. در مقابل، هنگامی که دوره بلندمدت، اتصالات شبکه را تعیین می‌کند، بخش قابل ملاحظه‌ای از آن، تغییرات ساختاری را منعکس می‌سازد که در نقطه‌ای از گذشته نزدیک (یعنی ۱۰ روز کاری به قبل) رخ داده است و بخشی دیگر را هم می‌توان از محل بروز سایر شوک‌ها دانست.

۳-۲-۴. خالص اتصالات جهت‌دار کل

هر چند پویایی‌های اتصالات کل در نمودار (۲)، سرایت تلاطم را در سه فرکانس مختلف نشان می‌دهد اما قادر به ارائه پاسخ به این پرسش نیست که کدامیک از متغیرها در شبکه با انتقال شوک‌ها (در کوتاه‌مدت، میان‌مدت یا بلندمدت)، هدایت‌کننده تلاطم هستند. بنابراین هدف بخش حاضر، شناسایی فرستنده‌ها و پذیرنده‌های تلاطم درون شبکه است که یافته‌های اصلی مقاله حاضر را شفاف‌تر نموده و به انجام نتیجه‌گیری‌های مفید برای متغیرهای مورد بررسی کمک می‌کند. ابتدا روی اتصالات جهت‌دار کل تمرکز می‌شود که نتایج آن در نمودار (۳) ارائه شده است. تمام پانل‌های نمودار (۳)، علاوه بر اینکه اتصالات جهت‌دار کل (مشکی رنگ) را نشان می‌دهند بلکه اتصالات جهت‌دار کوتاه‌مدت (قرمز رنگ)، میان‌مدت (سبز رنگ) و بلندمدت (آبی رنگ) را نیز منعکس می‌کنند. شایان ذکر است که هر بار نواحی رنگی در مقادیر مثبت قرار می‌گیرند، بیانگر آن است که متغیر مربوطه، انتقال‌دهنده خالص شوک‌ها به سایر صنایع بورسی است و در مقابل، مقادیر منفی به گیرندگان خالص تلاطم اختصاص دارد. همچنین در گذر زمان، ممکن است هر یک از صنایع مورد بررسی، هر یک از

این دو حالت (یعنی فرستنده خالص یا گیرنده خالص) را به خود بگیرند. یافته‌ها حاکی از آن است که:

نمودار (۳). خالص سرریزهای جهت‌دار کل و تجزیه آن‌ها در فرکانس‌های مختلف



مأخذ: یافته‌های پژوهش

یک- به استثنای صنعت فلزات اساسی و کشاورزی، جابه‌جایی بین نقش‌ها درباره تمامی متغیرهای مورد بررسی به طور مکرر رخ داده است. برای نمونه دلار در ابتدا خالص دریافت‌کننده شوک‌ها بوده و سپس به انتقال‌دهنده خالص تلاطم تبدیل شده است و پس از آن از دوره ۲۰۲۰ به بعد، در نقش پذیرنده شوک‌ها، عمل کرده است.

دو- صنعت فلزات اساسی در نقش انتقال‌دهنده دائمی شوک‌ها ظاهر شده است، حال آنکه بخش کشاورزی، پذیرنده دائمی تلاطم بوده است.

سه- تحلیل سرریزهای جهت‌دار کل در قالب فرکانس‌های مختلف، تصویر دقیق‌تری را ارائه می‌دهند. برای نمونه جهت سرریز تلاطم در دلار در دوره کوتاه‌مدت (قرمز رنگ) و بلندمدت (آبی‌رنگ) در انتهای دوره مورد بررسی متفاوت است. به‌طوری‌که سرریز تلاطم بلندمدت در محدوده مثبت نمودار قرار دارد در حالی‌که سرریز کوتاه‌مدت در ناحیه منفی به صورت قوی‌تری ظاهر می‌گردد و همین موضوع در نهایت منجر به خالص پذیرنده بودن دلار از تلاطم شبکه بورسی کشور می‌شود.

۴-۲-۴. خالص اتصالات جهت‌دار زوجی (NPDC)

خالص اتصالات جهت‌دار زوجی در قالب تحلیل شبکه در نمودار (۴) ترسیم شده است. در این شبکه، تمامی متغیرهای مورد بررسی حول یک دایره قرار گرفته و از طریق کمان‌هایی به یکدیگر متصل می‌شوند که ضخامت هر یک از این کمان‌ها بیانگر شدت خالص اتصالات زوجی بین آن دو متغیر است. لازم به ذکر است که ممکن است دو متغیر، اتصالات زوجی بسیار قوی را با یکدیگر تجربه کنند اما به دلیل آن که این اتصالات دو سویه و قوی است، خالص اتصالات بین آن دو متغیر، صفر باشد و لذا کمانی بین آن‌ها مشاهده نگردد. دواپر به رنگ آبی بیانگر آن است که متغیر مورد بررسی، خالص فرستنده تلاطم به شبکه است و رنگ زرد منعکس‌کننده خالص پذیرنده بودن تلاطم از شبکه می‌باشد. خالص اتصالات زوجی نیز در چارچوب تحلیل فرکانس به صورت ۴ پانل مجزا نمایش داده شده است. پانل الف، خالص اتصالات جهت‌دار زوجی را در کل دوره مورد بررسی نشان می‌دهد. در پانل‌های ب، ج و د، به ترتیب خالص اتصالات جهت‌دار زوجی در بازه‌های زمانی «۱ تا ۴ روز کاری»، «۴ تا ۱۰ روز کاری» و «۱۰ روز کاری به بالا» ارائه شده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که:

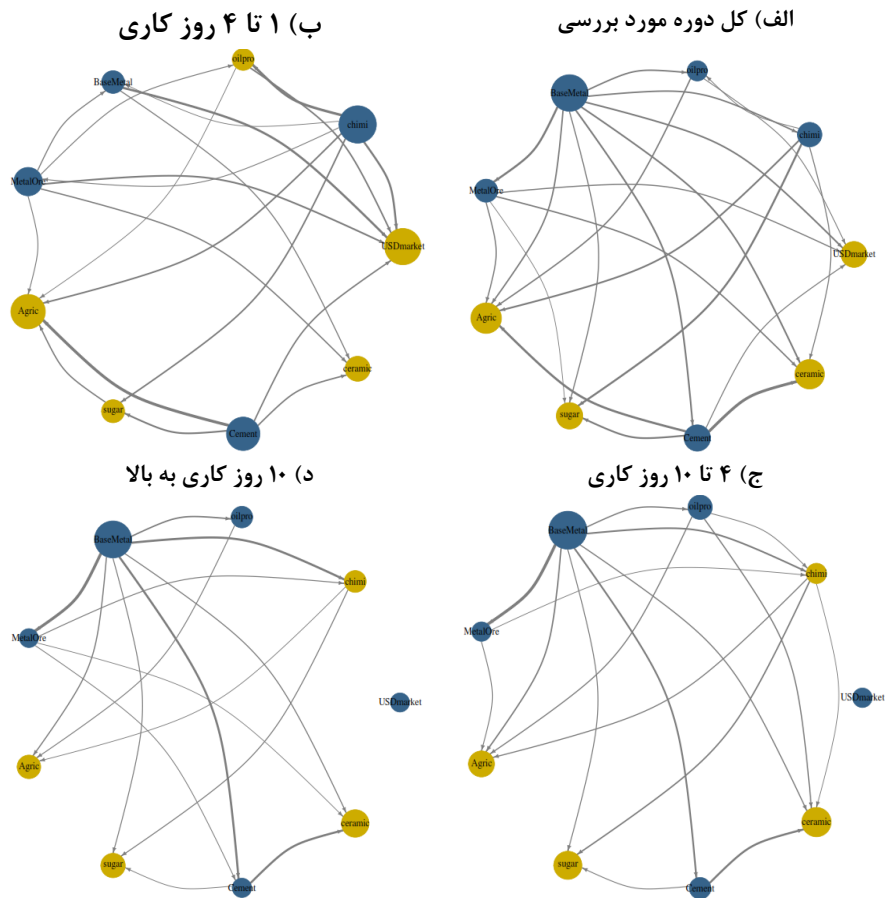
یک- خالص اتصالات جهت‌دار کل در بازه زمانی کوتاه‌مدت ۱ تا ۴ روز کاری بسیار قوی‌تر از سایر فرکانس‌های زمانی است، زیرا تعداد کمان‌ها و ضخامت آن‌ها در بازه زمانی فوق‌الذکر قابل ملاحظه‌تر از دوره‌های مورد بررسی است. این بدین معناست که بخش عمده‌ای از انتقال و دریافت تلاطم در شبکه بازار سهام ایران در کوتاه‌مدت رخ می‌دهد.

دو- به رغم آنکه صنعت فرآورده‌های نفتی به عنوان خالص انتقال‌دهنده شوک در کل دوره مورد بررسی عمل می‌کنند (پانل الف)، اما در دوره زمانی کوتاه‌مدت (۱ تا ۴ روز کاری)، نقش کاملاً متفاوتی را بازی می‌کنند و پذیرنده خالص تلاطم است (پانل ب). یافته مشابهی در خصوص دلار نیز مشاهده می‌شود به طوری که در کل دوره مورد بررسی (پانل الف) و فرکانس کوتاه‌مدت (پانل ب)، پذیرنده شوک می‌باشد اما در فرکانس میان‌مدت (پانل ج) و بلندمدت (د)، در نقش انتقال‌دهنده تلاطم به شبکه ظاهر می‌شود. صنعت شیمیایی نیز در کل دوره و فرکانس کوتاه‌مدت، انتقال‌دهنده تلاطم است اما در فرکانس میان‌مدت و بلندمدت، گیرنده شوک‌ها از شبکه مورد بررسی است.

سه- قطر دواپر در ۴ پانل با یکدیگر تفاوت دارد بدین معنا که شدت ارسال یا پذیرش تلاطم در شبکه مورد بررسی در بازه‌های زمانی مختلف، متفاوت است. برای نمونه، صنعت فلزات اساسی که در کل دوره مورد بررسی، قوی‌ترین انتقال‌دهنده تلاطم به شبکه است، در دوره زمانی کوتاه‌مدت

(۱ تا ۴ روز کاری)، جای خود را به صنعت شیمیایی می‌دهد اما مجدداً در بازه‌های زمانی میان‌مدت و بلندمدت، جایگاه خود را پس می‌گیرد.

نمودار (۴). خالص اتصالات جهت‌دار زوجی در قالب شبکه صنایع بورسی در چارچوب تحلیل فرکانس



مأخذ: یافته‌های پژوهش

چهار- هر چند صنایع کالامحور صادراتی مشتمل بر فرآورده‌های نفتی، شیمیایی، فلزات اساسی و کانه‌های فلزی که بزرگترین صنایع بورسی بوده و بیش از ۶۰ درصد ارزش بازار سهام کشور را تشکیل می‌دهند، قوی‌ترین اتصالات دوطرفه را از خود به نمایش می‌گذارند (جدول ۳) اما با توجه به یکسان بودن اثرگذاری و اثرپذیری این صنایع از تلاطم بازده یکدیگر، خالص اتصالات جهت‌دار بین آنها تقریباً اندک است. البته صنعت فلزات اساسی تا حدودی مستثنی بوده و کمان‌های خارج

شده از این بخش بیانگر آن است که به طور خالص انتقال‌دهنده شوک‌ها به ۳ صنعت بزرگ دیگر (کانه‌های فلزی، فرآورده‌های نفتی و شیمیایی) است.

پنج- شواهد حاکی از برقراری اثر تقدم و تأخر است به طوری که صنایع بزرگ بورسی، انتقال‌دهنده تلاطم به صنایع کوچک محسوب می‌شوند به طوری که صنعت کشاورزی، پذیرنده تلاطم از هر چهار صنعت بزرگ بورسی است. صنایع قند و شکر و سرامیک از تلاطم سه صنعت بزرگ متأثر می‌شوند و صنعت سیمان نیز تحت تأثیر تلاطم صنعت فلزات اساسی قرار می‌گیرد.

۶. نتیجه‌گیری

وجود طیف متنوعی از فعالان بازارهای مالی با افق‌های سرمایه‌گذاری متفاوت باعث شده اهمیت بررسی سرریز تلاطم در حوزه فرکانس علاوه بر حوزه زمان برجسته شود. به همین جهت مقاله حاضر به کمک رویکرد اتصال فرکانس TVP-VAR، به بررسی سرریزهای پویای تلاطم در محدوده‌های فرکانسی کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت بین دلار و شاخص سهام ۸ صنعت بورسی مشتمل بر «شیمیایی»، «فلزات اساسی»، «فرآورده‌های نفتی»، «استخراج کانه‌های فلزی»، «کشاورزی»، «قند و شکر»، «سیمان» و «کاشی و سرامیک» طی دوره مهر ماه سال ۱۳۹۴ تا مهر ماه سال ۱۴۰۲ می‌پردازد. نتایج بدست آمده به شرح زیر است:

- ❖ مقدار متوسط شاخص اتصالات کل برای دوره مورد بررسی، حدوداً ۵۰ درصد است که دلالت بر هم‌حرکتی نسبتاً شدید متغیرها دارد. به علاوه بخش عمده مقدار متوسط شاخص اتصالات کل به فرکانس کوتاه‌مدت اختصاص دارد (۳۱/۴۸ درصد).
- ❖ پویایی‌های شاخص اتصالات کل نشان‌دهنده افزایش این شاخص و افزایش اتصالات در بلندمدت پس از شیوع کووید-۱۹ است.
- ❖ در بیشتر دوره مورد بررسی بخش عمده‌ای از اتصالات به بازه زمانی کوتاه‌مدت تعلق دارد. در واقع این یافته حاکی از آن است که پردازش اطلاعات به سرعت رخ داده و انتقال شوک‌ها در شبکه عمدتاً در کوتاه‌مدت (یعنی در بازه زمانی کمتر از یک هفته کاری) اتفاق می‌افتد. به عبارت دیگر پژواک شوک‌های گذشته (یعنی شوک‌هایی که پیش از دو هفته قبل رخ داده‌اند- یعنی ۱۰ روز کاری به بالا) به اندازه کافی قوی نیستند که بتوانند از تأثیر تحولات فعلی در بازار سهام صنایع مربوطه بر روی اتصالات پیشی بگیرند.
- ❖ صنعت فلزات اساسی در نقش انتقال‌دهنده دائمی شوک‌ها ظاهر شده است و بخش عمده تلاطم این صنعت توسط تلاطم بلندمدت توضیح داده می‌شود، حال آنکه بخش

- کشاورزی، پذیرنده دائمی تلاطم بوده است و در بیشتر بخش‌های دوره مورد بررسی، سهم عمده تلاطم این بخش مربوط به دوره کوتاه‌مدت است.
- ❖ به رغم آنکه صنعت فرآورده‌های نفتی به عنوان خالص انتقال‌دهنده شوک در کل دوره مورد بررسی عمل می‌کنند، اما در دوره زمانی کوتاه‌مدت (۱ تا ۴ روز کاری)، نقش کاملاً متفاوتی را بازی می‌کنند و پذیرنده خالص تلاطم است. یافته مشابهی در خصوص دلار نیز مشاهده می‌شود به طوری که در کل دوره مورد بررسی و فرکانس کوتاه‌مدت، پذیرنده شوک می‌باشد اما در فرکانس میان‌مدت و بلندمدت، در نقش انتقال‌دهنده تلاطم به شبکه ظاهر می‌شود. صنعت شیمیایی نیز در کل دوره و فرکانس کوتاه‌مدت، انتقال‌دهنده تلاطم است اما در فرکانس میان‌مدت و بلندمدت، گیرنده شوک‌ها از شبکه مورد بررسی است.
 - ❖ با وجود اینکه صنعت فلزات اساسی که در کل دوره مورد بررسی، قوی‌ترین انتقال‌دهنده تلاطم به شبکه است، در دوره زمانی کوتاه‌مدت (۱ تا ۴ روز کاری)، جای خود را به صنعت شیمیایی می‌دهد اما مجدداً در بازه‌های زمانی میان‌مدت و بلندمدت، جایگاه خود را پس می‌گیرد. این نوع تغییر جایگاه در بازه‌های زمانی مختلف برای سایر متغیرهای شبکه نیز مشاهده می‌شود.
 - ❖ شواهد حاکی از برقراری اثر تقدم و تأخر است به طوری که صنایع بزرگ بورسی، انتقال‌دهنده تلاطم به صنایع کوچک محسوب می‌شوند به طوری که صنعت کشاورزی، پذیرنده تلاطم از هر چهار صنعت بزرگ بورسی است، صنایع قند و شکر و سرامیک از تلاطم سه صنعت بزرگ متأثر می‌شوند و صنعت سرامیک نیز تحت تأثیر تلاطم صنعت فلزات اساسی قرار می‌گیرد.
 - ❖ نتایج بدست آمده در حوزه زمان تا حد زیادی مشابه نتایج مطالعه مهاجری و طالبلو (۱۴۰۱) است. با توجه به اینکه شبکه مورد بررسی در پژوهش حاضر و مطالعه مهاجری و طالبلو (۱۴۰۱) در بخشی از متغیرها متفاوت است، ارقام بدست آمده از شاخص‌های سرریز اندکی متفاوت است اما به طور کلی نقش متغیرها (فرستنده و گیرنده تلاطم) در هر دو مطالعه مشابه است. به استثنای صنعت شیمیایی که در مطالعه حاضر در حوزه زمان نقش فرستنده تلاطم را دارد و در مطالعه مهاجری و طالبلو (۱۴۰۱) در نقش پذیرنده تلاطم ایفا می‌کند. به علاوه در هر دو مطالعه مشاهده می‌شود که شاخص

اتصالات کل پس از شیوع کووید-۱۹ با افزایش همراه است (شدت این افزایش در پژوهش حاضر بیشتر از مطالعه مهاجری و طالبو (۱۴۰۱) است).^۱

دلالت‌های مختلفی برای سیاست‌گذاران وجود دارد که از شواهد ارائه شده در این مقاله قابل اقتباس است. نخست، به موازات با تشدید بی‌ثباتی‌های اقتصاد کلان (به‌ویژه افزایش قیمت‌های کلیدی خصوصاً نرخ ارز و نرخ‌های بهره بین‌بانکی)، سیاست‌گذاری‌های اقتصادی (خصوصاً تصمیمات ضد و نقیض متعدد در وضع/حذف عوارض صادرات فولاد، پتروشیمی و ... و قیمت‌گذاری دستوری خوراک صنایع مختلف)، ابهامات و اخبار متناقض در خصوص احیای برجام و حصول دستیابی به توافق و نظایر آن، سرریز تلاطمات با لمس رقم ۸۰ درصد، بی‌سابقه‌ترین وضعیت ریسک سیستمی را در بازار سهام ایران ایجاد نموده است. طبق ادبیات نظری اقتصاد مالی، افزایش ریسک‌های سیستمی عملاً موجب از بین رفتن مزایای حاصل از تنوع بخشی سبد سرمایه‌گذاری سهام خواهد شد. در محیط سرمایه‌گذاری که به دلیل تشدید ریسک سیستمی، امکان مدیریت کارای ریسک وجود ندارد، به مرور زمان سرمایه‌گذاران، خروج از بازار سهام و ورود به بازارهای موازی دیگر (نظیر رمز ارزها، املاک به‌ویژه در کشورهای همسایه، طلا و ارز و ...) را ترجیح خواهند داد. دوم آنکه، سرریزهای جفتی بین بخش‌ها می‌تواند سیاست‌گذاران را در طراحی سیاست‌های بهینه برای هر بخش راهنمایی کند. اتصالات خالص قوی و مثبت برای بخش‌هایی نظیر صنایع شیمیایی-پتروشیمی و فلزات اساسی بدین معناست که هرگونه شوک‌های مثبت یا منفی با قدرت به سایر بخش‌ها سرایت می‌کند لذا سیاست‌گذاران با تحلیل روابط بین‌بخشی می‌توانند سیاست‌های محرک رشد را به‌طور کارآمدتری طراحی نمایند. سوم آنکه، بخش عمده‌ای از سرریز تلاطم به فرکانس کوتاه‌مدت اختصاص دارد و همچنین صنایع شیمیایی قوی‌ترین انتقال‌دهنده تلاطم در کوتاه‌مدت است، لازم است در جهت کاهش ریسک سیستمی در شبکه متغیرهای مورد بررسی، بخش پتروشیمی و صنایع شیمیایی مورد نظارت بیشتری قرار گیرند.

References

^۱ بررسی تأثیر شکست‌های ساختاری بر اتصالات میان صنایع بورسی می‌تواند در قالب مطالعات آتی تکمیلی انجام شده و نتایج آن با یافته‌های مقاله حاضر مقایسه گردد.

- Abbasi, Ebrahim; Dehghan-Nairy, Leila; and Pourdadaash-Mehrabani, Nazila (2016). Investigating the relationship between trading volume, stock returns and return volatility at different scales in Tehran Stock Exchange. *Asset Management and Financing*, 4(4), 99-114. DOI: 10.22108/amf.2016.21115. (In Persian)
- Adewuyi, A. O., Adeleke, M. A., Tiwari, A. K., & Abakah, E. J. A. (2023). Dynamic linkages between shipping and commodity markets: Evidence from a novel asymmetric time-frequency method. *Resources Policy*, 83, 103638. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103638
- Andrieş, A. M., Ilnatov, I., & Tiwari, A. K. (2014). Analyzing time–frequency relationship between interest rate, stock price and exchange rate through continuous wavelet. *Economic Modelling*, 41, 227-238. DOI: 10.1016/j.econmod.2014.05.013
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Gabauer, D. (2020). Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(4), 84. DOI: 10.3390/jrfm13040084
- Baruník, J., & Křehlík, T. (2018). Measuring the frequency dynamics of financial connectedness and systemic risk. *Journal of Financial Econometrics*, 16(2), 271-296. DOI: 10.1093/jjfinec/nby001
- Basnarkov, L., Stojkoski, V., Utkovski, Z., & Kocarev, L. (2020). Lead–lag relationships in foreign exchange markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 539, 122986. DOI: 10.1016/j.physa.2019.122986
- Bouri, E., Cepni, O., Gabauer, D., & Gupta, R. (2021). Return connectedness across asset classes around the COVID-19 outbreak. *International review of financial analysis*, 73, 101646. DOI: 10.1016/j.irfa.2020.101646
- Camilleri, S. J., Scicluna, N., & Bai, Y. (2019). Do stock markets lead or lag macroeconomic variables? Evidence from select European countries. *The North American Journal of Economics and Finance*, 48, 170-186. DOI: 10.1016/j.najef.2019.01.019
- Chatziantoniou, I., Abakah, E. J. A., Gabauer, D., & Tiwari, A. K. (2022). Quantile time–frequency price connectedness between green bond, green equity, sustainable investments and clean energy markets. *Journal of Cleaner Production*, 361, 132088. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.132088
- Chatziantoniou, I., Gabauer, D., & Gupta, R. (2021). Integration and risk transmission in the market for crude oil: A time-varying parameter frequency connectedness approach. *University of Pretoria Department of Economics Working Paper Series* .

- Chatziantoniou, I., Gabauer, D., & Gupta, R. (2023). Integration and risk transmission in the market for crude oil: New evidence from a time-varying parameter frequency connectedness approach. *Resources Policy*, 84, 103729. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103729
- Cui, J., & Maghyreh, A. (2022). Time–frequency co-movement and risk connectedness among cryptocurrencies: new evidence from the higher-order moments before and during the COVID-19 pandemic. *Financial Innovation*, 8(1), 90. DOI: 10.1186/s40854-022-00395-w
- Cui, J., Goh, M., Li, B., & Zou, H. (2021). Dynamic dependence and risk connectedness among oil and stock markets: new evidence from time-frequency domain perspectives. *Energy*, 216, 119302. DOI: 10.1016/j.energy.2020.119302
- Cunado, J., Gabauer, D., & Gupta, R. (2024). Realized volatility spillovers between energy and metal markets: a time-varying connectedness approach. *Financial Innovation*, 10(1), 12. DOI: 10.1186/s40854-023-00554-7
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of forecasting*, 28(1), 57-66. DOI: 10.1016/j.ijforecast.2011.02.006
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2014). On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of econometrics*, 182(1), 119-134. DOI: 10.1016/j.jeconom.2014.04.012
- Hou, K. (2007). Industry information diffusion and the lead-lag effect in stock returns. *The review of financial studies*, 20(4), 1113-1138. DOI: 10.1093/revfin/hhm003
- Huang, J., Chen, B., Xu, Y., & Xia, X. (2023). Time-frequency volatility transmission among energy commodities and financial markets during the COVID-19 pandemic: A Novel TVP-VAR frequency connectedness approach. *Finance Research Letters*, 53, 103634. DOI: 10.1016/j.frl.2023.103634
- Jebran, K., & Iqbal, A. (2016). Dynamics of volatility spillover between stock market and foreign exchange market: evidence from Asian Countries. *Financial Innovation*, 2, 1-20. DOI: 10.1186/s40854-016-0021-1
- Khalfaoui, R., Tiwari, A. K., Kablan, S., & Hammoudeh, S. (2021). Interdependence and lead-lag relationships between the oil price and metal markets: Fresh insights from the wavelet and quantile coherency approaches. *Energy Economics*, 101, 105421. DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105421

- Koop, G., & Korobilis, D. (2014). A new index of financial conditions. *European Economic Review*, 71, 101-116. DOI: 10.1016/j.eurocorev.2014.07.002
- Koop, G., Pesaran, M. H., & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. *Journal of econometrics*, 74(1), 119-147. DOI: 10.1016/0304-4076(95)01753-4
- Li, Z., & Meng, Q. (2022). Time and frequency connectedness and portfolio diversification between cryptocurrencies and renewable energy stock markets during COVID-19. *The North American Journal of Economics and Finance*, 59, 101565. DOI: 10.1016/j.najef.2021.101565
- Malik, F. (2021). Volatility spillover between exchange rate and stock returns under volatility shifts. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 80, 605-613. DOI: 10.1016/j.qref.2021.04.011
- Mohajari, Parisa; and Taleblo, Reza (2022). Investigating the dynamics of spillovers of volatility between sector returns using the time-varying vector autoregressive linkages (TVP-VAR) approach; evidence from the Iranian stock market. *Economic Research*, 57(2), 321-356. DOI: 10.22059/jte.2023.349895.1008727. (In Persian)
- Monteiro, A., Silva, N., & Sebastião, H. (2023). Industry return lead-lag relationships between the US and other major countries. *Financial Innovation*, 9(1), 40. DOI: 10.1186/s40854-022-00439-1
- Naeem, M. A., Adekoya, O. B., & Oliyide, J. A. (2021). Asymmetric spillovers between green bonds and commodities. *Journal of Cleaner Production*, 314, 128100. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.128100
- Nieh, C. C., & Lee, C. F. (2001). Dynamic relationship between stock prices and exchange rates for G-7 countries. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 41(4), 477-490. DOI: 10.1016/S1062-9769(01)00085-0
- Norbakhsh, Asgar; Soltani, Ramin; and Asadi-Mafi, Mahboobeh (2021). The lead-lag effect between stocks within an industry: Assessing market efficiency and providing trading strategies. *Financial Research*, 23(3), 419-439. DOI: 10.22059/frj.2021.328503.1007227. (In Persian)
- Pan, M. S., Fok, R. C. W., & Liu, Y. A. (2007). Dynamic linkages between exchange rates and stock prices: Evidence from East Asian markets. *International Review of Economics & Finance*, 16(4), 503-520. DOI: 10.1016/j.iref.2005.09.003
- Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics letters*, 58(1), 17-29. DOI: 10.1016/S0165-1765(97)00214-0
- Shang, J., & Hamori, S. (2024). Quantile time-frequency connectedness analysis between crude oil, gold, financial markets, and macroeconomic

- indicators: Evidence from the US and EU. *Energy Economics*, 107473. DOI: 10.1016/j.eneco.2024.107473
- Tsai, I. C. (2012). The relationship between stock price index and exchange rate in Asian markets: A quantile regression approach. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 22(3), 609-621. DOI: 10.1016/j.intfin.2012.04.005
- Zhu, H., Yu, D., Hau, L., Wu, H., & Ye, F. (2022). Time-frequency effect of crude oil and exchange rates on stock markets in BRICS countries: Evidence from wavelet quantile regression analysis. *The North American Journal of Economics and Finance*, 61, 101708. DOI: 10.1016/j.najef.2022.101708

پیوست

مدل را با p وقفه، TVP-VAR(p)، می‌توان به صورت زیر ترسیم کرد:

$$x_t = \Phi_{1t}x_{t-1} + \Phi_{2t}x_{t-2} + \dots + \Phi_{pt}x_{t-p} + \epsilon_t \quad \epsilon_t \sim N(0, \Sigma_t)$$

که در آن x_t ، x_{t-1} و ϵ_t بردارهای $N \times I$ بعدی و Σ_t و Φ_{it} ، $i = 1, \dots, p$ ماتریس‌های $N \times N$ بعدی هستند که مورد اول نشان‌دهنده ماتریس واریانس کوواریانس متغیر با زمان است در حالی که دومی ضرایب متغیر با زمان VAR را نشان می‌دهد. برای سادگی می‌توان از ماتریس $N \times N$ باوقفه-چند جمله‌ای استفاده کرد، $\Phi(L) = [I_N - \Phi_{1t}L - \dots - \Phi_{pt}L^p]$ ، که در آن I_N یک ماتریس همانی است. بنابراین، مدل می‌تواند به صورت $\Phi(L)x_t = \epsilon_t$ بازنویسی شود. تا زمانی که فرآیند TVP-VAR یک فرآیند ماناست، می‌توان آن را به عنوان یک TVP-VMA(∞) با استفاده از قضیه ولد نوشت: $x_t = \Psi(L)\epsilon_t$ ، به طوری که $\Psi(L)$ ماتریسی از بی‌نهایت وقفه چند جمله‌ای است که به طور بازگشتی^۱ می‌توان آن را به صورت $\Phi(L) = [\Psi(L)]^{-1}$ محاسبه کرد. از آنجایی که $\Psi(L)$ شامل تعداد بی‌نهایت وقفه است، لازم است با ضرایب میانگین متحرک Ψ_h محاسبه شده در افق $h = 1, \dots, H$ برآورد. از آنجایی که یک شوک به یک متغیر در مدل لزوماً به تنهایی ظاهر نمی‌شود، یعنی به صورت متعامد به شوک به متغیرهای دیگر منجر می‌شود، مرحله مهم بعدی محاسبه تجزیه واریانس است. ضرایب TVP-VMA، Ψ_h ، برای محاسبه تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی تعمیم‌یافته (GFEVD) که در کانون رویکرد اتصال قرار دارد، مورد نیاز است (Chatziantoniou et al., 2021)

¹ Recursively