Estimating the Systemic Risk and Volatility Spillovers among Industries Listed Stock Market and Its Application in Optimal Portfolio; TVP-VAR Approach

Reza Taleblou — Associate Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University

Parisa Mohajeri* — Associate Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University

Abbas Shakeri — Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University

Teimor Mohammadi — Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University

Zahra Zabihi — Ph.D. Student of Economics, Allameh Tabataba'i University

Abstract

Achieving the correct insight into the structure of connectedness and the spillover of volatilities between different stock exchange industries plays an important role in risk management and forming an optimal stock portfolio. Also, the analysis of inter-sectoral connectedness helps policy makers in designing policies that stimulate economic growth and implementing preventive measures to curb the propagation of systemic risk. In this regard, this article tries to use the data of 3370 trading days during the period of 1388/07/01 to 1402/06/31, encompassing 20 stock market industries (which constitute more than 80% of the Iranian stock market) and applying the connectedness approach based on the vector autoregression model with time-varying parameters (TVP-VAR), to estimate the systemic risk and volatility connectedness of the stock market network. In addition, we implement the minimum connectedness approach in the optimal stock portfolio and compared its performance with two other conventional approaches. The findings reveal that, first; the systemic risk in Iranian stock market is

- This article is extracted from Ph.D. dissertation of Economics Faculty of Allame Tabataba`i University

* Corresponding Author: p.mohajeri@atu.ac.ir

How to Cite: xxxxxxx

significant and has reached unprecedented figures of 80% in the last three years. Second, the four major export industries (petrochemicals, metals, mining and refining) experience the strongest pairwise connectedness, and among them, base metals appear as one of the most important transmitters of volatilities to the entire stock network. Thirdly, the stock portfolio based on the minimum connectedness method, compared to the minimum variance and minimum correlation methods, shows a better performance based on the criteria of cumulative return and hedge ratio efficiency.

Keywords: systemic risk, optimal stock portfolio, volatility spillover, minimal connections, vector autoregression with time-varying parameters (TVP-VAR).
JEL Classification: C32, C58, G11

برآورد ریسک سیستمی و سرریز تلاطمات در صنایع بورسی و کاربرد آن در سبدسازی بهینه؛ رویکرد TVP-VAR

رضا طالبلو | دانشیار گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

پریسا مهاجری * | دانشیار گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

عباس شاکری | استاد گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

تیمور محمدی | استاد گروه اقتصاد نظری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

زهرا ذبیحی | دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

چکیده

دستیابی به بینش صحیح از ساختار اتصالات و سرریز تلاطمات بین صنایع مختلف بورسی، نقش مهمی در مدیریت ریسک و تشکیل سبد بهینه سهام ایفا می‌کند. همچنین تحلیل اتصالات بین بخشی، در تدوین سیاست‌های محرک رشد اقتصادی و طراحی اقدامات پیشگیرانه برای ممانعت از انتشار ریسک سیستمی به سیاستگذاران کمک می‌کند. در این راستا، مقاله حاضر تلاش می‌کند تا با استفاده از داده‌های ۳۳۷۰ روز کاری مشترک طی دوره زمانی ۱۳۸۸/۷/۱ تا ۱۴۰۲/۶/۳۱ برای ۲۰ صنعت بورسی (که بالغ بر ۸۰ درصد بازار سهام ایران را تشکیل می‌دهد) و به کارگیری رویکرد اتصالات مبتنی بر مدل خودرگسیون برداری با پارامترهای متغیر طی زمان (TVP-VAR)، ریسک سیستمی و اتصالات تلاطمات بازده شبکه بازار سهم را برآورد نماید. علاوه بر این، رویکرد حداقل اتصالات را در سبدسازی بهینه سهام به کار گرفته و عملکرد آن را با دو رویکرد مرسوم مقایسه نماید. یافته‌ها حکایت از آن دارد که اولاً ریسک سیستمی در بازار سهام ایران قابل ملاحظه است و در سه سال اخیر به ارقام بی‌سابقه ۸۰ درصدی نیز رسیده است. ثانیاً چهار صنعت صادراتی بزرگ (پتروشیمی، فلزات، معادن و پالایشگاه)، قوی‌ترین اتصالات زوجی را تجربه می‌کنند و در میان آن‌ها، فلزات اساسی در نقش یکی از انتقال‌دهندگان مهم تلاطمات به کل شبکه سهام ظاهر می‌شود.

- مقاله حاضر برگرفته از رساله دکتری اقتصاد در دانشگاه عالمه طباطبائی است.

* نویسنده مسئول: Parisa_m2369@yahoo.com

ثالثاً سبد سهام مبتنی بر روش حداقل اتصالات در مقایسه با روش‌های حداقل واریانس و حداقل همبستگی، عملکرد بهتری را بر اساس معیارهای بازدهی تجمعی و اثربخشی هج (پوشش) از خود به نمایش می‌گذارد.

واژه‌های کلیدی: ریسک سیستمی، سبدسازی بهینه سهام، سرریز تلاطمات، حداقل اتصالات، خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در طول زمان (TVP-VAR)

طبقه‌بندی JEL: C32، C58، G11

۱. مقدمه

یکی از مهمترین مباحث مطرح در اقتصاد کشورها، هم در سطح خرد و هم در سطح کلان، سرمایه‌گذاری در دارایی‌ها است که به موازات با توسعه بازارهای مالی و ارائه ابزارهای نوین مالی در دو دهه اخیر، مورد توجه پژوهشگران بسیاری قرار گرفته است. انتخاب سبد یکی از رایج‌ترین مسائلی است که سرمایه‌گذاران با سطوح متفاوتی از سرمایه، همواره با آن مواجه هستند و در عین حال یکی از پیچیده‌ترین مسائل دنیای مالی نیز به‌شمار می‌رود (Qu & Suganthan, 2011). مسئله کلیدی در انتخاب سبد دارایی، انتخاب بهترین ترکیب ممکن از دارایی‌ها و تعیین وزن مناسب هر یک از آنهاست (Mishra et al., 2016).

یکی از متداول‌ترین رویکردها برای بهینه‌سازی سبد دارایی، مدل مارکوویتز است. وی در الگوی کلاسیک خود، نحوه دستیابی به سبد بهینه سرمایه‌گذاری با توجه به دو عامل ریسک و بازده را تبیین کرد. وی اثبات کرد که هدف سرمایه‌گذار، انتخاب سبد بهینه است یعنی سبدی که ریسک را حداقل کرده (یا در سطح مشخصی نگه‌دارد) و همزمان بازده را حداکثر نماید و تصمیم بهینه بر مبنای موازنه موجود میان برآوردهای ریسک و بازده دارایی‌ها اتخاذ می‌شود (Markowitz, 1952). انتشار نظریه مدرن پرتفوی مارکوویتز، تغییرات و بهبودهای فراوانی در شیوه نگرش مردم به سرمایه‌گذاری و سبد سهام ایجاد کرد و این نظریه به عنوان ابزاری کارا برای بهینه‌سازی سبد سهام به کار گرفته شد (Lai et al., 2006). پرتفوی حداقل همبستگی[1] رویکرد دیگری که اخیراً برای ساخت سبد توسعه یافته است و در آن وزن‌های پرتفوی را با استفاده از ماتریس همبستگی شرطی، به جای ماتریس کوواریانس شرطی بدست می‌آورند (Christoffersen et al., 2014).

علاوه بر دو رویکرد مرسوم فوق‌الذکر، روش دیگری اخیراً توسط برودستاک و همکاران[2] (۲۰۲۰) برای برآورد سبد بهینه معرفی شد که به مدل حداقل اتصالات[3] شناخته می‌شود. این مدل را می‌توان با استفاده از همه شاخص‌های اتصال زوجی به جای واریانس یا ماتریس همبستگی ایجاد کرد. حداقل‌سازی اتصالات متقابل بین متغیرها و در نتیجه سرریزهای آن‌ها، سبدی را ارائه می‌دهد که به میزان اندکی تحت تأثیر شدید شوک‌های

1. Minimum Corrolation Portfolio (MCP)
2. Broadstock, D. , et al.
3. Minimum Conectedness Portfolio (MCoP)

شبکه بوده و نسبت به شوک‌ها مقاوم‌تر است. منطق حاکم بر این رویکرد، اتخاذ وزن بالاتر به متغیرهایی که بر دیگر متغیرها تأثیر نمی‌گذارند و تحت تأثیر آن‌ها نیستند (Broadstock et al., 2020).

بررسی مطالعات انجام شده در این زمینه نشان می‌دهد پژوهش‌های گسترده خارجی روی اتصالات تلاطمات دارایی‌های بین‌المللی و بازارهای سهام کشورها و در نهایت ریسک‌های سیستمی در شبکه بازار سهام تمرکز دارند. این در حالی‌است که بخش عمده‌ای از پژوهش‌های داخلی (حدود ۹۰ درصد از ادبیات موجود)، پیرامون پیوندهای بین تلاطمات انواع دارایی‌ها با یکدیگر (بعضاً با لحاظ بازار سهام) متمرکز هستند و سبدسازی با روش حداقل اتصالات، محور هیچ یک از پژوهش‌های داخلی قرار نگرفته است.

با عنایت به توضیحات مذکور، هدف مقاله حاضر، برآورد سرریز تلاطمات و محاسبه شاخص اتصالات پویا در بین صنایع بورسی و کاربرد آن در سبدسازی بهینه با استفاده از رویکرد حداقل اتصالات است. از این‌رو مقاله حاضر در تلاش است تا به سه پرسش در این حوزه پاسخ دهد. نخست اینکه ریسک سیستمی در شبکه بازار سهام ایران چقدر بوده و تحولات آن طی زمان چگونه است؟ دوم کدامیک از صنایع بورسی، نقش برجسته‌ای در انتقال و دریافت تلاطمات شبکه بازار سهام دارند؟ و سوم آنکه عملکرد سبدسازی از طریق رویکرد حداقل اتصالات بین‌بخشی در مقایسه با دو روش «میانگین–واریانس مارکوویتز» و «حداقل همبستگی» چگونه است؟ برای این منظور یک چارچوب تجربی اتخاذ خواهد شد که در ۴ مرحله توسعه یافته است. در مرحله اول، یک الگوی خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در طول زمان (TVP-VAR)[1] برآورد خواهد شد که از آن، ماتریس‌های واریانس- کوواریانس متغیر طی زمان به روش مشابه آنتوناکاکیس و همکاران[2] (۲۰۲۰) حاصل می‌شود که یک عنصر حیاتی برای ساخت سبد دارایی است. در مرحله دوم، از تجزیه و تحلیل واریانس مشابه دیبولد و ییلماز[3] (۲۰۱۲، ۲۰۱۴) استفاده خواهد شد که

1. Time-Varying Parameter Vector Autoregressive
2. Antonakakis, N. , et al.
3. Diebold, F.X. & Yilmaz, K.

امکان بررسی دقیق انواع مختلف از اتصالات کل و زوجی را فراهم می‌کند. در مرحله سوم از روش حداقل اتصالات برای ساخت سبد دارایی استفاده می‌شود. در مرحله چهارم با استفاده از دو معیار متداول (مشتمل بر اثربخشی هج یا پوشش و بازدهی تجمعی سبد سهام) برای مقایسه عملکرد روش‌های مختلف در سبدسازی استفاده خواهد شد.

مشارکت مقاله حاضر در ادبیات داخلی در دو حوزه است. اولاً به‌کارگیری روش TVP-VAR در شبکه گسترده‌ای از صنایع بورسی (۲۰ صنعت) طی دوره ۱ مهر ۱۳۸۸ تا ۳۱ شهریور ۱۴۰۲ که برآورد دقیقی از تحولات پویای اتصالات را میسّر می‌سازد. در مقاله حاضر داده‌های با تواتر روزانه برای ۳۳۷۰ روز کاری مشترک در ۲۰ صنعت بورسی استفاده می‌شود تا تصویر کلانی از اتصالات بین بخشی را ارائه نماید. ثانیاً سبدسازی بر مبنای رویکرد حداقل اتصالات صورت خواهد گرفت و عملکرد سبد سهام تشکیل شده با این روش با دو روش مرسوم دیگر مقایسه خواهد شد.

به منظور دستیابی به اهداف تحقیق، مقاله حاضر در ۶ بخش سازماندهی می‌شود. پس از مقدمه که محور اول از مقاله حاضر را تشکیل می‌دهد، مبانی نظری در بخش دوم و پیشینه تحقیق در بخش سوم ارائه می‌گردد. روش پژوهش با تأکید بر دو قسمت برآورد معیارهای مختلف اتصالات در سطح ایستا و پویا و همچنین رویکرد سبد دارایی حداقل اتصالات در بخش چهارم ارائه شده و داده‌های مورد استفاده در این مقاله نیز در همان بخش معرفی می‌شوند. بخش پنجم به برآورد اتصالات و تحلیل سبد دارایی حداقل اتصالات و مقایسه آن با دو روش سنتی دیگر پرداخته می‌شود و در نهایت، بخش ششم به جمع‌بندی یافته‌های کلیدی و ارائه پیشنهادها اختصاص می‌یابد.

۲. مبانی نظری تحقیق

با توجه به اینکه در این مطالعه ابتدا اتصالات پویا و سرریز آن میان صنایع مختلف و سپس سبد بهینه با استفاده از رویکرد حداقل اتصالات مورد مطالعه قرار خواهد گرفت، مبانی نظری در ۲ حوزه ارائه می‌شود.

۲-۱. سرریز تلاطمات و برآورد آن

تلاطمات قیمت سهام طی دوره معین و سرایت آن، از مسائل اصلی پژوهش‌های بازار سرمایه است. تلاطمات در قیمت سهام، توانایی سرمایه‌گذاران را برای پیش‌بینی روندهای آتی کاهش داده و ریسک را در این بازار افزایش می‌دهد. با توجه به آنکه سرریز تلاطمات به طور گسترده‌ای در بین صنایع مختلف در بازار سرمایه وجود دارد لذا سهامداران می‌توانند از انتقال شوک‌ها در شبکه بازار سهام برای پیش‌بینی رفتار بازار صنایع مختلف استفاده کنندو در نهایت، مدیریت کارای سبد دارایی‌های مالی را برای سرمایه‌گذاران امکان‌پذیر می‌سازد.

اخیراً بحث‌های بسیاری درباره اثر سرریز تلاطمات بین بازارهای سهام هم از جنبه نظری و هم از جنبه روش‌شناختی مطرح شده است. در تئوری، اثر سرریز تلاطمات از منظر «اتصال مشهود یا ملموس»[1] و «اتصال ناملموس یا نامشهود»[2] مورد مطالعه قرار می‌گیرد. اتصال مشهود بدین معناست که سرریز تلاطمات ناشی از پیوندهای اقتصادی و تجاری و همچنین تخصیص دارایی سرمایه‌گذاران بین بازارهای مختلف است. نظریه‌های مبنایی مرتبط نیز «فرضیه پایه اقتصادی»[3] و «فرضیه جریان سرمایه»[4] است (McQueen et al., 1993). اتصال نامشهود روی پیش‌بینی روانشناختی سرمایه‌گذاران تمرکز دارد. پژوهشگران بر این باورند مادامی‌که سرمایه‌گذاران، هر بازار را بر اساس عملکرد بازار دیگر قضاوت کنند، اطلاعات منتقل می‌شود و فرقی نمی‌کند که عوامل بنیادین اقتصادی دستخوش تغییر می‌شوند یا خیر، لذا از آن به عنوان «فرضیه سرایت بازار»[5] یاد می‌کنند.

در ابتدا تمرکز پژوهشگران بر سرریز تلاطمات بین بازارهای توسعه‌یافته بوده است و سپس بازارهای نوظهور مورد توجه قرار گرفته‌اند. پس از آن نیز اهداف مطالعات، خردتر می‌شود و پژوهشگران به جای تکیه بر کشورها یا مناطق، به طور عمیق‌تری روی بازارها و حتی شرکت‌های مختلف تمرکز می‌کنند (Yin et al., 2020). با این حال، مطالعات نسبتاً

1. Tangible' Connection
2. Intangible' Connection
3. Economic Basis Hypothesis
4. Capital Flow Hypothesis
5. Market Contagion Hypothesis

اندکی درباره سرریز نوسانات بین صنایع یک کشور وجود دارد. به نظر می‌رسد درباره اهمیت سرریزها بین صنایع متفاوت، اختلاف‌نظر وجود دارد. برخی پژوهشگران معتقدند که افزایش اهمیت نسبی عوامل صنعت، موقتی است و فرآیند جهانی شدن هنوز به تغییرات قابل‌توجه و پایدار در ساختار همبستگی سهام بین‌المللی منجر نشده است (Bekaert et al., 2009). با این حال، با توجه به ویژگی‌های متغیر در طول زمانِ همبستگی مربوط به سطوح صنعت، مطالعه سرریزهای بین‌بخشی ضروری است به ویژه آنکه الگوهای همبستگی بین‌بخشی سهام در کشورهای مختلف متفاوت است. در واقع، تنوع‌بخشی در سطح صنعت به طور عملی امکان‌پذیر است و به نظر می‌رسد که اهمیت به مراتب بالاتری در تنوع‌بخشی در ترکیب‌های خاص بین کشوری داشته باشد. علاوه بر این، ناهمگنی صنایع در همبستگی‌های پویای مختلف بین بخش‌ها و بازارها و عوامل اثرگذار متمایز ظاهر می‌شود (Caporale et al., 2015).

۲-۲. بهینه‌سازی سبد سهام

در بهینه‌سازی سبد سهام، مسئله اصلی انتخاب سبدی از دارایی‌ها و اوراق بهادار است به‌طوری‌که مطلوبیت آن حداکثر شود. این معادل انتخاب سبد سهام بهینه از مجموعه سبد سهام ممکن است که با عنوان «مسئله انتخاب سبد سهام» از آن یاد می‌شود (Lintner, 1975). برای نخستین بار مارکوویتز در سال ۱۹۵۲ نظریه مدرن پرتفوی[1] را در پژوهشی با عنوان «انتخاب سبد سهام» منتشر کرد. وی بیان نمود که سرمایه‌گذاران در سرمایه‌گذاری خود به طور همزمان به دو مؤلفه مهم میزان ریسک و بازده دارایی‌های سرمایه‌ای توجه می کنند (Elton & Gruber, 1997؛ Fabozzi et al., 2002). ریسک با نوسانات بازده مرتبط است و نوسانات از طریق واریانس اندازه‌گیری می‌شود (Engle, 2004). طبق این نظریه، سرمایه‌گذاری که در پی حداکثرسازی بازده مورد انتظار و حداقل‌سازی ریسک است، دارای دو هدف متضاد است که باید آنها را با تنوع‌بخشی و تشکیل سبد سهام در برابر یکدیگر موازنه کند (Akkaya, 2021 و Mendonça et al.,

1. Modern Portfolio Theory (MPT)

2020). ایده اساسی نظریه مدرن پرتفوی این است که اگر در دارایی‌هایی که به‌طور کامل با هم همبستگی ندارند سرمایه‌گذاری شود، ریسک آن دارایی‌ها یکدیگر را خنثی کرده و می‌توان یک بازده ثابت با ریسک کمتر بدست آورد (Markowitz, 1959).

مارکوویتز برای نخستین بار مفهوم تنوع‌بخشی در سبد سهام را معرفی کرد و آن را توسعه داد. از دیدگاه وی، تنوع‌بخشی شامل ترکیب اوراق با حداقل همبستگی مثبت، به منظور کاهش ریسک در سبد سهام، بدون از دست دادن بازده سبد سهام است (Hatemi-J et al., 2022). در الگوی میانگین- واریانس طراحی شده به وسیله وی، میانگین بازده مورد انتظار را نشان می‌دهد و واریانس بیانگر خطرپذیری پرتفوی می‌باشد. سرمایه‌گذاران می‌توانند سبد سهام کارا را به ازای یک بازده معین و از طریق حداقل کردن ریسک سبد سهام بدست آورند. در ادامه، فرآیند فوق می‌تواند منجر به تشکیل سبدهای کارا شود که اصطلاحاً مرز کارای میانگین- واریانس نامیده می‌شود. ترکیب بهینه پرتفوی برای هر سرمایه‌گذار، نقطه‌ای روی مرز کارا است که با یکی از منحنی‌های بی‌تفاوتی آن مماس باشد.

برای انتخاب سبد سرمایه بهینه در این روش، مدل برنامه‌ریزی خطی زیر استفاده می‌شود. با فرض وجود n اوراق بهادار، بازده اوراق jام (بازده‌یک متغیر تصادفی محسوب می‌گردد) با r_j، میانگین آن (بازده انتظاری) آن با $\overline{r_j}$، بازدهی مورد انتظار سبد سهام با $\overline{r_p}$ و وزن مربوط به سهم jام در سبد سهام با w_j نشان داده شده است. از سوی دیگر، $cov(\overline{r_i}, \overline{r_j})$ کوواریانس بین بازدهی دو سهم است. شکل استاندارد الگوی میانگین- واریانس به صورت رابطه زیر است (Markowitz, 1959):

$$Min\ z = \delta_p^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i w_j\ cov(\overline{r_i}, \overline{r_j})$$

$$st: \overline{r_p} = \sum_{j=1}^{n} w_j \overline{r_j}$$

$$\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

$$w_j > 0$$

علی‌رغم محبوبیت رویکرد حداقل واریانس مارکوویتز، این مدل، محدودیت‌ها و نقاط ضعف متعددی دارد. بنابراین از نقطه نظر کاربردی، اگرچه ممکن است این مدل بسیار اساسی در نظر گرفته شود، اما به دلیل نقاط ضعفی که در آن وجود دارد، توسعه مدل مارکوویتز در دنیای مالی ضروری به نظر می‌رسد. نظریه مارکوویتز در طول سال‌ها توسط بسیاری از محققین تقویت شد و عناصر جدیدی مانند درآمد، فرمول‌بندی پویا و ناقص بودن بازار در آن گنجانده شد و توسعه و اصلاح گردید تا اعتماد و اتکای بیشتری به نتایج حاصل شود (Pfiffelmann et al., 2016).

یکی دیگر از رویکردهای پرکاربرد در بهینه‌سازی سبد سهام، رویکرد MCP است که به عنوان پرتفوی حداقل همبستگی شناخته می‌شود. این رویکرد اخیراً برای ساخت سبد توسعه یافته است و در آن وزن‌های پرتفوی را با استفاده از ماتریس همبستگی شرطی، به جای ماتریس کوواریانس شرطی به‌دست می‌آورند (Christoffersen et al., 2014). رویکرد حداقل همبستگی یک رویکرد پرکاربرد برای توسعه سبد دارایی‌ها است که در واقع وزن پرتفوی در این نمونه با به حداقل رساندن همبستگی‌های شرطی تعیین می‌شود.

مطابق تئوری‌های بازار سرمایه، ریسک ناشی از نگهداری یک سهم منفرد، بسیار بیشتر از ریسک پرتفوی با حداقل همبستگی است. همانطور که پرتفوی حداقل واریانس به طور بهینه با توجه به ریسک متنوع است، پرتفوی حداقل همبستگی نیز با توجه به همبستگی به طور بهینه متنوع است و بنابراین کمترین همبستگی قابل دستیابی را در میان گروهی از دارایی ها دارد. بنابراین MCP، از طریق به حداقل رساندن همبستگی میان دارایی‌ها و در نتیجه کاهش ریسک از این طریق، به دنبال بهینه‌سازی سبد سهام است.

امروزه روند جهانی شدن اقتصاد، سبب افزایش سرایت‌پذیری بحران‌های مالی از یک بازار به بازارهای دیگر گردیده و این به معنای افزایش نوسان در بازارهای مالی است. همچنین ادغام بازارهای مالی بین‌المللی توجه زیادی را از سوی سرمایه‌گذاران، مدیران سبد سرمایه‌گذاری و سیاست‌گذاران، به‌ویژه در طول بحران‌ها (از جمله بحران مالی جهانی، همه‌گیری بیماری کووید ۱۹، جنگ روسیه-اوکراین و ...) به خود جلب کرده

است (Naeem et al., 2021؛ Mensi et al., 2023). درک یکپارچگی و کارایی بازارهای مالی به ویژه برای بهینه‌سازی تخصیص دارایی‌ها و بهبود مدیریت پرتفوی اهمیت بالایی دارد.

از نظر تئوری، فرضیه بازار فراکتال[1]، بازار مالی را به عنوان یک فرآیند تصادفی پیچیده با ویژگی‌های تعاملی و تطبیقی مطرح می‌کند و پذیرش اطلاعات بازار و چارچوب‌های زمانی سرمایه‌گذاری ممکن است رفتار سرمایه‌گذاران را تغییر دهد و کارایی بازار را هدایت کند (Peters, 1994). علاوه براین این دیدگاه، نظریه یکپارچگی بازار بیان می‌کند که بازارهای مالی یکپارچه هستند و قیمت‌های یک بازار تحت تأثیر قیمت‌های بازارهای دیگر قرار می‌گیرد (Kearney & Lucey, 2004).

از آنجایی‌که تلاطمات در صنایع مختلف بورسی در بازار سرمایه تمایل به سرریز به صنایع دیگر دارند لذا سهامداران می‌توانند از انتقال شوک‌ها در شبکه بازار سهام برای پیش‌بینی رفتار بازار صنایع مختلف استفاده کنند. همچنین تلاطمات بازار سهام می‌تواند متأثر از سرریز تلاطمات سایر بازارهای دارایی و رویدادهای داخلی از جمله تحولات شاخص‌های اقتصاد کلان باشد. تغییرات نرخ بهره، اعلام نرخ‌های تورم و رشد اقتصادی و ... می‌تواند به نوسانات غیرعادی منجر شود زیرا ممکن است حاوی اطلاعات جدیدی باشد که در قیمت سهام گنجانده نشده است. بنابراین شناسایی دقیق ساختار اتصالات در شبکه صنایع مختلف بورسی در بازار سهام، اهمیت بسزایی در اقدامات گوناگون مدیریت ریسک دارد. بنابراین توجه به اتصالات برای تشکیل یک پرتفوی بهینه با حداقل ریسک و حداکثر بازده، حائز اهمیت است. به همین منظور روش دیگری اخیراً توسط برودستاک و همکاران (۲۰۲۰) برای برآورد سبد بهینه معرفی شد که به مدل حداقل اتصالات (MCoP) شناخته می‌شود. این مدل را می‌توان با استفاده از همه شاخص‌های اتصال زوجی به جای

۱. فرضیه بازارهای فراکتال (FMH) نظریه‌ای است در مورد اینکه چگونه افزایش عدم اطمینان بازار می‌تواند منجر به بحران‌ها و سقوط ناگهانی بازار شود. FMH استدلال می‌کند که قیمت‌های بازار ویژگی‌های فراکتالی را در طول زمان نشان می‌دهند، که هنگامی که مجموعه اطلاعات و افق‌های زمانی سرمایه‌گذاران تغییر کند، می‌تواند مختل گردد.

واریانس یا ماتریس همبستگی ایجاد کرد. حداقل‌سازی اتصالات متقابل بین متغیرها و در نتیجه سرریزهای آن‌ها، سبدی را ارائه می‌دهد که به میزان اندکی تحت تأثیر شدید شوک‌های شبکه بوده و نسبت به شوک‌ها مقاوم‌تر است. منطق حاکم بر این رویکرد، اتخاذ وزن بالاتر به متغیرهایی که بر دیگر متغیرها تأثیر نمی‌گذارند و تحت تأثیر آن‌ها نیستند (Bai et al., 2023؛ Broadstock et al., 2020).

این رویکرد با اختصاص وزن‌های بالاتر به دارایی‌هایی که تأثیر کمتری بر سایر دارایی‌ها دارند و کمتر مستعد ابتلا به آن‌ها هستند، ارتباط بین دارایی‌ها را به حداقل می‌رساند(بای و همکاران، ۲۰۲۳). چنین رویکردی به سرمایه گذاران اجازه می‌دهد تا پویایی ریسک و بازده متغیر طی زمان را کشف کنند و تأثیر رویدادها و شوک‌های اقتصادی را بر استراتژی سبد سهام آشکار کنند (Abdullah et al., 2023؛ Tiwari et al., 2022).

۳. پیشینه تحقیق

بررسی مطالعات خارجی پیرامون سرریز اتصالات گویای این حقیقت است که این مطالعات به طور گسترده‌ای روی ارتباط دارایی‌های بین‌المللی و بازارهای سهام متمرکز شده‌اند. برای مثال می‌توان به پژوهش‌های دریسپرنگ و همکاران[1] (۲۰۰۸) در ارتباط با بررسی تغییرات قیمت نفت و بازده بازار سهام، منسی و همکاران[2] (۲۰۱۳) با تمرکز بر بازارهای کالا و سهام و پیوند انرژی، غذا و طلا، اتصالات پویای بازده بازار سهام و شوک‌های نفتی در دو مطالعه آنتوناکاکیس و همکاران[3] (۲۰۱۳، ۲۰۱۷)، بررسی سرریزهای نوسانات بین بازارهای مالی بین‌المللی در مقاله یونگ و مادریچ[4] (۲۰۱۴)، بررسی وابستگی و سرریز ریسک بین بازارهای نفت و بورس اسلامی در مقاله شهزاد و همکاران[5] (۲۰۱۸)، بررسی سرریزها و پیوندهای نوسانات در بازارهای سهام آسیایی در

1. Driesprong, G. , et. al.
2. Mensi, W. , et al.
3. Antonakakis, N. , et al.
4. Jung, R.C. & Maderitsch, R.
5. Shahzad, S. , et al.

مطالعه چو[1] (۲۰۱۷)، بررسی تلاطم بازارهای مالی چین، آمریکا و برخی کشورهای آسیای جنوب شرقی در مقاله ژانگ و ژوآنگ[2] (۲۰۱۷)، سنجش همبستگی تلاطم قیمت نفت، هزینه حمل و نقل و شاخص قیمت سهام در مقاله لیو و یو[3] (۲۰۱۹)، تلاطم قیمت رمزارزها در مطالعه شی و همکاران[4] (۲۰۲۰)، بررسی بازارهای سهام آسیا و اقیانوسیه توسط گابور[5] (۲۰۲۰)، اثرات سرریز تلاطم بین ۹ بازار مالی در مقاله ژانگ و ژوآنگ (۲۰۲۱)، مدلسازی تلاطم قیمت نفت خام، مس، گندم، گوشت، آلومینیوم و ذرت در مقاله اسپوستی[6] (۲۰۲۱)، ۸ مجموعه داده‌ای از کشورهای توسعه‌یافته در مقاله گابور و همکاران (۲۰۲۳)، بازده بازار سهام ۸ کشور توسعه یافته در مقاله بالسیلار و همکاران[7] (۲۰۲۳) و اتصالات پویا بین قیمت‌های نفت و دارایی‌های مالی در دوره شیوع بیماری کووید ۱۹ در مقاله آنتوناکاکیس و همکاران (۲۰۲۳) اشاره کرد.

ویژگی مشترک این دسته از مطالعات آن است که در آن‌ها صرفاً روندهای عمومی بین بازارهای سهام یا سایر طبقات دارایی مدنظر قرار گرفته است که نمی‌تواند درک و بینش صحیحی از روابط پویای میان بخش‌های مختلف اقتصادی ارائه دهند. این مسئله، نارسایی مهمی است زیرا هر صنعت به طور منحصر به فردی به اقتصاد متصل شده است (Balcilar et al., 2023). با این استدلال طی یک دهه اخیر، پژوهش‌های متعدد خارجی با تمرکز بر سرریز تلاطمات و ریسک سیستمی منتشر شده است که برای نمونه می‌توان به مقالات احمد[8] (۲۰۱۶) برای بازار سهام مصر، فنگ و همکاران[9] (۲۰۱۸) و وو و همکاران[10] (۲۰۱۹) برای بخش‌های اقتصادی چین، یامائوچی و اُموری[11] (۲۰۱۹) برای ۹ سهام آمریکایی، ین و همکاران

1. Chow, H.K.
2. Zhang, J. & Zhuang, Y.M.
3. Liu, W. & Yu, Y.
4. Shi, Y. , et al.
5. Gabauer, D.
6. Esposti, R.
7. Balcilar, M. , et al.
8. Ahmed, W.
9. Feng, S. , et al.
10. Wu, F. , et al.
11. Yamauchi, Y. & Omori, Y.

(۲۰۲۰-الف و ب) برای بورس شانگهای، منسی و همکاران[1] (۲۰۲۱) برای بازار سهام آمریکا، لابوردا و اولمو[2] (۲۰۲۱) برای صنایع منتخب در بازار بورس آمریکا، شهزاد و همکاران[3] (۲۰۲۱) برای بازار سهام چین، ایکینسی و گنسیوریک[4] (۲۰۲۱) برای شاخص‌های بخشی در بورس استانبول، چاتزانتونیو و همکاران[5] (۲۰۲۲) برای بازار سهام هند، چویی[6] (۲۰۲۲) برای صنایع منتخب در بازار بورس آمریکا و بیوی و همکاران[7] (۲۰۲۲) برای صنایع بورسی بازار ویتنام اشاره کرد.

یکی از کاربردهای بررسی اتصالات و سرریز تلاطمات، سبدسازی با روش حداقل اتصالات است. این رویکرد در مقاله برودستاک و همکاران (۲۰۲۰) برای نخستین بار مطرح و با دو رویکرد سنتی ساخت پرتفوی مقایسه شده است. ناسرین و همکاران[8] (۲۰۲۱) به بررسی اتصالات ۹ ارز دیجیتال اصلی بین سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ از جمله در دوره شیوع بیماری کووید ۱۹ پرداخته و وزن رمزارزها را در یک سبد تشکیل شده بر مبنای رویکرد حداقل اتصالات برآورد نموده‌اند. تیواری و همکاران[9] (۲۰۲۱) در مطالعه خود اتصالات میان اوراق قرضه سبز، قیمت کربن و سهام انرژی‌های تجدیدپذیر را بررسی کرده‌اند. آنها نشان دادند که رویکرد حداقل اتصالات دارای بالاترین نسبت شارپ است و در مقایسه با دو رویکرد سنتی دیگر بهترین عملکرد را دارد. در مقاله آدکویا و همکاران[10] (۲۰۲۲) سرریز نامتقارن تلاطمات بازده بین قیمت نفت و قیمت سهام کشورهای اسلامی بررسی شده است. در نهایت نشان دادند که رویکرد حداقل اتصالات، عدم تقارن را به طور مؤثری ثبت می‌کند و در نتیجه بینش قابل توجهی برای مدیریت سبد ارائه می‌دهد. در مقاله تیواری و همکاران[11]

1. Mensi, W. , et al.
2. Laborda, R. & Olmo, J.
3. Shahzad, S. , et al.
4. Ekinci, R. & Gençyürek, A.G.
5. Chatziantoniu, I. , et al.
6. Choi, S.Y.
7. Bui, H.Q. , et al.
8. Nasreen, S. , et al.
9. Tiwari, A.K. , et al.
10. Adekoya, O. , et al.
11. Tiwari, A.K. , et al.

(۲۰۲۲) در رابطه با شیوه‌های سرمایه‌گذاری مسئولیت‌پذیر اجتماعی[1] بحث شده است. رویکردهای مختلف سبدسازی از جمله حداقل واریانس، حداقل همبستگی و حداقل اتصالات برای ارزیابی عملکرد سبد دارایی استفاده شده است. در نهایت، نشان دادند که روش حداقل اتصالات نسبت به دو روش دیگر به بالاترین نسبت شارپ می‌رسد. بای و همکاران[2] (۲۰۲۳) در مقاله خود در رابطه با اوراق قرضه کربن طبیعی چین از رویکرد حداقل اتصالات برای سبدسازی بهره گرفتند و به این نتیجه رسیدند که رویکرد حداقل اتصالات، بیشترین بازده تجمعی را نسبت به روش‌های سنتی حداقل واریانس و حداقل همبستگی ایجاد کرده است و ماندگاری بالاتری در بازده دارد. چن و همکاران[3] (۲۰۲۳- الف) ارتباط ۱۲ سهام بخش اقتصاد سبز را در معاملات آتی گاز طبیعی طی ۳ رویداد بحرانی از سال ۲۰۱۰ -بحران بدهی اروپا، همه‌گیری کووید ۱۹ و درگیری روسیه و اوکراین- مورد مطالعه قرار داده‌اند. چن و همکاران (۲۰۲۳- ب) همچنین در مطالعه خود ارتباط بین بازارهای فلزات غیرآهنی، نفت خام و اوراق قرضه سبز چین را در دوره‌های آشفتگی بازار بررسی کرده‌اند. در هر دو مقاله مذکور، برای سبدسازی از رویکرد حداقل اتصالات بهره گرفته شده است. وی و همکاران[4] (۲۰۲۳) در مقاله خود، اتصال پویا را در بین نفت خام، سهمیه انتشار کربن و بازارهای کالاهای کشاورزی مورد مطالعه قرار داده و برای سبدسازی از تکنیک حداقل اتصالات استفاده کرده‌اند.

شبکه اتصالات و سرریزهای شوک در بازارهای مالی و دارایی، بحث‌های متعددی را در ادبیات دانشگاهی ایجاد نموده است و پژوهشگران داخلی نسبت به این موضوع غافل نبوده‌اند. بررسی ۶۱ مقاله پژوهشی[5] در رابطه با این موضوع که عمدتاً طی یک دهه به انتشار رسیده‌اند، حاوی چند مشاهده کلیدی است. اول- محور کانونی توجه بیش از ۹۰

1. Socially Responsible Investment (SRI)
2. Bai, L. , et al.
3. Chen, Y. , et al.
4. Wei, Y. , et al.

۵. خلاصه ۲۰ صفحه‌ای در قالب جدول تطبیقی از ۶۱ مقاله علمی نزد نویسندگان موجود بوده و به صورت پیوست برای نشریه ارسال شده است، اما برای اجتناب از تطویل مقاله، در متن اصلی گنجانده نشده است.

درصد پژوهش‌های داخلی، بررسی سرریز تلاطمات بین طبقات مختلف دارایی‌های داخلی و بازارهای بین‌المللی بوده است و ۱۰ درصد از مقالات، صرفاً بر اتصالات درون شبکه بازار سهام تمرکز داشته‌اند. پژوهش‌های متمرکز بر تحلیل سرریز ریسک سیستمی در بازار سهام، اتصالات ۳ تا حداکثر ۱۲ صنعت منتخب بورسی را برآورد نموده‌اند و همچنین به نظر می‌رسد نحوه انتخاب این بخش‌ها و دوره زمانی مورد بررسی، در برخی از مقالات مبهم است. دوم- در بیش از ۶۰ درصد مطالعات داخلی الگوهای خانواده GARCH، مبنای کمّی‌سازی ریسک سیستمی قرار گرفته‌اند. سوم- مطالعات اندکی (حدود ۱۵ درصد) در حوزه به‌کارگیری از شاخص سرریز تلاطمات دیبولد-ییلماز مستخرج از الگوی VAR، وجود دارد که عمدتاً نیز به سال‌های اخیر بازمی‌گردد. چهارم- صرفاً دو مقاله طالبلو و مهاجری (۱۴۰۱) و مهاجری و طالبلو (۱۴۰۱) با استفاده از مدل TVP-VAR، به بررسی اتصالات در شبکه بازار سهام پرداخته‌اند. در مقالات اولیه خارجی و مقالاتی که تاکنون در ایران منتشر شده‌اند، پویایی‌ها از طریق رویکرد پنجره غلتان VAR و یا در قالب رژیم انتقال مارکوف به صورت MS-VAR برآورد شده‌اند که روش‌های مذکور بر اساس مقاله آنتوناکاکیس و همکاران (۲۰۲۰) با چهار نارسایی جدی[1] و برآوردهای اریب روبرو هستند. پنجم- در مطالعات داخلی روش‌های متنوعی از سبدسازی مورد بررسی قرار گرفته است، اما سبدسازی به روش حداقل اتصالات محور هیچ‌یک از مقالات منتشر شده داخلی نبوده است. با عنایت به نکات فوق، مقاله حاضر در صدد رفع خلأهای پژوهشی موجود در ادبیات داخلی است و از دو جنبه نسبت به مطالعات داخلی دارای نوآوری است. اولاً گستره وسیع‌تری از صنایع بورسی (۲۰ صنعت) در این مقاله مورد توجه قرار گرفته است که بالغ بر ۸۰ درصد ارزش بازار سهم ایران را تشکیل می‌دهند و بررسی اتصالات زوجی صنایع، درک عمیق‌تری از شبکه بازار سهام را ارائه می‌کند. ثانیاً برای نخستین بار در مطالعات داخلی، سبدسازی به روش حداقل اتصالات مورد مطالعه قرار می‌گیرد و نتایج این روش

۱. چهار نارسایی مشتمل بر «حساسیت به داده‌های دورافتاده»، «ناسازگاری با شواهد دنیای واقعی»، «انتخاب دلخواه اندازه پنجره غلتان» و «ناتوانی در تحلیل مجموعه داده‌ها با تواتر اندک» می‌باشد.

با روش‌های مرسوم و متداول دیگر (رویکرد حداقل واریانس مارکوویتز و رویکرد حداقل همبستگی) مقایسه می‌شود. بینش و درک صحیح از اتصالات و سرریز تلاطمات در بین بخش‌های مختلف، می‌تواند به منزله راهنمایی برای طراحی استراتژی‌ها، مدیریت ریسک و تشکیل پرتفوی کارا بین بخش‌های مختلف برای سرمایه‌گذاران محسوب گردد.

٤. روش تحقیق و پایه‌های آماری

با توجه به اهداف مطالعه حاضر، در ادامه سعی شده است متدولوژی تحقیق در دو مرحله شامل مدلسازی اقتصادسنجی با تمرکز بر نحوه برآورد اتصالات و سرریزها به صورت ایستا و پویا و ساخت و ارزیابی سبد دارایی، مورد بحث قرار گیرد. سپس پایه‌های آماری ارائه خواهد شد.

٤-١. روش تحقیق

برای بررسی سبد دارایی سهام بهینه با استفاده از روش حداقل اتصالات و پاسخ به پرسش‌های مطالعه حاضر، چارچوب تجربی اتخاذ شده است که مشتمل بر ۴ مرحله است. در گام نخست، مدل TVP-VAR تخمین زده خواهد شد که با استفاده از آن، ماتریس‌های واریانس- کوواریانس متغیر طی زمان به روش مشابه آنتوناکاکیس و همکاران (۲۰۲۰) به دست می‌آید. در گام دوم، تجزیه و تحلیل واریانس مشابه دیبولد و ییلماز (۲۰۱۲، ۲۰۱۴) به‌کار گرفته می‌شود که امکان بررسی دقیق اتصالات و سرریزها را فراهم می‌کند. در مرحله سوم، سه روش شامل سبد دارایی حداقل واریانس استاندارد (MVP)[1]، سبد دارایی حداقل همبستگی (MCP) بر طبق مطالعه کریستوفرسن و همکاران (۲۰۱۴) و سبد دارایی حداقل اتصالات (MCoP) برای تشکیل سبد بهینه سهام به‌کارگرفته می‌شود (برونداستاک و همکاران، ۲۰۲۰). در مرحله آخر از دو معیار (اثربخشی هج و بازدهی تجمعی سبد سهام) به منظور مقایسه عملکرد سبدها استفاده می‌شود.

٤-١-١. مدلسازی اتصالات متغیر طی زمان با استفاده از رویکرد TVP-VAR

1. Minimum Variance Portfolio

در این مقاله از چارچوب اتصالات مبتنی بر TVP-VAR استفاده می شود. برای این منظور، الگوریتم چند متغیره فیلتر کالمن که توسط آنتوناکاکیس و همکاران (۲۰۲۰) پیشنهاد داده شده است، استفاده می‌شود. این روش نه تنها به پارامترهای مدل VAR اجازه می‌دهد در طول زمان تغییر کنند، بلکه علاوه بر این، مدل‌های میانگین متحرک با وزن‌های نمایی چندمتغیر را نیز معرفی می‌کند تا اجازه دهد واریانس خطا و ماتریس واریانس در طول زمان تغییر کند. به این ترتیب مدل، انعطاف‌پذیری قابل توجهی برای ثبت پویایی‌ها خواهد داشت. به طور کلی، مدل TVP-VAR(1) به صورت زیر ارائه می گردد:

$$\boldsymbol{y}_t = \boldsymbol{\Phi}_t \boldsymbol{y}_{t-1} + \boldsymbol{e}_t \qquad \boldsymbol{e}_t | F_{t-1} \sim N(\boldsymbol{0}, \boldsymbol{H}_t) \qquad (۱)$$

$$vec(\boldsymbol{\Phi}_t) = vec(\boldsymbol{\Phi}_{t-1}) + \boldsymbol{\zeta}_t \qquad \boldsymbol{\zeta}_t | F_{t-1} \sim N(\boldsymbol{0}, \boldsymbol{\Xi}_t) \qquad (۲)$$

که در آن F_{t-1} تمام اطلاعات موجود تا $t-1$ را نشان می‌دهد، که y_t و $\boldsymbol{e}_t$ بردارهای $m \times 1$ بعدی و Φ_t و H_t ماتریس‌هایی به ابعاد $m \times m$ هستند. همچنین $vec(\boldsymbol{\Phi}_t)$ و ζ_t بردارهایی به ابعاد $m^2 \times 1$ است و Ξ_t نیز ماتریسی به ابعاد $m^2 \times m^2$ می‌باشد. سری‌های زمانی مالی، به ویژه برای داده‌های روزانه با تواتر بالا، دارای واریانس ناهمسانی مشروط طی زمان هستند و ماتریس‌های H_t و Ξ_t با اجازه دادن به شرایط واریانس متغیر طی زمان در مدل، نقش مهمی در مدیریت این موضوع ایفا می کنند.

پارامترهای متغیر طی زمان و واریانس خطای متغیر طی زمان، اجزای اساسی برای توابع پاسخ ضربه‌ای تعمیم‌یافته (GIRF)[1] و تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی تعمیم‌یافته (GFEVD)[2] هستندکه توسط کوپ و همکاران (۱۹۹۶)[3] و پسران و شین (۱۹۹۸)[4]، که رویکرد اتصال دیبولد و ییلماز (۲۰۱۲ و ۲۰۱۴) بر آن استوار است، توسعه یافته‌اند. وایزن و همکاران (۲۰۱۸)[5] تأکید می کنند که اگر چارچوب نظری، امکان شناساسی ساختار خطا را فراهم نمی‌کند باید از GFEVD استفاده کرد. از آنجایی که این مفهوم مستلزم تغییر TVP-

1. Generalized Impulse Response Functions (GIRF)
2. Generalized Forecast Error Variance Decomposition (GFEVD)
3. Koop, G. , et al.
4. Pesaran, H.H. & Shin, Y.
5. Wiesen. T.F. , et al.

VAR به مدل TVP-VMA است، لذا از قضیه ارائه شده والد استفاده می‌شود که به موجب آن:

$$\boldsymbol{z}_t = \sum_{i=1}^{p} \boldsymbol{\Phi}_{it} \boldsymbol{z}_{t-i} + \boldsymbol{e}_t = \sum_{j=1}^{\infty} \boldsymbol{\Lambda}_{jt} \boldsymbol{e}_{t-j} + \boldsymbol{e}_t$$

رویکرد GIRF ($\Psi_{ij,t}(K)$)، تفاوت پویایی میان همه متغیرهای j را نشان می‌دهد. از نظر ریاضی، آن را به صورت زیر می‌توان نشان داد:

$$GIRF_t\left(K, \sqrt{H_{jj,t}}, F_{t-1}\right) = E\left(y_{t+K} \middle| \epsilon_{j,t} = \sqrt{H_{jj,t}}, F_{t-1}\right) - E(y_{t+K}|F_{t-1}) \quad (۳)$$

$$\Psi_{j,t} = H_{jj,t}^{-1/2} \Lambda_{K,t} H_t \epsilon_{j,t} \quad (۴)$$

متعاقباً، روش GFEVD ($\psi_{ij,t}(K)$)، سهم منحصر به فرد هریک از متغیرها را در واریانس خطای پیش‌بینی متغیر i در افق زمانی K، نشان می‌دهد و تفسیر آن بدین صورت است که یک متغیر چه میزان بر واریانس خطای پیش‌بینی متغیر دیگر در سیستم تحت بررسی، تأثیر می‌گذارد. این شاخص به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\psi_{ij,t}(K) = \frac{\sum_{t=1}^{K-1} {\Psi_{ij,t}}^2}{\sum_{j=1}^{m} \sum_{t=1}^{K-1} {\Psi_{ij,t}}^2} \quad , \sum_{i,j=1}^{m} \psi_{ij,t}(K) = m \ , \sum_{j=1}^{m} \psi_{ij,t}(K) = 1 \quad (۵)$$

با این معیار ها برای GIRF و GFEVD، می‌توان با دقت بیان کرد که متغیر i چقدر تحت تأثیر سایر متغیرها قرار می‌گیرد و این متغیر چه میزان بر سایر متغیرها تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، می‌توان به این پرسش پاسخ داد که آیا متغیر i بیشتر بر دیگر متغیرها تأثیر می‌گذارد و یا تحت تأثیر آنها قرار می‌گیرد. برای این منظور، سه معیار محاسبه می‌گردد:

- اول، اتصالات جهت‌دار کل از سایر متغیرها بیانگر آن است که متغیر i چه مقدار از شوک‌های سایر متغیرهای j را دریافت می‌کند. این اتصال مستقیم کل از سایرین نامیده می‌شود و به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$FROM_{it}(K) = \frac{\sum_{j=1, i\neq j}^{m} \psi_{ij,t}(K)}{\sum_{i=1}^{m} \psi_{ij,t}(K)} \times 100 \quad (۶)$$

- دوم، اتصالات جهت‌دار کل به سایر متغیرها نشان می‌دهد که چه مقدار از شوک وارد شده به متغیر i به سایر متغیرهای j انتقال می‌یابد. این معیاراتصال مستقیم کل با سایرین نامیده می‌شود:

$$TO_{it}(K) = \frac{\sum_{j=1,i\neq j}^{m} \psi_{ij,t}(K)}{\sum_{j=1}^{m} \psi_{ij,t}(K)} \times 100 \quad (۷)$$

- سوم، از دو معیار بالا برای بدست آوردن اتصال خالص جهت‌دار استفاده می‌شود. اتصالات جهت‌دار کل نیز از تفاضل اتصالات جهت‌دار کل به سایرین و اتصالات جهت‌دار کل از سایرین به دست می‌آید که می‌توان آن را به عنوان تأثیر متغیر i بر شبکه مورد بررسی، تفسیر کرد.

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

اگر $NET_{it}(K) > 0$ ($NET_{it}(K) < 0$) باشد، اثر متغیر i بر سایر متغیرهای j، بیشتر (کمتر) از اثر سایر متغیرهای j بر i است. بنابراین، متغیر i به عنوان خالص انتقال‌دهنده (دریافت‌کننده) شوک‌ها عمل خواهد کرد.

معیار مهم دیگری که با استفاده از معادله (۹) بدست می‌آید، شاخص اتصال کل ($TCI_t(K)$) است که بیانگر متوسط تأثیری است که یک متغیر بر سایر متغیرها دارد. اگر این شاخص، نسبتاً بالا باشد بیانگر اتصالات متقابل شبکه است و بدین‌ترتیب، ریسک سیستمی بالا خواهد بود و بالعکس.

$$TCI_t(K) = m^{-1}\sum_{i=1}^{m} TO_{it}(K) = m^{-1}\sum_{i=1}^{m} FROM_{it}(K) \quad (۹)$$

تمامی معیارهای فوق‌الذکر، اطلاعاتی را درباره اتصالات کلان ارائه می‌دهد اما معادله (۱۰)، روابط دوطرفه میان متغیرهای j و i را بیان می‌کند. در واقع ارتباط مستقیم خالص زوجی یا دو طرفه ($NPDC_{ij,t}(K)$) بیانگر آن است که آیا متغیر i، محرک متغیر j است یا بالعکس.

$$NPDC_{ijt}(K) = \psi_{ji,t}(K) - \psi_{ij,t}(K) \quad (۱۰)$$

اگر $NPDC_{ijt}(K) > 0$ ($NPDC_{ijt}(K) < 0$) باشد بدین معنی است که تأثیر متغیر j بر متغیر i بیشتر (کمتر) از اثرگذاری متغیر i بر j است. تاکنون بر ارزیابی اتصالات تمرکز شد. تعریف $TCI_t(K)$ را می‌توان برای بدست آوردن شاخص اتصال زوجی PCI بین متغیرهای j و i به صورت زیر بیان کرد:

$$PCI_{ij,t}(K) = 2\left(\frac{\tilde{\psi}^{g}_{ij,t}(K)+\tilde{\psi}^{g}_{ji,t}(K)}{\tilde{\psi}^{g}_{ii,t}(K)+\tilde{\psi}^{g}_{ij,t}(K)+\tilde{\psi}^{g}_{ji,t}(K)+\tilde{\psi}^{g}_{jj,t}(K)}\right) \quad (۱۱)$$

٤-٢-١. سبد دارایی حداقل اتصالات

برای بررسی پرسش اصلی مطالعه حاضر، دو رویکرد سنتی، همراه با رویکرد جدیدتر و مرتبط با اتصال در نظر گرفته شده است. یکی از متداول‌ترین رویکردهای مورد استفاده در ساخت سبد، رویکرد سبد حداقل واریانس (MVP) است که سعی دارد پرتفویی با کمترین نوسان برای دارایی‌های متعدد ایجاد کند (Markovitz, 1959). وزن این سبد را می‌توان با فرمول زیر محاسبه کرد:

$$w_{Ht} = \frac{H_t^{-1} I}{I H_t^{-1} I} \quad (۱۲)$$

که w_{Ht} بردارهای $m \times 1$ بعدی وزن پرتفوی و I یک بردار m از یک‌هاست. همچنین H_t ماتریس واریانس- کوواریانس $m \times m$ بعدی در زمان t می‌باشد.

پرتفوی حداقل همبستگی (MCP) رویکرد دیگری که برای ساخت سبد توسعه یافته است و در آن وزن‌های پورتفوی را با استفاده از ماتریس همبستگی شرطی، به جای ماتریس کوواریانس شرطی بدست می‌آورد (Christoffersen et al., 2014). قبل از ساختن این پرتفوی چند متغیره، باید همبستگی‌های شرطی را به صورت زیر توصیف کرد:

$$R_t = diag(H_t)^{-0.5} H_t diag(H_t)^{-0.5} \quad (۱۳)$$

که R_t یک ماتریس $m \times m$ بعدی است. با این کار وزن‌های حداقل پورتفوی همبستگی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$w_{Rt} = \frac{R_t^{-1} I}{I R_t^{-1} I} \quad (۱۴)$$

با توجه به دو تکنیک که پیشتر ذکر گردید، مدل حداقل اتصال (MCoP) را می‌توان با استفاده از همه شاخص‌های اتصال زوجی به جای واریانس یا ماتریس همبستگی ایجاد کرد. به حداقل رساندن ارتباط متقابل بین متغیرها و در نتیجه سرریزهای آن‌ها، مجموعه‌ای را ارائه می‌دهد که تحت تأثیر شدید شوک‌های شبکه قرار نمی‌گیرد یا نسبت به آن مقاوم‌تر است. بنابراین به متغیرهایی که بر دیگر متغیرها تأثیر نمی‌گذارند و تحت تأثیر آن‌ها نیستند، وزن بیشتری در پرتفوی داده خواهد شد. این مدل را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$w_{Rt} = \frac{PCI_t^{-1} I}{I PCI_t^{-1} I} \quad (۱۵)$$

که PCI_t یک ماتریس شاخص اتصالات زوجی است.

در نهایت، برای نشان دادن عملکرد پرتفوی، از اثربخشی هج و بازدهی تجمعی سبدسازی سهام استفاده می‌شود. اثربخشی هج (Ederington, 1979) نیز توسط رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$HE = 1 - \frac{Var(y_p)}{Var(r_{unhedged})} \quad (۱۶)$$

که $Var(y_p)$ واریانس بازده پرتفوی و $Var(r_{unhedged})$ واریانس بازده پرتفوی هج نشده می‌باشد. HE نشان دهنده درصد کاهش در واریانس موقعیت بدون هج است. هرچه HE بالاتر باشد کاهش ریسک بزرگتر است و بالعکس.

٤-۲. پایه آماری و آمارهای توصیفی

به منظور برآورد سرریز تلاطمات در بازار سهام ایران، داده‌های روزانه شاخص ۲۰ صنعت بورسی برای دوره ۱ مهر ۱۳۸۸ تا ۳۱ شهریور ۱۴۰۲ (۲۳ سپتامبر ۲۰۰۹ تا ۲۲ سپتامبر ۲۰۲۳) که معادل با ۳۳۷۰ روز کاری است به شیوه «خراش سایت»[1] با استفاده از نرم‌افزار پایتون از از وب‌سایت بازار بورس اوراق بهادار تهران جمع‌آوری شده‌اند. ۲۰ صنعت بورسی با لحاظ دو ملاحظه مهم یعنی «وجود داده‌های باکیفیت با تواتر روزانه طی دوره مورد بررسی» و «شمولیت طیفی از صنایع با اندازه‌های متفاوت» انتخاب شده‌اند و طبق آخرین اطلاعات، بالغ بر ۸۰ درصد ارزش کل بازار سهام را تشکیل می‌دهند. خلاصه‌ای از آمارهای توصیفی مربوط به عملکرد هر یک از صنایع بورسی در جدول (۱) ارائه شده است.

صنایع شیمیایی و فلزات اساسی که بالاترین ارزش بازاری سهام را در بین تمامی صنایع بورسی کشور در اختیار دارند، بیشترین متوسط بازدهی را طی دوره مورد بررسی تجربه نموده‌اند و در مقابل، کمترین بازدهی به صنایع حمل و نقل و املاک تعلق می‌یابد. بر خلاف دیدگاه متعارف اقتصاد مالی که بازدهی بالاتر با پذیرش ریسک‌های بالاتر قابل

1. Web Scrapeing

دستیابی است، چنین شرایطی تقریباً در بازار سهام ایران مشاهده نمی‌شود. واریانس (یا انحراف معیار) که یکی از سنجه‌های اصلی اندازه‌گیری ریسک است، در بخش‌هایی با بازدهی بالا نظیر شیمیایی و فلزات اساسی، کمتر از متوسط بازار است، در حالی‌که صنعت خودروسازی که در جایگاه دوم بالاترین واریانس قرار دارد، در زمره صنایعی با متوسط بازدهی نسبتاً اندک طبقه‌بندی می‌شود. آماره‌های چولگی نیز حکایت از چولگی به سمت راست بازدهی تمامی صنایع دارد. توزیع بازدهی تمامی صنایع نسبت به توزیع نرمال، کشیده‌تر است و بخش حمل و نقل، بیشترین کشیدگی را دارد.

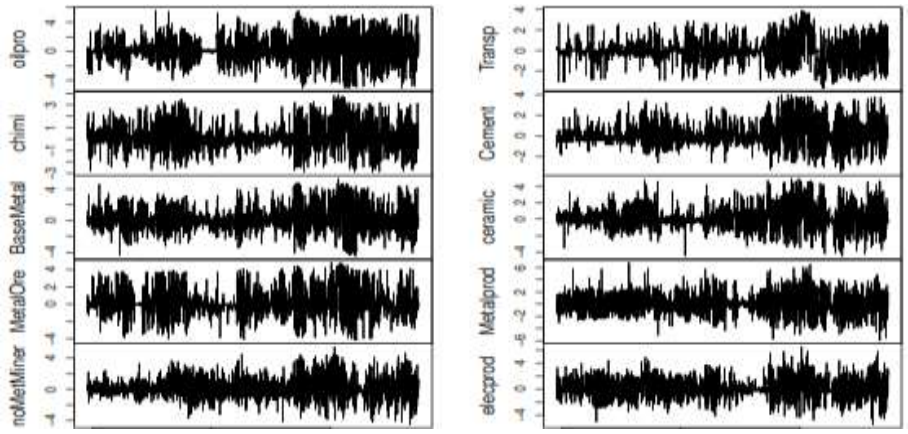
جدول ۱. آمارهای توصیفی بازده شاخص‌های صنایع منتخب بورسی

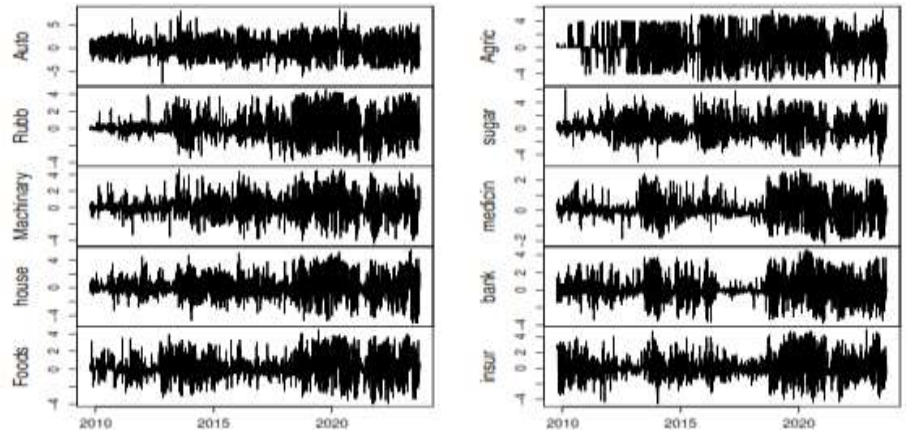
نام صنعت	نماد به‌کار رفته در مقاله	میانگین	واریانس	چولگی	کشیدگی
فرآورده‌های نفتی	Oilpro	۱۷/۳	۲/۹۱۶	۰/۱۰۵	۰/۸۸۸
شیمیایی	Chimi	۱۹/۱	۱/۰۹۸	۰/٤٦٥	۱/۱۳٦
فلزات اساسی	BaseMetal	۱۷/۳	۲/۰۰۷	۰/٤۲٦	۱/۳۱٦
کانه‌های فلزی	MetalOre	۱٦/٦	۱/۱۰۸	۰/٤٦٦	۱/۰۲٤
کانه‌های غیرفلزی	nonMetMin	۱۷/۹	۱/٦٦٦	۰/۲٦٥	۱/۰۱۹
حمل و نقل	Transp	۱۱	۱/۱۳۸	۰/۰۹۰	۱/۷۰۹
سیمان	Cement	۱٥	۱/۲۹۳	۰/٦۰٥	۱/۱٤٤
سرامیک	Ceramic	۱۷	۱/۷٥۲	۰/٤۰۱	۱/۲۱۰
محصولات فلزی	Metalprod	۱۲/٦	۲/۹۳۷	۰/۱۳۰	۰/٤۰۹
محصولات برقی	Elecprod	۱٤/۱	۲/۲۷۷	۰/۱۸٦	۰/٥۷۷
خودرو	Outo	۱۲/٥	٤/۰٤۷	۰/۱۲۷	۰/۰۱۹
لاستیک	Rubb	۱٤/۷	۱/۷٥٥	۰/٤٥۸	۱/۱۷۹
ماشین‌آلات خانگی	Machinery	۱٤/٥	۱/٥۷٦	۰/۲٥٤	۱/۱۱٥
انبوه‌سازی و املاک	House	۱۲	۲/۳۱٤	۰/۱۹۱	۰/۷٦۱
صنایع غذایی	Foods	۱٥/٥	۱/٥۸۲	۰/۱۹٥	۰/۷۱۹
زراعت	Agric	۱٦/۳	٤/۰۸٤	۰/۱۲٤	۰/۲٥۲
قند و شکر	Sugar	۱۷/٦	۲/۲٦٦	۰/۳۲٥	۰/٥۱۱
محصولات دارویی	Medicin	۱۲/۱	۰/٥٥۲	۰/٤٤٤	۱/۰۸۰
بانک	Bank	۱۲/٦	۱/٦۳۱	۰/۳۸۷	۱/۲٤۰
بیمه	Insur	۱٤/۸	۱/۹۷٥	۰/۳٥۱	۰/۹۱۰

منبع: یافته‌های تحقیق

سری‌های زمانی بازدهی روزانه ۲۰ صنعت مورد بررسی در نمودار (۱) ترسیم شده است. سه نکته بسیار مهم در رفتار این سری‌ها قابل تشخیص است که عبارتند از «تلاطمات متغیر در طول زمان»، «رفتار خوشه‌ای» و «هم‌حرکتی در تغییرات بازده صنایع». اولاً بازده صنایع مختلف در طول زمان با نوسانات زیادی همراه بوده و طی سال‌های اخیر، دامنه تغییرات بازدهی صنایع افزایش یافته است. ثانیاً رفتار خوشه‌ای به عنوان یکی از مشخصه‌های لاینفک سری‌های مالی، در تغییرات بازدهی هر یک از صنایع مختلف بورسی نیز مشاهده می‌شود بدین معنا که تلاطمات بالا، نوسانات شدید را در دوره‌های بعدی ایجاد می‌کند و بالعکس. ثالثاً در اوایل و اواخر دوره مورد بررسی، تلاطمات بازده تمامی صنایع تقریباً به طور همزمان با یکدیگر افزایش یافته است در حالی‌که در اواسط دوره مورد بررسی، دامنه این تغییرات در اکثر صنایع بسیار محدود بوده است.

نمودار ۱. بازدهی صنایع بورسی طی دوره ۱۱ اکتبر ۲۰۰۹ تا ۱۸ سپتامبر ۲۰۲۳





منبع: یافته‌های تحقیق

برآورد همبستگی صنایع بزرگ بورسی در جدول (۲) ارائه شده است. قوی‌ترین همبستگی‌ها به ترتیب بین «فلزات اساسی- کانه‌های فلزی»، «خودرو- بانک» و «سیمان- املاک و مستغلات» مشاهده می‌شود. صنعت حمل و نقل به رغم آنکه به طور مثبت با سایر بخش‌ها همبستگی دارد، اما ضعیف‌ترین روابط را در این شبکه از صنایع از خود نمایش می‌دهد. تفاوت‌های گسترده در همبستگی از ۰/۴۷۳ تا ۰/۰۹۳ این انگیزه را می‌دهد که درباره همبستگی‌های پویا و نحوه سرریز شوک‌ها بین صنایع مختلف بیشتر کاوش نماییم.

جدول ۲. همبستگی تلاطمات بازده شاخص‌های صنایع بزرگ بورسی

نام صنعت	فرآورده نفتی	شیمیایی	فلزات اساسی	کانه فلزی	کانه غیرفلزی	حمل و نقل	سیمان	سرامیک	محصولات فلزی	محصولات برقی	خودرو	لاستیک	ماشین‌آلات خانگی	املاک	صنایع غذایی	زراعت	قند و شکر	دارو	بانک	بیمه
فرآورده‌های نفتی	۱	۰/۳۳۲	۰/۳۵۸	۳۰۵	۰/۲۲۶	۰/۱۳۸	۰/۲۳۲	۰/۱۴۰	۰/۲۰۶	۰/۱۹۶	۰/۲۳۱	۰/۱۸۰	۰/۲۰۱	۰/۲۰۷	۰/۱۹۲	۰/۱۳۷	۰/۱۰۵	۰/۱۷۲	۰/۲۲۳	۰/۲۰۸
شیمیایی	۰/۳۳۲	۱	۰/۳۶۲	۰/۳۴۰	۰/۲۲۴	۰/۱۴۶	۰/۲۲۷	۰/۱۵۴	۰/۲۰۵	۰/۱۷۸	۰/۱۹۲	۰/۱۸۱	۰/۲۰۶	۰/۲۰۶	۰/۱۹۰	۰/۱۳۴	۰/۱۲۷	۰/۱۸۲	۰/۲۲۵	۰/۱۸۹
فلزات اساسی	۰/۳۵۸	۰/۳۶۲	۱	۰/۴۷۳	۰/۲۳۳	۰/۱۴۹	۰/۲۴۵	۰/۱۷۷	۰/۲۱۵	۰/۲۰۴	۰/۲۳۲	۰/۲۱۲	۰/۲۲۱	۰/۲۲۰	۰/۲۱۵	۰/۱۳۲	۰/۱۱۹	۰/۱۸۱	۰/۲۷۴	۰/۲۰۶
کانه‌های فلزی	۰/۳۰۵	۰/۳۴۰	۰/۴۷۳	۱	۰/۲۱۶	۰/۱۲۹	۰/۲۱۲	۰/۱۵۱	۰/۱۸۵	۰/۱۹۳	۰/۲۱۲	۰/۱۹۰	۰/۱۷۷	۰/۱۸۰	۰/۱۹۲	۰/۱۲۱	۰/۱۱۰	۰/۱۶۶	۰/۲۴۱	۰/۱۸۵
کانه‌های غیرفلزی	۰/۲۲۶	۰/۲۲۴	۰/۲۳۳	۰/۲۱۶	۱	۰/۱۶۸	۰/۳۲۳	۰/۲۹۷	۰/۳۰۹	۰/۳۰۶	۰/۲۹۱	۰/۲۹۸	۰/۳۳۷	۰/۳۴۲	۰/۳۲۴	۰/۲۲۹	۰/۲۳۴	۰/۲۵۵	۰/۲۷۲	۰/۲۸۵
حمل و نقل	۰/۱۳۸	۰/۱۴۹	۰/۱۴۹	۰/۱۲۹	۰/۱۶۸	۱	۰/۱۶۴	۰/۰۹۸	۰/۱۴۶	۰/۱۴۱	۰/۱۷۱	۰/۱۳۸	۰/۱۸۳	۰/۱۸۳	۰/۱۶۲	۰/۰۹۶	۰/۰۹۳	۰/۱۳۶	۰/۱۷۶	۰/۱۴۱
سیمان	۰/۲۳۲	۰/۲۲۷	۰/۲۴۵	۰/۲۱۲	۰/۳۲۳	۰/۱۶۴	۱	۰/۲۸۶	۰/۲۶۰	۰/۲۵۹	۰/۲۷۲	۰/۲۹۶	۰/۳۳۲	۰/۳۶۳	۰/۳۲۸	۰/۲۱۹	۰/۲۳۰	۰/۲۹۴	۰/۲۵۹	۰/۲۹۰
سرامیک	۰/۱۴۰	۰/۱۵۴	۰/۱۷۷	۰/۱۵۱	۰/۲۹۷	۰/۰۹۸	۰/۲۸۶	۱	۰/۲۳۹	۰/۲۳۱	۰/۱۹۲	۰/۲۲۸	۰/۲۶۲	۰/۲۷۵	۰/۲۵۲	۰/۱۷۲	۰/۲۰۳	۰/۲۱۷	۰/۱۷۷	۰/۲۱۵
محصولات فلزی	۰/۲۰۶	۰/۲۰۵	۰/۲۱۵	۰/۱۸۵	۰/۳۰۹	۰/۱۴۶	۰/۲۶۰	۰/۲۳۹	۱	۰/۲۹۴	۰/۳۰۴	۰/۲۴۶	۰/۲۸۳	۰/۲۹۷	۰/۲۶۰	۰/۱۸۸	۰/۱۹۸	۰/۲۱۱	۰/۲۴۷	۰/۲۶۵
محصولات برقی	۰/۱۹۶	۰/۱۷۸	۰/۲۰۴	۰/۱۹۳	۰/۳۰۶	۰/۱۴۱	۰/۲۵۹	۰/۲۳۱	۰/۲۹۴	۱	۰/۳۰۴	۰/۲۴۲	۰/۲۷۵	۰/۲۸۶	۰/۲۸۳	۰/۱۸۴	۰/۱۷۷	۰/۲۳۸	۰/۲۷۳	۰/۲۷۵
خودرو	۰/۲۳۱	۰/۱۹۲	۰/۲۳۲	۰/۲۱۲	۰/۲۹۱	۰/۱۷۱	۰/۲۷۲	۰/۱۹۲	۰/۲۹۸	۰/۳۰۴	۱	۰/۲۶۵	۰/۳۰۱	۰/۳۱۴	۰/۲۷۱	۰/۱۸۱	۰/۱۷۴	۰/۲۳۴	۰/۳۶۶	۰/۲۷۸
لاستیک	۰/۱۸۰	۰/۱۸۱	۰/۲۱۲	۰/۱۹۰	۰/۲۹۸	۰/۱۳۸	۰/۲۹۶	۰/۲۲۸	۰/۲۴۶	۰/۲۴۲	۰/۲۶۵	۱	۰/۲۹۳	۰/۲۹۳	۰/۲۸۹	۰/۱۹۴	۰/۱۹۶	۰/۲۴۲	۰/۲۳۴	۰/۲۵۰
ماشین‌آلات خانگی	۰/۲۰۱	۰/۲۰۶	۰/۲۲۱	۰/۱۷۷	۰/۳۳۷	۰/۱۸۳	۰/۳۳۲	۰/۲۶۲	۰/۲۸۳	۰/۲۷۵	۰/۳۰۱	۰/۲۹۳	۱	۰/۳۴۳	۰/۳۰۵	۰/۱۹۷	۰/۲۲۶	۰/۲۴۴	۰/۲۵۴	۰/۲۷۹
املاک	۰/۲۰۷	۰/۲۰۶	۰/۲۲۰	۰/۱۸۰	۰/۳۴۲	۰/۱۶۳	۰/۳۶۳	۰/۲۷۵	۰/۲۹۷	۰/۲۸۶	۰/۳۱۴	۰/۲۹۳	۰/۳۴۳	۱	۰/۳۲۹	۰/۲۰۶	۰/۲۲۸	۰/۲۷۱	۰/۳۰۰	۰/۲۸۶
صنایع غذایی	۰/۱۹۲	۰/۱۹۰	۰/۲۱۵	۰/۱۹۲	۰/۳۲۴	۰/۱۶۲	۰/۳۲۸	۰/۲۵۲	۰/۲۶۰	۰/۲۸۳	۰/۲۷۱	۰/۲۸۹	۰/۳۰۵	۰/۳۲۹	۱	۰/۲۴۲	۰/۲۳۲	۰/۲۹۶	۰/۲۷۷	۰/۲۸۰
زراعت	۰/۱۳۷	۰/۱۳۴	۰/۱۳۲	۰/۱۲۱	۰/۲۲۹	۰/۰۹۶	۰/۲۱۹	۰/۱۷۲	۰/۱۸۸	۰/۱۸۴	۰/۱۸۱	۰/۱۹۴	۰/۱۹۷	۰/۲۰۶	۰/۲۴۲	۱	۰/۱۷۵	۰/۱۷۴	۰/۱۴۹	۰/۱۹۱
قند و شکر	۰/۱۰۵	۰/۱۲۷	۰/۱۱۹	۰/۱۱۰	۰/۲۳۴	۰/۰۹۳	۰/۲۳۰	۰/۲۰۳	۰/۱۹۸	۰/۱۷۷	۰/۱۷۴	۰/۱۹۶	۰/۲۲۶	۰/۲۲۸	۰/۲۳۲	۰/۱۷۵	۱	۰/۱۸۴	۰/۱۵۱	۰/۱۸۰
محصولات دارویی	۰/۱۷۲	۰/۱۸۲	۰/۱۸۱	۰/۱۶۶	۰/۲۵۵	۰/۱۳۶	۰/۲۹۴	۰/۲۱۷	۰/۲۱۱	۰/۲۳۸	۰/۲۳۴	۰/۲۴۲	۰/۲۴۴	۰/۲۷۱	۰/۲۹۶	۰/۱۷۴	۰/۱۸۴	۱	۰/۲۷۰	۰/۲۴۷
بانک	۰/۲۲۳	۰/۲۲۵	۰/۲۷۴	۰/۲۴۱	۰/۲۷۲	۰/۱۷۶	۰/۲۵۹	۰/۱۷۷	۰/۲۴۷	۰/۲۷۳	۰/۳۶۶	۰/۲۳۴	۰/۲۵۴	۰/۳۰۰	۰/۲۷۷	۰/۱۴۹	۰/۱۵۱	۰/۲۷۰	۱	۰/۳۰۸
بیمه	۰/۲۰۸	۰/۱۸۹	۰/۲۰۶	۰/۱۸۵	۰/۲۸۵	۰/۱۴۱	۰/۲۹۰	۰/۲۱۵	۰/۲۶۵	۰/۲۷۵	۰/۲۷۸	۰/۲۵۰	۰/۲۷۹	۰/۲۸۶	۰/۲۸۰	۰/۱۹۱	۰/۱۸۰	۰/۲۴۷	۰/۳۰۸	۱

منبع: یافته‌های تحقیق

۵. برآورد شاخص‌های سرریز و عملکرد رویکرد حداقل اتصالات در سبدسازی بهینه سهام

برآورد شاخص‌های سرریز در صنایع مختلف بورسی که مبتنی بر تلاطمات بازدهی مستخرج از مدل TVP-VAR است نیازمند برآورد مدل و گزینش وقفه بهینه TVP-VAR است. معیارهای HQ و SC که دید صرفه‌جویانه نسبت به انتخاب وقفه بهینه دارند، ۱ وقفه را پیشنهاد می‌نمایند، حال آنکه معیارهای AIC و FPE، ۳ وقفه بهینه را توصیه می‌کنند. در پژوهش حاضر، با عنایت به برخورداری از ۳۳۷۰ مشاهده، ۳ وقفه با لحاظ روند انتخاب شده است تا از بروز اریب حذف متغیر مهم ممانعت شود. در ادامه، یافته‌های کلیدی مقاله در دو حوزه مطرح می‌شود:

یک) برآورد و تفسیر انواع شاخص‌های اتصالات کل و زوجی در قالب ایستا و پویا

دو) عملکرد سه رویکرد «حداقل اتصالات»، «حداقل همبستگی» و «حداقل واریانس» در سبدسازی بهینه سهام.

۵-۱. برآورد انواع شاخص‌های اتصالات و تفسیر تجربی آن‌ها

۵-۱-۱. میانگین اتصالات کل (TCI)

نتایج شاخص اتصالات کل (TCI) در جدول (۳) گزارش شده است. هر یک از سطرهای جدول (۳)، بیانگر میزان مشارکت تمامی صنایع (ستون‌ها) در واریانس خطای پیش‌بینی صنعت مورد بررسی (سطر) است. هر یک از ستون‌های جدول (۳) نشان می‌دهد که هر صنعت (ستون) چه مشارکتی در واریانس خطای پیش‌بینی تمامی صنایع (سطرها) دارد. شایان ذکر است عناصر قطر اصلی، اثرات خود متغیر بر روی خودش را نشان می‌دهد در حالی‌که عناصر غیرقطری، اثرات از/به سایرین را منعکس می‌کند. ستون آخر و سه سطر آخر از جدول (۳)، جمع‌بندی مفیدی از یافته‌ها را ارائه می‌کنند. نتایج نشان می‌دهند که:

- طبق مقدار متوسط شاخص اتصالات کل برای دوره مورد بررسی، ۵۸/۵۷ درصد از واریانس خطای پیش‌بینی در هر یک از متغیرهای شبکه را می‌توان به تغییرات بین صنایع در شبکه بورسی نسبت داد. این یافته بیانگر هم‌حرکتی نسبتاً شدید متغیرها است

به طوری‌که نمی‌توان از پتانسیل سرایت تلاطمات درون شبکه یا ریسک سیستمی در بازار سهام ایران چشم‌پوشی نمود.

- کانه‌های غیرفلزی، املاک و فلزات اساسی، بزرگترین انتقال‌دهندگان تلاطمات در بازار سهام ایران محسوب می‌شوند. پس از آن صنایع غذایی، سیمان، خودرو، ماشین‌آلات خانگی، محصولات فلزی، بیمه و بانک در رتبه‌های بعدی انتقال‌دهندگان شوک‌ها قرار می‌گیرند. در مقابل، سایر صنایع در شبکه مورد بررسی، در موقعیت دریافت‌کننده خالص شوک‌ها قرار می‌گیرند که پذیرندگان خالص تلاطمات به ترتیب قند و شکر، حمل و نقل، فرآورده‌های نفتی، زراعت، سرامیک، شیمیایی، لاستیک، کانه‌های فلزی، دارو و محصولات برقی می‌باشند.
- ارقام مندرج در قطر اصلی بیانگر سهم تلاطمات هر متغیر از واریانس خطای پیش‌بینی خودش است که در واقع، سهم ریسک‌های منحصر به فرد یا مختص هر صنعت را از کل شوک‌های وارده به صنعت مورد بررسی نشان می‌دهد. بالاترین ریسک‌های مختصِ به صنعت در سه بخش حمل و نقل (۶۳/۶۷ درصد)، زراعت (۵۵/۸۵ درصد) و قند و شکر (۵۱/۴۳ درصد) مشاهده می‌شود به طوری‌که بیش از نیمی از تلاطمات بازده تجربه شده توسط این صنایع، مربوط به ریسک‌های خودشان است. در سر دیگر طیف، سه صنعت فلزات اساسی (۳۴/۲۷ درصد)، کانه‌های غیرفلزی (۳۴/۷۶ درصد) و خودرو (۳۴/۸۳ درصد) قرار دارند که حدود یک‌سوم از تلاطم آن‌ها منبعث از ریسک‌های خود صنایع است و ریسک‌های سیستمی، حدود دو-سوم از تلاطمات آن‌ها را توضیح می‌دهد.

جدول ۳. متوسط اتصالات کل تلاطمات بازده صنایع بورسی

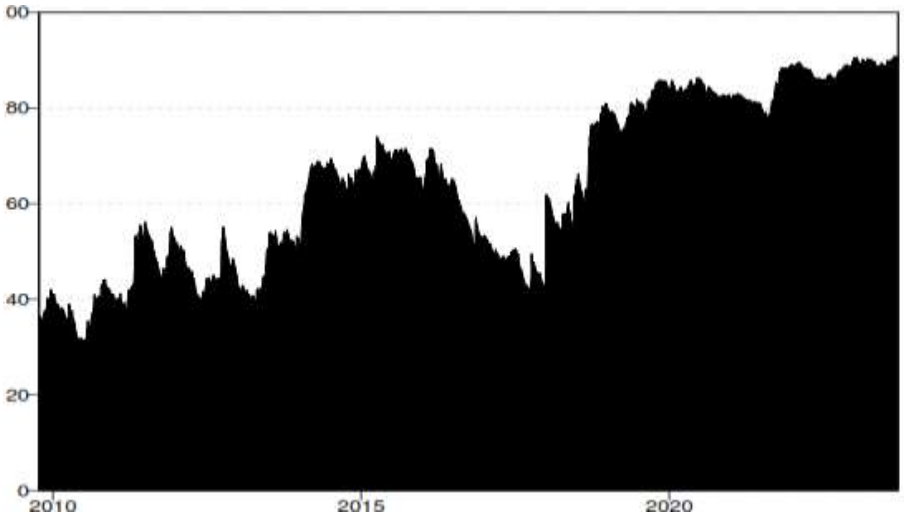
نام صنعت	فرآورده نفتی	شیمیایی	فلزات اساسی	کانه فلزی	کانه غیرفلزی	حمل و نقل	سیمان	سرامیک	محصولات فلزی	محصولات برقی	خودرو	لاستیک	ماشین‌آلات خانگی	املاک	صنایع غذایی	زراعت	قند و شکر	دارو	بانک	بیمه	مجموع سرریزهای دریافت شده از سایر صنایع (FROM)
فرآورده‌نفتی	۴۰/۳۰	۶/۴۹	۷/۸۰	۵/۶۸	۳/۳۸	۱/۱۰	۳/۰۹	۱/۴۸	۳/۰۶	۲/۵۴	۳/۳۳	۱/۹۹	۲/۷۷	۲/۷۵	۲/۶۹	۱/۳۹	۱/۱۲	۲/۳۷	۳/۳۵	۳/۳۲	۵۹/۷۰
شیمیایی	۶/۰۹	۴۰/۱۸	۷/۶۶	۶/۶۴	۳/۱۱	۱/۵۵	۳/۲۹	۱/۶۹	۳/۲۹	۲/۰۵	۲/۷۸	۱/۸۵	۳/۱۱	۲/۹۹	۲/۴۶	۱/۱۶	۱/۱۷	۲/۴۵	۳/۳۸	۳/۱۲	۵۹/۸۲
فلزات اساسی	۶/۱۴	۶/۵۴	۳۴/۲۷	۱۲/۵۳	۳/۰۲	۱/۲۶	۳/۰۷	۱/۹۳	۳/۰۸	۲/۵۱	۳/۴۴	۲/۵۶	۳/۰۶	۲/۷۴	۲/۷۱	۱/۲۶	۱/۲۲	۲/۱۱	۳/۹۷	۲/۵۸	۶۵/۷۳
کانه‌های فلزی	۶/۴۵	۶/۱۴	۱۴/۹۱	۳۸/۱۴	۳/۸۷	۱/۳۱	۲/۶۴	۱/۸۲	۲/۶۵	۲/۵۴	۲/۷۸	۲/۱۹	۲/۵۲	۱/۹۳	۲/۳۸	۱/۲۵	۱/۱۴	۲/۰۱	۳/۱۹	۲/۱۴	۶۱/۸۶
کانه‌های غیرفلزی	۲/۶۰	۲/۶۲	۲/۹۷	۲/۴۰	۳۴/۷۶	۱/۴۷	۴/۵۳	۳/۸۹	۴/۴۷	۳/۵۴	۳/۹۷	۳/۶۹	۵/۱۰	۴/۸۵	۴/۳۰	۲/۲۳	۲/۴۳	۲/۸۹	۳/۴۰	۳/۹۰	۶۵/۲۴
حمل و نقل	۲/۰۵	۱/۷۹	۱/۷۰	۱/۳۵	۲/۴۵	۶۳/۶۷	۱/۸۸	۱/۱۶	۱/۸۹	۱/۵۶	۳/۰۲	۱/۳۸	۲/۵۹	۲/۶۶	۱/۹۲	۱/۰۷	۱/۱۷	۲/۱۴	۲/۵۹	۱/۹۵	۳۶/۳۳
سیمان	۲/۶۱	۲/۶۸	۳/۰۲	۲/۱۴	۴/۵۶	۱/۲۲	۳۶/۹۴	۳/۴۳	۳/۳۰	۲/۷۶	۳/۳۲	۳/۵۸	۴/۸۳	۵/۷۶	۴/۶۴	۲/۱۶	۲/۲۷	۴/۱۴	۲/۸۵	۳/۸۰	۶۳/۰۶
سرامیک	۱/۶۲	۱/۹۴	۲/۵۵	۱/۸۳	۵/۶۳	۰/۹۱	۴/۶۹	۴۴/۲۵	۳/۶۰	۲/۷۶	۲/۴۷	۳/۱۲	۳/۸۷	۴/۲۴	۳/۳۱	۲/۲۰	۲/۵۶	۳/۲۱	۱/۹۷	۳/۲۷	۵۵/۷۵
محصولات فلزی	۲/۶۰	۲/۶۴	۳/۰۶	۲/۲۷	۴/۹۲	۱/۲۲	۳/۰۲	۳/۰۴	۳۹/۹۴	۳/۹۵	۴/۸۶	۲/۷۰	۴/۰۱	۴/۱۸	۳/۵۷	۲/۵۱	۲/۰۱	۲/۶۱	۳/۲۳	۳/۶۷	۶۰/۰۶
محصولات برقی	۱/۹۱	۱/۸۵	۲/۳۸	۲/۶۱	۴/۵۷	۱/۰۹	۳/۲۸	۲/۸۵	۴/۸۰	۴۰/۲۶	۵/۲۹	۲/۷۷	۳/۴۷	۳/۵۰	۳/۷۱	۲/۳۶	۱/۸۵	۳/۰۹	۴/۳۸	۴	۵۹/۷۴
خودرو	۲/۵۳	۲/۱۷	۳/۷۰	۲/۷۸	۴/۲۶	۱/۴۴	۳/۲۸	۲/۱۶	۵/۱۸	۴/۷۱	۳۴/۸۳	۳/۰۸	۴/۷۸	۴/۴۶	۳/۴۵	۲/۱۸	۱/۷۲	۲/۸۵	۶/۳۸	۴/۰۵	۶۵/۱۷
لاستیک	۲/۰۳	۱/۹۶	۳/۰۷	۲/۵۳	۴/۶۳	۱/۱۲	۴/۲۲	۳/۱۱	۳/۶۰	۲/۷۵	۳/۵۸	۴۲/۰۳	۴/۴۵	۳/۹۱	۳/۹۹	۱/۹۰	۱/۹۷	۳/۱۲	۲/۸۰	۳/۲۴	۵۷/۹۷
ماشین‌آلات خانگی	۲/۳۹	۲/۳۴	۳/۰۸	۱/۷۵	۵/۰۱	۱/۷۰	۵/۰۶	۳/۱۴	۴/۰۳	۳/۳۱	۳/۴۵	۳/۹۵	۳۵/۶۲	۴/۹۶	۴/۲۶	۲/۰۸	۲/۷۴	۲/۹۳	۳/۱۲	۴/۰۸	۶۴/۳۸
املاک	۱/۹۴	۲/۲۱	۲/۵۷	۱/۴۲	۵	۱/۴۴	۵/۶۴	۳/۶۳	۳/۷۰	۳/۰۷	۴/۶۰	۲/۹۶	۴/۹۰	۳۶/۹۶	۴/۳۳	۱/۸۷	۲/۳۰	۲/۹۸	۴/۵۴	۳/۹۴	۶۳/۰۴
صنایع غذایی	۲	۲/۰۴	۲/۵۹	۱/۹۲	۴/۷۴	۱/۴۵	۴/۷۴	۲/۸۳	۳/۱۲	۳/۰۹	۳/۷۰	۳/۲۹	۳/۶۷	۴/۸۴	۴۰	۲/۶۹	۲/۳۸	۳/۴۶	۴/۰۳	۳/۴۴	۶۰
زراعت	۱/۳۷	۱/۳۸	۱/۶۶	۱/۴۴	۳/۵۰	۱/۴۰	۲/۵۸	۲/۵۲	۲/۷۷	۲/۵۸	۲/۴۲	۲/۴۱	۲/۵۹	۲/۹۴	۳/۵۴	۵۵/۸۵	۲/۵۰	۲/۲۳	۱/۹۲	۲/۴۰	۴۴/۱۵
قند و شکر	۱/۴۸	۱/۵۷	۱/۷۷	۱/۵۳	۳/۷۵	۱/۲۷	۳/۰۵	۲/۹۶	۲/۹۱	۲/۶۵	۲/۹۵	۲/۲۷	۳/۶۲	۳/۳۳	۳/۷۲	۲/۴۶	۵۱/۴۳	۲/۷۴	۲/۰۷	۲/۴۷	۴۸/۵۷
دارو	۲/۰۲	۲/۳۷	۲/۳۰	۱/۹۰	۳/۵۰	۱/۴۰	۴/۳۷	۳/۰۲	۳/۰۵	۳/۳۱	۳/۵۵	۳/۱۲	۳/۳۱	۳/۵۹	۴/۹۵	۱/۸۶	۱/۹۳	۴۲/۶۴	۴/۱۸	۳/۶۴	۵۷/۳۶
بانک	۲/۴۹	۲/۹۹	۴/۳۰	۲/۷۲	۳/۸۶	۱/۶۳	۳/۰۹	۱/۶۳	۳/۴۴	۳/۷۵	۶/۸۴	۲/۷۳	۳/۴۴	۴/۶۷	۳/۵۴	۱/۷۶	۱/۳۹	۳/۶۹	۳۶/۵۷	۵/۴۸	۶۳/۴۳
بیمه	۲/۳۰	۲/۳۲	۲/۸۳	۱/۸۳	۴/۲۰	۱/۳۵	۳/۹۵	۲/۶۲	۳/۸۷	۳/۷۰	۳/۹۵	۲/۹۶	۴/۱۷	۴/۱۵	۳/۸۰	۱/۹۹	۱/۸۵	۳/۱۷	۴/۹۶	۵۹/۹۶	۴۰/۰۴
(TO)	۵۱/۶۳	۵۴/۰۳	۷۳/۹۰	۵۷/۲۸	۷۶/۹۳	۲۵/۳۲	۶۹/۴۹	۴۸/۸۶	۶۵/۸۰	۵۷/۱۲	۷۱/۳۰	۵۲/۶۱	۷۰/۲۵	۷۲/۴۴	۶۷/۲۷	۳۶/۳۹	۳۵/۷۵	۵۴/۱۹	۶۶/۲۹	۶۴/۴۹	۱۱۷۱/۳۲
(NET)	−۸/۰۷	−۵/۷۹	۸/۱۷	−۴/۵۷	۱۱/۶۸	−۱۱/۰۱	۶/۴۳	−۶/۸۹	۵/۷۵	−۲/۶۲	۶/۱۳	−۵/۳۶	۵/۸۷	۹/۴۰	۷/۲۷	−۷/۷۶	−۱۲/۸۵	−۳/۱۷	۲/۸۷	۴/۵۳	۵۸/۵۷
NPDC	۴	۶	۱۳	۹	۱۸	۲	۱۵	۴	۱۶	۷	۱۳	۶	۱۴	۱۷	۱۴	۱	۱	۷	۱۱	۱۲	

منبع: یافته‌های تحقیق

۵-۱-۲. تغییرات پویای TCI

اگر چه میانگین اتصالات، تصویر کلی از تعاملات بین متغیرهای شبکه را ارائه می‌دهد اما لازم است با تجزیه دوره نمونه به فواصل کوتاه‌تر و با لحاظ بررسی پویا از روابط بین متغیرها، نتایج مطمئن‌تری را بدست آورد. دلیل این مدعا آن است که نتایج متوسط، ممکن است تحولات اقتصادی و رویدادهای مهمی را پنهان نماید که در طول دوره نمونه رخ داده و بر شبکه تحت بررسی اثرگذار بوده‌اند. در این راستا، پویایی‌های شاخص اتصال کل را در طول نمونه در نمودار (۲) می‌توان مشاهده کرد.

نمودار ۲. پویایی‌های شاخص اتصالات کل



منبع: یافته‌های تحقیق

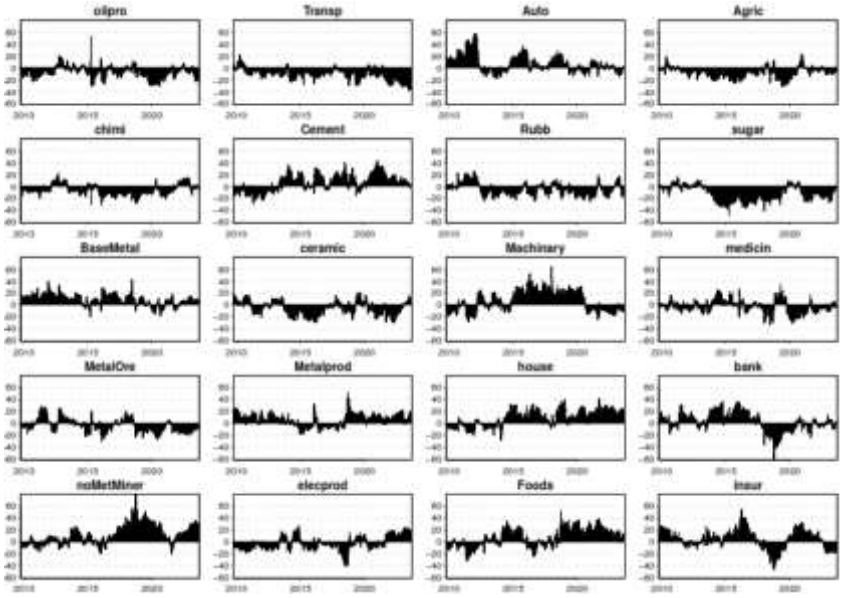
به استثنای دوره‌های نسبتاً کوتاهی که مقادیر TCI کمتر از ۵۰ درصد هستند، اتصالات بین شبکه سهام صنایع مختلف نسبتاً بالا بوده و به مرور زمان تقویت شده است به طوری‌که از اوایل ۲۰۱۹ تاکنون، تقریباً همواره بالاتر از ۸۰ درصد بوده و در دو سال اخیر به ارقام بی‌سابقه ۹۰ درصدی رسیده است. دلالت عملی این نتایج آن است که پژوهشگران با بررسی اتصالات، منبع اطلاعات تکمیلی را در رابطه با بازخورد دریافتی هر متغیر در یک شبکه

مشخص، در اختیار دارند. در واقع، شاخص اتصالات به منزله ابزار مفیدی برای شناسایی منابع بالقوه سرایت ریسک در یک شبکه معین است.

۵-۱-۳. خالص اتصالات جهت‌دار کل

هم‌اکنون می‌توان بر موقعیت منحصربه‌فرد هر متغیر در شبکه مورد بررسی طی زمان تمرکز نمود. با استفاده از نمودار ۳ می‌توان مشخص کرد که آیا هر یک از صنایع مختلف بورسی در دوره مورد بررسی، خالص انتقال‌دهنده دائمی شوک‌ها بوده‌اند، یا خالص دریافت‌کننده دائمی تلاطمات و یا اینکه رفتار باثباتی نداشته و در برخی دوره‌ها به عنوان خالص انتقال‌دهنده و در برخی دوره‌ها به عنوان خالص دریافت‌کننده شوک‌ها عمل کرده‌اند. لازم به ذکر است که مقادیر بالاتر از صفر بیانگر ایفای نقش خالص انتقال‌دهنده شوک‌ها به سیستم است و در مقابل، ارقام کمتر از صفر، منعکس‌کننده خالص پذیرنده بودن شوک‌ها از سیستم است.

نمودار ۳. خالص سرریزهای جهت‌دار کل



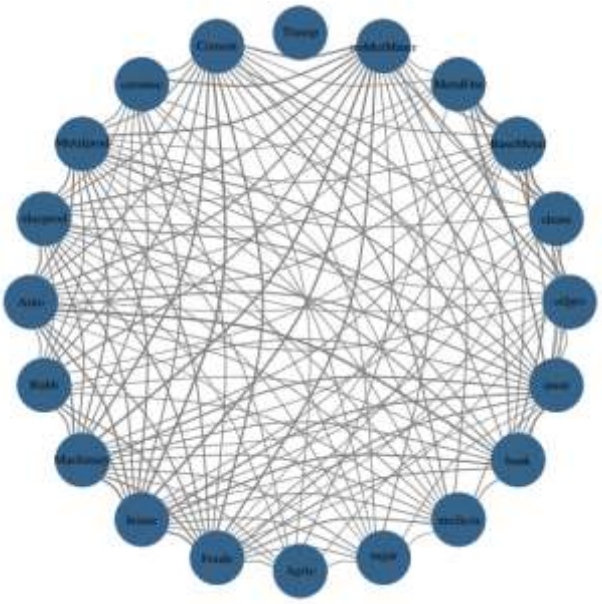
منبع: یافته‌های تحقیق

به وضوح قابل درک است که در طول دوره نمونه، جابه‌جایی بین نقش‌ها درباره اکثر متغیرهای شبکه امری عادی است که به طور مکرر رخ داده است. به استثنای سه صنعت «حمل و نقل»، «زراعت» و «قند و شکر» که عمدتاً خالص دریافت‌کننده دائمی شوک‌ها بوده‌اند و همچنین بخش‌های «کانه‌های غیرفلزی» و «فلزات اساسی» که در اکثر دوره‌ها به عنوان خالص انتقال‌دهنده دائمی شوک‌ها عمل کرده است، مابقی صنایع در برخی دوره‌ها در نقش خالص انتقال‌دهنده و در برخی دوره‌ها به عنوان خالص پذیرنده تلاطمات از شبکه ظاهر شده‌اند.

۵-۱-٤. اتصالات جهت‌دار زوجی و خالص آن

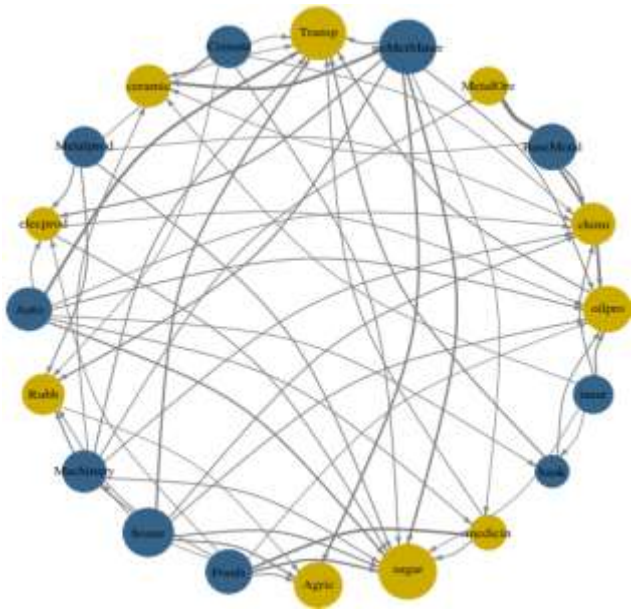
نمودار (۴)، اتصالات زوجی در این سیستم را از طریق نمایش عصبی ارائه می‌دهد که این اتصالات بر پایه روابط متقابل بین متغیرها شکل گرفته است. همانطور که مشاهده می‌شود متغیرها حول یک دایره مرتب شده‌اند و از طریق کمان‌هایی به یکدیگر متصل شده‌اند که ضخامت یا اندازه هر یک از این کمان‌ها متناسب با درجه اتصالات زوجی است.

نمودار ٤. اتصالات جهت‌دار زوجی در قالب شبکه صنایع بورسی



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۵. خالص اتصالات جهت‌دار زوجی در قالب شبکه صنایع بورسی



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار (۵) اتصالات خالص جهت‌دار هر متغیر با سایر متغیرهای درون شبکه را نمایش می‌دهد. در این نمودار، دوایر به رنگ آبی (زرد)، خالص انتقال‌دهنده (پذیرنده) بودن شوک‌ها توسط صنعت مورد بررسی در سیستم را نشان می‌دهد و اندازه این دوایر نیز بیانگر درجه انتقال‌دهنده (پذیرنده) بودن شوک‌ها است. لازم به ذکر است که نبودِ بسیاری از کمان‌ها در نمودار (۵) در مقایسه با نمودار (۴) بیانگر اتصال دوطرفه و برابر بین دو صنعت است که صفر شدنِ خالص اتصالاتِ بین آن دو را در پی دارد. با تفسیر همزمان نمودارهای (۴) و (۵)، نتایج زیر به دست می‌آید:

❖ صنایع کامودیتی‌محور صادراتی مشتمل بر فرآورده‌های نفتی، شیمیایی، فلزات اساسی و کانه‌های فلزی که بزرگترین صنایع بورسی هستند و بیش از ۶۰ درصد ارزش بازار سهام کشور را تشکیل می‌دهند، قوی‌ترین اتصالات دوطرفه را از خود به نمایش می‌گذارند. با توجه به یکسان بودن اثرگذاری و اثرپذیری این صنایع از تلاطمات بازده یکدیگر، خالص اتصالات جهت‌دار بین آن‌ها تقریباً اندک است. البته صنعت فلزات اساسی تا حدودی

مستثنی است و کمان‌های خارج شده از این بخش مبیّن آن است که این صنعت، به طور خالص انتقال‌دهنده شوک‌ها به ۳ صنعت بزرگ دیگر است و در این میان، میزان خالص انتقال تلاطمات به صنعت کانه‌های فلزی نسبتاً بالا است.

❖ اتصالات دو سویه بسیار قوی بین صنعت خودرو با بانک وجود داشته که حکایت از هم‌حرکتی شدید آن‌ها با یکدیگر است.

❖ بخش مالی مشتمل بر بانک و بیمه، اتصالات نسبتاً قوی را بین یکدیگر و در ارتباط با سایر صنایع تجربه می‌کنند. هر دوی این بخش‌ها به عنوان فرستنده نسبتاً ضعیف خالص تلاطمات در شبکه سهام ظاهر می‌شوند.

❖ صنایع خودرو و انبوه‌سازی به عنوان دو صنعتی که کالاهای بادوام مصرفی-سرمایه‌ای را تولید می‌کنند از بزرگترین انتقال‌دهندگان تلاطمات به شبکه سهام محسوب می‌شوند در حالی‌که صنایعی نظیر دارو، زراعت، قند و شکر که محصولات آن‌ها از نوع کالاهای مصرفی بی‌دوام است، در نقش پذیرنده شوک‌های سیستمی عمل می‌کنند.

۵-۲. مقایسه عملکرد حداقل اتصالات در سبدسازی بهینه سهام با سایر رویکردهای متداول

نتایج برآورد وزن‌های بهینه سبد حداقل واریانس (MVP)، حداقل همبستگی (MCP) و حداقل اتصالات (MCoP) در جدول (۴) ارائه شده است.

یافته‌ها حاکی از آن است که:

❖ تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای بین وزن‌های بهینه برآورد شده برای هر یک از صنایع در هر یک از روش‌ها وجود دارد. برای نمونه، سبد حداقل واریانس (MVP)، پیشنهاد می‌کند که وزن ۳۴ درصدی به طور متوسط برای صنعت دارو در نظر گرفته شود اما برای سه صنعت محصولات فلزی، خودرو و املاک هیچ وزنی لحاظ نگردد. تفاوت‌ها در سبد حداقل همبستگی (MCP) کاهش یافته و از ۱ درصد برای صنعت کانه‌های غیرفلزی تا ۱۳ درصد برای صنعت حمل و نقل گسترده می‌شود. اختلاف بین وزن‌های

منتخب در سبد حداقل اتصالات (MCoP) نسبت به دو رویکرد دیگر کمتر است به طوری‌که از ۲ درصد برای سه صنعت (فلزات اساسی، کانه‌های غیرفلزی و املاک) تا ۱۱ درصد برای صنعت حمل و نقل در نوسان است.

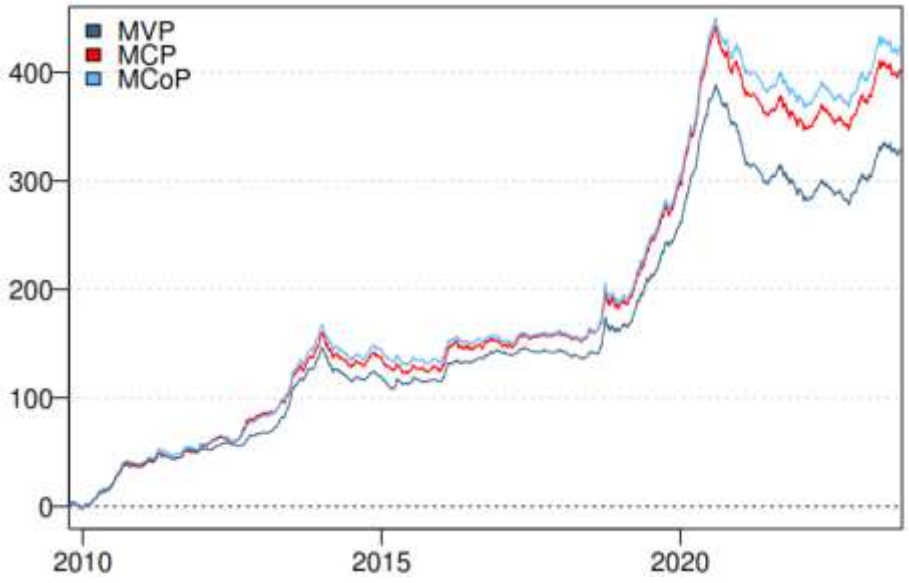
- ❖ انحراف معیار سبد تشکیل شده بر مبنای رویکرد حداقل اتصالات (MCoP) کمتر از انحراف معیار سبدهای تشکیل شده بر اساس دو روش متداول است. این یافته دلالت بر آن دارد که میزان جابجایی منابع از صنعتی به صنعت دیگر کمتر بوده و ضرورتی به تعدیل قابل ملاحظه وزن‌های هر یک از صنایع بورسی در سبد وجود ندارد.
- ❖ بالاترین ارزش اثربخشی هج در تمامی رویکردها به خودرو و زراعت اختصاص دارد. برای نمونه اگر بر مبنای سبد حداقل واریانس، وزن ۰ درصدی برای خودرو و وزن ۱ درصدی برای زراعت لحاظ شود، تلاطم هر یک از دارایی‌ها در این سبد به طور معنی‌داری به اندازه ۹۱ درصد کاهش می‌یابد. کاهش تلاطمات در سطح معنی‌داری ۱ درصد به لحاظ آماری معنی‌دار است. تفسیر مشابهی از اثربخشی هج در سایر صنایع و هر سه رویکرد نیز می‌توان ارائه کرد.

جدول ٤. آماره‌های توصیفی از وزن‌های برآورد شده بر مبنای سبد حداقل واریانس (MVP)،حداقل همبستگی (MCP) و حداقل اتصالات (MCoP)

نام صنعت	رویکرد حداقل واریانس (MVP)						رویکرد حداقل همبستگی (MCP)						رویکرد حداقل اتصالات (MCoP)					
	میانگین	انحراف معیار	٪۵	٪۹۵	HE	احتمال	میانگین	انحراف معیار	٪۵	٪۹۵	HE	احتمال	میانگین	انحراف معیار	٪۵	٪۹۵	HE	احتمال
فرآورده‌نفتی	۰/۰۱	۰/۰۲	۰	۰/۰۵	۰/۸۸	۰	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۱۲	۰/۸۰	۰	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۱	۰/۷۹	۰
شیمیایی	۰/۱۱	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۲۱	۰/۶۷	۰	۰/۰۵	۰/۰۳	۰	۰/۱۰	۰/۴۷	۰	۰/۰۵	۰/۰۲	۰	۰/۰۹	۰/۴۴	۰
فلزات اساسی	۰/۰۱	۰/۰۲	۰	۰/۰۷	۰/۸۲	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۶	۰/۷۱	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۵	۰/۷۰	۰
کانه‌های فلزی	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۸	۰/۸۳	۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰	۰/۱۱	۰/۷۲	۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۷۱	۰
کانه‌های غیرفلزی	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۷	۰/۷۸	۰	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۰/۰۴	۰/۶۵	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۵	۰/۶۳	۰
حمل و نقل	۰/۱۴	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۳۱	۰/۶۸	۰	۰/۱۳	۰/۰۴	۰/۰۸	۰/۲۱	۰/۴۹	۰	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۷	۰/۱۹	۰/۴۶	۰
سیمان	۰/۰۵	۰/۰۵	۰	۰/۱۶	۰/۷۲	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۸	۰/۵۵	۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰	۰/۰۷	۰/۵۳	۰
سرامیک	۰/۰۴	۰/۰۴	۰	۰/۱۳	۰/۷۹	۰	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۶۷	۰	۰/۰۷	۰/۰۳	۰/۰۴	۰/۱۱	۰/۶۵	۰
محصولات فلزی	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۳	۰/۸۸	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۱۱	۰/۸۰	۰	۰/۰۴	۰/۰۳	۰	۰/۰۹	۰/۷۹	۰
محصولات برقی	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۷	۰/۸۴	۰	۰/۰۴	۰/۰۳	۰	۰/۰۹	۰/۷۴	۰	۰/۰۴	۰/۰۳	۰	۰/۱۰	۰/۷۳	۰
خودرو	۰	۰	۰	۰	۰/۹۱	۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰	۰/۰۷	۰/۸۶	۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰	۰/۰۷	۰/۸۵	۰
لاستیک	۰/۰۴	۰/۰۴	۰	۰/۱۲	۰/۷۹	۰	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۱۱	۰/۶۷	۰	۰/۰۷	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۱۱	۰/۶۵	۰
ماشین‌آلات خانگی	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۸	۰/۷۷	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۹	۰/۶۳	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۸	۰/۶۱	۰
املاک	۰	۰/۰۱	۰	۰/۰۲	۰/۸۴	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۵	۰/۷۵	۰	۰/۰۲	۰/۰۲	۰	۰/۰۶	۰/۷۴	۰
صنایع غذایی	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۹	۰/۷۷	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۷	۰/۶۳	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۷	۰/۶۱	۰
زراعت	۰/۰۱	۰/۰۱	۰	۰/۰۴	۰/۹۱	۰	۰/۱۰	۰/۰۳	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۸۶	۰	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۷	۰/۱۳	۰/۸۵	۰
قند و شکر	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۱	۰/۱۰	۰/۸۴	۰	۰/۱۱	۰/۰۳	۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۷۴	۰	۰/۰۹	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۱۲	۰/۷۳	۰
دارو	۰/۳۴	۰/۰۹	۰/۱۶	۰/۴۶	۰/۳۵	۰	۰/۰۶	۰/۰۴	۰/۰۱	۰/۱۴	−۰/۰۶	۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۱	۰/۱۲	−۰/۱۰	۰
بانک	۰/۰۴	۰/۰۵	۰	۰/۱۸	۰/۷۸	۰	۰/۰۳	۰/۰۳	۰	۰/۰۹	۰/۶۴	۰	۰/۰۳	۰/۰۲	۰	۰/۰۸	۰/۶۳	۰
بیمه	۰/۰۲	۰/۰۳	۰	۰/۰۸	۰/۸۲	۰	۰/۰۴	۰/۰۳	۰	۰/۰۹	۰/۷۰	۰	۰/۰۴	۰/۰۳	۰	۰/۰۹	۰/۶۹	۰

منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار ۵. بازدهی تجمعی سبدسازی سهام



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار (۵) بازدهی تجمعی سبد حداقل واریانس (MVP)، حداقل همبستگی (MCP) و حداقل اتصالات (MCoP) را نشان می‌دهد و همانطور که در این نمودار مشخص است، بالاترین بازدهی تجمعی به سبد حداقل اتصالات (MCoP) اختصاص دارد به ویژه آنکه طی سه سال اخیر، تفاوت نسبتاً قابل‌توجهی بین بازدهی تجمعی سبد حداقل اتصالات (MCoP) با حداقل همبستگی (MCP) رخ داده است.

٦. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بررسی سازوکار انتقال شوک‌های مالی و اقتصادی برای فعالان بازار و سیاستگذاران، اهمیت بالایی داشته و کمک زیادی به مدیریت ریسک و مدیریت کارای سبد دارایی می‌کند. در این مقاله با استفاده از رویکردی که اتصالات درون سیستمی و سرریزها را به دقت ترسیم می‌کنند، صنایع بورسی مهمی شناسایی می‌شوند که نقش کلیدی در انتقال ریسک به بازار سهام ایران دارند. همچنین با استفاده از ماتریس اتصالات زوجی متغیر طی

زمان می‌توان سبد بهینه سهام را با استفاده از روش حداقل اتصالات تشکیل داد. با استفاده از داده‌های با تواتر روزانه برای دوره مورد بررسی برای ۲۰ صنعت مختلف بورسی برای ۳۳۷۰ روز کاری مشترک، دو هدف اصلی دنبال می‌شود. نخست، برآورد انواع شاخص‌های اتصالات ایستا و پویا در دو سطح «کل بازار» و «زوجی» از طریق تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی مستخرج از الگوی TVP-VAR و دوم، تشکیل سبد بهینه با استفاده از روش حداقل اتصالات و مقایسه عملکرد آن با دو روش مرسوم سبدسازی (روش حداقل واریانس مارکوویتز و حداقل همبستگی). یافته‌ها حاکی از آن است که:

❖ مقدار متوسط اتصالات کل برای دوره مورد بررسی، ۵۸/۵۷ درصد است که منعکس‌کننده ریسک سیستمی و پتانسیل بالای سرایت تلاطمات درون شبکه صنایع بورسی ایران است. لازم به ذکر است که سرریز تلاطمات در سه سال گذشته، عمدتاً بالغ بر ۸۰ درصد بوده و بعضاً تا سطح ۹۰ درصد هم رسیده است.

❖ بالاترین ریسک‌های مختص به صنعت به بخش‌های حمل و نقل (۶۳/۶۷٪)، زراعت (۵۵٪/۸۵) و قند و شکر (۵۱/۴۳٪) اختصاص دارد، به‌طوری‌که به طور متوسط، بیش از نیمی از تغییرات بازده این صنایع ریشه در ریسک‌های منحصربه فرد خودشان دارد. در مقابل، حدود یک‌سوم از تلاطمات تجربه شده توسط بخش‌های فلزات اساسی (۳۴/۲۷)، کانه‌های غیرفلزی (۳۴/۷۶) و خودرو (۳۴/۸۳)، منبعث از ریسک‌های خود صنایع است و ریسک سیستمی، مشارکت بالغ بر ۶۵ درصدی در توضیح تلاطمات آن‌ها دارد.

❖ به استثنای صنعت کانه‌های غیرفلزی، املاک و فلزات اساسی که عموماً انتقال‌دهنده خالص ریسک‌های سیستمی هستند و همچنین سه صنعت محصولات حمل و نقل، زراعت و قند و شکر که عمدتاً به عنوان پذیرنده خالص شوک‌ها عمل نموده‌اند، جابجایی‌های مکرری بین نقش‌های ایفا شده توسط اکثر صنایع مورد بررسی در این شبکه مشاهده می‌شود.

❖ اتصالات قوی دوطرفه‌ای بین ۴ صنعت بزرگ کامودیتی‌محور (صنایع شیمیایی، فرآورده‌های نفتی، فلزات اساسی و کانه‌های فلزی) که بیش از ۶۰ درصد ارزش بازار سهام

کشور را تشکیل می‌دهند، وجود دارد. همچنین ۳ صنعت مشتمل بر خودرو، بانک و املاک نیز اتصالات دو سویه و قوی را تجربه می‌کند. با توجه به شواهد اقتصاد ایران، به نظر می‌رسد وجود اتصالات قوی بین تلاطمات بازده سهام صنایع بزرگ بورسی کامودیتی‌محور کشور احتمالاً متأثر از عوامل مشترک اقتصادی (نظیر نرخ دلار، قیمت‌های جهانی نفت، محصولات شیمیایی و فلزات اساسی)، تجاری (نظیر اخذ تعرفه و مالیات بر صادرات محصولات خام، وضعیت اقتصادی شرکای مهم تجاری کشور)، سیاسی (مانند تحریم‌ها) و ... است.[1] همچنین مشاهده اتصالات قوی بین تلاطمات بازده صنایع خودرو، بانک و انبوه‌سازی و املاک نیز احتمالاً تحت تأثیر سیاست‌های پولی (به ویژه تغییرات نرخ بهره)، نرخ‌های تورم و بازده سایر دارایی‌های کلان به ویژه طلا و دلار باشد. بررسی دقیق‌تر نکات فوق‌الذکر، خارج از محدوده تحقیق حاضر بوده و پژوهش‌های تکمیلی و جداگانه‌ای را می‌طلبد.

❖ دو صنعت خودرو و املاک به عنوان بخش‌های تولیدکننده کالاهای بادوام مصرفی، در نقش انتقال‌دهندگان ریسک سیستمی به شبکه عمل می‌کنند حال آنکه صنایع تولیدکننده کالاهای مصرفی بی‌دوام نظیر دارو، زراعت، قند و شکر به عنوان پذیرنده‌های شوک در بازار ظاهر می‌شوند.

❖ تفاوت قابل‌ملاحظه‌ای بین وزن‌های بهینه برآورد شده برای هر یک از صنایع در هر یک از روش‌ها وجود دارد. اختلاف بین وزن‌های منتخب در سبد حداقل اتصالات (MCoP) نسبت به دو رویکرد دیگر کمتر است به طوری‌که از ۲ درصد برای سه صنعت (فلزات اساسی، کانه‌های غیرفلزی و املاک) تا ۱۱ درصد برای صنعت حمل و نقل در نوسان است.

---

۱. لازم به ذکر است در مقاله طالبلو و مهاجری (۲۰۲۳)، تلاطمات برخی از شاخص‌های صنایع مختلف بورسی در مقابل سایر دارایی‌ها با محوریت طلا، دلار، بیت‌کوین و نفت‌خام با استفاده از داده‌های روزانه مدلسازی شده است. همچنین در مقاله طالبلو و مهاجری (۱۴۰۰)، تلاطمات بازار سهام در مقابل دلار، طلا، تورم و نرخ بهره بازار بین‌بانکی با استفاده از داده‌های ماهانه، الگوسازی شده است. نتایج گزارش شده در دو مقاله فوق‌الذکر حاکی از همبستگی‌های شدید بین تلاطمات بازار سهام کشور با نرخ دلار و نرخ تورم دارد.

❖ بالاترین ارزش اثربخشی هج در تمامی رویکردها به خودرو و زراعت اختصاص دارد. همچنین بالاترین بازدهی تجمعی به سبد حداقل اتصالات (MCoP) اختصاص دارد به ویژه آنکه طی سه سال اخیر، تفاوت نسبتاً قابل‌توجهی بین بازدهی تجمعی سبد حداقل اتصالات (MCoP) با حداقل همبستگی (MCP) رخ داده است.

نتایج مقاله حاضر، دلالت‌های روشنی برای سرمایه‌گذاران و سیاستگذاران دارد. آگاهی درباره نحوه سرایت ریسک بین صنایع مختلف و شناسایی بخش‌های پیشرو برای سرمایه‌گذاران، اهمیت استراتژیک دارد. عملکرد بخش‌های سیستمیک مهم می‌تواند راهنمای کارآمدی برای سرمایه‌گذاران محسوب شود زیرا آن‌ها را قادر می‌سازد تا سبد سهام خود را با تحولات ریسک سیستمی تعدیل کنند و مدیریت کارای سبد دارایی‌های مالی را در بین صنایع مختلف بورسی برای آنها امکان‌پذیر می‌سازد. همچنین با عنایت به یافته‌های مقالات طالبلو و مهاجری (۱۴۰۲) و طالبلو و همکاران (۱۳۹۸) مبنی بر بالا بودن عدم تقارن اطلاعات در بازار سهام ایران، بررسی تأثیر وجود اطلاعات خصوصی بر ریسک‌های سیستمیک می‌تواند در طراحی سیاست‌های تنظیمی در بازار سرمایه، کمک شایانی نماید.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Reza Taleblou https://orcid.org/0000-0002-8679-2920
Parisa Mohajeri http://orcid.org/ 0000-0001-7971-0678
Abbas Shakeri https://orcid.org/0000-0002-8153-3639
Teymor Mohammadi https://orcid.org/0000-0003-4394-774X
Zahra Zabihi http://orcid.org/ 0009-0009-0957-8857

منابع

طالبلو، رضا و مهاجری، پریسا (۱۴۰۲).سنجش محتوای اطلاعات در معاملات سهام: شواهدی از بازار سرمایه ایران. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۸ (۳)، ۴۵۸-۴۳۳. doi: 10.22059/jte.2023.363774.1008841

طالبلو، رضا و مهاجری، پریسا (۱۴۰۱). اتصالات و سرریز ریسک در بازار سهام ایران، یک تحلیل بخشی با به‌کارگیری مدل خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر طی زمان (TVP-VAR). *مدلسازی اقتصادسنجی*، ۷(۳)، ۹۵-۱۲۵. doi: 10.22075/jem.2022.28780.1771

طالبلو، رضا، شاکری، عباس و رحمانیانی، میلاد (۱۳۹۸). مقایسه روش‌های مختلف تخمین احتمال مبادله آگاهانه در بورس اوراق بهادار تهران. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۴ (۷۸)، ۲۹-۱. doi:10.22054/ijer.2019.10161

طالبلو، رضا و مهاجری، پریسا (۱۴۰۰). الگوسازی تلاطم در بازارهای دارایی ایران با استفاده از مدل تلاطم تصادفی چندمتغیره عاملی. *مدلسازی اقتصادسنجی*، ۶(۳)، ۶۳-۹۶. doi: 10.22075/jem.2021.23659.1607

مهاجری، پریسا و طالبلو، رضا (۱۴۰۱). بررسی پویایی‌های سرریز تلاطمات بین بازده بخش‌ها با رویکرد اتصالات خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در طول زمان (TVP-VAR)؛ شواهدی از بازار سهام ایران. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۷(۲)، ۳۲۱-۳۵۶. doi: 10.22059/jte.2023.349895.1008727

Abdullah, M., Chowdhury, M. A. F., & Sulong, Z. (2023). Asymmetric efficiency and connectedness among green stocks, halal tourism stocks, cryptocurrencies, and commodities: Portfolio hedging implications. *Resources Policy*, *81*, 103419. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103419.

Acemoglu, D., Ozdaglar, A., & Tahbaz-Salehi, A. (2015). Systemic risk and stability in financial networks. *American Economic Review*, *105(2)*, 564-608. https://doi.org/10.1257/aer.20130456.

Acharya, V., & Naqvi, H. (2012). The seeds of a crisis: A theory of bank liquidity and risk taking over the business cycle. *Journal of financial economics*, *106(2)*, 349-366. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2012.05.014.

Adekoya, O., Akinseye, A., Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., Gabauer, D., & Oliyide, J. (2022). Crude Oil and Islamic Sectoral Stocks: Asymmetric Connectedness and Investment Strategies. *Resources Policy*, *78*. Available at SSRN 3965356.

Ahmed, W. (2016). The dynamic linkages among sector Indices: The case of the Egyptian Stock Market. *International Journal of Economics and Finance, 8(4),* 23-38. https://doi.org/10.5539/ijef.v8n4p23.

Akkaya, M. (2021). Behavioral Portfolio Theory. *In Applying Particle Swarm Optimization*, Springer, Cham, 29-48.

Akkaya, M. (2021). Behavioral portfolio theory. In *Applying Particle Swarm Optimization: New Solutions and Cases for Optimized Portfolios*, Springer, Cham, 29-48.

Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2013). Dynamic co-movements of stock market returns, implied volatility and policy uncertainty. *Economics Letters*, *120(1),* 87-92. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.04.004.

Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Filis, G. (2017). Oil shocks and stock markets: Dynamic connectedness under the prism of recent geopolitical and economic unrest. *International Review of Financial Analysis*, *50*, 1-26. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2017.01.004.

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. https://doi.org/10.3390/jrfm13040084.

Antonakakis, N., Cunado, J., Filis, G., Gabauer, D., & de Gracia, F. P. (2023). Dynamic connectedness among the implied volatilities of oil prices and financial assets: New evidence of the COVID-19 pandemic. *International Review of Economics & Finance*, *83*, 114-123. https://doi.org/10.1016/j.iref.2022.08.009.

Bai, L., Wei, Y., Zhang, J., Wang, Y., & Lucey, B. M. (2023). Diversification effects of China's carbon neutral bond on renewable energy stock markets: A minimum connectedness portfolio approach. *Energy Economics*, *123*, 106727. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106727.

Bekaert, G., Hodrick, R. J., & Zhang, X. (2009). International stock return comovements. *The Journal of Finance*, *64(6)*, 2591-2626. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2009.01512.

Balcilar, M., Gabauer, D., Gupta, R., & Pierdzioch, C. (2023). Climate risks and forecasting stock market returns in advanced economies over a century. *Mathematics*, *11(9)*, 2077. https://doi.org/10.3390/math11092077.

Broadstock, D. C., Chatziantoniou, I., & Gabauer, D. (2022). Minimum connectedness portfolios and the market for green bonds: Advocating socially responsible investment (SRI) activity. In *Applications in energy finance: The energy sector, economic activity, financial markets and the environment* (pp. 217-253). Cham: Springer International Publishing.

Bui, H. Q., Tran, T., Pham, T. T., Nguyen, H. L. P., & Vo, D. H. (2022). Market volatility and spillover across 24 sectors in Vietnam. *Cogent Economics & Finance*, *10(1)*, 2122188. https://doi.org/10.1080/23322039.2022.2122188.

Caporale, G. M., Rault, C., Sova, A. D., & Sova, R. (2015). Financial development and economic growth: Evidence from 10 new European Union members. *International Journal of Finance & Economics*, *20(1)*, 48-60. https://doi.org/10.1002/ijfe.1498.

Chatziantoniou, I., Gabauer, D., & Marfatia, H. A. (2022). Dynamic connectedness and spillovers across sectors: Evidence from the Indian stock market. *Scottish Journal of Political Economy*, *69(3)*, 283-300. https://doi.org/10.1111/sjpe.12291.

Chen, Y., Wei, Y., Bai, L., & Zhang, J. (2023-a). Can Green Economy stocks hedge natural gas market risk? Evidence during Russia-Ukraine conflict and other crisis periods. *Finance Research Letters*, *53*, 103632. https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103632.

Chen, Y., Wei, Y., Bai, L., Zhang, J., & Wang, Z. (2023-b). Connectedness and hedging effects among China's nonferrous metal, crude oil and green bond markets: An extreme perspective. *Finance Research Letters*, *58*, 104041. https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.104041.

Choi, S. Y. (2022). Dynamic volatility spillovers between industries in the US stock market: Evidence from the COVID-19 pandemic and Black Monday. *The North American Journal of Economics and Finance*, *59*, 101614. https://doi.org/10.1016/j.najef.2021.101614.

Chow, H. K. (2017). Volatility spillovers and linkages in Asian stock markets. *Emerging Markets Finance and Trade*, *53(12)*, 2770-2781. https://doi.org/10.1080/1540496X.2017.1314960.

Christoffersen, P., Errunza, V., Jacobs, K., & Jin, X. (2014). Correlation dynamics and international diversification benefits. *International Journal of Forecasting*, *30(3)*, 807-824. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2014.01.001.

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. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006.

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.

Driesprong, G., Jacobsen, B., & Maat, B. (2008). Striking oil: another puzzle?. *Journal of financial economics*, *89(2)*, 307-327. https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2007.07.008.

Ederington, L. H. (1979). The hedging performance of the new futures markets. *The journal of finance*, *34(1)*, 157-170. https://doi.org/10.2307/2327150.

Ekinci, R., & Gençyürek, A. G. (2021). Dynamic connectedness between sector indices: Evidence from Borsa Istanbul. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, *16(2)*, 512-534. https://doi.org/10.17153/oguiibf.879784.

Elton, E. J., & Gruber, M. J. (1997). Modern portfolio theory, 1950 to date. *Journal of banking & finance*, *21(11-12)*, 1743-1759. https://doi.org/10.1016/S0378-4266(97)00048-4.

Engle, R. (2004). Risk and volatility: Econometric models and financial practice. *American economic review*, *94(3)*, 405-420. https://doi.org/10.1257/0002828041464597.

Esposti, R. (2021). On the long-term common movement of resource and commodity prices. A methodological proposal. *Resources Policy*, *72*, 102010. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102010.

Fabozzi, F. J., Gupta, F., & Markowitz, H. M. (2002). The legacy of modern portfolio theory. *The journal of investing*, *11(3)*, 7-22.

Feng, S., Huang, S., Qi, Y., Liu, X., Sun, Q., & Wen, S. (2018). Network features of sector indexes spillover effects in China: A multi-scale view. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *496*, 461-473. https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.12.091.

Gabauer, D. (2020). Volatility impulse response analysis for DCC-GARCH models: The role of volatility transmission mechanisms. *Journal of Forecasting*, *39(5)*, 788-796. https://doi.org/10.1002/for.2648.

Gabauer, D., Chatziantoniou, I., & Stenfors, A. (2023). Model-free connectedness measures. *Finance Research Letters*, *54*, 16-26. https://doi.org/10.1016/j.frl.2023.103804.

Hatemi-J, A., Roca, E., & Mustafa, A. (2023). Portfolio diversification impact of oil and asymmetric interaction between oil, equity and bonds in the global market: fresh evidence from alternative approaches. *Journal of Economic Studies*, *50(4)*, 790-805. https://doi.org/10.1108/JES-04-2022-0214.

Jung, R. C., & Maderitsch, R. (2014). Structural breaks in volatility spillovers between international financial markets: contagion or mere interdependence?. *Journal of Banking & Finance*, *47*, 331-342. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2013.12.023.

Kearney, C., & Lucey, B. M. (2004). International equity market integration: Theory, evidence and implications. *International Review of Financial Analysis*, *13(5)*, 571-583. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2004.02.013.

Koop, G., Pesaran, M. H., & Potter, S. M. (1996). Impulse response analysis in nonlinear multivariate models. *Journal of econometrics*, *74(1)*, 119-147. https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01753-4.

Laborda, R., & Olmo, J. (2021). Volatility spillover between economic sectors in financial crisis prediction: Evidence spanning the great financial crisis and Covid-19 pandemic. *Research in International Business and Finance*, *57*, 101402. https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2021.101402.

Lai, K. K., Yu, L., Wang, S., & Zhou, C. (2006, October). A double-stage genetic optimization algorithm for portfolio selection. In *International Conference on Neural Information Processing* (pp. 928-937). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

Lintner, J. (1975). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. In *Stochastic optimization models in finance* (pp. 131-155). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-780850-5.50018-6.

Liu, W., & Yu, Y. (2019). Comparison of price fluctuation among domestic and oversea oil shipping stocks based on DC-MSV model. *Tongi Daxue Xubao*, *47(10)*, 1528-1532. https://doi.org/10.4236/me.2019.1012149.

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The journal of finance*, *7(1)*, 77-91. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x.

Markovitz, H. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. New York: John Wiley.

McQueen, G., & Roley, V. V. (1993). Stock prices, news, and business conditions. *The review of financial studies*, *6(3)*, 683-707. https://doi.org/10.1093/rfs/5.3.683.

Mendonça, G. H., Ferreira, F. G., Cardoso, R. T., & Martins, F. V. (2020). Multi-attribute decision making applied to financial portfolio optimization problem. *Expert Systems with Applications*, *158*, 113527. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113527.

Mensi, W., Beljid, M., Boubaker, A., & Managi, S. (2013). Correlations and volatility spillovers across commodity and stock markets: Linking energies, food, and gold. *Economic Modelling*, *32*, 15-22. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.01.023.

Mensi, W., Nekhili, R., Vo, X. V., Suleman, T., & Kang, S. H. (2021). Asymmetric volatility connectedness among US stock sectors. *The North American Journal of Economics and Finance*, *56*, 101327. https://doi.org/10.1016/j.najef.2020.101327.

Mensi, W., Rehman, M. U., Maitra, D., Al-Yahyaee, K. H., & Vo, X. V. (2023). Frequency spillovers and portfolio risk implications between Sukuk, Islamic stock and emerging stock markets. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, *91*, 139-157. https://doi.org/10.1016/j.qref.2022.10.012.

Mishra, S. K., Panda, G., & Majhi, B. (2016). Prediction based mean-variance model for constrained portfolio assets selection using multiobjective evolutionary algorithms. *Swarm and evolutionary computation*, *28*, 117-130. https://doi.org/10.1016/j.swevo.2016.01.007.

Mohajeri, P., & Taleblou, r. (2022). Investigating the dynamics of volatility spillovers across sectors' returns utilizing a Time-Varying Parameter Vector Autoregressive connectedness approach; evidence from Iranian stock market. Journal of Economic Research, 57(2), 321-356. https://doi.org/ 10.22059/jte.2023.349895.1008727 [In Persian].

Naeem, M. A., Adekoya, O. B., & Oliyide, J. A. (2021). Asymmetric spillovers between green bonds and commodities. *Journal of Cleaner Production*, *314*, 128100. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128100.

Nasreen, S., Tiwari, A. K., & Yoon, S. M. (2021). Dynamic connectedness and portfolio diversification during the coronavirus disease 2019

pandemic: Evidence from the cryptocurrency market. *Sustainability*, *13(14)*, 7672. https://doi.org/10.3390/su13147672.

Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics letters*, *58(1)*, 17-29. https://doi.org/10.1016/S0165-1765(97)00214-0.

Peters, E. E. (1994). *Fractal market analysis: applying chaos theory to investment and economics* (Vol. 24). John Wiley & Sons.

Pfiffelmann, M., Roger, T., & Bourachnikova, O. (2016). When behavioral portfolio theory meets Markowitz theory. *Economic Modelling*, *53*, 419-435. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2015.10.041.

Qu, B. Y., & Suganthan, P. N. (2011). Constrained multi-objective optimization algorithm with an ensemble of constraint handling methods. *Engineering Optimization*, *43(4)*, 403-416. https://doi.org/10.1080/0305215X.2010.493937.

Shahzad, S. J. H., Mensi, W., Hammoudeh, S., Rehman, M. U., & Al-Yahyaee, K. H. (2018). Extreme dependence and risk spillovers between oil and Islamic stock markets. *Emerging Markets Review*, *34*, 42-63. https://doi.org/10.1016/j.ememar.2017.10.003.

Shahzad, S. J. H., Naeem, M. A., Peng, Z., & Bouri, E. (2021). Asymmetric volatility spillover among Chinese sectors during COVID-19. *International Review of Financial Analysis*, *75*, 101754. https://doi.org/10.1016/j.irfa.2021.101754.

Shi, Y., Tiwari, A. K., Gozgor, G., & Lu, Z. (2020). Correlations among cryptocurrencies: Evidence from multivariate factor stochastic volatility model. *Research in International Business and Finance*, *53*, 101231. https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2020.101231.

Taleblou, R. & Mohajeri, P. (2023). Measuring the information content of stock trade; evidence from Iranian capital market. *Economic Research*, *58(3)*, 433-1458. https://doi.org/10.22059/jte.2023.363774.1008841[In Persian].

Taleblou, R. & Mohajeri, P. (2023). Modeling the Daily Volatility of Oil, Gold, Dollar, Bitcoin and Iranian Stock Markets: An Emprical Application of a Nonlinear Space State Model. *Iranian Economic Review*, *27(3)*, 1033-1063. https://doi.org/10.22059/ier.2022.85769.

Taleblou, R. & Mohajeri, P. (2022). Connectedness and risk spillovers in Iranian stock market: using TVP-VAR in a sectoral analysis. *Econometric Modeling Quarterly*, *6(3)*, 95-125. https://doi.org/10.22075/jem.2022.28780.1771[In Persian].

Taleblou, R. & Mohajeri, P. (2021). Modeling the volatility of the Iranian asset markets using factor multivariate stochastic volatility model.

Econometric Modeling Quarterly, 7(3), 63-96. https://doi.org/10.22075/jem.2021.23659.1607 [In Persian].

Taleblou, R., Shakeri, A. & Rahmaniani, M. (2019). Comparing different methods of estimation for probability of informed trading in Tehran stock txchange. *Iranian Journal of Economic Reasearch*, 24(78), 1-29 https://doi.org/10.22054/ijer.2019.10161 [In Persian].

Tiwari, A. K., Aikins Abakah, E. J., Gabauer, D., & Dwumfour, R. A. (2021). Green bond, renewable energy stocks and carbon price: dynamic connectedness, hedging and investment strategies during COVID-19 pandemic. *Hedging and Investment Strategies during COVID-19 pandemic (August 1, 2021)*. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3897284.

Tiwari, A. K., Abakah, E. J. A., Gabauer, D., & Dwumfour, R. A. (2022). Dynamic spillover effects among green bond, renewable energy stocks and carbon markets during COVID-19 pandemic: Implications for hedging and investments strategies. *Global Finance Journal*, *51*, 100692. https://doi.org/10.1016/j.gfj.2021.100692.

Wiesen, T. F., Beaumont, P. M., Norrbin, S. C., & Srivastava, A. (2018). Are generalized spillover indices overstating connectedness?. *Economics Letters*, *173*, 131-134. https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.10.007.

Wei, Y., Wang, Y., Vigne, S. A., & Ma, Z. (2023). Alarming contagion effects: the dangerous ripple effect of extreme price spillovers across crude oil, carbon emission allowance, and agriculture futures markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, *88*, 101821. https://doi.org/10.1016/j.intfin.2023.101821.

Wu, F., Zhang, D., & Zhang, Z. (2019). Connectedness and risk spillovers in China's stock market: A sectoral analysis. *Economic Systems*, *43(3-4)*, 100718. https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2019.100718.

Yamauchi, Y., & Omori, Y. (2019). Multivariate stochastic volatility model with realized volatilities and pairwise realized correlations. *Journal of Business & Economic Statistics*, *38*(4), 839-855. https://doi.org/10.1080/07350015.2019.1602048.

Yin, K., Liu, Z., Huang, C., & Liu, P. (2020-a). Topological structural analysis of China's new energy stock market: a multi-dimensional data network perspective. *Technological and Economic Development of Economy*, *26(5)*, 1030-1051. https://doi.org/10.3846/tede.2020.12723.

Yin, K., Liu, Z., & Jin, X. (2020-b). Interindustry volatility spillover effects in China's stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and its*

Applications, *539*, 122936. https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.122936.

Zhang, J., & Zhuang, Y. (2017, October). Volatility spillover among USA and major East Asian stock indices based on multivariate stochastic volatility with regime-switching model. In *2017 17th International Conference on Control, Automation and Systems (ICCAS)* (pp. 1231-1236). IEEE. https://doi.org/10.23919/ICCAS.2017.8204399.

Zhang, J., & Zhuang, Y. M. (2021). Cross-market infection research on stock herding behavior based on DGC-MSV models and Bayesian network. *Complexity*, *2021*, 1-8. https://doi.org/10.1155/2021/6645151.