Financial Research Journal

Print ISSN: 1024-8153

Online ISSN: 2423-5377

An Analysis of Capital Market Using Network Approach

Reza Taghizadeh

Assistant Prof., Department of Accounting, Faculty of Economic, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran. E-mail: rezataghizadeh@yazd.ac.ir

Mohammad Abdzadeh Kanafi *

*Corresponding Author, Ph.D., Department of Accounting, Faculty of Accounting and Financial Sciences, College of Management, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: m.abdzadeh@ut.ac.ir

Abstract

Objective

Financial markets are considered to be a kind of complex network due to the interaction and interrelationship of its various actors. Therefore, the development of stock communication networks is an important issue for discovering potential connections between different companies. Therefore, the purpose of this research is to investigate and analyze the communication structure of companies in the capital market based on price, return, and trading volume of stock with a network approach.

Methods

This study employs a quantitative research methodology, specifically focusing on network analysis. The data were collected in the period between 2017 and 2021 and analyzed using the network analysis method and with the help of Excel 2021, SPSS 26, UCINET 6, and its complementary package NetDraw. In addition to the general analysis and review of the price, returns, and trading volume of the stock correlation network, the performance of each node in the network was also investigated using micro-indices. Centrality is one of the most important micro-concepts of network analysis, which examines the influence and importance of people in the network. Also, it was studied with three indices of degree, betweenness, and closeness of centrality of network nodes.

Results

The results indicated that as the correlation basis expands, there is a decrease in communication between different companies along with an increase in irregularity. The higher the correlation basis, the less likely it is to be affected by a common variable or interaction, which will reduce the correlation between stocks. In addition, there are

companies in the communicative network that are in a better position than the rest. They may have higher connections, faster access to information, and greater influence over other units' price changes. As a result, these companies can play a decisive and leading role, or in other words, the role of key and influential actors in the governing structure. Also, the results showed that in the second period of 2021 compared to the first period, communication networks were much more erratic and scattered.

Conclusion

Considering the importance of capital market communication networks and the decisive role of key companies, relationship pattern analysis helps to increase transparency, reduce risk, and, consequently, improve decision-making, policy-making, portfolio optimization, etc by revealing the network structure of the capital market. The results of this research can lead to a better understanding of the forces that create the communication structure of companies and enable policymakers to make better decisions. Therefore, all users are suggested to pay attention to the communication structure governing the companies in the capital market and the role and impact of their position on the advancement of the company's goals in their decisions and to consider this communication structure and the way power is distributed.

Keywords: Capital market, Network Analysis, Stock Price, Stock Return, Trading Volume.

Citation: Taghizadeh, Reza & Abdzadeh Kanafi, Mohammad (2023). An Analysis of Capital Market Using Network Approach. *Financial Research Journal*, 25(3), 369-386. https://doi.org/10.22059/FRJ.2023.340462.1007314 (*in Persian*)

Financial Research Journal, 2023, Vol. 25, No.3, pp. 369-386
Published by University of Tehran, Faculty of Management
https://doi.org/10.22059/FRJ.2023.340462.1007314
Article Type: Research Paper
© Authors
Received: March 13, 2022
Received in revised form: May 13, 2023
Accepted: June 13, 2023
Published online: October 17, 2023

تحقیقات مالی
شاپا چاپی: ۱۰۲۴-۸۱۵۳
شاپا الکترونیکی: ۲۴۲۳-۵۳۷۷

تحلیلی بر بازار سرمایه با استفاده از رویکرد شبکه

رضا تقی‌زاده
استادیار، گروه حسابداری، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران. رایانامه: rezataghizadeh@yazd.ac.ir

محمد عبدزاده کنفی*
* نویسنده مسئول، دکتری، گروه حسابداری، دانشکده حسابداری و علوم مالی، دانشکدگان مدیریت دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: m.abdzadeh@ut.ac.ir

چکیده

هدف: توسعه شبکه‌های ارتباطی سهام، موضوع مهمی برای کشف ارتباطات بالقوه بین شرکت‌های مختلف محسوب می‌شود؛ از این رو هدف پژوهش حاضر، بررسی و تحلیل ساختار ارتباطی شرکت‌های موجود در بازار سرمایه بر مبنای قیمت، بازده و حجم معاملات سهام با رویکرد شبکه است.

روش: روش این پژوهش کمّی و از نوع تحلیل شبکه است. داده‌های پژوهش در بازه زمانی ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹ گردآوری شده است.

یافته‌ها: یافته‌های پژوهش نشان داد که با افزایش مبنای هم‌بستگی، از میزان ارتباطات بین شرکت‌های مختلف کاسته می‌شود و بی‌نظمی افزایش می‌یابد. در واقع، هر چقدر مبنای هم‌بستگی بیشتر در نظر گرفته شود، احتمال تأثیرپذیری از یک متغیر مشترک یا تأثیرگذاری متقابل کمتر می‌شود که این مسئله به کاهش ارتباط بین سهام منجر خواهد شد. از سوی دیگر، در شبکه ارتباطی شرکت‌هایی هستند که در مقایسه با بقیه، در موقعیت مناسب‌تری قرار دارند. آن‌ها ممکن است از تعداد ارتباط بیشتر، دسترسی به اطلاعات سریع‌تر و تأثیرگذاری بیشتر بر تغییرات قیمت سایر واحدها برخوردار باشند؛ در نتیجه این شرکت‌ها می‌توانند تعیین‌کننده و پیشرو باشند یا به بیانی دیگر، نقش بازیگران کلیدی و تأثیرگذار را در ساختار حاکم ایفا کنند. افزون‌بر مطالب بیان شده، نتایج نشان داد که در دوره دوم سال ۱۳۹۹ نسبت به دوره اول، شبکه‌های ارتباطی بسیار بی‌نظم‌تر و پراکنده‌تر بوده است.

نتیجه‌گیری: با توجه به اهمیت شبکه‌های ارتباطی بازار سرمایه و نقش تعیین‌کننده شرکت‌های کلیدی، تحلیل الگوی روابط کمک می‌کند تا با آشکارسازی ساختار شبکه‌ای بازار سرمایه، تلاشی در جهت افزایش شفافیت، کاهش ریسک و به‌دنبال آن بهبود تصمیم‌گیری، خط‌مشی‌گذاری، بهینه‌سازی پرتفوی و غیره صورت گیرد.

کلیدواژه‌ها: بازار سرمایه، بازده سهام، تحلیل شبکه، حجم معاملات، قیمت سهام.

استناد: تقی‌زاده، رضا و عبدزاده کنفی، محمد (۱۴۰۲). تحلیلی بر بازار سرمایه با استفاده از رویکرد شبکه. *تحقیقات مالی*، ۲۵(۳)، ۳۶۹-۳۸۶.

تحقیقات مالی، ۱۴۰۲، دوره ۲۵، شماره ۳، صص. ۳۶۹- ۳۸۶
ناشر: دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران
نوع مقاله: علمی پژوهشی
© نویسندگان
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۲
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۲/۰۲/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۳
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۷/۲۵
doi: https://doi.org/10.22059/FRJ.2023.340462.1007314

مقدمه

محیط تجاری امروزی پیچیده و چالش‌برانگیز است و واکنش افراد به اطلاعات موجود در بازار جهت اتخاذ تصمیم‌های اقتصادی، یکسان نیست. واکنش تصمیم‌گیران به اطلاعات انتخاب شده، اغلب خارج از الگوهای به‌کار رفته در پژوهش‌های اقتصاد اطلاعات است. هرچه محیط تصمیم‌گیری پیچیده‌تر و عدم اطمینان بیشتر باشد، بر دشواری‌های تصمیم‌گیری افزوده می‌شود. بنابراین، این موضوع پژوهشگران را به سوی به‌کارگیری الگوهای قوی‌تر از جمله شبکه‌های پیچیده، جهت توضیح دنیای واقعی هدایت کرده است. همچنین، نیاز به درک روابط پیچیده در بازارهای سهام از زمان گسترش بحران‌های مالی اخیر در بازارهای جهانی و مؤسسه‌های مالی افزایش یافته است (دیمیتریوس و وسیلیس[1]، ۲۰۱۵؛ گانگ، تانگ و وانگ[2]، ۲۰۱۹؛ هوانگ، ژائو و وو[3]، ۲۰۲۱). به‌علاوه، وجود روابط متقابل بین مشارکت‌کنندگان در بازار که هریک سعی در حداکثرکردن منافع خود دارند، منجر به رفتار پیچیده بازارهای مالی می شود (بابوروی و کومارسرکار[4]، ۲۰۱۱). تحلیل بازار سرمایه موضوع جالبی است و در حوزه مالی توجه بیشتری را به خود جلب کرده است. به‌تازگی، شبکه‌های پیچیده به‌طور گسترده برای تحلیل و توصیف بازار سرمایه استفاده می‌شوند، مانند شبکه هم‌بستگی پیرسون و شبکه هم‌بستگی علیت گرنجر. در واقع، بازارهای مالی سیستم‌های پیچیده‌ای هستند که از سهام متقابل تشکیل شده‌اند. در سال‌های اخیر، روش‌های شبکه پیچیده به‌طور گسترده‌ای در بازارهای مالی مورد استفاده قرار گرفته است؛ زیرا به‌راحتی تعاملات بین عناصر سیستم‌های پیچیده را توصیف می‌کند. شایان ذکر است که نوسان قیمت چند سهم می‌تواند باعث شود قیمت سهام تعداد بیشتری از شرکت‌ها نوسان داشته باشد. بنابراین، برخی از پژوهشگران با استفاده از هم‌بستگی نوسان‌های قیمت سهام، شبکه‌های بازار سرمایه را استخراج و بررسی کردند (چن، کیو، جیانگ و جیانگ[5]، ۲۰۲۱).

در واقع، بازارهای مالی با توجه به تعامل و ارتباط متقابل انواع بازیگران آن، نوعی از شبکه‌های پیچیده تلقی می‌شوند. این نوع از شبکه‌های پیچیده ناشی از نوسان‌های قیمت میان سهام مختلف است (هوانگ، ژانگ و یائو[6]، ۲۰۰۹؛ حسینی، ورمالد و تیان[7]، ۲۰۲۱؛ گوا، لی، ژانگ، تیان[8]، ۲۰۲۲). همچنین، ارتباطات پیچیده‌ای میان نوسان‌های قیمت سهام شرکت‌های مختلف وجود دارد و از یکدیگر مستقل نیستند (تسی، لیو و لاو[9]، ۲۰۱۰). محاسبه و بررسی هم‌بستگی که بین قیمت سهام شرکت‌های مختلف وجود دارد، به‌نوعی می‌تواند این ارتباطات را نشان دهد. علی و همکاران (۲۰۱۶) معتقدند اگرچه تعداد زیادی پژوهش در مورد عوامل مؤثر بر ویژگی‌های سهام وجود دارد، اما بیشتر آن‌ها از دیدگاه شرکت‌های منفرد است که از ارتباط کلی بازار غفلت می‌کنند. نظریه شبکه پیچیده با موفقیت برای مدل‌سازی چندین

1. Dimitrios & Vasileios
2. Gong, Tang & Wang
3. Huang, Zhao & Wu
4. Babu Roy & Kumar Sarkar
5. Chen, Qu, Jian & Jiang
6. Huang, Zhuang & Yao
7. Hosseini, Wormald & Tian
8. Gua, Li, Zhang & Tianhai
9. Tse, Liu & Lau

سیستم پیچیده از جمله بازارهای مالی استفاده شده است (چن، جیانگ و جیانگ[1]، ۲۰۲۰؛ جورج و چانگات[2]، ۲۰۱۷). هی، ون، هوانگ و جی[3] (۲۰۲۲) نیز بر این باورند مطالعه ساختار هم‌بستگی بازار سرمایه نقش روشنگری مهمی برای قانون‌گذاران و مشارکت‌کنندگان بازار جهت جلوگیری از انتشار ریسک و کاهش ریسک پرتفوی دارد. بنابراین، با توجه به اهمیت روابط هم‌بستگی بین سهام در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران و همچنین کمک به تشکیل پرتفوی بهینه (قاسمی و نجفی، ۱۳۹۱؛ ولیدی، نجفی و ولیدی، ۱۳۹۹؛ راعی، باجلان و عجم، ۱۴۰۰؛ فلاح‌پور و قهرمانی، ۱۴۰۰؛ فریتاس و جونیور[4]، ۲۰۲۳)، پژوهش حاضر به بررسی و تحلیل ساختار شبکه‌ای شرکت‌ها در بازار سرمایه می‌پردازد تا بتواند ارتباط و تعامل بین سهام شرکت‌ها را نشان دهد، علاوه بر این، ویژگی‌های این ساختار ارتباطی را مورد بررسی قرار می‌دهد. بدین منظور از قیمت، بازده و حجم معاملات سهام و هم‌بستگی متقابل آن‌ها استفاده می‌کند.

در ادامه مقاله، ابتدا به بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش پرداخته می‌شود. بعد از آن، سؤال‌ها و روش پژوهش (متغیرها، روش و جامعه آماری) بیان می‌گردد. سپس، یافته‌ها مطرح و در پایان با توجه به نتایج و ادبیات مطرح شده، نتیجه‌گیری صورت می‌گیرد و با ذکر محدودیت‌ها و پیشنهادها به پایان می‌رسد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

بارتون (۱۹۶۸)، معتقد است که در چند دهه گذشته، پژوهش‌های تجربی در مسائل اجتماعی، بر استفاده از روش‌های نمونه‌گیری متکی بوده‌اند؛ اما در عین حال، این پژوهش‌ها افراد را از زمینه اجتماعی‌شان جدا کرده است و سعی دارد افراد مورد مطالعه تعاملی با یکدیگر نداشته باشند. اما در صورتی که هدف پژوهش درک رفتار اجتماعی افراد باشد، باید سعی در شناخت گروه‌های اولیه، سازمان‌ها، هم‌سالان، همسایگان، و دایره‌های اجتماعی داشت و تمرکز را بر تکالیف، ارتباطات و تعاملات، نقش و نظارت اجتماعی قرار داد (نقل از فریمن[5]، ۲۰۰۴). شبکه اجتماعی از تعدادی الگوریتم ریاضی تشکیل شده است و در فرایند دیدارسازی روابط میان موجودیت‌ها به کار می‌رود (کومار و جان[6]، ۲۰۱۲). این موجودیت‌ها می‌توانند از سازمان‌ها، گروه‌ها، افراد و رایانه‌ها تشکیل شده باشد (کانستانتین[7]، ۲۰۱۴). نظریه شبکه بنیان بسیار عمیقی در دیدگاه های ساختاری دارد. این نظریه بر اساس اهمیت دهی به ساختار و چگونگی کنار هم قرار گرفتن اجزای مجموعه‌های مختلف شکل گرفته است. یک شبکه معمولاً مجموعه‌ای از گره‌ها تعریف می‌شود که توسط خطوط یا لینک‌هایی به هم متصل می‌شوند. اگر شبکه‌ای از قیمت‌های سهام را درنظر بگیریم، گره‌ها همان سهام انفرادی هستند و ارتباط بین دو گره بیانگر دو سهم است که با یکدیگر در ارتباط و مشابه یکدیگرند. تعدادی از لینک‌ها که یک گره را پوشش می‌دهند، اندازه یا درجه گره نامیده می‌شوند (تسی و همکاران، ۲۰۱۰).

1. Chen, Jiang & Jiang
2. George & Changat
3. He, Wen, Huang & Ji
4. Freitas, & Junior
5. Freeman
6. Kumar & Jan
7. Constantine

با توجه به روابط گسترده‌ای که در بازار سرمایه بین واحدهای تجاری برقرار است، می‌توان این روابط و تعامل را به‌عنوان شبکه‌ای پیچیده و چندعاملی در نظر گرفت که در آن از تجزیه‌وتحلیل ساختار روابط بین واحدهای تجاری، فارغ از ویژگی‌های آن‌ها استفاده می‌شود. نوسان‌های قیمت سهام به‌صورت مستقل رخ نمی‌دهند؛ بلکه با سایر واحدهای تجاری و صنایعی که سهام به آن تعلق دارند، هم‌بستگی قوی‌ای دارند. در همین راستا، بیلیو، کاپورین، پانزیکا و پلیزون[1] (۲۰۲۳) معتقدند ادبیات رو به رشد، نقش ارتباطات متقابل بین شرکت‌ها و بخش‌های مختلف را به‌عنوان سازوکار بالقوه برای انتشار شوک‌ها در سراسر بازار و اقتصاد بررسی می‌کند. تحلیل‌هایی که در سال‌های اخیر، بر اساس مدل‌های شبکه‌ای انجام شده، با هدف مطالعه و بررسی ارتباطات و هم‌بستگی‌های موجود بین قیمت سهام، صورت گرفته است که از آن جمله، می‌توان به پژوهش‌های وانگ، لیو و یانگ[2] (۲۰۱۹)، ژانگ، چو و شن[3] (۲۰۲۱)، حسینی و همکاران (۲۰۲۱)، چن و همکاران (۲۰۲۱) و گوا و همکاران (۲۰۲۲) اشاره کرد.

پژوهش‌های اخیر اهمیت روابط در شکل‌گیری ساختارها در بازارهای مالی را تأیید کرده‌اند (تقی‌زاده و ناظمی، ۱۳۹۷؛ تقی‌زاده و روحانی، ۱۳۹۹؛ عجم اوغلو، اوزداگلار و طاهباز صالحی، ۲۰۱۵؛ وو، تئو و شیانگ[4]، ۲۰۱۸؛ تقی‌زاده، ناظمی و صادق‌زاده مهارلویی[5]، ۲۰۱۹ و ۲۰۲۱؛ فریتاس و جونیور، ۲۰۲۳؛ بیلیو و همکاران، ۲۰۲۳). در همین راستا، راعی و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از شبکه‌های پیچیده مبتنی بر روش حد آستانه نشان دادند که شبکه بازار بورس تهران از تعداد ناچیزی مراکز و رأس های با درجه ارتباطی بالا و تعداد قابل توجهی رأس (سهم) با درجه پایین تشکیل شده است که این مهم در مباحثی چون مدیریت ریسک پرتفوی‌های بازار کاربرد بسیاری خواهد داشت. تقی‌زاده و ناظمی (۱۳۹۷) معتقدند ساختار طبقاتی بر روابط بین شرکت‌ها در بازار سرمایه حاکم است و شرکت‌هایی در موقعیت بهتری نسبت به بقیه قرار دارند. این موقعیت مطلوب منجر شده است که این دسته از شرکت‌ها دسترسی ساده‌تری به منابع موجود، توانایی کسب اطلاعات مؤثر و قدرت تأثیرگذاری داشته باشند. به عبارتی می‌توانند نقش بازیگران کلیدی را در این ساختار ایفا کنند. افزون بر این، بگینسکی، بوتنکو و پاردالوس[6] (۲۰۰۶) با بررسی شبکه هم‌بستگی قیمت‌ها در بازار آمریکا بیان کردند که ساختار بی‌مقیاس بازار در گذر زمان حفظ می‌شود. بنابراین، مفهوم شبکه‌های خودسازمان‌ده در مورد بازارهای مالی برقرار است.

هوانگ و همکاران (۲۰۰۹) با مطالعه شبکه هم‌بستگی سهام و ویژگی‌های آن در بازار چین نشان دادند که شبکه بازار چین ساختار بی مقیاس دارد و در مقابل از بین رفتن تصادفی رئوس، مستحکم است، اما نسبت به حمله‌های عمدی آسیب‌پذیر است. همچنین، شرکت‌های خاصی نقش بااهمیتی را در الگوی نوسان قیمت سهام در بازار ایفا می‌کنند. تسی و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی ساختار داخلی بورس آمریکا با استفاده از تحلیل شبکه‌های پیچیده پرداختند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که شبکه‌های هم‌بستگی قیمت‌های پایانی شرکت‌ها، بازده سهام و حجم معاملات، در ازای آستانه‌های

1. Billio, Caporin, Panzica, & Pelizzon
2. Wang, Liu & Yang
3. Zhang, Chu & Shen
4. Wu, Tuo & Xiong
5. Taghizadeh, Nazemi & Sadeghzadeh Maharluie
6. Boginski, Butenko & Pardalos

بالا، دارای ساختار توزیع درجه مستقل از مقیاس هستند. همچنین یافته‌ها نشان داد تعداد کمی از سهام تأثیر زیادی بر اکثر سهام و در نتیجه روی کل بازار دارند. بالتاکین، کانیاینن و بالتاکیس[1] (۲۰۲۱) در پژوهش خود به شناسایی شبکه های اطلاعاتی در بازارهای سهام پرداختند. آن‌ها نشان دادند که اطلاعات عمومی تأثیر واضحی بر توپولوژی شبکه‌های سرمایه‌گذار تجربی دارد. علاوه بر این، هنگامی که پیوندهای کم اهمیت‌تر حذف شوند، ارتباط بین مرکزیت و بازده از نظر آماری و اقتصادی قوی‌تر می‌شود. چن و همکاران (۲۰۲۱) نیز معتقدند شبکه‌های موجود تنها با در نظر گرفتن یک نوع رابطه بین سهام ساخته می‌شوند که برخی از اطلاعات مهم را نادیده می‌گیرد. در نتیجه، به تحلیل و ساخت مدل شبکه سهام چندلایه پرداختند. افزون بر این، چن، زنو و ژو[2] (۲۰۲۲) و لو، ژائو و ژو[3] (۲۰۲۳) بر این باورند ساختار شبکه بر قیمت سهام، حجم معاملات و بهینه‌سازی پرتفوی مؤثر است.

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر کمی از نوع تحلیل شبکه است. همچنین در این پژوهش از رویکرد تکنیک‌های گرافیکی مبتنی بر نظریه گراف استفاده می‌شود. این روش با استفاده از جبر ماتریس این امکان را فراهم می‌کند که به‌طور تصویری یا جبری و منطقی نگاره روابط بین کنشگران (گره‌ها) در یک شبکه، مورد مطالعه قرار گیرد. در این پژوهش، با استفاده از روش تحلیل شبکه و به‌کمک نرم‌افزارهای اکسل نسخه ۲۰۲۱، اس‌پی‌اس‌اس نسخه ۲۶، یوسی‌نت[4] نسخه ۶ و بسته مکمل آن نت‌دراو[5]، داده‌ها تجزیه‌وتحلیل می‌شود. علاوه بر تحلیل و بررسی کلی شبکه هم‌بستگی قیمت، بازده و حجم معاملات سهام، با استفاده از شاخص‌های خرد عملکرد هر یک از گره‌ها در شبکه نیز بررسی می‌شود. یکی از مهم‌ترین مفاهیم خرد تحلیل شبکه، مرکزیت است که تأثیرگذاری و اهمیت افراد در شبکه را بررسی می‌کند. همچنین با سه شاخص درجه، بینابینی و نزدیکی[6] مرکزیت گره‌های شبکه مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

تعریف عملیاتی متغیرهای پژوهش

در پژوهش حاضر بر مبنای مطالعات هوانگ و همکاران (۲۰۰۹)، تسی و همکاران (۲۰۱۰)، وو و همکاران (۲۰۱۵)، وانگ و همکاران (۲۰۱۹)، حسینی و همکاران (۲۰۲۱)، چن و همکاران (۲۰۲۱) و گوا و همکاران (۲۰۲۲) از مفهوم قیمت، بازده و حجم معاملات روزانه سهام، برای به‌دست آوردن شبکه‌ها در شرکت‌های موجود در بازار سرمایه ایران استفاده شده است.

ایجاد شبکه هم‌بستگی میان سهام

نوسان‌های قیمت سهام شرکت‌ها از یکدیگر مستقل نیست و ارتباط‌های موجود بین آن‌ها پیچیده است. محاسبه هم‌بستگی بین قیمت سهام می‌تواند به نوعی نمایانگر این ارتباط‌ها باشد. شبکه ارتباطی به این شیوه ساخته می‌شود: اگر

1. Baltakiene, Kanniainen & Baltakys
2. Chen, Zenou & Zhou
3. Luo, Zhao & Zhou
4. UCINET
5. NetDraw

۶. برای اندازه‌گیری این شاخص‌ها به عباسی، حسین و لیدوسوف (۲۰۱۲) و تقی‌زاده و ناظمی (۱۳۹۷) رجوع شود.

$P_i(t)$ قیمت سهام i در روز t باشد در این صورت $R_i(t) = ln(P_i(t))/P_i(t-1))$ بازده قیمت سهام i در یک دوره یک‌روزه از t−۱ تا t خواهد بود. ضریب هم‌بستگی بین قیمت شرکت i و j با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود (تسی و همکاران، ۲۰۱۰):

$$C_{ij} = \frac{\langle R_i R_j \rangle - \langle R_i \rangle \langle R_j \rangle}{\sqrt{\langle R_i^2 - \langle R_i \rangle^2 \rangle \langle R_j^2 - \langle R_j \rangle^2 \rangle}}$$

رابطهٔ ۱)

که در آن $\langle R_i \rangle$ میانگین بازده سهام i طی N روز است:

$$\langle R_i \rangle = \left(1/_N\right) \sum_{i=1}^{N} R_i(t)$$

رابطهٔ ۲)

ضریب هم‌بستگی نشان‌دهنده جهت و شدت هم‌بستگی بین دو متغیر است و اگر قدرمطلق آن (C_{ij}) بیشتر از حد آستانه θ باشد، در شبکه حاصل یالی به وزن C_{ij}Cij بین این دو رأس کشیده می‌شود که نشان می دهد در گذر زمان این دو شرکت رفتار مشابهی دارند و مقدار θ نمایانگر درجه این شباهت است. اگر ضریب هم‌بستگی مثبت باشد، افزایش قیمت سهام دو شرکت رابطه مستقیم و اگر منفی باشد رابطه معکوس دارند. شایان ذکر است شبکه هم‌بستگی بازده و حجم معاملات نیز به همین شکل ایجاد می‌شود.

در این پژوهش برای ایجاد شبکه هم‌بستگی میان سهام، از پنج سطح هم‌بستگی ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد برای شبکه قیمت، پنج سطح ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد برای شبکه بازده و چهار سطح ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد برای شبکه حجم معاملات استفاده شده است. الگوی روابط در شبکه بازار سرمایه، اطلاعات مهمی درباره ساختار داخلی بازار فراهم می‌کند.

نمونه، دوره مورد مطالعه و داده‌ها

جامعه آماری پژوهش حاضر از شرکت‌های موجود در بازار سرمایه ایران تشکیل شده است. بنابراین، تمامی شرکت‌هایی که در بازه زمانی سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹در بازار فعال بوده‌اند و اطلاعات آن‌ها در دسترس بود، مورد بررسی قرار می‌گیرد. شایان ذکر است دوره زمانی بر مبنای پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام شده است انتخاب شد؛ تسی و همکاران (۲۰۱۰) معتقدند درنظرگرفتن دوره دوساله کافی است و انتخاب دوره طولانی‌تر می‌تواند بر اعتبار مطالعه بیفزاید. بنابراین، با توجه به شرایط، تعداد ۵۰۴ شرکت در دوره زمانی ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۹ (۹۶۳ روز کاری؛ ۴۸۵۳۵۲ روز–شرکت) برای بررسی انتخاب شدند. روش به کار رفته در این پژوهش تحلیل شبکه و داده مورد استفاده از نوع رابطه محور است. این روش برای به تصویر کشیدن ساختار ارتباطی و ویژگی‌های آن به‌کار می‌رود. داده‌های اولیه از بانک‌های اطلاعاتی مربوط به بازار سرمایه استخراج می‌شود. همچنین، از آنجا که این پژوهش در تلاش است که کل جامعه را بررسی کند بیشتر به سرشماری شبیه است تا نمونه‌گیری (تمام شرکت‌های موجود در بازار سرمایه بررسی می‌شود مگر اینکه اطلاعات آن‌ها موجود نباشد).

یافته‌های پژوهش

همان‌طور که گفته شد برای بررسی روابط هم‌بستگی بین سهام و تحلیل شبکه حاصل از این ارتباطات در سه بخش قیمت (پنج سطح هم‌بستگی ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد)، بازده (پنج سطح هم‌بستگی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد) و حجم معاملات (چهار سطح هم‌بستگی ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد) استفاده شده است (گفتنی است شکل‌هایی که در ادامه آورده شده است، نمونه‌ای از شبکه‌های مربوط به یک سطح هم‌بستگی است و از آوردن تمامی گراف‌ها اجتناب شد).

آمار توصیفی

در جدول ۱ آمار توصیفی جهت استفاده در مدل‌های پژوهش ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود که با افزایش مبنای هم‌بستگی به علت کاهش ارتباطات، آماره‌های توصیفی روند نزولی در پیش می‌گیرند.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

	حد آستانه (θ)	میانگین	میانه	انحراف معیار	حداقل	حداکثر	مجموع	تعداد مشاهدات
قیمت	۰/۵۰	۴۴۰/۱۹	۴۸۰	۹۸/۳۸	۱	۴۸۴	۲۲۱۸۶۰	۵۰۴
	۰/۶۰	۴۱۴/۳۵	۴۶۶	۱۰۸/۶۴	۱	۴۷۷	۲۰۸۸۳۶	۵۰۴
	۰/۷۰	۳۶۶/۸۲	۴۴۵	۱۲۱/۰۵	۱	۴۶۲	۱۸۴۸۸۰	۵۰۴
	۰/۸۰	۲۷۵/۲۰	۳۲۳	۱۲۵/۴۴	۱	۴۱۹	۱۳۸۷۰۴	۵۰۴
	۰/۹۰	۱۰۳/۷۹	۹۸/۵	۸۰/۲۱	۱	۲۸۰	۵۲۳۱۲	۵۰۴
بازده	۰/۱۰	۲۵۱/۸۸	۳۳۴	۱۳۶/۰۵	۱	۴۰۷	۱۲۶۹۵۲	۵۰۴
	۰/۲۰	۱۹۴/۴۲	۲۷۴	۱۳۷	۱	۳۵۰	۹۷۹۸۸	۵۰۴
	۰/۳۰	۱۵۸/۳۶	۲۲۴	۱۲۹/۲۶	۱	۳۱۵	۷۹۸۱۸	۵۰۴
	۰/۴۰	۱۳۰/۶۲	۱۶۲/۵	۱۱۹/۹۱	۱	۲۹۰	۶۵۸۳۴	۵۰۴
	۰/۵۰	۱۰۷/۴۲	۲۳/۵	۱۰۸/۸۹	۱	۲۷۰	۵۴۱۴۰	۵۰۴
حجم معاملات	۰/۱۰	۳۳۸/۷۱	۳۷۷/۵	۱۰۸/۲۳	۲۳	۴۵۵	۱۷۰۷۱۴	۵۰۴
	۰/۲۰	۱۷۶/۳۴	۱۹۳	۱۰۸/۲۸	۱	۳۷۴	۸۸۸۷۶	۵۰۴
	۰/۳۰	۶۴/۸۳	۴۸	۶۱/۲۹	۱	۲۴۶	۳۲۶۷۶	۵۰۴
	۰/۴۰	۱۴/۵۲	۶	۱۸/۷۳	۱	۱۱۲	۷۳۲۰	۵۰۴

گراف‌های شبکه

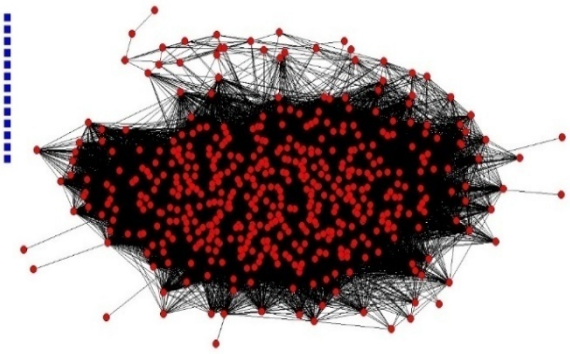
شبکه‌های مربوط به سطوح مختلف عموما متشکل از سه بخش اصلی، حاشیه و ایزوله‌ها است (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). تعداد واحدهای حاشیه و ایزوله در مقایسه با بخش اصلی بسیار کم است، در نتیجه می‌توان گفت اکثر شرکت‌ها با یکدیگر در ارتباط هستند. هرچند درجه‌های ارتباطی آن‌ها متفاوت است. بخش اصلی شبکه نیز دربرگیرنده سه بخش است: هسته، نیمه پیرامونی و پیرامونی؛ که ارتباطات به ترتیب متراکم، نیمه متراکم و پراکنده است. بخش اصلی یک

ساختار بسته دارد و بین هر سطح با سطوح بعدی ارتباط وجود دارد. به‌تدریج که از مرکز شبکه فاصله گرفته می‌شود، از میزان ارتباط واحدها کاسته می‌شود. سطح هسته از یک ساختار در هم تنیده تشکیل شده است. ارتباط بالا و قدرت متمرکز است؛ اما با سطح بعدی در ارتباط است. سطح نیمه پیرامونی از یک حالت بازتر برخوردار است و حالتی نیمه‌متراکم دارد. انحصار در این بخش کمتر است. سطح پیرامونی یک ساختار پراکنده و باز دارد. در بخش پیرامونی نسبت به نیمه پیرامونی و نیمه پیرامونی نسبت به هسته بازتر و قدرت متکثر است.

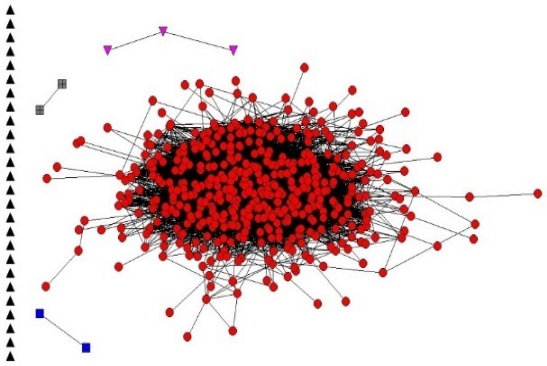
شکل‌های ۴، ۵ و ۶ نشان می‌دهد که شرکت‌های با دایره‌های بزرگ، بیشتر در مرکز شبکه قرار دارند. به لحاظ میزان درجه، بالاترین ارتباط را در شبکه دارا می‌باشند و با سایر واحدها اختلاف قابل توجه دارند. این روابط گسترده واحدهایی که در مرکز قرار می‌گیرند حاکی از این است که آن‌ها به لحاظ سطح هم‌بستگی موردنظر ارتباط بسیار بیشتری با بقیه واحدها دارند که این می‌تواند در همراهی قیمت بر سایر واحدهایی که ارتباط دارند تأثیرگذار باشد (اما لزوماً به معنای این نیست که می‌توانند روی کنش مشترک یکدیگر تأثیر داشته باشند) و از طرفی می‌تواند موجب شود که این واحدها تعیین‌کننده و پیشرو قیمت باشند و به‌نوعی به انحصار در تعیین قیمت منجر شود.

همان‌طور که در شکل‌های ۷، ۸ و ۹ مشاهده می‌شود با وجود این‌که شرکت‌هایی با میزان نزدیکی بالا و بسیار کم وجود دارد و اختلاف بین سه سطح هسته، نیمه پیرامونی و پیرامونی بالاست؛ اما در هر سطح اختلاف بین واحدها زیاد نیست. بین هر سطح و سطح بعدی شکاف وجود ندارد و بین سطوح ارتباط برقرار و ساختار بازتر است. به‌تدریج که از مرکز شبکه فاصله گرفته می‌شود، از میزان نزدیکی واحدها کاسته می‌شود. این شاخص نشان می‌دهد شرکت‌های در مرکز با واسطه‌های کمی با یکدیگر در ارتباط هستند و برای آن‌ها امکان دسترسی سریع وجود دارد و دسترسی برای شرکت‌های پیرامونی با واسطه‌های بیشتری صورت می‌گیرد. این باعث می‌شود که شرکت‌های در مرکز بسیار سریع‌تر از واحدهای پیرامونی به اخبار و تغییرات قیمت سایر واحدها دسترسی داشته باشند و واکنش نشان دهند.

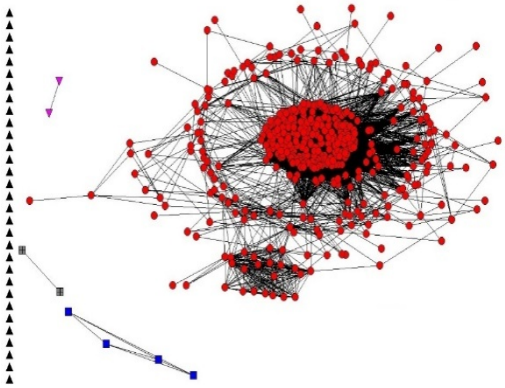
همان‌طور که در شکل‌های ۱۰، ۱۱ و ۱۲ مشاهده می‌شود، به لحاظ میزان بینابینی واحدهایی با قدرت بینابینی بالا در شبکه وجود دارد و واحدهایی هستند که راه ارتباطی واحدهای دیگر از آن‌ها می‌گذرد. از طرفی واحدهای با بینابینی بالا، تأثیرگذاری بر کنش مشترک واحدهای دیگر را دارند. می‌توان این گونه گفت که هر یک از این واحدها به این دلیل رفتار مشابهی دارند که بر طبق رفتار واحد موردنظر عمل می‌کنند. در مجموع ویژگی بینابینی با اختلاف زیاد بین واحدها قابل مشاهده است. این نشان می‌دهد یکسری واحدها در شبکه به اطلاعات بیشتری دسترسی دارند و قدرت تأثیرگذاری‌شان بالاتر است. همچنین، این شرکت‌ها می‌توانند بر تغییرات قیمت بسیاری از شرکت‌های دیگر اثرگذار باشند یا تغییرات قیمت بسیاری از واحدها وابسته به تغییرات قیمت این شرکت‌هاست؛ به‌طوری که این واحدها می‌توانند تعیین‌کننده و پیشرو قیمت باشند. (موارد گفته شده در مورد شبکه‌های ارتباطی و مرکزیت درجه، نزدیکی و بینابینی، در مورد بازده و حجم معاملات نیز صدق می‌کند).



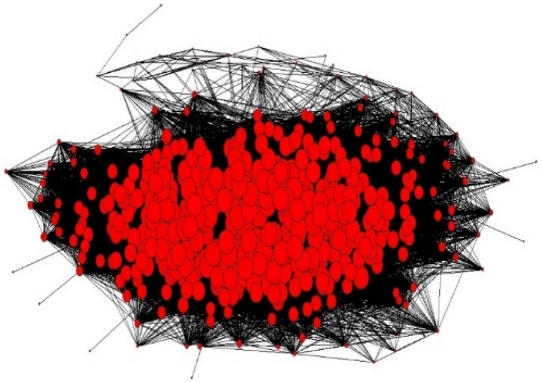
شکل ۱. شبکه کل قیمت در سطح ۸۰ درصد



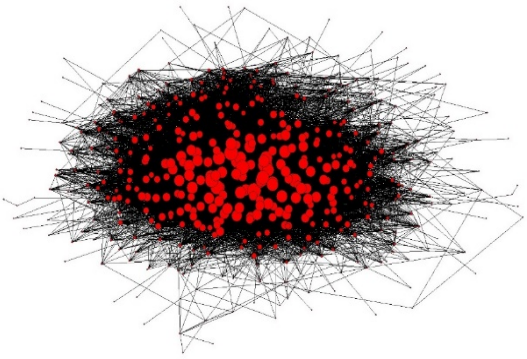
شکل ۲. شبکه کل حجم در سطح ۳۰ درصد



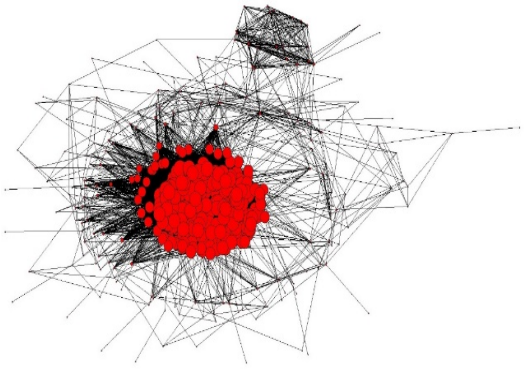
شکل ۳. شبکه کل بازده در سطح ۴۰ درصد



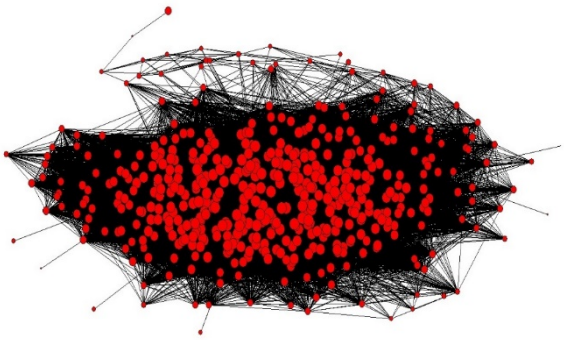
شکل ٤. شبکه قیمت بر مبنای درجه در سطح ۸۰درصد



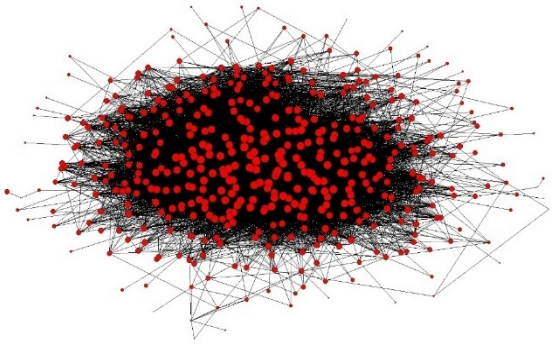
شکل ۵. شبکه حجم بر مبنای درجه در سطح ۳۰درصد



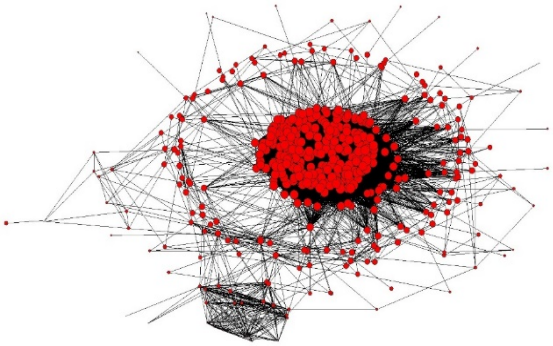
شکل ٦. شبکه بازده بر مبنای درجه در سطح ٤٠درصد



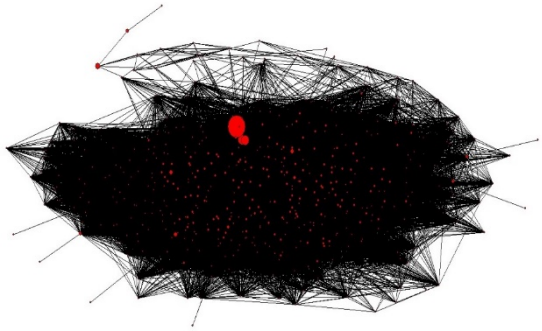
شکل ۷. شبکه قیمت بر مبنای نزدیکی در سطح ۸۰درصد



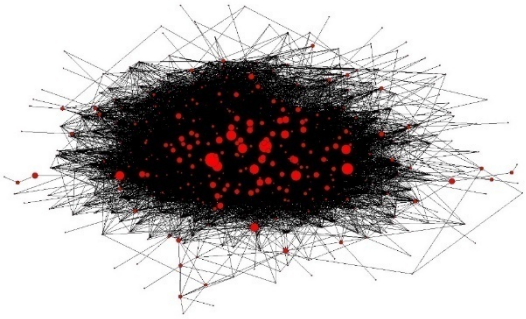
شکل ۸. شبکه حجم بر مبنای نزدیکی در سطح ۳۰درصد



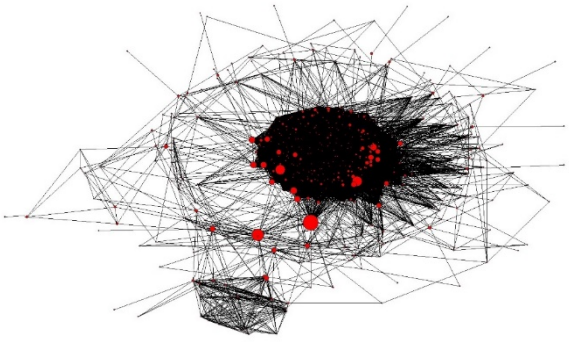
شکل ۹. شبکه بازده بر مبنای نزدیکی
در سطح ٤٠درصد



شکل ۱۰. شبکه قیمت بر مبنای بینابینی
در سطح ۸۰درصد



شکل ۱۱. شبکه حجم بر مبنای بینابینی
در سطح ۳۰درصد



شکل ۱۲. شبکه بازده بر مبنای بینابینی
در سطح ٤٠ درصد

واحدهای ایزوله

در جدول ۲ تعداد واحدهای ایزوله مربوط به هر سطح ارائه شده است. با افزایش مبنای هم‌بستگی، تعداد واحدهای ایزوله افزایش می‌یابد؛ واحدهایی که با هیچ واحد دیگری در سطح هم‌بستگی موردنظر ارتباط ندارند (واحدهایی که در شکل ۳ در حاشیه شکل و به رنگ آبی نشان داده شده‌اند واحدهای ایزوله هستند).

جدول ۲. تعداد واحدهای ایزوله مربوط به هر سطح

	قیمت					بازده					حجم			
حد آستانه (θ)	۰/۵۰	۰/۶۰	۰/۷۰	۰/۸۰	۰/۹۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰	۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۴۰
ایزوله‌ها	۳	۵	۷	۱۳	۴۷	۰	۳	۲۴	۴۳	۶۸	۰	۱	۲۹	۱۵۴

انسجام شبکه

انسجام شبکه[1] بیانگر میزان روابط مستقیم کنشگران با یکدیگر در دسته‌های منسجم شبکه است. جدول ۳ آماره‌های مربوط به شاخص انسجام شبکه را نشان می‌دهد.

جدول ۳. آماره‌های مربوط به شاخص انسجام شبکه

	حد آستانه (θ)	میانگین درجه‌ها	درجه تمرکز	چگالی	مؤلفه‌ها	ارتباط	تفکیک	متقابل	ایزولگی	فشردگی
قیمت	۰/۵۰	۴۳۹/۱۹	۰/۰۸۷	۰/۸۷۳	۴	۰/۹۸۸	۰/۰۱۲	۰/۹۶۵	۰/۰۷۰	۰/۹۳۰
	۰/۶۰	۴۱۳/۳۵	۰/۱۲۵	۰/۸۲۲	۶	۰/۹۸۰	۰/۰۲۰	۰/۹۴۲	۰/۱۰۲	۰/۸۹۸
	۰/۷۰	۳۶۵/۸۲	۰/۱۹۰	۰/۷۲۷	۹	۰/۹۶۵	۰/۰۳۵	۰/۹۰۲	۰/۱۵۷	۰/۸۴۳
	۰/۸۰	۲۷۴/۲۰	۰/۲۸۷	۰/۵۴۵	۱۴	۰/۹۴۹	۰/۰۵۱	۰/۸۲۴	۰/۲۵۹	۰/۷۴۱
	۰/۹۰	۱۰۲/۷۹	۰/۳۵۲	۰/۲۰۴	۴۹	۰/۸۱۵	۰/۱۸۵	۰/۶۳۸	۰/۵۱۴	۰/۴۸۶
بازده	۰/۱۰	۲۵۰/۸۸	۰/۳۱۰	۰/۴۹۹	۱	۱	۰	۰/۸۷۷	۰/۲۵۲	۰/۷۴۸
	۰/۲۰	۱۹۳/۴۲	۰/۳۱۱	۰/۳۸۵	۴	۰/۹۸۸	۰/۰۱۲	۰/۹۰۶	۰/۳۳۳	۰/۶۶۷
	۰/۳۰	۱۵۷/۳۶	۰/۳۱۳	۰/۳۱۳	۲۶	۰/۸۹۹	۰/۱۰۱	۰/۹۱۱	۰/۴۲۶	۰/۵۷۴
	۰/۴۰	۱۲۹/۶۲	۰/۳۱۸	۰/۲۵۸	۴۷	۰/۸۰۸	۰/۱۹۲	۰/۹۲۰	۰/۵۱۸	۰/۴۸۲
	۰/۵۰	۱۰۶/۴۲	۰/۳۲۵	۰/۲۱۲	۷۳	۰/۷۱۴	۰/۲۸۶	۰/۹۱۴	۰/۵۹۶	۰/۴۰۴
حجم معاملات	۰/۱۰	۳۳۷/۷۱	۰/۲۳۲	۰/۶۷۱	۱	۱	۰	۰/۸۲۳	۰/۱۶۴	۰/۸۳۶
	۰/۲۰	۱۷۵/۳۴	۰/۳۹۵	۰/۳۴۹	۲	۰/۹۹۶	۰/۰۰۴	۰/۶۸۸	۰/۳۴۰	۰/۶۶۰
	۰/۳۰	۶۳/۸۳	۰/۳۶۲	۰/۱۲۷	۳۳	۰/۸۶۲	۰/۱۳۸	۰/۵۳۷	۰/۵۵۲	۰/۴۴۸
	۰/۴۰	۱۳/۵۲	۰/۱۹۵	۰/۰۲۷	۱۵۷	۰/۴۷۱	۰/۵۲۹	۰/۳۶۳	۰/۸۰۴	۰/۱۹۶

همان‌طور که جدول ۳ نشان می‌دهد نتایج به‌دست آمده بیانگر این است که با افزایش مبنای هم‌بستگی تمرکز شبکه، میانگین درجه‌ها، درجه تمرکز، چگالی، ارتباطات، فشردگی و ارتباط متقابل کاهش و از طرفی، عدم تجانس،

1. Cohesion

بی‌نظمی، تفکیک، ایزولگی و مؤلفه‌ها افزایش می‌یابند. با کم‌شدن ارتباطات و کاهش یافتن درجه‌ها، ارتباط متقابل بین سهام کاهش می‌یابد به همین ترتیب درجه تمرکز روی سهام خاصی کاهش می‌یابد که این نیز به کم شدن چگالی در آن نقاط منجر می‌شود. علاوه براین، با کاهش ارتباطات، نقاط بیشتری از هم تفکیک شده، که این به فشردگی کمتر، ایزوله‌بودن بیشتر و همچنین، بی‌نظمی بیشتری منجر خواهد شد. تفکیک بیشتر نقاط شبکه، منجر به از هم پاشیدن ساختار ارتباطی بین سهام شده و شبکه به سوی چنددستگی پیش می‌رود و شبکه‌های متلاشی و بی‌نظم جای شبکه‌های پرقدرت و چگال را می‌گیرد. در واقع با کم شدن ارتباط متقابل بین سهام تأثیرگذاری سهام بر یکدیگر کاهش می‌یابد و شبکه از یک حالت چگال و متراکم به‌سوی بی‌نظمی سوق پیدا می‌کند؛ در نتیجه شرکت‌های ایزوله که با دیگر شرکت‌ها ارتباطی ندارند، بیشتر می‌شوند. همچنین، هرچه ارتباط بین سهام کم می‌شود از قدرت سهام مرکزی کاسته شده و سهام با ارتباطات زیاد جای خود را به سهام با ارتباطات کم می‌دهند، این موضوع باعث کم شدن نفوذ سهام مرکزی و پراکندگی بیشتر شبکه‌های ارتباطی می‌شود. از طرفی با پراکنش ساختار شبکه‌ها، فشردگی و ارتباط بین سهام و به‌تبع آن تأثیر آن‌ها بر یکدیگر کم می‌شود.

سال ۱۳۹۹

در ادامه به منظور بررسی و مطالعه ساختار روابط، اطلاعات مربوط به قیمت، بازده و حجم معاملات برای شرکت‌هایی که در دو بازه زمانی در بازار معامله شده بودند، بررسی می‌شود. بازهٔ زمانی نخست از فروردین ۱۳۹۹ تا ۱۹ مرداد (۵۸،۶۹۶ روز- شرکت) و بازهٔ زمانی دوم، از ۲۰ مرداد تا پایان اسفند ۱۳۹۹ (۹۶،۳۳۸ روز- شرکت) است. در واقع، تمامی مسیر انجام شده که پیش از این گفته شد برای اطلاعات مربوط به این دو بازه زمانی به‌طور جداگانه و در سه بخش قیمت (پنج سطح هم‌بستگی ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد)، بازده (پنج سطح هم‌بستگی ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ درصد) و حجم معاملات (چهار سطح هم‌بستگی ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد) نیز بررسی می‌شود. به‌علت حجم زیاد، از آوردن گراف‌های مربوط به سطوح مختلف خودداری شده است. نتایج مربوط به شبکه‌های ارتباطی، تعداد واحدهای ایزوله و خروجی‌های مربوط به شاخص انسجام شبکه (جدول ۴) نشان می‌دهد در دوره دوم سال ۱۳۹۹ در مقایسه با دوره اول، با افزایش مبنای هم‌بستگی در سطوح مختلف شاخص‌های نشان‌دهنده تمرکز و فشردگی (و شاخص‌های نشان‌دهنده پراکندگی) کاهش (و افزایش) بیشتری می‌یابند. افزایش پراکندگی و کاهش ارتباط متقابل، از هم‌گسیختگی ساختار ارتباطی بین سهام را در پی دارد و شبکه‌های متلاشی و بی‌نظم جای شبکه‌های پرقدرت و متمرکز را می‌گیرد. همچنین، تأثیرگذاری سهام بر یکدیگر کاهش می‌یابد و شبکه از یک حالت چگال و متراکم به سمت بی‌نظمی میل پیدا می‌کند در نتیجه تعداد شرکت‌های ایزوله افزایش می‌یابد. این موضوع باعث کم شدن نفوذ و قدرت سهام مرکزی و پراکندگی بیشتر شبکه‌های ارتباطی می‌شود. از طرفی با پراکنش ساختار شبکه‌ها، فشردگی و ارتباط بین سهام و به تبع آن تأثیر آن‌ها بر یکدیگر کم می‌شود. افزایش پراکندگی و کاهش ارتباط متقابل، در دوره دوم سال ۱۳۹۹ نسبت به دوره اول به وضوح قابل مشاهده است به‌ویژه در شبکه قیمت خود را با اختلاف بیشتری نشان می‌دهد.

جدول ٤ الف. خروجی‌های مربوط به سال ۱۳۹۹ (تعداد واحدهای ایزوله مربوط به هر سطح)

	قیمت						بازده						حجم			
حد آستانه (θ)	۰/۵۰	۰/۶۰	۰/۷۰	۰/۸۰	۰/۹۰		۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۴۰	۰/۵۰		۰/۱۰	۰/۲۰	۰/۳۰	۰/۴۰
ایزوله‌ها ۱	۱	۱	۱	۳	۳۱		۰	۰	۰	۰	۹		۰	۰	۰	۰
ایزوله‌ها ۲	۱۹	۳۷	۶۷	۱۳۰	۲۸۶		۰	۰	۲	۶۷	۲۲۰		۰	۰	۴	۳۴

جدول ٤ ب. خروجی‌های مربوط به سال ۱۳۹۹ (آماره‌های مربوط به شاخص انسجام شبکه)

	حد آستانه (θ)	دوره	میانگین درجه‌ها	درجه تمرکز	چگالی	مؤلفه‌ها	ارتباط	تفکیک	متقابل	ایزولگی	فشردگی
قیمت	۰/۵۰	۱	۴۴۴/۶۶	۰/۱۹۱	۰/۶۹۸	۲	۰/۹۹۷	۰/۰۰۳	۰/۸۹۴	۰/۱۵۳	۰/۸۴۷
		۲	۲۱۶/۸۱	۰/۳۶۱	۰/۳۴۰	۲۰	۰/۹۴۱	۰/۰۵۹	۰/۷۰۹	۰/۳۶۶	۰/۶۳۴
	۰/۶۰	۱	۳۸۶/۵۰	۰/۲۳۴	۰/۶۰۷	۲	۰/۹۹۷	۰/۰۰۳	۰/۸۶۷	۰/۱۹۹	۰/۸۰۱
		۲	۱۴۸/۸۳	۰/۳۶۹	۰/۲۳۴	۳۸	۰/۸۸۷	۰/۱۱۳	۰/۶۷۸	۰/۴۵۹	۰/۵۴۱
	۰/۷۰	۱	۳۰۸/۶۳	۰/۲۸۹	۰/۴۸۵	۲	۰/۹۹۷	۰/۰۰۳	۰/۸۲۱	۰/۲۶۲	۰/۷۳۸
		۲	۹۰/۲۸	۰/۳۵۹	۰/۱۴۲	۶۸	۰/۸۰۱	۰/۱۹۹	۰/۶۳۷	۰/۵۶۷	۰/۴۳۳
	۰/۸۰	۱	۲۰۲/۹۴	۰/۴۰۸	۰/۳۱۹	۴	۰/۹۹۱	۰/۰۰۹	۰/۷۴۱	۰/۳۵۶	۰/۶۴۴
		۲	۰/۲۹۷	۰/۰۶۷	۱۳۴	۰/۶۰۹	۰/۳۹۱	۰/۵۸۸	۰/۷۱۰	۰/۲۹۰	۰/۲۹۷
	۰/۹۰	۱	۷۴/۷۶	۰/۵۴۸	۰/۱۱۷	۳۲	۰/۹۰۵	۰/۰۹۵	۰/۵۹۸	۰/۵۱۹	۰/۴۸۱
		۲	۱۱/۵۹	۰/۱۸۸	۰/۰۱۸	۲۹۶	۰/۲۶۹	۰/۷۳۱	۰/۵۱۳	۰/۸۹۰	۰/۱۱۰
بازده	۰/۱۰	۱	۳۹۹/۱۶	۰/۲۳۱	۰/۶۲۷	۱	۱	۰	۰/۷۲۹	۰/۱۸۷	۰/۸۱۳
		۲	۲۶۷/۴۸	۰/۲۵۶	۰/۴۲۰	۱	۱	۰	۰/۵۸۷	۰/۲۹۰	۰/۷۱۰
	۰/۲۰	۱	۲۳۴/۳۲	۰/۴۴۰	۰/۳۶۸	۱	۱	۰	۰/۶۳۷	۰/۳۱۶	۰/۶۸۴
		۲	۱۱۲/۵۴	۰/۲۸۶	۰/۱۷۷	۱	۱	۰	۰/۵۶۲	۰/۴۲۸	۰/۵۷۲
	۰/۳۰	۱	۱۲۱/۶۳	۰/۵۳۹	۰/۱۹۱	۱	۱	۰	۰/۵۴۰	۰/۴۰۸	۰/۵۹۲
		۲	۴۷/۶۵	۰/۲۳۴	۰/۰۷۵	۳	۰/۹۹۴	۰/۰۰۶	۰/۵۸۵	۰/۵۶۶	۰/۴۳۴
	۰/۴۰	۱	۵۰/۹۵	۰/۵۹۱	۰/۰۸۰	۱	۱	۰	۰/۳۹۳	۰/۴۸۵	۰/۵۱۵
		۲	۲۰/۰۷	۰/۱۸۴	۰/۰۳۲	۷۸	۰/۷۴۳	۰/۲۵۷	۰/۵۸۰	۰/۷۵۲	۰/۲۴۸
	۰/۵۰	۱	۱۵/۸۷	۰/۵۵۱	۰/۰۲۵	۱۰	۰/۹۷۲	۰/۰۲۸	۰/۱۸۳	۰/۵۶۹	۰/۴۳۱
		۲	۷/۷۱	۰/۱۲۲	۰/۰۱۲	۲۴۲	۰/۳۲۵	۰/۶۷۵	۰/۵۳۸	۰/۹۰۷	۰/۰۹۳
حجم معاملات	۰/۱۰	۱	۳۳۰/۱۵	۰/۳۷۱	۰/۵۱۸	۱	۱	۰	۰/۵۶۳	۰/۲۴۱	۰/۷۵۹
		۲	۳۶۱/۶۰	۰/۲۷۵	۰/۵۶۸	۱	۱	۰	۰/۶۹۱	۰/۲۱۶	۰/۷۸۴
	۰/۲۰	۱	۱۳۶/۴۵	۰/۶۲۹	۰/۲۱۴	۱	۱	۰	۰/۳۵۴	۰/۳۹۳	۰/۶۰۷
		۲	۱۸۱/۱۵	۰/۳۸۴	۰/۲۸۴	۱	۱	۰	۰/۵۷۵	۰/۳۶۰	۰/۶۴۰
	۰/۳۰	۱	۴۸/۵۷	۰/۷۲۷	۰/۰۷۶	۱	۱	۰	۰/۲۲۲	۰/۴۶۶	۰/۵۳۴
		۲	۷۷/۰۴	۰/۳۵۴	۰/۱۲۱	۵	۰/۹۸۷	۰/۰۱۳	۰/۴۳۱	۰/۴۸۵	۰/۵۱۵
	۰/۴۰	۱	۱۶/۸۱	۰/۷۰۹	۰/۰۲۶	۱	۱	۰	۰/۰۹۰	۰/۵۱۷	۰/۴۸۳
		۲	۲۴/۹۳	۰/۲۰۸	۰/۰۳۹	۳۵	۰/۸۹۶	۰/۱۰۴	۰/۳۰۵	۰/۶۳۴	۰/۳۶۶

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بازارهای سرمایه با توجه به تعامل انواع شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران، نوعی از شبکه‌های پیچیده محسوب می‌شوند. در این راستا هدف پژوهش حاضر بررسی و تحلیل ساختار شبکه‌ای بازار سرمایه است تا بتواند ارتباط و تعامل بین سهام شرکت‌های مختلف را نشان دهد. بنابراین روش تحلیل شبکه و مفاهیم مهمی همچون قیمت، بازده و حجم معاملات و هم‌بستگی شرکت‌های موجود در بازار سرمایه به کار برده شد. به‌طور کلی پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این دو سؤال مهم بود که: الف) ساختار روابط هم‌بستگی قیمت، بازده و حجم معاملات سهام در بازار سرمایه ایران دارای چه الگویی است؟ ب) جایگاه بازیگران کلیدی و تأثیرگذار در این ساختار چگونه است؟

یافته‌های حاصل از پژوهش نشان داد با افزایش مبنای هم‌بستگی در سطوح مختلف میزان ارتباطات کم و به تبع آن ارتباط متقابل بین سهام کاهش می‌یابد. با کاهش ارتباطات، تعداد شرکت‌های ایزوله (شرکت‌هایی که با دیگر شرکت‌ها ارتباط ندارند) افزایش می‌یابد؛ این بدین معنی است که تغییرات قیمت، بازده و حجم معاملات سهام این شرکت‌ها در سطوح هم‌بستگی در نظر گرفته شده مستقل از دیگر شرکت‌ها رخ می‌دهد. همچنین، با کم شدن ارتباطات بین سهام، تمرکز بر روی سهام خاصی کم شده که این منجر به کم شدن تراکم و چگالی در آن نقاط می‌شود. در واقع، هر چقدر مبنای هم‌بستگی بالاتر در نظر گرفته شود احتمال تأثیرپذیری از یک متغیر مشترک یا تأثیرگذاری متقابل سهام کمتر می‌شود، که به‌تبع آن ارتباط بین سهام کاهش می‌یابد. علاوه براین، نقاط بیشتری از هم تفکیک شده، که این باعث بی‌نظمی بیشتر خواهد شد. افزایش بی‌نظمی‌ها نگرانی‌ها را بیشتر می‌کند. برای سرمایه‌گذارانی که به دنبال کاهش ریسک پرتفوی خود هستند رشد بی‌نظمی باعث افزایش ریسک سرمایه‌گذاری آن‌ها می‌شود. عجم اوغلو و همکاران (۲۰۱۵) نیز به تأثیر ارتباط متقابل بر رشد و درجه تمرکز شبکه بر آسیب‌پذیری مالی اشاره دارند و معتقدند اتصالات به‌عنوان مسیری برای انتشار شوک‌ها در نظر گرفته می‌شود. این نتایج، با پژوهش‌های هوانگ و همکاران (۲۰۰۹)، تسی و همکاران (۲۰۱۰) و وو و همکاران (۲۰۱۵)، وانگ و همکاران (۲۰۱۹)، حسینی و همکاران (۲۰۲۱)، چن و همکاران (۲۰۲۱) و گوا و همکاران (۲۰۲۱) مطابق است. شایان ذکر است کاهش ارتباطات، بی‌نظمی ساختار ارتباطی و از هم‌گسیختگی شبکه‌ها در دوره دوم سال ۱۳۹۹ بسیار بیشتر از دوره اول است.

نتایج شاخص‌های مربوط به جایگاه، اهمیت و تأثیرگذاری (شاخص‌های مرکزیت: درجه، نزدیکی و بینابینی) شرکت‌های موجود در شبکه نشان می‌دهد شرکت‌هایی که اغلب در مرکز شبکه قرار دارند، بالاترین ارتباط را در شبکه دارا می‌باشند و با سایر واحدها اختلاف قابل توجه دارند. این روابط گسترده حاکی از این است که آن‌ها به لحاظ سطح هم‌بستگی موردنظر ارتباط بسیار بیشتری با بقیه واحدها دارند که این می‌تواند در همراهی رفتار بر سایر واحدهایی که ارتباط دارند تأثیرگذار باشد یا از آن‌ها تأثیر بپذیرند. همچنین، ارتباط شرکت‌هایی که در مرکز شبکه قرار دارند با میانجی‌های کمی صورت می‌گیرد و برعکس شرکت‌های پیرامونی، برای آن‌ها امکان دسترسی تقریباً سریع و با میانجی‌های کمتری حاصل می‌شود. این باعث می‌شود که شرکت‌های در مرکز بسیار سریع‌تر از واحدهای پیرامونی به اخبار، اطلاعات و تغییرات قیمت سایر واحدها واکنش نشان دهند. از طرفی، در شبکه ارتباطی، واحدهایی هستند که

دسترسی بیشتری به اطلاعات و قدرت تأثیرگذاری بیشتری دارند؛ در نتیجه، از موقعیت بهتری نسبت به سایرین برخوردار هستند و این خود می‌تواند به تصمیم درست یا رانت منجر شود. همچنین، این شرکت‌ها می‌توانند بر تغییرات قیمت بسیاری از شرکت‌های دیگر اثرگذار باشند یا تغییرات قیمت بسیاری از شرکت‌ها وابسته به تغییرات قیمت این شرکت‌هاست؛ به‌طوری که این واحدها می‌توانند تعیین‌کننده و پیشرو قیمت باشند. در نتیجه، رفتار و واکنش این شرکت‌ها (یا سهامداران و سرمایه‌گذارانی که در ارتباط با این شرکت‌ها خرید و فروش سهام انجام می‌دهند) می‌تواند نقشی تعیین‌کننده در تغییرات قیمت، بازده و حجم معاملات در بازار سرمایه داشته باشد. گودیگبه و همکاران (۲۰۱۸) نیز بر این باورند که رفتار شرکت‌های مرکزی در شبکه روابط می‌تواند نقشی مؤثر در رفتار سایر شرکت‌ها ایفا کند. در کل، در شبکه‌های ذکر شده ویژگی بینابینی مشهودتر از درجه و درجه بیشتر از نزدیکی است. این نتایج، با پژوهش‌های هوانگ و همکاران (۲۰۰۹)، تسی و همکاران (۲۰۱۰)، وو و همکاران (۲۰۱۵)، وانگ و همکاران (۲۰۱۹)، حسینی و همکاران (۲۰۲۱)، چن و همکاران (۲۰۲۱) و گوا و همکاران (۲۰۲۲) هم‌خوانی دارد.

در کنار مزایایی که از روش تحلیل شبکه حاصل شد، این روش محدودیت‌هایی نیز دارد که رفع و بهبود آن‌ها می‌تواند آغازی برای پژوهش‌های پیش رو باشد. این پژوهش تنها معیارهای پرکاربرد تحلیل شبکه را مد نظر قرار داده است، در صورتی که می‌توان در پژوهش‌های آینده معیارهای دیگر مربوط به تحلیل شبکه را نیز مورد استفاده قرار داد و یا از ترکیب همزمان این روش با سایر روش ها نیز استفاده کرد. در مطالعات آتی می‌توان سایر متغیرهایی که بر قیمت، بازده و حجم معاملات سهام تأثیرگذار هستند و نیز تأثیر این شبکه‌ها بر سایر متغیرها را بررسی کرد. همچنین، از روش‌شناسی استفاده شده در این پژوهش، برای شناسایی و تحلیل بازیگران مؤثر در سایر حوزه‌های بااهمیت مالی و حسابداری استفاده شود. در مجموع، بر اساس یافته‌های پژوهش حاضر، می‌توان گفت که شناخت ساختار کلان حاکم بر ارتباطات شرکت‌ها دارای اهمیت است. بنابراین، مطابق با نتایج به‌دست‌آمده و با توجه به اهمیت ساختار روابط و تأثیر بازیگران کلیدی در تصمیم‌گیری افراد و نهادهای مرتبط با بازار سرمایه به کلیه استفاده‌کنندگان پیشنهاد می‌شود در تصمیم‌گیری‌های خود به ساختار ارتباطی حاکم بر شرکت‌های موجود در بازار سرمایه و نقش و تأثیر جایگاه آن‌ها بر پیشبرد اهداف شرکت توجه کنند و این ساختار ارتباطی و نحوه توزیع قدرت را مدنظر قرار دهند. در واقع، نتایج این پژوهش می‌تواند به شناخت بهتر نیروهای ایجاد کننده ساختار ارتباطی شرکت‌ها منتهی شود و موجب شود سیاست‌گذاران امکان تصمیم‌گیری بهتری داشته باشند. همچنین، به نهادهای متولی بازار سرمایه پیشنهاد می‌شود یک برنامه کامپیوتری یا نرم‌افزار تهیه شود تا شرکت‌هایی که از موقعیت خاص در شبکه قیمت برخوردارند و توان دسترسی و تأثیرگذاری بالاتری دارند به‌طور مداوم رصد شوند. علاوه بر این به استفادکنندگان توصیه می‌شود در زمینه‌های مهم دیگری مانند بهینه‌سازی پرتفوی، قیمت‌گذاری و مواردی از این قبیل، ساختار ارتباطی را در نظر گیرند.

منابع

تقی‌زاده، رضا و روحانی، علی (۱۳۹۹). بررسی نابرابری ساختار ارتباطی در بازار سهام ایران با رویکرد تحلیل شبکه‌های اجتماعی. *پژوهش‌های راهبردی مسائل اجتماعی ایران*، ۹(۳)، ۳۱-۴۸.

تقی‌زاده، رضا؛ ناظمی، امین (۱۳۹۷). تحلیل شبکه مالکیت در بازار سهام ایران. *مجله دانش حسابداری*، ۹ (۳)، ۱۱۵-۱۴۴.

راعی، رضا؛ باجلان، سعید؛ عجم، علیرضا (۱۴۰۰). بررسی کارایی مدل N/1 در انتخاب پرتفوی. *تحقیقات مالی*، ۲۳(۱)، ۱-۱۶.

راعی، رضا؛ جعفری، غلامرضا؛ نمکی، علی (۱۳۸۹). تحلیل بازار بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های پیچیده مبتنی بر روش حد آستانه. *بررسی‌های حسابداری و حسابرسی*، ۱۷(۶۲)، ۳۳-۴۸.

فلاح‌پور، سعید؛ قهرمانی، علی (۱۴۰۰). معرفی و بررسی ویژگی‌های مرکزیت به‌عنوان معیاری نوین برای تحلیل شبکه، سنجش ریسک و انتخاب پرتفوی سهام. *تحقیقات مالی*، ۲۳(۲)، ۱۵۸-۱۷۱.

قاسمی، حمیدرضا؛ نجفی، امیرعباس (۱۳۹۱). بهینه‌سازی پرتفوی سهام در شرایط مجاز بودن فروش استقراضی و برخی محدودیت‌های کاربردی بازار سرمایه. *تحقیقات مالی*، ۱۴(۲)، ۱۱۷-۱۳۲.

ولیدی، جواد؛ نجفی، امیرعباس؛ ولیدی، علیرضا (۱۳۹۹). انتخاب برخط سبد سرمایه‌گذاری به‌کمک الگوریتم‌های تبعیت از بازنده. *تحقیقات مالی*، ۲۲(۳)، ۴۰۸-۴۲۷.

References

Abbasi, A., Hossain, L., Leydesdorff, L. (2012). Betweenness centrality as a driver of preferential attachment in the evolution of research collaboration networks. *Journal of Informetrics*, 6(3), 403-412.

Acemoglu, D., Ozdaglar, A. & Tahbaz-Salehi, A. (2015). Systemic risk and stability in financial networks. *American Economic Review*, 105(2), 564-608.

Babu Roy, R. & Kumar Sarkar, U. (2011). Network Approach to Capture Co-movements of Global Stock Returns. *Indian Institute of Management Calcutta*, *Working Paper*. WPS NO.676, Available online at: www.iimcal.ac.in/sites/all/files/pdfs/wps_676.pdf.

Baltakiene, M., Kanniainen, J., Baltakys, K. (2021). Identification of information networks in stock markets. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 131, 104217.

Billio, M., Caporin, M., Panzica, R. & Pelizzon, L. (2023). The impact of network connectivity on factor exposures, asset pricing, and portfolio diversification. *International Review of Economics & Finance,* 84, 196-223.

Boginski, V., Butenko, S., Pardalos, P.M. (2006). Mining Market Data: A Network Approach. *Computers & Operations Research*, 33, 3171–3184.

Chen, W., Jiang, M. & Jiang, C. (2020). Constructing a multilayer network for stock market. *Soft Computing*, 24, 6345-6361.

Chen, W., Qu, S., Jian, M. & Jiang, C. (2021). The construction of multilayer stock network model. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 565, 125608.

Chen, Y. J., Zenou, Y. & Zhou, J. (2022). The impact of network topology and market structure on pricing. *Journal of Economic Theory*, 204, 105491.

Constantine, L. S. (2014). Understanding the Linkages in Organisational and Human Relation: A Review of Social Network Analysis. *The Qualitative Report*, 19(1), 1-22.

Dimitrios, K. & Vasileios, O. (2015). A Network Analysis of the Greek Stock Market *Procedia Economics and Finance*, 33, 340 – 349.

Fallahpour, S. & Ghahramani, A. (2021). An Analysis of Centrality's Features as a New Measure for Network Analysis, Risk Measurement & Portfolio Selection. *Financial Research Journal*, 23(2), 158-171. (*in Persian*)

Freeman, L.C. (2004). *The Development of Social Network Analysis: A Study in the Sociology of Science*, Publisher: BookSurge, LLC, North Charleston, South Carolina, Printed in the United States of America.

Freitas, W. B. & Junior, J. R. B. (2023). Random walk through a stock network and predictive analysis for portfolio optimization. *Expert Systems with Applications*, 119597.

George, S. & Changat, M. (2017, July). Network approach for stock market data mining and portfolio analysis. *In 2017 International Conference on Networks & Advances in Computational Technologies (NetACT)* (pp. 251-256). IEEE.

Ghasemi, H. R., Najafi, A. A. (2014). Portfolio Optimization in terms of Justifiability Short Selling and Some Market Practical Constraints. *Financial Research Journal*, 14(2), 117-132. (*in Persian*)

Godigbe, B. G., Chui, C. M. & Liu, C. L. (2018). Directors network centrality and earnings quality, *Applied Economics*, 5381-5400.

Gong, Ch., Tang, P., Wang, Y. (2019). Measuring the network connectedness of global stock markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 535, 122351.

Gua, X., Li, W., Zhang, H., Tianhai, T. (2022). Multi-likelihood methods for developing relationship networks using stock market data. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 585, 126421.

He, C., Wen, Z., Huang, K. & Ji, X. (2022). Sudden shock and stock market network structure characteristics: A comparison of past crisis events. *Technological Forecasting and Social Change,* 180, 121732.

Hosseini, S., Wormald, N., Tian, T. (2021). A Weight-based Information Filtration Algorithm for Stock-Correlation Networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 563, 125489.

Huang, Q., Zhao, J., Wu, X. (2021). Financial risk propagation between Chinese and American stock markets based on multilayer networks. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 586, 126445.

Huang, W.Q., Zhuang, X.-T., S, Yao (2009). A Network Analysis of the Chinese Stock Market. *Physica A*, 388, 2956-2964.

Kumar, S. & Jan, J. M. (2012). Discovering Knowledge Landscapes: An Epistemic Analysis of Business and Management Field in Malaysia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 65, 1027-1032.

Luo, R., Zhao, S. & Zhou, J. (2023). Information network, public disclosure and asset prices. *Pacific-Basin Finance Journal*, 77, 101882.

Raie, R., Bajalan, S., Ajam, A. (2021). Investigating the Efficiency of the 1/N Model in Portfolio Selection. *Financial Research Journal*. 23(1), 1-16. (*in Persian*)

Raie, R., Jaafari, GH., Namaki, A. (2011). Analysis of Tehran Stock Exchange using sophisticated networks based on threshold method. *Journal of Accounting and Auditing Review,* 17(62), 33-48. (*in Persian*)

Taghizadeh, R. & Nazemi, A. (2018). Analysis of Ownership Network in the Iranian Stock Markets. Journal of Accounting Knowledge, 9(3), 115-144. (*in Persian*)

Taghizadeh, R. & Ruhani, A. (2021). Investigating the inequality of iommunication structure in the Iranian Stock Market through social network analysis approach. *Strategic Research on Social Problems in Iran,* 9(3), 31-48. (*in Persian*)

Taghizadeh, R., Nazemi, A. & Sadeghzadeh Maharluie, M. (2019). Analyzing shareholder network in the Tehran Stock Exchange. *Iranian Journal of Finance*, 3(4), 113-134.

Taghizadeh, R., Nazemi, A. & Sadeghzadeh Maharluie, M. (2021). Network analysis of interpersonal relationships in Tehran Stock Exchange. *Advances in Mathematical Finance & Applications,* 6(1), 49-61.

Tse, C.K., Liu, J. & Lau, F.C.M. (2010). A Network Perspective of the Stock Market. *Journal of Empirical Finance*, 17(2), 659-667.

Validi, J., Najafi, A. A. & Validi, A. (2020). Online Portfolio Selection Based on Follow-the-Loser Algorithms. *Financial Research Journal*, 22(3), 408-427. (*in Persian*)

Wang, Z., Liu, S., Yang, H. (2019). The influence of social network structure on stock price disclosure. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 533, 122064.

Wu, S., Tuo, M., Xiong, D, (2018). Effects of fundamentals acquisition and strategy switch on stock price dynamics. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 491, 799–809.

Wu, S., Tuo, M., Xiong, D. (2015). Network Structure Detection and Analysis of Shanghai Stock Marke. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 8(2), 383–398.

Yang, X., Jin, C., Huang, C. & Yang, X. (2022). Network characteristics and stock liquidity: Evidence from the UK. *Finance Research Letters*, 103625.

Zhang, Y., Chu, G. & Shen, D. (2021). The role of investor attention in predicting stock prices: The long short-term memory networks perspective. *Finance Research Letters*, 38, 101484.