Publisher: Shahid Beheshti University
Journal of Financial Management Perspective
2023, Vol. 13, No.41
PP: 9-36
DOI: 10.48308/jfmp.2023.103883
P-ISSN: 2645-4637
E-ISSN: 2645-4645
Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Investigating the effect of Banks Network Topology on Banks Systemic Risk in Tehran Stock Exchange – By Using DCC Approach

Ali Namaki*, Reza Raei **, Hossein Askari Rad***

Research Paper

Abstract

In this paper, the effect of banks network topology on banks systemic risk in Tehran Stock Exchange have been investigated by using banks daily stock return from 2013 to 2021. First, systemic risk index have been measured and decomposed by using EVT approach and then this index divided into two dimensions, bank tail risk and systemic linkage. Then the network between banks listed in the banking industry of Tehran Stock Exchange have been created based on dynamic conditional correlations (DCC) by using the spanning minimum tree (MST) approach and the banks network topology have been measured. Finally, the relationship between banks systemic risk and its dimensions with banks network topology have been investigated by using regression of panel data. According to the results, Post-Bank, Tejarat and Saderat banks have the highest and Karafarin and Eghtesad-Novin banks have the lowest systemic risk, respectively. Also, the regression results showed that there is a positive and significant relationship between the variables of node strength, betweenness centrality and size with the banks systemic risk and a negative and significant relationship between the variables of node degree and liquidity with banks systemic risk.

Keywords: Systemic Risk; Extreme Value Theory; Complex Network; Dynamic Conditional Correlation; Banks Listed in Tehran Stock Exchange.

Received: 2022. August.17, Accepted: 2023. January.28.
* Assistant Prof, Department of Financial Management and Insurance, University of Tehran, Tehran, Iran.
E-Mail: alinamaki@ut.ac.ir
** Prof, Department of Financial Management and Insurance, University of Tehran, Tehran, Iran.
E-Mail: raei@ut.ac.ir
*** Ph.D. in Financial Management, University of Tehran, Tehran, Iran.(Corresponding Author).
E-Mail: H.ASKARI66@gmail.com

ناشر: دانشگاه شهیدبهشتی
نشریه چشم‌انداز مدیریت مالی
۱۴۰۲، دوره ۱۳، شماره ۴۱
ص‌ص. ۹- ۳۵

شاپای چاپی: ۴۶۳۷- ۲۶۴۵
شاپای الکترونیکی: ۴۶۴۵- ۲۶۴۵

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

بررسی تاثیر ویژگی‌های ساختار شبکه سیستم بانکی بر ریسک سیستمیک بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران- با استفاده از روش همبستگی شرطی پویا

علی نمکی *، رضا راعی **، حسین عسکری راد***

مقاله پژوهشی

چکیده

در این پژوهش اثر ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران بر ریسک سیستمیک آن‌ها با استفاده از بازده روزانه سهام بانک‌ها در سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۲ بررسی شده است. ابتدا به اندازه‌گیری و تجزیه شاخص ریسک سیستمیک با استفاده از نظریه ارزش فرین پرداخته شده و سپس این شاخص به دو بعد ریسک دنباله و پیوند سیستمیک تجزیه شده است. سپس شبکه بین بانک‌های پذیرفته‌شده در صنعت بانکی بورس اوراق بهادار تهران بر اساس همبستگی‌های شرطی پویا (DCC) با استفاده از روش درخت مینیمم پوشا(MST) ایجاد و ویژگی‌های توپولوژی ساختار این شبکه اندازه‌گیری شد. در نهایت با استفاده از رگرسیون داده‌های تابلویی رابطه بین ریسک سیستمیک بانک‌ها و اجزای آن با ویژگی‌های ساختار توپولوژی شبکه بانک‌ها بررسی گردید. بر اساس نتایج پژوهش بانک‌های پست‌بانک، تجارت و صادرات به ترتیب دارای بیشترین و بانک‌های کارآفرین و اقتصادنوین دارای کمترین مقدار ریسک سیستمیک می‌باشد. نتایج رگرسیون نشان داد که بین متغیرهای قدرت گره، مرکزیت بینابینی گره و اندازه بانک‌ها با ریسک سیستمیک آن‌ها رابطه مثبت و معنادار و بین متغیرهای درجه گره و نقدینگی بانک‌ها با ریسک سیستمیک آن‌ها رابطه منفی و معنادار وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: ریسک سیستمیک؛ نظریه ارزش فرین؛ شبکه پیچیده؛ همبستگی شرطی پویا؛ بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران.

تاریخ دریافت مقاله ۲۶ ۵ ۱۴۰۱، تاریخ پذیرش مقاله ۸ ۱ ۱۴۰۱.

* استادیار، گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشگاه تهران، تهران، ایران. E-Mail: alinamaki@ut.ac.ir
** استاد، گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشگاه تهران، تهران، ایران. E-Mail: raei@ut.ac.ir
*** دکتری مدیریت مالی، گروه مدیریت مالی و بیمه، دانشگاه تهران، تهران، ایران (نویسنده مسئول). E-Mail: H.ASKARI66@gmail.com

۱. مقدمه

پس از بحران مالی سال ۲۰۰۸، ثبات سیستم مالی و به طبع آن ریسک سیستمیک به تدریج مورد توجه فعالان صنعت، دانشگاه و نهادهای نظارتی قرار گرفت. طبق تعریف صندوق بین‌المللی پول[1] و بانک تسویه بین‌الملل[2] از ریسک سیستمیک، این ریسک به صورت «احتمال نکول یک موسسه در برابر سایر موسسات مالی که به شکل به هم‌پیوسته‌ای به نکول سایر اجزای سیستم مالی و فروپاشی کل سیستم منجر می‌شود» تعریف می‌شود [۴۷]. به صورت کلی ریسک سیستمیک به احتمال رخدادهایی اشاره دارد که به کنش- واکنش‌هایی در کل سیستم مالی منجر می شود و به دنبال خود زیان‌هایی را به فعالان این سیستم تحمیل می‌کند [۴۴]. از این‌رو اندازه‌گیری دقیق و شناسایی اجزایی که کل سیستم مالی را تحت تاثیر قرار می‌دهد، نقش مهمی در کنترل ریسک سیستمیک ایفا می‌کند. اگر چه جامعه دانشگاهی عمدتاً بر اندازه‌گیری ریسک سیستمیک از منظر خرد اقتصادی متمرکز شده، ولی در سال‌های اخیر تاکید مقام ناظر در سیستم بانکی از رویکرد خرد به رویکرد کلان تغییر یافته است. این بدین معنا است که به جای تمرکز بر ارزیابی یک نهاد مالی به تنهایی (رویکرد خرد)، بر ارزیابی نهادهای مالی به عنوان جزیی از سیستم مالی (رویکرد کلان) تاکید می‌شود. به همین منظور دامنه مورد بررسی مقامات ناظر بانکی گسترده‌تر شده است، چراکه جنبه‌هایی مانند «ارزش در معرض ریسک مشترک و پیوندهای متقابل بین موسسات»، که ممکن است از منظر احتیاط خرد نامربوط باشد، از نقطه نظر احتیاط کلان بسیار مهم است [۶]. منشأ دیدگاه‌های بالقوه متناقض ناشی از رویکرد خرد و کلان در این حوزه را می‌توان با تجزیه مفهومی ریسک سیستمیک به دو جز فرعی روشن کرد. جز اول، ریسک کلی یک بانک (ریسک دنباله بانک[3]) است، به‌طوری‌که هر چه سطح ریسک کلی یک بانک بیشتر باشد، احتمال نکول آن بانک بیشتر می‌شود. جز دوم، ارتباط بین زیان حداکثری یک موسسه مالی و رویدادهای سیستمیک (پیوند سیستمیک[4]) است. این جز نشان می‌دهد که ریسک کلی بانک چقدر در طول یک بحران مالی تحقق می‌یابد، به‌طوری‌که هر چه پیوند سیستمیک یک بانک قوی‌تر باشد، سهم ریسک کلی آن بانک در شوک‌های منفی شدید در یک سیستم مالی بیشتر است [۴۰]. از طرفی موسسات مالی در ایران از جایگاه و اهمیت خاصی برخوردارند و بحران یا ورشکستگی احتمالی هر یک از آن‌ها در کشور می‌تواند بر سایر نهادهای مالی یا کل سیستم مالی و حتی بر متغیرهای کلان اقتصاد اثرگذار باشد و زمینه‌ساز ریسک سیستمیک در سیستم مالی شود [۲۱]. از این‌رو، اگرچه مطالعاتی در جهت اندازه‌گیری ریسک سیستمیک در سطح موسسات مالی کشور مانند رستگار و کریمی (۱۳۹۵) [۴۳]، دانش جعفری و همکاران

1 International Monetary Fund
2 Bank for International Settlements
3 Bank Tail Risk
4 Systemic Linkage

(۱۳۹۵) [۱۲]، زنگنه و همکاران (۱۳۹۹) [۴۷] و صالح اردستانی و هاتف وحید (۱۳۹۹) [۴۵] انجام شده است، اما با توجه به حساسیت این موضوع و با نوآوری در این پژوهش، ریسک سیستمیک موسسات مالی به دو بعد ریسک دنباله و پیوند سیستمیک موسسه مالی در شرایط بحرانی با استفاده از نظریه ارزش فرین[1] (EVT) تجزیه شده است.

از سوی دیگر، بازارهای مالی به دلیل افزایش ارتباط بین بازارهای مختلف، نهادها و موسسات مالی و سایر شرکت‌ها و تأثیرپذیری از بازارهای بین‌المللی که ناشی از گسترش بازارها، سهولت برقراری ارتباط و پیچیده‌تر شدن تعاملات و ابزارهای مبادله در سطح ملی و بین‌المللی است، دارای ساختاری بسیار پیچیده بوده که می‌تواند به عنوان یک نوع از سیستم‌های پیچیده محسوب شود. نظریه شبکه، به عنوان یکی از ابزارهای مهم بررسی ساختارهای پیچیده، برای ارزیابی اجزای مختلف شبکه‌های مالی از سوی بسیاری از پژوهش‌گران مانند راعی و همکاران (۲۰۱۹) [۴۲] و نمکی و همکاران (۲۰۱۹) [۳۶] برای بررسی مواردی ازجمله توصیف ساختار سیستمیک و تجزیه و تحلیل و ارزیابی اثرات نفوذ یا سرایت مورد توجه قرار گرفته است [۳۸]. همچنین از تحلیل شبکه‌های مالی و اقتصادی در مواردی همچون شبکه همبستگی بازده سهام (بونانو و همکاران[2]، ۲۰۰۳) [۸]، روابط فیمابین اعضای هیأت مدیره (باتیستون و همکاران[3]، ۲۰۰۴) [۵]، شبکه‌های مالکیت سهام (گارلاشلی و همکاران[4]، ۲۰۰۵) [۲۳] و بازار بین بانکی (یوری و همکاران[5]، ۲۰۰۷) [۲۷] نیز استفاده می شود [۴۷]. از میان موارد مذکور، شبکه همبستگی بازده سهام یکی از انواع شبکه‌های مالی است که در این شبکه‌ها، گره‌ها بیانگر موسسات مالی و یال ها بیانگر همبستگی بازده سهام آن‌ها است [۳۶]. بازیگران سیستم مالی، ریسک را از طریق همبستگی‌های خود انتقال می‌دهند. در سال‌های اخیر، بررسی‌هایی درباره ویژگی‌های توپولوژی و ساختار سلسله مراتبی شبکه همبستگی بازده سهام انجام شده ولی به ندرت ارتباط ساختار توپولوژی شبکه همبستگی سهام با ریسک سیستمیک و ابعاد آن بررسی شده است.

از این‌رو، در این پژوهش با استفاده از نظریه ارزش فرین، یک شاخص ریسک سیستمیک برای بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی فروردین ۱۳۹۲ تا شهریور ۱۴۰۰ برآورد شده، سپس این شاخص به دو جز تجزیه شده که هر کدام منعکس‌کننده یک بعد ریسک (ریسک دنباله و پیوند سیستمیک) است. همچنین شبکه بین ۱۰ بانک پذیرفته شده در صنعت بانکی بورس اوراق بهادار تهران بر اساس همبستگی‌های شرطی پویا[6] (DCC) با استفاده

1 Extreme Value Theory
2 Bonanno et al
3 Battiston et al
4 Garlaschelli et al
5 Iori et al
6 Dynamic Conditional Correlation

از روش درخت مینیمم پو شا[1] (MST) ساخته شده ا ست. در ادامه ویژگی‌های توپولوژی ساختار شـــبکه برای هر بانک، از جمله درجه گره[2]، قدرت گره[3]، مرکزیت بینابینی[4] و مرکزیت نزدیکی[5] برآورد شده است. در نهایت، رابطه بین ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه و ریسک سیستمیک بانک‌ها با ا ستفاده از تخمین رگر سیون چند متغیره داده‌های تابلویی[6] تحلیل شده ا ست. نوآوری این پژوهش ن سبت به پژوهش‌های پی شین در این ا ست که اگرچه تاکنون مطالعات مختلفی در جهت ارزیابی و سنجش ری سک سی ستمیک مو س سات مالی و بانک‌ها انجام پذیرفته ا ست، اما معیار ا ستفاده شده در این پژوهش (β_i^T) و همچنین روش محا سبه آن جهت اندازه‌گیری ری سک ســـیســـتمیک که پژوهشـــگران را قادر به تجزیه این ریســـک به دو بعد ریســـک دنباله و پیوند سی ستمیک می‌نماید، برای نخ ستین بار مورد ا ستفاده قرار گرفته ا ست. همچنین برر سی رابطه شاخص ریسک سیستمیک محا سبه شده در این پژوهش و ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بین بانک‌ها نیز برای نخستین بار مورد مطالعه قرار گرفته است.

۲. مبانی نظری و پیشینه پژوهش

ریسک سیستمیک به ریسک شکست سیستم مالی یا شکست کل بازار گفته می‌شود. این ریسک می‌تواند از بی‌ثباتی یا بحران در مؤسسات مالی نشأت بگیرد و در اثر سرایت به کل نظام مالی انتقال یابد. به بیان دیگر ریسک سیستمیک به میزان به هم‌پیوستگی در یک سیستم مالی اشاره دارد، جایی‌که شکست در یک نهاد مالی می‌تواند باعث بحران کل سیستم شود [۱۵]. با توجه به اینکه بازارها و نهادهای مالی با یکدیگر در ارتباط هستند، اطلاعات ایجاد شده در یک بازار یا نهاد، می‌تواند سایر بازارها و نهادهای مرتبط را تحت تاثیر قرار دهد [۱۴]. در نتیجه در مبحث ریسک سیستمیک باید توجه داشت ریسک کلی یک بانک به تنهایی سیستم مالی را در خطر قرار نمی‌دهد، بلکه ریسک کلی بانک در کنار ارتباط آن با دیگر موسسات مالی است که نقش تعیین‌کننده‌ای در اندازه و مقدار تحمیل ریسک از سوی آن بانک به سیستم مالی دارد. یافته‌های بسیاری از پژوهش‌گران این حوزه، ارتباط میان موسسات مالی را منشأ بالقوه ریسک سیستمیک می‌داند [۳۷]. از این‌رو، برای کنترل ریسک سیستمیک، بسیار مهم است که هم موسسات مالی و هم نهاد ناظر بتواند میزان ریسک سیستمیک یک نهاد مالی را به دو بعد مجزا (که یکی ریسک کلی بانک و دیگری میزان تأثیرپذیری سیستم از ریسک مذکور (پیوند سیستمیک) است) تجزیه نماید تا برای کنترل این ریسک در یک نهاد مالی هر دو بعد مورد نظارت قرار گیرد [۴۰]. از طرف دیگر، با بررسی مطالعات گذشته، این امر اثبات شده است که ویژگی‌های ساختاری و توپولوژی یک شبکه،

1 Minimum Spanning Tree
2 Node Degree
3 Node Strength
4 Betweenness Centrality
5 Closeness Centrality
6 Panel Data

عملکرد و پایداری آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۴۷]. بنابراین، با توجه به اهمیت بررسی شبکه‌های مالی و ضرورت پژوهش در این حوزه (با توجه به وجود پژوهش‌های اندک در این زمینه) و از آنجایی‌که بخش بانکی در اقتصاد ایران را می‌توان مهم‌ترین پل ارتباطی میان عرضه و تقاضای منابع پولی دانست [۲۰]، شکاف در ادبیات موجود را می‌توان با مطالعه رابطه بین توپولوژی شبکه همبستگی بازده سهام بانک‌ها و ریسک سیستمیک آن‌ها برطرف نمود. یک شبکه سهام کامل، که حاوی اطلاعات اضافی است، معمولاً بسیار بزرگ است. بنابراین، از روش‌های فیلتر کردن ویژه مانند حد آستانه و درخت مینیمم پوشا برای کاهش پیچیدگی استفاده می‌شود. نتایج تجربی مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که پویایی بازار توسط مدل همبستگی شرطی پویا (DCC) بهتر حفظ می‌شود [۳۱]. از این‌رو، در این پژوهش از این روش برای ایجاد شبکه بین بانک‌ها استفاده شده است. در این بخش ابتدا به بررسی مطالعات انجام شده در زمینه ریسک سیستمیک موسسات مالی و سپس بررسی پژوهش‌های انجام شده در خصوص رابطه ریسک سیستمیک با ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه مالی پرداخته شده است.

مطالعات انجام شده در زمینه ریسک سیستمیک موسسات مالی، منجر به ایجاد سنجه‌های متفاوتی برای محاسبه ریسک سیستمیک موسسات مالی گردیده است. آچاریا و همکاران[1] (۲۰۱۰) مدل ریزش مورد انتظار نهایی[2] (MES) را برای ارزیابی ریسک سیستمیک ارائه کردند [۲]. آدریان و برونرمییر[3] (۲۰۱۱) با استفاده از شاخص ارزش در معرض ریسک شرطی[4] (CoVaR) دریافتند که ارتباط قوی بین ارزش در معرض ریسک موسسات انفرادی (مستقل) و ارزش در معرض ریسک شرطی تفاضلی (ΔCoVaR) آن‌ها وجود دارد [۴]. برانلس و انگل[5] (۲۰۱۲) یک روش تجربی برای اندازه‌گیری ریسک سیستمیک (شاخص SRISK) ارائه کردند [۹]. جیراردی و آرگون[6] (۲۰۱۳) با تعریف بحران مالی به صورت زمانی‌که بازده شرکت حداکثر در سطح VaR باشد، این مدل را توسعه دادند [۲۴]. بتز و همکاران[7] (۲۰۱۵) با کاربرد روش رگرسیون کوانتایل با اثرات ثابت، روشی جدید برای تعیین سهم مؤسسات مالی در نظام مالی اتحادیه اروپا را ارائه نمودند [۷]. کوزما و همکاران[8] (۲۰۱۷) با استفاده از ارزش بازار و قیمت سهام بانک‌ها دو جنبه از ریسک سیستمیک بانک‌ها را شناسایی نمودند: ریسک دنباله بانک و پیوند بین ریسک دنباله بانک و شوک‌های شدید در سیستم مالی. نتایج نشان داد که وابستگی شدیدی بین بانک‌های بزرگ و ریسک سیستمیک و نیز ارتباط مثبت بین اندازه و حساسیت به شوک‌های شدید در سیستم مالی وجود دارد [۱۱]. لانگ

1 Acharya et al
2 Marginal Expected Shortfall
3 Adrian & Brunnermeier
4 Conditional Value at Risk
5 Brownlees & Engle
6 Girardi & Ergun
7 Betz et al
8 Cosma et al

و همکاران[1] (۲۰۱۷) با استفاده از شاخص CoVaR بر پایه DCC و به‌کارگیری روش MST دریافتند که ریسک سیستمیک صنایع کوچک نسبت به صنایع بزرگ بیشتر است [۳۱]. دیویدوف و همکاران[2] (۲۰۲۰) با تجزیه ریسک سیستمیک هر بانک به ریسک دنباله و پیوند سیستمیک دریافتند که میزان ریسک هر بانک با خلق نقدینگی رابطه عکس دارد [۱۳]. ملمن و ونت[3] (۲۰۲۰) با تجزیه ریسک سیستمیک به دو بخش ریسک هر بانک به صورت مجزا و پیوند سیستمیک دریافتند که سیاست‌های نظارتی از بعد خرد بر روی ریسک دنباله هر بانک تمرکز می‌کند، در حالی که سیاست‌های کلان به اثر ریسک سیستمیک بر ارتباط و تاثیرپذیری بانک‌ها از یکدیگر به‌طور کلی می‌پردازد. به‌طور کلی سیاست‌های نظارتی از بعد کلان باعث کاهش ریسک سیستمیک بانک می‌شود [۳۵]. ابوزید و همکاران[4] (۲۰۲۱) با استفاده از دو معیار CoVaR و ΔCoVaR و مدل DCC دو متغیره، نشان دادند که با گسترش COVID-19، بازارهای توسعه‌یافته نسبت به بازارهای آسیا ریسک حاشیه‌ای بیشتری به بازارهای جهانی منتقل می‌کند [۱]. اسکوبار و همکاران[5] (۲۰۲۲) با مقایسه سه معیار ریسک سیستمیک (CoVaR، MES و SRISK) در سیستم بانکداری کلمبیا دریافتند که بخش بانکی این کشور برنامه‌ای برای کنترل ریسک سیستمیک ندارد، علی‌رغم این‌که اقتصاد این کشور در مواجهه با شوک‌های خارجی مانند بحران سال ۲۰۰۸ زیان زیادی متحمل شده است [۱۹].

در پژوهش‌های داخلی رستگار و کریمی (۱۳۹۵) با رتبه‌بندی بانک‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شاخص ΔCoVaR به کمک مدل همبستگی شرطی پویا نشان دادند که این معیار با نسبت اهرم، سرمایه و ارزش در معرض ریسک رابطه مثبت و معنادار دارد [۴۳]. دانش جعفری و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی اثرات بحران مالی جهانی بر روی بانک‌های داخلی و تعیین سهم بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بروز ریسک سیستمیک بر مبنای روش ارزش در معرض ریسک شرطی و مقایسه نتایج به روش رگرسیون کوانتایل و DCC نشان دادند که در زمان وقوع بحران‌های مالی جهانی، بانک‌های داخلی از آن تأثیر نپذیرفته‌اند [۱۲]. صالح اردستانی و هاتف وحید (۱۳۹۹) با استفاده از روش ترکیبی معیار مرکزیت نیمه‌محلی با روش خوشه‌بندی پویا مارکوف برای بررسی ریسک سیستمیک دریافتند کارایی روش پیشنهادی نسبت به سایر معیارهای مرکزیت و معیار سنتی CoVaR بالاتر است [۴۵].

پرتال جامع علوم انسانی

1 Long et al
2 Davydov et al
3 Meuleman & Vennet
4 Abuzayed et al
5 Escobar et al.

در بخش مطالعات انجام شده در خصوص شبکه‌های مالی و رابطه ریسک سیستمیک با ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه مالی، منتگنا[1] (۱۹۹۸) به ایجاد شبکه سهام بر پایه تغییرات قیمت دارایی با استفاده از روش MST و درخت سلسله مراتبی پرداخت [۳۴]. الن و گیل[2] (۲۰۰۰) با بررسی موضوع سرایت بیان داشتند که میزان سرایت، بستگی به ساختار شبکه بین بانکی دارد [۳]. آپر[3] (۲۰۰۴) بیان نمود که ریسک سرایت به الگوی دقیق پیوندهای بین بانکی بستگی دارد [۴۶]. لوبلوی[4] (۲۰۰۵) نشان داد که ساختار شبکه بین بانکی تأثیر قابل توجهی بر گسترش نکول بانک‌ها در صنعت بانکداری مجارستان دارد [۳۲]. السینگر و همکاران[5] (۲۰۰۶) با به‌کارگیری روشی جدید مبتنی بر شبکه در ارزیابی ریسک ثبات مالی در سیستم بانکی اتریش با استفاده از وام‌های بین‌بانکی دریافتند که همبستگی در پرتفوی دارایی بانک‌ها، منبع اصلی سرایت ریسک سیستمیک است [۱۶]. یوری و همکاران (۲۰۰۸) با تجزیه و تحلیل توپولوژی شبکه بین بانکی ایتالیا از بخش بازار پول اروپا از طریق روش‌های مکانیک آماری استفاده شده برای شبکه‌های پیچیده نشان دادند که تعداد اندکی از بانک‌های بزرگ با تعداد زیادی از بانک‌های کوچک در ارتباط هستند که این سبب افزایش ریسک سیستمیک می‌شود [۲۸]. پوکوتا و همکاران[6] (۲۰۱۱) با اندازه‌گیری ریسک سیستمیک و سرایت شبکه ارتباطی مالی با توجه به ساختار شبکه‌ای بدهی‌های بین موسسات مالی دریافتند که نقل و انتقال بدهی‌ها و سرایت ریسک و نکول به ساختار شبکه بین موسسات بستگی دارد [۴۱]. گای و همکاران[7] (۲۰۱۱) با گسترش مدل شبکه بین بانکی نشان دادند که چه اندازه پیچیدگی و تمرکز بیشتر در شبکه مالی ممکن است منجر به احتمال بیشتر ورشکستگی شود [۲۲]. هوانگ و همکاران[8] (۲۰۱۶) با بررسی اثرات توپولوژی موسسات مالی در شبکه مالی بر سهم ریسک سیستمیک آن‌ها در بازار سهام چین دریافتند با افزایش اندازه ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه از جمله قدرت گره، مرکزیت بینابینی گره، مرکزیت نزدیکی گره و ضریب خوشه‌بندی گره، ریسک سیستمیک مؤسسات افزایش می‌یابد [۲۶]. نمکی و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از مفهوم سیستم‌های پیچیده و شبکه مالی به رتبه‌بندی بانک‌ها و ارزیابی ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بین بانک‌ها پرداختند [۳۶]. کنت و اسکنینگ[9] (۲۰۱۹) دو شاخص ریسک درونزا و سرایت غیر مستقیم را برای کمی کردن خطر سرایت غیر مستقیم ناشی از کاهش بدهی به وسیله فروش دارایی‌ها برای موسسات مالی طراحی کردند. آن‌ها شبکه مالی با n موسسه و m طبقه دارایی تشکیل دادند. از طرف دیگر با توجه به ارزش معاملات هر طبقه، عمق بازار آن طبقه از دارایی را

1 Mantegna
2 Allen & Gale
3 Upper
4 Lubloy
5 Elsinger et al
6Pokutta et al
7 Gai et al
8 Huang et al
9 Cont & Schaanning

مشخص نموده، سپس تأثیر فروش هر دارایی توسط هر موسسه را بر دیگر موسسات شبیه‌سازی کرده و مورد سنجش قرار دادند [۱۰]. لای و هو[1] (۲۰۲۱) با بررسی ریسک سیستمیک بازارهای سهام جهانی تحت COVID-19 براساس شبکه‌های مالی پیچیده دریافتند که COVID-19 منجر به ارتباطات تنگاتنگ مالی بین کشورهای مختلف می‌شود، این تأثیر در فاصله‌ای کوتاه‌تر گسترش یافته و انتقال بحران سریع‌تر می‌شود [۳۰].

نورعلیدخت (۱۳۹۵) با بررسی میزان سرایت در شبکه بازار سرمایه نشان داد که با افزایش ارتباط میان شرکت‌ها، تأثیر آن‌ها بر شبکه مالی بیشتر می‌شود. در نتیجه هنگام بروز بحران، این ریسک به میزان بیشتری انتقال می‌یابد [۳۹]. زنگنه و همکاران (۱۳۹۹) با مدل‌سازی، شناسایی توپولوژی و تحلیل شبکه بازار بین بانکی ایران جهت ارزیابی ریسک سیستمیک نشان دادند که شبکه بازار بین بانکی ایران در طول دوره مورد بررسی ریسک سیستمیک بالایی داشته است [۴۷]. نمکی و همکاران (۱۴۰۱) با بررسی تأثیر ویژگی‌های ساختاری شبکه مؤسسات مالی بر میزان ریسک سیستمیک بیست شرکت فعال‌تر بورس تهران طی ۱۳۹۷-۱۳۹۳ با استفاده از معیار ΔCoVaR دریافتند که میزان ریسک سیستمیک مؤسسات مالی با قدرت و درجه گره کمتر و مرکزیت نزدیکی بزرگ‌تر، بیشتر است [۳۸].

با توجه به مبانی نظری و پیشینه پژوهش، فرضیه اصلی پژوهش به شرح ذیل است:

بین ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بانک‌ها با ریسک سیستمیک آن‌ها رابطه معنادار وجود دارد.

فرضیه های فرعی پژوهش:

بین ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بانک‌ها با ریسک دنباله آن‌ها رابطه معنادار وجود دارد.

بین ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بانک‌ها با پیوند سیستمیک آن‌ها رابطه معنادار وجود دارد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش از بعد هدف؛ یک پژوهش کاربردی است. هدف تحقیق کاربردی توسعه دانش کاربردی در یک زمینه خاص است. جامعه آماری پژوهش حاضر بانک‌های پذیرفته‌شده در صنعت بانکی بورس اوراق بهادار تهران شامل بانک‌های اقتصادنوین، پارسیان، پاسارگاد، تجارت،

1 Lai & Hu

خاورمیانه، سینا، صادرات، کارآفرین، ملت و پست بانک در بازه زمانی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۰ می‌باشد. با توجه به بسته بودن نماد برخی از بانک‌ها به مدت طولانی و عدم وجود اطلاعات روزانه قیمت و بازدهی بانک‌ها در زمان بسته بودن نماد، در این پژوهش از مدل الگوریتم حداکثر درست‌نمایی[1] (EM) جهت جانهی داده‌های گم‌شده استفاده شده است. اطلاعات مربوط به این بانک‌ها، از طریق سایت فناوری اطلاعات بورس اوراق بهادار تهران، سایت کدال و نرم‌افزار ره‌آورد نوین استخراج شده است. سپس با استفاده از نرم افزار اکسل، EViews ، R و Python داده‌ها دسته‌بندی و ویرایش شده و مورد آزمون و تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. در این پژوهش، ابتدا یک شاخص ریسک سیستمیک با استفاده از نظریه ارزش فرین محاسبه شده، سپس این شاخص به دو جز تجزیه شده که هر کدام منعکس‌کننده یک بعد ریسک است.

نظریه ارزش فرین

یکی از مهم‌ترین روش‌ها در مطالعه رویدادهایی که دارای توزیع دنباله پهن است، نظریه ارزش فرین است که مستقیماً بر دنباله‌های توزیع تمرکز می‌کند و پتانسیل بهتری را برای تخمین این رویدادها فراهم می‌آورد. نظریه ارزش فرین در یک تقسیم‌بندی کلی شامل نظریه تعمیم‌یافته ارزش فرین و رویکرد فراتر از آستانه است [۲۹]، که در این‌جا از رویکرد فراتر از آستانه استفاده شده است.

برآورد معیار ریسک سیستمیک و تجزیه آن

در دهه گذشته و پس از بحران مالی سال ۲۰۰۹-۲۰۰۷، تاکید مقام ناظر در سیستم بانکی از رویکرد خرد به رویکرد کلان تغییر یافته است. منشأ تضاد بالقوه بین دیدگاه‌های خرد و کلان در این حوزه، منجر به تجزیه ریسک سیستمیک به دو زیرمجموعه می‌شود. جز اول، ریسک کلی یک بانک (ریسک دنباله) است، به‌طوری‌که هر چه سطح ریسک کلی یک بانک بیشتر باشد، احتمال نکول آن بیشتر است. جز دوم، ارتباط بین زیان حداکثری یک بانک و رویداد سیستمیک (پیوند سیستمیک) است. به‌طوری‌که، هر چه پیوند سیستمیک یک بانک قوی‌تر باشد، سهم ریسک کلی آن بانک در شوک‌های منفی شدید در یک سیستم مالی بیشتر است. در حالی‌که جز اول در ارتباط با هر دو دیدگاه خرد و کلان است، جز دوم تنها در ارتباط با دیدگاه کلان است [۴۰].

پیوند سیستمیک بانک * ریسک دنباله بانک = ریسک سیستمیک بانک

ریسک سیستمیک بانک‌ها توسط ارزیابی حساسیت هر بانک به شوک‌ها در یک سیستم مالی برآورد شده است. به طور معمول ریسک سیستمیک در مطالعات نهادهای مالی، به شوک‌های

[1] Expectation Maximization Algorithm

منفی شدید (و نه به نوسانات کوچک روزانه) اطلاق می‌شود. بنابراین، یک رابطه خطی بین نرخ بازده بانک و نرخ بازده سیستم مالی تحت شرایط وجود شوک منفی شدید در سیستم مالی در نظر گرفته شده است. R_i و R_s به ترتیب بیانگر بازده سهام بانک i و بازده شاخص سیستم مالی است. ریسک سیستمیک بانک i با ضریب β_i^T در مدل خطی رابطه (۱) اندازه‌گیری شده است [۴۰]:

$$R_i = \beta_i^T R_s + \varepsilon_i \,,\ for\ R_s < -VaR_s(\bar{p}) \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که $VaR_S(\bar{p})$ "ارزش در معرض ریسک" سرمایه‌گذاری در شاخص سیستم مالی است، یعنی $VaR_S(\bar{p}) := -\sup\{c : \Pr(R_s \le c) \le \bar{p}\}$، و ε_i نشان‌دهنده شوک‌های سایر منابع فرض می‌شود. اندیس T نشان می‌دهد که ضریب رابطه بین بانک i و سیستم مالی را فقط در صورت وجود شوک‌های منفی شدید در سیستم مالی توصیف می‌کند. از این‌رو، مدل خطی در معادله فوق در شرایط عادی صدق نمی‌کند. ضریب β_i^T می‌تواند به عنوان معیار ریسک سیستمیک در نظر گرفته شود: انتظار می‌رود بانک با β_i^T بالاتر در صورت وجود شوک‌های منفی شدید در سیستم مالی با زیان سرمایه بزرگتری مواجه شوند.

اردت و ژو (۲۰۱۸) تخمینی از β_i^T را بر اساس روش EVT (نظریه ارزش فرین) در ناحیه دنباله سنگین پیشنهاد می‌کنند. اگر تخمین فقط براساس مشاهدات دنباله باشد، معیار β_i^T دارای میانگین خطای مربعات کوچکتر از رگرسیون OLS است. فرض شده است که بازده مالی دارای توزیع دنباله سنگین است. R_i و R_s دارای توزیع دنباله سنگین با شاخص‌های دنباله ζ_i و ζ_s است. در شرایط عادی، اردت و ژو (۲۰۱۸) برای $\beta_i^T \ge 0$ بیان می‌کنند [۴۰]:

$$\beta_i^T = \lim_{p\to 0} \tau_i(p)^{\frac{1}{\zeta_s}} \frac{VaR_i(p)}{VaR_s(p)} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن $VaR_i(p)$ و$VaR_s(p)$ مقادیر ارزش در معرض ریسک R_i و R_s با سطح احتمال p است و $\tau_i(p)$ میزان وابستگی دنباله بین R_i و R_s است که بصورت رابطه (۳) تعریف می‌شود:

$$\tau_i(p) := \Pr\big(R_i < -VaR_i(p) \mid R_s < -VaR_s(p)\big) \qquad \text{رابطه (۳)}$$

از نظر تجربی، همه مولفه‌های موجود توسط برآوردگرهای موجود در EVT قابل تخمین است. با وجود n مشاهده بر جفت (R_i، R_s)، ناحیه دنباله را k مشاهده از بدترین مشاهدات در نظر گرفته شده است. در نتیجه، ضریب β_i^T بصورت رابطه (۴) برآورد می‌شود:

$$\hat{\beta}_i^T := \hat{\tau}_i \left(\frac{k}{n}\right)^{\frac{1}{\zeta_s}} \frac{\widehat{VaR}_i\left(\frac{k}{n}\right)}{\widehat{VaR}_s\left(\frac{k}{n}\right)} \qquad \text{رابطه (۴)}$$

جایی که شاخص دنباله $\hat{\zeta}_s$ معیار تخمین زده شده توسط هیل(۱۹۷۵) [۲۵] است. $\widehat{VaR}_i(k/n)$ و $\widehat{VaR}_s(k/n)$ نیز با $(k+1)$ امین مشاهده از بدترین بازده‌های سهام بانک i و شاخص مالی برآورد شده است و $\hat{\tau}_i(k/n)$ یک معیار ناپارامتریک $\tau_i =: \lim_{p\to 0}\tau_i(p)$ است که با روش EVT چند متغیره برآورد شده است. در عمل، نمونه‌ها محدود و k در سطح معینی ثابت است. انتخاب یک k با مقدار کم منجر به عدم اطمینان زیاد در تخمین می‌شود، در حالی‌که انتخاب یک k بزرگ منجر به انحراف بالقوه در تخمین می‌شود [۴۰].

پس از محاسبه شاخص ریسک سیستمیک و تجزیه آن به دو بعد ریسک دنباله و پیوند سیستمیک، به ایجاد شبکه بین بانکی و بررسی رابطه ریسک سیستمیک محاسبه شده و ابعاد آن با ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بین بانک‌ها پرداخته شده است.

مدل همبستگی شرطی پویا (DCC)

انگل[1] (۲۰۰۲) [۱۷] مدل DCC را با عدم در نظر گرفتن فرض ثابت بودن همبستگی‌ها، ارائه نمود. ماتریس واریانس–کوواریانس شرطی (H_t) را می‌توان به صورت زیر بیان و تجزیه کرد:

رابطه (۵) $$H_t = D_t R_t D_t$$

D_t یک ماتریس قطری است که i امین مؤلفه بر روی قطر آن، متناظر با انحراف معیار شرطی i امین دارایی ($h_{iit}^{\frac{1}{2}}$) است و R_t ماتریس همبستگی شرطی متغیر زمانی است.

رابطه (۶) $$R_t = \text{diag}\left(q_{11,t}^{\frac{1}{2}} \dots q_{NN,t}^{\frac{1}{2}}\right) Qt\ \text{diag}\left(q_{11,t}^{\frac{1}{2}} \dots q_{NN,t}^{\frac{1}{2}}\right)$$

Qt ماتریس معین مثبت متقارن N×N است به‌طوری‌که:

رابطه (۷) $$Q_t = (1-\alpha-\beta)\,\bar{Q} + \alpha\, u_{t-1} u'_{t-1} + \beta\, Q_{t-1}$$

و $u_{i,t} = \frac{\varepsilon_{i,t}}{\sqrt{h_{i,t}}}$ بوده و $\bar{Q}$ ماتریس همبستگی غیر شرطی u_t از پسماند استاندارد با ابعاد N×N است.

رابطه (۸) $$\bar{Q}_t = \text{cov}(u_t u'_t) = E[u_t u'_t]$$

1 Engle

α و β نیز پارمترهای اسکالر غیر منفی بوده که شرط $\alpha + \beta < 1$ برای آن‌ها صدق می‌کند و با استفاده از تخمین حداکثر درست‌نمایی برآورد می‌شود. محدودیت‌های پارامترهای α و β موید این مطلب است که Q_t معین مثبت بوده که شرط لازم و کافی برای معین مثبت بودن ماتریس R_t نیز می‌باشد. ضریب ρ_{ij} بصورت زیر تخمین زده می‌شود [۱۷]:

رابطه (۹)
$$\rho_{ij}{}^{t} = \frac{q_{ij}^{t}}{\sqrt{q_{ii}^{t}\, q_{jj}^{t}}}$$

درخت مینیمم پوشا

شبکه $G=\{V,S\}$ را در نظر بگیرید که در آن V مجموعه رئوس و E نیز مجموعه یال‌های شبکه تعریف می‌شود که این رئوس بیانگر اشیا و یال‌ها نشان‌دهنده روابط بین آن‌ها است. یال‌ها دارای وزن یا مقادیری بوده که بیانگر فاصله بین رئوس می‌باشد. درخت پوشا، به عنوان درختی که دور و جهت نداشته و همه رئوس این شبکه را در بر دارد اما فقط برخی از یال‌های آنرا در بر می‌گیرد، تعریف می‌شود. حال کوچکترین درخت پوشا درختی از درخت‌های پوشای آن شبکه است که مجموع وزن یال‌های آن، کمترین مقدار را بین سایرین داشته باشد. امروزه الگوریتم‌های زیادی برای یافتن درخت مینیمم پوشا وجود دارد که در این پژوهش از الگوریتم کروسکال[1] استفاده شده است.

ایجاد شبکه مبتنی بر همبستگی شرطی پویا (DCC)

در این پژوهش هر بانک به عنوان گره‌های شبکه بوده که از طریق یال‌های وزن‌دار همبستگی بازده سهام حاصل از مدل DCC با یکدیگر در ارتباط است. با استفاده از مدل DCC یک ماتریس همبستگی N×N برای هر زوج بانک (ρ_{ij}) برای تمام دوره‌های زمانی T محاسبه شده است. این همبستگی‌ها در بازه −۱ تا +۱ قرار داشته و نمی‌تواند بیانگر فاصله دو بانک باشد. از این‌رو، از طریق رابطه (۱۰) ضرایب همبستگی تبدیل به معیارهای فاصله‌ای بین هر جفت از بانک‌ها شده است. در نتیجه ماتریس فاصله N×N تشکیل می‌شود [۳۴].

رابطه (۱۰)
$$d_{i.j}^{t} = \sqrt{2(1-\rho_{i.j}^{t})}\,, \left(-1 \le \rho_t \le 1{,}0 \le d_{i.j}^{t} \le 2\right)$$

1 Kruskal's Algorithm

ویژگی‌های شبکه

قدرت گره: قدرت گره i بصورت رابطه (۱۱) محاسبه می‌گردد:

$$S_i^t = \sum \rho_{i.j}^t \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

که $\rho_{i.j}^t$ ضریب همبستگی بین گره i و j در شبکه است. قدرت گره نشان‌دهنده اثر یک گره بر قیمت سهام سایر گره‌ها در شبکه است. هر چه قدرت گره i بیشتر باشد، تاثیر گره بر دیگر گره‌های شبکه بیشتر می‌شود.

درجه گره: درجه گره در یک شبکه تعداد اتصالات یا لبه‌های یک گره به گره‌های دیگر را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر درجه گره برابر است با تعداد یال‌های مجاور هر گره.

مرکزیت بینابینی گره: مرکزیت بینابینی گره به عنوان تعداد geodesics (کوتاه‌ترین مسیرها) که از یک راس عبور می‌کند تعریف می‌شود و معیاری برای اهمیت یک گره به عنوان یک عنصر میانی بین گره‌های دیگر در شبکه است. مرکزیت بینابینی گره از طریق رابطه (۱۲) محاسبه می‌شود:

$$B_i^t = \sum_{j<k} g_{j.k}^i / g_{j.k} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

جایی که $g_{j.k}^i$ تعداد کوتاه‌ترین مسیرهایی را نشان می‌دهد که i بین گره‌های j و k طی می کند، $g_{j.k}$ تعداد مسیرهای کوتاه بین j و k را نشان می‌دهد. یک بانک با مرکزیت بینابینی بالا تأثیر مهمی بر سایر بانک‌ها خواهد داشت زیرا توانایی توقف یا تحریف اطلاعات ارسالی از گره i را دارد.

مرکزیت نزدیکی گره: مرکزیت نزدیکی مجموع فواصل بین یک گره با تمام گره‌های دیگر در شبکه را نشان می‌دهد. مرکزیت نزدیکی گره i بصورت رابطه (۱۳) تعریف می‌شود:

$$F_i^t = \sum_{j \in G.j \neq i} l_{i.j} \quad \text{رابطه (۱۳)}$$

$l_{i.j}$ کوتاه ترین فاصله بین بانک i و j است. این معیار بیانگر اهمیت گره‌ها برای کل شبکه است و بانک با مرکزیت نزدیکی پایین، وابستگی کمتری به سایر بانک‌های واسطه برای دریافت پیام دارد.

۴. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

اندازه‌گیری ریسک سیستمیک بانک‌ها و تجزیه آن

با استفاده از نظریه ارزش فرین استفاده شده توسط اردت و ژو (۲۰۱۸) [۴۰] به محاسبه ریسک سیستمیک بانک‌ها بر اساس مشاهدات اندک در دنباله به عنوان حساسیت بازده سهام بانک‌ها در شرایط بحران شدید مالی پرداخته شده است. دو زیرمجموعه معیار ریسک سیستمیک بیانگر ریسک دنباله بانک (بر اساس ارزش در معرض ریسک بانک) و پیوند سیستمیک (بر اساس ارتباط بانک با سایر بانک‌ها در سیستم مالی) است. پس از محاسبه و اندازه‌گیری شاخص ریسک سیستمیک و دو بعد ریسک دنباله و پیوند سیستمیک برای بانک‌های مورد مطالعه، نتایج میانگین آن‌ها برای هر بانک به شرح جدول (۱) است.

جدول ۱. نتایج میانگین و انحراف معیار ریسک سیستمیک، ریسک دنباله و پیوند سیستمیک بانک‌ها و انحراف معیار آن‌ها

بانک		ریسک سیستمیک (β)	پیوند سیستمیک (SL)	ریسک دنباله (IR)
پست بانک	میانگین	۰/۰۲۸۴۴۳	۰/۷۰۷۵۷۹	۰/۰۴۳۵۱۲
	انحراف معیار	۰,۰۱۲۱۷۶	۰,۲۰۹۴۹۷	۰,۰۱۸۲۷۷
تجارت	میانگین	۰/۰۲۳۵۱۲	۰/۷۳۶۶۹۴	۰/۰۳۳۷۴۸
	انحراف معیار	۰,۰۰۴۴۳۷	۰,۱۳۶۹۴۹	۰,۰۱۱۱۸۷
صادرات	میانگین	۰/۰۲۲۰۷۳	۰/۶۸۹۳۱۴	۰/۰۳۶۷
	انحراف معیار	۰,۰۰۸۷۴۲	۰,۲۶۲۵۳۶	۰,۰۱۵۳۰۴
سینا	میانگین	۰/۰۲۰۷۸۱	۰/۰۶۸۱۰۸۹	۰/۰۳۱۹۵۳
	انحراف معیار	۰,۰۰۸۴۲۰	۰,۲۸۳۸۰۰	۰,۰۰۷۵۹۹
ملت	میانگین	۰/۰۲۰۰۰۸	۰/۷۱۶۲۸۹	۰/۰۲۹۳۹۱
	انحراف معیار	۰,۰۰۳۳۳۵	۰,۱۲۵۰۹۹	۰,۰۰۹۳۰۹
خاورمیانه	میانگین	۰/۰۱۷۴۰۶	۰/۶۶۷۵۰۲	۰/۰۲۶۱۸۱
	انحراف معیار	۰,۰۰۷۷۳۷	۰,۱۶۴۳۳۵	۰,۰۰۸۵۷۷
پاسارگاد	میانگین	۰/۰۱۶۱۶	۰/۵۹۳۷۲۶	۰/۰۲۹۴۰۳
	انحراف معیار	۰,۰۰۳۴۱۲	۰,۱۵۸۹۳۶	۰,۰۱۱۰۴۶
پارسیان	میانگین	۰/۰۱۵۰۰۸	۰/۵۰۹۴۲۶	۰/۰۳۴۴۳۳
	انحراف معیار	۰,۰۰۶۰۶۶	۰,۲۴۸۱۰۰	۰,۰۱۴۱۱۶
اقتصادنوین	میانگین	۰/۰۰۵۵۸۱	۰/۳۱۹۰۲۳	۰/۰۱۷۶۲۳
	انحراف معیار	۰,۰۰۴۷۲۰	۰,۲۳۹۳۶۹	۰,۰۰۴۳۵۸
کارآفرین	میانگین	۰/۰۰۴۵۳۸	۰/۳۰۲۲۴۹	۰/۰۱۶۶۶۸
	انحراف معیار	۰,۰۰۳۵۹۳	۰,۲۱۶۴۵۵	۰,۰۰۶۴۶۵

همانطور که در جدول (۱) نشان داده شده بانک‌های پست بانک، تجارت و صادرات به ترتیب بیشترین میانگین ریسک سیستمیک، بانک‌های پست بانک، صادرات و پارسیان به ترتیب

بیشترین میانگین ریسک دنباله و بانک‌های تجارت، ملت و پست بانک به ترتیب بیشترین پیوند سیستمیک را در بین بانک‌های مورد مطالعه دارند و بانک‌های کارآفرین و اقتصادنوین در هر سه معیار ریسک سیستمیک، ریسک دنباله و پیوند سیستمیک دارای کمترین ریسک می‌باشد.

شبکه مالی بین بانک‌ها

برای ساخت شبکه بانک‌ها بر اساس همبستگی‌های بازده سهام، ابتدا همبستگی میان هر زوج از بانک‌ها برآورد شده که با توجه به تعداد بانک‌ها، ۵۵ سری بازده دوتایی وجود دارد. بدین منظور ابتدا می‌بایست آزمون‌های زیر جهت بررسی داده‌ها انجام پذیرد.

آزمون مانایی، خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس

در مرحله اول تخمین همبستگی‌های شرطی پویا، مانایی داده‌ها با استفاده از آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته ADF[1] مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون نشان داد که سری‌های زمانی بازده بانک‌ها و شاخص صنعت بانک، ریشه واحد نداشته و مانا است. برای آزمون خودهمبستگی سری‌های زمانی مورد نظر، از آزمون لیانگ–باکس[2] برای وقفه‌های اول و پنجم، استفاده شده است. نتایج آزمون وجود خودهمبستگی در همه سری‌های بازده را نشان می‌دهد. جهت بررسی متغیر یا ثابت بودن واریانس جمله خطا از آزمون ضریب لاگرانژ[3] (LM) استفاده شده که نتایج نشان دهنده وجود اثر ARCH در سری‌های بازده مورد بررسی است.

پارامترهای مدل GARCH

پس از اینکه وجود اثر ARCH در سری‌های بازده مورد بررسی تایید شد، می‌توان مدل GARCH مناسب برای هر سری بازده مورد نظر را ایجاد و سپس به بررسی عدم وجود اثر ARCH و همچنین عدم وجود خودهمبستگی در باقیمانده‌های استاندارد پرداخت. برای نمونه مدل GARCH(1,2) که برای بانک ملت تخمین زده شده، به این شکل است:

رابطه (۱۴)
$$r_i^t = ۰/۲۲۰۴۴۸ - ۰/۰۰۱۶۳۴\, r_i^{t-1} + u_i^t$$

$$(\sigma_i^t)^2 = ۰/۹۰۷۶۱۸ + ۰/۰۰۰۴۵۵\,(u_i^{t-1})^2 + ۰/۴۹۷۷۸۳\,(\sigma_i^{t-1})^2 - ۰/۰۴۲۵۴۷(\sigma_i^{t-2})^2$$

1 Augmented Dicky-Fuller test
2 Ljung-Box Test
3 Lagrange Multiplier Test

در ادامه نتایج آزمون ضریب لاگرانژ بر روی ناهمسانی‌های شرطی نشان داد که با توجه به مقادیر F=۱/۲۰۱ و prob =۰/۲۷۳ ، اثر ARCH در مدل وجود ندارد و همچنین خودهمبستگی باقیمانده‌ها مورد بررسی قرار گرفت که نتایج برای همه مدل‌ها نشان از عدم وجود خودهمبستگی دارد. برای محاسبه پارامترهای ورودی مدل DCC در مرحله اول از مدل GARCH(1,1) استفاده می‌شود. با توجه به نتایج حاصل از برازش مدل، مقدار α+β در مدل DCC برای همه بانک‌ها، مقداری کوچکتر از یک بوده که این موضوع نشان‌دهنده متناهی و مانای قوی بودن واریانس شرطی می‌باشد.

آزمون بررسی وجود همبستگی شرطی پویا

جهت بررسی وجود همبستگی شرطی پویا سری‌های بازده مورد بررسی، جدول (۲) آماره آزمون و مقدار p-value برای آزمون مورد نظر را نشان می‌دهد که وجود همبستگی شرطی پویا در وقفه‌های مختلف را تایید می‌کند.

جدول ۲. نتایج آزمون همبستگی ثابت

تعداد تاخیرها	مقدار آماره آزمون	p-value	نتیجه آزمون
۱	۱۸۲/۲۶۸۶	۰/۰۰۰۰	رد فرض همبستگی ثابت
۵	۳۴۸/۷۳۵۱	۰/۰۰۰۰	رد فرض همبستگی ثابت
۱۰	۴۵۳/۹۱۳۸	۰/۰۰۰۰	رد فرض همبستگی ثابت

تخمین پارامترهای مدل DCC

در این قسمت، به تخمین پارامترهای مدل DCC پرداخته و نتایج حاصل از آن در جدول (۳) نشان داده شده، که در آن $\omega = 1- \alpha - \beta$ است.

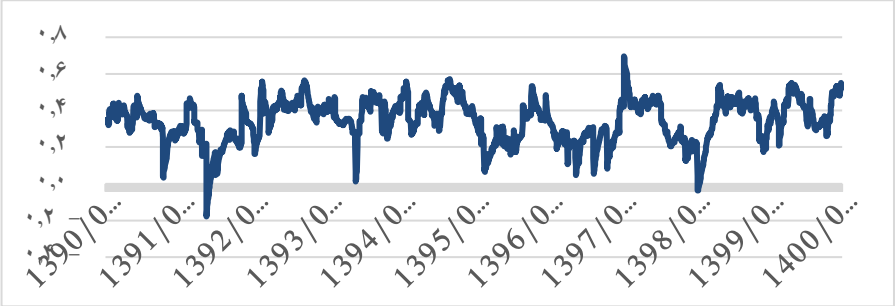
جدول ۳. پارامترهای تخمینی مدل DCC

پارامتر DCC	مقدار پارامتر	t-statistics
Ω	۰/۰۴۲۶۴۶	-
A	۰/۰۲۶۳۸۱	۰/۳۹۲۸۶۱
B	۰/۹۳۰۹۷۳	۱۶/۰۶۵۲۴

جدول (۳) نشـان می‌دهد که شـرایط $\beta\leq0$ ، $\alpha\leq0$ و $\alpha+\beta<1$ برقرار می‌باشـد. اگر پارامترهای بدست آمده برابر با صفر بوده باشد ($\alpha=\beta=0$) در این‌صورت مدل CCC برای تخمین پارامترها و پیش‌بینی همبستگی بین متغیرها مناسب‌تر است، در غیر این صورت مدل‌هایی که همبستگی‌های شرطی را در طی زمان متغیر فرض می‌کند، نسبت به مدل‌های همبستگی ثابت بهتر می‌باشد.

همبستگی شرطی پویا

شکل (۳) و جدول (۴)، همبستگی‌های تخمین زده شده با مدل DCC را در دوره مورد بررسی، بین سری بازده بانک‌های ملت و تجارت به عنوان نمونه نشان می‌دهد. شکل (۳) نشان می‌دهد، همبستگی در طول زمان مقادیر متفاوتی داشته و لازم است این پویایی در مدل در نظر گرفته شود.



شکل ۳ . همبستگی شرطی پویا بین سری بازده های بانک‌های ملت و تجارت از ابتدای سال ۱۳۹۲ تا انتهای سال ۱۴۰۰

جدول ۴ . آماره های توصیفی همبستگی شرطی پویا بین سری بازده‌های بانک‌های ملت و تجارت در بازه زمانی مورد نظر

نماد	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
ملت و تجارت	۰/۳۴۴۹	۰/۳۵۵۸	۰/۶۹۵۷	۰/۱۷۸۰-	۰/۱۱۶۳۷	۰/۵۸۴۹-	**۳/۵۰۱۲**

در ادامه مانایی و خودهمبستگی سری‌های همبستگی شرطی فوق بررسی شده و نتایج بطور نمونه، برای همبستگی شرطی بین بانک‌های ملت و تجارت در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول ۵ . نتایج آزمون مانایی و خودهمبستگی سری همبستگی شرطی بین تجارت و ملت در بازه زمانی مورد نظر

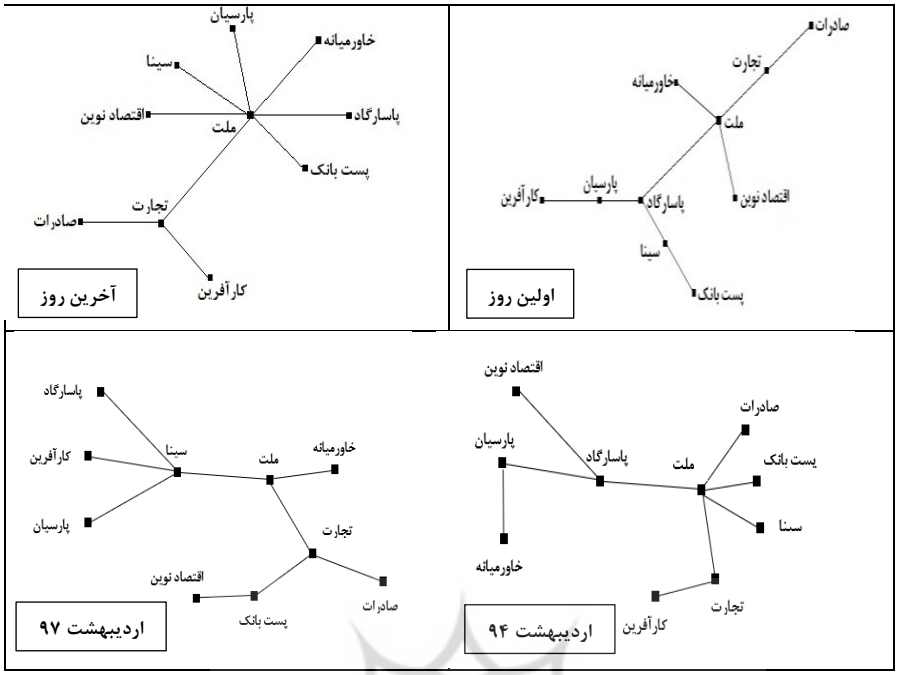
نماد	آماره ADF Prob.	Q (5) Prob.	Q (10) Prob.
ملت و تجارت	-۵/۵۱۰۷۹۷ (۰/۰۰۰۰)	۱۱۰۹۳/۰ (۰/۰۰۰۰)	۱۹۷۶۴/۰ (۰/۰۰۰۰)

نتایج نشان می‌دهد، این سری همبستگی شرطی مانا بوده و دارای ویژگی خودهمبستگی است.

ایجاد شبکه مالی

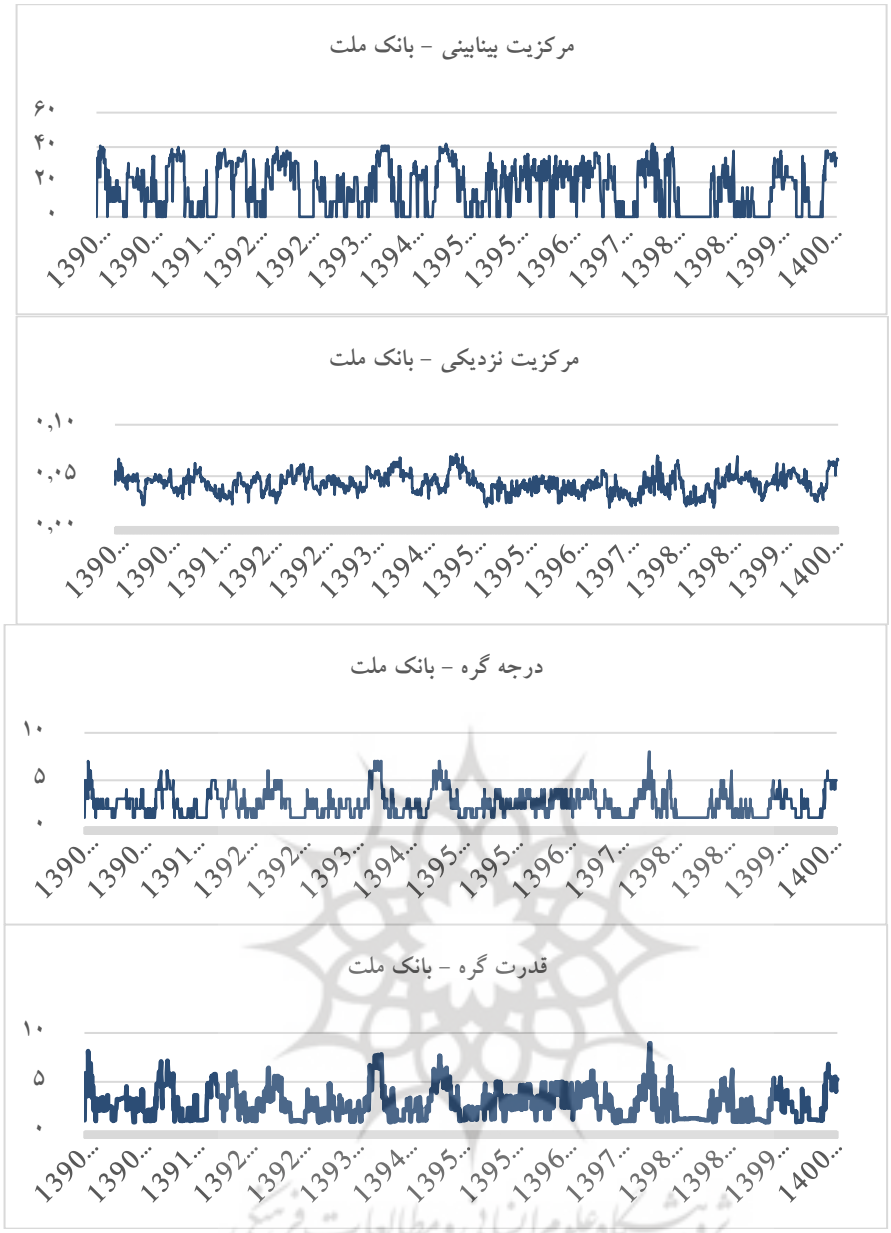
با محاسبه DCC بین سری‌های بازده بانک‌ها بصورت دو به دو، می‌توان شبکه مالی Gt(V,Et) و درخت مینیمم پوشا متناظر با آن را ایجاد نمود و به محاسبه ویژگی‌های توپولوژی

مختلف ساختار شبکه پرداخت. شکل (۴) درخت مینیمم پو شا طی دوره مورد برر سی را ن شان می‌دهد.



شکل ۴ . درخت مینیمم پوشا طی دوره مورد بررسی

مشـــاهده می‌شـــود ارتباط گره‌ها با یکدیگر و خصـــوصـــیات این ارتباط برای هر گره در زمان‌های مختلف، متفاوت اســـت. بطور مثال در روز اول بانک تجارت و پاســـارگاد دارای بالاترین درجه با مقدار ۲ می‌با شد، اما در آخرین روز بازه زمانی مورد برر سی، دو بانک ملت و تجارت به ترتیب با مقدار ۵ و ۲ دارای بالاترین درجه ا ست. همچنین برر سی‌ها ن شان داد که با تغییر جایگاه بانک‌ها در شبکه مالی، سایر خ صو صیات آن‌ها در شبکه تغییر خواهد نمود. شکل (۵) نشان‌دهنده ویژگی‌های ساختار شبکه بانک ملت است. قدرت گره این بانک در بازه (۰/۸۴–۸/۹۵)، در جه گره در بازه (۸–۱)، مرکز یت بینابینی گره در بازه (۴۲–۰) و مرکز یت نزدیکی گره در بازه (۰/۰۷۱ –۰/۰۱۸) در حال نوسان است.



شکل ۵ . مرکزیت نزدیکی گره، مرکزیت بینابینی، درجه گره و قدرت گره برای بانک ملت

بررسی رابطه بین ویژگی‌های توپولوژی شبکه مالی با شاخص ریسک سیستمیک

مطالعات گذشته نشان می‌دهد که اندازه بانک‌ها، میزان سوددهی و همچنین نقدینگی در دسترس آن‌ها از مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر سهم ریسک سیستمیک هر بانک می‌باشد، از این‌رو لگاریتم طبیعی دارایی‌ها (lnAssets) به عنوان شاخص اندازه بانک، بازده حقوق صاحبان سهام (ROE)

به عنوان شاخص سوددهی و متغیر نسبت نقدینگی (Liquidity) به عنوان شاخص نقدینگی، علاوه بر ویژگی‌های ساختار شبکه مالی بانک‌ها، به عنوان متغیر مستقل وارد مدل شده است. این متغیرها از گزارش‌های ترازنامه و صورت سود و زیان بانک‌ها، موجود در سامانه کدال، استخراج شده است.

در این پژوهش جهت بررسی رابطه کمی بین ریسک سیستمیک بانک‌ها و ساختار شبکه بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران از مدل ارائه شده توسط هوانگ (۲۰۱۶) استفاده شده است. که این مدل به صورت ذیل می‌باشد [۲۶]:

$$\beta_{s|i}^{t} = \alpha + X_i^{t'}\beta + u_i^t \qquad i = 1,2,\ldots,N\ ,\ t= 1,2,\ldots,T$$ رابطه (۱۵)

که α معادل عرض از مبدا و β معادل بردار ضرایب k×1 (k تعداد متغیرها، k=7) و u_i معادل بردار باقیمانده T×1 است و ماتریس $X_i^{t'}$ ماتریس متغیرهای مستقل T×K است به‌طوری‌که:

$$X_i^{t'} = (S_i^t + D_i^t + B_i^t + C_i^t + Size_i^t + ROE_i^t + Liquidity_i^t)$$ رابطه (۱۶)

آماره های توصیفی مدل

جدول (۶) خلاصه نتایج ویژگی‌های آماری سری‌های داده مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۶. آمار توصیفی متغیرهای مدل

متغیر	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی
Strength	۵/۴۶	۱/۶۹	۰/۹۷	۰/۹۶	۵/۶۱	۱/۲۵	۱/۷۸
Degree	۵/۸۷	۱/۷۵	۰/۸۷	۱/۰۰	۵/۰۰	۱/۰۰	۱/۵۵
Betweenness	۴/۲۷	۱/۴۹	۹/۳۸	۰/۰۰	۳۷/۰	۰/۰۰	۶/۰۷
Closeness	۳/۲۸	۰/۵۵	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۰۳
Size	۲/۴۶	−۰/۲۶	۱/۳۶	۱۶/۰۹	۲۲/۸۸	۱۹/۹۷	۱۹/۹
ROE	۱۲۸/۸	−۲/۸۱	۵/۹۱	−۷۸/۳	۵۶/۰۷	۰/۰۶۰۲	۰/۱۳
Liquidity	۴/۱۵	−۰/۶۵	۰/۰۶	۰/۵۴	۰/۹۶	۰/۸۶	۰/۸۵
β	۴/۹۹	۰/۸۶	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۶	۰/۰۲	۰/۰۲

آزمون مانایی و هم‌خطی

نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته جهت بررسی وجود ریشه واحد برای همه متغیرها نشاندهنده مانا بودن همه متغیرها است. در رگرسیون خطی به منظور بررسی برقراری شرط مستقل بودن متغیرهای توضیحی، باید از عدم وجود هم‌خطی در مدل اطمینان حاصل شود. با انجام آزمون

هم‌خطی متغیرها و بررسی مقادیر VIF، مشخص شد که بین متغیرهای موجود هم‌خطی وجود ندارد. **بررسی مدل تجمیعی یا تابلویی**

برای بررسی تابلویی یا تجمیعی بودن داده‌ها از آزمون اف‌لیمر استفاده شده که با توجه به کمتر شدن مقادیر p-value ها از ۵٪، داده‌ها از نوع تابلویی می باشد.

بررسی اثرات ثابت یا تصادفی

جهت بررسی این موضوع، از آزمون هاسمن استفاده شده که با توجه به مقادیر p-value کمتر از ۵٪، مدل اثر تصادفی مناسب نبوده و مدل اثرات ثابت مورد استفاده قرار گرفته است.

تخمین مدل رگرسیون

برای تخمین رگرسیون از مدل داده‌های تابلویی در نرم افزار ایویوز استفاده و نتایج حاصل در جدول (۷) نشان داده شده است.

جدول ۷ . نتایج تخمین مدل

نتایج آزمون رگرسیون چند متغیره داده‌های تابلویی						
آماره آزمون	ریسک سیستمیک (β)		پیوند سیستمیک (SL)		ریسک دنباله (IR)	
متغیرها	سطح اهمیت	احتمال آماره	سطح اهمیت	احتمال آماره	سطح اهمیت	احتمال آماره
Strength	۰/۰۱۴	۰/۰۰	۰/۰۳۰	۰/۰۰	−۰/۱۲۶	۰/۱۱۸
Degree	−۰/۰۱۸	۰/۰۰	−۰/۰۳۹	۰/۰۰	۰/۱۷۳	۰/۰۸۵
Betweenness	۰/۰۰۰۱	۰/۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰	−۰/۰۰۹	۰/۰۰۲
Closeness	۰/۰۲۱	۰/۷۴	۰/۳۶۷	۰/۰۰	۹/۸۳۵	۰/۰۰
Size	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰	۰/۱۱۶	۰/۰۰
ROE	−۰/۰۰۰۰۴	۰/۹۳	−۰/۰۰۰۳	۰/۶۹	۰/۰۰۰۸	۰/۶۱
Liquidity	−۰/۰۲۰	۰/۰۰۶	−۰/۰۱۹۸	۰/۰۰۶	−۰/۰۶۹	۰/۷۱
C	۰/۰۴۵	۰/۰۰۱	۰/۱۳۷	۰/۰۰	−۲/۰۴۷	۰/۰۰
R-squared	۰/۵۴۴		۰/۵۱۵		۰/۵۲۷	
Adjusted R-squared	۰/۵۲۲		۰/۴۹۱		۰/۵۰۳	
F-statistic	۲۴/۱۲۱		۲۱/۴۷		۲۲/۴۸	
(F-statistic) Prob	۰/۰۰		۰/۰۰		۰/۰۰	
Durbin-Watson stat	۰/۴۹۸		۰/۷۲۹		۰/۷۶۴	

نتایج جدول (۷) در خصوص بررسی رابطه بین ریسک سیستمیک با ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بانک‌ها نشان داد که بین ویژگی‌های قدرت گره، مرکزیت بینابینی گره و اندازه بانک‌ها با ریسک سیستمیک بانک‌ها در سطح ۵٪ اثر مثبت و معنادار و بین درجه گره و نقدینگی بانک‌ها با ریسک سیستمیک آن‌ها در سطح ۵٪ اثر منفی و معنادار وجود دارد. همچنین رابطه

بین متغیر مرکزیت نزدیکی گره و بازده حقوق صاحبان سهام با ریسک سیستمیک بانک‌ها در سطح ۵٪ معنادار نیست.

در خصوص بررسی رابطه بین پیوند سیستمیک بانک‌ها با ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بانک‌ها نتایج نشان داد که بین متغیرهای قدرت گره، مرکزیت بینابینی گره، مرکزیت نزدیکی گره و اندازه بانک‌ها با پیوند سیستمیک بانک‌ها در سطح ۵٪ رابطه مثبت و معنادار و بین متغیرهای درجه گره و نقدینگی بانک‌ها با پیوند سیستمیک آن‌ها بانک‌ها در سطح ۵٪ رابطه منفی و معنادار وجود دارد. همچنین بین متغیر بازده حقوق صاحبان سهام و پیوند سیستمیک بانک‌ها رابطه معناداری وجود ندارد. به‌طوری‌که هر چه میزان قدرت گره، مرکزیت بینابینی گره، مرکزیت نزدیکی و اندازه هر بانک بیشتر (کمتر) شود، پیوند سیستمیک آن بانک بیشتر (کمتر) و از طرف دیگر بانک‌ها با درجه گره و نقدینگی کمتر (بیشتر)، دارای پیوند سیستمیک بیشتر (کمتر) خواهند بود.

با بررسی رابطه بین ریسک دنباله و ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بانک‌ها نتایج نشان داد که بین متغیرهای مرکزیت نزدیکی گره و اندازه بانک‌ها با ریسک دنباله آن‌ها رابطه مثبت و معنادار و بین متغیر مرکزیت بینابینی گره با ریسک دنباله بانک‌ها رابطه منفی و معنادار وجود دارد. درمقابل رابطه بین متغیرهای قدرت گره، درجه گره، بازده حقوق صاحبان سهام و متغیر نقدینگی با ریسک دنباله بانک‌ها با توجه به مقدار آماره آزمون، در سطح ۵ درصد معنادار نیست. به‌طوری‌که هر چه میزان مرکزیت نزدیکی گره و اندازه هر بانک بیشتر (کمتر) باشد، ریسک دنباله آن بانک بیشتر (کمتر) و از طرف دیگر بانک‌ها با مرکزیت بینابینی گره کمتر (بیشتر) ، دارای ریسک دنباله بیشتر (کمتر) خواهند بود.

شایان ذکر است در هر سه آزمون انجام شده، مقدار احتمال آماره آزمون با مقدار زیر ۵ درصد به طور کلی معناداری مدل را اثبات می‌کند. مقدار احتمال آماره دوربین واتسون مدل در هر سه آزمون بیشتر از ۵ درصد است که این امر نشان می‌دهد مساله خودهمبستگی در مدل وجود ندارد. مقدار R۲ تعدیل شده در هر سه مدل بیانگر توضیح‌دهندگی رگرسیون در محدوده ۵۰ درصد می‌باشد.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به محاسبه ریسک سیستمیک بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و بررسی اثر ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بین بانک‌ها بر ریسک سیستمیک آن‌ها پرداخته شده است. برای این منظور از همبستگی شرطی پویا و روش درخت مینیمم پوشا برای

ساخت شبکه بانک‌ها استفاده شد. محاسبه معیار (β_i^T) برای سنجش ریسک سیستمیک بانک‌ها باعث گردید تا پژوهشگران بتوانند این ریسک را به دو بعد ریسک دنباله و پیوند سیستمیک تجزیه نمایند که همین موضوع نوآوری اصلی پژوهش حاضر است. همچنین بررسی رابطه شاخص ریسک سیستمیک محاسبه شده (و ابعاد آن) با ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بین بانک‌ها نیز نوآوری دیگر این پژوهش است. نتایج پژوهش نشان داد که ریسک سیستمیک بانک‌های پست بانک، تجارت و ملت همواره بیش از میانگین بازار و ریسک سیستمیک بانک‌های کارآفرین و اقتصادنوین همواره کمتر از میانگین ریسک سیستمیک بازار بوده است. نتایج با یافته‌های دانش جعفری و همکاران (۱۳۹۵) [۱۲] در خصوص رتبه‌بندی بانک‌ها بر اساس ریسک سیستمیک همسو بوده ولی با یافته‌های فرزین‌وش و همکاران (۱۳۹۶) [۲۱] در تضاد است. نتایج مدل رگرسیون برازش شده نیز نشان می‌دهد که رابطه معنادار ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه مالی بانک‌ها با ریسک سیستمیک آن‌ها بیشتر به دلیل معناداری رابطه این ویژگی‌ها با پیوند سیستمیک بانک‌ها است. از آنجایی‌که پیوند سیستمیک بخشی از ریسک سیستمیک بانک‌ها ناشی از رابطه آن‌ها در شبکه بین بانکی با یکدیگر می‌باشد، رابطه معنادار پیوند سیستمیک با ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بین بانکی، دلیل اصلی معناداری رابطه ریسک سیستمیک بانک‌ها با ویژگی‌های ساختاری شبکه است. در خصوص بررسی رابطه بین ریسک سیستمیک بانک‌ها با ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه بانک‌ها نتایج پژوهش نشان داد که بین متغیرهای قدرت گره، مرکزیت بینابینی گره و اندازه بانک‌ها با ریسک سیستمیک بانک‌ها رابطه مثبت و معنادار و بین متغیرهای درجه گره و نقدینگی بانک‌ها با ریسک سیستمیک آن‌ها رابطه منفی و معنادار وجود دارد. این بدین معناست که هر چه میزان مرکزیت بینابینی گره، قدرت گره و اندازه هر بانک بیشتر (کمتر) شود، ریسک سیستمیک آن بیشتر (کمتر) و از طرف دیگر بانک‌ها با درجه گره و نقدینگی کمتر (بیشتر)، دارای ریسک سیستمیک بیشتر (کمتر) خواهند بود. این از یک طرف به دلیل وابستگی بیشتر بانک‌های دارای نقدینگی کمتر به سایر بانک‌ها بوده و از طرف دیگر به دلیل احتمال نکول بیشتر بانک‌های با نقدینگی کمتر می‌باشد. نتایج پژوهش با یافته‌های مقاله هوانگ و همکاران (۲۰۱۶) [۲۶] در خصوص متغیرهای قدرت گره و مرکزیت بینابینی گره هماهنگ بوده ولی با مشاهدات نمکی و همکاران (۱۴۰۱) [۳۸] در خصوص متغیرهای قدرت گره و درجه گره در تضاد است.

۶. پیشنهادها و محدودیت‌ها

بر اساس پژوهش‌های انجام شده در این حوزه و نتایج پژوهش حاضر، به سیاست‌گذاران و ناظران پولی و مالی از جمله بانک مرکزی، سازمان بورس اوراق بهادار، بیمه مرکزی و نهادهای مالی کشور پیشنهاد می‌شود توجه ویژه‌ای به ویژگی‌های ساختاری شبکه‌های مختلف مالی مانند شبکه بین بانک‌ها، بیمه‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذاری و ... داشته باشند. یعنی پس از محاسبه ویژگی‌های

ساختار توپولوژی در هر شبکه مالی به طور مداوم، میزان ارتباط ریسک سیستمیک با این ویژگی‌ها برآورد شود تا با کنترل ویژگی‌های اثرگذار در جهت کنترل ریسک سیستمیک هر شرکت و کل سیستم اقدام گردد. همچنین به سرمایه‌گذاران و مدیران سرمایه‌گذاری پیشنهاد می‌گردد با شناخت و تحلیل اثر سیستمیک هر یک از سهام بر یکدیگر پیش‌بینی دقیق‌تری از تغییرات قیمت سهام شرکت‌ها داشته باشند. بدین معنی که اگر رابطه سیستمیک دو سهم شناخته شود، با کاهش یا افزایش قیمت یک سهم می‌توان رفتار سهم دیگر را از بعد ارتباط سیستمیک آن‌ها پیش‌بینی نمود. برای پژوهش‌های آتی استفاده از سایر شاخص‌های ریسک سیستمیک مانند MES و CoVaR بدلیل اینکه تفاوت در روش محاسبه ریسک سیستمیک می تواند منجر به نتایج متفاوت با تحقیق حاضر شود، بررسی رابطه متغیرهای کلان اقتصادی بر ویژگی‌های توپولوژی ساختار شبکه مالی بانک‌ها و استفاده از متغیرهای کمکی مانند تورم، نقدینگی و نرخ بهره بانکی پیشنهاد می‌شود. از مهم‌ترین محدودیت‌های پژوهش حاضر می‌توان به این موضوع اشاره نمود که شبکه بانک‌ها و موسسات مالی ایران نسبت به بانک‌های مورد بررسی در این پژوهش بسیار بیشتر بوده ولی بدلیل اینکه در بورس پذیرفته نشده‌اند، از نمونه مورد بررسی حذف شده که این امر منجر به از بین رفتن و نادیده گرفتن ارتباط و تاثیر این بانک‌ها بر یکدیگر و انتشار ریسک سیستمیک شده است، در صورتی‌که حضور این بانک‌ها در توپولوژی شبکه مالی ساخته شده می‌تواند بسیار اثرگذار باشد. محدودیت‌های معاملاتی در بورس اوراق بهادار تهران همچون دامنه نوسان، حجم مبنا و ... که اثرات مهمی بر همبستگی بازده سهام بانک‌ها دارد، از دیگر محدودیت‌های پژوهش حاضر بوده است.

سپاسگزاری

از کلیه افرادی که ما را در انجام این پژوهش یاری نمودند تشـــکر مینماییم. در این پژوهش از سازمان، نهاد یا شخصی کمک مالی دریافت نشده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

1. Abuzayed, B., Bouri, E., Al-Fayoumi, N. & Jalkh, N. (2021). Systemic risk spillover across global and country stock markets during the COVID-19 pandemic. *Economic Analysis and Policy*, 71, 180-197.

2. Acharya, V., Pedersen, L., Philippon, T. & Richardson, M. (2010). Measuring systemic risk. *NYU Working Paper*.

3. Allen, F. & Gale, D. (2000). Financial contagion. *Journal of Political Economy*, 108(1), 1–33.

4. Adrian, T. & Brunnermeier, M. (2011). CoVaR. *Working Paper. Princeton University*.

5. Battiston, S. & Catanzaro, M. (2004). Statistical properties of corporate board and director networks. *Eur. Phys. J. B*, 38, 345–352.

6. Borio, C. (2014). The financial cycle and macroeconomics: What have we learnt?. *Journal of Banking & Finance*, 45, 182-198.

7. Betz, F., Hautsch, N., Peltonen, T. & Schienle, M. (2015). Systemic risk spillovers in the European banking and sovereign network. *Journal of Financial Stability*.

8. Bonanno, G., Caldarelli, G., Lillo, F., Micciche, S., Vandewalle, N. & Mantegna, R. (2004). Networks of equities in financial markets. *The European Physical Journal B - Condensed Matter and Complex Systems*, 38, 363-371.

9. Brownlees, C. & Engle, R. (2012). Volatility, correlation and tails for systemic risk measurement. *Available at SSRN, working paper*. 1611229.

10. Cont, R. & Schaanning, E. (2019). Monitoring indirect contagion. *Journal of Banking and Finance*, 104, 85-102.

11. Cosma, A., Whitehead, R., Neville, F. et al. (2017). Trends in bullying victimization in Scottish adolescents 1994–2014: changing associations with mental well-being. *Int J Public Health*, 62, 639–646.

12. Danesh-Jafari, D., Botshekan, M. & Pashazade, H. (2016). Ranking of banks in terms of systemic risk resistance in the direction of a resilient financial system (quantitative regression method and dynamic conditional correlation). *Basij Strategic Studies*, 19(72), 79-99. (In Persian)

13. Davydov, D., Vahamaa, S. & Yasar, S. (2020). Bank liquidity creation and systemic risk. *Journal of Banking & Finance*, 123, 106031.

14. Ebrahimi-Sarv-Oliya, M. & Tamalloki, H. (2020). The spillover effects of default risk between holding companies and their subsidiaries (Case Study: Iran Khodro investment development Co.). ——*Journal of Financial Management Perspective*, 10(30), 99-120. (In Persian)

15. Eivazloo, R. & Rameshg, M. (2019). Measuring systemic risk in the financial institution via dynamic conditional correlation and delta conditional value at risk mode and bank rating. *Journal of Asset Management and Financing*, 7(4), 1-16. (In Persian)

16. Elsinger, H., Lehar, A. & Summer, M. (2006). Risk assessment for banking systems. *Management Science*, 52(9), 1301-1314.

17. Engle, R. & Sheppard, K. (2001). Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH. No 8554, NBER Working Papers from National Bureau of Economic Research, Inc.

18. Engle, R. (2002). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. Journal of Business & Economic Statistics, 20(3), 339-350.

19. Escobar, O., Escobar, J. & Manotas, D. (2022). Measurement of systemic risk in the colombian banking sector. *Risks*. 10(1), 22.

20. Farsijani, H., Arefnezhad, M., Asadi, S. & Hasanvand, A. (2021). Presentation of the structural model of risk types in banks using the Fuzzy interpretative structural modeling approach. ـــ*Journal of Financial Management Perspective*, 11(33), 173-192. (In Persian)

21. Farzinvash, A., Elahi, N., Gilanipour, J. & Mahdavi, G. (2017). Th

e evaluation of systemic risk in the Iran banking system by delta conditional value at risk (CoVaR) criterion. *Financial Engineering and Portfolio Management*. 8 (33), 265-281. (In Persian)

22. Gai, P., Haldane, A. & Kapadia, S. (2011). Complexity, concentration and contagion, *Journal of Monetary Economics*, 58 (5), 453–470.

23. Garlaschelli, D. & Loffredo, M. (2005). Structure and evolution of the world trade network. Physica A-statistical Mechanics and Its Applications, 355, 138-144.

24. Girardi, G. & Ergun, A. (2013). Systemic risk measurement: Multivariate GARCH estimation of CoVaR. *Journal of Banking & Finance*, 37(8), 3169-3180.

25. Hill, B. (1975). A simple general approach to inference about the tail of a distribution. *Annals Statistics*, 3, 1163–1173.

26. Huang, W., Zhuang, T., Yao, S. & Uryasev, S. (2016). A financial network perspective of financial institutions' systemic risk contributions. *Physica A*, 456, 183±196.

27. Iori, G., Reno, R., De-Masi, G. & Caldarelli, G. (2007). Trading strategies in the Italian interbank market, Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, 376, 467-479.

28. Iori, G., De-Masi, G., Precup, O., Gabbi, G. & Caldarelli, G. (2008). A network analysis of the Italian overnight money market. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 32, 259-278.

29. Kazemi, M., Zamani, S. & Eslamibidgoli, S. (2012). Calculating the stock exchange index value at Risk using extreme value theory. *Journal of Stock Exchange*, 115-136. (In Persian)

30. Lai, Y. & Hu, Y. (2021). A study of systemic risk of global stock markets under COVID-19 based on complex financial networks. *Physica A*, 566, 125613.

31. Long, H., Zhang, J. & Tang, N. (2017). Does network topology influence systemic risk contribution? A perspective from the industry indices in Chinese stock market. *PloS one*, 12(7), e0180382.

32. Lubloy, A. (2005). Domino effect in the Hungarian interbank market. *Hungarian Economic Review*, 52(4), 377±401.

33. Manganelli, S. & Engle, R. (2001). Value at risk models in finance. *Working Paper, European Central Bank*.

34. Mantegna, R. (1999). Hierarchical structure in financial markets. *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 11(1), 193-197.

35. Meuleman, E. & Vander-Vennet, R. (2020). Macroprudential policy and bank systemic risk. *Journal of Financial Stability*, 47.

36. Namaki, A., Raei, R., Asadi, N., & Hajihasani, A. (2019). Analysis of Iran Banking Sector by Multi-Layer Approach. *Iranian Journal of Finance*, 3(1), 73-89.

استناد

نمکی، علی؛ راعی، رضا و عسکری‌راد، حسین (۱۴۰۲). بررسی تاثیر ویژگی‌های ساختار شبکه سیستم بانکی بر ریسک سیستمیک بانک‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران- با استفاده از روش همبستگی شرطی پویا. *چشم‌انداز مدیریت مالی*، ۱۳(۴۱)، ۹-۳۶.

Citation

Namaki, Ali; Raei, Reza & Askari Rad, Hossein (2023). Investigating the effect of Banks Network Topology on Banks Systemic Risk in Tehran Stock Exchange – By Using DCC Approach. *Journal of Financial Management Perspective*, 13(41), 9 - 36. (*in Persian*)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی