نشریه علمی (فصلنامه) پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی شماره ۱۰۱
سال سی‌ام، بهار ۱۴۰۱، صفحه ۳۵۵ - ۳۰۷

بررسی ریسک سیستمی در صنعت بانکی بورس تهران: رویکرد نظریه گراف و ARMA-gjrGARCH-DCCt

مهدی صادقی شاهدانی
استاد تمام دانشکده معارف اسلامی و اقتصاد، دانشگاه امام صادق (ع)، تهران، ایران
sadeghi@isu.ac.ir
حمیدرضا توکلی
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده معارف اسلامی و اقتصاد، دانشگاه امام صادق (ع)، تهران، ایران (نویسنده مسئول)
hrt2036@gmail.com
ابوالفضل صالحی شهرابی
دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده معارف اسلامی و اقتصاد، دانشگاه امام صادق (ع)، تهران، ایران
shiemamar@gmail.com

امروزه بانک‌ها نقش بسیار مهمی در اقتصاد کشورها دارند و این اثر در ایرن به مراتب بیشتر می‌باشد. بنابراین ضعف در نظام مالی کشور و وقوع ریسک‌های سیستمی در نظام بانکی، ثبات و عملکرد اقتصاد را تضعیف می‌کند. این پژوهش با توجه به اهمیت ریسک سیستمی در شبکه بانکی کشور به بررسی عوامل مؤثر در وقوع ریسک سیستمی و مؤسسات مالی مهم از نظر سیستمی می‌پردازد. این مقاله با ترکیب مدل ARMA-gjrGARCH-DCCt و نظریه گراف، ریسک سیستمی را با به‌کارگیری رویکرد شبکه، در سیستم بانکی ایران را به صورت پویا و ایستا بررسی وتحلیل می‌کند و از شاخص ΔCoVaR نیز برای تحلیل ریسک سیستمی و عوامل مؤثر بر آن استفاده می‌کند. بررسی این پژوهش بر روی داده‌های ۹ مؤسسه مهم بانکی موجود در بورس ایران برای دو دوره ۱۳۹۰/۰۶/۱۲ تا ۱۳۹۵/۰۴/۰۱ و ۱۳۹۷/۱۰/۱۱ تا ۱۳۹۹/۱۰/۰۱، انجام شده است. نتایج پژوهش بیان می‌کند بر اساس شاخص‌های مرکزیت در هر دو دوره بانک ملت مهم‌ترین مؤسسه بانکی در شبکه بانکی می‌باشد و بانک صادرات در دوره اول و بانک پاسارگاد در دوره دوم به‌عنوان دومین مؤسسه مهم در شبکه بانکی می‌باشند. علاوه براین، یکپارچگی در شبکه بانکی در طول زمان متغیر بوده ولی به‌طورکلی افزایش‌یافته است و همبستگی بین شبکه بانکی در طول زمان افزایش‌یافته که باعث تقویت احتمال وقوع ریسک سیستمی و انتقال ریسک در شبکه می‌شود. همچنین اندازه بانک‌ها، و ارزش در معرض خطر بانک‌ها و به صورت خاص، توپولوژی و ساختار شبکه بانکی کشور بر وقوع ریسک سیستمی در شبکه بانکی بسیار اثر گذار هستند.

طبقه‌بندی JEL: C58, C02, D40, G32, G21, G18
واژگان کلیدی: ARMA-gjrGARCH-DCC، سیستم مالی، حداقل درخت پوشا، مهمترین موسسه سیستم مالی، شبکه مالی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰ / ۹ / ۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱ / ۱ / ۲۳

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]
[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

۱. مقدمه

بحران مالی اخیر باعث ایجاد تحقیقات گسترده‌ای در زمینه ریسک سیستمی شده است به طوری که بسیاری از مطالعات بر روی معنا و مفهوم ریسک سیستمی و همچنین شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک سیستمی متمرکز بوده‌اند. تابه‌حال تعریف دقیقی از ریسک سیستمی ارائه نشده ولی باتوجه‌به وقایع تاریخی و بحران‌های شکل‌گرفته، نقصان و عدم کارایی قسمتی یا کل بخش مالی و تسری این بحران به سایر بخش‌های اقتصاد، نشان‌دهنده وقوع ریسک سیستمی در بازارهای مالی می‌باشد. یک نکته بسیار مهم در این زمینه اینست که باتوجه‌به تجربه بحران‌هایی جهانی، مطالعات زیادی نشان دادند که در مقابل شوک‌های برون‌زا حاصل از سیاست و مخاطرات طبیعی و...، تعاملات درون سیستم مالی است که باعث ایجاد ریسک سیستمی می‌شود (بیلیو[1] و همکاران، ۲۰۱۲). باتوجه به این موضوع در این زمینه مطالعاتی بر روی پیدا کردن نهاد یا نهادهایی که بیشترین تأثیر را در ایجاد ریسک در کل سیستم مالی دارند، متمرکز بوده‌اند. این نهادها به عنوان مؤسسات مالی مهم از نظر سیستمی[2](SIFI) نام گرفته‌اند. به طور کلی مهمترین مؤسسات مالی، مؤسساتی هستند که ورشکستگی یا بحران در آنها به سبب اندازه، پیچیدگی و ارتباط سیستمی باعث سرایت و بروز اختلالات قابل توجهی در کل سیستم مالی و همچنین فعالیت‌های اقتصادی می‌شود. سیاست‌گذاران و قانونگذاران معمولاً خواستار نظارت دقیق‌تر بر این نهادها هستند زیرا که این مؤسسات تهدید بزرگی برای سیستم مالی و همچنین اقتصاد به حساب می‌آیند (بنویت[3] و همکاران، ۲۰۱۳). بنابراین شناسایی مهمترین موسسه سیستم مالی یک نیاز ضروری برای قانون‌گذاران و سیاست‌گذاران می‌باشد.

شناسایی مهمترین مؤسسات مالی از نظر سیستمی اهمیت زیادی در پیشگیری و مدیریت وقوع ریسک سیستمی دارد اما یک مبحث گسترده در این زمینه شناسایی عوامل مؤثر در بروز ریسک سیستمی می‌باشد. مطالعات گسترده‌ای به بررسی عوامل تأثیرگذار بر ریسک سیستمی پرداخته‌اند.

---

1 .Billio
2 .Systemically Important Financial Institutions
3. Benoit

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

در این بین عوامل بسیار زیادی مورد بحث قرار گرفته‌اند. برای مثال اندازه مؤسسات مالی به عنوان یک عامل مهم در بروز ریسک سیستمی درنظر گرفته شده‌اند. همچنین شاخص‌های رقابت‌پذیری بازارهای مالی و همچنین میزان قانون‌گذاری و نظارت بر مؤسسات مالی به عنوان عوامل تأثیرگذار مورد بررسی قرار گرفته‌اند (انگینر و همکاران،۲۰۱۴؛ آچاریا و ریچاردسون، ۲۰۰۹). همچنین مطالعات نشان دادند که ساختار و ارتباط مؤسسات مالی می‌تواند باعث ایجاد ریسک سیستمی شود. برای مثال ورشکستگی مؤسساتی که در نظام مالی دارای ارتباط بیشتری با مؤسسات مالی دیگر هستند، شوک سیستمی بزرگی را می‌تواند به شبکه مالی وارد کند. بنابراین پیدا کردن مسیرهای اصلی انتقال ریسک و اطلاعات در شبکه مالی، بسیار مهم و حیاتی است در واقع بررسی مؤسسات و مسیرهای مهم انتقال ریسک در شبکه مالی برای بررسی ریسک سیستمی بسیار مهم است، زیرا این مؤسسات و مسیرها باعث تقویت اثرات ریسک سیستمی در شبکه مالی می‌شوند و ریسک در چند نهاد مهم باعث تسری این ریسک در کل شبکه می‌شود و ریسک سیستمی را تقویت می‌کنند (آسم اوغلو[1] و همکاران، ۲۰۱۵). در واقع طبق این نظر، مؤسساتی که باعث ایجاد بحران‌های مالی می‌شوند دارای ارتباطات زیادی با دیگر مؤسسات هستند، به‌این‌ترتیب که سوء عملکرد موسسه‌ای که با مؤسسات مالی دیگر ارتباطی ندارد باعث ایجاد ریسک سیستمی نمی‌شود بلکه سوء عملکرد موسسه‌ای که با بقیه مؤسسات مالی بیشترین ارتباط را دارد و در رأس این ارتباطات قرار دارد باعث ایجاد ریسک سیستمی می‌شود. در واقع ما باید به دنبال مؤسساتی باشیم که در بازارهای مالی درجه تمرکز و ارتباطات بالاتری نسبت به بقیه مؤسسات دارند (ژانگ[2] و همکاران، ۲۰۱۵).

با توجه به موارد ذکر شده، بیان شده که پیدا کردن مهمترین موسسه مالی از نظر سیستمی و همچنین دلایل بروز ریسک سیستمی بسیار در تحلیل ریسک سیستمی مهم می‌باشند. اما برای بررسی موضوعات ذکر شده، شناسایی شاخصی برای ریسک سیستمی ضروری می‌باشد. در مطالعات مختلف شاخص‌های مختلف ریسک سیستمی برای پیدا کردن مهمترین موسسه مالی از نظر سیستمی و همچنین عوامل بروز ریسک سیستمی، بررسی شده است. بعضی از این شاخص‌ها صرفا جنبه

1. Acemoglu
2. Zhang

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

آماری داشته‌اند و از توریع احتمال مشترک زیان مؤسسات مالی برای شاخص‌سازی استفاده شده است. در این بین شاخص$\Delta CoVaR$ دارای اهمیت بسیار زیادی می‌باشد. همچنین برای اندازه‌گیری اثرات ساختار و ارتباطات سیستم مالی بر ریسک سیستمی، شاخص‌هایی با توجه به رویکرد شبکه برای اندازه‌گیری ریسک سیستمی به وجود آمده‌اند که در بخش مبانی نظری به بررسی دقیق‌تر این شاخص‌ها پرداخته خواهد شد.

با توجه به سهم بسیار بالای نظام بانکی کشور در بین دیگر نهادهای مالی، ما مطالعات خود را بر روی این نهاد مالی متمرکز می‌کنیم. در این پژوهش ما به بررسی مهمترین مؤسسات بانکی از نظر سیستمی با روش $\Delta CoVaR$ و روش شبکه می‌پردازیم. همچنین به بررسی عوامل مؤثر بر ریسک سیستمی در شبکه بانکی کشور می‌پردازیم. روش شبکه به ما این اجازه را می‌دهد که ساختار و ارتباطات نظام مالی با یکدیگر را برای بررسی ریسک سیستمی درنظر بگیریم. در واقع سؤال این است که «آیا مؤسساتی که دارای ارتباط بیشتری هستند در ریسک سیستمی اثرگذاری بیشتری دارند یا خیر؟».

در چند سال اخیر مطالعات بسیار زیادی در داخل و خارج از کشور به بررسی ریسک سیستمی و پیدا کردن مهمترین موسسه مالی از نظر سیستمی پرداخته‌اند. همچنین پس از اندازه‌گیری شاخص‌های مختلف ریسک سیستمی به بررسی تجربی عوامل مؤثر بر ریسک سیستمی اندازه‌گیری شده، پرداخته‌اند. اما پرداختن به پژوهش جدید در این زمینه از چند جنبه مهم و ضروری می‌باشد. بر اساس اطلاعات ما تاکنون مطالعه‌ای در داخل کشور به بررسی نقش توپولوژی و ارتباطات نظام بانکی کشور در ایجاد ریسک سیستمی نپرداخته است. همچنین عمده مطالعات در این زمینه، به بررسی و اندازه‌گیری ریسک سیستمی با توجه به شاخص‌های احتمال مشترک زیان پرداخته‌اند و مطالعاتی کمتری با استفاده از روش شبکه به اندازه‌گیری ریسک سیستمی پرداخته‌اند، که عمده مطالعات بر اساس روش شبکه با استفاده از داده‌های صورت‌های مالی بوده است و از داده‌های بازار که نشان دهنده اطلاعات بسیار بهتر و دقیق تری هستند به ندرت استفاده شده است. همچنین در تحلیل شبکه از روش حداقل درخت پوشا[1] استفاده شده است، که بر اساس اطلاعات ما در این زمینه

1. minimum spanning tree (MST)

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

از چنین روشی در مطالعات داخلی استفاده نشده است. ضرورت این پژوهش پر کردن خلاءهای ذکر شده می‌باشد.

در این مقاله در قدم اول ما به بررسی ارتباطات موجود درون سیستم بانکی ایران می‌پردازیم. برای این منظور ما از مدل‌های ایستا و پویا استفاده می‌کنیم. سپس بر اساس حداقل درخت پوشا، مهم‌ترین نهادها و کانال‌های انتقال ریسک در سیستم بانکی کشور را به دست می‌آوریم و همچنین به اندازه‌گیری ریسک سیستمی با استفاده از روش ΔCoVaR می‌پردازیم و سرانجام به بررسی عوامل مؤثر بر ریسک سیستمی محاسبه شده می‌پردازیم. نتایج ما برای بررسی مقررات احتیاط کلان[1] بسیار مهم است. در ادامه در بخش ۲ به‌مرور مبانی نظری، در این زمینه می‌پردازیم و در بخش ۳ به‌مرور ادبیات پژوهش، می‌پردازیم و همچنین در بخش ۴ به معرفی روش به‌کار گرفته شده در مقاله می‌پردازیم و در بخش ۵ به بررسی نتایج و تحلیل آن می‌پردازیم و در نهایت در بخش ۶ به نتیجه‌گیری می‌پردازیم.

۲. مبانی نظری ریسک سیستمی

تابه‌حال تعاریف بسیار زیادی از ریسک سیستمی ارائه شده است ولی محققان هنوز به جمع‌بندی درستی در این زمینه نرسیده‌اند. از نظر (بیلیو و همکاران، ۲۰۱۰) هر مجموعه شرایطی را که ثبات و اعتماد عمومی به سیستم مالی را تهدید می‌کند، به عنوان ریسک سیستمی به حساب می‌آید. بانک مرکزی اروپا در سال ۲۰۱۰ بیان کرد ریسک سیستمی به وقایعی گفته می‌شود که عملکرد سیستم مالی را بی ثبات می‌کند و ریسک بی ثباتی مالی را افزایش می‌دهد به طوری که رشد اقتصادی و رفاه اقتصادی را تهدید می‌کند. تاکنون منشأهای متفاوتی برای ریسک سیستمی درنظر گرفته شده است (بنویت و همکاران، ۲۰۱۷). منشأهای ریسک سیستمی را در سه دسته ریسک‌پذیری سیستمی، مکانیسم سرایت[2] و مکانیسم تقویت[3]، تقسیم‌بندی کرده‌اند. ریسک‌پذیری سیستمی رفتار

---

۱. سیاست های احتیاط کلان (Macroprudential regulation)، به سیاست ها و مقررات گذاری های مالی گفته می شود که هدف از آن کاهش ریسک برای سیستم مالی به عنوان یک کل است.

2. Contagion
3. Amplification

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

ریسک‌پذیری یک موسسه را تشریح می‌کند که این رفتار با رفتار بقیه مؤسسات همبسته می‌باشد و همچنین این ریسک پذیری بیش از اندازه این مؤسسات، دلیل بر ایجاد ریسک سیستمی می‌باشد. مکانیسم سرایت، سرریز ریسک بین مؤسسات مالی را دلیل بر ایجاد ریسک سیستمی می‌داند و همچنین مکانیسم تقویت نشان می‌دهد که چگونه یک شوک کوچک در بازار مالی باعث ایجاد ریسک سیستمی می‌شود.

بااین‌حال بحث در مورد ماهیت و منشأ ریسک سیستمی بسیار زیاد است و از حوزه بررسی‌های این تحقیق به دور می‌باشد اما این مطالعات و تعاریف گوناگون بیانگر این نکته است که برای درنظرگرفتن ریسک سیستمی یک شاخص مجزا و یکتا وجود ندارد و این ماهیت مبهم ریسک سیستمی باعث شده که شاخص‌ها و روش‌های گوناگونی برای محاسبه آن به کار گرفته شود. روش‌های اندازه‌گیری ریسک سیستمی مطابق با منشأهای در نظر گرفته شده برای ایجاد ریسک سیستمی می‌باشد. در ادامه ما به بررسی روش‌های بسیار پرکاربرد اندازه‌گیری ریسک سیستمی می‌پردازیم که شامل روش احتمال زیان[1]، روش تحلیل شبکه[2] می‌باشد (بیسیاس[3] و همکاران، ۲۰۱۷).

یکی از مهم‌ترین روش‌های اندازه‌گیری ریسک سیستمی، درنظرگرفتن توزیع مشترک احتمال زیان تمام مؤسسات مالی در اقتصاد است. مدل‌های مختلفی برای به‌دست‌آوردن توزیع مشترک بازدهی‌های سهام مؤسسات مالی در نظر گرفته شده‌اند. از پراستفاده‌ترین این روش‌ها می‌توان روش CoVaR[4] و ΔCoVaR را نام برد. این روش به بررسی تأثیر وضعیت مخاطره‌ای یک نهاد مالی بر روی ریسک کل سیستم مالی می‌پردازد (توبیاس و برونرمایر[5]، ۲۰۱۶). همچنین برخلاف روش CoVaR، مدل‌هایی در این روش وجود دارند که ریسک کل سیستم مالی را بر روی یک نهاد مالی خاص بررسی می‌کنند. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل ریزش مورد انتظار نهایی (MES[6]) (آچاریا[7] و همکاران،

1. Probabilities of loss
2. Network analysis
3. Bisias
4. Conditional value at risk
5. Tobias & Brunnermeier
6. Marginal expected shortfall
7. Acharya

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

۲۰۱۶)، SRISK (انگل و برونلیس[1]، ۲۰۱۷) اشاره کرد. نقطه ضعف این روش‌ها در این موضوع نهفته که این روش‌ها به بررسی تأثیر یک نهاد مالی بر روی ریسک سیستمی می‌پردازند و یا به بررسی ریسک سیستمی بر روی یک نهاد خاص می‌پردازند و تمرکز آنها بر روی نهاد مالی خاصی می‌باشد و ارتباط بین نهادهای مالی را درنظر نمی‌گیرند. این موضوع باعث می‌شود ما در این روش‌ها از موضوع بسیار مهم سرریز ریسک بین نهادهای مالی چشم پوشی کنیم. این روش‌ها عمدتاً منشأ ریسک سیستمی را ریسک پذیری مؤسسات مالی در سیستم می‌دانند (بنویت و همکاران، ۲۰۱۷).

روش تحلیل شبکه یکی از روش‌هایی است که اخیراً در بررسی ریسک سیستمی فراوان یافت می‌شود برخلاف روش نخست ارزیابی ریسک سیستمی که وابستگی و ارتباط بین نهادهای مالی را در نظر نمی‌گرفت، این روش به بررسی سرریز نوسانات و ریسک بین نهادهای مالی در کل شبکه مالی می‌پردازد. در واقع بحران مالی ۲۰۰۸ نشان داد که نوع ساختار بازارهای مالی می‌تواند باعث ایجاد ریسک سیستمی و شکنندگی بازارهای مالی شود و همچنین تعیین مهم‌ترین موسسه مالی در یک سیستم مالی بسیار در ارزیابی و جلوگیری ریسک سیستمی مهم می‌باشد (آچاریا و همکاران، ۲۰۱۲). همچنین این روش امکان به‌دست آوردن ساختار انتقال ریسک بین نهادهای مالی را می‌دهد. به‌دست آوردن این اطلاعات از سیستم مالی امکان بررسی ریسک شکست یک نهاد مالی بر روی کل سیستم مالی بر اثر یک شوک درون‌زا را به ما می‌دهد. روش‌های متفاوتی برای به‌دست آوردن شبکه سیستم مالی وجود دارد که می‌توان به روش تجزیه واریانس (دایبولد و یلماز[2]، ۲۰۱۴)، روش شبکه وابستگی متقابل ریسک دم پهن (هاوتس و همکاران، ۲۰۱۵) و شبکه علیت گرنجری (بیلیو و همکاران، ۲۰۱۲)، اشاره کرد. مطالعه شبکه انتقال ریسک و پیدا کردن مهمترین موسسه مالی در شبکه این اجازه را به ما می‌دهد که مکانیسم تقویت که یکی از منشأهای ایجاد ریسک سیستمی بوده، بررسی شود. زیرا مؤسسات دیگر بسیار به مهمترین موسسه موجود در شبکه متصل هستند و اگر شوک کوچکی بر روی مهمترین نهاد مالی موجود در شبکه ایجاد شود، باعث تسری این شوک به کل شبکه و ایجاد ریسک سیستمی می‌شود.

---

1. Brownlees & Engle
2. Diebold & Yılmaz

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

۳. پیشینه تحقیق

در این قسمت ما به بررسی ادبیات پژوهش‌های انجام شده در زمینه ریسک سیستمی در بازارهای مالی می‌پردازیم. پس از بحران مالی ایالات متحده، اندازه‌گیری ریسک سیستمیک و سهم مؤسسات مالی در ریسک سیستمیک به اجزای مهم اصلاحات نظارتی مالی جهانی تبدیل شده است. با توجه به کمبودهای روش‌های اندازه‌گیری سنتی، پس از وقوع بحران، نهادهای نظارتی و محققان مجموعه‌ای از روش‌ها را برای اندازه‌گیری ریسک سیستمیک و سهم ریسک نهایی مؤسسات مالی پیشنهاد کردند. این روش‌ها را می‌توان با توجه به انواع داده‌ها عمدتاً به دو دسته زیر تقسیم کرد.

دسته اول شامل روش‌هایی هستند که مبتنی بر شبکه می‌باشند. این روش‌ها عمدتاً بر روی داده‌های ترازنامه‌ای بانک‌ها تمرکز داشته‌اند و البته مطالعاتی هم بوده که بر روی داده‌های قیمتی بازارهای مالی متمرکز شده‌اند. مطالعات بیشتر بر روی این موضوع تمرکز داشته‌اند که بر اساس بدهی بین مؤسسات مالی به بررسی ریسک سیستمی در کل سیستم مالی بپردازند و همچنین هدف از این بررسی‌ها پیدا کردن موسسه یا مؤسساتی بوده که از نظر سیستمی در شبکه مالی بسیار پر اهمیت هستند و نکول و ورشکستگی این مؤسسات منجر به آسیب به کل شبکه و وقع ریسک سیستمی می‌شود (میسترولی[1]، ۲۰۱۱).

دسته دوم شامل روش‌هایی هستند که به عنوان روش‌های فرم کاهش یافته[2] (احتمال زیان) شناخته می‌شوند و عمدتاً از داده‌های قیمتی بازارهای مالی استفاده می‌کنند و فرض بر این می‌کنند که بازارها کارا هستند. چنین روش‌هایی مزایایی نسبت به دیگر روش‌ها دارند. نخست به دلیل اینکه تغییرات قیمت دارایی‌های مؤسسات مالی منعکس کننده انتظارات بازار از عملکرد آینده آنها است، پذیرش داده‌های بازار آینده نگرتر است. بنابراین، می‌تواند به سرعت تغییرات ریسک سیستمیک بخش مالی را منعکس کند (هوانگ[3] و همکاران، ۲۰۱۱). همچنین دستیابی به اطلاعات بازارهای مالی نسبتاً آسان است، که این امر پژوهشگران را برای تحقیق و به‌کارگیری چنین شاخص‌هایی

1. Mistrulli
2. Reduced-form
3. Huang

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

مناسب می‌کند. در این روش ریسک سیستمیک و سهم مؤسسات مالی در کل سیستم مالی یا سایر مؤسسات مالی (یا سرریز ریسک) را عمدتاً از طریق رفتارهای آماری بازده دارایی‌های موسسه مالی اندازه‌گیری می‌کند (درمن و تاراشف[1]، ۲۰۱۱). از پراستفاده‌ترین این روش‌ها می‌توان روش CoVaR و ΔCoVaR را نام برد. این روش به بررسی تأثیر وضعیت مخاطره‌ای یک نهاد مالی بر روی ریسک کل سیستم مالی می‌پردازد (توبیاس و برونرمایر، ۲۰۱۶). همچنین برخلاف روش CoVaR، مدل‌هایی در این روش وجود دارند که ریسک کل سیستم مالی را بر روی یک نهاد مالی خاص بررسی می‌کنند. از جمله این مدل‌ها می‌توان به مدل ریزش مورد انتظار نهایی (MES) (آچاریا و همکاران، ۲۰۱۶)، SRISK (انگل و برونلیس، ۲۰۱۷) اشاره کرد. در ادامه ما به مطالعات اخیر که با استفاده از روش‌های ذکر شده به بررسی ریسک سیستمی می‌پردازند، را بررسی می‌کنیم.

۱-۳. مطالعات خارجی

بر اساس روش‌های فرم کاهش یافته، (آچارایا و همکاران، ۲۰۱۷) بر اساس مدل ریزش مورد انتظار، مدل ریزش مورد انتظار نهایی را ارائه دادند. آنها نشان دادند که میزان مشارکت مؤسسات مالی در ریسک سیستماتیک در طول بحران‌های مالی بر اساس این شاخص محاسبه شده، قابل پیش‌بینی می‌باشد.

دربالی[2] (۲۰۱۵) بر اساس شاخص SRISK به محاسبه ریسک سیستمی در مؤسسات مالی بزرگ کشور یونان در دوره بحران مالی اخیر، پرداختند. نتایج آنها نشان از پیدا کردن مهمترین مؤسسات مالی از نظر سیستمی بوده و همچنین بیان می‌کند که در از دوره بحران مالی تا سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۳، شاخص SRISK به حداکثر مقدار خود رسیده است که توضیح دهنده بحران‌های سیستمی کشور یونان می‌باشد.

دربالی (۲۰۱۷) بر اساس شاخص SRISK به محاسبه ریسک سیستمی در مؤسسات مالی بزرگ کشور چین در دوره بحران مالی اخیر، پرداخته. نتایج نشان از پیدا کردن مهمترین مؤسسات مالی از نظر سیستمی بوده و همچنین بیان می‌کند که مشارکت هر کدام از نهادهای مالی در ریسک سیستمی

1. Drehmann & Tarashev
2. Derbali

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]
[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

در بازارهای مالی چین بسیار چشمگیر است و مؤسساتی که دارای بدهی‌های بیشتری هستند مشارکت مثبت بسیار بیشتری نسبت به مؤسسات دیگر دارند.

مطابق با مطالعه قبلی ژو[1] و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی ریسک سیستمی در دوره سقوط بازار سهام کشور چین با محاسبه سه شاخص CoVaR، MES و SRISK، پرداختند. بر اساس این سه شاخص نتایج حاکی از این است که بانک در پیدایش ریسک سیستمی نقش بیشتری از دیگر بخش‌ها دارند.

منگوزوارن و ویراستراس[2] (۲۰۱۹) براساس مدل رگرسیون چندکی به محاسبه شاخص CoVaR برای شبکه بانکی آفریقای جنوبی پرداختند. نتایج آنها نشان از مهم‌ترین مؤسسات مالی از نظر سیستمی می‌باشد و بانک‌های بزرگ‌تر نسبت به بانک‌های کوچکتر تأثیر بیشتری بر ریسک سیستمی دارند. همچنین نشان دادند که بحران جهانی ۲۰۰۸ نقش بسیار پررنگی در زیاد شدن ریسک در شبکه بانکی دارد.

نومیکوس و کریمالیس[3] (۲۰۱۸) به وسیله یک روش جدید به بررسی ریسک سیستمی موجود در۴۶ موسسه بزرگ بانکی در اروپا با معیار CoVar و CoES پرداختند. آنها برای تخمین معیارهای مدنظر از روش توابع کاپیولا بهره برده‌اند و بعد از تخمین معیارهای ریسک سیستمی به بررسی عوامل مشترک و تأثیر گذار در ریسک سیستمی در این مؤسسات مالی پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که وقفه ریسک تأمین مالی نقدینگی، شاخص اختلاف اعتبار و نوسانات بازار تأثیر مستقیمی بر ریسک سیستمی دارند.

دی مندونسا و داسیلوا[4] (۲۰۱۸)، با محاسبه معیار ΔCoVaR به محاسبه ریسک سیستمی بخش بانکی کشور برزیل و مقایسه آن با متغیرهای سطح بانک و متغیرهای کلان با روش آنالیز داده‌های پنل، پرداختند. بر اساس مطالعه آنها، نقدینگی بانک ها، سود دهی و میزان اهرم بر ریسک سیتماتیک محاسبه شده اثر دارند و همچنین نرخ بهره هم اثر تعیین کننده‌ای در ریسک سیستمی بخش بانکی دارند.

1. Zhou
2. Manguzvane & Weirstrass
3. Karimalis & Nomikos
4. De Mendonça & da Silva

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

خو[1] و همکاران (۲۰۱۸) با به کار گیری روش DCC-MIDAS با توزیع تی استودنت به محاسبه شاخص CoVaR برای دوره سقوط بازار سهام کشور چین در سال ۲۰۱۵ پرداختند. نتایج نشان از این دارد که صنعت بانکی کشور چین بعد از سقوط بازار سهام بسیار ضربه خورده است و سرریز ریسک در این صنعت بسیار افزایش یافته است و همچنین متغیرهای کلان نظیر نقدینگی (m2)، نقش بسیار مؤثری در تعیین ریسک سیستمی دارند.

همچنین بر اساس روش تحلیل شبکه، رویکرد بررسی ساختار شبکه بین‌بانکی توجهات زیادی را در سال‌های اخیر به خود جلب کرده است. هدف از این رویکرد تحلیل سیستمی شبکه بانکی و پیداکردن مهم‌ترین مؤسسه موجود در شبکه بانکی می‌باشد. آسم اوغلو و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی مهم‌ترین موسسه مالی در شبکه مالی با توجه به فاصله آن با دیگر مؤسسات، پرداختند و نشان دادند که هر چه مقدار اتصالات یک شبکه متراکم‌تر باشد نشان از شکنندگی بیشتر شبکه مالی می‌باشد.

وانگ، جیانگ[2] و همکاران (۲۰۱۸) با روش شبکه بر اساس رفتار مؤسسات در مواقع پر خطر دریافتند، زمانی که اتصالات شبکه به بیشترین حد خود می‌رسد، شبکه تحت فشار قرار می‌گیرد همچنین بانک‌ها و مؤسسات بیمه‌ای بزرگ معمولاً به عنوان مهمترین موسسه مالی در شبکه تعیین می‌شوند.

وانگ، خو و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از رویکرد تجزیه واریانس در حالت پویا و ایستا نشان دادند که اتصالات شبکه در بانک‌های تجاری چین بسیار زیاد می‌باشد. همچنین در دیگر مطالعه در این زمینه، دیو و لوکسا[3] (۲۰۲۰) با استفاده از شبکه مقطعی- کوانتیلوگرام[4] به بررسی شبکه ۲۰۵ موسسه مالی در اروپا در چندک‌های مختلف، پرداختند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که اتصالات مؤسسات مالی در زمان ریسک سیستمی، افزایش می‌یابد. این مطالعات نشان می‌دهند که در مواقع بروز ریسک سیستمی اتصالات شبکه مالی افزایش می‌یابد و یا به عبارتی افزایش ارتباطات موجود در شبکه همراه

1. Xu
2. Wang & Jiang
3. Deev & Lyócsa
4. Cross-quantilogram networks

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]
[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

با ریسک‌های سیستمی، بوده است. این نتایج توسط مطالعات دیگری با روش‌های آنالیز شبکه نیز تأیید شده‌اند (فوگلیا و آنجلینا[1]، ۲۰۲۰)؛ توری و همکاران[2]، ۲۰۲۰).

ژانگ[3] و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از تئوری گراف و توابع کاپیولا، به استخراج شبکه مالی کشور چین در حالت پویا و ایستا پرداختند. نتایج مطالعات آنها بیانگر مهم‌ترین موسسه مالی و مهم‌ترین مسیرهای انتقال ریسک در صنعت مالی کشور چین در حالت پویا و ایستا بوده است.

۲-۳. پژوهش‌های داخلی

عمده پژوهش‌های در این زمینه در داخل کشور مبتنی بر رویکرد فرم کاهش یافته می‌باشد و کمتر به تحلیل شبکه سیستم مالی کشور توجه شده است. براین‌اساس، دانش جعفری و همکاران (۱۳۹۶) به بررسی ریسک سیستمی در نظام منتخب بانکی ایران با روش DCC بر اساس داده‌های بین سال ۱۳۹۵-۱۳۸۸ پرداختند. آنها برای محاسبه ریسک سیستمی با استفاده از روش GARCH-DCC، مقدار شاخص کسری مورد انتظار نهایی (MES) را برای بخش بانکی ایران محاسبه کرده‌اند و نتایج بیانگر از عدم پذیرش تأثیر معنادار سیستم بانکداری داخلی از بحران‌های مالی اخیر جهانی بوده است.

مطابق روش مطالعه قبل، گیلانی پور (۱۳۹۸) با هدف بررسی میزان تأثیرپذیری بانک‌ها از بحران‌های مالی، از داده‌های فصلی ۱۷ بانک موجود در بورس تهران در سال‌های بین ۱۳۸۹-۱۳۹۷ استفاده کرده‌اند. یافته‌های پژوهش برخلاف پژوهش قبل، نشان می‌دهد، میران اثرپذیری بانک‌ها از بحران‌های مالی برای همه بانک‌ها وجود دارد اما به صورتی متفاوت که بر اساس MES ارزیابی شده در هر بانک می‌باشد.

فدایی واحد و همکاران (۱۳۹۹) با محاسبه شاخص ریسک سیستمی MES نشان دادند که بر اساس رگرسیون پنل دیتا تخمین زده شده با روش GMM، رابطه مستقیمی بین شاخص ریسک نکول با ریسک سیستمی صنعت بانکداری، رابطه مستقیمی بین شاخص‌های رقابت و رابطه مستقیمی بین

1. Foglia & Angelini
2. Torri
3. Zhang

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

نرخ بهره و تورم با ریسک سیستمی بانک‌ها وجود دارد. این مطالعات برای محاسبه ریسک سیستمی از شاخص MES استفاده کرده‌اند.

در همین راستا مطالعات دیگری از شاخص CoVaR و ΔCoVaR و SRISK و یا تعداد مختلفی از این شاخص‌ها استفاده کرده‌اند. بر همین اساس حکمتی فرید و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی ریسک سیستمی موجود در صنعت مالی ایران با معیار ΔCoVaR پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد که صنعت بیمه بیشترین و بخش بانکی کمترین سهم را در ایجاد ریسک سیستمی در بخش مالی ایران را دارد.

صادقی شریف و همکاران (۱۳۹۷) معیار قبلی ریسک سیستمی، را با استفاده از رگرسیون چندک EGARCH برای بخش بانکی محاسبه کرده‌اند. نتایج مطالعه نشان داد میانگین ΔCoVaR برآورد شده ۰.۸۵۸۷- می‌باشد که نشان‌دهنده ریسک سیستمی بالای نظام بانکی است. همچنین رادفر و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از معیار قبل، نشان دادند که ریسک سیستمی در بازار بانکی با افزایش اندازه بانک‌ها افزایش پیدا می‌کند.

تهرانی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از مدل ARDL به محاسبه ریسک سیستمی صنعت بانکی با استفاده از معیار SRISK پرداختند و به بررسی رابطه بین شاخص محاسبه شده و متغیرهای کلان پرداختند. نتایج حاکی از رابطه منفی معنادار بین ریسک سیستمی بخش بانکی و تولید ناخالص داخلی و تحت تأثیر قرارداشتن کلیه اجزای تولید ناخالص داخلی نسبت به تغییرات ریسک سیستمی بالاخص جزء سرمایه‌گذاری، می‌باشد.

ابریشمی و همکاران (۱۳۹۸) در این پژوهش ریسک سیستمی بر مبنای سه معیار MES، ΔCoVaR و SRISK برای بانک‌های فعال در بازار سرمایه محاسبه و اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد، ریسک سیستمی تنها معطوف به بانک‌های بزرگ نیست بلکه بانک‌های کوچک نیز در پیدایش و گسترش این ریسک نقش دارند.

شاکری و همکاران (۱۳۹۸) به موضوع «برآورد ریسک سیستمی نظام بانکی با استفاده از سنجه‌های MES و CoVaR» پرداخته‌اند. هدف از این پژوهش علاوه بر برآورد ریسک سیستمی، ارزیابی تأثیر بحران بانکی بر کل اقتصاد و استخراج سهم نظام بانکی در ریسک سیستمی است. برای

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

این مهم شاخص‌های MES و CoVaR محاسبه شده و نتایج عبارت بوده از اینکه شاخص ریسک سیستمی ΔCoVaR برآورد شده به روش OLS کمتر از شاخص ریسک سیستمی ΔCoVaR برآورد شده با روش DCC-GARCH است. همچنین روش ΔCoVaR به طور متوسط ریسک سیستمی نظام بانکی را کمتر از روش MES برآورد می‌کند.

علاوه بر این مطالعاتی برای سنجش ریسک سیستمی با روش آنالیز شبکه در ایران انجام شده است. رحیمی باغی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی ریسک سیستمی بخش مالی در ایران با روش شبکه علیت گرنجری پرداختند. نتایج نشان داد، میزان ارتباط سیستمی بین نهادهای مالی در گذر زمان تغییر می‌کند و همچنین بخش بانکی و بیمه به ترتیب دارای بیشترین و کمترین ریسک سیستمی هستند.

زنگنه و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی ریسک سیستمی نظام بانکی از طریق مدل‌سازی توپولوژی شبکه بازار بین‌بانکی پرداخته‌اند. در این پژوهش دو شاخص توزیع تجمعی درجه و معیار شباهت را بررسی کردند. نتایج نشان داد که شبکه بازار بین‌بانکی ایران از نوع شبکه بدون مقیاس بوده و توزیع درجه از توزیع پاور لاو تبعیت می‌کند. همچنین یافتیم در صورت بروز نکول، بحران در شبکه به‌صورت دومینویی به کل شبکه تسری پیدا می‌کند که البته بانک‌های خصوصی بیشترین اثر را دارند.

٤. روش‌شناسی پژوهش

این مقاله باتکیه بر منطقی که در مقدمه بیان شد، سعی دارد ابتدا همبستگی متقابل بین مؤسسات بانکی ایران را بررسی کند تا توپولوژی ساختار شبکه در سیستم بانکی ایران را بیان کند. برای تشخیص همبستگی، هم از روش همبستگی ایستا و هم از روش همبستگی پویا استفاده می‌کند تا وابستگی در طول زمان متغیرها را تشخیص دهد. بعد از تشخیص ساختار شبکه مؤسسات بانکی با استفاده از الگوریتم حداقل درخت پوشا[1] (MST) به بررسی ساختار انتقال ریسک و تشخیص مهم‌ترین نهاد در شبکه بانکی کشور می‌پردازیم. همچنین در قسمت دوم به محاسبه شاخص ΔCoVaR با استفاده از همبستگی پویای محاسبه شده می‌پردازیم و نتایج آن را مورد بررسی قرار

1. Minimum spanning tree

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

می‌دهیم. سرانجام در قسمت آخر با استفاده از مدل رگرسیون پنل، به بررسی عوامل مؤثر بر ریسک سیستمی محاسبه شده می‌پردازیم.

۱-٤. همبستگی ایستا

برای تحلیل و بررسی همبستگی داده‌های مالی باید ویژگی‌های ساختاری این داده‌ها را در نظر گرفت. داده‌های سری زمانی مالی به شدت دارای خودهمبستگی[1] و واریانس ناهمسانی[2] هستند و برای هرگونه تحلیل بررسی این داده‌ها باید این خصوصیت‌ها را در نظر گرفت. برای این منظور در قدم اول ما توزیع حاشیه‌ای[3] همهٔ متغیرها را به دست می‌آوریم. برای به‌دست‌آوردن توزیع حاشیه‌ای ما از مدل ARMA-gjrGARCH استفاده می‌کنیم. این مدل به طور فراوانی در ادبیات برای استخراج توزیع حاشیه‌ای شرطی استفاده شده است. قسمت AR[4] و MA[5] برای درنظرگرفتن خودهمبستگی داده‌ها در نظر گرفته شده‌اند که به‌طورکلی در همهٔ داده‌های مالی یافت می‌شود و مدل gjrGARCH[6] برای درنظرگرفتن ناهمسانی واریانس و نوسانات خوشه‌ای انتخاب شده است که این ویژگی‌ها هم به‌وفور در داده‌های مالی یافت می‌شود. مدل ARMA(p,q)-gjrGARCH(1,1) به شرح زیر می‌باشد.

$$r_t = c + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i r_{t-i} + \sum_{i=0}^{q} \beta_i \varepsilon_{t-i} \qquad (۱)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t^{1/2} \nu_t \qquad (۲)$$

$$\sigma_t^2 = \varsigma_0 + \varsigma_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \varsigma_2 \varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \varsigma_3 \sigma_{t-1}^2 \qquad (۳)$$

1. Autocorrelation
2. Heteroscedastic
3. Marginal distribution
4. Autoregressive
5. Moving average
6. Glosten-Jagannathan-Runkle (gjr) generalized autoregressive conditional heteroskedasticity (GARCH)

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

معادله اول (۱) مدل ARMA(p,q) را نشان می‌دهد که p تعداد وقفه‌های مدل AR و q تعداد وقفه‌های مدل MA می‌باشد. r_t نشان‌دهنده بازدهی سری زمانی و ε_t نشان‌دهنده باقی‌مانده‌های مدل در زمان t می‌باشد. همچنین در این مدل باقی‌مانده‌های مدل ARMA از رابطه (۲) تبعیت می‌کنند به‌طوری‌که v_t یک متغیر تصادفی با توزیع استاندارد نرمال می‌باشد و σ_t نشان‌دهنده نوسانات شرطی بازدهی سری زمانی می‌باشد که از طریق معادله واریانس (۳) مدل‌سازی می‌شود. ضریب ς_1 نشان‌دهنده اثر آرچ[1] و ضریب ς_3 نشان‌دهنده اثر گارچ[2] و ضریب ς_2 نشان‌دهنده اثر نامتقارن[3] داده‌های سری زمانی می‌باشد که در آن d_{t-1} زمانی که ε_{t-1} منفی باشد برابر با یک می‌باشد و زمانی که مثبت باشد برابر با صفر. درواقع ضریب ς_2 بیان می‌کند که در زمان نوسانات منفی بازار داده‌ها رفتار متفاوتی را نشان می‌دهند که از آن به‌عنوان اثر نامتقارن یا اثر اهرم[4] یاد می‌شود. در واقع اثر اهرم یک پدیده نامتقارن استخراج شده از واقعیت‌های تجربی است به این معنا که شوک‌های منفی در زمان t اثر بیشتری از شوک‌های مثبت در همان زمان دارند (جیانگ[5] و همکاران، ۲۰۱۷).

بعد از استخراج توزیع حاشیه‌ای شرطی برای به‌دست‌آوردن همبستگی بین توزیع‌های حاشیه‌ای شرطی از ضریب همبستگی پیرسون[6] استفاده می‌کنیم.

۲-٤. همبستگی پویا

برای تخمین همبستگی پویای بین متغیرها همانند (جیانگ و همکاران،۲۰۱۹؛ سنسوی و تاباک[7]، ۲۰۱۴؛ سینگهال و گوش[8]، ۲۰۱۶) ما از تخمین دو مرحله مدل ARMA-gjrGARCH-bivariateDCCt استفاده می‌کنیم. امکان تخمین همبستگی به صورت rolling window وجود داشت ولی به علت شرایط خاص داده‌های سری زمانی مالی از مدل bivariateDCCt استفاده شده است (مارتی[9] و

1. ARCH effect
2. GARCH effect
3. Asymmetric effect
4. leverage effect
5. Jiang
6. Pearson's correlation coefficient
7. Sensoy & Tabak
8. Singhal & Ghosh
9. Marti

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

همکاران، ۲۰۱۷). در مرحله اول ما مدل ARMA-gjrGARCH را که در قسمت قبل معرفی شد تخمین می‌زنیم. بعد از آن در مرحله دوم ما مدل bivariate-DCC[1] را تخمین می‌زنیم. در این مطالعه از مدل دومتغیره (bivariate) استفاده شده است بدین معنا که ما همبستگی بین همه متغیرها را دو به دو بررسی می‌کنیم و ماتریس همبستگی در طول زمان را تشکیل می‌دهیم.

فرض اصلی مدل DCC این است که متغیرها یک توزیع مشترک با میانگین صفر و واریانس H_t در طول زمان دارند که واریانس این توزیع به‌صورت زیر محاسبه می‌شود و همچنین به علت اینکه بازدهی دارایی‌ها معمولاً توزیع پهن‌تری نسبت به توزیع نرمال دارند نوع این توزیع در مطالعه ما توزیع تی استیودنت می‌باشد.

$$H_t = D_t R_t D_t \quad (۴)$$

که در عبارت بالا ماتریس D_t به‌صورت ماتریس قطری روبرو ساخته می‌شود به‌طوری‌که σ_{it} نشان‌دهنده نوسانات شرطی تخمین زده شده با مدل gjr-GARCH در مرحله اول برای زمان t و متغیر i می‌باشد.

$$D_t = diag\{\sigma_{1t}، \sigma_{2t}\} \quad (۵)$$

همچنین R_t ماتریس ضریب همبستگی شرطی بین متغیرهای استاندارد شده را نشان می‌دهد که این متغیرهای استاندارد شده به شکل زیر محاسبه می‌شوند.

$$\tau_t = D_t^{-1} r_t \quad (۶)$$

ما ماتریس R_t را می‌توانیم به‌صورت زیر تجزیه کنیم که در آن Q_t ماتریس قطری کوواریانس بین متغیرهای استاندارد شده می‌باشد.

$$R_t = Q_t^{-1/2} Q_t Q_t^{-1/2} \quad (۷)$$

$$Q_t^{-1/2} = diag(1/\sqrt{q_{11\,t}}، 1/\sqrt{q_{22\,t}}) \quad (۸)$$

سرانجام مدل bivariate-DCC(1,1) به‌صورت زیر تعیین می‌گردد.

$$Q_t = w + \alpha \tau_{t-1} \tau'_{t-1} + \beta Q_{t-1} \quad (۹)$$

$$w = (1 - \alpha - \beta)\bar{Q}; \bar{Q} = E(\tau_t \tau'_t) \quad (۱۰)$$

1. Dynamic conditional correlation

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

که در آن Q بار ماتریس واریانس غیرشرطی بین متغیرها و $\alpha+\beta<1$ می‌باشد. برای تخمین مدل همان‌طور که گفته شد اول به تخمین مدل گارچ تک متغیر می‌پردازیم و به‌وسیله نوسانات شرطی استخراج شده از مدل متغیرهای استاندارد شده را استخراج می‌کنیم و به‌وسیله آن مدل bivariate-DCC(1,1) را تخمین می‌زنیم و بعد آن ماتریس ضریب همبستگی شرطی (R_t) بین متغیرها را استخراج می‌کنیم.

۳-٤. حداقل درخت پوشا (MST)

بعد از پیداکردن همبستگی شرطی ایستا و پویا بین متغیرها، ما با استفاده از روش حداقل درخت پوشا به استخراج ساختار شبکه‌ای کانال‌های انتقال ریسک در سیستم می‌پردازیم. این روش مبتنی بر نظریه گراف‌ها می‌باشد که در آن متغیرها به‌عنوان گره‌ها[1] و فاصله[2] بین دو گره به‌وسیله ضریب همبستگی استخراج شده تعیین می‌شود. روش حداقل درخت پوشا روشی برای استخراج ارتباطات متقابل به هم در یک سیستم می‌باشد. حداقل درخت پوشا یک درخت متصل، یک‌طرفه و یال وزن‌دار[3] می‌باشد که همه گره‌های یک شبکه را با استفاده حداقل کردن وزن تمام یال‌های شبکه، به هم وصل می‌کند (مسیرهای تولید شده در این شبکه فاقد مسیر[4] دایره‌ای می‌باشند چون قرار است شبکه به‌عنوان درخت تعیین شود و در درخت مسیر دایره‌ای متصل وجود ندارد). این روش فقط قوی‌ترین اتصال‌ها (کمترین فاصله) را در یک شبکه در نظر می‌گیرد به‌طوری‌که فاصله بین تمام گره‌ها در شبکه حداقل شود.

در نظریه گراف الگوریتم‌های مختلفی وجود دارند که این ساختار حداقل درخت پوشا را استخراج می‌کنند. در این مطالعه ما به پیروی از دیگر مطالعات موجود در این زمینه از الگوریتم پرایم[5] (۱۹۵۷) برای استخراج این ساختار استفاده می‌کنیم. همچنین برای پیدا کردن این ساختار ما باید ضرایب همبستگی محاسبه شده را به فاصله تبدیل کنیم. زیرا اگر ضرایب همبستگی را به عنوان

1. Nodes
2. Distance
3. Edge-weighted
4. Path
5. Prim's algorithm

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

وزن هر یال در نظر بگیریم، همبستگی بیشتر نشان دهنده ارتباط قوی‌تر می‌باشد و برای استخراج این ساختار ما باید ارتباطات بین متغیرها را حداقل کنیم که در این صورت ضرایب همبستگی کمتر انتخاب می‌شوند. بنابراین ما باید ضرایب همبستگی را تبدیل به ضریب دیگری به نام فاصله کنیم به طوری که همبستگی بیشتر نشان دهنده فاصله کمتر باشد تا بتوان این فاصله‌ها را حداقل کرد (جی و فان[1]، ۲۰۱۶). برا اینکار ما فاصله $d_{i,j}$ را که توسط مانتگیا[2] (۱۹۹۹) معرفی شده به صورت زیر تعریف می‌کنیم که در آن $\rho_{i,j}$ نشان دهنده ضریب همبستگی استخراج شده می‌باشد.

$$d_{i.j} = \sqrt{2(1-\rho_{i.j})} \qquad (۱۱)$$

همچنین بعد از استخراج حداقل درخت پوشا ایستا و پویا، بر اساس مطالعه جی و فان (۲۰۱۶)، اهرن و هارفورد[3] (۲۰۱۴) ما سه شاخص مرکزیت[4] را برای هر درخت محاسبه می‌کنیم و همچنین برای حداقل درخت پوشا در حالت پویا به بررسی ثبات ساختار درخت و رفتار در طول زمان درخت پرداخته می‌شود. برای این منظور ویژگی‌های آماری توزیع همبستگی محاسبه می‌شود و همچنین شاخص طول درخت نرمال شده[5] را در طول زمان محاسبه می‌کنیم. در ادامه این شاخص‌ها توضیح داده می‌شوند:

- شاخص مرکزیت درجه گره درخت[6]

این شاخص تعداد یال‌هایی که از یک متغیر به بقیه متغیرها متصل شده است را نشان می‌دهد که به‌صورت زیر تعیین می‌شود. k(i) نشان‌دهنده این شاخص برای متغیر i ام می‌باشد و اگر یالی از متغیر i به j متصل باشد α_{ij} برابر با یک می‌شود وگرنه مقدارش برابر با صفر می‌باشد و n نیز برابر با تعداد متغیرها در حداقل درخت پوشا می‌باشد. هرچه مقدار این شاخص برای یک متغیر بیشتر باشد نشان‌دهنده این است که آن متغیر بیشتر در مرکزیت شبکه استخراج شده قرار دارد و به‌عنوان متغیر اصلی و مهم تلقی می‌شود.

---

1. Ji & Fan
2. Mantegna
3. Ahern & Harford
4. Centrality measures
5. Normalised tree length
6. Node degree

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

$$k(i) = \sum_{j=1}^{n} \alpha_{ij} \quad (۱۲)$$

- شاخص مرکزیت درجه قدرت گره درخت[1]

این شاخص به مانند شاخص درجه گره درخت می‌باشد اما با این تفاوت که علاوه بر بررسی اتصال یال‌ها فاصله یال‌ها را هم در نظر می‌گیرد که در معادله زیر $R_{i,j}$ نشان دهنده فاصله بین گره i و j می‌باشد.

$$k(i) = \sum_{j=1}^{n} \alpha_{ij} R_{ij} \quad (۱۳)$$

- شاخص مرکزیت بین بودن گره درخت[2]

شاخص بین بودن هم یک شاخص مرکزیت به‌حساب می‌آید که به دنبال پیداکردن مهم‌ترین متغیر در شبکه می‌باشد که به‌صورت زیر تعیین می‌شود که در آن B(i) شاخص بین بودن متغیر i و $\sigma_{jl(i)}$ نشان‌دهنده تعداد کوتاه‌ترین مسیرهای بین j و l می‌باشد که از i می‌گذرد و σ_{jl} تعداد کوتاه‌ترین مسیرهای بین j و l می‌باشد. B(i) نشان‌دهنده درجه تکیه دادن و وابسته بودن متغیرهای موجود در شبکه به متغیر i می‌باشد و مقدار بیشتر متغیر i نشان‌دهنده درجه مرکزیت بیشتر این متغیر در حداقل درخت پوشا می‌باشد.

$$B(i) = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{(j.l)} \frac{\sigma_{jl(i)}}{\sigma_{jl}} . j \neq i \neq l \quad (۱۴)$$

- شاخص مرکزیت نزدیکی گره درخت[3]

این شاخص نشان‌دهنده میانگین مجموع فاصله‌های یک متغیر از دیگر متغیرهای موجود در حداقل درخت پوشا می‌باشد و به‌صورت زیر محاسبه می‌شود که $R_{i,j}$ نشان‌دهنده کوتاه‌ترین مسیر از i به j می‌باشد. هر چه‌قدر مقدار c(i) کوچک‌تر باشد نشان‌دهنده درجه مرکزیت بیشتری برای متغیر i می‌باشد زیرا نشان‌دهنده این است که متغیر i به طور میانگین به بقیه متغیرها نزدیک‌تر است.

$$c(i) = 1 \Big/ \sum_{(i.j)} R_{ij} . i \neq j \quad (۱۵)$$

1. Node strength degree
2. Betweenness node
3. Node closeness

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

- توزیع همبستگی

در این قسمت ویژگی‌های همبستگی استخراج شده از مدل ۰ در طول زمان محاسبه می‌شود. هدف از این محاسبه، بررسی رفتار همبستگی بین سری‌های زمانی، در طول زمان است و همچنین بررسی پویا بودن این همبستگی محاسبه شده، در طول زمان می‌باشد. در واقع ما به این سؤال پاسخ می‌دهیم که آیا رفتار همبستگی‌های محاسبه شده در طول زمان تغییر می‌کند و تغییر آن به چه صورت است؟ یا به عبارتی، آیا ساختار درخت و شبکه به‌دست‌آمده در طول زمان تغییر می‌کند و تغییر آن به چه صورت است؟ برای این منظور ما ویژگی‌های زیر را محاسبه می‌کنیم.

$$Mean: \Phi_1^t = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i<j} \varphi_{i.j}^t \quad (۱۶)$$

$$Variance: \Phi_2^t = \frac{2}{N(N-1)} \sum_{i<j} (\varphi_{i.j}^t - \Phi_1^t)^2 \quad (۱۷)$$

$$\text{Skewness}: \Phi_3^t = \frac{2}{N(N-1)(\Phi_2^t)^{3/2}} \sum_{i<j} (\varphi_{i.j}^t - \Phi_1^t)^3 \quad (۱۸)$$

$$Kurtosis: \Phi_4^t = \frac{2}{N(N-1)(\Phi_2^t)^2} \sum_{i<j} (\varphi_{i.j}^t - \Phi_1^t)^4 \quad (۱۹)$$

که در معادلات بالا Φ_1^t برابر با ضریب همبستگی می‌باشد که برابر با مجموع پایین مثلثی ماتریس همبستگی محاسبه شده از روش ARMA-gjrGARCH-bivariateDCCt می‌باشد که $\varphi_{i,j}^t$ نشان‌دهنده همبستگی محاسبه شده بین دو متغیر i و j در زمان t می‌باشد. همچنین Φ_2^t و Φ_3^t و Φ_4^t، به ترتیب نشان‌دهنده واریانس، چولگی و کشیدگی ضریب همبستگی می‌باشد. میانگین ضریب همبستگی نشان‌دهنده وابستگی میان سری‌های زمانی موجود در شبکه می‌باشد. هر چه مقدار شاخص بیشتر باشد نشان‌دهنده یکپارچگی بیشتر بازار مالی می‌باشد.

- طول درخت نرمال شده

طول درخت نرمال شده شاخصی است که میزان یک‌پارچگی بازار[1] را نشان می‌دهد. این شاخص تابع زمان می‌باشد و یکپارچگی بازار را در طول زمان نشان می‌دهد.

$$L(t) = \frac{1}{N-1} \sum_{e_{ij} \in MST} e_{ij} \quad (۲۰)$$

1. Market integration

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

مقدار L(t) نشان‌دهنده طول درخت نرمال شده می‌باشد و e_{ij} نشان‌دهنده طول یال‌های موجود در حداقل درخت پوشا می‌باشد و N نشان‌دهنده تعداد گره‌ها در ساختار حداقل درخت پوشا می‌باشد. هرچقدر مقدار این شاخص در طول زمان کاهش یابد نشان‌دهنده یکپارچگی بیشتر در ساختار حداقل درخت پوشا می‌باشد.

٤-٤. محاسبه شاخص ΔCoVaR

بعد از بررسی روش استخراج حداقل درخت پوشا به صورت پویا حال به محاسبه شاخص ΔCoVaR می‌پردازیم. با استفاده از همبستگی پویای استخراج شده در قسمت ۴.۲، ما روش محاسبه ΔCoVaR را بر اساس مطالعه (W.-Q. Huang et al., 2016) بررسی می‌کنیم. بر اساس نتایج مدل DCC، $\text{CoVar}^{t}_{s|i}$ یک فرم بسته‌ای بر اساس توزیع نرمال دارد. بر این اساس توزیع بازدهی سیستم مالی بر اساس بازدهی موسسه i به صورت زیر، نرمال می‌باشد.

$$r_s^t | r_i^t \sim N\left(\frac{r_i^t \sigma_s^t \rho_{i.s}^t}{\sigma_i^t}.(1-(\rho_{i.s}^t)^2)(\sigma_s^t)^2\right) \qquad (۲۱)$$

که در معادله بالا، r_s نشان دهنده بازدهی شبکه مالی و r_i نشان دهنده بازدهی موسسه مالی i، در زمان t می‌باشد. همچنین $\rho_{i.s}^t$ نشان دهنده همبستگی به‌دست آمده از مدل DCC، بین بازدهی سیستم مالی و بازدهی موسسه i می‌باشد. همچنین σ_s^t و σ_i^t نشان دهنده نوسانات سیستم مالی و موسسه مالی i در زمان t، استخراج شده از مدل DCC می‌باشند. همچنین $\text{CoVar}^{t}_{s|i}$ نشان دهنده ارزش در معرض خطر سیستم مالی، مشروط به اینکه که میزان ارزش در معرض خطر (Var) موسسه i در سطح p_1 درصد قرار داشته باشد، به صورت زیر بیان می‌شود. در واقع $\text{CoVar}^{t}_{s|i}$ نشان دهنده مشارکت موسسه i در زمانی است که وضعیت سیستم دچار مشکل و بحرانی شده باشد.

$$Pr\left(r_s^t < \text{CoVar}^{t}_{s|i}(p_2) \,|\, r_i^t = Var_i^t(p_1)\right) = p_2 \qquad (۲۲)$$

پس از قرار دادن معادله ۲۰ در معادله ۲۱ و همچنین تعریف کردن ارزش در معرض خطر موسسه i در زمان t در سطح p_1 به صورت روبرو $Var_i^t(p_1) = \varphi^{-1}(p_1)\sigma_i^t$، $\text{CoVar}^{t}_{s|i}(p_2)$ به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\text{CoVar}^{t}_{s|i}(p_2) = \varphi^{-1}(p_1)\sigma_s^t\sqrt{1-\left(\rho_{i.s}^t\right)^2} + \varphi^{-1}(p_1)\rho_{i.s}^t\sigma_s^t \qquad (۲۳)$$

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

بر همین اساس $\Delta\text{CoVar}^{t}_{s|i}(p_2)$ که نشان دهنده اختلاف بین $\text{CoVar}^{t}_{s|i}(p_2)$ زمانی که موسسه i در شرایط بحرانی قرار داشته باشد و $\text{CoVar}^{t}_{s|i}(p_2)$ زمانی که موسسه i در شرایط نرمال قرار داشته باشد را نشان می‌دهد. معادله ۲۴ نشان دهنده این تعریف می‌باشد.

$$\Delta\text{CoVar}^{t}_{s|i}(p_2) = \varphi^{-1}(p_1)\rho^{t}_{i.s}\sigma^{t}_{s} \qquad (۲۴)$$

۵. نتایج پژوهش

۵-۱. بررسی داده‌ها و آزمون‌های مانایی

در این مقاله ما بر روی شبکه بانکی ایران متمرکز شده‌ایم و از سایر بخش‌های مالی ایران صرف‌نظر می‌کنیم. داده‌های پژوهش ما شامل داده‌های روزانه ۹ بانک موجود در بورس تهران می‌باشد. انتخاب بانک‌ها بر اساس ارزش بازار به صنعت (بانک‌هایی که ارزش بانک به صنعت آنها، بیش از دو درصد باشد) بوده است. به علت در دسترس نبودن داده‌های بانک سامان، برای مدت زیادی این بانک در تحلیل وارد نمی‌شود و همچنین به علت در دسترس نبودن داده‌های چند بانک مهم شبکه بانکی (دی، پاسارگاد، صادرات، تجارت، در سال‌های بین ۱۳۹۵/۰۴/۰۱ تا ۱۳۹۷/۱۰/۱۱) تحلیل این مقاله بر اساس دو بازه زمانی انجام می‌شود. دوره اول بین تاریخ ۱۳۹۰/۰۶/۱۲ تا ۱۳۹۵/۰۴/۰۱ و دوره دوم بین تاریخ ۱۳۹۷/۱۰/۱۱ تا ۱۳۹۹/۱۰/۰۱ می‌باشد و همچنین مقدار لگاریتم بازدهی داده‌ها (r_t) بر اساس فرمول زیر محاسبه شده است و بررسی‌ها بر روی بازدهی‌ها انجام می‌شود (p_t نشان‌دهنده قیمت در زمان t می‌باشد). جدول ۱ و جدول ۲ خلاصه آمار توصیفی و آزمون‌های مانایی برای دوره اول و دوم را نمایش می‌دهد همچنین تمام محاسبات پژوهش بر اساس زبان[۱] R انجام گرفته است و تمام داده‌ها از سایت بورس تهران[۲] به‌دست آمده است.

$$r_t = 100 \times \ln(^{p_t}/_{p_{t-1}})$$

---

۱. برای تخمین از پکیج های متفاوتی در زبان R نظیر، rmgarch، igraph و optrees استفاده شده است.

2. http://tsetmc.com/

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

جدول ۱ توصیف آماری و آزمون‌های ریشه ی واحد برای دوره اول

دوره اول	دی	ملت	پارسیان	پاسارگاد	صادرات	تجارت	کارآفرین	اقتصاد نوین	سینا
میانگین	۰/۰۶۷۴۳	۰/۰۹۲۱۶	۰/۰۰۴۶۲	-۰/۰۰۲۰۶	۰/۰۵۸۷۹	۰/۰۶۳۴۴	۰/۱۰۰۸۲	۰/۰۱۳۳۱	۰/۰۵۸۳۲
انحراف معیار	۲/۵۶۴۶۹	۱/۷۲۲۰۹	۱/۶۳۱۹۹	۱/۵۵۳۳۳	۱/۷۱۹۸۰	۱/۷۲۴۹۴	۱/۳۹۷۰۰	۱/۴۲۰۲۳	۱/۸۹۵۵۲
چولگی	۰/۱۴۶۴۱	۰/۱۵۴۰۴	۰/۴۳۸۹۵	۰/۲۷۹۱۲	۰/۲۷۶۶۳	۰/۳۱۰۱۶	۰/۳۶۴۳۹	۰/۵۳۴۸۶	۰/۲۱۶۳۰
کشیدگی	۲/۳۶۵۵۵	۳/۷۱۳۵۱	۴/۳۶۸۶۵	۴/۴۹۷۹۵	۳/۷۱۶۵۷	۴/۱۱۱۹۰	۵/۶۹۱۱۹	۶/۳۴۸۴۱	۳/۳۸۷۸۷
Jarque-Bera	۲۰/۴۴۵۹۵×××	۲۶/۸۷۸۰۲×××	۱۰۷/۷۳۸۳۳×××	۱۱۴/۳۵۸۰۶×××	۳۶/۹۱۴۴۸×××	۷۴/۷۷۴۶۳×××	۳۵۱/۱۰۹۸۲×××	۵۶۲/۲۰۴۵۵×××	۱۵/۲۱۹۶۵×××
ADF	-۲۴/۰۵۶۳×××	-۲۱/۹۰۸۹×××	-۱۷/۴۹۶۳×××	-۲۰/۴۱۰۵×××	-۲۱/۰۰۱۴×××	-۲۱/۵۶۵۲×××	-۱۹/۴۰۷۰×××	-۱۸/۳۹۳۱×××	-۱۹/۷۳۲۴×××
PP	-۲۶/۳۲۹۹×××	-۲۶/۸۴۰۵×××	-۲۱/۲۶۲۲×××	-۲۶/۱۳۷۳×××	-۲۵/۷۹۷۸×××	-۲۶/۲۰۴۷×××	-۲۴/۵۱۷۸×××	-۲۲/۸۷۳۶×××	-۲۵/۱۸۵۹×××
Ljung-Box	۴۹/۳۰۷۶۷×××	۵۲/۸۳۴۹۴×××	۱۶۷/۲۸۸۷۶×××	۷۳/۰۹۴۱۳×××	۷۹/۰۵۷۰۳×××	۸۸/۷۹۵۹۰×××	۱۱۴/۳۹۶۴۱×××	۲۲۳/۷۵۴۸۹×××	۹۰/۰۵۱۵۶×××
ArchTest (20)	۱۵۲/۵۷۷۲۳×××	۱۷۲/۲۸۳۰۶×××	۲۸۱/۵۹۰۵۲×××	۲۰۵/۹۴۵۲۶×××	۲۵۹/۱۶۴۰۶×××	۲۹۱/۶۲۹۰۲×××	۱۰۶/۷۱۴۹۷×××	۲۰۷/۴۶۱۱۹×××	۲۱۱/۲۸۲۰۵×××

توضیح: *، **، ***نشان‌دهنده رد شدن فرض صفر در سطح معناداری ۱۰، ۵، ۱ درصد می‌باشد.

منبع: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

جدول ۲ توصیف آماری و آزمون‌های ریشه ی واحد برای دوره دوم

دوره دوم	دی	ملت	پارسیان	پاسارگاد	صادرات	تجارت	کارآفرین	اقتصاد نوین	سینا
میانگین	۰/۸۴۰۹	۰/۴۶۷۵	۰/۶۵۳۷	۰/۵۲۸۹	۰/۴۳۸۱	۰/۴۷۵۵	۰/۴۸۹۵	۰/۳۷۲۹	۰/۵۰۱۹
انحراف معیار	۳/۴۶۸۵	۲/۹۹۵۵	۳/۳۳۹۳	۲/۸۸۰۳	۳/۱۰۳۶	۲/۹۶۹۲	۲/۶۸۲۸	۳/۱۱۹۲	۳/۲۵۴۶
چولگی	-۰/۳۰۷۲	-۰/۱۳۵۰	-۰/۲۲۱۲	-۰/۰۹۰۶	-۰/۰۵۳۴	-۰/۱۰۳۲	-۰/۰۲۲۳	-۰/۱۱۳۹	-۰/۱۸۹۹
کشیدگی	۱/۶۲۶۱	۱/۹۴۴۹	۱/۷۱۰۳	۲/۰۸۰۸	۱/۸۱۳۷	۱/۹۳۵۱	۲/۲۸۴۲	۱/۹۶۲۲	۱/۷۸۱۰
Jarque-Bera	۳۷/۱۸۱۹×××	۱۷/۹۹۰۸×××	۳۲/۶۱۳۱×××	۱۶/۷۴۹۶×××	۲۵/۶۵۴۷×××	۲۰/۷۳۷۶×××	۹/۲۱۵۲×××	۲۰/۳۲۰۴×××	۳۱/۰۳۹۰×××
ADF	-۹/۹۹۳۸×××	-۱۱/۵۸۲۶×××	-۱۰/۱۴۱۰×××	-۱۲/۵۴۲۶×××	-۱۱/۳۹۱۹×××	-۱۱/۳۶۸۹×××	-۱۱/۵۱۱۰×××	-۱۱/۶۲۸۰×××	-۱۱/۸۸۴۱×××
PP	-۱۲/۵۳۳۹×××	-۱۴/۲۷۴۵×××	-۱۲/۸۵۶۸×××	-۱۵/۴۳۴۲×××	-۱۳/۴۷۹۳×××	-۱۴/۰۳۳۱×××	-۱۴/۹۳۷۶×××	-۱۴/۱۳۸۳×××	-۱۴/۵۱۹۹×××
Ljung-Box	۱۲۶/۹۴۶۳×××	۳۶/۴۰۸۸×××	۱۳۱/۴۵۳۶×××	۷۲/۴۵۰۴×××	۱۲۲/۹۰۸۰×××	۷۷/۷۳۶۶×××	۷۴/۹۶۳۵×××	۷۱/۵۴۱۶×××	۸۴/۶۶۶۶×××
ArchTest (20)	۳۳/۴۶۹۲×××	۶۸/۲۰۲۶×××	۶۰/۴۱۳۷×××	۸۲/۴۹۴۶×××	۹۷/۳۶۶۸×××	۱۳۱/۰۵۶۶×××	۵۳/۳۱۹۴×××	۹۷/۱۵۷۲×××	۹۱/۹۳۳۷×××

توضیح: *، **، *** نشان‌دهنده رد شدن فرض صفر در سطح معناداری ۱۰، ۵، ۱ درصد می‌باشد.

منبع: یافته‌های تحقیق

طبق جدول ۱ و ۲ میانگین همهٔ بازدهی‌ها در طول دو دوره مثبت می‌باشد (به‌جز بانک پاسارگاد در دوره اول). بیشترین بازدهی و انحراف معیار در دوره مربوط به بانک دی می‌باشد. همچنین فرض صفر آزمون نرمالتی جارکیوبرا (Jarque-Bera) در سطح یک درصد برای همهٔ سری‌های زمانی رد شده که نشان‌دهنده عدم نرمالتی سری‌های زمانی است. این نتیجه از مشاهده چولگی و کشیدگی داده‌ها هم قابل‌مشاهده است. برخلاف داده‌های دوره دوم، داده‌های دوره اول چوله به راست هستند و همین‌طور کشیدگی داده‌های دوره اول بیش از ۳ می‌باشد که نشان‌دهنده دنباله پهن (fat tail) بودن توزیع این سری‌های زمانی می‌باشد. همین‌طور فرض صفر آزمون‌های ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته (ADF[1]) و فیلیپس پرون (pp[2]) در سطح یک درصد برای تمام سری‌های زمانی رد شده است که نشان‌دهنده رد فرض ریشه واحد داده‌ها می‌باشد و بنابراین داده‌های ما مانا می‌باشند. همچنین فرض صفر آزمون خودهمبستگی جانگ باکس (Ljung-Box) برای داده‌های هر دو دوره در سطح یک درصد رد شده است (تعداد وقفه‌های آزمون بر اساس (Tsay, 2005) انتخاب شده است)، که نشان دهنده خودهمبستگی شدید بین سری‌های زمانی می‌باشد که برای برطرف کردن آن نیاز به مدل‌های ARMA می‌باشد. همچنین فرض صفر واریانس همسانی آزمون آرچ (ArchTest 20) با ۲۰ وقفه در سطح یک درصد رد شده است که نشان دهنده اثر واریانس ناهمسانی داده‌ها می‌باشد که نیازمندی داده‌ها به مدل گارچ را نشان می‌دهد.

۲-۵. حداقل درخت پوشا در حالت ایستا

در قدم اول برای به‌دست‌آوردن همبستگی ایستا بین متغیرها، مدل ARMA(p,q)-gjrGARCH-t(1,1) را بر روی داده‌های بانک‌های موجود در هر دو بازه اعمال می‌کنیم و توزیع حاشیه‌ای داده‌ها را استخراج می‌شود. مقدار وقفه‌های بهینه مدل ARMA بر اساس معیار اطلاعاتی AIC به‌دست‌آمده، جدول ۳ و ۴ نتایج اعمال این مدل را نمایش می‌دهد. بعد از استخراج توزیع‌های حاشیه‌ای، همبستگی پیرسون میان این توزیع‌های حاشیه‌ای را به دست محاسبه می‌شود و با استفاده از همبستگی به‌دست‌آمده حداقل درخت پوشا را تشکیل می‌شود.

---

1. Augmented Dickey Fuller
2. Phillips-Perron

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

جدول ۳. نتایج تخمین مدل ARMA-gjrGARCH برای سری‌های زمانی موجود در دوره اول

دوره اول	دی	ملت	پارسیان	پاسارگاد	صادرات	تجارت	کارآفرین	اقتصاد نوین	سینا
C	۰/۰۲۴۶۹	۰/۰۲۲۵۶	-۰/۰۹۶۲۲	-۰/۰۸۵۷۰	۰/۰۲۹۸۳	۰/۰۱۷۵۹	۰/۰۴۹۳۱	-۰/۰۸۷۹۱	-۰/۰۰۳۹۴
سطح معناداری	۰/۷۲۹۶۴	۰/۶۵۵۶۰	۰/۱۰۷۲۶	۰/۰۴۸۶۳	۰/۵۴۱۷۲	۰/۷۱۲۷۰	۰/۳۸۹۹۳	۰/۱۴۵۳۸	۰/۹۴۸۵۴
α_1	۰/۱۷۹۴۱	۰/۷۴۷۳۲	-۰/۷۵۷۷۴	-۰/۳۳۰۹۳	۱/۰۳۸۵۵	۰/۳۷۲۲۸	۰/۵۱۰۰۰	۰/۸۱۱۰۸	۱/۴۳۰۳۷
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۵۶۷	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
α_2	-۰/۱۷۲۲۷	-۰/۹۵۲۸۰	-۰/۳۰۴۹۱	-۰/۶۰۸۷۷	-۱/۱۷۰۰۰	-۰/۷۸۷۲۵			-۰/۸۹۸۸۵
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۱۲۷۲۴	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰			۰/۰۰۰۰۰
α_3			۰/۰۷۵۲۶	۰/۴۵۵۸۷	۰/۲۴۶۵۱	۰/۴۶۶۴۶			
سطح معناداری			۰/۳۴۰۹۱	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰			
β_1		-۰/۵۱۸۰۸	۱/۲۳۶۵۸	۰/۵۷۸۰۹	-۰/۷۹۷۳۶	-۰/۰۸۷۸۸	-۰/۲۰۴۳۵	-۰/۴۸۱۱۱	-۱/۱۵۱۰۹
سطح معناداری		۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۵۳۱۶۷	۰/۰۷۳۶۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰
β_2		۰/۷۵۴۱۰	۰/۸۰۴۴۵	۰/۷۸۸۵۹	۰/۹۸۱۹۷	۰/۷۶۲۲۴		-۰/۱۷۶۳۶	۰/۵۳۷۴۳
سطح معناداری		۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۳۷	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰		۰/۰۰۳۰۱	۰/۰۰۰۰۰
β_3		۰/۲۵۰۸۶	۰/۲۲۳۷۲	-۰/۲۱۳۲۷		-۰/۲۶۶۷۴			۰/۲۵۷۱۲
سطح معناداری		۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۱۵۳۹	۰/۰۰۰۰۰		۰/۰۱۴۸۱			۰/۰۰۰۰۰
ς_0	۰/۲۸۹۲۲	۰/۲۵۵۲۵	۰/۱۶۹۳۳	۰/۰۹۰۰۷	۰/۰۴۹۸۰	۰/۰۶۱۴۲	۰/۵۷۰۷۴	۰/۱۳۲۷۶	۰/۱۲۵۰۳

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

دوره اول	دی	ملت	پارسیان	پاسارگاد	صادرات	تجارت	کارآفرین	اقتصاد نوین	سینا
سطح معناداری	۰/۰۱۵۴۸	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۷۰	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱۵	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۱
ς_1	۰/۱۵۷۱۸	۰/۲۹۹۷۷	۰/۳۵۲۲۳	۰/۳۶۷۲۳	۰/۱۵۱۸۱	۰/۱۵۹۲۹	۰/۴۲۶۲۹	۰/۱۸۵۶۷	۰/۱۶۶۵۰
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۲۲	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
ς_3	۰/۸۱۸۱۷	۰/۶۷۲۲۹	۰/۶۵۰۱۴	۰/۷۰۶۶۸	۰/۸۷۸۳۵	۰/۸۳۸۰۱	۰/۳۷۶۳۶	۰/۷۸۸۰۵	۰/۸۳۷۱۸
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
ς_2	-۰/۰۴۴۷۷	-۰/۱۰۳۹۴	-۰/۱۳۱۰۵	-۰/۱۶۰۹۵	-۰/۱۰۱۹۳	-۰/۰۳۸۱۵	-۰/۱۸۳۲۹	-۰/۱۰۳۳۰	-۰/۰۹۱۶۱
سطح معناداری	۰/۲۵۴۴۳	۰/۰۸۰۲۰	۰/۰۴۱۱۵	۰/۰۰۴۲۸	۰/۰۰۰۲۳	۰/۳۰۲۲۴	۰/۰۳۷۸۰	۰/۰۰۱۸۰	۰/۰۰۲۷۳
Ljung-Box	۲/۵۹۸۱۸	۲/۷۹۴۳۸	۷/۲۸۱۳۴	۲/۸۶۶۸۰	۴/۲۴۰۸۰	۸/۲۳۱۵۰	۳/۸۱۹۸۸	۵/۳۹۴۶۱	۲/۳۵۶۷۷
سطح معناداری	۰/۹۱۹۵۲	۰/۹۰۳۳۵	۰/۴۰۰۱۹	۰/۸۹۷۰۴	۰/۷۵۱۶۶	۰/۴۱۱۱۹	۰/۸۰۰۲۷	۰/۶۱۱۹۲	۰/۹۳۷۴۹
ArchTest	۲۱/۷۵۳۰۴	۱۲/۶۵۵۴۷	۸/۱۸۴۰۷	۱۹/۸۶۰۴۶	۸/۵۳۰۵۰	۵/۶۸۳۵۴	۷/۶۰۰۳۹	۱۳/۰۴۲۴۸	۲۱/۲۳۸۴۶
سطح معناداری	۰/۳۵۴۰۶	۰/۸۹۱۶۷	۰/۹۹۰۵۸	۰/۴۶۶۶۹	۰/۹۸۷۷۳	۰/۹۹۹۲۶	۰/۹۹۴۲۰	۰/۸۷۵۵۵	۰/۳۸۳۲۲

منبع: محاسبات تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

جدول ۴. نتایج تخمین مدل ARMA-gjrGARCH برای سری‌های زمانی موجود در دوره دوم

دوره دوم	دی	ملت	پارسیان	پاسارگاد	صادرات	تجارت	کارآفرین	اقتصاد نوین	سینا
C	۱/۶۲۲۱۲	۰/۴۴۵۴۶	۰/۶۹۸۴۸	۰/۶۹۹۸۴	۰/۴۳۷۶۱	۰/۳۹۱۹۱	۰/۵۶۷۱۲	۰/۳۵۹۸۷	۰/۵۵۳۲۹
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۳۱۳۷	۰/۰۰۲۶۴	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۲۴۷۹	۰/۰۰۵۴۳	۰/۰۲۴۷۲	۰/۰۱۱۰۳
α_1	۰/۲۷۷۸۰		۰/۴۲۱۴۹	۱/۲۸۸۹۵		۰/۳۰۸۷۷	۰/۵۶۶۵۶	۰/۳۲۶۲۷	
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰		۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰		۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	
α_2	۰/۸۶۲۹۸			-۰/۰۱۹۷۱					
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰			۰/۰۳۶۱۴					
α_3	-۰/۲۹۷۲۱			-۰/۲۸۵۸۲					
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰			۰/۰۰۰۰۰					
β_1	۰/۲۴۳۰۴	۰/۳۱۶۱۶		-۰/۹۸۹۴۳	۰/۳۹۲۸۲		-۰/۲۳۱۱۲		۰/۳۶۸۳۳
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰		۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰		۰/۱۱۰۵۲		۰/۰۰۰۰۰
β_2	-۰/۸۰۳۶۹	۰/۰۱۵۴۸		-۰/۳۲۱۵۰	۰/۰۸۷۴۸				۰/۰۷۰۸۵
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰	۰/۷۸۹۲۵		۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۴۴۶۶				۰/۱۵۴۴۹
β_3		۰/۱۵۵۲۲		۰/۳۳۲۷۵	۰/۱۱۱۹۹				۰/۱۵۴۰۰
سطح معناداری		۰/۰۰۳۱۶		۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۱۱۵۶				۰/۰۰۱۲۰

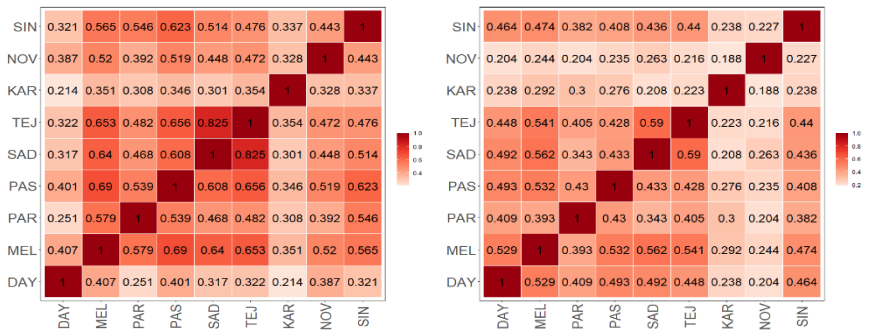
[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

دوره دوم	دی	ملت	پارسیان	پاسارگاد	صادرات	تجارت	کارآفرین	اقتصاد نوین	سینا
ς_0	۰/۰۳۷۷۱	۰/۱۴۲۰۸	۰/۱۰۲۴۵	۰/۱۸۳۶۵	۰/۰۲۲۳۷	۰/۱۰۰۶۳	۰/۱۸۴۱۳	۰/۲۱۸۳۳	۰/۰۳۷۳۴
سطح معناداری	۰/۱۹۵۶۴	۰/۲۶۵۴۸	۰/۲۵۱۸۴	۰/۰۹۲۳۸	۰/۰۰۰۰۰	۰/۲۷۸۱۴	۰/۱۲۳۶۲	۰/۰۴۲۲۰	۰/۸۲۴۷۷
ς_1	۰/۰۰۵۹۷	۰/۰۸۱۶۰	۰/۱۶۴۲۸	۰/۱۵۰۲۰	۰/۰۳۷۲۷	۰/۱۰۷۰۰	۰/۱۲۴۵۹	۰/۲۰۹۹۲	۰/۰۶۷۶۲
سطح معناداری	۰/۶۹۴۳۰	۰/۰۱۹۷۳	۰/۰۰۱۴۹	۰/۰۰۰۸۶	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۸۰۱	۰/۰۰۱۹۷	۰/۰۰۳۴۰	۰/۰۱۱۶۸
ς_3	۰/۹۹۶۵۷	۰/۹۲۲۶۱	۰/۸۹۸۷۰	۰/۸۲۹۸۲	۱/۰۰۰۰۰	۰/۹۱۸۳۸	۰/۸۹۲۳۸	۰/۷۸۶۲۳	۰/۹۶۱۳۱
سطح معناداری	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰۰
ς_2	-۰/۰۱۱۰۸	-۰/۰۴۴۵۰	-۰/۱۳۱۲۷	-۰/۰۰۱۵۰	-۰/۰۷۶۵۴	-۰/۰۷۶۲۲	-۰/۰۸۹۲۴	-۰/۰۱۷۹۱	-۰/۰۵۹۸۷
سطح معناداری	۰/۷۱۵۶۸	۰/۳۵۹۵۴	۰/۰۱۲۰۶	۰/۹۸۰۴۸	۰/۰۰۰۰۰	۰/۰۷۷۳۲	۰/۰۷۶۸۲	۰/۸۱۰۲۶	۰/۱۱۶۰۱
Ljung-Box	۶/۹۵۱۸۶۱۲۸۳	۲/۰۷۴۸۱۳۰۱۶	۴/۸۴۵۰۷۰۴۵۵	۱/۵۸۳۰۲۷۸۳۹	۴/۲۱۶۴۲۹۲۶۶	۱/۹۶۸۹۰۵۹۳	۴/۴۱۱۶۹۹۷۲۲	۳/۸۳۰۲۳۹۱۴۵	۱/۱۵۲۵۲۷۱۴۲
سطح معناداری	۰/۳۲۵۳۲۲۰۱۲	۰/۹۱۲۶۹۰۹۹۱	۰/۶۷۸۸۶۳۳۸۶	۰/۹۷۹۲۹۵۲۵۶	۰/۷۵۴۵۳۸۸۴۹	۰/۹۶۱۵۴۱۲۶۹	۰/۷۳۱۳۲۲۳۶۷	۰/۷۹۹۱۰۹۸۴	۰/۹۹۱۹۷۹۱۹۳
ArchTest	۱۵/۱۰۷۹۳۰۲۱	۱۲/۸۹۴۱۷۶۹۵	۱۷/۶۶۸۳۳۱۵۸	۱۵/۲۶۴۰۲۰۵۴	۲۰/۷۶۹۹۱۱۹۶	۲۳/۴۴۸۴۲۱۹۶	۱۰/۸۰۳۹۳۱۲۱	۱۲/۱۲۷۴۷۴۸۶	۲۹/۵۴۵۴۶۷۰۴
سطح معناداری	۰/۷۷۰۱۹۸۸۵۴	۰/۸۸۱۸۷۸۱۰۷	۰/۶۰۹۲۴۶۶۱۱	۰/۷۶۱۱۰۶۱۸۹	۰/۴۱۰۷۸۴۹۴۸	۰/۲۶۷۳۱۶۰۰۹	۰/۹۵۱۱۴۹۴۷۹	۰/۹۱۱۶۱۸۴۸۹	۰/۰۷۷۵۶۱۱۳۳

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج جدول ۳ و ۴ نشان می‌دهد که برای مدل‌سازی سری زمانی بانک‌ها در هر دو دوره از وقفه‌های متفاوتی باید استفاده شود و داده‌ها از این نظر با هم تفاوت دارند. دو آزمون جانگ باکس و آرچ بر روی توزیع‌های حاشیه‌ای استاندارد شده، به‌کار گرفته شده است. فرض صفر عدم خودهمبستگی آزمون جانگ باکس (تعداد وقفه بهینه بر اساس (Tsay, 2005) انتخاب شده است) در سطح معناداری ۵ درصد رد نشده است و همین‌طور فرض صفر واریانس همسانی آزمون آرچ با ۲۰ وقفه در سطح معناداری ۵ درصد رد نشده است. نتایج این آزمون نشان از بهینه بودن مدل‌های ARMA(p,q)-gjrGARCH(1,1) برای حذف کردن اثر خودهمبستگی و اثر واریانس ناهمسانی در توزیع‌های حاشیه‌ای استاندارد شده، می‌باشد. بعد از استخراج توزیع‌های حاشیه‌ای استاندارد شده برای هر دو دوره، همبستگی پیرسون میان دو به دو توزیع‌های حاشیه‌ای استخراج شده محاسبه شده است. شکل ۱ نتایج همبستگی محاسبه شده برای دو دوره را نشان می‌دهد و از ماتریس همبستگی به‌دست آمده، حداقل درخت پوشا حاصل شده است. شکل۲ شبکه حاصل از حداقل درخت پوشا را نشان می‌دهد.

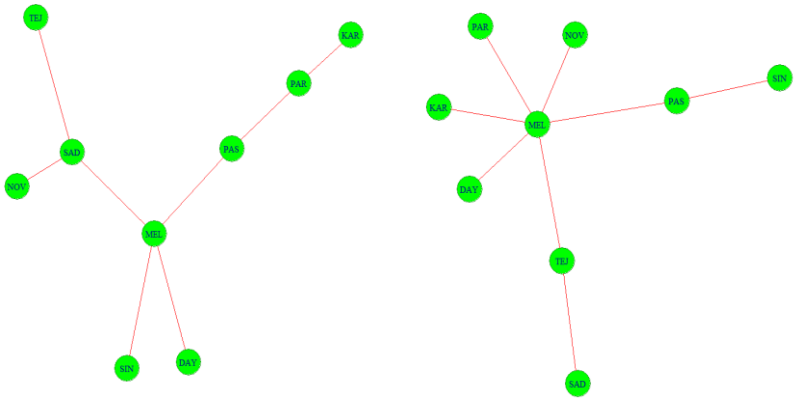


شکل ۱. همبستگی محاسبه شده بر روی دو به دو ی توزیع‌های حاشیه‌ای در طول دو دوره. شکل سمت چپ نشان‌دهنده همبستگی به‌دست‌آمده برای دوره اول می‌باشد و شکل راست نتایج دوره دوم را نشان می‌دهد.[۱]

۱. جهت فهم نماد های به کار برده شده به جدول ۶ در پیوست مراجعه کنید.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]



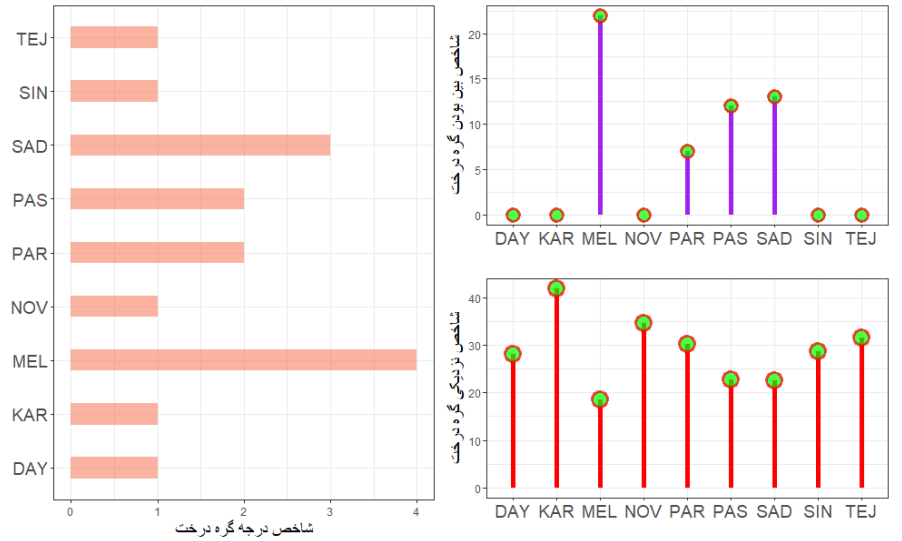
شکل ۲. نتایج حاصل از حداقل درخت پوشا برای حالت ایستا. شکل سمت چپ نشان‌دهنده شبکه به‌دست‌آمده برای دوره اول می‌باشد و شکل راست نتایج دوره دوم را نشان می‌دهد.

منبع: محاسبات تحقیق

همان‌طور که در شکل ۲ نشان‌داده‌شده است، هر گره نشان‌دهنده یک نهاد بانکی می‌باشد که به‌وسیله یال‌هایی که نشان‌دهنده فاصله‌های به‌دست‌آمده از همبستگی پیرسون هستند، به هم وصل شدند. در واقع این درخت به‌دست‌آمده در میان تمام درخت‌های موجود، مجموع فاصله‌های بین یال‌ها را کمینه می‌کند و این عملیات بر اساس حداقل درخت پوشا محاسبه شده است. بر اساس شکل ۲، بانک ملت در هر دو دوره مهم‌ترین مؤسسه بانکی می‌باشد که این نتیجه در دوره دوم واضح‌تر می‌باشد.

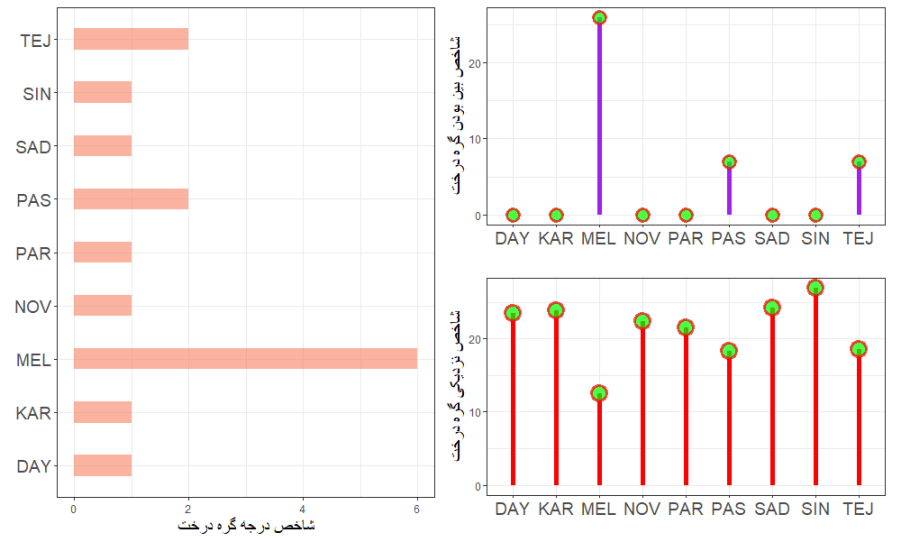
[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]



شکل ۳. شاخص‌های مرکزیت برای دوره اول

منبع: محاسبات تحقیق



شکل ۴. شاخص‌های مرکزیت برای دوره دوم

منبع: محاسبات تحقیق

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

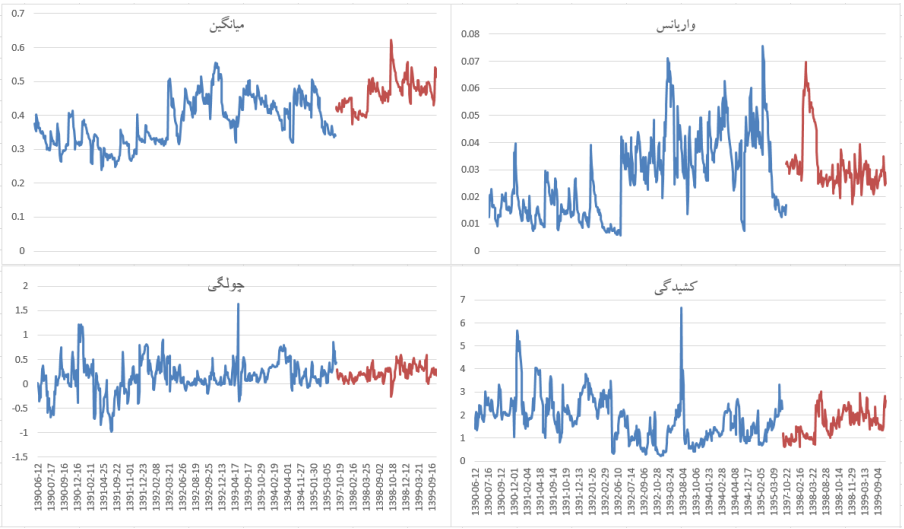
شکل ۳ و ۴، نتایج آزمون‌های مرکزیت برای دو دوره را به ترتیب نشان می‌دهند. بر اساس شکل ۳، بانک ملت بیشترین شاخص درجه درخت و بین بودن درخت را دارد و همچنین کمترین شاخص نزدیکی درخت را در دوره اول دارد که نشان از مرکزیت این بانک در دوره اول در شبکه بانکی می‌باشد. همچنین بر اساس این سه شاخص دومین بانک مهم این شبکه در دوره اول بانک صادرات می‌باشد. بر اساس شکل ۴، مانند دوره اول، بانک ملت مهم‌ترین بانک (با اختلاف بیشتری نسبت به دوره اول) در دوره دوم می‌باشد. همچنین عنوان دومین بانک مهم در شبکه به بانک پاسارگاد اختصاص می‌یابد.

۳-۵. حداقل درخت پوشا تحلیل پویا

برای تحلیل پویای بین متغیرها، باید همبستگی پویای دوبه‌دو متغیرها استخراج شود. برای این هدف، از مدل دومرحله‌ای ARMA-gjrGARCH-bivariateDCCt(1,1) استفاده شده است. در مرحله اول مشابه حالت ایستا، توزیع‌های حاشیه‌ای و نوسانات شرطی سری‌های زمانی را بر اساس مدل ARMA-gjrGARCH(1,1) استخراج شده است که نتایج کاملاً مشابه جدول ۳ و ۴ برای دوره‌های اول و دوم می‌باشد. در مرحله دوم با استفاده از توزیع‌های حاشیه‌ای و نوسانات استخراج شده از مرحله اول، مدل DCCt(1,1) دومتغیره تخمین خورده است و همبستگی در طول زمان برای دو به دوی سری‌های زمانی در دو دوره به‌دست‌آمده است. در مجموع ۷۲ مدل DCCt(1,1) دومتغیره در دو دوره تخمین خورده است. به علت حجم زیاد نتایج تخمین، از گزارش آن در این پژوهش خودداری شده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]



شکل ۵. میانگین، واریانس، چولگی و کشیدگی ضریب همبستگی در طول زمان برای دو دوره. شکل بالا سمت چپ، میانگین و شکل بالا سمت راست، واریانس و شکل پایین سمت چپ، چولگی و شکل پایین سمت راست، کشیدگی ضریب همبستگی در طول زمان را نشان می‌دهد و همچنین رنگ آبی نشان‌دهنده دوره اول و رنگ قرمز نشان‌دهنده دوره دوم می‌باشد.

بر اساس شکل ۵ میانگین ضریب همبستگی در طول زمان متغیر است ولی مقدار آن بین حدود ۰/۲ تا ۰/۵۵ تغییر می‌کند و همچنین این ضریب همبستگی دارای یک حرکت بلندمدت روبه‌بالا می‌باشد که نشان‌دهنده همبستگی بیشتر بازار در طول زمان می‌باشد یعنی به عبارتی بازار در طول زمان یکپارچه‌تر شده است و همبستگی بین اجزای بازار بیشتر شده است. همچنین واریانس این ضریب در طول زمان متغیر است و بعد از نیمه دوم سال ۱۳۹۸ این واریانس شروع به کاهش کرده است. کاهش واریانس و افزایش میانگین نشان‌دهنده افزایش یکپارچگی و همبستگی در این بازار می‌باشد. همچنین افزایش واریانس نشان‌دهنده عدم ثبات بازار می‌باشد که این اتفاق در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ و میانه سال ۱۳۹۸ رخ‌داده است. میزان چولگی بین ۱ تا ۱- در طول زمان متغیر بوده و عمدتاً میزانش مثبت بوده که نشان از چوله به راست بودن توزیع در طول زمان می‌باشد و همچنین کشیدگی در اکثر مواقع از ۳ فاصله داشته است که نشان‌دهنده عدم نرمالیتی توزیع ضریب همبستگی در طول زمان می‌باشد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

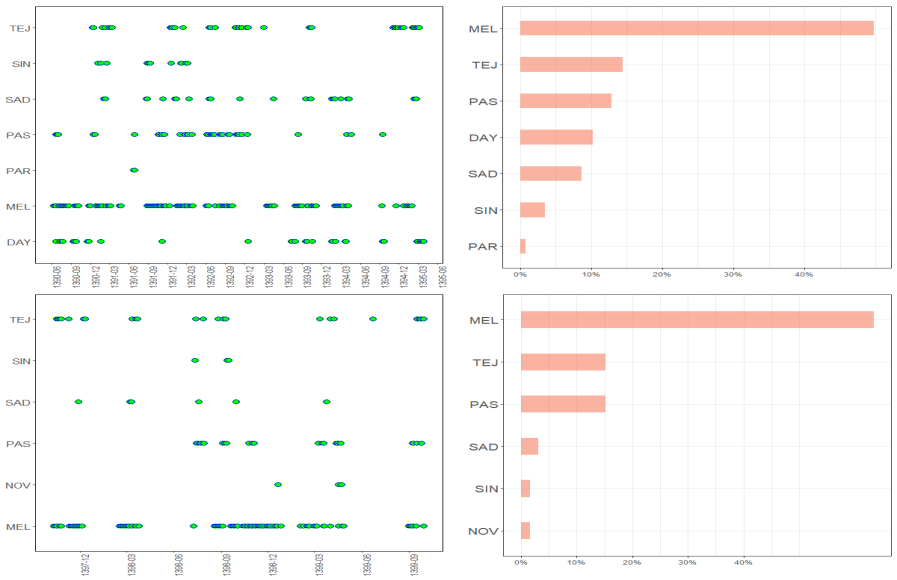
شکل ۶. شاخص مرکزیت نزدیکی گره درخت در طول زمان. شکل چپ بالا، نشان‌دهنده مؤسسه‌ای با بالاترین شاخص نزدیکی گره درخت در طول زمان در دوره اول می‌باشد و شکل راست بالا نشان‌دهنده این است که هر مؤسسه در نسبت کل دوره چند درصد مواقع بیشترین شاخص مرکزیت نزدیکی گره درخت در دوره اول را دارد. دو نمودار پایین، همین مفاهیم را طول دوره دوم نشان می‌دهد.

بر اساس همبستگی استخراج شده در طول زمان، حداقل درخت پوشا در تمام نقاط در طول زمان تشکیل می‌شود. براین‌اساس در هر نقطه از زمان، بانک با بالاترین شاخص مرکزیت استخراج می‌شود. شکل ۶ و ۷ نتایج این بررسی را برای شاخص مرکزیت نزدیکی گره درخت و شاخص مرکزیت بین بودن گره درخت نشان می‌دهد. بر اساس نتایج شکل ۶ بانک ملت در طول زمان بیشترین تکرار شاخص مرکزیت نزدیک بودن را دارا است. حدود ۴۳ درصد مواقع، بانک ملت در دوره اول دارای بیشترین شاخص مرکزیت بوده و برای دوره دوم این میزان به ۵۶ درصد می‌رسد. هم در دوره اول و هم در دوره دوم بانک پاسارگاد، دومین بانک با بیشترین شاخص مرکزیت

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

می‌باشد. شکل ۷ همین نتایج را برای شاخص مرکزیت بین بودن نشان می‌دهد و همانند شاخص نزدیکی گره درخت، بانک ملت دارای بیشترین مرکزیت در طول دو دوره می‌باشد. همین‌طور دوم بانک مهم در طول دوره اول بر اساس شاخص بین بودن، بانک تجارت می‌باشد و در طول دوره دوم بانک پاسارگاد می‌باشد.



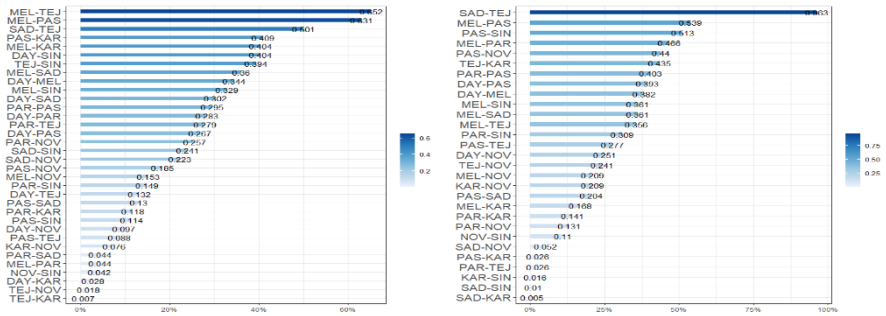
شکل ۷. شاخص مرکزیت بین بودن گره درخت در طول زمان. شکل چپ بالا، نشان‌دهنده مؤسسه‌ای با بالاترین شاخص بین بودن گره درخت در طول زمان در دوره اول می‌باشد و شکل راست بالا نشان‌دهنده این است که هر مؤسسه در نسبت کل دوره چند درصد مواقع بیشترین شاخص مرکزیت بین بودن گره درخت در دوره اول را دارد. دو نمودار پایین، همین مفاهیم را طول دوره دوم نشان می‌دهد.

منبع: محاسبات تحقیق

همچنین شکل ۸ درصد فراوانی رابطهٔ دوبه‌دو بین بانک‌ها در طول دوره اول و دوم را نشان می‌دهد. بر اساس شکل ۸ در دوره اول، ۶۵.۲٪ مواقع در کل دوره بانک ملت و پاسارگاد در ساختار حداقل درخت پوشا بدون واسطه به هم متصل بوده‌اند. درواقع هدف از این شکل، نمایش دادن مستحکم‌ترین رابطه‌ها و مسیرهای انتقال اطلاعات در طول زمان می‌باشد. در دوره اول رابطه بین بانک ملت و پاسارگاد و رابطه بین صادرات و تجارت و رابطه بین بانک ملت و تجارت جزء

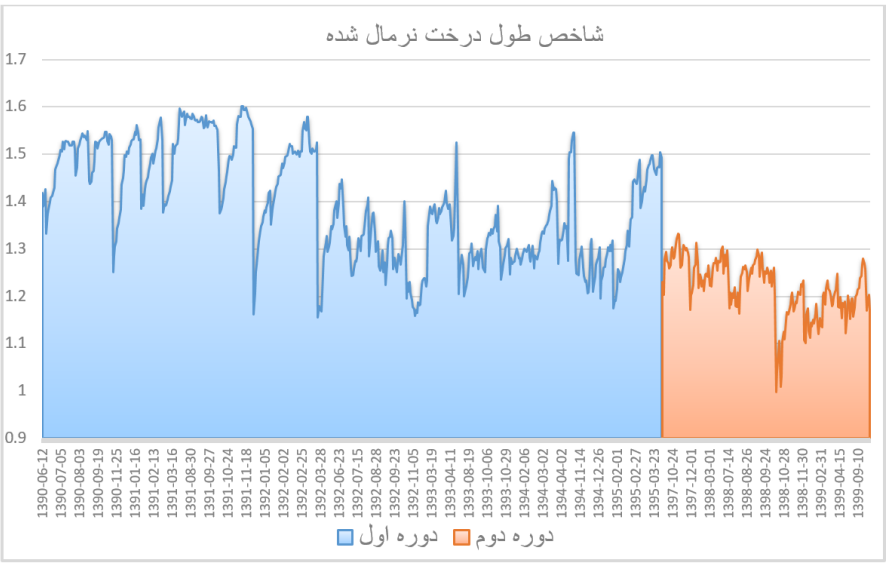
[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]
[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

مهم‌ترین رابطه‌ها به‌حساب می‌آیند. در دوره دوم به ترتیب، رابطه بین صادرات و تجارت و رابطه بین ملت و پاسارگاد و رابطه بین ملت و تجارت جزء سه رابطه مهم شبکه بانکی در طول زمان می‌باشند و همین‌طور کمترین رابطه‌ها و مسیرها هم به طور واضح برای دو دوره مشخص هستند.



شکل ۸. فراوانی رابطه‌های موجود در حداقل درخت پوشا در طول زمان برای دوره اول و دوم. شکل سمت چپ مربوط به دوره اول و شکل سمت راست مربوط به دوره دوم می‌باشد

منبع: محاسبات تحقیق



شکل ۹. شاخص طول درخت نرمال شده. قسمت آبی نشان‌دهنده دوره اول و قسمت قرمز نشان‌دهنده دوره دوم است.

منبع: محاسبات تحقیق

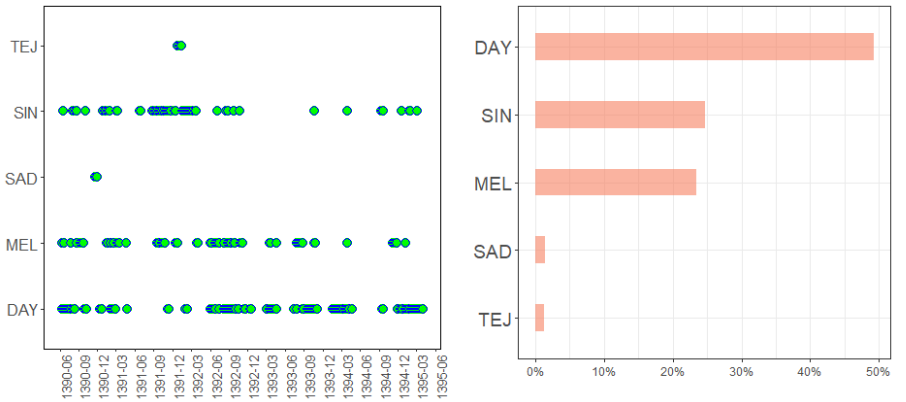
[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

شکل ۹ شاخص طول درخت نرمال شده را نشان می‌دهد. بر اساس این شکل این شاخص در طول دوره دوم نسبت به دوره اول کاهش پیدا کرده است که نشان می‌دهد بازار بانکی کشور در طول دوره دوم یکپارچه‌تر شده است و انتقال ریسک و اطلاعات بیشتر شده است که این موضوع می‌تواند احتمال ایجاد بحران‌ها و ریسک‌های سیستمی را بیشتر کند، زیرا از شکست یک بانک باعث تسری بیشتر این شکست در شبکه بانکی کشور می‌شود و کل سیستم را تحت تأثیر قرار می‌دهد و خطرات ریسک سیستمی را افزایش می‌دهد.

۴-۵. سنجش ΔCoVaR

شکل ۱۰ و ۱۱ نتایج محاسبه ΔCoVaR را دوره اول و دوم نشان می‌دهد. شکل ۱۰ نشان می‌دهد در دوره اول بانک دی در طول زمان که بیشترین ریسک را به سیستم وارد می‌کند. در واقع در ۵۰درصد از زمان‌ها بانک دی به عنوان موسسه‌ای که بیشترین ریسک را به سیستم وارد می‌کند به حساب می‌آید. همچنین بانک سینا و بانک ملت به ترتیب رتبه دوم و سوم را دارا هستند. همین‌طور بر اساس شکل ۱۱، بانک ملت به عنوان مهمترین موسسه مالی در دوره دوم به حساب می‌آید و بعد آن بانک‌های صادرات و اقتصاد نوین قرار دارند.

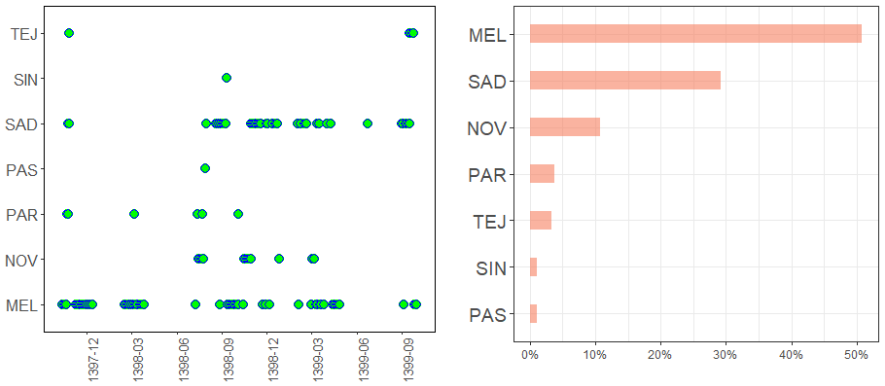


شکل ۱۰. شکل بالامهم‌ترین موسسه بانکی را بر اساس شاخص ΔCoVaR در طول زمان دوره اول نشان می‌دهد. بر این اساس موسسه‌ای که بیشترین سهم را در ایجاد ریسک در شبکه داشته به عنوان مهم‌ترین موسسه از لحاظ ریسک

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

سیستمی، درنظر گرفته شده است. شکل سمت چپ مهم‌ترین موسسه بانکی را در طول زمان نشان می‌دهد و همچنین شکل سمت راست، نسبت اینکه یک موسسه در طول زمان به عنوان مهمترین موسسه باشد را به کل زمان نشان می‌دهد.



شکل ۱۱. شکل بالامهم‌ترین موسسه بانکی را بر اساس شاخص ΔCoVaR در طول زمان دوره دوم نشان می‌دهد. بر این اساس موسسه‌ای که بیشترین سهم را در ایجاد ریسک در شبکه داشته به عنوان مهم‌ترین موسسه از لحاظ ریسک سیستمی، درنظر گرفته شده است. شکل سمت چپ مهم‌ترین موسسه بانکی را در طول زمان نشان می‌دهد و همچنین شکل سمت راست، نسبت اینکه یک موسسه در طول زمان به عنوان مهمترین موسسه باشد را به کل زمان نشان می‌دهد

رابطه بین ΔCoVaR و شاخص‌های مرکزی

در این قسمت ما به بررسی عوامل ایجاد ریسک سیستمی می‌پردازیم. در این زمینه مطالعات خوبی در مقالات داخلی انجام شده است. اما در این بررسی ما به اهمیت ساختار شبکه بانکی می‌پردازیم. در واقع سؤال اصلی ما این است که آیا ساختار ارتباط بین مؤسسات بانکی در شبکه تأثیری در ریسک سیستمی شبکه بانکی دارد یا خیر؟ در واقع ما نشان می‌دهیم که آیا رابطه ی خاصی بین شاخص‌های مرکزیت و نوع ساختار شبکه بانکی و شاخص ریسک سیستمی محاسبه شده با روش ΔCoVaR وجود دارد یا خیر؟

بر این اساس ما به مطالعه رابطه بین شاخص‌های مرکزیت و ریسک سیستمی محاسبه شده با شاخص ΔCoVaR می‌پردازیم. با توجه به هدف مسئله ما از مدل پنل استفاده می‌کنیم تا رابطه بین شاخص‌های مرکزیت و ریسک سیستمی را نشان دهیم. بر اساس مطالعه ابریشمی و همکاران (۱۳۹۸) رابطه بین ارزش در معرض خطر بانک‌ها و اندازه بانک‌ها با ریسک سیستمی نشان داده شده است.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

بر همین اساس ما این دو متغیر را به عنوان متغیر کنترل وارد مدل می‌کنیم. همچنین به علت همبستگی شدید بین سه شاخص مرکزیت، ما رگرسیون را به صورت جداگانه با هر شاخص مرکزیت ارزیابی می‌کنیم. همچنین آزمون لیمر و هاسمن بر روی داده‌ها انجام شدند تا انتخاب درست مدل پنل انجام شود و دو آزمون‌های مانایی داده‌های پنل، ایم[1] و همکاران (۲۰۰۳)؛ مادالا و وو[2] (۱۹۹۹) نشان دهنده مانایی داده‌ها در سطح پنل بوده است. بر اساس آزمون مدنظر برای همه مدل‌های برآورد شده مدل پنل با اثرات ثابت به عنوان مدل بهینه انتخاب شده است. جدول ۵ نتایج این تخمین را نشان می‌دهد.

جدول ۵. جدول بالا نتایج مدل پنل را با توجه به متغیرهای مرکزیت مختلف

دوره	شاخص مرکزیت	متغیرهای توضیحی	ضریب	سطح اطمینان
دوره اول	شاخص نزدیکی گره درخت	شاخص نزدیکی گره درخت	۰/۰۷۵۹۴۴۰۹	۰/۰۰۰۰۰
		ارزش در معرض خطر	۰/۳۵۰۰۲۹۸۴	۰/۰۰۰۰۰
		اندازه بانک	۰/۱۹۴۲۱۸۱۲	۰/۰۰۰۰۰
	شاخص بین بودن گره درخت	شاخص بین بودن گره درخت	-۰/۰۵۵۷۲۱۳	۰/۰۰۰۰۰
		ارزش در معرض خطر	۰/۳۵۲۰۹۹۶	۰/۰۰۰۰۰
		اندازه بانک	۰/۲۰۹۸۹۶۸	۰/۰۰۰۰۰
	شاخص درجه قدرت گره درخت	شاخص درجه قدرت گره درخت	-۰/۲۲۴۷۸۹۵	۰/۰۰۰۰۰
		ارزش در معرض خطر	۰/۳۸۱۶۸۳۰	۰/۰۰۰۰۰
		اندازه بانک	۰/۱۴۷۰۳۷۶	۰/۰۰۰۰۰
دوره دوم	شاخص نزدیکی گره درخت	شاخص نزدیکی گره درخت	۰/۰۶۳۰۶۹۳	۰/۰۰۰۰۰
		ارزش در معرض خطر	۰/۵۶۳۹۰۰۷	۰/۰۰۰۰۰
		اندازه بانک	-۰/۲۶۱۶۸۹۱	۰/۰۰۰۰۰

1. Im
2. Maddala & Wu

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]
[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

دوره	شاخص مرکزیت	متغیرهای توضیحی	ضریب	سطح اطمینان
	شاخص بین بودن گره درخت	شاخص بین بودن گره درخت	-۰/۰۱۶۸۸۴۶	۰/۰۰۰۰۰
		ارزش در معرض خطر	۰/۵۶۱۷۷۱۲	۰/۰۰۰۰۰
		اندازه بانک	-۰/۴۲۳۲۰۷۵	۰/۰۰۰۰۰
	شاخص درجه قدرت گره درخت	شاخص درجه قدرت گره درخت	-۰/۰۳۳۴۹۹	۰/۰۱۷۸۵
		ارزش در معرض خطر	۰/۵۷۰۵۳۷	۰/۰۰۰۰۰
		اندازه بانک	-۰/۴۹۴۰۵۳	۰/۰۰۰۰۰

منبع: محاسبات تحقیق

بر اساس نتایج جدول ۵ در دوره اول، تمامی شاخص‌های مرکزی نشان دهنده رابطه مستقیم ریسک سیتماتیک ایجاد شده توسط موسسه‌ها و مرکزیت ساختار شبکه و توپولوژی موسسه‌ها در سیستم بانکی می‌باشند. زیرا ضریب شاخص نزدیکی گره درخت مثبت می‌باشد که با توجه به منفی بودن ΔCoVaR و اهمیت داشتن مقدار بزرگی (قدرمطلق) این شاخص و همچنین رابطه عکس داشتن شاخص نزدیکی گره درخت و با درجه مرکزیت گره درخت، این عدد مثبت نشان دهنده رابطه مثبت بین ریسک سیستمی ایجاد شده بین مؤسسات و مرکزیت و یکپارچگی بیشتر سیستم بانکی را نشان می‌دهد. دو شاخص دیگر هم نشان دهنده این موضوع می‌باشند ولی چون رابطه مثبتی بین آن دو شاخص و درجه مرکزیت گره درخت برقرار است، مقدرا آن‌ها منفی شده است. همچنین در دوره دوم نیز این رابطه به همین نحو برقرار می‌باشد. همچنین متغیر کنترل ارزش در معرض خطر هم در دو دوره رابطه معناداری با ریسک سیستمی ایجاد شده دارد. اما تأثیر متغیر کنترل اندازه بانک در دو دوره متفاوت می‌باشد و در دوره اول این رابطه مثبت می‌باشد و در دوره دوم این رابطه منفی می‌باشد که باتوجه به ارزش داشتن مقدار بزرگی (قدرمطلق) ΔCoVaR، در دوره اول رابطه منفی

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

بین اندازه موسسه بانکی و ریسک سیستمی ایجاد شده توسط آنها، برقرار است و در دوره دوم این رابطه عکس می‌باشد.

٦. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بررسی رابطهٔ بین نهادهای مالی و پیداکردن مسیرهای انتقال ریسک و اطلاعات و همچنین پیداکردن مهم‌ترین نهاد مالی در شبکه مالی، در تحلیل‌های ریسک سیستمی بسیار حائز اهمیت است. این پژوهش به دنبال پیداکردن مهم‌ترین نهاد مالی و مهم‌ترین ارتباط و مسیرهای انتقال ریسک بر اساس فهم ایستا و پویای همبستگی بین نهادها و پیداکردن ساختار شبکه‌ای این اتصالات، بوده است. برای بررسی همبستگی ایستا از همبستگی پیرسون بین توزیع‌های حاشیه‌ای استخراج شده از مدل ARMA-gjrGARCH، استفاده می‌شود و همچنین برای بررسی همبستگی پویا از مدل دومرحله‌ای ARMA-gjrGARCH-bivariateDCCt، استفاده می‌شود. سپس بعد از استخراج همبستگی، ساختار شبکه را در حالت ایستا و پویا بر اساس حداقل درخت پوشا بنا می‌شود. همچنین با محاسبه ΔCoVaR با استفاده از مدل پویا، به بررسی سهم هر یک از مؤسسات بانکی کشور در ریسک سیستمی می‌پردازیم و همچنین به بررسی عوامل مؤثر بر این ریسک می‌پردازیم.

نتایج پژوهش در حالت ایستا بیان می‌کند بر اساس سه شاخص مرکزیت نزدیک بودن گره درخت و بین بودن گره درخت و درجه گره درخت، در هر دو دوره بانک ملت مهم‌ترین مؤسسه بانکی در شبکه بانکی می‌باشد و همچنین بانک صادرات در دوره اول و بانک پاسارگاد در دوره دوم به‌عنوان دومین مؤسسه مهم در شبکه بانکی می‌باشند و همچنین نتایج تحلیل پویا بیان می‌کند ساختار همبستگی بین مؤسسه‌های مالی در طول زمان متغیر است و در هر نقطه از زمان مهم‌ترین مؤسسه مالی متفاوتی وجود دارد. در مجموع، در طول زمان بانک ملت در هر دو دوره به‌عنوان مهم‌ترین نهاد مالی می‌باشد و جایگاه دوم را در دوره اول بانک تجارت و در دوره دوم بانک پاسارگاد دارا می‌باشد. همچنین نتایج بیان می‌کنند که یکپارچگی در طول سیستم مالی در طول زمان متغیر بوده ولی به‌طورکلی افزایش‌یافته است و همبستگی بین شبکه بانکی در طول زمان افزایش‌یافته که باعث تقویت ریسک سیستمی و انتقال ریسک در شبکه می‌شود. همچنین نتایج مدل ΔcoVaR

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

بیان می‌کند که بانک‌های دی، سینا و ملت در دوره اول و بانک‌های ملت و صادرات در دوره دوم دارای بیشترین سهم در ایجاد ریسک در شبکه بانکی کشور می‌باشند.

نتایج این پژوهش نشان دهنده این واقعیت می‌باشد که بین ریسک سیتماتیک ایجاد شده توسط موسسه و مرکزیت آن موسسه رابطه مستقیم وجود دارد در واقع هر چه موسسه‌ای دارای مرکزیت بیشتری باشد ریسک سیستمی بیشتری هم ایجاد می‌کند و درواقع هر چه موسسه در ساحتار بانکی دارای اتصال‌های بیشتری باشد، ریسک سیستمی بیشتری را به سیستم بانکی تحمیل می‌کند. و این رابطه برای اندازه موسسه در دوره دوم نیز برقرار است یعنی هرچه موسسه بزرگ‌تر باشد ریسک سیستمی بیشتری را به سیستم تحمیل می‌کند.

در این پژوهش ما به بررسی ساختار شبکه بانکی کشور و همچنین ریسک سیستمی در آن پرداختیم و عوامل مؤثر بر ریسک سیستمی و مهمترین نهاد از نظر سیستمی در شبکه بانکی کشور را بررسی کردیم. بر اساس نتایج این مطالعه توصیه‌های زیر در خصوص شبکه بانکی کشور پیشنهاد می‌شود:

۱. جهت جلوگیری از وقوع ریسک سیستمی در سیستم بانکی کشور، پیشنهاد می‌شود که بانک مرکزی سنجش ریسک سیستم بانکی را مورد توجه قرار دهد و اقدامات سیاستی مطابق با آن را اعمال کند.

۲. جهت جلوگیری از وقوع بحران‌های بانکی و قانون‌گذاری شبکه بانکی کشور، نهاد سیاست‌گذار باید SIFI را در هر دوره شناسایی کند و برای بی ثباتی احتمالی این نهادها چاره‌ای بیندیشد.

۳. ادبیات ریسک سیستمی در ایران کمتر مورد توجه نهادهای سیاستی قرار گرفته و عمدتاً تکیه بر ارزش در معرض خطر می‌شود. بنابراین رابطه مثبت بین ارزش در معرض خطر و ریسک سیستمی شبکه بانکی، نشان از اهمیت ریسک سیستمی در شبکه بانکی کشور می‌باشد که باید مورد توجه قانون‌گذاران قرار گیرد.

۴. همین‌طور که در نتایج آمده، توپولوژی و ساختار شبکه بانکی بر ریسک سیستمی تأثیرگذار است و سیاست‌گذار باید این ساختار را بررسی کند و با استفاده از شاخص‌های استفاده شده در این

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

پژوهش (شاخص‌های مربوط به گراف شبکه بانکی) و محدودیت‌ها و قوانین مورد نیاز، ساختار شبکه بانکی را طوری کنترل کند که سبب کاهش ریسک سیستماتیک شود.

۵. نتایج بیان می‌کنند که اندازه بانک‌ها در زمان‌هایی رابطه مثبت با ریسک سیستمی دارند و در زمان‌هایی بالعکس که نشان دهنده این است که قاعده "Too big to fail" در مورد بانک‌های ایرانی لزوماً صادق نیست ولی روابط بین شاخص‌های مرکزی با ریسک سیستمی، نشان می‌دهد که عبارت "too connected to fail" در ایران برقرار است. یعنی شکست مؤسساتی که دارای بیشترین رابطه در شبکه بانکی هستند دارای آثار سیستمی زیان باری خواهند بود و درنتیجه سیاست‌گذار باید به این نهادها توجه کنند و با قوانین و مقررات مانع از شکست این نهادها شوند.

۶. همچنین نتایج این پژوهش می‌تواند به اجزاء مختلف بازار بورس در تصمیم گیری کمک کند. سرمایه‌گذاران می‌توانند از نتایج این پژوهش برای گرفتن تصمیم‌های سرمایه‌گذاری بهتر بهره ببرند و همچنین نهاد تنظیم کنند در سازمان بورس هم می‌تواند از نتایج این پژوهش جهت کنترل صنعت بانکی در بورس استفاده کند.

۷. همچنین پیشنهاد می‌شود برای مطالعات آتی، بر روی تمام نهادهای مالی فعال در ایران نظیر، بانک، بیمه و شرکت‌های سرمایه‌گذاری تمرکز شود و کل سیستم مالی کشور از نظر ریسک سیستمی مورد بررسی قرار گیرد.

منابع

ابریشمی، حمید؛ مهرآرا، محسن و محمد رحمانی (۱۳۹۸). "اندازه‌گیری و تحلیل ریسک سیستمی در بخش بانکداری ایران و بررسی عوامل مؤثر بر آن". *مدلسازی اقتصادسنجی*، ۴(۳)، صص۳۶-۱۱.

رحیمی باغی، علی؛ عرب صالحی نصرآبادی، مهدی و محمد واعظ برزانی (۱۳۹۷). "ارزیابی ریسک سیستمی در نظام مالی کشور با استفاده از روش شبکه علیت گرنجر". *تحقیقات مالی*، ۲۱(۱)، صص۱۲۱-۴۲.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

رحیمی باغی، علی؛ عرب صالحی نصرآبادی، مهدی و محمد واعظ برزانی (۱۳۹۸). "ارزیابی ریسک سیستمی در خرده‌نظام‌های مالی کشور با استفاده از روش گرنجر غیرخطی". *مدیریت دارایی و تأمین مالی*، ۷(۲)، صص ۸۰-۵۹.

تهرانی، رضا؛ سراج، مصطفی؛ فروش باستانی، علی و سعید فلاح‌پور (۱۳۹۹). "ارزیابی اثر ریسک سیستمی بخش بانکی بر عملکرد اقتصاد کلان ایران". *تحقیقات مالی*، ۲۲(۳)، صص ۳۱۹-۲۹۷.

دانش‌جعفری، داود؛ محمدی، تیمور؛ بت‌شکن، محمدهاشم و حام پاشازاده (۱۳۹۶). "بررسی ریسک سیستمیک بانک‌های منتخب نظام بانکی در ایران با استفاده از روش همبستگی شرطی پویا (DCC)". *فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی*، ۱۰(۳۳)، صص ۴۵۷-۸۰.

رادفر، محمدرضا؛ کریمخانی، مسعود و منصوره علیقلی (۱۳۹۹). "بررسی رابطه اندازه بانک و سرمایه با ریسک سیستمی در بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار". *راهبرد مدیریت مالی*، ۸(۱)، صص ۱۶۳-۷۶.

زنگنه، طیبه؛ رستگار، محمدعلی؛ چاوشی، سیدکاظم و میرفیض فلاح شمس (۱۳۹۹). "ارزیابی ریسک سیستمی نظام بانکی از طریق مدلسازی توپولوژی شبکه بازار بین بانکی". *دانش سرمایه‌گذاری*، ۹(۳۵)، صص ۴۸-۲۱.

شاکری، عبدالرضا؛ خسروی‌پور، نگار و سیده محبوبه جعفری (۱۳۹۹). "برآورد ریسک سیستمی نظام بانکی با استفاده از سنجه‌های MSE و CoVAR". *راهبرد مدیریت مالی*، ۸ (۳۱)، صص ۲۳۵-۲۵۶.

شریف صادقی، سید جلال؛ سوری، علی و علی استادهاشمی (۱۳۹۷). "مدلسازی و برآورد ریسک سیستم بانکی در قالب یک مدل شبکه‌ای با استفاده از سنجه CoVAR". *فصلنامه پژوهش‌های پولی-بانکی*، ۱۱(۳۶)۷ صص ۲۱۰-۱۸۳.

صمد، حکمتی فرید؛ رضازاده، علی و علی مالک (۱۳۹۷). "برآورد ریسک سیستمی در بخش‌های مالی اقتصاد ایران (رهیافت ارزش در معرض ریسک شرطی تفاضلی)". *مدلسازی اقتصادی*، ۱۲(۴۳)، صص ۱۲۲-۹۹.

فدائی واحد، میثم؛ دهقان دهنوی، محمد علی؛ دیواندری، علی و میثم امیری (۱۳۹۹). "بررسی تأثیر شاخص‌های ریسک و رقابتی بانک‌ها بر ریسک سیستمی با رویکرد ریزش مورد انتظار نهایی (MES) با استفاده از مدلGMM". *دانش سرمایه‌گذاری*، ۹(۳۶)، صص ۳۱۷-۳۴.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

فرزین‌وش، اسدالله؛ الهی، ناصر؛ گیلانی‌پور، جواد و غدیر مهدوی (۱۳۹۶). "ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه بانکی ایران توسط معیار تغییرات ارزش در معرض خطر شرطی". *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۸(۳۳)، صص ۲۸۱-۲۶۵.

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

Acharya V., Engle R. and M. Richardson (2012). "Capital Shortfall: A new approach to ranking and regulating systemic risks". *American Economic Review*, 102(3), pp.59-64.

Acharya V.V. Pedersen L.H., Philippon T. and M. Richardson (2017). "Measuring systemic risk". *The Review of Financial Studies*, 30(1), pp. 2-47.

Ahern K.R. and J. Harford (2014). "The Importance of Industry links in Merger Waves". *The Journal of Finance*, 69(2), pp. 527-576.

Anginer D., Demirguc-Kunt A. and M. Zhu (2014). "How does Competition affect bank systemic risk?". *Journal of Financial Intermediation*, 23(1), 1–26.

Benoit S., Colletaz G., Hurlin C. and C. Pérignon (2013). "A Theoretical and Empirical Comparison of Systemic risk measures". *HEC Paris Research Paper*, No. FIN-2014-1030.

Benoit S., Colliard J. E., Hurlin C. and C. Pérignon (2017). "Where the risks lie: A survey on systemic risk". *Review of Finance*, 21(1), pp. 109-152.

Billio M., Getmansky M., Lo A.W. and L. Pelizzon (2010). "Econometric Measures of Systemic risk in the Finance and Insurance Sectors". *National Bureau of Economic Research*.

Billio M., Getmansky M., Lo A.W. and L. Pelizzon (2012). "Econometric measures of Connectedness and Systemic Risk in the Finance and Insurance Sectors". *Journal of Financial Economics*, 104(3), pp. 535-559.

Bisias D., Flood M., Lo A.W. and S. Valavanis (2012). "A Survey of Systemic Risk Analytics". *Annu. Rev. Financ. Econ*., 4(1), pp. 255-296.

Brownlees C. and R.F. Engle (2017). "SRISK: A conditional capital shortfall measure of systemic risk". *The Review of Financial Studies*, 30(1), pp. 48-79.

de Mendonça H.F. and R.B. da Silva (2018). "Effect of Banking and macroeconomic variables on systemic risk: An application of ΔCOVAR for an emerging economy". *The North American Journal of Economics and Finance*, No. 43, pp. 141-157.

Deev O. and S. Lyócsa (2020). *Connectedness of financial institutions in Europe: A network approach across quantiles*. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, No. 550, 124035.

Derbali A. (2017). "Systemic risk in the Chinese financial system: Measuring and ranking". *The Chinese Economy*, 50(1), 34–58.

Derbali A., Hallara S. and A. Sy (2015). "Systemic risk of the Greek Financial Institutions: Application of the SRISK model". *African Journal of Accounting, Auditing and Finance*, 4(1), pp. 7–28.

Diebold F.X. and K. Yılmaz (2014). "On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms". *Journal of Econometrics*, 182(1), pp. 119-134.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

Drehmann M. and N.A. Tarashev (2011). Systemic Importance: some simple Indicators. BIS Quarterly Review, March.

Foglia M. and E. Angelini (2020). "From me to you: Measuring connectedness between Eurozone financial institutions". *Research in International Business and Finance*.

Hautsch N., Schaumburg J. and M. Schienle (2015). "Financial network systemic risk contributions". *Review of Finance*, 19(2), pp. 685-738.

Huang X., Zhou H. and H. Zhu (2009). "A framework for assessing the systemic risk of major financial institutions". *Journal of Banking & Finance*, 33(11), pp. 2036–2049.

Huang W.Q., Zhuang X.T., Yao S. and S. Uryasev (2016). "A Financial Network Perspective of Financial Institutions' systemic risk Contributions". *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, No. 456, pp. 183–196.

Im K.S., Pesaran M.H. and Y. Shin (2003). "Testing for unit roots in heterogeneous panels". *Journal of Econometrics*, 115(1), pp. 53–74.

Ji Q. and Y. Fan (2016). "Evolution of the world crude oil market integration: a graph theory analysis". *Energy Economics*, No. 53, pp. 90-100.

Jiang Y., Jiang C., Nie H. and B. Mo (2019). "The time-varying linkages between global oil market and China's commodity sectors: Evidence from DCC-GJR-GARCH analyses". *Energy*, No. 166, pp. 577-586.

Jiang Y., Nie H. and J.Y. Monginsidi (2017). "Co-movement of ASEAN stock markets: New evidence from wavelet and VMD-based copula tests". *Economic Modelling*, No. 64, pp. 384-398.

Karimalis E.N. and N.K. Nomikos (2018). "Measuring systemic risk in the European banking sector: a copula CoVaR approach". *The European Journal of Finance*, 24(11), pp. 944-975.

Maddala G.S. and S. Wu (1999). "A Comparative Study of unit root tests with panel data and a new simple test". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(S1), pp.631–652.

Mantegna R.N. (1999). "Hierarchical Structure in Financial Markets". *The European Physical Journal B-Condensed Matter and Complex Systems*, 11(1), pp. 193-197.

Marti G., Nielsen F., Bińkowski M. and P. Donnat (2017). *A Review of two decades of Correlations, hierarchies, networks and clustering in financial markets*. ArXiv Preprint ArXiv.

Mistrulli P.E. (2011). "Assessing Financial Contagion in the Interbank market: Maximum entropy versus observed interbank lending patterns". *Journal of Banking & Finance*, 35(5), pp. 1114–1127.

Prim R.C. (1957). "Shortest connection networks and some generalizations". *The Bell System Technical Journal*, 36(6), pp. 1389-1401.

Sensoy A. and B.M. Tabak (2014). "Dynamic spanning trees in stock market networks: The case of Asia-Pacific". *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, No.414, pp. 387-402.

Singhal S. and S. Ghosh (2016). *Returns and volatility linkages between international crude oil price, metal and other stock indices in India*: evidence from VAR-DCC-GARCH models. Resources Policy, No. 50, pp. 276-288.

Tobias A. and M.K. Brunnermeier (2016). "CoVaR". *The American Economic Review*, 106(7), 1705.

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]

Torri G., Giacometti R. and T. Tichy (2020). *Network Tail Risk Estimation in the European Banking System*. Available at SSRN 3724390.
Tsay R. S. (2005). "Analysis of Financial time series". John wiley & sons. Vol. 543.
Wang G.J., Jiang Z.Q., Lin M., Xie C. and H.E. Stanley (2018). "Interconnectedness and systemic risk of China's Financial Institutions". *Emerging Markets Review*, No. 35, pp.1-18.
Wang G.J., Xie C., Zhao L. and Z.Q. Jiang (2018). "Volatility connectedness in the Chinese banking system: Do state-owned commercial banks contribute more?". *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, No. 57, pp. 205-230.
Xu Q., Chen L., Jiang C. and J. Yuan (2018). "Measuring systemic risk of the banking industry in China: A DCC-MIDAS-t approach". *Pacific-Basin Finance Journal*, No. 51, pp. 13-31.
Zhang Z., Zhang D., Wu F. and Q. Ji (2020). "Systemic risk in the Chinese financial system: A copula-based network approach". *International Journal of Finance & Economics.*
Zhou H., Liu W. and L. Wang (2020). "Systemic Risk of China's Financial System (2007-2018): A Comparison between Δ CoVaR, MES and SRISK across Banks, Insurance and Securities Firms". *The Chinese Economy*, 53(3), pp. 221-245.

پیوست

جدول ۶. مفهوم نمادهای به کاربرده شده در مقاله.

نام بانک	دی	ملت	پارسیان	پاسارگاد	صادرات	تجارت	کارآفرین	اقتصاد نوین	سینا
نماد انگلیسی	DAY	MEL	PAR	PAS	SAD	TEJ	KAR	NOV	SIN

[Downloaded from qjerp.ir on 2025-08-23]

[DOI: 10.52547/qjerp.30.101.307]