



Semnan University

Journal of Econometric Modelling

Journal homepage: <https://jem.semnan.ac.ir/?lang=en>



Research Article

The influence of the systematic risk of the country's banking network on credit risk: new empirical evidence from the random dynamic bank-Oriented multi-agent-based model (DBMM)

Roghayyeh Nazemfar

Faculty of Social Sciences, University of Mohaghegh Ardabili

r.nazemfar@gmail.com

Amirmansour Tehranchian (Corresponding author)

Professor in Economics, Department of Theoretical Economics, Faculty of

Economic and Administrative Sciences, University of Mazandaran

m.tehranchian@umz.ac.ir

PAPER INFO ABSTRACT

Paper history:

Received: 25. 07. 2024

Revised: 19. 10. 2024

Accepted: 03. 12. 2024

JEL Classification:

E51, G28, G21

Keywords:

dynamic bank-oriented
multi-agent model,
credit risk,
systemic risk

In this article, the effect of credit risk on the systematic risk of the country's banking network has been investigated using the stochastic dynamic bank-oriented multi-agent-based method (DBMM). Random dynamic game agents include banks, central bank, depositors and firms, and the time domain of the data belongs to the period of 2018-2023. According to the obtained results, reducing the share of non-current claims, reduced liquidity risk, systematic contagion and systematic risk of the banking network, and helps the stability of the banking system. Also, this research shows that reducing the share of non-current claims increases the liquidity of the banking system and the amount of banks' capital and reduces the fluctuations of credit allocation to the real sector of the economy. The control of non-current claims with the aim of controlling systematic risk and increasing stability in the country's banking network is one of the policy recommendations of this research.

© 2023 Published by Semnan University Press. All rights reserved.

تأثیرپذیری ریسک سیستماتیک شبکه بانکی کشور از ریسک اعتباری: شواهد تجربی جدید از روش چند عاملی بانک محور پویای تصادفی (DBMM)

رقیه ناظم فر

مدرس مدعو، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

r.nazemfar@gmail.com

امیر منصور طهرانچیان (نویسنده مسئول)

استاد اقتصاد، گروه اقتصاد نظری، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه مازندران

m.tehranchian@umz.ac.ir

نوع مقاله: علمی- پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۳

چکیده:

در این مقاله تأثیر ریسک اعتباری بر ریسک سیستماتیک شبکه بانکی کشور به روش چند عاملی بانک محور پویای تصادفی (DBMM)^۱ بررسی شده است. عامل‌های بازی پویای تصادفی در این تحقیق شامل بانک‌ها، بانک مرکزی، سپرده‌گذاران و بنگاه‌ها، و قلمرو زمانی داده‌ها متعلق به بازه سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۷ هستند. بر اساس نتایج بدست آمده، کاهش سهم مطالبات غیرجاری، ریسک نقدینگی، سرایت سیستماتیک و ریسک سیستماتیک شبکه بانکی را کاهش داده و به ثبات سیستم بانکی کمک می‌نماید. همچنین، این پژوهش نشان می‌دهد که کاهش سهم مطالبات غیرجاری، نقدینگی سیستم بانکی و میزان سرمایه بانک‌ها را افزایش داده و نوسانات تخصیص اعتبار به بخش واقعی اقتصاد را کاهش می‌دهد. کنترل مطالبات غیر جاری با هدف و کنترل ریسک سیستماتیک و افزایش ثبات در شبکه بانکی کشور، از جمله توصیه‌های سیاستی پژوهش حاضر محسوب می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: E51, G28, G21

کلیدواژه‌ها: ریسک سیستماتیک، مدل چند عاملی بانک محور پویا، ریسک اعتباری

^۱. Dynamic Bank-oriented Multi-agent Modeling

۱. مقدمه

ریسک اعتباری نتیجه بی‌اطمینانی به توانایی متقاضی در بازپرداخت تسهیلات یا تمایل نداشتن متقاضی برای بازپرداخت تسهیلات است (علیمحمدی و همکاران، ۱۴۰۰). افزایش ریسک اعتباری بدهکاران، به کاهش ارزش دارایی‌ها و ریسک نقدینگی در سیستم بانکی منجر می‌شود. به این دلیل که با افزایش این ریسک در شبکه بانکی، سپرده‌گذاران در ارزش‌گذاری دارایی‌های بانک، تجدید نظر نموده و این امر به نوبه خود سبب کندتر شدن جریان نقدی و کاهش سپرده‌های بانکی و تشدید بحران نقدینگی بانک‌ها می‌شود. در چنین شرایطی، هنگامی که بانک‌ها به وام بین بانکی روی می‌آورند، نکول اعتباری ریسک نقدینگی را در شبکه بانکی از طریق سرایت، همه گیر نموده و به تعمیم و گسترش بحران می‌انجامد. زمانی که ریسک اعتباری قابل کنترل نباشد، ریسک نقدینگی تأثیر نامطلوب قابل توجهی بر سیستم بانکی می‌گذارد (چن^۱ و همکاران، ۲۰۲۳). ریسک اعتباری بانک‌ها بیشتر از طریق سهم مطالبات غیرجاری منتقل می‌شود (NPLs)^۲ و تهدیدی جدی برای ثبات بخش بانکی تلقی می‌شود (نایلی و لاهریچی^۳، ۲۰۲۲).

سهم مطالبات غیر جاری مهم‌ترین شاخص سنجش ریسک اعتباری است. از مطالعه داده‌های آماری مربوط به عملکرد سیستم بانکی مشاهده می‌شود که سهم تسهیلات غیر جاری در کل تسهیلات در کشورهای مختلف متفاوت است. برابر داده‌های موجود، متوسط این سهم در اقتصادهای پیشرو کمتر از دو درصد است. در ایران، اگر چه در دهه ۱۳۹۰، سهم تسهیلات غیر جاری در کل تسهیلات کاهش یافته است اما این سهم همواره بیش از ۴ درصد بوده و به خصوص از سال ۱۴۰۰ افزایش یافته است.

در مقاله حاضر، تأثیرپذیری ریسک سیستماتیک شبکه بانکی کشور از ریسک اعتباری بررسی می‌شود. همچنین، در این راستا، تأثیر ریسک اعتباری بر ثبات سیستم بانکی، نقدینگی شبکه و تخصیص اعتبار به بخش واقعی شبیه‌سازی می‌شود. برای این منظور، الگوی عامل بنیان بانک محور با عوامل هوشمند و مقاردهی پارامترها طراحی شده است. به این ترتیب، وجه تمایز پژوهش حاضر از مطالعات مشابه، استفاده از روش چندعاملی بانک محور پویا است. مقاله حاضر در چند بخش سازماندهی شده است. در ادامه، ادبیات موضوع، به تفکیک مبانی نظری و مطالعات تجربی مرور می‌شوند. بخش سوم از مقاله حاضر به معرفی روش تحقیق اختصاص می‌یابد. در

1. Chen

2. Non-performing loans

3. Naili and Lahrchi

بخش چهارم، یافته‌های پژوهش ارائه شده و در بخش پایانی به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهاد پرداخته می‌شود.

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. مبانی نظری

سرایت ریسک اعتباری در بازار بین بانکی در اثر سرریز نکول اعتباری بانک‌های بدهکار بر سایر بانک‌ها در شبکه وام‌دهی اعتباری بین بانکی به وجود می‌آید. هنگامی که بانک بستانکار نتواند در سررسید معین شده مبلغ بدهی را دریافت کند، بانک بدهکار را در وضعیت نکول قرار می‌دهد. این انتقال وضعیت باعث ایجاد یک سری فرآیندهای نکول اعتباری می‌شود، که به کل سیستم بانکی گسترش یافته و به آن آسیب می‌رساند. بحران وام مسکن در سال ۲۰۰۸ در ایالات متحده و پس از آن بحران بدهی‌های دولتی اروپا، تأثیر مخرب ناشی از سرایت و اثرات سرریز ریسک نکول اعتباری را نشان دادند (چن و همکاران، ۲۰۲۰). بعد از این بحران جهانی، توجه به ساز و کار ریسک سیستمی آغاز شد و مطالعات حول موضوع تشخیص، اندازه‌گیری و مدیریت ریسک سیستمی متمرکز شد. ریسک سیستمی به این مفهوم است که ریسک خاص یک مؤسسه مالی (بانک)، با توجه به تعاملاتی که با سایر مؤسسات مالی دارد، به سایر مؤسسات منتقل شده و کل نظام را نیز دچار اختلال کند.

ریسک نکول اعتباری می‌تواند از طرق مختلف بین بانک‌ها منتقل و پخش شده و روند سیستمی بخود بگیرد. سه کانال اصلی سرایت و انتشار ریسک اعتباری ظاهر می‌شود: ارتباط اعتباری مستقیم بین بانک‌ها، هجوم به بانک‌ها و فروش دارایی‌ها توسط بانک‌ها. کانال اول یا اتصال اعتباری مستقیم زمانی اتفاق می‌افتد که دو طرف یک رابطه وام‌دهی اعتباری برقرار کنند و بانک بدهکار نتواند بدهی را طبق سررسید بازپرداخت کند و باعث شود بانک بستانکار فاقد وجوه مورد نیاز برای پرداخت بدهی به شخص ثالث باشد. در اتصال مستقیم ویژگی‌های توپولوژیکی ساختارهای شبکه بر سرایت آشفستگی در سیستم تأثیر می‌گذارد و منشأ بی‌ثباتی در انواع خاصی از ساختارهای چرخه‌ای وجود دارد (باردوشیا^۱، ۲۰۱۷). کانال دوم زمانی است که یک رویداد نکول اعتباری در سیستم بانکی رخ می‌دهد، بانک‌ها از هجوم توسط بانک‌های طلبکار خود می‌ترسند و این باعث می‌شود که بدهی‌های خود را از قبل بازپرداخت کنند و دارایی نقد نداشته

^۱. Bardoscia

باشند. در نتیجه، آنها برای به دست آوردن نقدینگی و مقابله با شوک نقدینگی احتمالی، بر روی بانک‌های طلبکار خود هجوم می‌آورند (لیو^۱، ۲۰۲۳). کانال سوم، فروش دارایی توسط بانک‌ها است. طیف گسترده‌ای از ادبیات نظری در مورد فروش دارایی، به عنوان یک عامل محرک مهم ریسک اعتباری در بازارهای مالی مدرن وجود دارد. زمانی که بانک‌ها و سایر مؤسسات مالی تحت تأثیر بحران‌های مالی قرار می‌گیرند، اغلب فروش دارایی‌های غیر نقد را برای بازگرداندن نسبت اهرمی به سطح نرمال انتخاب می‌کنند. زمانی که قیمت دارایی‌های خارجی با افزایش حجم فروش کاهش می‌یابد، فروش آتشین دارایی‌های خارجی بانک‌ها منجر به پیامدهای سرایتی جدی‌تر خواهد شد (چن، ۲۰۲۰).

بازار بین بانکی یک ساختار شبکه اعتباری نسبتاً پیچیده را از طریق کسب و کار وام دهی اعتباری تشکیل می‌دهد که یک کانال ارتباط تجاری برای سرایت ریسک اعتباری فراهم می‌کند. ویژگی‌های چنین ساختاری به طور قابل توجهی بر سرایت ریسک اعتباری در بازار بین بانکی تأثیر می‌گذارد. ژانگ^۲ و همکاران (۲۰۱۸) سرایت ریسک نکول را در سیستم‌های بین بانکی بر اساس یک مدل شبکه یویا با دو نوع مکانیسم انتخابی متفاوت وام‌دهنده، یعنی انتخاب درون‌زا و انتخاب تصادفی مورد مطالعه قرار دادند. سرایت ریسک نکول تحت مکانیسم انتخاب تصادفی بسیار شدیدتر از مکانیسم انتخاب درون‌زا است، زیرا ساختاری با چند مرکز پولی توسط مکانیسم درون‌زا به وام‌گیرندگان این امکان را می‌دهد تا از بانک‌های نقدشونده بیشتری با نرخ بهره پایین‌تر وام بگیرند.

در ادبیات گذشته در زمینه سرایت ریسک اعتباری تحقیقاتی وجود دارد که بانک‌ها و بنگاه‌ها را به طور مجزا در نظر گرفته‌اند. برخی از این مطالعات صرفاً سرایت ریسک را در شبکه‌ای از بنگاه‌ها (برلوکو^۳ و همکاران، ۲۰۲۱) بررسی نمودند. این ادبیات عمدتاً بر پیوندهای تجاری و سرایت ریسک در بین بنگاه‌ها متمرکز است، در حالی که رفتار تعاملی بین بانک‌ها و بنگاه‌ها و تأثیر نکول و ورشکستگی بنگاه‌ها بر سیستم بانکی نادیده گرفته می‌شود. اما در سال‌های اخیر، اکثر مطالعات برای مکانیسم‌ها و قوانین سرایت ریسک از مدل شبکه‌ای استفاده می‌نمایند و در یک سیستم همزمان عوامل بانک‌ها و بنگاه‌ها و تعامل بین این‌ها را در نظر می‌گیرند که در ادامه به برخی از جدیدترین مطالعات در این زمینه اشاره شده است:

1. Liu

2. Zhang

3. Berloco

۲-۲. پیشینه تجربی

چن و همکاران (۲۰۱۷)؛ یک مدل شبکه‌ای در حال تکامل از سرایت ریسک اعتباری را معرفی کردند که شامل میانگین تناسب سرایت ریسک اعتباری، احساسات ریسک‌گریزی و توانایی مقاومت در برابر ریسک اعتباری است. این پژوهشگران از طریق تجزیه و تحلیل نظری و شبیه‌سازی عددی، تاثیر این عوامل بر سرایت ریسک اعتباری در بازارهای مالی را بررسی نمودند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که از یک طرف، توزیع مسیر آلوده شبکه به تدریج با افزایش میانگین تناسب سرایت ریسک اعتباری و احساسات ریسک‌گریزی گره‌ها افزایش می‌یابد، اما با افزایش توانایی مقاومت در برابر ریسک گره‌ها کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، میانگین تناسب سرایت ریسک اعتباری و احساسات ریسک‌گریزی گره‌ها، میانگین ضریب خوشه‌بندی گره‌ها را افزایش می‌دهد، در حالی که توانایی مقاومت در برابر ریسک گره‌ها این ضریب را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، اندازه شبکه نیز میانگین ضریب خوشه‌بندی را کاهش می‌دهد. لیداک^۱ و همکاران (۲۰۱۷) مدیریت ریسک سیستمی در شبکه‌های مالی با سوآپ نکول اعتباری را با رویکرد عامل بنیان بررسی کردند. این پژوهشگران آبخارهای ورشکستگی را در یک سیستم بین بانکی مطالعه کردند، زمانی که بانک‌ها اجازه دارند وام‌های خود را با معاوضه نکول اعتبار (CDS)^۲ که توسط بانک‌های دیگر فروخته می‌شود، بیمه کنند. بر اساس نتایج این تحقیق، با توجه به اینکه قراردادهای معاوضه نکول اعتبار (CDS) به طور مؤثر بر اساس میزان مشارکت آنها در افزایش ریسک سیستماتیک جریمه می‌شوند، و بالعکس، قراردادهای معاوضه نکول اعتبار که ریسک سیستماتیک را کاهش می‌دهند، بدون مالیات باقی می‌مانند، بنابراین چنین سیستم بین بانکی در برابر آبخارهای ورشکستگی مقاوم‌تر و انعطاف‌پذیرتر است. دلفین^۳ و همکاران (۲۰۱۹) سرایت ریسک اعتباری را در چارچوب فرآیندهای اپیدمی کلاسیک (SIS)^۴ در شبکه‌ها مدل‌سازی کردند. این پژوهشگران با شبیه‌سازی‌های عددی روی شبکه‌های جهانی کوچک، نقش دو ساختار شبکه مختلف را بر روی رفتار بلندمدت دارایی‌های تحت تاثیر ریسک سیستمی بررسی کردند تا تاثیر توپولوژی ساختار شبکه زیربنایی بر گسترش ریسک سیستمی را تحلیل کنند. نتیجه این پژوهش نشان داد که به جای اتخاذ اقدامات کنترلی در سیستم، از خودسازماندهی و خودکنترلی سیستم حمایت شود. این رویکرد منجر به یک سیستم منعطف‌تر و سازگارتر می‌شود که بیشتر قادر به

1. Leduc

2. credit default swaps

3. Dolfin

4. Susceptibles-Infected-Susceptibles

مقابله با چالش‌های ناشی از تکانه‌های بیرونی است. در واقع سیستم‌های پیچیده‌ای که از طریق خود سازمان‌دهی می‌توانند با محیط سازگار شوند، اغلب قوی و کارآمد هستند.

بارگیلی^۱ و همکاران (۲۰۲۰)؛ تکامل سرایت ریسک در شرکت‌های بانکی را بر اساس مکانیسم پدال گاز مالی در ژاپن بررسی نمودند. این پژوهشگران یک چارچوب تولید ساده با محدودیت مالی را معرفی کردند که در آن بنگاه‌ها و بانک‌های ناهمگن ارتباطات اعتباری متعددی دارند. در این پژوهش، برای مقداردهی مدل عامل بنیان (ABM) از داده‌های ژاپنی استفاده نمودند. با وجودی که این مدل ساده توسط شواهد تجربی رد شد، اما این پژوهش نشان داد که فرامدل-سازی‌ها می‌توانند از نظر روش‌شناختی پاسخ قاطع به این سؤال ارائه دهند که "آیا مدل‌های عامل بنیان داده‌های تجربی را تکرار می‌کنند؟". چن و همکاران (۲۰۲۰) مدل شبکه‌ای سرایت ریسک اعتباری در بازار بین بانکی را با در نظر گرفتن هجوم بانکی و فروش آتشین دارایی‌های خارجی طراحی کردند. این پژوهشگران با استفاده از روش استدلال استنتاجی و شبیه‌سازی، نحوه انباشته شدن و گسترش اثرات سرایت ریسک اعتباری در شبکه بازار بین بانکی را مطالعه کردند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد؛ زمانی که بانک‌ها دارایی‌های خارجی را با قیمت ثابت می‌فروشند، فروش آتشین دارایی‌های خارجی می‌تواند به طور موثر احتمال نکول اعتبار را کاهش دهد. با این حال، زمانی که قیمت دارایی‌های خارجی با افزایش حجم فروش کاهش می‌یابد، فروش آتشین دارایی‌های خارجی بانک‌ها منجر به پیامدهای سربیتی جدی‌تر خواهد شد. نتیجه دیگر اینکه، هراس تصمیم‌گیرندگان بانکی در سیستم بانکی دارای یک ویژگی تکامل غیرخطی از افزایش و کاهش سرایت ریسک اعتباری است. همچنین نتایج این تحقیق نشان می‌دهد، هر چه نسبت دارایی‌های نقدی بانک‌ها بیشتر باشد، توانایی آن‌ها برای مقاومت در برابر ریسک‌های اعتباری قوی‌تر است. در نهایت، هر چه نسبت دارایی‌های بین بانکی بانک‌ها بیشتر باشد، اثر سرایت ریسک اعتباری بر کل سیستم بانکی قوی‌تر است. لی^۲ و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی سهم و اثر سرایت ریسک سیستماتیک در بخش بانکی و بخش بنگاهی از منظر بازخورد ریسک می‌پردازد. این پژوهش بر اساس روش رتبه‌بندی بدهی، مدل اندازه‌گیری ریسک سیستماتیک بانک-بنگاه را ساخته و بر اساس داده‌های وام‌های بانک-بنگاه چین در سال ۲۰۱۸ تجزیه و تحلیل انجام داده است. نتایج تحقیق نشان می‌دهد: تعداد کمی از بانک‌ها و شرکت‌های مهم سیستمی در سیستم اعتباری بانک-شرکت وجود دارد و آنها دارای درجه ریسک سیستماتیک بالایی

1. Bargigli

2. Li

هستند. با افزایش درجه تسهیل اعتبار، سهم ریسک سیستماتیک بانک‌ها و بنگاه‌ها روند نزولی را نشان می‌دهد. میزان تسهیل سیاست‌های اعتباری تأثیر مثبتی بر حفظ ثبات سیستم اعتباری بانک-بنگاه به ویژه برای بخش بانکی دارد. شی^۱ و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر سرایت ریسک اعتباری در زنجیره تامین را تحت اعتبار تجاری و ارائه وام بانکی بررسی کردند. با استفاده از یک رویکرد نظری بازی، تعادل تصمیمات عملیاتی و مالی سازنده، خرده فروش و بانک را پیدا کردند. این پژوهشگران نشان دادند که تحت تامین مالی دو کاناله، زمانی که خرده فروش به جای بازپرداخت اعتبار تجاری، بازپرداخت وام بانکی را در اولویت قرار می‌دهد، اثر سرایت ریسک اعتباری بیشتر است و اثر سرایت نیز به نسبت وام بانکی و هزینه‌های تولید بستگی دارد. در مقایسه با تامین مالی تک کانالی، تامین مالی دو کاناله اثر سرایت ریسک اعتباری را کاهش می‌دهد. بررسی تأثیرپذیری ریسک سیستماتیک شبکه بانکی از ریسک اعتباری بر اساس رویکرد نوظهور عامل بنیان بانک محور با عوامل هوشمند تاکنون در کشور صورت نگرفته است اما با استفاده از الگوهای دیگر مطالعاتی انجام شده است که به برخی از آنها در زیر اشاره شده است:

فدایی واحد و همکاران (۱۳۹۹)؛ تأثیر شاخص‌های ریسک و رقابتی بانک‌ها بر ریسک سیستمی را با رویکرد ریزش مورد انتظار نهایی (MES) و با استفاده از مدل پنل دیتای GMM از سال ۱۳۸۸ تاکنون در کشور مطالعه نمودند. این پژوهشگران نشان دادند که، بین شاخص ریسک اعتباری با ریسک سیستمی صنعت بانکداری رابطه معنادار و مستقیم وجود دارد. فلاح شمس و بنی شریف (۱۳۹۹)؛ سرایت‌پذیری ریسک‌های مالی را در بانک‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بررسی کردند. در این پژوهش از داده‌های بانک‌ها در قلمرو زمانی ۱۳۹۱-۱۳۹۷ و رهیافت MGARCH استفاده نمودند. بر اساس یافته‌های این تحقیق، در بانک‌های ایرانی، سرایت‌پذیری ریسک بازار، ریسک نقدینگی و ریسک اعتباری وجود دارد و دارایی بانک‌هایی که نقدشوندگی کمتری دارد، بیشتر از سایر بانک‌ها در معرض سرایت ریسک نقدینگی قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، بانک‌هایی که مطالبات معوق دارند، در سرایت‌پذیری ریسک اعتباری نقش پررنگ‌تری دارند. براتی و همکاران (۱۴۰۲)؛ ریسک سیستمیک را سنجش کرده و تاثیر متغیرهای بنیادی بر آن را در سیستم بانکی کشور مطالعه نمودند. در این پژوهش از اطلاعات بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۹۹ و از روش کسری نهایی مورد انتظار (MES) و داده‌های پنلی استفاده کردند. این پژوهشگران نشان دادند که، میان متغیر مستقل نرخ تسهیلات غیرجاری و شاخص ریسک سیستمیک در سیستم بانکی کشور، ارتباط مثبت معنی‌دار وجود دارد. صادقی (۱۴۰۲)؛ تاثیر

^۱. Xie

خلق نقدینگی بر ریسک سیستمی بانکها را در ایران با تمرکز بر ساختار ترازنامه‌ای (۱۴۰۰-۱۳۹۲) به روش پنل دیتا GMM بررسی نمودند. این پژوهشگر نشان داد که افزایش خلق نقدینگی در ترازنامه بانکها سبب آسیب‌پذیری بیشتر بانکها شده است. همچنین، در سمت دارایی ترازنامه بانکها، نگهداری دارایی‌های غیر نقد ریسک سیستمی بانکها را افزایش داده است. در سمت بدهی‌ها نیز، نگهداری سپرده‌های دیداری باعث کاهش ریسک سیستمی شده است. از نتایج دیگر این مطالعه این است که هر چه نسبت مطالبات غیر جاری در شبکه بانکی بزرگتر باشد ریسک سیستمی افزایش می‌یابد.

۳. روش تحقیق

در این پژوهش، کلیه داده‌ها و اطلاعات مورد نیاز به روش کتابخانه‌ای جمع‌آوری شده‌اند. اکثر داده‌ها از سایت موسسه عالی بانکداری ایران و معدودی از آنها از سایت کدال و سایت بانکها جمع‌آوری شده است. قلمرو مکانی تحقیق ایران و داده‌های آماری متعلق به سال‌های ۱۴۰۲-۱۳۹۷ هستند. در تحقیق حاضر برای بررسی تأثیر ریسک اعتباری از روش چندعاملی بانک محور پویای تصادفی که در مجموعه روش‌های هوش مصنوعی و همچنین بازی‌های تصادفی طبقه‌بندی می‌شود، استفاده می‌گردد. ساختار این الگو بر اساس دو الگوی باروسو^۱ و همکاران (۲۰۱۶) و چن و همکاران (۲۰۲۰) می‌باشد. بازی پویای تصادفی در الگوی حاضر شامل چهار نوع عامل^۲ می‌باشد: بانکها، سپرده‌گذاران، بانک مرکزی و بنگاه‌ها. سه مورد اول دارای راهبردهای تطبیقی برای بازی در هر چرخه و عقلانیت محدود هستند. اگر چه عامل دیگر، هیچ راهبردی ندارند، اما اقدامات بنگاه‌ها بر تصمیمات دو عامل اول تأثیر می‌گذارد. به عنوان یک مدل تصادفی، برای هموار کردن نتایج، شبیه‌سازی چند بار اجرا می‌شود. هر تکرار یک چرخه نام‌گذاری و در سه افق زمانی: ۰، ۱ و ۲ تقسیم شده است. در افق زمانی اول، بانکها و سپرده‌گذاران راهبرد خود را برای کل چرخه (سه افق) تعیین می‌کنند. آنها مقادیر ذخیره شده برای وام‌های بخش واقعی، دارایی‌های نقدی، سپرده‌ها، سرمایه و در نتیجه نسبت کفایت سرمایه را تعریف می‌کنند. سپرده‌گذاران حداقل نسبت کفایت سرمایه مورد قبول بانکها را انتخاب می‌کنند. دومین دوره زمانی، کوتاه-مدت است. در این دوره بانکها دچار شوک نقدینگی می‌شوند که با نسبت سپرده‌گذارانی که

1. Barroso

2. agent

منابع خود را پیش از موعد برداشت می‌کنند، بیان می‌شود. علاوه بر این، بانک مرکزی بر حداقل نسبت کفایت سرمایه در بانک‌ها پایش می‌نماید. موسسات مالی با کمبود نقدینگی می‌توانند از بانک‌های دیگر و یا از بانک مرکزی وام بگیرند. سومین دوره زمانی "بلند مدت" است. در این جا، وام‌های بخش واقعی سررسید می‌شوند، سپرده‌گذاران باقی‌مانده منابع خود را برای مصرف برداشت می‌کنند و بانک‌ها بازده حقوق صاحبان سهام (ROE) خود را برای به‌روزرسانی راهبردهای خود از طریق طرح یادگیری محاسبه می‌کنند. در این شرایط، ارزش بازده حقوق صاحبان سهام تعیین می‌کند که آیا بانک بهترین راهبرد را انتخاب کرده یا می‌تواند برای آینده بهبود یابد. ممکن است بانک‌ها، به دلیل زیان در وام‌های بخش واقعی خود یا به دلیل سرایت مالی از طریق بازار بین بانکی، زمانی که نتوانند وام بین بانکی خود را بازپرداخت کنند، ورشکسته شوند. در این شرایط، مدل بازی متوالی غیرهمکاری ناقص با اطلاعات ناقص است. بازیکنان نه حرکات و نه بازده یکدیگر را نمی‌دانند. آنها فقط درباره خودشان اطلاعات دارند و بنابراین نمی‌توانند همکاری کنند. سپرده‌گذاران اولین کسانی هستند که بازی می‌کنند و راهبرد خود را انتخاب می‌کنند. بانک‌ها راهبردهای خود را بدون اطلاع از راهبرد مورد نظر سپرده‌گذاران انتخاب می‌کنند. پس از بازی دو عامل با راهبردهای تطبیقی، بانک مرکزی بازار بین بانکی را سازماندهی می‌کند و نیز به‌عنوان ناظر سیستم و آخرین وام‌دهنده عمل می‌کند. پس از آن، و تنها در آخرین دوره چرخه، بنگاه‌ها وام یا نکول را بازپرداخت می‌کنند. بانک‌ها از طریق اخذ اعتبار در بازار بین بانکی به یکدیگر پیوند می‌خورند. وقتی یک مؤسسه مالی به نقدینگی نیاز دارد و دیگری مازاد دارد، مؤسسه اولی از مؤسسه دومی وام می‌گیرد و ارتباط ایجاد می‌کند. اگر وام گیرنده ریسک زیادی را بپذیرد و ورشکسته شود، وام را پس نمی‌دهد. ممکن است بانک وام‌دهنده را در تنگنا قرار دهد و سیستم مالی را بی‌ثبات کند (یعنی افزایش تعداد بانک‌های ورشکسته). از سوی دیگر، اگر وام گیرنده بتواند بازپرداخت کند، علاوه بر اجتناب از ورشکستگی، سود وام‌دهنده را افزایش می‌دهد و سیستم مالی را قوی‌تر می‌کند. این ارتباط نتیجه راهبردهای تطبیقی و وجود شوک‌های تصادفی در اقتصاد است.

۳-۱. معرفی عوامل

عوامل بازی تصادفی در الگوی چند عاملی بانک محور پویای تصادفی تحقیق حاضر به شرح زیر می‌باشند:

۳-۱-۱. بانک‌ها

عوامل مرکزی در این چارچوب بانک‌ها هستند. آنها واسطه‌های مالی سیستم هستند و وجوه را از سپرده‌گذاران به بنگاه‌ها هدایت می‌کنند. آنها همچنین از طریق بازار بین بانکی به بانک‌های دیگر و در صورت لزوم به بانک مرکزی متصل می‌شوند. در هر شبیه‌سازی، یعنی هر چرخه، B تا بانک در اقتصاد وجود دارند که با ترازنامه آنها نشان داده می‌شوند. طراحی چنین ترازنامه‌هایی به بانک‌ها اجازه می‌دهد تا دارایی‌های غیرنقد بلندمدت را با بدهی‌های نقدی کوتاه‌مدت، یعنی سپرده‌های نقدی (منبع اصلی تامین مالی بانک‌ها) و وام‌های مالی (منبع اصلی درآمد بانک‌ها) تامین کنند. نسبت کفایت سرمایه (به روز شده در سراسر چرخه‌ها و برای محاسبه ROE استفاده می‌شود. سپرده‌های نقدی (که بدهی‌های نقدی هستند) و دو نوع وام گرفته شده توسط بانک در صورت کمبود نقدینگی، اجزای طرف بدهی ترازنامه بانک هستند. جدول (۱) موارد بالا را خلاصه می‌کند.

جدول (۱) : بدهی‌های بانک

بدهی	نماد	سررسید	هزینه
سرمایه	K_b	-	-
سپرده‌ها	D_b	$t + 2$	i_d
وام‌های دریافتی از بازار بین بانکی	IL_b	$t + 1$	i_i
وام‌های دریافتی از بانک مرکزی	C_b	$t + 1$	i_{C_b}

منبع: باروسو و همکاران (۲۰۱۶)

دارایی‌های بانک b شامل دارایی‌های نقدی (نقد یا معادل نقدی که به عنوان ذخیره برای مواجهه با درخواست‌های برداشت سپرده‌گذاران استفاده می‌شود؛ یعنی شوک‌های نقدینگی)، وام‌های اعطایی در بازار بین بانکی (اگر بانک مورد تجزیه و تحلیل وام دهنده باشد)، و وام‌های اعطایی به بخش واقعی طبق جدول (۲) می‌باشد.

جدول (۲) : دارایی‌های بانک‌ها

بدهی	نماد	سررسید	بازدهی
موجودی نقد	L_b	t	-
وام‌های اعطایی در بازار بین بانکی	IL_b	$t + 1$	$r_i = i_i$
وام‌های اعطایی به بخش واقعی	R_b	$t + 2$	r_b

منبع: باروسو و همکاران (۲۰۱۶)

عقلانیت محدود بانک‌ها در این واقعیت است که آنها دقیقاً نه بازده راهبردهایشان را می‌دانند و نه می‌دانند که بانک‌ها و سپرده‌گذاران دیگر چه می‌کنند. پتانسیل این راهبرد این است که به بانک‌ها سود زیادی بدهد. با این وجود، فرض کنید برخی از بنگاه‌ها نکول کنند و بسیاری از مشتریان برداشت‌های خود را پیش‌بینی کنند و شوک‌های نقدینگی را به مؤسسات مالی تحمیل کنند، مؤسساتی که دارایی‌های نقدی کمی برای پاسخگویی دارند. در آن صورت، انتخابی که یک بار سودآور بود به زیان بزرگی تبدیل می‌شود. بنابراین، عدم قطعیت پیرامون نتایج انتخاب‌های آنها چیزی است که عقلانیت آنها را محدود می‌کند. از سوی دیگر، بانک‌ها عاملان منطقی هستند، زیرا در هر چرخه پس از چرخه اول، راهبرد خود را برای به حداکثر رساندن سود خود بر اساس اطلاعاتی که دارند انتخاب می‌کنند. با توجه به اینکه هدف عوامل بالاترین بازده ممکن در بازی است، می‌توان استنباط کرد که بانک‌ها تنها از سپرده‌ها برای تامین مالی وام به بخش واقعی استفاده می‌کنند و اگر انتظار داشته باشند از آن سود ببرند، با خطرات مرتبط با این فعالیت مواجه می‌شوند. این نکته ضروری است که نرخ‌های بهره در این مدل برونزا هستند ($i_t = i_r$)، نرخ بهره در بازار بین بانکی، i_d ، نرخ بهره بانک برای پرداخت سود به سپرده‌ها، i_{cb} ، نرخ بهره وام‌های بانک مرکزی به دیگر بانک‌ها) و می‌توان مقادیر آنها را در قاعده زیر خلاصه کرد:

$$i_{cb} > i_i = i_r > i_d \quad (1)$$

در شبیه‌سازی‌های مدل، بانک‌هایی که دارای اندازه برونزای تعیین‌شده T_b ، مجموع تمام دارایی‌ها یا، مجموع کل بدهی‌ها هستند، یک بازی همزمان تکراری را انجام می‌دهند که در آن سعی می‌کنند ROE خود را به حداکثر برسانند. می‌توان راهبرد بانک b را با بردار β_j ، $S^j_b = \alpha j$ (راهبرد یا استراتژی j -م بانک b) نشان داد که در آن α مقدار کل سرمایه و β نشان دهنده مقدار کل دارایی‌های نقدی است.

در ابتدای هر چرخه ($t = 0$)، هیچ فعالیت بین بانکی وجود ندارد. از این رو فقط $t = 1$ اتفاق می‌افتد. بانک b کل ترازنامه را از طریق انتخاب راهبرد S^j_b و پارامتر اندازه T_b تعیین می‌کند. در نهایت، می‌توان وام‌های بخش واقعی را بر اساس آنچه جدول (۳) ارائه داده است تقسیم کرد.

جدول (۳) : ترازنامه بانک b

سمت ترازنامه	اقدام ترازنامه	راهبرد
بدهی	سرمایه	$K_b = \alpha j * T_b$
بدهی	سپرده های نقد	$D_b = (1 - \alpha j) * T_b$

دارایی	دارایی های نقد	$L_b = \beta_j * T_b$
دارایی	وامهای اعطایی به بخش واقعی	$R_b = (1 - \beta_j) * T_b$

منبع: یافته‌های پژوهش

در پایان هر چرخه بانک، سود (زیان) خود را به این صورت محاسبه می‌کند:

$$\Pi_b = K_b^2 - K_b^0 \quad (2)$$

K_b^0 مقدار سرمایه در $t = 0$ و K_b^2 مقدار سرمایه در $t = 2$ است. محاسبه متغیر ROE_b که طرح یادگیری آن را در نظر می‌گیرد، به شرح زیر است.

$$ROE_b = \frac{\Pi}{K_b^0} \quad (3)$$

محاسبه نسبت کفایت سرمایه (CAR) که نسبت سرمایه به دارایی های موزون ریسک (RWA) است، بسیار مهم است. در این مدل، RWA شامل دارایی های نقد نمی‌شود. نقدی صفر درصد بازدهی دارند و خطر کاهش ارزش این دارایی‌ها وجود ندارد. برای بانک b داریم:

$$CAR_b = \frac{K_b}{IL_b + \sum_{f \in F_b} R_{b,f} \omega_f} \quad (4)$$

در معادله (۴)، $R_{b,f}$ مقدار وام به بنگاه f و ω_f وزن ریسک آن است. مجموعه بنگاه هایی که از بانک b وام می‌گیرند، F_b است.

۳-۱-۲. بانک مرکزی

در این مدل، بانک مرکزی نقش‌های نظارت بر سیستم، آخرین قرض دهنده و ساماندهی بازار وام بین بانکی را ایفا می‌کند. بانک مرکزی نظارت می‌کند که آیا بانک‌ها حداقل نسبت کفایت سرمایه (CAR_{min}) را رعایت می‌کنند یا خیر. این نسبت به صورت برونزا به سیستم داده شده است. نسبت کفایت سرمایه بانک b نباید کمتر از آستانه لازم باشد. هدف از این اقدامات تضمین ثبات سیستم مالی است. از سوی دیگر، بانک مرکزی به عنوان آخرین وام دهنده، به بانک‌هایی که مشکل کمبود نقدینگی خود را حل نمی‌کنند، وام می‌دهد. علاوه بر این موارد، بانک مرکزی یک واسطه بین خریدار و فروشنده در بازار مالی است. مسئولیت اطمینان از اینکه خریدار و فروشنده هر دو به تعهدات قراردادی خود عمل می‌کنند.

۳-۱-۳. سپرده‌گذاران

در الگوی حاضر تصمیمات پیش‌بینی شده برداشت سپرده‌گذار، شوک نقدینگی را در بانک‌ها ایجاد می‌کند. سپرده‌گذار سپرده را در سررسید $t + 2$ برداشت می‌کند. این مدل، سپرده‌گذاران بر اساس طرح یادگیری EWA¹ تصمیم خود را به صورت راهبردی اتخاذ می‌کنند. با توجه به اینکه آنها مایل به حداکثر رساندن مطلوبیت خود هستند، برای به حداقل رساندن ریسک‌های زیان خود اقدام می‌کنند. برای یک سپرده‌گذار معین، پارامتر تحمل ریسک K_d تنها پارامتری است که برای تعریف راهبرد او استفاده می‌شود. این پارامتر در $t = 1$ مشاهده شده و نشان دهنده حداقل نسبت کفایت سرمایه است که او مایل به تحمل آن در یک بانک است. سپرده‌گذار K_d را با نسبت کفایت سرمایه بانک CAR_b مقایسه می‌کند و تصمیم می‌گیرد که آیا ریسک متحمل شده توسط بانک b را می‌پذیرد ($CAR_b \geq \gamma_d$) و منتظر می‌ماند تا در $t = 2$ برداشت کند یا نه ($CAR_b < \gamma_d$). سپرده‌گذاران همیشه ریسک‌گریز هستند و تابع مطلوبیت زیر را دارند:

$$U_d(c_d^1, c_d^2) = \ln\left(\frac{c_d^1 + c_d^2}{D_d}\right) \quad (5)$$

که در آن c_d^1 و c_d^2 به ترتیب مصرف کوتاه مدت و بلند مدت هستند. پارامتر D_d کل مبلغ واریز شده را نشان می‌دهد. هنگامی که ترجیحی برای زمان مصرف وجود ندارد، تنها توضیح برای پیش‌بینی نهایی آن، ادراک ریسک فزاینده سپرده‌گذار است، یعنی زمانی که K_d بالاتر از CAR_b می‌شود.

۳-۱-۴. بنگاه‌ها

بنگاه‌ها در این چارچوب به طور راهبردی عمل نمی‌کنند. اندازه بنگاه‌ها دارای توزیع یکنواخت هستند. بنگاه‌ها ناهمگن هستند و وام‌های بنگاه‌ها دارای رتبه‌بندی، ضررهای نکول (LGD)، وزن ریسک و نرخ بهره خواهند بود. همچنین باید توجه داشته باشید که در این مدل، تقاضای بنگاه برای وام بی‌کشش است. یعنی آنها تا زمانی که بانک‌ها تخصیص اعتبار کنند، وام می‌گیرند. بنگاه f پارامترهای زیر را تعریف می‌کند:

$R_{b,f}$ ، مبلغ وام بنگاه f که از بانک b گرفته، i_f ، نرخ بهره پرداخت شده توسط شرکت، PD_f ، احتمال نکول؛ و LGD_f ، زیان نکول بنگاه است. این ضرری است که بانک در صورت عدم پرداخت پیش‌پرداخت در وامها به f متحمل خواهد شد. و w_f ، وزن ریسک بنگاه است. از وزن ریسک

¹. experience-weighted attraction (EWA) learning model.

برای اندازه‌گیری نسبت کفایت سرمایه بانک‌ها استفاده می‌شود. با استفاده از این پارامترها، می‌توان بازده پیش‌بینی شده وام‌های بخش واقعی بانک b را محاسبه کرد:

$$E(r_b) = \frac{\sum_{f \in F_b} R_{b,f} E(r_{b,f})}{R_b} \quad (۶)$$

جایی که $E(r_{b,f})$ بازده مورد انتظار وام f بنگاه است و F_b مجموعه تمام بنگاه‌هایی است که وام در بانک b دارند. بازده مورد انتظار وام f بنگاه، $E(r_{b,f})$ ، این است:

$$E(r_{b,f}) = E\left(\frac{R_{b,f}^2 - R_{b,f}^0}{R_{b,f}^0}\right) \quad (۷)$$

$R_{b,f}^0$ مقدار وامی که در زمان $t=0$ از بانک b گرفته است.

$R_{b,f}^2$ مقدار همان وام در زمان $t=2$: $R_{b,f}^0(1 + i_f)$ با احتمال $1 - PD_f$.
 $R_{b,f}^0(1 + i_f)(1 - LGD_f)$ با احتمال PD_f . (باروسو و همکاران، ۲۰۱۶).

۳-۲. الگوی یادگیری تطبیقی

تحلیل سیستم مالی در چارچوب تئوری بازی‌ها امکان‌پذیر است. می‌توان هر عامل را به‌عنوان بازیکنی تفسیر کرد که هدفش بالاترین بازده ممکن است و بر نتایج سایر بازیکنان تأثیر می‌گذارد. همانطور که قبلاً بیان شد، این مدل یک بازی متوالی غیر مشارکتی است که در آن هر دسته از عوامل در یک زمان بازی می‌کنند و آنها همکاری نمی‌کنند. در بازی‌های غیر مشارکتی، تعامل بین بازیکنان ممکن است منجر به یک یا چند تعادل نش (در صورت وجود) شود که بهینه پارتو نیستند. با این حال، اگر به بازیکنان اجازه داده شود که در حین انجام تعاملات یاد بگیرند، نتیجه ممکن است متفاوت باشد. از یک تعامل خاص به بعد، تعادل نش به بهینه پارتو نزدیک می‌شود و در نهایت برابر می‌شود. با در نظر گرفتن آن، می‌توان مشاهده کرد که نحوه انتخاب راهبرد بازیکنان برای اطمینان از بهینه بودن بالقوه برای تعادل نهایی حیاتی است. همانطور که کامرر و هو^۱ (۱۹۹۹) پیشنهاد کردند، در مدل حاضر، بازیکنان راهبردهای خود را در هر چرخه بر اساس ساختار جاذبه با وزن تجربه (EWA) تنظیم می‌کنند. چارچوب این طرح یادگیری اصول اثرات واقعی، شبیه سازی و کاهش را در بر می‌گیرد. اثرات واقعی بیان می‌کنند که اگر یک راهبرد انتخاب شده موفقیت آمیز باشد، به عنوان مثال، بازدهی مثبت حاصل شود، احتمال انتخاب مجدد

1. Camerer and Ho

چنین راهبردی توسط بازیکن افزایش می‌یابد. به نوبه خود، اثرات شبیه سازی شده بیان می‌کند که راهبردهای انتخاب نشده ای که می‌توانند بازده بالایی داشته باشند، به احتمال زیاد در آینده انتخاب می‌شوند. از سوی دیگر، اثرات کاهش بیانی می‌کند که اثر بازده بر انتخاب‌ها در طول زمان کاهش می‌یابد.

۳-۳. رویدادهای چرخه

یک چرخه دربرگیرنده‌ی سه دوره زمانی است: آغاز چرخه، $t = 0$ ، دوره زمانی کوتاه مدت، $t = 1$ و بلندمدت، $t = 2$:

در شروع چرخه، عوامل تصمیم می‌گیرند و استراتژی‌های خود را انتخاب می‌کنند. بانک‌ها مقدار خود را برای (α, β) ، سپرده‌گذاران ارزش γ و بانک مرکزی مقدار CAR_{min} را تعیین می‌کنند. البته عوامل تجربه به دست آمده از مدل یادگیری در دوره‌های قبلی را در نظر می‌گیرند. سپس، پارامترهای اقتصادی تنظیم می‌شوند. بانک‌ها بر اساس استراتژی‌های انتخاب شده، میزان سرمایه، سپرده‌ها، دارایی‌های نقد و وام‌های بخش واقعی را محاسبه می‌کنند.

در کوتاه‌مدت، معاملات بین بانکی در پاسخ به تکانه‌های نقدینگی انجام می‌شوند. این تکانه توسط برداشت سپرده‌گذارانی بوجود می‌آید که یا عجز هستند یا ریسک نگهداری سپرده‌ها را برای خود بسیار بالا در نظر می‌گیرند. اگر بانک‌ها، ذخایر کافی برای این برداشت‌ها نداشته باشند، برای جبران کمبود خود از بازار بین بانکی و از بانک‌های دارای نقدینگی اضافی وام می‌گیرند. بعد از معاملات بین بانکی، اگر همچنان برخی از بانک‌ها نقدینگی کافی نداشته باشند، به بانک مرکزی مراجعه می‌کنند و بانک مرکزی کمبود نقدینگی را فراهم می‌کند. همچنین، بانک مرکزی نقش ناظر سیستم را ایفا می‌کند و بانک‌هایی که ریسک آنها خیلی زیاد است را بررسی می‌کند. این ریسک با نسبت کفایت سرمایه (CAR) اندازه‌گیری می‌شود (باروسو و همکاران، ۲۰۱۶).

در بلند مدت، بانک‌ها به سود می‌رسند. سپرده‌ها، وام‌های بین بانکی و بخش واقعی سر می‌رسند و هر عامل تابع جذب خود را بروزرسانی می‌کند. دوره بلندمدت با به روزرسانی ترازنامه بانک‌ها شامل به روزرسانی ارزش بدهی‌های آنها با توجه به هزینه‌های آنها و ارزش دارایی‌ها با توجه به بازده آنها آغاز می‌شود. بانک‌هایی که زیان آنها از سرمایه‌شان بیشتر است، ورشکسته می‌شوند. بانک مرکزی با اعمال جریمه بر ارزش دارایی آنها، این بانک‌ها را نقدینه می‌کند. این عمل، ضرر آن بانک‌ها را بیشتر افزایش می‌دهد، و بنابراین انگیزه آنها را برای بازپرداخت افزایش می‌دهد تا از این وضعیت در دوره‌های بعدی جلوگیری کنند.

دارایی‌های بانک‌های ورشکسته برای بازپرداخت بدهی‌های آنها تا مدت زمانی در حد امکان استفاده می‌شود و به ترتیب با توجه به اولویت، یعنی وام‌های بانک مرکزی، وام‌ها و سپرده‌های بین بانکی پرداخت می‌شوند. نکول وام‌های بین بانکی می‌تواند باعث خسارات به دیگر بانک‌ها شود و در سیستم پخش شود و به نوبه خود، زیان‌های جدید می‌تواند باعث ورشکستگی بانک‌های دیگر شوند (چن و همکاران، ۲۰۲۰). از طریق این کانال، سرایت مالی می‌تواند اثرات سیستمی ایجاد کند.

با پایان یافتن چرخه، عوامل بازده استراتژی انتخابی واقعی خود را به روز می‌کنند و با شبیه‌سازی بازده استراتژی‌های دیگر، تابع جذب در مدل یادگیری EWA را بروزرسانی می‌کنند. هر عامل برای محاسبه سود حاصل از شبیه‌سازی خود، استراتژی‌های عوامل دیگر را ثابت نگه می‌دارد. وقتی چرخه‌ای به پایان می‌رسد، چرخه بعدی شروع می‌شود و عوامل تنها تجربه به دست آمده را در طول چرخه‌ها به همراه خواهند داشت.

۳-۴. کالیبراسیون پارامترهای مدل

به منظور کالیبراسیون پارامترهای مدل، از داده‌های ترازنامه بانک‌های مورد بررسی در این مطالعه استفاده شده است. مقادیر مربوط به این ضرایب در جدول ۴ ارائه شده است.

۴. یافته برآورد مدل و آزمون فرضیه‌ها

همانطور که در بخش روش پژوهش ملاحظه شد، در الگوی چند عاملی بانک محور پویای این تحقیق، عامل‌های بازی پویای تصادفی مسأله شامل بانک مرکزی، بانک‌ها، سپرده‌گذاران و بنگاه‌ها هستند. عوامل هوشمند، راهبردهای خود را بر اساس الگوی رفتاری یادگیری تطبیقی تنظیم می‌نمایند. در این مدل، بانک مرکزی نهاد نظارتی است که علاوه بر نقش ناظر سیستم و آخرین قرض‌دهنده، سازماندهی بازار بین بانکی را نیز به عهده دارد. عامل دیگر سپرده‌گذاران هستند که اینها نیز هوشمند می‌باشند. علاوه بر این، سپرده‌ها شامل بیمه سپرده هستند.

الگو بر اساس ویژگی‌های سیستم بانکی کشور است و از داده‌های ترازنامه‌ای بانک‌ها شامل ۱۰ بانک بزرگ ملت، تجارت، سپه، مسکن، کشاورزی، آینده، پارسیان، پاسارگاد، صادرات و رفاه در دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۴۰۲ استفاده شده است. برای کالیبراسیون پارامترهای مدل از داده‌های ترازنامه بانک‌های منتخب استفاده شده است که تمامی این پارامترها در جدول (۴) گردآوری شده‌اند.

جدول (۴): پارامترهای برونزای سناریوی پیش فرض مدل

مقدار	توضیحات	نام متغیر
۱۰۰		تعداد تکرارهای شبیه سازی
۱۰	تعداد بانک‌های بزرگ موجود در بازار بین بانکی کشور در دوره ۱۴۰۲-۱۳۹۷ (به غیر از بانک ملی بدلیل عدم وجود داده‌ها در برخی سال‌ها)	تعداد بانک‌ها
یادگیرنده (هوشمند)		رفتار بانک‌ها
۹.۴۴ درصد	میانگین میانگین موزون نرخ سود پرداختی به کل سپرده‌ها (درصد) در دوره ۱۴۰۲-۱۳۹۷ (بر اساس محاسبات تحقیق)	نرخ سود سپرده
۱۹.۲۶ درصد	میانگین نرخ سود موزون در دوره ۱۴۰۲-۱۳۹۷	نرخ بهره بازار بین بانکی ریالی
صفر		نرخ بهره دارایی نقد
۱۶ درصد		نرخ تنزیل دارایی غیر نقد بانک
بله		آیا بانک دارایی غیر نقد را به قیمت تنزیلی به فروش می‌رساند؟
خیر		آیا بانک‌ها محدودیت نقدینگی دارند؟
توزیع یکنواخت	بانک‌های بزرگ در دوره ۱۴۰۲-۱۳۹۷	توزیع اندازه بانک‌ها
۱۰۰ نفر	فرض	تعداد سپرده‌گذاران هر بانک
یادگیرنده (هوشمند)		رفتار سپرده‌گذاران
۱۰۰ بنگاه	فرض	تعداد مشتریان بنگاهی هر بانک
۲۴ درصد	سقف دالان نرخ سود در سال ۱۴۰۲	نرخ بهره وام دهی بانک مرکزی به بانک‌ها
هوشمند		رفتار بانک مرکزی
وجود دارد		ارائه وام از دریچه تنزیل
۸ درصد	بنا بر دستورالعمل محاسبه سرمایه نظارتی و کفایت سرمایه مؤسسات اعتباری بانک مرکزی، نسخه اصلاحی (۱۳۹۸)	حداقل نرخ کفایت سرمایه
موجود است		وثیقه‌ی تسویه وام
تصادفی		اولویت وام دهی در بازار بین بانکی
وجود دارد		امکان برداشت کردن سپرده‌ها
وجود دارد		امکان وقوع هجوم بانکی
۱	برابر با اندازه کل سپرده	مقدار برداشت سپرده‌ها

احتمال برداشت سپرده	میانگین نرخ رشد سپرده های بخش غیردولتی بانکهای تجاری در دوره مورد مطالعه (بر اساس محاسبات تحقیق)	۳۷.۸ درصد
عامل پیش فرض یادگیری		۱
حداقل نرخ نکول بنگاه	نسبت مطالبات غیرجاری بر کل مطالبات در سال	۵.۱ درصد
رفتار بنگاهها	۱۴۰۲	غیر هوشمند
زبان نکول		۵۰ درصد
نرخ بهره وام	نرخ سود تسهیلات در عقود مبادله‌ای در سال ۱۴۰۲ (حداقل نرخ سود مورد انتظار تسهیلات در عقود مشارکتی)	۲۳ درصد
وزن ریسک وجوه نقد		صفر
وزن ریسک وام بنگاه	اصل تسهیلات اعطایی در قالب عقود مشارکتی به شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران (دستورالعمل محاسبه سرمایه نظارتی و کفایت سرمایه مؤسسات اعتباری، نسخه اصلاحی (۱۳۹۸))	۱۰۰ درصد

منبع: یافته‌های تحقیق

پیاده‌سازی الگوی حاضر در محیط نرم‌افزاری پایتون انجام شده است. این الگو شامل دو سناریو است که هر سناریو ۱۰۰ تکرار شبیه‌سازی مونت کارلو را در بر می‌گیرد و هر تکرار ۳۰۰۰ چرخه است. برای هر چرخه، توزیع نتایج وجود دارد. میانگین این نتایج بعد از هموارسازی به شکل نمودار ترسیم شده‌اند. نمودارهای سناریوی پیش‌فرض با خطوط قرمز و سناریوی کاهش مطالبات غیر جاری با خطوط آبی نمایش داده شده‌اند.

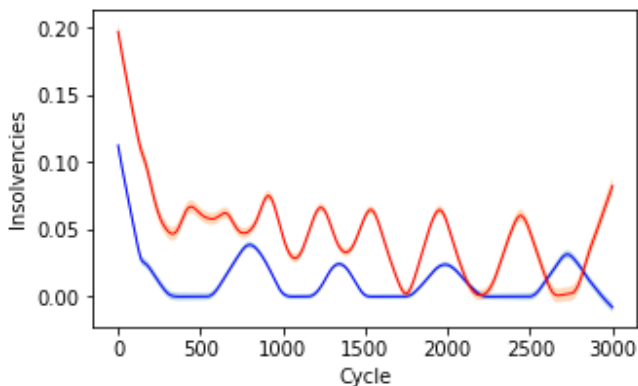
هدف از انجام سناریوی کاهش سهم تسهیلات غیر جاری، نشان دادن کاهش ریسک سیستمیک و در نتیجه کاهش سرایت در شبکه بانکی بعد از انجام این سناریو می‌باشد. شبیه‌سازی‌های این سناریو با سناریوی پیش‌فرض مقایسه شده‌اند. این مقایسه در نمودارها قابل مشاهده است. پارامترهای این سناریو همان پارامترهای سناریوی پیش‌فرض هستند، به جز یک پارامتر که نرخ نکول یا نسبت مطالبات غیر جاری بر کل مطالبات است تغییر می‌کند. در سناریوی پیش‌فرض نسبت مطالبات غیرجاری بر کل مطالبات برابر ۱۰ در سال ۱۳۹۷ به عنوان ابتدای دوره و در سناریوی بعدی برابر ۵.۱ در سال ۱۴۰۲ یعنی در انتهای دوره است.

نمودار (۲)، تعداد بانک‌های ورشکسته را در هر چرخه در دو سناریو نشان می‌دهد. کاهش تعداد بانک‌های ورشکسته بعد از اجرای سناریوی کاهش نسبت مطالبات غیر جاری بر کل مطالبات در نمودار کاملاً مشهود است. این نتیجه نشان می‌دهد که در صورت کاهش نسبت مطالبات غیر

جاری بر کل مطالبات، شبکه بین بانکی پایدارتر و ثبات سیستم بانکی افزایش می‌یابد. علاوه بر این، در هر سناریو نمودار تعداد ورشکستگی‌ها نزولی است و رفته رفته در طول شبیه‌سازی تعداد بانک‌هایی که قادر به بازپرداخت نیستند کاهش می‌یابد چون بانک‌ها، یادگیرنده و هوشمند هستند، از این رو، بانک‌ها طبق الگوی رفتاری یادگیری تطبیقی رفتار خود را تنظیم می‌کنند. قانون اول در یادگیری تطبیقی این است که احتمالاً راهبردهای موفق اتخاذ شده دوباره انتخاب می‌شوند. قانون دوم هم به این صورت می‌باشد که، راهبردهایی که اتخاذ نشده‌اند، ولی در صورت انتخاب می‌توانند بازده بالایی داشته باشند، احتمال زیاد وجود دارد در آینده انتخاب شوند. بنابراین، تأثیر سناریوی کاهش نسبت مطالبات غیر جاری بر شبکه علاوه بر اثر مستقیم روی سیستم، تأثیری به شکل غیرمستقیم بواسطه انتخاب راهبردهای بانک‌ها دارد.

نمودار (۲): تعداد بانک‌های ورشکسته در هر چرخه

(Insolvencies)



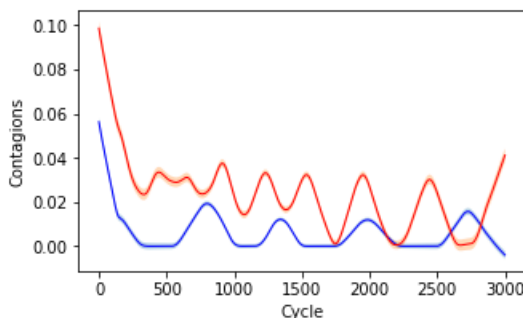
منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار (۳)، تعداد بانک‌های ورشکسته ناشی از سرایت در شبکه بانکی را نشان می‌دهد. به بیانی دیگر، سرایت در بازار بین بانکی منجر به این ورشکستگی‌ها شده است. در نمودار سرایت مشاهده می‌شود که چگونه با کاهش نسبت مطالبات غیر جاری، سرایت بین بانکی تحت تأثیر قرار گرفته است و خطر سرایت در سیستم کمتر شده است. در واقع، ورشکستگی بانک‌ها ناشی از سرایت در ۱۰۰ تکرار از ۳۰۰۰ چرخه شبیه‌سازی، کاهش داشته است. این نتیجه گویای آن است که کاهش تسهیلات غیرجاری منجر به کاهش ریسک سرایت و کاهش ریسک سیستمیک در شبکه بانکی کشور می‌شود. بنابراین اتخاذ هر نوع سیاست نظارتی در شبکه بانکی در جهت کاهش

تسهیلات غیر جاری منجر به پایداری و ثبات سیستم می‌شود (برای صحت این نتیجه می‌توان به پژوهش‌های دیگر از جمله گودرزی فراهانی و همکاران، ۱۴۰۳، فدایی واحد و همکاران، ۱۳۹۹، براتی و همکاران، ۱۴۰۲، صادقی، ۱۴۰۲، مراجعه کرد).

نمودار (۳): تعداد بانک‌های ورشکسته ناشی از سرایت در شبکه بانکی

(Contagions)

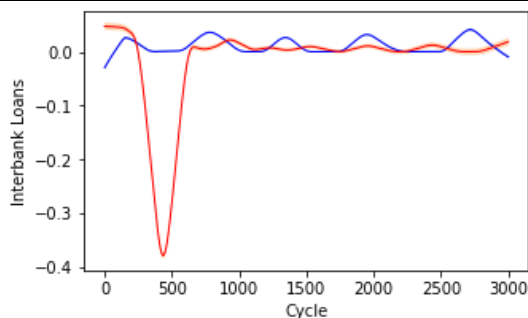


منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه مهم دیگر بررسی حاضر این است که با کاهش نسبت مطالبات غیر جاری بر کل مطالبات علی‌رغم کاهش ریسک سرایت شاهد کاهش معاملات در بازار بین بانکی در بلندمدت نیستیم. با وجود کاهش ناگهانی در اوایل در ادامه شاهد ثبات و پایداری این شبکه در بازار وام‌دهی بین بانکی هستیم. متوسط معاملات بین بانکی در چرخه‌ها در نمودار (۴) مشاهده می‌شود. هم پایداری و هم عدم کاهش حجم معاملات از نتایج مهم پژوهش می‌باشد؛ چرا که اگر کاهش سرایت صرفاً به دلیل کاهش در معاملات بود، پایداری شبکه بین بانکی به بهای کاهش قابل توجه در معاملات بین بانکی بود و بنابراین چنین نتیجه‌ای، بهینه نبود. همچنین ثبات و نوسان کم و بنابراین کارایی بیشتر بازار بین بانکی در نمودار مربوط به وام‌های بین بانکی قابل مشاهده است که از نتایج مهم پژوهش می‌باشد.

نمودار (۴): متوسط معاملات بین بانکی در چرخه‌ها

(Interbank Loans)

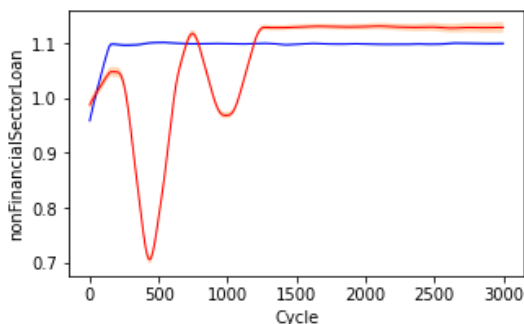


منبع: یافته‌های تحقیق

نتیجه دیگر مربوط به تسهیلات اختصاص یافته توسط شبکه بانکی به بخش واقعی بازار است. با کاهش نسبت مطالبات غیر جاری، اعتبار به بخش واقعی در کوتاه مدت افزایش می‌یابد و در ادامه ثبات بلندمدت در اختصاص این تسهیلات به بخش واقعی اقتصاد مشاهده می‌شود. نمودار (۵)، مربوط به این نتیجه است (مطالعات قبلی از جمله میرزایی و همکاران، ۱۳۹۵، تأییدی بر صحت این نتیجه می‌باشند).

نمودار (۵): تسهیلات اختصاص یافته توسط شبکه بانکی به بخش واقعی بازار

(nonFinancialSectorLoan)

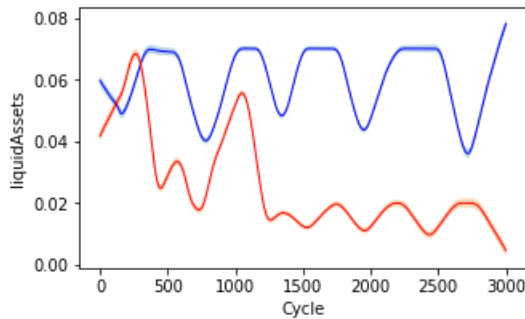


منبع: یافته‌های تحقیق

از نتایج مهم اجرای مدل عامل بنیان حاضر، افزایش موجودی نقد شبکه بانکی با کاهش نسبت تسهیلات غیر جاری بر کل مطالبات می‌باشد. این نتیجه در نمودار زیر کاملاً مشهود است. طوری که هم افزایش موجودی نقد و هم واگرایی آن را با کاهش مطالبات غیر جاری را نشان می‌دهد. این نتیجه خیلی حائز اهمیت است چرا که با الگوی عامل بنیان شبکه بین بانکی کشور و با وجود بانک‌های یادگیرنده نشان داده شد که با کاهش مطالبات غیر جاری، نقدپندگی در کل شبکه افزایش

می‌یابد. بنابراین با کاهش ریسک اعتباری علاوه بر کاهش ریسک سرایت و سیستماتیک، ریسک نقدینگی نیز کاهش می‌یابد.

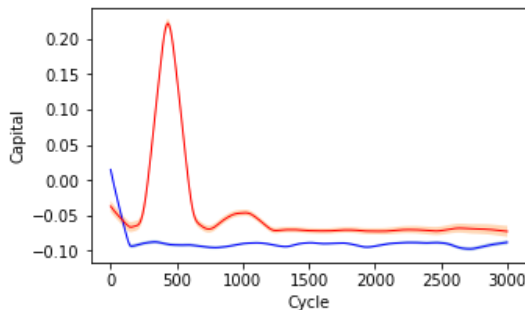
نمودار (۶): موجودی نقد شبکه بانکی (Liquid Assets)



منبع: یافته‌های تحقیق

از اقلام دیگر ترازنامه بانک‌ها سرمایه می‌باشد که نمودار زیر این را نشان می‌دهد و با توجه به اینکه مبلغ سرمایه در این مدل با عدد منفی ثبت می‌شود چون در سمت بدهی ترازنامه است پس نمودار نشان‌دهنده افزایش سرمایه بانک‌ها با کاهش نسبت مطالبات غیر جاری و ثبات و پایداری در میزان سرمایه شبکه بانکی است.

نمودار (۷): سرمایه بانک‌ها (Capital)



منبع: یافته‌های تحقیق

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

به دلیل سهم قابل توجه وام‌ها در سبد دارایی بانک‌های کشور، ریسک اعتباری از مهمترین ریسک‌های سیستم بانکداری کشور است. با این وجود، ایران در مقایسه با کشورهای جهان از

لحاظ نسبت مطالبات غیر جاری در سال‌های متمادی دارای رتبه ضعیف‌تری بوده است. علیرغم کاهش سهم تسهیلات غیر جاری در کل تسهیلات در دهه ۱۳۹۰، اما این سهم همواره بیش از ۴ درصد بوده و در حال حاضر نیز با استاندارد جهانی فاصله دارد.

با توجه به اهمیت ریسک اعتباری در سیستم بانکی کشور، احتمال سرایت سیستماتیک این ریسک بر شبکه‌ی بانکی و افزایش ریسک سیستمی به صورت اثر دومینویی در کل شبکه وجود دارد. هدف مقاله حاضر بررسی این نوع سرایت سیستماتیک در شبکه‌ی بانکی بوده است. در این راستا، بر اساس اتصال ترازنامه‌ای بانک‌ها از طریق بازار بین بانکی، اثر تغییرات در مطالبات غیر جاری بر شبکه بین بانکی و سرایت سیستمیک در کل شبکه، همچنین بر بخش واقعی اقتصاد مورد ارزیابی قرار گرفته است. برای این منظور، با در نظر گرفتن ویژگی‌های سیستم بانکی کشور و داده‌های ترازنامه‌ای بانک‌ها از یک الگوی چند عاملی بانک محور با عوامل هوشمند استفاده شده است.

یافته‌های تحقیق حاکی از آن است که با کاهش نسبت تسهیلات غیر جاری بر کل مطالبات، ثبات سیستم بانکی کشور افزایش می‌یابد و بازار بین بانکی پویاتر می‌شود. علاوه بر این، با کاهش سهم مطالبات غیر جاری، سرمایه و نقدینگی بانک‌ها روند صعودی پیدا می‌کنند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که کاهش مطالبات غیر جاری تأثیر مثبتی بر بخش واقعی اقتصاد می‌گذارد و باعث نوسان کم و پایداری در تخصیص نقدینگی به بنگاه‌های اقتصادی کشور می‌شود.

این نتایج با توجه به اهمیت ثبات نظام بانکی کشور در شرایط بحرانی اقتصاد کشور بیانگر آن است که نهادهای ناظر سیستم بانکی باید رویه نظارتی دقیق و منسجم و مستمر همراه با غربالگری صحیح را برای تخصیص تسهیلات و کاهش ریسک اعتباری انجام دهند. کنترل مطالبات غیر جاری با هدف و کنترل ریسک سیستماتیک و افزایش ثبات در شبکه بانکی کشور، نیازمند وجود سیستم بین بانکی مقاوم‌تر و انعطاف‌پذیرتر است. سیستم‌های بانکی که از طریق خود سازمان‌دهی می‌توانند با محیط سازگار شوند، اغلب قوی و کارآمد هستند.

Reference

Alimohammadi, M., Fallah Shams, M., & ebad, K. (2021). Designing of a early warning system for credit risk in the banking system. *Quarterly Studies in Banking Management and Islamic Banking*, 7(17), 67-90. (In Persian)

Barati, L., Falah Shams, M., Ghafari, F., & Heidarzadeh Hanzaei, A. (2023). Measuring systemic risk and the effect of fundamental variables on it in the country's banking system. *Journal of Investment Knowledge*, 12(48), 721-744. (In Persian)

- Bardoscia, M., Battiston, S., Caccioli, F., & Caldarelli, G. (2017). Pathways towards instability in financial networks. *Nature communications*, 8(1), 14416.
- Bargigli, L., Riccetti, L., Russo, A., & Gallegati, M. (2020). Network calibration and metamodeling of a financial accelerator agent based model. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 15(2), 413-440.
- Barroso, R. V., Lima, J. I. A. V., Lucchetti, A. H., & Cajueiro, D. O. (2016). Interbank network and regulation policies: an analysis through agent-based simulations with adaptive learning.
- Berloco, C., De Francisci Morales, G., Frassinetti, D., Greco, G., Kumarasinghe, H., Lamieri, M., ... & Yang, S. (2021). Predicting corporate credit risk: Network contagion via trade credit. *PLoS One*, 16(4), e0250115.
- Camerer C. F. and T.H. Ho (1999). Experience weighted attraction learning in normal form games. *Econometrica*, 67, 827-874.
- Chen, T., & Wang, S. (2023). Incomplete information model of credit default of micro and small enterprises. *International Journal of Finance & Economics*, 28(3), 2956-2974.
- Chen, T., He, J., & Li, X. (2017). An evolving network model of credit risk contagion in the financial market. *Technological and Economic Development of Economy*, 23(1), 22-37.
- Chen, T., Yang, Q., Wang, Y., & Wang, S. (2020). Double-Layer Network Model of Bank-Enterprise Counterparty Credit Risk Contagion. *Complexity*, 2020(1), 3690848.
- Chen, T., Wang, Y., Zeng, Q., & Luo, J. (2020). Network model of credit risk contagion in the interbank market by considering bank runs and the fire sale of external assets. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 542, 123006.
- Dolfin, M., Knopoff, D., Limosani, M., & Xibilia, M. G. (2019). Credit risk contagion and systemic risk on networks. *Mathematics*, 7(8), 713.
- Fadaee vahed, M., Dehghan Dehnavi, M. A., divandari, A., & amiry, M. (2020). Investigating the effect of risk and competitiveness indicators of banks on systemic risk with the marginal expected shortfall (MES) approach using the GMM model. *Journal of Investment Knowledge*, 9(36), 317-334. (In Persian)
- Fallah Shams, M., & Banisharif, A. (2021). Investigating the Financial Risk Spillover in Banks Accepted in Tehran Stock Exchange Market through MGARCH Approach. *Financial Research Journal*, 23(1), 87-107. (In Persian)

- Gudarzi Farahani, Y., Morsaliarzanagh, Z., Abbasi, E., & Mehrara, M. (2024). The effect of institutional variables on financial stability banking system. *Public Sector Economics Studies*, 3(3), 385-406. (In Persian)
- Leduc, M. V., Poledna, S., & Thurner, S. (2017). Systemic risk management in financial networks with credit default swaps. Available at SSRN 2713200.
- Li, S. W., Wang, L., Liu, X. X., & Zhang, J. (2020). Systemic risk across the banking sector and the firm sector. *Sys. Eng. Theor. Pract.*, 10, 2492-2504.
- Liu, X. (2023). A model of systemic bank runs. *The Journal of Finance*, 78(2), 731-793.
- Mirza'i, E., Mohammadi, T., & Shakeri, A. (2016). The Interaction between Non-Performing Loans and Macroeconomic Conditions: A Panel Vector Autoregressive Approach. *Economics Research*, 16(60), 183-220. (In Persian)
- Naili, M., & Lahrichi, Y. (2022). The determinants of banks' credit risk: Review of the literature and future research agenda. *International Journal of Finance & Economics*, 27(1), 334-360.
- Sadeghi, Somayeh (2023). The Effect of Liquidity Creation on the Systemic Risk : by Concentration on Banks Balance Sheet Structure. *Economic Modeling*, 16(60), 69-86. (In Persian)
- Xie, X., Shi, X., Gu, J., & Xu, X. (2023). Examining the contagion effect of credit risk in a supply chain under trade credit and bank loan offering. *Omega*, 115, 102751.
- Zhang, M., He, J., & Li, S. (2018). Interbank lending, network structure and default risk contagion. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 493, 203-209.