



## ساز و کار سرایت ریسک سیستمی در نظام مالی ایران: بازار پول و سرمایه

وحید میرزایی بادیزی<sup>۱</sup>

علی سوری<sup>۲</sup>✉

مهدی ناجی<sup>۳</sup>

نقیسه بهرام‌مهر<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۱۵

### چکیده

در این مقاله، با استفاده از مدل عامل محور، رفتار بانک‌های تجاری و صندوق‌های سرمایه‌گذاری، شبیه‌سازی و سعی شده نحوه سرایت ریسک سیستمی از بازار پول به بازار سرمایه، از طریق تحولات ترانزنامه نشان داده شود. مقادیر اولیه پارامترها و متغیرها، بر اساس سال پایه ۱۳۹۹ مقداردهی شده‌اند و شبیه‌سازی برای ۵۰ ماه انجام شده است. همچنین در این مدل، دو بازار پول و سرمایه به صورت درون‌زا الگوسازی شده و قیمت در این بازارها از طریق شاخص بورس و نرخ بهره مشخص می‌شود. ۸۱ درصد از بانک‌های تجاری ایران دارای سبد دارایی مختلط از وام بین بانکی و اوراق بهادار بوده و در هر دو بازار فعالیت می‌کنند و می‌توانند در صورت وقوع تکانه، آن را در کل سیستم مالی منتشر کنند. این فرآیند از طریق مکانیسم فروش‌های آتشین و ابطال واحدهای صندوق‌های سرمایه‌گذاری صورت می‌گیرد و می‌تواند منجر به کاهش قیمت‌های سهام در بازار سرمایه به زیر ارزش ذاتی شود. اگر چه مقادیر بیشتر حداقل کفایت سرمایه می‌تواند مانع کاهش اثر این مکانیسم شود اما افزایش آن منجر به افزایش عرضه وجوه و کاهش نرخ بهره و در نتیجه مختلط شدن سبد دارایی‌ها بانک‌ها و در نتیجه افزایش ریسک سیستمی شود. مقدار بهینه نرخ کفایت سرمایه قانونی معادل ۱۹ درصد برآورد شده است.

واژه‌های کلیدی: بازار مالی، ریسک سیستمی، فروش آتشین، مدل‌سازی عامل‌محور.

طبقه بندی JEL: N25, G32, G23, C6, G21

۱- گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تهران، ایران. vahid.mirzaei.ba@ut.ac.ir

۲- گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تهران، ایران. (نویسنده مسئول). alisouri@ut.ac.ir

۳- گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تهران، ایران. mehdinaji@ut.ac.ir

۴- گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران، تهران، ایران. behradmehr@ut.ac.ir



## ۱- مقدمه

شاخص بورس تهران<sup>۱</sup> به عنوان نماینده قیمت دارایی در بازار سرمایه، از مرداد ماه سال ۱۳۹۹ تا خرداد ماه سال ۱۴۰۰، افت ۴۷ درصدی را تجربه کرد. یکی از رفتارهای تشدیدکننده ریسک سیستمی، که می‌تواند منجر به کاهش قیمت دارایی‌ها شود، مکانیسم فروش آتشین<sup>۲</sup> است. عامل‌های اقتصادی متفاوتی در این بازار با اهداف و محدودیت‌هایی متفاوت نقش ایفا می‌کنند. شرکت‌های سرمایه‌گذاری، انواع صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، شرکت‌های سرمایه‌گذاری که در مالکیت دولت هستند، سرمایه‌گذاران حقیقی، بانک‌های تجاری و شرکت‌های تأمین سرمایه و کارگزاران، شبکه‌ای به هم پیوسته از بازیگران فعال در این زمینه هستند. دارایی‌های مشترکی که این عامل‌ها در سبد دارایی خود نگهداری می‌کنند، زمینه تأثیرگذاری و تأثیرپذیری هر یک از این عامل‌ها بر یکدیگر را فراهم می‌کنند. رفتارهای ناهمگن عامل‌ها که از متفاوت بودن شرایط اولیه و محدودیت‌های آن‌ها نشأت می‌گیرد، در صورت بروز تکانه، می‌تواند کل نظام مالی را ناپایدار سازد.

از بحران مالی ۲۰۰۸، توجه به ساز و کار ریسک سیستمی جلب شد. قبل از بحران، بیشتر مطالعات، در مورد ریسک خاص<sup>۳</sup> هر مؤسسه مالی بود. اما بعد از بحران، مطالعات حول موضوع تشخیص، اندازه‌گیری و مدیریت ریسک سیستمی<sup>۴</sup> متمرکز شد. می‌توان ریسک سیستمی را به این مفهوم در نظر گرفت 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 سیستمی در نظام مالی به دلیل وجود پدیده "بزرگتر از آن که شکست بخورد"<sup>۵</sup>، از اهمیت بیشتری برخوردار است. بانک‌ها در سراسر دنیا به دلیل تعاملات متعددی که دارند، به نوعی باهم در ارتباط هستند. این ارتباط از طریق بازارهای متفاوت ایجاد شده است. بازار پول، ارز، سرمایه و املاک و مستغلات از جمله بازارهایی هستند که بانک‌ها در آن فعالیت می‌کنند.

در ایران، دولت بازیگر اصلی تعیین قیمت در بازار ارز است لذا مؤسسات مالی از این مجرا زیاد بر روی یکدیگر تاثیر نمی‌گذارند. از طرفی در بازار املاک و مستغلات نیز مکانیسم و زیرساخت گسترده‌ای برای ارتباط بانک‌ها موجود نمی‌باشد. تنها ابزار مالی که نهادهای مالی را در بازار مسکن با هم مرتبط می‌سازد اوراق حق تقدم تسهیلات مسکن است که بانک‌های ملی و مسکن ارائه می‌کنند و در بازار ثانویه اوراق بهادار مبادله می‌شوند. به دلیل بالا بودن نرخ ترمیم یا به عبارت دیگر پایین بودن میزان وام نسبت به مبلغ ملک مورد مبادله، بانک‌ها در این بازار در معرض ریسک اعتباری کمی قرار دارند اما عموماً بانک‌ها در دو بازار پول و سرمایه با هم تعاملات زیادی دارند.

بین سال‌های ۹۰ تا ۹۹ شمسی، بازده بازار سرمایه نسبت به بازده بازار پول در اکثر سال‌ها بیشتر بوده است. با توجه به نمودار ۱، شاخص کل بازار بورس تهران از سال ۹۱ تا سال ۹۹، ۵۰ برابر شده است که نشان از بازده

<sup>۱</sup> TEPIX

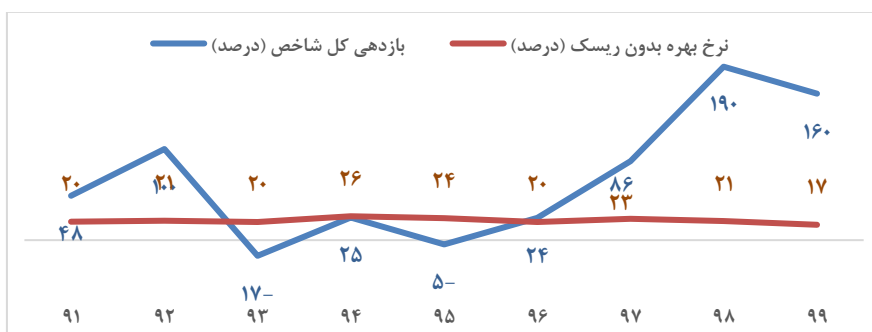
<sup>۲</sup> Fire sale

<sup>۳</sup> Idiosyncratic risk

<sup>۴</sup> اگرچه هر دو ریسک سیستمی و سیستماتیک در بازارهای مالی وجود دارند اما دو نوع متفاوت از ریسک هستند. ریسک سیستمی حادثه‌ای است که باعث سقوط یک نظام مالی شود اما ریسک سیستماتیک یا ریسک بازار ریسکی است که با تنوع‌سازی مدیریت نمی‌شود و همواره در بازار وجود دارد.

<sup>۵</sup> Too big to fail

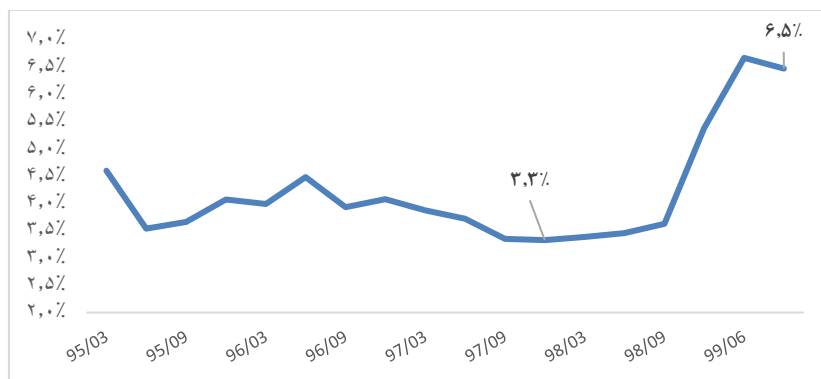
متوسط سالانه ۵۴ درصدی دارد. در صورتی که متوسط نرخ سالانه بهره بانکی ۲۱ درصد بوده است. با توجه به عدم وجود منع قانونی برای سرمایه‌گذاری بانک‌ها در بازار بورس، این مزاد بازده، باعث شده که بانک‌ها قسمت بیشتری از منابع خود را به بازار سرمایه اختصاص دهند.



نمودار ۱- بازده شاخص بورس نرخ بهره بدون ریسک

منبع: یافته‌های پژوهشگر

همچنین نمودار ۲ مجموع سرمایه‌گذاری مستقیم در اوراق بهادار بانک‌ها و مؤسسات اعتباری پذیرش شده در بورس را نشان می‌دهد که از ۳ درصد در سال ۱۳۹۸ به ۶.۵ درصد در سال ۱۳۹۹ افزایش پیدا کرده است.



نمودار ۲- نسبت اوراق بهادار به دارایی‌های جاری در بانک‌های پذیرش شده در بورس

منبع: یافته‌های پژوهشگر

بالاتر بودن بازده بازار سرمایه، سهم اوراق بهادار را در سبد دارایی بانک‌ها افزایش داده است. سبد مختلط بانک‌ها باعث به هم پیوستگی بیشتر بازارهای پول و سرمایه شده است.

از طرفی یکی دیگر بازیگران اصلی در بازار سرمایه می‌توان به صندوق‌های بازنشستگی و صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک اشاره کرد. بانک‌های سایه‌ای، مؤسسه‌ها یا واسطه‌های مالی مانند صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک یا صندوق‌های بازنشستگی هستند که به صورت فعال در نظام مالی فعالیت می‌کنند؛ این مؤسسات مانند بانک‌های تجاری، منابع مالی را تجهیز می‌کنند اما به منابع نقد عمومی (استقراض از بانک مرکزی) و بازار وام بین‌بانکی دسترسی ندارند. گسترش و توسعه بازار سرمایه ایران در سال‌های اخیر باعث شده که نقش چنین مؤسساتی در اقتصاد پررنگ‌تر شود. بانک‌های سایه‌ای می‌توانند عامل انتشار ریسک سیستمی در نظام مالی باشند. این مؤسسات مالی و بانک‌ها دارایی‌های مشترکی از جمله اوراق بهادار دارند که تغییرات قیمت این دارایی‌ها می‌تواند یکی از مجاری انتقال ریسک خاص یک مؤسسه به سایر مؤسسات مالی باشد. مارپیچ فروش آتشین<sup>۱</sup> از طریق مجرای قیمت دارایی‌ها می‌تواند رخ دهد. صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک و کارگزاران بازار سرمایه می‌توانند در انتقال ریسک سیستمی و ایجاد مارپیچ فروش آتشین تأثیر زیادی داشته باشند.

لذا در این مقاله سعی شده تا نشان داده شود که مکانیسم به وجود آمدن مارپیچ فروش آتشین در بازار سرمایه به صورت زیر باعث کاهش قیمت دارایی‌ها شده است و سایر مؤسسات مالی در بازار پول و سرمایه را دچار اختلال، کاهش خالص ارزش دارایی‌ها و مجبور به فروش دارایی‌های خود می‌کند. مراحل تشکیل مارپیچ فروش آتشین به صورت زیر مطرح است.

- یک بانک حداکثرکننده سود با تکانه روبه‌رو می‌شود و در وهله اول با استفاده از وجوه نقد سعی در جذب و میرا کردن تکانه دارد.
- اگر مقدار وجوه نقد بانک برای جذب تکانه کفایت نکند، بانک در بازار وام بین‌بانکی، وام‌هایی که به سایر بانک‌ها پرداخت کرده است، فراخوان<sup>۲</sup> می‌کند.
- در صورت عدم کفایت اعتبارات بازگشتی از بازار بین‌بانکی، بانک تصمیم می‌گیرد که دارایی‌های خود از جمله اوراق بهادار مانند سهام شرکت‌ها را در بورس به فروش برساند.
- با عرضه این دارایی‌ها، قیمت آن‌ها در بازار کاهش می‌یابد.
- با کاهش قیمت اوراق بهادار، بازدهی و در نتیجه خالص ارزش دارایی<sup>۳</sup> صندوق‌ها کاهش می‌یابد.
- صاحبان واحدهای صندوق‌های سرمایه‌گذاری به دلیل کاهش خالص ارزش دارایی‌های صندوق و در نتیجه به منظور شناسایی سود و پیشگیری از کاهش سود بیشتر، برای ابطال واحد، به صندوق مراجعه می‌کنند.
- مدیر صندوق ابتدا برای ابطال واحدهای صندوق، از وجوه نقد استفاده می‌کند. بر اساس امیدنامه صندوق‌های حاضر در بازار سرمایه ایران، تقریباً ۷۵ درصد از صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، ضامن نقدشوندگی ندارند، لذا برای ابطال صندوق باید به منابع خود تکیه کند.

<sup>۱</sup> Fire sale spiral

فروش آتشین اصطلاحی است مربوط به زمانی که فرد دارایی خود را به اجبار با قیمت‌های پایین‌تر از ارزش ذاتی به فروش برساند.

<sup>۲</sup> Recall

<sup>۳</sup> Net asset value (NAV)

- با توجه به اینکه درصد کمی از سبد دارایی صندوق‌ها را وجوه نقد تشکیل داده است، در صورت درخواست زیاد ابطال، مدیر صندوق باید دارایی‌ها (اوراق بهادار) را در بازار عرضه کند. با توجه به اطلاعات ترازنامه صندوق‌های فعال در بازار سرمایه ایران فقط ۶ درصد از دارایی‌های صندوق سرمایه‌گذاری مشترک را وجوه نقد تشکیل می‌دهد.<sup>۱</sup>
- فروش سهام باعث افزایش عرضه و کاهش مجدد قیمت سهام و کاهش خالص ارزش دارایی‌های سایر صندوق‌ها و بانک‌ها می‌شود و این مکانیسم برای سایر صندوق‌ها و بانک‌ها نیز اتفاق می‌افتد.
- ماریپج فروش‌های آتشین<sup>۲</sup> به وجود خواهد آمد و منجر به سقوط قیمت اوراق بهادار به زیر ارزش ذاتی آن‌ها می‌شود.

از طریق این مکانیسم، وجود یک ریسک خاص مانند ریسک اعتباری در یک بانک می‌تواند از طریق بازار پول و بازار سرمایه به سایر بانک‌ها و مؤسسات مالی مانند صندوق‌های سرمایه‌گذاری سرایت کند و در نتیجه بخش عمده‌ای از نظام مالی را دچار اختلال کند. عاملی که به کاهش ادامه‌دار شاخص بورس دامن زده است، سرمایه‌گذاری بانک‌های تجاری در بازار سرمایه ایران و انتخاب سبد دارایی به صورت ترکیبی از وام‌ها و اوراق بهادار است که باعث افزایش ریسک سیستمی از طریق مکانیسم فروش آتشین و در نتیجه کاهش قیمت دارایی‌ها به زیر ارزش ذاتی در بازار سرمایه شده است. در واقع ساختار قانونی و مقرراتی موجود در بازار سرمایه علت اصلی حضور عامل‌های اقتصادی با اهداف و شرایط اولیه متفاوت در بازار بوده است.

این مقاله در ادامه، در بخش دوم، به ارائه پیشینه تحقیق در مطالعات داخلی و خارجی می‌پردازد. بخش سوم به روش‌شناسی پژوهش و مدل مورد استفاده در مقاله اختصاص دارد. در بخش چهارم، مدل نظری پژوهش ارائه می‌شود. در بخش پنجم، به معرفی داده‌های مورد استفاده در مدل و ارائه برخی نتایج حاصل از شبیه‌سازی اشاره خواهد شد. در نهایت در بخش پایانی، نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

### پیشینه تحقیق

تعداد زیادی از پژوهش‌ها سعی داشته‌اند تا موضوع ریسک سیستمی را در یک شبکه بانکی مورد بررسی قرار دهند. یک شبکه به هم پیوسته بانکی که در آن بانک‌ها با هم در ارتباط هستند، دو ویژگی اساسی دارد. این شبکه به هم پیوسته می‌تواند باعث تسهیم ریسک بین نهادهای مالی شود به طوری که در صورت بروز یک تکانه، این تکانه بین همه تقسیم شود. اما در عین حال این شبکه بانکی می‌تواند به دلیل روابط زیاد بین بانک‌ها باعث سرایت تکانه به سایر نهادها شود. این بخش از ادبیات استفاده از ابزارهای قانونی مانند سپرهای سرمایه‌ای و نقدینگی را بر روی کاهش ریسک سیستمی از طریق این تعاملات مؤثر دانسته‌اند.

<sup>1</sup> Fipiran.com

<sup>2</sup> Fire sale

سیفوننتس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۵)، در مقاله خود بر لزوم سپرده‌های سرمایه‌ای و نقدینگی برای کاهش اثرات سیستمی تاکید کرده‌اند. آن‌ها یک چارچوب نظری شامل نهادهای مالی به هم متصل ایجاد کردند که در آن قید امتناع از ورشکستگی وجود دارد و همچنین دارایی‌های بانک‌ها با توجه به ارزش بازاری به روز می‌شوند. در این پژوهش، دو اثر برای انتقال ریسک سیستمی و سرایت در نظر گرفته‌اند. اثر مستقیم که بر اساس ترازنامه بین بانک‌ها اتفاق می‌افتد و اثر غیرمستقیم که از طریق تغییرات قیمت‌های دارایی‌های مشترک و به دلیل فروش‌های آتشین اتفاق می‌افتد.

بخش قابل توجهی از ادبیات تلاش کرده تا اثرات پویایی‌های فروش آتشین بر روی شبکه‌های مالی پیچیده و آسیب‌پذیری سیستم مالی نسبت به اثرات فروش‌های آتشین را نشان دهد.

هلاج و کوک<sup>۲</sup> (۲۰۱۳)، شبکه‌ای از بانک‌ها را که دارایی‌های مشترک دارند، به صورت توزیع‌های تصادفی شبیه‌سازی کردند. از بین این بانک‌ها، بانکی که به آن تکانه وارد شده بود، این تکانه را از طریق نکول تعهدات خود به سایر بانک‌ها، به آن‌ها منتقل کرده و سایر بانک‌ها نیز به دلیل تطبیق و اصلاح صورت‌های مالی خود از جمله ترازنامه باید اوراق بهادار را نقد کرده تا الزامات سرمایه‌ای قانونی را رعایت کنند. این باعث می‌شود که چرخه فروش‌های آتشین به وجود بیاید. این چرخه و پویایی‌های سرایت غیرخطی، برای اعضای شبکه نامتجانس است.

بخش دیگری از ادبیات بر روی نقش بانک‌های سایه‌ای به عنوان یک نوع نهاد واسطه در بخش مالی، بر روی ریسک سیستمی و تعاملات آن‌ها با بانک‌ها پرداخته است. پژوهش‌ها بر این باور هستند که علت اصلی تشکیل مؤسسات بانکداری سایه‌ای تحمیل الزامات سرمایه‌ای و نقدینگی است که بر روی بانک‌های سنتی تجاری اعمال شده است. لذا این مؤسسات می‌توانند در پروژه‌هایی فعالیت کنند که به نسبت ریسکی‌تر هستند و نیازی به رعایت الزامات قانونی ندارند لذا می‌توانند ریسک سیستمی را افزایش دهند.

مدل‌سازی عامل محور مورد استفاده در کار بوکستابر و پادریک<sup>۳</sup> (۲۰۱۴) تعاملات پویای شبکه‌ای از عامل‌های مالی را که قرض می‌گیرند، قرض می‌دهند و سرمایه‌گذاری می‌کنند، بررسی می‌کند. آن‌ها فروش‌های آتشین را در این شبکه مدل‌سازی کرده و انتشار تکانه اولیه در این شبکه از عامل‌ها را با این فرض که عامل‌ها، رفتار و محدودیت‌های متفاوتی دارند، شبیه‌سازی کردند. مدل آن‌ها نشان می‌دهد که گستردگی زیان‌ها در نظام مالی بیشتر از اینکه به میزان تکانه اولیه وابسته باشد به واکنشی که عاملان به تکانه نشان می‌دهند، وابسته است.

آلداسورو<sup>۴</sup> و همکاران (۲۰۱۶) با استفاده از یک مدل شبکه‌ای از بازار بین‌بانکی که در آن بانک‌های ریسک‌گریز و بهینه‌ساز به یکدیگر پول قرض می‌دهند و همچنین در دارایی‌های غیرنقد نیز سرمایه‌گذاری می‌کنند. تسویه بازار از طریق یک فرآیند تصحیح و خطا که قیمت‌های تعادلی را به دست می‌دهد، انجام می‌شود. سرایت از طریق انباشت نقدینگی، روابط بین‌بانکی و اثرات بیرونی فروش آتشین اتفاق می‌افتد. آن‌ها در این پژوهش به این نتیجه رسیده‌اند که الزامات نقدینگی به وضوح ریسک سیستمی را در ازای کاهش بهره‌وری کمتر کاهش می‌دهد. الزامات

<sup>1</sup> Cifuentes

<sup>2</sup> Halaj and Kok

<sup>3</sup> Bookstaber and Paddrik

<sup>4</sup> Aldasoro

سرمایه‌ای نیز ریسک سیستمی را کاهش می‌دهد با این تفاوت که سرمایه‌گذاری کلی و در نتیجه بهره‌وری را کاهش نمی‌دهد.

خورخه چان لائو<sup>۱</sup> (۲۰۱۷) در پژوهش خود برای تحلیل ریسک‌های سیستم بانکی بر روی عدم تجانس و رفتار تطبیقی برای واکنش به تکانه‌ها و تغییرات شرایط کسب و کار و محیط مقرراتی تاکید کرده است. او برای تحلیل از مدل عامل محور استفاده کرده است و نشان داده است که تصمیمات بانک‌ها منجر به تشکیل شبکه روابط بین‌بانکی شده است. او در این پژوهش تاثیر الزامات مقرراتی را بر روی انتشار ریسک سیستمی بررسی کرده است. هلاج<sup>۲</sup> (۲۰۱۸) در مقاله خود بر روی نقش و عملکرد مدیران دارایی تمرکز کرده است. او به این سوال پاسخ داده است که آیا هر بنگاه بر اساس ویژگی‌های خاص نیاز به نرخ کفایت سرمایه قانونی متفاوتی دارد. حساسیت بیشتر هزینه تامین مالی به نرخ‌های ورشکستگی و حساسیت ضرر نکول تعهدات بیشتر منجر به نرخ کفایت سرمایه بیشتر می‌گردد.

در مقاله تپلی و کلینگر<sup>۳</sup> (۲۰۱۹)، یک مدل عامل محور بر اساس نظریه شبکه‌ها برای بررسی ریسک سیستمی در یک شبکه از بانک‌ها طراحی شده و از آن برای سنجش استرس و هیجان مقادیر مختلف الزامات مقرراتی استفاده شده است. آن‌ها در این پژوهش به این نتیجه رسیدند که برای حفاظت از پایداری سیستم سپرده‌های سرمایه‌ای از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. همچنین آن‌ها نشان دادند که الزامات قانونی و مقرراتی مانند سپرده‌های سرمایه‌ای در هنگام سقوط سیستم، اثر مثبتی بر پایداری نخواهد داشت.

کازاوسکا و ماتئوس<sup>۴</sup> (۲۰۲۰) نیز در مقاله خود به دلیل اینکه مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی فرض غیرهمگن بودن را در نظر نمی‌گیرند، از یک مدل عامل محور برای بررسی تاثیرات ریسک سیستمی بر عامل‌های اقتصادی استفاده کرده‌اند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که توزیع درآمد و ثروت افراد و میزان سرمایه بنگاه‌ها در میزان ریسک سیستمی که به آن‌ها منتقل می‌شود تاثیرگذار خواهد بود. افراد ثروتمند ریسک سیستمی کمتری را متحمل می‌شوند.

پی<sup>۵</sup> و همکاران (۲۰۲۱) نیز در پژوهش خود بر اساس یک مدل عامل محور و در نظر گرفتن شبکه بانکی به این نتایج رسیدند که چرخه‌های تجاری اقتصاد کلان نتیجه تعامل بانک‌ها و کسب و کارها است و هر چه حساسیت و وابستگی بانک‌ها و کسب و کار به عملکرد کل بازار بیشتر باشد نرخ ورشکستگی بانک‌ها و نرخ نکول کسب و کارها کمتر خواهد بود. همچنین تکانه‌هایی که به بانک‌های بزرگ وارد می‌شود می‌تواند با سرعت بیشتری به سایر بانک‌ها و کسب و کارها منتقل شود.

<sup>1</sup> Chan Lau

<sup>2</sup> Halaj

<sup>3</sup> Teplý and Klínger

<sup>4</sup> Kaszowska and Mateusz

<sup>5</sup> Pei

در ایران اما بیشتر مقالات و پژوهش‌ها در راستای تشخیص میزان مشارکت بانک‌ها از ریسک سیستمی و با استفاده از داده‌های قیمت بازاری بوده است. عموماً در این پژوهش‌ها، از معیار ارزش در معرض ریسک شرطی به عنوان نشان‌دهنده ریسک سیستمی استفاده شده است.

گیلانی‌پور و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهش خود، داده‌های ۱۷ بانک را طی سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار دادند و با استفاده از معیار ارزش در معرض ریسک شرطی تفاضلی ریسک سیستمی را در شبکه بانکی ایران برآورد کرده‌اند. نتایج حاکی از بالا بودن سهم بالای بانک خاورمیانه از ریسک سیستمی بوده است. این درحالی است که بانک سرمایه کمترین اثر را بر افزایش ریسک سیستمی دارد.

مالک و همکاران (۱۳۹۷)، در مقاله خود به برآورد ریسک سیستمی در اقتصاد ایران پرداخته است. آن‌ها با استفاده از معیار ارزش در معرض ریسک شرطی تفاضلی که توسط آدریان و برونمایر<sup>۱</sup> ارائه شده است و همچنین با استفاده از داده‌های بخش‌های مالی مانند بورس، بیمه و بانک طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۹۴ ریسک سیستمی را برآورد کرده‌اند. تحلیل رگرسیون کوانتیل<sup>۲</sup> نشان داده است که صنعت بیمه بیشترین سهم را در ایجاد ریسک سیستمی داشته است.

رحمانی و همکاران (۱۳۹۸)، نیز با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۷ و با استفاده از معیارهای MES، CoVaR و SRISK، ریسک سیستمی را برای بانک‌های فعال در بازار سرمایه محاسبه کرده است. همچنین محققان در این پژوهش به این نتیجه رسیدند که توجه صرف بر روی نسبت‌های مقرراتی مانند نسبت مالکانه و کفایت سرمایه نمی‌تواند ریسک سیستمی را در این بانک‌ها کنترل کند. از طرفی فقط بانک‌های بزرگ در ریسک سیستمی مشارکت ندارند و بانک‌های کوچک نیز در پیدایش و گسترش این نوع ریسک سهم به سزایی دارند.

خسروی‌پور و همکاران (۱۳۹۹) با استفاده از سنجه‌های  $\Delta\text{CoVaR}$  و  $\text{MES}$  سهم نظام بانکی از ریسک سیستمی را محاسبه کردند. با استفاده از داده‌های روزانه دی ماه ۱۳۸۷ تا تیر ماه ۱۳۹۸ نشان داده شده است که سنجه  $\Delta\text{CoVaR}$  به طور متوسط ریسک سیستمی نظام بانکی را کمتر از سنجه MES برآورد می‌کند.

نیکومرام و همکاران با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی، ارزش در معرض ریسک سهام تهران را طی دوره ۱۰ ساله و با استفاده از بازدهی روزانه محاسبه و میزان ریزش انتظاری آن را ارزیابی کردند. نتایج تحقیق آن‌ها نشان می‌دهد که دنباله چپ و راست توزیع بازدهی شاخص‌ها پهن و متراکم است.

گودرزی و همکاران (۱۴۰۰) نشان داده‌اند که ریسک سیستمی در بازار بین بانکی ریالی وجود دارد و این ریسک تا سال ۱۳۹۵ روند افزایش و از سال ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۸ روند کاهشی را تجربه کرده است. آن‌ها نتیجه گرفتند که نرخ کفایت سرمایه و سپر سرمایه‌ای عوامل مهم در محدود کردن ریسک سیستمی هستند. آن‌ها برای رسیدن به این نتایج از الگوریتم تحلیل پیوند استفاده کرده‌اند.

استادهاشمی و همکاران (۱۴۰۰) در قالب یک مدل خودرگرسیون برداری ساختاری و بر اساس داده‌های فصلی بین سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۳۹۶ تاثیر تکانه‌های متغیرهای کلان اقتصادی را بر ریسک سیستمی نظام بانکی مورد بررسی

<sup>1</sup> Adrian and Brunnermeier

<sup>2</sup> Quantile regression



قرار دادند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که شوک مثبت قیمتی نفت، نااطمینانی تورم، نرخ ارز و نرخ سود بانکی تاثیر فزاینده بر ریسک سیستمی دارد در حالی که رشد مثبت اقتصادی، کاهش ریسک سیستمی را به همراه دارد. در بحث برآورد نرخ کفایت سرمایه بهینه، محرابیان و همکاران (۱۴۰۰) عوامل موثر بر نسبت کفایت سرمایه را با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که اهرم مالی و نقدینگی اثر منفی بر نرخ کفایت سرمایه دارد. همچنین عیسوی و همکاران (۱۴۰۰)، نیز در پژوهش خود نرخ کفایت سرمایه بهینه را معادل ۱۲.۵ درصد برآورد کرده‌اند.

بر خلاف تحقیقات گذشته که ریسک سیستمی را فقط در یک بازار مورد بررسی قرار داده‌اند، در این مقاله سعی شده است که بر پایه داده‌های ترازنامه‌های سیستم بانکی ایران، اثر یک تکانه در بازارهای پول و سرمایه با تاکید بر تعیین نوع و نحوه تأثیرگذاری این بانک‌ها در انتشار تکانه مورد بررسی قرار گیرد و همچنین مقدار بهینه متغیرهای برون‌زا که به نوعی ابزار سیاست‌گذاری محسوب می‌شود، تعیین گردد. در واقع برای شبیه‌سازی اثرات ریسک سیستمی در بازارهای پول و سرمایه ایران در قالب یک مدل عامل‌محور، به تبعیت از کار چان-لاو (۲۰۱۷)، شبکه‌ای از بانک‌های تجاری و سایه‌ای در نظر گرفته شده‌است. این بانک‌ها رفتار حداکثرکننده سود دارند و اثرات تعاملات خود را بر اساس کار سیفوننتس و همکاران (۲۰۰۵) در ترازنامه خود نشان می‌دهند. همچنین برای بررسی اثرات انتقال ریسک سیستمی از بازار پول به بازار سرمایه به تبعیت از کار هلاج و کوک (۲۰۱۳)، مکانیسم فروش آتشین در نظر گرفته شده است. در بخش بعد مدل نظری مورد استفاده در این مقاله ارائه می‌گردد.

### مدل نظری

دلیل اصلی استفاده از روش عامل‌محور ناهمگنی عامل‌های اقتصادی در نظام مالی ایران است. به پیروی از مدل چان لاو (۲۰۱۷) که بانک‌ها را به عنوان عامل در نظر گرفته است، در این مدل، بازیگران، مؤسسات مالی هستند که شامل تعدادی بانک تجاری ( $N_B$ ) و تعدادی مؤسسات بانکداری سایه‌ای ( $N_{SB}$ ) فعال در بازار سرمایه هستند. در ابتدای کار بانک‌های تجاری دارای منابع به مقدار سپرده ( $N_{SB}$ ) و استقراض از سایر بانک‌ها ( $BB_i$ ) و سرمایه ( $E_i$ ) و بانک‌های سایه‌ای دارای منابع به میزان مشارکت مردمی در خرید واحد صندوق ( $P_m$ ) به صورت برون‌زا هستند. بانک‌های تجاری این منابع را به صورت نقد ( $C_i$ )، وام به افراد ( $L_i$ )، وام به سایر بانک‌ها ( $BL_i$ ) و خرید دارایی‌ها ( $S_i$ ) تبدیل می‌کنند. بانک‌های سایه‌ای اما منابع حاصل از فروش واحدهای صندوق را به صورت نقد ( $C_m$ ) و یا خرید دارایی و اوراق بهادار ( $S_m$ ) صرف می‌کنند. ترازنامه این دو مؤسسه مالی به صورت در می‌آید و اثرات تعاملات بر اساس کار سیفوننتس و همکاران (۲۰۰۵) در ترازنامه بانک‌ها نشان داده می‌شود.

جدول ۱- ترازنامه بانک تجاری

دارایی‌ها	بدهی‌ها
پول نقد (C <sup>i</sup> ) وام به بانک‌های تجاری (BL <sup>i</sup> ) وام به اشخاص (L <sup>i</sup> ) اوراق بهادار (S <sup>i</sup> )	سپرده‌ها (D <sup>i</sup> ) استقراض از بانک‌های تجاری (BB <sup>i</sup> ) سرمایه (E <sup>i</sup> )

منبع: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۲- ترازنامه بانک سایه‌ای

دارایی‌ها	بدهی‌ها
پول نقد (C <sup>m</sup> ) اوراق بهادار (S <sup>m</sup> )	منابع حاصل از فروش واحدهای صندوق (P <sup>m</sup> )

منبع: یافته‌های پژوهشگر

مساله حداکثرسازی سود بانک تجاری به صورت اختلاف بین درآمد ناشی از سرمایه‌گذاری‌ها و هزینه تامین منابع در می‌آید.

$$\Pi^i = \pi^{assets^i} - cost^{liabilities^i} \quad (1)$$

در واقع برخلاف کار چان لائو (۲۰۱۷) که تابع هدف در مساله بهینه‌سازی، ریسک نکول تعهدات است، تابع سود بانک تجاری  $\pi^i$  بر اساس کار کالیمانی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) به صورت رابطه ۲ در می‌آید:

$$\pi^i = r^{rf} * BL^i + \frac{r_i^S}{p^{mkt}} * S^i - r^{rf} * \frac{1}{1 - \xi PD^i} * BB^i \quad (2)$$

که  $p^{mkt}$  قیمت بازاری اوراق بهادار،  $S^i$  ارزش دفتری اوراق بهادار،  $r_i^S$  بازده روی اوراق بهادار،  $PD^i$ : احتمال نکول وام اعطا شده،  $r^{rf}$ : نرخ بهره بدون ریسک تعیین شده در بازار بین بانکی به صورت فرآیند صحیح و خطا<sup>۲</sup> و  $\xi$  ضرر حاصل از نکول وام به صورت درصدی است.

همچنین بانک با محدودیت‌هایی نیز مواجه است. این محدودیت‌ها به صورت محدودیت‌های قانونی و محدودیت‌های بودجه‌ای هستند. بانک تجاری با محدودیت بودجه به صورت رابطه ۳ مواجه است که به نوعی تداعی‌کننده معادله اصلی حسابداری می‌باشد.

<sup>1</sup> Calimani

<sup>2</sup> Tatonnement

$$C^i + BL^i + S^i + L^i \leq D^i + BB^i + E^i \quad (۳)$$

محدودیت نرخ کفایت سرمایه که در آن نسبت سرمایه به کل دارایی‌ها باید از یک مقدار برون‌زا که به وسیله نهاد قانون‌گذار تعیین می‌شود، بیشتر باشد. به عبارت دیگر می‌توان نوشت:

$$\frac{C^i + BL^i + S^i + L^i - D^i - BB^i}{\chi_{BL} BL^i + \chi_S S^i + \chi_L L^i} \geq \gamma_{min} \quad (۴)$$

که  $\chi$  وزن متناظر هر نوع دارایی است و  $\gamma_{min}$  نیز نرخ کفایت سرمایه است. همچنین محدودیت نقدینگی که به وسیله نهاد قانون‌گذار تعیین می‌شود و طبق آن درصد دارایی‌های غیر اوراق بهادار (یعنی پول نقد و وام‌ها) نسبت به کل سپرده‌ها همواره از یک مقدار ثابت برون‌زا بیشتر باشد.

$$C^i + BL^i \geq \alpha_{min} * (D^i + BB^i) \quad (۵)$$

که  $\alpha_{min}$  حداقل وجه نقد قانونی است.

از طرفی محدودیت اختصاص منابع به اوراق بهادار نیز می‌تواند به مدل اضافه گردد:

$$S^i \leq \theta_{max} * Total Assets^i \quad (۶)$$

که  $Total Assets^i$  مجموع دارایی‌های بانک است و  $\theta_{max}$  حداکثر نسبتی از دارایی‌ها است که می‌تواند به اوراق بهادار اختصاص دهد.

مساله حداکثرسازی سود بانک سایه‌ای نیز به صورت رابطه ۷ می‌باشد. به دلیل احتمال ابطال واحدهای صندوق توسط صاحبان واحدها و نبود ضامن نقدشوندگی، صندوق‌ها باید حداقل درصدی از منابع حاصل از فروش واحدها را به صورت پول نقد نگه دارند.

$$\max_{C^m, S^m} \pi^m = r_m^s * S^m$$

S.t

$$C^m \geq (\alpha_{min} + \beta^m) P^m$$

$$C^m + S^m \leq P^m \quad (۷)$$

که  $r_m^s$  نرخ بازده اوراق بهادار،  $S^m$  اوراق بهادار نگهداری شده،  $\alpha_{min}$  حداقل وجه نقد قانونی،  $\beta^m$  درصد نقد احتیاطی صندوق،  $C^m$  مقدار نقد و  $P^m$  مقدار کل ارزش واحدهای فروخته شده است.

### تعداد در بازار پول و تعیین نرخ بهره بدون ریسک

در بازار پول بین بانکی فقط بانک‌های تجاری فعالیت می‌کنند. لذا در نقطه تعادل می‌توان نوشت:

$$F^{demand} \equiv \sum_i \sum_k BB^{ik} = \sum_i \sum_k BL^{ik} \equiv F^{supply} \quad (8)$$

که  $BL^{ij}$  مقدار وامی است که بانک  $i$  به بانک  $j$  قرض می‌دهد و  $BB^{ij}$  مقدار وامی که بانک  $i$  از بانک  $j$  قرض می‌گیرد.  $F^{demand}$  مجموع کل تقاضای وام بانک‌ها و  $F^{supply}$  مجموع کل عرضه وام بانک‌ها است. اگر  $F^{supply} < F^{demand}$ ، نرخ بهره به مقدار  $r_{new}^{rf} = \frac{r_{old}^{rf} + F^{demand}}{2}$  افزایش و اگر  $F^{supply} > F^{demand}$ ، نرخ بهره به صورت رابطه  $r_{new}^{rf} = \frac{r_{old}^{rf} + F^{supply}}{2}$  کاهش می‌یابد.

بازه  $(\underline{r}^{rf}, \bar{r}^{rf})$  مقداری است که نرخ می‌تواند اختیار کند. فرآیند تصحیح و خطا<sup>۱</sup> تا جایی ادامه پیدا می‌کند تا مازاد تقاضا به صفر میل کند.

بعد از اینکه مقادیر اولیه سیستم تعیین شد و بانک‌ها مقدار بهینه ارقام ترازنامه خود را مشخص کردند، قسمت دوم مدل شروع می‌شود. در این قسمت اثر یک تکانه برون‌زا نقدینگی به یک بانک نوعی  $i$ ، مورد بررسی قرار می‌گیرد. فرض اصلی در این قسمت از مدل این است که نقدینگی از بانک خارج می‌شود و به یکی از بانک‌های دیگر در سیستم بانکی وارد می‌شود. در واقع این فرض به این معنا است که نظام مالی بسته است و سپرده‌های خارج شده از بانک  $i$ ، به سایر بانک‌های فعال در بازار پول، متناسب با سپرده‌های اولیه آن‌ها، منتقل می‌شود.

### فرآیند سرایت تکانه و تعادل در بازار اوراق بهادار

به تبعیت از کار هلاج و کوک (۲۰۱۳)، مکانیسم فروش آتشین به عنوان عامل سرایت در نظر گرفته شده است. بانک‌ها برای مواجه با نیازهای ناشی از تعاملاتی که در نظام مالی با سایر بنگاه‌های فعال در این صنعت دارند، برنامه و استراتژی دارند. لذا بانک  $i$ ، باید مقداری که در بازار وام بین بانکی به مطالبات سوخت شده تبدیل شده یا سپرده‌هایی که از بانک توسط سپرده‌گذاران خارج شده تعیین کند. پس بانک  $i$ ، تکانه برون‌زا به صورت رابطه ۹ در نظر می‌گیرد:

$$\lambda_i = \max \{ \sigma * (D_0^i + BB_0^i) - C_0^i, 0 \} \quad (9)$$

همچنین باید شکاف به وجود آمده نسبت به الزامات نقدینگی و الزامات حداقل سرمایه را مد نظر داشته باشد. بعد از بازفراخوانی وام‌ها در بازار بین بانکی، بانک‌ها مقادیر جدید  $\lambda_i$  را تعیین می‌کنند تا میزان

<sup>۱</sup> Tatonnement

فروش دارایی‌های کمتر نقدشونده در بازار اوراق بهادار مشخص گردد. می‌توان مقادیری که بانک‌ها و صندوق‌های سرمایه‌گذاری عرضه می‌کنند. فروشنده مقدار اولیه قیمت را  $P_t^{mrkt}$  در نظر می‌گیرد.

کاهش در قیمت اوراق بهادار، مدیران دارایی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. کاهش قیمت باعث تغییر در ارزش اوراق بهادار و در نتیجه کاهش ارقام اوراق بهادار و حقوق مالکانه در ترازنامه می‌شود. به عبارت دیگر تغییر قیمت باعث تغییر نسبت مالکانه برای بانک‌ها می‌شود و از طرفی در صندوق‌های سرمایه‌گذاری، ممکن است باعث شود که صاحبان واحد به ابطال واحد روی بیاورند. ابطال واحدهای صندوق به این دلیل محتمل است که افراد با مشاهده کاهش در ارزش خالص دارایی‌های صندوق، این فرآیند را در آینده ادامه‌دار تلقی کرده و برای جلوگیری از ضرر بیشتر و شناسایی سود، به ابطال واحد صندوق متمایل شوند.

لذا با کاهش قیمت اوراق بهادار و ایجاد ترس در بین صاحبان واحد، آن‌ها بخشی از واحدهای خود را ابطال می‌کنند. این ابطال تابعی از بازده دارایی‌های صندوق است. ابطال واحدها با کاهش قیمت اوراق بهادار به صورت نمایی افزایش می‌یابد. لذا اگر داشته باشیم،  $\delta_t = 1 - \frac{P_{t-1}^{mrkt}}{P_t^{mrkt}}$  می‌توان میزان ابطال را به صورت رابطه ۱۰ در نظر گرفت:

$$redemption_{m,t}(\delta_t) = P_{m,t} * (exp(\delta_t) - 1) \quad (10)$$

که  $redemption$ ، مقادیر ابطال است. وقتی که مدیر صندوق سرمایه‌گذاری با ابطال واحد از طرف سرمایه‌گذاران مواجه می‌شود، مانند بانک، برای تامین وجه نقد مورد نیاز، در مرحله اول از وجوه نقد صندوق استفاده می‌کند و در صورت عدم کفایت وجوه نقد به فروش اوراق بهادار در بازار سرمایه دست می‌زند. مقدار فروش از اوراق بهادار از رابطه ۱۱ به دست می‌آید.

$$N_{m,t}^S = redemption_{m,t}(\delta_t) - C_{t-1} \quad (11)$$

در صورتی که میزان ابطال به قدری زیاد باشد که کل سبد دارایی صندوق سرمایه‌گذاری برای پوشش آن کافی نباشد، صندوق سرمایه‌گذاری بسته شده و به طور کلی از بازار خارج می‌شود. مقادیر  $q_{i,t}^S(P_t^{mrkt})$  و  $q_{m,t}^S(P_t^{mrkt})$  مقدار از اوراق بهادار هستند که به ترتیب بانک‌ها و صندوق‌های سرمایه‌گذاری عرضه می‌کنند. در نهایت عرضه کل اوراق بهادار به صورت مجموع عرضه بانک‌ها و صندوق‌های سرمایه‌گذاری به صورت رابطه ۱۲ تعریف می‌شود:

$$Q_t^S(P_t^{mrkt}) = \sum_{i=1}^{NB} q_{i,t}^S(P_t^{mrkt}) + \sum_{m=1}^{NSB} q_{m,t}^S(P_t^{mrkt}) \quad (12)$$

عامل‌های اقتصادی حاضر در فروش سه دسته هستند. بانک یا بانک‌هایی که با تکانه نقدینگی مواجه شده‌اند، بانک‌هایی که برای الزامات قانونی باید اوراق بهادار بفروشند و صندوق‌های سرمایه‌گذاری در حال تامین وجه برای پرداخت به صاحبان واحدهای صندوق که درصدد ابطال برآمده‌اند. اگر فروش کل اوراق بهادار در سبد دارایی

جوابگوی کمبود نقدینگی ناشی از تکانه نباشد. صندوق سرمایه‌گذاری منحل و از بازار خارج می‌شود و در تکرارهای بعدی مدل تأثیری در بازار نخواهد داشت. بانک سایه‌ای، مانده نقدینگی پس از پرداخت به ابطال کنندگان واحد را به خرید اوراق بهادار اختصاص می‌دهد:

$$q_{m,t}^d(P_t^{mrkt}) = \frac{C_{m,t} - redemption_{m,t}}{P_t^{mrkt}} \quad (13)$$

و در نهایت تقاضای کل اوراق بهادار به صورت مجموع تقاضا بانک‌ها و صندوق‌های سرمایه‌گذاری به صورت رابطه ۱۴ تعریف می‌شود:

$$Q_t^D(P_t^{mrkt}) = \sum_{i=1}^{NB} q_{i,t}^d(P_t^{mrkt}) + \sum_{m=1}^{NSB} q_{m,t}^d(P_t^{mrkt}) \quad (14)$$

تا زمانی که در بازار اوراق بهادار تقاضا و عرضه وجود دارد، خرید و فروش صورت می‌گیرد. اگر تقاضا از عرضه کمتر باشد قیمت به کاهش می‌یابد و بانک‌ها و صندوق‌های سرمایه‌گذاری بر اساس قیمت جدید عرضه و تقاضای خود را تعیین می‌کنند. این فرآیند تا زمانی که مازاد تقاضا یا عرضه وجود نداشته باشد ادامه می‌یابد و در نهایت قیمت در مقدار  $P_{t+1}^{mrkt}$  ثابت می‌شود. در بخش بعدی مقاله نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل ارائه می‌گردد. فرض اساسی در تدوین مدل فرض "بزرگتر از آن که شکست بخورد"<sup>۱</sup> است. به عبارت دیگر فرض شده است که بانک‌ها نه در زمان وارد شدن تکانه بلکه در زمان بهینه‌سازی ترازنامه خود به منابع نقد عمومی بانک مرکزی دسترسی دارند و می‌توانند از بانک مرکزی استقراض کنند. به گواهی تاریخ، این فرض با واقعیت‌های اقتصاد ایران همخوانی زیادی دارد و بانک مرکزی جمهوری اسلامی همواره با افزایش پایه پولی از طریق وام‌دهی به بانک‌ها، از سقوط و ورشکستگی بانک‌ها جلوگیری کرده است.

### داده‌ها و نتایج مدل

داده‌های مورد استفاده در مدل، اقلام ترازنامه‌های بانک‌های تجاری هستند. این داده‌ها در صورت‌های مالی و یادداشت‌های توضیحی بانک‌های تجاری افشا می‌شوند. برخی از بانک‌های تجاری سهامی عام بوده و عموم مردم سهامدار آن هستند. لذا بر اساس قانون، این بانک‌ها باید صورت‌های مالی حسابرسی شده خود را به انضمام یادداشت‌های توضیحی در سامانه کدال<sup>۲</sup> افشا کنند. لذا داده‌های مالی این نوع بانک‌ها از این سامانه استخراج شده است. اما در مورد بانک‌هایی که عرضه عمومی<sup>۳</sup> نشده‌اند، از پایگاه داده‌های رتبه‌بندی شرکت‌های برتر<sup>۴</sup>، سازمان

<sup>1</sup> Too big to fail

<sup>2</sup> www.Codal.ir

<sup>3</sup> Initial public offering

<sup>4</sup> IMI-100

مدیریت صنعتی استفاده شده است. مدل مورد استفاده در این مقاله از نوع جلونگر<sup>۱</sup> است؛ به این مفهوم که ابتدا رفتار عامل‌ها تبیین شده و سپس با تعیین مقادیر پارامترها، شبیه‌سازی انجام می‌شود. سال پایه در این شبیه‌سازی ۱۳۹۹ می‌باشد. لذا مقادیر اولیه متغیرها و پارامترها و ارقام ترازنامه‌ای بانک‌ها در سال ۱۳۹۹ مقداردهی شده‌اند. بر اساس مدل ارائه شده در قسمت قبل، پارامترهای مدل به صورت جدول ۳ در محیط پایتون<sup>۲</sup> مقداردهی شده‌اند تا شبیه‌سازی برای ۵۰ دوره یک ماهه انجام پذیرد.

جدول ۳- پارامترهای مدل

ردیف	نماد	تعریف	مقادیر اخذ شده
۱	$\xi$	ضرر حاصل از نکول وام به صورت درصدی	عدد تصادفی نرمال با میانگین ۰.۱
۲	$X_{BL}$	وزن وام داده شده به بانک‌ها	۰.۲
۳	$X_S$	وزن اوراق بهادار	۱
۴	$X_L$	وزن وام داده شده به افراد	۱
۵	$\alpha_{min}$	نسبت حداقل نقدینگی	۱۰ و ۱۲ درصد
۶	$\gamma_{min}$	نرخ کفایت سرمایه	۶، ۷ و ۸ درصد
۸	$\sigma$	مقیاس تکانه اولیه	۰.۲

منبع: یافته‌های پژوهشگر

به منظور تحلیل حساسیت، مقادیر متفاوتی برای نسبت حداقل نقدینگی و نرخ کفایت سرمایه در نظر گرفته شده است. بر اساس استاندارد بازل ۲، نرخ کفایت سرمایه حداقل باید ۸ درصد باشد لذا مقادیر تحلیل حساسیت شامل این عدد بوده است. درصد نکول وام به صورت یک عدد تصادفی در نظر گرفته شده است. همچنین ضریب ریسک دارایی‌های بانک‌ها به صورت میانگین اعداد درج شده در صورت‌های مالی در نظر گرفته شده است.

## نتایج

### انواع بانک‌های تجاری

بعد از بهینه‌سازی ترازنامه و در نقطه تعادل، بانک‌های تجاری بر اساس هزینه نسبی وام‌گیری از سایر بانک‌ها  $(\frac{1}{1-\xi PD_i} r^{rf})$ ، بازده وام‌دهی در بازار بین بانکی  $(r^{rf})$  و بازده اوراق بهادار  $(r^S)$ ، سبدهای دارایی متفاوتی انتخاب می‌کنند. ناهمگنی عامل‌ها از نظر احتمال نکول وام‌های داده شده و بازده اوراق بهادار خریداری شده باعث می‌شود که بعد از بهینه‌سازی، از نظر ترکیب سبد دارایی، سه دسته بانک داشته باشیم.

<sup>1</sup> Ex ante

<sup>2</sup> Python-

<https://github.com/vahidito/banking-system-model>

- بانک‌های وام‌دهنده که بازده اوراق بهادار آن‌ها پایین‌تر از نرخ بهره بازار بین‌بانکی است. این بانک‌ها تمام منابع خود را در بازار بین‌بانکی عرضه می‌کنند.
  - بانک‌های سرمایه‌گذار که نرخ بازده سرمایه‌گذاری آن‌ها روی سایر دارایی‌ها (اوراق بهادار) از نرخ بهره بازار بین‌بانکی بیشتر و از هزینه قرض‌گیری از سایر بانک‌ها کمتر است. این بانک‌ها حداقل میزان قانونی وجه نقد را نگهداری کرده، از سایر بانک‌ها وام نمی‌گیرند و مابقی را به خرید اوراق بهادار اختصاص می‌دهد.
  - بانک‌های اهرمی که بازده اوراق بهادار آن‌ها بالاتر از نرخ بهره بین‌بانکی و بالاتر از هزینه وام‌گیری در بازار بین‌بانکی است. این بانک‌ها حداقل میزان قانونی وجه نقد را نگهداری کرده و علاوه بر منابع خود، در بازار بین‌بانکی نیز وام گرفته و کل منابع حاصل شده را صرف خرید اوراق بهادار می‌کند.
- دسته اول فقط در بازار بین‌بانکی فعالیت می‌کنند و در صورت مواجه شدن این نوع بانک‌ها با تکانه برون‌زا انتقال ریسک فقط در بازار بین‌بانکی (بازار پول) اتفاق می‌افتد. بانک‌های دسته دوم فقط در بازار سرمایه حضور دارند و اگر با تکانه مواجه شوند می‌توانند با فروش دارایی‌ها، صندوق‌های سرمایه‌گذاری را تحت تاثیر قرار دهند. اما دسته سوم با سبب دارایی مختلطی که انتخاب می‌کنند در هر دو بازار حضور دارند و در صورت تکانه می‌توانند در هر دو بازار عامل‌های اقتصادی را تحت تاثیر قرار می‌دهند.
- بر اساس نتایج حاصل از شبیه‌سازی مدل، اکثر بانک‌های حاضر در سیستم بانکی ایران ۸۱ درصد اهرمی، ۱۵ درصد وام‌دهنده و ۴ درصد سرمایه‌گذار هستند. این بانک‌ها به دلیل نوع فعالیت در هر بازار پول و سرمایه حضور دارند و در صورت وارد شدن تکانه، می‌توانند این تکانه را منتقل نمایند. اسامی بانک‌ها در جدول ۴ آمده است. مسلماً به دلیل تصادفی بودن مدل، ممکن است در شبیه‌سازی‌های مدل، نوع برخی از بانک‌ها تغییر کند ولی به طور کلی بیشتر بانک‌ها از نوع اهرمی هستند. در واقع بالاتر بودن نرخ بازدهی بازارهای موازی در طول زمان نسبت به نرخ بازدهی بازار پول بانک‌ها را مجاب کرده است که در سایر بازارها سرمایه‌گذاری کرده و سبب دارایی مختلط داشته باشند.

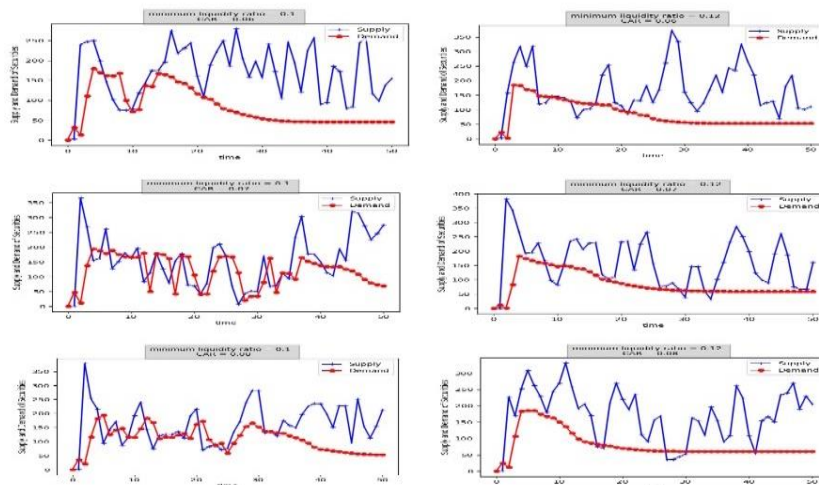
جدول ۴- اسامی بانک‌های حاضر در شبیه‌سازی به تفکیک نوع

وام‌دهنده	سرمایه‌گذار	اهرمی
سپه، اقتصاد نوین، سامان و خاورمیانه	ملت	بانک ملی، توسعه صادرات، صنعت و معدن، مسکن، کشاورزی، توسعه تعاون، پست، پارسین، کارآفرین، سینا، شهر، دی، صادرات، تجارت، رفاه، آینده، گردشگری، ایران‌زمین، سرمایه، پارسارگاد و ملل

منبع: یافته‌های پژوهشگر



نمودار ۴ نشان می‌دهد که در همه نرخ‌های کفایت سرمایه و حداقل نقدینگی، بعد از تکانه ایجاد شده در یکی از بانک‌ها، بین عرضه و تقاضای اوراق بهادار شکاف وجود دارد که باعث شده در بازار اوراق بهادار قیمت کاهش پیدا کند به زیر ارزش ذاتی خود برسد.



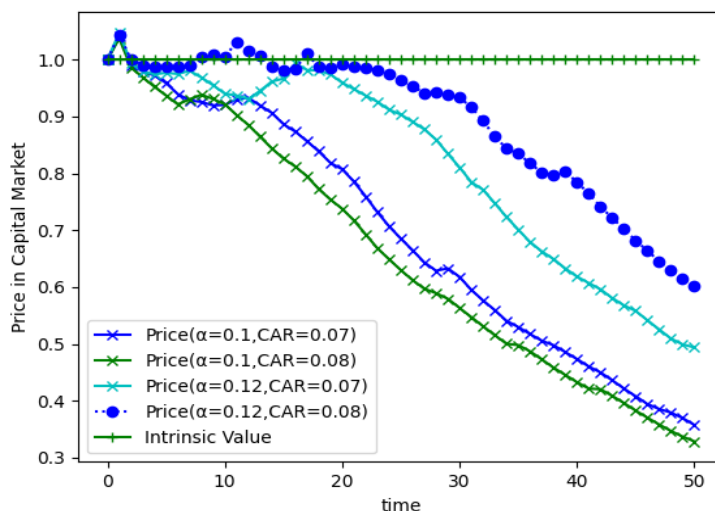
### نمودار ۳- عرضه و تقاضا برای اوراق بهادار

منبع: یافته‌های پژوهشگر

ستون چپ (حداقل نرخ نقد قانونی ۱۰ درصد)، ستون راست (حداقل نرخ نقد قانونی ۱۲ درصد)، ردیف اول (نرخ حداقل کفایت سرمایه ۶ درصد)، ردیف دوم (نرخ حداقل کفایت سرمایه ۷ درصد)، ردیف اول (نرخ حداقل کفایت سرمایه ۸ درصد)،

در واقع تکانه در یک بانک باعث ایجاد یک چرخه کاهش قیمت و ابطال واحد در صندوق‌های سرمایه‌گذاری می‌شود.

در نمودار ۵، شاخص قیمت در بازار سرمایه نشان داده شده است. در این نمودار، با مقادیر مختلف نرخ‌های کفایت سرمایه و حداقل نقدینگی الزامی، تکانه اعمال شده و نشان می‌دهد که رفتار قیمت در بازار به صورت کاهش به زیر ارزش ذاتی بوده است. سقوط قیمت‌ها در بازار سرمایه ناشی از تکانه وارد شده به بانک‌ها و انتقال آن از طریق مکانیسم فروش آتشین بوده است. اهمیت سیاست‌گذار به نظام بانکی و تلاش برای عدم سقوط و ورشکستگی منجر به متضرر شدن صاحبان دارایی در بازار سرمایه (در افق دید این پژوهش) می‌شود.



(نرخ کفایت سرمایه = CAR، نسبت حداقل نقد =  $\alpha$ ، ارزش دارایی = Intrinsic value، محور عمودی قیمت در بازار سرمایه و محور افقی زمان می باشد،

#### نمودار ۴- شاخص قیمت در بازار سرمایه به ازای حداقل کفایت سرمایه و حداقل نقدینگی الزامی

منبع: یافته‌های پژوهشگر

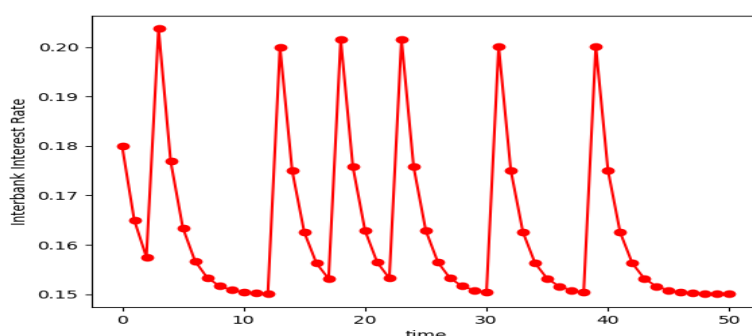
در واقع به دلیل تکانه وارد شده، بانک مجبور به فروش دارایی‌های خود در بازار شده است. اگر چه به طور کلی تعیین حداقل قانونی برای سرمایه و نقدینگی مانع سقوط قیمت نمی‌شود اما می‌تواند از سقوط شدید جلوگیری نماید. البته مقدار بیشتر نرخ کفایت سرمایه و مقدار کمتر وجه نقد قانونی باعث افزایش عرضه در بازار پول و کاهش نرخ بهره و جذاب شدن بازار سرمایه و در نتیجه مختلط شدن سبد دارایی بانک‌ها شود. این موضوع می‌تواند به افزایش ریسک سیستمی دامن بزند. لذا می‌توان نرخ بهینه برای دو متغیر حداقل نسبت سرمایه و نقدینگی قانونی تعیین کرد. لذا نرخی که مجموع فواصل قیمت‌ها از ارزش کمترین مقدار باشد را به عنوان نرخ بهینه در نظر می‌گیریم.

#### جدول ۵- مقادیر بهینه حداقل نسبت نقد و کفایت سرمایه قانونی

نام متغیر	مقدار بهینه	واریانس قیمت
حداقل نسبت نقد قانونی	۱۷ درصد	۰/۰۰۰۱۵۴
نرخ کفایت سرمایه قانونی	۱۹ درصد	۰/۰۰۰۲۶۳

منبع: یافته‌های پژوهشگر

عدم توجه به انتقال ریسک سیستمی از بازار پول به بازار سرمایه به دلیل اهمیت پایداری نظام بانکی و عدم تعیین مقادیر بهینه نرخ کفایت سرمایه و نسبت حداقل نقد، منجر به کاهش شاخص قیمت در بازار سرمایه شده است. این امر به دلیل اهمیت پایداری نظام بانکی و جلوگیری از ورشکستگی و سقوط نظام بانکی اما به هزینه کاهش ثروت سهامداران و البته تورم ناشی از افزایش پایه پولی ناشی از وام دهی به بانکها توجیه می‌شود.



نمودار ۵- نرخ بهره بین بانکی در بازار پول

محور عمودی نرخ بهره در بازار وام بین بانکی و محور افقی زمان می‌باشد

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با وجود کاهش قیمت در بازار دارایی‌های کمتر نقد شونده (اوراق بهادار)، بر اساس نمودار ۶، در بازار وام بین بانکی که نرخ بهره تعیین می‌شود، نرخ بهره حول مقدار تعادلی در حال نوسان است. این نوسانات به دلیل فاصله زمانی بین تکانه وارد شده و تامین منابع از بانک مرکزی است.

### نتیجه‌گیری

این مقاله با یک مدل عامل محور سعی داشته نشان دهد که عامل اصلی کاهش شاخص بورس به عنوان نماینده قیمت دارایی‌ها در بازار سرمایه، تشکیل مارپیچ فروش آتشین است که توسط بانک‌های سایه‌ای (صندوق‌های سرمایه‌گذاری) و بانک‌های تجاری در قالب یک شبکه از عامل‌های متفاوت در بازار سرمایه تقویت می‌شود. این دو عامل در بازار مالی از طریق دارایی‌های مشترک (سهام شرکت‌ها) به هم متصل هستند. این در حالی است که بانک‌های تجاری، خود از طریق بازار پول نیز با هم در ارتباط هستند. این پژوهش به این نتیجه رسیده است که بانک‌های اهرمی که به دلیل سبد دارایی شامل وام بین بانکی و اوراق بهادار، در هر دو بازار سرمایه و پول حضور دارند و می‌توانند در سرایت ریسک سیستمی بین دو بازار نقش ایفا کنند. ۸۱ درصد (۲۱ بانک از ۲۶ بانک حاضر در شبیه‌سازی) از بانک‌های تجاری در ایران از نوع اهرمی هستند. همچنین در این شبیه‌سازی به این نتیجه منجر

شده که وقوع تکانه در یکی از بانک‌های حاضر در سیستم بانکی، می‌تواند عرضه اوراق بهادار در بازار سرمایه را افزایش دهد و باعث ایجاد چرخه ابطال واحدهای صندوق‌های سرمایه‌گذاری و کاهش مجدد قیمت شود. تنها راه جلوگیری از تاثیرگذاری تکانه در بازار پول بر قیمت دارایی‌ها در بازار سرمایه، اعمال محدودیت در میزان سهم دارایی‌های کمتر نقد شونده در سبد دارایی بانک‌ها می‌باشد. البته با مقادیر بالاتر نرخ‌های حداقل کفایت سرمایه و حداقل نقدینگی قانونی می‌توان از اثر تکانه و کاهش قیمت دارایی در بازار سرمایه جلوگیری کرد اما با افزایش نرخ کفایت سرمایه قانونی، عرضه وجوه در بازار پول افزایش یافته و نرخ بهره بین‌بانکی کاهش پیدا می‌کند. این امر منجر به جذاب شدن بازار سرمایه شده و در نتیجه بانک‌ها تمایل پیدا می‌کنند که بخش بیشتری از دارایی خود را به اوراق بهادار اختصاص دهند. این موضوع باعث می‌شود که سبد دارایی بانک‌ها مختلط شده و ریسک سیستمی افزایش یابد. یکی از هزینه‌های جلوگیری سقوط نظام بانکی و ورشکستگی بانک‌ها کاهش ارزش ثروت سهامداران است. لذا می‌توان برای نرخ کفایت سرمایه قانونی نرخ بهینه تعیین کرد که در صورت وقوع تکانه در بازار پول، قیمت‌ها در بازار سرمایه کمترین نوسان را داشته باشند.

#### فهرست منابع

- ۱) استادهاشمی، علی، صادقی شریف، سیدجلال و سوری، علی (۱۴۰۰). "تاثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر ریسک سیستمی نظام بانکی با الگوی خودرگرسیون برداری". نشریه نوآوری و ارزش‌آفرینی، (۱۹): ۵۵-۶۸.
- ۲) رحمانی، محمد، مهرآرا، محسن و ابریشمی، حمید (۱۳۹۸). "اندازه‌گیری و تحلیل ریسک سیستمی در بخش بانکداری ایران و بررسی عوامل موثر بر آن"، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادسنجی، ۳ (۱۴): ۳۶-۱۱.
- ۳) خسروی‌پور، نگار، شاکری، عبدالرضا و جعفری، محبوبه (۱۳۹۹). "برآورد ریسک سیستمی نظام بانکی با استفاده از سنجه‌های CoVaR و MES"، مجله راهبرد مدیریت مالی، ۸ (۴): ۲۳۵-۲۵۶.
- ۴) عیسوی، آزاده، انصاری سامانی، حبیب، تاری، فتح‌اله و عموزاد خلیلی، حسن (۱۴۰۰). "تعیین نسبت کفایت سرمایه مناسب در بانک‌های اسلامی ایران"، فصلنامه اقتصاد مالی دانشکده اقتصاد و حسابداری واحد تهران مرکزی، ۱۵ (۵۵): ۷۸-۵۵.
- ۵) فرزین‌وش، اسداله، الهی گیلانی پور، جواد، مهدوی کلیشمی، غدیر (۱۳۹۶). "ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه بانکی ایران توسط معیار تغییران ارزش در معرض خطر شرطی"، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۸ (۳۳): ۲۶۵-۲۸۱.
- ۶) گودرزی، احمد، عیوضلو، رضا، تهرانی، رضا (۱۴۰۰). "سنجش ریسک سیستمی در بازار بین بانکی ریالی با استفاده از سرمایه بافر و الگوریتم تحلیل پیوند"، فصلنامه پژوهش‌های پولی و بانکی، ۴۸، ۳۶۱-۳۹۴.
- ۷) مالک، علی، رضازاده علی، حکمتی فرید، صمد (۱۳۹۷). "برآورد ریسک سیستمی در بخش‌های مالی اقتصاد ایران (رهیافت ارزش در معرض ریسک شرطی تفاضلی)"، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، ۳ (۴۳): ۹۹-۱۲۲.

۸) محرابیان، آزاده، بهرامی زنوز، پریماء، سیفی پور، رویا و امین رشتی، ناریس (۱۴۰۰). "بررسی عوامل موثر بر نسبت کفایت سرمایه در نظام بانکداری اسلامی (مطالعه موردی ایران و مالزی)", فصلنامه اقتصاد مالی دانشکده اقتصاد و حسابداری واحد تهران مرکزی، ۱۵(۵۴): ۱۶۰-۱۳۷.

۹) نیکومرام، هاشم، وکیلی فرد، حمیدرضا، بابالویان، شهرام و رهنمای رودپشتی، فریدون (۱۳۹۹). "مقایسه ارزش در معرض ریسک سهام تهران با بازارهای سهام بین المللی با استفاده از نظریه ارزش فرین شرطی", فصلنامه اقتصاد مالی دانشکده اقتصاد و حسابداری واحد تهران مرکزی، ۱۴(۵۲): ۸۰-۵۵.

- 10) Aldasoro, I., Gatti, D. D., and Faia, E. (2015). "Bank Networks: Contagion, Systemic Risk and Prudential Policy". CESifo Working Paper Series 5182, CESifo Group Munich.
- 11) Allen, F. and Gale, D. (2000). "Financial Contagion". *Journal of Political Economy*, 108(1).
- 12) Bluhm, M. and Krahen, J. P. (2011). "Default risk in an interconnected banking system with endogenous asset markets". CFS Working Paper Series 2011/19, Center for Financial Studies (CFS).
- 13) Bookstaber, R. M. and Paddrik, M. E. (2014). "An agent-based model for crisis liquidity dynamics". Office of Financial Research Working Paper.
- 14) Brunnermeier, M., Rother, S., Schnabel, I., 2019. "Asset prices bubbles and systemic risk".
- 15) Calimani, S., Halaj, G., Zochowski, D. (2019). "Simulating fire sales in a system of banks and asset managers". *Journal of banking & finance*.
- 16) Chan-Lau, J., (2017). "ABBA: An Agent-Based Model of the Banking System". IMF Working Paper.
- 17) Cifuentes, R., Shin, H. S., and Ferrucci, G. (2005). "Liquidity Risk and Contagion". *Journal of the European Economic Association*, 3(2-3).
- 18) Halaj, G. (2018). "Agent-Based Model of System-Wide Implications of Funding Risk". Working Paper Series 2121, European Central Bank.
- 19) Halaj, G. and Kok, C. (2013). "Assessing interbank contagion using simulated networks". Working Paper Series 1506, European Central Bank.
- 20) Kaszowska, J., Mateusz P., (2020). "Macroprudential Policy in a Heterogeneous Environment—An Application of Agent-Based Approach in Systemic Risk Modelling". *Journal of Entropy*, 22 (2).
- 21) Pei, M., Tingqiang, C. Kun, P., and Meng, L. (2021). "A Network Evolution Model of Credit Risk Contagion between Banks and Enterprises Based on Agent-Based Model". *Journal of Mathematics*.
- 22) Teplý, Petr & Klinger, Tomas. (2019). "Agent-based modeling of systemic risk in the European banking sector". *Journal of Economic Interaction and Coordination*. 14.

## **Systemic Risk Contagion Mechanism in Iran Financial System: Money and Capital Markets**

Vahid Mirzaei Badizi <sup>1</sup>  
Ali Souri <sup>2</sup>  
Mehdi Naji <sup>3</sup>  
Nafisa Baharadmehr <sup>4</sup>

Received: 30 / December / 2022

Accepted: 06 / March / 2023

### **Abstract**

In this paper, using an agent-based model, the behavior of commercial banks and investment funds is simulated. We have tried to show systemic risk transmission mechanism from the money market to the capital market through balance sheet changes. In this model, the money and capital markets are endogenously modeled and the price is determined by interest rate and stock market index in these markets respectively. 81 percent of Iranian commercial banks have a mixed portfolio of interbank loans and securities and can spread the crisis throughout the financial system in case of a shock. This process happens through the fire sale mechanism and investment fund unit redemption and can make stocks undervalued in the capital market. Although higher imposed capital adequacy and liquid assets rate can reduce the shock effect on price in the capital market, these high rates make banks portfolios mixed and increases systemic risk. Optimal capital adequacy rate is estimated 19 percent.

**JEL Classification:** N25, G32, G23, C6, G21

**Keywords:** Financial Market, Systemic Risk, Fire Sale, Agent Based Modeling

---

<sup>1</sup> Department of Economics, Faculty of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran vahid.mirzaei.ba@ut.ac.ir

<sup>2</sup> Department of Economics, Faculty of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran (corresponding author).  
alisouri@ut.ac.ir

<sup>3</sup> Department of Economics, Faculty of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran. mehdi.naji@ut.ac.ir

<sup>4</sup> Department of Economics, Faculty of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran. behradmehr@ut.ac.ir