فصلنامه علمی ـ مطالعات تجربی حسابداری مالی ـ سال ۱۶ ـ شماره ۶۳ ـ پائیز ۱۳۹۸
صفحات ۱ تا ۲۵

تحلیل پایداری مدل سنجش سرایت مالی مبتنی بر هم پوشانی پرتفوی بر اساس شبیه سازی مونت کارلو

علیرضا رعیتی شوازی *
قاسم بولو **
محمدحسن ابراهیمی سروعلیا ***
مقصود امیری ****

چکیده

هدف پژوهش حاضر این است که مدلی جهت سنجش سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پرتفوی در بورس اوراق بهادار تهران ارائه و پایداری آن به روش شبیه سازی تحلیل گردد. پس از معرفی کلی مدل مقاله در بخش ابتدایی مقاله و مقایسه احتمال سرایت و احتمال توزیع سرایت داده های دو مقطع زمانی، به دلیل ماهیت پژوهش (استفاده از داده در یک مقطع زمانی و همچنین عدم قابلیت مقایسه نتایج پژوهش با داده های واقعی) در بخش دوم پژوهش، برای سنجش اعتبار مدل از روش شبیه سازی مونت کارلو با استفاده از توزیع آماری داده های واقعی استفاده شده است. بدین منظور ابتدا سعی به تشخیص و آزمون نیکویی برازش توزیع مورد استفاده در متغیر درجه نهادهای سرمایه گذاری شد و نهایتا توزیع پواسون-لیندلی تعمیم یافته، مناسب تشخیص داده شد. سپس برای سنجش پایداری مدل بر اساس شبیه سازی داده های مجازی به تحلیل آستانه های شبیه سازی در این پژوهش شامل پارامترهای میانگین تنوع پرتفوی نهادهای مالی، اهرم، تاثیر بازار، ازدحام و نوع شوک پرداخته شده است. در انتهای پژوهش، تحلیل پایداری مدل بر اساس شبیه سازی داده های واقعی و با بررسی پارامتر تاثیر بازار ارئه شد که نتایج، بیانگر این واقعیت است که بازار سرمایه ایران از احتمال پایینی برای سرایت مالی ناشی از ریسک همپوشانی پرتفوی برخوردار است.

واژگان کلیدی: سرایت مالی، تحلیل پایداری، ریسک همپوشانی پرتفوی، شبیه سازی مونت کارلو

---

* دانشجوی دکتری مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی
** دانشیار گروه حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی (نویسنده مسئول) ghblue20@yahoo.co
*** استادیار گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی
**** استاد گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۱۸ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۷/۰۹**

مقدمه

به‌زعم بسیاری از محققان اقتصادی و مالی، پدیده‌های نوظهور جهانی‌شدن، ادغام بازارهای مالی و رشد چشمگیر فناوری‌های مالی باعث تنوع و پیچیدگی بیشتر فعالیت‌های نهادهای مالی شده و فرصت‌های جدید و درعین‌حال پرمخاطره‌ای را پیش روی بازارهای مالی قرار داده است. پدیده‌های ذکرشده منجر به ایجاد یک سیستم مالی درهم‌تنیده در کشورهای دنیا و حتی فراتر از مرزهای جغرافیایی شده است و کانال‌های جدید انتقال شوک به سبب ارتباط متقابل نهادها را متبلور ساخته است.

بحران مالی پیش آمده بین سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۰۹ در آمریکا و به تبع آن در دنیا روابط پیچیده بین موسسات مالی را برجسته ساخته و نیاز به درک مفهوم سرایت مالی[1] را بیش از پیش روشن می سازد (گایو همکاران[2]، ۲۰۱۱)؛(می و آرینامینپاتی[3]، ۲۰۱۰).سرایت مالی از طریق کانال های مختلف پدیدار می شود که از آن جمله می توان به ریسک سیستمی[4] و ریسک چرخشی[5] و ریسک نگهداری دارایی‌های مشترک و به عبارت بهترریسک پرتفوهای همپوشان[6] اشاره کرد. در رابطه با بررسی کانال‌های سرایت مالی، تا کنون پژوهش‌های متعددی روی ریسک سیستمی ریسک چرخشی صورت گرفته است، این در حالی است که علی رغم اهمیت ویژه ریسک همپوشانی پرتفو، در ادبیات سرایت مالی کمتر به این نوع ریسک پرداخته شده است (کاسیولی[7] و همکاران، ۲۰۱۴). سرایت مالی ناشی از همپوشانی پرتفو، از طریق نگهداری دارایی‌های مشترک ایجاد می شود (بیل[8] و همکاران، ۲۰۱۷).

لازم به ذکر است که در زمان بحران این وضعیت حادتر می شود. در طول بحران افزایش بودجه مورد نیاز برای خرید دارایی توسط خریداران بالقوه علی‌رغم کاهش قابل توجه ارزش دارایی‌ها سخت است (کریشنامورثی[9]، ۲۰۱۰). در نتیجه، این موضوع عدم نقدشوندگی در بازار را بیش از پیش شدت بخشیده و باعث می‌شود هیچ‌کس قادر به انجام معامله نباشد و فروش دارایی در این حالت جز با تحمل کاهش قیمت شدید در سهام

1. Financial Contagion
2. Gai
3. May &Arinaminpathy
4. Counterparty Risk
5. Roll-Over Risk
6. Overlapping Portfolios
7. Caccioli
8. Beale et al.
9. Krishnamurthy

حادث نخواهد شد. ناتوانی یک یا چند شرکت کلیدی در یک صنعت خاص و یا یک خبر گروهی و تاثیر گذار بر کل صنعت می تواند موجب ایجاد بحران صنعت مربوطه و یا حتی کل بازار گردد. بنابراین بروز بحران مالی در یک صنعت، ممکن است موجب ایجاد ترس درسرمایه‌گذاران صنایع مشابه شده و در نتیجه هجوم آن‌ها به منظور جلوگیری از ضرر احتمالی را به دنبال داشته باشد. توانایی شبیه‌سازی بروز چنین بحران‌هایی و ایجاد یک سیستم آزمایش استرس سیاست گذاری کلان محتاطانه[1] می تواند برای گروه کثیری از ذینفعان و فعالان بازار سرمایه شامل نهادهای نظارتی در حوزه مالی از جمله وزارت امور اقتصاد و دارایی، بیمه مرکزی، بانک مرکزی، صندوق ضمانت سپرده‌ها و سازمان بورس و اوراق بهادار و همچنین سرمایه گذاران، تحلیلگران، ضامنین و مدیران پرتفوی نهادهای سرمایه گذاری مفید و مثمرثمر باشد. این پژوهش با توجه به اهمیت موضوع ذکر شده، به دنبال ارائه مدلی برای سنجش سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی در بازار سرمایه ایران و تحلیل پایداری آن است.

در صورتی که بازار سرمایه ایران به عنوان یک شبکه به هم تنیده از دارایی های مالی موجود در گروه های صنعتی بورسی و نهادهای سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شود، بررسی برخی از پارامترهای این شبکه نظیر میانگین سطح تنوع گروه های صنعتی در پرتفوی نهادهای سرمایه‌گذاری، نسبت تعداد نهادهای سرمایه‌گذار به تعداد گروه‌های صنعتی به عنوان سنجه ازدحام بازار، تنوع گروه های صنعتی در پرتفوهای مورد بررسی، تاثیر بازار گروه های صنعتی بر شبکه و نیز اهرم هر نهاد سرمایه‌گذاری به عنوان آستانه های شبیه سازی در تبیین سطح پایداری سیستم بررسی می‌شود.

پژوهش حاضر تنها پژوهش موجود در منابع داخلی است که در دنیای واقعی و بر اساس داده های موجود در دو مقطع زمانی سال ۹۴ و ۹۵ به سنجش سرایت مالی مبتنی بر همپوشانی پرتفوی پرداخته و با توجه به توزیع درجه سرمایه‌گذاری نهادهای سرمایه-گذاری در گروه های بورسی، توزیع مناسب شبیه سازی مونت کارلو را تخمین و بکار گرفته است. در این پژوهش آستانه های شبیه سازی در این موضوع شناسایی و به صورت مفصل با بومی سازی مباحث ویژه بر اساس داده ای مجازی، بصورت مفصل تحلیل هایی ارائه شده است.

در ادامه ابتدا به مروری بر مبانی نظری پژوهش و مروری بر پیشینه موضوع پرداخته،

1. Macroprudential stress testing

سپس ضمن طرح سوال های اصلی پژوهش و شرح روش شناسی پژوهش با توضیح کامل دو بخش و پنج مرحله در فرایند تجزیه و تحلیل داده ها و ارائه خروجی مدل، در پایان به جمع بندی، نتیجه گیری و ارائه پیشنهادات کاربردی و پژوهشی پرداخته شده است.

مبانی نظری:

تاکنون معیارهای مختلفی برای اندازه‌گیری ریسک، ارایه شده است. در ابتدا، معیارهای اندازه‌گیری ریسک بر مبنای شاخص‌های پراکندگی آماری محاسبه می‌شدند. بر این اساس، هری مارکویتز (برنده جایزه نوبل) در سال **۱۹۵۲** با ارائه مدلی کمی جهت انتخاب سبد دارایی‌ها، برای اولین بار مقوله ریسک را در کنار بازده مدنظر قرار داد. وی انحراف معیار را به عنوان سنجه ریسک در نظر گرفت. به دلیل پیچیدگی و زمانبر بودن فرآیند محاسبه داده‌ها، این مدل در عمل مورد استفاده قرار نگرفت. سپس ویلیام شارپ تئوری پورتفوی را به عنوان معیار استاندارد و کاربردی در محاسبه ریسک مالی، در دنیای واقعی مطرح نمود. وی با طراحی مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، مدیریت علمی سبددارایی را پایه‌گذاری نمود (بولو، قاسم و همکاران،۱۳۹۶)، (آلن و گیل[1]، ۲۰۰۷).

سرایت مالی ناشی از ریسک همپوشانی پرتفو، از طریق نگهداری دارایی‌های مشترک ایجاد می شود. در صورتی‌که نوسانات قیمت یک دارایی، باعث آشفتگی یک موسسه مالی شود، منتج به پدیده "فروش آتشین " در آن دارایی توسط نهاد مالی مذکور شده و این پدیده، کاهش قیمت آن دارایی را تشدید می‌کند. این کاهش قیمت، سایر موسسات صاحب آن دارایی را تحت تاثیر قرار داده و آشفتگی مالی آنها را رقم می زند و باعث ایجاد یک سیکل فروش و افت مضاعف قیمت آن دارایی می‌گردد و همچنین روابط بین دارایی‌های مختلف را تحت تاثیر قرار داده و بحران را تشدید می‌کند (کنت و واگالاس[2]، ۲۰۱۲). پدیده همپوشانی پرتفو بسیار شایع و معمول است و هر چند ممکن است در موسسات غیراهرمی رخ دهد، اما استفاده از اهرم مالی می‌تواند به صورت ویژه آن را تشدید نماید.

بنابراین لزوم سنجش پایداری سیستم‌های مالی از طریق مدل‌سازی ریسک های مربوطه بیش از پیش مورد توجه دانشمندان علوم مالی مورد توجه قرار گرفته شده است. در این

1. Allen & Gale
2. Cont, R., Wagalath, L.

راستا مفهوم پایداری سیستم مالی با کارایی بازار سرمایه (آزاد[1]، ۲۰۰۹)، توسعه یافتگی بازار سرمایه (چن و پون[2]، ۲۰۱۱) و سیاست‌های حمایتی (لین و ملیس فرتی[3]، ۲۰۰۷) نیز کاملا مرتبط است.

به منظور هموار شدن دستیابی به راه حل مساله پژوهش که بیان آن گذشت، سوال اصلی پژوهش بصورت ذیل طرح می گردد:

- چگونه می توان با استفاده از شبیه سازی مونت کارلو، پایداری شبکه متداخل نهادهای سرمایه گذاری فعال بازار سرمایه و سرمایه گذاری آن‌ها در گروه‌های صنعتی بورس اوراق بهادار ایران را بر اساس ریسک همپوشانی پرتفوی تحلیل نمود؟

مروری بر پیشینه پژوهش:

در این بخش برای تفکیک مطالعات صورت گرفته، پژوهش ها را به سه گروه مطالعات انجام گرفته در حوزه سرایت مالی، سرایت مالی از طریق کانال های آن در شبکه مالی و نهایتا ریسک همپوشانی پرتفوی تقسیم (واژه پایداری مالی در دو موضوع انتهایی مورد بحث قرار می گیرد) و به شرح آن ها پرداخته شده است.

مطالعات مربوط به سرایت مالی:

در حوزه سرایت مالی غالب مطالعات صورت گرفته بعد از بحران سال های ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ آمریکا می باشد که در اغلب آن ها از طریق سنجش همبستگی مطالعات متنوعی عمدتا با نگاه و سطح بررسی بازارها صورت گرفته است.

در ادامه مطالعاتی که در حوزه شبکه مالی و سرایت مالی از طریق کانال های آن شامل ریسک سیستمی و ریسک چرخشی بررسی شده است و همچنین محدود مطالعات صورت گرفته در حوزه ریسک همپوشانی پرتفوی بصورت کامل و مجمل معرفی شده‌اند. چنانچه مشاهده می‌شود زمانی‌که صحبت از کانال‌های انتقال سرایت و شبکه به هم تنیده‌ای از نهادهای مالی و ابزار مالی و بازرهای مالی می‌گردد واژه تحلیل پایداری در ادبیات مالی متبلور می‌شود.

1. Azad
2. Chen & Poon
3. Lane & Milesi-Ferretti

مطالعات حوزه سرایت مالی از طریق کانال های آن در شبکه مالی:

زاین[1] و همکاران (۲۰۱۷): الگوریتم ساده سرایت را بر مبنای این فرایند مدل سازی نمودند و با بکارگیری الگوریتم پیشنهادی، اثرات ناهنجاری سیستم روی شدت سرایت مالی را مورد مطالعه قرار دادند. آنها با استفاده از تنوع نسبت در معرض بودن و میزان اتصال به شبکه جهت سنجش سطح ناهنجاری دریافتند که افزایش ناهنجاری به صورت معنادری ثبات سیستم مالی را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

آرینامینپاتی و همکاران[2] (۲۰۱۲): با تاکید بر ریسک سیستمی به تحلیل نقش عوامل اندازه و پیچیدگی سیستم‌های مالی در توضیح استواری سیستم پرداختند و استنباط کردند که اثرات نقدشوندگی به مراتب با اهمیت‌تر از ریسک سیستمی و ریسک چرخشی است.

نیر[3] و همکاران (۲۰۰۷): با بررسی سطح استواری سیستم‌های مالی دارای نهادهای اهرمی نشان دادند که سرایت به دلیل فروش آتشین و زیان‌های منتج از آن، ایجاد شده و ثبات سیستم را دچار مخاطره می‌کند.

گای و کاپادیا[4] (۲۰۱۰): در پژوهش خود به بررسی سرایت در شبکه‌های مالی پرداختند و مدلی تحلیلی برای سرایت در شبکه‌های مالی با ساختار آزاد ارائه نمودند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که سیستم‌های مالی حالتی استوار اما شکننده دارند به طوریکه احتمال بروز سرایت در آن پایین است اما در صورت وقوع آن اثراتی قابل توجه و مخرب دارد.

غزالی و همکاران (۱۳۹۶): در پژوهشی مبسوط مدل سنجش و پیش‌بینی ریسک سیستمی در بورس اوراق بهادار تهران را مورد مطالعه قرار داده‌اند و ریسک سیستمی به عنوان یکی از کانال های انتقال سرایت مالی را مدل سازی و ارائه داده‌اند.

دستخوان و شمس (۱۳۹۶): پژوهشی با مقایسه شاخص‌های ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه‌های مالی نشان دادند که به‌کارگیری شبکه مالکیت با در نظر گرفتن مالکیت ترکیبی و معیارهای متناسب با آن می‌تواند به واقعی‌تر شدن نتایج حاصل از شناسایی شرکت‌های مهم از نظر ریسک سیستمی کمک نماید.

مطالعات مربوط به ریسک همپوشانی پرتفوی:

1. Xian et al.
2. Arinaminpathy et al.
3. Nier
4. Gai & Kapadia

کاسیولی و همکاران[1](۲۰۱۴): به بررسی تحلیل استواری سیستم و سرایت مالی از طریق پرتفوهای هم‌پوشان پرداختند و با استفاده از تکنیک‌های شبیه سازی نشان دادند که ناپایداری سیستم تابعی از پارامترهای اهرم، ازدحام بازار، سطح متنوع سازی و اثر بازار است.

هوانگ و همکاران[2](۲۰۱۰): برای مدلسازی اثرات ریسک سیستمیک و بررسی شکست های پشت سر هم در پرتفوهای همپوشان، از اطلاعات صورت های مالی در تاثیر فروش های آتشین بر بانک های تجاری استفاده نمود. مدل طراحی شده می تواند سرایت را بین بانک ها بعد از بحران تشخیص دهد.

روش شناسی پژوهش و تجزیه و تحلیل داده ها:

اگر با یک نگاه کلان و جامع به لایه‌های این پژوهش بنگریم، بدین‌صورت می‌توان لایه‌ها را تشریح کرد: پارادایم حاکم بر پژوهش؛ اثبات گرایی، ماهیت پژوهش؛ توسعه ای-کاربردی، رویکرد حاکم؛ قیاسی، روش؛ کمی، حیطه جمع‌آوری داده‌ها؛ میدانی و کتابخانه‌ای، استراتژی پژوهش؛ پیش‌بینی رفتار سیستم از طریق تکرار (شبیه‌سازی ایستای مونت کارلو)، هدف؛ مدل‌سازی و تبیین رفتار سیستم (آذر و رضائی پندری، ۱۳۹۵) و ابزارهای جمع‌آوری اطلاعات؛ مطالعات نظری و داده های تاریخی است.

در این پژوهش به منظور دستیابی به چارچوبی جهت مدلسازی ریسک همپوشانی پرتفوی از طریق شناسایی پارامترهای مهم مرتبط با آن (نظیر ازدحام بازار، تنوع، تاثیر بازار و اهرم) با مطالعه مقالات مرتبط و اخذ اطلاعات مورد نیاز در سال های ۹۴ و ۹۵ جهت سنجش مدل ارائه شده و تحلیل پایداری آن بر اساس شبیه سازی از نرم افزار آماری R استفاده خواهد شد و خروجی های آن مورد تحلیل قرار خواهد گرفت.

جامعه آماری پژوهش حاضر، کلیه نهادهای سرمایه گذاری فعال در بازار سرمایه ایران است که طبق ماده شش اساسنامه کانون نهادهای سرمایه‌گذاری ایران شامل کلیه شرکتهای سرمایه‌گذاری، شرکت‌های هلدینگ، صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک و صندوقهای بازنشستگی است. در پژوهش حاضر نمونه در دسترس از جامعه انتخاب شده است و داده-های کلیه نهادهای سرمایه‌گذاری که پرتفوی بورسی داشته و اطلاعات مربوط به پرتفوی آنها در معرض دید عموم قرار گرفته شده است، مورد بررسی قرار گرفته است. طبق

1. Caccioli et al.
2. Huang at al.

توضیحات ارائه شده، تعداد نمونه آماری در سال ۹۴ معادل ۲۱۹ نهاد سرمایه گذاری و در سال ۹۵ نیز ۲۲۰ نهاد سرمایه گذاری در نظر گرفته شده است.

داده‌های ورودی

داده‌های پژوهش عبارت است از داده‌های متناظر با مؤلفه‌های شناسایی شده در این پژوهش که برای تمامی نهادهای سرمایه‌گذاری در دسترس در بازار سرمایه ایران، استخراج شده است. برای احصاء داده های مورد نیاز جهت سنجش مدل (ارزش سهام موجود در پرتفوی، میزان بدهی، جمع حقوق صاحبان سهام و میزان دارایی جاری با قابلیت نقدشوندگی بالای نهادهای سرمایه گذاری) از نرم افزار ره آورد نوین و سایر داده‌های گزارش شده از طریق شرکت‌های نرم افزاری ارائه دهنده خدمات نرم افزاری به کارگزاری ها در بازار سرمایه، وبسایت شرکت مدیریت فناوری بورس تهران[1] و سامانه کدال[2] اخذ و مطابق متغیرهای اشاره شده در منابع علمی معتبر (ثقفی و شعری، ۱۳۸۳)، اخذ و بکارگرفته می شود. لازم به ذکر است برای تحلیل پایداری سیستم طراحی شده از داده‌های مجازی استفاده شده است.

ابزار مورد استفاده در پژوهش

برای انجام این پژوهش، استفاده از داده های تاریخی بعلت فقدان اطلاعات کامل و عدم توانایی در بررسی همه جانبه گروه های صنعتی، توجیه پذیر نبوده و تنها روش پیشنهادی جهت اعتبارسنجی مدل، شبیه سازی سنجش سرایت مالی از طریق مدل پیشنهادی و بررسی پایداری سیستم مالی است.

به عنوان یک تعریف، شبیه سازی عبارتست از ایجاد محیطی ساختگی و استفاده از یک مدل نظری برای تخمین رفتار یک سامانه یا سیستم موجود در جهان واقعی. بسته به این که از شبیه سازی چه هدفی دنبال شود و چه محدودیت هایی در بکارگیری آن وجود دارد، می توان چهار نوع شبیه سازی را از یکدیگر تفکیک کرد که در کارهای تجربی به طور منفرد یا جمعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. این چهار نوع شبیه سازی عبارتند از شبیه سازی مولد (نمونه سازی)، شبیه سازی تحلیلی یا تکنیکی، شبیه سازی راهبردی یا پیگردی و شبیه سازی ذهنی یا شهودی. اولین نوع از این شبیه سازی‌ها، زمانی به کار می رود که به دلیلی نتوان داده نمونه را برای متغیر تحت بررسی به دست آورد، زیرا هنوز وقوع نیافته و یا

1.www.fipiran.com
2.www.codal.ir

ثبت نشده است و یا این که، نمونه‌گیری از آن اقتصادی نیست. تنها دانشی که به ما در شبیه سازی کمک می‌کند، اطلاعات پیرامون جمعیتی است که نمونه‌گیری باید در آن صورت بگیرد. این نوع شبیه سازی را برای پیش بینی از طریق مدل های رگرسیونی حاوی اختلالهای تصادفی نیز می‌توان به کار برد. روش مونت کارلو، در دسته اول از انواع شبیه سازی ها می گنجد (سلامی، ۱۳۸۲). با توجه به شرایط حاکم بر پژوهش ما مناسب ترین نوع شبیه سازی، شبیه سازی مونت کارلو است.

مراحل و فرآیند انجام پژوهش

با توجه به اهداف پژوهش مبتنی بر بیان مسأله پژوهش، فرآیند طراحی مدل و تجزیه و تحلیل این پژوهش به صورت جدول شماره ۱ است:

جدول ۱: فرآیند عملیاتی انجام پژوهش (یافته های پژوهش)

بخش	مرحله	اقدام
اول	–	مدلسازی سنجش سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پرتفوی
دوم	اول	تعیین تابع توزیع بر اساس متغیر **K**
	دوم	معرفی مولفه ها و متغیرهای استفاده شده در سنجش پایداری سرایت مالی مبتنی بر ریسک هم پوشانی پورتفوی
		تحلیل پایداری مدل سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پورتفوی بر اساس شبیه سازی داده های مجازی (پارامترهای اهرم، تنوع، ازدحام، تاثیر بازار و نوع شوک ها)
		تحلیل پایداری مدل سرایت مالی مبتنی بر ریسک هم پوشانی پورتفوی بر اساس شبیه سازی داده های واقعی (پارامتر تاثیر بازار)

رعیتی (۱۳۹۸) اطلاعات کامل در خصوص بخش اول پژوهش و نحوه مدل سازی سنجش سرایت مالی مبتنی بر ریسک هم پوشانی پرتفوی و تفسیر کامل نتایج آن ارائه نموده است، بنابراین در ادامه و در خصوص بخش اول تنها به ارئه کلیات بسنده شده است.

بخش اول: طراحی و اجرای مدل سنجش سرایت مالی از طریق ریسک همپوشانی پرتفوی و تفسیر نتایج

برای تشریح شبکه و پارامترهای آن،شبکه ای از نهادهای سرمایه‌گذاری (N نهاد سرمایه-گذار) و گروه های صنعتی (M گروه صنعتی) در نظر گرفته می شود؛ با سرمایه‌گذاری نهادهای سرمایه‌گذار در گروه های صنعتی ، لینک‌هایی (نودها) بین نهادهای سرمایه‌گذار و گروه های صنعتی برقرار می شود. تعداد گروه های صنعتی موجود در پرتفو نهاد سرمایه-

گذاری i که بیانگر تعداد لینک‌های نود متقابل است درجهk_iآن را مشخص می‌کند. در مقابل، تعداد نهادهای سرمایه‌گذاری که گروه صنعتی jرا در پرتفو خود دارند، درجه l_j آن را مشخص می کنند؛ گرچه شرح کامل توپولوژی شبکه نیازمند اطلاعات بیشتری است، اما دو پارامتر تنوع بخشی[1] (μ_a) و ازدحام[2] $(n = {}^{N}/_{M})$ می تواند تا حدودی خصوصیات شبکه را تشریح نماید. پارامتر ازدحام سنجه‌ای از چگالی نهادهای سرمایه-گذاری است که سرمایه‌گذاری خود را از یک مجموعه همسان از گروه‌های صنعتی انتخاب نموده‌اند. در صورتیکه مقدار این پارامتر کمتر از یک باشد، نشان می‌دهد که بازار ازدحام چندانی نداشته و تعداد نهادهای سرمایه‌گذار بسیار کمتر از تعداد گروه های صنعتی موجود جهت سرمایه‌گذاری است. در این حالت، احتمال ریسک هم‌پوشانی پرتفو بسیار کم است. در مقابل، زمانیکه این پارامتر اعداد بزرگتر از یک را به خود اختصاص دهد، ازدحام بازار را تبیین می‌کند؛ به این دلیل که تعداد نهادهای سرمایه‌گذار بسیار بزرگتر از تعداد گروه های صنعتی است و از این نظر، ریسک هم‌پوشانی پرتفو به شدت بالاست.

سنجش سرایت مالی با توجه به مدل، از طریق الگوریتم زیر تبیین می گردد:

۱. معرفی یک شک اولیه در سیستم
۲. نقد کردن پرتفو نهاد سرمایه‌گذاری ناتوان
۳. ارزیابی مجدد ارزش گروه های صنعتی
۴. درصورتیکه نهاد جدیدی ناتوان شود، بازگشت به مرحله ۲ و در غیر این صورت توقف فرایند(کاسیولی و همکاران، ۲۰۱۴).

هدف اصلی این پژوهش در بخش اول بررسی این موضوع است که این شک‌های اولیه چگونه و چه زمانی باعث ایجاد آبشارکلی شکست ها می‌گردد. آبشار کلی شکستها به مفهوم یک آبشار اثرگذار بر بخش محدودی از نهادهای سرمایه‌گذار در سیستم نامتناهی است. از این نظر، سنجش میزان احتمال و نیز وسعت سرایت حائز اهمیت است. احتمال سرایت به عنوان احتمال رخداد یک آبشار کلی از شکست‌ها و متوسط وسعت سرایت به عنوان میانگین اندازه آبشار کلی شکست تعریف می‌شود (رعیتی، ۱۳۹۸).

بخش دوم: سنجش وتحلیل پایداری مدل ارائه شده

هدف اصلی پژوهش، تحلیل پایداری مدل و نقش پارامترهای اصلی شبکه نظیر تنوع-

1. Diversification parameter
2. Crowding parameter

بخشی، ازدحام، تاثیر بازار، نوع شوک و اهرم در تبیین آن و پیش بینی احتمال سرایت و اندازه توسعه سرایت است.

مفهوم سرایت مالی از اپیدمیولوژی اقتباس گردیده است. پایه مدل‌های اپیدمی بر این اصل استوار است که افراد مبتلا از طریق ارتباط با افراد سالم می‌توانند بیماری را سرایت دهند. در ادبیات مالی نیز سرایت مفهومی مشابه داشته و جهت آگاهی از تحقق زنجیره‌ای از شکست‌ها باید متوسط تعداد درماندگی‌های جدید از طریق درماندگی یک نهاد برآورد شود. مدل گالتون – واتسون[1]، ابزاری است که به طور معمول جهت الگوسازی تحقق اپیدمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. دو تفاوت عمده بین مدل‌سازی سرایت مالی و مدل گالتون واتسون وجود دارد: نخست اینکه فرایند سرایت مالی با توجه به ریسک هم‌پوشانی پرتفو، بسیار پیچیده‌تر از مدل مذکور است. همچنین تحقق فرایند گالتون – واتسون در قالب یک درخت است، در حالیکه فرایند شکست و سرایت مالی، لزوماً درخت نبوده و در قالب یک گراف که به طور بالقوه دارای لوپ‌های است، مطرح می‌شود.

درصورتی‌که اطلاعات کاملی از سیستم مالی بازار موجود باشد (به عنوان مثال، پرتفوهای Q_{ba} تمامی نهادها و نیز تابع اثر بازار برای گروه های صنعتی موجود در آن ها) قادر خواهیم بود سطح پایداری و ثبات سیستم را به وسیله ماتریس β توضیح دهیم که در آن β_{ij}، احتمال درماندگی نهاد i به واسطه درماندگی نهاد j است. نهاد iتنها زمانی به واسطه درماندگی نهاد jدچار آشفتگی خواهد شد که اثر بازار ناشی از فروش گروه های صنعتی مشترک و همپوشان آنها باعث تحمیل ریسک و زیانی برای نهاد i گردد که این زیان از حقوق صاحبان سهام نهاد i (E_i) بزرگتر باشد. در صورتیکه فرض نقدشوندگی کامل پرتفو نهاد j (Q_{ja}) را بپذیریم، ارزش جدید گروه صنعتی a برابر با $P_a(1 - f_a(Q_{ja}))$ خواهد بود. بنابراین ماتریس پایداری β_{ij} به صورت فرمول شماره یک تعریف می شود(کاسیولی و همکاران، ۲۰۱۴):

$$\beta_{ij} = Prob\left[\sum_{a=1}^{M} Q_{ia}P_a\left(1 - f_a(Q_{ja})\right) - E_i > 0\right] \quad (۱)$$

به منظور درک سرایت آبشار شکست، β_{ij} زمانیکه گروه های بورسی مشترک نهادهای مالی i و j هنوز ارزش اولیه خود را حفظ کرده‌اند، محاسبه می‌شود. در این

1. Galton–Watson

راستا، مرز آبشار با سلسله شکست‌ها و سرایت سقوط قیمت‌ها در سراسر شبکه در تمامی نهادها و دارایی‌هایی که تاکنون تحت تاثیر بحران قرار نگرفته‌اند، مورد توجه قرار می‌گیرد. در این حالت، به دلیل اینکه داینامیک‌ها، خودشان قطعی هستند β_{ij} تنها وابسته به ساختار اولیه پرتفو نهاد سرمایه‌گذاری و ساختار شبکه است. بنابر این، پایداری سیستم از طریق محاسبه ساده بزرگترین مقدار ویژه β قابل برآورد است و این مقدار بزرگتر یا کوچکتر از یک است.

رویکرد توصیف شده بالا امکان برآورد و تخمین پایداری سیستم مالی ارائه شده را در یک حالت خاص متناظر با یک پیکربندی خاصی از ترازنامه‌های هر نهاد مالی، فراهم می‌کند. در این جا یکی از اهداف اصلی، درک کلی این موضوع است که چگونه پایداری سیستم مالی به ویژگی‌های شبکه آن وابسته است. نخستین گام در این مسیر، ارائه برخی مفروضات برای ساده سازی مسئله و سهولت کسب اطلاعات می‌باشد(همان منبع). بنابراین برای تحقق پیاده سازی تحلیل پایداری یا اعتبارسنجی مدل پژوهش بر اساس شبیه سازی و برنامه نویسی آن در محیط R، مفروضات اساسی در پژوهش در نظر گرفته شده که بصورت مفصل به آن ها پرداخته خواهد شد. اگرچه این مفروضات نسبتاً اختیاری هستند، با این حال روش پایه و اساسی مورد استفاده در این جا به آسانی تعمیم پذیر است.

توپولوژی شبکه: شبکه‌های تصادفی با توزیع درجه پواسون- لیندلی تعمیم یافته[1] (PGL) برای نهادهای مالی و گروه های بورسی در نظر گرفته خواهد شد. بالاخص، برای هر جفت نهاد مالی-گروه بورسی احتمالی، یک رابطه با احتمال μ_{b}/M تعیین می‌شود. شبکه حاصل از مجموعه شبکه‌های تصادفی دو بخشی اردوس-رینی[2] با درجات میانگین μ_{b} و $\mu_a = \mu_{\mathrm{b}}N/M$ به ترتیب برای نهادهای مالی و گروه های بورسی درنظرگرفته شده است.

ساختار ترازنامه: فرض می‌شود که همه نهادهای مالی مقدار پول یکسانی ($A_i^0 = A^2$) برای سرمایه‌گذاری دارند و هر نهاد مالی به طور یک نواخت، سرمایه گذاری خود را در گروه های بورسی موجود در سبد سهام (پورتفوی) به طور یکسان تقسیم می‌کند. دارایی ترازنامه‌های نهادهای مالی، متشکل از ۸۰ درصد دارایی و ۲۰ درصد پول نقد فرض می گردد. برای نهاد مالی i، هر رابطه متناظر با سرمایه‌گذاری $08A^0/k_i$ است که در

1. Poisson Generalized-Lindley
2. Erdos-Renyi Ensemble of Random Networks

آن k_i تعداد گروه های بورسی در پرتفوی i است. به عبارت دیگر ما برای هر نهاد مالی، یک حقوق صاحبان سهام اولیه $E_i^0 = E^0$ متناظر با ۴ درصد کل دارایی را در نظر می‌گیریم. این متناظر با همه نهادهای دارای اهرم اولیه $\lambda = \frac{A^0}{E^0} = 20$ است.

تابع تأثیر بازار: ما فرض می‌کنیم که تابع تأثیر بازار به فرم $f_j(x_i^t) = e^{-\alpha x_i^t}$ است که در آن x_i^t کسری از گروه بورسی j ، نقد شده تا زمان t است. پارامتر α طوری انتخاب می‌شود که وقتی ۱۰ درصد گروه بورسی، تبدیل به پول نقد می‌شود، قیمت تا ۱۰ درصد کاهش می‌یابد. همه قیمت‌ها در زمان صفر برابر با $P_j^0 = 1$ خواهند بود. این گزینه متناظر با اثر خطی بازار به ازای لگاریتم قیمت‌ها می‌باشد که برای توصیف پویایی قیمت توسط باچهود و کانت (۱۹۹۸)،کونت (۱۹۹۸) و فارمر (۲۰۰۲) استفاده شده است.

تغییر این مفروضات موجب تغییر رفتار کیفی سیستم نمی‌شود. به ویژه، روش‌های ما به آسانی به توزیعات درجه‌ای به غیر از پواسون برای مثال قانون توان و نیز انواع متعدد نهادهای مالی با اندازه‌ها، ساختارهای پرتفوی و مقدار اهرم متفاوت یا انواع متعدد دارایی‌ها با قیمت‌های اولیه متفاوت و توابع اثر مختلف، تعمیم پذیر است(همان منبع).

با استفاده از این مفروضات، امکان محاسبه ماتریس پایداری با استفاده از ابزار شبیه سازی از طریق مراحل زیر وجود دارد:

- در ابتدا، گره‌ها بر حسب درجه نهادهای سرمایه‌گذار تقسیم می‌شوند به طوری که درایه ماتریس N_{ij} بیانگر تعداد مورد انتظار نهادهای مالی درجه i هستند که به دلیل ورشکستگی نهاد مالی با درجه j، ورشکسته شده‌اند.
- سپس تعداد مورد انتظار نهاد های درجه i که با نهاد مالی درجه j از طریق گروه بورسی با درجه مشخصی ارتباط دارند را محاسبه می کنیم.
- این مقدار را ضرب در احتمال این که کاهش ارزش گروه بورسی منجر به ورشکستگی نهاد مالی i شود کرده و از توزیع درجه برای گروه بورسی انتگرال می‌گیریم.

توجه کنید که کاهش ارزش گروه های بورسی بستگی به درجه همه نهادهای مالی مرتبط دارد. بنابراین، احتمال این که یک نهاد مالی از طریق یک گروه بورسی منجر به ورشکستگی نهاد مالی دیگر شود، نه تنها به درجات دو نهاد مالی، بلکه بستگی به ویژگی‌های سایر نهادهای مالی سرمایه‌گذاری کننده در گروه بورسی دارد. قاعدتا این مطلب، موجب پیچیده‌تر شدن محاسبات پژوهش می‌گردد.

در ادامه و در بخش دوم پژوهش و در مرحله اول، ابتدا سعی به تشخیص و آزمون نیکویی برازش توزیع مورد استفاده در متغیر درجه نهادهای سرمایه گذاری (K) شده است. در ادامه در جهت سنجش پایداری مدل سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پورتفوی با استفاده از مدل معرفی شده، بر اساس شبیه سازی داده های مجازی به تحلیل آستانه های شبیه سازی در این پژوهش شامل پارامترهای اهرم، تنوع، پارامتر تاثیر بازار، ازدحام و نوع شوک ها پرداخته و در انتها نیز بر اساس شبیه سازی داده های واقعی به تحلیل پایداری پارامتر تاثیر بازار مبادرت ورزیده شده است.

مرحله اول: تعیین تابع توزیع درجه نهادهای سرمایه گذاری (تنوع سرمایه گذاری نهادهای مالی) (K)

برای انجام آزمون نیکویی برازش برای درجه نهادهای سرمایه گذاری (k) توزیع‌های زیر در نظر گرفته شده و مورد آزمون قرار گرفته اند. پارامتر این توزیع‌ها با استفاده از روش ماکسیمم درستنمایی(MLE) برآورد شده‌اند. برای انجام آزمون نیکویی برازش برای توزیع‌های گسسته زیر از آماره خی-دو پیرسون استفاده شده و گروه‌هایی که فراوانی آن‌ها کمتر از ۵ است باهم ادغام شده‌اند.

۱- توزیع پواسون P

$$P(k) = \frac{e^{-\mu}\mu^{k}}{k!} \qquad k = 0,1,2, \ldots. \quad (۲)$$

۲- توزیع پواسون-لیندلی PL

$$P(k) = \frac{\theta^2(k+\theta+2)}{(\theta+1)^{k+3}} \qquad k = 0,1,2 \qquad (۳)$$

۳- توزیع پواسون- لیندلی تعمیم یافته PGL

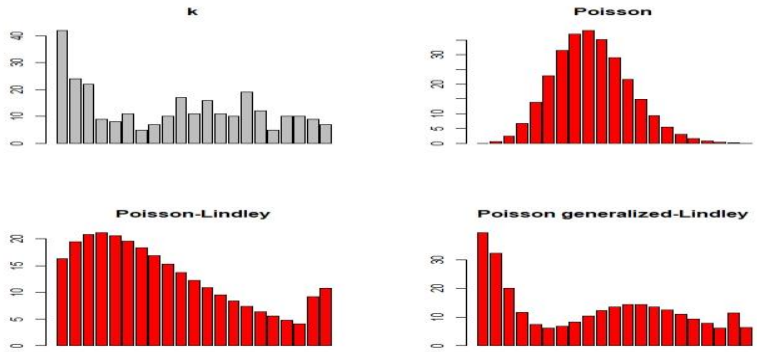
$$P(k) = \frac{1}{k!(\theta+1)}\left(\left(\frac{\theta}{\theta+1}\right)^{\alpha}\frac{\theta\Gamma(k+\alpha)}{\Gamma(\alpha)} + \left(\frac{\theta}{\theta+1}\right)^{\beta}\frac{\theta\Gamma(k+\beta)}{\Gamma(\beta)}\right) \qquad (۴)$$

آماره آزمون نیکویی برازش خی-دو پیرسون به صورت معادله ۵ است:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{d}\frac{(O_i - e_i)^2}{e_i} \qquad (۵)$$

که در آن O_i و e_i به ترتیب مقادیر مشاهده شده و مقادیر مورد انتظار در دسته iام و d

تعداد دسته ها بعد از ادغام است.



شکل ۱: نمای توزیع های آزمون شده برای سنجش توزیع متغیر K

همان طور که از مقایسه نمودار میله‌ای مقادیر مشاهده شده k با مقادیر مورد مورد انتظار از برازش سه توزیع بهK درشکل شماره یک نشان داده شده است توزیع پواسون- لیندلی تعمیم یافته بیشترین شباهت و نزدیکی را دارد. نتایج آزمون نیکویی برازش و مقدار احتمال آزمون‌ها نیز مطابق با جدول ۲ موید این مطلب است.

جدول ۲: نتایج آزمون نیکویی برازش و مقادیر احتمال آزمون‌های سنجش توزیع درجه نهادهای سرمایه گذاری

K	تعداد مقادیر مشاهده شده	مقادیر مورد انتظار		
		پواسون	پواسون- لیندلی	پواسون- لیندلی تعمیم یافته
۰	۴۲	۰	۱۶	۳۹
۱	۲۴	۱	۱۹	۳۲
۲	۲۲	۲	۲۱	۲۰
...	...	...	...	...
۲۹	۱ ۷	۰	۱۱	۶
برآورد پارامترها		$\hat{\mu} = 8.25$	$\hat{\theta} = 0.22$	$\hat{\alpha} = 18.34,$ $\hat{\beta} = 1.20,$ $\hat{\theta} = 1.45$
مقدار آماره آزمون χ^2		۲۹۸۳۸/۴۲	۱۲۰/۰۷	۲۰/۹۹

درجه آزادی		۱۹	۱۹	۱۷
احتمال		۰	۰	۰/۲۷۹

مرحله دوم: تحلیل پایداری مدل سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پورتفوی

معرفی مولفه‌ها و متغیرهای استفاده شده در سنجش پایداری سرایت مالی مبتنی بر شبیه‌سازی ریسک هم پوشانی پورتفوی

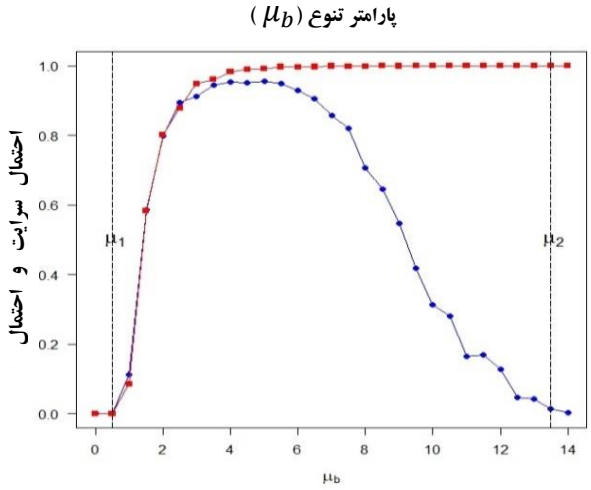
برای تحقق پیاده سازی تحلیل پایداری یا اعتبار سنجی مدل پژوهش بر اساس شبیه سازی، مدل و مفروضات ذکر شده در نظر گرفته شده است و در این بخش به تحلیل آستانه های شبیه سازی مدل اصلی پژوهش پرداخته می شود.

تاثیر میانگین متنوع سازی نهادهای مالی (μ_b) بر پایداری سیستم مالی

این بخش ابتدا با تغییر در آستانه های تنوع و ازدحام مطابق با تعاریف ارائه شده در بخشهای پیشین آغاز می گردد، با این شرایط که در آن شوک اولیه متشکل از کاهش ارزش یک گروه بورسی تصادفی است و سپس وابستگی به تنوع بخشی و ازدحام بررسی می‌شود. در نمودار ۲ نمودار احتمال سرایت و احتمال توسعه آن برای سیستمی با تعداد نهادهای مالی و گروه های بورسی بیش از ۱۰۰۰۰ واحد به صورت تابعی از درجه میانگین متنوع سازی نهادهای مالی μ_b ترسیم شده است. نتایج اشاره به اجرای برنامه بیش از هزار بار دارد که در آن بصورت پیش فرض ارزش یک گروه بورسی تصادفی تا ۳۵ درصد کاهش می‌یابد. تغییرات فاز در دو مقدار بحرانی μ_1 و μ_2 مشاهده می‌گردد که پنجره سرایت بین آن‌ها قرار داشته و آبشار متوالی شکست ها با احتمال غیر صفر رخ می‌دهند. در بیرون از این پنجره یعنی $\mu_2 < \mu_b$ یا $\mu_1 > \mu_b$، سیستم شکست آبشاری کلی اتفاق نمی‌افتد.

وجود یک پنجره احتمال و غیر یکنواخت بودن احتمال سرایت به صورت تابعی از μ_b را می‌توان با استدلال‌های زیر درک نمود. از یک سو، برای مقادیر پایین μ_b، تنش نمی‌تواند به درون سیستم منتشر شود زیرا شبکه دارای ارتباط ضعیفی است ودر نتیجه همپوشانی کافی بین پرتفوی‌های نهادهای مالی برای سرایت شکست های متوالی وجود ندارد. به عبارت دیگر به ازای میانگین متنوع سازی پایین سیستم، شبکه نهادهای مالی و گروه های بورسی متشکل از اجزای کوچکی است که از یک دیگر منفصل هستند، لذا حتی اگر هر گروه بورسی مالی به شدت به ورشکستگی آسیب پذیر باشد، شوک اولیه تنها بر یکی از این اجزاء اثر خواهد گذاشت و به دیگری تسری نمی‌یابد. بنابراین، یک μ_b

بحرانی وجود دارد که پایین‌تر از آن آبشار شکست نمی‌تواند منتشر شود. توجه داشته باشیم شوک اولیه می‌تواند بر نهادهای مالی نزدیک نیز اثر بگذارد با این حال، زنجیره فوراً به پایان می‌رسد. از سوی دیگر، در صورتی که پرتفوی نهاد مالی به اندازه کافی متنوع باشد از حیث کاهش ارزش یک گروه بورسی ساده و احتمالا با ارزش پایین در پرتفوی خود، استوار می‌باشد. به علاوه، یک نهاد مالی با درجه میانگین متنوع سازی μ_b بزرگتر به طور ضمنی اشاره به میانگین بالاتر درجه گروه های بورسی در شبکه μ_a دارد؛ لذا هر نهاد مالی بخش کوچک‌تری از سهام هر گروه بورسی را حفظ می‌کند. در نتیجه می توان اذعان نمود ورشکستگی هر نهاد مالی، اثر نسبتاً کوچکی بر روی ارزش گروه بورسی دارد و بیشتر نهادهای مالی ممکن است حتی در صورت کاهش ارزش گروه بورسی، قادر به پرداخت بدهی خواهند بود. بنابراین، یک μ_2 بحرانی وجود دارد که بالاتر از آن تسلسل ورشکستگی از بین می‌رود حتی اگر شبکه دارای ارتباط درونی قوی باشد.



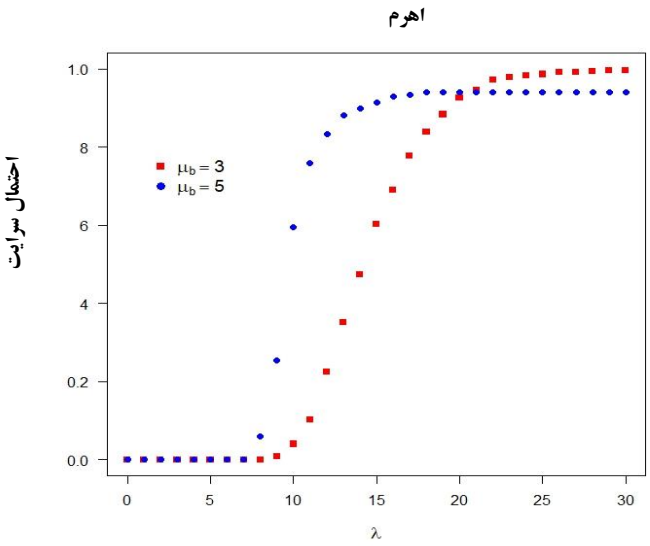
نمودار ۲: اثر پارامتر میانگین متنوع سازی نهادهای مالی (μ_b) بر پایداری سیستم مالی

تاثیر تغییرات اهرم (λ) بر پایداری سیستم مالی

بعد از کد نویسی در محیط R بر اساس فرضیات ارائه شده با در نظر گرفتن مدل اصلی پژوهش و فرمول ارائه شده برای اهرم مالی، می توان تحلیل نمود برای ارزش‌های متفاوت اهرم اولیه چه اتفاقی می افتد. در نمودار ۳، احتمال سرایت برای مقادیر متفاوت μ_b به صورت تابعی از λ نشان داده شده است. مشاهده می‌شود که به ازای هر اندازه μ_b، ارزش یا مقدار بحرانی از اهرم وجود دارد که بالاتر از آن آبشار ورشکستگی با احتمال غیر صفر

رخ می‌دهد و پایین‌تر از آن، این آبشار رخ نمی‌دهد. این تحلیل برای پایداری سیستم ارائه شده بسیار جالب است زیرا به طور ضمنی اشاره به وجود سطح بحرانی اهرمی دارد که پایین‌تر از ان پایداری سیستم تضمین می‌شود.

نکته قابل تامل بعدی در این تحلیل این مورد است که ارزش یا مقدار بحرانی اهرم با افزایش μ_b، افزایش می‌یابد؛ به عبارت دیگر افزایش تنوع، امکان دست یابی به درجه بالاتری از اهرم بدون ایجاد رویدادهای سیستماتیک و بعضا بحرانی را می‌دهد.



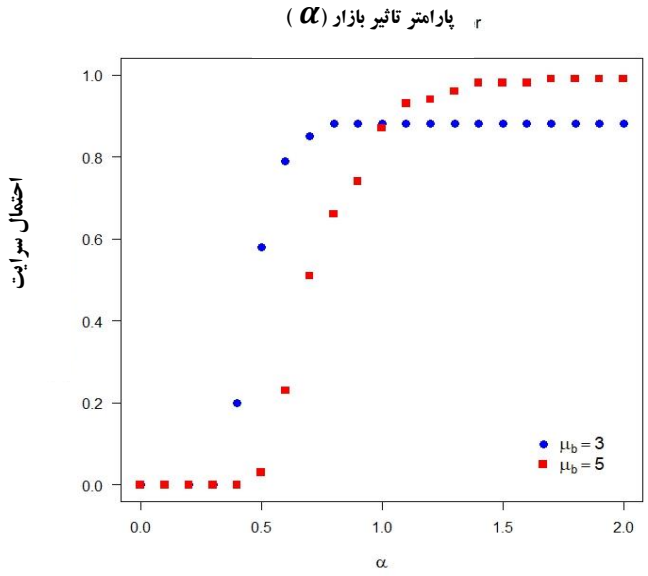
نمودار۳: اثر پارامتر اهرم (λ) بر پایداری سیستم مالی

تاثیر پارامتر تاثیر بازار (α) بر پایداری سیستم مالی

در نمودار ۴ نشان داده شده است که یک رفتار مشابه نسبت به آنچه در قسمت قبل و در مورد پارامتر اهرم مشاهده شد، با تغییر پارامتر α در تابع اثر بازار (با ثابت فرض کردن اهرم) نسبت به احتمال سرایت رخ می‌دهد. یعنی به ازای یک مقدار معین μ_b و λ، یک مقدار بحرانی α وجود دارد که بالاتر از آن سرایت رخ می‌دهد. این موضوع غیر قابل انتظار نبود زیرا تحت مفروضات قید شده در فصل سوم، شرط توانگری برای نهاد مالی i به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\lambda_i \leq \frac{\sum_{j=1}^{M} p^t{}_j e^{-\alpha x_j^t}}{E_i^0} + 1 \qquad (۶)$$

که x_j کسری از گروه بورسی j می باشد که تا زمان t نقد شده است. وقتی که α بزرگ‌تر است، اثر بازاری فروش زیر قیمت (فروش آتشین) بزرگ‌تر بوده و منجر به کاهش شدیدتر در قیمت دارایی موجود در گروه بورسی می‌شود. از سوی دیگر افزایش تنوع بخشی (μ_b) موجب افزایش این مقدار بحرانی α می گردد و این بیانگر آن است که تنوع به نهاد های مالی امکان می‌دهد تا از اثرات بزرگ‌تر مخرب کاهش قیمت، در امان باشند.



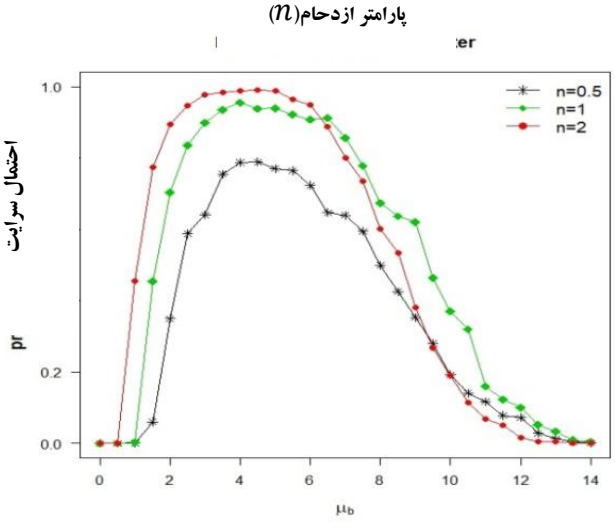
نمودار۴: اثر پارامتر تاثیر بازار (α) بر پایداری سیتم مالی

اثر ازدحام (n) بر پایداری سیستم مالی

با توجه به اطلاعات ارائه شده در بخش های پیشین در خصوص پارامتر ازدحام $(n = {}^{N}/_{M})$، در نمودار ۵، احتمال سرایت برای مقادیر متفاوت این پارامتر نشان داده شده است. در این نمودار نقطه‌های نشان داده شده، احتمال سرایت و متوسط وسعت سرایت از ۱۰۰۰ بار شبیه‌سازی سیستم با $N = M = 10^3$ به‌دست آمده است. در هراجرا یک گروه صنعتی به‌طور تصادف انتخاب و ارزش آن تا ۳۵ درصد ارزش آن در زمان صفر تنزل می‌یابد. با افزایش درجه ازدحام، پنجره سرایت به سمت چپ میل می‌کند و μ_1 و μ_2 را کاهش می‌دهد. تغییر در μ_1 را می‌توان از حیث ظهور یک جزء بزرگ تر در

شبکه درک کرد. در گروهی از شبکه‌های تصادفی در نظر گرفته شده در این جا، ظهور اجزا بزرگ متناظر با وضعیتی است که در آن تعداد میانگین نهادهای مالی که بانک b در معرض آن‌ها قرار دارد یعنی تعداد میانگین نهادهای مالی که پرتفوی آن‌ها حداقل دارای یک گروه بورسی مشترک با نهاد مالی b است، برابر با یک باشد. به طور مشابه، این درجه میانگین شبکه پیش بینی شده است که در آن دو نهاد مالی با هم ارتباط دارند اگر دارای حداقل یک گروه بورسی مشترک باشند.

به عنوان نتیجه می توان گفت تغییر پارامتر ازدحام دارای اثرات متفاوتی بر روی پایداری شبکه با توجه به مقدار μ_b دارد. اگر μ_b دارای مقادیری نزدیک به μ_1 باشد، با ثابت نگاه داشتن μ_b، افزایش ازدحام موجب افزایش ناپایداری سیستم شده و آن را به درون پنجره سرایت با افزایش ارتباط درونی شبکه هدایت می‌کند. عکس این قضیه نیز صادق است اگر μ_b نزدیک به μ_2 باشد، افزایش ازدحام، احتمال سرایت را به خارج از پنجره سرایت از طریق استوار ساختن گروه های بورسی و نهادهای مالی هدایت می‌کند. از این رو می توان بیان داشت احتمال سرایت، تابع یکنواختی از ازدحام نیست.



نمودار ۵: اثر پارامتر ازدحام (n) بر پایداری سیستم مالی

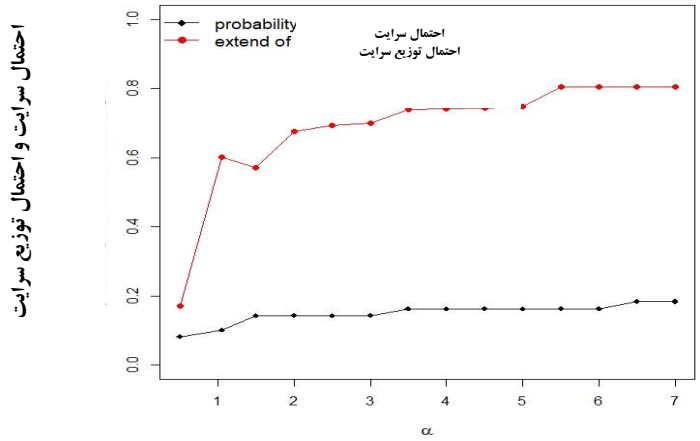
به طور خلاصه، در این بخش نتایج شبیه سازی های عددی برای شبکه ای با توزیع پواسون- لیندلی برای روابط متداخل نهادهای مالی وگروه های بورسی ارائه شد. نتایج

شبیه سازی های ارائه شده نشانگر این است که:

- به عنوان تابعی از تنوع میانگین پرتفوی نهاد مالی که با درجه میانگین (μ_b) نشان داده شد، سیستم دارای دو تغییر فاز است که پنجره سرایت را تعریف می‌کند که در این پنجره، آبشار ورشکستگی با احتمال غیر صفر رخ می‌دهد.
- تغییر پارامتر ازدحام یعنی نسبت تعداد نهادهای مالی به تعداد گروه‌های بورسی موجود برای سرمایه گذاری می‌تواند احتمال سرایت را بسته به نزدیک بوده به یکی از این دو فاز، افزایش یا کاهش خواهد داد.
- با وجود اینکه احتمال سرایت برای دو نوع از شوک اولیه متفاوت است، پنجره سرایت و میانگین توزیع سرایت برای آبشار احتمالی شکست، یکسان است.
- سیستم یک رفتار استوار ولی شکننده را در مناطقی از فضای پارامترهای تحلیل شده نشان می‌دهد که در آن آبشار شکست ها که بصورت زنجیروار رخ می‌دهد، بسیار بعید است، ولی اگر یک شکست رخ دهد، کل سیستم تحت تأثیر قرار می‌گیرد.
- به ازای هر (μ_b) ثابت و ازدحام، مقدار بحرانی از اهرم وجود دارد که بالاتر از آن سیستم ناپایدار است. با افزایش (μ_b)، افزایشی در مقدار بحرانی اهرم مشاهده می‌گردد.

تحلیل پایداری مدل سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پورتفوی بر اساس شبیه سازی داده های واقعی (بر اساس پارامتر α)

پس از بررسی تاثیر آستانه ها بر احتمال سرایت و احتمال توزیع سرایت بر اساس داده‌های مجازی، در این بخش بر اساس داده های واقعی به بررسی اثر پارامتر تاثیر بازار (α) بر احتمالات ذکر شده پرداخته شده است. چنانچه در نمودار ۶ مشاهده می نمایید در شوک نوع اول احتمال سرایت، با وجود در نظر گرفتن $\alpha = 0$، با توجه به کاهش ارزش پرتفوی بورسی تصادفی معادل ۳۵ درصد، احتمال سرایت ۲ درصد و احتمال توزیع سرایت ۵,۹ درصد می باشد. با در نظر گرفتن افزایش α معادل ۰,۵ در بررسی‌های بعدی، احتمال سرایت با شیب بسیار ملایمی افزایش یافته و نهایتا در $\alpha = 6.5$ و 7، در عدد ۱۸,۴ درصد ثابت می گردد. احتمال توزیع سرایت نیز با افزایش α با یک جهش به ۶۰ درصد رسیده و در نهایت حوالی ۸۰ درصد ثابت شده است و مقادیر بالاتر α در آن تاثیری ندارد.



نمودار ۶: اثر پارامتر تاثیر بازار (α) بر پایداری سیستم مالی بر اساس داده های واقعی در شوک نوع اول

نتیجه گیری و بحث

در بخش اول پژوهش، جهت برآورده ساختن پیش زمینه مورد نیاز سوال تحقیق ضمن مدلسازی سنجش سرایت مالی از طریق ریسک همپوشانی پرتفوی و مشخص نمودن اجزای آن، مقایسه احتمال سرایت و احتمال توزیع سرایت در دو سال ۹۴ و ۹۵ بیانگر این مطلب است که علاوه بر تفاوت پایین اعداد ارائه شده، گروه های بورسی ناقل و پذیرنده سرایت نیز در هر دو سال بسیار شبیه می باشند.

در بخش دوم نیز مطابق سوال تحقیق، بعلت فقدان داده های واقعی در فضایی که سرایت مالی رخ داده است جهت اعتبار سنجی مدل ارائه شده در بخش قبل از طریق روش شبیه سازی اقدام شد. در این بخش و در مرحله اول، ابتدا سعی به تشخیص و آزمون نیکویی برازش توزیع مورد استفاده در متغیر درجه نهادهای سرمایه گذاری (K) شد و نهایتا توزیع پواسون-لیندلی تعمیم یافته بیشترین شباهت و نزدیکی را با داده های واقعی داشت. نتایج آزمون نیکویی برازش و پی-مقدار آزمون‌های مختلف نیز موید این مطلب بود.

سپس در مرحله دوم به ارائه مولفه ها و متغیرهای مدل سنجش پایداری سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پورتفوی برای بهره گیری ازآن جهت سنجش پایداری مدل اول پژوهش پرداختیم که این مدل کاملا شرح داده شده است.

در ادامه در جهت سنجش پایداری مدل سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پورتفوی بر اساس شبیه سازی داده های مجازی به تحلیل آستانه های شبیه سازی در این پژوهش شامل پارامترهای میانگین متنوع سازی نهادهای مالی (μ_b)، اهرم، تاثیر بازار، ازدحام و نوع شوک ها پرداخته شد که نتایج بررسی آستانه های شبیه سازی مدل پژوهش بر اساس داده های مجاز کاملا شرح داده شد.

پژوهش حاضر تنها پژوهش موجود در منابع داخلی است که با توجه به توزیع درجه سرمایه گذاری نهادهای سرمایه گذاری در گروه های بورسی، توزیع مناسب شبیه سازی مونت کارلو را در ایران تخمین و بکار گرفته است. در این پژوهش آستانه های شبیه سازی در این موضوع شناسایی و بصورت مفصل با بومی سازی مباحث بر اساس داده ای واقعی، بصورت مفصل تحلیل هایی ارائه شده است.

بررسی ها ونتایج ذکر شده در بخش اول مقاله مبین این مسئله است که احتمال سرایت مالی ناشی از ریسک همپوشانی پرتفوی در نهادهای مالی که دارای پرتفویی متشکل از سهام شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران هستند پایین است ولی با توجه به بالا بودن احتمال توزیع سرایت و نتایج تحلیل های ارائه شده در تحلیل آستانه های در نظر گرفته شده برای شبیه سازی، برای مثال درصورتیکه تمرکز نهادهای مالی در گروه های بورسی ویژه ای باشد و سرمایه گذاری بیشتری در این گروه ها انجام شود یا بعبارتی دیگر درصورتی‌که درجه تنوع سرمایه‌گذاری پرتفوی نهادهای سرمایه‌گذاری از اعداد مشخص ذکر شده ای بالاتر برود و یا کمتر شود (اعداد مشخص شده برای پنجره سرایت) می تواند زنگ خطری برای مسئولان و برنامه ریزان بازار سرمایه ایران باشد.

استفاده از چارچوب تحلیل پایداری شبکه های اجزا نظام مالی جهت تحلیل انواع ریسک ها و اجزا سیستم های مالی، ایجاد مرکز ملی نظارت بر کانال های سرایت مالی و تعیین کفایت سرمایه نهادهای سرمایه‌گذاری برمبنای ریسک همپوشانی پرتفوی آنها از جمله پیشنهادهای کاربردی ناظر بر پژوهش و همچنین برای پژوهش های آتی طراحی و اندازه گیری مدلی بر اساس شوک نوع دوم یعنی ورشکستگی یک نهاد سرمایه‌گذاری و تحلیل پایداری آن پیشنهاد می‌گردد.

منابع:

آذر، عادل و رضائی پندری، عباس(۱۳۹۵). *پژوهش در عملیات پیشرفته؛ مدل سازی و روش های حل*، انتشارات نگاه دانش، تهران.

بولو، قاسم و صاحبقرانی، امیر عباس و جعفری، سیده محبوبه (۱۳۹۶). " الگوی مفهومی رتبه‌بندی اوراق به پشتوانه دارایی در بازار سرمایه ایران"، *فصلنامه مطالعات تجربی حسابداری مالی*، دوره ۱۵، شماره ۶۰، صص ۶۱-۷۶.

ثقفی، علی و شعری، علی. (۱۳۸۳)، "نقش اطلاعات بنیادی حسابداری در پیش بینی بازده سهام"، *فصلنامه مطالعات تجربی حسابداری مالی*، دوره ۲، شماره ۵، صص ۸۷-۱۲۰.

دستخوان، حسین و شمس مقاره. (۱۳۹۶). "مقایسه شاخص‌های ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه‌های مالی: شناسایی شرکت‌های مهم از نظر سیستمی در بازار بورس تهران"، *مدلسازی ریسک و مهندسی مالی، دوره ۲*، شماره، صص ۱-۲۱.

رعیتی شوازی، علیرضا. (۱۳۹۸). "مدلی برای سنجش سرایت مالی مبتنی بر ریسک همپوشانی پرتفوی وتحلیل پایداری آن در بورس اوراق بهادار تهران"، *رساله دکتری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی.*

سلامی امیربهداد. (۱۳۸۲). "مروری بر روش شبیه سازی مونت کارلو"، *مجله پژوهشنامه اقتصادی، دوره ۳ , شماره ۱* (پیاپی ۸)، صص ۱۱۷-۱۳۸.

غزالی، امین. (۱۳۹۶). "مدل سنجش و پیش‌بینی ریسک سیستمی در بورس اوراق بهادار تهران، رساله دکتری رشته مدیریت مالی"، *دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی.*

Allen, F., and D. Gale. (2007). "*Understanding Financial Crises*." Oxford. Oxford University Press.

Anastasopoulos, A. (2018). "Testing for financial contagion: New evidence from the Greek crisis and Yuan devaluation." *Research in International Business and Finance, Elsevier, vol*. 45(C), p. 499-511.

Arinaminpathy, N., Kapadia, S., May, R.M. (2012). "Size and complexity in model financial systems". *Proceedings of the National Academy of Sciences, Vol.* 109, 18338–18343.

Azad, Sohel. (2009). "Efficiency, Cointegration and Contagion in Equity Markets: Evidence from China, Japan and South Korea." *Asian Economic Journal*, Vol.23, pp.93–118.

Beale N., Rand, D.G., Battey, H., Croxson, K., May, R.M., Nowak, M.A. (2017). "A Study of Contagion in the Financial System from

the Perspective of Network Analytics." *Proc Natl Acad Sci U S A, 108*(31), p. 12647–12652.

Caccioli, F., Farmer, J.D., Foti, N. & Rockmore, D. (2015). "Overlapping portfolios, contagion, and financial stability", *Journal of Economic Dynamics & Control*, Vol.51, pp.50-63.

Caccioli, F., Shrestha, M. Moore, C. & Farmer, J.D., (2014). "Stability analysis of financial contagion due to overlapping portfolios", *Journal of Banking & Finance*, Vol.46, pp.233–245.

Chen, S., Poon, S.H. (2011). Modeling International Financial Markets Contagion Using Copula and Risk Appetite, *Working paper.*

Cont, R., Wagalath, L., (2012). Running for the exit: *Distressed selling and endogenous correlation in financial markets, Mathematical Finance.*

Gai, P., Haldane, A., Kapadia, S., (2011). Complexity, concentration and contagion, *Journal of Monetary Economics, Vol*.58, pp.453-470.

Huang, I., I. Francis, & T. Kim. (2010). "Contagion Effects of the U.S. Subprime Crisis on International Stock Markets." *Working Paper, KAIST and Monash University.*

Krishnamurthy, Arvind. (2010). "How Debt Markets Have Malfunctioned in the Crisis," Journal of Economic Perspectives, *American Economic Association,* vol. 24(1), p. 3-28.

Lane, P. R., Milesi-Ferretti, G. M. (2007). "A Global Perspective on External Positions," *National Bureau of Economic Research, NBER Chapters in G7 Current Account Imbalances*: Sustainability and Adjustment, p. 67-102.

May, R.M., Arinaminpathy, N. (2010) "Systemic risk: the dynamics of model banking systems." *Journal of the Royal Society Interface*, Vol. 7, 823–838.

Nier, E., Yang, J., Yorulmazer, T., Alentorn, A.(2007)."Network models and financial stability." *Journal of Economic Dynamics and Control* 31, 2033–2060.

Pavlova, A., Rigobon, R., (2005). "Wealth Transfers, Contagion and Portfolio Constraints," *CEPR Discussion Papers 5117, C.E.P.R. Discussion Papers.*

Xian. C., Wu. L., Liao. S. S. (2011). "Individual versus systemic risk and the Regulator's Dilemma." *Neurocomputing, Vol*. 264, P. 42-49.