فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۳ / شماره ۱ (پیاپی ۴۹) / بهار ۱۴۰۳
صفحه ۱۰۱ تا ۱۲۲

مدل سازی ریسک همبستگی نکول در شبکه مالی بر مبنای مدل تقلیل یافته

ناصر حقی سیف الدین
دانشجوی دکتری حسابداری، واحد بناب، دانشگاه آزاد اسلامی، بناب ، ایران
Dgkt_hesab@yahoo.com

رسول عبدی
استادیار گروه حسابداری، واحد بناب، دانشگاه ازاد اسلامی، بناب ، ایران(نویسنده مسئول)
abdi_rasool@yahoo.com

نادر رضایی
استادیار گروه حسابداری، واحد بناب، دانشگاه ازاد اسلامی، بناب ، ایران
Naderrezaeimiandoab@gmail.com

یعقوب اقدم مزرعه
استادیار گروه حسابداری، واحد صوفیان، دانشگاه ازاد اسلامی، صوفیان ، ایران
aghdam.acc@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۹/۰۷/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۰۹

چکیده
هدف پژوهش حاضر مدل‌سازی ریسک همبستگی نکول در شبکه مالی بر مبنای مدل تقلیل یافته می‌باشد. در این پژوهش، روی گسترش نکول در شبکه مالی تمرکز کرده و تاثیر ناهمگنی نظام مالی بر ثبات سیستم مالی را بررسی می‌کنیم و در نهایت با اجرای سیاست‌های مداخله‌ای پیشنهادهایی را برای تقلیل مخاطرات و بازسازی مجدد شبکه ارائه می‌نماییم. این پژوهش در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد، نمونه آماری بررسی شده اطلاعات، ۴۰۷ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در قلمرو زمانی سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۳ می‌باشد. به منظور آزمون وجود رابطه بین متغیرها و معنادار بودن مدل، از تحلیل رگرسیون و برای مدلسازی از نرم‌افزار متلب استفاده شده است. یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد شرکت‌هایی که بیشترین ارتباط با اعضای شبکه را دارند در بی‌ثباتی شبکه بیشترین تاثیر را خواهند داشت. نتایج نشان داد افزایش در پراکندگی وابستگی‌های متقابل مطالبات و تعهدات، تا عمق ۵ ارتباط در شرکت ها، تأثیر منفی روی ثبات سیستم مالی دارد و واریانس زیاد موقعیت‌ها و درجه‌ی میزان همه‌گیری مالی را از طریق افزایش هر دوی گستره همه گیری (سرایت) و احتمال همه‌گیری (نکول) تشدید می‌کند. همچنین نتایج نشان داد هر چه منابع درآمدی شرکت‌ها متنوع‌تر باشد ناهمگنی نظام مالی افزایش یافته و این امر منجر به کاهش ثبات مالی خواهد شد. از بین ابزار سیاست‌های مداخله ای، سیاست تزریق سرمایه بیشتر از سیاست ادغام در کاهش نکول و سرایت در سیستم مالی موثرتر می‌باشد و بهتر منجر به بازسازی مجدد شبکه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: ریسک همبستگی نکول، شبکه مالی، مدل تقلیل یافته، سیاستهای مداخله ای.

۱- مقدمه

سیستم‌های مالی در بسیاری از مواقع می‌توانند منجر به ایجاد ثروت در جامعه گردند و در مواقع بحران به سرعت منجر به تسری بحران شوند. از این رو سیستم‌های مالی همانند دیگر سیستم‌های پیچیده در معرض بروز ریسک قرار می‌گیرد (دستخوان و شمس قارنه، ۱۳۹۶). وابستگی‌های متقابل مطالبات و تعهدات که شرکت‌ها را به یکدیگر متصل می‌کند، آن‌ها را در یک شبکه در هم‌تنیده و چندمنظوره با همدیگر مرتبط می‌کند، این حلقه‌های ارتباطی منجر به این می‌شود که سقوط و شکست یک شرکت منجر به فروریختن دیگر شرکت‌ها شود و در نهایت به کل سیستم نفوذ کرده و یک آبشار سرایت ایجاد کند و نهایتا منجر به بروز بحران‌های مالی شود (دی مارکو و همکاران، ۲۰۱۸). همان طور که عنوان شد یکی از ویژگی‌های مهم بحران‌های مالی، ریسک سیستماتیک سیستم‌های مالی می‌باشد. ریسک سیستماتیک یعنی احتمال وقوع شکست (ورشکستگی یاعدم اطمینان) یک شرکت که از طریق ارتباطات به وجود می‌آید و باعث می‌شود سایر موسسات شکست بخورند و یا حتی سقوط کل سیستم مالی در یک اثر دومینو پیش‌بینی نشده بوجود آید (برونلس و اینگل، ۲۰۱۶). بر این اساس، کنترل و مدیریت ریسک‌های سیستمی و تلاش برای اجتناب از آن‌ها از جمله مهم‌ترین سیاست‌های ممکن برای سیاست گذاران بازارهای مالی قلمداد می‌شود. از آنجا که نقش شرکت‌های مختلف در ایجاد و تسری ریسک‌های سیستمی یکسان نیست، یکی از مهم‌ترین اقدامات ممکن برای کنترل ریسک‌های سیستمی و کاهش اثرات آن، شناخت سازمان هایی است که اثرگذاری بیشتری بر وقوع و تسری ریسک سیستمی دارند، تا از طریق تمرکز بیشتر بر آن‌ها، شانس وقوع این گونه از ریسک‌ها کاهش یابد (اسماگا، ۲۰۱۴). همان طور که سیستم مالی می‌تواند یک شبکه وابسته (وابستگی‌های متقابل مطالبات و تعهدات) نامیده شود، تئوری شبکه به شدت مورد استفاده قرار گرفته است تا آن را مدل‌سازی کند. مدل‌های مبتنی بر تئوری شبکه به منظور تحلیل تعامل و ارتباط عوامل مختلف اقتصادی در یک سیستم مالی به کار گرفته می‌شود، در این مدل‌سازی ابتدا یک شبکه‌ی بزرگ از بنگاه های معاملاتی را فرض می‌کنیم که درآن گره‌ها، شرکت‌ها را نشان می‌دهند و یال‌های هر پیوند، نشان‌دهنده قرارگیری در معرض خطری است که در صورت نکول طرف مقابل، متوجه شرکت می‌شود. به کمک روش‌های مجانبی برای شبکه‌های بزرگ، شدت فرآیند سرایت نکول را بررسی کرده و مقاومت شبکه در برابر سرایت نکول را باتوجه به ساختار آن بررسی می‌کنیم. براساس تحلیل و شبیه‌سازی رفتار این شبکه در قبال اختلالات در برخی از گره‌ها و یال‌های شبکه، میزان آسیب‌پذیری سیستم مالی به بروز ریسک سیستمی ارزیابی می‌گردد. نتایج این تحقیق بر نقش"پیوندهای مسری" تاکید می‌کند و نشان می دهد موسساتی که بیشترین تاثیر را در بی‌ثباتی شبکه دارند ارتباط بیشتری با اعضای شبکه داشته و یا بخش بزرگی از پیوندهای مسری را دربر دارند. در این مطالعه گراف جهت‌دار با دنباله درجات داده شده و توزیع اختیاری از وزن را در نظر می‌گیریم. نتایج مجانبی نشان می‌دهد تطابق خوبی با شبیه‌سازی برای شبکه‌های با اندازه‌های واقع بینانه وجود دارد.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

نوروزی‌پور و همکاران (۱۳۹۱) در تحقیقی به تخمین و شبیه‌سازی همبستگی ریسک نکول شرکت‌ها با استفاده از مدل‌های شدت پرداختند، نتایج تحقیق، نشان دهنده تائید توان تخمین و شبیه سازی همبستگی ریسک نکول شرکت‌ها توسط مدل‌های شدت است. فلاح‌پور و همکاران (۱۳۹۵) در تحقیقی به پیش بینی ریسک نکول با استفاده از مدل ساختاری توسعه یافته در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. مدل‌های ساختاری، شامل مدل‌های اولیه مانند مدل مرتون و مدل‌های توسعه یافته آن هستند. مدل مرتون دارای مفروضات ساده ساز متعددی است، از جمله این که نکول تنها در زمان سررسید رخ می‌دهد. در مقاله پیش رو با حذف فرض مذکور به مدل توسعه یافته‌تری برای محاسبه احتمال نکول می‌رسیم، احتمال نکول سالیانه برای شرکت‌های منتخب بورسی طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ برای هر دو مدل (مرتون و توسعه یافته) را محاسبه و در نهایت، نتایج بررسی عملکرد دو مدل با استفاده از آزمون مقایسه زوجی ویلکاکسون بر وجود تفاوت معنادار بین دو مدل دلالت می‌کند. داداشی و نورعلی دخت (۱۳۹۵) در مقاله‌ای به محاسبه احتمال سرایت نکول در شبکه‌های مالی پرداخت. در این مطالعه معیاری برای مقاومت یک شبکه بزرگ مالی درعدم توانایی بازپرداخت بدهی‌های خود را معرفی و همچنین سرایت شوک از بخش‌های کوچک به بخش‌های بزرگ بررسی شده است. نتایج بر نقش پیوندهای مسری تاکید می‌کند و نشان می‌دهد موسساتی که بیشترین تاثیر را در بی‌ثباتی شبکه دارند ارتباط بیشتری با اعضای شبکه داشته و یا بخش بزرگی از پیوندهای مسری را در بر دارند. دستخوان و شمس قارنه (۱۳۹۶) در مقاله‌ای خود با به‌کارگیری شبکه مالکیت بین بخشی شرکت‌ها، معیارهای مختلف مبتنی بر شبکه ارزیابی شرکت‌های مهم در بورس تهران را مورد بررسی قرار می‌دهد. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد 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. فلاح شمس و همکاران (۱۳۹۶) در تحقیقی به اندازه گیری ریسک نکول با استفاده از مدل بلک- شولز- مرتون و آزمون رابطه آن با عوامل حاکمیت شرکتی پرداختند، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد از بین عوامل حاکمیت شرکتی، صرفا عوامل مرتبط با افشا عمومی و شفاف سازی در سطح اطمینان ۹۵ درصد، رابطه معنی داری با ریسک نکول شرکت‌های پذیرفته شده در بورس تهران دارند. . هیلگیست[1] و دیگران (۲۰۰۴) در تحقیقی به محاسبه پیش بینی نکول پرداختند یافته‌های پژوهش نشان داد فاصله تا نکول، برای پیش بینی احتمال نکول در دوره یک‌ساله به تنهایی کافی نیست. جرو و ترن بول[2] (۱۹۹۲) اولین فرم تقلیل یافته را برای مدلسازی ریسک اعتباری معرفی نمودند. یافته‌های پژوهش نشان داد مدل‌ها نکول، به صورت یک عامل برونزا در نظر گرفته شده و به شکل یک اتفاق غیرمنتظره ظاهر می‌شود. همچنین نتایج نشان داد زمان نکول قابل پیش بینی نیست و متأثر از شدت نکول بوده که خود تابعی از متغیرهای پنهان است. جرو [3]و همکاران در سال (۱۹۹۷)

[1] helgis
[2] Jarrow and Turnbull
[3] jroo

در پژوهشی، نکول را در مدل زنجیر مارکوف[1]، یک وضعیت جاذب[2] فرض می‌کند و زمان نکول را نخستین زمانی فرض می‌کند که زنجیر پیوسته مارکوف به این وضعیت جاذب برسد. فالاوینگنا[3] در سال (۲۰۰۶) در پژوهش خود، شدت احتمال نکول براساس ارزش بدهی‌های ریسک دار را برآورد می‌کند. در این پژوهش نکول رویداد ناگهانی و عمده فرایند اقتصادی است که منجر به‌عدم پرداخت بدهی تعیین نشده، تعریف می‌شود. دی مارکو [4]و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به اندازه گیری سرایت در شبکه‌های مالی فازی پرداختند. هدف این مقاله گسترش مدل‌های کلاسیک سرایت مالی به چارچوب شبکه‌های مالی فازی است. درجه‌عدم پرداخت بدهی هر بانک در شبکه تعریف می‌شود. آن شامل یک معیار (ارزش واقعی) از پیش‌فرض گنگ است و به عنوان نقطه ثابت برای پویایی یک «الگوریتم پیش‌فرض» اصلاح‌شده محاسبه می‌شود. دو مدل خاص از درجه‌عدم پرداخت نیز معرفی و مورد بررسی قرار می‌گیرند؛ یعنی، یک مدل خوش بینانه و یک مدل بدبینانه. در نهایت، الگوریتم در نرم‌افزار اجرا شده و به صورت عددی روی مجموعه داده‌های واقعی تست شده‌است. چونگ[5] و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای به مخاطرات در سیستم‌های مالی با رویکرد شبکه‌ای بیزی پرداختند. نتایج نشان داد که چگونه نظریه شبکه بیزی می‌تواند برای شناسایی کانال‌های مخرب در شبکه مالی، برای اندازه گیری اهمیت سیستماتیک نهادهای انتخاب شده در دیگران و محاسبه احتمالات مشروط یا بدون قید و شرط پیش فرض برای شرکت‌ها تک یا چندین، استفاده شود. بنباچیر[6] و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به مدلسازی سرایت ریسک مالی با استفاده از الگوریتم آنتروپی و گرد شده توسط مدل گرد پرداختند. داده‌های مورد استفاده شامل وام‌ها و بدهی‌های جمع آوری شده و سطح اول در دو سال ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ است که از ترازنامه‌های هشت بانک مرکزی مراکش تهیه شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در طی دو سال ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶، سیستم بانکی مراکش کاملا در برابر سناریوهای بدبینانه است که به میزان بسیار کم از دست رفته داده شده است. روش استفاده شده می‌تواند توسط بانک مرکزی با ماتریس‌های مواجه با واقعی واقعی مورد استفاده قرار گیرد. این نتایج قابل اطمینان را ارائه می‌دهد و ابزار تصمیم گیری را در زمینه سیاست ثبات مالی ارائه می‌دهد. چنگ و ژائو [7](۲۰۱۹) در مقاله‌ای به مدل سازی، تحلیل و کاهش مخاطرات در سیستم‌های مالی پرداختند. در این مقاله، تجزیه و تحلیل شبکه‌ای از بحران مالی از سه دیدگاه گسترش داده شد. اول، با توجه به اینکه وابستگی‌های متقابل مطالبات و تعهدات بین شرکت‌ها مالی می‌تواند به عنوان ارتباطات داده-ستاده مشاهده شود، سیستم مالی و مکانیسم آلودگی با معرفی چارچوب داده-ستاده کلاسیک لئونتیف مدل‌سازی شد. دوم، بر اساس این فرایند مدل سازی، یک الگوریتم پیچیده‌ای برای بررسی نحوه ناهمگنی سیستم مالی بر ثبات آن پیشنهاد شد. سوم، برای مقابله با ریسک‌های مالی، چندین سیاست مداخله بر اساس دو رویکرد ادغام شرکت‌ها و تزریق سرمایه که به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند، پیشنهاد شد. سپس عملکرد

[1] Markov Chain Model
[2] Absorbing State
[3] Falavigna
[4] De Marco
[5] Chong
[6] Benbachir
[7] Cheng & Zhao

این سیاست‌های مداخله توسط آزمایش‌های عددی جامع ارزیابی شد. این مطالعه پیامدهای مهمی برای تنظیم و نظارت مالی دربر داشت. لونتیدس[1] و همکاران (۲۰۱۹) در مقاله‌ای به شبیه‌سازی دینامیک سرایت مالی در شبکه بین بانکی تصادفی پرداختند. هدف از این مطالعه ارزیابی انعطاف‌پذیری سیستم‌های مالی به شوک‌های خارجی با استفاده از تکنیک‌های ترسیم شده از نظر شبکه‌های پیچیده است. با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو شکنندگی چندین توپولوژی شبکه را با استفاده از یک پیش فرض ساده پیش‌بینی شده روی شبکه‌های بین بانکی اندازه‌های مختلف بررسی نمودند. یک سری بحران‌های بانکی در معرض بی‌ثباتی هر بانک در سیستم قرار داده شد و مکانیسم‌های انتشار را که در سیستم تحت سنجه‌های مختلف تاثیر می‌گذارند، مشاهده شد. در نهایت، با تجزیه و تحلیل موثر چندین ریسک مهم بین بانکداری، نظیر توپولوژی شبکه، اهرم، وابستگی، ناهمگنی و همگن بودن در میان اندازه بانک و مواجهه بین بانکی، به ادبیات موجود اضافه شد.

روش شناسی پژوهش

سئوالات پژوهش

سئوال اصلی

مدل‌سازی ریسک همبستگی نکول در سیستم مالی بر مبنای مدل تقلیل یافته منجر به چه نتایجی در ثبات سیستم مالی می‌گردد؟

سئوالات فرعی

۱) ناهمگنی نظام مالی چه تاثیری بر ثبات سیستم مالی دارد؟
۲) آیا ریسک نکول در سیستم مالی با اجرای سیاست‌های مداخله‌ای مبنی بر رویکرد ادغام شرکت‌ها و تزریق سرمایه تقلیل می‌یابد؟

نوع و روش پژوهش

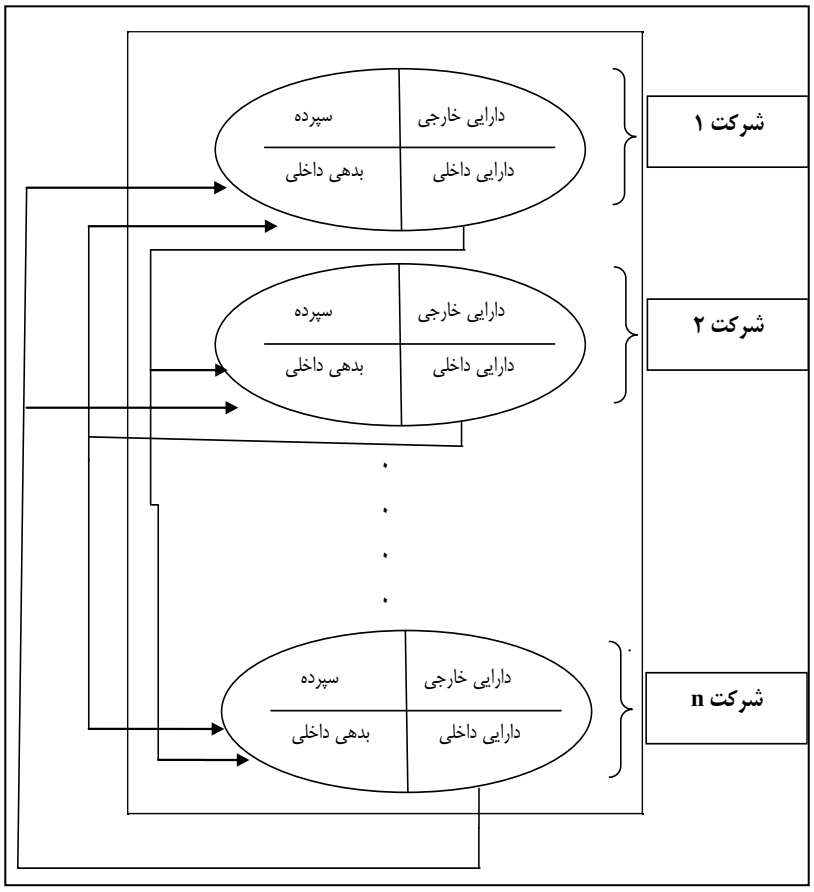
این پژوهش در زمره پژوهش‌های کاربردی قرار می‌گیرد، به منظور آزمون وجود رابطه بین متغیرها و معنادار بودن مدل از تحلیل رگرسیون و برای مدلسازی از نرم‌افزار متلب استفاده شده است.

جامعه و نمونه آماری

جامعه پژوهش را کلیه شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره ۵ ساله ۱۳۹۸-۱۳۹۳ تشکیل می دهند. نمونه آماری تعداد ۴۰۷ شرکت پذیرفته شده در بورس، فرابورس یا بازار پایه می باشد که از بین شرکت های جامعه پژوهش به روش حذف سیستماتیک و داشتن معیارهای ورود انتخاب خواهد شد.
معیارهای ورود به مطالعه

[1] Leventides

- شرکت هایی که طی دوره زمانی ۱۳۹۳ تا ۱۳۹۸ در بورس، فرابورس یا بازار پایه فعال بوده اند.
- سال مالی آنها منتهی به ۲۹ اسفند باشد.
- در دوره زمانی پژوهش تغییر سال مالی نداده باشند.
- اطلاعات مورد نیاز شرکت ها در دسترس باشد.
- از شرکت های سرمایه گذاری، بانک ها، بیمه ها و شرکت های واسطه گر مالی به دلیل ماهیت متفاوت آنها نباشند.
-



شکل(۱)-مدل مفهومی پژوهش

منبع : یافته های پژوهش

شکل بالا تصویری از یک شبکه مالی که در آن هر شرکت در قالب یک ترازنامه که بازتاب کننده دارایی‌ها و بدهی‌های متقابل است نشان داده شده است. در این ترازنامه دارایی‌ها به دو قسمت دارایی‌های داخلی و دارایی‌های خارجی تقسیم می‌شوند، دارایی‌های داخلی منعکس کننده میزان سرمایه‌گذاری شرکت در سایر شرکت‌های عضو شبکه و دارایی‌های خارجی متعلق به سرمایه‌گذاری شرکت در سایر اقتصاد، در نظر می‌گیریم مثل سرمایه‌گذاری موسسه در اوراق قرضه دولتی و....

در طرف دیگر ترازنامه، بدهی‌ها شامل سپرده‌ها و بدهی‌های داخلی می‌باشند، سپرده‌ها سهم ورودی به شرکت از خارج از شرکتهای عضو شبکه مثل تزریق سرمایه توسط شرکا، و بدهی داخلی سهم ورودی به شرکت توسط سایر شرکتهای عضو شبکه در نظر گرفته می‌شود

از آنجا که هدف اصلی ما بررسی سرایت نکول در یک شبکه بهم پیوسته می‌باشد، فرض می‌کنیم هر موسسه یک پروژه سرمایه‌گذاری واحد و مستقل داشته باشد، این فرض نشان می‌دهد که هیچ ارتباطی بین دارایی‌های خارجی برای هر مؤسسه وجود ندارد، که به ما این امکان را می‌دهد تا در مواجهه مستقیم با دارایی و بدهی‌های متقابل متمرکز شویم و پیوندهای غیرمستقیم دارایی‌های خارجی همبسته را نادیده بگیریم. با استفاده از چارچوب داده-ستانده و نظریه شبکه، ما یک سیستم مالی را به عنوان یک شبکه مالی بهم پیوسته مدل خواهیم کرد. در این شبکه، هر گره یک مؤسسه مالی را نشان می‌دهد و هر پیوند نشان دهنده مطالبات یا تعهدات بین دو موسسه است. بنابراین، هر دو ویژگی ذاتی مؤسسات مالی فردی و ساختار کل شبکه مالی دو عامل اصلی تأثیر برای بزرگی آلودگی مالی و ثبات سیستم مالی به وضوح در شبکه مالی منعکس می‌شوند. به طور خاص، این دو عامل تأثیرگذاری به ترتیب با تنوع قرار گرفتن در معرض دوجانبه و بهم پیوسته به ترتیب مشخص می‌شوند.

مدلسازی شبکه مالی

در این پژوهش مدل های شبکه ای به عنوان یک چارچوب خوب برای پاسخ دادن برخی از سوالات مربوط به ریسک سیستمی در نظر گرفته خواهد شد. تحلیل و بررسی شبکه ها و به طور خاص شبکه های مالی در چهار سطح انجام می گیرد:

سطح اول : میزان در هم تنیدگی

در تئوری گراف، شبکه ها در قالب گراف هایی تعریف می شوند و در آن گره‌ها (شرکت‌ها) با یال‌ها (در صورت داشتن رابطه بین گره‌ها) به یکدیگر متصل می‌شوند، در حالت معمول، شبکه به سبب داشتن سهم مالکیت هر شرکت از شرکت دیگر، در قالب رابطهٔ زیر، قابل بیان است.

رابطه ۱)
$$A_{ij} = 1 \quad \text{اگر } i \text{ مالک } j \text{ باشد}$$
$$A_{ij} = 0 \quad \text{اگر } i \text{ مالک } j \text{ نباشد}$$

در این پژوهش با توجه به وجود شمار زیادی از سرمایه گذاران خرد در هر سهم، تنها بازیگران اصلی هر شرکت را در نظر گرفته و از در نظر گرفتن سرمایه گذاران خرد (سرمایه گذارانی که کمتر از ۱ درصد سرمایه شرکت

سرمایه‌پذیر را در اختیار دارند) اجتناب می‌کنیم. اگر چه این مسئله باعث وجود یک اریب در تخمین مقدار درجه خروجی می‌شود، اما چون این رویه برای تمامی شرکت‌ها در نظر گرفته می‌شود، در ارزیابی نسبی شرکت‌ها نسبت به یکدیگر تاثیر معناداری نخواهد داشت.

در صورتی که بازیگران اصلی سیستم مالی به دو دسته شرکت‌ها سهامدار پذیرفته شده و شرکت‌های سهامدار پذیرفته نشده دسته‌بندی شوند، می‌توان ماتریس مالکیت مستقیم شرکت‌ها را در قالب رابطه ۲ نمایش داد:

$$\boldsymbol{A} = \begin{pmatrix} \boldsymbol{w} & \vec{\boldsymbol{0}} \\ \boldsymbol{d} & \vec{\boldsymbol{0}} \end{pmatrix} \qquad \text{رابطه ۲)}$$

که w یک ماتریس n*n شامل میزان مالکیت مستقیم شرکت های پذیرفته شده در بورس از یکدیگر، n تعداد شرکت های لیست شده در بازار و d یک ماتریس m*n شامل ماتریس مالکیت شرکت های خارج از بورس از شرکت های لیست شده را نشان می دهد.

بر این اساس می‌توان گفت میزان مالکیت ترکیبی یک شرکت و یا به عبارتی میزان مالکیت نسبی هر شرکت در بین سایر شرکت ها، بصورت ترکیبی از مالکیت اولیه شرکت و میزان در هم تنیدگی شرکت با سایر شرکت هاست (ویتالی، گلاتفلدار و باتیستون، ۲۰۱۱)

$$\boldsymbol{V^{int}} = \boldsymbol{AV^{int}} + \boldsymbol{V} \qquad \text{رابطه ۳)}$$

که V مقدار اولیه ارزش بازار شرکت ها، V^{int} ارزش بازار ترکیبی شرکت های مورد بررسی را در قالب روابط موجود در شبکه نشان می دهد. با توجه به رابطه ۳، مقدار V^{int} بصورت رابطه ۸، به دست می آید.

$$\boldsymbol{V^{int}} = (\boldsymbol{1} - \boldsymbol{A})^{-\boldsymbol{1}}\boldsymbol{V} \qquad \text{رابطه ۴)}$$

بر این اساس و با توجه به مفهوم ارزش بازار ترکیبی شرکت ها، مقدار ارزش ترکیبی پرتفوی گره ها (وزن هر گره) را می توان در قالب رابطه ۵، محاسبه نمود

$$\boldsymbol{P^{int}} = \boldsymbol{AV^{int}} \qquad \text{رابطه ۵)}$$

p^{int} مقدار مجموع ارزش هر گره را با در نظر گرفتن مالکیت های مستقیم و غیر مستقیم محاسبه می نماید و از این رو این ملاک می تواند به عنوان یک معیار مرکزیت و محاسبه ریسک سیستمی در نظر گرفته شود .

سطح دوم : محاسبه احتمال نکول (PD)

در این پژوهش برای محاسبه احتمال نکول از مدل رگرسیون لاجیت استفاده می‌شود حداکثر تعداد نسبت مالی که در این مدل مورد نیاز می‌باشد عبارت است از نسبت جاری، نسبت گردش دارایی ها، نسبت بدهی و نسبت سود به فروش، بعد از بدست آوردن نسبت‌های مالی، با استفاده از مدل رگرسیونی لاجیت، اندازه احتمال دقیق نکول شرکت‌ها محاسبه می‌شود و از روی اندازه احتمال نکول، شدت نکول شرکت محاسبه می‌شود.

۱) نسبت جاری[1]

$$\text{نسبت جاری} = \frac{\text{دارایی جاری}}{\text{بدهی جاری}} \qquad \text{رابطه ۶)}$$

[1] Current Ratio

هر چه نسبت جاری بیشتر باشد وضعیت نقدینگی شرکت مطلوب است، اما اگر بیش از اندازه بزرگ شود بیانگرعدم بکارگیری مناسب دارایی‌ها می‌باشد.

۲) گردش دارایی ها[1]

$$\text{گردش دارایی} = \frac{\text{فروش خالص}}{\text{میانگین جمع دارایی}} \qquad \text{رابطه ۷)}$$

این نسبت میزان درآمدزایی دارایی های شرکت را نشان می دهد، هر چه این نسبت افزایش یابد فعالیت واحد تجاری بیشتر است.

۳) نسبت بدهی[2]

$$\text{نسبت بدهی} = \frac{\text{کل بدهی}}{\text{کل دارایی}} \qquad \text{رابطه ۸)}$$

هر چه این نسبت بیشتر باشد سودآوری شرکت افزایش خواهد یافت مشروط به اینکه نرخ بازده دارایی ها بیش از نرخ بدهی ها باشد. همچنین هر چه این نسبت ها افزایش یابد ریسک مالی (عدم پرداخت بدهی ها) افزایش خواهد یافت.

۴) نسبت سود به فروش [3](نسبت حاشیه سود خالص)

$$\text{نسبت سود به فروش} = \frac{\text{سود خالص}}{\text{فروش}} \qquad \text{رابطه ۹)}$$

این نسبت نشان دهنده چند درصد از فروش را سود خالص تشکیل می دهد.

اعتبارسنجی نتایج شبیه سازی

مدل رگرسیونی لاجیت از مدل های رگرسیونی صفر و یک می باشد در این مدل ها مشتریان به دو گروه قادر به پرداخت بدهی و ناتوان در پرداخت بدهی ها دسته بندی می شوند :

$$\boldsymbol{P_{logit} = \frac{1}{1+exp[-b_0+b_1k_1+b_2k_2+\cdots+b_nk_n)]}} \qquad \text{رابطه ۱۰)}$$

که در آن:

P_{logit} برابر ۰ و ۱ است و نکول و یا عدم نکول شرکت ها را تعیین می کند.

k_n شاخص های مالی موثر در رتبه بندی (نسبت جاری، نسبت گردش دارایی ها، نسبت بدهی و نسبت سود به فروش) و n تعداد آنهاست،

[1] Assets Turnover
[2] Debt Ratio
[3] Return on Sale

b_n ضرایب شاخص ها در مدل است. که از روی مقادیر اولیه که به pها دادیم از برنامه نویسی متلب محاسبه می شود. مقادیر اولیه P ها با استفاده از نظر کارشناسان به دست آمده است.
سپس با استفاده از ضرایب بدست آمده برای b_n ها، مقادیر دقیق p ها برای تک تک شرکت ها در برنامه اکسل به دست می آید.
سپس در نرم افزار برنامه نویسی متلب شدت نکول شرکت ها از رابطه زیر بدست می اوریم:

$$\boldsymbol{\lambda_{it} = ln(1 - P_{it})}$$ رابطه ۱۱)

شرکت های مورد مطالعه در نرم افزار برنامه نویسی متلب رتبه بندی اعتباری می شود.
تغییرات شدت نکول شرکت ها بر اساس میانگین شدت های نکول شرکت ها در زمان ثبتی برای هر رتبه با استفاده از فرایند تصادفی در نرم افزار متلب شبیه سازی می شود:
$\lambda_k(t)$ میانگین شدت نکول در هر رتبه اعتباری است:

$$\boldsymbol{\lambda_k(t) = \frac{1}{N_k}\sum_{j=1}^{N_k} \lambda_{it}\,(t)}$$ رابطه ۱۲)

که N تعداد رتبه های اعتباری شرکت ها و M_k تعداد شرکت های موجود در رتبه اعتباری است

سطح سوم : محاسبه سرایت نکول

سرایت نکول با استفاده از نرم افزار متلب شبیه سازی می شود.

سطح چهارم : اجرای سیاست های مداخله ای

در این سطح در صورت نکول شبکه با اجرای دو سیاست مداخله ای ۱- ادغام اجباری و ۲- تزریق سرمایه در قالب برخی از ابزارهای سیاست های احتیاطی کلان سعی در بازسازی مجدد شبکه مالی داریم.

یافته های پژوهش

آزمون مانایی

اولین گام برای تخمین الگوی رگرسیونی این است که از مانایی متغیرهای الگو، باید اطمینان حاصل شود. بدین منظور از آزمون مانایی استفاده شده است. وجود ناایستایی در سری های مورد استفاده در یک مدل می تواند موجب استنباط های غلط آماری و در نتیجه رگرسیون کاذب شود که برای این امر از آزمون های ریشه واحد استفاده می شود. نتایج آن در جدول ۱ ارائه گردیده است.
با توجه به نتایج مشاهده شده در جدول 1 ،سطح آماره آزمون برای کلیه متغیرهای پژوهش برابر با مقداری کمتر از ۲ درصد می باشد. همچنین سایر ضرایب آماره دیکی فولر نیز نشان دهنده مانایی در متغیر مورد مطالعه میباشند. لذا با توجه به اینکه سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۲ است کلیه متغیرهای پژوهش از ایستایی لازم برخوردارند.

جدول (۱)- آزمون مانایی متغیرهای تحقیق

نام متغیر	آماره دیکی فولر	سطح ۱٪	سطح ۵٪	سطح ۱۰٪	سطح معنی داری
نسبت جاری	-۷.۳۲۷۲۶۶	-۳.۵۶۳۸۶۹	-۲.۹۱۷۷۷۸	-۲.۵۸۷۲۸۷	۰.۰۰۰
گردش دارایی ها	-۳.۹۸۲۸۳۳۰	-۳.۵۷۱.۱۵	-۲.۸۱۸۶۵۰	-۲.۵۸۸۶۸۸	۰.۰۰۳۱
نسبت بدهی	-۶.۶۱۷۱۴۵	-۳.۵۷۱۰۱۹	-۲.۸۱۷۶۵۰	-۲.۵۸۸۶۸۸	۰.۰۰۰۰
نسبت سود به فروش	-۸.۹۵۷۵۲۵	-۳.۵۶۲۶۵۶	-۲.۹۱۸۷۷۸	-۲.۵۹۷۸۵۸	۰.۰۰۰۰
دارایی داخلی	-۸.۰۴۷۶۳۰	-۳.۵۶۲۶۶۹	-۲.۹۱۸۷۴۷۸	-۲.۵۶۷۲۸۵	۰.۰۰۰۰
دارایی خارجی	-۹.۵۸۷۵۸۵	-۳.۵۶۲۶۶۹	-۲.۹۱۸۷۴۷۸	-۲.۵۶۷۲۸۵	۰.۰۰۰۰
بدهی داخلی	-۸.۱۶۸۳۰۰	-۳.۵۸۱۱۵۲	-۲.۹۲۶۶۲۲	-۲.۶۰۱۴۲۲	۰.۰۰۰۰
سپرده	-۸.۶۰۲۱۴۵	-۳.۵۸۱۱۵۲	-۲.۹۱۸۶۰۲	-۲.۵۰۸۲۱۴	۰.۰۰۰۰

منبع : یافته های پژوهش

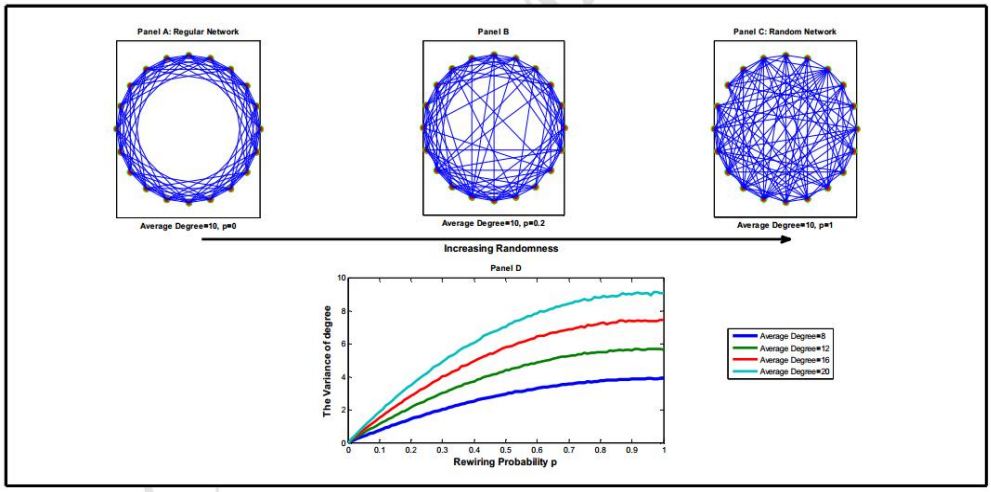
جدول(۲)- نتایج حاصل از شاخص دارایی ها و بدهی های متقابل شرکت بورس و خارج از بورس

ارزش ترکیبی پرتفوی(میلیون ریال)		ارزش ترکیبی بازار(میلیون ریال)	
۰	حداقل	۳۰۰۰۰۰۰	حداقل
۷۵۰۰۰۰۰۰۰	حداکثر	۹۰۰۰۰۰۰	حداکثر
۲۷۵۰۰۰۰۰	میانگین	۶۰۰۰۰۰۰	میانگین
$\mathbf{p}_{int}$	۵ گره برتر	V_{int}	۵ گره برتر
۷۵۰۰۰۰۰۰۰	صندوق بازنشستگی	۹۰۰۰۰۰۰۰۰	سهام عدالت
۵۰۷۰۰۰۰۰۰	دولت	۸۶۰۰۰۰۰۰	دولت
۴۶۸۰۰۰۰۰۰	سهان عدالت	۷۸۵۰۰۰۰۰۰	صندوق بازنشستگی
۳۵۰۰۰۰۰۰۰	تامین اجتماعی	۵۶۹۰۰۰۰۰۰	تامین اجتماعی
۱۹۲۰۰۰۰۰۰	ساتا	۲۹۹۰۰۰۰۰۰	ساتا
متوسط $\boldsymbol{p}_{\mathbf{int}}$	۵ بخش برتر	متوسط V_{int}	۵ بخش برتر
۲۵۰۰۰۰۰۰۰	هلدینگ صنعتی	۳۱۲۰۰۰۰۰۰	هلدینگ صنعتی
۱۵۰۰۰۰۰۰۰	سهامدارن خارج از بورس	۲۵۹۰۰۰۰۰۰	سهامدار خارج بورس
۵۵۰۰۰۰۰۰	ارتباطات	۱۷۲۰۰۰۰۰۰	ارتباطات
۱۳۴۰۰۰۰۰	پتروشیمی	۷۸۵۰۰۰۰۰	خدمات فنی مهندس
۱۱۲۰۰۰۰۰	بانک	۷۰۴۰۰۰۰۰	پتروشیمی

با توجه به نتایج حاصل از ماتریس مالکیت شرکت های بورس و خارج از بورس می توان بیان نمود که طبیعی است اندازه گره ای که بزرگتر است اگر نکول پیدا کند تاثیر آن در شبکه بزرگتر خواهد بود. (اندازه بزرگتر در اینجا به این معنا است که این گره با گره های بیشتری در ارتباط است که اندازه آن بزرگتر است).

ترسیمی از توپولوژی شبکه

در شکل ۲ ترسیمی از توپولوژی شبکه برای احتمالات مختلف پیچش (پانل A- پانل C) نشان داده شده است، در این شکل نمایی از شبکه مالی منظم (پانل A) در حال سیر با احتمال پیچش p، به شبکه مالی نامنظم (پانل C) نشان داده شده است، برای $p = 0$ شبکه یک شبکه‌ی منظم و عادی می‌باشد (پانل A) در حالیکه برای $p = 1$ شبکه به یک شبکه‌ی تصادفی تبدیل می‌شود (پانل C). یک احتمال پیچش($p \in (0,1)$) بیشتر خاصیت تصادفی بودن شبکه را افزایش می‌دهد، و با افزایش آن می توان انواع مختلف و متعددی را از شبکه‌ها مدل‌سازی کنیم که درجه‌ی میانگین یکسان ولی واریانس متفاوت دارند، پانل D نشان‌دهنده‌ی تغییرات واریانس درجه با انواع مختلف احتمال پیچش می باشد.



شکل(۲)-ترسیمی از توپولوژی شبکه

منبع : یافته های پژوهش

محاسبه نکول شرکت ها

نتایج جدول ۳ نشان می دهد که درگروه ها با نسبت ارزش دفتری به ارزش بازار پایین تر، صرف نظر از سطح ریسک نکول، ریسک نکول بیشتراست لذا این استدلال که ریسک نکول متغیر کلیدی در توضیح یا توصیف است تایید می شود. به این ترتیت با استفاده از این شاخص ها نمونه های مورد مطالعه شرکت ها رتبه بندی شدند. برای نمونه ۵ شرکت برتر با بالاترین احتمال عدم نکول و پنج مشتری آخر با بالاترین احتمال نکول نمایش داده شده است. پس از محاسبه احتمال عدم نکول شرکت ها و در نهایت رتبه بندی آنها ملاحظه می شود که شرکت ۴۰۷ ام با کسب احتمال عدم نکول به میزان ۹۹۹۹۹۹۹۹۴/. از اولویت بالاتری نسبت به بقیه شرکت ها برخوردار

است. همچنین احتمال عدم نکول شدن شرکت ها ۱ ام برابر با ۰۰۰۰۰۰۰۰۰۱/. به دست آمده و پایین ترین رتبه را در جمع شرکت های مورد مطالعه کسب می کند.

جدول(۳)-ریسک نکول شرکت های بورس

	W	L	WML
چارک اول(پایین ترین ریسک نکول)	/۱۲.۲۴	/۴.۸۱	**/۷.۴۳**
چارک دوم	/۱۰.۸۱	/۸.۳۳	**/۲.۴۸**
چارک سوم	/۱۵.۷۴	/۹.۸۲	**/۵.۹۲**
چارک آخر(بالاترین ریسک نکول)	/۱۱.۱۴	/۳.۳۰	**/۷.۸۴**

منبع : یافته های پژوهش

جدول(۴)- اولویت بندی ریسک نکول شرکت های بورس

BSM		Size		BTM	
		متوسط	بزرگ	متوسط	بالا
BSM	پایین	/۹.۶۳	/۷.۸۷	/۵.۴۲	/۲.۵۳
	متوسط	/۸.۸۹	/۷.۴۸	/۴.۹۸	/۴.۸۵
	بالا	/۸.۷۶	/۵.۳۴	/۷.۵۶	/۲.۱۳

منبع : یافته های پژوهش

جدول(۵)-نمونه رتبه بندی نهایی شرکت ها با استفاده از احتمال pi به دست آمده از برآورد مدل

رتبه	نام شرکت	احتمال عدم نکول	رتبه	نام شرکت	احتمال عدم نکول
۱	ایران خودرو	/۹۹۹۹۹۹۹۹۴	۹۱	پارس خزر	/۰۰۰۰۰۰۱۲۲
۲	آذراب	/۹۹۹۹۹۹۹۹۰	۹۲	بهسرام	/۰۰۰۰۰۰۱۰۲۸
۳	بهنوش	/۹۹۹۹۹۹۹۹۷۰	۹۳	پارس سوئیچ	/۰۰۰۰۰۰۰۸۴۹
۴	آلومینوم ایران	/۹۹۹۹۹۹۹۹۶۰	۹۴	پتروشیمی آبادان	/۰۰۰۰۰۰۰۶۵۷
۵	البرز دارو	/۹۹۹۹۹۹۹۸۵۰	۹۵	پارس الکتریک	/۰۰۰۰۰۰۰۱۹۴

منبع : یافته های پژوهش

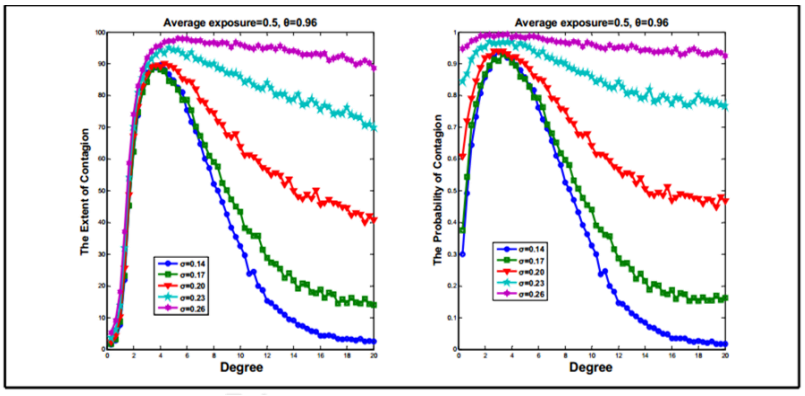
مدیریت ریسک در شرکت ها در دو سطح معامله با متقاضیان در سطح پرتفوی مطرح می شود که روش بررسی از نوع امتیاز دهی، طرح برای اندازه گیری ریسک در سطح معامله با سهامداران است که نتایج بررسی نشان داد که هر چه میزان بازدهی سهام بالاتر باشد احتمال عدم نکول در شرکت ها بیشتر خواهد بود و هر چه مدت زمان دریافت بازدهی و مبلغ سود بیشتر باشد، احتمال عدم نکول میزان بازدهی و سود در شرکت ها افزایش می یابد.

بنابراین شرکت ها می توانند با استفاده از امتیاز دهی اعتباری، تا حد زیادی ریسک و زیان ناشی از تصمیمات نادرست اعتباری خود را کاهش دهند.

گستره و احتمال همه گیری

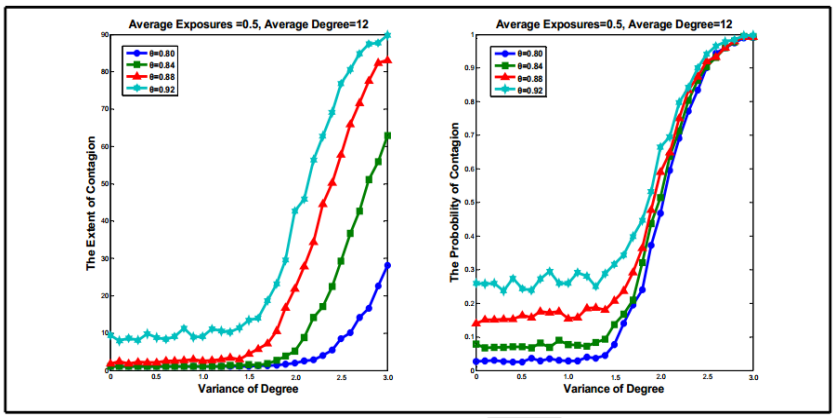
فرض می‌کنیم که یک آستانه‌ی شکست مشترک $V^{market} = \theta V^{market}$ برای یک پارامتر $\theta \in (0/1)$ وجود دارد. تاثیر ارتباطات متقابل و پیوستگی (در هم تنیدگی) بر روی احتمال همه‌گیری (نکول) و گستره همه گیری (سرایت) با تغییر در مقدار σ را با استفاده از نرم افزار متلب شبیه سازی می کنیم ، فرض بر این است موقعیت میانگین برابر با ۰/۵ و θ برابر با ۰/۹۶ باشد.

در شکل ۳ گستره همه گیری (سرایت) و احتمال همه‌گیری (نکول) ، به صورت منحنی‌های U شکل معکوس نشان داده شده است. با تمرکز روی منحنی، مشاهده می‌شود که وقتی درجه (ارتباطات متقابل و پیوستگی) از رده‌ی صفر به ۵ افزایش پیدا می‌کند، هر دو گستره همه گیری (سرایت)و احتمال همه‌گیری (نکول) به شدت افزایش پیدا می‌کنند زیرا ارتباط متقابل و پیوستگی به عنوان «گسترش دهنده‌ی ریسک» عمل می‌کند و این ثبات سیستم را تضعیف می کند با افزایش بیشتر درجه، (از رده‌ی ۵ به ۲۰)، هر دو گستره همه گیری (سرایت) و احتمال همه‌گیری (نکول) بصورت چشمگیری کاهش پیدا می‌کنند زیرا ارتباط متقابل و پیوستگی نقش «خطر مشترک» را دارد.



شکل(۳)-گستره و احتمال همه گیری

منبع : یافته های پژوهش



شکل(۴)- تأثیر انواع θ روی گستره و احتمال همه گیری

منبع : یافته های پژوهش

در شکل ۴ ، تأثیر انواع θ نشان داده شده است همانطور که در شکل مشخص می باشد از آنجایی که هر دوی گستره همه گیری (سرایت) و احتمال همه‌گیری (نکول) با افزایش θ افزایش پیدا می‌کنند، می توان نتیجه‌گرفت که یک کمیت بالاتر θ ، آستانه‌ی شکست بالاتر را نشان می‌دهد. بنابراین، سیستم مالی بصورت راحت‌تری همه‌گیری مالی را تحریک می‌کندو افزایش پراکندگی تأثیر منفی روی ثبات شبکه مالی دارد. این نتیجه‌گیری با نتیجه‌گیری مقاله (Galle, Allen; 2000) منطبق می باشد که در آن نویسندگان مطرح کرده‌اند که یک شبکه‌ی کامل می‌تواند شوک‌ها را جذب کند، ولی یک شبکه‌ی ناقص می‌تواند نفوذهای منفی را در سراسر سیستم گسترش دهد. به هر حال مشخص است که ویژگی ناهمگن معنادار بین مؤسسات مالی در شبکه‌ی ناقص وجود دارد و همه‌گیری مالی به راحتی در چنین شبکه‌ای در شرایط فشار یا مواقع بحرانی رخ می‌دهند. ناهمگن بودن در سیستم مالی باعث شکل‌گیری موقعیت‌های ریسک بیشتر در شرایط اضطرار می‌شود، باعث می‌شود که افت فراگیر از طریق همه‌گیری مالی رخ دهد. در حقیقت بسیاری از بررسی‌های تجربی نشان داده‌اند که ساختار مالی موجود از لحاظ اجتماعی بهینه نمی‌باشد زیرا ریسک فراگیر بالاتر در سیستم وجود دارد که از ویژگی ناهمگن بودن سیستم‌های مالی ناشی می‌شود. به عنوان مثال Leaven و Velencia (۲۰۱۲) دریافتند که مراکز مالی اصلی در جهان – که همیشه سطح بالای ناهمگن بودن را دارند – اغلب از بحران‌های مالی آسیب می‌بینند. از سال ۱۹۴۵ سیستم‌های مالی فرانسه، ایالات متحده و بریتانیا، به ترتیب ۱۵، ۱۳ و ۱۲ بار از میان رفته‌اند. پژوهش ما از این یافته‌های تجربی حمایت می‌کند و آنها را بیشتر توضیح می‌دهد.

سیاستهای مداخله ای

در این پژوهش در صورت نکول شبکه با اجرای دو سیاست های مداخله ای زیر در قالب سه ابزار سیاستهای احتیاطی کلان سعی در بازسازی مجدد شبکه مالی داریم

۱) ادغام اجباری
۲) تزریق سرمایه(Greenwood و همکارانش ۲۰۱۵)

ابزارهای سیاست های احتیاطی کلان در سه شاخص زیر رده‌بندی می‌کنیم:

۱) مجموع دارایی ها (CCB)
۲) ضریب خوشه بندی
۳) نسبت پوشش بهره بر بازپرداخت بدهی (DSC)

این سه سیاست از چارچوب قانون احتیاطی کلان پیروی می‌کنند در چارچوب قانون احتیاطی کلان، شش سیاست مداخله‌ی انتزاعی وجود دارد (سه مورد برای ادغام شرکتها و سه مورد برای تزریق سرمایه). حالا ما از مدل و مکانیسم همه‌گیری برای ارزیابی عملکرد این سیاست‌های مداخله‌ی انتزاعی توسط شبیه‌سازی عددی جامع استفاده می‌کنیم.برای این کار استراتژی تنظیم برون‌زاد را برای مؤسسات مالی در نظر می‌گیریم، و بررسی می کنیم که آیا مؤسسات بصورت بهینه رفتار می‌کنند یا نه. در عوض، این سیاست‌های مداخله باید به صورت سیاست‌های پتانسیل قبلی تفسیر شوند و در زمان بحران می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند.

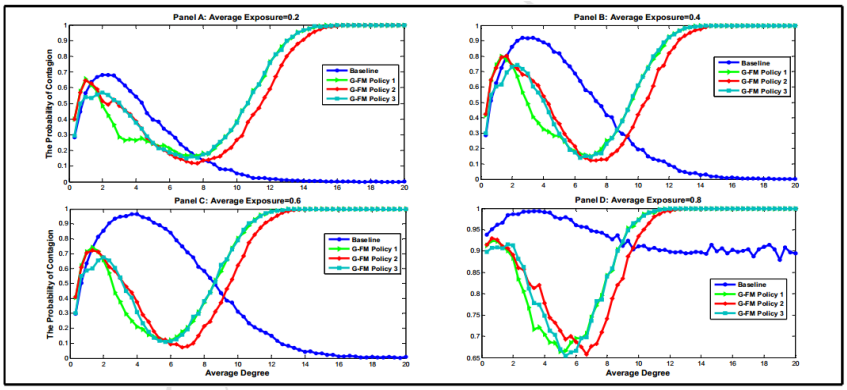
جدول (۷)- سیاست‌های مداخله برای ادغام‌های اجباری و تزریق سرمایه

ابزارهای سیاستهای احتیاطی کلان	ابزارهای مداخله ای	ادغام اجباری (Forced Mergers)	تزریق سرمایه (Capital Injections)
	سیاست ۱ : مجموع دارایی ها	ادغام اولین گره با آخرین گره ، تحت فشار با استفاده از شاخص های دارایی	تزریق یکنواخت سرمایه به ده شرکت ، تحت فشار اول با استفاده از شاخص های دارایی
	سیاست ۲ : ضریب خوشه بندی	ادغام اولین گره با آخرین گره ، تحت فشار با استفاده از شاخص های ضریب خوشه بندی	تزریق یکنواخت سرمایه به ده شرکت ، تحت فشار اول با استفاده از شاخص های ضریب خوشه بندی
	سیاست ۳ : نسبت پوشش بهره برای بازپرداخت بدهی	ادغام اولین گره با آخرین گره ، تحت فشار با استفاده از شاخص نسبت پوشش بهره برای بازپرداخت بدهی	تزریق یکنواخت سرمایه به ده شرکت ، تحت فشار اول با استفاده از شاخص نسبت پوشش بهره برای بازپرداخت بدهی

عملکرد سیاستهای مداخله در ادغام گره های تحت فشار

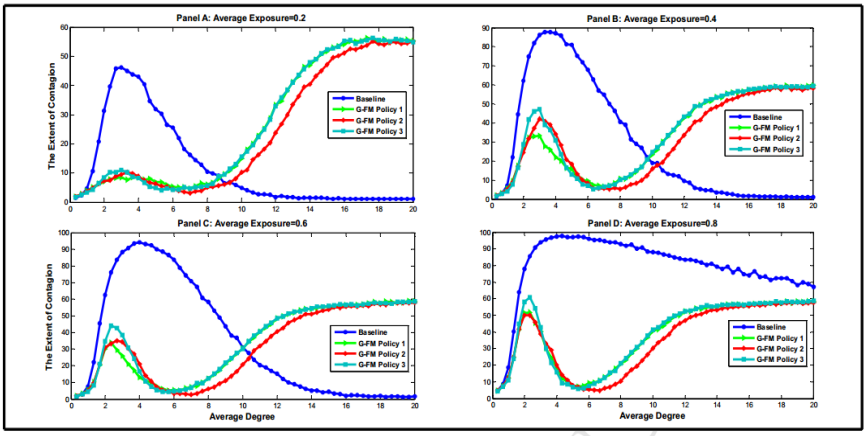
در شکل ۵ نشان داده شده است چگونه سیاست‌های مداخله‌ی کلان برای ادغام گره های تحت فشار (FM Policy 1, 2, 3) روی احتمال همه‌گیری (نکول) در سیستم‌های مالی با موقعیت‌های میانگین مختلف تأثیر می‌گذارند. موقعیت‌های میانگین برای پانل‌های D-A به ترتیب برابر با ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ می‌باشند.

در شکل ۶ نشان داده شده است که چگونه سیاست‌های مداخله‌ی کلان برای ادغام گره های تحت فشار (FM Policy 1, 2, 3) روی گستره همه گیری (سرایت) در سیستم‌های مالی با موقعیت‌های میانگین مختلف تأثیر می‌گذارد. موقعیت‌های میانگین برای پانل‌های D-A به ترتیب برابر با ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ می‌باشند. مشخص است



شکل (۵)- سیاست‌های مداخله برای ادغام‌های اجباری روی احتمال همه گیری

منبع : یافته های پژوهش



شکل (۶)- سیاست‌های مداخله برای ادغام‌های اجباری روی گستره همه گیری

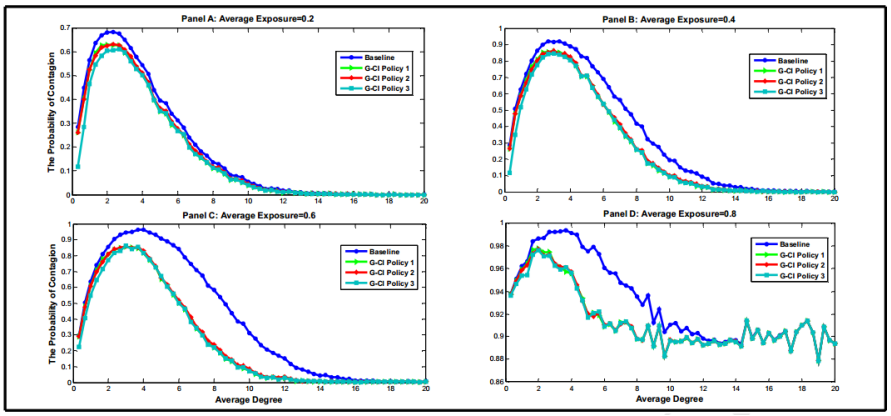
منبع : یافته های پژوهش

در شکل ۵ و ۶ همان طور که مشاهده می شود وقتی پیوستگی سیستم کوچک باشد (یعنی درجه‌ی میانگین کوچکتر از ۱۰ در پانل B در شکل ۴-۸ باشد) هر سه سیاست ادغام‌کننده‌ی کلان در گستره همه گیری (سرایت) مؤثر هستند، در مقابل وقتی پیوستگی سیستم کوچک باشد (یعنی درجه‌ی میانگین کوچکتر از ۱۰ در پانل B در

شکل ۴-۷ باشد)، سیاست FM Policy 1 و FM Policy 2 بالاتر از خط مبناء قرار می‌گیرد و این دو سیاست ادغام کننده کلان روی احتمال همه گیری (نکول) موثر هستند و نهایتا، با مقایسه هر سه سیاست مداخله‌ی کلان برای ادغام گره های تحت فشار روی گستره همه گیری (سرایت) و احتمال همه‌گیری به این نتیجه رسیدیم که FM Policy 1 بهینه‌تر از دیگر دو سیاست دیگر در چارچوب قوانین احتیاطی کلان می‌باشد. این نتایج، با نتایج تحقیقات دیگر مثل تحقیقات روگرس(2013) و ورات ، مولانکس و همکارانش (۲۰۱۴) و غیره منطبق می باشد. به هر حال، همانطور که در تصاویر مشخص است، ادغام گره های تحت فشار همیشه مؤثر نیستند بویژه در موقعیت‌هایی که پیوستگی سیستم نسبتاً بالا می‌باشد. شاید دلیل آن این باشد از انجایی که ادغام‌گره های تحت فشار توپولوژی سیستم مالی را تغییر می‌دهند، در شبکه ای که در آن پیوستگی و ارتباط زیاد هستند وقتی سیاست ادغام تحت فشار اجرا می‌شود. پراکندگی موقعیت‌های دوجانبه و پراکندگی پیوستگی در جهت‌های مختلفی تغییر پیدا کند و یکی کاهش (موقعیت دوجانبه) و دیگری افزایش (پراکندگی پیوستگی) پیدا می کند، دلیل این افزایش این است که وقتی درجه‌ی میانگین بالا باشد، زمانی که K سازمان اول، را با آخرین K سازمان ادغام کنیم، پراکندگی پیوستگی بصورت معناداری برای سیستم مالی جدید افزایش پیدا می‌کند و این پراکندگی افزایش یافته تأثیر منفی روی ثبات مالی دارد.

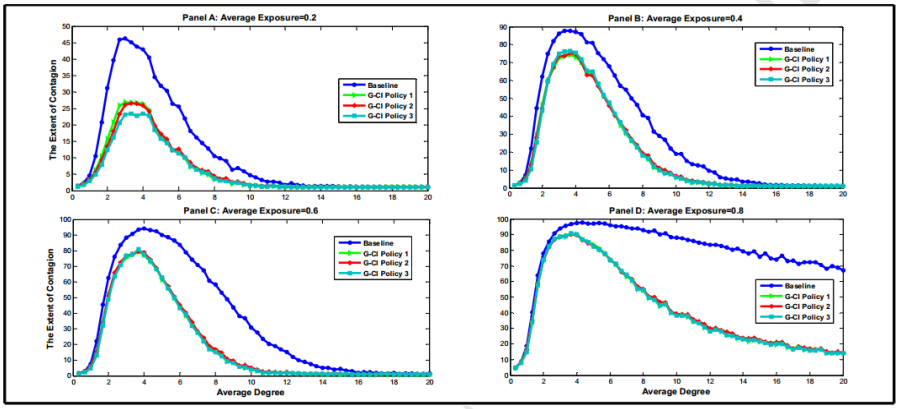
عملکرد سیاستهای مداخله در تزریق سرمایه

شکل ۷ نشان می دهد چگونه سیاست‌های مداخله‌ی کلان برای تزریق سرمایه (CI Policy 1, 2, 3) روی احتمال همه‌گیری (نکول) در سیستم‌های مالی با موقعیت‌های میانگین مختلف تأثیر می‌گذارند. موقعیت‌های میانگین برای پانل‌های D-A برابر با ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ می‌باشند.



شکل (۷)- سیاست‌های مداخله برای تزریق سرمایه روی احتمال همه گیری

منبع : یافته های پژوهش



شکل (۸)- سیاست‌های مداخله برای تزریق سرمایه روی گستره همه گیری

منبع : یافته های پژوهش

شکل۸ نشان می دهد چگونه سیاست‌های مداخله‌ی کلان برای تزریق سرمایه (CI Policy 1, 2, 3) روی گستره همه گیری (سرایت) در سیستم‌های مالی با موقعیت‌های میانگین مختلف تأثیر می‌گذارند. موقعیت‌های میانگین برای پانل‌های A تا D به ترتیب برابر با ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶ و ۰/۸ می‌باشند.

در شکل ۷ و ۸ نشان داده شده است که چگونه سیاست‌های مداخله‌ی کلان برای تزریق سرمایه روی احتمال همه‌گیری (نکول) و گستره همه گیری (سرایت) تاثیر می گذارد نتایج نشان می دهد سه سیاست مداخله‌ی کلان در کاهش احتمال همه‌گیری (نکول) و گستره همه گیری (سرایت) مالی مؤثر می‌باشند، زیرا عرض و ارتفاع منحنی‌ها برای این سه سیاست کوچکتر از خط مبناء می‌باشند. ضمنا نتایج نشان می‌دهند زمانی که موقعیت میانگین برای سیستم مالی کوچک می‌باشد ساست مداخله ای ۳ (CI Policy 3) بهتر از دو سیاست مداخله‌ی کلان دیگر عمل می‌کند، به عنوان مثال، در پانل A از هر دو شکل ۱۲ و ۱۳، منحنی سیاست ۳ (CI Policy 3)از منحنی‌های سیاست ۲ و ۳ (CI Policy 2, 3)کوچکتر می‌باشد.

نتایج نشان می دهد که ابزار مداخله‌ی تزریق سرمایه می‌توانند بصورت مؤثری همه‌گیری مالی و میزان ریسک فراگیر را کاهش دهند این نتیجه منطبق بر نتایج تحقیقات قبلی می باشد مثل کرنن و بلم (۲۰۱۴)، گرنود و همکارانش (۲۰۱۵) و برگر و همکارانش (۲۰۱۶). در واقع، تزریق سرمایه به سرمایه‌گذاری مجدد کمک می‌کند و کاهش بدهی‌های مؤسسات مالی را از طریق تأثیرات ترازنامه باعث می‌شود، از این رو بصورت معناداری موقعیت دوجانبه در سیستم مالی کاهش پیدا می‌کند. علاوه بر این، همچنین پژوهش ما نشان می‌دهد که CI Policy 3 مؤثرتر از دیگر سیاست‌ها در چارچوب‌های متناظرشان می‌باشند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از این پژوهش مدلسازی ریسک همبستگی نکول در شبکه مالی بر مبنای مدل تقلیل یافته می‌باشد. در این پژوهش، روی گسترش شبکه‌ی آنالیز همه‌گیری مالی تمرکز و تاثیر ناهمگنی نظام مالی بر ثبات سیستم مالی را بررسی کردیم و در نهایت با اجرای سیاستهای مداخله‌ای پیشنهادهایی را جهت بازسازی مجدد شبکه ارائه نموده ایم، به منظور آزمون وجود رابطه بین متغیرها و معنادار بودن مدل، از تحلیل رگرسیون و برای مدلسازی از نرم‌افزار متلب استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که یک افزایش در پراکندگی وابستگی‌های متقابل مطالبات و تعهدات، تأثیر منفی روی ثبات سیستم مالی دارد. این افزایش در واریانس، موقعیت‌ها و درجه‌ی میزان همه‌گیری مالی را تشدید می‌کند و این توسط افزایش هر دوی گستره همه گیری (سرایت) و احتمال همه‌گیری (نکول) صورت می‌گیرد. برای کاهش همه‌گیری مالی، چندین سیاست مداخله‌ی انتزاعی را براساس دو سیاست مداخله‌ی ادغام تحت فشار و تزریق سرمایه مورد استفاده‌ی قرار می‌دهیم و سیاست‌های مداخله را در شرکت‌های مهم از لحاظ فراگیری اجرا کرده‌ایم که توسط موقعیت‌های دوجانبه‌ی زیاد یا پیوستگی زیاد معین می‌شوند. عملکرد این سیاست‌های مداخله توسط بررسی‌های عددی جامع ارزیابی می‌شود. سیاست‌های مختلف عملکرد متفاوتی در کاهش همه‌گیری مالی دارند. نتایج نشان داد تزریق سرمایه یک ابزار مؤثر برای کاهش همه‌گیری مالی، کاهش موقعیت‌های دوجانبه در سیستم مالی می‌باشد. به هر حال، ادغام‌کننده‌های تحت فشار همیشه مؤثر نیستند. هر چند آن‌ها به سرمایه‌گذاری مجدد مؤسسات مالی کمک می‌کنند، همچنین باعث ساختاربندی مجدد کل سیستم مالی می‌شوند و این مکانیسم با ساختاربندی دوباره ممکن است ریسک فراگیر را تحت تأثیر قرار دهد.

با توجه به نتایج حاصل می‌توان بیان نمود که افزایش ناهمگنی نظام مالی به کاهش ثبات مالی خواهد انجامید. و با افزایش ناهمگنی شرکت‌ها به ثبات مالی خواهند رسید زیرا دارای قدرت بازاری بالاتر نسبت به بقیه شرکت‌ها به دلیل تنوع در منابع درآمدی می‌باشند. این پژوهش می‌تواند پیشنهادات سیاستی را برای بقا و تنظیم یک سیستم مالی فراهم آورد. همچنین می‌تواند به راحتی برای انجام تست‌های شرایط اضطراری و بررسی عملکرد سیاست‌های مداخله مورد استفاده قرار گیرد.

فهرست منابع

* پویان فر، احمد، فلاح پور، سعید، عزیزی، محمدرضا، ۱۳۹۲، رویکرد حداقل مربعات ماشین بردار بر الگوریتم ژنتیک جهت تخمین رتبه اعتباری مشتریان بانک ها، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۱۷، ۱۵۸-۱۳۳.
* خدائی وله زاقرد، محمد، قلمی باویل علیایی، سمیرا، ۱۳۹۲، بررسی عوامل کلیدی موثر بر ریسک نکول بانک های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه بورس اوراق بهادار، شماره ۲۱، سال ششم، ۱۱۳-۹۳.
* داداشی، حسن، نورعلی دخت، سمیرا، ۱۳۹۵، محاسبه احتمال سرایت نکول در شبکه های مالی، چهارمین همایش ریاضیات و علوم انسانی.

* دستخوان، حسین و شمس قارنه، ناصر، (۱۳۹۶)، مقایسه شاخص‌های ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه‌های مالی: شناسایی شرکت‌های مهم از نظر سیستمی در بازار بورس تهران. فصلنامه مدلسازی ریسک و مهندسی مالی، ۲(۱)، ۱ -۲۱.
* فلاح پور، سعید، طادی، مسعود، ۱۳۹۵، پیش بینی ریسک نکول با استفاده از مدل ساختاری توسعه یافته در بورس اوراق بهادار تهران، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، دوره ۷، شماره ۲۸، ص ۱-۲۱.
* فلاح شمس، میرفیض، احمدودند، میثم، خواجه زاده دزفولی، هادی، ۱۳۹۶، اندازه گیری ریسک نکول با استفاده از مدل بلک- شولز- مرتون و آزمون رابطه آن با عوامل حاکمیت شرکتی، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)، دوره ۸، شماره ۳۰، ص ۱۴۷-۱۶۸.
* نوروزی پور، کریم، داداشی، حسن، محمدی، مهدی، ۱۳۹۱، تخمین و شبیه سازی همبستگی ریسک نکول شرکت ها با استفاده از مدل های شدت، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار (مطالعات مالی)، دوره ۵، شماره ۱۳، ص ۳۵-۴۷.
* افشار، منیژه، ۱۳۸۶، کاربرد کی ام وی در پیش بینی ورشکستگی بانک ها و شرکتها اعتباری، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.
* Anagnostou, I., Sourabh, S., & Kandhai, D. (2018). Incorporating contagion in portfolio credit risk models using network theory. Complexity, 2018.
* Basel Committee on Banking Supervision (2001), The New Basel Capital Accord, January.
* Benbachir, S., El Haddad, M., & Benbachir, Y. (2018). Modeling Contagion Financial Risk using Entropy Algorithm and Round by Round Model. International Journal of Applied Engineering Research, 13(13), 11140-11150.
* Cheng, X., & Zhao, H. (2019). Modeling, analysis and mitigation of contagion in financial systems. Economic Modelling, 76, 281-292.
* Chong, C., & Kluppelberg, C. (2018). Contagion in financial systems: A Bayesian network approach. SIAM Journal on Financial Mathematics, 9(1), 28-53.
* Crosbie, P. & Bohn, J., (2003). MODELING DEFAULT RISK, ModelingMethodology, Moody`sKMV Company.
* De Marco, G., Donnini, C., Gioia, F., & Perla, F. (2018). On the measure of contagion in fuzzy financial networks. Applied Soft Computing, 67, 584-595.
* Cnr and University of Bergamo.
* Jarrow R. (2001), Default Parameter Estimation Using Market Prices, Financial Analysts Journal, 57(5), 75-92.
* Jarrow R. and Protter P. (2004), Structural versus Reduced Form Models: A New Information Based Perspective, Journal of Investment Management 2, 1-10.
* Jarrow R. and S. Turnbull (1992), Credit Risk: Drawing the Analogy, Risk Magazine 5(9), 63-70.
* Lando D. (1998), Cox Processes and Credit-Risky Securities, Review of Derivatives Research 2, 99-120.
* Leventides, J., Loukaki, K., & Papavassiliou, V. G. (2019). Simulating financial contagion dynamics in random interbank networks. Journal of Economic Behavior & Organization, 158, 500-525.
* McKinney, A. P., Carlson, K. D. (2002, April).Incremental contribution of trait goal orientation in explaining performance variability. Paper presented at the annual meeting.
* Saunders, A., & Millon Cornett, (2009). Financial Markets and Institutions. McGraw-Hill Irwin.
* Yu, F. (2002). Correlated defaults in reduced-form models. Journal of Investment Management, 3(4), 33-42.

Financial Economics
Vol. (13) Issue (49) Spring 2024

Modeling the default correlation risk in the financial network based on the reduced model

Naser haghi seyfedin
Ph.D. Student of Accounting Islamic Azad university of Bonab Branch, Bonab, Iran

Rasoul abdi
Assistant Professor in Accounting, Islamic Azad university of Bonab Branch, Bonab, Iran
Auther Responsible

Nader Rezaei
Assistant Professor in Accounting, Islamic Azad university of Bonab Branch, Bonab, Iran

Yagob aghdam mazrae
Assistant Professor in Accounting, Islamic Azad university of sofyan Branch, sofyan, Iran

Abstract
The purpose of this study is to model the default risk correlation in the financial network based on the reduced model. In this study, we focus on the spread of default in the financial network and examine the effect of financial system heterogeneity on the stability of the financial system, and finally, by implementing intervention policies, we offer suggestions to reduce risks and rebuild the network. This research is among the applied researches. The statistical sample of the studied information is 407 companies listed on the Tehran Stock Exchange in the period of 1393-1398. In order to test the relationship between variables and the significance of the model, regression analysis and MATLAB software was used for modeling. Research findings show that the companies that have the most contact with network members will have the greatest impact on network instability. The results showed that the increase in the dispersion of interdependencies of receivables and liabilities, to the depth of 5 relationships in companies, has a negative effect on the stability of the financial system and high variance of positions and degree of financial epidemic by increasing both epidemic range and probability. The epidemic is intensifying. The results also showed that the more diverse the sources of income of companies, the heterogeneity of the financial system increases and this will lead to a decrease in financial stability. Among the intervention policy tools, capital injection policy is more effective than integration policy in reducing default and contagion in the financial system and leads to better network reconstruction.
Keywords: nDefault correlation risk, financial network, reduced model, intervention policies