

مقایسه شاخص‌های ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه‌های مالی: شناسایی شرکت‌های مهم از نظر سیستمی در بازار بورس تهران

حسین دستخوان^۱، ناصر شمس قارنه^۲

چکیده: این مقاله، 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. افزون بر این با به‌کارگیری ترکیبی معیارهای مبتنی بر اندازه و درهم‌تنیدگی می‌توان نتایج قابل‌اتکاتری را در خصوص مهم‌ترین شرکت‌های سیستمی ارائه نمود. نتایج حاصل از مقایسه شاخص‌ها نشان داد که نمی‌توان تفاوت معناداری بین برخی از شاخص‌ها ارائه نمود، اما رتبه برخی شرکت‌ها بر اساس شماری از شاخص‌ها تفاوت معناداری با سایر شاخص‌ها دارد. با بررسی آماری شاخص‌های مختلف می‌توان دید که شرکت‌های مهم از نظر سیستمی از قاعده پارتو پیروی کرده و تعداد اندکی از شرکت‌ها دارای اثرگذاری بسیار بالایی در ایجاد ریسک سیستمی هستند. این مسئله نشان دهنده وجود خاصیت پایداری تا زمان شکست در این بازار است و پتانسیل بروز ریسک‌های سیستمی در این بازار را افزایش می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تئوری شبکه، درهم‌تنیدگی، ریسک سیستمی، مالکیت بین بخشی.

JEL: C6, E44, G10, G18, G32

۱. دانشجوی دکتری مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایران

۲. دانشیار مهندسی صنایع، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌های مدیریت، دانشگاه امیرکبیر، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۱۴

E-mail: nshams@aut.ac.ir

نویسنده مسئول: ناصر شمس قارنه

نحوه استناد به این مقاله: دستخوان، ح. و شمس قارنه، ن. (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.

مقدمه

سیستم‌های مالی - اقتصادی پیچیده در بسیاری از مواقع می‌توانند موجب ایجاد ثروت در جامعه شوند، اما در مواقع بروز بحران نیز می‌توانند به سرعت منجر به تسری بحران شوند. بر همین اساس، سیستم مالی - اقتصادی نیز می‌تواند به مانند سایر سیستم‌های پیچیده در معرض بروز ریسک‌های سیستمی قرار گیرد. به عبارت دیگر، در سیستم‌های مالی - اقتصادی نیز ممکن است بروز شوک در یک یا چند سازمان، باعث تسری آن در مجموعه سیستم در قالب یک اثر آبخاری شود و در نهایت بحران‌های سیستمی را به وجود آورد.

ریسک سیستمی به معنای ریسک ناشی از ارتباطات و وابستگی‌های درونی موجود در یک سیستم یا یک بازار است که به واسطه رخداد یک شکست در یک جزء از سیستم و تسری آن در تمام سیستم یا بازار، منجر به بروز بحران در تمام سیستم یا بازار می‌شود. بر این اساس، کنترل و مدیریت ریسک‌های سیستمی و تلاش برای اجتناب از آن‌ها از جمله مهم‌ترین سیاست‌های ممکن برای سیاستگذاران 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 سازمان‌هایی 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).

میزان درهم‌تنیدگی، میزان همبستگی و اندازه شرکت، سه فاکتور اصلی برای شناخت شرکت‌های مهم از نظر سیستمی است. شرکت‌هایی که دارای اندازه بزرگتری هستند، نقش اثرگذارتری در ایجاد و تسری ریسک سیستمی دارند. درهم‌تنیدگی به معنای میزان مواجهه هم‌زمان شرکت‌ها به واسطه وجود ارتباط‌های علی (روابط ترازنامه‌ای) و همبستگی به معنای میزان مواجهه شرکت‌ها به سبب وجود رابطه همبستگی بین شرکت‌ها است (اسماگا، ۲۰۱۴).

در این مقاله، شاخص‌های ارزیابی اثر شرکت‌ها در بروز ریسک سیستمی معرفی و مورد مقایسه قرار گرفته است. برای این منظور، شبکه مالکیت بین بخشی شرکت‌های لیست شده در بازار بورس اوراق بهادار تهران و سهامداران اصلی آن‌ها در قالب شبکه مالکیت مستقیم و شبکه مالکیت ترکیبی در نظر گرفته شده و با به‌کارگیری شاخص‌های مختلف، به ارزیابی شرکت‌ها و صنایع مهم از نظر سیستمی و شناسایی شرکت‌ها و صنایع مسلط بر بازار پرداخته شده است.

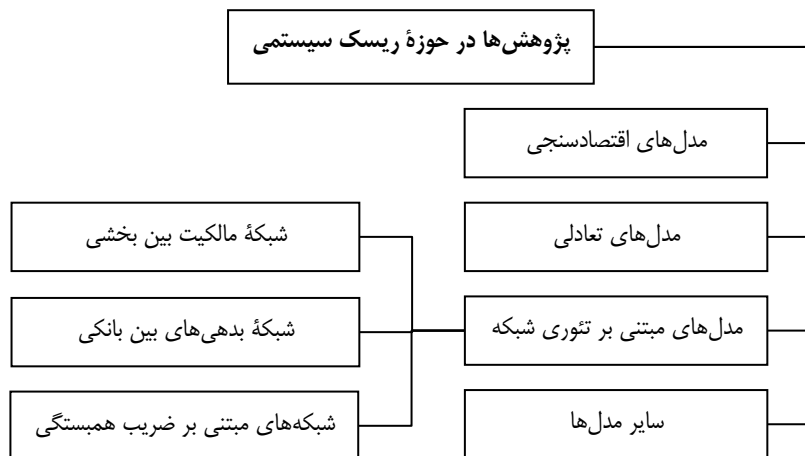
نتایج حاصل از مقاله نشان می‌دهد به‌کارگیری شبکه مالکیت بین بخشی می‌تواند معیار مناسبی برای ارزیابی میزان ریسک سیستمی شرکت‌های مختلف در بازار بورس تهران باشد و با در نظر گرفتن مالکیت تلفیقی در شبکه مالکیت بین بخشی می‌توان درک واقعی‌تری از ساختار

سیستم مالی شرکت‌ها به دست آورد و با به‌کارگیری مالکیت تلفیقی می‌توان به درک صحیح‌تری از میزان اهمیت شرکت‌ها در ایجاد ریسک سیستمی دست یافت. علاوه بر این نتایج حاصل از این مقاله نشان می‌دهد شبکه مالکیت بین بخشی در بازار بورس تهران دارای خاصیت پایداری تا زمان شکست است و توزیع احتمال شاخص‌های مرتبط با این شبکه از توزیع توانی و بدون مقیاس پیروی می‌کند که این مسئله، پتانسیل بروز ریسک‌های سیستمی را در این سیستم مالی افزایش می‌دهد.

سایر بخش‌های مقاله به صورت زیر سازماندهی شده‌اند. در بخش دوم، پیشینه پژوهش، در بخش سوم، داده‌های مورد استفاده، ساختار کلی شبکه‌های مالکیت و متدولوژی مورد استفاده در تحلیل این شبکه و در بخش چهارم، تجزیه و تحلیل نتایج حاصل بیان می‌شود و در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادها بیان خواهد شد.

پیشینه پژوهش

پژوهش‌های انجام گرفته در حوزه ریسک سیستمی را می‌توان به ۴ حوزه پژوهش‌های مبتنی بر روش‌های اقتصادسنجی، پژوهش‌های مبتنی بر تئوری شبکه، پژوهش‌های مبتنی بر مدل‌های تعادل عمومی و سایر روش‌ها دسته‌بندی نمود که در شکل ۱، نشان داده شده است.



شکل ۱. دسته‌بندی پژوهش‌های مرتبط در حوزه ریسک سیستمی

رستگار و کریمی (۱۳۹۵)، کیم و کیم (۲۰۱۳) و ژو و تاراشف (۲۰۱۳) در پژوهش‌های خود با استفاده از مدل‌های مبتنی بر اقتصادسنجی، از طریق به‌کارگیری رویکردهای اقتصادسنجی، به اندازه‌گیری و تحلیل ریسک‌های سیستمی پرداخته‌اند. هالدان و می (۲۰۱۱) و پاسکواریلو (۲۰۰۲)

با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی در تحلیل ریسک سیستمی به بررسی ساختار سیستم‌های اقتصادی-اجتماعی در قالب مدل‌های تعادل عمومی پرداخته‌اند. این دسته از پژوهش‌ها بر اساس مبانی تئوری بازی‌ها و مدل‌های تعادل بنیان‌گذاری شده‌اند و سعی دارند تا نقاط تعادل سیستم در شرایط وقوع بحران و ریسک‌های سیستمی را تعیین نمایند.

مدل‌های مبتنی بر تئوری شبکه به منظور تحلیل تعامل و ارتباط عوامل مختلف اقتصادی در یک سیستم مالی-اقتصادی به کار گرفته می‌شوند. بر اساس این رویکرد، یک سیستم مالی-اقتصادی را می‌توان در قالب یک شبکه از گره‌ها (عوامل اقتصادی) و یال‌ها (روابط بین عوامل) نمایش داد و بر اساس تحلیل و شبیه‌سازی رفتار این شبکه در قبال بروز اختلالات در برخی از گره‌ها و یال‌های شبکه، میزان آسیب‌پذیری سیستم مالی به بروز ریسک سیستمی را ارزیابی نمود. تحلیل و بررسی شبکه‌ها و به طور خاص شبکه‌های مالی می‌تواند در سه سطح انجام گیرد. در سطح اول، ساختار هندسی عمومی شبکه مبتنی بر ماتریس مجاورت صفر و یک تنها به منظور شناخت روابط ایجاد می‌شود. در سطح دوم، به لینک‌های موجود در شبکه، امکان انتقال اطلاعات، جهت‌دار بودن و دارا بودن وزن داده می‌شود و در سطح سوم، به گره‌ها یک درجه آزادی داده می‌شود به نحوی که می‌توانند با استفاده از برخی از متغیرهای غیرهندسی شبکه، ساختار و هندسه کلی شبکه را تغییر دهند. عمده تلاش‌های انجام شده در حوزه تحلیل سیستم‌های پیچیده با استفاده از تئوری شبکه‌ها را می‌توان در دو دسته اولیه قرار داد و دسته سوم هنوز به عنوان موضوع اول پژوهش‌ها در این حوزه قرار گرفته نشده است.

از سوی دیگر، پژوهش‌های موجود مبتنی بر تئوری شبکه را می‌توان در سه دسته کلی شبکه‌های ضریب همبستگی، شبکه بدهی‌های بین بانکی و شبکه مالکیت بین بخشی تقسیم‌بندی نمود. شبکه‌های ضریب همبستگی به تشکیل شبکه‌های سهام مبتنی بر ماتریس ضرایب همبستگی سهام در بازارهای مالی می‌پردازند. در این پژوهش‌ها، یک نمایش شبکه‌ای از نحوه قرارگیری سهام در بازار، ساختار شبکه‌ای سهام بر اساس ضریب همبستگی و نحوه تکوین آن در طول زمان را نشان می‌دهد. از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به مقاله‌های لیو و تسه (۲۰۱۲) و مانگنا (۱۹۹۸) اشاره کرد. این دسته از پژوهش‌ها تنها روابط همبستگی خطی موجود بین دارایی‌های مالی را در نظر می‌گیرند و امکان در نظر گرفتن روابط غیرخطی و روابط ترازنامه‌ای را ندارند.

در پژوهش‌های مرتبط با شبکه بدهی‌های بین بانکی، که حجم عمده پژوهش‌های مرتبط با ریسک سیستمی با تکیه بر تئوری شبکه‌ها را شامل می‌شود، به تحلیل و شبیه‌سازی پدیده سرایت در بازار بدهی‌های بین بانکی پرداخته شده است و به این واسطه میزان اثرگذاری یک

شوگ در بروز ریسک سیستمی در شبکه بانکی می‌پردازند. این دسته از پژوهش‌ها، بر سیستم بین بانکی متمرکز بوده و در عین حال دستیابی به اطلاعات مربوط به بدهی‌های بین بانکی به سختی صورت می‌گیرد، از جمله این پژوهش‌ها می‌توان به مقاله‌های آلن و گیل (۲۰۰۰) و فیک و پیچ (۲۰۱۳) اشاره کرد. شبکه مالکیت بین بخشی به گونه‌ای از شبکه‌های مالکیت اطلاق می‌شود که در آن شرکت‌ها مالکیت شرکت‌های دیگر را بر عهده دارند، به نحوی که این مالکیت می‌تواند به صورت مستقیم و یا غیرمستقیم در نظر گرفته شود.

با وجود انجام برخی پژوهش‌های اندک در زمینه شبکه مالکیت بین بخشی در طی سال‌های اخیر، به کارگیری شبکه مالکیت بین بخشی در تحلیل و ارزیابی ریسک‌های سیستمی و تعیین شرکت‌های مهم از نظر ریسک سیستمی مورد توجه پژوهشگران قرار نگرفته است. به عبارت بهتر، عمده پژوهش‌های انجام شده در زمینه تحلیل ریسک سیستمی مبتنی بر مفهوم درهم‌تنیدگی بر شبکه بدهی‌های بین بانکی متمرکز هستند و به جز مقاله پکورا و اسپلتا (۲۰۱۵)، که به بررسی شبکه مالکیت بین بانک‌ها در اروپا و تحلیل اثر آن بر ریسک سیستمی پرداخته‌اند، پژوهشی در زمینه تحلیل ریسک سیستمی مبتنی بر شبکه مالکیت بین بخشی ارائه نشده است. این در حالی است که با توجه به محدودیت اطلاعات موجود در خصوص بدهی‌های بین بانکی و عدم دسترسی به آن‌ها، ساختار مالکیت بین بخشی می‌تواند به عنوان نماینده مناسبی برای تحلیل میزان درهم‌تنیدگی بین شرکت‌ها و تحلیل ریسک سیستمی ایجاد نماید.

روش‌شناسی پژوهش

داده‌های مورد استفاده

در این مقاله، داده‌های مربوط به مالکیت سهام شرکت‌های موجود در بورس اوراق بهادار تهران در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ استخراج شده است. از مجموع ۳۸۶ شرکت نمایه شده در تالار بورس تهران، با توجه به سهم اندک بخش قابل توجهی از شرکت‌های موجود از ارزش بازار و کوچک بودن این شرکت‌ها به سبب نوظهور بودن بازار بورس تهران، بخشی از شرکت‌های موجود در بازار بورس تهران که سهم آن‌ها از ارزش کل بازار بورس تهران بیشتر از ۰/۱ درصد است، مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر این اساس و با توجه به اطلاعات موجود سال ۱۳۹۳، تعداد ۱۱۸ شرکت برتر از نظر سهم بازار (اندازه شرکت) مورد بررسی قرار گرفته و سهامداران اصلی آن‌ها به همراه میزان و درصد مالکیت آن‌ها استخراج شد. برای این منظور، آن دسته از سهامدارانی که بیش از ۱ درصد از سهام هر یک از شرکت‌های مورد نظر را در اختیار داشتند، از پایگاه اطلاعات رسمی بورس تهران (TSE) شناسایی شدند. علاوه بر این، با توجه به این که

سهام قابل توجهی از سهامداران شرکت‌های لیست شده در بورس، خارج از بورس قرار دارند، در این مقاله و با هدف در نظر گرفتن یه شبکه دو سطحی برای مالکیت سهام، شبکه سهامداران خارج از بورس نیز مورد بررسی قرار گرفته و با شبکه مالکیت بین بخشی شرکت‌های لیست شده در بورس تلفیق شد.

مفهوم شبکه

یک شبکه، مجموعه‌ای از گره‌ها را شامل می‌شود که با روابط به یکدیگر متصل شده‌اند. در تئوری گراف، شبکه‌ها در قالب گراف‌هایی تعریف می‌شوند که رابطه‌ها به عنوان یال‌ها و گره‌ها به عنوان رئوس گراف تعریف می‌شوند. به طور کلی، یک گراف $G=(V,E)$ ، به صورت مجموعه‌ای از گره‌های V و مجموعه‌ای از یال‌های E تعریف می‌شود که مجموعه یال‌ها را می‌توان در قالب یک ماتریس با عناصر e_{ij} ، که روابط بین گره‌ها را نشان می‌دهد، نمایش داد. این ماتریس که به عنوان ماتریس مجاورت (A) شناخته می‌شود، ماتریسی است که سطرها و ستون‌های آن مربوط به گره‌های گراف است و مقدار هر درایه ماتریس (A_{ij}) بسته به وجود یا عدم وجود رابطه بین دو گره می‌تواند ۱ یا ۰ باشد. در صورتی که بین دو گره سطر و ستون، رابطه‌ای وجود داشته باشد، درایه مربوط مقدار ۱ را به خود می‌گیرد و در غیر این صورت، مقدار این درایه صفر خواهد بود. اگر شبکه غیرمستقیم باشد، ماتریس مجاورت آن به صورت یک ماتریس متقارن تعریف می‌شود. در صورتی که شبکه به صورت وزنی تعریف شود، مقدار هر درایه ماتریس مجاورت معادل وزن هر یال $A_{ij} = W_{ij}$ در نظر گرفته می‌شود.

تعداد یال‌های هر گره مانند i به عنوان درجه گره i تعریف می‌شود و به صورت d_i نمایش داده می‌شود. اگر شبکه به صورت یک شبکه مستقیم تعریف شود، باید بین یال‌های ورودی و خروجی از هر گره تفاوت قائل شد، در این حالت یال‌های ورودی گره i به صورت d_i^{in} و یال‌های خروجی به صورت d_i^{out} نشان داده می‌شوند. شبکه‌های مالی مبتنی بر مالکیت بین بخشی به سبب داشتن سهم مالکیت هر شرکت از شرکت دیگر، به صورت شبکه‌های وزن دار مستقیم قابل ارائه هستند.

علاوه بر مقادیر فوق، برای هر گره موجود در شبکه می‌توان مقداری به عنوان v_i تعریف نمود که می‌تواند خصوصیات غیرهندسی و غیرمرتبط هر گره را نمایش دهد. این مقدار برای یک شبکه مالکیت بین بخشی می‌تواند مقادیری مانند ارزش بازار هر شرکت، مجموع دارایی‌های هر شرکت و یا مقادیری مانند درآمد عملیاتی هر شرکت باشد.

شاخص‌های ارزیابی ریسک سیستمی

یکی از مهم‌ترین چالش‌های موجود در تحلیل شبکه‌ها که توجه بسیاری از پژوهشگران را به خود جلب نموده است، تعیین میزان اهمیت هر گره موجود در شبکه است. در پیشینه تحلیل ریسک سیستمی می‌توان اهمیت هر گره را معادل میزان اثرگذاری آن بر وقوع ریسک‌های سیستمی دانست. در ادبیات متناظر، دو عامل اندازه شرکت‌ها و میزان درهم‌تنیدگی آن‌ها با سایر شرکت‌ها به عنوان مهم‌ترین عوامل بروز ریسک‌های سیستمی در نظر گرفته می‌شوند. بر این اساس، در این مقاله، تحلیل ساختار شبکه مالکیت بین بخشی سهام در دو سطح مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. در سطح اول، با در نظر گرفتن ماتریس مالکیت به صورت یک ماتریس صفر و یک، شاخص‌های متناسب به منظور ارزیابی ریسک سیستمی معرفی شده است، سپس در سطح دوم، ماتریس مالکیت به صورت یک ماتریس وزنی در نظر گرفته شده است و شاخص‌های متناسب با آن در دو حالت بدون در نظر گرفتن مالکیت ترکیبی و با در نظر گرفتن مالکیت ترکیبی ارائه شده است.

سطح اول - شبکه بدون وزن غیر مستقیم

در حالت معمول، شبکه‌های مالکیت بین بخشی به سبب داشتن سهم مالکیت هر شرکت از شرکت دیگر، به صورت شبکه‌های وزن دار مستقیم قابل ارائه هستند، اما به سبب سهولت تحلیل و پرهیز از پیچیدگی ارائه و هم به سبب استخراج برخی مفاهیم و اندازه‌های خاص مطرح شده در شبکه‌های غیر مستقیم، می‌توان آن‌ها را در قالب شبکه‌های بدون وزن غیر مستقیم نیز نمایش داد. در این حالت مقدار هر یال موجود در شبکه را می‌توان در قالب رابطه ۱، به دست آورد.

$$\text{رابطه ۱} \quad \begin{cases} \text{اگر } i \text{ مالک } j \text{ باشد } a_{ij} = 1 \\ \text{اگر } i \text{ مالک } j \text{ نباشد } a_{ij} = 0 \end{cases}$$

با در نظر گرفتن این شبکه، مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی میزان اهمیت هر شرکت در شبکه (مرکزیت) بر اساس میزان درهم‌تنیدگی را می‌توان به شاخص درجه نسبت داد. در یک شبکه مالکیت بین بخشی، درجه هر گره موجود در شبکه صفر و یک و غیرمستقیم مالکیت به عنوان تعداد شرکت‌هایی است که شرکت مورد نظر با آن رابطه مالکیتی دارد. در صورتی که شبکه مالکیت را به صورت مستقیم در نظر بگیریم، d_i^{out} به عنوان درجه خروجی هر گره، تعداد شرکت‌هایی را نشان می‌دهد که مالک شرکت i است و در مقابل d_i^{in} به عنوان تعداد شرکت‌هایی است که در تملک شرکت i هستند و یا به عبارتی در پرتفوی سرمایه‌گذاری شرکت i قرار دارند. از این رو می‌توان گفت که d_i^{out} به نحوی نمایان‌گر میزان یکپارچه‌سازی

شرکت i ام در سایر شرکت‌ها و d_i^{in} به نحوی نمایان‌گر میزان متنوع‌سازی پرتفوی شرکت i ام است. در تخمین میزان d_i^{out} با توجه به وجود شمار زیادی از سرمایه‌گذاران خرد در هر سهم، تنها بازیگران اصلی هر شرکت را در نظر گرفته و از در نظر گرفتن سرمایه‌گذاران خرد اجتناب می‌کنیم. اگرچه 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. به منظور معرفی یک شاخص بر اساس میزان اندازه شرکت، شاخص ارزش بازار هر شرکت به عنوان شاخص‌های نمایش دهنده میزان اندازه شرکت در این شبکه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

سطح دوم – مالکیت مستقیم

شاخص متناظر با درهم‌تنیدگی

با توجه به وزنی بودن ماتریس مالکیت بین بخشی، می‌توان گفت که اندازه‌گیری درجه بدون در نظر گرفتن قدرت روابط بین دو گره (شرکت) نمی‌تواند به خوبی نمایان‌گر میزان اهمیت سیستمی یک گره باشد. از این‌رو در نظر گرفتن وزن یال‌ها در ارزیابی مرکزیت در شبکه‌های وزنی امری بسیار ضروری به نظر می‌رسد. در این مقاله برای ارزیابی شاخص‌های متناظر با درجه در یک شبکه وزنی، از دو شاخص معرفی شده توسط باتیستون (۲۰۰۴) استفاده می‌شود. بر این اساس، شاخص S_j به عنوان شاخصی معادل با درجه ورودی هر گره به صورت رابطه ۲، تعریف می‌شود.

$$S_j = \frac{\left(\sum_{i=1}^{d_j^{in}} w_{ij} \right)^2}{\sum_{i=1}^{d_j^{in}} w_{ij}^2} \quad \text{رابطه ۲}$$

بر این اساس می‌توان گفت که S_j تعداد موثر شرکت‌هایی است که در اختیار شرکت j ام قرار دارد. مقدار این شاخص را تنها می‌توان در مقایسه با مقدار این شاخص برای سایر شاخص‌ها مورد ارزیابی قرار داد و نمی‌توان آن را بر اساس میزان بزرگی بررسی کرد. از سوی دیگر، شاخص H_i به عنوان شاخصی معادل با درجه خروجی هر گره به صورت رابطه ۳، تعریف می‌شود.

$$H_i = \sum_{j=1}^{k_i^{out}} h_{ij}. \quad \text{رابطه ۳}$$

h_{ij} که میزان کنترل سهامدار j بر شرکت i ام را نشان می‌دهد، به صورت رابطه ۴، تعریف می‌شود.

$$h_{ij} = \frac{w_{ij}^2}{\sum_{k=1}^{k_j^{in}} w_{kj}^2} \quad \text{رابطه ۴}$$

به دیگر بیان، h_{ij} میزان اهمیت شرکت i ام را در بین تمامی شرکت‌ها متصل به شرکت j ام را نشان می‌دهد. شاخص H_i به طور کلی نشان می‌دهد که یال‌های خروجی از گره i (مالکیت گره i توسط سایر گره‌ها) چقدر برای سهامداران گره i ام اهمیت دارد. ازین رو این شاخص، ملاکی برای محاسبه تعداد مؤثر مالکان گره i ام محسوب می‌شود و معادل با شاخص درجه خروجی در شبکه بدون وزن است.

شاخص متناظر با اندازه

با توجه به این که تحلیل ریسک سیستمی در پژوهش حاضر بر اساس شبکه مالکیت بین بخشی انجام می‌شود، می‌توان مفهوم اندازه شرکت را به عنوان یکی از معیارهای مطرح شده ریسک سیستمی، بر اساس وزن‌های موجود در شبکه مالکیت بین بخشی باز معرفی نمود. از این رو در صورتی که w_{ij} درصدی از سهام شرکت j باشد که در اختیار شرکت i قرار گرفته است و v_j ارزش بازار شرکت j ام را نشان دهد، مقدار d_i^{in} وزنی، قدرت نسبی درجه اول هر شرکت در سایر شرکت‌ها و به عبارتی در کل بازار را نشان می‌دهد و علاوه بر این معادل مقدار P_i ارزش پرتفوی شرکت i ام را نشان می‌دهد که در رابطه ۵، بیان می‌شود.

$$\text{weighted } d_i^{in} = P_i = \sum_{j \in \text{Neighbors of } i} w_{ij} v_j \quad \text{رابطه ۵}$$

اگرچه این مقدار به نحوی نمایش‌دهنده قدرت شرکت در سیستم مالی است، اما با توجه به این که هر شرکت می‌تواند از طریق سایر شرکت‌ها نیز در تسری ریسک سیستمی نقش ایفا نماید، این مقدار می‌تواند با در نظر گرفتن روابط ثانویه هر شرکت، تعدیل یابد.

سطح سوم - مالکیت ترکیبی

محاسبه مالکیت ترکیبی

در این بخش علاوه بر برآورد میزان قدرت نسبی درجه اول با در نظر گرفتن مالکیت مستقیم شرکت‌ها، سعی می‌شود میزان مرکزیت و اهمیت هر شرکت بر اساس روابط و مسیرهای غیرمستقیم موجود بین شرکت‌ها برآورد شود. بر اساس مقاله بریوشی، بوزاچی و کولمبو (۱۹۸۹)، مجموع مالکیت مستقیم و غیرمستقیم یک مالک در مجموعه سهام و دارایی‌ها را می‌توان به

عنوان مالکیت ترکیبی معرفی نمود که می‌تواند ملاک ارزیابی قدرت و اهمیت هر مالک (شرکت) در ایجاد ریسک سیستمی باشد.

در صورتی که بازیگران اصلی سیستم مالی به دو دسته شرکت‌های لیست شده و شرکت‌های سهامدار لیست نشده دسته‌بندی شوند، می‌توان ماتریس مالکیت مستقیم شرکت‌ها را در قالب رابطه ۶ نمایش داد.

$$A = \begin{pmatrix} W & \vec{0} \\ d & \vec{0} \end{pmatrix} \quad \text{رابطه ۶}$$

که W یک ماتریس $n \times n$ شامل میزان مالکیت مستقیم شرکت‌های لیست شده در بازار از یکدیگر، n تعداد شرکت‌های لیست شده در بازار و d یک ماتریس $m \times n$ شامل ماتریس مالکیت شرکت‌های خارج از بورس از شرکت‌های لیست شده را نشان می‌دهد.

بر این اساس می‌توان گفت میزان مالکیت ترکیبی یک شرکت و یا به عبارتی میزان مالکیت نسبی هر شرکت در بین سایر شرکت‌ها، به صورت ترکیبی از مالکیت اولیه شرکت و میزان درهم‌تنیدگی شرکت با سایر شرکت‌ها است (ویتالی، گلاتفلدر و باتیستون، ۲۰۱۱).

$$V^{int} = AV^{int} + V \quad \text{رابطه ۷}$$

که V مقدار اولیه ارزش بازار شرکت‌ها و V^{int} ارزش بازار ترکیبی شرکت‌های مورد بررسی را در قالب روابط موجود در شبکه نشان می‌دهد. با توجه به رابطه ۷، مقدار V^{int} به صورت رابطه ۸، به دست می‌آید.

$$V^{int} = (I - A)^{-1}V \quad \text{رابطه ۸}$$

از سوی دیگر، در صورتی که به جای به‌کارگیری ارزش بازار ترکیبی شرکت‌ها، مقدار درصد مالکیت ترکیبی شرکت‌ها را به عنوان ترکیب مالکیت‌های مستقیم و غیرمستقیم در نظر بگیریم، می‌توان گفت که مقدار درصد مالکیت ترکیبی شرکت‌ها را می‌توان به صورت مجموع درصد مالکیت اولیه هر شرکت و حاصل ضرب درصد مالکیت ترکیبی در درصد مالکیت اولیه به صورت رابطه ۹، به دست آورد.

$$A^{int} = A^{int}A + A \quad \text{رابطه ۹}$$

که A^{int} تمام مسیرهای مستقیم و غیرمستقیم موجود در شبکه را برای محاسبه میزان درصد مالکیت ترکیبی مورد استفاده قرار می‌دهد. به عنوان مثال، می‌توان مقدار درصد مالکیت ترکیبی شرکت i از شرکت j را به صورت رابطه ۱۰، محاسبه نمود.

$$a_{ij}^{int} = a_{ij} + \sum_k a_{ik} a_{kj}^{int} \quad \text{رابطه ۱۰}$$

با توجه به رابطه ۱۰، می‌توان به رابطه ۱۱، برای A^{int} دست یافت.

$$A^{int} = (I - A)^{-1} A \quad \text{رابطه ۱۱}$$

بر این اساس و با توجه به مفهوم ارزش بازار ترکیبی و درصد مالکیت ترکیبی شرکت‌ها، رابطه ۱۲، برای این شرکت‌ها به دست می‌آید. بدین معنی که حاصل ضرب درصد مالکیت اولیه در ارزش بازار ترکیبی باید مقداری مساوی حاصل ضرب درصد مالکیت ترکیبی در ارزش بازار اولیه را داشته باشد.

$$A^{int}V = AV^{int} \quad \text{رابطه ۱۲}$$

مقدار ارزش ترکیبی پرتفوی شرکت‌ها را می‌توان در قالب رابطه ۱۳، محاسبه نمود.

$$P^{int} = A^{int}V = AV^{int} \quad \text{رابطه ۱۳}$$

شاخص‌های متناظر با درهم‌تنیدگی

با محاسبه ماتریس مالکیت ترکیبی، می‌توان دو معیار معرفی شده باتیستون (۲۰۰۴) را با در نظر گرفتن میزان مالکیت ترکیبی شرکت‌ها، از هم در نظر گرفت و در نتیجه تحلیل دقیق‌تری را از میزان درهم‌تنیدگی شرکت‌ها به دست آورد. بر این اساس، در این بخش به جای به‌کارگیری W_{ij} در روابط S_j و H_i ، مقدار \bar{W}_{ij} به عنوان مجموع مالکیت مستقیم و غیرمستقیم شرکت i از شرکت j در نظر گرفته می‌شود.

شاخص‌های متناظر با اندازه شرکت

در خصوص شاخص‌های متناظر با اندازه شرکت، می‌توان با به‌کارگیری مقدار V^{int} به عنوان شاخص اندازه‌گیری قدرت نسبی شرکت‌ها و تعیین‌کننده میزان اهمیت هر شرکت در شبکه مالکیت، میزان اهمیت سیستمی هر یک از شرکت‌ها را اندازه‌گیری نمود. علاوه بر این P^{int} مقدار مجموع ارزش پرتفوی شرکت‌ها را با در نظر گرفتن مالکیت‌های مستقیم و غیرمستقیم محاسبه می‌نماید و از این‌رو این ملاک می‌تواند به مانند ارزش بازار ترکیبی به عنوان یک معیار مرکزیت و محاسبه ریسک سیستمی مورد نظر قرار گیرد و به عبارت دیگر، مکمل معیار ارائه شده در بخش قبل تحت عنوان P_i باشد.

یافته‌های پژوهش

با ارزیابی شاخص‌های ارائه شده در سه سطح اول و دوم و سوم در بازار بورس اوراق بهادار تهران، می‌توان رتبه‌بندی شرکت‌ها و صنایع مختلف در خصوص اهمیت سیستمی هر یک از آن‌ها را مورد ارزیابی و مقایسه قرار داد.

با ارزیابی شاخص‌های مربوط به سطح اول در جدول ۱، می‌توان نزدیکی دو معیار درجه و درجه ورودی در خصوص ۵ شرکت و صنعت برتر را مشاهده نمود.

جدول ۱. نتایج حاصل از شاخص‌های ریسک سیستمی در سطح اول

درجه		درجه ورودی	
حداقل درجه	۰	حداقل درجه ورودی	۰
حداکثر درجه	۴۰	حداکثر درجه ورودی	۴۰
میانگین درجه	۵/۸۸	میانگین درجه ورودی	۵/۸۸
۵ گره برتر	درجه	۵ گره برتر	درجه ورودی
دولت	۴۰	دولت	۴۰
تامین اجتماعی	۳۱	تامین اجتماعی	۳۱
صندوق بازنشستگی	۲۷	صندوق بازنشستگی	۲۴
بازنشستگی نفت	۲۳	بازنشستگی نفت	۲۳
ونیک	۲۲	ونیک	۱۷
۵ بخش برتر	میانگین درجه	۵ بخش برتر	میانگین درجه ورودی
هلدینگ صنعتی	۱۷/۲۵	هلدینگ صنعتی	۱۲/۵
سهامدار خارج بورس	۱۳	سهامدار خارج بورس	۱۳
سرمایه گذاری ها	۱۰/۱۲۵	سرمایه گذاری ها	۵/۷۵
استخراج فلزات	۸	استخراج فلزات	۲/۴
بیمه	۶	بانک	۲
درجه خروجی		اندازه ارزش بازار (میلیون ریال)	
حداقل درجه خروجی	۰	حداقل اندازه	۳۶۰۰۰۰۰
حداکثر درجه خروجی	۸	حداکثر اندازه	۲۶۰۰۰۰۰۰
میانگین درجه خروجی	۲/۹۴	میانگین اندازه	۲۷۵۰۰۰۰۰
۵ گره برتر	درجه خروجی	۵ گره برتر	اندازه
ومعادن	۸	فارس	۲۶۰۰۰۰۰۰
فملی	۸	مارون	۱۴۳۰۰۰۰۰
شخارک	۸	شبندر	۱۲۳۰۰۰۰۰
وغدیر	۷	همراه	۱۲۰۰۰۰۰۰
فولاد	۷	اخابر	۱۱۳۰۰۰۰۰
۵ بخش برتر	میانگین درجه خروجی	۵ بخش برتر	میانگین اندازه
استخراج فلزات	۵/۶	ارتباطات	۱۱۷۰۰۰۰۰۰
بیمه	۵/۲۵	خدمات فنی مهندسی	۷۱۰۰۰۰۰۰
حفاری نفت	۵	پتروشیمی	۵۷۰۰۰۰۰۰
سیمان	۴/۴	استخراج فلزات	۳۵۰۰۰۰۰۰
فلزات اساسی	۴	نفت و پالایشگاه	۳۴۰۰۰۰۰۰

با توجه به جدول ۱، هلدینگ‌های صنعتی و سرمایه‌گذاران خارج از بورس اثرگذارترین شرکت‌ها در بروز ریسک سیستمی شناخته می‌شوند. این در حالی است که بر اساس درجه خروجی، نتایج متفاوتی در خصوص مهم‌ترین شرکت‌ها و صنایع از نظر سیستمی وجود دارد. افزون بر این که با توجه به فقدان ارزش بازار برای سرمایه‌گذاران خارج از بورس و ارزش بازار پایین هلدینگ‌های صنعتی، نتایج حاصل از شاخص اندازه شرکت با نتایج سه شاخص دیگر متفاوت است و بر این اساس می‌توان گفت که ارتباط و همبستگی چندانی بین شاخص‌های سطح اول مربوط به درهم‌تنیدگی و اندازه وجود ندارد.

جدول ۲، نتایج حاصل از شاخص‌های ریسک سیستمی در سطح دوم (مالکیت مستقیم) را نشان می‌دهد. مقایسه شاخص‌های سطح دوم با شاخص‌های سطح اول نشان می‌دهد نتایج معیارهای درجه ورودی و S_j و درجه خروجی و H_i مشابه هستند.

جدول ۲. نتایج حاصل از شاخص‌های ریسک سیستمی در سطح دوم

S_j		H_i		$P(i)$ (Million Rials)	
حداقل	۰	حداقل	۰	حداقل	۰
حداکثر	۲۰/۱	حداکثر	۲/۳۶	حداکثر	۴۲۴۰۰۰۰۰
میانگین	۱/۶۳	میانگین	۰/۵۱	میانگین	۱۷۶۰۰۰۰۰
۵ گره برتر	S_j	۵ گره برتر	H_i	۵ گره برتر	$P(i)$
دولت	۲۰/۱	توریل	۲/۳۶	سهام عدالت	۴۲۴۰۰۰۰۰
سهام عدالت	۱۳/۳۳	ارفع	۲/۰۳	دولت	۳۵۴۰۰۰۰۰
تامین اجتماعی	۱۱/۶۶	دی	۲/۰۲	تامین اجتماعی	۲۱۸۰۰۰۰۰
بازنشستگی نفت	۹/۷۵	سمازن	۲/۰۱	بازنشستگی نفت	۱۴۲۰۰۰۰۰
صندوق بازنشستگی	۸/۷۸	فاسمین	۲	صندوق بازنشستگی	۱۱۵۰۰۰۰۰
۵ بخش برتر	متوسط S_j	۵ بخش برتر	متوسط H_i	۵ بخش برتر	متوسط $P(i)$
سهامدار خارج بورس	۶/۴۸	بیمه	۱/۲۹	سهامدار خارج بورس	۱۰۹۰۰۰۰۰
هلدینگ صنعتی	۶/۲۲	استخراج فلزات	۱/۱۶	هلدینگ صنعتی	۷۲۱۰۰۰۰۰
سرمایه گذاری ها	۳/۴۲	حمل و نقل	۱/۰۹	ارتباطات	۵۴۴۰۰۰۰۰
استخراج فلزات	۱/۷۶	تولید برق	۱	پتروشیمی	۱۳۱۰۰۰۰۰
خودرو	۱/۶۵	فلزات اساسی	۰/۷۸	استخراج فلزات	۱۱۱۰۰۰۰۰

جدول ۳، نتایج حاصل از شاخص‌های ریسک سیستمی در سطح سوم (مالکیت ترکیبی) را نشان می‌دهد.

جدول ۳. نتایج حاصل از شاخص‌های ریسک سیستمی در سطح سوم

ارزش ترکیبی پرتفوی (میلیون ریال)		ارزش ترکیبی بازار (میلیون ریال)	
حداقل	۰	حداقل	۳۰۰۰۰۰۰
حداکثر	۷۵۰۰۰۰۰۰	حداکثر	۹۰۰۰۰۰۰۰
میانگین	۲۷۵۰۰۰۰۰	میانگین	۶۰۰۰۰۰۰۰
P_{int}	۵ گره برتر	V_{int}	۵ گره برتر
۷۵۰۰۰۰۰۰۰	صندوق بازنشستگی	۹۰۰۰۰۰۰۰۰	سهام عدالت
۵۰۷۰۰۰۰۰۰۰	دولت	۸۶۰۰۰۰۰۰۰	دولت
۴۶۸۰۰۰۰۰۰۰	سهام عدالت	۷۸۵۰۰۰۰۰۰۰	صندوق بازنشستگی
۳۵۰۰۰۰۰۰۰۰	تامین اجتماعی	۵۶۹۰۰۰۰۰۰۰	تامین اجتماعی
۱۹۲۰۰۰۰۰۰۰	ساتا	۳۹۹۰۰۰۰۰۰۰	ساتا
P_{int} متوسط	۵ بخش برتر	V_{int} متوسط	۵ بخش برتر
۲۵۰۰۰۰۰۰۰۰	هلدینگ صنعتی	۳۱۲۰۰۰۰۰۰۰	هلدینگ صنعتی
۱۵۰۰۰۰۰۰۰۰	سهامدار خارج بورس	۲۵۹۰۰۰۰۰۰۰	سهامدار خارج بورس
۵۵۰۰۰۰۰۰۰۰	ارتباطات	۱۷۲۰۰۰۰۰۰۰	ارتباطات
۱۳۴۰۰۰۰۰۰۰	پتروشیمی	۷۸۵۰۰۰۰۰۰۰	خدمات فنی مهندسی
۱۱۲۰۰۰۰۰۰۰	بانک	۷۰۴۰۰۰۰۰۰۰	پتروشیمی
H_i^{int}		S_j^{int}	
حداقل	۰	حداقل	۰
حداکثر	۲/۵۳	حداکثر	۳۶/۶۹
میانگین	۰/۵۱	میانگین	۲/۷۳
H_i^{int}	۵ گره برتر	S_j^{int}	۵ گره برتر
۲/۵۳	فاسمین	۳۸/۶۹	دولت
۲/۲۱	ارفع	۲۴/۲۶	تامین اجتماعی
۲/۱۶	توریل	۲۰/۰۹	سهام عدالت
۲/۱۳	سمازن	۱۹/۱۰	بازنشستگی بانکها
۲/۰۱	دی	۱۷/۵۰	مهرآینده
H_i^{int} متوسط	۵ بخش برتر	S_j^{int} متوسط	۵ بخش برتر
۱/۲۱	بیمه	۱۳/۴۶	سهامدار خارج بورس
۱/۰۸	استخراج فلزات	۹	هلدینگ صنعتی
۱/۰۴	حمل و نقل	۷/۰۳	سرمایه گذاری ها
۱	تولید برق	۲/۰۹	خودرو
۰/۸۳	فلزات اساسی	۱/۹	استخراج فلزات

جدول ۴، تعداد اختلاف‌های بین ۲۰ شرکت اول از نظر هر شاخص ریسک سیستمی را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج جدول ۴، اختلاف اندکی بین ۲۰ شرکت اول در دو شاخص درجه ورودی و درجه و اختلاف قابل توجهی بین سایر شاخص‌ها وجود دارد.

جدول ۴. تعداد تفاوت‌ها در نتایج حاصل از شاخص‌های مختلف در ۲۰ شرکت مهم سیستمی

	d	d(in)	d(out)	p(i)	V ^{int}	p ^{int}	S _j	H _i	S _j ^{int}	H _i ^{int}	size
d	۰	۴	۱۴	۷	۱۰	۷	۴	۱۷	۵	۱۸	۱۶
d(in)	۴	۰	۱۶	۷	۱۰	۶	۴	۱۸	۲	۱۹	۱۶
d(out)	۱۴	۱۶	۰	۱۷	۲	۱۷	۱۵	۱۲	۱۷	۱۳	۱۳
p(i)	۷	۷	۱۷	۰	۷	۱	۴	۱۹	۶	۲۰	۱۴
V ^{int}	۱۰	۱۰	۲	۷	۰	۸	۹	۱۹	۹	۲۰	۷
p ^{int}	۷	۶	۱۷	۱	۸	۰	۳	۱۹	۵	۲۰	۱۳
S _j	۴	۴	۱۵	۴	۹	۳	۰	۱۹	۵	۲۰	۱۵
H _i	۱۷	۱۸	۱۲	۱۹	۱۹	۱۹	۱۹	۰	۱۹	۳	۱۷
S _j ^{int}	۵	۲	۱۷	۶	۹	۵	۵	۱۹	۰	۲۰	۱۶
H _i ^{int}	۱۸	۱۹	۱۳	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۳	۲۰	۰	۲۰
size	۱۶	۱۶	۱۳	۱۴	۷	۱۳	۱۵	۱۷	۱۶	۲۰	۰

جدول ۵، مقدار آماره آزمون و نتیجه فرضیه آماری مساوی صفر بودن میانگین اختلاف رتبه شرکت‌های مختلف را بر اساس شاخص‌های مختلف در سطح اطمینان ۹۵ درصد نشان می‌دهد.

جدول ۵. مقایسه آماری شاخص‌های مختلف ریسک سیستمی

	d	d(in)	d(out)	p(i)	V ^{int}	p ^{int}	S _j	H _i	S _j ^{int}	H _i ^{int}	size
d	۰	۵/۱۶*	-۰/۹۴	-۰/۸۵	-۱/۷۹	۳/۷۵*	۴/۸۴*	-۱/۰۹	۴/۳۹*	-۱/۰۷	-۱/۲۷
d(in)	۵/۱۶*	۰	-۲/۱۷*	-۴/۲۳*	-۶/۳*	-۳/۱۶*	-۱/۳۴	-۴/۰۸*	-۳/۷۱*	-۳/۹۹*	-۴/۴۷*
d(out)	-۰/۹۴	-۲/۱۷*	۰	-۱/۷	-۱/۹۴	۱/۵۲	۲/۰۵*	-۲/۳۸*	۱/۷۸	-۲/۳۷*	-۲/۳۳*
p(i)	-۰/۸۵	-۴/۲۳*	-۱/۷	۰	-۰/۴۸	۳/۴۵*	۴/۰۷*	-۱/۱۹	۳/۷۵*	-۰/۱۹	-۰/۴۳
V ^{int}	-۱/۷۹	-۶/۳*	-۱/۹۴	-۰/۴۸	۰	۶/۰۱*	۶/۱۳*	-۰/۲۸	۵/۷۶*	-۰/۲۷	-۰/۲۰
p ^{int}	۳/۷۵*	-۳/۱۶*	۱/۵۲	۳/۴۵*	۶/۰۱*	۰	۲/۳۴*	-۳/۲۷*	۱/۱۵	-۳/۳*	-۳/۹۵*
S _j	۴/۸۴*	-۱/۳۴	۲/۰۵*	۴/۰۷*	۶/۱۲*	۲/۳۴*	۰	-۳/۹۷*	-۲/۲۵*	-۳/۸۸*	-۴/۲۵*
H _i	-۱/۰۹	-۴/۰۸*	-۲/۳۸*	-۰/۱۹	-۰/۲۸	-۳/۳۷*	-۳/۹۷*	۰	۳/۷*	-۰/۰۱	-۰/۱۹
S _j ^{int}	۴/۳۹*	-۳/۷۱*	۱/۷۸	۳/۷۵*	۵/۷۶*	۱/۱۵	-۲/۲۵*	۳/۷*	۰	-۳/۶*	-۴/۰۱*
H _i ^{int}	-۱/۰۷	-۳/۹۹*	-۲/۳۷*	-۰/۱۹	-۰/۲۷	-۲/۳*	-۳/۸۸*	-۰/۰۱	-۳/۶*	۰	-۰/۱۹
size	-۱/۲۷	-۴/۴۷*	-۲/۳۳*	-۰/۴۳	-۰/۲۰	-۳/۹۵*	-۴/۳۵*	-۰/۱۹	-۴/۰۱*	-۰/۱۹	۰

اعداد نمایان گر مقادیر آماره t برای آزمون فرضیه عدم برابری میانگین اختلاف رتبه‌ها هستند و علامت* نمایان گر تفاوت دو شاخص در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

جدول ۵، نشان می‌دهد دو شاخص درجه و درجه ورودی در شرکت‌های برتر مشابهت دارند، با این وجود اختلاف رتبه شرکت‌ها بر اساس این دو شاخص به طور معناداری مخالف صفر است و بر این اساس نمی‌توان به طور قطع در خصوص مشابهت نتایج این دو معیار اظهار نظر نمود. افزون بر این اگر چه مقایسه دو شاخص درجه با اندازه شرکت و درجه با درجه خروجی نیز نشان از نبود اختلاف معنادار بین میانگین رتبه شرکت‌ها دارد، اما با توجه به تفاوت قابل توجه نتایج این شاخص‌ها در ۵ و ۲۰ شرکت اول، نمی‌توان در خصوص مشابهت این معیارها اظهار نظر قطعی نمود.

با ارزیابی جدول‌های ۲، ۴ و ۵ می‌توان دید که نتایج حاصل از دو معیار $p(i)$ و S_j از نظر ۵ شرکت و صنعت اول و ۲۰ شرکت اول، تفاوت چندانی ندارند، ولی از نقطه نظر معنادار بودن میانگین اختلاف رتبه‌ها دارای تفاوت معنادار باهم هستند که دلیل آن را می‌توان در ارزش اندک سرمایه‌گذاری برخی از شرکت‌ها در سهام شرکت‌های دیگر با وجود تنوع سرمایه‌گذاری دانست. از سوی دیگر، به مانند تفاوت معنادار دو فاکتور درجه ورودی و درجه خروجی، تفاوت بین دو معیار S_j و H_i نیز به طور معناداری از طریق هر سه جدول قابل مشاهده است. با مقایسه شاخص‌های این سطح با شاخص‌های سطح اول می‌توان مشابهت نتایج معیارهای درجه ورودی و S_j و درجه خروجی و H_i را به راحتی مشاهده نمود.

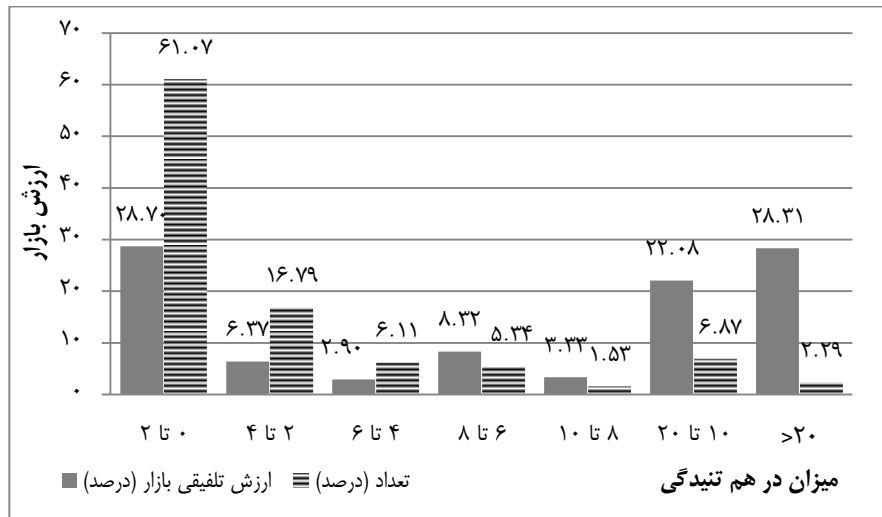
همان‌گونه که در جدول‌های ۳، ۴ و ۵ قابل مشاهده است، اگرچه دو معیار ارزش ترکیبی بازار و ارزش ترکیبی پرتفوی از نظر ۵ شرکت و صنعت اول دارای مشابهت هستند، اما در سطوح پایین‌تر دارای تفاوت‌های بسیاری هستند که دلیل اصلی آن‌ها را می‌توان در عدم در نظر گرفتن ارزش ذاتی دارایی‌ها در شاخص ارزش ترکیبی پرتفوی دانست.

با در نظر گرفتن مالکیت ترکیبی در بازار بورس تهران می‌توان به مقایسه معیارهای درهم‌تنیدگی و اندازه بازار پرداخت. همان‌گونه که در جدول‌های ۳، ۴ و ۵ قابل مشاهده است، اگرچه دو معیار ارزش ترکیبی بازار و ارزش ترکیبی پرتفوی از نظر ۵ شرکت و صنعت اول مشابه هستند، اما در سطوح پایین‌تر تفاوت‌های بسیاری دارند که دلیل اصلی آن‌ها را می‌توان در عدم در نظر گرفتن ارزش ذاتی دارایی‌ها در شاخص ارزش ترکیبی پرتفوی دانست.

نتایج حاصل از معیار ارزش ترکیبی بازار به عنوان یک معیار برای اندازه و درهم‌تنیدگی شرکت، با نتایج حاصل از S_j^{int} به طور معناداری متفاوت است. با مقایسه دو معیار S_j^{int} و S_j می‌توان دید که با در نظر گرفتن ارزش ترکیبی شرکت‌ها، نتایج حاصل از ارزیابی اهمیت سیستمی شرکت‌ها به نحو قابل توجهی تغییر می‌یابد و از این‌رو به کارگیری مالکیت ترکیبی

شرکت‌ها منجر به ارزیابی و تشخیص بهتر در این خصوص خواهد شد، این در حالی است که نمی‌توان تفاوت قابل ملاحظه‌ای بین نتایج حاصل از دو معیار H_i و H_i^{int} به دست آورد. با مقایسه شاخص‌های مالکیت مستقیم و ترکیبی می‌توان دید که اگر چه شاخص‌های $p(i)$ و ارزش ترکیبی پرتفوی دارای مشابهت مفهومی هستند، اما نتایج حاصل از مقایسه این دو شاخص نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن مالکیت ترکیبی، تفاوت معناداری در نتایج حاصل از رتبه‌بندی شرکت‌ها به دست آمده است.

به منظور ارزیابی بهتر میزان رابطه بین درهم‌تنیدگی و اندازه شرکت‌ها، در شکل ۲، مقدار درهم‌تنیدگی معادل مجموع مقادیر S_j^{int} و H_i^{int} در نظر گرفته شده و با مقادیر ارزش ترکیبی بازار شرکت‌ها مورد مقایسه قرار گرفته است.



شکل ۲. توزیع فراوانی تعداد و ارزش ترکیبی بازار شرکت‌ها بر اساس میزان درهم‌تنیدگی آن‌ها

همان‌طور که در شکل ۲، مشاهده می‌شود، رابطه تعداد شرکت‌ها با مقدار درهم‌تنیدگی، یک رابطه توانی است به نحوی که با افزایش مقدار درهم‌تنیدگی، تعداد شرکت‌ها کمتر می‌شود. بیش از ۶۷ درصد شرکت‌ها دارای درهم‌تنیدگی کمتر از ۲ هستند، این مسئله در حالی است که رابطه درهم‌تنیدگی و ارزش بازار ترکیبی متفاوت است. به نحوی که در مقادیر کم درهم‌تنیدگی به سبب تعداد زیاد شرکت‌ها، مقدار ارزش بازار ترکیبی قابل توجهی وجود دارد و در ادامه با افزایش مقدار درهم‌تنیدگی و کاهش تعداد شرکت‌ها، مقدار ارزش بازار ترکیبی کم می‌شود. در مقادیر بالای درهم‌تنیدگی به سبب وجود مالکیت ترکیبی بسیار بالای شرکت‌های دارای درهم‌تنیدگی

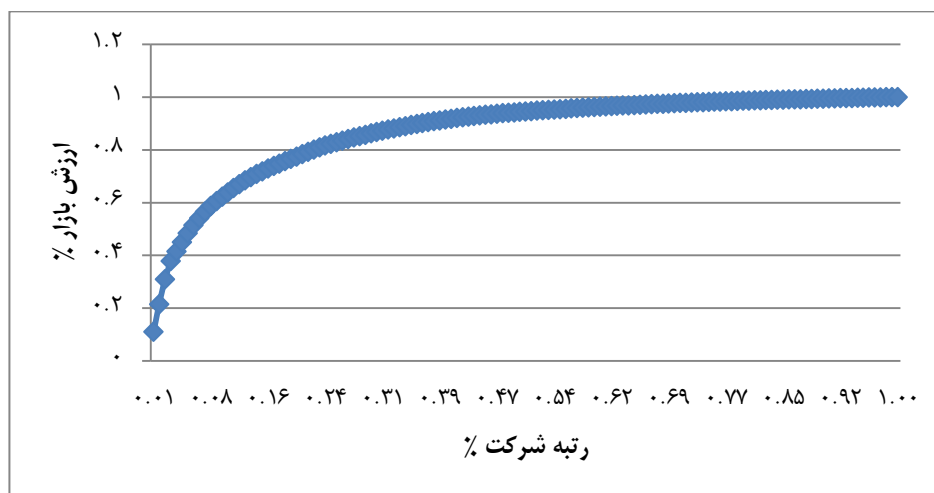
زیاد، مقدار ارزش بازار ترکیبی افزایش می‌یابد، به نحوی که اگرچه شرکت‌های دارای درهم‌تنیدگی بالای ۱۰، حدود ۹ درصد تعداد شرکت‌ها را تشکیل می‌دهند، اما بیش از ۵۰ درصد ارزش بازار را در اختیار دارند و از این‌رو به دلیل تعداد اندک و ارزش بازار بالا دارای اهمیت بسیار زیاد سیستمی هستند.

سهم قابل توجهی از اهمیت ریسک سیستمی متعلق به درصد بسیار اندکی از شرکت‌های موجود است و این نشان‌دهنده میزان اهمیت ریسک سیستمی شرکت‌ها، براساس مقدار ارزش بازار ترکیبی آن‌ها در مقابل رتبه شرکت‌ها، از نظر اهمیت ریسک سیستمی به صورت تجمعی است. رابطه ۱۴، رتبه نرمال شده هر شرکت و رابطه ۱۵، ارزش بازار نسبی شرکت‌ها را نشان می‌دهد.

$$\eta = \frac{n}{n_{tot}} \quad \text{رابطه ۱۴}$$

$$\tilde{V} = \frac{V_{int}}{V_{int,tot}} \quad \text{رابطه ۱۵}$$

در رابطه ۱۴، n رتبه هر شرکت به ترتیب نزولی، n_{tot} تعداد شرکت‌های مورد نظر در مطالعه و η رتبه نرمال شده هر شرکت را نشان می‌دهد و در رابطه ۱۵، V_{int} ارزش بازار ترکیبی هر شرکت، $V_{int,tot}$ مجموع ارزش بازار شرکت‌ها و \tilde{V} ارزش بازار نسبی شرکت‌ها است. شکل ۳، رابطه بین توزیع تجمعی ارزش ترکیبی بازار برای شرکت‌های مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۳. توزیع تجمعی ارزش ترکیبی بازار برای شرکت‌های مختلف

در شکل ۳، مشاهده می‌شود نزدیک به ۲۰ درصد از شرکت‌های برتر از نظر ارزش بازار ترکیبی، بیش از ۸۰ درصد ارزش بازار ترکیبی را در اختیار دارند و دارای بالاترین اثرگذاری بر وقوع ریسک سیستمی هستند. از این رو می‌توان گفت که رابطه موجود بین این شاخص ریسک سیستمی و درصد شرکت‌ها نیز به صورت یک توزیع توانی است و به همین دلیل می‌توان شبکه مبتنی بر ارزش بازار ترکیبی را یک شبکه بدون مقیاس قلمداد نمود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کنترل و مدیریت ریسک‌های سیستمی و تلاش برای اجتناب از آن‌ها از جمله مهم‌ترین سیاست‌های ممکن برای سیاستگذاران بازارهای مالی قلمداد می‌شود. در این مقاله، شاخص‌های مختلف ارزیابی اثر شرکت‌های مختلف در بروز ریسک سیستمی معرفی و مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. برای این منظور، شبکه مالکیت بین بخشی شرکت‌های لیست شده در بازار بورس اوراق بهادار تهران و سهامداران اصلی آن‌ها در دو قالب شبکه مالکیت مستقیم و شبکه مالکیت ترکیبی در نظر گرفته شده است و با به‌کارگیری شاخص‌های مختلف، به ارزیابی شرکت‌ها و صنایع مهم از نظر سیستمی و شناسایی شرکت‌ها و صنایع مسلط بر بازار پرداخته شده است.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که به‌کارگیری شبکه مالکیت با در نظر گرفتن مالکیت ترکیبی و معیارهای متناسب با آن در بازار بورس تهران می‌تواند به واقعی‌تر شدن نتایج حاصل از شناسایی شرکت‌های مهم از نظر ریسک سیستمی کمک نماید. علاوه بر این با به‌کارگیری ترکیبی معیارهای مبتنی بر اندازه و درهم‌تنیدگی در این بازار می‌توان نتایج قابل اتکاتری را در خصوص مهم‌ترین شرکت‌های سیستمی ارائه نمود. با بررسی آماری شاخص‌های مختلف می‌توان دید که شرکت‌های مهم از نظر سیستمی در بازار تهران از قاعده پارتو پیروی کرده و تعداد اندکی از شرکت‌ها دارای اثرگذاری بسیار بالایی در ایجاد ریسک سیستمی هستند. به عبارت دیگر، شبکه مالکیت بین بخشی در بازار بورس تهران دارای خاصیت پایداری تا زمان شکست است و توزیع احتمال شاخص‌های مرتبط با این شبکه نیز از توزیع توانی و بدون مقیاس پیروی می‌کند که این مسئله، پتانسیل بروز ریسک‌های سیستمی را در این سیستم مالی افزایش می‌دهد. با وجود اینکه تاکنون پژوهشی در خصوص ویژگی‌های آماری ساختار مالکیت بین بخشی در بازار بورس تهران انجام نگرفته است، اما نتایج حاصل از این پژوهش مبنی بر وجود توزیع توانی در توزیع شاخص‌های ریسک سیستمی، با نتایج حاصل در سایر بازارهای بورس مطابقت دارد. اگرچه ارزیابی شبکه مالکیت بین بخشی می‌تواند به شناخت شرکت‌های مهم از نظر سیستمی کمک کند، اما به منظور درک صحیح میزان اثرگذاری هر شرکت بر بروز ریسک سیستمی، نیاز به

شبیه‌سازی رفتار شرکت‌ها در قالب شبکه مالکیت بین بخشی است که این مسئله می‌تواند به عنوان موضوع پژوهش‌های آتی در نظر گرفته شود.

منابع

رستگار، م. و کریمی، ن. (۱۳۹۵). ریسک سیستمی در بخش بانکی. فصلنامه مدل‌سازی ریسک و مهندسی مالی، ۱(۱)، ۱-۱۹.

References

- Allen, F., & Gale, D. (2000). Financial Contagion. *Journal of Political Economy*, 108, 1-33.
- Battiston, S. (2004). Inner Structure of Capital Control Networks, *Physica A* 338,107 -112.
- Brioschi, F., Buzzacchi, L., & Colombo. M. G. (1989). Risk Capital Financing and the Separation of Ownership and Control in Business Groups. *Journal of Banking and Finance*, 13(1), 747-772.
- Fique, J., & Page, F. (2013). Rollover Risk and Endogenous Network Dynamics, *Comput Manag Sci*,10, 213–230.
- Haldane, A. G., & May, R. M. (2011). Systemic Risk in Banking Ecosystems, *Nature*.
- Kim B. H., & Kim. S, (2013). Transmission of the Global Financial Crisis to Korea. *Journal of Policy Modeling*, 35, 339–353.
- Liu, X. F., & Tse, C. K. (2012). Dynamics of Network of Global Stock Market. *Accounting and Finance Research*, 1, 1-12
- Mantegna, R. N. (1998). Hierarchical Structure in Financial Markets, *The European Physical. Journal B - Condensed Matter and Complex Systems*, 11, 193-197.
- Pasquariello, P. (2002). Imperfect Competition, Information Heterogeneity and Financial Contagion, working paper.
- Pecora, N., & Spelta, A. (2015). Shareholding Relationships in the Euro Area Banking Market: A Network Perspective, *Physica A*, 434, 1–12.

- Rastegar, M., & Karimi, N. (2017). Systemic Risk in TSE Banking Sector. Quarterly Journal of Risk Modeling and Financial Engineering, 1(1), 1–19. (in Persian)
- Smaga, P. (2014). The Concept of Systemic Risk, Systemic Risk Centre Working Paper, LSE, London.
- Vitali, S., & Glattfelder, J. B., & Battiston, S. (2011). The Network of Global Corporate Control, PLoS One, 6(10), e25995.
- Zhou, Ch., & Tarashev, N. (2013). Looking at the Tail: price-based Measures of Systemic Importance. BIS Quarterly Review, 47-61.