



فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری  
دوره ۱۳ / شماره ۱ (پیاپی ۴۹) / بهار ۱۴۰۳  
صفحه ۳۷۵ تا ۳۹۶

## تحلیل توپولوژیکی ریسکهای حسابداری مبتنی بر تئوری شبکه

معصومه محمدرضائی

گروه حسابداری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

آزیتا جهانشاد

گروه حسابداری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول).  
azi.jahanshad@iauctb.ac.ir

فرزانه حیدرپور

گروه حسابداری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۹/۰۵

### چکیده

پروژه‌ها در معرض ریسکهای متعدد، با ماهیت متفاوت و وابسته بهم قرار دارند که مدیریت آنها را دشوارتر می‌کند. در این مقاله، یک تحلیل توپولوژیکی مبتنی بر تئوری شبکه ارائه شده است، که هدف آن شناسایی عناصر اصلی در ساختار ریسکهای با اثر متقابل است که به طور بالقوه بر یک پروژه تأثیر می‌گذارند. این تجزیه و تحلیل به عنوان یک بازوی قدرتمند برای تجزیه و تحلیل کلاسیک ریسک می‌باشد. ساخت شبکه ریسک که با مشارکت مدیران و سایر اعضای حرفه‌ای در خصوص فرآیند مدیریت ریسک موجب درک بهتری از خطرات و تعاملات بالقوه بین آنها را فراهم کرده و در ادامه تصمیم‌گیری مناسبتری را در مورد مدیریت ریسک فراهم می‌کند. در این بررسی جامعه آماری، شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بوده در سال ۱۴۰۰ می‌باشد. به‌منظور ترسیم گراف ریسک‌ها از روش ANP فازی و تحلیل شبکه استفاده شده است. برای این پژوهش از نرم‌افزار MATLAB 2022 و Excel 2016 استفاده شده است.

**واژه‌های کلیدی:** فرایند تحلیل شبکه، ریسک، مدیریت ریسک.

## ۱- مقدمه

سال‌هاست که سازمان‌ها برای پیش‌بینی ریسک از یک رویکرد دو بعدی استفاده کرده و ریسک‌ها را با توجه به احتمال و شدت آن‌ها درجه‌بندی می‌کنند اما این روش به‌طور فزاینده‌ای قادر به پیش‌بینی و جلوگیری از بروز بحران‌هایی که ناشی از واکنش‌های زنجیره‌ای پیچیده بین ریسک‌هاست، نمی‌باشد. ارزیابی ریسک از تکنیک‌های سنتی جمع‌آوری که به‌منظور تعیین رتبه تعدادی از ریسک‌ها در کنار هم، که اغلب یا میانگین رتبه‌بندی ریسک گروهی از ریسک‌ها یا بالاترین ریسک را به خود اختصاص می‌دهد، برتر است. با استفاده از ریاضیات و ابزارهای تحلیلی پیشرفته می‌توان گزارش شبکه ریسک سیستمی قابل درک تهیه نمود این فرایند حرکت را از یک نمای دو بعدی از ریسک‌های مستقل به یک نمای چند بعدی در هم تنیده از ریسک - احتمال، تأثیر، سرعت و اتصال امکان پذیر می‌کند. استاندارد گذاران اعتقاد دارند که فرآیند ارزیابی ریسک به عنوان چارچوب محوری، کیفیت حسابرسی و اثربخشی کل حسابرسی را ارتقا می‌دهد و منتج به یک تغییر ضروری در عملیات حسابرسی می‌شود [۱۵].

## بیان مساله

با افشای اثرات احتمالی اتصال بین ریسک‌های جهانی و سازمانی، می‌توان ریسک‌های واقعاً قابل توجهی را اندازه‌گیری کرد. ریسک‌ها ممکن است دارای اثر جداگانه زیادی نباشند اما با اتصالات قابل ملاحظه توانایی ایجاد چندین ریسک در یک بازه زمانی کوتاه را داشته باشد. تکنیک شبیه‌سازی در مدل‌سازی و تحلیل شبکه ریسک پروژه استفاده می‌شود. این تکنیک‌ها به‌طور گسترده‌ای برای ساخت سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری محورا استفاده می‌شوند. این بینش‌های جدید موجب می‌شوند تا تصمیم‌گیری آگاهانه‌تری را در سازمان در مورد چگونگی مقابله و نظارت بر این تهدیدات اتخاذ کرد تا در صورت امکان منجر به ایجاد فرصت شود. ریسک‌های مورد انتظار از طریق همکاری با افراد با تجربه از سراسر سازمان و با استفاده از یافته‌های تحقیقات منتشر شده در تئوری شبکه، الگوبرداری شده تا یک شبکه ریسک برای سازمان خود ایجاد نماییم و تجزیه و تحلیل کاملی از ویژگی‌های شبکه ریسک خود انجام دهیم.

نظریه شبکه در حوزه ریاضیات و علوم رایانه و براساس تئوری گراف ایجاد می‌گردد [۲۷، ۱۰، ۵۰۹]. نظریه گراف به‌دلیل سادگی ذاتی که دارد، کاربردهای بسیار گسترده‌ای در مهندسی، علوم فیزیکی، اجتماعی و بیولوژیکی، زبانشناسی و بسیاری از زمینه‌های دیگر دارد. با استفاده از نمودار می‌توان برای نشان دادن اشیاء گسسته و روابط بین آنها استفاده نمود. با درک تأثیر کلی و احتمال ریسک‌های مرتبط طبق ساختار شبکه‌ای ترسیم شده، که شامل اشیاء گسسته و روابط بین آنها است سپس با تجزیه و تحلیل توپولوژیکی می‌توان از ویژگی‌های مربوط به ساختار یک سیستم شبکه پرده‌برداری کند [۱۸، ۱۳، ۱۲، ۸] تا منابع مناسبی را جهت مدیریت و کنترل ریسک‌ها اختصاص داد. با استفاده از برخی شاخص‌های توپولوژیکی ساختار شبکه ریسک را بررسی می‌شود. این شاخص‌ها می‌توانند به شناسایی عوامل اصلی (خطرات مهم یا تعامل با ریسک) کمک کرده و درک مدیر پروژه از آسیب‌پذیری‌های موجود در شبکه را بهبود بخشند. ارزیابی ریسک‌ها به‌صورت مستقل، صرفاً به اولویت‌بندی ریسک‌ها

منجر می‌شود و شاخصی را برای بیان کردن برآیند آثار ریسک‌ها بر کل پروژه ارائه نمی‌دهد از این رو این تحقیق همزمان شناسایی، ارزیابی و روابط موجود بین آنها را مد نظر قرار داد تا به این سؤال اساسی پاسخ دهد که ریسک‌های موجود در حوزه حسابداری چه می‌باشند و شدت تأثیر، احتمال وقوع آنها و تاثیر هر یک از این ریسک‌ها بر یکدیگر چگونه است. مدیریت ریسک به سازمان‌ها این امکان را می‌دهد تا قبل از وقوع، با به حداقل رساندن ریسک‌ها، خطرات و هزینه‌های اضافی، خود را برای موقعیت‌های سخت و غیرمنتظره آماده کنند [۲۱].

### اهمیت و ضرورت پژوهش

شکست‌های سازمانی به ندرت نتیجه یک رویداد ریسک منفرد است بلکه به طور معمول نتیجه تعدادی از ریسک‌ها مرتبط که هم زمان تحقق می‌یابد می‌باشند. خوشه‌های ریسک با تجزیه و تحلیل تعدادی از عوامل به صورت ریاضی تعیین می‌شوند. همه ریسک‌های موجود در یک خوشه احتمالاً ریسک‌های جدی دیگری را ایجاد کرده و یا باعث ایجاد ریسک شدید ناشی از سایر ریسک‌ها در خوشه می‌شوند.

### پیشینه پژوهش

محقق‌نیا و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به ارزیابی اثر نوسانات ارزی بر عملکرد شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و سنجش وقفه‌های زمانی آن پرداختند. برای ارزیابی اثرگذاری نوسانات نرخ ارز بر عملکرد شرکت‌ها از مدل ناهمسانی واریانس شرطی خودرگرسیون و همچنین جهت سنجش وقفه‌های اثرگذاری نرخ ارز بر عملکرد شرکت‌ها از الگوی خود رگرسیونی با وقفه توزیعی استفاده شده است. نتایج نشان داد که نوسانات نرخ ارز بر عملکرد شرکت‌ها تاثیر معنادار دارد که البته این اثر در صنایع مختلف به لحاظ شدت و نوع رابطه متفاوت است و این اثرات با وقفه‌های زمانی متفاوت در صنایع مختلف بروز می‌کند [۱۶]. منشیری و همکارانش (۲۰۱۹) [۱۷] گراف‌های کامل توپولوژیکی و مجموعه‌های مستقل را در شبکه‌های بورس معرفی کردند و یک روش فنی برای خوشه‌بندی سهام ارائه نمودند. هانگ و همکارانش (۲۰۱۸) در پژوهش خود نشان دادند که شبکه‌های توپولوژیکی ریسک از یک مدل power-law پیروی می‌کنند [۲۶]. علاوه بر این‌ها، در مطالعات اخیر از ساختار تئوری شبکه برای روشن کردن خواص اساسی ریسک بازار سهام استفاده شده است. برای نمونه، گومز-رودریگز و همکارانش (۲۰۱۸) در پژوهش خود به اهمیت روابط میان ریسک‌های مختلف پی بردند [۲۴].

نمونه‌هایی از تحلیل توپولوژیک در مسئله ریسک پروژه در مقالات تومینلو و همکاران (۲۰۱۲) [۲۹]، اندو و همکاران (۲۰۱۳) [۲۰] یافت می‌شود. خلجانی و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی به ارزیابی ریسک بر مبنای نمره اولویت ریسک کارای جامع با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. ایشان بیان داشتند که در اغلب روش‌های ارزیابی، ریسک به عنوان تابعی از احتمال رخداد و شدت اثر خطرات معرفی شده است. با بهره‌گیری از این تعریف روش‌های مختلف ارزیابی ریسک توسعه داده شده‌اند. پژوهش حاضر با هدف رفع این محدودیت‌ها و اشکالات صورت گرفته است. روش پیشنهادی این پژوهش یک فرایند شامل ۱۱ گام برای ارزیابی ریسک است. در این روش پس از مشخص شدن نواحی ریسک، ریسک‌ها و اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه، ارزیابی ریسک با بکارگیری یک

روش ترکیبی مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها انجام می‌شود. برای اعتبارسنجی روش پیشنهادی در یک مثال نمونه، مشخص شد این روش ریسک‌هایی را انتخاب می‌کند که بر مبنای هر دو شاخص TERPN و شاخص پیشنهادی این پژوهش باعث کاهش بیشتری در سطح ریسک‌های غیر قابل تحمل به میزان  $3/8$  درصد می‌شود. درباره هزینه انجام اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه نیز مشاهده می‌شود که براساس اولویت‌بندی روش پیشنهادی مقدار هزینه کلیه اقدامات نسبت به روش معمول در حدود  $26/8$  درصد کاهش خواهد داشت [۷].

جلیوند و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی خود با عنوان «پیاده‌سازی مدیریت ریسک سازمانی؛ شناسایی، تحلیل و ارزیابی مورد مطالعه: نهاد مالی فعال در بازار سرمایه ایران» به بررسی مدیریت ریسک سازمانی در یک نهاد مالی فعال در بازار سرمایه ایران پرداختند. براساس استاندارد مدیریت ریسک سازمانی، مدیریت ریسک به پنج بخش شناسایی، تحلیل و ارزیابی، در پیش گرفتن راهبردهای لازم برای مقابله با ریسک، اجرا، کنترل و نظارت تقسیم‌بندی شده است. ریسک‌های موجود در سطح شرکت با استفاده از روش‌های تراوش ذهنی (طوفان مغزی) و کانون تمرکز شناسایی شده و با استفاده از نظرسنجی خبرگان احتمال رخداد و میزان اثر هر ریسک بر عملکرد شرکت به دست آمده است. با استفاده از شدت تأثیر هر کدام از ریسک‌ها رتبه‌بندی اهمیت ریسک‌های موجود مشخص شد. نتایج نشان داد ریسک‌های رقابت، سیاسی، نیروی انسانی، بازار، نقدینگی، قوانین و مقررات، اعتباری، شهرت و اعتبار، حاکمیت شرکتی، نقدشوندگی، سیستمیک، عملیاتی، سرمایه و رویداد به ترتیب در رتبه‌های اول تا چهاردهم قرار دارند [۶]. بازارهای مالی را به دلیل داشتن ساختار بسیار پیچیده می‌توان به عنوان شبکه‌های پیچیده بیان کرد و با استفاده از این شبکه‌ها به تجزیه و تحلیل آنها پرداخت. پژوهش‌های زیادی از جمله نمکی و همکاران (۲۰۲۲) [۲۷]، راعی و همکاران (۲۰۲۱) [۲۸] با استفاده از شبکه‌های پیچیده به بررسی بازارهای مالی پرداخته‌اند. در این بین، شبکه سهام یکی از انواع شبکه‌های مالی بوده است که آن را می‌توان در قالب‌های متفاوت از جمله بر مبنای همبستگی میان سهام شرکت‌های مختلف نمایش داد که در واقع در این شبکه‌ها، گره‌ها بیانگر مؤسسات و یالها نشان‌دهنده همان همبستگی و ارتباط میان آن‌ها بوده که ریسک از طریق همبستگی بین گره‌ها به یکدیگر انتقال می‌یابند. بنابراین، ویژگی‌های ساختار شبکه می‌تواند بر ریسک سیستمی و همچنین، سهم مؤسسات از این ریسک تأثیرگذار باشند ابزری و همکاران (۱۳۸۱) در پژوهشی با عنوان "کاربرد مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در تعیین معیارهای مؤثر بر انتخاب سهم در بورس اوراق بهادار تهران" به بررسی و همچنین، رتبه‌بندی تعدادی از معیارهای مطرح در تحلیل تکنیکی و بنیادی پرداختند. جامعه آماری این پژوهش را کارشناسان سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری فعال در بورس بودند. براساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، کارشناسان شرکت‌های سرمایه‌گذاری، تحلیل بنیادی را بر تحلیل تکنیکی ترجیح داده و پراهمیت‌ترین معیارهای مورد توجه آن‌ها به ترتیب عبارت بودند از: سود تقسیمی هر سهم، سود هر سهم و نسبت قیمت به درآمد [۱].

### روش تحقیق

پس از استخراج و تایید ریسکها در حوزه ی مورد نظر از پرسشنامه مربوط به مقایسات زوجی استفاده گردیده و توسط ۱۰ نفر از خبرگان متخصص در حوزه حسابداری و مدیریت مالی تکمیل گردید، انتخاب افراد به روش گلوله

برفی صورت گرفته و تا رسیدن به اشباع نظری ادامه یافته است. نتایج بدست آمده ابتدا فازی و وزن‌ها محاسبه با روش ANP فازی تحلیل، رتبه‌بندی و خوشه‌بندی گردید. برای این پژوهش از نرم‌افزار MATLAB 2022 و Excel 2016 استفاده شده است.

این تحقیق از نوع کاربردی است و از تکنیک تجزیه و تحلیل توپولوژیکی مبتنی بر تئوری شبکه جهت ارزیابی ریسک استفاده شده است. بر این اساس عناصر اصلی در ساختار ریسک‌های درهم تنیده شناسایی و ترسیم گردیده، سپس تجزیه و تحلیل روابط میان ریسک‌ها صورت گرفته است. این روش بر پایه انجام مقایسه‌های زوجی، سوپر ماتریسی را ایجاد می‌کند که پس از محاسبه روابط سوپر ماتریس و ارزیابی مفهومی، امکان رتبه‌بندی هر معیار بر اساس وزن وجود دارد. در ضمن فرایند تحلیل شبکه‌ای ساختاری را ایجاد می‌نماید که به‌گونه‌ای بالقوه، خطاهای ناشی از قضاوت‌ها را از طریق بهبود اطمینان از پردازش اطلاعات کاهش دهد. گام‌های فرایند عبارتند:

گام اول) ایجاد مدل و تدوین مسئله در این مرحله، هدف تصمیم‌گیری، شاخص‌های تصمیم‌گیری و گزینه‌های ممکن مشخص می‌شود. این ساختار را می‌توان با نظرهای افراد تصمیم‌گیرنده ایجاد کرد.

گام دوم) انجام مقایسات زوجی و محاسبه بردار: در این مرحله یک سری مقایسات زوجی برای به دست آوردن اهمیت نسبی هر کدام از عوامل و شاخص‌هایی که در انتخاب هدف، مؤثر می‌باشند، انجام می‌شود. در مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای مانند فرایند سلسله‌مراتبی، از طیف مقایسه‌ای ۹-۱ استفاده می‌شود و تصمیم‌گیرنده می‌تواند نظرش را در مورد هر جفت عناصر با پاسخ‌های اهمیت برابر، نسبتاً مهم‌تر، مهم‌تر، بسیار مهم‌تر و بی‌نهایت مهم بیان کند. این ارجحیت‌های توصیفی در مرحله بعد به ترتیب با مقادیر عددی ۹، ۷، ۵، ۱، ۳ بیان می‌شوند و مقادیر ۲، ۴، ۶، ۸ نیز به عنوان مقادیر میانه درمقایسه بین دو قضاوت به کار می‌روند.

گام سوم) انجام مقایسات زوجی برای وابستگی‌های درونی و بازخوردی: در این مرحله، وزن‌های داخلی شاخص‌ها و زیرشاخص‌ها که در مرحله مدل سازی مشخص شده بودند، محاسبه می‌شود.

گام چهارم) تشکیل سوپر ماتریس: سوپر ماتریس، یک ماتریس بخش‌بندی شده است که هر بخش آن بیانگر ارتباط میان دو گره در یک سیستم است. شامل یک ماتریس مرکب بوده که هر ماتریس فرعی آن شامل مجموعه‌ای از روابط بین و درون سطوحی است که توسط تصمیم‌گیرنده نمایش داده می‌شود. اجزای سوپر ماتریس از ماتریس-های مقایسات زوجی وابستگی‌های درونی حاصل شده و در آن جایگذاری می‌شوند. هر ارزش غیر صفر در ستون سوپر ماتریس، نشانگر اهمیت نسبی وزن حاصل شده از ماتریس‌های مقایسات زوجی وابستگی‌های درونی می‌باشد. در مرحله بعدی، از سوپر ماتریس جهت همگرایی و برای رسیدن به یک مجموعه از اوزان ثابت بلندمدت استفاده می‌شود. برای رسیدن به این هدف، باید هر ستون ماتریس به صورت بردار احتمال درآید. گام پنجم) انتخاب بهترین تصمیم.

ارزیابی ریسک با استفاده از مهارت‌های متخصص برای تهیه لیست ریسک، ارزیابی احتمال، اثرات احتمالی و سرعت ریسک‌ها و بررسی ارتباطات و روابط بین آنها شروع می‌شود. برخی از ریسک‌ها ممکن است به شدت با سایر ریسک‌ها مرتبط بوده و یک خوشه را تشکیل دهند یا تحت تأثیر ریسک‌های دیگر قرار بگیرند. ماهیت تعاملات

ریسک را می‌توان به چند دسته طبقه بندی کرد. تعداد گره‌ها و دامنه‌های خطر، اندازه و تنوع شبکه ریسک را توصیف می‌کند. چگالی نمودار را می‌توان با معادله زیر اندازه‌گیری کرد.

$$Den(G) = \frac{K}{N(N-1)} = \sum_{i,j \in G} \frac{RSM_{ij}}{N(N-1)}$$

رابطه خطر را با دو معیار زیر مشخص می‌شود:

$$Deg_i^A = \sum_{j \in G} RSM_{ij}$$

$$Deg_i^P = \sum_{j \in G} RSM_{ij}$$

اگر فاصله کوتاه‌ترین مسیر از  $R_j$  به  $R_i$  باشد مقدار بالای dij به قطر شبکه گفته می‌شود [۱۹]. می‌توان به عنوان حداکثر تعداد مراحل لازم برای پخش تأثیر یک ریسک انتخاب شده تصادفی به یک اگر حداقل یک مسیر از  $R_j$  به  $R_i$  وجود داشته باشد  $RRM_{ij} = 1$  (ماتریس دستیابی به خطر) وجود دارد. به منظور پیش‌بینی انتشار خطر احتمالی و نیازهای مربوط به حفاظت، شاخص دیگری در تئوری عمومی شبکه مرکزیت فاصله  $R_k$  و مرکزیت فاصله لبه از  $R_p$  تا  $R_q$  را می‌توان با معادلات زیر محاسبه کرد [۲۵].

$$B_k = \sum_{i,j \in G, i \neq j \neq k} RRM_{ik} \text{ AND } RRM_{jk},$$

$$B_{p \rightarrow q} = \sum_{i,j \in G, i \neq j \neq p \neq q} RRM_{pi} \text{ AND } RRM_{jq}.$$

شناخت این مراکز در شناسایی کانون‌های شبکه که نقش اصلی را برای انتشار ریسک بازی می‌کنند کمک می‌کند. مدیر پروژه باید در نظر داشته باشد که چگونه با کنترل خطرات و یا مسدود کردن تعامل آنها، از جلوگیری و انتشار آنها جلوگیری کند.

حداکثر مقدار برای دو خطر جدا شده  $R_{i0}$  و  $R_{j0}$  به دست می‌آید که در اولین خوشه  $C_1$  گروه‌بندی می‌شوند. سپس، ممکن است حداکثر مقدار برای مرحله دوم برای دو خطر جدا شده یا خوشه  $C_1$  و یک خطر جداگانه به دست آید: در حالت اول، این خوشه  $C_2$  دیگری را تشکیل می‌دهد و در حالت دوم،  $C_1$  با عنصر سوم به روز می‌شود. گام به گام، خوشه‌ها با تک (یا افزودن یک تک به یک خوشه موجود) یا با ادغام (دو خوشه موجود)، با تک مجزا تشکیل می‌شوند. در هر مرحله، مقدار تعریف شده قبلی (مقدار یک یا دو) به حداکثر می‌رسد. در صورت رسیدن به حداکثر اندازه یک خوشه، دومین مقدار حداکثر شناسایی شده و در صورت رعایت محدودیت‌های فرموله شده، عملیات خوشه‌بندی بر روی کنش متقابل مربوطه انجام می‌شود. این روش تا رسیدن به حل و فصل که تمام محدودیت‌ها را رعایت می‌کند تکرار می‌شود.

### پرسش‌های پژوهشی

ریسک‌های حسابداری بر اساس نظر خبرگان به چه صورت رتبه‌بندی می‌گردد؟

تعاملات بین ریسک‌های مبتنی بر شبکه چگونه ارائه می‌گردد؟

نتایج تحلیل توپولوژیکی مبتنی بر تئوری شبکه چگونه ارائه می‌گردد؟

### یافته‌ها

جدول (۱) ویژگی‌های جمعیتی افراد خبره از نظر جنسیت، سن، سطح تحصیلات بخش FANP پرداخته شده است. همان‌طوری که داده‌های مندرج در جدول (۱) نشان می‌دهد تعداد افراد خبره انتخاب شده به تعداد ۱۰ نفر بوده است. به‌منظور انجام اولویت‌بندی ریسک‌ها روش ANP فازی انجام شد. در مرحله اول ریسک‌ها براساس مقیاس ساعتی مقایسه زوجی گردیدند. جدول (۲) مقایسه زوجی ریسک‌ها را نشان می‌دهد. در این جدول قطر ماتریس را ۱ تشکیل می‌دهد که قطر بالای ماتریس توسط ۱۰ خبره تکمیل و میانگین جواب آن‌ها به صورت رند شد آورده شده است. در مرحله دوم زیرمعیارها فازی می‌شوند. جدول (۳) فازی‌سازی زیر معیارها را نشان می‌دهد.

جدول ۱: توزیع فراوانی پاسخ‌دهندگان بر حسب «ویژگی‌های جمعیت شناختی»

ویژگی	طبقات	فراوانی	درصد فراوانی
جنسیت	زن	۴	۴۰
	مرد	۶	۶۰
	کل	۱۰	۱۰۰
تحصیلات	فوق لیسانس	۲	۲۰
	دکتر	۸	۸۰
	کل	۱۰	۱۰۰
سن	بین ۴۵ تا ۵۵ سال	۵	۵۰
	بیشتر از ۵۵ سال	۵	۵۰
	کل	۱۰	۱۰۰

(ماخذ: نگارنده).

جدول ۲: مقایسه زوجی روش ریسک‌ها (ماخذ: نگارنده).

ریسک	قیمت سهام	نقدینگی	نرخ بهره	سیاسی	اعتباری	نقدشوندگی	تورم
قیمت سهام	1	0/2	0/1	0/3	0/1	9	5
نقدینگی	5	1	0/1	0/1	2	1	7
نرخ بهره	7	5	1	0/1	2	1	7
سیاسی	3	6	7	1	0/1	0/5	0/1
اعتباری	6	2	7	1	1	0/1	0/5
نقدشوندگی	0/1	5	0/5	2	7	1	0/1
تورم	0/2	0/5	1	1	2	2	1
منابع انسانی	0/1	6	0/1	0/2	6	6	6
صنعت	7	1	2	7	7	1	2
عملیاتی	1	2	0/1	1	2	6	2
تکنولوژی	9	6	5	7	7	8	6
مدیریت	0/1	6	0/1	7	8	8	9
رقابت	6	8	0/1	0/1	8	7	9
شهرت	0/2	6	5	7	8	3	9
تا‌مین مالی مجدد	3	6	3	7	0/1	7	4
نظام‌های مدیریتی	0/1	7	4	7	4	0/1	5
درآمد	6	0/2	8	5	6	0/1	4
قوانین و مقررات	8	6	0/1	7	0/2	8	4
سرمایه‌گذاری مجدد	0/1	6	5	5	3	7	4
فرآیندها	6	6	5	7	9	2	3
نرخ مبادله	7	5	4	5	3	3	4
مالیات	0/1	6	6	7	9	8	3
بودجه	4	0/1	4	3	4	9	5
جغرافیایی	2	3	3	9	0/1	9	7





تحلیل توپولوژیکی ریسکهای حسابداری مبتنی بر تئوری شبکه / معصومه محمدرضائی و همکاران

نقدشوندگی	نورم	منابع انسانی	صنعت	عملیاتی	تکنولوژی	مدیریت	رقابت	شهرت	تأمین مالی محدود	نظامهای مدیریتی	درآمد	قوانین و مقررات	سرمایه- گذاری	فرآیندها	بخش مبدا
(۹,۹,۹)	(۴,۵,۶)	(۵,۶,۷)	(۱,۱,۱)	(۱,۱,۱)	۰,۱۱۰,۰۱۱,۰	(۶,۷,۸)	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۴,۵,۶)	۰,۲۵۰,۰۳۳	(۵,۶,۷)	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۶,۷,۸)	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۶۶,۰۰۱
(۱,۱,۱)	(۶,۷,۸)	۰,۱۶۶,۰۰۱	(۶,۷,۸)	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۵,۶,۷)	(۸,۹,۰)	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۸,۹,۰)	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۴۲,۰۰۱
(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۶,۷,۸)	۰,۱۶۶,۰۰۱	(۶,۷,۸)	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۵,۶,۷)	(۸,۹,۰)	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۸,۹,۰)	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۲۵۰,۰۳۳
۰,۳۳۰,۰۵۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۱,۱,۱)	۰,۳۳۰,۰۵۱	۰,۳۳۰,۰۵۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۵,۶,۷)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۴,۵,۶)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۱۰,۰۱۱
۰,۱۶۶,۰۰۱	(۴,۵,۶)	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۱,۱,۱)	۰,۳۳۰,۰۵۱	۰,۱۶۶,۰۰۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۵,۶,۷)	(۵,۶,۷)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۴,۵,۶)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۱,۱,۱)	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۳۳۰,۰۵۱	۰,۳۳۰,۰۵۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۵,۶,۷)	(۵,۶,۷)	(۱,۱,۱)	(۴,۵,۶)	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۲۵۰,۰۳۳	(۵,۶,۷)	۰,۳۳۰,۰۵۱	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۲۵۰,۰۳۳	(۴,۵,۶)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۱,۲,۳)	(۱,۲,۳)	(۶,۷,۸)	(۱,۱,۱)	(۴,۵,۶)	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۲۵۰,۰۳۳	(۵,۶,۷)	۰,۳۳۰,۰۵۱	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۲۵۰,۰۳۳	(۴,۵,۶)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۵,۶,۷)	(۱,۲,۳)	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۴,۵,۶)	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۸,۹,۰)	(۵,۶,۷)	(۷,۸,۹)	(۴,۵,۶)	(۹,۹,۹)	(۱,۱,۱)	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	(۸,۹,۰)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۷,۸,۹)	(۹,۹,۹)	(۷,۸,۹)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۸,۹,۰)	(۱,۱,۱)	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۷,۸,۹)	۰,۱۶۶,۰۰۱	۰,۲۵۰,۰۳۳	(۶,۷,۸)	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۲,۳,۴)	(۹,۹,۹)	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۵,۶,۷)	(۱,۱,۱)	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۶,۷,۸)	(۳,۴,۵)	(۷,۸,۹)	(۱,۲,۳)	(۲,۳,۴)	(۳,۴,۵)	(۱,۲,۳)	(۱,۲,۳)	(۹,۹,۹)	(۱,۱,۱)	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۵,۶,۷)	(۲,۳,۴)
۰,۱۴۲,۰۰۱	(۴,۵,۶)	(۷,۸,۹)	(۲,۳,۴)	(۲,۳,۴)	(۲,۳,۴)	(۱,۲,۳)	(۱,۱,۱)	(۴,۵,۶)	(۹,۹,۹)	(۱,۱,۱)	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۵,۶,۷)	(۲,۳,۴)
۰,۱۶۶,۰۰۱	(۳,۴,۵)	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	(۲,۳,۴)	(۲,۳,۴)	(۱,۲,۳)	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	(۹,۹,۹)	(۱,۱,۱)	۰,۱۶۶,۰۰۲	۰,۱۴۲,۰۰۱	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۵,۶,۷)	(۲,۳,۴)
(۷,۸,۹)	(۳,۴,۵)	(۷,۸,۹)	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۲,۳,۴)	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	(۹,۹,۹)	(۱,۱,۱)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۶,۷,۸)	(۳,۴,۵)	(۵,۶,۷)	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۲,۳,۴)	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	(۴,۵,۶)	(۹,۹,۹)	(۱,۱,۱)	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳	۰,۲۵۰,۰۳۳
(۱,۲,۳)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۲,۳,۴)	(۶,۷,۸)	(۶,۷,۸)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۶,۷,۸)	(۳,۴,۵)	(۱,۱,۱)	۰,۱۴۲,۰۰۱
(۲,۳,۴)	(۳,۴,۵)	(۱,۲,۳)	(۴,۵,۶)	(۶,۷,۸)	(۹,۹,۹)	(۶,۷,۸)	(۶,۷,۸)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۶,۷,۸)	(۴,۵,۶)	(۵,۶,۷)	(۱,۱,۱)
(۷,۸,۹)	(۲,۳,۴)	(۷,۸,۹)	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	۰,۱۶۶,۰۰۲	(۸,۹,۰)	(۸,۹,۰)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۲,۳,۴)	۰,۲۵۰,۰۳۳	(۷,۸,۹)	(۵,۶,۷)	(۳,۴,۵)	(۷,۸,۹)
(۹,۹,۹)	(۴,۵,۶)	(۶,۷,۸)	(۹,۹,۹)	(۷,۸,۹)	(۵,۶,۷)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۳,۴,۵)	(۴,۵,۶)	(۶,۷,۸)	(۳,۴,۵)	(۲,۳,۴)	(۱,۲,۳)
(۹,۹,۹)	(۶,۷,۸)	۰,۱۱۰,۰۱۱	۰,۱۴۲,۰۰۱	(۹,۹,۹)	(۶,۷,۸)	(۴,۵,۶)	(۷,۸,۹)	(۴,۵,۶)	(۳,۴,۵)	(۷,۸,۹)	۰,۱۱۰,۰۱۱	(۷,۸,۹)	(۲,۳,۴)	(۴,۵,۶)	(۷,۸,۹)



۵	۱	۰۹۵۴.۰	۰۹۹۸.۰	۱۳۹۳.۰	۰۹۷۵.۰	۰۶۲۵.۰	۳۹۰۷.۳	۸۴۹۸.۲	۱۹۹۶.۲	تورم
۴	۵	۰۶۲۳.۰	۰۶۵۲.۰	۰۸۶۲.۰	۰۶۰۵.۰	۰۴۸۷.۰	۰۹۸۲.۲	۷۶۹۲.۱	۷۱۴۹.۱	منابع انسانی
۳	۸	۰۴۷۱.۰	۰۴۹۲.۰	۰۷۲۲.۰	۰۴۷۸.۰	۰۲۷۷.۰	۷۵۷.۱	۳۹۶۳.۱	۹۷۵۸.۰	صنعت
۳	۷	۰۴۸۹.۰	۰۵۱۲.۰	۰۷۲۹.۰	۰۴۹۸.۰	۰۳۰۸.۰	۷۷۳۲.۱	۴۵۴۵.۱	۰۸۵۷.۱	عملیاتی
۲	۱۴	۰۳۱۳.۰	۰۳۲۷.۰	۰۴۴۹.۰	۰۳۱۶.۰	۰۲۱۷.۰	۰۹۱۸.۱	۹۲۴۳.۰	۷۶۳۲.۰	تکنولوژی
۲	۱۱	۰۳۳۳.۰	۰۳۴۸.۰	۰۴۵۴.۰	۰۳۲۲.۰	۰۲۶۸.۰	۱۰۵۹.۱	۹۴۲۲.۰	۹۴۳۱.۰	مدیریت
۲	۱۶	۰۲۹۴.۰	۰۳۰۷.۰	۰۴۱۸.۰	۰۲۹۷.۰	۰۲۰۶.۰	۰۱۸۵.۱	۸۶۶۷.۰	۷۲۵۹.۰	رقابت
۲	۱۵	۰۳۰۸.۰	۰۳۲۲.۰	۰۴۶۴.۰	۰۳۰۹.۰	۰۱۹۴.۰	۱۲۸۶.۱	۹۰۱۷.۰	۶۸۲۸.۰	شهرت
۲	۱۲	۰۳۳۳.۰	۰۳۴۸.۰	۰۵۰۹.۰	۰۳۲۷.۰	۰۲۰۷.۰	۲۳۹۶.۱	۹۵۵۳.۰	۷۲۹۲.۰	تامین مالی مجدد
۱	۱۷	۰۲۳۹.۰	۰۲۵.۰	۰۳۵.۰	۰۲۳۹.۰	۰۱۶۳.۰	۸۵۱۱.۰	۶۹۷۲.۰	۵۷۲۵.۰	نظام‌های مدیریتی
۱	۲۱	۰۱۹۱.۰	۰۲.۰	۰۲۶۶.۰	۰۱۸۳.۰	۰۱۵.۰	۶۴۸۵.۰	۵۳۴۹.۰	۵۲۷۹.۰	درآمد
۲	۱۳	۰۳۲۶.۰	۰۳۴۱.۰	۰۴۷۸.۰	۰۳۲۴.۰	۰۲۲۲.۰	۱۶۳۳.۱	۹۴۵۳.۰	۷۸۱۶.۰	قوانین و مقررات
۲	۱۹	۰۱۹۶.۰	۰۲۰۵.۰	۰۲۹۲.۰	۰۱۹۳.۰	۰۱۳.۰	۷۰۸۱.۰	۵۶۳۵.۰	۴۵۸۱.۰	سرمایه گذاری مجدد
۱	۲۲	۰۱۷۴.۰	۰۱۸۱.۰	۰۲۵۶.۰	۰۱۷۱.۰	۰۱۱۷.۰	۶۲۳۷.۰	۵۰۰۶.۰	۴۱۱۴.۰	فرآیندها
۱	۱۸	۰۲۲.۰	۰۲۳.۰	۰۳۲۳.۰	۰۲۱۹.۰	۰۱۴۹.۰	۷۸۶۲.۰	۶۴۰۷.۰	۵۲۴۸.۰	نرخ مبادله
۱	۲۰	۰۱۹۳.۰	۰۲۰۲.۰	۰۲۸۸.۰	۰۱۹۲.۰	۰۱۲۶.۰	۷۰۰۹.۰	۵۵۹۷.۰	۴۴۴۷.۰	مالیات
۱	۲۳	۰۱۵۲.۰	۰۱۵۹.۰	۰۲۲۶.۰	۰۱۵.۰	۰۱.۰	۵۵۰۲.۰	۴۳۹.۰	۳۵۲۷.۰	بودجه
۰	۲۴	۰۱۴۳.۰	۰۱۵.۰	۰۲۰۳.۰	۰۱۴۵.۰	۰۱۰۲.۰	۴۹۴۳.۰	۴۲۳۳.۰	۳۵۸۶.۰	جغرافیایی
		۰۰۰۰.۱	۰۴۵۹.۱				۲۰۴۵.۳۵	۲۲۱۲.۲۹	۳۳۸۸.۲۴	مجموع

بر اساس نتایج بدست آمده در جدول (۴) ریسک تورم بالاترین ریسک و ریسک جغرافیایی کمترین ریسک می‌باشد. به منظور دسته‌بندی، ریسک‌ها به ۵ دسته خوشه‌بندی شده است (جدول (۵)).

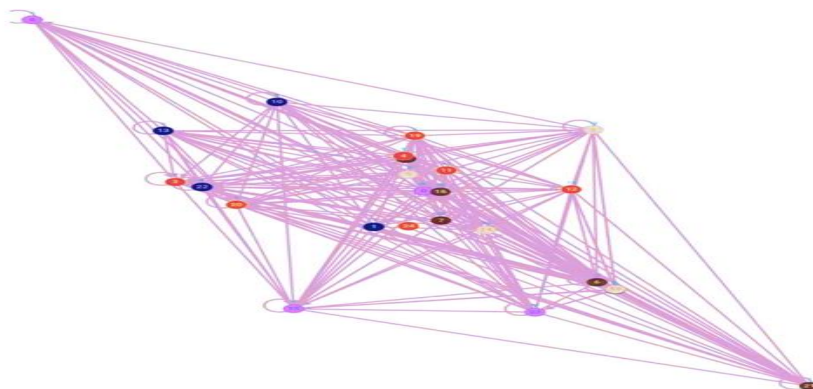
$$Q_1 = 0.02, Q_2 = 0.03, Q_3 = 0.05, Q_4 = 0.07, Q_5 = 0.09$$

داده‌های جمع‌آوری شده جهت پیاده سازی شبکه عصبی مصنوعی به سه گروه داده‌های آموزش، داده‌های آزمون و داده‌های اعتبارسنجی تقسیم شدند. در هر حالت هم حجم مجموعه داده‌های آموزش، آزمون و اعتبارسنجی به ترتیب برابر ۵۰، ۲۵ و ۲۵ درصد از داده‌های جمع‌آوری شده بودند. در این پژوهش از توابع  $\{ \text{logsig}, \text{tansig} \}$  و  $\text{purelin}$  به ترتیب برای لایه های اول دوم و سوم استفاده شده است. در تحقیق حاضر از الگوریتم‌های آموزشی

LM (Levenberg-Marquardt), GD (Gradient Descent), GDX (Gradient Descent w/momentum & adaptive) و Gradient Descent w/momentum & adaptive) استفاده شده است. بر اساس ارزیابی‌های صورت گرفته مدل نهایی به صورت شکل (۱) است.

جدول ۵: خوشه بندی (ماخذ: نگارنده).

انواع ریسک‌ها	محدوده
ریسک قابل اغماض	$Q_1 - Q_2$
ریسک مهم	$Q_2 - Q_3$
ریسک کلیدی	$Q_3 - Q_4$
ریسک بحرانی	$Q_4 - Q_5$



شکل ۱: تعاملات بین ۲۴ ریسک حسابداری محیط اقتصادی و سرمایه‌گذاری (ماخذ: نگارنده).

جدول ۶: بررسی عملکرد شبکه‌های مورد استفاده (ماخذ: نگارنده).

مدل	الگوریتم	توپولوژی	$R^2$ اعتبار سنجی	MSE اعتبار سنجی
۱	LM	۳-۱۰-۱	۰.۹۶	۰.۰۰۱۵
	GD	۳-۱۰-۱	۰.۹۶	۰.۰۰۷۰
	GDX	۳-۱۰-۱	۰.۹۶	۰.۰۰۲۱
۲	LM	۳-۱۵-۱	۰.۹۷	۰.۰۰۳۲
	GD	۳-۱۵-۱	۰.۹۴	۰.۰۰۱۲
	GDX	۳-۱۵-۱	۰.۹۱	۰.۰۰۶۳
۳	LM	۳-۲۰-۱	۰.۹۸	۰.۰۰۶۴
	GD	۳-۲۰-۱	۰.۸۹	۰.۰۰۹۸
	GDX	۳-۲۰-۱	۰.۹۱	۰.۰۰۹۹
۴	LM	۳-۲۵-۱	۰.۹۷	۰.۰۰۱۸

مدل	الگوریتم	توپولوژی	$R^2$ اعتبار سنجی	MSE اعتبار سنجی
	GD	۳-۲۵-۱	۰.۹۴	۰.۰۰۱۸
	GDX	۳-۲۵-۱	۰.۸۶	۰.۰۰۹۰

با توپولوژی‌های مختلف با توجه به این که وزن‌های اولیه به صورت تصادفی تعیین می‌شوند برای هر الگوریتم ۳۰ بار برنامه را اجرا کردیم و مقادیر شاخص‌های متوسط خطا و ضریب تعیین را توسط روش میانگین‌گیری ساده در جدول (۶) ارائه گردیده است. در نهایت شبکه عصبی سه لایه با تعداد ۳۰ نورون در لایه مخفی و الگوریتم آموزشی لونیبرگ مارکواردت انتخاب شد. بر اساس روابط فوق تعاملات RSM بین ریسک‌های تحقیق به صورت جدول (۷) گزارش می‌گردد.

جدول ۷: تعاملات RSM بین ریسک‌های تحقیق (ماخذ: نگارنده).

نام ریسک	کد	۱R	۲R	۳R	۴R	۵R	۶R	۷R	۸R	۹R	۱۰R	۱۱R	۱۲R	۱۳R	۱۴R	۱۵R	۱۶R	۱۷R	۱۸R	۱۹R	۲۰R	۲۱R	۲۲R	۲۳R	۲۴R
تورم	۱R	۱																							
اعتباری	۲R		۱																						
سرمایه‌گذاری مجدد	۳R			۱																					
فرآیندها	۴R				۱																				
نظام‌های مدیریتی	۵R					۱																			
سیاسی	۶R						۱																		
منابع انسانی	۷R							۱																	
نقدشوندگی	۸R								۱																
تامین مالی مجدد	۹R									۱															
شهرت	۱۰R										۱														
قیمت سهام	۱۱R											۱													
نقدینگی	۱۲R												۱												
تکنولوژی	۱۳R													۱											
بودجه	۱۴R														۱										
عملیاتی	۱۵R															۱									
قوانین و مقررات	۱۶R																۱								
صنعت	۱۷R																	۱							
رقابت	۱۸R																		۱						
درآمد	۱۹R																			۱					
مالیات	۲۰R																				۱				
نرخ بهره	۲۱R																					۱			
مدیریت	۲۲R																						۱		
جغرافیایی	۲۳R																							۱	
نرخ مبادله	۲۴R																								۱

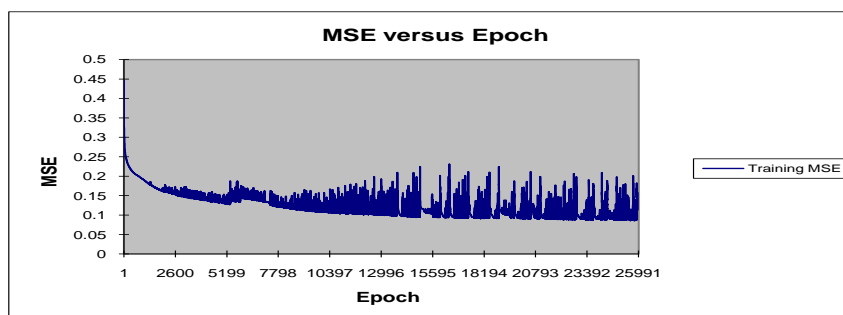
در جدول (۷) حالت‌های اثرگذاری ریسک‌های مختلف بر یکدیگر گزارش شده است. هرکدام از اعداد ماتریس که با مقدار ۱ گزارش شده است بیانگر اثر آن ریسک بر ریسک مقابل آن است. نکته قابل توجه در این بخش آن است که اثرگذاری این ریسک‌ها بر یکدیگر به صورت متقارن نیست بدین معنا که لزوماً با اثر دو طرفه نمی‌باشد. با توجه به این که در این ماتریس تعداد تعاملات در حجم بسیار بالا گزارش شده است و ممکن است شفافیت لازم را نداشته باشد، تعاملات بین ۱۰ ریسک برتر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول ۸: ارزیابی خطاهای الگوریتم LM، DG و GD (ماخذ: نگارنده).

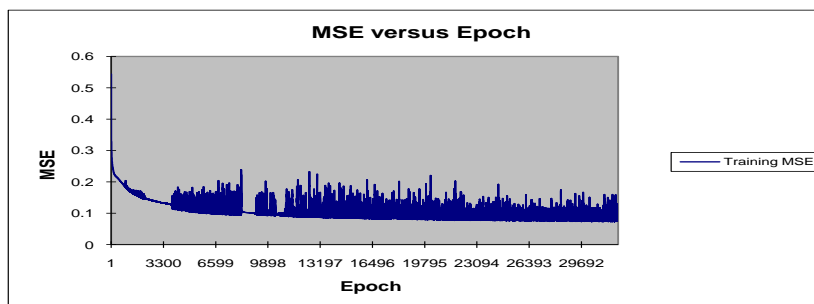
عملکرد	الگوریتم LM			الگوریتم DG			الگوریتم GD		
	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳	خروجی ۱	خروجی ۲	خروجی ۳
MSE	۰.۰۶	۰.۰۶۲	۰.۰۳۸	۰.۰۵۱	۰.۰۵۴	۰.۰۳۳	۰.۰۷	۰.۰۶۲	۰.۰۴۶
NMSE	۰.۲۳۹	۰.۲۷۹	۰.۲۷۳	۰.۲۰۴	۰.۲۴۴	۰.۲۳۵	۰.۲۴۳	۰.۲۱۳	۰.۱۹۶
MAE	۰.۱۴۱	۰.۱۵۴	۰.۱۰۵	۰.۱۲۱	۰.۱۳۳	۰.۰۹۵	۰.۱۱۵	۰.۱۰۲	۰.۰۹۶
Min Abs Error	۰.۰۰۱	۰.۰۰۲	۰	۰.۰۰۱	۰.۰۰۱۲	۰	۰.۰۰۵	۰.۰۰۴	۰.۰۰۳
Max Abs Error	۰.۹۱۱	۰.۷۵۶	۰.۶۴۸	۰.۸۸۲	۰.۶۶۷	۰.۷۵۴	۰.۹۹۷	۰.۹۳۶	۰.۹۱۶
R	۰.۸۷۳	۰.۸۵۲	۰.۶۵۳	۰.۸۹۲	۰.۸۷	۰.۸۷۶	۰.۸۲۷	۰.۸۴۲	۰.۸۲۷
Percent correct	۹۴.۰۱۷	۹۲.۳۰۸	۷۴.۳۵۹	۹۴.۸۷۲	۹۳.۵۹	۷۴.۳۵۹	۹۲.۵۵۷	۹۲.۰۰۶	۶۹.۵۶۳

جدول ۹: ارزیابی نهایی خطاهای الگوریتم LM، DG و GD (ماخذ: نگارنده).

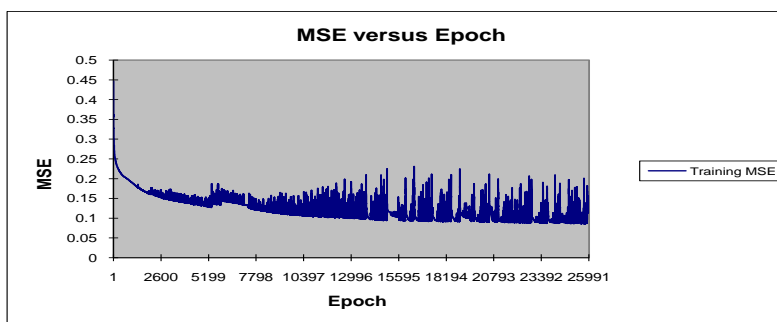
الگوریتم	اعتبار سنجی $R^2$	MSE اعتبار سنجی	MSE مینیمم آموزش	MSE پایانی آموزش
LM	۰.۹۶	۰.۰۰۱۵	۰.۸۵۹.۰	۱۳۱۲.۰
GD	۰.۹۶	۰.۰۰۷۰	۰.۷۳۰.۰	۰.۷۵۸.۰
GDx	۰.۹۶	۰.۰۰۲۱	۰.۸۲۶.۰	۱۶۵۳.۰



شکل ۲: تغییرات خطاهای الگوریتم LM (ماخذ: نگارنده).

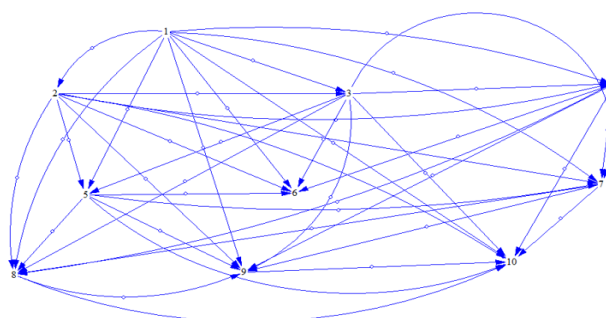


شکل ۳: تغییرات خطاهای الگوریتم GD (ماخذ: نگارنده).



شکل ۴: تغییرات خطاهای الگوریتم GDx (ماخذ: نگارنده).

جداول (۸ و ۹) و شکل‌های (۲، ۳ و ۴) تغییرات خطا برای الگوریتم‌های مختلف را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود شبکه در مدل GD توانسته با میزان خطای (MSE)، ۰.۰۷۵، کمترین سطح خطا را نسبت به دو الگوریتم دیگر نشان می‌دهد که نسبت به دو الگوریتم دیگر در وضعیت بهتری قرار گرفته است که بر اساس این الگوریتم روابط بین ۱۰ ریسک که در اولویت قرار دارند که در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل ۵: تعاملات بین ۱۰ ریسک برتر حسابداری محیط اقتصادی و سرمایه‌گذاری با الگوریتم DG (ماخذ: نگارنده).

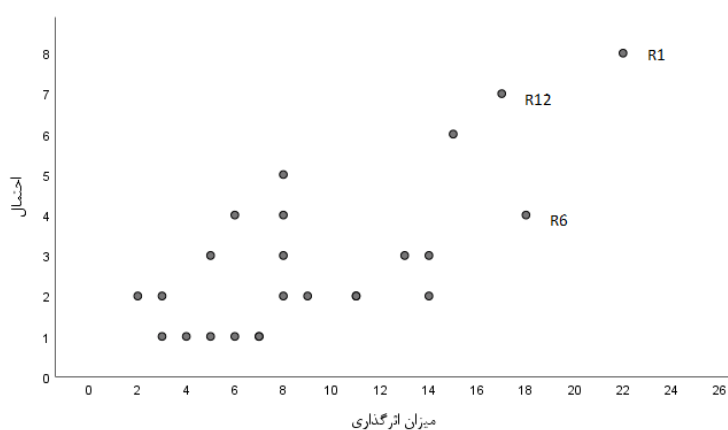
جهت شناسایی مقادیر شدت نفوذ هر یک از ریسک‌های شناسایی شده با استفاده از الگوریتم GD مقیاس احتمال و تاثیر آن با ارائه پرسشنامه به ۱۴۰ نفر از متخصصین حوزه حسابداری و مالی در شرکت‌های بورسی ارزیابی گردیده که به صورت جدول (۱۰) گزارش می‌گردد:

جدول ۱۰: ارزیابی نهایی شدت نفوذ ریسک‌های حسابداری با الگوریتم GD (ماخذ: نگارنده).

شدت نفوذ )P.I(	اثرگذاری )I(	احتمال )P(	کد	نام ریسک
۱۷۶	۲۲	۸	R1	ریسک تورم
۴۰	۸	۵	R2	ریسک اعتباری
۶	۳	۲	R3	ریسک سرمایه‌گذاری مجدد
۴	۲	۲	R4	ریسک فرآیندها
۷	۷	۱	R5	ریسک نظام‌های مدیریتی
۷۲	۱۸	۴	R6	ریسک سیاسی
۵۲	۱۴	۳	R7	ریسک منابع انسانی
۸۰	۱۵	۶	R8	ریسک نقدشوندگی
۲۲	۱۱	۲	R9	ریسک تامین مالی مجدد
۱۶	۸	۲	R10	ریسک شهرت
۲۴	۶	۴	R11	ریسک قیمت سهام
۱۱۹	۱۷	۷	R12	ریسک نقدینگی
۱۸	۹	۲	R13	ریسک تکنولوژی
۴	۴	۱	R14	ریسک بودجه
۳۹	۱۳	۳	R15	ریسک عملیاتی
۲۲	۱۱	۲	R16	ریسک قوانین و مقررات
۳۲	۸	۴	R17	ریسک صنعت
۱۵	۵	۳	R18	ریسک رقابت
۵	۵	۱	R19	ریسک درآمد
۶	۶	۱	R20	ریسک مالیات
۲۸	۱۴	۲	R21	ریسک نرخ بهره
۲۴	۸	۳	R22	ریسک مدیریت
۳	۳	۱	R23	ریسک جغرافیایی
۷	۷	۱	R24	ریسک نرخ مبادله



شدت نفوذ هر ریسک‌های فوق از حاصل ضرب احتمال و اثرگذاری اندازه‌گیری می‌گردد. در جدول فوق گزارش کاملی مقادیر شدت نفوذ هر کدام از ریسک‌های حسابداری ارائه شده است که این مقدار برای ریسک‌های تورم، نقدینگی و نقدشوندگی بیشتر است.



شکل ۶: نمایش نتایج تحلیل ریسک

در شکل (۶) نتایج تجزیه و تحلیل ریسک پروژه کلاسیک در نمودار احتمال ریسک در مقابل تاثیر نشان داده شده است، که در آن هر ریسک شناسایی شده با یک نقطه نشان داده شده است. به عنوان مثال، ریسک‌ها را می‌توان به چندین سطح ریسک‌های بحرانی، کلیدی، مهم، متوسط و پایین دسته‌بندی و قابل اغماض دسته‌بندی شده است. محورهای بردار ویژه (هر دو بر اساس RSM و RNM) هر ریسک نیز در جدول (۱۱) آورده شده است.

جدول ۱۱. نتایج رتبه بندی ریسک بر اساس مرکزیت بردار ویژه

مقادیر	مرکزیت بردار ویژه بر	مقادیر	مرکزیت بردار ویژه	رتبه بندی
Risk ID	اساس RNM	Risk ID	بر اساس RSM	
۰.۱۷۴۶	R۱	۰.۱۷۰۲	R۱	۱
۰.۱۴۲۹	R۶	۰.۱۴۸۹	R۱۲	۲
۰.۱۳۴۹	R۱۲	۰.۱۲۷۷	R۸	۳
۰.۱۱۹۰	R۸	۰.۱۰۶۴	R۲	۴
۰.۱۱۱۱	R۷	۰.۰۸۵۱	R۶	۵
۰.۱۰۳۲	R۲۱	۰.۰۸۵۱	R۱۱	۶
۰.۰۶۳۵	R۱۵	۰.۰۸۵۱	R۱۷	۷
۰.۰۶۳۵	R۹	۰.۰۶۳۸	R۷	۸

رتبه بندی	مرکزیت بردار ویژه بر اساس RSM	مقادیر Risk ID	مرکزیت بردار ویژه بر اساس RNM	مقادیر Risk ID
۹	R۱۵	۰۰۶۳۸	R۱۶	۰۰۴۷۶
۱۰	R۱۸	۰۰۶۳۸	R۱۳	۰۰۳۹۷

ده ریسک برتر با بالاترین مرکزیت بردار ویژه در جدول (۱۱) فهرست شده است. در مقایسه با محورهای بردار ویژه بر اساس RSM، برخی از خطرات جدید بر اساس تجزیه و تحلیل ساختار ویژه مبتنی بر RNM، مانند R۱ (یافته‌های ریسک نقدینگی)، R۱۲ (ریسک نقدینگی) و R۲ (ریسک اعتباری) در فهرست ده تا ریسک اول ظاهر شده‌اند.

#### ۴- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش تحلیل مبتنی بر تئوری شبکه در مورد ریسک‌های بهم پیوسته حسابداری و گزارش‌گری مالی ارائه شده است. شاخص‌های تئوری شبکه به‌طور خاص برای تجزیه و تحلیل ریسک پروژه، در تلاش برای تکمیل رویکرد کلاسیک با توجه به مدل سازی پیچیدگی ریسک‌های وابسته به یکدیگر، طراحی شده‌اند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که تجزیه و تحلیل توپولوژیکی توسط تئوری شبکه، در شناسایی ریسک‌های مهم و تعاملات ریسک مهم با توجه به نقش آنها در رفتار شبکه، ارزشی به تحلیل ریسک پروژه کلاسیک می‌افزاید. ریسک به‌صورت جداگانه ممکن است غیر بحرانی باشد، اما از طریق تعاملات می‌تواند منبع خطرات دیگری باشد. بر اساس نتایج تجزیه و تحلیل، ترکیبی از اقدامات کاهش ریسک امکان پذیر در شبکه ریسک انجام می‌شود و نتایج اثربخشی استفاده از تئوری شبکه برای تجزیه و تحلیل ریسک پروژه را نشان می‌دهد. گروه‌بندی مجدد خطرات در خوشه که به حداکثر رساندن مقادیر فعل و انفعالات ریسک در درون آنها به‌نظر می‌رسد یک روش امیدوار کننده برای کنترل خطرات پروژه است. بنابراین هر فرد مسئول یک خوشه می‌تواند خطراتی را مدیریت کند که از نظر علل یا عواقب احتمالی با یکدیگر ارتباط نزدیک دارند. بدون شک با این روش هماهنگی پروژه تسهیل می‌شود، زیرا مشکلات رابط کاربری به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. بنابراین این رویکرد جدید یک روش مکمل برای تکنیک‌های سنتی مدیریت ریسک پروژه است. شناسایی خوشه‌ها امکان کنترل خطرات را به صورت فردی یا جمعی فراهم می‌کند.

نتایج تحقیق حاضر حاکی از اهمیت بالای ریسک‌های نقدینگی، اعتباری، بودجه، تورم، نقدشوندگی، نرخ بهره، منابع انسانی و سیاسی است. ریسک‌های نقدینگی، نقدشوندگی و تورم به‌عنوان ریسک‌های بحرانی خوشه-بندی شدند. اعتباری، منابع انسانی و سیاسی به‌عنوان ریسک کلیدی، نرخ بهره، قیمت سهام، عملیاتی، منابع انسانی به‌عنوان ریسک‌های مهم دسته‌بندی شدند و ریسک‌هایی در دسته قابل اغماض دسته‌بندی شدند که به این معنی که اهمیت ندارد بلکه نسبت به ریسک‌های دیگر از درجه و رتبه پایین‌تری برخوردار می‌باشد. براساس نمودار تاثیر در مقابل احتمال ریسک تورم دارای بیشترین تاثیر با بالاترین احتمال می‌باشد. بنابراین با توجه به آن چه بیان شد ریسک تورم به عنوان ریسک بحرانی با استفاده از تجزیه و تحلیل توپولوژیکی و تئوری شبکه برجسته می‌شود. با استفاده از این روش ریسک‌های مهم با استفاده از ارزش مرکزیت بالا مشخص شده و حل این موارد

باعث کاهش مشکلات می‌شود. در این پژوهش، اعضای پروژه را به خوشه‌ها دسته‌بندی کرده تا مدیریت ریسک‌های مربوط به یک خوشه، به شکل مناسب‌تری مدیریت شود. برای تحقیقات آتی شناسایی ارائه راهکارهایی جهت تعدیل ریسک‌های شناسایی شده با استفاده از سیستم شبکه عصبی و ارزیابی احتمال ذاتی و تأثیر ریسک بر میزان کارایی در درجات مختلف ریسک در پرتفوی‌های سرمایه‌گذاری پیشنهاد می‌گردد.

### فهرست منابع

- \* ابرازی، م.، صامتی، م.، و دلبری، م. (۱۳۸۲). کاربرد مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی AHP در تعیین معیارهای موثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه برنامه ریزی و بودجه ۷ (۵)، ۲۷-۳.
- \* آریانزاد، نادریان، ددخانی، خوزین. (۲۰۲۲). مدل توسعه قبل از بین ریسک سازگار در شرکت بورسی: رویکرد داده سلام حسابداری. دانش سرمایه گذاری، ۱۱ (۴۴)، ۵۷۶-۵۵۳.
- \* بولو، قاسم؛ عربی، مهران؛ (۱۳۹۸). شناسایی عوامل موثر بر ریسک حسابداری جامع. فصلنامه حسابداری دولتی، ۲۵-۴۶، (۵).
- \* پندار، ام.، و وسی، آر. (۲۰۲۰). ارزیابی انواع ریسک در سیستم بانکداری بدون ربا (روش ترکیبی دیمتل و مدل‌سازی ساختاری تفسیری). اقتصاد مالی ۱۴ (۵۱)، ۲۹-۵۴.
- \* حیدری، د.، نظریه قیاس حیدری داود ارسطو از دیدگاه لوکاسیر ویچ .
- \* جلیوند، ا.، رستمی، ن.، عسکری، رحمانیانی (۱۳۹۸) اجرای مدیریت ریسک سازمانی؛ شناسایی، تحلیل و ارزیابی تحقیق: موسسه مالی فعال در بازار سرمایه ایران. مدیریت دارایی و تامین مالی، ۷ (۲)، ۲۴-۱.
- \* خلجانی، غ.، روشندل، ج. (۲۰۲۱). ارزیابی ریسک بر اساس امتیاز اولویت ریسک کارایی جامع با استفاده از تحلیل پوشش داده‌ها. مدیریت صنعتی ۱۳ (۱)، ۱۵۴-۱۳۱.
- \* خوش سیما، شاهیکی تاش و محمد نبی. (۲۰۱۳). تأثیر ریسک های اعتباری، عملیاتی و نقدینگی بر کارایی نظام بانکی ایران. فصلنامه برنامه ریزی و بودجه ۱۷ (۴)، ۹۵-۶۹.
- \* زنگنه، رستگار، چاوشی، فلاح شمس و میرفیز. (۲۰۲۰). ارزیابی ریسک سیستمی سیستم بانک از طریق مدل‌سازی توپولوژی بازار شبکه در میان دانش بانکداری - سرمایه گذاری ۹ (۳۵)، ۴۸-۲۱.
- \* سنگبر، م.، صافی، م.، آذر، ع.، عادل، و رابعه. (۲۰۲۱). ارائه یک چارچوب کمی برای نقشه‌برداری شناختی فازی لایه‌ای، با استفاده از رویکرد ترکیبی "نقشه خود سازماندهی" و "نظریه گراف و رویکرد ماتریس" مدیریت صنعتی ۱۳ (۱)، ۱۰۴-۸۰.
- \* شاهوردی، فلاح، میرفیض، کردلویی، حمیدرضا کردلویی، و بدیعی. (۲۰۲۲). شناسایی موانع و ارائه مدلی برای اجرای سیستم حسابرسی مبتنی بر ریسک در ایران. آشنایی با حسابداری و حسابرسی مدیریت. ۱۱ (۴۳)، ۱۲۷-۱۴۳.

- \* صحت، احمدی قوچان عتیق، نیکومرام، ح و خلیلی عراقی. (۱۳۹۱) تأثیر کارایی و ریسک مالی (ریسک اعتباری، ریسک عملیاتی، ریسک نقدینگی و ثروت مالی) بر عملکرد شرکت های بیمه پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران: مطالعه موردی در ایران.
- \* صداقتی صمد، فرهادی روح الله وفلاح شمس لیالستانی میرفیض. مدیریت سبد بر اساس توپولوژی شبکه بازار سهام ایران.
- \* عموزاد مهدیرجی و پایون. (۲۰۲۱). شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های بورس کالای ایران: رویکرد تصمیم‌گیری چند شاخصه مبتنی بر فازی ترکیبی. پژوهش مدیریت نوین خاتم ۲(۱)، ۱۱۹-۱۰۰.
- \* قاسملی، ر.، حبیبی، ه.، قاسملو، م.، کریمی، م. (۱۳۹۸). اثربخشی سیستم های حسابداری مدیریت: شواهدی از سازمان های مالی در ایران. مجله حسابداری در اقتصادهای نوظهور.
- \* محقق نیا، ضیاچی، سرگلزایی و خشایبی. (۲۰۲۲). ارزیابی تاثیر نوسانات ارزی بر عملکرد شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و اندازه گیری فواصل زمانی آن. اقتصاد مالی، ۱۶ (۵۹)، ۱۵۴-۱۲۷.
- \* منشیری و صادقی. (۲۰۲۱). ایجاد شبکه مالی غیرخطی بر اساس ویژگی های تصویری آن بر اساس نظریه گراف (مطالعات در بورس اوراق بهادار تهران) ۱. مدیریت دارایی و تامین مالی، ۹ (۱)، ۲۲-۱.
- \* نجفی حیدر، اقدسی محمد و تیمورپور بابک. ایجاد نقشه دانش برای تحقیقات مدیریت دانش با استفاده از روش تحلیل شبکه.
- \* Albert, R., & Barabási, AL (2002). Statistical mechanics of complex networks. *Reviews of modern physics* , 74 (1), 47.
- \* Ando, T., Greenwood-Nimmo, M., & Shin, Y. (2022). Quantile Connectedness: Modeling Tail Behavior in the Topology of Financial Networks. *Management Science* , 68 (4), 2401-2431.
- \* Billio , M., Getmansky , M., Lo, AW, & Pelizzon , L. (2019). Econometric measures of connectedness and systemic risk in the finance and brokerage sectors. *Journal of Financial Economics*, 104, 535-559.
- \* Cameron, AC, Gelbach , JB, & Miller, DL (2020). Robust brokerage Risk inference with multiway clustering. *Journal of Business & Economic Statistics*, 29, 238-249.
- \* Chuang, H., & Ho, Hwai -Chung. (2018). Measuring the default risk of brokerage debt from the perspective of the network. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 392, 2235-2239.
- \* Gomez-Rodriguez, M., Leskovec , J., & Krause, A. (2018). Inferring networks of risk management and influence. *ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data*, 5(21), 1-37.
- \* Guimera , R., & Nunes Amaral, LA (2005). Functional cartography of complex metabolic networks. *nature* , 433 (7028), 895-900.
- \* Hong, H., Kubik , JD, & Stein, JC (2018). Thy neighbor's portfolio: Word-of-mouth effects in the holdings and trades of risk managers. *Journal of Finance*, 60, 2801-2824.
- \* Namaki, A., Raei, R., Asadi, N. & Hajihassani, A. (2019). Analysis of Iran banking sector by multi-layer approach. *Iranian Journal of Finance*, 3(1), 73-89.
- \* Raei, R., Namaki, A. & Vahabi, H. (2019). Analysis of collective behavior of Iran banking sector by random matrix theory. *Iranian Journal of Finance*, 3(4), 60-75.
- \* Tumminello , M., Lillo, F., Piilo , J., & Mantegna, RN (2012). Identification of clusters of investors from their real trading activity in a financial market. *New Journal of Physics*, 14, 013041.

## **Topological analysis of accounting risks based on network theory**

**Masoumeh Mohammad Rezaee**

Department of Accounting, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Azita Jahanshad**

Department of Accounting, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**Farzaneh Heidarpour**

Department of Accounting, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

### **Abstract**

Projects are exposed to multiple risks, of a different and interdependent nature, which makes their management more difficult. In this paper, a topological analysis based on network theory is presented, which aims to identify the main elements in the structure of interacting risks that potentially affect a project. This analysis is a powerful arm for classic risk analysis. Building a risk network, which with the participation of managers and other professional members regarding the risk management process, provides a better understanding of the risks and potential interactions between them and further provides a more appropriate decision regarding risk management. In this survey of the statistical population, the companies admitted to the Tehran Stock Exchange were in the year 1400. Fuzzy ANP method and network analysis have been used to draw the graph of risks. MATLAB 2022 and Excel 2016 software were used for this research.

**Keywords:** network analysis process, risk, risk management.

