



پژوهش‌های نوین در تصمیم‌گیری

دوره ۹، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳، صص ۷۲-۹۵

نوع مقاله: پژوهشی

بررسی عدم تقارن اطلاعات مالی در شرکت‌های دارویی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و پیش‌بینی بحران مالی آن‌ها با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

فاطمه حیرانی^۱، نجمه نشاط^{۲*}، سمیه السادات موسوی^۳

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی صنایع - سیستم‌های مالی، دانشگاه میبد، میبد، ایران.
۲. استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه میبد، یزد، ایران.
۳. دانشیار، گروه مهندسی صنایع، دانشگاه میبد، میبد، ایران.

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۰۱

چکیده

بر اساس تحقیقات پیشین نسبت‌های مالی توانایی بالایی در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها دارند، اما اخیراً تحقیقات مبتنی بر متغیرهای بازار و متغیرهای اقتصادی مورد توجه محققین مالی قرار گرفته است. این پژوهش، ابتدا با بررسی مبحث تئوری عدم تقارن اطلاعات مالی شکل گرفته و از آنجایی که ذینفعان معمولاً شرایط مالی واقعی شرکت را قبل از وقوع مشکل مالی نمی‌دانند، به پیش‌بینی بحران مالی پرداخته است. هدف این پژوهش این است که بتواند با استفاده از متغیرهای حسابداری، متغیرهای کلان اقتصادی و بازار الگوی دقیق‌تری ارائه دهد تا ذینفعان با اتکا به قدرت پیش‌بینی این الگوها، قادر باشند با اطمینان بیشتری تصمیم بگیرند. در این پژوهش با استفاده از داده‌های ۳۰ شرکت دارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی سال‌های ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۰ با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به پیش‌بینی بحران مالی پرداخته شده است. بر اساس نتایج تحقیق، مدل شبکه عصبی با متغیرهای منتخب نسبت بدهی، بازده دارایی، قیمت سهام، اندازه شرکت، شاخص قیمت مصرف‌کننده و رشد تولید ناخالص داخلی توانایی پیش‌بینی بحران مالی را دارد. برای پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها، می‌توان از ترکیب متغیرهای حسابداری، اقتصاد کلان و نیز متغیرهای بازار استفاده کرد و همچنین تمام متغیرهای منتخب در تحقیق، بر بحران مالی تأثیرگذارند.

کلیدواژه‌ها: بحران مالی، شبکه عصبی مصنوعی، عدم تقارن اطلاعات مالی، شرکت‌های دارویی، بورس اوراق بهادار تهران



۱- مقدمه و بیان مسئله

یکی از موضوعاتی که در دهه‌های اخیر در حوزه بازارهای اوراق بهادار در حال گسترش است، تقارن اطلاعات^۱ است. عمده بحث‌ها در این حوزه به موضوع اطلاعات نامتقارن^۲ مربوط می‌شود [۱]. از پدیده‌های منفی در این بازار، نبود تقارن اطلاعات مالی است که به تصمیم‌گیری‌های نامناسب مالی توسط سرمایه‌گذاران منجر می‌شود [۲]. از طرفی عدم تقارن اطلاعات مالی هنگامی شکل می‌گیرد که مدیران به‌عنوان مسئول تهیه صورت‌های مالی که آگاهی کامل بر وضعیت مالی شرکت دارند، وضعیت را مطلوب‌تر نشان می‌دهند و حتی دارایی‌ها و سرمایه‌های شرکت‌ها را بیشتر از میزان واقعی نشان می‌دهند و این شکاف اطلاعاتی که بین استفاده‌کنندگان داخلی و خارجی به وجود می‌آید را عدم تقارن اطلاعاتی گویند. به همین دلیل، ذینفعان معمولاً شرایط مالی واقعی یک شرکت را تا زمانی که مشکل مالی رخ ندهد، نمی‌دانند [۳]. وضعیت عملیاتی یک شرکت به‌صورت دوره‌ای در صورت‌های مالی افشا می‌شود. در نتیجه، سرمایه‌گذاران معمولاً تنها پس از انتشار صورت‌های مالی، اطلاعاتی در مورد مشکلات مالی شرکت‌ها دریافت می‌کنند [۴].

در دنیای سرمایه‌گذاری، تصمیمات مالی مناسب مهم‌ترین بخش است. بدون شک بازارهای مالی کارایی مطلوبی در ارتقا و پشتیبانی توسعه اقتصادی دارند [۵]. همچنین رشد اقتصادی و تلاش برای دستیابی به آن، هر جامعه‌ای را به تکاپو وادار می‌نماید. در این راستا توجه به بازارهای مالی، اهمی مناسب برای تحقق آن تلقی می‌گردد [۶]. امروزه، به دلیل تأثیر بحران مالی جهانی، تعداد شرکت‌های در حال ورشکستگی رو به افزایش است، بنابراین شرکت‌ها با ریسک‌ها و چالش‌های زیادی روبرو هستند. این امر موجب نگرانی صاحبان سرمایه شده و آنان برای اینکه از سوخت شدن اصل و فرع سرمایه خود جلوگیری کنند، به دنبال روش‌هایی هستند که امکان وقوع بحران مالی را پیش‌بینی کنند. بحران مالی واحدهای اقتصادی، منجر به زیان‌های هنگفتی در سطح خرد و کلان می‌شود [۷]. پیش‌بینی آینده همواره به‌صورت یک ضرورت در زندگی روزمره به‌عنوان یک حوزه مشترک در بسیاری از علوم مطرح است. یکی از حوزه‌هایی که در پیش‌بینی اهمیت دارد، مسائل مالی و اقتصادی در بازار سرمایه است [۸].

^۱ Information Economy

^۲ Asymmetric Information



احتمال نابسامانی‌های مالی قبل از وقوع، به یک مدل پیش‌بینی قوی نیاز است. این موضوع موجب افزایش اهمیت مدل‌های پیش‌بینی بحران‌های مالی شده است [۹].

امروزه با افزایش جهانی شدن تبادلات مالی و افزایش ریسک مالی در شرایط بحران مالی جهانی باید قابلیت الگوی پیش‌بینی بحران مالی را افزایش داد. پژوهشگران به دنبال قدرت بالا پیش‌بینی با متغیرهای بیشتر و روش‌های نوین هستند. اما در اکثر پژوهش‌های پیشین، پژوهشگران با استفاده از اطلاعات حسابداری، وضعیت مالی بنگاه‌ها را پیش‌بینی کردند. این در حالی است که در شرایط فعلی، عده‌ای صورت‌های مالی را فاقد قدرت پیش‌بینی کنندگی کامل می‌دانند، به دلیل اینکه اطلاعات حسابداری تنها بر اساس اطلاعات سالانه به دست می‌آید [۱۰]. در این پژوهش، تلاش شده است که از مدلی که تنها متکی بر داده‌های تاریخی نباشد استفاده شود. در اکثر پژوهش‌ها با توجه به شرایط و محیط اقتصادی، متغیرهایی را برای پیش‌بینی استفاده کرده‌اند که عموماً مالی و مربوط به درون شرکت‌ها و عملکرد مالی آن در گذشته است. در صورتی که در ایران شرایط به‌گونه‌ای است که در کنار عوامل درونی و مسائل مالی، عوامل کلان اقتصادی هم به‌عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر ورشکستگی شرکت‌ها مهم و اساسی است؛ بنابراین در این مطالعه تصمیم داریم، متغیرهای توضیحی اثرگذار در پیش‌بینی بحران مالی از بین مجموعه متغیرهای حسابداری، کلان اقتصادی و بازار شناسایی شده و سپس با استفاده از شبکه عصبی، بحران مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس مواد و محصولات دارویی پیش‌بینی انجام گیرد. مسئله اصلی در این پژوهش، ارائه الگوی پیش‌بینی بحران مالی دقیق‌تر نسبت به تحقیق‌های پیشین با استفاده از ترکیب متغیرهای حسابداری، متغیرهای کلان اقتصادی و بازار است.

۲- پیشینه پژوهش

نسبت کیوتوبین یک رابطه علت و معلولی بین شاخص کیوتوبین و میزان سرمایه‌گذاری انجام شده توسط شرکت‌ها را برقرار می‌کند. معیارها و روش‌های مختلفی برای ارزیابی عملکرد شرکت‌ها وجود دارد. یکی از این معیارها، نسبت کیوتوبین است [۱۱]. در این پژوهش معیار برای متمایز کردن شرکت‌های دارای بحران مالی و فاقد بحران مالی، نسبت کیوتوبین است.

شبکه عصبی مصنوعی نوعی الگوبرداری اطلاعات است که با الگوبرداری و شبیه‌سازی از شبکه عصبی طبیعی بدن انسان طراحی شده است. این شبکه‌ها تا حد زیادی به‌عنوان جعبه



سیاهی دیده‌شده‌اند که الگوی پیچیده روابط میان داده‌ها را مشخص می‌کند و یادگیری از طریق آموزش انجام می‌گیرد. [۱۲].

هدف اصلی سیستم‌های مالی در دنیا ایجاد فرصت برای سرمایه‌گذاری با بهره‌وری مطلوب توسط افراد و بنگاه‌ها است. هنگامی که تعدادی از نهادهای مالی به‌طور ناگهانی بخش زیادی از ارزش دارایی‌های خود را از دست دهند، اصطلاحاً دچار بحران مالی می‌شوند [۱۳]. طی ۵۰ سال گذشته علاقه و توجه به توانایی پیش‌بینی بحران مالی، منتج به شکل‌گیری حجم قابل‌توجهی از پژوهش‌ها در حوزه حسابداری و مالی شده است. امروزه با افزایش جهانی‌شدن تبادلات مالی و افزایش ریسک مالی در شرایط بحران مالی جهانی باید قابلیت الگوی پیش‌بینی بحران مالی را افزایش داد [۱۴]. یکی از مباحثی که می‌تواند به فرایند تصمیم‌گیری در رابطه با سرمایه‌گذاری شرکت‌ها کمک کند الگوها و ابزارهای مناسب برای ارزیابی وضعیت مالی سازمان‌ها است از جمله بااهمیت‌ترین این ابزارها الگوهای پیش‌بینی بحران مالی است [۱۵]. با توجه به اینکه مدیران به دلیل تصمیم‌گیری و ذینفعان بخصوص سرمایه‌گذاران تمایل دارند تا حدودی بروز یا عدم بروز بحران مالی را در سازمان تحت مدیریت خود پیش‌بینی نمایند پیش‌بینی بحران مالی یک مسئله مهم در امور مالی است؛ زیرا ورشکستگی شرکت‌ها منجر به خسارات اقتصادی برای سرمایه‌گذاران، بستانکاران، مدیران و کارکنان به همراه هزینه‌های اجتماعی می‌شود. رقابت روزافزون بنگاه‌های اقتصادی، دستیابی به منابع را محدود کرده است و احتمال ورشکستگی را افزایش داده است [۱۶، ۱۹].

۲-۱- متغیرهای توضیحی پیش‌بینی بحران مالی

امروزه گسترش شرکت‌های سهامی و پدیدار شدن بحران‌های مالی شدید، ذینفعان بنگاه‌ها به دنبال ایجاد پوشش و سپری برای مصون کردن خود در مقابل این‌گونه مخاطرات بوده‌اند و این موضوع آنها را به استفاده از مدل‌های مناسب پیش‌بینی‌کننده برای ارزیابی توان مالی شرکت‌ها حساس و آگاه نموده است [۱۸]. به همین دلیل پژوهشگران به دنبال قدرت بالای پیش‌بینی با متغیرهای بیشتر و روش‌های نوین هستند ولی عموماً انتخاب متغیر در مطالعات بحران مالی بر اساس پیشنهادات ادبیات تحقیق، انتخاب مجموعه بزرگی از متغیرها با یک رویه کاهش داده‌های ضمیمه به‌منظور حداکثرسازی قدرت پیش‌بینی یا استفاده از برخی معیارهای آماری دیگر است [۱۹]. پژوهشگران از انواع متغیرها مانند بازار، حسابداری و متغیرهای میکرو



اقتصادی در پیش‌بینی بحران مالی استفاده می‌کنند. به‌طور معمول، الگوهای پیش‌بینی بحران مالی به سه دسته الگوهای مبتنی بر داده حسابداری، بازار و الگوهای ترکیبی تقسیم می‌شوند [۲۰].

• اطلاعات حسابداری

نسبت‌های مالی، نخستین متغیرهایی بودند که توسط محققان مختلف برای پیش‌بینی بحران مالی استفاده شده‌اند. اولین محقق که در زمینه‌ی پیش‌بینی ورشکستگی فعالیت کرد بیور بود. او در سال ۱۹۹۶ از بین ۳۰ نسبت مالی شش نسبت را انتخاب کرد. در زمینه اثربخشی شاخص‌های اقتصادی با هدف پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها، مطالعات زیادی انجام شده که شواهد نشان می‌دهد برای پیش‌بینی بحران مالی متغیرهای دیگر هم تأثیر زیادی بر پیش‌بینی بحران مالی دارند [۲۱]. همچنین اطلاعات حسابداری موجب تمایز بین بنگاه‌های دارای بحران مالی و بنگاه‌های فاقد بحران مالی می‌شود که امروزه، به دلیل تأثیر بحران مالی جهانی، تعداد شرکت‌های در حال ورشکستگی رو به افزایش است [۸]. طبق مطالعات انجام شده در رابطه با پیش‌بینی بحران مالی، تحقیقات حاکی از آن است که می‌توان با اطلاعات حسابداری بنگاه‌هایی که در مضیقه مالی هستند را شناسایی نمود (۳، ۲۲، ۲۱).

• شاخص‌های کلان اقتصادی

یک مدل پیش‌بینی ورشکستگی باید اطلاعات محیط اطراف خود را در نظر بگیرد که در شرایط امروزه، اولین عنصر وضعیت اقتصاد کلان است. متغیرهای کلان اقتصادی که ممکن است روی سلامت مالی شرکت تأثیرگذار باشد عبارت‌اند از: نرخ ارز، هزینه ملی، تولید سرانه، نرخ سود کوتاه‌مدت بانکی، رشد تولید ناخالص ملی، شاخص تورم [۲۲]. پژوهشگرانی همچون زاوگرن^۱ و کریستین [۲۳]. اشاره کردند که الگوی اقتصادسنجی اگر تنها شامل اطلاعات صورت‌های مالی باشد، نمی‌تواند بحران مالی یک بنگاه را با اطمینان و قاطعیت پیش‌بینی کند؛ بنابراین یک الگوی مناسب پیش‌بینی نباید منحصرأً مبتنی بر نسبت‌های مالی باشد. همچنین در مطالعه دارایسه^۲ و همکاران [۲۴]. الگوی تلفیق از متغیرهای اقتصادی و نسبت‌های مالی مورد

^۱ Zavgren

^۲ Darayseh



آزمون قرار گرفت. این پژوهشگران به این نتیجه رسیدند که متغیرهای کلان اقتصادی در کنار سایر متغیرها، توان تحلیل ورشکستگی مالی را افزایش خواهد داد.

• متغیر بازار

اطلاعات بازار و ارزش جاری دارایی‌های شرکت، هشدار مهمی در مورد وضعیت فعلی شرکت و حتی انتظارات نسبت به وضعیت آن در آینده نشان می‌دهد، استفاده از مدلی که تنها متکی بر داده‌های حسابداری نبوده و از اطلاعات بازار نیز جهت پیش‌بینی بحران مالی استفاده کند، ضروری به نظر می‌رسد [۲۵]؛ بنابراین علاوه بر متغیرهای حسابداری، متغیرهای بازار به‌شدت به ورشکستگی مرتبط است؛ شام وی [۲۶]^۱ پیشنهاد می‌کند مدلی که از هر دو متغیر نسبت‌های حسابداری و متغیرهای بازار برای پیش‌بینی استفاده کند نتایج دقیق‌تری به دست می‌آورد و این الگوی پیشرفته که شامل اطلاعات حسابداری و بازار است در ابتدا توسط شام وی [۲۶] مطرح شد. همچنین به استناد از پژوهش [۲۷]^۲ الگوی ترکیبی متغیر حسابداری و بازار عملکرد بهتری در پیش‌بینی بحران مالی دارد. در این پژوهش، الگوهای زیادی مورد مقایسه قرار گرفت و به این نتیجه رسید که داده‌های حسابداری داده‌های تاریخی هستند که از صورت‌های مالی استخراج می‌شوند و این داده‌ها با اطلاعات به‌روز شده شرکت در یک راستا نیستند. به همین جهت مدل‌های مبتنی بر حسابداری ممکن است برای پیش‌بینی بحران مالی کافی نباشد.

^۱ Shumway

^۲ Zhang, Liu, Heidari, Wang and Chen



۲-۲- کاهش (انتخاب و استخراج) متغیرهای حسابداری

جدول ۱. پیشینه نسبت‌های مالی

نسبت‌های مالی	چن ۸۰۰۹ (دوره ۲۰۰۹)	جان، ۲۰۲۱ (۲۰۲۱)	بیور (۱۹۶۸) (۱۹۶۸)	آنتن (۱۹۶۸) (۱۹۶۸)	اسپرینگیت (۱۹۷۸) (۱۹۷۸)	زمیسکی (۱۹۸۴) (۱۹۸۴)	کوچران (۲۰۰۶) (۲۰۰۶)	پورحیدری و کویپاتی حاجی ۱۳۸۹ (۱۳۸۹)	راعی و فلاح پور ۱۳۸۷ (۱۳۸۷)	وقفی و دارایی ۱۳۹۷ (۱۳۹۷)	پریسا پازوکی و دیگران، ۱۴۰۰ (۱۴۰۰)	معصومی و صنعتی، ۱۴۰۰ (۱۴۰۰)
نسبت جاری												
نسبت بدهی												
نسبت حقوق صاحبان سهام به بدهی												
بازده دارایی												

جدول ۲ - فراوانی پیشینه انواع متغیر

فراوانی	متغیر
۶	بازده دارایی‌ها
۷	نسبت بدهی
۵	نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام
۶	نسبت جاری

به بررسی پیشینه انواع نسبت‌های مالی با اهمیت که در پیش‌بینی بحران مالی تأثیرگذار هستند، در جدول ۱ می‌پردازیم. نتایج آن در جدول ۲ آمده است متغیرهایی انتخاب‌شده که بیشترین تعداد پیشینه را دارا باشند. همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده، بازده دارایی با نسبت جاری دارای میزان همبستگی بسیار بالایی هستند برای کاهش بعد از این دو متغیر یکی را به‌عنوان نماینده انتخاب می‌کنیم. این دو متغیر بازده دارایی و نسبت بدهی به‌عنوان ورودی نسبت‌های مالی برای مدل پیش‌بینی بحران مالی استفاده می‌شود.



جدول ۳- همبستگی متغیرها

نسبت جاری	نسبت بدهی	بازده دارایی	نسبت جاری
		۱	بازده دارایی
	۱	-۰.۹۰۷۵۹۶۵۸۵	نسبت بدهی
۱	-۰.۸۰۳۵۸۱۸	۰.۹۷۴۶۶۱۳۳۴	نسبت جاری

می‌توان طیف وسیعی از متغیرها را انتخاب و به‌عنوان ورودی وارد مدل پیش‌بینی نمود؛ اما مطالعات اخیر نشان داده‌اند که برای حداکثر کارایی مدل نیازی به مجموعه عظیمی از داده‌ها نیست؛ بنابراین با توجه به جدول ۴ و مبانی نظری در این پژوهش، متغیرهای کلان اقتصادی و بازار انتخاب شده‌اند.

جدول ۴- پیشینه متغیرها

کلان اقتصادی	بازار	منبع متغیر کلان اقتصادی	منبع متغیر بازار
شاخص قیمت مصرف‌کننده	قیمت سهام شرکت	کیو (۲۰۰۸)	بیور (۱۹۹۶)، کی سی و واتسون (۱۹۹۱)، بیور و همکاران (۲۰۰۵)، کریستیدیس و گرگوری (۲۰۱۰)، هراندز تیناکو و ویلسون (۲۰۱۳)
رشد تولید ناخالص داخلی	اندازه شرکت	جمال زوبیری (۲۰۰۹)، صادقی و دیگران، (۱۳۹۳)	لسنبرگ و همکاران (۲۰۰۴)، آگاروال و تافلر (۲۰۰۸)، هراندز تیناکو و ویلسون (۲۰۱۳)، لی و چانگ (۲۰۱۰)

۳- روش‌شناسی پژوهش

در این بخش روش اجرای تحقیق و چگونگی جمع‌آوری اطلاعات و تبدیل آن‌ها به نتایج، بررسی و توضیح داده می‌شود. این پژوهش بر اساس هدف، کاربردی و از نظر ماهیت و روش، پیمایشی-تاریخی از نوع همبستگی است. مدل‌سازی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و نرم‌افزار متلب انجام می‌شود.

۳-۱- جمع‌آوری داده

در این تحقیق به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. اطلاعات مربوط به نسبت‌های مالی از پایگاه اطلاعاتی رهاوردنوین و همچنین اطلاعات مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی از پایگاه اطلاعاتی مرکز آمار ایران و بانک مرکزی گردآوری شده



است. دوره زمانی تحقیق نیز سال‌های ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۰ را دربردارد. جامعه آماری مورد مطالعه در این تحقیق، شرکت‌های مواد و محصولات دارویی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند.

به‌منظور انتخاب نمونه، اقدام به بررسی کلیه شرکت‌های دارویی نموده که تمامی شرایط زیر را داشته باشند:

- ۱- سال مالی آن‌ها منتهی به ۲۹ اسفندماه هر سال باشد؛ زیرا به علت نوسانات فصلی و تغییرات به وجود آمده در میان شرکت‌ها، قابلیت مقایسه کمتر می‌شود.
 - ۲- در بازه زمانی پژوهش، سال مالی خود را تغییر نداده باشد.
 - ۳- معاملات سهام آن‌ها طی دوره پژوهش، بیش از سه ماه در بورس اوراق بهادار تهران متوقف نشده باشد.
 - ۴- در دوره تحقیق (۱۳۹۷-۱۴۰۰) عضو بورس اوراق بهادار تهران بوده و صورت‌های مالی خود را تحویل داده باشند.
 - ۵- شرکت‌های دارویی جزء شرکت‌های سرمایه‌گذاری، واسطه‌گران مالی، شرکت‌های هلدینگ و لیزینگ نباشند؛ زیرا ساختار آن‌ها با دیگر شرکت‌ها متفاوت است.
 - ۶- امکان استخراج کلیه متغیرهای حسابداری و بازار برای آن‌ها وجود داشته باشد.
- با بررسی شرکت‌های دارویی دریافتیم که در حال حاضر، ۵۰ شرکت در گروه مواد و محصولات دارویی وجود دارد. با در نظر گرفتن شروط فوق، ۲۰ شرکت حذف‌شده و به بررسی ۳۰ شرکت در این گروه می‌پردازیم.

۳-۲- متغیرهای تحقیق

در انجام هر تحقیق لازم است متغیرهای تحقیق برحسب نقشی که به عهده دارند به دو دسته مستقل و وابسته تقسیم شوند. در این پژوهش متغیرهای مستقل عبارت‌اند از نسبت‌های مالی، متغیرهای کلان اقتصادی و متغیرهای بازار. لذا پیش‌بینی ورشکستگی در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته‌شده است و ملاک آن شاخص کیوتوبین است.



۳-۳- معیار ارزیابی

شرکت‌های دارای بحران مالی، شرکت‌هایی هستند که کیوتوبین آن‌ها کوچک‌تر از یک باشد و برخلاف آن، کیوتوبین بالای یک نمایانگر عدم وجود بحران مالی است [۲۶] و با استفاده از شاخص‌های MAE ، MSE ، $RMSE$ و $MAPE$ برای آزمون خطا و دقت روش بررسی می‌شود. از نمونه‌ای مشتمل بر ۳۰ شرکت انتخاب‌شده از شرکت‌های تولیدی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۴۰۰ استفاده شده است.

• گروه اول شرکت‌های موفق یا دارای تداوم فعالیت

معیار اصلی انتخاب این شرکت‌ها شاخص کیوتوبین ساده است. شاخص کیوتوبین ساده از شاخص‌های اندازه‌گیری عملکرد شرکت‌ها است. نسبت کیوتوبین برابر است با ارزش بازار شرکت تقسیم بر ارزش دفتری شرکت که روش محاسبه آن به شرح ذیل است [۲۷]:

$$\text{کیوتوبین ساده} = \frac{\text{ارزش دفتری بدهی‌ها} + \text{ارزش بازار سهام عادی و ممتاز در پایان سال}}{\text{ارزش دفتری کل دارایی‌ها}}$$

اگر کیوتوبین محاسبه‌شده بیشتر از یک گردد بیانگر آن است که انگیزه سرمایه‌گذاری در این شرکت‌ها وجود دارد. شرکت‌هایی به‌عنوان شرکت موفق انتخاب‌شده‌اند که کیوتوبین ساده آن‌ها بیشتر از یک باشد.

• گروه دوم شرکت‌های ناموفق یا دارای توقف فعالیت

اگر کیوتوبین محاسبه‌شده کمتر از یک گردد، به‌عنوان شرکت ناموفق در نظر گرفته می‌شود.

۴- یافته‌های پژوهش

برای بررسی عملکرد شبکه عصبی نیاز است که عملکرد شبکه برای داده‌های تست بررسی شود. این داده‌ها به‌گونه‌ای انتخاب و به شبکه آموزش‌دیده ارائه می‌شوند که شبکه تجربه قبلی از آن‌ها را نداشته و قبلاً در مورد آن‌ها آموزش ندیده است. پس از اعمال هر ورودی و وزن‌های شبکه تغییر می‌کنند و هر بار تکرار فرآیند برای کل داده‌های آموزش یک سیکل نام دارد بعد از هر سیکل میانگین مربعات خطا محاسبه‌شده و با MSE هدف مقایسه می‌شود در صورتی که خطا بزرگ‌تر از خطای هدف باشد دوباره یک سیکل دیگر شروع می‌شود. در این پژوهش، شرط توقف یادگیری رسیدن به خطای هدف است.

^۱ Mean squared error



پس از تعیین پارامترهای مسئله از قبیل درصد داده‌های آموزش و تست، تعداد نورون‌های پنهان و داده‌ها در نرم‌افزار متلب پیاده‌سازی و با میانگین حداقل بیست تکرار شبکه‌ی عصبی آموزش داده می‌شود.

همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده با ۲۴ نرون در لایه مخفی تغییر نسبت داده به ۷۰ درصد (۱۰ درصد از داده‌ها برای تست و ۲۰ درصد آن برای اعتبار سنجی) مدل‌سازی نموده در نهایت خروجی موردنظر اختلاف کمتری را نشان می‌دهد. همچنین میزان R و MSE اعداد مورد تأیید است. بر اساس تابع عملکرد تابع میانگین مربعات خطا مربوط به توپولوژی شماره ۴، MSE مقداری برابر با ۰.۰۵۲۲۳ برای مرحله آموزش و ۰.۰۷۳۲۹ مربوط به مرحله تست دارا هست. همچنین در خروجی‌های این مدل، R نزدیک به عدد ۱ را دارا است؛ ۰.۷۲۷۶ و ۰.۶۴۸۲ به ترتیب ضریب R مربوط به مرحله آموزش و تست این شبکه هست. این نتایج بیانگر آن است که شبکه آموزش‌دیده در صورت مواجهه با داده‌های جدید، می‌تواند با دقت قابل قبولی نتایجی دقیق و نزدیک به واقعی ارائه دهد. در گام بعدی برای بررسی دقیق‌تر می‌توان به وسیله نمودارهای MSE کیفیت فرآیند آموزش را برای ۴ مدل برتر در شکل ۱ مشاهده و مدل برتر را انتخاب کرد.

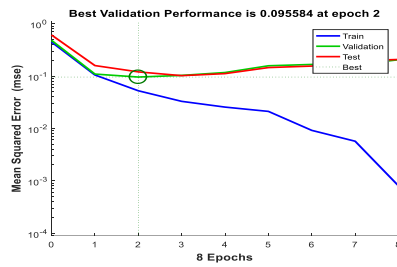
جدول ۵- مشخصات توپولوژی‌های ثانویه آزمون شده در پژوهش

نورون لایه مخفی/d	نوع الگوریتم	داده‌های آموزش			داده‌های تست		
		نسبت داده	MSE	R	نسبت داده	MSE	R
۱	BR	۶۰٪	۰.۰۷۶۹۴	۰.۹۹۹۹	۰.۱۳۸۴	۰.۶۳۰۶	۱۰۰۰
۲	BR	۶۰٪	۰.۲۲۹۰	۰.۹۹۹۹	۰.۱۱۹۷	۰.۷۰۶۱	۱۰۰۰
۳	BR	۶۰٪	۰.۰۵۵۹۸	۰.۷۳۷۳	۰.۰۵۹۳۹	۰.۵۵۴۰	۱۰۰۰
۴	BR	۷۰٪	۰.۰۵۲۲۳	۰.۷۲۷۶	۰.۰۷۳۲۹	۰.۶۴۸۲	۳۵۱
۵	BR	۷۰٪	۰.۰۷۳۲۱	۰.۵۸۷۰	۰.۱۰۹۶	۰.۳۱۱۲	۱۰۰۰
۶	BR	۷۰٪	۰.۰۴۰۹۳	۰.۹۹۹۹	۰.۲۱۶۴	۰.۵۴۴۰	۱۰۰۰
۷	LM	۷۰٪	۰.۰۴۱۲۱	۰.۸۰۴۰	۰.۱۲۱۰	۰.۵۹۳۹	۶
۸	LM	۶۰٪	۰.۰۵۲۲۹	۰.۷۵۳۰	۰.۰۹۰۰۸	۰.۵۵۹۴	۸
۹	LM	۷۰٪	۰.۰۱۷۱۳	۰.۹۱۱۱	۰.۱۴۰۴	۰.۵۳۳۰	۹

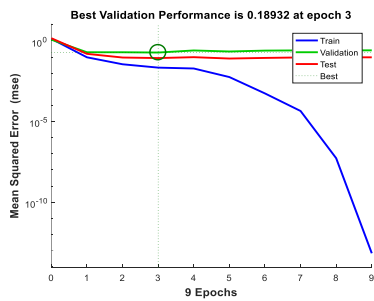


جدول ۶- مشخصات توپولوژی‌های برتر در پژوهش

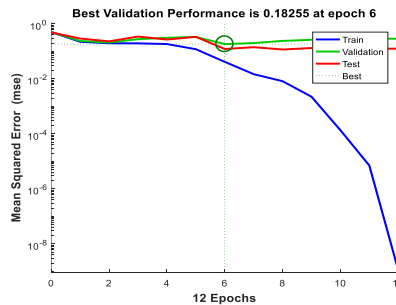
نرون لایه مخفی	نوع الگوریتم	نسبت داده	MSE	R	نسبت داده	MSE	R	Epoch
۲۴ الف	LM	۶۰٪	۰.۲۲۹۰۰e	۷.۷۳۰۱۴e	۲۵٪	۹.۰۵۸۳۰e	۰.۵۹۴۵۸e	۸
۲۴ ب	LM	۷۰٪	۲.۵۱۲۸۱e	۹.۰۳۸۱۰e	۲۰٪	۱.۳۳۱۳۳e	۱.۶۷۲۱۳e	۱۰
۲۴ ج	LM	۷۰٪	۲.۱۹۹۶۴e	۹.۱۳۶۲۹e	۲۰٪	۸.۵۹۶۰۲e	۰.۹۰۶۶۷e	۹



الف



ج



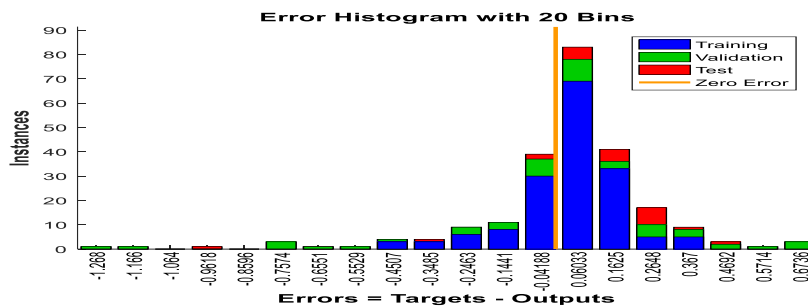
ب

شکل ۱- روند تغییرات میزان خطای میانگین مربعات مربوط به ۳ توپولوژی برتر

با بررسی این نمودارها نیز می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در بین نمودارهای (الف تا ج) نمودار ج که مربوط به توپولوژی شماره ۴ است، برازش مطلوب‌تری داشته است. به بیان کلی، این توپولوژی با توجه به مطلوبیت نتایج حاصل از اجرای الگوریتم صحنه‌گذاری آموزش و تست، قادر به تعمیم دهی قابل قبولی است زیرا مشکل حفظ کردن الگو در حین آموزش اتفاق نیفتاده



است. در این نمودارها از یک‌سو تعداد تکرارها و در سوی دیگر میانگین مربعات خطا در هر سیکل نشان داده می‌شود. طبق موارد گفته شده، شرط توقف یادگیری رسیدن به خطای هدف است هنگامی که ۶ تکرار بدون بهبود وجود داشته باشد؛ مطابق شکل مربوط به توپولوژی شماره ۴ از سیکل شماره ۳ به بعد بهبودی وجود نداشته و شبکه متوقف می‌شود. شکل شماره ۲ خطای شبکه توپولوژی شماره ۴ را برای هر سه داده آموزش، تست و ارزیابی نشان می‌دهد. بر این اساس همه خطاهای شبکه برای داده‌های آموزشی در اطراف صفر توزیع پیدا می‌کنند و به معنای این است که میانگین خطاها به صفر نزدیک است و توزیع خطاها به طرف خاصی بایاس چندانی ندارد و این نشان‌دهنده عملکرد بسیار خوب شبکه در تعلیم داده‌های آموزشی است. در کل در این نمودار میزان تعلق هر دسته از داده‌ها به ازای خطاهای مختلف را نشان می‌دهد.



شکل ۲ - نمودار میزان خطای مربوط به مراحل آموزش، صحت‌گذاری و تست

در این پژوهش، در ابتدا مقادیر متغیرهای موردبررسی محاسبه شده و سپس آماره‌های توصیفی داده‌ها مربوط به متغیرهای مستقل و وابسته پژوهش شامل محاسبه و در جدول ۷ ذکر شده است. این جدول، داده‌های پژوهش را توصیف می‌کند و همچنین با استفاده از این معیارها می‌توان خصوصیات اصلی مجموعه‌ای از داده‌ها را به صورت یک عدد بیان کرد و به فهم بهتر نتایج یک آزمون کمک کرد.



جدول ۷- آمار توصیفی داده‌های پژوهش

نماد	متغیر	میانگین	میانه	انحراف معیار	کشیدگی	چولگی	بیشترین	کمترین
X _۱	بازده دارایی	۱۷.۲۴	۱۲.۵۴	۱۳.۱۲	۱.۷۱۵	۱.۱۷۴	۷۲.۴۰	-۶.۸۸
X _۲	نسبت بدهی	۰.۶۱۹	۰.۶۰	۰.۱۸۴	۰.۵۳۲	-۰.۳۴۹	۱.۲۲	۰.۰۱
X _۳	قیمت سهام شرکت	۲۴۶۳۸.۸۱۶	۱۸۹۸۳	۲۷۲۴۱.۶۵	۱۹.۶۰۶	۳.۷۴۸	۲۱۶۵۲۷	۱۰۰۰
X _۴	اندازه شرکت	۱۳.۲۰۲	۱۳.۲۱	۰.۵۶۰۹	۰.۷۹۲	-۰.۱۷۱	۱۴.۳۹	۱۱.۸۴
X _۵	شاخص قیمت مصرف‌کننده	۳۱.۰۴۲	۳۴.۷۷	۱۱.۲۷۴	۰.۵۸۵	-۰.۷۸۸	۴۳.۰۲	۹
X _۶	رشد تولید ناخالص داخلی	۱.۷۶۵	۱.۰۷	۰.۳۹۲	۱.۱۷۷	-۰.۳۶۵	۵.۶۵	۱۰
Y	کیوتوبین	۰.۸۳۳	۱	۰.۳۳۰۷	۳.۲۳۴	۲.۲۶۷	۱	۰

همان‌طور که بیان شد برای آزمون فرضیه باید به بررسی تأثیرگذاری متغیرهای منتخب بر بحران مالی بپردازیم. ابتدا برای دریافت شبکه عصبی استفاده‌شده جهت مدل‌سازی وجود بحران مالی کارا است، به بررسی شاخص کیوتوبین پیش‌بینی‌شده با میزان آن در دنیای واقعی می‌پردازیم. برای این آزمون از مدل شبکه عصبی با متغیر وابسته دودویی وجود بحران مالی (موفق = ۱ و ناموفق = ۰) استفاده می‌شود. درنهایت برای بررسی دقت شبکه عصبی استفاده‌شده از ترکیب متغیرهای حسابداری، متغیرهای کلان اقتصادی و بازار از آزمون‌های خطا استفاده خواهد شد. بدین‌صورت به بررسی سؤال اول می‌پردازیم: آیا ترکیب متغیرهای حسابداری، متغیرهای کلان اقتصادی و بازار الگوی پیش‌بینی بحران مالی دقیق‌تری را ارائه می‌دهد.

برای پاسخ به سؤال اول، به بررسی دقت مدل با ترکیب سه شاخص برای پیش‌بینی بحران مالی می‌پردازیم. دقت صحیح شرکت‌ها با توجه به جدول ۸ به‌دست آمده است. در جدول زیر مقادیر پیش‌بینی‌شده و مقادیر واقعی بحران مالی را نشان می‌دهد و این جدول مشخص می‌کند که به چه میزان پیش‌بینی مدل درست انجام شده است.



جدول ۸ - درصد صحت طبقه‌بندی مدل شبکه عصبی

وضعیت	تعداد	تعداد پیش‌بینی درست	درصد پیش‌بینی درست	درصد خطا
بحران مالی	۱۷	۱۱	۶۴.۷۰	۳۵.۳
سالم	۱۳	۱۳	۱۰۰	۰
کل	۳۰	۲۴	۸۰	۲۰

همان‌طور که در جدول مشخص است مدل ANN از کل جامعه آماری ۳۰ تایی ۱۳ شرکت را سالم و ۱۷ شرکت را دارای بحران مالی پیش‌بینی نموده است. اطلاعات عنوان‌شده در جدول شماره ۶ نشان می‌دهد پیش‌بینی بحران مالی با ترکیب متغیرهای حسابداری، کلان اقتصادی و بازار با دقت مناسبی برخوردار بوده است. بدین‌صورت این الگوی مناسبی برای پیش‌بینی بحران مالی است. به‌طوری‌که توانسته است با درصد خطای ۲۰ درصد به پیش‌بینی موفق و ناموفق بودن آن‌ها بپردازد.

با مدل‌سازی شبکه عصبی در این تحقیق، بر اساس جمع‌آوری اطلاعات مربوط به متغیرهای کلان اقتصادی و همچنین اطلاعات مربوط به بازده دارایی شرکت‌های دارویی منتخب، اطلاعات ورودی را دریافت می‌کند. سؤال دوم، آیا ۶ متغیر منتخب بر روی بحران مالی تأثیر دارند یا خیر. اکنون برای بررسی این سؤال به نتایج پیش‌بینی مدل می‌پردازیم بدین منظور برای پیش‌بینی بحران مالی در سال ۱۴۰۱ در دوره اول به بررسی نسبت کیوتوبین ۳۰ شرکت دارویی بورس اوراق بهادار تهران می‌پردازیم.

جدول ۹ - مقایسه نتایج مدل‌سازی شرکت‌ها با دنیای واقعی

ردیف	نماد	خروجی شبکه تبدیل‌شده	خروجی شبکه عصبی	ردیف	نماد	خروجی شبکه تبدیل‌شده	خروجی شبکه عصبی
۱	داجور	۰	۰.۶۹۲۲	۱۶	دسینا	۱	۱.۰۱۹۰
۲	دارو	۰	۰.۸۹۰۱	۱۷	دشیمی	۱	۱.۷۸۱۲
۳	داسوه	۱	۱.۳۸۳۵	۱۸	دفارا	۱	۰.۹۹۸۹
۴	دالبر	۰	۰.۹۸۲	۱۹	دفرا	۰	۰.۹۴۲۸
۵	دامین	۰	۰.۸۹۱۷	۲۰	دکوثر	۰	۰.۸۳۱۹
۶	دپارس	۰	۰.۷۷۸۹	۲۱	دکیمی	۱	۱.۲۵۳۲
۷	دتماد	۱	۱.۰۳۷۱	۲۲	دلر	۰	۰.۸۹۲۵



ردیف	نماد	خروجی شبکه تبدیل شده	خروجی شبکه عصبی	ردیف	نماد	خروجی شبکه تبدیل شده	خروجی شبکه عصبی
۸	دتهران	۰	۰.۹۱۰۲	۲۳	دلتما	۰	۰.۲۳۲۵
۹	دجابر	۰	۰.۶۱۷	۲۴	دتولید	۱	۱.۷۴۳۵
۱۰	ددام	۱	۱.۰۸۵۵	۲۵	کاسپین	۱	۱.۹۴۸۵
۱۱	درازک	۰	۰.۷۳۹۳	۲۶	داوه	۱	۱.۹۳۸۷
۱۲	دروز	۱	۱.۳۶۹۵	۲۷	پخش	۱	۱.۵۵۷۸
۱۳	دزهرای	۰	۰.۹۵	۲۸	دشیری	۱	۱.۸۶۳۳
۱۴	دسبجا	۰	۰.۷۱۳۷	۲۹	دحاوی	۱	۱.۵۹۰۷
۱۵	دسبجان	۰	۰.۹۱۲۶	۳۰	دقاضی	۰	۰.۹۰۵۴

اکنون به بررسی پیش‌بینی یک دوره یعنی ۶ ماه اول سال ۱۴۰۱ می‌پردازیم. نتایج این خروجی طبق جدول ۹ بیانگر این است که کیوتوبین کوچک‌تر از یک، عدد صفر و کیوتوبین بزرگ‌تر از یک، عدد یک را شامل می‌شود. عدد یک نشان‌دهنده عدم وجود بحران مالی شرکت مربوطه است و بلعکس عدد صفر نشان‌دهنده وجود بحران مالی شرکت است.

جدول ۱۰ - مقادیر متغیرهای ۶ گانه

شرکت	بازده	نسبت	قیمت	اندازه شرکت	شاخص قیمت	رشد تولید
(X ₁)	بدهی	(X ₂)	سهام	(X ₃)	مصرف‌کننده (X ₄)	ناخالص داخلی (X ₅)
داسوه (A)	۱۷.۹۲	۰.۵۴	۲۶۳۸۰	۱۲.۲۹۶۳۳۶	۴۰.۲۳	۴.۸
دابور (B)	۱۵.۰۳	۰.۷۷	۲۳۰۹۰	۱۲.۸۲۲۸۲	۴۰.۲۳	۴.۸
دارو (C)	۸.۰۸	۰.۸۳	۱۳۸۱۰	۱۲.۶۳۴۳۵	۴۰.۲۳	۴.۸
دالبر (D)	۱۱.۳۲	۰.۵۷	۷۷۳۰	۱۲.۸۹۱۴۷	۴۰.۲۳	۴.۸
دامین (E)	۵.۸	۰.۵۴	۲۶۳۱	۱۲.۶۰۷۶۴	۴۰.۲۳	۴.۸
دتماد (F)	۱۵.۵۳	۰.۷۷	۳۵۴۵۰	۱۲.۷۰۴۹۵	۴۰.۲۳	۴.۸
دتهران (G)	۵.۱۴	۰.۷۸	۱۷۹۸۰	۱۲.۰۳۲۹۴	۴۰.۲۳	۴.۸
ددام (H)	۸.۸۹	۰.۶۹	۱۰۲۵۰	۱۲.۲۴۷۵۱	۴۰.۲۳	۴.۸
دکوثر (I)	-۰.۹۰	۰.۶۲	۳۶۶۶۶	۱۳.۵۵۸۱۴	۴۰.۲۳	۴.۸
درازک (J)	۸.۳	۰.۷۳	۱۲۵۶۰	۱۲.۸۳۶۱۸	۴۰.۲۳	۴.۸



اکنون برای نشان دادن تأثیرگذاری این متغیرها بر پیش‌بینی بحران مالی، به تحلیل ورودی‌ها می‌پردازیم. طبق جدول ۹ شرکت C با میزان شاخص کیتوبین ۰.۸۹ در شبکه عصبی مصنوعی پیش‌بینی شده است و چون این عدد کمتر از یک است جزو شرکت‌های ناموفق در نظر گرفته شده است، اما همان‌طور که مشخص است این عدد به یک نزدیک است؛ اما شرکت D با کیتوبین ۱.۰۱ شرکت موفق محسوب گردیده است. طبق جدول ۱۰ اختلاف بازده دارایی آن ۳.۲۴ به دست آمده است یعنی بازده دارایی شرکت موفق ۳.۲۴ واحد بیشتر از بازده دارایی شرکت ناموفق است. بدین معناست متغیر بازده دارایی بر پیش‌بینی بحران مالی تأثیر دارد. میزان متغیر نسبت بدهی شرکت D کمتر از شرکت C است، میزان این متغیر برای شرکت موفق ۰.۵۷ و برای شرکت ناموفق ۰.۸۳ است. همان‌طور که مشخص است نسبت بدهی شرکت موفق نزدیک به ۰.۵ است؛ بنابراین هر چقدر نسبت بدهی نزدیک به ۰.۵ و کوچک‌تر باشد، شرکت موفق‌تر است. با مقایسه قیمت سهام شرکت موفق (شرکت F) قیمت سهام آن به اندازه ۳۲۸۱۹ بیشتر از قیمت سهام شرکت ناموفق (شرکت E) است. در این مرحله، به بررسی متغیرهای ورودی دو شرکت موفق و ناموفق G و H پرداخته می‌شود. اگر رشد تولید ناخالص داخلی و شاخص قیمت مصرف‌کننده به علت پیش‌بینی شرکت‌ها در یک دوره ثابت در نظر گرفته شود، اندازه شرکت G با میزان ۱۱.۰۷ کمتر از شرکت H با مقدار ۱۲.۲۴ است و اندازه شرکت از لگاریتم ارزش بازار سهام به دست می‌آید. ارزش بازار سهام برای سهامداران و سرمایه‌گذاران اهمیت دارد و می‌تواند به عنوان یک معیار برای اندازه‌گیری ارزش و عملکرد شرکت‌ها استفاده شود. با رشد قیمت سهام، بازدهی سرمایه‌گذاران نیز افزایش خواهد یافت. x_{B1} است. بازده دارایی به عنوان یکی از متغیرهایی است که می‌تواند به صورت بالقوه روی موفقیت یا عدم موفقیت شرکت‌ها موثر باشد، طبق مرور ادبیات این متغیر شناسایی شده و اطلاعات آن‌ها برای مدل شبکه عصبی فراهم شده است؛ اما یکی از قابلیت‌های منحصر به فردی که شبکه‌های عصبی دارند این است که اگر یک ورودی نامرتب به آن‌ها وارد شود می‌توانند از طریق فرایند آموزشی، وزن مربوط به آن متغیری که دارای تأثیر پایینی هست را کاهش دهند؛ بنابراین یک متغیری مثل بازده دارایی که نتواند بر بررسی‌های انجام شده مؤثر باشد، خود شبکه عصبی قادر هست که آن ورودی‌هایی که تأثیر کمتری را دارا هستند، از طریق تضعیف وزن‌های مربوط به آن‌ها، این را اعمال کنند.



با بررسی نتایج متغیرهای مربوطه، نتایج زیر قابل گزارش است:

- افزایش نسبت بدهی موجب افزایش ریسک شرکت می‌شود
- قیمت سهام شرکت رابطه منفی با وجود بحران مالی دارد.
- شاخص قیمت مصرف‌کننده و رشد تولید ناخالص ملی می‌تواند تأثیر مستقیمی بر عملکرد شرکت نداشته باشد، اما می‌تواند تأثیری بر بازارهای مالی داشته باشد.
- بازده دارایی شرکت با بحران مالی رابطه منفی دارند.
- با رشد قیمت سهام، بازدهی سرمایه‌گذاران نیز افزایش خواهد یافت.

نتایج فوق، نشان‌دهنده تأثیرگذاری تمام متغیرهای منتخب بر وجود بحران مالی است. اکنون برای بررسی فرضیه پژوهش به مقایسه نتایج پیش‌بینی بحران مالی با شبکه عصبی مصنوعی و نتایج داده‌های دنیای واقعی با استفاده از شاخص‌های زیر می‌پردازیم. برای بررسی دقیق‌تر، از شاخص‌های MAE ، MSE ، $RMSE$ و $MAPE$ برای آزمون خطا، دقت روش و بررسی اعتبار نتایج استفاده شده است. نتایج محاسبه شاخص‌ها در جدول ۱۱ نشان داده شده است.

جدول ۱۱ - نتایج آزمون‌ها روی مدل شبکه عصبی

ردیف	آزمون‌ها	نتایج
۱	MAE^1	۰.۲۲۷۳۰۸
۲	MSE	۰.۳۱۵۶۸
۳	$RMSE^2$	۰.۵۶۱۸۵۴
۴	$MAPE^3$	۱۰.۶۷۵۶

معیار ریشه میانگین مربعات خطا به ما می‌گوید به‌طور متوسط مقادیر پیش‌بینی شده ما با مقادیر مشاهده شده چقدر از هم فاصله دارند، بنابراین هر چه MSE و $RMSE$ کوچک‌تر باشد، یک مدل بهتر می‌تواند داده‌ها را برازش دهد. این مدل رفتار معیار میانگین قدرمطلق خطا نسبت به خطای هر داده، به صورت قدرمطلق است. MAE نشان‌دهنده این است که ۲۲٪ پیش‌بینی‌های بحران مالی نسبت به میانگین، پراکندگی دارد و به همین میزان از داده‌های واقعی دور هستند

¹ Mean Absolute Error

² Root Mean Square Error

³ Mean Absolute Percentage Error



که به نسبت میزان اندکی است. میانگین درصد قدرمطلق خطا مشابه میانگین قدرمطلق خطا است، اما به جای خطا، از خطای نسبی استفاده شده است و معیاری بدون واحد به دست آمده است. این شاخص‌ها، شاخص نسبی است اما شاخص R^2 ، مطلق و نشان‌دهنده ضریب همبستگی بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده است. در جدول ۶ شاخص موردنظر ۹۱٪ به دست آمده است به این معنی است، داده‌های پیش‌بینی شده به اندازه ۹۱ درصد به داده‌های واقعی نزدیک است. با توجه به سیستم پیچیده این مدل، شبکه عصبی استفاده‌شده در این تحقیق کارا است نتایج این تحقیق حاکی از این است مدل شبکه عصبی استفاده‌شده از دقت مناسبی برخوردار بوده و مدل مناسبی به‌منظور پیش‌بینی بحران مالی است.

۵- نتیجه‌گیری

از پدیده‌های منفی که به‌طورمعمول در بازارهای اوراق بهادار رخ می‌دهد، نبود تقارن اطلاعات مالی است که به تصمیم‌گیری‌های نامناسب اقتصادی توسط سرمایه‌گذاران منجر می‌شود. در این تحقیق برای پیش‌بینی بحران مالی دامنه متنوعی از انواع متغیرها بررسی شده و طبق بررسی‌های انجام‌یافته، از سه دسته متغیر برای پیش‌بینی بحران مالی استفاده‌شده است. برخلاف پژوهش‌های پیشین تلاش شده در کنار داده‌های تاریخی حسابداری، متغیرهای کلان اقتصادی و بازار الگویی توسعه‌یافته با استفاده از هر سه متغیر (متغیرهای حسابداری، کلان اقتصادی و بازار) ارائه و توانایی و دقت پیش‌بینی موردبررسی قرار گرفت تا ذینفعان بتوانند با استفاده از قدرت پیش‌بینی این الگو تصمیمات درستی را اتخاذ کنند. بدین منظور در دوره زمانی ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۰ شرکت‌های بورس مواد و محصولات دارویی برای ارزیابی عملکرد سه متغیر با استفاده از شبکه عصبی موردبررسی قرارگرفته که در ادامه به بررسی نتایج پژوهش می‌پردازیم. اطلاعات عنوان‌شده نشان‌دهنده این است که شبکه عصبی استفاده‌شده با متغیرهای منتخب در این تحقیق کارا است. نتایج این تحقیق حاکی از این است مدل شبکه عصبی استفاده‌شده با متغیرهای نسبت بدهی، بازده دارایی، قیمت سهام، اندازه شرکت، شاخص قیمت مصرف‌کننده و رشد تولید ناخالص داخلی از دقت مناسبی برخوردار بوده و مدل مناسبی به‌منظور پیش‌بینی بحران مالی است.



یافته‌های تحقیق حاکی نشان‌دهنده تأثیر تمام متغیرها اعم از متغیر حسابداری (نسبت بدهی و بازده دارایی)، متغیر بازار (اندازه شرکت و قیمت سهام) و متغیرهای کلان اقتصادی (شاخص قیمت مصرف‌کننده و رشد تولید ناخالص ملی) بر روی وجود بحران مالی است.

همچنین طبق نتایج پژوهش (دارایسه، الینه، و دیمیتریوس، ۲۰۰۳)، (فضل زاده و همکاران، ۱۳۹۶) و (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵) نشان دادند الگو تلفیق‌شده از متغیر حسابداری و کلان اقتصادی قدرت و دقت بیشتری در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها دارد. همچنین اطلاعات بازار هشدار مهمی در مورد وضعیت فعلی شرکت و حتی انتظارات نسبت به وضعیت آن در آینده نشان می‌دهد و شامل اطلاعاتی است که در نسبت‌های مالی وجود ندارد. ترکیب این دو متغیر می‌تواند توانایی و دقت مدل برای پیش‌بینی بحران مالی و تمایز شرکت‌های موفق و نایموفق را افزایش دهد. این نتایج یافته‌های تحقیق (ورونیکا و انانتادجایا، ۲۰۱۴)، (هرناندز تینوکو و ویلسون، ۲۰۱۳)، (آنتی سیونن، ۲۰۱۱)، (داس هانوتا و سارین، ۲۰۰۷)، (هیلمگست و همکاران، ۲۰۱۳) و (شام وی، ۲۰۰۱) و (صالحی و همکاران، ۱۳۹۵) مطابقت دارد.

با توسعه و پیشرفت علم در خصوص توانایی هوش مصنوعی محققین توانستند از شبکه‌های عصبی برای پیش‌بینی بحران مالی استفاده کنند. با توجه به نتایج مطالعه (دباغ و شیخ بگلو، ۱۳۹۹) مشخص شد، دقت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت با مدل شبکه عصبی مصنوعی از دقت بالایی برخوردار است. در این پژوهش آمده است، چارالامبوس و همکاران در سال ۲۰۰۰ بیان نمودند شبکه عصبی مصنوعی روشی پرکاربرد در مطالعات پیش‌بینی بحران مالی قلمداد می‌شود و این روش محاسباتی، از مزایای فنی استفاده نموده و نیازی به الزامات خاصی برای متغیرهای پیش‌بینی ندارد. این مزایای مدل پیش‌بینی شبکه‌های عصبی در تفکیک شرکت‌های موفق و ناموفق قابل‌ملاحظه است. مطالعات اخیر مانند (جوادی، ۱۴۰۱)، در زمینه شبکه‌های عصبی مصنوعی نشان داده است به علت ویژگی‌های غیرخطی و ناپارامتریک آن‌ها، ابزاری قدرتمند برای شناسایی و پیش‌بینی هستند. از این رو در این پژوهش، پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از مدل‌سازی شبکه عصبی مصنوعی انجام شده است. بنابراین یافته‌های تحقیق با پژوهش‌های بیان‌شده همخوانی دارد.

همچنین به پژوهشگران برای کارهای آینده پیشنهاد می‌گردد برای انجام پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از نسبت‌های مالی و متغیرهای کلان اقتصادی و متغیرهای بازار به تفکیک صنعت



اقدام و نتایج صنایع مختلف را باهم بررسی و مقایسه نمایند و با تفکیک برخی متغیرهای تأثیرگذار بر بحران مالی تأثیر هر یک از متغیرها را روی پیش‌بینی بحران مالی بررسی کنند و همچنین می‌توانند با استفاده از متغیرهای استفاده‌شده برای محاسبه کیوتوبین آن‌ها را جزو متغیرهای ورودی در نظر گرفته و تأثیر این متغیرها نیز در پیش‌بینی اعمال شود. همچنین در بیشتر تحقیقات به پیش‌بینی روند قیمتی در بازارهای مالی پرداخته شده است که به محققان در زمینه داده‌کاوی و یادگیری ماشین پیشنهاد می‌شود که به پیش‌بینی روند قیمتی با استفاده از پیش‌بینی بحران مالی پردازند.

۶- منابع

- [۱] Makian S, Raisi M. The effect of corporate governance on information asymmetry; Case study: Tehran stock exchange market. The Economic Research (Sustainable Growth and Development). ۱۳۹۳; ۵۴(۱۴): ۱-۲۲, DOI: ۲۰,۱۰۰۱,۱,۱۷۳۵۶۷۶۸,۱۳۹۳,۱۴,۴,۲,۷. [in Persian].
- [۲] Rahimi RA, Islamic K. A review of the concepts of institutional investors, information asymmetry and stock market liquidity. The second national conference of accounting, management and economics of Iran ۱۳۹۴. [in Persian].
- [۳] Chen W-S, Du Y-K. Using neural networks and data mining techniques for the financial distress prediction model. Expert systems with applications. ۲۰۰۹; ۳۶(۲): ۴۰۷-۴۱۶, DOI: ۱۰,۱۰۱۶/j.eswa.۲۰۰۸,۰۳,۰۲۰.
- [۴] POURHEYDARI O. KOOPAEI HAJI M. PREDICTING OF FIRMS FINANCIAL DISTRESS BY USE OF LINEAR DISCRIMINANT FUNCTION THE MODEL. JOURNAL OF FINANCIAL ACCOUNTING RESEARCH. ۲۰۱۰; ۲(۳): ۳۳-۴۶. Available from: <https://sid.ir/paper/۱۵۵۰۹۶/en>. [in Persian].
- [۵] Yousefi, M.A. Tehrani, R & Mirlohi, S.R (۲۰۲۱). Investigating the effects of financial performance criteria on financial stability Banks in financial crisis, Research management in Iran, ۲۵(۲), DOI; ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۳۲۲۲۰۰,۱۴۰۰,۲۵,۲,۱,۳. [in Persian].
- [۶] Gohrifar, M. Khashai Varnamkhasi, V & Dehdashti Shahruxh, Z, (۲۰۲۱). Identifying and explaining the key challenges of the banking system International Iran, Research management in Iran, ۲۵(۲), DOI; ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۳۲۲۲۰۰,۱۴۰۰,۲۵,۲,۵,۷. [in Persian].



- [۷] RuhisraM, Taherinia M, zalaghi H, sarlak A. Presenting A Model for Predicting the Financial Crisis of The Iranian Capital Market Using Hybrid Algorithms, Journal of modern researches in decision making. ۲۰۲۳; ۸(۳): ۱۰۴-۱۳۱. [in Persian].
- [۸] Salsabil, M, Rafii Atani, A & Naini, A, (۲۰۲۳). Explaining the consumer decision-making model based on Cognitive and behavioral sciences using the hybrid method, Modern Researches in Decision Making, ۷(۹). DOI: ۲۰,۱۰۰۱,۱,۲۴۷۶۶۲۹۱,۱۴۰۱,۷,۲,۴,۷. [in Persian].
- [۹] Chen S, Shen Z-D. Financial distress prediction using hybrid machine learning techniques. Asian Journal of Economics, Business and Accounting. ۲۰۲۰; ۱۶(۲): ۱-۱۲. DOI: ۱۰,۹۷۳۴/ajeba/۲۰۲۰/v۱۶i۲۳۰۲۳۱
- [۱۰] Agarwal V, Taffler R. Comparing the performance of market-based and accounting-based bankruptcy prediction models. Journal of Banking & Finance. ۲۰۰۸; ۳۲(۸): ۱۵۴۱-۵۱. <https://doi.org/۱۰,۱۰۱۶/j.bankfin>.
- [۱۱] Setayesh m, Kazemnejad. Examining the usefulness of variable reduction methods in predicting stock returns of companies listed on the Tehran Stock Exchange. Empirical studies of financial accounting. ۲۰۱۹; ۱۶(۶۳): ۸۳-۱۰۷. <https://doi.org/۱۰,۲۲۰۵۴/qjma>. [in Persian].
- [۱۲] Mehrazin A, Zendedel, taghipour, Forotan, Omid. Radial neural networks trained based on the variables of statistical models and their comparison in bankruptcy prediction. Investment knowledge. ۲۰۱۳; ۲(۷): ۱۴۹-۶۶. DOI: ۱۰,۵۵۳۹/ibr.v۶n۸p۱۲۱
- [۱۳] Casey C, Bartczak N. Using operating cash flow data to predict financial distress: Some extensions. Journal of Accounting Research. ۱۹۸۵; ۳۸: ۴۴۰-۴۵۱. DOI: <http://hdl.handle.net/۱۰,۲۳۰۷/۲۴۹۰۹۲>
- [۱۴] Korol T. Dynamic bankruptcy prediction models for European enterprises. Journal of Risk and Financial Management. ۲۰۱۹; ۱۲: ۱۸۵(۴). DOI: ۱۰,۳۳۹۰/jrfm۱۲۰۴۰۱۸۵.
- [۱۵] Kou, Gang; Chao, Xiangrui; Peng, Yi; Alsaadi, Fawaz E; & Herrera-Viedma, Enrique. (۲۰۱۹). Machine learning methods for systemic risk analysis in financial sectors. Technological and Economic Development of Economy, ۲۵(۵), ۷۱۶-۷۴۶. DOI: ۱۰,۳۸۴۶/tede.۲۰۱۹,۸۷۴۰.
- [۱۶] Javadi, R. (۱۴۰۱). Predicting the bankruptcy of companies listed in the Tehran Stock Exchange using the neural network model doi ۱۰,۲۲۱۰۳/JDC.۲۰۲۰,۱۶: ۴۲۲, ۱۱۰۲. [in Persian]. [۱۷] Rouhi Sera M, Taherini M, Zalqi H, Sarlak A. (۱۴۰۳). Designing a model to predict the



- financial crisis of Iran's capital market using smart web models. doi JR_ECJ-۱۸-۶۶_۰۰۴. [in Persian].
- [۱۸] Taghizadeh S, Shibani Tazarji A.(۱۴۰۳). Investigating the impact of accruals and cash items in predicting the bankruptcy of companies in the Tehran Stock Exchange using artificial neural networks. dio ۲۰۲۶۴۶۸.
- Hashem N, Zahra P. Investigating the relationship between financial crisis prediction models (studied models: Altman and Deakin). doi.org/۱۰.۱۰۸۰/۲۳۳۲۲۰۳۹,۲۰۲۳,۲۱۸۶۰۳۸. [in Persian].
- [۱۹] Jaki A, Cwięk W. Bankruptcy prediction models based on value measures. Journal of Risk and Financial Management. ۲:(۱)۱۴;۰۲۰ doi ۱۰.۳۳۹۰/jrfm۱۴۰۱۰۰۰۶.
- [۲۰] ashtab, Haghghat, Kurdistan. Comparison of accuracy of financial crisis prediction models and its effect on profit management tools. Accounting and auditing reviews. ۲۰۱۷;۲۴(۲):۱۴۷-۷۲. doi:۱۰.۲۲۰۵۹/ACCTGREV.۲۰۱۷,۲۳۱۱۷۶,۱۰۰۷۵۸۵. [In Persian].
- [۲۱] Salehi AK, Shahrokh B, Mojtaba S. Investigating the impact of accounting, capital market and macroeconomic variables in predicting the financial crisis in Tehran Stock Exchange companies. ۱۳۹۵. doi ۱۰.۲۲۱۰۸/IES.۲۰۲۲,۱۳۲۷۶۳,۱۱۲۹. [In Persian].
- [۲۲] Zavgren CV. Assessing the vulnerability to failure of American industrial firms: a logistic analysis. Journal of Business Finance & Accounting. ۱۹۸۵;۱۲(۱):۱۹-۴۵.
- [۲۳] Darayseh M, Waples E, Tsoukalas D. Corporate failure for manufacturing industries using firms specifics and economic environment with logit analysis. Managerial Finance. ۲۰۰۳;۲۹(۸):۲۳-۳۶. DOI:۱۰.۱۱۰۸/۰۳۰۷۴۳۵۰۳۱۰۷۶۸۴۰۹.
- [۲۴] Piri P, khodakarimi P. Predicting the financial helplessness of companies based on a combination model of accounting and market information with logistic regression approach. doi.org/۱۰.۲۲۰۵۴/qjma.۲۰۱۸,۱۱۱۱۸,۱۳۶۶. [In Persian].
- [۲۵] Shumway T. Forecasting bankruptcy more accurately: A simple hazard model. The journal of business. ۲۴-۱۰:۱(۱)۷۴;۲۰۰۱. doi:۱۰.۱۰۸۶/۲۰۹۶۶۵.
- [۲۶] Zhang Y, Liu R, Heidari AA, Wang X, Chen Y, Wang M, et al. Towards augmented kernel extreme learning models for bankruptcy prediction: algorithmic behavior and comprehensive analysis. Neurocomputing. ۲۰۲۱;۴۳۰:۱۸۵-۲۱۲. doi:۱۰.۱۰۱۶/j.neucom.۲۰۲۰,۱۰,۰۳۸.



- [۲۷] Panahi S, Sohrabi I. Presenting a model to predict the financial crisis in Iranian companies. Empirical studies of financial accounting. ۲۰۰۶; ۴(۱۶): ۱۹-۴۱. DOI: ۱۰,۵۲۵۴۷/JFMP.۱۲,۳۷,۱۴۷. [In Persian].
- [۲۸] Mirzaei, khataei, Ghanbari. Investigating the relationship between business risk and financial risk with the performance of pharmaceutical companies listed in the Tehran Stock Exchange. Health accounting. ۹۱-۷۷:(۲)۲; ۲۰۱۳ doi: ۱۰,۳۰۴۷۶/JHA.۲۰۱۳, ۱۶۹۰۲. [In Persian].