



بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه و مدل باینری-لجستیک فالمر در راستای پیش‌بینی ورشکستگی

سمیه سارویی^۱

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۰/۰۹/۲۱ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۰/۱۰/۲۱ حمیدرضا وکیلی فرد^۲

قدرت‌اله طالب‌نیا^۳

چکیده

تحلیل‌گران مالی و سایر استفاده‌کنندگان برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها نیاز به اطلاعات مربوط و قابل اتکا دارند که باید اطلاعات به‌صورت متقارن بین تمامی استفاده‌کنندگان توزیع گردد. بر همین اساس، هدف این پژوهش، بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه و مدل باینری-لجستیک فالمر در راستای پیش‌بینی ورشکستگی است. برای آزمون فرضیه‌ها، از داده‌های ترکیبی ۱۷۲ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۵-۱۳۹۶ استفاده شد. یافته‌های حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌های پژوهش نشان داد که سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه قادرند با دقتی معادل ۹۸ درصد عوامل تأثیرگذار بر ورشکستگی شرکت‌های ایرانی را در سال قبل از ورشکستگی شناسایی نماید. یافته‌های حاصل از بررسی مدل باینری-لجستیک نشان داد که الگوی پیش‌بینی طراحی شده براساس روش رگرسیون فالمر قادر است با دقت ۸۲ درصد ورشکستگی شرکت‌های نمونه را مورد پیش‌بینی قرار دهد. لذا، استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌تواند با قدرت و دقت بیشتری ورشکستگی را نسبت مدل‌های رگرسیونی پیش‌بینی نماید.

کلمات کلیدی

روش باینری-لجستیک، شبکه عصبی مصنوعی، پیش‌بینی ورشکستگی، ریسک ورشکستگی

۱- گروه حسابداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. saroei-s@yahoo.com

۲- گروه حسابداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) vakilifarphd@yahoo.com

۳- گروه حسابداری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Gh-talebniya@yahoo.com

یکی از مهمترین نیازهای اطلاعاتی سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان (استفاده‌کنندگان اولیه از اطلاعات حسابداری) در راستای اتخاذ تصمیمات اقتصادی، کسب اطلاعات در زمینه میزان ریسک ورشکستگی شرکت‌ها است، زیرا ریسک ورشکستگی یکی از عوامل تشکیل‌دهنده ریسک سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان محسوب می‌گردد [۶]؛ و از آنجا که براساس تئوری‌های نوین مالی و سرمایه‌گذاری بین ریسک و بازده مورد انتظار رابطه‌ای مستقیم وجود دارد [۳]، [۱]، [۵]. به همین دلیل سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان به‌منظور تعیین بازده مورد انتظار خود از بنگاه‌های اقتصادی، نیازمند برآورد ریسک‌های مختلف (از جمله ریسک ورشکستگی بنگاه‌های اقتصادی سرمایه‌پذیر) می‌باشند. به‌منظور برآورد ریسک ورشکستگی بنگاه‌های اقتصادی، تاکنون مدل‌های مختلفی ارائه شده است و نتایج حاصل از بکارگیری آن‌ها تا حدودی متفاوت گزارش شده است. به همین دلیل سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان و سایر استفاده‌کنندگان از اطلاعات حسابداری همواره با چالش انتخاب مدل بهینه پیش‌بینی ورشکستگی مواجه بوده‌اند. از سوی دیگر اغلب مدل‌های طراحی شده به‌منظور پیش‌بینی ورشکستگی، توسط پژوهشگران و صاحب‌نظران خارجی نظیر شیراتا^۲ (۱۹۸۹)، فالمر^۳ (۲۰۰۰)، اسپیرینگیت^۴ (۱۹۷۸)، آلمن^۵ (۱۹۹۳)، زیمسکی^۶ (۱۹۸۴) و غیره ارائه شده است و متناسب با شرایط اقتصادی کشور ایران نمی‌باشد [۱۱]. بنابراین مهمترین چالش استفاده‌کنندگان از اطلاعات حسابداری، پیش‌بینی صحیح ورشکستگی شرکت‌های ایرانی سرمایه‌پذیر می‌باشد تا بتوانند با استفاده از نتایج حاصل از پیش‌بینی‌های صورت گرفته، تصمیمات اقتصادی خود را اتخاذ نمایند.

پیش‌بینی صحیح خطر ورشکستگی بنگاه‌های اقتصادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا بسیاری از سرمایه‌گذاران در این شرکت‌ها سرمایه‌گذاری کرده‌اند و انتظار دارند تا شرکت‌های فوق از طریق تداوم فعالیت، بازده مورد انتظار آن‌ها را تأمین کنند. تحقیقات قبلی انجام شده در حوزه ورشکستگی [۱۱] [۱۳]، [۱۰]. به آزمون تجربی و مقایسه مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی در ارتباط با شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران (به تفکیک صنایع پرقاب‌ت) نپرداخته‌اند و شواهدی پیرامون شناخت مدل بهینه پیش‌بینی ورشکستگی به تفکیک صنایع پرقاب‌ت در دست نیست. از سوی دیگر وضعیت شرکت‌های سرمایه‌پذیر (در بورس اوراق بهادار تهران) به گونه‌ای است که کسب آگاهی از تداوم فعالیت و میزان خطر ورشکستگی آن‌ها از اهمیت بالایی برخوردار است. بنابراین به‌منظور رفع فقدان مطالعاتی در این حوزه، و شناخت مدل بهینه پیش‌بینی ورشکستگی به تفکیک صنایع پرقاب‌ت، در تحقیق حاضر به ارزیابی و مقایسه تجربی قدرت مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی به تفکیک صنایع پرقاب‌ت فعال در بورس اوراق

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

بهادار تهران پرداخته خواهد شد. از سوی دیگر بی توجهی به موضوع تحقیق حاضر موجب می‌گردد تا سرمایه‌گذاران از آگاهی کافی در خصوص شیوه پیش‌بینی خطر ورشکستگی شرکت‌های فعال در بازار سرمایه ایران برخوردار نباشند و به دلیل عدم آگاهی در این زمینه، در تصمیمات اقتصادی خود دچار اشتباه شده و از این بابت متضرر شوند. بنابراین به‌منظور پیشگیری از این مشکل احتمالی ضرورت دارد تا مدل‌های قابل استفاده در ارتباط با پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های فعال در بازار سهام ایران به تکنیک صنایع پرقابلیت مورد مقایسه قرار گیرند و در نهایت مدل بهینه در این زمینه انتخاب شود.

تحقیقات قبلی انجام شده در حوزه ورشکستگی (مانند: کردستانی و تاتلی، ۱۳۹۳؛ مهرانی و همکاران، ۱۳۸۴؛ قدیری مقدم و همکاران، ۱۳۸۸) اغلب مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی ارائه شده توسط محققین خارجی را در محیط اقتصادی ایران مورد بازآزمون قرار داده‌اند و به مقایسه این مدل‌ها پرداخته‌اند (شامل: مدل‌های شیراتا (۱۹۸۹)، فالمر (۲۰۰۰)، اسپیرینگیت (۱۹۷۸)، آلمن (۱۹۹۳)، زیمسکی (۱۹۸۴) و غیره). با این وجود شواهد تجربی چندانی پیرامون شناسایی عوامل مؤثر در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی (مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی و غیره) و ارائه یک مدل آماری متناسب براساس شرایط ایران در دسترس نیست، و در این حوزه فقدان مطالعاتی احساس می‌شود. به همین دلیل شناسایی عوامل مؤثر در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با توجه به شرایط اقتصادی ایران و ارائه یک مدل آماری مناسب در این زمینه حائز اهمیت جدی می‌باشد. بدیهی است که بی‌توجهی به موضوع پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های سرمایه‌پذیر ایرانی، موجب می‌شود تا تحلیل‌گران و سایر استفاده‌کنندگان از اطلاعات حسابداری به شیوه‌ای نامناسب (همراه با تورش) اقدام به پیش‌بینی بحران مالی و ورشکستگی شرکت‌ها نمایند و در تصمیمات اقتصادی خود مرتکب خطا و گزینش نامناسب شوند. لذا به‌منظور پیشگیری از وقوع چنین مشکلاتی ضرورت دارد تا فرایند پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی بهبود یابد.

در تحقیق حاضر به شناسایی عوامل مؤثر بر پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی با استفاده از سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه (PS) و ارائه یک مدل آماری مناسب به‌منظور برآورد ورشکستگی شرکت‌های ایرانی، با استفاده از یافته‌های حاصل از اجرای شبکه ANN پرداخته شده است. بدیهی است که ورشکستگی شرکت (به‌عنوان مورد پیش‌بینی) دارای معنا و مفهوم و نظریه‌های مختص خود می‌باشد. مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی در راستای ارزیابی بحران مالی بنگاه‌های اقتصادی و نهادهای مالی مورد استفاده قرار می‌گیرند، و از آنجاکه تعداد این مدل‌ها نسبتاً زیاد می‌باشد، بکارگیری این مدل‌ها نیازمند بررسی تطبیقی و مقایسه است. از سوی دیگر اکثر این

بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی.../ساروئی، وکیلی‌فرد و طالب‌نیا

مدل‌های توسط تحلیل گران و محققین خارجی ارائه شده‌اند و متناسب با شرایط اقتصادی کشور ایران نیستند و به همین دلیل بکارگیری آن‌ها می‌تواند با تورش‌های متعددی همراه باشد. از این رو بومی‌سازی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی و طراحی مدل‌های جدید در این حوزه می‌تواند کیفیت پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها را بهبود ببخشد. در تحقیق حاضر کوشش شده است تا با استفاده از سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه (PS) عوامل سودمند در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی مورد شناسایی قرار گیرد و در ادامه براساس روش باینری-لجستیک فالمر (۱۹۸۴) پیش‌بینی ورشکستگی در شرکت‌های ایرانی را مورد تحلیل و میزان احتمال ورشکستگی این شرکت‌ها ارائه شود. همچنین، مشخص خواهد شد که کدام روش قدرت پیش‌بینی بیشتری را دارند.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

با گسترش شرکت‌های سهامی مسائل و مشکلات مرتبط به آن نیز به وجود آمد. مهم‌ترین مشکل، مربوط به این مسأله بود که شرکت‌هایی که سرمایه‌گذار خواهان سرمایه‌گذاری در آن‌ها است چه مقدار احتمال دارد که ورشکست شده و اصل و فرع سرمایه‌سهمداران از بین برود. در ادبیات مالی واژه‌های غیرتمایزی برای ورشکستگی وجود دارد. برخی از این واژه‌ها عبارتند از: وضع نا مطلوب مالی، شکست، عدم موفقیت واحد تجاری، وخامت، ورشکستگی، عدم توان پرداخت دیون و غیره [۴]. دان و براد پیت^۷ اصطلاح شرکت‌های ورشکسته را این طور تعریف می‌کنند: واحدهای تجاری که عملیات خود را به علت واگذاری یا زیان توسط بستانکاران، متوقف نمایند. به طور عام شرکت‌های ورشکسته شرکت‌هایی هستند که خالص دارایی‌های آن‌ها منفی باشد، یعنی ارزش بدهی‌های آن‌ها بیشتر از دارایی‌های آن‌ها باشد. در فرهنگ لغات لانگمن این واژه به معنای پریشانی، درد، اندوه، فقدان منابع پولی و تنگ دستی آورده شده است [۲۲]. گوردون در یکی از اولین مطالعات آکادمیک بر روی تئوری پریشانی مالی، آن را به‌عنوان کاهش قدرت سودآوری شرکت معرفی کرده است که احتمال عدم توانایی بازپرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد [۲۳]. ویتاکر^{۱۰} درماندگی مالی را وضعیتی می‌داند که در آن جریان‌های نقدی شرکت از مجموعه هزینه‌های بهره مربوط به بدهی بلندمدت کمتر است. از نقطه‌نظر اقتصادی، پریشانی مالی را می‌توان به زیان‌ده بودن شرکت تعبیر کرد. در این حالت شرکت دچار عدم موفقیت شده است. در واقع در این حالت نرخ بازدهی شرکت کمتر از نرخ هزینه سرمایه است [۲۸]. حالت دیگری از درماندگی مالی زمانی رخ می‌دهد که شرکت موفق به رعایت کردن یک یا تعداد بیشتری از بندهای مربوط به بدهی، مانند نگه‌داشتن نسبت جاری طبق قرارداد نباشد که به این حالت نکول تکنیکی گویند. در حالت دیگری، درماندگی زمانی رخ می‌دهد که جریان‌های نقدی شرکت برای بازپرداخت اصل و فرع بدهی کافی نباشد و

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

این زمانی است که ارزش ویژه شرکت عددی منفی گردد. در ادبیات درماندگی مالی شرکت‌ها عموماً از چند اصطلاح شکست، قابلیت نقدشوندگی ضعیف (درماندگی)، نکول و ورشکستگی به‌طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. هر چند این عبارات دارای معانی متفاوت و متمایزی هستند، اما اغلب به صورت مترادف به کار می‌روند. واژه شکست در فرهنگ لغت وبستر به‌عنوان وضعیت یا حالت کسری داشتن و یا ناکافی بودن و قصور کردن تعریف شده است. کتاب دان و براداستریت^{۱۱} (۱۹۸۰)، اصطلاح شکست را جهت اشاره به آن دسته از شرکت‌هایی برگزیده است که به دلیل واگذاری و یا ورشکستگی دست از کار می‌کشیدند و یا فعالیت‌های زیان ده تجاری را کنار می‌گذاشتند و یا مشمول تغییر در وضعیت حقوقی به موجب قانون می‌شدند. شکست به این معنی است که نرخ بازده تحقق یافته سرمایه‌گذاری‌ها، همواره از نرخ‌های متداول سرمایه‌گذاری‌های مشابه پایین‌تر است. در این رابطه از معیارهای متفاوتی مانند درآمد ناکافی برای پوشش هزینه‌ها و یا پایین‌تر بودن بازده متوسط سرمایه‌گذاری‌ها از هزینه سرمایه استفاده می‌شوند. از نظر اقتصادی یک شرکت می‌تواند بدون قصور در پوشش تعهدات جاری خود به دلیل عدم وجود الزام قانونی، برای سال‌های متمادی در وضعیت شکست قرار گیرد.

در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های هوش مصنوعی و ابتکاری در تحقیقاتی در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی عمومیت یافته‌اند. با توجه به این که روش‌های هوش مصنوعی در کاهش متغیرهای غیر واقعی و طبقه‌بندی صحیح کارایی بیشتری دارند، روش‌های دقیق‌تری برای پیش‌بینی ورشکستگی به کار می‌روند. تفاوت میان این روش و روش‌های سنتی و آماری این است که فرضیه آن‌ها، رویه‌های مختلفی را برای تولید ساختار دانش به کار می‌برند. روش‌های آماری سنتی فرض محدودکننده‌ای مثل خطی بودن، نرمال بودن متغیرها و استقلال آن‌ها دارند، در حالی که روش‌های هوش مصنوعی به این فرضیات محدودکننده نیازی ندارند. روش‌های آماری روی حداقل کردن احتمال خطا در طبقه‌بندی نادرست پایه‌گذاری شده‌اند، اما روش‌های هوش مصنوعی یک تکنولوژی برای استخراج دانش از نمونه‌های آموزشی ارائه می‌کنند [۲۴].

در این بخش مروری بر انواع تحقیقات انجام شده براساس روش‌های هوش مصنوعی شامل شبکه‌های عصبی مصنوعی^{۱۳}، درخت تصمیم^{۱۴}، الگوریتم ژنتیک^{۱۵}، تئوری مجموعه فازی^{۱۶}، تحلیل پوششی داده‌ها^{۱۷}، استدلال مبتنی بر مورد^{۱۸}، مجموعه‌های ناهموار^{۱۹} و ماشین بردار پشتیبان (تکیه گاه) ارائه شده است. شبکه‌های عصبی مصنوعی یک الگوی محاسباتی الهام گرفته شده از شبکه‌های عصبی زیستی دستگاه عصبی انسان است. یک شبکه عصبی، سیستمی شامل انشعاب‌های فوق‌العاده زیاد و واحدهای محاسباتی به هم پیوسته و چند لایه‌ای است که نرون (رشته مغزی) نامیده می‌شود. اولین تلاش برای

بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی.../ساروئی، وکیلی‌فرد و طالب‌نیا

استفاده از شبکه عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی توسط آدم و شاردان^{۲۰} (۱۹۹۰) صورت گرفت. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که شبکه‌های عصبی در مقایسه با تحلیل تمایز چندگانه از دقت و توان پیش‌بینی بیشتری برخوردارند. سالچنبرگر^{۲۱} و همکاران (۱۹۹۲) مطالعه‌ای را در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی مؤسسات وام و پس انداز با استفاده از شبکه‌های عصبی انجام دادند و نتایج آن را با مدل لاجیت مقایسه کردند. در این مطالعه آن‌ها از پنج نسبت مالی استفاده کردند که بیانگر کفایت سرمایه، کیفیت بدهی‌ها، کارایی مدیریت، درآمد و نقدینگی بودند. ۱۰۰ مؤسسه ورشکسته و ۱۰۰ مؤسسه غیر ورشکسته بر اساس مکان جغرافیایی و ارزش دارایی‌ها، بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۸۷ انتخاب شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که شبکه‌های عصبی عملکرد بهتری نسبت به مدل لاجیت دارند. والاس^{۲۲} یک الگو با استفاده از روش شبکه‌های عصبی طراحی کرد. در الگوی او از مقادیر نسبت‌های مالی که در مطالعات ورشکستگی گذشته که به‌عنوان بهترین نسبت‌ها گزارش شده بودند، استفاده شده بود. الگوی والاس دارای دقت کلی ۹۴٪ بوده و ۶۵٪ نسبت مالی مختلف را در مطالعات گذشته بررسی کرد. والاس نسبت‌های مالی بکار رفته در الگوی خود را به ترتیب اهمیت نسبی در الگوی خود اولویت بندی کرد.

پیشینه پژوهش

فروغی ابری و همکاران (۱۳۹۹)، در تحقیق خود تحت عنوان تحلیل تأثیر ریسک برآورد خطر ورشکستگی بر محافظه‌کاری، به بررسی ریسک برآورد خطر ورشکستگی صاحبکار بر محافظه‌کاری در ارتباط با شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۶ پرداختند و براساس یافته‌های پژوهش، افزایش ریسک برآورد خطر ورشکستگی صاحبکار، بر صدور بند ابهام در تداوم فعالیت صاحبکار، در گزارش حسابرس تأثیر مثبت دارد؛ اما افزایش این ریسک، تأثیری بر حق‌الزحمه حسابرس نداشته است [۹].

غضنفری و همکاران (۱۳۹۷)، در تحقیق خود تحت عنوان پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مبتنی بر سیستم‌های هوشمند ترکیبی، با ارزیابی پیاده‌سازی یک سیستم منسجم و هوشمند مبتنی بر شبکه عصبی، ماشین‌های بردار پشتیبان و یادگیری تشدید شده و در کنار آن استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی رقابت استعماری، الگوریتم فرهنگی و جستجوی هارمونی در ارتباط با شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و در بازه زمانی ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۱ پرداختند. نتایج نشان دهنده برتری عملکرد ترکیب ماشین بردار پشتیبان با الگوریتم‌های بهینه‌سازی جستجوی هارمونی و رقابت استعماری در شرایط عدم حذف داده‌های پرت می‌باشد [۸].

صالحی و عظیمی (۱۳۹۵) در تحقیق خود تحت عنوان مقایسه رویکرد خطر و رویکرد سنتی به

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

منظور پیش‌بینی ورشکستگی، به بررسی تطبیقی مدل‌های خطر و مدل‌های سنتی پیش‌بینی ورشکستگی در ارتباط با شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و در بازه زمانی ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۴ پرداختند. در این تحقیق از اطلاعات مندرج در صورت‌های مالی به منظور داده‌های ورودی مدل‌های تحقیق استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که مدل‌های خطر نسبت به مدل‌های سنتی از دقت بیشتری در راستای پیش‌بینی ورشکستگی برخوردار هستند [۷].

قدیری مقدم و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیق خود تحت عنوان کاربرد مدل‌های آلتمن و اوهلسون در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت، به اجرای مدل‌های آلتمن و اوهلسون در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۸۳ الی ۱۳۸۷ پرداختند و در نهایت با استفاده از معنی‌دارترین متغیرهای توضیحی (مستقل)، مدل جدیدی را به منظور پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی ارائه نمودند [۱۰].

رهنمای رودپشتی و همکاران (۱۳۸۸) در تحقیق خود تحت عنوان کاربرد مدل‌های آلتمن و فالمر در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت، به آزمون تجربی مدل‌های آلتمن و فالمر در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی ۱۳۸۷ الی ۱۳۹۱ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل آلتمن در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی از محافظه‌کاری بیشتری برخوردار است [۴].

بربوزا و همکاران^{۲۳} (۲۰۱۷) در تحقیق خود تحت عنوان بررسی روش‌های مختلف برای پیش‌بینی ورشکستگی، به بررسی روش‌های مختلف را برای پیش‌بینی ورشکستگی یک سال قبل از وقوع مورد ارزیابی قرار داده و نتایج را با روش‌های تحلیل ممیزی خطی، رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی مورد مقایسه در ارتباط با شرکت‌های امریکایی در بازه زمانی ۱۹۸۵ الی ۲۰۱۳ پرداختند. نتایج نشان‌دهنده بهبود حدودی ۱۰ درصدی دقت تشخیص در مقایسه با روش‌های سنتی می‌باشد. نتایج نشان‌دهنده پایین‌تر بودن دقت ماشین بردار پشتیبان نسبت به سایر مدل‌ها می‌باشد. در بخش بعدی به مطالعات منتشر شده در داخل کشور پرداخته خواهد شد [۱۷].

تاوانیس و همکاران^{۲۴} (۲۰۱۶) در تحقیق خود تحت عنوان ارزیابی احتمال خطر ورشکستگی با استفاده از مدل‌های ساختاری، به ارزیابی احتمال ورشکستگی با استفاده از مدل‌های ساختاری و یک مدل تجربی توسعه یافته در ارتباط با شرکت‌های فعال در کشور قبرس در بازه زمان ۲۰۰۰ الی ۲۰۱۵ پرداختند. در این تحقیق از متغیرهای مورد استفاده در مدل‌های ساختاری که شامل نسبت‌های مختلف مالی بود به‌عنوان متغیرهای توضیحی در مدل آلتمن استفاده شد و در نتیجه تحقیق مدل جدیدی به

بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی.../ساروئی، وکیلی‌فرد و طالب‌نیا

منظور پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها ارائه گردید [۲۶].

فرضیه‌های پژوهش

با توجه به شرایط رقابتی اقتصاد کشورها و بحران‌های اقتصادی ایجاد شده در سطح بین‌المللی و داخل کشور، نیاز به یک مدل مناسب برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های کشور احساس می‌شود. تصمیم‌گیران کلان اقتصادی، سازمان‌های اقتصادی کشور و سیستم بانکی با استفاده از این مدل‌ها توانایی اتخاذ تصمیمات دقیق‌تر و با عوارض کمتری را دارا خواهند بود. همچنین مدل‌های فوق در سطح خرد نیز برای تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری‌های آتی قابل استفاده می‌باشد. بنابراین با توجه به ادبیات و پژوهش‌های صورت گرفته، هدف از این پژوهش بررسی پیش‌بینی ورشکستگی بر مبنای سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه و مدل‌های باینری شرکت‌های ایرانی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. بدین ترتیب فرضیه پژوهش به صورت زیر مطرح شده‌اند: فرضیه پژوهش: دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه، از مدل‌های باینری در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی بیشتر است.

روش پژوهش

این پژوهش از منظر نتیجه اجرا، کاربردی است. در این پژوهش برای گردآوری داده‌ها در بخش مبنای نظری و پیشینه پژوهش، از روش کتابخانه‌ای استفاده شده است. همچنین برای گردآوری داده‌های مورد نیاز برای آزمون فرضیه‌ها از روش اسنادکاوی استفاده شده است و داده‌های مورد نیاز به صورت سالانه از پایگاه‌های اطلاعاتی وابسته به سازمان بورس و اوراق بهادار تهران، مرکز آمار ایران و تارنمای رسمی شرکت‌ها جمع‌آوری شده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌های پژوهش، از مدل رگرسیون چندمتغیره در مجموعه داده‌های ترکیبی به روش سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی و نرم‌افزارهای اکسل نسخه ۲۰۱۰، ایویوز نسخه ۱۰ استفاده شده است. با توجه به ادبیات و پژوهش‌های صورت گرفته، هدف از این پژوهش بررسی مقایسه دو روش شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر رویکرد پرسپترون چندلایه و مدل‌های باینری در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۵ است. پس از اعمال فیلترهای زیر تعداد ۱۷۲ شرکت پذیرفته شده انتخاب شدند:

- ✓ دوره مالی آنها، منتهی به پایان اسفند ماه هر سال باشد؛
- ✓ در طول دوره پژوهش، سهام آنان دچار وقفه معاملاتی طولانی‌تر از ۶ ماه نشده باشد؛
- ✓ اطلاعات آن‌ها در دسترس باشد؛
- ✓ تغییر سال مالی نداشته باشند؛ و

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

✓ جزء شرکت‌های صنعت سرمایه‌گذاری، بانکداری و بیمه نباشند.
 بنابراین ۸۰۰ سال-شرکت برای تجزیه و تحلیل آماری استفاده شدند.

متغیرها و مدل پژوهش

به منظور آزمون فرضیه‌های پژوهش، براساس شبکه عصبی مصنوعی و مدل باینر-لجستیک فالمر (۱۹۸۴) زیر استفاده خواهد شد:

$$BAN = a + B1 F1 + B2 F3 + B3 F2 + B4 F11 + B5 F8 + B6 F5 + B7 F13 + B8 F14 + \epsilon \quad (1)$$

تعریف عملیاتی متغیر و علائم اختصاری آن به شرح جدول (۱) ارائه شده است:

جدول ۱: تعریف و علائم اختصاری متغیرهای مورد استفاده در تحلیل

نقش متغیر	نماد	متغیر	نماد	متغیر
وابسته	BAN	متغیر مصنوعی ورشکستگی	-	-
مستقل	F1	سرمایه در گردش به کل دارایی	F8	کل بدهی به کل دارایی
مستقل	F2	سود عملیاتی به کل دارایی	F9	فروش به بدهی جاری
مستقل	F3	فروش به کل دارایی	F10	سود تقسیمی به کل دارایی
مستقل	F4	ارزش بازار سهام به کل بدهی	F11	جریان نقد عملیاتی به کل بدهی
مستقل	F5	بدهی جاری به کل دارایی	F12	بدهی جاری به کل دارایی
مستقل	F6	سود خالص به کل دارایی	F13	سرمایه در گردش به کل بدهی
مستقل	F7	جریان نقد عملیاتی به کل دارایی	F14	سود عملیاتی به هزینه بهره

یافته‌های پژوهش

آمار توصیفی

آمار توصیفی متغیرهای پژوهش برای شرکت‌های نمونه در جدول ۱ ارائه شده است. در بین متغیرهای پژوهش هزینه بهره به کل دارایی کمترین انحراف استاندارد و سود عملیاتی به هزینه بهره بیشترین انحراف معیار را دارد، لذا هزینه بهره به کل دارایی متمرکزتر بوده و از دقت بیشتری برخوردار است. حداکثر مقدار محاسبه شده برای اهرم مالی از یک بیشتر است که نشان دهنده این است که در بین شرکت‌های نمونه بعضی شرکت‌ها میزان زیان انباشته آن‌ها به اندازه‌ای بوده که منجر به منفی شدن حقوق صاحبان سهام آنها شده، به همین دلیل میزان بدهی‌ها از دارایی‌ها بیشتر بوده و نسبت بدهی بر دارایی بیشتر از یک به دست آمده است. (به منظور کاهش تأثیر داده‌های پرت، داده‌ها در سطح ۲ درصد وینسورایز ۲۹ شده‌اند).

بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی.../ساروئی، وکیلی‌فرد و طالب‌نیا

جدول ۲: آمار توصیفی

متغیر	میانگین	میانه	بیشترین مقدار	کمترین مقدار	انحراف استاندارد	تعداد مشاهدات
متغیر مصنوعی ورشکستگی	۰,۰۳	۰,۰۰	۱,۰۰	۰,۰۰	۰,۱۷	۱۷۲۰
سرمایه در گردش به کل دارایی	۰,۶۴	۰,۶۸	۰,۹۸	۰,۰۷	۰,۲۰	۱۷۲۰
سود عملیاتی به کل دارایی	۰,۱۵	۰,۱۳	۰,۶۷	-۰,۶۴	۰,۱۳	۱۷۲۰
فروش به کل دارایی	۰,۸۷	۰,۷۸	۵,۱۴	۰,۰۰	۰,۵۰	۱۷۲۰
ارزش بازار سهام به کل بدهی	۲,۰۳	۱,۰۹	۳۴,۵۸	۰,۰۰	۲,۸۹	۱۷۲۰
بدهی جاری به کل دارایی	۰,۵۳	۰,۵۳	۱,۳۷	۰,۰۶	۰,۱۹	۱۷۲۰
سود خالص به کل دارایی	۰,۱۲	۰,۱۰	۰,۶۴	-۰,۷۹	۰,۱۳	۱۷۲۰
جریان نقد عملیاتی به کل دارایی	۰,۱۳	۰,۱۱	۱,۸۲	-۰,۳۴	۰,۱۴	۱۷۲۰
کل بدهی به کل دارایی	۰,۶۱	۰,۶۲	۲,۰۸	۰,۰۹	۰,۲۰	۱۷۲۰
فروش به بدهی جاری	۰,۸۷	۰,۷۸	۵,۱۴	۰,۰۰	۰,۵۰	۱۷۲۰
سود تقسیمی به کل دارایی	۰,۰۶	۰,۰۳	۰,۷۱	۰,۰۰	۰,۰۸	۱۷۲۰
جریان نقد عملیاتی به کل بدهی	۰,۲۷	۰,۱۸	۴,۱۰	-۱,۶۷	۰,۳۹	۱۷۲۰
بدهی جاری به کل دارایی	۰,۵۳	۰,۵۳	۱,۳۷	۰,۰۶	۰,۱۹	۱۷۲۰
سرمایه در گردش به کل بدهی	۱,۲۰	۱,۱۰	۹,۸۴	۰,۰۹	۰,۷۶	۱۷۲۰
سود عملیاتی به هزینه بهره	۱۸۶,۲۹	۴,۱۱	۱۴۶۲۸۳	-۲۲۵	۴۰۸۹,۰۲	۱۷۲۰

بررسی نوع الگوی داده‌های ترکیبی

به منظور آزمون فرضیه تحقیق که هدف آن مقایسه توان شبکه عصبی مصنوعی با مدل مدل باینریدر راستای پیش‌بینی ورشکستگی است، از مدل باینری-لجستیک فالمر (۱۹۸۴) بهره‌مندی شده است:
 مدل ۱ (مدل باینری-لجستیک از فالمر-۱۹۸۴):

$$BAN = a + B1 F1 + B2 F3 + B3 F2 + B4 F11 + B5 F8 + B6 F5 + B7 F13 + B8 F14 + \epsilon \quad (2)$$

در این مدل BAN معرف متغیر مصنوعی ورشکستگی با مقدار صفر و یک می‌باشد. به همین دلیل مدل رگرسیون فوق از نوع باینری تلقی می‌گردد. در این مدل ϵ معرف خطای مدل (باقی‌مانده) پس از برازش می‌باشد. a معرف مقدار ثابت هر معادله یا عرض از مبدأ می‌باشد. جملات توضیحی (F) نیز عوامل پیش‌بینی هستند که در جدول (۱) توضیح داده شده است.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

جدول ۳: یافته‌های حاصل از برآورد مدل به شیوه باینری-لجستیک

نتیجه	مقایسه با ۱۰ درصد	سطح معنی داری	آماره Z	انحراف استاندارد	ضرایب متغیرها	متغیر
		۰,۰۶	-۱,۸۷	۴,۶۲	-۸,۶۱	عرض از مبدأ
تأثیر ندارد	بزرگ‌تر	۰,۲۸	۱,۰۸	۷,۱۳	۷,۶۹	سرمایه در گردش به کل دارایی
تأثیر دارد	کوچک‌تر	۰,۰۱	-۲,۴۵	۰,۵۹	-۱,۴۴	فروش به کل دارایی
تأثیر دارد	کوچک‌تر	۰,۰۰	-۳,۴۵	۲,۶۸	-۹,۲۵	سود عملیاتی به کل دارایی
تأثیر ندارد	بزرگ‌تر	۰,۷۹	۰,۲۷	۱,۶۰	۰,۴۳	جریان نقد عملیاتی به کل بدهی
تأثیر ندارد	بزرگ‌تر	۰,۱۵	۱,۴۴	۵,۲۷	۷,۶۰	کل بدهی به کل دارایی
تأثیر ندارد	بزرگ‌تر	۰,۷۸	۰,۲۸	۱,۹۳	۰,۵۵	بدهی جاری به کل دارایی
تأثیر ندارد	بزرگ‌تر	۰,۳۳	-۰,۹۸	۶,۰۶	-۵,۹۶	سرمایه در گردش به کل بدهی
تأثیر ندارد	بزرگ‌تر	۰,۸۸	۰,۱۵	۰,۰۰	۰,۰۰	سود عملیاتی به هزینه بهره
۶۰ درصد از تغییرات متغیر وابسته توسط متغیرهای توضیحی که معنادار هستند بیان می‌شود.					۰,۶۰	ضریب تعیین مدل
در این سطح معنی داری مدل پذیرفته می‌شود					۲۶۳	آماره LR
پیش فرض معنی دار بودن مدل تأیید می‌شود.					۰,۰۰	سطح معنی داری مدل

با توجه به جدول فوق همان‌طور که ملاحظه می‌گردد:

-سطح معنی داری آماره Z برای ضریب متغیر مستقل سرمایه در گردش به کل دارایی (F1) با مقدار 7,69، برابر با 0,28 می‌باشد که این مقدار بزرگ‌تر از ۱۰ درصد است. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که متغیر مستقل سرمایه در گردش به کل دارایی (F1) دارای اثر معناداری بر متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) نیست. به عبارت دیگر متغیر سرمایه در گردش به کل دارایی (F1) عامل مناسبی در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی نمی‌باشد.

-سطح معنی داری آماره Z برای ضریب متغیر مستقل فروش به کل دارایی (F3) با مقدار 1,44-، برابر با 0,01 می‌باشد که این مقدار کمتر از ۱۰ درصد است. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که متغیر مستقل فروش به کل دارایی (F3) دارای اثر معناداری بر متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) است

بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی.../ساروئی، وکیلی‌فرد و طالب‌نیا

و به دلیل منفی بودن ضریب آن جهت رابطه معکوس است. یعنی با افزایش یک واحد در متغیر مستقل فروش به کل دارایی (F3) متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) به میزان 1,44 واحد کاهش می‌یابد و بالعکس.

-سطح معنی‌داری آماره Z برای ضریب متغیر مستقل سود عملیاتی به کل دارایی (F2) با مقدار 9,25-، برابر با 0,00 می‌باشد که این مقدار کمتر از ۱۰ درصد است. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که متغیر مستقل سود عملیاتی به کل دارایی (F2) دارای اثر معناداری بر متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) است و به دلیل منفی بودن ضریب آن جهت رابطه معکوس است. یعنی با افزایش یک واحد در متغیر مستقل سود عملیاتی به کل دارایی (F2) متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) به میزان 9,25 واحد کاهش می‌یابد و بالعکس.

-سطح معنی‌داری آماره Z برای ضریب متغیر مستقل جریان نقد عملیاتی به کل بدهی (F11) با مقدار 0,43، برابر با 0,79 می‌باشد که این مقدار بزرگ‌تر از ۱۰ درصد است. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که متغیر مستقل جریان نقد عملیاتی به کل بدهی (F11) دارای اثر معناداری بر متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) نیست. به عبارت دیگر متغیر جریان نقد عملیاتی به کل بدهی (F11) عامل مناسبی در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی نمی‌باشد.

-سطح معنی‌داری آماره Z برای ضریب متغیر مستقل کل بدهی به کل دارایی (F8) با مقدار 7,60، برابر با 0,15 می‌باشد که این مقدار بزرگ‌تر از ۱۰ درصد است. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که متغیر مستقل کل بدهی به کل دارایی (F8) دارای اثر معناداری بر متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) نیست. به عبارت دیگر متغیر کل بدهی به کل دارایی (F8) عامل مناسبی در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی نمی‌باشد.

-سطح معنی‌داری آماره Z برای ضریب متغیر مستقل بدهی جاری به کل دارایی (F5) با مقدار 0,55، برابر با 0,78 می‌باشد که این مقدار بزرگ‌تر از ۱۰ درصد است. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که متغیر مستقل بدهی جاری به کل دارایی (F5) دارای اثر معناداری بر متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) نیست. به عبارت دیگر متغیر بدهی جاری به کل دارایی (F5) عامل مناسبی در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی نمی‌باشد.

-سطح معنی‌داری آماره Z برای ضریب متغیر مستقل سرمایه در گردش به کل بدهی (F13) با مقدار 5,96-، برابر با 0,33 می‌باشد که این مقدار بزرگ‌تر از ۱۰ درصد است. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که متغیر مستقل سرمایه در گردش به کل بدهی (F13) دارای اثر معناداری بر متغیر

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

وابسته ورشکستگی (BAN) نیست. به عبارت دیگر متغیر سرمایه در گردش به کل بدهی (F13) عامل مناسبی در راستای پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی نمی‌باشد.

-سطح معنی‌داری آماره Z برای ضریب متغیر مستقل سود عملیاتی به هزینه بهره (F13) با مقدار 0.00، برابر با 0.88 می‌باشد که این مقدار بزرگتر از ۱۰ درصد است. بنابراین می‌توان چنین استنباط نمود که متغیر مستقل سود عملیاتی به هزینه بهره (F13) دارای اثر معناداری بر متغیر وابسته ورشکستگی (BAN) نیست. به عبارت دیگر متغیر سود عملیاتی به هزینه بهره (F13) عامل مناسبی در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی نمی‌باشد.

شواهد فوق نشان می‌دهد که مدل فالمر (۱۹۸۴) مدلی مناسب به منظور پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی محسوب نمی‌شود، زیرا اکثر عوامل آن نمی‌توانند به‌طور معنی‌داری ورشکستگی شرکت‌های ایرانی را مورد پیش‌بینی قرار دهند.

اجرای سیستم شبکه عصبی مصنوعی بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه

به‌منظور آزمون فرضیه و در راستای شناسایی عوامل بااهمیت، در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی از سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی مبتنی بر رویکرد پرسپترون چند لایه استفاده شده است. یافته‌های حاصل از اجرای شبکه‌های عصبی مصنوعی بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه در جدول ۴ گزارش شده است.

جدول ۴. یافته‌های حاصل از اجرای شبکه عصبی مصنوعی

(مبتنی بر رویکرد پرسپترون چندلایه) / متغیر وابسته : BAN

تعداد لایه‌های ورودی	۲۲	دقت پیش بینی شبکه	۰,۹۸
تعداد لایه‌های پنهان	۸	خطای آنتروپی شبکه	۰,۲۹
تعداد لایه‌های خروجی	۲	تعداد داده‌های آموزش شبکه	(۰,۷۰)۱۲۱۵
تعداد مشاهدات بکاررفته	۱۷۲۰	تعداد داده‌های آزمون شبکه	(۰,۳۰)۵۰۵

بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی.../ساروئی، وکیلی‌فرد و طالب‌نیا

جدول ۵. ضریب اهمیت عوامل پیش‌بینی بر اساس تشخیص شبکه

عوامل پیش‌بینی	ضریب اهمیت	ضریب اهمیت استاندارد شده	رتبه‌بندی ضرایب اهمیت بالای ۵۰ درصد
F1	.۰۱۳	۱۲.۵٪	-
F10	.۰۲۲	۲۱.۴٪	-
F13	.۰۳۳	۳۲.۲٪	-
F3	.۰۴۵	۴۴.۳٪	-
F4	.۰۲۰	۱۹.۵٪	-
F5	.۰۰۷	۷.۰٪	-
F7	.۰۳۴	۳۳.۴٪	-
F8	.۰۱۵	۱۴.۷٪	-
F6	.۱۰۳	۱۰۰.۰٪	۱
F11	.۰۸۸	۸۵.۸٪	۲
F2	.۰۷۷	۷۵.۳٪	۴
F9	.۰۷۲	۷۰.۶٪	۶
F12	.۰۶۶	۶۴.۵٪	۷
F14	.۰۵۲	۵۰.۹٪	۹

با توجه به جدول ۴ همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی با رویکرد پرسپترون چندلایه، با قدرت ۰,۹۸، توانسته است ورشکستگی شرکت‌های نمونه را مورد پیش‌بینی قرار دهد. طبق یافته‌های حاصل از اجرای شبکه، از میان عوامل مورد بررسی (۱۴ عامل پیش‌بینی)، ۲ عامل نسبت سود خالص به کل دارایی (F6) و نسبت جریان نقد عملیاتی به کل بدهی (F11) دارای بیشترین ضریب اهمیت بوده‌اند. شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر رویکرد پرسپترون چند لایه یکی از روش‌های اصلی داده کاوی (استخراج دانش از داده) می‌باشد، که محدودیت‌های مربوط به روش‌های آماری و اقتصادسنجی برخوردار نیست و با دقت بیشتری می‌تواند عوامل سودمند در راستای پیش‌بینی یک متغیر را مورد شناسایی قرار دهد. در تحقیق حاضر کوشش شد تا با استفاده از اجرای شبکه عصبی مصنوعی بر مبنای رویکرد پرسپترون چندلایه، عوامل سودمند برای پیش‌بینی ورشکستگی ۱۷۲۰ مشاهده (سال- شرکت) مورد شناسایی قرار گیرد. یافته‌های حاصل از اجرای شبکه نشان می‌دهد که رویکرد پرسپترون چند لایه با قدرت ۹۸ درصد می‌تواند عوامل مؤثر در راستای پیش‌بینی ورشکستگی را شناسایی کند.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

بنابراین فرضیه اول تحقیق حاضر که بیان می‌کند: "عوامل سودمند در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی با استفاده از سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی مبتنی بر رویکرد پرسپترون چندلایه قابل شناسایی است" مورد تأیید قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر در ارتباط با فرضیه اول تحقیق H_1 را نمی‌توان رد نمود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

به منظور برآورد و پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی تا کنون مدل‌های زیادی ارائه شده است که اکثر این مدل‌ها از نوع رگرسیون-باینری بوده‌اند (مانند مدل‌های آلتمن، زاوورین، زاوگین، شیراتا، بیور، سی اسکوار، زمیجوسکی، فالمر و تافلر). یافته‌های حاصل از تحقیقات قبلی نشان داده‌اند که مدل‌های فوق در ابعاد زمانی و مکانی خاصی ارائه شده‌اند و به همین دلیل به سایر قلمروهای زمانی و مکانی قابل تعمیم نیستند (حاجی‌ها و همکاران، ۱۳۹۴؛ کردستانی و تاتلی، ۱۳۹۳؛ نیکبخت و شریفی، ۱۳۸۹). با توجه به اینکه فعالیت‌های تجاری شرکت‌های مختلف در سراسر جهان تحت تأثیر شرایط اقتصادی و سیاسی حاکم بر جامعه قرار می‌گیرد، به همین دلیل به نظر می‌رسد که رخداد ورشکستگی شرکت‌ها در کشورهای مختلف تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار گیرد. بنابراین ضرورت دارد تا عوامل سودمندی در راستای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها به تفکیک کشورهای مختلف مورد شناسایی قرار گیرد و همچنین مدل‌های ارزیابی ریسک ورشکستگی شرکت‌ها متناسب با شرایط هر کشور بومی سازی شود.

هدف از تحقیق حاضر طراحی و ارائه یک مدل باینری به منظور پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی با استفاده از سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی مبتنی بر رویکرد پرسپترون چندلایه بوده است. در راستا تعداد ۱۷۲۰ مشاهده (سال-شرکت) در بازه زمانی ۱۳۸۶ الی ۱۳۹۵ مد نظر قرار گرفتند و سپس عوامل بااهمیت در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی با استفاده از رویکرد پرسپترون چندلایه مورد شناسایی قرار گرفتند. پس از تعیین عوامل بااهمیت (عوامل دارای ضریب اهمیت بالای ۵۰ درصد) از این عوامل در راستای طراحی یک مدل باینری استفاده شد. یافته‌های حاصل از اجرای مدل باینری طراحی شده نشان می‌دهد که مدل طراحی شده و اجزای آن در راستای پیش‌بینی ورشکستگی معنادار هستند. به منظور اعتبار بخشی به مدل طراحی شده، یافته‌های حاصل از برآورد مدل طراحی شده با یافته‌های حاصل از برآورد مدل‌های مبنا مورد مقایسه قرار گرفت و یافته‌های حاصل از این مقایسه نشان می‌دهد که محتوای اطلاعاتی مدل طراحی شده در تحقیق حاضر از مدل‌های باینری مبنا بیشتر می‌باشد.

بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی.../ساروئی، وکیلی‌فرد و طالب‌نیا

دستاورد تحقیق حاضر طراحی یک مدل باینری به منظور پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های ایرانی و همچنین به منظور تعیین میزان خطر ورشکستگی شرکت‌های ایرانی می‌باشد که دارای کاربردهای تجربی فراوانی بر سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان و تحلیل‌گران می‌باشد. با توجه به یافته‌ها و نتایج حاصل از یافته‌های تحقیق به تمام تحلیل‌گران پیشنهاد می‌شود تا عوامل تئوریک مورد نظر خود را با استفاده از اجرای شبکه‌های عصبی مصنوعی مورد آزمون قرار دهند و سپس از این عوامل در راستای پیش‌بینی ورشکستگی و بحران مالی شرکت‌های ایرانی استفاده نمایند، زیرا طبق یافته‌های تحقیق حاضر، سیستم شبکه‌های عصبی مصنوعی قادر است با قدرت ۹۸ درصد عوامل تأثیرگذار بر ورشکستگی شرکت‌های ایرانی را شناسایی کند.

محدودیت‌های پژوهش حاضر شامل محدودیت‌های موجود در جمع‌آوری اطلاعات لازم بخصوص برای بدیل‌های پیش‌بینی ورشکستگی و در دسترس نبودن داده‌های مالی برخی از شرکت‌ها می‌شود.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

منابع

- ۱) تهرانی، رضا. (۱۳۹۲)، مدیریت مالی، تهران، انتشارات نگاه دانش.
- ۲) خلیفه‌سلطانی، سید احمد و اسماعیلی، فاطمه. (۱۳۹۳)، تأثیر چرخه تجاری بر پایداری مدل‌های پیش بینی ورشکستگی، مجله پژوهش‌های تجربی حسابداری، ۱۳ (۴)، ۲۲-۱.
- ۳) راعی، رضا و پویان‌فر، احمد. (۱۳۹۳)، مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته، تهران، انتشارات سمت.
- ۴) رهنمای رودپشتی، فریدون؛ علیخانی، راضیه و مراجوری، مهدی. (۱۳۸۸)، بررسی کاربرد مدل‌های پیش بینی ورشکستگی آلتمن و فالمر در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، مجله بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، شماره ۱۶ (۲)، ۳۴-۱۹.
- ۵) رهنمای رودپشتی، فریدون؛ نیکومرام، هاشم و شاهوردیانی، شادی. (۱۳۹۰)، مدیریت مالی راهبردی (ارزش‌آفرینی)، تهران، انتشارات حکیم باشی.
- ۶) ریاحی بلکویی، احمد. (۱۹۹۳). تئوری‌های حسابداری (ترجمه علی پارسائیان)، انتشارات دفتر پژوهش‌های فرهنگی، چاپ اول.
- ۷) صالحی، نازنین و عظیمی، مجید. (۱۳۹۵)، بررسی تطبیقی مدل خطر و مدل‌های سنتی برای پیش‌بینی ورشکستگی، فصلنامه حسابداری مالی، ۸ (۳۰)، ۱۲۱-۹۴.
- ۸) غضنفری، مهدی؛ رحیمی کیا، اقبال و عسگری، علی. (۱۳۹۷)، پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها مبتنی بر سیستم‌های هوشمند ترکیبی، فصلنامه پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی، ۱۰ (۳۷)، ۱۹۳-۱۵۹.
- ۹) فروغی ابری، میثم، فروغی، داریوش و کاظمی، ایرج. (۱۳۹۹)، تحلیل تأثیر ریسک برآورد خطر ورشکستگی بر محافظه‌کاری حسابرس، مجله دانش حسابداری، ۱۱ (۳)، ۹۷-۶۷.
- ۱۰) قدیری مقدم، ابوالفضل؛ غلام پورفرد، محمدمسعود و نصیرزاده، فرزانه. (۱۳۸۸)، بررسی توانایی مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی آلتمن و اهلسون در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، مجله دانش و توسعه، ۱۶ (۲۸)، ۲۲۰-۱۹۳.
- ۱۱) کردستانی، غلامرضا و تاتلی، رشید. (۱۳۹۳)، ارزیابی توان پیش‌بینی مدل تعدیل شده آلتمن از مراحل درماندگی مالی نیوتن و ورشکستگی شرکت‌ها، مجله دانش سرمایه‌گذاری، ۳ (۹)، ۱۰۰-۸۳.
- ۱۲) کرمی، غلامرضا و سیدحسینی، مصطفی. (۱۳۹۱)، سودمندی اطلاعات حسابداری نسبت به بازار در پیش‌بینی ورشکستگی، مجله دانش حسابداری، ۱۰ (۳)، ۱۱۶-۹۳.

بررسی مقایسه دقت پیش‌بینی سیستم شبکه‌های عصبی.../ساروئی، وکیلی فرد و طالب‌نیا

۱۳) مهرانی، ساسان؛ مهرانی، کاوه؛ منصفی، یاشار و کرمی، غلامرضا. (۱۳۸۴)، بررسی کاربردی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی زیمسکی و شیراتا در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه بررسی‌های حسابداری و سابرسی، ۱۲(۴۱)، ۱۳۱-۱۰۵.

۱۴) نیکبخت، محمدرضا و شریفی، مریم. (۱۳۸۹)، پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، فصلنامه مدیریت صنعتی، ۲(۱).

15) Agarwal, V & Taffler, R. (2008). Comparing the Performance of Market-based and Accounting-Based Bankruptcy Prediction Models, *Journal of Banking and Finance*, 32 (8): 1541– 1551.

16) Altman, E.I. (1968). Financial ratios, disarmament analysis and the prediction of corporate bankruptcy" bankruptcy. *The Journal of Finance*, 23 (4): 589-609.

17) Barboza, F., Kimura, H., & Altman, E. (2017). Machine learning models and bankruptcy prediction, *Expert Systems with Applications*, No. 83, PP. 405-417.

18) Bauer, J & Agarwal, V. (2013). Are Hazard Models Superior to Traditional Bankruptcy Prediction Approaches? A Comprehensive Test, *Journal of Banking & Finance*, 40 (2014): 432– 442

19) Beaver, W.H. (1966). Financial ratios as predictors of failure. *Journal of Accounting Research*, Empirical Research in Accounting: Selected studies, 4: 71-111.

20) Bharath, S & Shumway, T. (2004). Forecasting Default with the KMV-Merton Model. Working paper, University of Michigan.

21) Belkoui (1994), *Accounting Theory*, Chapter 7, Concepted Framework of Financial Accounting and Reporting, PP.126-129.

22) Chava, S & Jarrow, R.A. (2004). Bankruptcy Prediction with Industry Effects, *Review of Finance*, 8(4): 537– 569.

23) Gordon, M. j. (1971). Towards a theory of financial distress. *The Journal of Finance*. 26(2): 347-356.

24) Shin K, Lee Y. (2002). A genetic algorithm application in bankruptcy prediction modeling. *Expert Systems with Application*, 23 (3): 321- 328.

25) Shirata Cindy Yoshiko. (1998). Financial Ratios as Predictors of Bankruptcy in Japan, accounting conference, PP. 437-445.

26) Taoushianis, Z, Charalambous, C, & Martzoukos, S, H. (2016). Assessing Bankruptcy Probability with Alternative Structural Models and an Enhanced Empirical Model", *EFM Journal*, 22(2): 1-47.

27) Wallace A. (2004). Risk Assessment by Internal Auditors Using Past Research on Bankruptcy Applying Bankruptcy.

28) Whitaker, Richard (1999). The Early Stage of Financial Distress. *Journal of Economics and Finance*, 23 (2), 123-133.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره پنجاه و دو، پائیز ۱۴۰۱

یادداشت‌ها:

- | | |
|---|------------------------|
| 1 - Belkaoui | 21- Salchenberger |
| 2 - Shirata | 22 - Wallace |
| 3 - Fulmer | 23 - Barboza |
| 4 - Springing | 24 - Taoushianis et al |
| 5 - Altman | 25 - Bauer & Agarwal |
| 6 - Zmijewski | 26 - Toffler |
| 7 - Dun & Brad Street | 27 - Bharath & Shumway |
| 8 - Longman | 28 - Chava & Jarrow |
| 9 - Gordon, Myron | 29 - winsorising |
| 10 - Whitaker | |
| 11- Dun & Brad Street | |
| 12 - Shin & Lee | |
| 13 - Artifaial Neural Networks
(ANN) | |
| 14 - Decision Tree | |
| 15 - Genetic Algorithm(GA) | |
| 16 - Fuzzy Set Theory | |
| 17 - Data Envelopment Analysis | |
| 18 - Case-based Reasoning | |
| 19 - Rough set theory | |
| 20 - Odem & Sharda | |