مدیریت صنعتی
دوره ۲، شماره ۴
بهار و تابستان ۱۳۸۹
صص ۱۶۳ تا ۱۸۰

دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی

محمد رضا نیکبخت،[۱] مریم شریفی[۲]

چکیده: هدف اصلی این مقاله پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌ها در بورس اوراق بهادار تهران به وسیله‌ی شبکه‌های عصبی مصنوعی است. مقادیر میانگین مربوط به نسبت‌های مالی کلیدی در پژوهش‌های صورت گرفته در پیشینه موضوع به‌عنوان ورودی شبکه‌های عصبی انتخاب شده‌اند. شبکه عصبی به‌کار گرفته شده در این مقاله از نوع پرسپترون چند لایه است که به روش الگوریتم پس انتشار خطا آموزش دیده‌اند و شامل شبکه عصبی پیش‌خور سه لایه با ترکیب (۱ : ۴ : ۵) در آرایش نرون‌های ورودی، میانی و خروجی است. نمونه مورد نظر شامل دو گروه شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته است. گروه ورشکسته بر مبنای ماده ۱۴۱ قانون تجارت طی سال‌های ۱۳۷۸ لغایت ۱۳۸۵ انتخاب شده‌اند و گروه غیرورشکسته نیز به‌صورت تصادفی انتخاب شده‌اند. مجموعه‌ای مساوی از داده‌های فوق با استفاده از شبکه‌های عصبی و تحلیل تمایزی چندگانه مورد تحلیل قرار گرفتند. مقایسه توانمندی پیش‌بینی‌های شبکه عصبی و تحلیل تمایزی چندگانه نیز ارایه شده است. همچنین صحت پیش‌بینی شبکه‌های عصبی با استفاده از نمودار ROC ارائه شده است. نتایج نشان دادند که تفاوت معناداری بین MDA و ANN وجود دارد. همچنین طبق نتایج کم بودن خطای نوع اول بر خطای نوع دوم پیش‌بینی اولویت دارد.

واژه‌های کلیدی: پیش‌بینی ورشکستگی، مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN)، الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا (BP)، بورس اوراق بهادار تهران.

۱- استادیار گروه حسابداری دانشگاه تهران
۲- کارشناسی ارشد حسابداری دانشگاه تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳ /۷/ ۱۳۸۸
تاریخ پذیرش نهایی مقاله: ۲۳ / ۵ / ۱۳۸۹
نویسنده مسئول مقاله: محمدرضا نیکبخت
Email:mnikbakht@ut.ac.ir

مقدمه

ورشکستگی شرکت‌ها معمولاً بر نقدینگی بازار سرمایه و توسعه‌ی اقتصاد مؤثر است. در زمان ورشکستگی، بانک‌ها معمولاً اعتباردهی به شرکت‌های ورشکسته را کاهش داده و در ازای وامی که به شرکت‌ها می‌دهند، بهره‌ی بالاتری را برای جبران ریسک اضافی درخواست می‌کنند. به‌صورت مشابهی، مؤسسات سرمایه‌گذاری همچون صندوق‌های بازنشستگی و شرکت‌های بیمه، خرید سهام را کاهش داده و بیشتر به سراغ سرمایه‌گذاری و خرید اوراق قرضه‌ی بانک‌ها یا بازارهای مشابه آن اقدام می‌کنند. همه این‌ها به کاهش نقدینگی در بازارهای سرمایه، افزایش هزینه‌ی سرمایه‌ی شرکت‌ها و کاهش رشد اقتصادی منجر خواهد شد. با توجه به تأثیرات معکوس ورشکستگی بر بازارهای سرمایه و اقتصاد، پژوهشگران و ذی‌نفعان برآن شدند تا با استفاده از رویکردهای مختلف، مدل‌های پیش‌بینی را ایجاد و توسعه دهند تا میزان زیان‌های وارده و تأثیرهای ناشی از آن کاهش یابد.

ورشکستگی شرکت معمولاً به وسیله‌ی عوامل مختلف و مرتبط به هم تعیین می‌شود؛ بنابراین تعیین دلیل یا دلایل دقیق ورشکستگی و مشکلات مالی در هر مورد خاص کار آسانی نیست. عموماً عوامل ورشکستگی شامل عوامل بیرونی (برون سازمانی) و عوامل درونی (درون سازمانی) است . عوامل بیرونی ـ عواملی که به وسیله‌ی شرکت قابل کنترل نیست ولی موجبات مشکلات مالی در شرکت را فراهم می آورد ــ شامل ویژگی‌های سیستم اقتصادی و تغییر در ساختارهای اقتصادی، تغییرات در تجارت و بهبودها و انتقالات در تقاضای عمومی، نوسانات تجاری (ناسازگاری بین تولید و مصرف، عدم استخدام، کاهش در میزان فروش، تورم، سقوط قیمت‌ها و افزایش نرخ بهره و...)، مشکلات مرتبط با تأمین مالی، رویدادها و بلایای طبیعی و شدت رقابت در بازار است. از سوی دیگر، عوامل درونی شامل مواردی است که مدیران دچار اشتباه شده‌اند و یا آن‌که برای انجام اقدامات ضروری در تصمیمات مدیریتی گذشته ناتوان بوده‌اند که می‌توان به نمونه‌هایی چون ایجاد و توسعه بیش از اندازه اعتبار به مشتریان (فروش‌های نسیه بیش از حد)، مدیریت ناکارا (فقدان آموزش، تجربه، توانایی و ابتکار مدیریت در عرصه رقابت و تکنولوژی و منابع و خطاهای مدیریتی)، ناتوانی در مدیریت اثربخش سرمایه خیانت و تقلب اشاره داشت [۲۲] [۲۰].

از مهم‌ترین دلایل ورشکستگی در ایران، می‌توان به نوسانات اقتصادی و متغیرهای سیاسی به‌عنوان عوامل بیرونی و غیرقابل کنترل توسط شرکت‌ها و بالا بودن هزینه‌های تولید، هزینه‌ی بهره‌ی پرداختنی و بروگراسی تولید به‌عنوان عوامل درونی و قابل کنترل توسط شرکت‌ها اشاره کرد [۳].

مسئله‌ی ورشکستگی شرکت می‌تواند از طریق مشاهده تأثیرهای مستقیم عوامل بیرونی و درونی روی شرکت‌های ورشکسته یا از طریق بررسی دقیق نسبت‌های مالی شرکت‌های ورشکسته مورد پژوهش واقع شود؛ نسبت‌های مالی تأثیرات برهم کنشی عوامل بیرونی و درونی را روی موقعیت بد مالی شرکت منعکس می‌کند [۱۸] [۲۱]. تحلیل سنتی ریسک با استفاده از نسبت‌های مالی، سیگنال‌هایی را در ارتباط با این که شرکت به سمت آشفتگی مالی یا ورشکستگی مالی می‌رود را قبل از آن‌که شرکت اعلام ورشکستگی نماید مشخص می‌کند [۲۵]. از زمان مطالعه‌ی مقدماتی بیور[1] (۱۹۶۶) که نخستین مدل ارایه شده در زمینه‌ی ورشکستگی با استفاده ار نسبت‌های مالی است، تحلیل نسبت‌های مالی رویکرد غالب در بررسی مشخصه‌های ورشکستگی شرکت‌ها شده است.

با توجه به ادبیات موضوعی و پیشینه‌ی پژوهش‌های گذشته در ارتباط با پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها، دو طبقه‌ی کلی از مدل‌های پیش‌بینی مبتنی بر نسبت‌های مالی مشهود است:

۱- مطالعاتی که با بررسی مجزای تک‌تک نسبت‌ها اقدام به پیش‌بینی می‌کنند (تحلیل تک متغیره).[2]

۲- مطالعاتی که با استفاده از چندین نسبت و وزن دادن به آن‌ها برای رسیدن به تابع پیش‌بینی ورشکستگی تلاش می‌کنند (تحلیل‌های چند متغیره).[3] این مطالعات خود به دو دسته، که هریک چندین زیر شاخه دارد، قابل تقسیم است و شامل مدل‌های پارامتریک و مدل‌های غیرپارامتریک است. مدل‌های تحلیل تمایزی و احتمالات شرطی (پروبیت و لوجیت) زیر شاخه‌های مدل پارامتریک و مدل‌های شبکه‌ی عصبی[4] و افراز بازگشتی زیر شاخه‌های مدل غیرپارامتریک محسوب خواهند شد [۲۵].

1- Beaver
2- univariate analysis
3- multiple discriminant analysis
4- artificial neural network (ANN)

بیور (۱۹۶۶) آزمون طبقه‌بندی دوگانه[1] را برای ایجاد مدل پیش‌بینی تک متغیره ورشکستگی انتخاب کرد. وی شش نسبتی که می‌توانست به تنهایی برای طبقه بندی شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته استفاده شود، به‌کار گرفت [۱۵]. پژوهش‌های صورت گرفته توسط فیتزیاتریک، مروین و والتر نمونه‌ای از مطالعات تحلیلی تک متغیره قلمداد می‌شوند.

آلتمن [2] (۱۹۶۸) تحلیل تک متغیره را به سبب ارایه نتایج گیج‌کننده و متضاد با معیارهای تفکیک‌کننده مورد انتقاد قرار داده و تحلیل تمایزی چندگانه را که در آن چندین نسبت مالی به‌طور هم زمان در پیش‌بینی ورشکستگی بررسی می‌شدند برگزید. نسبت‌های انتخاب شده نسبت‌هایی بودند که می‌توانستند معیارهای کلی برای تفکیک شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته به‌کار روند [۱۳]. پژوهش‌های صورت گرفته توسط دیکن، اسپرینگیت، ادمیستر، بلوم، مویر و... نمونه‌ای از پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه‌اند. برای جبران محدودیت موجود در روش تحلیل تمایزی چندگانه (الزام نرمال بودن متغیرهای پیش‌بین، اختیاری بودن رتبه Z و فرض استقلال متقابل نسبت‌ها)، اولسون[3] (۱۹۸۰)، زاوگرن[4] (۱۹۸۵)، گیلبرت[5] (۱۹۹۰) و موریس[6] (۱۹۹۷) از روش لوجیت برای ایجاد مدل‌های پیش‌بینی بهره گرفتند [۲۴] [۲۸] [۱۹] [۲۱].

شبکه‌ی عصبی مصنوعی روش محبوب دیگری در مطالعات پیش‌بینی ورشکستگی قلمداد می‌شود. این روش محاسباتی از مزایای تکنولوژیکی استفاده کرده و نیازی به الزامات خاص برای متغیرهای پیش‌بین ندارد. این مزایای مدل پیش‌بینی شبکه‌های عصبی در تفکیک شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته قابل ملاحظه است. مطالعات اودوم و شاردا[7] (۱۹۹۰)، چارالامبوس و همکاران[8] (۲۰۰۰)، انانداراجان و همکاران[9] (۲۰۰۱)،

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1- dichotomous classification test
2- Altman
3- Ohlson
4- Zavgren
5- Gilbert
6- Morris
7- Odom and Sharda
8- Charalambous, et al
9- Anandarajan, et al

چاریتو و همکاران[1] (۲۰۰۴) و والاس[2] (۲۰۰۴) در این زمینه نمونه‌ای از آن‌هاست [۱۴] [۱۶] [۱۷] [۲۳] [۲۷].

برخی از مهم‌ترین پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی در ایران به شرح زیر است:

سلیمانی امیری در پژوهش خود تحت عنوان "بررسی شاخص‌های پیش‌بینی‌کننده ورشکستگی در شرایط محیطی ایران" به ارایه الگویی با اجرای روش دلفی در بین مدیران و استادان دانشگاه برای انتخاب متغیرهای پیش بین برای پیش‌بینی ورشکستگی در ایران پرداخته و در نهایت با استفاده از نتایج این روش، ۱۵ متغیر مستقل که بعضی از آن‌ها نسبت‌های مالی و برخی دیگر متغیرهای کیفی‌اند به ارایه رابطه‌ی متغیرها پرداخته است [۶].

احمدی کاشانی در پژوهش خود به بررسی تعدیل ضرایب الگوی آلتمن در صنعت تجهیزات و لوازم خانگی پرداخته که طبق نتیجه‌ی پژوهش وی الگوی تعدیل شده آلتمن در صنعت یادشده با دقت ۹۰.۷٪ شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته را تفکیک می‌کند [۱].

منصفی در پژوهش خود به بررسی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی زیمسکی و شیراتا در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته است. او در نتایج خود نشان می‌دهد که هر دو الگوی مورد بررسی توانایی تقسیم شرکت‌ها را به دو گروه ورشکسته و غیرورشکسته دارند. رویکرد وی در زمینه الگوهای مورد بحث استفاده از فنون رگرسیون لوجستیک و تحلیل تمایزی می‌باشد [۱۱].

فلاح پور در پژوهش خود به پیش بینی درماندگی مالی شرکت‌های تولیدی در بازه زمانی ۱۳۷۱-۱۳۸۰، با استفاده از شبکه‌های مصنوعی عصبی با آرایش نرونی (۱-۷-۵) در طراحی شبکه با استفاده از نسبت‌های سود قبل از بهره و مالیات به کل دارایی‌ها، سود قبل از بهره و مالیات به خالص فروش، حقوق صاحبان سهام به کل بدهی‌ها، سرمایه درگردش به کل دارایی‌ها و دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری به‌عنوان متغیرهای پیش بین در لایه ورودی شبکه‌های عصبی پرداخته و آن را به وسیله‌ی آزمون مقایسه‌ی زوجی با مدل تحلیل تمایزی چندگانه مقایسه نموده و در نهایت به این نتیجه رسیده است که مدل

1- Charitou, et al
2-Wallace

شبکه‌های عصبی به طور معناداری نسبت به مدل تحلیل تمایزی چندگانه از دقت پیش بینی بیشتری برخوردار است [۱۰].

سعیدی و آقایی در پژوهش خود به پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های بورس در بازه زمانی ۱۳۷۵-۱۳۸۵با استفاده از شبکه ساده بیز پرداخته و نتایج حاصل از آن را با مدل رگرسیون لوجستیک مقایسه نموده‌اند [۵].

کمیجانی و سعادت فر نیز به پیش‌بینی ورشکستکی اقتصادی شرکت‌های بورسی در بازه زمانی ۱۳۶۸-۱۳۸۴ و با استفاده از شبکه‌های عصبی سه و چهار لایه و متغیرهای ورودی نسبت جاری، حاشیه ناخالص سود و نسبت سود خالص به بدهی جاری با آرایش نرونی (۱-۹-۳) و (۱-۹-۳-۳) پرداخته‌اند [۴].

در این پژوهش که هدف اصلی آن پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های تولیدی با استفاده از بهترین متغیرهای پیش بین در مطالعات قبلی است، از مدل شبکه‌های عصبی با آرایش نرونی (۱-۴-۵) در طراحی شبکه و متغیرهای پیش‌بین، سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، سود خالص به کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها، دارایی‌های جاری به بدهی‌جاری و دارایی‌های سریع به بدهی‌های جاری به همراه مقایسه‌ی آن با روش تحلیل تمایزی چندگانه استفاده شده است. به علاوه، صحت کلی مدل با استفاده از منحنیROC و سطح زیر منحنی ارایه شده است. بازه زمانی اجرای پژوهش از ۱۳۷۸- ۱۳۸۵ انتخاب شده است. گفتنی است معیار ورشکستگی شرکت‌ها ماده ۱۴۱ قانون تجارت[1] است.

شبکه‌های عصبی مصنوعی

این حوزه یکی از پویاترین حوزه‌های تحقیق در دوران معاصر محسوب می‌شود که افراد متعددی را از رشته‌های گوناگون علمی به خود جلب کرده است. استفاده از شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های ژنتیک در حل مسایل پیچیده کاربردی این روزها بیش از بیش رواج یافته است [۲]. اهمیت این مدل در آن است که می‌تواند فرآیندهایی را که به

۱- اگر بر اثر زیان‌های وارده، حداقل نصف سرمایه شرکت از میان برود، هیئت مدیره مکلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام را دعوت کند تا موضوع انحلال یا بقاء شرکت بررسی و رأی صادر شود. هرگاه مجمع مزبور رای به انحلال شرکت ندهد، باید در همان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ این قانون، سرمایه شرکت را به مبلغ سرمایه موجود کاهش دهد [۹].

پارامترهای گوناگون و با درجه اهمیت متفاوت بستگی دارند، توصیف و بررسی کند، سپس پاسخ قانع‌کننده‌ای را ارایه نماید. شیوه‌ی برخورد روش محاسباتی شبکه‌های عصبی، تسخیر اصول راهبردی زیربنایی فرآیند مغز و به‌کارگیری آن‌ها در سیستم‌های کامپیوتری است.

شبکه‌های عصبی مصنوعی جزء سیستم‌های دینامیکی هوشمند مدل ـ آزاد[1] قلمداد می‌شوند که با پردازش روی داده‌های تجربی دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند. این سیستم‌های مبتنی بر هوش محاسباتی[2] سعی در مدل سازی ساختار نرو ـ سیناپتیکی مغز بشر دارند. مؤلفه‌های مهم و اساسی هوش محاسباتی یا محاسبات نرم[3]، شبکه‌های عصبی (محاسبات نرونی)، منطق فازی (محاسبات تقریبی) و الگوریتم ژنتیک (محاسبات ژنتیکی) است که هر یک به نوعی مغز را الگو قرار داده‌اند. شبکه‌های عصبی با الهام از محاسبات توزیع یافته‌ی گسترده و موازی در مغز انسان، شبکه‌های عصبی بیولوژیکی و یادگیری در این سیستم‌ها، ارتباطات سیناپسی و ساختار نرونی را مدل می‌کند [۸].

یک شبکه‌ی عصبی مصنوعی از تعداد زیادی گره و پاره خط‌های جهت‌دار که گره‌ها را به هم ارتباط می‌دهند، تشکیل شده است. گره‌هایی که در لایه‌ی ورودی هستند گره‌های حسی و گره‌های لایه‌ی خروجی گره‌های پاسخ دهنده نامیده می‌شوند؛ بین نرون‌های ورودی و خروجی نیز، نرون‌های پنهان قرار دارند. اطلاعات از طریق گره‌های ورودی به شبکه وارد شده و سپس از طریق اتصالات به لایه‌های پنهان متصل شده و در نهایت خروجی شبکه از گره‌های لایه‌ی خروجی به دست می‌آید [۷].

شبکه عصبی پیش خور چند لایه

شبکه‌های عصبی پرسپترون، به‌ویژه پرسپترون چند لایه که توانایی بیشتری نسبت به شبکه‌های عصبی تک‌لایه دارد، در زمره کاربردی‌ترین شبکه‌های عصبی هستند. این شبکه‌ها قادرند با انتخاب مناسب تعداد لایه‌ها و سلول‌های عصبی، که اغلب زیاد هم نیستند، یک نگاشت غیرخطی را با دقت دلخواه انجام دهند. به‌طوری که شبکه‌های عصبی

1- model- Free
2- computational - intelligence
3- soft- computing

پیش‌خور دولایه با توابع محرک سیگموئید در لایه اول قادرند هر تابعی را با دقت دلخواه تقریب بزنند [۱۲].

شبکه‌های پرسپترون چند لایه سلسله‌مراتبی از واحدهای پردازشگر است که در یک مجموعه‌ی متشکل از دو یا چند مجموعه‌ی منحصر به فرد از نرون‌ها یا لایه‌ها، سازمان‌دهی شده‌اند [۸]. این شبکه‌ها از به هم پیوستن سه شبکه پرسپترون ایجاد شده است که یکی لایه ورودی و دو تای دیگر لایه‌های میانی و خروجی نامیده می‌شوند [۱۲]. لایه‌ی اول یا لایه‌ی ورودی، به‌عنوان محل نگهداری مقادیر ورودی‌ها و توزیع این مقادیر بین واحدهای لایه‌ی بعدی به‌کار می‌رود؛ بنابراین هیچ محاسبه‌ای را انجام نمی‌دهند [۲] [۸]. نقش این لایه به نوعی ساختگی است که در آن لایه‌ی ورودی، واحدها تنها برای نگهداری به‌کار رفته‌اند. بنابراین، واحدهایی لایه‌ی ورودی، نگاشت یا تبدیل جداگانه‌ای بر اطلاعات ورودی انجام نمی‌دهند و وزن‌های آن‌ها، به بیان قاطع، وجود ندارند. لایه‌ی آخر یا خروجی، نقطه‌ای است که در آن نگاشت کلی ورودی شبکه قابل دستیابی است [۸]. لایه بین لایه‌ی ورودی و لایه‌ی خارجی که مستقیماً به داده‌های ورودی و نتایج خروجی متصل نیست را لایه پنهان[1] می‌نامند [۲]. داخل این لایه‌های درونی نگاشت یا محاسبات اضافی انجام می‌گیرد. یکی از بزرگ‌ترین نقص‌های شبکه پرسپترون چندلایه، وجود محدودیت در دسترسی به الگوریتم‌های آموزش مناسب است.

پیوندها یا وزن‌ها، هر واحد در یک لایه را تنها به آن‌هایی که در لایه‌ی بالاتر بعدی قرار دارند، وصل می‌کنند. در ضمن این اتصالات جهت دارند که در آن‌ها خروجی یک واحد، که با مقدار وزن اتصالی مقیاس‌دهی می‌شود، پیش‌خور می‌شود تا نقشی را در تحریک واحدهای لایه‌ی بالاتر ایفا کند [۸].

نحوه‌ی عمل پرسپترون چند لایه، مشابه پرسپترون تک لایه است. به این صورت که الگویی به شبکه عرضه می‌شود و خروجی آن محاسبه می‌شود، مقایسه‌ی خروجی واقعی و خروجی مطلوب باعث می‌شود که ضرایب وزنی شبکه تغییر یابد به طوری که در دفعات بعدی خروجی درست‌تری حاصل شود [۲]. برای رسیدن به چنین الگویی لازم است تا هر نرون در شبکه پرسپترون چند لایه دو محاسبه انجام دهد. در محاسبه‌ی اول سیگنال‌های

1 - hidden layer

تابعی و در محاسبه‌ی دوم تخمین لحظه‌ای از گرادیان منحنی خطا را نسبت به پارامترهایی که ورودی نرون را به خود متصل می‌کند در اختیار قرار دهد [۱۲].
قاعده‌ی فراگیری در شبکه‌های عصبی چندلایه پیش‌خور (شبکه‌های پرسپترون چند لایه) «قاعده‌ی کلی دلتا» یا «قاعده‌ی پس انتشار» است [۲]. در این قاعده‌ی یادگیری، وزن‌های شبکه به گونه‌ای تنظیم می‌شوند که خطایی را که بر مبنای مقدار اختلاف بین خروجی مطلوب و خروجی واقعی شبکه‌ی پیش خور حاصل شده است، به حداقل رسانند [۸].
تصمیمات ذیل در طراحی شبکه عصبی ضرورت دارد:

- تعیین اندازه‌ی داده‌های آموزشی و آزمایشی،
- تعیین الگوریتم‌های یادگیری،
- تعیین توپولوژی شبکه یا عناصر پردازشی و پیکربندی(درون دادها، برون دادها و لایه ها)،
- تعیین تابع تبدیلی که باید مورد استفاده قرار گیرد؛
- تعیین نرخ یادگیری برای هر لایه،
- تعیین ابزارهای تشخیصی و تأییدی [۱۰].

روش پژوهش

این پژوهش از لحاظ آماری، مدل‌سازی و از نظر روش، یک پژوهش توصیفی (نیمه تجربی) از نوع همبستگی محسوب می‌شود که در آن رابطه‌ی میان متغیرها براساس هدف پژوهش تحلیل می‌شود. متغیرهای پیش‌بین بر اساس بهترین نسبت‌ها در نتایج پژوهش‌های قبلی، سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها، جریانات نقدی به کل بدهی‌ها، سود خالص به کل دارایی‌ها، کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها، دارایی‌های جاری به بدهی جاری و دارایی‌های سریع به بدهی‌های جاری در نظر گرفته شد. سپس با استفاده از تجزیه و تحلیل آماری مشخص شد که از بین این شش نسبت انتخاب شده، پنج نسبت در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها نقش مؤثری داشته است. از نظرآماری، میانگین نسبت جریانات نقدی به کل بدهی‌ها در دو گروه شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته تفاوت معنادار نداشت، بنابراین از بین نسبت‌های انتخاب شده به‌عنوان متغیر پیش‌بین، نسبت جریانات نقدی به کل بدهی‌ها در پیش‌بینی مدل کنار گذاشته شد و از بقیه نسبت‌ها که دارای

اختلاف معنادار در میانگین گروه‌ها بودند، استفاده شد. این آزمون به طور تلویحی نشان‌دهنده تفکیک مناسب شرکت‌ها در در دو گروه ورشکسته و غیرورشکسته طبق ماده ۱۴۱ قانون تجارت نیز است.

جامعه‌ی مورد مطالعه در این پژوهش، عبارت از شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۵ است. نمونه مورد استفاده متشکل از ۱۱۶ شرکت تولیدی است که به شرح زیر انتخاب شده‌اند:

ابتدا لیستی از شرکت‌هایی که در بین سال‌های ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۵ بر اساس گزارش بازرس قانونی شرکت در ارتباط با مشمولیت ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده‌اند تهیه شد. این دوره هفت ساله با توجه به محدودیت در اطلاعات و همچنین تغییر میانگین نسبت‌های مالی در دوره‌های خیلی طولانی، در نظر گرفته شد. تعداد این شرکت‌ها در حدود ۸۵ شرکت بود. از بین این شرکت‌ها، ۵۸ شرکت که دسترسی به اطلاعات و صورت‌های مالی آن‌ها ممکن بود انتخاب شدند.

پس از این که ۵۸ شرکت ورشکسته به این ترتیب انتخاب شدند، باید ۵۸ شرکت غیرورشکسته نیز به‌عنوان گروه دوم انتخاب می شد. درکل حدود ۳۵۰ شرکت غیرورشکسته برای انتخاب موجود بودند؛ که انتخاب آن‌ها محدود به سه شرط مهم بود :

۱) تولیدی باشند، ۲) اطلاعات آن‌ها حداقل برای سال‌های۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ موجود باشد (برخی شرکت‌های جدید پذیرفته شده، اطلاعات مالی سال‌های قبل را نداشتند) و۳) از نظر اندازه طوری باشد که تقریباً در بازه گروه اول قرار گیرند .

بدین ترتیب با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی، ۵۸ شرکت گروه دوم نیز انتخاب شدند. امکان تطبیق دادن شرکت‌های دو گروه از نظر صنعت به دلیل محدود بودن تعداد ورشکستگی در هر صنعت وجود نداشت. در صورتی که هنوز هم اهمیت تأثیرهای صنعت به‌عنوان جزء مهمی از پیش‌بینی ورشکستگی حس می‌شود.

داده‌های مورد نیاز در این پژوهش با مراجعه به آرشیو نرم افزاری سازمان بورس و اوراق بهادار تهران، وب سایت مدیریت پژوهش توسعه و مطالعات اسلامی سازمان بورس و اوراق بهادار[1] و دانلود کلیه‌ی صورت‌های مالی شرکت‌های تولیدی پذیرفته شده در بورس

1- www.rdis.ir

و در صورت کامل نبودن اطلاعات به ناچار در مورد شرکت‌های معدودی، اطلاعات مربوط به سالی که در آرشیو و یا سایت مذکور موجود نبوده از اطلاعات مندرج در وب سایت کارگزاری بهمن[1] استفاده شده است.

در طراحی شبکه‌های عصبی که از نرم افزار مطلب نسخه ۷ استفاده شده، ضرورت دارد در برنامه نویسی شبکه، عوامل مؤثر در عملکرد شبکه که شامل تعداد لایه‌های پنهان شبکه، تعداد نرون‌های هر لایه، الگوریتم یادگیری، تابع تبدیل، تابع عملکرد[2]، نرخ یادگیری، تعداد تکرارها[3]، نرمال کردن داده‌ها، اندازه‌ی مجموعه‌ی آموزشی و آزمایشی هستند، تعیین شود.

نتایج بیشتر پژوهش‌های قبلی در زمینه‌ی دسته بندی و پیش‌بینی ورشکستگی نشان می دهد که برای حل این نوع مسائل، داشتن یک لایه‌ی پنهان در شبکه کافی است. به‌عنوان مثال، می‌توان از پژوهش‌های صورت گرفته توسط اودوم و شاردا (۱۹۹۰)، تام و کیانگ[4] (۱۹۹۲)، زنگ و همکاران[5] (۱۹۹۹) و فلاح پور (۱۳۸۳) نام برد [۲۳] [۲۶] [۲۸] [۱۰]. بنابراین در این پژوهش نیز در طراحی شبکه‌های عصبی، از یک لایه پنهان استفاده شده است. در مسائل از نوع دسته بندی، تعداد نرون‌های لایه ورودی برابر با تعداد متغیرهای پیش‌بین است. بنابراین در این پژوهش، تعداد نرون‌های لایه ورودی برابر با پنج است. با توجه به این که شبکه یک خروجی دارد، پس تعداد نرون لایه خروجی برابر با یک است. تعیین تعداد نرون‌های لایه میانی (پنهان) کار ساده‌ای نیست و بیشتر با استفاده از سعی وخطا صورت گرفته است، به نحوی که عملکرد کلی شبکه بهبود یابد و پس از بارها آزمایش و خطای مجدد، بهترین حالت عملکرد شبکه با قدرت تعمیم بالا، در نظر گرفتن چهار نرون در لایه‌ی میانی بود، گفتنی است که برای هر لایه، یک تورش نیز در نظر گرفته شده است. برای آموزش شبکه‌های عصبی از الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا استفاده شده است. تابع تبدیل مورد استفاده در لایه خروجی، تابع خطی و در لایه‌ی پنهان، تابع سیگموئیدی است که فرمول آن برابر است با:

$$f(NET) = (1 + e^{-NET})^{-1}$$

1- www.bahmanbroker.com
2- performance function
3- epoch
4- Tam & Kiang
5- Zhang, et al

منظور از NET، مجموع وزنی متغیرهای ورودی ازلایه قبلی است. با استفاده از این تابع، مقدار متغیر خروجی، عددی بین صفر تا یک خواهد شد.

تابع عملکرد آموزش شبکه، متوسط مجموع مربعات خطا (MSE)[1] در نظر گرفته شده است؛ این تابع عملکرد معمولاً در طراحی شبکه‌های عصبی پیش خور چندلایه مورد استفاده قرار می‌گیرد که از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(e_i)^2$$

در ارتباط با نرخ یادگیری باید گفت اگر نرخ یادگیری کوچک باشد، یادگیری به‌کندی انجام می‌شود و اگر بزرگ انتخاب شود، باعث نوسان زیاد و ناپایداری سیستم می‌شود. نرخ یادگیری مورد استفاده در این پژوهش، با توجه به استفاده از تابع عملکرد MSE و همچنین چندین بار آزمایش، ۰/۱ انتخاب شد. تعداد تکرارها، به نرخ یادگیری و هدف مورد نظر در ارتباط با تابع عملکرد بستگی دارد. با نرخ یادگیری ۰/۱ و داشتن MSE در حد ۰/۰۱، تعداد تکرارها در مورد شبکه عصبی ۵۵۲۶ به دست آمد. هدف ۰/۰۱ نیز پس از چندین بار آزمایش انتخاب شد، زیرا پس از این نقطه در عملکرد کلی شبکه بهبود چندانی حاصل نمی‌شد.

در برخی از پژوهش‌های قبلی، عنوان شده است که در پیش‌بینی درماندگی مالی با استفاده از نسبت‌ها، نیازی به نرمال کردن[2] داده‌های ورودی نیست، در این پژوهش نیز با توجه به نتایج مطلوب به‌کارگیری داده‌های معمولی، نرمال کردن داده‌ها صورت نپذیرفت.

در این پژوهش، نمونه اصلی به دو گروه آموزشی و آزمایشی تفکیک و نسبت مورد استفاده در تفکیک نمونه‌ها به‌صورت ۷۰ به ۳۰ که ۷۰٪ جزء مجموعه‌ی آموزشی و ۳۰٪ در مجموعه آزمایشی قرار می‌گیرند.

نتایج پژوهش

نگاره ذیل نتایج پیش‌بینی دو مدل شبکه‌های عصبی و تحلیل تمایزی چندگانه را در سال مبنا نمایش می‌دهد.

1- mean sum of squares of errors
2-normalization

نگاره شماره ۱- نتایج پیش‌بینی مدل‌های شبکه‌ی عصبی و تحلیل تمایزی چندگانه

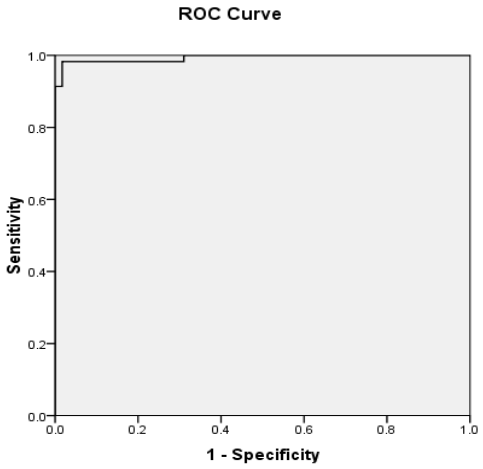
سال	عضویت گروه‌های پیش‌بینی شده- MDA		عضویت گروه‌های پیش‌بینی شده- ANN	
	ورشکسته	غیرورشکسته	ورشکسته	غیرورشکسته
مبنا	۵۴	۵۴	۵۷	۵۷
	٪۹۳/۱	٪۹۳/۱	٪۹۸/۳	٪۹۸/۳

با توجه به درصد عضویت گروه‌های نمونه‌های ۵۸ عضوی از شرکت‌های دو گروه ورشکسته و غیرورشکسته، نتایج از دقت بالاتر مدل شبکه‌های عصبی در تفکیک شرکت‌ها و همچنین خطای نوع اول و دوم پایین‌تر نسبت به مدل تحلیل تمایزی حکایت دارد. جهت آزمون فرض معناداری این اختلاف از آزمون t زوجی و در سطح اطمینان ۹۵٪ استفاده شده که نتایج به شرح جدول ذیل است.

نگاره شماره ۲- نتایج آزمون مقایسه‌ی زوجی

	میانگین	انحراف استاندارد	میانگین خطای استاندارد	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری (زوجی دو طرفه)
تحلیل تمایزی - شبکه عصبی	-۰/۵۰۵	۲/۱۵۹	۰/۲۰۱	-۲/۵۱۹	۱۱۵	۰/۰۱۳

همان‌گونه که از اعداد و ارقام جدول مشخص است، تفاوت میانگین دو گروه در سطح ۵٪ معنادار است؛ این بدان معناست که در سال مبنا، دقت پیش‌بینی دو مدل متفاوت است.
علاوه بر آزمون مقایسه دو زوجی، در مطالعات مدل‌سازی جهت سنجش میزان دقت مدل و پیش‌بینی صورت گرفته از منحنی ROC و سطح زیر منحنی نیز استفاده می‌کنند. هر چه سطح زیر منحنی ROC به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد دقت مدل در معیار خوب و هر چه این عدد به ۰/۵ نزدیک‌تر باشد، نشان از دقت پایین مدل و پیش‌بینی نامناسب مدل است. سطح منحنی ROC در مدل ارایه شده در پژوهش به صورت ذیل است که در مدل ارایه شده برابر با ۰.۹۹۳ است. این سطح بالا بیانگر از قدرت بالای پیش‌بینی مدل است.



بحث و نتیجه‌گیری

پیش‌بینی ورشکستگی مالی شرکت‌ها یکی از موضوعات مهم در حوزه تصمیم‌گیری مالی قلمداد می‌شود که با توجه به آثار و پیامدهای این پدیده در سطوح خرد و کلان جوامع، ابزارها و مدل‌های قابل توجهی که هریک در روش یا متغیر پیش‌بین متفاوت‌اند در سطح بین‌المللی ارایه شده است. در این پژوهش، این پیش‌بینی با استفاده از مدل شبکه‌های عصبی و الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا صورت پذیرفت. برای ارزیابی قدرت شبکه‌های عصبی در مسئله‌ی پژوهش از تکنیک معتبر سازی مقطعی که در آن مدل با در نظر گرفتن نمونه‌های متفاوت آزمون می‌شود، بهره گرفته شد.

نتایج به دست آمده از پژوهش نشان داد، شرکت‌های گروه ورشکسته در مراحل ورشکستگی، فروش، سود ویژه و دارایی‌های کمتری نسبت به گروه دوم دارند که در نهایت به تفاوت معنادار نسبت‌های مالی دو گروه منجر خواهد شد.

در این پژوهش، دقت نتایج دو مدل شبکه‌های عصبی و تحلیل تمایزی چندگانه در سال مبنا مقایسه شدند که نتایج آزمون زوجی حکایت از دقت بالاتر مدل شبکه‌های عصبی در سطح معنادار ۵٪ داشت. به علاوه توان پیش‌بینی مدل شبکه‌های عصبی در تفکیک درست شرکت‌های ورشکسته بالاتر از شرکت‌های غیرورشکسته بود. این نتیجه برای آن مهم است

که با توجه به نوع متغیر وابسته در پژوهش، پیش‌بینی درست شرکت‌های ورشکسته از شرکت‌های غیرورشکسته از اهمیت بالاتری برخوردار است. به عبارتی در این پژوهش کم بودن خطای اول نسبت به خطای دوم اولویت دارد.

نتایج مقایسه‌ای دو مدل با نتایج پژوهش‌های صورت گرفته توسط اودوم و شاردا (۱۹۹۰)، اودوم و ویلسون (۱۹۹۴)، فلاح پور (۱۳۸۳) سازگار و با نتایج پژوهش آلتمن و همکاران (۱۹۹۴) ناسازگار است. به علاوه، دقت مدل ارایه شده در شرایط محیطی ایران طبق پژوهش حاضر با دقت کلی ۹۸.۳٪، نسبت به پژوهش والاس با دقت کلی ۹۴٪ با متغیرهای پیش‌بین یکسان در هر دو پژوهش، بالاتر است.

منابع:

۱- احمدی کاشانی سید عباس(۱۳۸۴). ارایه الگوی پیش‌بینی ورشکستگی در صنعت تجهیزات و لوازم خانگی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده اقتصاد و حسابداری.

۲- بیل، آر و جکسون، تی(۱۳۸۶). آشنایی با شبکه‌های عصبی، ترجمه محمود البرزی، تهران: موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

۳- کمیجانی اکبر، سعادت فر جواد(۱۳۸۵). تعیین مدل بهینه احتمالی شرطی برای پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌ها در ایران، ماهنامه مفید، شماره ۵۷، برگرفته از وب سایت: *www.magiran.com*.

۴- کمیجانی اکبر و سعادت فر جواد(۱۳۸۵). کاربرد مدل شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس، جستارهای اقتصادی، شماره ۶: ۴۳-۱۱.

۵- سعیدی علی، آقائی آرزو(۱۳۸۸). پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه بیز، فصلنامه بررسیهای حسابداری و حسابرسی، دوره ۱۶، شماره ۵۶: ۵۹-۷۸.

۶- سلیمانی امیریغلامرضا(۱۳۸۱). بررسی شاخص‌های پیش‌بینی کننده ورشکستگی در شرایط محیطی ایران، رساله دکترای حسابداری، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

۷- سینایی حسنعلی. مرتضوی سعیدا... و تیموری اصل یاسر(۱۳۸۴). پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، شماره ۴۱.

۸- شالکف رابرت جی(۱۳۸۴). شبکه‌های عصبی مصنوعی، ترجمه جورابیان محمود، زارع طناز، استوار امید، اهواز: دانشگاه شهید چمران.

۹- صقری محمد(۱۳۷۶). ورشکستگی نظری و عملی، تهران: شرکت سهامی انتشار.

۱۰-فلاح پور سعید(۱۳۸۳). پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

۱۱-منصفی یاشار(۱۳۸۴). بررسی کاربردی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی در شرکت‌های بورس اوراق بهادار ،پایان‌نامه کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی، دانشکده اقتصاد و حسابداری.

۱۲-منهاج، محمد باقر(۱۳۷۷). مبانی شبکه‌های عصبی مصنوعی، مرکز نشر پروفسور حسابی.

13- Altman, E.I. (1968). Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. The Journal of Finance 23(4), 589-609.

14- Anadarajan, M., Lee, P., & Anadarajan, A. (2001). Bankruptcy prediction of financially stressed firms: An examination of the predictive accuracy of artificial neural networks. International Journal of intelligent systems in Accounting, Finance, and Management 10(2), 69-81. Retrieved on May 28, 2005, from www.proquest.com.

15- Beaver. W. H (1966). Financial ratios as predictors of bankruptcy. Journal of Accounting Research 4, 71-111.

16- Charalambous, C., Charitou, A., & Kaourou, F. (2000). Comparative analysis of artificial neural network models: Application in bankruptcy

prediction. Annals of Operations Research 99(1), 403-425. Retrieved on May 28, 2005, from www.proquest.com.

17- Charitou, A., Neophytou, E., & Charalambous, C. (2004). Predictng corporate failure: Emprical evidence for the UK. European Accounting Review 13(3): 465-497.

18- Foster, G. (1985). Financial statement analysis. New Jersey, NJ: Prentice-Hill Inc.

19- Gilbert, L. R., Menon, K., & Schwartz, K. B. (1990). Predicting bankruptcy firms in financial distress. Journal of Business, Finance & Accounting 17(1): 161-171.

20- Keats, B. W., Bracker, J. S. (1988). Toward a theory of small firm performance: A conceptual model. American Journal of Small Business 12(summer): 41-58.

21- Morris, R. C. (1997). Early warning indicators of corporate failure: A critical review of previous research and further empirical evidence. Aldershot, England: Ashgate publishing limited.

22- Newton, G.W., Bankruptcy Insolvency Accounting Practice and Procedure, Wiley 1:4-21.

23- Odom, M. D., & Sharda, R. (1990). A neural network model for bankruptcy prediction. IJCNN International Joint Conference on Neural Networks 2, 163-168. Retrieved on 28 May 2005, from http://ieeexplore.ieee.org.

24- Ohlson, J. A. (1980). Financial ratuos and the probabilistic prediction of bankruptcy: Jurnal of Accounting Research 18(1): 109-131.

25- Sandin, Ariel R., & Porporato, Marcela. (2007). corporate bankruptcy prediction models applied to emerging economies: Evidence from Argentina in the years 1991-1998. International Journal of Commerce and Management 17, downloading from www.emeraldinsight.com.

26- Tam, K. Y., and Kiang, N. Y. (1992). Managerial applications of neural network: The case of bank failure predictions. Management Science 38(7): 926-947.

27- Wallace Wanda, A. (2004). Risk assessment by internal auditors using past research on bankruptcy applying bankruptcy models. The IIA Research Fondation from http://zonecours.hec.ca.

28- Zavgren, C. V. (1985). Assessing the vulnerability to failure of American industrial firms: A logistic analysis. Journal of Business Finance & Accounting 12(1): 19-45.

29- Zhang. G., HU, M. Y., Patuwo, B. E., & Indro, D. C. (1999). Artificial neural network in bankruptcy prediction: General framework and cross-validation analysis, European Journal of Operational Reserch 116(1): 16-32.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی