

پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز

علی سعیدی^{۱*}، آرزو آقایی^۲

۱. استادیار دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان، ایران

۲. کارشناس ارشد حسابداری دانشگاه آزاد مبارکه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۲/۲۲، تاریخ تصویب: ۱۳۸۸/۱۰/۲۱)

چکیده

درماندگی مالی و ورشکستگی شرکت‌ها منجر به هدر رفتن منابع و عدم بهره‌گیری از فرصت‌های سرمایه‌گذاری می‌شود. پیش‌بینی درماندگی مالی با ارائه هشدارهای لازم می‌تواند شرکت‌ها را نسبت به وقوع درماندگی مالی و ورشکستگی هوشیار نماید تا آنها با توجه به این هشدارها، به اقدام‌های مناسب دست بزنند. هدف از انجام این پژوهش، مدل‌بندی پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز است. به این منظور دو مدل با استفاده از شبکه‌های بیز و یک مدل با استفاده از رگرسیون لجستیک برای نمونه انتخاب شده از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران ارائه شده است. اولین مدل شبکه ساده بیز که مبتنی بر همبستگی شرطی است می‌تواند با دقت ۹۰٪ شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته را درست پیش‌بینی کند. دومین مدل شبکه ساده بیز که مبتنی بر احتمال شرطی است با دقت ۹۳٪ شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته را درست پیش‌بینی می‌کند. در نهایت، مدل رگرسیون لجستیک که یک مدل خطی است می‌تواند با دقت ۹۰٪ شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته را درست پیش‌بینی کند.

واژه‌های کلیدی:

مقدمه

با توجه به شرایط اقتصادی امروز تعداد شرکت‌های ورشکسته و اهمیت ورشکستگی در حال افزایش است. حتی حساب‌برسان که دارای دانش و آگاهی خوبی از وضعیت مالی شرکت هستند نمی‌توانند قضاوتی درست در مورد تداوم فعالیت شرکت داشته باشند. مسئله ورشکستگی و درماندگی مالی همواره مسئله‌ای در خور تأمل بوده است و به دلیل اهمیت آن اندیشمندان حسابداری و مالی در سراسر دنیا به فکر یافتن روش‌هایی جهت پیش‌بینی درماندگی مالی هستند. در این پژوهش به بررسی امکان پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از شبکه‌های بیز پرداخته شده است. نمونه تحت بررسی شامل ۷۲ شرکت ورشکسته و ۷۲ شرکت غیرورشکسته طی دوره ۱۰ ساله ۱۳۸۵ - ۱۳۷۵ است که شرکت‌های درمانده مالی، شرکت‌های مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت هستند. به منظور ساخت مدل در ابتدا تعیین متغیرهای پیش‌بینی کننده درماندگی مالی ضروری است. لذا به این منظور ۲۰ متغیر پیش‌بینی کننده شامل نسبت‌های نقدینگی، نسبت‌های اهرم مالی، نسبت‌های سودآوری و سایر موارد مثل اندازه شرکت و اظهارنظر حسابرس در نظر گرفته شد و سپس از دو روش برای انتخاب متغیرها استفاده شده است. اولین روش مبتنی بر همبستگی شرطی بین متغیرها و دومین روش مبتنی بر احتمال شرطی بوده است. سپس با استفاده از دو روش شبکه‌های بیز و رگرسیون لجستیک، سه مدل جهت پیش‌بینی درماندگی مالی استخراج شده و نتایج حاصل از آنها مورد مقایسه قرار گرفته شده است. اولین مدل شبکه ساده بیز که مبتنی بر همبستگی شرطی است با دقت ۹۰٪ شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته را درست پیش‌بینی می‌کند. دومین مدل شبکه ساده بیز که مبتنی بر احتمال شرطی است با دقت ۹۳٪ شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته را درست پیش‌بینی می‌کند. در نهایت، مدل رگرسیون لجستیک که مدل خطی است با دقت ۹۰٪ شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته را درست پیش‌بینی می‌کند. با توجه به متغیرهای باقی مانده در مدل‌های طراحی شده در این پژوهش می‌توان نتیجه گرفت شرکت‌هایی که از سودآوری کمتری برخوردار هستند و دارای بدهی‌های بلندمدت بیشتری هستند و نقدینگی کمتری نسبت به سایرین دارند بیشتر در معرض خطر درماندگی مالی قرار دارند. به منظور کاهش خطر درماندگی مالی شرکت‌ها باید از روش‌های محافظه کارانه‌تری استفاده کنند که به کاهش بدهی‌های آنها منجر می‌شود و همچنین نسبت به کاهش

هزینه‌هایشان اقدام کنند. از دیگر نتایج این تحقیق گسسته‌سازی متغیرها در شبکه‌های بیز است که نتایج عملکرد مدل‌ها نشان داد گسسته‌سازی از دو دسته تا چهار دسته باعث افزایش عملکرد مدل می‌شود اما افزایش دسته‌ها به پنج دسته باعث کاهش عملکرد مدل ساده بیز می‌شود.

۲. ادبیات پژوهش

۱-۲. تعریف و دلایل ورشکستگی و درماندگی مالی

بر طبق تعریف آلمن [۶] ورشکستگی زمانی اتفاق می‌افتد که شرکت قادر به پرداخت بدهی‌های خود نیست بنابراین از ادامه فعالیت‌های تجاری باز می‌ماند. در فرهنگ لغت آکسفورد، واژه Distress به معنای پریشانی، درد، اندوه، فقدان منابع پولی و تنگدستی آورده شده است. در ادبیات مالی نیز تعاریفی مختلف از درماندگی مالی ارائه شده است. گوردون [۱۳] در یکی از اولین مطالعه‌های خود بر روی نظریه درماندگی مالی، آن را به عنوان کاهش قدرت سودآوری شرکت تعریف کرده است که احتمال عدم توانایی پرداخت بهره و اصل بدهی را افزایش می‌دهد. تعیین دلیل یا دلایل دقیق ورشکستگی و مشکلات مالی کاری آسان نیست. در اغلب موارد دلایلی متعدد با هم به پدیده ورشکستگی منجر می‌شوند. دان و براداستریت [۱۰] دلیل اصلی ورشکستگی را مشکلات مالی و اقتصادی می‌دانند. در حالی که گیتمن [۱۲] اعتقاد دارد نخستین و مهم‌ترین دلیل ورشکستگی سازمان‌ها، سوء مدیریت آنها است. با اینکه عوامل ورشکستگی از یک شرکت به شرکت دیگر متفاوت است اما می‌توان چندین عامل مشترک را به عنوان عوامل ورشکستگی بین همه شرکت‌های ورشکسته شناسایی نمود. عدم صلاحیت مدیریت، هزینه زیاد تولید، فعالیت مالی ضعیف، هیئت مدیره غیرفعال از جمله این عوامل هستند [۱۱].

۲-۲. قانون ورشکستگی در ایران

در ایران مبنای ورشکستگی ماده ۱۴۱ قانون تجارت مصوب سال ۱۳۴۷ است. طبق این ماده اگر بر اثر زیان‌های وارده حداقل نصف سرمایه شرکت از بین برود، هیئت مدیره مکلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق العاده صاحبان سهام را دعوت نماید تا موضوع انحلال یا بقای شرکت مورد شور و رأی واقع شود. از طرف دیگر سازمان بورس اوراق بهادار تهران نیز برای شناسایی شرکت‌های ورشکسته از همان ماده ۱۴۱ قانون تجارت بهره می‌گیرد. با

این تفاوت که بر اساس آیین نامه‌های اجرایی و انضباطی بورس اوراق بهادار تهران پاره‌ای محدودیت‌های ویژه بر شرکت‌هایی که مشمول ماده ۱۴۱ شناخته می‌شوند، وضع می‌گردد که آنها را به رفع مشکل مربوط ملزم می‌کند. موارد ذکر شده بدین شرح است:

در صورتی که شرکت، مشمول ماده ۱۴۱ و ورشکسته شناخته شود از این تاریخ به مدت شش ماه به شرکت فرصت داده می‌شود تا مشکل زیان انباشته را مرتفع و مطابق قانون رفتار نماید. پس از گذشت این مدت در صورتی که همچنان شرکت ورشکسته تشخیص داده شود و زیان مربوط را کاهش نداده باشد، نماد شرکت متوقف می‌گردد و برای ورود مجدد نماد به بورس، شرکت باید تمامی مراحل قانونی را دوباره طی کند. در صورتی که پس از مدت معین باز هم شرکت اقدامی در این خصوص نکرده باشد، این بار شرکت به حالت تعلیق در می‌آید و در نهایت از تابلو حذف می‌شود. بنابراین برای پذیرش و ورود مجدد به بورس اوراق بهادار تهران شرکت باید تمام مراحل را از ابتدا طی کند. بنابراین در این پژوهش شرکت‌هایی که مشمول ماده ۱۴۱ شده‌اند به عنوان شرکت‌های درمانده مالی انتخاب گردیده‌اند.

۲-۳. مطالعه‌های انجام شده در زمینه ورشکستگی

با توجه به اهمیت پیش‌بینی درماندگی مالی، پژوهش‌های بسیاری در این زمینه در خارج از کشور و تعدادی در داخل کشور انجام گرفته است و پژوهش‌های برخی از پژوهشگران به ارائه مدلی برای پیش‌بینی ورشکستگی منجر گردیده که هر کدام از این مدل‌ها با درصدی اطمینان توانایی پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها را دارند.

۲-۳-۱. پژوهش‌های خارجی

اولین پژوهشی که باعث ایجاد مدلی برای پیش‌بینی ورشکستگی شد، تحقیق ویلیام بیور [۷] بود. او اولین کسی بود که برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها از روش‌های آماری و نسبت‌های مالی استفاده کرد. مدل او قادر بود در ۷۸ درصد موارد، پیش‌بینی درستی در ۵ سال قبل از درماندگی مالی ارائه دهد [۸]. آلتمن [۶] پیرو مطالعه‌های بیور، مطالعه خود را برای تهیه مدلی جامع و چندمتغیره آغاز کرد. او با انتخاب ۲۲ نسبت مالی و تجزیه و تحلیل آنها به وسیله روش آماری تحلیل تشخیصی چندگانه، تابع Z-Score را که از پنج نسبت مالی تشکیل شده بود، ارائه کرد. دقت مدل آلتمن برای یک سال قبل از ورشکستگی حدود ۹۵ درصد و برای دو سال قبل از ورشکستگی حدود ۸۳ درصد به دست آمد [۶].

شاه و مرتضی [۲۲] با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی ورشکستگی مدلی را ارائه دادند. در این مطالعه از اطلاعات ۶۰ شرکت ورشکسته و ۵۴ شرکت غیرورشکسته بین سالهای ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۴ استفاده شد. آنها از هشت نسبت مالی استفاده کردند و دقت پیش‌بینی این مدل ۷۳ درصد بود. شین و لی [۲۳] از مدل ژنتیک برای پیش‌بینی در ماندگی مالی شرکت‌ها استفاده کردند و نتایج پژوهش آنها نشان داد که مدل ژنتیک علاوه بر مناسب بودن برای پیش‌بینی درماندگی مالی، درک آن برای استفاده کنندگان بسیار آسان است. سارکر و اسیرام [۲۱] برای اولین بار از شبکه‌های بیز برای پیش‌بینی ورشکستگی استفاده کردند. آنها در این پژوهش از دو مدل متفاوت، یکی مدل ساده بیز و دیگری مدل پیچیده بیز استفاده کردند. نمونه انتخابی آنها شامل ۲۲۸ بانک بود. نتایج پژوهش آنها نشان داد مدل ساده بیز با ۸۰ درصد اطمینان وضعیت ورشکستگی و با ۹۱ درصد اطمینان وضعیت عدم ورشکستگی و مدل پیچیده بیز با ۸۸ درصد اطمینان وضعیت ورشکستگی و با ۹۳ درصد اطمینان وضعیت عدم ورشکستگی را درست پیش‌بینی کرده‌اند. آلفارو و دیگران [۵] برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها به بررسی دو مدل الگوریتم آدابوست و شبکه‌های عصبی مصنوعی پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد الگوریتم آدابوست نسبت به شبکه‌های عصبی مصنوعی عملکردی بهتر دارد و توان پیش‌بینی این روش ۹۱/۱٪ است.

۲-۳-۲. پژوهش‌های داخلی

در ایران نیز پژوهش‌هایی بر روی مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی و درماندگی مالی انجام شده اما پژوهشی در مورد شبکه‌های بیز انجام نشده است. یاریفرد [۴] به بررسی مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی (مدل‌های فولمر و اسپرینگت و زمیجوسکی) در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت. نتایج پژوهش او نشان داد که برای یک سال قبل از ورشکستگی مدل فولمر با اطمینان ۹۰ درصد، مدل اسپرینگت با اطمینان ۷۶ درصد و مدل زمیجوسکی با اطمینان ۷۱ درصد شرکت‌های ورشکسته را درست پیش‌بینی نمودند. امینی [۱] به بررسی استفاده از مدل فولمر برای تخمین ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخت. جامعه مورد بررسی در این پژوهش شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و نمونه مورد استفاده شرکت‌های مشمول ماده ۴۱۲ قانون تجارت در دوره ۸ ساله (از سال ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۳) بوده است. نتایج این پژوهش نشان داد

مدل فولمر با ۷۵ درصد اطمینان یک سال قبل از ورشکستگی و با ۶۸ درصد اطمینان دو سال قبل از ورشکستگی توانسته وضعیت ورشکستگی شرکت‌ها را درست پیش‌بینی کند. سعید فلاح‌پور و رضا راعی [۲] به بررسی کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی پرداختند و این روش را با رگرسیون لوجستیک مقایسه کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها مدل ماشین بردار پشتیبان نسبت به مدل لوجستیک به طور معنی‌داری از دقت کلی بیشتری برخوردار است و این مدل توانایی بالاتری نیز در تعمیم‌پذیری دارد. مهرانی و دیگران [۳] به بررسی کاربرد الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی زمیجوسکی و شیراتا پرداختند و نتایج این پژوهش نشان داد هر دو الگو توانایی تقسیم شرکت‌ها را به دو گروه ورشکسته و غیرورشکسته دارند. آن دسته از پژوهش‌های انجام شده در داخل کشور که به بررسی کاربرد مدل‌های پژوهشگرانی چون: فولمر، آلمن، اسپرینگیت و ... پرداخته‌اند با توجه به اینکه مطالعه‌های این پژوهشگران در کشورهایی دیگر انجام شده و ضرایب مدل‌های آنها با توجه به اطلاعات و شرایط و قوانین آن کشورها به دست آمده، چندان درست به نظر نمی‌رسد. اما پژوهش‌هایی که با توجه به اطلاعات و نسبت‌های مالی محاسبه شده شرکت‌ها به ارائه مدل منجر شده و ضرایب برای آن مدل محاسبه شده مناسب‌تر هستند. با توجه به این که پژوهش‌های اخیر در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی از مدل‌های آماری به سمت مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی پیش می‌روند، لذا در این پژوهش نیز با استفاده از شبکه‌های ساده بیز که یکی از جدیدترین مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی است، به بررسی پیش‌بینی درماندگی مالی پرداخته شده است.

۳. شبکه‌های بیز

در طی ۱۰ سال اخیر پژوهش‌های بسیاری با استفاده از سیستم‌های خبره و هوش مصنوعی بر روی مسایل و مشکلات مختلف که با نااطمینانی روبرو هستند، انجام شده است. شبکه‌های بیز ابزارهایی قدرتمند برای ارائه تصاویر روابط بین یک مجموعه از متغیرها و مقابله با شرایط نبود قطعیت در سیستم‌های خبره هستند [۱۸]. اصطلاح "شبکه‌های بیز" توسط پیرل [۲۰] برای اولین بار و برای تأکید بر سه جنبه خاص به کار رفت:

۱. ماهیت ذهنی اطلاعات ورودی و اولیه

۲. اتکا بر شرطی‌سازی بیز به عنوان مبنایی برای به روز رسانی اطلاعات

۳. تمایز بین حالات علی و شهودی روش‌های استدلال [۱۷].

مبنای شبکه‌های بیز، قاعده بیز است که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A)P(A)}{P(B)}$$

که $P(A|B)$ احتمال به وقوع پیوستن رویداد A به شرط وجود B است [۱۶].

ساختار یک شبکه بیز از سه بخش تشکیل شده است:

۱. انتخاب مجموعه‌ای از متغیرهای تصادفی که مسئله و مشکل مورد نظر را توصیف می‌کنند.

۲. ایجاد یک ساختار گرافیکی که روابط بین متغیرها را نشان می‌دهد.

۳. تعیین مقادیر متغیرها که برای تعیین و تشخیص توزیع احتمال توأم مورد نیاز هستند

[۱۵]. به طور کلی، شبکه‌های بیز مدل‌های گرافیکی احتمال هستند که نشان دهنده

مجموعه متغیرهای تصادفی و روابط احتمالی بین آنها هستند. ساختار یک شبکه بیز

به وسیله یک نمودار غیرمدور جهت دار نشان داده می‌شود که در این نمودار

گره‌ها نشان دهنده متغیرها و پیکان‌ها روابط بین متغیرها را نشان می‌دهند. بخش

احتمالاتی یک شبکه به وسیله مجموعه‌ای از احتمالات شرطی ارائه می‌شود [۲۴].

اگر در یک شبکه بیز یک کمان از A به B وجود داشته باشد، گره A ، گره اصلی و

گره B گره فرعی خوانده می‌شود. در صورت وجود گره اصلی احتمالات بین

متغیرها شرطی و در غیر این صورت غیرشرطی است. به طوری که یک نمودار

غیرمدور جهت دار به وسیله رابطه (V, A) تعریف می‌شود به طوری که:

(a) V مجموعه‌ای از گره‌ها است: $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ، در حالی که هر گره v_i دقیقاً

یک متغیر x_i را نشان می‌دهد.

(b) A مجموعه‌ای از کمان‌های بین گره‌ها است: یک کمان از گره v_i به گره v_j نشان

دهنده رابطه و وابستگی بین متغیرهای ارائه شده یعنی x_i و x_j است [۱۵].

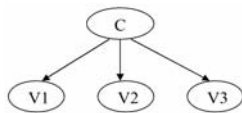
۳-۱. شبکه‌های ساده بیز

شبکه‌های ساده بیز اولین بار توسط تیتزینگتون [۲۵] معرفی شدند. یک شبکه ساده بیز یک

ساختار بسیار ساده است که در آن تمام متغیرهای تصادفی، یک گره اصلی (متغیر گروه) به

طور مشترک دارند. این نوع شبکه بیز به علت سادگی و فرض استقلال بین متغیرهایش،

بیشتر برای طبقه بندی استفاده می شود [۹]. مثالی از شبکه ساده بیز در شکل ۱ نشان داده شده است.



نمودار ۱. شبکه ساده بیز

فرض می شود که داده ها دارای یک متغیر گروه (C) و متغیرهای پیش بینی کننده (V_1, V_2, V_3) هستند. در شکل، روابط از متغیر C به تمام متغیرهای پیش بینی کننده به وسیله کمان ها نشان داده شده است. کمان ها نشان می دهند که تمام این متغیرهای پیش بینی کننده بر روی متغیر C تأثیر دارند اما تمام این متغیرها مستقل از هم هستند. نکته مهم در استفاده از شبکه ساده بیز این است که داده ها باید گسسته باشند. بنابراین فرآیند گسسته سازی در مدل با روش های مختلف و تعداد مختلف دسته ها انجام می شود.

۲-۳. فرآیند گسسته سازی در شبکه های بیز

مدل ساده بیز تنها با داده های گسسته عمل می کند. بنابراین در مورد حل مسایلی که داده های آنها به صورت پیوسته است، ابتدا باید داده های پژوهش به داده های گسسته تبدیل شوند. در پژوهش های قبلی، از روش هایی مختلف برای فرآیند گسسته سازی استفاده شده است. برای مثال سارکر و سریرام [۲۱] از روش طبقه بندی میانه برای گسسته سازی استفاده کرده اند و سان و شنوی [۲۴] از روش تعمیم یافته پیرسون- تیوکی استفاده نمودند. در طی فرآیند گسسته سازی محققین با تصمیم گیری در مورد تعداد دسته ها روبرو هستند. پیش بینی در ماندگی مالی اغلب شامل متغیرهای تصادفی پیوسته است. برای استفاده از این متغیرهای پیوسته در مدل شبکه های بیز باید فرآیند گسسته سازی متغیرهای پیوسته انجام شود. در این پژوهش از روش وسعت یکنواخت استفاده شده که بر اساس فراوانی داده ها عمل می کند. به این ترتیب داده ها بر اساس فراوانی به دو دسته تقسیم شده اند. از آنجایی که یکی از اهداف این پژوهش بررسی تأثیر افزایش دسته ها در فرآیند گسسته سازی داده های پیوسته بر روی عملکرد مدل شبکه بیز ساخته شده است، در این پژوهش پس از بررسی عملکرد مدل ها با دو دسته سپس داده های پیوسته به سه، چهار، پنج دسته تقسیم شده و عملکرد مدل های ساخته شده در هر یک از حالت ها بررسی شده است.

۴. رگرسیون لجستیک برای مقایسه عملکرد با شبکه‌های بیز

رگرسیون نوعی از تجزیه و تحلیل داده‌ها است که برای مطالعه ارتباط بین یک متغیر پاسخ (که معمولاً متغیر وابسته نامیده می‌شود) و چندین متغیر توضیحی (که معمولاً متغیرهای پیش‌بینی کننده نامیده می‌شوند)، به کار می‌رود. اولسون [۱۹] اولین کسی بود که مدل رگرسیون لجستیک را در زمینه پژوهش‌های پیش‌بینی درماندگی مالی به کار برد. رگرسیون لجستیک مانند تمام توابع رگرسیون از مشکل هم خطی بین متغیرهای مستقل رنج می‌برد [۱۹]. با توجه به این که در مورد توان پیش‌بینی کننده‌ی یک مدل به طور مطلق نمی‌توان اظهار نظر کرد پس باید از مدلی دیگر برای مقایسه نتایج استفاده شود. در بیشتر پژوهش‌های انجام شده در زمینه درماندگی مالی از یک مدل خطی برای مقایسه با یک مدل مبتنی بر هوش مصنوعی استفاده می‌شود. با توجه به موارد زیر در این پژوهش از مدل رگرسیون لجستیک به عنوان مدل مقایسه‌ای استفاده شده است.

۱. هو و انسل (۲۰۰۷) بیان می‌کنند که مدل رگرسیون لجستیک یکی از بهترین روش‌های خطی آماری برای متغیرهای دوتایی است. همچنین نتایج پژوهش آنها نشان داده که طبق داده‌های شرکت‌های بورس‌های آمریکا و اروپا روش‌های بیز و رگرسیون لجستیک با ۸۹٪ درستی، بهترین عملکرد را در پیش‌بینی ورشکستگی داشته‌اند [۱۴].

۲. در بین مدل‌های آماری، مدلی است که در پژوهش‌های انجام شده در زمینه درماندگی مالی در خارج از کشور از همه بیشتر استفاده شده و مشهورتر است.

۳. نتایج پژوهش‌های قبلی انجام شده در خارج از کشور نشان داده که دقت پیش‌بینی این مدل از نظر آماری بالا است. (برای مثال، پژوهش آلتمن [۶] و هو و انسل [۱۴] و سان و شنوی [۲۴] و بنجامین [۸]).

در این پژوهش از دو روش شبکه‌های بیز و رگرسیون لجستیک به منظور مقایسه نتایج آن با شبکه‌های بیز، برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. به منظور ساخت مدل شبکه‌های بیز از نرم افزار GENIE و برای برآورد مدل رگرسیون لجستیک از نرم افزار SPSS نسخه ۱۶ استفاده شده است.

۵. روش پژوهش

هدف از انجام این پژوهش به کارگیری مفاهیم نظری بیان شده در ادبیات پیش‌بینی ورشکستگی و همچنین استفاده از یکی از جدیدترین روش‌های معرفی شده در زمینه پیش‌بینی ورشکستگی است. در این پژوهش سعی شده متغیرهایی که دارای بیشترین توانایی در تمایز بین شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته هستند شناسایی و سپس نوعی رابطه بین این متغیرها و ورشکستگی به منظور تعیین سلامت شرکت‌ها در آینده ایجاد شود. در این پژوهش برای کنترل متغیرهای ناخواسته از نمونه‌های جفت شده استفاده شده است. به این صورت که هر شرکت ورشکسته با یک شرکت غیرورشکسته از نظر تاریخ تهیه صورت‌های مالی تطبیق می‌یابد. از دو مدل شبکه‌های بیز و رگرسیون لجستیک برای ساخت مدل‌ها استفاده شده است. پس از ساخت مدل‌ها با استفاده از اطلاعات شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، این مدل‌ها آزمون و قدرت پیش‌بینی صحیح هر یک از مدل‌ها سنجیده شده است.

۵-۱. فرضیه پژوهش

فرضیه این پژوهش در مورد امکان سنجی استفاده از مدل شبکه‌های بیز برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. سؤال اصلی پژوهش این است که "آیا به کارگیری مدل شبکه‌های بیز برای بررسی وضعیت درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار مناسب است؟"

به این ترتیب فرضیه پژوهش به صورت زیر تبیین شده است:

H_0 : پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز امکان‌پذیر است.

H_1 : پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز امکان‌پذیر نیست.

۵-۲. جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری مورد بررسی در این پژوهش، کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی دوره ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۵ است. با توجه به این که ملاک درماندگی مالی در این تحقیق مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت بودن شرکت‌ها است، لیستی از شرکت‌های

پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران که بین سال‌های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ دچار درماندگی مالی شده‌اند تهیه شد و با توجه به اطلاعات جمع آوری شده در طی این مدت ۷۲ شرکت مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده‌اند. با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ۷۲ شرکت سالم نیز در این فاصله زمانی انتخاب گردید و به این ترتیب نمونه تحت بررسی شامل ۱۴۴ شرکت است که از نظر سال مالی با هم تطبیق داده شده‌اند. خلاصه نمونه انتخابی در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. اطلاعات مورد نیاز برای محاسبه متغیرهای مورد نیاز برای انجام این تحقیق شامل صورت‌های مالی شرکت‌ها، یادداشت‌های همراه، گزارش حسابرس با استفاده از نرم افزارهای منتشر شده توسط بورس اوراق بهادار تهران و نرم افزارهای تدبیرپرداز و پارس پورتفولیو و همچنین سایت بورس اوراق بهادار تهران جمع آوری شدند.

تگاره ۱. نمونه انتخاب شده از بین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

ردیف	صنعت	تعداد	درصد
۱	محصولات کاغذی	۲	۱/۵
۲	فرآورده‌های غذایی و آشامیدنی	۲۵	۱۷/۱۱
۳	مواد و محصولات شیمیایی	۱۸	۱۲/۵
۴	خودرو و ساخت قطعات	۸	۵/۵
۵	ساخت رادیو و تلویزیون	۲	۱/۵
۶	وسایل اندازه‌گیری و پزشکی	۲	۱/۵
۷	ساخت محصولات فلزی	۹	۶/۲۵
۸	فلزات اساسی	۸	۵/۵
۹	ماشین آلات و دستگاه‌های برقی	۱۹	۱۳/۲
۱۰	محصولات کاغذی	۱	۰/۶۹
۱۱	سایر محصولات کانی غیرفلزی	۲۱	۱۴/۵۸
۱۲	منسوجات	۱۴	۹/۷
۱۳	لاستیک و پلاستیک	۱۰	۷
۱۴	واسطه‌گری‌های مالی	۵	۳/۴۷
	جمع	۱۴۴	۱۰۰

۳-۵. متغیرهای پژوهش

متغیرهای به کار رفته در این پژوهش شامل چند گروه است که عبارت از: یک گروه اندازه (x_1, x_{16}) ، یک گروه نسبت‌های نقدینگی $(x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_{20})$ ، یک گروه نسبت‌های بدهی (x_7, x_8) ، یک گروه نسبت‌های فروش (x_9, x_{10}) ، یک گروه نسبت‌های

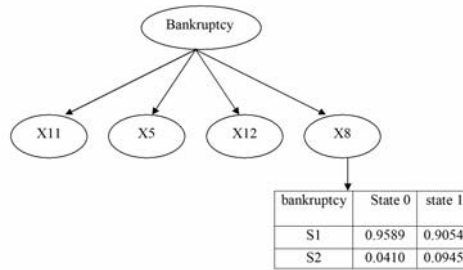
سودآوری ($x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15}, x_{18}, x_{19}$) و اظهار نظر حسابرسان (x_{17}) به عنوان سایر موارد، هستند. نام و تعریف متغیرهای پژوهش در جدول شماره ۲ بیان شده است.

نگاره ۲. نام و تعریف متغیرهای تحقیق

X1 = Log (شاخص GNP/دارایی‌ها)
X2 = کل دارایی‌ها / بدهی‌های جاری - دارایی‌های جاری
X3 = بدهی‌های جاری / دارایی‌های جاری
X4 = کل بدهی‌ها / جریان وجوه نقد عملیاتی
X5 = کل دارایی‌ها / دارایی‌های جاری
X6 = کل دارایی‌ها / وجوه نقد
X7 = کل دارایی‌ها / کل بدهی‌ها
X8 = کل دارایی‌ها / بدهی‌های بلندمدت
X9 = کل دارایی‌ها / فروش
X10 = فروش / دارایی‌های جاری
X11 = کل دارایی‌ها / سود قبل از بهره و مالیات
X12 = کل دارایی‌ها / سود خالص
X13 = یک اگر سود خالص دو سال قبل منفی در غیر اینصورت صفر
X14 = کل دارایی‌ها / سود انباشته
X15 = قدرمطلق (سود خالص سال قبل + سود خالص امسال) / (سود خالص سال قبل - سود خالص امسال)
X16 = LOG (کل دارایی‌ها)
X17 = اگر اظهار نظر حسابرسان مقبول باشد صفر در غیر اینصورت یک
X18 = فروش / سود خالص
X19 = کل حقوق صاحبان سهام / سود انباشته
X20 = کل دارایی‌ها / دارایی‌های سریع

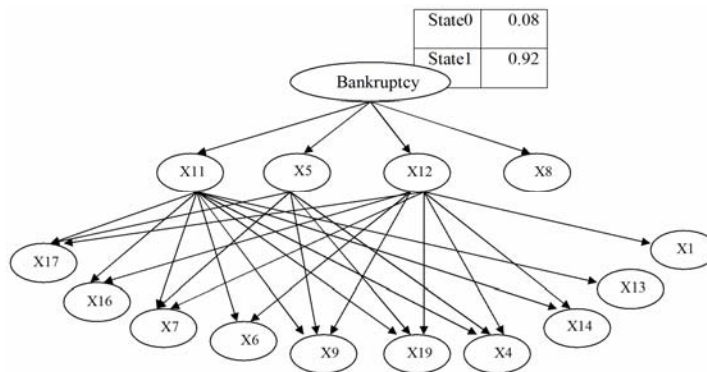
۴-۵. فرآیند انتخاب متغیرهای نهایی و ساخت مدل‌ها

۴-۵-۱. اولین روش: انتخاب متغیرها بر اساس همبستگی شرطی و ساخت اولین مدل شبکه ساده بیز اولین روش اکتشافی که در این تحقیق برای انتخاب متغیرها به کار برده شد، مبتنی بر همبستگی شرطی بین متغیرها است. در این روش ابتدا همبستگی بین تمام متغیرها، متغیر ورشکستگی و تمام متغیرهای پیش‌بینی کننده به دست آمده است. سطح معنی دار بودن (≥ 0.1) ضریب همبستگی پیرسون) است بنابراین متغیرهایی که با متغیر ورشکستگی همبستگی معنی دار دارند بر روی متغیر ورشکستگی تأثیر دارند لذا به عنوان لایه اول شبکه ساده بیز انتخاب شده‌اند. متغیرهای لایه اول شبکه ساده بیز که با این روش انتخاب شده‌اند در نمودار ۲ نشان داده شده است.



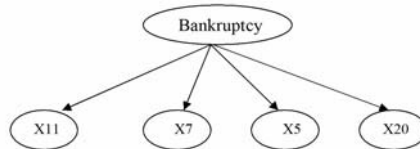
نمودار ۲. متغیرهای لایه اول شبکه ساده بیز

احتمال مربوط به هر یک از گره‌ها با توجه به اطلاعات هر شرکت تعیین و به گره مربوط تخصیص داده شده و پس از تعیین احتمال تمام گره‌ها عمل استنباط انجام و احتمال ورشکستگی یک شرکت محاسبه شده است. سپس در مرحله دوم برای انتخاب لایه دوم شبکه بیز (متغیرهای لایه دوم متغیرهایی هستند که بر روی متغیرهای لایه اول تأثیر دارند)، همبستگی شرطی بین متغیرها با متغیر ورشکستگی به شرط وجود متغیرهای لایه اول محاسبه گردیده و به این ترتیب اولین شبکه ساده بیز ساخته شد. این شبکه در شکل ۳ نشان داده شده است.



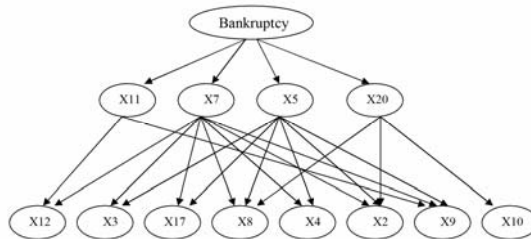
نمودار ۳. اولین شبکه ساده بیز

۴-۵-۲. دومین روش: انتخاب متغیرها بر اساس تابع احتمال شرطی و ساخت دومین مدل ساده بیز در این روش اکتشافی که مبتنی بر احتمال شرطی است، متغیرهای پیش‌بینی کننده بر اساس تابع شانس انتخاب می‌شوند. سطح معنی دار بودن در این روش $0.05 \leq$ همبستگی است. متغیرهای انتخاب شده در لایه اول شبکه ساده بیز که دارای همبستگی با متغیر ورشکستگی بودند در شکل ۴ نشان داده شده است.



نمودار ۴. لایه اول دومین شبکه ساده بیز

سپس همبستگی شرطی بین متغیرهای پیش‌بینی کننده با متغیر ورشکستگی به شرط وجود متغیرهای لایه اول محاسبه گردیده و روابط بین متغیرهای لایه دوم و لایه اول به دست آمده است. دومین مدل ساده بیز که با این روش ساخته شده در شکل ۵ نشان داده شده است.



نمودار ۵. دومین مدل ساده بیز

۴-۵-۳. ایجاد مدل رگرسیون لوجستیک

رگرسیون لوجستیک مدلی خطی ایجاد می‌کند که به بهترین شکل بتواند شرکت‌های نمونه را در گروه شرکت‌های ورشکسته و غیرورشکسته طبقه بندی کند. مدل رگرسیون به دست آمده به قرار زیر است:

$$y = -4.956 + 8.483x_5 + 5.643x_7 - 25.597x_{11} - 8.958x_{20}$$

$$y = \frac{\ln \pi}{1 - \pi}$$

$$\pi = p(y_i = 1) = p(\text{bankruptcy})$$

y برای تمام شرکت‌ها محاسبه شد. شرکت‌هایی که دارای y مثبت بودند به عنوان شرکت‌های سالم و شرکت‌هایی که دارای y منفی بودند به عنوان شرکت‌های ورشکسته طبقه‌بندی شدند.

۶. آزمون فرضیه پژوهش و نتایج پژوهش

فرضیه این پژوهش در مورد امکان سنجی استفاده از مدل شبکه‌های بیز برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است. با توجه به اینکه نتایج به دست آمده از آزمون عملکرد مدل‌ها نشان می‌دهد اولین مدل طراحی شده بیز با دقت ۹۰٪ شرکت‌های ورشکسته و ۸۹٪ شرکت‌های سالم را درست پیش‌بینی می‌کند و همچنین دومین مدل طراحی شده با دقت ۹۴٪ شرکت‌های ورشکسته و ۹۲٪ شرکت‌های سالم را درست پیش‌بینی می‌کند، لذا فرض H_0 پذیرفته و H_1 رد می‌شود. به این ترتیب با پذیرفته شدن فرض H_0 نتیجه گرفته می‌شود پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های بیز امکان‌پذیر است.

۶-۱. نتایج حاصل از مدل شبکه ساده بیز بر اساس همبستگی شرطی

نتایج حاصل از به کارگیری شبکه ساده بیز که بر اساس همبستگی شرطی بین متغیرها برای پیش‌بینی درماندگی مالی، به دست آمده در جدول ۳ نشان داده شده است. به دلیل اینکه شبکه‌های ساده بیز با داده‌های گسسته کار می‌کنند، گسسته‌سازی متغیرها از دو دسته شروع شده و تا پنج دسته انجام شده و هر بار عملکرد مدل سنجیده شده است. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود بهترین عملکرد مدل مربوط به زمانی است که داده‌ها به چهار دسته تقسیم می‌شوند و زمانی که داده‌ها پنج دسته می‌شوند، عملکرد مدل کاهش می‌یابد. به طور کلی این مدل توانسته با دقت ۹۰٪ شرکت‌های ورشکسته و با دقت ۸۹٪ شرکت‌های غیرورشکسته را درست پیش‌بینی کند و به این ترتیب دقت مدل به طور کلی ۹۰٪ و خطای مدل ۱۰٪ است.

نگاره ۳. نتایج حاصل از اولین شبکه ساده بیز

گروه شرکت‌ها	گسسته‌سازی متغیرها							
	دو دسته		سه دسته		چهار دسته		پنج دسته	
	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰
۱ (تعداد)	۶۰	۱۲	۵۹	۱۳	۶۵	۷	۵۸	۱۴
۰ (تعداد)	۱۹	۵۳	۱۱	۶۱	۸	۶۴	۷	۶۵
۱ (%)	%۸۳	%۱۷	%۸۴	%۱۶	%۹۰	%۱۰	%۸۰	%۲۰
۰ (%)	%۲۶	%۷۴	%۱۶	%۸۴	%۱۱	%۸۹	%۱۰	%۹۰
۱= شرکت‌های ورشکسته ۰= شرکت‌های سالم								

۲-۶. نتایج حاصل از مدل شبکه ساده بیز بر اساس احتمال شرطی نتایج حاصل از به کارگیری شبکه ساده بیز برای پیش‌بینی ورشکستگی در جدول ۴ نشان داده شده که بر اساس احتمال شرطی بین متغیرها به دست آمده است. در این مدل نیز گسسته‌سازی داده‌ها از دو دسته شروع شده و تا پنج دسته ادامه یافته و عملکرد مدل اندازه‌گیری شده است. در این مدل نیز عملکرد مدل از دو دسته تا چهار دسته افزایش یافته اما زمانی که داده‌ها به پنج دسته تقسیم می‌شوند، عملکرد مدل کاهش می‌یابد. این مدل توانسته با دقت %۹۴ شرکت‌های ورشکسته و با دقت %۹۲ شرکت‌های غیرورشکسته را درست پیش‌بینی کند. به این ترتیب دقت مدل به طور کلی %۹۳ و خطای مدل %۷ است.

نگاره ۴. نتایج حاصل از دومین شبکه ساده بیز

گروه شرکت‌ها	گسسته‌سازی متغیرها							
	دو دسته		سه دسته		چهار دسته		پنج دسته	
	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰
۱ (تعداد)	۶۳	۹	۶۶	۶	۶۸	۴	۶۲	۱۰
۰ (تعداد)	۱۴	۵۸	۹	۶۳	۶	۶۶	۱۴	۵۸
۱ (%)	%۸۷	%۱۳	%۹۲	%۸	%۹۴	%۶	%۸۶	%۱۴
۰ (%)	%۲۰	%۸۰	%۱۳	%۸۷	%۸	%۹۲	%۲۰	%۸۰
۱= شرکت‌های ورشکسته ۰= شرکت‌های سالم								

۳-۶. نتایج حاصل از مدل رگرسیون لوجستیک نتایج حاصل از آزمون مدل رگرسیون لوجستیک به دست آمده در پژوهش در جدول ۵ نشان داده شده است. این مدل توانسته با دقت %۸۷ شرکت‌های ورشکسته و با دقت %۹۳

شرکت‌های سالم را درست پیش‌بینی کند. به این ترتیب دقت مدل به طور کلی ۹۰٪ و خطای مدل ۱۰٪ است.

تک‌گاره ۵. نتایج حاصل از مدل رگرسیون لوجستیک

گروه شرکت‌ها	پیش‌بینی مدل	
	۱	۰
۱ (تعداد)	۶۳	۹
۰ (تعداد)	۵	۶۷
۱ (%)	٪۸۷	٪۱۳
۰ (%)	٪۷	٪۹۳
۱= شرکت‌های ورشکسته ۰= شرکت‌های سالم		

۷. نتیجه‌گیری

در این پژوهش به بررسی امکان سنجی به کارگیری یکی از جدیدترین روش‌های موجود در زمینه طبقه‌بندی (شبکه‌های بیز) برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شد. به این منظور با استفاده از شبکه‌های بیز رگرسیون لوجستیک سه مدل برای پیش‌بینی ورشکستگی ارائه گردید. اولین مدل ساده بیز که بر مبنای کار سان و شنوی [۲۴] طراحی شد برای پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران عملکردی خوب داشت اما مدل دوم ساده بیز که در این پژوهش طراحی شده و روش انتخاب متغیر آن بر اساس احتمال شرطی است، نسبت به مدل اول بیز عملکردی بهتر داشت. همچنین نتایج نشان می‌دهد که عمل گسسته‌سازی داده‌ها در شبکه‌های ساده بیز از دو دسته تا چهار دسته باعث افزایش عملکرد مدل می‌شود اما تقسیم آنها به پنج دسته باعث کاهش عملکرد مدل می‌شود. همچنین مدل شبکه‌های ساده بیز در مقایسه با مدل خطی (رگرسیون لوجستیک) برآورد شده در این پژوهش برای پیش‌بینی درماندگی مالی از عملکردی بهتر برخوردار است.

اطلاعات مربوط به شرکت‌های درمانده مالی نشان می‌دهد که سهم دارایی‌های جاری از کل دارایی‌ها با نزدیک شدن به سال مبنا (مشمول شدن شرکت در ماده ۱۴۱ قانون تجارت) کاهش و در نتیجه ارزش دارایی‌های ثابت به کل دارایی‌ها افزایش می‌یابد. بررسی‌های بیشتر نشان می‌دهد که این کاهش به خصوص در مورد دارایی‌های سریع مانند وجه نقد و حسابهای دریافتی اتفاق می‌افتد در حالی که موجودی کالا اغلب بدون تغییر

می ماند. این شرایط باعث افزایش استقراض شرکت می شود و تغییری در ساختار بدهی های شرکت رخ می دهد. اطلاعات شرکت های درمانده مالی نشان می دهد، در این شرکت ها افزایش قابل ملاحظه ای در بدهی های جاری و بدهی های بلندمدت رخ داده به طوری که گاهی رقم بدهی ها از کل دارایی های شرکت بیشتر می شود و شرکت رو به درماندگی مالی پیش می رود. سود خالص شرکت های درمانده به شدت کاهش می یابد و سود انباشته آنها به صورت رقمی منفی (زیان انباشته) در می آید که نشان دهنده درماندگی مالی آن شرکت است. به طور کلی نتایج این پژوهش نشان می دهد که پیش بینی پدیده درماندگی مالی در محیط اقتصادی ایران امکان پذیر است. همچنین به دلیل اینکه این پیش بینی بر اساس اطلاعات مالی موجود در صورت های مالی شرکت ها انجام گرفته است، خود می تواند دلیلی بر وجود محتوای اطلاعاتی صورت های مالی شرکت ها باشد. همچنین با توجه به متغیرهای باقی مانده در مدل های طراحی شده در این پژوهش می توان نتیجه گرفت شرکتهایی که از سودآوری کمتری برخوردار هستند و دارای بدهی های بلندمدت بیشتری هستند و نقدینگی کمتری نسبت به سایرین دارند بیشتر در معرض خطر درماندگی مالی قرار دارند. به منظور کاهش خطر درماندگی مالی شرکت ها باید از روش های محافظه کارانه تری که منجر به کاهش بدهی های آنها می شود استفاده و نسبت به کاهش هزینه هایشان اقدام کنند. باید توجه داشت که مدل ارائه شده در این پژوهش از طریق داده های شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران مربوط به سال های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸۵ تهیه شده است و با توجه به تعداد کم شرکت های درمانده مالی در بورس اوراق بهادار تهران (شرکت های مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت) امکان بررسی در سطح صنایع گوناگون به طور جداگانه میسر نگردید.

۸. پیشنهادهای پژوهش

با توجه به ساخت مدل های شبکه بیز و آزمون عملکرد این مدل ها در مورد شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و بررسی نتایج این مدل ها، پیشنهاد می شود:

۱. سرمایه گذاران، بورس اوراق بهادار و بانک ها و مؤسسه های مالی - اعتباری برای ارزیابی شرکت ها، پذیرش شرکت ها در بورس و اعطای وام و تسهیلات به آنها این مدل را مورد توجه قرار دهند.

۲. مقایسه مدل شبکه‌های بیز با دیگر مدل‌ها مانند منطق فازی، شبکه‌های عصبی مصنوعی و.....
۳. استفاده از سایر متغیرها و نسبت‌های مالی برای ساخت مدل‌های پیش‌بینی درماندگی مالی.

منابع

۱. امینی، پیمان. بررسی امکان سنجی استفاده از مدل فولمر برای تخمین ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته حسابداری. دانشگاه تربیت مدرس؛ ۱۳۸۵.
 ۲. فلاح‌پور سعید، راعی رضا. کاربرد ماشین بردار پشتیبان در پیش‌بینی درماندگی مالی شرکت‌ها با استفاده از نسبت‌های مالی. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی ۱۳۸۷؛ ۵۳: ۱۷-۳۴.
 ۳. مهران‌ی ساسان، مهران‌ی کاوه، منصفی یاشار، کرمی غلامرضا. بررسی کاربردی الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی زمیسیکی و شیراتا در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی ۱۳۸۴؛ ۴۱: ۱۳۱-۱۰۵.
 ۴. یاریفرد رضا. بررسی مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی (مدل‌های فولمر و اسپرینگت) در بورس اوراق بهادار تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته حسابداری. دانشگاه مازندران؛ ۱۳۸۲.
5. Alfaro E, Garcia N. Bankruptcy Forecasting: an Empirical Comparison of Ad Boost and Neural Networks. *International Advances in Economic Research* 2008; 110-122.
 6. Altman E.I. Financial Ratios, Disarmament Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy. *The Journal of Finance* 1968; Vol. 23: 589-609.
 7. Beaver W.H. Financial Ratios as Predictors of Failure. *Journal of Accounting Research* 1966; Issue 4: 71-111.
 8. Benjamin A. An Evaluation of Decision Tree and Survival Analysis Techniques for Business Failure Prediction. Thesis. Melbourne; 2005.
 9. Ceruti M.G. Establishing a Data-mining Environment for Warning Event Prediction with an Object-oriented Command and Control Database. *Data Acquisition and Exploitation* 2002; 92-99.

10. Dun & Bradstreet. Bankruptcy Insolvency Accounting Practice and Procedure. Wiley 1998; 21-41.
11. Gerald E.A. The Analysis and Use of Financial Statements. Opcit 1998; 983-1037.
12. Gitman L.J. Principle of Managerial Finance. Working paper. New York. Harper Collins College; 1998.
13. Gordon M.J. Towards Theory of Financial Distress. The Journal of Finance 1971; 74-56.
14. Hu Y & Ansell J. Developing Financial Distress Prediction Models. Working paper. Management School and Economics. University of Edinburgh, UK; 2007.
15. Keizer S. Reasoning under Uncertainty in Natural Language Dialogue Using Bayesian Networks. (PhD) Dissertation. Twenty University Press; 2003.
16. Koop G. Bayesian Econometrics. Department of Economics. Wiley. University of Glasgow; 2005.
17. Kyprianidou C. Analyzing Basic Genetics using Bayesian networks. (PhD) dissertation. Msc Actuarial Science Cases Business School City University; 2002.
18. Markov Z. Probabilistic Reasoning with Naïve Bayes and Bayesian Networks. PhD Dissertation. Central Connecticut State University; 2007.
19. Ohlson J.A. Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. Journal of Accounting Research 1980; Vol. 18: 109-131.
20. Pearl J. Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems. Network of Plausible Inference; 1988.
21. Sarkar S & Sriram R. Bayesian Models for Early Warning of Bank Failures. Management Science 2001; 1457-1475.
22. Shah J.R & Murtaza M.B. A Neural Network Based Clustering Procedure for Bankruptcy Prediction. American Business Review 2000; 80-86.
23. Shin K & Lee Y. A Genetic Algorithm Application in Bankruptcy Prediction Modeling. Expert Systems with Applications 2002; 23(3): 321-328.
24. Sun L & Shenoy P. Using Bayesian Networks for Bankruptcy Prediction. European Journal of Operational Research 2007; 180(2): 738-753.
25. Titterington D. Comparison of Discrimination Techniques Applied to a Complex Data-set of Head-Injured Patients (with discussion). Journal of the Royal Statistical Society 1981; 145-175.