فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ـ سال دهم ـ شماره دوم ـ تابستان ۱۳۸۹ ـ صفحات ۱۶۱-۱۴۱

مقایسه مدل شبکه های عصبی مصنوعی با روشهای رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی در پیش بینی ورشکستگی شرکت‌ها

سید نظام الدین مکیان[۱]
سید محمد تقی المدرسی[۲]
سلیم کریمی تکلو[۳]

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۲/۲۱ **تاریخ پذیرش:** ۸۸/۱۲/۱۶

چکیده

یکی از مهمترین موضوع‌های مطرح شده در زمینه مدیریت مالی، این است که سرمایه‌گذاران فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند و منابع در اختیار را در فرصت‌های مناسب، سرمایه گذاری کنند. از مهمترین روشهایی که می‌توان با استفاده از آن، به بهره‌گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و همچنین جلوگیری از به هدر رفتن منابع کمک کرد، پیش بینی ورشکستگی شرکت ها است. و به منظور این پیش بینی ها، مدل های مختلفی وجود دارد.

در این پژوهش، جهت پیش‌بینی ورشکستگی، از مدل شبکه های عصبی به همراه مقایسه آن، با دو روش آماری رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی استفاده شده و علاوه بر معرفی مدل های شبکه های عصبی، یک مدل شبکه عصبی برای پیش بینی ورشکستگی شرکت های تولیدی طراحی شده که برای استان کرمان مورد استفاده قرار گرفته است.

اطلاعات استفاده شده مربوط به دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۷۴ می باشد. و نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدل ANN از دو روش آماری دیگر، دقت بالاتری در پیش بینی دارد. همچنین مدل ANN نشان داد که هیچکدام از این شرکت‌های تولیدی در سال بعد از دوره مورد بررسی، ورشکسته نخواهند شد.

واژگان کلیدی: پیش‌بینی ورشکستگی، شبکه عصبی مصنوعی، رگرسیون لجستیک، تحلیل ممیزی

طبقه بندی JEL: C83, C81

۱. عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد nmakiyan@yazduni.ac.ir
۲. عضو هیئت علمی دانشکده برق دانشگاه یزد almodarresi@zetler.net
۳. مدرس دانشگاه شهید باهنر کرمان salimkrm @yahoo.com

مقدمه

پیشرفت سریع فناوری و تغییرات وسیع محیطی، شتاب فزاینده‌ای به اقتصاد بخشیده است. از دیدگاه نظریه های کلان اقتصادی، میزان پیشرفت اقتصادی جامعه با میزان سرمایه‌گذاری انجام شده در آن، رابطه‌ای همسو و متناسب دارد. حال اگر این سرمایه‌گذاری ها در فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری نشوند یا به نحوی از آنها استفاده شود که کارآیی لازم را نداشته باشند، باعث لطمه به اقتصاد ملی خواهد شد (ریس، ۱۹۹۵)[1].

یکی از راه‌های کمک به سرمایه‌گذاران، ارائه الگوهای پیش‌بینی درباره وضعیت مالی شرکت‌ها است. هرچه پیش‌بینی‌ها به واقعیت نزدیک‌تر باشد، مبنای تصمیمات صحیح‌تری قرار خواهند گرفت. الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی، یکی از ابزارهای برآورد وضع آینده شرکت‌ها است (ثقفی، ۱۳۸۱). سرمایه‌گذاران و اعتبار دهندگان تمایل زیادی برای پیش‌بینی ورشکستگی بنگاه‌ها دارند، زیرا در صورت ورشکستگی، هزینه‌های زیادی به آنها تحمیل می شود. الگوهای مورد استفاده در پیش‌بینی هر کدام، نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارند (Adnan & Humayon, 2002)

گزینش یک الگو، متناسب با نیازهای استفاده‌کنندگان اطلاعات مالی و شرایط محیطی آنها امری پیچیده است. مطالعات اخیر در زمینه شبکه‌های عصبی مصنوعی[2] ANN نشان می‌دهد که ANN ها به علت ویژگی های غیر خطی، ناپارامتریک و یادگیری انطباقی که دارند، ابزار قدرتمندی برای شناسایی و دسته‌بندی الگوها هستند. از مدل های ANN در حل بسیاری از مسائل مالی، از جمله پیش بینی ورشکستگی استفاده شده است (Lee, *et al*., 1996)

در روش استفاده از هوش مصنوعی[3]، روابط بین متغیرها هر چند پیچیده باشند، می توان توسط مدل‌هایی آنها را کشف و برای پیش بینی مقادیر آتی استفاده نمود (Ohlson, 1980) اقتصاددانان از اواسط دهه ۹۰ شروع به استفاده از مدل های شبکه های عصبی در زمینه پیش بینی نمودند. در این روش اگر بتوان روابط موجود بین متغیرهای اقتصادی را با استفاده از روشهای جستجو در اطلاعات فرا گرفت، می توان از آنها برای پیش بینی مقادیر آتی نیز استفاده نمود. مزیت مهم این مدل ها نسبت به سایر مدل های اقتصاد سنجی و سری های زمانی، این است که در این مدل ها نیازی به اعمال فروض آماری خاص در مورد رفتار متغیرها مانند فروض مربوط به تابع توزیع احتمال آنها و یا اعمال فروض مربوط به نحوه ارتباط بین متغیرها نیست (مشیری، ۱۳۸۰)

این پژوهش سعی دارد برای پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های تولیدی- مطالعه موردی

---

1. Rees, 1995
2. Artifitual Neural Network
3. Artificial Inteligence

استان کرمان- از روش شبکه‌های عصبی استفاده نموده و آن را با دو روش آماری رگرسیون لجستیک[1] و تحلیل ممیزی[2] مقایسه نماید.

ادبیات تحقیق

الف) ورشکستگی

از نقطه نظر اقتصادی، ورشکستگی را می توان به زیان‌ده بودن شرکت تعبیر کرد که در این حالت، شرکت دچار عدم موفقیت شده است. در واقع، در این حالت، نرخ بازدهی شرکت کمتر از نرخ هزینه سرمایه می باشد (Weston & Copeland, 1992) در این مطالعه، شرکت‌هایی که مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت[3] می‌شوند به عنوان شرکت‌های ورشکسته معرفی می‌شوند.

ب) شبکه های عصبی

در طی دهه اخیر، شاهد حضور موفق شبکه های عصبی مصنوعی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های تولیدی بوده‌ایم. یک شبکه عصبی مصنوعی، شامل مجموعه ای از نرون‌های به هم متصل می باشد که به هر مجموعه از این نرون‌ها یک لایه گفته می‌شود. نقش نرون‌ها در شبکه‌های عصبی، پردازش اطلاعات است. این امر، در شبکه های عصبی مصنوعی به وسیله یک پردازشگر ریاضی که همان تابع فعال سازی است، انجام می‌شود. یک تابع فعال سازی، بر اساس نیاز خاص مسأله ای که قرار است به وسیله شبکه عصبی حل شود ، از سوی طراح انتخاب می شود. ساده ترین شکل شبکه، فقط دو لایه دارد. لایه ورودی و لایه خروجی شبکه شبیه یک سیستم ورودی- خروجی عمل می کند و ارزش نرون های ورودی را برای محاسبه ارزش نرون خروجی مورد استفاده قرار می دهد. شبکه های عصبی با لایه های پنهان، دارای توانایی های بیشتری نسبت به شبکه های عصبی دو لایه هستند (منهاج، ۱۳۷۷).

با توجه به اهداف تحقیق، انواع مختلفی از شبکه های عصبی می توانند مورد استفاده قرار گیرند. شبکه های عصبی چند لایه پیش خور (MFNN)[4] یکی از کاربردی ترین انواع شبکه های عصبی مصنوعی می باشند. می توان ثابت کرد که شبکه های عصبی پیشخور با یک لایه پنهان،

---

1. Logestic Regreesion
2. Discriminant Analaysis
۳. ماده ای از قانون تجارت که شرکت های با حداقل زیان انباشته‌ای معادل نصف سرمایه را ملزم به اعلام انحلال یا کاهش سرمایه می کند.
4. Multilayered Feedforward Neural Network

تابع فعال سازی لجستیک در لایه پنهان، تابع فعال سازی خطی در لایه خروجی و تعداد نرون های کافی در لایه پنهان، قادرند هر تابعی را با دقت دلخواه تقریب بزنند (ونگ و همکاران، ۲۰۰۰)[1].

الگوریتم های یادگیری در شبکه های عصبی مصنوعی، روند هایی هستند که توسط آنها وزن های شبکه تنظیم می شود. یادگیری شبکه این است که شبکه، قانون کار را یاد بگیرد و پس از یادگیری به ازای هر ورودی، خروجی مناسب را ارائه دهد. شیوه های مختلفی برای یادگیری شبکه وجود دارد. یادگیری شبکهٔ عصبی چندلایه پیشخور، با استفاده از ناظر است. شبکه عصبی از ورودی ها، وزن ها، مجموعه ای از نرون ها و خروجی‌ها تشکیل می شود. یک نرون به طور کلی از n ورودی x_j ($j=1, 2, \ldots, n$) تشکیل شده است. هر ورودی x_j قبل از اینکه وارد نرون شود، وزن دار می گردد (در w_{ij} ضرب می شود). علاوه بر این، نرون از یک اریب به اندازه b برخوردار است و به طورکلی ورودی های نرون j را می توان با رابطه $d_{ij} = \sum w_{ij} * x_j$ نشان داد. خروجی نرون j با استفاده از تابع تبدیل f_j محاسبه می گردد. خروجی نرون j ام (a) به طور کلی به صورت $a_j = \sum d_{ij}$ است.

در الگوریتم یادگیری پس انتشار خطا با اعمال اولین ورودی X_k، خروجی مطلوب متناظر با آن (T_k) حاصل می شود. یک ورودی، سبب ایجاد یک خروجی در نرون لایه اول می گردد و به همین شکل، پاسخی را برای رشته های لایه بعد به وجود می آورد که این خروجی ها، ورودی های نرون های بعد خواهند شد و خروجی های دیگری را در نرون های آن لایه به وجود می آورند. این روند ادامه می یابد تا اینکه یک پاسخ در لایه خروجی ایجاد شود. سپس آن پاسخ با پاسخ مطلوب مقایسه می گردد (این مقدار برای مسائل پیش بینی، مقداری پیوسته می باشد). وزن‌های شبکه، سپس برای تصحیح شدن یا کاهش خطا اصلاح می شوند و الگوی کاربردی نمایان می شود. اصلاح وزن‌ها به طور پیوسته در این روال ادامه می یابد تا زمانی که کل خطاها از سطح از پیش تعیین شده کمتر شود تا بتوانیم به مدلی مطلوب برای پیش بینی با حداقل خطا برسیم (جورابیان و زارع، ۱۳۸۴).

ج) مدل‌های آماری

۱- تکنیک تحلیل ممیزی(DA): هدف اصلی تحلیل ممیزی (DA)، تشخیص تفاوت بین گروه‌ها و پیش‌بینی احتمال تعلق یک شرکت به یک گروه خاص است. در DA، برای انجام این پیش‌بینی از

1. Wong, *etal.*, 2000

چندین متغیر مستقل کمی استفاده می‌شود (تاباچینک و همکاران،۲۰۰۱)[1].

در این پژوهش با استفاده از تکنیک DA، برای پیش‌بینی ورشکستگی از مدل تحلیل ممیزی(DA) از نرم‌افزار SPSS استفاده شده است. در طراحی مدل DA، از اطلاعات نسبت‌های مالی مربوط به ۷۰ نمونه در سال t و t-1 استفاده گردیده است. مدل DA، ۷۰ نمونه‌ای را که در طراحی مدل پیش‌بینی ورشکستگی استفاده نموده را به دو گروه سالم و ورشکسته تقسیم نمود، که در واقع این دسته‌بندی، نشان‌دهنده توانایی و دقت مدل در دسته‌بندی درست شرکت‌ها می‌باشد. در این مدل، دو روش برای تصمیم‌گیری جهت دسته‌بندی نمونه‌ها به دو گروه سالم و ورشکسته وجود دارد: در روش اول، از جدولی تحت عنوان ضرائب تابع تحلیل ممیزی[2] که نرم‌افزار ارائه می دهد، استفاده شده است. در این روش، برای هر نمونه، مقدار FH (تابع حاصل از روش تحلیل ممیزی) طبق ضرائب به دست آمده، محاسبه می‌شود. اگر مقدار FH کوچک‌تر از صفر (منفی) شود، آن نمونه متعلق به گروه ورشکسته است و اگر FH بالاتر از صفر (مثبت) شود، آن نمونه متعلق به گروه سالم است.

در روش دوم که برای هر گروه یک تابع ارائه می‌دهد، از جدولی تحت عنوان طبقه بندی ضرائب تابع[3] استفاده می‌گردد. در این روش، برای هر نمونه، شاخص کل FH بر اساس هر دو تابع محاسبه می‌شود و نمونه، متعلق به گروهی می‌گردد که شاخص کل آن بیشتر است. با توجه به اینکه نتیجه حاصل از این روش هیچگونه تفاوتی با نتایج حاصل از روش اول ندارد، در این پژوهش از روش اول استفاده شده است.

۲- رگرسیون لجستیک

تکنیک رگرسیون لجستیک (LR): تکنیک LR، یک تحلیل چند متغیری است که تمامی عوامل پیش‌بینی کننده موجود در یک مساله را به طور همزمان مورد توجه قرار می‌دهد. در LR از مفهومی به نام نسبت برتری[4] (نسبت احتمال وقوع حادثه p_i به احتمال عدم وقوع حادثه $1-p_i$) استفاده شده و لگاریتم این نسبت بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود. این مدل به مدل لوجیت[5] معروف است (مومنی و همکار ۱۳۸۶).

1. Tabachnick, *et al*., 2001
2. Canonical Discriminant Function Cofficients
3. Classification Function Cofficients
4. Odd Ratio
5. Logit

$$\ln\left(\frac{p_i}{1-pi}\right) = \beta_0 + \beta_i x_i \qquad (۱)$$

با کمک مدل رگرسیون لجستیک و نرم‌افزار، مدل(LR) برای پیش‌بینی ورشکستگی طراحی شده و در طراحی مدل LR از نرم‌افزار SPSS و اطلاعات نسبت‌های مالی سال t مربوط به ۷۰ نمونه‌ای که در مدل ممیزی به کار گرفته شد، استفاده گردیده که تابع استخراج شده از مدل LR بر اساس خروجی ارائه شده با عنوان (Variables in the Equation) در بخش طراحی مدل‌های آماری آورده شده است.

مروری بر تحقیقات انجام شده

تحقیقات داخلی

در پیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکتهای بازار بورس که توسط سعادت فر و کمیجانی صورت گرفته، از مدل‌های شبکه عصبی استفاده گردیده است. این تحقیق، نشان می دهد که به کارگیری مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی توانایی مدیریت‌های مالی را جهت مقابله با نوسان‌های اقتصادی و ورشکستگی نسبت به مدل‌های رقیب افزایش می دهد. پیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکتهای بازار بورس در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ و ترسیم روند ورشکستگی این شرکتها در دوره ۱۳۸۶-۱۳۶۹ از دیگر بخشهای این مقاله است.

نتایج نشان می دهد که در سال ۱۳۸۵ تحت تأثیر سیاست‌های شفاف سازی، روند ورشکستگی اقتصادی شرکتها به طور چشمگیری افزایش یافته است، که با سازگار شدن شرکتها با شرایط جدید، تا حدی این روند در سال ۱۳۸۶ تعدیل شده است (کمیجانی و همکار، ۱۳۸۵).

در تحقیقی دیگر، مقدم و سجادی جهت پیش بینی ورشکستگی شرکتها از مدل لوجیت استفاده نمودند و هدف اصلی این مقاله آزمون تجربی توانایی استفاده از نسبتهای مالی برای پیش بینی ورشکستگی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با بهره گیری از مدل لوجیت و متغیر های مورد استفاده جوها نام[1] بوده است. جامعه آماری مورد استفاده شامل دو گروه مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت و عدم مشمول این قانون است. گروه مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت، به شرکتهایی اطلاق می شود که زیان انباشته آنها حداقل نیمی از سرمایه آنها باشد. گروه دوم، شرکتهایی هستند که در دوره زمانی تحقیق، مشمول ماده مزبور نشده اند. برای آزمون مدل، اطلاعات عملکرد سالهای ۱۳۸۰ لغایت ۱۳۸۳ بررسی شده است. در این دوره، شرکت هایی که

1. Juhanam

مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده اند و یا نشده اند، در جامعه آماری مدنظر قرار گرفتند.

نتایج به دست آمده نشان می دهد که می توان ادعا کرد که میزان دقت مدل لوجیت در پیش بینی ورشکستگی شرکتها (اعم از مشمول و غیرمشمول ماده ۱۴۱) همراه با ۹۵ درصد اطمینان بوده است. همچنین دقت مدل لوجیت در پیش بینی ورشکستگی، یک سال قبل از ورشکستگی، ۹۲ درصد، دو سال قبل از ورشکستگی، ۹۵ درصد و سه سال قبل از ورشکستگی، ۹۷ درصد بوده است (مقدم و همکار، ۱۳۸۵).

در پژوهشی دیگر، احدیان پور پیش بینی ورشکستگی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با مدل تحلیل ممیزی چندگانه آلتمن[1] را مورد توجه قرار داده است. جامعه مورد مطالعه در این تحقیق، عبارت است از شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و نمونه مورد بررسی براساس نمونه گیری خوشه ای صورت گرفته است، بدین صورت که ابتدا براساس نمونه گیری تصادفی ساده، صنایع کاشی و سرامیک و سایر کانی‌های غیرفلزی، غذایی، نساجی، لاستیک وپلاستیک و قطعات خودرو انتخاب شده، سپس نمونه مورد استفاده برای دوره ۶ ساله ۱۳۸۴- ۱۳۷۹ بر اساس این طبقه بندی، استخراج شده است.

برای تجزیه و تحلیل داده ها که همان اطلاعات استخراج شده از صورت‌های مالی شرکتهای نمونه است، ابتدا نسبت‌های مالی مربوط به هر مدل به دست آمده، سپس مدل آلتمن بر مبنای نسبتها و ضرائب محاسبه شده است. در این تحقیق، برای تدوین مدل شبکه عصبی از نرم افزار NEURO SOULATION استفاده شده و نتایج هر دو مدل براساس آزمون نشانه ای ویلکاکسون[2]، مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج به دست آمده از مدل شبکه های عصبی مصنوعی نشان می دهد که این مدل از توانایی بالایی در پیش بینی ورشکستگی برخوردار است و می توان با اطمینان بالایی از آن استفاده کرد (احدیان‌پور، ۱۳۸۴).

تحقیقات خارجی

در جدول زیر، نتایج تحقیقات انجام شده جهت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از روش شبکه عصبی به همراه نام محققان آورده شده است.

پرتال جامع علوم انسانی

1. Altman Discriminant Analaysis
2. Vilkakson Test

جدول ۱. تحقیقات انجام شده خارجی

محققین	نتایج مطالعات
(Odam & Sharda, 1990) ادم و شاردا	شبکه‌های عصبی در مقایسه با تحلیل ممیزی چندگانه از دقت و توان پیش‌بینی بیشتری برخوردارند.
سالچنبرگر، سینار و لش (Salchenberger & Synar Velsh, 1992)	شبکه‌های عصبی عملکرد بهتری از مدل لوجیت دارند.
(Coats & Fanter, 1991) کتس و فانتر	دقت پیش‌بینی مدل شبکه‌های عصبی در مورد شرکت‌های ورشکسته ۹۱٪ و در مورد شرکت‌های سالم ۹۶٪ بود، در حالی‌که این دقت با استفاده از تحلیل ممیزی برای شرکت‌های ورشکستگی و سالم به ترتیب ۷۲٪ و ۸۹٪ بود.
(Tam & Keyang, 1992) تام و کیانگ	مدل شبکه‌های عصبی از تمامی مدل‌های دیگر عملکرد بهتری دارد.
شاه (shah2000)	ANN عملکرد بهتری از تحلیل لوجیت دارد.
ژانگ، هو، پاتوا و ایندرو (zhang, Hu, Patva & Iyndrow, 1999)	دقت کلی پیش‌بینی شبکه های عصبی از رگرسیون لجستیک بیشتر است.

روش تحقیق

این پژوهش از لحاظ روش بررسی، یک پژوهش تحلیلی- ریاضی محسوب می شود. در این پژوهش با استفاده از شبکه های عصبی، به پیش بینی ورشکستگی شرکت های تولیدی استان کرمان پرداخته شده است.

گام های اساسی در اجرای پژوهش به شرح زیر است:

۱. شناسایی نسبت ها ی مالی به منظور پیش بینی ورشکستگی؛

۲. تفکیک دو نمونه از شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته با استفاده از ماده ۱۴۱ قانون تجارت؛

۳. بررسی دقت مدل شبکه های عصبی نسبت به روش‌های آماری رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی جهت پیش بینی ورشکستگی؛

۴. پیش بینی ورشکستگی شرکت های تولیدی استان کرمان در سال آینده با استفاده از مدل شبکه های عصبی.

جامعه و نمونه آماری

جامعه مورد مطالعه در این پژوهش، عبارت است از شرکت های تولیدی استان کرمان و نمونه مورد استفاده متشکل از ۸۰ شرکت تولیدی می باشد که به شرح زیر انتخاب شده اند:

ابتدا لیستی از شرکت هایی که بین سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۶ ورشکسته شده اند، تهیه شد. از بین این شرکتها، ۴۰ شرکت ورشکسته ای که دسترسی به اطلاعات آنها ممکن بود انتخاب شدند. با توجه به اینکه در مورد هر شرکت از اطلاعات سه سال قبل از ورشکستگی نیز استفاده شده است، بنابراین در مجموع باید گفت که از اطلاعات شرکتها بین سالهای ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۶ استفاده شده است.

پس از اینکه ۴۰ شرکت ورشکسته، به این ترتیب انتخاب شدند، باید ۴۰ شرکت سالم نیز به عنوان گروه دوم انتخاب می شدند. لذا با توجه به محدودیت های ذیل، شرکتهای سالم انتخاب گردیدند: ۱- تولیدی باشند؛ ۲- اطلاعات آنها حداقل برای سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶ موجود باشد،؛ ۳- از نظر اندازه طوری باشند که تقریباً در بازه گروه اول قرار گیرند (یعنی ۸۶- ۱۳۷۶).

بدین ترتیب با استفاده از نمونه گیری، ۴۰ شرکت گروه دوم نیز انتخاب شدند. با توجه به اینکه امکان تطبیق دادن شرکت های دو گروه از نظر صنعت وجود نداشت (زیرا صنعت یا صنایع مشابهی که به اندازه کافی هم دارای شرکتهای ورشکسته و هم شرکتهای سالم باشد، موجود نبود) و در انتخاب نمونه ها سعی شد که شرکتهای هر دو دسته از نظر اندازه تقریباً تطبیق داده شوند. ملاک اندازه شرکتها، ارزش کل دارایی ها بوده است. در گروه اول (شرکتهای ورشکسته)، حداقل، میانگین و حداکثر ارزش کل دارایی ها در سالِ t به ترتیب برابرند با ۳۳۴۳، ۱۰۳۹۰۹ و ۱۳۵۷۹۶۱ میلیون ریال و در گروه دوم (شرکت های سالم) به ترتیب۹۱۲۰، ۲۸۰۹۳۸ و ۲۶۵۰۰۰۰ میلیون ریال می باشند.

همچنان که گفته شد، در مورد هر شرکت از اطلاعات سه سال مالی آنها استفاده شده است. سال مبنا (t)، در مورد شرکتهای ورشکسته، سالی است که شرکت دچار بحران مالی یا ورشکستگی شده است. در مورد شرکتهای سالم، سال مبنا، سالی است که اطلاعات سه سال قبل، نسبت به آن جمع آوری شده است. این سال (سال t) در مورد شرکت های سالم، به صورتی بین سالهای ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۶ انتخاب گردیده است تا نسبت های مالی به دست آمده در هر دو گروه، از انحراف زمانی کمتری برخوردار باشند. بنابراین، در مجموع از اطلاعات ۸۰ شرکت تولیدی بین سالهای ۱۳۷۶ تا ۱۳۸۶ استفاده شده است که این ۸۰ شرکت به‌طور برابر به دو گروه ورشکسته و سالم تقسیم شده‌اند.

نسبت های مالی پیش بینی ورشکستگی

در این پژوهش، بعد از تجزیه و تحلیل ۲۲ متغیر مالی در نهایت از ۵ نسبت مالی جهت پیش‌بینی ورشکستگی شرکت ها استفاده گردیده که شامل موارد زیر می‌باشد:

۱) نسبت جاری[۱] که عبارت است از دارایی‌های جاری[۲] تقسیم بر بدهی جاری[۳]؛
۲) نسبت سود قبل از هزینه بهره و مالیات[۴] به کل دارایی‌ها[۵]؛
۳) نسبت کل حقوق صاحبان سهام[۶] به کل بدهی‌ها[۷]؛
۴) نسبت سرمایه در گردش[۸] به کل دارایی ها؛
۵) نسبت سود قبل از هزینه بهره و مالیات به خالص فروش[۹]

طراحی شبکه های عصبی مصنوعی

در طراحی مدل شبکه عصبی، در واقع باید تعداد لایه های پنهان شبکه، تعداد نرون‌های هر لایه، الگوریتم‌های یادگیری، تابع تبدیل، تابع عملکرد، نرخ یادگیری، تعداد تکرارها، نرمال کردن داده ها، اندازه مجموعه یادگیری و آزمایشی مشخص گردد. در تعیین این موارد، روشهای سیستماتیکی وجود ندارد، بنابراین، بهترین طراحی شبکه با استفاده از تجربه و آزمایش و خطا به دست می‌آید. به عبارت دیگر، کار طراحی شبکه‌های عصبی، ترکیبی از علم و هنر است. ساختار مناسب شبکهٔ عصبی این تحقیق به صورت چهار لایه، شامل لایه ورودی، دو لایه پنهان و لایه خروجی است که تعداد نرون های آن (۱ ۲ ۳ ۱۵) است. برای طراحی سیستم بهینهٔ شبکهٔ عصبی، از طریق تغییر مداوم تعداد لایه ها و تعداد نرون های لایه های پنهان، ساختار مناسب شبکهٔ عصبی مورد بررسی قرار گرفت. تعداد داده های ورودی تحقیق شامل داده های پنج شاخص مالی مربوط به ۷۰ شرکت تولیدی (۳۵ شرکت سالم و ۳۵ شرکت ورشکسته) در ۲ دوره **t، t-1** می‌باشد که داده های هر ۷۰ شرکت به عنوان داده های یادگیری، و داده های ۱۰ شرکت باقیمانده (ترکیبی از ۵ شرکت سالم و ۵ شرکت ورشکسته) به عنوان داده‌های آزمایشی استفاده شد. مدل بر اساس اطلاعات سالهای قبل با دو مدل رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی نیز مورد مقایسه قرار گرفت.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Curent Ratio (CR)
2. Curent Assets (CA)
3. Curent Liability (CL)
4. Earning Before Interest & Taxes (EBIT)5 -
5. Total Assets (TA)
6. Total Equity (TE)
7. Total Debt (TD)
8. Working Capital (WC)
9. Net Sales (NS)

طراحی مدل‌های آماری

۱- تکنیک تحلیل ممیزی DA

در طراحی مدل تکنیکDA، با توجه به خروجی حاصل که در جدول شماره ۲ آورده شده است، ترکیب خطی مدل تحلیل ممیزی به صورت زیر به دست آمد:

$$FH = -3.77X_1 + 6.38X_2 + 1.467X_3 + 1.026X_4 - .032X_5 + 5.181X_6 - 4.514X_7 - .668X_8 + 3.924X_9 + .048X_{10} - 1.940 \quad (۲)$$

که در آن:

$$X_1 = WC_1 / TA_1$$
$$X_2 = EBIT_1 / TA_1$$
$$X_3 = CA_1 / CL_1$$
$$X_4 = EBIT_1 / NS_1$$
$$X_5 = TE_1 / TD_1$$
$$X_6 = WC_2 / TA_2$$
$$X_7 = EBIT_2 / TA_2$$
$$X_8 = CA_2 / CL_2$$
$$X_9 = EBIT_2 / NS_2$$
$$X_{10} = TE_2 / TD_2$$

جدول ۲. خروجی مدل DA

(Canonical Discriminant Function Coefficients)

X_i	FH
WC_1/TA_1	-3.773
$TA_1/EBIT_1$	6.382
CA_1/CL_1	1.467
$EBIT_1/NS_1$	1.026
TE_1/TD_1	-.032
WC_2/TA_2	5.181
$EBIT_2/TA_2$	-4.514
CA_2/CL_2	-.668
$EBIT_2/NS_2$	3.924
TE_2/TD_2	.048
(Constant)	-1.940

(در متغیر های تعریف شده فوق، اندیس یک مربوط به اطلاعات سال t و اندیس دو مربوط بـه سال t-1 است).

طبق معادله شماره ۲، در مدل DA، به ازای مقادیر FH کوچکتر از صفر، شرکت در گروه ورشکسته و به ازای مقادیر FH بزرگتر از صفر، شرکت در گروه سالم قرار می‌گیرد.

۲- تکنیک رگرسیون لجستیک (LR)

در تکنیک LR خروجی مدل لوجیت به صورت تابع زیر است:

$$Ln\frac{P}{1-P} = 533814X_1 + 50545X_2 - 19028X_3 + 20105X_4 - 5667X_5 - 93009X_6 - 93514X_7 + 59.96X_8 + 592.02X_9 + 132.41X_{10} + 39.40 \qquad (۳)$$

در این معادله نیز X_i ها نیز به صورت معادله شماره ۲ تعریف شده است.

جدول ۳. خروجی مدل LR

Variables in the Equation

		B	S.E.	Wald	Df	Sig.	Exp(B)
Step 1(a)	WC_1/TA_1	**533.814**	**56126.807**	**.000**	**1**	**.002**	**7E+231**
	$TA_1/EBIT_1$	**505.454**	**133656.344**	**.000**	**1**	**.007**	**3E+219**
	CA_1/CL_1	**-190.282**	**33312.718**	**.000**	**1**	**.0 5**	**.000**
	$EBIT_1/NS_1$	**201.050**	**134831.472**	**.000**	**1**	**.00 9**	**2E+087**
	TE_1/TD_1	**-56.670**	**7972.140**	**.000**	**1**	**.0 4**	**.000**
	WC_2/TA_2	**-93.009**	**80020.619**	**.000**	**1**	**.008**	**.000**
	$EBIT_2/TA_2$	**-935.140**	**137586.061**	**.000**	**1**	**.0 5**	**.000**
	CA_2/CL_2	**59.964**	**55869.030**	**.000**	**1**	**.00 9**	**1E+026**
	$EBIT_2/NS_2$	**592.016**	**153012.844**	**.000**	**1**	**.006**	**1E+257**
	TE_2/TD_2	**132.405**	**11111.813**	**.000**	**1**	**.009**	**3E+057**
	(Constant)	**39.402**	**27569.752**	**.000**	**1**	**.029**	**1E+017**

در تکنیک LR، ضریبی برای هر یک از متغیرهای مستقل، به دست می‌آید و مقدار معادله لوجیت با کمک این ضرائب محاسبه می‌شود. تصمیم‌گیری در مورد دسته‌بندی نمونه‌ها به دو گروه سالم و ورشکسته، شبیه تکنیک DA می‌باشد. اگر مقدار به دست آمده از مدل لوجیت مثبت شود،

نمونه متعلق به گروه سالم است و اگر منفی شود، نمونه متعلق به گروه ورشکسته است. در این معادله، ضرایب منفی در ستونB نشان دهنده این است که متغیر، نسبت عکس با ورشکستگی دارد و در صورت مثبت بودن ضریب B یعنی، متغیر نسبت مستقیم با ورشکستگی دارد.

یافته های تحقیق

الف: مقایسه دقت مدل شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی با مدل‌های آماری رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی

جدول زیر دقت سه مدل ANN، DA و LR را در پیش‌بینی ورشکستگی نشان می‌دهد.

جدول ۴.نتایج دقت پیش‌بینی ورشکستگی

		تعداد پیش‌بینی درست			درصد پیش‌بینی درست		
		ANN	DA	LR	ANN	DA	LR
آموزشی	سالم	۳۵	۳۱	۳۵	۱۰۰	۰.۸۸۵	۱۰۰
	ورشکسته	۳۵	۳۴	۳۵	۱۰۰	۰.۹۷۱	۱۰۰
	مجموع	۷۰	۶۵	۷۰	۱۰۰	۰.۹۲۸	۱۰۰
آزمایشی	سالم	۵	۵	۴	۱۰۰	۱۰۰	۰.۸۰
	ورشکسته	۵	۵	۵	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
	مجموع	۱۰	۱۰	۹	۱۰۰	۱۰۰	۰.۹۰
مجموع	سالم	۴۰	۳۶	۳۹	۱۰۰	۰.۹	۰.۹۷۵
	ورشکسته	۴۰	۳۹	۴۰	۱۰۰	۰.۹۷۵	۰۱۰۰
	مجموع	۸۰	۷۵	۷۹	۱۰۰	۰.۹۳۷	۰.۹۸۷

همان‌طور که در این جدول در قسمت مجموع، نشان داده شده است، مدل‌های ANN، DA و LR در پیش‌بینی ورشکستگی به ترتیب ۱۰۰ درصد، ۹۴ درصد و ۹۹ درصد از شرکت‌ها را به درستی به دو گروه سالم و ورشکسته دسته‌بندی نمودند.

برای آزمون توانایی مدل ANN در مقایسه با دو مدل DA و LR، از اطلاعات مالی شرکت‌های نمونه برای یک سال (اطلاعات صورت‌های مالی سال t-1 و t-2) و دو سال (اطلاعات صورت‌های مالی سال t-2 و t-3) قبل از وقوع ورشکستگی استفاده شده است. در جدول شماره ۵، نتایج پیش‌بینی

ورشکستگی سه مدل ANN، LR و DA، بر اساس اطلاعات صورت‌های مالی یک سال قبل از وقوع ورشکستگی آورده شده است.

جدول ۵. نتایج پیش‌بینی با توجه به اطلاعات سال قبل از ورشکستگی

	تعداد پیش‌بینی درست			درصد پیش‌بینی درست		
	ANN	DA	LR	ANN	DA	LR
سالم	۳۹	۳۶	۳۷	۰.۹۷۵	۰.۹۰	۰.۹۲۵
ورشکسته	۳۹	۳۷	۳۷	۰.۹۷۵	۰.۹۲۵	۰.۹۲۵
مجموع	۷۸	۷۳	۷۴	۰.۹۷۵	۰.۹۱۲	۰.۹۲۵

طبق اطلاعات جدول، مدل ANN، در دسته‌بندی ۸۰ شرکت نمونه به دو گروه سالم و ورشکسته، ۳۹ شرکت (۹۷ درصد) را سالم و ۳۹ شرکت (۹۷ درصد) را ورشکسته پیش‌بینی نمود، این در حالی بود که مدل LR، ۳۷ شرکت (۰.۹۲۵) را سالم و ۳۷ شرکت (۰.۹۲۵) را ورشکسته معرفی نمود و مدل DA، ۳۶ شرکت (۰.۹۰) را سالم و ۳۷ شرکت (۰.۹۲۵) را ورشکسته پیش‌بینی کرد. نتایج حاصل از جدول مؤید این است که مدل ANN در پیش‌بینی ورشکستگی برای یک سال قبل از وقوع ورشکستگی، از دو مدل LR و DA دقت بالاتری دارد.

مدل ANN برای پیش‌بینی ورشکستگی با توجه به اطلاعات دو سال قبل از وقوع ورشکستگی نیز با دو مدل LR و DA مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج پیش‌بینی مدل‌ها با توجه به اطلاعات صورت‌های مالی دو سال قبل از ورشکستگی در جدول شماره ۶ آورده شده است. کاهش توانایی مدل ANN در پیش‌بینی ورشکستگی در دو سال قبل از وقوع ورشکستگی، واضح و قابل فهم است؛ زیرا وقوع ورشکستگی دیرتر بوده و صورت‌های مالی نیز کمتر واضح است. به هر حال، مدل ANN، ۹۷ درصد از شرکت‌ها را به درستی طبقه‌بندی نموده است. مدل LR و مدل DA نیز نسبت به قبل، دقت کمتری در پیش‌بینی ورشکستگی داشته و ۸۸ درصد و ۸۵ درصد از شرکت‌ها را به درستی دسته‌بندی نموده‌اند.

پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۶. نتایج پیش‌بینی با توجه به اطلاعات دو سال قبل از ورشکستگی

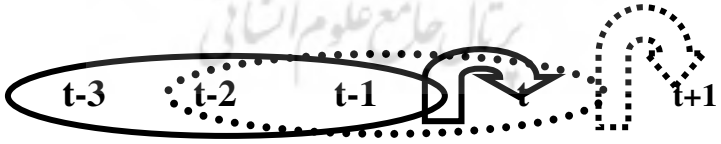
	تعداد پیش‌بینی درست			درصد پیش‌بینی درست		
	ANN2	DA2	LR2	ANN2	DA2	LR2
سالم	۳۹	۳۲	۳۸	۰.۹۷۵	۰.۸۰	۰.۹۵
ورشکسته	۳۸	۳۶	۳۳	۰.۹۵	۰.۹۰	۰.۸۲۵
مجموع	۷۷	۶۸	۷۱	۰.۹۶۲	۰.۸۵	۰.۸۸۷

به طور کلی، این نتیجه حاصل می شود که با مدل شبکه عصبی می‌توان ورشکستگی شرکت های تولیدی را با دقت بیشتری نسبت به مدل‌های آماری پیش‌بینی نمود. به عبارتی دیگر، برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها می‌توان از مدل ANN با دقت بیشتری نسبت به سایر روشها استفاده نمود.

ب: استفاده از مدل ANN برای پیش بینی ورشکستگی شرکت های تولیدی در سال ۱۳۸۷

بعد از اینکه دقت بالای مدل شبکه عصبی در پیش بینی ورشکستگی نسبت به دو روش آماری (رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی) مشخص گردید، از این مدل برای پیش بینی ورشکستگی شرکت ها در سال ۱۳۸۷ (سال بعد) استفاده گردید، تصویر شماره ۱ نشان می دهد که مدل شبکه های عصبی چگونه از اطلاعات مالی سه دوره متوالی برای پیش بینی ورشکستگی شرکت ها در ۱۳۸۷ استفاده می کنند. در تصویر شماره ۱ مشخص شده است که طبق اطلاعات سه دوره t-1، t-2 و t-3 به عنوان ورودی، و پیش بینی ورشکستگی شرکت ها در سال t به عنوان خروجی شبکه، مدل شبکه عصبی برای یافتن پیش بینی ورشکستگی در سال آینده طراحی شد و بدین ترتیب با کمک مدل طراحی شده، برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها در سال بعد، از اطلاعات مالی سالهای t، t-1 و t-2 استفاده شده است.

تصویر ۱. استفاده از اطلاعات مالی سه سال متوالی جهت پیش بینی ورشکستگی

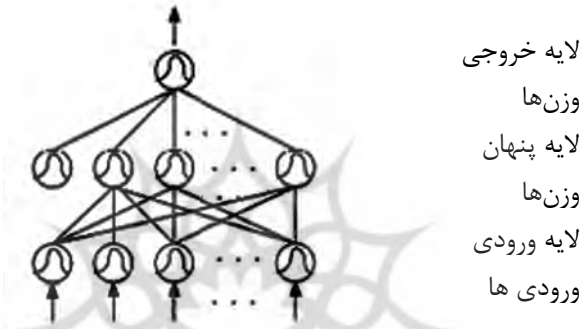


سیستم شبکه عصبی مصنوعی این پژوهش به این صورت عمل می کند: ابتدا در گام اول

یادگیری، وزن های ورودی ها (P_i) به مدل داده می شود، و بعد در هر دور یادگیری، هنگام حرکت رو به جلو، خروجی های گروه‌ها تا لایهٔ آخر محاسبه می شوند و سپس پارامترهای نتیجه توسط روش کمترین مجموع مربعات خطا محاسبه می شوند. در ادامه، پس از محاسبهٔ خطا در بازگشتِ رو به عقب، نسبت خطا روی پارامترهای شرط، پخش شده و با استفاده از روش شیب نزولی خطا مقدار آنها تصحیح می شود.

در تصویر شماره ۲ ساختار شبکه عصبی مشخص می باشد. همان‌طور که تصویر نشان می دهد در هر لایه، ورودی‌ها بر اساس وزن هایی به مدل وارد می شوند.

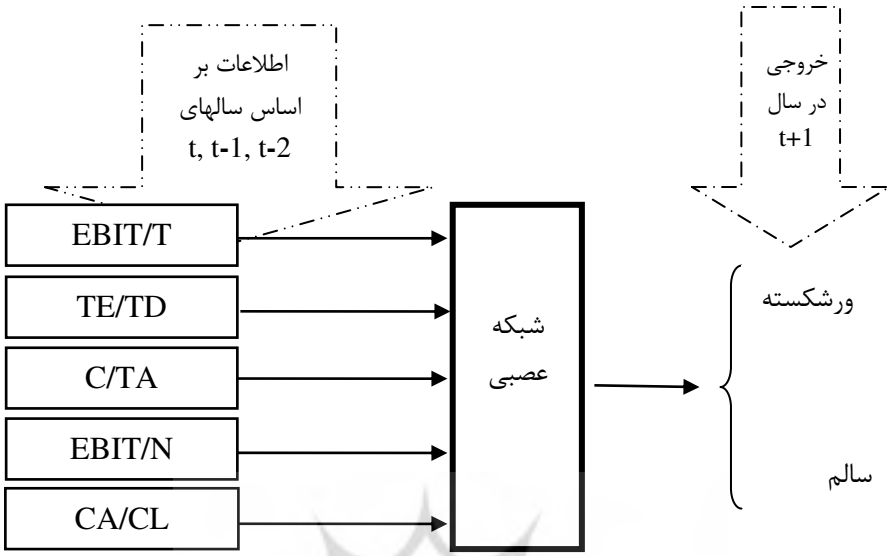
تصویر ۲. معماری شبکه عصبی



تصویر شماره ۳ ورودی و خروجی های مدل شبکه عصبی را به طور واضح نشان می دهد. خروجی این مدل ۱- یا ۱ بوده که به ترتیب نشان دهنده شرکت ورشکسته و سالم می باشد. ورودی مدل نیز شامل پنج نسبت مالی مربوط به ۷۰ شرکت تولیدی (هر نمونه بر اساس هر سه دوره t-1، t-2 و t-3) می باشد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

تصویر ۳. استفاده از اطلاعات سالهای t، t-1 و t-2 برای پیش‌بینی ورشکستگی



با توجه به نتایج، همان‌گونه که جدول شماره ۷ نشان می دهد، مدل ANN، از کل نمونه ۷۰ تایی (ترکیبی از ۳۵ شرکت سالم و ۳۵ شرکت ورشکسته) ۳۵شرکت را سالم و ۳۵ شرکت را ورشکسته پیش بینی نمود. بنابراین مدل ANN، ۱۰۰ درصد از شرکت های سالم و ۱۰۰ درصد از شرکت‌های ورشکسته را در این تجزیه و تحلیل به صورت درست پیش بینی (طبقه بندی) نموده است.

جدول ۷. پیش بینی ورشکستگی شرکت ها بر اساس سالهای t، t-1 و t-2

	وضعیت	تعداد شرکت‌ها	تعداد پیش بینی درست	درصد پیش بینی درست	درصد خطا
یادگیری	ورشکستگی	۳۵	۳۵	٪۱۰۰	۰
	سالم	۳۵	۳۵	٪۱۰۰	۰
	جمع	۷۰	۷۰	٪۱۰۰	۰

مدل شبکه عصبی بر اساس اطلاعات ۱۰ شرکت (ترکیبی از ۵ شرکت سالم و ۵ شرکت ورشکسته) به عنوان داده‌های آزمایشی مورد آزمون قرار گرفت. در جدول شماره ۸ نتایج این آزمون آورده شده است. طبق اطلاعات جدول مدل ANN، هر ۵ شرکت سالم را، سالم و هر ۵ شرکت ورشکسته را، نیز ورشکسته پیش بینی نمود.

جدول ۸: آزمایش مدل شبکه عصبی بر اساس اطلاعات سال t

وضعیت	تعداد شرکت‌ها	تعداد پیش بینی درست	درصد پیش بینی درست	درصد خطا
ورشکسته	۵	۵	٪۱۰۰	۰
سالم	۵	۵	٪۱۰۰	۰
مجموع	۱۰	۱۰	٪۱۰۰	۰

همان‌طور که نتایج جداول شماره ۷ و ۸ نشان می دهد، مدل شبکه های عصبی در پیش بینی، برای حالت ورشکسته و سالم صفر درصد خطا داشت. یعنی مدل ۱۰۰ درصد گروه ورشکسته، و ۱۰۰ درصد گروه سالم را به درستی پیش بینی نموده است. بنابراین، نتایج حاصل شده حاکی از آن است که مدل شبکه عصبی، دقت بالایی در پیش بینی ورشکستگی داشته و مدل مناسبی برای پیش بینی می باشد.

برای اینکه بتوانیم به مدل ارائه شده بیشتر اطمینان نماییم، مدل را با ۴۰ نمونه از شرکت های تولیدی پذیرفته شده در بورس تهران نیز مورد آزمایش قرار دادیم، نتایج حاصل (از ۲۰ شرکت سالم و ۲۰ شرکت ورشکسته) ۲۱ شرکت را سالم، و ۱۹ شرکت را ورشکسته پیش بینی نمود که گرچه با نتایج به دست آمده در جدول شماره ۸ اختلاف دارد اما با توجه به اختلاف ناچیز در نتایج می‌توان از آن چشم پوشی کرده و از مدل، در پیش بینی ورشکستگی استفاده نمود.

جدول شماره ۹ وضعیت شرکت های تولیدی استان کرمان را از لحاظ ورشکستگی در سال ۱۳۸۷ نشان می دهد. نتایج جدول حاکی از آن است که مدل ANN، از ۳۰ شرکت تولیدی که در سال ۸۶ مشغول فعالیت بودند، در پایان سال ۱۳۸۷ تنها یک شرکت را با احتمال ۰/۰۳۳ درصد ورشکسته پیش‌بینی نمود. بنابراین در سال بعد از ۳۰ شرکت تولیدی استان کرمان، ۲۹ شرکت تولیدی، مشکلی از نظر ورشکستگی نخواهند داشت.

جدول ۹. وضعیت شرکت های تولیدی در سال ۱۳۸۷

وضعیت شرکت	تعداد شرکت‌ها	تعداد پیش بینی	درصد پیش بینی
ورشکسته	۰	۱	۰/۰۳۳
سالم	۳۰	۲۹	۰/۹۶۷
جمع شرکت‌های سالم	۳۰	۲۹	

طبق اطلاعات به دست آمده از سازمان صنایع و معادن استان کرمان، هیچیک از شرکت ها ورشکسته نشده اند که این مغایر با جواب ارائه شده توسط مدل است. اما معمولاً شرکت ها به محض اینکه ورشکست شده یا وضعیت مالی آنها وخیم می‌شود، اعلام ورشکستگی نمی کنند.

نتیجه‌گیری

با توجه به اینکه ورشکستگی شرکتها هزینه‌های سنگینی را در پی دارد، می‌توان قبل از اینکه شرکتی به مرحله ورشکستگی برسد، وضعیتش را از لحاظ ورشکستگی مشخص نمود، و تدابیری اتخاذ نمود تا شرکت از ورشکستگی رهایی یابد. نتایج این تحقیق ضمن اینکه نشان داد شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها از دقت بالایی برخوردار است، مشخص نمود که تنها یکی از شرکت‌های تولیدی استان کرمان با احتمال ۰/۹۶۷ در سال بعد از دوره مورد بررسی، ورشکسته خواهد شد. بنابراین، با استفاده از این مدل‌ها مدیران می‌توانند، قبل از اینکه شرکتی با خطر ورشکستگی مواجه شود، آن را پیش بینی نموده و بنگاه را از خطر ورشکستگی رهایی بخشند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع و مآخذ

احدیان پور، پروین (۱۳۸۴) پیش بینی ورشکستگی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و مقایسه آن با مدل تحلیل ممیز چندگانه آلتمن؛ پایان نامه کارشناسی ارشد، علوم تحقیقات تهران.

جورابیان، محمود و زارع، طناز (۱۳۸۴) شبکه های عصبی مصنوعی؛ اهواز: مرکز نشر دانشگاه شهید چمران.

ثقفی، علی (۱۳۸۱) بررسی شاخص‌های پیش‌بینی کننده ورشکستگی در شرایط محیطی ایران؛ رساله دکتری، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

کمیجانی، اکبر و سعادت فر، جواد (۱۳۸۵) کاربرد مدل های شبکه عصبی در پیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت های بازار بورس؛ جستارهای اقتصادی، شماره ۶.

مشیری، سعید (۱۳۸۰) پیش بینی تورم ایران با استفاده از مدل های ساختاری، سری های زمانی و شبکه های عصبی؛ مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۵۸.

مقدم، جواد و سجادی، اکبر (۱۳۸۷)؛ پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مدل لوجیت؛ فصلنامه پژوهش‌نامه اقتصادی، پژوهشکده امور اقتصادی و دارایی، شماره ۳۱.

منهاج، محمد باقر (۱۳۷۷) هوش محاسباتی، مبانی شبکه‌های عصبی؛ تهران: مرکز نشر پرفسور حسابی.

مومنی، منصور و فعال قیومی، علی (۱۳۸۶) تحلیل های آماری با استفاده از spss؛ تهران: مرکز نشر کتاب نو.

Adnan Aziz, M. Humayon A. Dar (2002) Prediction Corporate Bankruptcy: Whether do We Stand?; Department of Economics, Loughborough University, UK.

Altman, E. I. (2000) Predicting Financial Distress of Companies: Revisiting the Z-Score and Zeta Model; New York University.

Coates, P.K. & Fant, L.F. (1991) A Neural Network Approach to Forecasting Financial Distress; the Journal of Business Forecasting, Vol 10(4), pp. 9-12.

Lee, K. C., Han, I. & Kwon, Y. (1996) Hybrid Neural Network Models for Bankruptcy prediction; New York: Mc Grew Hill.

Odom, M. Shara, R. (1990) Neural Network for Bankruptcy Prediction; Probs Publishing Company, pp.177-185.

Ohlson, J. A. (1980) Financial Ratios Probabilistic Prediction of

Bankruptcy; Journal of Accounting Research, Vol. 18, No. 1, pp. 109-131.

Rose, P.S. & Giroux, G.A. (1984) Predicting Corporate Bankruptcy: An Analytical and Emperical Evaluation; Reviwe of Business and Economics Reserch, Vol 19(2), pp. 1-12.

Salchenger, L. M., Cinar, E. M. & Lash, N. A. (1992) Neural Networks: A New Tool for Predicting Thrift Failures; Decision Sciences, Vol. 23(2): 899-916.

Shah, J. R. & Mustafa, M.B. (2000) A Neural Network Based Clustering Procedure for Bankrauptcy Prediction", American Business Review; Vol.18 (2), pp. 80-86.

Tam, K. Y. & Kiang, M. Y. (1992) Managerial Applications of Neural Network: the Case of Bank Failure Predictions", Management Science, Vol.38 (7): 926-947.

Weston J. Fred, Copeland, Thomas E. (1992) Managerial Finance; Dryden Press, 9th Edition, NewYork: Mc Grew Hill.

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 Research, Vol. 116(1), pp.16-32.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی