فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گـذاری
سال دوم/ شماره هفتم/ پاییز ۱۳۹۲

شبکه های عصبی شعاعی آموزش یافته بر پایه متغیرهای مدل‌های آماری و مقایسه آن‌ها در پیش بینی ورشکستگی

علیرضا مهرآذین
استادیار گروه حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور

احمد زنده دل
استادیار گروه آمار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور

محمد تقی پور
کارشناس ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور (مسئول مکاتبات)
m.taghipour40@gmail.com

امید فروتن
کارشناس ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نیشابور

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۴/۲۵

چکیده

امروزه شبکه های عصبی مصنوعی جایگاه ویژه ای در حیطه مالی پیدا کرده است. پژوهش حاضر به دنبال یافتن روش بهتر برای ساخت و آموزش شبکه های عصبی مصنوعی است که منجر به پیش بینی دقیق‌تر در موضوع ورشکستگی شود. در این میان سه شبکه عصبی از نوع توابع شعاع مدار ساخته شد که به صورت جداگانه توسط متغیرهای مدل آلتمن (۱۹۸۳)، اسمایوسکی (۱۹۸۴) و ترکیبی آموزش داده شدند. پس از سنجش توانایی سه مدل در پیش بینی ورشکستگی با استفاده از آزمون دقیق فیشر و مک نمار، دقت آن‌ها مورد مقایسه قرار گرفته است. نمونه مورد آزمون شامل شرکت‌های عضو بورس اوراق بهادار تهران در بین سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ می‌باشد. یافته‌ها نشان می‌دهند که هر سه مدل توانایی پیش بینی ورشکستگی را دارند و از بین آن‌ها مدل آموزش یافته با متغیرهای مدل آلتمن دقیق‌تر از دو مدل دیگر قادر به انجام این امر است.

واژه‌های کلیدی: هوش مصنوعی، شبکه عصبی مصنوعی، تابع شعاع مدار، ورشکستگی.

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

در یکی از اولین مطالعات آکادمیک بر روی تئوری ورشکستگی، آن را ناتوانی در سودآوری شرکت تعریف کرده‌اند که احتمال عدم توانایی بازپرداخت اصل بدهی و بهره را افزایش می‌دهد (گوردون[۱]،۱۹۷۱). در تعریفی دیگر، ورشکستگی را وضعیتی در نظر می‌گیرند که در آن جریان‌های نقدی شرکت از مجموع هزینه های بهره مربوط به بدهی بلند مدت کمتر است (ویتاکر[۲]،۱۹۹۹). ورشکستگی زمانی رخ می‌دهد که یک شرکت زیان‌های زیادی تحمل نماید و یا اینکه شرکت از نظر پرداخت دیون خود دچار درماندگی شود. درماندگی در پرداخت دیون زمانی رخ می‌دهد که تناسب بین دارایی‌ها و بدهی‌های شرکت از بین برود (چن و دیو[۳]،۲۰۰۹)، و شرکت نتواند دیون خود را تسویه کند.

یکی از راه‌هایی که می‌توان با استفاده از آن به بهره گیری مناسب از فرصت‌های سرمایه گذاری و تخصیص بهتر منابع کمک کرد، پیش بینی ورشکستگی است. پیش بینی برآورد احتمال وقوع وقایع در آینده است که بر اساس اطلاعات حال و گذشته انجام می‌شود به این ترتیب که اولاً با ارائه هشدار های لازم می‌توان شرکت‌ها را نسبت به وقوع ورشکستگی هوشیار کرد تا آن‌ها با توجه به این موضوع دست به اقدام‌های مقتضی بزنند و دوم اینکه سرمایه گذاران و اعتبار دهندگان فرصت‌های مطلوب سرمایه گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند و منابعشان را در فرصت‌های مناسب سرمایه گذاری کنند؛ بنابراین پیش بینی ورشکستگی شرکت‌ها همواره یکی از موضوعات مورد توجه سرمایه گذاران، اعتبار دهندگان و دولت بوده است (جونز[۴]، ۱۹۸۷) و البته توجه حسابرسان را در این زمینه نبایستی نادیده گرفت. مسئله ورشکستگی شرکت می‌تواند 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. تحلیل سنتی ریسک با استفاده از نسبت‌های مالی، سیگنال‌هایی را در ارتباط با شرکتی که به سمت آشفتگی مالی یا ورشکستگی مالی می‌رود را قبل از آن که شرکت اعلام ورشکستگی نماید مشخص می‌کند. از زمان تحقیق مقدماتی بیور[۵] (۱۹۶۶) که نخستین مدل ارائه شده در زمینه‌ی ورشکستگی با استفاده از نسبت‌های مالی است، تحلیل نسبت‌های مالی رویکرد غالب در بررسی مشخصه های ورشکستگی شرکت‌ها شده است.

به تازگی، امید بخش ترین پهنه پژوهش در پیش بینی ورشکستگی شبکه های عصبی مصنوعی (ANN[۶]) است. شبکه عصبی مصنوعی، نوعی الگوی فرایندی اطلاعات می‌باشد که در آن از سیستم‌های عصبی طبیعی یا زیستی الهام گرفته شده است. شبکه های عصبی مصنوعی، جزء آن دسته از سیستم‌های پویا می‌باشند که با پردازش داده های تجربی، دانش یا قوانین نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند، به همین علت به این سیستم‌ها هوشمند می‌گویند. شبکه های

Archive of SID
www.SID.ir

عصبی مصنوعی تقلیدی از استدلال مغز انسان با استفاده از الگوها و روابط بین داده‌ها برای آموزش پردازشگری عوامل است (هایکین[۷]،۱۹۹۹). طی سال‌های گذشته شبکه های عصبی به عنوان یک فناوری ظاهر شده‌اند که می‌تواند الگوی داده‌ها را شناسایی و مدل سازی کند، کاری که با روش‌های آماری سنتی به سهولت امکان پذیر نیست. شبکه های عصبی تا حد زیادی به عنوان جعبه سیاهی دیده شده‌اند که الگوی پیچیده روابط میان داده‌ها را مشخص می‌کند و یادگیری از طریق آموزش از ویژگی‌های اساسی آن است.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

نیکبخت و شریفی (۱۳۸۹) نسبت‌های مالی کلیدی در پژوهش‌های دیگر را به عنوان ورودی شبکه‌های عصبی انتخاب کرده اند. 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 پیش خور 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 غیر ورشکسته نیز به صورت تصادفی انتخاب شده‌اند. مجموعه‌ای مساوی از داده‌های فوق با استفاده از شبکه‌های عصبی و تحلیل تمایزی چندگانه(MDA[۸]) 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[۹] ارائه شده است. نتایج نشان دادند که تفاوت معناداری بین MDA و ANN وجود دارد. همچنین طبق نتایج کم بودن خطای نوع اول[۱۰] بر خطای نوع دوم[۱۱] پیش‌بینی اولویت دارد.

مکیان، تقی المدرسی و همکاران (۱۳۸۹) جهت پیش بینی ورشکستگی از مدل شبکه های عصبی به همراه مقایسه آن با دو روش آماری رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی استفاده شده و یک مدل شبکه عصبی برای پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های تولیدی طراحی شده است که برای استان کرمان مورد استفاده قرار گرفته است. اطلاعات استفاده شده مربوط به دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۷۴ می‌باشد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که مدل ANN از دو روش آماری دیگر دقت بالاتری در پیش بینی دارد. همچنین مدل ANN نشان داد که هیچ کدام از این شرکت‌های تولیدی در سال بعد از دوره مورد بررسی، ورشکسته نخواهند شد.

برزگر (۱۳۸۸) به مقایسه سه مدل متفاوت پیش بینی ورشکستگی یعنی آلتمن، لوجیت و شبکه عصبی مصنوعی برای بازه زمانی ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵ و شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار

Archive of SID

www.SID.ir

پرداخته شده است. نتیجه که از تحلیل بین ۱۰۲ نمونه بدست آمده نشان می‌دهد که مدل پیش بینی شبکه عصبی مصنوعی از دو مدل دیگر عملکرد بهتری داشته است. دقت پیش بینی مدل شبکه عصبی برای دو سال متوالی ۹۴٪ و ۹۹٪ بوده است و این در حالی است که دقت پیش بینی مدل آلتمن برای این دو سال ۸۴٪ و ۷۶٪ و برای مدل لوجیت ۷۴٪ و ۶۴٪ بیان گردیده است.

کمیجانی و سعادت فر (۱۳۸۵) ساختار اصلی پرسپترون سه و چهار لایه برای پیش بینی ورشکستگی شرکت‌ها به مدل‌هایی شبیه یکدیگر منتهی می‌شود که در این میان شبکه سه لایه از قدرت پیش بینی بیشتری نسبت به شبکه چهار لایه برخوردار است. این پژوهش نشان می‌دهد که «به‌کارگیری مدل‌های مبتنی بر شبکه عصبی توانایی مدیریت‌های مالی را برای مقابله با نوسان‌های اقتصادی و ورشکستگی نسبت به مدل‌های رقیب افزایش می‌دهد». 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 پژوهش است. نتایج نشان می‌دهد که در سال ۱۳۸۵ تحت تأثیر سیاست‌های شفاف سازی روند ورشکستگی اقتصادی شرکت‌ها به طور چشمگیری افزایش خواهد یافت که با سازگار شدن شرکت‌ها با شرایط جدید، تا حدی این روند در سال ۱۳۸۶ تعدیل می‌شود.

راعی و فلاح پور (۱۳۸۳) مرور جامعی از مدل‌های پیش بینی درماندگی مالی و شبکه های عصبی مصنوعی نیز ارایه شده است. به منظور بررسی اثر تفاوت ناشی از نمونه‌ها در پیش بینی از روش معتبرسازی مقطعی[۱۲] استفاده شده است. مدل مقایسه ای استفاده شده در این پژوهش، مدل تحلیل ممیز چندگانه است. نتایج حاصله از مدل‌ها، بر اساس اطلاعات ۸۰ شرکت، نشان داد که مدل شبکه های عصبی مصنوعی در پیش بینی درماندگی مالی، به طور معنی داری نسبت به مدل تحلیل ممیز چندگانه از دقت پیش بینی بیشتری برخوردار است (راعی و فلاح پور ۱۳۸۳).

در ادامه برخی از پژوهش‌های انجام شده در دیگر کشورها تشریح می‌شود:

پاولا ولر[۱۳](۲۰۱۰) با استفاده از مدل شبکه مصنوعی متمایز، تحلیل چندگانه و پروبیت به پیش بینی ورشکستگی صنعت نساجی ایالات متحده آمریکا پرداخت او در این پژوهش داده های مالی ۴۷ شرکت ورشکسته و ۱۰۴ شرکت غیر ورشکسته سهامی عام در صنعت نساجی طی سال‌های ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۴ را مورد بررسی قرار داد؛ نتایج حاکی از آن است که مدل آلتمن (۱۹۶۸) و مدل شبکه عصبی بر مبنای متغیرهای آن برای یک و دو سال قبل از ورشکستگی برای شرکت‌های ورشکسته دارای بالاترین توان پیش بینی است؛ و مدل شبکه عصبی بر مبنای متغیرها اسمایوسکی (۱۹۸۴) و همچنین مدل شبکه عصبی بر مبنای متغیرهای آلتمن (۱۹۸۳) طی کل دوره زمانی تحقیق برای شرکت‌های غیر ورشکسته بهترین نتایج طبقه بندی را نشان می‌دهد.

Archive of SID
www.SID.ir

هانگ و چن[14](۲۰۰۹) با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم، شبکه عصبی پس انتشار[15] و تکنیک‌های بردار پشتیبان[16] به پیش بینی احتمال ورشکستگی شرکت‌ها پرداخته شده است و نشان می‌دهد که شبکه عصبی پس انتشار از دو روش دیگر عملکرد بهتری داشته است. در این پژوهش مدل پیش بینی ورشکستگی مبتنی بر درخت تصمیم[17] و تکنیک‌های بردار پشتیبان به ترتیب دارای دقتی معادل ۷۰٪ و ۷۰/۸۹٪ بوده است، در حالی که مدل شبکه عصبی پس انتشار از دقت ۷۲/۳۷٪ برخوردار است.

سانگ بین چو، کیم و همکاران[18](۲۰۰۹) به مقایسه بین مدل پیش بینی ورشکستگی لوجیت، شبکه عصبی مصنوعی، تحلیل ممیز چندگانه ترکیبی، درخت تصمیم، تکنیک پشتیبان بردار و شبکه عصبی ترکیبی می‌پردازد و با استفاده از یادگیری شبکه عصبی یک مدل ترکیبی برای پیش بینی ورشکستگی ارائه می‌دهد. نتیجه این پژوهش نشان می‌دهد شبکه عصبی مصنوعی از نظر دقت طبقه بندی از سایر مدل‌ها عملکرد بهتری دارد. میانگین دقت پیش بینی در مدل‌های مذکور به ترتیب ۷۸/۰۴٪، ۷۸/۰۱٪، ۷۸/۱۵٪، ۷۲/۳۸٪، ۷۸/۰۱٪، ۷۸/۹۲٪ ذکر شده است.

اسلیم[19] (۲۰۰۷) با استفاده از تکنیک‌های منطق فازی مدلی برای پیش بینی ورشکستگی ارایه شده است و به اعتقاد پژوهشگر این شیوه پیش بینی، از سایر روش‌ها همچون شبکه عصبی پس انتشار و تحلیل ممیز خطی در پیش بینی ورشکستگی از عملکرد بهتری برخوردار است. در این پژوهش برای طراحی مدل فازی از ۱۷ نسبت مالی ۶۸ شرکت در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ استفاده شده است. نتیجه استفاده از شبکه عصبی فازی[20] پنج بخشی استدلال پژوهشگر را تایید می‌کند و به طور متوسط دقت پیش بینی ورشکستگی مدل‌های تحلیل ممیز خطی، شبکه عصبی پس انتشار و شبکه عصبی فازی در نمونه آموزشی به ترتیب ۷۰/۸۳٪، ۸۱/۹۲٪ و ۹۷/۹۲٪ و در نمونه آزمایشی به ترتیب ۶۰٪، ۷۰٪، ۹۰٪ است که این امر نشان می‌دهد شبکه عصبی فازی هم در نمونه آموزشی وهم در نمونه تستی از نظر دقت پیش بینی عملکرد بهتر از خود نشان می‌دهد.

کیم وگو[21] (۲۰۰۶) به مقایسه دقت عملکرد دو مدل تحلیل ممیز چندگانه و مدل تحلیل لوجیت با داده های مالی ۳۶ شرکت در دو گروه ورشکسته و غیر ورشکسته بین سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۸ در پیش بینی ورشکستگی پرداخته شده است. تعداد ۱۲ متغیر مستقل که شامل نسبت‌های مالی بودند مورد استفاده قرار گرفته است و نتیجه آن نشان می‌دهد که دقت عملکرد مدل لوجیت برای پیش بینی ورشکستگی در سال ورشکستگی با مدل تحلیل ممیز چندگانه به طور یکسان ۹۳٪ بوده و عملکرد مشابه ای داشته‌اند.

Archive of SID
www.SID.ir

۳- فرضیه‌های پژوهش

جستجو جهت یافتن یک مدل مناسب که بتواند با کمتـرین خطـای ممکـن و بـا کـاربردی سـریع، شرکت‌های ورشکسته را از شرکت‌های غیر ورشکسته تشخیص دهد از اهمیت ویژه ای برخـوردار اسـت. از این رو، در این پژوهش به منظور سنجش توانایی و مقایسه دقت مدل‌های آن، فرضیه‌های زیر تـدوین شده است :

فرضیه اول: مدل شبکه عصبی شعاعی با استفاده از متغیر های آلتمن، می‌توانـد ورشکسـتگی را پـیش بینی کند.

فرضیه دوم: مدل شبکه عصبی شعاعی با استفاده از متغیر های اسمایوسکی، می‌توانـد ورشکسـتگی را پیش بینی کند.

فرضیه سوم: مدل شبکه عصبی شعاعی بـا اسـتفاده از متغیـر هـای آلـتمن، اسمایوسـکی و دو متغیـر اضافی مجموع دارایی‌ها و درآمد فروش (مدل ترکیبی)، می‌تواند ورشکستگی را پیش بینی کند.

فرضیه چهارم: میزان خطای نوع اول در بین مدل‌های شبکه عصبی شعاعی بـر مبنـای مـدل آلـتمن، اسمایوسکی و ترکیبی با هم برابر است.

فرضیه پنجم: میزان خطای نوع دوم در بین مدل‌های شبکه عصبی شـعاعی بـر مبنـای مـدل آلـتمن، اسمایوسکی و ترکیبی با هم برابر است.

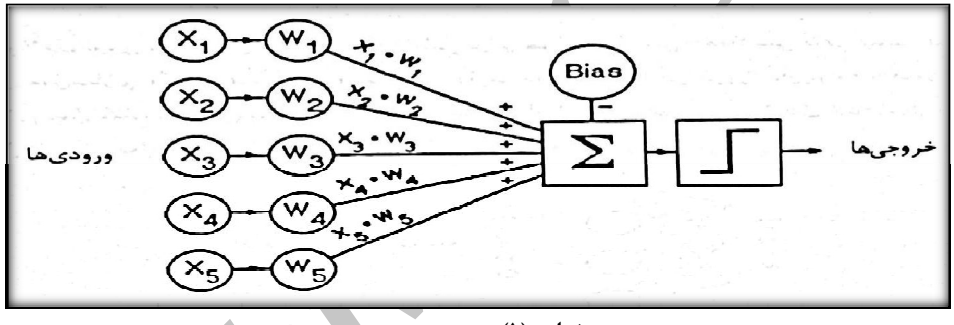
۴- روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش حاضر که از نوع استقرایی (حرکت از جزء به کل) است، از داده های گذشـته و مقطعـی، استفاده شده است. عصب مصنوعی مدلی است که اجزاء آن شباهت زیادی به اجزاء عصب واقعی دارنـد. این مدل را اولین بار مک کالو و پیتز (۱۹۴۳) مطرح کردند. شبکه هـای عصـبی از یـک سـری لایـه‌هـا شامل اجزای ساده پردازشگری بنام نرون تشکیل شده‌اند که به صورت موازی با هم عمل می‌کننـد. هـر لایه ورودی به یک یا تعداد بیشتری لایه میانی مرتبط است و لایه های میانی نیز به لایه خروجی وصل می‌شوند؛ جایی که پاسخ شبکه در نقش خروجی سیستم ظاهر می‌گردد. ویژگی قابل توجه شبکه هـای عصبی قابلیت یادگیری آن‌ها می‌باشد. آن‌ها قادرند تا هر بار، وزن‌هـای موجـود در روابـط تعریـف شـده خود را متناسب با هر نمونه ورودی اصلاح کنند. در یک جمله شبکه های عصبی مانند موجـودات زنـده قابلیت یادگیری دارند. انواع مختلفی از شبکه های عصبی وجود دارد. یکی از مهم‌ترین گونه های شـبکه عصبی تابع شعاع مدار[۲۲] می‌باشد. این شبکه با توجه به کاربرد های متنوعش بـه یکـی از معـروف‌تـرین شبکه های عصبی تبدیل شده است و مهم‌ترین رقیب پرسپترون چند لایـه[۲۳] محسـوب مـی‌شـود. ایـن

Archive of SID
www.SID.ir

شبکه‌ها بیشترین الهام را از تکنیک‌های آماری طبقه بندی الگوها گرفته‌اند این پـژوهش را مـی‌تـوان از لحاظ آماری، مدل سازی و از نظر روش شناسی پژوهشی، یک تحقیق زمینـه یـابی دانسـت و در آن بـا استفاده از شبکه عصبی مصنوعی به ساخت و مقایسه مـدل پـژوهش جهـت پـیش بینـی ورشکسـتگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شده است.

نمایه (۱) نمایی از یک عصب مصنوعی است. علایم ورودی که با $X_5,\ldots,X_1,X_0$ مشخص شده‌انـد، متغیرهای پیوسته هستند. هر یک از این مقادیر ورودی تحت تـأثیر وزن خاصـی قـرار مـی‌گیرنـد. ایـن عناصر پردازشگر (عصب) از دو قسمت تشکیل شده‌اند. قسمت اول ورودی‌هـای وزن‌دار را بـا هـم جمـع می‌کند و کمیتی به نام I را به دست می‌آورد؛ قسمت دوم یک صافی غیرخطی اسـت کـه معمـولاً تـابع فعال‌سازی نامیده می‌شود که از طریق آن خروجی مشخص می‌شود



نمایه (۱) عصب مصنوعی

فرآیند برازش برای هر مدل به صورت زیر است:

۱) استفاده از نسبت‌های مالی مورد نظر پژوهش به منظور آموزش شبکه عصبی مصنوعی

۲) تفکیک دو نمونه از شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته با استفاده از ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران

۳) استفاده از شبکه های عصبی با تابع شعاع مدار جهت ساخت مدل

۴) بررسی نتایج و مقایسه دقت عملکرد مدل‌های ساخته شده

جامعه مورد مطالعه در این پژوهش شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهـران هسـتند، که مقطع زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۰ برای نمونه گیـری انتخـاب شـد. بـرای انتخـاب نمونـه از روش حـذف سیستماتیک استفاده شد. بدین ترتیب که شرکت‌هایی که در بازه زمانی پژوهش حداقل یک‌بـار معیـار ورشکستگی را برآورده کرده‌اند، انتخاب شدند و شرکت‌هایی که به طور یکسان، دارای ویژگی‌های مقـرر

www.SID.ir

در پژوهش نبودند، حذف شـدند. در پایـان از بـین ۴۳۱ شـرکت، ۶۶ شـرکت بـاقی ماندنـد کـه نیمـی ورشکسته و نیمی غیر ورشکسته را جهت آزمون فرضیه های پژوهش، تشکیل می‌دهند. نمونه‌هـا جهـت یکنواخت شدن می‌بایستی دارای ویژگی‌های زیر باشند:

۱) دوره مالی آن‌ها مختوم به پایان سال باشند.
۲) در طبقه شرکت‌های واسطه گری مالی نباشند.
۳) در مورد گروه ورشکسته مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایران باشند.
۴) تمامی داده های مورد نیاز پژوهش را افشا کرده باشند.

به منظور آزمون فرضیه‌ها پس از جمع آوری و انتقال داده‌ها به نرم افـزار اکسـل[۲۴] و مرتـب سـازی اولیه در تفکیک شرکت‌های ورشکسته از غیر ورشکسته با معیار ماده ۱۴۱ قانون تجارت ایـران، داده‌هـا (متغیر های مستقل) جهت ساخت مدل به نرم افـزار IBM SPSS Statistics 19 انتقـال داده شـد و بـا استفاده از شبکه های عصبی و تابع‌های شعاع مدار ساخته شد و سـپس بـا آزمـون‌هـای آمـاری دقیـق فیشر[۲۵] و مک نمار[۲۶] مورد مقایسه قرار گرفت.

لازم به توضیح است که در ماده ۱۴۱ قانون تجارت اگر بر اثر زیان‌های وارده حداقل نصـف سـرمایه شرکت از میان برود هیئت مدیره مکلف است بلافاصله مجمع عمومی فوق‌العاده صاحبان سهام را دعوت نماید تا موضوع انحلال یا بقای شرکت مورد شور و رای واقع شود. هرگاه مجمع مزبـور رای بـه انحـلال شرکت ندهد باید در همان جلسه و با رعایت مقررات ماده ۶ این قانون سرمایه این شـرکت را بـه مبلـغ موجود کاهش دهد. در صورتی که هیئت مدیره بر خلاف این ماده به دعوت مجمع عمومی فـوق‌العـاده مبادرت ننماید و یا مجمعی که دعوت شود نتواند مطابق مقررات قانونی منعقد گردد هر ذینفع می‌تواند انحلال شرکت را از دادگاه صلاحیت دار در خواست کند.

در طراحی شبکه عصبی، نمونه‌ها به طور یکسان و به ترتیـب ۶۰٪ بـه عنـوان داده هـای آموزشـی، ۳۰٪ به عنوان داده آزمایشی و ۱۰٪ به عنوان داده های جدا نگهداری شده[۲۷] جهت آزمون نهایی شـبکه، تفکیک شد. از تابع فعال کننده سافت مکس[۲۸] به دلیل کارایی بهتر برای متغیرهـای وابسـته مطلـق در هر سه شبکه استفاده شده، که شکل آن به صورت زیر است :

$$\gamma(c_k) = \frac{exp(c_k)}{\sum_j exp(c_j)}$$

γ مقدار ارزش گره های خروجی و C داده های ورودی خالص برای گره های خروجی است.

Archive of SID
www.SID.ir

این تابع مقادیر حقیقی را از لایه قبلی گرفته و آن‌ها را به برداری تبدیل می‌کند که عناصر آن در بازه (۱ ،۰) افتاده و حاصل جمع آن‌ها ۱ شود. شبکه های عصبی شعاع مدار دارای یک لایه پنهان می‌باشد و تعداد واحدها در این لایه توسط شبکه به طور خودکار انتخاب می‌شود (نوروشیس[۲۹]).

۵- مدل و متغیرهای پژوهش

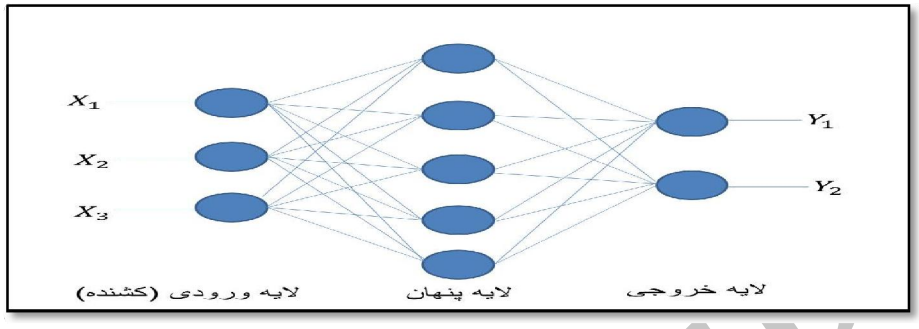
تابع شعاعی (شعاع مدار) که به اختصار RBF نامیده می‌شود، مزایای زیادی در مقابل پرسپترون چند لایه (MLP) دارد. یکی از مزیت‌های آن سرعت بیشتر و ایجاد محدوده های تصمیم گیری بهتر است. مزیت دیگر RBF این است که در این شبکه تعبیر و تفسیر لایه خروجی به مراتب آسان‌تر از یک MLP انجام می‌شود. معماری اصلی RBF متشکل از یک شبکه سه لایه می‌باشد که در شکل صفحه‌ی بعد ملاحظه می‌کنید. لایه ورودی فقط یک لایه کشنده است و در آن هیچ پردازشی صورت نمی‌گیرد. لایه دوم یا لایه پنهان، یک انطباق غیر خطی ما بین فضای ورودی و فضای خروجی معمولاً با بعد بزرگ‌تر برقرار می‌کند که در آن الگوها به صورت تفکیک پذیر خطی در می‌آیند. سر انجام لایه سوم، جمع وزنی را به همراه یک خروجی خطی تولید می‌کند. در صورتی که از RBF برای تقریب تابع استفاده شود، چنین خروجی مفید خواهد بود ولی در صورتی که نیاز باشد طبقه بندی الگوها انجام شود، آنگاه یک محدود کننده سخت یا یک تابع سیگموئید را می‌توان بر روی عصب‌های خروجی قرار داد تا مقادیر خروجی یا تولید شوند.

خصوصیت منحصر به فرد RBF پردازشی است که در لایه پنهان انجام می‌گیرد. ایده اصلی آن است که الگوهای فضای ورودی، تشکیل خوشه دهند. در صورتی که مراکز این خوشه‌ها مشخص باشد، می‌توان فاصله از مرکز خوشه را اندازه گرفت. به علاوه این اندازه گیری فاصله به صورت غیر خطی انجام می‌گیرد، لذا در صورتی که الگویی در ناحیه مجاور مرکز یک خوشه قرار داشته باشد مقدار نزدیک به تولید می‌شود. در خارج از این ناحیه، مقدار بدست آمده به طور قابل ملاحظه ای کاهش می‌یابد. نکته مهم آن است که این ناحیه به صورت شعاعی در اطراف مرکز خوشه متقارن است.

بنابراین تابع غیر خطی به صورت تابع شناخته شده شعاع مدار در می‌آید. معمولی‌ترین شکل تابع شعاع مدار بدین صورت است:

$$\emptyset(r)=\exp\left(-\frac{r^2}{2\sigma^2}\right)$$

Archive of SID
www.SID.ir



نمایه (۲) شکل تابع شعاع مدار

در یک RBF ، r برابر مقدار عددی فاصله از مرکز خوشه می‌باشد. معمولاً فاصله اندازه گیری شده تا مرکز خوشه، از نوع فاصله اقلیدسی است. برای هر عصب موجود در لایه پنهان، وزن‌ها، مختصات مرکز خوشه را نشان می‌دهند. بنابراین زمانی که عصب یک الگوی ورودی x را دریافت می‌کند، فاصله مزبور با استفاده از معادله زیر بدست می‌آید:

$$r_j = \sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - w_{ij})^2}$$

بنابراین خروجی عصب j در لایه پنهان به این شکل است:

$$\emptyset_j = exp\frac{\left(-\sum_{n=1}^{n}(x_i - w_{ij})\right)^2}{2\sigma^2}$$

متغیر σ به عنوان عرض یا شعاع منحنی نرمال تعریف می‌شود و گاهی اوقات الزاماً به صورت تجربی تعیین می‌شود. زمانی که فاصله از مرکز منحنی نرمال به σ می‌رسد، خروجی از ۱ به ۰/۶ تنزل می‌یابد.

از آنجایی که اعتقاد بر این است که نسبت‌های مالی تأثیرات برهم کنشی عوامل بیرونی و درونی را روی موقعیت بد مالی شرکت منعکس می‌کنند در این پژوهش از نسبت‌های مالی جهت آموزش و آزمایش مدل‌ها استفاده شده است.

آلتمن (۱۹۶۸) نخستین فردی است که الگوهای پیش بینی ورشکستگی چند متغیره را عرضه کرد. او با به کار گیری روش تحلیل تمایزی چندگانه و استفاده از نسبت‌های مالی به عنوان متغیر های مستقل به دنبال پیش بینی ورشکستگی بنگاه‌ها، بود. وی الگوی معروف خود را تحت عنوان الگوی رتبه $Z^{۳۰}$ ارائه داد که در پیش بینی ورشکستگی تجاری معروف است. او با این روش از میان بیست و دو نسبت مالی که به نظر او بهترین نسبت‌ها برای پیش بینی ورشکستگی بود پنج نسبت را گزینش کرد. آلتمن با ترکیب این پنج نسبت الگویی را ارائه کرد که به زعم او بهترین عملکرد را در میان دیگر

Archive of SID
www.SID.ir

نسبت‌های مالی داراست. در سال‌های بعد انتقاداتی به الگوی Z وارد شد. تحلیل گران، حسابداران و حتی مدیران معتقد بودند که الگوی z تنها برای مؤسسات همگانی کاربرد دارد. آلتمن در ادامه مطالعات خود موفق به اصلاح و رفع اشکالات الگو شد و الگوی جدید 'z را عرضه کرد که در آن متغیرها به صورت زیر انتخاب شدند:

X_1 = کل دارایی‌ها / سرمایه در گردش
X_2 = کل دارایی‌ها / سود انباشته
X_3 = کل دارایی‌ها / سود قبل از بهره و مالیات
X_4 = کل بدهی‌ها / ارزش بازار حقوق صاحبان سهام
X_5 = کل دارایی‌ها / فروش

آلتمن (۱۹۸۳) بعد از اصلاح یا تعدیل مدل اولیه با جایگزینی ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام با ارزش بازار حقوق صاحبان سهام در متغیر X_4 برای تطبیق یافتن با شرکت‌های خصوصی، فرمول را برای شرکت‌های غیر تولیدی تغییر می‌دهد تا در این شرکت‌ها هم کاربرد داشته باشد که در آن متغیرها به صورت زیر بودند:

X_1 = کل دارایی‌ها / سرمایه در گردش
X_2 = کل دارایی‌ها / سود انباشته
X3 = کل دارایی‌ها / سود قبل از بهره و مالیات
X4 = کل بدهی‌ها / ارزش دفتری حقوق صاحبان سهام

در این مرحله نه تنها ضرایب مدل پیشین دوباره محاسبه می‌شوند بلکه متغیر X_5 (کل دارایی‌ها / فروش) حذف می‌شود تا تأثیرات صنعت برای گردش دارایی‌ها کاهش یابد.

اسمایوسکی (۱۹۸۴) از نسبت‌های مالی، نقدینگی، عملکرد و اهرمی استفاده کرد تا الگوی مناسب خود را ارائه دهد. این نسبت‌ها بر مبنای تئوریکی گزینش نشده بودند، بلکه بیشتر بر اساس تجربیات او در مطالعات قبلی‌اش بود. الگوی اسمایوسکی بر مبنای نمونه ای شامل ۴۰ شرکت ورشکسته و ۸۰۰ شرکت غیر ورشکسته تولیدی پی‌ریزی شد. متغیرهای بکار گرفته شده در الگوی ارائه شده توسط وی عبارت است از :

X_1 = کل دارایی‌ها / سود خالص
X_2 = کل دارایی‌ها / کل بدهی‌ها
X_3 = دارایی‌های جاری / بدهی‌های جاری

Archive of SID
www.SID.ir

این الگو یکی از ساده‌ترین الگوهای پیش بینی ورشکستگی است که اصل تعداد کم متغیر های مستقل در الگوها در آن به خوبی رعایت شده است.

متغیرهای پژوهش

الف) متغیرهای مستقل: نسبت‌های مالی بکار رفته در مدل آلتمن (۱۹۸۳)، اسمایوسکی (۱۹۸۴) که پیش از این معرفی شدند و از صورت‌های مالی شرکت‌های تولیدی موجود در بازار بورس اوراق بهادار تهران استخراج می‌شود.

ب) متغیرهای کنترل کننده : جهت تأثیر اندازه شرکت‌ها از دو متغیر لگاریتم اعشاری مجموع دارایی‌ها و درآمد فروش استفاده شد.

ج) متغیر وابسته : یک متغیر مجازی است که دو مقدار صفر یا یک (به ترتیب غیر ورشکسته یا ورشکسته) را اختیار می‌کند.

۶- نتایج پژوهش

تشریح آزمون فرضیه اول تا سوم

پس از تنظیمات و اجرای ساخت شبکه عصبی مصنوعی که برای هر سه مدل به طور یکسان صورت گرفت، مدل اول با چهار واحد ورودی در لایه اول که همان متغیرهای مستقل مدل آلتمن در شبکه عصبی می‌باشند و ده واحد در لایه پنهان و دو واحد خروجی که تفکیک بین شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته هستند، تشکیل شد و مدل دوم با سه واحد ورودی در لایه اول که همان متغیرهای مستقل مدل اسمایوسکی در شبکه عصبی می‌باشند و هشت واحد در لایه پنهان و دو واحد خروجی و مدل سوم با هشت واحد ورودی در لایه اول که همان متغیرهای مستقل ترکیب شده مدل آلتمن، اسمایوسکی به همراه دو متغیر اضافه شده اندازه شرکت می‌باشند و هفت واحد در لایه پنهان و دو واحد خروجی تشکیل شد.

تشریح آزمون فرضیه چهارم و پنجم

در این دو فرضیه محقق به دنبال بررسی دقت واقعیت و پیش بینی انجام شده توسط مدل شبکه عصبی و مقایسه بین دقت سه مدل ساخته شده هست. بدین منظور خطای نوع اول (آلفا) و دوم (بتا) را برای هر یک از سه مدل محاسبه و سپس با یکدیگر مقایسه شده است، پایین بودن هر یک از این خطاها برای هر مدل به معنی دقت بیشتر آن مدل است. خطای آلفا به معنی تشخیص نادرست عدم وجود ورشکستگی است یعنی با اینکه شرکت غیر ورشکسته است و از وضعیت خوبی برخوردار می‌باشد

Archive of SID
www.SID.ir

ولی توسط مدل مورد ارزیابی به اشتباه ورشکسته تلقی شود. خطای بتا به معنی تشخیص نادرست وجود ورشکستگی است یعنی با اینکه شرکت ورشکسته است توسط مدل غیر ورشکسته ارزیابی می‌گردد.

نتایج آزمون فرضیه‌ها

آزمون فرضیه اول

فرضیه اول با آزمون آماری دقیق فیشر و مک نمار مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه آن به صورت زیر است :

همچنان که در نمایه (۳) مشاهده می‌شود مقادیر متغیر وابسته واقعی و پیش بینی شده با اطمینان ۹۵٪ از یکدیگر مستقل نیستند و مدل دارای دقت پیش بینی ۹۴/۲٪ برای شرکت‌های ورشکسته ۹۲/۴٪ برای شرکت‌های غیر ورشکسته است همچنین بین خطا های مدل تفاوت معناداری مشاهده می‌شود و فرضیه پژوهش پذیرفته می‌شود.

نمایه (۳) نتایج آماری آزمون فرضیه اول

نتایج	شبکه عصبی مصنوعی آموزش یافته بر مبنای متغیر های مدل آلتمن ۱۹۸۳	
	مقدار احتمال	فرض صفر آزمون آماری
آزمون دقیق فیشر	۰/۰۰۰	$H_0 : P_1 = P_2$
آزمون مک نمار	۰/۶۷۸	$H_0 : \mu_D = 0$
دقت پیش بینی	شرکت های غیر ورشکسته	شرکت های ورشکسته
	٪۹۲/۴	٪۹۴/۲

آزمون فرضیه دوم

فرضیه دوم با آزمون آماری دقیق فیشر و مک نمار مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه آن به صورت زیر است :

همچنان که در نمایه (۴) مشاهده می‌شود مقادیر متغیر وابسته واقعی و پیش بینی شده با اطمینان ۹۵٪ از یکدیگر مستقل نیستند و مدل دارای دقت پیش بینی ۸۱/۴٪ برای شرکت‌های ورشکسته و ۸۶٪ برای شرکت‌های غیر ورشکسته است همچنین بین خطا های مدل تفاوت معناداری مشاهده می‌شود و فرضیه پژوهش پذیرفته می‌شود.

www.SID.ir

نمایه (۴) نتایج آماری آزمون فرضیه دوم

نتایج	شبکه عصبی مصنوعی آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل اسمایوسکی ۱۹۸۴	
	مقدار احتمال	فرض صفر آزمون آماری
آزمون دقیق فیشر	۰/۰۰۰	$H_0 : P_1 = P_2$
آزمون مک‌نمار	۰/۳۵۰	$H_0 : \mu_D = 0$
دقت پیش بینی	شرکت های غیر ورشکسته	شرکت های ورشکسته
	٪۸۶	٪۸۱/۴

آزمون فرضیه سوم

فرضیه سوم با آزمون دقیق فیشر و مک نمار مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه آن به صورت زیر است :

همچنان که در نمایه (۵) مشاهده می‌شود مقادیر متغیر وابسته واقعی و پیش بینی شده با اطمینان ۹۵٪ از یکدیگر مستقل نیستند و مدل دارای دقت پیش بینی ۸۷/۸٪ برای شرکت‌های ورشکسته و ۹۳٪ برای شرکت‌های غیر ورشکسته است همچنین بین خطا های مدل تفاوت معناداری مشاهده می‌شود و فرضیه پژوهش پذیرفته می‌شود.

نمایه (۵) نتایج آماری آزمون فرضیه سوم

نتایج	شبکه عصبی مصنوعی آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل ترکیبی	
	مقدار احتمال	فرض صفر آزمون آماری
آزمون دقیق فیشر	۰/۰۰۰	$H_0 : P_1 = P_2$
آزمون مک نمار	۰/۱۶۳	$H_0 : \mu_D = 0$
دقت پیش بینی	شرکت های غیر ورشکسته	شرکت های ورشکسته
	٪۹۳	٪۸۷/۸

آزمون فرضیه چهارم

با توجه به آزمون‌های آماری انجام شده مذکور خطای نوع اول (آلفا) برای هر سه مدل شبکه عصبی متفاوت از یکدیگر بوده و برای مدل شبکه عصبی آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل آلتمن (۱۹۸۳)، ۷/۶٪ و برای مدل آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل اسمایوسکی (۱۹۸۴)، ۱۴٪ و برای مدل آموزش یافته بر مبنای متغیرهای ترکیبی دو مدل به اضافه متغیر اندازه شرکت، ۷٪ می‌باشد، که در نتیجه این فرضیه رد می‌شود. . نمایه (۶) میزان خطای نوع اول اندازه گیری شده را برای هر سه مدل شبکه عصبی ساخته شده نشان می‌دهد.

www.SID.ir

نمایه (۶) میزان خطای نوع اول اندازه گیری شده

α	شبکه عصبی مصنوعی آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل ...		
	آلتمن ۱۹۸۳	اسمایوسکی ۱۹۸۴	ترکیبی
خطای نوع اول (آلفا)	٪۷/۶	٪۱۴	٪۷

آزمون فرضیه پنجم

با توجه به آزمون‌های آماری انجام شده مذکور خطای نوع دوم (بتا) برای مدل اول شبکه عصبی متفاوت از دو مدل دیگر بوده و به ترتیب برای مدل شبکه عصبی آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل آلتمن (۱۹۸۳)، ٪۵/۸ و برای مدل آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل اسمایوسکی (۱۹۸۴)، ٪۱۸/۶ و برای مدل آموزش یافته بر مبنای متغیرهای ترکیبی دو مدل به اضافه متغیر اندازه شرکت، ٪۱۲/۲ می‌باشد، که در نتیجه این فرضیه رد می‌شود. نمایه (۷) میزان خطای نوع دوم اندازه گیری شده را برای هر سه مدل شبکه عصبی ساخته شده نشان می‌دهد.

نمایه (۷) میزان خطای نوع دوم اندازه گیری شده

β	شبکه عصبی مصنوعی آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل ...		
	آلتمن ۱۹۸۳	اسمایوسکی ۱۹۸۴	ترکیبی
خطای نوع دوم (بتا)	٪۵/۸	٪۱۸/۶	٪۱۲/۲

۷- نتیجه‌گیری و بحث

با گسترش روزافزون شرکت‌های سهامی و متنوع شدن ساختار سرمایه آن‌ها از یکسو و پدیدار شدن بحران‌های مالی شدید در ابعاد کلان و خرد اقتصادی از سوی دیگر، مالکان و ذینفعان مختلف بنگاه‌ها به دنبال ایجاد پوششی برای مصون کردن خود در مقابل این‌گونه مخاطرات بوده‌اند و این موضوع آن‌ها را به استفاده از ابزارها و مدل‌های پیش بینی کننده برای ارزیابی توان مالی شرکت‌ها حساس و آگاه نموده است. پیش بینی ورشکستگی می‌تواند به عنوان ابزاری تأثیر گذار در جهت کمک به آن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. روش‌های پیش بینی به طور مداوم در حال تکامل هستند و امروزه شبکه های عصبی مصنوعی از نوع توابع شعاع مدار جایگاه ویژه ای در بین این روش‌ها پیدا کرده است. یافته های این پژوهش نشان می‌دهد هر سه شبکه عصبی مصنوعی ساخته شده توانایی پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های مورد بررسی را دارند، در این حال شبکه عصبی آموزش یافته توسط متغیرهای مدل آلتمن

Archive of SID
www.SID.ir

(۱۹۸۳) پس از مقایسه خروجی‌های شبکه با شرایط واقعی با انجام آزمون دقیق فیشر و همچنین مک نمار، توانایی پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های مورد بررسی را با دقت پیش بینی ۹۴/۲٪ برای شرکت‌های ورشکسته و ۹۲/۴٪ برای شرکت‌های غیر ورشکسته را دارد و با این که به صورت مکمل این شبکه دارای خطای پیش بینی ۵/۸٪ برای شرکت‌های ورشکسته و خطای ۷/۶٪ برای شرکت‌های غیر ورشکسته می‌باشد، مدل تفاوت معناداری بین پیش بینی وضعیت شرکت‌های ورشکسته و غیر ورشکسته قایل نیست. به عبارت دیگر و به طور کلی این مدل بافت ۹۳/۳٪ توانایی پیش بینی ورشکستگی را دارد، همچنین شبکه عصبی آموزش یافته توسط متغیرهای مدل اسمایوسکی (۱۹۸۴) با دقت پیش بینی ۸۳/۷ ٪ توانایی پیش بینی ورشکستگی را دارد. نتایج فرضیه سوم هم حاکی از آن است که مدل ترکیبی هم از قدرت پیش بینی ورشکستگی بالایی برخوردار است؛ این مدل با دقت پیش بینی ۹۳٪ برای شرکت‌های غیر ورشکسته و با دقت پیش بینی ۸۷/۸٪ برای شرکت‌های ورشکسته دقت بهتری را نسبت به متغیرهای مدل اسمایوسکی (۱۹۸۴) را نشان می‌دهد. به طور کلی نتایج پژوهش حاضر نشان از دقت بیشتر مدل شبکه عصبی شعاع مدار آموزش یافته بر پایه متغیرهای مدل آلتمن (۱۹۸۳) در پیش بینی ورشکستگی نسبت به دو مدل اسمایوسکی (۱۹۸۴) و مدل ترکیبی است.

نمایه (۸) خلاصه یافته‌ها از ارزیابی مدل‌ها

دقت پیش بینی	شبکه عصبی مصنوعی آموزش یافته بر مبنای متغیرهای مدل ...		
	آلتمن ۱۹۸۳	اسمایوسکی ۱۹۸۴	ترکیبی
شرکت های غیر ورشکسته	٪۹۲/۴	٪۸۶	٪۹۳
شرکت های ورشکسته	٪۹۴/۲	٪۸۱/۴	٪۸۷/۸
خطای نوع اول (آلفا)	٪۷/۶	٪۱۴	٪۷
خطای نوع دوم (بتا)	٪۵/۸	٪۱۸/۶	٪۱۲/۲

فهرست منابع

* برزگر خاندوزی، عابدین؛ ۱۳۸۸، پیش بینی ورشکستگی با استفاده از مدل‌های آلتمن، لوجیت و شبکه عصبی مصنوعی، رساله کارشناسی ارشد رشته حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نیشابور.
* بیل، آر و جکسون، تی؛ ۱۳۸۶، آشنایی با شبکه های عصبی، ترجمه محمود البرزی؛ موسسه انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.

www.SID.ir

* راعی، رضا؛ سعید، فلاح پور، سعید؛ ۱۳۸۳، پیش بینی درماندگی مالی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، نشریه تحقیقات مالی، شماره ۱۷.
* کمیجانی اکبر، سعادت فر جواد؛ ۱۳۸۵، کاربرد مدل‌های شبکه عصبی در پیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بازار بورس؛ جستارهای اقتصادی، شماره ۶.
* مؤمنی، منصور؛ قیومی، علی فعال؛ ۱۳۸۹، تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS، انتشارات مؤلف، چاپ اول.
* مارتین نی. هاگان؛ هاواردبی. دیموث؛ مارک بیل؛ طراحی شبکه های عصبی، ترجمه کیا، سید مصطفی؛ ۱۳۹۰، انتشارات کیان رایانه سبز، چاپ دوم.
* مکیان، نظام الدین؛ کریمی، تکلو؛ ۱۳۸۸، پیش بینی ورشکستگی شرکت‌های تولیدی با استفاده از شبکه عصبی، فصلنامه اقتصاد مقداری، شماره ۱.
* نیکبخت، محمد رضا؛ شریفی، مریم؛ ۱۳۸۹، پیش بینی ورشکستگی مالی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی، مجله مدیریت صنعتی، شماره۴.
* Altman, E. I., 1983, Corporate Financial Distress: A Complete Guide to Predicting, Avoiding, and Dealing With Bankruptcy. New York: John Wiley & Sons, Inc.
* Beaver. W. H., 1966, Financial ratios as predictors of bankruptcy, Journal of Accounting Research 4, 71-111.
* C. Slim (2007) : Fuzzy Neural Model for Bankruptcy Prediction, The Journal of Business Review Cambridge, Vol. 8, Num. 2, December 2007,117-122.
* Chen, wei-sen, & Du, Yin. k. (2009), " Using neural networks and data mining techniques for the financial distress prediction model ", Expert systems with applications, No36, PP4075-4086
* Gordon, M.J. (1971). Towards a Theory of Financial Distress. The Journal of Finance, 26: 347-356.
* Haykin, S. (1999). Neural Networks: A Comprehensive Foundation (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, Inc.
* Hung, chilhli. & Chen, jing-hong. (2009), " A selective ensemble based on expected probabilities for bankruptcy prediction, Expert Systems with Applications, Vol36, No3, PP5297-5303
* Jones, F. J. (1987). Current Techniques in Bankruptcy Prediction. Journal of Accounting Literature, 6, 131-164.
* Kim, Hyunjoon, Gu, Z, (2006); " Predicting Restaurant bankruptcy: A Logit Model in comparison with a Discriminant Model ", journal of Hospitality Tourism research 30; PP474-793
* Mc Culloch, W.S., & E. Pitts, (1943); "A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity; Bulletin of Mathematical Biophysics, Vol. 5, 115-133.
* Norusis, M. J. (2005). SPSS 13.0 Guide To Data Analysis. ISBN: 9780131865358

Archive of SID
www.SID.ir

* Paula M. Weller, 2010, The Application of Altman, Zmijewski and Neural Network Bankruptcy Prediction Models to Domestic Textile-Related Manufacturing Firms: A Comparative Analysis, A dissertation of H. Wayne Huizenga School of Business and Entrepreneurship Nova Southeastern University.
* Sungbin Cho, Jinhwa Kim, Jae Kwon Bae. (2009). An integrative model with subject weight based on neural network learning for bankruptcy prediction. Expert Syst. Appl. 36(1): 403-410
* Whitaker, R. (1999). The Early Stage of Financial Distress. Journal of Economics and Finance, 23 (2): 123-133

یادداشت‌ها

[1] Gordon
[2] whitaker
[3] Chen and Du
[4] Jones
[5] Beaver
[6] Artificial Neural Networks
[7] Haykin
[8] Multiple Discriminant Analysis
[۳] Receiver operating characteristic
[۱۰] خطای نوع اول یا آلفا به معنی تشخیص نادرست عدم وجود ورشکستگی است.
[۱۱] خطای نوع دوم یا بتا به معنی تشخیص نادرست وجود ورشکستگی است.
[12] Cross-validation
[13] Paula M. Weller
[14] Hung & Chen
[15] Propagation
[16] Support Vector
[17] Decision Tree
[18] Sungbin cho ، Kim & Kwon Bae
[19] Slim
[20] Fuzzy Neural
[21] Kim & Gu
[22] Radial Basis Function
[23] Multilayer Perceptron
[24] Excel (2010)
[25] Fisher's Exact Test
[26] McNemar Test
[27] Hold out sample
[28] Softmax
[29] Norusis
[30] Z-score

Archive of SID
www.SID.ir