

# تدوین الگوهای پیش‌بینی کننده بحران مالی با استفاده از تجزیه و تحلیل درونی داده‌ها و تکنیک‌های هوش مصنوعی

دکتر زهرا پورزمانی

استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی

## چکیده

یکی از ابزارهای تصمیم‌گیری استفاده کنندگان برون سازمانی از قبیل سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، شرکت‌های تجاری و همچنین موسسات دولتی تصمیم‌گیری در خصوص سرمایه‌گذاری، اعطای اعتبار و ... تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی شرکت‌ها می‌باشد. با توجه به پیشرفت سریع فناوری و تکنولوژی‌های کامپیوتری می‌توان اطلاعات دقیق‌تری نسبت به اطلاعات سنتی در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار داد. تا بتوانند تصمیم‌گیری‌های مناسب‌تری را در خصوص احتمال برگشت سرمایه و یا وقوع بحران مالی قبل از وقوع و تحمل هزینه‌های سنگین اتخاذ نمایند.

هدف این تحقیق تدوین مدل‌های پیش‌بینی کننده بحران مالی برای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نسبت‌های مالی و تکنیک‌های هوش مصنوعی می‌باشد. از این رو اطلاعات مالی مربوط به دوره زمانی ۱۳۷۰ الی ۱۳۸۸ جمع-آوری و نسبت‌های مالی مورد نظر استخراج و الگوهای شبکه عصبی ANN، ترکیب آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی PCA+ANN برای پیش‌بینی بحران مالی یک، دو و سه سال قبل از وقوع آن تدوین شده است. سپس با توجه به نتایج بدست آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و بهترین الگو استخراج شده است. با توجه به نتایج آزمون مشخص گردید الگوی شبکه عصبی با استفاده از اطلاعات یک سال قبل از وقوع نسبت به سایر تکنیک‌های این پژوهش و سایر سال‌های مالی دارای کارایی بیشتری در پیش‌بینی بحران مالی شرکت‌ها می‌باشد.

## واژه‌های کلیدی:

بحران مالی، متغیرهای مالی، آنالیز مولفه‌های اصلی، شبکه‌های عصبی

## مقدمه

بیور معتقد است "پیش‌بینی بدون اخذ تصمیم امکان‌پذیر است ولی کوچکترین تصمیم‌گیری را نمی‌توان بدون پیش‌بینی انجام داد". تصمیم‌گیری از اجزای جدایی‌ناپذیر مدیریت به شمار می‌رود. در واقع تصمیم‌گیری انتخاب یک راه حل از میان راه‌های مختلف می‌باشد و مدیر همواره مواجه با مواردی است که اخذ تصمیم را از او طلب می‌کند، از آنجایی که هدف از تهیه و ارائه اطلاعات حسابداری مالی فراهم ساختن مبنای تصمیم‌گیری اقتصادی است و هر نوع تصمیم‌گیری مستلزم کسب اطلاعات، پردازش و تجزیه و تحلیل اطلاعات و استنتاج منطقی و مناسب از اطلاعات است وجود الگوهای برای پیش‌بینی وضعیت مالی شرکتها در محیط فعالیت تجاری شرکتها می‌تواند برای تصمیم‌گیری مناسب بسیار حائز اهمیت باشد. الگوهای پیش‌بینی بحران مالی یکی از ابزارهای برآورد وضع آینده شرکت هاست و می‌تواند نشانه‌ای برای ورشکستگی شرکتها باشد. سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان تمایل زیادی برای پیش‌بینی بحران مالی بنگاهها دارند زیرا در صورت ورشکستگی هزینه‌های زیادی به آنها تحمیل می‌شود [۱۰].

## هدف تحقیق :

الگوهای پیش‌بینی بحران مالی یکی از فنون و ابزارهای پیش‌بینی وضعیت آتی شرکتهاست که احتمال وقوع بحران مالی را با ترکیب گروهی از نسبت‌های مالی تخمین می‌زنند. توانایی پیش‌بینی بحران مالی و تجاری هم از دیدگاه سرمایه‌گذار خصوصی و هم از دیدگاه اجتماعی، از آنجا که نشانه آشکاری از تخصیص نادرست منابع است، حائز اهمیت می‌باشد. هشدار اولیه از احتمال ورشکستگی به وسیله پیش‌بینی بحران مالی، مدیریت و سرمایه‌گذاران را قادر می‌سازد تا دست به اقدام پیشگیرانه بزنند و فرصت‌های مطلوب سرمایه‌گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند [۸]. در این راستا هدف اصلی این تحقیق ساخت الگوهای شبکه عصبی ANN، ترکیب آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی PCA+ANN برای یک، دو و سه سال قبل از وقوع می‌باشد تا بتوان به مدیریت در خصوص هشدار نسبت به تداوم فعالیت و به سرمایه‌گذاران و تامین‌کنندگان مالی در

خصوصاً تصمیم‌گیری اقتصادی نسبت به خرید سهام شرکت‌ها یا اعطای وام و تسهیلات به شرکت‌ها کمک نماید.

### مروری بر پیشینه تحقیق:

تحقیق در رابطه با پیش‌بینی ورشکستگی شرکتها موضوع جدیدی نیست. اولین تحقیقات صورت گرفته در راستای پیش‌بینی ورشکستگی توسط آلتمن (۱۹۹۶) صورت گرفت که به الگوی آلتمن معروف است. وی در این الگو از پنج نسبت مالی استفاده کرده و دقت این الگو ۹۵٪ بوده است [۱۳]. متعاقباً بدلیل محدودیت آماری نرمال بودن متغیرهای توضیحی، مدل‌های لاجیت و پروبیت توسط اوهلسون بکار رفت [۱۴]. استفاده از شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی بحران مالی شرکتها توسط پرز، راوی، کمار و راوی بعنوان یک رویکرد قدرتمند با جزئیات بیشتری در این حوزه معرفی شد [۱۵] [۱۶].

آدام و شارد (۱۹۹۰)، کستر، سنداک و بوریا (۱۹۹۰)، کدن (۱۹۹۱)، کوتس و فنت (۱۹۹۳)، لی، هن و کوان (۱۹۹۶) به مقایسه کاربرد الگوی مبتنی بر شبکه‌های عصبی و تحلیل تشخیصی چندگانه پرداختند. اما سالچنبرگر، سینار و لش (۱۹۹۲)، فلچر و گاس (۱۹۹۳)، آدو (۱۹۹۳)، الگوی مبتنی بر شبکه عصبی را با الگوهای لاجیت و تن (۱۹۹۶) مقایسه نمودند که در همه مطالعات، الگوی شبکه عصبی را در طبقه‌بندی نسبت به الگوهای رقیب توانا تر یافته و نشان دادند که این الگو از قوت و انعطاف بیشتری نسبت به سایر الگوها برخوردار است [۱۱].

کیارسی به بررسی کارایی دو مدل تحلیل رگرسیون لوجیت و تحلیل ممیزی چند متغیره جهت پیش‌بینی موفقیت یا عدم موفقیت شرکت‌ها پرداخت. در این تحقیق از ۱۴ نسبت مالی استفاده و رای بر برتری مدل تحلیل رگرسیون نسبت به مدل تحلیل ممیزی چند متغیره داده شد. [۶]. کمیجانی و سعادت فر در تحقیقی به یافتن بهترین ساختار شبکه عصبی برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از سه نسبت مالی نسبت جاری، حاشیه سود ناخالص و سود خالص به بدهی جاری برای پیش‌بینی دو سال قبل از وقوع پرداخت. در نهایت رای به برتری شبکه عصبی با سه لایه (مدل پرسپترون با ساختار سه نرون در لایه اول، نه نرون در لایه میانی و یک نرون در لایه خروجی با الگوریتم یادگیری پس انتشار

خطا و روش یادگیری تجمعی و تابع فعالیت سیگموئید در لایه پنهان و خروجی) نسبت به شبکه‌های عصبی چهار لایه داده شده است [۷]. پورزمانی و دیگران هدف تحقیق خود را ساخت الگوهای پیش‌بینی کننده بحران مالی (الگوهای مبتنی بر روش های سنتی MDA، الگوریتم ژنتیک خطی، الگوریتم ژنتیک غیرخطی و شبکه عصبی) برای پیش‌بینی بحران مالی دو سال قبل از وقوع قرارداد. در این تحقیق چهار الگوی پیش‌بینی بحران مالی (الگوهای مبتنی بر روش های سنتی MDA، الگوریتم ژنتیک خطی، الگوریتم ژنتیک غیر خطی و شبکه عصبی) برای پیش‌بینی بحران مالی دو سال قبل از وقوع آن تدوین شده است. سپس با توجه به نتایج بدست آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و مشخص گردید الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای بالاترین توان در پیش‌بینی بحران مالی شرکت ها می باشد. [۱].

عرب مازار و قاسمی پژوهشی تحت عنوان ایجاد ابزار پیش‌بینی مناسب جهت قیمت گذاری عرضه های عمومی اولیه بوسیله شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک انجام دادند. نتایج نشان می دهد ترکیب شبکه های عصبی با الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب متغیرهای بهینه، قدرت پیش‌بینی را به طور محسوسی افزایش می دهد [۴].

فدایی نژاد و اسکندری نشان دادند استفاده از الگوریتم ژنتیک در افزایش دقت پیش‌بینی ورشکستگی موثر است اما مقایسه مدل‌های الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی تجمعی ذرات نشان داد که از نظر آماری نمیتوان اثبات نمود که یکی از این روشها بر دیگری برتری دارد. همچنین نتایج نشان داد مدلی که از داده های بازار استفاده کرده و از طریق الگوریتم بهینه سازی تجمعی ذرات آموزش ببیند میتواند تا 92/6 درصد ورشکستگی شرکتها را به درستی پیش‌بینی نماید [۵].

### ادبیات و چارچوب نظری

شبکه‌های عصبی جزء آن دسته از سیستم‌های دینامیکی هستند که با پردازش روی داده‌های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده‌ها را به ساختار شبکه منتقل می‌کنند و بر اساس محاسبات روی داده‌های عددی یا نمونه‌ها، قوانین کلی را فرا می‌گیرند [۱۷].

شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌توانند با تحلیل اطلاعات، ارتباطات موجود بین آنها را استخراج کرده و با بکار بستن آن در ازای یکسری از اطلاعات جدید مقادیر متناظر آن را تخمین بزنند. بنابراین کاربرد اصلی شبکه‌های عصبی مصنوعی را می‌توان در تخمین توابع غیرخطی با دقت مناسب دانست [۲].

هر شبکه عصبی مصنوعی، از عناصر پردازش که همان نرون‌های مصنوعی باشند تشکیل شده است. این نرون‌ها می‌توانند به روش‌های مختلف برای شکل دادن ساختار شبکه سازماندهی شوند. هر یک از نرون‌های مصنوعی، ورودی‌ها را دریافت کرده، آنها را پردازش و یک سیگنال خروجی را تحویل می‌دهند. ورودی می‌تواند داده خام یا خروجی عناصر پردازش دیگر باشد. خروجی می‌تواند محصول نهایی باشد یا اینکه به عنوان ورودی برای نرون دیگر استفاده شود [۱۲].

در این تحقیق از شبکه عصبی با الگوریتم پس انتشار (BPNN) استفاده شده، در این شبکه عصبی از پرسپترون چند لایه (MLP) که جزء شبکه‌های ایستا (پیشخور) بشمار می‌رود، بکار برده شده است در الگوهای ایستا مسیر پردازش اطلاعات از داده‌ها به ستانده‌ها است بدون اینکه بازگشتی در سیستم ارتباطی واحدها وجود داشته باشد [۶]. الگوریتم پس انتشار (BP) شامل محاسباتی است که طی آن خطای ناشی از اختلاف بین خروجی شبکه و مقدار واقعی به شبکه برگشت داده می‌شود و پارامترهای شبکه چنان تنظیم می‌شود که با الگوهای ورودی مشابه بعدی، خروجی صحیح‌تری ارائه دهد و مقدار خطا کم تر باشد [۹].

آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA):

از این تکنیک جهت کاهش داده‌ها از طریق تبدیل متغیرها اصلی به یک مجموعه کوچکتر استفاده می‌شود، بطوریکه این مجموعه کوچک علت بیشتر واریانس موجود در داده‌ها را بیان نماید. تجزیه به مولفه‌های اصلی یکی از ساده‌ترین روش‌های آماری چند متغیره است. هدف از این تجزیه یافتن ترکیباتی از  $P$  متغیر  $X_1, X_2, \dots, X_p$  جهت ایجاد شاخص‌های مستقل (غیر همبسته)  $Z_1, Z_2, \dots, Z_p$  می‌باشد. عدم همبستگی بین این شاخص‌ها یک ویژگی مفید است، زیرا عدم همبستگی به این معنی است که شاخص‌ها جنبه‌های متفاوتی از داده‌ها را اندازگیری می‌کنند. با وجود این، شاخص‌ها نیز طوری مرتب می‌

شوند که  $Z_1$  بیشترین مقدار تغییرات را داشته باشد،  $Z_2$  در مرتبه بعدی قرار گیرد و به همین ترتیب، طوری که:

$$\text{Var}(z_1 z_2 z_3 \dots z_p)$$

$\text{Var}(z_i)$  واریانس  $z_i$  را در مجموعه داده‌ای مورد نظرش نشان می‌دهد.  $z_i$  ها مولفه‌های اصلی نامیده می‌شوند. به هنگام تجزیه به مولفه‌های اصلی، اغلب این امید وجود دارد که واریانس‌های بسیاری از مولفه‌ها آنقدر کم باشد که بتوان از آنها صرف نظر کرد. در این حالت، تغییرات در مجموعه داده‌ها می‌تواند به طور کافی به وسیله تعداد کمی از متغیرهای  $Z$  با برخورداری از واریانس‌های قابل توجه، توضیح داده شود. در این صورت، کارکرد این تجزیه بالا می‌رود، زیرا تغییرات در  $p$  متغیر اولیه  $X$  به وسیله تعداد کمی متغیر  $Z$  بیان شده است. [۳].

### فرضیه های تحقیق :

فرضیه های این تحقیق شامل یک فرضیه اصلی می باشد که با استفاده از دو الگو و بترتیب برای یک، دو و سه سال قبل از وقوع بحران مالی مورد آزمون قرار می گیرد  
فرضیه اصلی:

مدل مبتنی بر ترکیب شبکه عصبی و تجزیه مولفه‌های اصلی دارای توانمندی بیشتری در پیش‌بینی بحران مالی نسبت به مدل شبکه عصبی می‌باشد.

### جامعه و نمونه آماری

جامعه آماری این تحقیق شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از سال ۱۳۷۰ الی ۱۳۸۸ می‌باشد. نمونه آماری شرکت‌های مورد مطالعه به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

گروه اول: شرکت‌های دارای سلامت مالی یا بدون بحران مالی به تعداد ۶۲ شرکت، معیار اصلی انتخاب این شرکت‌ها عدم مشمول شدن ماده ۱۴۱ قانون تجارت، درسالهای مالی مورد بررسی می‌باشد.

گروه دوم: شرکت‌های درگیر بحران مالی به تعداد ۶۲ شرکت، معیار اصلی انتخاب، کلیه شرکت‌هایی که برای سه سال متوالی مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده‌اند می‌باشد.

پس از انتخاب شرکت‌های نمونه، هر یک از دو گروه شرکت‌ها مجدداً به صورت تصادفی به دو گروه آموزشی و آزمایشی به شرح نگاره ۱ تفکیک شدند. لازم به ذکر است در کلیه الگوها از ساختار نمونه‌های فوق استفاده شده است.

نگاره ۱. تفکیک نمونه‌ها

شرکت	نمونه‌ها	نمونه‌های آموزشی	نمونه‌های آزمایشی
دارای سلامت مالی	۶۲	۵۰	۱۲
بحران مالی	۶۲	۵۰	۱۲
تعداد کل	۱۲۴	۱۰۰	۲۴

### روش تحقیق:

نوع تحقیق: نوع تحقیق کاربردی و روش آن پیمایشی<sup>۱</sup> اکتشافی از نوع همبستگی است. اطلاعات مربوط به نسبت‌های مالی مورد آزمون (نگاره ۲) از نرم‌افزار بورس و اوراق بهادار تهران (ره‌آورد) از سالهای ۱۳۷۰ الی ۱۳۸۸ استخراج شده است.

نگاره ۲. نسبت‌های مالی مورد استفاده (متغیرهای مستقل)

متغیر	نسبت مالی	متغیر	نسبت مالی
$X_1$	سرمایه در گردش به حقوق صاحبان سهام	$X_{13}$	نسبت کل بدهی‌ها به سود و زیان انباشته
$X_2$	نسبت سرمایه در گردش به فروش	$X_{14}$	نسبت کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها
$X_3$	نسبت سرمایه در گردش به کل بدهی‌ها	$X_{15}$	نسبت کل سود و زیان انباشته به کل دارایی‌ها
$X_4$	نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی‌ها	$X_{16}$	نسبت سود عملیاتی به فروش
$X_5$	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به حقوق صاحبان سهام	$X_{17}$	نسبت هزینه مالی به سود ناخالص
$X_6$	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به فروش	$X_{18}$	نسبت دارایی جاری به کل دارایی‌ها
$X_7$	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به کل بدهی‌ها	$X_{19}$	نسبت دارایی جاری به بدهی جاری
$X_8$	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به کل دارایی‌ها	$X_{20}$	نسبت سود خالص به فروش
$X_9$	نسبت حقوق صاحبان سهام به کل بدهی‌ها	$X_{21}$	نسبت سود خالص به کل دارایی‌ها
$X_{10}$	نسبت حقوق صاحبان سهام به کل دارایی‌ها	$X_{22}$	نسبت بدهی جاری به کل دارایی‌ها
$X_{11}$	نسبت فروش به کل بدهی‌ها	$X_{23}$	نسبت بدهی جاری به حقوق صاحبان سهام
$X_{12}$	نسبت فروش به کل دارایی‌ها		

### تشریح الگوهای تحقیق

برای ساخت الگوی اول یعنی "الگوهای پیش‌بینی کننده بحران مالی با استفاده از شبکه عصبی برای یک، دو و سه سال قبل از وقوع" از شبکه عصبی پس انتشار (BPNN) و کلیه ۲۳ نسبت مالی استفاده شده است. برای الگو نمودن ۲۳ نسبت مالی با استفاده از نرم

افزار MATLAB و پارامترهایی شامل اطلاعات مندرج در نگاره ۳ تعیین و نگهداری بهترین وضعیت یادگیری بر اساس کمترین خطا صورت پذیرفته است. با توجه به مطالب فوق از بین ساختارهای متفاوت مورد بررسی، مدل‌های پرسپترون با ساختار تعداد لایه‌ها و نرون‌ها و الگوریتم یادگیری و توابع استفاده شده به شرح نگاره ۳ برای هر یک از مدل‌های ساخته شده تعیین گردید.

نگاره ۳- اطلاعات مربوط به مدل‌های شبکه عصبی و شرایط توقف آموزش

اطلاعات شبکه آموزش دیده					تعداد نرون های لایه های			تابع فعالیت لایه های			سال قبل از وقوع
mu	min_grad	goal	epochs	time	سوم	دوم	اول	سوم	دوم	اول	
1.00E-08	1.00e^-08	1.062E-12	431	5	1	3	5	tansig	tansig	logsig	یک سال
1.00E-08	3.44E-05	1.98E-06	56	1	1	9	5	logsig	logsig	logsig	دو سال
0.001	0.0177	0.000509	27	0	1	8	5	tansig	tansig	tansig	سه سال

برای ساخت الگوی دوم از ترکیب آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی (PCA+ANN) استفاده شده است. آنالیز مولفه‌های اصلی منجر به کاهش فضای ورودی به منظور بررسی افزایش کارایی مدل‌های شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفته است، در این راستا ۲۳ نسبت مالی مورد نظر با استفاده از کدنویسی در نرم افزار متلب به ترتیب برای داده‌های یک، دو و سه سال قبل از وقوع به ۶، ۶ و ۵ مولفه تبدیل شد. سایر اطلاعات مربوط به مدل‌های این بخش در نگاره ۴ تشریح گردیده است.

نگاره ۴- اطلاعات مربوط به مدل‌های ترکیبی آنالیز مولفه اصلی و شبکه عصبی و شرایط توقف

اطلاعات شبکه آموزش دیده					تعداد نرون های لایه های			تابع فعالیت لایه های			سال قبل از وقوع
mu	min_grad	goal	epochs	time	سوم	دوم	اول	سوم	دوم	اول	
1.00E-08	1.75E-05	6.68E-08	273	2	1	6	3	logsig	logsig	logsig	یک سال
1.00E-03	1.43E-02	9.63E-05	110	1	1	6	3	tansig	tansig	tansig	دو سال
1.00E-09	1.56E-06	5.08E-08	79	1	1	12	9	logsig	logsig	logsig	سه سال



## بحث در یافته های تحقیق

در خصوص مدل های ساخته شده از دیدگاه تجزیه و تحلیل درونی، از اطلاعات مربوط به یک، دو و سه سال قبل از وقوع بحران مالی استفاده شد و برای هر سال (۱، ۲ و ۳ سال قبل از وقوع) دو مدل و مجموعاً شش مدل به شرح زیر استخراج گردید.

۱ - نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی برای یک سال قبل از وقوع (AI.1.ANN)

نگاره ۵ نتایج حاصل از آزمون تجربی مدل شبکه عصبی برای یک سال قبل از وقوع را برای پیش بینی بحران مالی، نشان می دهد. این مدل توانست شرکت های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۱۰۰٪، ۹۵٫۸۳٪ و ۹۹٫۱۹٪ به صورت صحیح در گروه دارای بحران مالی و سلامت مالی طبقه بندی نماید. به این صورت که ۱۰۰، ۲۴ و ۱۲۴ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۱۰۰، ۲۳ و ۱۲۳ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند.

بررسی نتایج این مدل در داده های آموزشی نشان می دهد که مدل شبکه عصبی در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای بحران مالی و شرکت های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۱۰۰٪ است

همچنین نتایج این مدل در داده های آزمایشی نشان می دهد که مدل شبکه عصبی در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۱۰۰٪ است (از میان ۱۲ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۱۲ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند). این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۹۱٫۶۷٪ است (از میان ۱۲ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۱۱ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

بررسی نتایج این مدل به صورت کلی (در مجموعه داده های آموزشی و آزمایشی) نشان می دهد که مدل شبکه عصبی در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۱۰۰٪ است (از میان ۶۲ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۶۲ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) و نیز این مدل در طبقه بندی صحیح شرکت های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۹۸٫۳۹٪ است (از میان ۶۲

شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، 61 شرکت به صورت صحیح طبقه‌بندی شده‌اند)

نگاره 5: نتایج تجربی حاصل از مدل شبکه عصبی برای یک سال قبل از وقوع

نتایج حاصل از شبکه عصبی (IA.1.ANN)									مجموعه ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	۱	۰	کل	۱	۰	کل	۱	۰		
۶۲	62	0	۱۲	12	0	۵۰	۵۰	۰	تعداد ۱	گروه واقعی شرکت‌ها
۶۲	1	61	۱۲	1	11	۵۰	۰	۵۰	تعداد ۰	
%۱۰۰	%۱۰۰	%0	%۱۰۰	%۱۰۰	%0	%۱۰۰	%۱۰۰	%۰	درصد ۱	
%۱۰۰	%1.61	%98.39	%۱۰۰	%۸.۳۳	%۹۱.۶۷	%۱۰۰	%۰	%۱۰۰	درصد ۰	
%99.19	%۱۰۰	%98.39	%95.83	%۱۰۰	%۹۱.۶۷	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰	درصد کلی	دقت کلی

۲ - نتایج حاصل از مدل آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی برای یک سال قبل از وقوع نگاره ۶ نتایج حاصل از آزمون تجربی مدل آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی یک سال قبل از وقوع را برای پیش‌بینی بحران مالی، نشان می‌دهد. این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۱۰۰٪، ۹۱٫۶۷٪ و ۹۸٫۳۹٪ به صورت صحیح در گروه دارای بحران مالی و سلامت مالی طبقه‌بندی نماید. به این صورت که ۱۰۰، ۲۴ و ۱۲۴ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۱۰۰، ۲۳ و ۱۲۳ شرکت به صورت صحیح طبقه‌بندی شده‌اند.

نگاره ۶: نتایج تجربی حاصل از مدل آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی یک سال قبل از وقوع

نتایج حاصل از مدل ترکیبی تجزیه مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی (IA.1.PCA.ANN)									مجموعه ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	۱	۰	کل	۱	۰	کل	۱	۰		
۶۲	۶۲	۰	۱۲	۱۲	۰	۵۰	۵۰	۰	تعداد ۱	گروه واقعی شرکت‌ها
۶۲	۲	۶۰	۱۲	۲	۱۰	۵۰	۰	۵۰	تعداد ۰	
%۱۰۰	%۱۰۰	%۰	%۱۰۰	%۱۰۰	%۰	%۱۰۰	%۱۰۰	%۰	درصد ۱	
%۱۰۰	%۳.۲۳	%۹۶.۷۷	%۱۰۰	%۱۶.۶۷	%۸۳.۳۳	%۱۰۰	%۰	%۱۰۰	درصد ۰	
%۹۸.۳۹	%۱۰۰	%۹۶.۷۷	%۹۱.۶۷	%۱۰۰	%۸۳.۳۳	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰	درصد کلی	دقت کلی

۳ - نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی برای دو سال قبل از وقوع (AI.2.ANN)

نگاره ۷ نتایج حاصل از آزمون تجربی مدل شبکه عصبی برای دو سال قبل از وقوع را برای پیش‌بینی بحران مالی، نشان می‌دهد. این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه

آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۱۰۰٪، ۷۹٫۱۷٪ و ۹۵٫۹۷٪ به صورت صحیح در گروه دارای بحران مالی و سلامت مالی طبقه‌بندی نماید. به این صورت که ۱۰۰، ۲۴ و ۱۲۴ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۱۰۰، ۱۹ و ۱۱۹ شرکت به صورت صحیح طبقه‌بندی شده‌اند.

نگاره ۷: نتایج تجربی حاصل از مدل شبکه عصبی (دو سال قبل از وقوع)

نتایج حاصل از شبکه عصبی (IA.2.ANN)									مجموعه ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	۱	۰	کل	۱	۰	کل	۱	۰	تعداد ۱	تعداد ۰
۶۲	۶۱	۱	۱۲	۱۱	۱	۵۰	۵۰	۰	۱	۰
۶۲	۴	۵۸	۱۲	۴	۸	۵۰	۰	۵۰	۰	۰
٪۱۰۰	٪۹۸٫۳۹	٪۱٫۶۱	٪۱۰۰	٪۹۱٫۶۷	٪۸٫۳۳	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۰	درصد ۱	درصد ۰
٪۱۰۰	٪۶٫۴۵	٪۹۳٫۵۵	٪۱۰۰	٪۳۳٫۳۳	٪۶۶٫۶۷	٪۱۰۰	٪۰	٪۱۰۰	درصد ۱	درصد ۰
٪۹۵٫۹۷	٪۹۸٫۳۹	٪۹۳٫۵۵	٪۷۹٫۱۷	٪۹۱٫۶۷	٪۶۶٫۶۷	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	درصد کلی	درصد کلی

۴- نتایج حاصل از مدل ترکیبی آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی برای دو سال قبل از وقوع (AI.2.PCA.ANN)

نگاره ۸ نتایج حاصل از آزمون تجربی مدل آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی را برای پیش‌بینی بحران مالی، نشان می‌دهد. این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۱۰۰٪، ۷۵٪ و ۹۵٫۱۶٪ به صورت صحیح در گروه دارای بحران مالی و سلامت مالی طبقه‌بندی نماید. به این صورت که ۱۰۰، ۲۴ و ۱۲۴ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۱۰۰، ۱۸ و ۱۱۸ شرکت به صورت صحیح طبقه‌بندی شده‌اند.

نگاره ۸: نتایج تجربی حاصل از مدل ترکیبی تجزیه مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی (دو سال قبل از وقوع)

نتایج حاصل از مدل ترکیبی تجزیه مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی (IA.2.PCA.ANN)									مجموعه ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	۱	۰	کل	۱	۰	کل	۱	۰	تعداد ۱	تعداد ۰
۶۲	۶۰	۲	۱۲	۱۰	۲	۵۰	۵۰	۰	۱	۰
۶۲	۴	۵۸	۱۲	۴	۸	۵۰	۰	۵۰	۰	۰
٪۱۰۰	٪۹۶٫۷۷	٪۳٫۲۳	٪۱۰۰	٪۸۸٫۳۳	٪۱۶٫۶۷	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۰	درصد ۱	درصد ۰
٪۱۰۰	٪۶٫۴۵	٪۹۳٫۵۵	٪۱۰۰	٪۳۳٫۳۳	٪۶۶٫۶۷	٪۱۰۰	٪۰	٪۱۰۰	درصد ۱	درصد ۰
٪۹۵٫۱۶	٪۹۶٫۷۷	٪۹۳٫۵۵	٪۷۵٫۰۰	٪۸۳٫۳۳	٪۶۶٫۶۷	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	درصد کلی	درصد کلی

۵ - نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی برای سه سال قبل از وقوع (AI.3.ANN) ننگاره ۹ نتایج حاصل از آزمون تجربی مدل شبکه عصبی برای سه سال قبل از وقوع را برای پیش‌بینی بحران مالی، نشان می‌دهد.

ننگاره ۹: نتایج تجربی حاصل از مدل شبکه عصبی (سه سال قبل از وقوع)

نتایج حاصل از شبکه عصبی (IA.3.ANN)									مجموعه‌ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	۱	۰	کل	۱	۰	کل	۱	۰	تعداد ۱	گروه واقعی شرکت‌ها
۶۲	۶۲	۰	۱۲	۱۲	۰	۵۰	۵۰	۰	۰	
۶۲	۷	۵۵	۱۲	۷	۵	۵۰	۰	۵۰	۰	
%۱۰۰	%۱۰۰	%۰	%۱۰۰	%۱۰۰	%۰,۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰	%۰	۱ درصد	
%۱۰۰	%۱۱,۲۹	%۸۸,۷۱	%۱۰۰	%۵۸,۳۳	%۴۱,۶۷	%۱۰۰	%۰	%۱۰۰	۰ درصد	
%۹۴,۳۵	%۱۰۰	%۸۸,۷۱	%۷۰,۸۳	%۱۰۰	%۴۱,۶۷	%۱۰۰	%۱۰۰	%۱۰۰	درصد کلی	دقت کلی

این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۱۰۰٪، ۷۰.۸۳٪ و ۹۴.۳۵٪ به صورت صحیح در گروه دارای بحران مالی و سلامت مالی طبقه‌بندی نماید. به این صورت که ۱۰۰، ۲۴ و ۱۲۴ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۱۰۰، ۱۷ و ۱۱۷ شرکت به صورت صحیح طبقه‌بندی شده‌اند.

۶ - نتایج حاصل از مدل ترکیبی تجزیه مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی برای سه سال قبل از وقوع (AI.3.PCA.ANN)

ننگاره ۱۰ نتایج حاصل از آزمون تجربی مدل ترکیبی تجزیه مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی برای سه سال قبل از وقوع را برای پیش‌بینی بحران مالی، نشان می‌دهد. ننگاره ۱۰: نتایج حاصل از مدل ترکیبی تجزیه مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی برای سه سال قبل از وقوع (AI.3.PCA.ANN)

نتایج حاصل از مدل ترکیبی تجزیه مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی (IA.3.PCA.ANN)									مجموعه‌ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	۱	۰	کل	۱	۰	کل	۱	۰	تعداد ۱	گروه واقعی شرکت‌ها
۶۲	۶۱	۱	۱۲	۱۱	۱	۵۰	۵۰	۰	۱	
۶۲	۴	۵۸	۱۲	۴	۸	۵۰	۰	۵۰	۰	
%۱۰۰	%۹۸,۳۹	%۱,۶۱	%۱۰۰	%۹۱,۶۷	%۸,۳۳	%۱۰۰	%۱۰۰	%۰	۱ درصد	
%۱۰۰	%۶,۴۵	%۹۳,۵۵	%۱۰۰	%۳۳,۳۳	%۶۶,۶۷	%۱۰۰	%۰	%۱۰۰	۰ درصد	

دقت کلی	درصد کلی	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۶۶٫۶۷	٪۹۱٫۶۷	٪۷۹٫۱۷	٪۹۳٫۵۵	٪۹۸٫۳۹	٪۹۵٫۹۷
---------	----------	------	------	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

این مدل توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ٪۱۰۰، ٪۷۹٫۱۷ و ٪۹۵٫۹۷ به صورت صحیح در گروه دارای بحران مالی و سلامت مالی طبقه‌بندی نماید. به این صورت که ۱۰۰، ۲۴ و ۱۲۴ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۱۰۰، ۱۹ و ۱۱۹ شرکت به صورت صحیح طبقه‌بندی شده‌اند.

### نتیجه‌گیری

در شرایط متغیر اقتصادی و نوسانات شدید در محیط فعالیت تجاری، وجود الگوهایی برای پیش‌بینی عملکرد مالی شرکت‌ها (سلامت مالی یا بحران مالی) از اهمیت بسزایی برخوردار خواهد بود. از آنجاییکه الگوهای متفاوت از روشهای تحلیلی گوناگونی برای پیش‌بینی وضعیت مالی شرکتها استفاده می‌کنند که هر کدام نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارد، در این تحقیق به مقایسه قدرت پیش‌بینی مدل مبتنی بر ترکیب شبکه عصبی و تجزیه مولفه‌های اصلی نسبت به مدل شبکه عصبی پرداخته شده است.

با توجه به هدف اصلی این تحقیق یعنی ساخت الگوهای شبکه عصبی ANN، ترکیب آنالیز مولفه‌های اصلی و شبکه عصبی PCA+ANN برای یک، دو و سه سال قبل از وقوع، در نگاره ۱۱ مقایسه نتایج حاصل از مدل‌های ساخته شده به صورت مقایسه ای ارائه گردیده است.

نگاره ۱۱: نتایج مقایسه دقت مدل‌ها برای یک، دو و سه سال قبل از وقوع

طبقه‌بندی صحیح شرکت‌ها بر اساس مدل						تعداد کل نمونه‌ها	داده‌ها / الگوها	
AI.PCA.ANN			AI.ANN				سال قبل از وقوع	تعداد
سه	دو	یک	سه	دو	یک			
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	تعداد	آموزش
٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۱۰۰	-	درصد	
۱۹	۱۸	۲۲	۱۷	۱۹	۲۳	۲۴	تعداد	آزمایش
٪۷۹٫۱۷	٪۷۵	٪۹۱٫۶۷	٪۷۰٫۸۳	٪۷۹٫۱۷	٪۹۵٫۸۳	-	درصد	
۱۱۹	۱۱۸	۱۲۲	۱۱۷	۱۱۹	۱۲۳	۱۲۴	تعداد	کل
٪۹۵٫۹۷	٪۹۵٫۱۶	٪۹۸٫۳۹	٪۹۴٫۳۵	٪۹۵٫۹۷	٪۹۹٫۱۹	-	درصد	

نگاره ۱۲ نیز به بررسی نتایج حاصله از نقطه نظر خطاهای طبقه‌بندی پرداخته است. منظور از خطای نوع اول ( ) ، خطای طبقه‌بندی شرکت‌های دارای سلامت مالی به عنوان شرکت‌های دارای بحران مالی می‌باشد و منظور از خطای نوع دوم ( ) ، خطای طبقه‌بندی شرکت‌های دارای بحران مالی به عنوان شرکت‌های دارای سلامت مالی است.

بر اساس نتایج بدست آمده به شرح نگاره‌های ۱۱ و ۱۲ در مورد قدرت پیش‌بینی و خطاهای طبقه‌بندی، فرضیه اصلی برای یک و دو سال قبل از وقوع بحران مالی رد و برای سه سال قبل از وقوع بحران مالی تایید شد. به عبارت دیگر مدل مبتنی بر ترکیب شبکه عصبی و تجزیه مولفه‌های اصلی دارای توانمندی بیشتری در پیش‌بینی بحران مالی سه سال قبل از وقوع، نسبت به مدل شبکه عصبی می‌باشد.

نگاره ۱۲. مقایسه خطای نوع اول و دوم مدل‌ها برای یک، دو و سه سال قبل از وقوع

طبقه‌بندی صحیح شرکت‌ها بر اساس مدل						تعداد کل نمونه‌ها	داده‌ها / الگوها	
AI.PCA.ANN			AI.ANN				-	سال قبل از وقوع
سه	دو	یک	سه	دو	یک			
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰	تعداد	آموزش
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰	تعداد	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	تعداد	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	%۵۰	درصد	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	%۵۰	درصد	
۰	۰	۰	۰	۰	۰	%۱۰۰	درصد	
۴	۴	۲	۷	۴	۱	۱۲	تعداد	آزمایش
۱	۲	۰	۰	۱	۰	۱۲	تعداد	
۵	۶	۲	۷	۵	۱	۲۴	تعداد	
%۳۳,۳۳	%۳۳,۳۳	%۱۶,۶۷	%۵۸,۳۳	%۳۳,۳۳	%۸,۳۳	%۵۰	درصد	
%۸,۳۳	%۱۶,۶۷	۰	۰	%۸,۳۳	۰	%۵۰	درصد	
%۲۰,۸۳	%۲۵	%۸,۴۳	%۲۹,۱۷	%۲۰,۸۳	%۴,۱۷	%۱۰۰	درصد	
۴	۴	۲	۷	۴	۱	۶۲	تعداد	کل
۱	۲	۰	۰	۱	۰	۶۲	تعداد	
۵	۶	۲	۷	۵	۱	۱۲۴	تعداد	
%۶,۴۵	%۶,۴۵	%۳,۲۳	%۱۱,۲۹	%۶,۴۵	%۱,۶۱	%۵۰	درصد	
%۱,۶۱	%۳,۲۳	۰	۰	%۱,۶۱	۰	%۵۰	درصد	
%۴,۰۳	%۴,۸۴	%۱,۶۱	%۵,۶۵	%۴,۰۳	%۰,۸۱	%۱۰۰	درصد	

## منابع:

۱. پورزمانی، زهرا، کی پور، رضا، نورالدین، مصطفی، (۱۳۸۹)، "بررسی توانمندی الگوهای پیش بینی کننده بحران مالی (الگوهای مورد مطالعه: الگوهای مبتنی بر روشهای سنتی، الگوریتم ژنتیک و شبکه های عصبی)"، فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت پورتفوی، شماره ۴، دانشگاه آزاد اسلامی، صص ۱-۲۸
۲. رستمی تبار بهمن، امین ناصری محمد رضا، (۱۳۸۶)، "پیش بینی تقاضای متناوب با استفاده از شبکه های عصبی مصنوعی"، رساله کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس.
۳. سلطانی افشین (۱۳۸۷)، "کاربرد نرم افزار SAS در تجزیه های آماری". چاپ دوم انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
۴. عرب مازار یزدی، محمد، قاسمی مهسا (۱۳۸۸)، "قیمت گذاری عرضه های عمومی اولیه: ترکیب شبکه های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک" فصلنامه بررسی های حسابداری و حسابرسی، شماره ۵۸، صص ۸۷-۱۰۲
۵. فدایی نژاد، محمد اسماعیل، اسکندری، رسول (۱۳۹۰)، "طراحی و تبیین مدل پیش بینی ورشکستگی شرکتها در بورس اوراق بهادار تهران"، فصلنامه تحقیقات حسابداری، شماره ۹، صص ۳۸-۵۵.
۶. کیارسی آوا، پورزمانی زهرا، توانگر افسانه، (۱۳۸۸)، "مقایسه کارایی دوروش رگرسیون لجیت و تحلیل ممیزی چندمتغیره در تشخیص توانمندی مالی شرکت ها (مورد شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار)" پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد و حسابداری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی .
۷. کميجانی اکبر، سعادت فر جواد، (۱۳۸۵)، "کاربرد الگوهای شبکه عصبی در پیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکتهای بازار بورس" فصلنامه جستارهای اقتصادی، شماره ۶، صص ۴۳-۱۱
۸. مهرانى ساسان، بهرامفر نقی، غيور فرزاد، (۱۳۸۴)، "بررسی رابطه بین نسبت های نقدینگی سنتی و نسبت های حاصل از صورت جریان وجوه نقد جهت ارزیابی تداوم

فعالیت شرکت‌ها" فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، شماره ۴۰، صص ۳-۳

۱۷

۹. مهنج محمد باقر، (۱۳۷۹)، " مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی)" جلد اول، چاپ اول، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.

10. Adnan aziz. M, Humayon A. Dar, (2002), Predicting Corporate Bankruptcy: Weither do us" ISTnd Department of economics, Loughborough University, UK.
11. Cybinski. P, (2002), "Discription, Explanation, Prediction, the Evolution of Bankruptcy Studies: Faculty of International Business and Politics", Griffin University, Brisbane, Vol. 27, 4, pp 29-44.
12. Demuth, H. and Beale, M. (2004), Matlab Neural Network Toolbox Manual, Digital Edition, Math Work Inc, pp 33-68.
13. Grice, John Stephn, Ingram Robert. (2001), "Tests of the generalizability of Altman's bankruptcy prediction model", Journal of Busines Research; Vol. 54, Issue 1, pp 53-61.
14. Olshon, J.A., (1980), "Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy", Journal of Accounting Research, Vol 18 (1), pp 5-12.
15. Pérez .M, (2006), "Artificial Neural Networks and Bankruptcy Forecasting: a State of the Art", Neural Computing & Applications, Vol 15 (2), pp 154-163.
16. Ravi Kumar .P, Ravi .v, (2007) "Bankruptcy Prediction in Banks and Firms via Statistical and Intelligent



Techniques", A Review European Journal of Operational Research, Vol 180, pp 1-28.

17. Russel S. J and Norving P, (1995), Artificial Intelligence: A modern Approach, First Edition, Singapore, Prectice Hall, pp. 11



# **The compilation of predicting patterns of financial distress using internal analysis data and artificial intelligent techniques”**

**Zahra Pourzamani (Ph.D)**

**Mostafa Nooreddin**

## **Abstract**

One of external user's decision making tools such as investors, creditors, trade companies and state organization is decision making about investment, crediting..., and financial statement analysis of the companies. Respecting rapid development of computer technology and techniques, more exact information can be provided for decision maker's than traditional information in order to be able to make more efficient decisions about probable of return on investment and/or financial distress occurrence before occurring and suffering the high expenses.

The aim of this study is to make a financial distress predicting model for listed companies' in Tehran stock exchange using financial proportions and artificial intelligent techniques. So financial information relevant to time period ۲۰۰۷ to 2009 is compiled and expected financial proportions' are extracted and neural network patterns (ANN), principal component analysis combination, and neural network PCA +ANN have been compiled to predict the financial distress one or more years before the occurring. Then according to obtained results, These patterns have been compared and the best pattern has been chosen .In accordance with the results, It is distinguished that the neural net work using the information One year before financial distress occurring has more efficiency in predicting the financial distress of the companies rather than other techniques in this research and other financial years.

**Key words:** financial distress, financial variables, principal component analysis (PCA), neural network (NN)