



بررسی توانمندی الگوهای پیش بینی کننده بحران مالی

(الگوهای مورد مطالعه: الگوهای مبتنی بر روشهای سنتی، الگوریتم ژنتیک و شبکه‌های عصبی)

دکتر زهرا پورزمانی^۱

دکتر رضا کی‌پور^۲

مصطفی نورالدین^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۵/۱۰

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۸/۲۸

چکیده

مالکان، مدیران، سرمایه گذاران، اعتباردهندگان، شرکتهای تجاری و همچنین موسسات دولتی علاقمند به ارزیابی وضعیت مالی شرکتها هستند چرا که در صورت ورشکستگی هزینه‌های زیادی به آنها تحمیل می‌شود. امروزه از الگوهای مختلفی مانند: تکنیک‌های آماری (تحلیل تشخیصی، لوجیت و آنالیز فاکتوری) و تکنیک‌های هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی، درخت تصمیم گیری، استدلال مبتنی بر موضوع، الگوریتم ژنتیک، مجموعه‌های سخت، ماشین بردار تکیه گاه و منطق فازی) و یا ترکیبی از این دو تکنیک برای پیش بینی ورشکستگی استفاده می‌شود. هدف از این پژوهش تعیین الگوهای با استفاده از متغیرهای مالی (نسبت‌های مالی صورتحساب سود و زیان و ترازنامه) جهت بالا بردن توان تصمیم گیری استفاده کنندگان صورتهای مالی در پیش بینی بحران مالی شرکتها می‌باشد.

در این تحقیق چهار الگوی پیش بینی بحران مالی (الگوهای مبتنی بر روشهای سنتی MDA، الگوریتم ژنتیک خطی، الگوریتم ژنتیک غیر خطی و شبکه عصبی) برای پیش بینی بحران مالی دو سال قبل از وقوع آن تدوین شده است. سپس با توجه به نتایج بدست

۱- استادیار، عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی.

۲- استادیار مهندسی برق، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه سمنان.

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکزی.

آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و بهترین الگو استخراج شده است. با توجه به نتایج آزمون مشخص گردید الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای بالاترین توان در پیش بینی بحران مالی شرکتها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بحران مالی، متغیرهای مالی، تحلیل تشخیصی چندگانه، الگوریتم ژنتیک، شبکه‌های عصبی.

۱- مقدمه

تصمیم‌گیری از اجزای جدایی ناپذیر 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 الگوهایی 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 شرکتهاست 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 [7]. 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 [5]. هدف اصلی این تحقیق ساخت الگوهایی برای پیش‌بینی بحران مالی و مقایسه توانمندی الگوهای ساخته شده می‌باشد تا بتوان به مدیریت در خصوص هشدار نسبت به تداوم

فعالیت و به سرمایه گذاران و تامین کنندگان مالی در خصوص تصمیم گیری اقتصادی نسبت به خرید سهام شرکت‌ها یا اعطای وام و تسهیلات به شرکت‌ها کمک نماید.

۲- مبانی نظری و پیشینه

۲-۱- پیشینه تحقیق

اولین تحقیقات صورت گرفته در راستای پیش بینی 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 [۱۲].

آدام و شاردا (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 طبقه بندی نسبت به الگوهای رقیب توانا تر یافته و نشان دادند که این الگو از قوت و انعطاف بیشتری نسبت به سایر الگوها برخوردار است [۸].

وارتر (۱۹۹۸) الگوی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک را با الگوی تحلیل تشخیصی خطی مقایسه نمود ضمن بیان برتری الگوی الگوریتم ژنتیک در پیش بینی یک سال قبل از وقوع، الگوی تحلیل تشخیصی خطی را در پیش بینی سه سال قبل از وقوع فراتر از الگوی الگوریتم ژنتیک دانست و از طرفی بیان نمود که الگوی تحلیل تشخیصی خطی دارای ثبات و قابلیت تعمیم بیشتری است [۱۰].

کاراکامی (۲۰۰۴) الگوریتم پیش انتخاب، الگوریتم ژنتیک و تحلیل تشخیصی چندگانه را با یکدیگر مقایسه نمود که نتایج وی بیانگر برتری الگوریتم پیش انتخاب نسبت به دو الگوی دیگر و از طرفی برتری الگوریتم ژنتیک نسبت به تحلیل تشخیصی چندگانه می‌باشد [۱۳].

۲-۲- مبانی نظری

۲-۲-۱- تحلیل تشخیصی چندگانه (MDA)

تحلیل تشخیصی چندگانه، ترکیب دو یا چند متغیر مستقل است که بهترین وجه تفاوت بین دو گروه را نشان می دهد. این موضوع از طریق حداکثر کردن واریانس بین گروه‌ها نسبت به واریانس درون گروه‌ها بر مبنای یک قاعده تصمیم گیری آماری انجام می گیرد که به صورت نسبت واریانس بین گروه‌ها نسبت به واریانس درون گروه‌ها است. از این رو زمانی که فرضیه ای داشته باشیم مبنی بر اینکه میانگین‌های گروه‌های دو یا چندگانه با هم برابر هستند، برای آزمون آن می توان از تحلیل تشخیصی چند گانه استفاده کرد. برای این کار تکنیک تحلیل تشخیصی، هرمتغیر مستقل را در وزن خود ضرب کرده و آنها را با هم جمع می کند. نتیجه به دست آمده در واقع یک تفاوت (تشخیص) ترکیبی برای هریک از مشاهدات لحاظ شده در تجزیه و تحلیل است. با محاسبه میانگین تفاوت‌های کلیه افراد دریک گروه، میانگین گروه فوق به دست می آید. میانگین گروه درواقع به عنوان یک مرکز ثقل تلقی می گردد. مرکز ثقل بیانگر موقعیت خاص هر فرد نسبت به گروه مورد نظر خواهند بود. مقایسه مرکز ثقل گروه‌ها نیز نشان می دهند که هریک چه جایگاهی نسبت به ابعاد مورد بررسی قرار دارند [۳].

۲-۲-۲- الگوریتم ژنتیک

اصول بنیادی الگوریتم ژنتیک برای اولین بار توسط جان هالند در سال ۱۹۷۵ در دانشگاه میشیگان ابداع و مفاهیم الگوریتم ژنتیک در سال ۱۹۸۹ توسط گلبرگ توسعه داده شد [۲].

الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی احتمالی است که از شبیه سازی تکاملی زیستی و طبیعی استفاده می کند الگوریتم‌های ژنتیکی با بکارگیری اصل بقای بهترین‌ها برای تولید تخمین‌های هر چه بهتر یک جواب روی جمعیتی از جواب‌های بالقوه عمل می نماید. در هر نسل، مجموعه ای از تخمین‌ها توسط فرآیند انتخاب افراد مطابق با سطح برازندگی شان در دامنه مساله و پرورش آنها با هم با استفاده از عملگرهای گرفته شده از ژنتیک طبیعی ایجاد می گردد. این فرایند، ما را به سمت تکامل جمعیت‌هایی از افراد، که با محیط مربوطه شان بهتر از والدینشان وفق داده شده اند هدایت می کند [۳].

ساختار کلی الگوریتم ژنتیک به شرح زیر می‌باشد:

الف) ژن و کروموزوم: ژن کوچکترین واحد سازنده الگوریتم ژنتیک می‌باشد. در حقیقت ژنها برای نمایش شکل کد شده پارامترها می‌باشد. به رشته ای از ژنها، کروموزوم می‌گویند [۳]. در این تحقیق هر کروموزوم یک جواب مساله است که می‌تواند موجه یا غیر موجه باشد.

ب) جمعیت: مجموعه‌ای از کروموزومها را جمعیت گویند. یکی از ویژگی‌های الگوریتم ژنتیک این است که بجای تمرکز بر روی یک نقطه از فضای جستجو یا یک کروموزوم بر روی جمعیتی از کروموزومها کار می‌کند [۱۱].

ج) تابع برازندگی (هدف): تابع هدف جهت تعیین اینکه افراد چگونه در محدوده مساله ایفاء نقش می‌نمایند، مورد استفاده قرار می‌گردد [۳]. در این تحقیق شایسته ترین افراد دارای کمترین مقدار عددی تابع هدف می‌باشند.

د) عملگرهای ژنتیک: برای تولید کروموزومهای جدید (فرزندان) از طریق برخی از کروموزومهای قدیمی نیاز به یکسری عملگرها داریم که در ادامه بحث به آن می‌پردازیم.

۱) عملگر تقاطع: عملگر تقاطع در یک لحظه بر روی دو کروموزوم اعمال شده و دو فرزند به وسیله ترکیب ساختار دو کروموزوم ایجاد می‌کند. مفهوم مهمی که در ارتباط با این عملگر مطرح است نرخ تقاطع می‌باشد. نرخ تقاطع نسبت تعداد فرزندان تولید شده در هر نسل با اندازه جمعیت اصلی تعریف می‌شود [۳].

۲) عملگر جهش: در سیر تکاملی طبیعی، جهش یک فرایند تصادفی است که در آن محتوای یک ژن با ژن دیگر جهت تولید یک ساختار ژنتیکی جدید جایگزین می‌گردد. نقش جهش اغلب به عنوان تضمینی است برای آنکه احتمال جستجو در رشته هرگز صفر نگردد [۲].

۳) نسل: هر تکرار الگوریتم که منجر به ایجاد یک جمعیت جدید می‌گردد را یک نسل می‌گویند [۲].

۳-۲-۲- شبکه‌های عصبی

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 [۱۴].

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 غیر خطی با دقت مناسب دانست [۱].

ساختار شبکه عصبی مصنوعی

هر شبکه عصبی مصنوعی، از عناصر پردازش که همان نرون‌های مصنوعی باشند تشکیل شده است که این نرون‌ها می‌توانند به روش‌های مختلف برای شکل دادن ساختار شبکه سازماندهی شوند. هر یک از این نرون‌های مصنوعی، ورودی‌ها را دریافت کرده، آنها را پردازش کرده و یک سیگنال خروجی را تحویل می‌دهند. ورودی می‌تواند داده خام یا خروجی عناصر پردازش دیگر باشد. خروجی می‌تواند محصول نهایی باشد یا اینکه بعنوان ورودی برای نرون دیگر استفاده شود [۹].

۱) ورودی‌ها و خروجی‌ها: اعداد و ارقام در قالب یک یا چند متغیر، ورودی‌های یک شبکه عصبی را تشکیل می‌دهند. این ورودی‌ها پس از انجام تحلیل و پردازش‌های خاص به یک یا چند متغیر خروجی تبدیل می‌شوند. ورودی نقش متغیر مستقل و خروجی نقش متغیر وابسته را بازی می‌کند.

۲) تعداد لایه‌ها و تعداد نرون‌ها: مهمترین جزء سیستم عصبی مصنوعی نرون‌ها هستند که در سه دسته لایه‌های ورودی، خروجی و پنهان قرار می‌گیرند که نرون‌های لایه ورودی وظیفه دریافت داده‌های ورودی را بر عهده دارند. لایه‌های میانی (پنهان) و خروجی شامل واحدهای پردازش اطلاعات هستند. در این واحدها عملیاتی جبری بر اطلاعات ورودی انجام و نتیجه آن به صورت یک ورودی جدید به واحدهای دیگر در لایه بعدی ارسال می‌شود.

۳) وزن‌ها: متغیرهای مختلف ورودی به شبکه، ارزش‌های مختلفی دارند که وزن‌های مختلفی به آنها اختصاص داده می‌شود. این وزن‌ها که قبل از لایه خروجی و لایه

پنهان لحاظ می‌شوند، با روش اعداد تصادفی تولید و در استفاده از شبکه تصحیح می‌شوند.

۴) توابع تبدیل (توابع فعالیت): توابع تبدیل نیز در لایه خروجی و لایه‌های پنهان شبکه عصبی در نظر گرفته می‌شوند و با توجه به وزن‌های هر ورودی، محاسبه کلی خروجی را امکان پذیر می‌سازد [۴].

در این تحقیق از شبکه عصبی با الگوریتم پس انتشار (BPNN) استفاده شده که 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 ستاندها 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 صحیح تری ارائه دهد و مقدار خطا کم تر باشد [۶].

۳- فرضیه‌های تحقیق

بر اساس چهار الگوی برگزیده شش فرضیه تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

فرضیه اول: الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی بحران مالی نسبت به الگوی الگوریتم ژنتیک غیر خطی می‌باشد.

فرضیه دوم: الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی بحران مالی نسبت به الگوی الگوریتم ژنتیک خطی می‌باشد.

فرضیه سوم: الگوی مبتنی بر شبکه عصبی دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی بحران مالی نسبت به الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه می‌باشد.

فرضیه چهارم: الگوی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک غیر خطی دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی بحران مالی نسبت به الگوی الگوریتم ژنتیک خطی می‌باشد

فرضیه پنجم: الگوی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک غیر خطی دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی بحران مالی نسبت به الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه می‌باشد.

فرضیه ششم: الگوی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک خطی دارای توانمندی بیشتری در پیش بینی بحران مالی نسبت به الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه می باشد.

۴- متغیرهای تحقیق

انجام هر تحقیق مستلزم تعیین و تعریف هر یک از متغیرهای آن می باشد. متغیرها بر اساس نقشی که در تحقیق به عهده دارند به دو دسته زیر تقسیم می شوند:

الف) متغیرهای وابسته: در این پژوهش متغیرهای وابسته شرکت های دارای سلامت مالی یا فاقد بحران مالی و شرکت های درگیر بحران مالی می باشد.

ب) متغیرهای مستقل: متغیرهای مستقل شامل نسبت های مالی به شرح نگاره ۱ می باشد.

نگاره ۱- نسبت های مالی مورد استفاده (متغیرهای مستقل)

ردیف	نسبت مالی	ردیف	نسبت مالی
X ₁	نسبت کل بدهی ها به سود و زیان انباشته	X ₁₃	نسبت کل بدهی ها به سود و زیان انباشته
X ₂	نسبت سرمایه در گردش به فروش	X ₁₄	نسبت کل بدهی ها به کل دارایی ها
X ₃	نسبت سرمایه در گردش به کل بدهی ها	X ₁₅	نسبت کل سود و زیان انباشته به کل دارایی ها
X ₄	نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی ها	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 دارایی ها
X ₇	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به کل بدهی ها	X ₁₉	نسبت دارایی جاری به بدهی جاری
X ₈	نسبت سود قبل از کسر بهره و مالیات به کل دارایی ها	X ₂₀	نسبت سود خالص به فروش
X ₉	نسبت حقوق صاحبان سهام به کل بدهی ها	X ₂₁	نسبت سود خالص به کل دارایی ها
X ₁₀	نسبت حقوق صاحبان سهام به کل دارایی ها	X ₂₂	نسبت بدهی جاری به کل دارایی ها
X ₁₁	نسبت فروش به کل بدهی ها	X ₂₃	نسبت بدهی جاری به حقوق صاحبان سهام
X ₁₂	نسبت فروش به کل دارایی ها		

۵- روش تحقیق

الف) نوع تحقیق: نوع تحقیق کاربردی و روش آن پیمایشی - اکتشافی از نوع همبستگی است.

ب) روش جمع آوری اطلاعات: اطلاعات مربوط به نسبت‌های مالی مورد آزمون از نرم افزار بورس و اوراق بهادار تهران (ره آورد) استخراج شده است.

ج) جامعه و نمونه آماری: جامعه آماری این تحقیق شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران که از سالهای ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۷ صورتهای مالی خود را به سازمان بورس و اوراق بهادار ارائه نموده اند می‌باشد.

نمونه آماری شرکت‌های مورد مطالعه به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند:

گروه اول: شرکت‌های دارای سلامت مالی یا بدون بحران مالی به تعداد ۷۳ شرکت، که 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 ۶۹ شرکت، که معیار اصلی انتخاب شرکت‌های این گروه مشمول شدن ماده ۱۴۱ قانون تجارت می‌باشد.

د) روش تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابتدا با استفاده از نرم افزار ره آورد صورتهای مالی کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس از سالهای ۱۳۷۵ الی ۱۳۸۷ استخراج گردید سپس با استفاده از نرم افزار Excel نسبت‌های مالی مورد نظر بدست آمد و با توجه به ماده ۱۴۱ قانون تجارت اقدام به تفکیک شرکت‌ها به دو گروه، شرکت‌های دارای سلامت مالی و شرکت‌های دارای بحران مالی شد.

در گروه شرکت‌های دارای سلامت مالی دو مرحله انتخاب تصادفی صورت گرفت در مرحله اول از بین کلیه شرکت‌ها، شرکت‌های نمونه انتخاب شد و پس از انتخاب نمونه‌ها سال مالی مورد نظر از سال ۱۳۷۷ الی ۱۳۸۷ به صورت تصادفی انتخاب شد.

در گروه شرکت‌های دارای بحران مالی، با توجه به محدود بودن شرکت‌ها امکان انتخاب تصادفی وجود نداشته لذا کلیه شرکت‌هایی که برای چندین سال متوالی و یا فقط برای یک سال مشمول ماده ۱۴۱ قانون تجارت شده اند، در نمونه قرار گرفته اند.

پس از انتخاب شرکت‌های نمونه به صورت تصادفی هر یک از دو گروه شرکت‌ها مجدداً به دو گروه آموزشی و آزمایشی به شرح نگاره ۲ تفکیک شدند.

نگاره ۲- تفکیک نمونه‌ها

نمونه‌های آزمایشی	نمونه‌های آموزشی	نمونه‌ها	شرکت
۱۵	۵۸	۷۳	دارای سلامت مالی
۱۵	۵۴	۶۹	بحران مالی
۳۰	۱۱۲	۱۴۲	تعداد کل

لازم به ذکر است در کلیه الگوها از ساختار نمونه‌های فوق استفاده شده است.

۶- معرفی الگوها

الف - تحلیل تشخیصی چندگانه

در این الگو ابتدا با استفاده از نرم افزار SPSS کنترل مرتبط به نرمال بودن داده‌ها صورت گرفت و پس از مشخص نمودن داده‌های غیر نرمال اقدام به حذف داده‌ها شد. (بدلیل کم بودن داده‌های غیر نرمال) سپس برای تصمیم گیری نهایی برای انتخاب نسبت‌های مالی جهت ساخت الگو با استفاده از آزمون Independent Samples Test به آزمون برابری میانگین‌ها نسبت‌ها بین دو گروه پرداخته شد و در سطح ۵٪ تفاوت معنی داری از ۲۳ نسبت مالی (متغیر مستقل)، متغیرهای ۲، ۳، ۴، ۱۳، ۱۸، ۱۹، ۲۲ و ۲۳ جمعاً" به تعداد ۸ متغیر رد و متغیرهای ۱، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۲۰ و ۲۱ جمعاً" به تعداد ۱۵ متغیر که دارای میانگین‌های متفاوت در دو جامعه آماری بودند مورد پذیرش قرار گرفتند.

هدف از انجام این آزمون مشخص نمودن نسبت‌های مالی است که می‌تواند بین دو گروه شرکتهای دارای بحران مالی و سلامت مالی تمایز قائل شود، پس از استخراج نسبت مالی نهایی از طریق آزمون تحلیل تشخیصی و انتخاب روش گام به گام اقدام به ساخت الگو شد که نتیجه آن الگوی تمایزی زیر می‌باشد:

$$Z = -0.683X_1 + 3.061X_5 + 3.88X_{11} - 4.704X_{12} - 2.33$$

متغیرهای الگو فوق به ترتیب شامل نسبت‌های مالی سرمایه در گردش به حقوق صاحبان سهام، سود قبل از کسر بهره و مالیات به حقوق صاحبان سهام، فروش به کل بدهی‌ها و فروش به کل دارایی‌ها می‌باشد.

به این ترتیب شرکت‌های که دارای امتیاز Z مثبت باشند به عنوان شرکت‌های دارای سلامت مالی و شرکت‌هایی که دارای امتیاز Z منفی باشند به عنوان شرکت‌های دارای بحران مالی طبقه بندی می‌شوند.

ب - الگوریتم ژنتیک خطی (SDA+GA+LIN)

برای ساخت الگوی الگوریتم ژنتیک خطی با در نظر گرفتن الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه اقدام به بهینه نمودن ضرائب الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه شد، لذا پس از تعیین چهار نسبت مالی به روش الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه و نرمال سازی داده‌ها در بازه ۰ الی ۱ و با استفاده از نرم افزار MATLAB و تعیین پارامترهای مساله شامل جمعیت اولیه ۵۰۰ کروموزوم، هر کروموزوم ۵ ژن، عملگر تقاطع نقطه ای، روش انتخاب کروموزومها چرخه رولت، نرخ تقاطع ۰.۸٪، نرخ جهش ۰.۲٪، تعداد ۱۵۰۰ نسل و فضای جستجوی احتمالی بین بازه ۱۰- تا ۱۰+ صورت گرفته است. الگوی حاصله به شرح زیر است:

$$Z = 0.3555X_1 - 1.3585X_5 - 2.7467X_{11} + 1.7611X_{12} + 0.9803$$

نقطه انقطاع ۰.۵ است به این ترتیب شرکت‌های که دارای امتیاز Z بزرگتر از ۰.۵ باشند به عنوان شرکت‌های دارای بحران مالی و شرکت‌هایی که دارای امتیاز Z کوچکتر از ۰.۵ باشند به عنوان شرکت‌های دارای سلامت مالی طبقه بندی می‌شوند.

ج - الگوریتم ژنتیک غیر خطی (SDA+GA+NON-LIN)

برای ساخت الگوی الگوریتم ژنتیک غیر خطی علاوه بر بهینه نمودن ضرائب هریک از متغیرها سعی شد بهترین توان‌ها نیز برای هریک از متغیرها بدست آید تا بدین وسیله محدودیت‌های یک الگوی خطی بر طرف شود. تعیین پارامترهای مساله شامل جمعیت

اولیه 1500 کروموزوم، هر کروموزوم 10 ژن، عملگر تقاطع نقطه ای، روش انتخاب کروموزومها چرخه رولت، نرخ تقاطع ۰.۸۰٪، نرخ جهش ۰.۲۰٪، تعداد نسل و فضای جستجوی احتمالی بین بازه ۱۰- تا ۱۰+ صورت گرفته است. الگو حاصله به شرح زیر است:

$$Z = 0.4894X_1^{1.71} - 1.4137X_5^{1.3734} - 2.9853X_{11}^{1.0574} + 1.9664 X_{12}^{0.9859} + 0.8151$$

نقطه انقطاع ۰.۵ است به این ترتیب شرکت‌های که دارای امتیاز Z بزرگتر از ۰.۵ باشند به عنوان شرکت‌های دارای بحران مالی و شرکت‌هایی که دارای امتیاز Z کوچکتر از ۰.۵ باشند به عنوان شرکت‌های دارای سلامت مالی طبقه بندی می‌شوند.

د - ساخت شبکه عصبی (BPNN):

برای ساخت الگوی چهارم 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 شبکه عصبی با سه لایه که لایه اول، دوم و سوم به ترتیب دارای ۳، ۳ و ۱ نرون (۳ ۳ ۱)، تابع تبدیل لایه اول و دوم tansig و لایه سوم logsig، تابع یادگیری learnngdm، تابع آموزش trainlm، تابع عملکرد mse و حداکثر ۱۰۰۰ تکرار و شرایط توقف یادگیری بر اساس تعداد تکرارها تعیین شد و نگهداری بهترین وضعیت یادگیری بر اساس کمترین خطا صورت پذیرفته است.

۷- نتایج آزمون فرضیه‌ها

الف - نتایج حاصل از الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه (MDA)

نگاره ۳ نتایج حاصل از آزمون تجربی الگوی تشخیصی چندگانه را برای پیش بینی بحران مالی، نشان می‌دهد. این الگو توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۰.۸۳،۹۳٪، ۰.۷۶،۶۷٪ و ۰.۸۲،۳۹٪ به صورت صحیح در گروه دارای سلامت مالی و بحران مالی طبقه بندی نماید. به این صورت که ۱۱۲، ۳۰ و ۱۴۲ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۰.۹۴، ۰.۲۳ و ۰.۱۱۷ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند.

بررسی نتایج این الگو در داده‌های آموزشی نشان می‌دهد که الگوی تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۵,۱۹٪ است. (از میان ۵۴ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۴۶ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۲,۷۶٪ است (از میان ۵۸ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۴۸ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

همچنین نتایج این الگو در داده‌های آزمایشی نشان می‌دهد که الگوی تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۶۶,۶۷٪ است (از میان ۱۵ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۱۰ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۶,۶۷٪ است (از میان ۱۵ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۱۳ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

بررسی نتایج این الگو به صورت کلی (در مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی) نشان می‌دهد که الگوی تشخیصی در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۱,۱۶٪ است (از میان ۶۹ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۵۶ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند). همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۳,۵۶٪ است (از میان ۷۳ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۶۱ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

نگاره ۳. نتایج آزمون تجربی الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه

نتایج حاصل از الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه (MDA)										
مجموعه‌ها		نمونه آموزشی			نمونه آزمایشی			کل نمونه‌ها		
		کل	1	0	کل	1	0	کل	1	0
گروه واقعی شرکت‌ها	تعداد ۱	54	46	8	15	10	5	69	56	13
	تعداد ۰	58	10	48	15	2	13	73	12	61
	درصد ۱	100	85.19	14.81	100	66.67	33.33	100	81.16	18.84
	درصد ۰	100	17.24	82.76	100	13.33	86.67	100	16.44	83.56

82.39	81.16	83.56	76.67	66.67	86.67	83.93	85.19	82.76	درصد کلی	دقت کلی
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	----------	---------

ب - نتایج حاصل از الگوی الگوریتم ژنتیک خطی (SDA+GA+LIN)

نگاره ۴ نتایج حاصل از آزمون تجربی الگوی SDA+GA+LIN را برای پیش بینی بحران مالی، نشان می‌دهد. این الگو توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۸۳٫۹۳٪، ۸۳٫۳۳٪ و ۸۳٫۸۰٪ به صورت صحیح در گروه دارای سلامت مالی و بحران مالی طبقه بندی نماید. به این صورت که ۱۱۲، ۳۰ و ۱۴۲ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۲۵، ۹۴ و ۱۱۹ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند.

بررسی نتایج این الگو در داده‌های آموزشی نشان می‌دهد که الگوی SDA+GA+LIN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۵٫۱۹٪ است. (از میان ۵۴ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۴۶ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۲٫۷۶٪ است (از میان ۵۸ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۴۸ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

همچنین نتایج این الگو در داده‌های آزمایشی نشان می‌دهد که الگوی SDA+GA+LIN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۰٪ است (از میان ۱۵ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۱۲ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۶٫۶۷٪ است (از میان ۱۵ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۱۳ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

بررسی نتایج این الگو به صورت کلی (در مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی) نشان می‌دهد که الگوی SDA+GA+LIN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۴٫۰۶٪ است (از میان ۶۹ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۵۸ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند). همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۳٫۵۶٪ است (از

میان ۷۳ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۶۱ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند)

نگاره ۴. نتایج آزمون تجربی الگوی الگوریتم ژنتیک خطی

نتایج حاصل از الگوی الگوریتم ژنتیک خطی (SDA+GA+LIN)									مجموعه‌ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	1	0	کل	1	0	کل	1	0		
69	58	11	15	12	3	54	46	8	تعداد ۱	گروه واقعی شرکت‌ها
73	12	61	15	2	13	58	10	48	تعداد ۰	
100	84.06	15.94	100	80.00	20.00	100	85.19	14.81	درصد ۱	
100	16.44	83.56	100	13.33	86.67	100	17.24	82.76	درصد ۰	
83.80	84.06	83.56	83.33	80.00	86.67	83.93	85.19	82.76	درصد کلی	دقت کلی

ج - نتایج حاصل از الگوی الگوریتم ژنتیک غیر خطی (GA+SDA+NON-LIN)

نگاره ۵ نتایج حاصل تحلیل تشخیصی گام به گام و الگوریتم ژنتیک غیر خطی از آزمون تجربی الگوی GA+SDA+NON-LIN را برای پیش بینی بحران مالی، نشان می‌دهد. این الگو توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به ترتیب با دقت کلی ۸۴٫۸۲٪، ۸۳٫۳۳٪ و ۸۴٫۵۱٪ به صورت صحیح در گروه دارای سلامت مالی و بحران مالی طبقه بندی نماید. به این صورت که ۱۱۲، ۳۰ و ۱۴۲ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۲۵، ۹۵ و ۱۲۰ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند.

بررسی نتایج این الگو در داده‌های آموزشی نشان می‌دهد که الگوی GA+SDA+NON-LIN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت 87.04٪ است. (از میان ۵۴ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۴۷ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۲٫۷۶٪ است (از میان ۵۸ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۴۸ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

همچنین نتایج این الگو در داده‌های آزمایشی نشان می‌دهد که الگوی GA+SDA+NON-LIN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این

مجموعه دارای دقت ۸۰٪ است (از میان ۱۵ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۱۲ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۶٫۶۷٪ است (از میان ۱۵ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۱۳ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

بررسی نتایج این الگو به صورت کلی (در مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی) نشان می‌دهد که الگوی GA+SDA+NON-LIN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۵٫۵۱٪ است (از میان ۶۹ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۵۹ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند). همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۳٫۵۶٪ است (از میان ۷۳ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۶۱ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

نگاره ۵. نتایج آزمون تجربی الگوی الگوریتم ژنتیک غیرخطی

نتایج حاصل از الگوی الگوریتم ژنتیک غیر خطی (GA+SDA+NON-LIN)									مجموعه‌ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	1	0	کل	1	0	کل	1	0		
69	59	10	15	12	3	54	47	7	تعداد ۱	گروه واقعی شرکت‌ها
73	12	61	15	2	13	58	10	48	تعداد ۰	
100	85.51	14.49	100	80.00	20.00	100	87.04	12.96	درصد ۱	
100	16.44	83.56	100	13.33	86.67	100	17.24	82.76	درصد ۰	
84.51	85.51	83.56	83.33	80.00	86.67	84.82	87.04	82.76	درصد کلی	دقت کلی

د - نتایج حاصل از شبکه‌های عصبی (BPNN)

نگاره ۶ نتایج حاصل از آزمون تجربی الگوی BPNN را برای پیش بینی بحران مالی، نشان می‌دهد. این الگو توانست شرکت‌های موجود در نمونه آموزشی، آزمایشی و کل را به

ترتیب با دقت کلی ۹۹,۱۱٪، ۹۰٪ و ۹۷,۱۸٪ به صورت صحیح در گروه شرکت‌های دارای سلامت مالی و بحران مالی طبقه بندی نماید. با این صورت که ۱۱۲، ۳۰ و ۱۴۲ شرکت موجود در مجموعه آموزشی، آزمایشی و کل به ترتیب ۱۱۱، ۲۷ و ۱۳۸ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند.

بررسی نتایج این الگو در داده‌های آموزشی نشان می‌دهد که الگوی BPNN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۹۸,۱۵٪ است. (از میان ۵۴ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۵۳ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۱۰۰٪ است (از میان ۵۸ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۵۸ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

همچنین نتایج این الگو در داده‌های آزمایشی نشان می‌دهد که الگوی BPNN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۰٪ است (از میان ۱۵ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۱۲ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند) همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۱۰۰٪ است (از میان ۱۵ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۱۵ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند).

بررسی نتایج این الگو به صورت کلی (در مجموعه داده‌های آموزشی و آزمایشی) نشان می‌دهد که الگوی BPNN در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای بحران مالی در این مجموعه دارای دقت ۹۴,۲۰٪ است (از میان ۶۹ شرکت دارای بحران مالی در این مجموعه، ۶۵ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند). همچنین این الگو در طبقه بندی صحیح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۱۰۰٪ است (از میان ۷۳ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، ۷۳ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده اند)

نگاره ۶. نتایج آزمون تجربی روش شبکه عصبی (BPNN)

نتایج حاصل از شبکه‌های عصبی (BPNN)									مجموعه‌ها	
کل نمونه‌ها			نمونه آزمایشی			نمونه آموزشی				
کل	1	0	کل	1	0	کل	1	0		
69	65	4	15	12	3	54	53	1	تعداد ۱	گروه واقعی شرکت‌ها
73	0	73	15	0	15	58	0	58	تعداد ۰	
100	94.20	5.80	100	80	20	100	98.15	1.85	درصد ۱	
100	0	100	100	0	100	100	0	100	درصد ۰	
97.18	94.20	100	90	80	100	99.11	98.15	100	درصد کلی	دقت کلی

مقایسه نتایج حاصل از الگوهای ساخته شده :

در این قسمت یافته‌های تحقیق و تجزیه و تحلیل آنها ارائه می‌شود. نگاره‌های ۷ و ۸ نتایج پیش بینی ۴ الگو را با یکدیگر به صورت مقایسه ای و نگاره ۹ نحوه طبقه بندی شرکت‌ها را بر اساس چهار مدل ساخته شده نشان می‌دهد. در نگاره ۸ به تجزیه و تحلیل نتایج حاصله از نقطه نظر خطاهای طبقه بندی پرداخته شده است که در دو قالب خطای نوع اول (α) و خطای نوع دوم (β) بیان شده است منظور از خطای نوع اول، خطای طبقه بندی شرکت‌های دارای سلامت مالی به عنوان شرکت‌های دارای بحران مالی می‌باشد و منظور از خطای نوع دوم، خطای طبقه بندی شرکت‌های دارای بحران مالی به عنوان شرکت‌های دارای سلامت مالی است.

۸- نتیجه گیری و بحث

بر اساس نتایج بدست آمده به شرح نگاره‌های ۷ و ۸ در مورد قدرت پیش بینی و خطاهای طبقه بندی بیانگر برتری الگوی شبکه عصبی بر تمامی الگوها و برتری الگوی الگوریتم ژنتیک غیر خطی بر الگوریتم ژنتیک خطی و تحلیل تشخیصی چندگانه و نیز برتری الگوی الگوریتم ژنتیک خطی بر تحلیل تشخیصی چندگانه دارد لذا فرضیه‌های ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ تایید می‌گردند. همانگونه که در پیشینه تحقیق بیان شد در تحقیقات صورت

گرفته در قالب مقایسه بین الگوها رای به برتری الگوی شبکه عصبی داده شده است در این تحقیق با استفاده از تکنیک آماری (تحلیل تشخیصی چندگانه) و تکنیک هوش مصنوعی (شبکه عصبی) و ترکیب دو تکنیک آماری و هوش مصنوعی (الگوریتم ژنتیک خطی و غیر خطی) چهار الگو حاصل گردید.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که شبکه‌های عصبی دارای توانایی بسیار بالایی در پیش بینی وضعیت مالی شرکت‌ها دارند و همچنین نسبت‌های مالی می‌توانند پیش بینی کننده خوبی برای بحران مالی شرکت‌ها باشند. به علاوه، با توجه به توان بالای الگوهای بررسی شده، مدیران می‌توانند قبل از دچار شدن به ورشکستگی تدابیر لازم را اتخاذ نمایند، سرمایه گذاران و تامین کنندگان مالی می‌توانند در تصمیم گیری‌های اقتصادی و اعطای تسهیلات مالی از الگوهای بیان شده استفاده نمایند، حساب‌رسان می‌توانند در خصوص اظهار نظر خود در مورد تداوم فعالیت شرکت‌ها مورد حسابرسی از این الگو استفاده نمایند.

نگاره ۷. نتایج آزمون دقت الگوها

طبقه بندی صحیح شرکت‌ها بر اساس الگوهای ساخته شده				تعداد کل نمونه‌ها	داده‌ها / الگوها	
MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN	BPNN		تعداد	درصد
۹۴	۹۵	۹۴	۱۱۱	۱۱۲	-	آموزش
%۸۳,۹۳	%۸۴,۸۲	%۸۳,۹۳	%۹۹,۱۱	-	-	
۲۳	۲۵	۲۵	۲۷	۳۰	-	آزمایش
%۷۶,۶۷	%۸۳,۳۳	%۸۳,۳۳	%۹۰,۰۰	-	-	
۱۱۷	۱۲۰	۱۱۹	۱۳۸	۱۴۲	-	کل
%۸۲,۳۹	%۸۴,۵۱	%۸۳,۸۰	%۹۷,۱۸	-	-	

نگاره ۸. خطای نوع اول و دوم الگوها

MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN	BPNN	داده‌ها / الگوها		آموزش
۱۰	۱۰	۱۰	۰	تعداد	α	
۸	۷	۸	۱	تعداد	β	
۱۸	۱۷	۱۸	۱	کل		
%۸,۹۳	%۸,۹۳	%۸,۹۳	۰	درصد	α	

٪۷,۱۴	٪۶,۲۵	٪۷,۱۴	٪۰,۸۹	درصد	β	آزمایش	
٪۱۶,۰۷	٪۱۵,۱۸	٪۱۶,۰۷	٪۰,۸۹	کل			
۲	۲	۲	۰	تعداد	α		
۵	۳	۳	۳	تعداد	β		
۷	۵	۵	۳	کل			
٪۶,۶۷	٪۶,۶۷	٪۶,۶۷	٪۰	درصد	α		
٪۱۶,۶۷	٪۱۰	٪۱۰	٪۱۰	درصد	β		
٪۲۳,۳۳	٪۱۶,۶۷	٪۱۶,۶۷	٪۱۰	کل			
۱۲	۱۲	۱۲	۰	تعداد	α		کل
۱۳	۱۰	۱۱	۴	تعداد	β		
۲۵	۲۲	۲۳	۴	کل			
٪۸,۴۵	٪۸,۴۵	٪۸,۴۵	٪۰	درصد	α		
٪۹,۱۵	٪۷,۰۴	٪۷,۷۵	٪۲,۸۲	درصد	β		
٪۱۷,۶۱	٪۱۵,۴۹	٪۱۶,۲۰	٪۲,۸۲	کل			

نگاره ۹. طبقه بندی شرکت‌ها بر اساس الگوهای ساخته شده

ردیف	نام شرکت	سال انتخابی	وضعیت واقعی	خروجی الگو بر اساس		
				MDA	SDA+GA+ NON- LIN	SDA+GA+ LIN
1	آذرب	82	1	1	1	1
2	آزمایش	79	1	1	1	1
3	ایزار مهدی	84	1	1	1	1
4	اشناد ایران	78	1	1	1	1
5	اشناد موتور	79	1	1	1	1
6	ایران پولین	79	1	1	1	1
7	ایران پویا	81	1	1	1	1
8	بافت آزادی	77	1	1	1	1

زهرا پورزمانی، رضا کی پور و مصطفی نورالدین

1	1	1	1	1	84	بسته بندی ایران	9
1	1	1	1	1	81	بلیورینگ ایران	10
1	1	1	1	1	85	بنیان دیزل	11
1	1	1	1	1	80	بین محصولات پارس	12
0	0	0	1	1	81	پارسیلون	13
1	1	1	1	1	83	پریمیت	14
1	1	1	1	1	86	پلی اکریل ایران	15
0	0	0	1	1	79	تامین مدارس آسیا	16
1	1	1	1	1	82	تولید دارو	17
0	0	0	1	1	79	تولیدی بهمن	18
1	1	1	1	1	81	تولیدی تیم	19
1	1	1	1	1	84	چین چین	20
1	1	1	1	1	81	چینی البرز	21
1	1	1	1	1	83	روغن نباتی پارس	22
1	1	1	1	1	84	روغن نباتی جهان	23
1	1	1	1	1	78	ریسمان ریسی سمنان	24
1	1	0	1	1	77	ریسندگی کاشان	25
1	1	1	1	1	80	سر اعتبار ایران	26
1	1	1	1	1	83	شوگو پارس	27
1	1	1	1	1	84	شهراب	28
1	1	1	1	1	84	شیرین دارو	29
1	1	1	1	1	83	صنایع بسته بندی فلزی	30
1	1	1	1	1	84	صنایع مخابرات	31
1	1	1	1	1	87	صنعتی دریایی	32
خروجی الگو بر اساس				وضعیت واقعی	سال	نام شرکت	ردیف
MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN	BPNN				
1	1	1	1	1	82	صنعتی مهرباد	33
1	1	1	1	1	82	صنعتی مینور(خرمدره)	34
1	1	1	1	1	86	فراورده نسوز پارس	35
1	1	1	1	1	78	قند پارس	36
0	0	0	0	1	83	قند شیروان قوچان	37
0	1	1	1	1	83	قند قهستان	38
0	0	0	1	1	79	قوه پارس	39
1	1	1	1	1	79	کابل تک	40
1	1	1	1	1	84	کارتن پارس	41
1	1	1	1	1	83	کاشی سعدی	42
1	1	1	1	1	82	کمپرسور تبریز	43

1	1	1	1	1	82	کولر گازی ایران	44
1	1	1	1	1	79	لاستیک البرز	45
0	0	0	1	1	83	لوازم خانگی	46
1	1	1	1	1	83	مجتمع لیفتراگ سهند	47
1	1	1	1	1	86	ناب	48
1	1	1	1	1	83	نساجی خوی	49
1	1	1	1	1	78	نساجی غرب	50
1	1	1	1	1	78	وطن اصفهان	51
0	0	0	1	1	83	ویتانا	52
1	1	1	1	1	80	یخچال سازی لرستان	53
1	1	1	1	1	80	یزد باف	54
0	0	0	0	0	81	آدریت	55
0	0	0	0	0	86	آلومراد	56
0	0	0	0	0	81	آهنگری تراکتور	57
0	0	0	0	0	80	البرز دارو	58
0	0	0	0	0	84	الکترونیک خودرو	59
0	0	0	0	0	87	ایتالران	60
0	0	0	0	0	87	ایران ارقام	61
0	0	0	0	0	85	ایران خودرو دیزل	62
0	0	0	0	0	83	پارس خزر	63
0	0	0	0	0	77	پاکسان	64
0	0	0	0	0	82	پشم بافی توس	65
0	0	0	0	0	77	پلاست ایران	66
خروجی الگو بر اساس				وضعیت واقعی	سال	نام شرکت	ردیف
MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN	BPNN				
0	0	0	0	0	77	پلاستیک شاهین	67
0	0	0	0	0	77	تامین ماسه	68
0	0	0	0	0	84	تجهیزات سدید	69
0	0	0	0	0	79	تولی پرس	70
0	1	1	0	0	78	تهران دارو	71
1	0	0	0	0	80	جوش و اکسیژن	72
0	0	0	0	0	77	چینی ایران	73
0	1	0	0	0	84	حمل و نقل پتروشیمی	74
0	0	0	0	0	81	داده پردازی ایران	75
0	0	0	0	0	86	دارو اکسیر	76
0	0	0	0	0	79	دارو امین	77
0	0	0	0	0	82	دارو زهراوی	78

0	0	1	0	0	81	دارو سازی کوثر	79	
1	1	1	0	0	80	دشت مرغاب	80	
0	0	0	0	0	78	رنگین	81	
0	0	0	0	0	79	زامیاد	82	
0	0	0	0	0	84	سایپا آذین	83	
0	0	0	0	0	84	سایپا دیزل	84	
1	1	1	0	0	85	سایپا شیشه	85	
1	1	1	0	0	84	سینتا	86	
0	0	0	0	0	84	سر سامان گستر	87	
0	0	0	0	0	83	سیمان ایلام	88	
0	0	0	0	0	80	سیمان تهران	89	
0	0	0	0	0	78	سیمان سپاهان	90	
0	0	0	0	0	78	سیمان قائن	91	
0	0	0	0	0	85	شیرین دارویی رازی	92	
0	0	0	0	0	82	صنایع ریخته گری	93	
1	1	0	0	0	80	صنعتی بارز	94	
0	0	0	0	0	81	صنعتی سپاهان	95	
0	0	0	0	0	79	فراورده نسوز ایران	96	
0	0	0	0	0	83	فراورده نسوز آذر	97	
0	0	0	0	0	78	فنر سازی خاور	98	
1	1	1	0	0	84	فولاد امیر کبیر	99	
0	0	0	0	0	81	کاشی اصفهان	100	
خروجی الگو بر اساس					وضعیت واقعی	سال	نام شرکت	ردیف
MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN	BPNN					
1	1	1	0	0	82	کنتور سازی ایران	101	
0	0	0	0	0	79	گروه صنعتی سدید	102	
0	0	0	0	0	82	گلنایش	103	
0	0	0	0	0	79	لاستیک سهند	104	
0	0	0	0	0	82	لامپ پارس شهاب	105	
0	0	0	0	0	84	لینیات پاک	106	
1	1	1	0	0	86	لوله و ماشین سازی	107	
1	1	1	0	0	85	لیزینگ صنعت و معدن	108	
0	0	0	0	0	82	مارگاین	109	
1	1	1	0	0	80	ماشین سازی اراک	110	
0	0	0	0	0	86	مینلانیروگاهی ایران	111	
0	0	0	0	0	80	مس باهنر	112	
0	0	0	0	0	78	آبگینه	113	

0	0	0	0	0	86	ایران مرینوس	114	
0	0	0	0	0	78	پتروشیمی آبادان	115	
0	0	0	0	0	78	پتروشیمی اصفهان	116	
0	0	0	0	0		تاید واتر	117	
0	0	0	0	0	80	توسعه صنایع بهشهر	118	
0	0	0	0	0	85	سر پتروشیمی	119	
0	0	0	0	0	77	تهران شیمی	120	
1	1	1	0	0	77	چرخشگر	121	
0	0	0	0	0	77	قطعات اتومبیل	122	
0	0	0	0	0	78	قند تربت جام	123	
0	0	0	0	0	86	شیشه همدان	124	
1	1	1	0	0	87	دارو لقمان	125	
0	0	0	0	0	84	دارو رازک	126	
0	0	0	0	0	81	خاک چینی ایران	127	
0	1	1	0	1	78	ایران افرم	128	
1	1	1	1	1	83	پارس متال	129	
1	1	1	1	1	80	درخشان یزد	130	
1	1	1	1	1	80	درخشان کاشان	131	
0	0	0	1	1	78	رسیندگی پاکریس	132	
0	1	1	1	1	84	ساسان	133	
1	1	1	1	1	82	سولیران	134	
خروجی الگو بر اساس					وضعیت واقعی	سال	نام شرکت	ردیف
MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN	BPNN					
1	1	1	1	1	85	کابل سازی ایران	135	
1	1	1	1	1	84	کارتن مشهد	136	
1	1	1	1	1	85	کمپرسور ایران	137	
1	1	1	1	1	79	گرده یافت یزد	138	
1	1	1	1	1	81	معادن بافق	139	
0	0	0	1	1	81	ملی سرب و روی	140	
0	0	0	0	1	80	نساچی بابکان	141	
1	1	1	0	1	78	صنایع فلزی	142	

فهرست منابع

زهرا پورزمانی، رضا کی پور و مصطفی نورالدین

- (۱) رستمی تبار بهمن، امین ناصری محمد رضا، (۱۳۸۶)، پیش بینی تقاضای متناوب با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی. رساله کارشناسی ارشد مهندسی صنایع دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه تربیت مدرس.
- (۲) صادقی مقدم محمد رضا، مومنی منصور، نالچگیر سروش، (۱۳۸۸)، برنامه ریزی یکپارچه تامین، تولید و توزیع با بکارگیری الگوریتم ژنتیک. نشریه مدیریت صنعتی؛ ۷۱-۸۸
- (۳) فرج زاده دهکردی حسن، اعتمادی حسین، انواری رستمی علی اصغر، (۱۳۸۴)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در الگو بندی پیش بینی ورشکستگی. رساله کارشناسی ارشد حسابداری. دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس، ص. ۸۰.
- (۴) کميجانی اکبر، سعادت فر جواد، (۱۳۸۵)، کاربرد الگوهای شبکه عصبی در پیش بینی ورشکستگی اقتصادی شرکتهای بازار بورس. فصلنامه علمی- پژوهشی جستارهای اقتصادی، ۶: ۴۳-۱۱
- (۵) مهرانى ساسان، بهرامفر نقی، غیور فرزاد، (۱۳۸۴)، بررسی رابطه بین نسبت‌های نقدینگی سنتی و نسبت‌های حاصل از صورت جریان وجوه نقد جهت ارزیابی تداوم فعالیت شرکت‌ها. فصلنامه بررسی‌های حسابداری و حسابرسی ۴۰: ۱۷-۳
- (۶) مهناج محمد باقر، (۱۳۷۹)، مبانی شبکه‌های عصبی (هوش محاسباتی). جلد اول. چاپ اول مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیر کبیر.
- 7) Adnan aziz.M, Humayon A. Dar. (2002), Predicting corporate bankruptcy: Weither do we stand Department of economics, Loughborough university, UK
- 8) Cybinski, Patti. (2001), Discription, Explanation, Prediction, the evolution of bankruptcy Studies: Faculty of International Business and Politics, Griffin University, Brisbane: Vol. 27, 4 pp: 29-44
- 9) Demuth, H. and Beale, M. (2004) Matlab Neural Network Toolbox Manual, Digital Edition, Math Work Inc, pp. 33-68
- 10) F. Varetto, (1998), Genetic algorithm applications in the analysis of insolvency risk, Journal of Banking and Finance 22 1421-1439
- 11) Figarty. T. C. (1989) varying the probability of mutation in the genetic algorithm, Morgan Kaufmann publishers. CA

-
- 12) Grice, John Stephn, Ingram Robert. (2001), Tests of the generalizability of Altman's bankruptcy prediction model. Journal of Business Research; Vol.54, Issue 1:53-61
 - 13) Kawakami, Becerra, seada (2004), Ratio Selection for Classification Models. Data Mining and Knowledge Discovery: 8, 151-170.
 - 14) Russel S.J and Norving P (1995), Artificial intelligence: A modern approach, First Edition, Singapore, Prectice Hall, pp.110-12