



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 پذیرش: ۸۹/۸/۲۵

تاریخ دریافت: ۸۹/۵/۱۰

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 الگوهایی 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

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.

بحران مالی دو 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 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 سرمایه گذاران را قادر می‌سازد تا دست به اقدام پیشگیرانه بزنند و فرصت‌های مطلوب سرمایه گذاری را از فرصت‌های نامطلوب تشخیص دهند [۵]. هدف اصلی این تحقیق ساخت الگوهایی برای پیش بینی 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 آلتنن (۱۹۹۶) صورت گرفت که به الگوی آلتنن معروف است. وی در این الگو از پنج نسبت مالی استفاده کرده و دقت این الگو ۹۵٪ بوده است [۱۲].

آدام و شارد (۱۹۹۰)، کستر، سنداک و بوربیا (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 تواناتر 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 می باشد [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 در یک گروه، میانگین گروه فوق به دست می آید. میانگین گروه در واقع 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 الگوریتم های ژنتیکی با بکارگیری اصل بقای بهترین ها برای تولید تخمین های هر چه بهتر یک جواب روی جمعیتی از جواب های بالقوه عمل می نماید. در هر نسل، مجموعه ای از تخمین ها 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 جمعیت هایی 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 می باشد:

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

ب) جمعیت: مجموعه ای از کروموزوم ها را جمعیت گویند. یکی از ویژگی های الگوریتم ژنتیک این است که بجای تمرکز بر روی یک نقطه از فضای جستجو یا یک کروموزوم بر روی جمعیتی از کروموزوم ها کار می کند [۱۱].

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

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

- (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 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 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 می‌باشد.

۴- متغیرهای تحقیق

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

الف) متغیرهای وابسته: در این پژوهش متغیرهای وابسته شرکت‌های دارای سلامت مالی یا فاقد بحران مالی و شرکت‌های درگیر بحران مالی می‌باشد.
 ب) متغیرهای مستقل: متغیرهای مستقل شامل نسبت‌های مالی به شرح نگاره ۱ می‌باشد.

نگاره ۱- نسبت‌های مالی مورد استفاده (متغیرهای مستقل)

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

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

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

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 ۰.۸۰٪، نرخ جهش ۰.۲۰٪، تعداد نسل 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 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 ضرایب 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 ۸۳.۹۳٪، ۷۶.۶۷٪ و 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 ۹۴، ۲۳ و 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

صحيح شرکت‌های دارای سلامت مالی در این مجموعه دارای دقت ۸۳.۵۶٪ است (از میان ۷۳ شرکت دارای سلامت مالی در این مجموعه، 61 شرکت به صورت صحيح طبقه بندی شده اند).

نگاره ۳. نتایج آزمون تجربی الگوی تحلیل تشخیصی چندگانه

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

بررسی نتایج این الگو در داده‌های آموزشی نشان می‌دهد که الگوی SDA+GA+LIN در طبقه بندی صحيح 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 صحيح

بررسی توانمندی الگوهای پیش بینی کننده بحران مالی ...



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	

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 ۹۵، ۲۵ و ۱۲۰ شرکت به صورت صحیح طبقه بندی شده‌اند.

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 شده‌اند) 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 شده‌اند).

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 شده‌اند) 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 شده‌اند).

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			
۹۴	۹۵	۹۴	۱۱۱	۱۱۲	تعداد	آموزش
%۸۳.۹۳	%۸۴.۸۲	%۸۳.۹۳	%۹۹.۱۱	-	درصد	
۲۳	۲۵	۲۵	۲۷	۳۰	تعداد	آزمایش
%۷۶.۶۷	%۸۳.۳۳	%۸۳.۳۳	%۹۰.۰۰	-	درصد	
۱۱۷	۱۲۰	۱۱۹	۱۳۸	۱۴۲	تعداد	کل
%۸۲.۳۹	%۸۴.۵۱	%۸۳.۸۰	%۹۷.۱۸	-	درصد	

نگاره ۸. خطای نوع اول و دوم الگوها

MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LINN	BPNN	داده‌ها / الگوها		
				α	تعداد	
۱۰	۱۰	۱۰	۰	α	تعداد	آموزش
۸	۷	۸	۱	β	تعداد	
۱۸	۱۷	۱۸	۱	کل		
%۸.۹۳	%۸.۹۳	%۸.۹۳	۰	α	درصد	
%۷.۱۴	%۶.۲۵	%۷.۱۴	%۰.۸۹	β	درصد	
%۱۶.۰۷	%۱۵.۱۸	%۱۶.۰۷	%۰.۸۹	کل		
۲	۲	۲	۰	α	تعداد	آزمایش
۵	۳	۳	۳	β	تعداد	
۷	۵	۵	۳	کل		
%۶.۶۷	%۶.۶۷	%۶.۶۷	%۰	α	درصد	
%۱۶.۶۷	%۱۰	%۱۰	%۱۰	β	درصد	
%۲۳.۳۳	%۱۶.۶۷	%۱۶.۶۷	%۱۰	کل		
۱۲	۱۲	۱۲	۰	α	تعداد	کل
۱۳	۱۰	۱۱	۴	β	تعداد	
۲۵	۲۲	۲۳	۴	کل		
%۸.۴۵	%۸.۴۵	%۸.۴۵	%۰	α	درصد	
%۹.۱۵	%۷.۰۴	%۷.۷۵	%۲.۸۲	β	درصد	
%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	BPNN
1	آذرباب	82	1	1	1	1	1
2	آزمایش	79	1	1	1	1	1
3	ابزار مهدی	84	1	1	1	1	1
4	اشناد ایران	78	1	1	1	1	1
5	اشناد موتور	79	1	1	1	1	1
6	ایران پولین	79	1	1	1	1	1
7	ایران پویا	81	1	1	1	1	1
8	بافت آزادی	77	1	1	1	1	1
9	بسته بندی ایران	84	1	1	1	1	1
10	بلبینگ ایران	81	1	1	1	1	1
11	بنیان دیزل	85	1	1	1	1	1
12	بین محصولات پارس	80	1	1	1	1	1
13	پارسیلون	81	1	1	0	0	0
14	پریت	83	1	1	1	1	1
15	پلی اکریل ایران	86	1	1	1	1	1
16	تامین مدارس آسیا	79	1	1	0	0	0
17	تولید دارو	82	1	1	1	1	1
18	تولیدی بهمن	79	1	1	0	0	0
19	تولیدی تیم	81	1	1	1	1	1
20	چین چین	84	1	1	1	1	1
21	چینی البرز	81	1	1	1	1	1
22	روغن نباتی پارس	83	1	1	1	1	1
23	روغن نباتی جهان	84	1	1	1	1	1
24	ریسمان ریسی سمنان	78	1	1	1	1	1
25	ریسندگی کاشان	77	1	1	0	0	0
26	سر اعتبار ایران	80	1	1	1	1	1
27	شوکو پارس	83	1	1	1	1	1
28	شهراب	84	1	1	1	1	1
29	شیرین دارو	84	1	1	1	1	1
30	صنایع بسته بندی فلزی	83	1	1	1	1	1
31	صنایع مخابرات	84	1	1	1	1	1
32	صنعتی دریایی	87	1	1	1	1	1

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 سعیدی	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	تاب	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	آذریت	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

ردیف	نام شرکت	سال	وضعیت واقعی	خروجی الگو بر اساس		
				MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN
67	پلاستیک شاهین	77	0	0	0	0
68	تامین ماسه	77	0	0	0	0
69	تجهیزات سدید	84	0	0	0	0
70	تولی پرس	79	0	0	0	0
71	تهران دارو	78	0	1	1	0
72	جوش و اکسیژن	80	0	1	0	0
73	چینی ایران	77	0	0	0	0
74	حمل و نقل پتروشیمی	84	0	1	0	0
75	داده پردازی ایران	81	0	0	0	0
76	دارو اکسیر	86	0	0	0	0
77	دارو امین	79	0	0	0	0
78	دارو زهراوی	82	0	0	0	0
79	دارو سازی کوثر	81	0	0	1	0
80	دشت مرغاب	80	0	1	1	0
81	رنگین	78	0	0	0	0
82	زامیاد	79	0	0	0	0
83	سایا آذین	84	0	0	0	0
84	سایا دیزل	84	0	0	0	0
85	سایا شیشه	85	0	1	1	0
86	سپنتا	84	0	1	1	0
87	سر سامان گستر	84	0	0	0	0
88	سیمان ایلام	83	0	0	0	0
89	سیمان تهران	80	0	0	0	0
90	سیمان سپاهان	78	0	0	0	0
91	سیمان قائن	78	0	0	0	0
92	شیرین دارویی رازی	85	0	0	0	0
93	صنایع ریخته گری	82	0	0	0	0
94	صنعتی بارز	80	0	1	1	0
95	صنعتی سپاهان	81	0	0	0	0
96	فرآورده نسوز ایران	79	0	0	0	0
97	فرآورده نسوز آذر	83	0	0	0	0
98	فنر سازی خاور	78	0	0	0	0
99	فولاد امیر کبیر	84	0	1	1	0
100	کاشی اصفهان	81	0	0	0	0

پروسی توانمندی الگوهای پیش بینی کننده بحران مالی ...

ردیف	نام شرکت	سال	وضعیت واقعی	خروجی الگو بر اساس		
				MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN
101	کنتور سازی ایران	82	0	1	1	0
102	گروه صنعتی سدید	79	0	0	0	0
103	گلناش	82	0	0	0	0
104	لاستیک سهند	79	0	0	0	0
105	لامپ پارس شهاب	82	0	0	0	0
106	لینیات پاک	84	0	0	0	0
107	لوله و ماشین سازی	86	0	1	1	0
108	لیزیگ صنعت و معدن	85	0	1	1	0
109	مارگاین	82	0	0	0	0
110	ماشین سازی اراک	80	0	1	1	0
111	مینا(نیروگاهی ایران)	86	0	0	0	0
112	مس باهنر	80	0	0	0	0
113	آبگینه	78	0	0	0	0
114	ایران مریوس	86	0	0	0	0
115	پتروشیمی آبادان	78	0	0	0	0
116	پتروشیمی اصفهان	78	0	0	0	0
117	ناید واتر		0	0	0	0
118	توسعه صنایع بهشهر	80	0	0	0	0
119	سر پتروشیمی	85	0	0	0	0
120	تهران شیمی	77	0	0	0	0
121	چرخشگر	77	0	1	1	0
122	قطعات اتومبیل	77	0	0	0	0
123	قند تربت جام	78	0	0	0	0
124	شیشه همدان	86	0	0	0	0
125	دارو لقمان	87	0	1	1	0
126	دارو رازک	84	0	0	0	0
127	خاک چینی ایران	81	0	0	0	0
128	ایران افرم	78	1	1	1	0
129	پارس متال	83	1	1	1	1
130	درخشان یزد	80	1	1	1	1
131	درخشان کاشان	80	1	1	1	1
132	رسیندگی پاکریس	78	1	0	0	1
133	ساسان	84	1	1	1	1
134	سولیران	82	1	1	1	1

ردیف	نام شرکت	سال	وضعیت واقعی	خروجی الگو بر اساس		
				MDA	SDA+GA+NON-LIN	SDA+GA+LIN
135	کابل سازی ایران	85	1	1	1	1
136	کارتن مشهد	84	1	1	1	1
137	کمپرسور ایران	85	1	1	1	1
138	گرده یافت یزد	79	1	1	1	1
139	معادن بافق	81	1	1	1	1
140	ملی سرب و روی	81	1	0	0	1
141	نساجی پایکان	80	1	0	0	0
142	صنایع فلزی	78	1	1	1	0

فهرست منابع

- (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) کمیجانی 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) مهرانی 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), Discriiption, 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'sbankruptcy prediction model. Journal of Busines 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