

پیش بینی ورشکستگی شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و مقایسه دو روش با هم

قدرت اله طالب نیا

دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

ابوذر خوشدل گفشه¹

کارشناس ارشد حسابداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بندرعباس

چکیده

ورشکستگی شرکت ها معمولاً بر نقدینگی بازار سرمایه و توسعه اقتصاد موثر است. در زمان ورشکستگی، بانک ها معمولاً اعتباردهی به شرکت های ورشکسته را کاهش داده و در ازای وامی که به شرکت ها می دهند، بهره بالاتری را بر ای جبران ریسک اضافه درخواست می کنند. لذا مؤسسات سرمایه گذار ی خرید سهام را کاهش داده و بیشتر به سراغ سرمایه گذاری و خرید اوراق قرضه بانک ها یا بازارهای مشابه آن اقدام می کنند. با توجه به این که ورشکستگی شرکت ها هزینه های سنگینی را در پی دارد، می توان قبل از اینکه شرکتی به مرحله ورشکستگی برسد، وضعیتش را از لحاظ ورشکستگی مشخص نمود و تدابیری اتخاذ نمود تا شرکت از ورشکستگی رهایی یابد. هدف این پژوهش، پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و مقایسه دو روش با هم می باشد.

نتایج مدل ها نشان داد که از متغیرهای مورد استفاده در این مدل های شبکه های عصبی، رگرسیون و الگوریتم ژنتیک سه متغیر نسبت جاری، سرمایه در گردش به کل دارایی ها و سود قبل از بهره و مالیات به کل دارایی ها بر اساس اطلاعات دسترس در نمونه، نسبت عکس با ورشکستگی شرکت ها داشته است. نتایج این تحقیق ضمن اینکه نشان داد شبکه های عصبی در پیش بینی ورشکستگی شرکت ها از دقت بالایی برخوردار است، مشخص نمود که با استفاده از نتایج این پژوهش و مدل های ارائه شده در این پژوهش، به عنوان اولین گام، می توان از مبتلا شدن شرکت ها به بحران مالی و ورشکستگی و همچنین پیامدهای آن، به طور مناسبی جلوگیری کرد. البته پس از پیش بینی می - بایستی به ریشه یابی مساله و ردیابی علل پرداخته شود.

واژه های کلیدی: پیش بینی ورشکستگی، شبکه های عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک

مقدمه

بررسی رابطه حجم معاملات، نوسانات و بازده سهام از موضوعاتی است که از سال 1959 تاکنون مورد توجه شدید محققان مالی و اقتصادی قرار داشته است. اهمیت این رابطه به گونه ای است که در وال استریت ضرب المثل هایی درباره ارتباط حجم معاملات و نوسانات قیمت و بازدهی سهام شکل گرفته است. بورس اوراق بهادار و بازار سرمایه در ایران بازار جوانی است، اما گاهی دیده شده است که بسیاری از مبادله گران جزء در بازار سرمایه از حرکات حجم معاملات و یا تغییرات قیمت برای تصمیمات آتی و کوتاه مدت خود چشم پوشی نمی کنند و تغییرات قیمت و حجم معاملات را ناشی از اخبار و اطلاعاتی می دانند که ممکن است به گوش

¹ نویسنده مسئول: kia.198059@gmail.com

آنها نرسیده باشد. در شرایط حاضر با توجه به توسعه بازارها در نقاط مختلف جهان و افزایش بنگاههای اقتصادی و در نتیجه رقابت تنگاتنگ بین فعالان در یک بازار و فعالان یک بازار با بازارهای دیگر در نقاط مختلف و رقابت اقتصادی کشورهای مختلف با یکدیگر در تسخیر سهم بیشتری از بازار باعث گردیده که گروهی در این میدان رقابت پیروز بوده و سهم حداکثری بازار را به خود اختصاص دهند و برخی دیگر به سهم کمتری قانع شوند و حتی برخی نیز در خطر سقوط و ورشکستگی قرار بگیرند. از طرفی با توجه به شرایط اقتصادی حاکم بر دنیا و رکود اقتصادی بوجود آمده در اکثر نقاط جهان نیز برخی از بنگاههای اقتصادی در آستانه رکود و زیان ده شدن و در نتیجه خطر ورشکستگی و تعطیلی قرار گرفته اند.

در چنین شرایطی لزوم بررسی وضعیت مالی جهت پیش بینی ورشکستگی شرکتها با حداکثر دقت از طرق مختلف پیش از پیش احساس می شود و این موضوع همانند زنگ هشدار خواهد بود که در هر لحظه بنگاه اقتصادی از نظر مالی در شرایط هشدار قرار بگیرد به صدا در خواهد آمد تا بموقع مدیران با چاره جویی و با کاربردن راهکارهای مناسب از موقعیت خطر رهایی یابند و بنگاه اقتصادی را از مهلکه سقوط و ورشکستگی برهانند.

پیش بینی ورشکستگی به طرق مختلف و با استفاده از روشهای محاسباتی و ابزارهای تحلیلی متعددی انجام می شود. از جمله این روشها استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی در مدل سازی پیش بینی ورشکستگی می باشد. عصب مصنوعی مدلی است که اجزاء آن شباهت مستقیمی به اجزاء عصب واقعی دارند. اولین بار مک کلولو و پیتر این مدل را مطرح کردند. یکی از روش های نوین دیگر در پیش بینی ورشکستگی روش الگوریتم ژنتیک می باشد. این روش دارای کارایی بالایی بوده و به دلیل نداشتن مفروضات محدود کننده موجود در روشهای آماری با استقبال زیادی مواجه شده اند.

شبکه عصبی مصنوعی الگویی برای پردازش اطلاعات می باشند که با تقلید از شبکه های عصبی بیولوژیکی مثل مغز انسان ساخته شده اند. عنصر کلیدی این الگو ساختار جدید سیستم پردازش اطلاعات آن می باشد و از تعداد زیادی عناصر (نرون) با ارتباطات قوی داخلی که هماهنگ با هم برای حل مسائل مخصوص کار می کنند تشکیل شده اند. شبکه های عصبی مصنوعی با پردازش روی داده های تجربی، دانش یا قانون نهفته در ورای داده ها را به ساختار شبکه منتقل می کند که به این عمل یادگیری می گویند. این پژوهش در پی آن است که با بکارگیری یک مدل شبکه عصبی و یک مدل الگوریتم ژنتیک، ضمن پیش بینی ورشکستگی شرکتهای بورس اوراق بهادار به این سوال پاسخ دهد که کدامیک از این روشها، مدل بهتری برای پیش بینی ورشکستگی ارائه می نمایند؟

پیشینه پژوهش

پورزمانی (1393)، طی تحقیق به بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک خطی و غیر خطی در بهبود قدرت پیش بینی سودآوری شرکت ها پرداخت. هدف این تحقیق بررسی قدرت پیش بینی سودآوری آینده شرکت ها با استفاده از مدل های الگوریتم ژنتیک خطی و الگوریتم ژنتیک غیرخطی است جهت بالا بردن توان تصمیم گیری استفاده کنندگان صورتهای مالی در پیش بینی سودآوری آینده شرکت ها می باشد. سپس با توجه به نتایج بدست آمده، الگوها با یکدیگر مقایسه و بهترین الگو استخراج شده است. بر اساس اطلاعات و آمارهای در دسترس شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در طی دوره 1371-1391، از 23 نسبت مالی برتر، به عنوان متغیر مستقل استفاده شد. نتایج آزمون نشان می دهد دقت پیش بینی الگوریتم ژنتیک غیرخطی 90.04 درصد بیشتر از الگوریتم ژنتیک خطی 87.14 درصد است.

فدایی نژاد و اسکندری، (1390)، به بررسی طراحی و تبیین مدل پیش بینی ورشکستگی شرکت ها در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. نتیجه نشان داد که استفاده از الگوریتم ژنتیک در افزایش دقت پیش بینی ورشکستگی موثر است اما مقایسه مدل های الگوریتم ژنتیک و بهینه سازی تجمعی ذرات نشان داد که از نظر آماری نمی توان اثبات نمود که یکی از این روش ها بر دیگری برتری دارد. همچنین نتایج نشان دهنده این بود که استفاده از داده های بازار برای پیش بینی ورشکستگی موثرتر از استفاده از نسبت های مالی و یا استفاده همزمان از داده های بازار و نسبت های مالی است. همچنین نتایج نشان داد مدلی که از داده های بازار استفاده کرده و از طریق الگوریتم بهینه سازی تجمعی ذرات آموزش ببیند می تواند تا 92.6 درصد ورشکستگی شرکت ها را به درستی پیش بینی نماید.

فیروزیان و همکاران (1390)، به بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک در پیش بینی ورشکستگی و مقایسه آن با مدل Z آلتمن در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. متغیرهای نهایی مورد استفاده در مدل الگوریتم ژنتیک و مدل Z آلتمن 5 متغیر است که شامل نسبت های مالی است. در نهایت نتایج این 2 مدل با هم مقایسه شده است. مدل الگوریتم ژنتیک توانست به طور میانگین در یک سال و دو سال قبل از سال مبنای ترتیب دقتی معادل 90 و 91.5 درصد داشته باشد و مدل آلتمن دقتی معادل 83.32 و 83.32 درصد دارد. با توجه به نتایج مدل الگوریتم ژنتیک دقت بیشتری پیش بینی ورشکستگی دارد؛ در نتیجه ابزار مناسبتری برای پیش بینی محسوب می شود.

پاتریک (1931) روند 13 نسبت مالی را برای حدود 20 شرکت ورشکسته و 20 شرکت غیر ورشکسته در یک دوره 9 ساله بررسی کرد. پاتریک به این نتیجه رسید که تمامی نسبت های به کار گرفته شده تا حدی می توانند ورشکستگی را پیش بینی کنند ولی از بین آن ها نسبت های سود خالص به ارزش ویژه، ارزش ویژه به بدهی و ارزش ویژه به دارایی های ثابت، بهترین نسبت های مالی برای پیش بینی ورشکستگی هستند.

مروین (1942) نسبت های مالی را برای شرکت های ورشکسته و غیرورشکسته در یک دوره شش ساله بررسی کرد. او اظهار کرد که سه نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی ها، ارزش ویژه به کل بدهی ها و نسبت جاری، پیش بینی کنندگان خوبی برای ورشکستگی هستند. مروین به این نتیجه رسید که از بین این نسبت ها، نسبت سرمایه در گردش به کل دارایی ها بهترین شاخص برای پیش بینی ورشکستگی به شمار می رود.

فولمر و همکارانش (1984) 30 شرکت ورشکسته و غیرورشکسته کوچک با بدهی هایی کمتر از 10 میلیون دلار را مورد بررسی قرار دادند. این شرکت ها از صنایع خرده فروشی، خدماتی و تولیدی تشکیل شده بودند. در این مطالعه از 9 متغیر استفاده شد. مدل ارائه شده دارای 98 درصد دقت در پیش بینی در سال مورد نظر و 81 درصد دقت در پیش بینی در یک و دو سال قبل از ورشکستگی بود.

گریس و اینگرام (2001) مطالعه ای بر روی مدل اولیه Z-Score آلتمن (مدل سال 1968) انجام دادند تا با توجه به اینکه از این مدل امروزه برای ارزیابی سلامت مالی شرکت ها استفاده می شود. تعیین کنند آیا این مدل هنوز هم به صورت مؤثر و کارا عمل می کند یا خیر. نتایج مطالعه این محققان نشان داد که دقت پیش بینی مدل آلتمن بطور قابل توجهی (از 83/5 درصد به 57/8 درصد) کاهش یافته است. این امر بیانگر این است که نسبت های مالی و مدل های ورشکستگی تحت تأثیر عامل زمان قرار دارند و با گذشت زمان ضرایب مدل ها باید بار دیگر مورد تجدید نظر قرار گیرند.

مبانی نظری و فرضیه‌های پژوهش

با گسترش روزافزون شرکتهای سهامی و متنوع شدن ساختار سرمایه آنها از یکسو و پدیدار شدن بحرانهای مالی شدید در ابعاد کلان و خرد اقتصادی از سوی دیگر، مالکان و ذینفعان مختلف بنگاهها بدنبال ایجاد پوشش و سپری برای مصون کردن خود در مقابل اینگونه مخاطرات بوده‌اند و این موضوع آنها را به استفاده از ابزارها و مدل‌های پیش‌بینی‌کننده برای ارزیابی توان مالی شرکتهای حساس و آگاه نموده است. هدف این پژوهش، نخست مقایسه دو الگوی پیش‌بینی‌ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از رویکر شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک متناسب با شرایط محیطی ایران و دوم ارائه مدل آماری مناسب جهت پیش‌بینی نسبتاً دقیق ورشکستگی شرکت‌ها در یک، دو و سه سال قبل از رویداد بحران مالی شرکت‌ها می‌باشد، تا بتوان با استفاده از مدل مزبور وضعیت مالی شرکت‌ها و همچنین موضوع تداوم فعالیت آنها را بررسی و موجب ارتقاء کیفی تصمیم‌گیری سهامداران و ذینفعان مربوطه گردید.

رفع ناآگاهی از آینده از اصلی‌ترین دغدغه‌های خاطر انسان در طول تاریخ بوده است. آدمی همیشه به دنبال آن بوده که از آینده خود آگاه شده و آن را به نحوی که خود می‌خواهد سازمان دهد. در ابتدا چون توان پیش‌بینی صحیح و قابل اطمینان فراهم نبود، انسان متوسل به نیروهای فراطبیعی شد و آنگاه که توانایی عقلایی بیشتری پیدا کرد، درصدد استفاده از این توانایی برآمد و چون علم امکاناتی برای پیش‌بینی‌های او فراهم آورد، از این دستاورد بهره جست. پس از دستیابی به توانایی‌های علمی پیش‌بینی، استفاده بهتر از این پیش‌بینی‌ها و تکمیل این توانایی را وجهه همت خود ساخت و با آینده‌نگری و کشف ویژگی‌های مختص آینده امکان برنامه‌ریزی برای آینده و تصمیم‌گیری را فراهم نمود.

دانش حسابداری نیز تهیه اطلاعات سودمند برای تصمیم‌گیری اقتصادی را هدف اصلی خود قرار داده است و با تاکید بر خصوصیت «مربوط بودن»، به عنوان شاخص اولیه در گزارشگری مالی و ارائه مبانی نظری حسابداری و تامین اطلاعات کیفی و کمی قابل اعتماد، تحلیلگران مالی و سایر استفاده‌کنندگان را در پیش‌بینی وضعیت اقتصادی و مالی آتی شرکت‌ها یاری نموده است

علاوه بر ویژگی‌های درونی سازمان که شامل محرک‌های کمی و کیفی خاص یک واحد اقتصادی می‌باشد، ویژگی‌های خاص کشورها همچون استانداردهای حسابداری و چارچوب‌های قانون‌گذاری (مانند نحوه توسعه قانونی و ساختاری بازارهای مالی و سرمایه) و شرایط اقتصاد کلان، تأثیرگذار بوده و بدون توجه به این اختلافات نمی‌توان مدلی کارا برای پیش‌بینی وضع مالی شرکت‌ها ساخت.

در 40 سال اخیر موضوع «پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها» به عنوان یکی از موضوعات عمده پژوهشی در ادبیات فاینانس تبدیل شده است. تحقیقات آکادمیک زیادی تلاش کردند بر اساس اطلاعات موجود و تکنیک‌های آماری، بهترین مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی را کشف کنند و نه تنها در کشورهای توسعه یافته بلکه در کشورهای در حال توسعه پژوهشگران به منظور ساخت مدل‌های جدید، تلاش‌های زیادی نموده و مدل‌های پیش‌بینی متعددی نیز با توجه به محیط‌های اقتصادی و مالی مختلف، ارائه داده‌اند.

تحقیقات بسیاری در زمینه پیش‌بینی بحران مالی با استفاده از نسبت‌های مالی و الگوهای آماری مختلف انجام شده است. نخستین تحقیقاتی که منجر به ایجاد الگویی برای پیش‌بینی ورشکستگی گردید، تحقیقات ویلیام بیور در سال 1966 بود. وی طی تحقیقات خود به این نتیجه رسید که ارزش و اعتبار هر نسبت، معطوف به درجه موفقیت آن نسبت برای طبقه‌بندی یک شرکت در طبقات شرکت

های ورشکسته و یا غیرورشکسته است و میزان خطای طبقه‌بندی کمتر در این خصوص، مبین ارزش یا اعتبار بالاتر آن نسبت است. از دیدگاه نظریه‌های کلان اقتصادی میزان پیشرفت اقتصادی جامعه با میزان سرمایه‌گذاری انجام شده در آن رابطه‌ای همسو و متناسب دارد. حال اگر این سرمایه‌گذاری در فرصت‌های مناسب سرمایه‌گذاری نشوند یا به نحوی از آنها استفاده شود که کارایی لازم را نداشته باشند، باعث لطمه به اقتصاد ملی خواهد شد (رایس، 1995). یکی از راه‌های کمک به سرمایه‌گذاران ارایه الگوهای پیش‌بینی درباره وضعیت مالی شرکت‌ها است. هرچه پیش‌بینی‌ها به واقعیت نزدیک‌تر باشد، مبنای تصمیمات صحیح‌تری قرار خواهند گرفت. الگوهای پیش‌بینی ورشکستگی یکی از ابزارهای برآورد وضعیت آینده شرکت‌ها است. سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان تمایل زیادی برای پیش‌بینی ورشکستگی بنگاه‌ها دارند، زیرا در صورت ورشکستگی هزینه‌های زیادی به آن‌ها تحمیل می‌شود. هر کدام از این الگوها نقاط قوت و ضعف خاص خود را دارند (آدن و دیگران، 2002). گزینش یک الگو برای سرمایه‌گذاران مالی و متناسب با نیازهای آنها و شرایط محیطی امری پیچیده است.

مطالعات اخیر در زمینه‌ی شبکه‌های عصبی مصنوعی (ANN) نشان می‌دهد که ANN ها به علت ویژگی‌های غیر خطی و ناپارامتریک که دارند، ابزار قدرتمندی برای شناسایی و پیش‌بینی هستند. استفاده از مدل‌های ANN در پیش‌بینی برخی از متغیرها موجب شد که اقتصاددانان به این روش توجه کنند و از آن برای حل برخی از مشکلات پولی و مالی، از جمله پیش‌بینی ورشکستگی استفاده نمایند (لی و دیگران، 1996).

برای تشریح اثر نرخ سودهای بانکی بر جذب سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار، مطابق با مطالب پیش‌گفته از فرضیه‌های زیر استفاده می‌نماییم:

الگوی ارائه شده توسط روش شبکه‌های عصبی مصنوعی، برای پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران نسبت به روش الگوریتم ژنتیک کاربرد بیشتری دارد.

روش پژوهش

در تحقیق حاضر با استفاده از رویکردی پس‌رویدادی به دنبال بررسی اثر پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و مقایسه دو روش با هم در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار هستیم. برای تعیین وجود اختلاف معنی‌دار در بکارگیری نرخ‌های متغیرهای اثرگذار بر پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و مقایسه دو روش با هم در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار در سال‌های 81 الی 90 در بورس اوراق بهادار از آزمون میانگین‌ها و با توجه به نوع رابطه مورد آزمون در این تحقیق (علی - معلولی) از تجزیه و تحلیل شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک به منظور تعیین میزان اثرگذاری متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته استفاده گردیده است. مراحل اجرای تحقیق به شرح ذیل است:

Ø ابتدا شرکت‌های نمونه با توجه به شرایط مشخص شده برای نمونه انتخاب گردیده و سپس داده‌های مورد نیاز برای اجرای

مدل‌های مورد نظر برای آزمون فرضیه‌های تحقیق با مراجعه به منابع اطلاعاتی مربوطه جمع‌آوری گردد.

Ø سپس معیارهای مورد نیاز برای آزمون فرضیه‌های تحقیق با استفاده از داده‌های گردآوری شده بر اساس روش‌ها و

فرمول‌های معرفی شده برای هر یک از آن‌ها، محاسبه می‌شوند.

Ø در مرحله بعدی پارامترهای مدل با استفاده از تجزیه و تحلیل شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک چندگانه برآورد می شوند.

Ø پس از برازش مدل های مورد آزمون، نتایج به دست آمده با نتایج مورد انتظار مقایسه شده و بر اساس آن وضعیت رد یا تایید فرضیه های تحقیق حسب مورد مشخص می گردد.

Ø در پایان علت رد یا تایید فرضیه ها مورد واکاوی قرار گرفته و پس از نتیجه گیری پیشنهادات مقتضی برای استفاده کنندگان از این تحقیق و همچنین برای تحقیقات آتی ارائه خواهد گردید.

متغیرهای پژوهش شامل متغیر وابسته، متغیر مستقل می باشد که در ادامه به توضیح آن ها می پردازیم:

متغیرهای تحقیق

الف - متغیرهای مستقل:

متغیرهای مستقل مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از:

- بازده قیمت تک تک شرکتهای
- حجم معاملات شرکتهای به صورت روزانه
- حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه

ب - متغیر وابسته:

شاخص کل بازار بورس به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده است.

مدل شبکه مصنوعی

در این تحقیق، متغیرهای ورودی شامل: نسبت های مالی شرکت ها خواهد بود. اطلاعات ماهانه مربوط به متغیرها برای یک دوره 10 ساله از فروردین 81 لغایت اسفند 90 جمع آوری خواهد شد.

مدل شبکه عصبی مورد استفاده در این تحقیق یک مدل شبکه عصبی پیشرو با ساختار پیشنهادی $p \times q \times 1$ خواهد بود؛ که در آن p ، تعداد ورودی ها (در این تحقیق 5 ورودی)، q ، تعداد نرونها در لایه میانی (در این تحقیق 15 نرون) و یک خروجی خواهد بود.

در این مدل هر نرون توسط یک مجموع وزنی از ورودی ها را نشان می دهد. ورودی نرون پنهان از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$net_j = \sum_{i=1}^p w_{ij} \cdot x_{ij} + \theta_j$$

خروجی نرون پنهان از فرمول زیر برآورد می گردد:

$$L_j(net_j) = L_j \left(\sum_{i=1}^p w_{ij} \cdot x_{ij} + \theta_j \right)$$

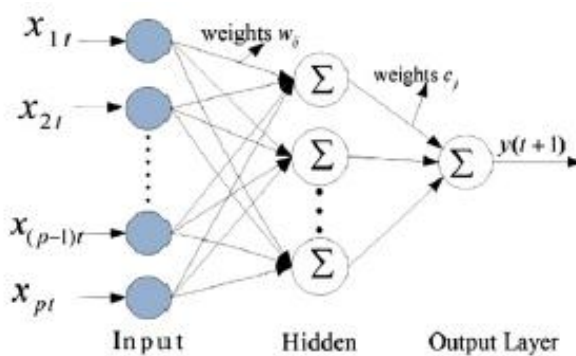
خروجی شبکه بوسیله مجموع وزنی دیگری از خروجی های نرون در لایه پنهان محاسبه می شود. خروجی شبکه عصبی بوسیله فرمول زیر محاسبه می شود:

$$y_{t+1} = \sum_{j=0}^q c_j \cdot L_j \left(\sum_{i=1}^p w_{ij} \cdot x_{ij} + \theta_j \right)$$

که در آن w_{ij} وزنی است که گره i در لایه ورودی نرون ها را به گره j در لایه پنهان وصل می کند. c_j نیز وزنی است که گره j در نرون های لایه پنهان را به گره نرونها لایه خروجی وصل می کند.

شکل کلی مدل را می توان به صورت زیر نشان داد:

شکل (1-4) لایه های شبکه های عصبی



مدل الگوریتم ژنتیک

فرآیند انتخاب متغیرهای مدل الگوریتم ژنتیک به شرح زیر است:

طی سه مرحله فرآیند انتخاب متغیرهای پیش بینی را در مدل الگوریتم ژنتیک به کار می بریم. در اولین مرحله با بررسی ادبیات پیش بینی ورشکستگی تعداد 40 متغیر از بین 60 متغیر (نسبت مالی) به عنوان متغیرهای پیش بینی کننده انتخاب می شوند. این نسبتهای مالی براساس مطلوبیت در ادبیات انتخاب می شوند. در مرحله دوم، 25 متغیر از 40 متغیر بر اساس دسترسی به داده های ضروری انتخاب می شوند.

متغیرهای بکار رفته در الگوریتم ژنتیک

1	لگاریتم کل دارایی ها	2	دارایی های جاری / بدهی های جاری
3	وجه نقد / بدهی های جاری	4	(وجه نقد + سرمایه گذاری کوتاه مدت) / بدهی های جاری
5	دارایی های آنی / بدهی های جاری	6	دارایی های آنی / کل دارایی ها

7	سرمایه در گردش / کل دارایی ها	8	وجه نقد / کل دارایی ها
9	سرمایه در گردش / کل دارایی ها	10	فروش / حسابهای دریافتی
11	سود عملیاتی / فروش	12	سود خالص / فروش
13	فروش / دارایی های جاری	14	فروش / کل دارایی ها
15	فروش / دارایی های ثابت	16	سود عملیاتی / کل دارایی ها
17	سود قبل از کسر مالیات / کل دارایی ها	18	سود خالص / کل دارایی ها
19	سود خالص / حقوق صاحبان سهام	20	سود قبل از بهره و مالیات / هزینه بهره
21	سود انباشته / کل دارایی ها	22	بدهی ها / حقوق صاحبان سهام
23	کل بدهی ها / کل دارایی ها	24	حقوق صاحبان سهام / کل دارایی ها
25	ارزش دفتر حقوق صاحبان سهام / ارزش دفتر کل بدهی ها		

که در مرحله سوم با اجرای الگوریتم ژنتیک پنج متغیر به عنوان متغیر نهایی انتخاب می شوند که عبارتند از:

1- نسبت دارایی های جاری به بدهی های جاری (X_2)

2- نسبت وجه نقد / بدهی های جاری (X_3)

3- نسبت دارایی های جاری - موجودی کالا / بدهی های جاری (X_3)

4- نسبت فروش خالص / کل دارایی ها (X_{14}) - 5- نسبت سود خالص / کل دارایی ها (X_{18})

در صورتی که: $X_{14} < 0.685$ ، $X_{18} < 0.17$ ، $X_5 < 0.697$ ، $X_3 < 0.847$ ، $X_2 < 1.28$ باشد، شرکت ورشکسته است و در غیر اینصورت شرکت غیر ورشکسته خواهد بود.

جامعه و نمونه آماری و دوره زمانی پژوهش

جامعه آماری این تحقیق، شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای سال های مالی 1381 تا 1390، است. در این تحقیق برای برآورد حجم نمونه و نمونه گیری از روش حذفی هدفمند استفاده شده است؛ به بیان دیگر آن دسته از شرکت های جامعه آماری، که شرایط زیر را دارا بودند به عنوان نمونه آماری انتخاب و بقیه حذف شده اند:

شرکت ها در طول سال مالی تداوم فعالیت داشته باشند.

1. سال مالی آن ها به پایان اسفندماه منتهی باشد.

2. شرکت ها جزء شرکت های سرمایه گذاری و واسطه گری مالی نباشند.

3. اطلاعات مورد نیاز تحقیق شرکت ها در دسترس باشد.

تعداد 50 شرکت به عنوان نمونه آماری انتخاب شدند که اطلاعات این شرکت ها از سازمان بورس اوراق بهادار تهران، سایت بورس اوراق بهادار تهران، روزنامه اقتصاد و نرم افزار ره آورد نوین و تدبیر پرداز، جمع آوری شده است.

یافته‌های پژوهش

نگاره (1) ضرایب معنی داری متغیرها

beta	P-value	t- student	S _e
1.026	0.309	3.320	0.283
0.108	0.024	4.510	0.298
0.232	0.042	5.523	1.236
0.312	0.045	6.931	1.658

همانطور که از جدول فوق ملاحظه می‌گردد مقدار آماره t در سطح اطمینان 95 درصد (در سطح خطای 5 درصد)، تمامی مقادیر P-Value بجز P-Value مربوط به مقدار ثابت مدل (عرض از مبدا مدل) همگی از 0/05 کمتر می‌باشند، بنابراین فرض تساوی ضرایب رگرسیون با مقدار صفر رد می‌شود و نیازی به خارج نمودن آن‌ها از معادله رگرسیون نمی‌باشد. پس از بررسی معناداری متغیرها، اعتبار مدل یا نسبت صحت پیش‌بینی مدل، بدست آمد. اعتبار نهایی استفاده از رگرسیون خطی با 3 متغیر معنی‌دار، 68% برای داده‌های آموزش بدست آمد و پس از نهایی شدن مدل با استفاده از سه متغیر معنی‌دار، داده‌های 5 شرکت آزمایش، وارد مدل گردید تا شاخص کل بازار بورس با این دسته از داده‌ها پیش‌بینی شود. پس از پیش‌بینی احتمال شاخص کل بازار بورس، مقایسه‌ای میان پاسخ‌های بدست آمده از مدل با واقعیت صورت پذیرفت که این مقایسه موید اعتبار 64% برای مدل رگرسیون خطی است. این نتایج در جدول زیر نشان داده شده‌اند.

نگاره (2) مقایسه اعتبار مدل رگرسیون خطی با 3 متغیر معنی‌دار

اعتبار مدل‌های طراحی شده با استفاده از 3 متغیر معنادار	
اعتبار مدل رگرسیون خطی برای داده‌های آموزش	68%
اعتبار مدل رگرسیون خطی برای داده‌های آزمایش	64%

پس از بدست آمدن 3 متغیر معنی‌دار، شبکه عصبی بهینه با استفاده از این متغیرها آموزش دید. در ابتدا یادگیری در داده‌های آموزش انجام پذیرفت و پس از بدست آمدن شبکه بهینه پیش‌بینی برای داده‌های آزمایش انجام گرفت. برای شبکه عصبی بهینه در این روش اعتبار 73% برای داده‌های آموزش و 58% برای داده‌های آزمایش حاصل گردید. نتیجه این مدل‌سازی به شرح جدول زیر است.

نگاره (3) نتایج حاصل از شبکه عصبی با استفاده از 3 متغیر

اعتبار شبکه عصبی در داده‌های آموزش	73%
اعتبار شبکه عصبی در داده‌های آزمایش	58%
اعتبار رگرسیون خطی در تخمین داده‌های آموزش	68%
اعتبار رگرسیون خطی در پیش‌بینی داده‌های آزمایش	64%
ضرایب بتا در رگرسیون خطی	1.026
X ₁	0.108
X ₂	0.232

X_3	0.312
-------	-------

نگاره (4) نتایج حاصل از شبکه عصبی با استفاده از لایه های ورودی در متغیرها

ضرایب برازش شده شبکه عصبی در لایه ورودی

X_1	X_2	X_3
1.009	1.345	0.578
7.213	1.764	2.012

ضرایب برازش شده شبکه عصبی در لایه پنهان اول

	Ner1	Ner2
Ner1	8.654575	8.00098
Ner2	12.43654	-7.93271
Ner3	4.765454	5.009586
Ner4	-7.86542	9.261094
Ner5	11.93654	7.26595
Ner6	3.763429	7.87645
Ner7	8.654078	5.09876
Ner8	-4.35474	-11.0009

نگاره (5) نتایج حاصل از شبکه عصبی با استفاده از لایه های ورودی برآزش شده در متغیرها

ضرایب برآزش شده شبکه عصبی در لایه پنهان دوم			
Ner1	Ner2	Ner3	Ner4
0.234864	0.867703	-1.78797	0.452764
Ner5	Ner6	Ner7	Ner8
-0.23828	0.238465	0.387206	0.234656

ضرایب برآزش شده شبکه عصبی در لایه پنهان دوم		
لایه اول	لایه دوم	خروجی
1.0922	-11.0962	7844.8
-2.12351	12.23414	
	-11.7622	
	4.500947	
	-6.35415	
	-9.72432	
	-3.32460	
	1.565455	

تفسیر نتایج حاصل از برآورد مدل

اعتبار بدست آمده از مدل شبکه عصبی پیش خور با 3 متغیر، برای داده های آموزش 73% و برای داده های آزمایش 58% بدست آمده است. این نتیجه نشان می دهد مدل طراحی شده دچار خطای بیش برآزشی نشده و به خوبی آموزش دیده است. اگر مدل دچار خطای بیش برآزشی می گردید، اعتبار آن برای داده های آموزش بسیار بالا و برای داده های آزمایش بسیار پائین بدست می آمد. اعتبار حاصل از شبکه ((LVQ) 64% است که کمتر از اعتبار بدست آمده از شبکه پیش خور می باشد. در جدول زیر اعتبار مدل برای دو حالت آموزش و آزمایش شبکه عصبی پیش خور آورده شده است.

نگاره (6) اعتبار مدل شبکه های عصبی با سه متغیر برای دو حالت داده های آموزش و آزمایش

اعتبار مدل شبکه های عصبی	
اعتبار مدل برای داده های آموزش	0.73
اعتبار مدل برای داده های آزمایش	0.58
(LVQ) اعتبار شبکه عصبی	0.64

با توجه به ضرایب جدول فوق، نتیجه گیری می شود که ارتباط شاخص کل بازار بورس با متغیرهای بازده قیمت، حجم معاملات مربوط به سهام شرکتها به صورت روزانه و حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه رابطه مستقیم می باشد.

نگاره (7) وزن متغیرها در مدل رگرسیون خطی با 3 متغیر

متغیرهای معنی دار در مدل خطی	وزن متغیرها در روش رگرسیون خطی
بازده قیمت	0.108
حجم معاملات مربوط به سهام شرکتها	0.232
حجم معاملات کل بازار	0.312

بر اساس نتایج بدست آمده از جدول فوق، حجم معاملات کل بازار بیشترین تاثیر را روی شاخص کل بازار بورس اوراق بهادار داشته است به طوری که با افزایش یک واحدی حجم معاملات کل بازار، به شاخص کل بازار بورس یک واحد افزوده می شود. پس از حجم معاملات کل بازار، حجم معاملات مربوط به سهام شرکتها به صورت روزانه و بازده قیمت به ترتیب با 0/11 و 0/23 بیشترین تاثیر را روی شاخص کل بازار بورس گذاشته اند.

الگوریتم ژنتیک

در این بخش، ابتدا لازم است شکل کلی کروموزومهای مورد استفاده در حل مدل پیشنهادی معرفی گردد:

$X_{11} \dots X_{94}$	$f_{11} \dots f_{94}$	$r_{11} \dots r_{94}$	$p_{11} \dots p_{94}$	$e_{11} \dots e_{99}$
X	F	R	P	E

از این ساختار اولیه، به دلیل شکل زنجیره ای (وابستگی) متغیرهای وضعیت X و همچنین نوع متغیرهای صفر و یک، این نوع متغیرهای از شکل اولیه برداشته می شود و در طی فرایند حل، مقدار آنها به صورت ضمنی محاسبه شده و در محل خودشان قرار داده می شوند؛ بنابراین شکل اصلاح شده کروموزوم هائی که بصورت مستقیم در حل مدل نقش دارند بشکل زیر خواهد بود:

f11 f12 f13 f14 f15 ... f91 f92 f93 f94
F

در شکل (2) نمودار کلی جریان الگوریتم ژنتیک نشان داده شده است. مطابق این شکل از عملگرهای تقاطعی، جهش و نوترکیب استفاده می شود.

از بین عوامل فوق، ساختار سیستم کدگذاری و شکل تابع برازش در مقایسه با سایر عوامل بحرانی تر هستند. طراحی الگوریتم ژنتیک در پنج مرحله توضیح داده می شود:

تولید جمعیت اولیه

با توجه به اینکه ساختار مدل ریاضی ارائه شده، از دو دسته متغیرهای پیوسته و عدد صحیح استفاده می کنند بنابر این طراحی سیستم کدگذاری در مساله مورد بحث از اهمیت خاصی برخوردار است. بنابر این اگر آرایه های مرکب (کروموزومها)، بصورت متغیرهای پیوسته و عدد صحیح تعریف شوند به دلیل اینکه مولفه های این آرایه ها بصورت تصادفی تولید شده و در محدودیتها آزمایش می شوند احتمال خیلی کمی وجود دارد که چنین آرایه هایی بتوانند در کلیه محدودیتهای فضای جواب مورد نظر صدق نمایند. به همین دلیل مولفه های صفر و یک آرایه ها را کنار گذاشته و فقط با متغیرهای پیوسته آرایه ها، عملیات مربوط به عملگرها انجام می شود. سپس با جایگذاری مقدار تصادفی مولفه های پیوسته هر آرایه، مقدار مولفه های صفر و یک هر عضو از جمعیت مشخص می شود. این عملیات با زیر برنامه ای تحت عنوان "اصلاح اعضای نسل انجام می شود.

آزمایش جمعیت تولید شده در محدودیتها مساله و اندازه گیری میزان نقض آنها

در طراحی الگوریتم ژنتیک یکی از مواردی که مهم است کنترل محدودیتها در فضای موجه است. بدین منظور در برخورد با کروموزومها غیر موجه در بعضی از محدودیتها از استراتژی اصلاحی و در سایر محدودیتها از استراتژی جریمه استفاده شده است. در نتیجه برای هر یک از اعضای نسل قدر مطلق انحرافها نسبت به فضای موجه محاسبه می شود. ϵ_1 قدر مطلق انحراف محدودیتها نسبت به حل X^1 ، ϵ_2 قدر مطلق انحراف محدودیتها نسبت به حل X^2 و به همین ترتیب ϵ_m قدر مطلق انحراف محدودیتها نسبت به حل X^m است.

$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3 + \dots + \epsilon_m$$

بنابر این تابع جریمه نقض محدودیتها، به صورت رابطه زیر تعریف می شود:

$$eval(e) = (C^* Gen)^a \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^m |e_j(x^i)|$$

Gen شمارنده تعداد نسل است.

جایگزینی بدترین حل با بهترین حل

در این مرحله با استفاده از روش سیمپلکس احتمالی در بدترین حل هر نسل را با بهترین حل آن نسل جایگزین می نمایم روابط زیر روش تولید نقطه جدید را بیان می کنند:

$$(X_p, \bar{X}, X_w)$$

$$X_p = \bar{X} + a(\bar{X} - X_w)$$

به ترتیب بدترین نقطه در نسل، متغیرهای فوق تولید می شود. میانگین جمعیت در نسل حاضر و نقطه جدید می باشد. متغیر تصادفی است که با استفاده از تابع توزیع مثلثی در بازه $[0, 2]$ در صورتی که مقدار برآزش، بدترین نقطه در نسل حاضر باشد در آن صورت از رابطه زیر استفاده می شود:

β متغیر تصادفی است که با استفاده از تابع توزیع مثلثی در بازه $[0, 1]$ تولید می شود. اگر هر عضو بردار حل به صورت زیر تعریف گردد:

$$X_p = \bar{X} - b(\bar{X} - X_W)$$

$$\tilde{x} = [\tilde{x}_{00}, \tilde{f}_{00}^R, \tilde{r}_{00}^R, \tilde{p}_{00}^R, \tilde{e}_{00}^R]^T$$

$$\tilde{x}_{00} = [x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, \dots, x_{91}, x_{92}, x_{93}, x_{94}]^T \in R^+$$

$$\tilde{f}_{00}^R = [f_{11}, f_{12}, f_{13}, f_{14}, \dots, f_{91}, f_{92}, f_{93}, f_{94}]^T \in R^+$$

$$\tilde{r}_{00}^R = [r_{11}, r_{12}, r_{13}, r_{14}, \dots, r_{91}, r_{92}, r_{93}, r_{94}]^T \in R^+$$

$$\tilde{p}_{00}^R = [p_{11}, p_{12}, p_{13}, p_{14}, \dots, p_{91}, p_{92}, p_{93}, p_{94}] \in R^+$$

$$\tilde{e}_{00}^R = [e_{11}, e_{12}, e_{13}, e_{14}, \dots, e_{91}, e_{92}, e_{93}, e_{94}] \in R^+$$

از بین پنج دسته بردارهای فرعی فوق، مقدار مولفه های 4 بردارهای فرعی آخر در بازه های تعیین شده بصورت تصادفی تولید می شوند. با توجه به شرایط اولیه حجم ترافیک و وابستگی متغیرهای وضعیت X_{jt} به شکل معادلات فوق، مقدار آنها بر اساس مقدار سایر متغیرهای تصمیم گیری به صورت ضمنی تولید می شود. پس از تولید جمعیت حاضر، بردارهای فرعی X و f به صورت رابطه زیر تفکیک می شوند:

$$\tilde{x}' = [\tilde{x}_{00}, \tilde{f}_{00}^R]^T$$

بر اساس روش سیمپلکس احتمالی، ابتدا بردار میانگین حلها محاسبه می شود. روش محاسبه بردار میانگین حلها، بدین ترتیب است که مولفه های متناظر کلیه اعضای جمعیت را در هر نسل با یکدیگر جمع نموده و به تعداد اعضای جمعیت تقسیم می کنیم. بنابراین مولفه های بردار میانگین عبارت است از:

$$\bar{x} = [\bar{x}_{11}, \dots, \bar{x}_{94}, \bar{f}_{11}^R, \dots, \bar{f}_{94}^R]^T$$

حال با توجه به مقدار مولفه های بردار حل در رابطه فوق بردار تابع زمان سفر از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$\bar{t}_{jt} = \frac{l_j}{\bar{v}_j} + a\bar{x}_{jt}$$

سپس مقدار $\bar{e}, \bar{p}, \bar{f}$ مولفه های زمان در محدودیتها جایگذاری می شود و مقدار غالب (اصلاحی) مولفه های بردار با زیر برنامه اصلاح اعضای نسل اطلاع شده و بجای مقادیر تصادفی قبلی کپی می گردد. با اجرای زیر برنامه اصلاح اعضای نسل، میزان نقض محدودیتها مرتبط با متغیرهای صفر و یک و معادلات وضعیت صفر می شود و نقض سایر محدودیتها محاسبه می شود. بنابر این با تنظیم های فوق، مولفه های پیوسته و گسسته نقطه جدید تولید شده و به جمعیت جاری اضافه می شود.

استفاده از عملگرهای نو ترکیب و تقاطعی در حین فرایند تکامل

در این مرحله، ابتدا بر اساس مقیاس بندی مناسب تابع برازش، میزان برازش هر یک از اعضای نسل جاری محاسبه می شود و متناسب با میزان برازش افراد، نسخه برداری از آنها در نسل جدید انجام می شود. همچنین با استفاده از عملگر حسابی، عملیات مربوط به عملگر تقاطعی انجام می شود. با فرض اینکه X_1 و X_2 دو بردار از کروموزوم ها باشند در آن صورت با استفاده از مولد اعداد تصادفی یکنواخت و دو بردار فعلی، می توان دو بردار جدید از کروموزوم ها را تولید کرد. اگر لاندای یک عدد تصادفی تولید شده در بازه $[0, 1]$ فرض شود دو نقطه جدید عبارت است از:

$$\bar{X}_1 = \bar{X}_2 + r_1 - r_2 \bar{X}_2$$

$$\bar{X}_2 = r_1 - r_2 \bar{X}_1 + \bar{X}_2$$

اجرای زیر برنامه جهش

عملگر جهش مورد استفاده در این تحقیق، عملگر جهش مبتنی بر جهت است. این نوع عملگر جهش اولین بار توسط جن و همکارانش پیشنهاد شد. در زیر برنامه جهش، ابتدا عضوی که دریافت شده است با استفاده از زیر برنامه اصلاح اعضای نسل، اصلاح می شود. سپس با انتخاب غیر تصادفی برای هر یک از مولفه های بردار فرعی f ، یک مقدار تصادفی بین صفر و 500 تولید و جایگزین می شود. پس از آن با زیر برنامه اصلاح اعضای نسل، عضو حاصل اصلاح می گردد. اگر نقض محدودیتها به ازای عضو حاصل، کمتر از عضو قبل از تغییر مقدار مولفه بردار f باشد، عضو حاصل را با عضو قبلی جایگزین می کنیم. در غیر اینصورت از جایگزین نمودن عضو حاصل صرف نظر نموده و تا اتمام مولفه های بردار f این عملیات تکرار می شود.

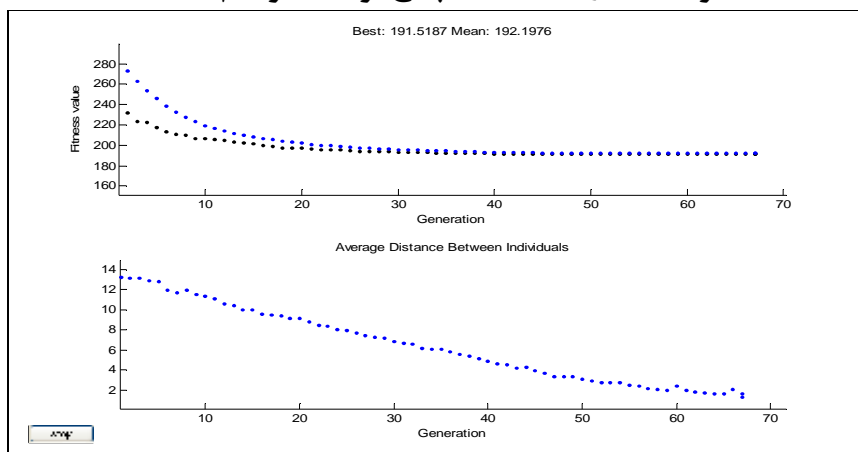
با انجام مراحل فوق ممکن است تعدادی از حل های موجود در هر نسل غیر موجه باشد در نتیجه این زیر برنامه ابتدا، عضوی را که دریافت نموده است با استفاده از زیر برنامه اصلاح اعضای نسل آنرا اصلاح می کند. سپس روی عضو اصلاح شده، به ازای یکایک مولفه های بردار f عملیات اصلاحی انجام می شود تا اطمینان حاصل شود که کلیه حل های بدست آمده موجه هستند. اجرای این زیر برنامه در حین فرایند تکامل نسلها و ذخیره بهترین عضو بعد از پردازش هر مرحله سبب می شود تا بهترین عضو از بین کلیه نسلها انتخاب شود. این عضو در محدودیتها دارای میزان نقض صفر بوده و بیشترین مقدار برازش را دارد. لازم به ذکر است که

عملگرهای تقاطعی، جهش سبب می شوند نقاط بیشتری در فضای جواب جستجو شود تا امکان دستیابی به جوابهای بهتر بیشتر گردد. همچنین عملگر جهش از همگرایی زود رس جلوگیری می کند. علاوه بر عملگر جهش از حضور عضو مهاجر نیز در فرایند تکامل استفاده شده است تا با این دو معیار از همگرایی زود رس جلوگیری شود.

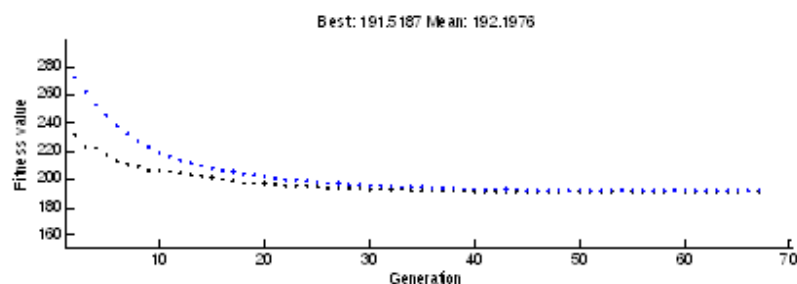
تحلیل نتایج برآوردگرها

مدل پیشنهادی در این تحقیق، بر اساس جمع آوری اطلاعات مربوط به بازده قیمت تک تک شرکتها، حجم معاملات شرکتها به صورت روزانه، حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه، اطلاعات ورودی را دریافت می کند و بر اساس فرایند بهینه سازی، جریان ها را به صورت بهینه توزیع می نماید تا علاوه بر ارضا شدن محدودیت های موجود در شبکه، اهداف مورد نظر نیز بهینه شود. برای اجرای مدل از الگوریتم ژنتیک استفاده گردید و شرط توقف الگوریتم را تعداد نسلهایی قرار دادیم که بهترین پاسخ ثابت می گردد. شکل زیر روند رسیدن به پاسخ را برای الگوریتم نشان می دهد. نمودار اول بهترین پاسخ در هر نسل را در مقایسه با مقدار میانگین نشان می دهد و شکل دوم نیز فاصله ی میانگین بین رشته های ژنتیک را نشان می دهد.

نمودار (1) روند رسیدن به پاسخ توسط الگوریتم ژنتیک



شکل فوق نشان می دهد که با افزایش تعداد نسل ها، مقدار تابع هدف بهترین عضو در بین کلیه نسل ها کاهش می یابد. بر اساس نتایج بدست آمده از مدل، مقدار تابع هدف در $Z=191.5187$ بهینه می گردد.



همانطور که پیش از این نیز بیان شد با توجه به اینکه تابع هدف مساله از نوع کمینه می باشد، با کاهش تابع هدف مساله تابع برآزش افزایش می یابد. دلیل کاهش مقدار تابع هدف این است که بر اساس فرایند تکاملی الگوریتم ژنتیک، با افزایش تعداد نسل ها و اعمال عملگرهای ژنتیکی بر روی اعضای نسل، مقدار تابع هدف و همچنین وابستگی اعضای نسل ها جدید به اعضای نسل اولیه کاهش می یابد. آنچه که از شکل فوق استنباط می شود این است که روند کاهش مقدار تابع هدف به طور کامل نزولی نیست که دلیل آن تصادفی بودن ساختار الگوریتم ژنتیک و عدم تطبیق طول کروموزوم ها با فرضیه عناصر سازنده گلدبرگ می باشد و همچنین در صورتی که بین مولفه ها تعادل جزئی وجود داشته باشد روش کدگذاری مناسب می تواند به طریقی شکل عناصر سازنده را تقویت نماید. با توجه به اینکه در ساختار مدل ریاضی ارائه شده، طول کروموزومها کوتاه نبوده و وجود تعامل در بین مولفه ها نیز اجتناب ناپذیر است در نتیجه بنا به دلایل فوق مقدار تابع هدف در نتیجه این عوامل تحت تاثیر قرار می گیرد. چون الگوریتم ژنتیک یک الگوریتم ابتکاری است و بر اساس انتخاب طبیعی و فرایند تکاملی عمل می نماید به همین دلیل تعدد و تعامل بین پارامترها الگوریتم ژنتیک و متاهی بودن تعداد نسل ها در مقدار تابع هدف تاثیر می گذارد و سبب افزایش آن می شود. همچنین اختلاف بین مقدار تابع هدف بدست آمده از حل های الگوریتم ژنتیک به دلیل تعداد نسل های متفاوت می باشد که به افزایش تعداد نسل ها جواب های بهینه محلی بهتری حاصل می شود.

نگاره (8): نتایج آزمون رگرسیون درباره میزان شاخص کل بازار بورس بر حسب شاخص های بازده قیمت تک تک شرکت ها، حجم معاملات شرکتها به صورت روزانه، حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه با استفاده از الگوریتم ژنتیک

روش ورود متغیرهای همزمان	Method= inter
ضریب همبستگی چند گانه	0/243
ضریب تعیین	0/059
ضریب تعیین تعدیل یافته	0/08
خطای معیار	0/818
تحلیل واریانس	0/882
سطح معنی داری	0/485

نگاره (9): ضریب آزمون رگرسیون شاخص کل بازار بورس بر حسب شاخص های بازده قیمت تک تک شرکت ها، حجم معاملات شرکتها به صورت روزانه، حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه

متغیر مستقل	B	SE	beta	t	sig
مقدار ثابت	1/392	0/549	0/007	2/345	0/024
بازده قیمت تک تک شرکت	0/003	0/068		0/039	0/969
حجم معاملات شرکتها به صورت روزانه	-0/003	0/024	-0/021	-0/116	0/908
حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه	0/023	0/015	0/241	1/547	0/123

نتایج به دست آمده از آزمون رگرسیون بین این دو متغیر حاکی از آن است که در بین 50 شرکت مورد مطالعه ضریب رگرسیون با سطح معنی داری $\alpha=0/458$ برابر با $R=0/152$ محاسبه شده است از آنجا که این سطح معنی داری از سطح معنی داری مورد نظر ما $\alpha=0/05$ بزرگتر است مدرک کافی برای رد فرض صفر خود نداریم، در نتیجه فرضیه صفر ماتائید و فرضیه اصلی ما رد می شود؛ بنابراین نتیجه می گیریم که مدل رگرسیون توانائی پیش بینی شاخص کل بازار بورس را به وسیله این سه شاخص ندارد.

نگاره (10): نتایج آزمون رگرسیون درباره میزان شاخص کل بازار بورس بر حسب شاخص های بازده قیمت تک تک شرکت ها، حجم معاملات شرکتها به صورت روزانه، حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی

روش ورود متغیرها همزمان	Method=inter
ضریب همبستگی چند گانه	0/836
ضریب تعیین	0/698
ضریب تعیین تعدیل یافته	0/695
خطای معیار	29/62
تحلیل واریانس	24/91
سطح معنی داری	0/00

نگاره (11): ضریب آزمون رگرسیون شاخص کل بازار بورس بر حسب شاخص های بازده قیمت تک تک شرکت ها، حجم معاملات شرکتها به صورت روزانه، حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه

متغیر مستقل	B	SE	beta	t	sig
مقدار ثابت	63/239	7/963		7/941	0/000
بازده قیمت تک تک شرکت	0/909	0/116	0/311	7/842	0/000
حجم معاملات شرکتها به صورت روزانه	1/510	0/201	0/258	7/495	0/000
حجم معاملات کل بازار به صورت روزانه	5/123	0/381	0/487	13/441	0/000

نتایج به دست آمده از آزمون رگرسیون بین این دو متغیر حاکی از آن است که در بین 50 شرکت مورد مطالعه ضریب رگرسیون با سطح معنی داری $\alpha=0/00$ برابر با $R=0/836$ محاسبه شده است. از آنجا که این سطح معنی داری از سطح معنی داری مورد نظر ما $\alpha=0/05$ کمتر است مدرک کافی برای رد فرض صفر خود داریم، در نتیجه فرضیه صفر ما دوفرضیه اصلی ما تائید می شود؛ بنابراین نتیجه می گیریم که مدل رگرسیون توانائی پیش بینی شاخص کل بازار بورس را با استفاده از این سه متغیر مستقل دارد.

نتیجه‌گیری

با توجه به این که ورشکستگی شرکتها هزینه‌های سنگینی را در پی دارد، می‌توان قبل از اینکه شرکتی به مرحله ورشکستگی برسد، وضعیتش را از لحاظ ورشکستگی مشخص نمود و تدابیری اتخاذ نمود تا شرکت از ورشکستگی رهایی یابد. نتایج مدل‌ها نشان داد که از متغیرهای مورد استفاده در این مدل‌های شبکه‌های عصبی، رگرسیون و الگوریتم ژنتیک سه متغیر نسبت جاری، سرمایه در گردش به کل داراییها و سود قبل از بهره و مالیات به کل داراییها بر اساس اطلاعات دسترس در نمونه، نسبت عکس با ورشکستگی شرکتها داشته است. نتایج این تحقیق ضمن اینکه نشان داد شبکه‌های عصبی در پیشبینی ورشکستگی شرکتها از دقت بالایی برخوردار است، مشخص نمود در مجموع باید گفت که با استفاده از نتایج این پژوهش و مدل‌های ارائه شده در این پژوهش، به عنوان اولین گام، میتوان از مبتلا شدن شرکتها به بحران مالی و ورشکستگی و همچنین پیامدهای آن، به طور مناسبی جلوگیری کرد. البته پس از پیشبینی می‌بایستی به ریشه‌یابی مساله و ردیابی علل پرداخته شود.

از آنجا که در دیدگاه سری زمانی وظیفه پیش بینی متغیرهای اقتصادی به عهده خود سری زمانی گذاشته میشود، به محقق اجازه تعیین سهم سایر عوامل مؤثر در تغییرات متغیر مورد نظر داده نمیشود و مدل طراحی شده بر اساس این دیدگاه تنها به فراگیری و مطالعه داده‌های گذشته متغیر خواهد پرداخت. لذا اگر خطایی در داده‌های گذشته باشد یا رخ دهد، مدل بر اساس ورودی خود مقادیر آتی را پیش بینی خواهد کرد؛ و خطاهای مقادیر گذشته را به مقادیر آینده منتقل می‌کند.

ورشکستگی شرکت معمولاً به وسیله عوامل مختلف و مرتبط به هم تعیین می‌شود؛ بنابراین تعیین دلیل یا دلایل دقیق ورشکستگی و مشکلات مالی در هر مورد خاص کارآسانی نیست. عموماً عوامل ورشکستگی شامل عوامل بیرون برون سازمانی و عوامل درونی، درون سازمانی است. عوامل بیرونی عواملی که به وسیله شرکت قابل کنترل نیست ولی موجبات مشکلات مالی در شرکت را فراهم می‌آورد شامل ویژگی‌های سیستم اقتصادی و تغییر در ساختارهای اقتصادی، تغییرات در تجارت و بهبودها و انتقالات در تقاضای عمومی، نوسانات تجاری ناسازگاری بین تولید و مصرف، عدم استخدام، کاهش در میزان فروش، تورم، سقوط قیمت‌ها و افزایش نرخ بهره و... مشکلات مرتبط با تأمین مالی، رویدادها و بلایای طبیعی و شدت رقابت در بازار است. از سوی دیگر، عوامل درونی شامل مواردی است که مدیران دچار اشتباه شده‌اند و یا آن که برای انجام اقدامات ضروری در تصمیمات مدیریتی گذشته ناتوان بوده‌اند که می‌توان به نمونه‌هایی چون ایجاد و توسعه بیش از اندازه اعتبار به مشتریان (فروش‌های نسیه بیش از حد، مدیریت ناکارا) فقدان آموزش، تجربه، توانایی و ابتکار مدیریت در عرصه رقابت و تکنولوژی و منابع و خطاهای مدیریتی، ناتوانی در مدیریت اثربخش سرمایه‌خیانت و تقلب اشاره داشت.

پیشنهادات تحقیق برای ذینفعان و مخاطبان بصورت زیر ارائه می‌شود:

به سرمایه‌گذاران، تحلیل‌گران مالی، بانک‌های تأمین سرمایه، شرکت‌های سرمایه‌گذاری و کارگزاران بورس اوراق بهادار توصیه می‌گردد از مدل‌های بررسی شده توسط تحقیق استفاده شود. البته شایان ذکر است شرکت‌هایی که در پژوهش ورشکسته تلقی شده‌اند، شمولیت ماده 141 قانون تجارت ملاک عمل بوده و لزوماً به معنی توقف شرکت‌های مورد بررسی نیست.

مدیران شرکت‌ها همواره مایل به ارزیابی نقاط ضعف و شناخت تهدیدات آتی پیرامون شرکت‌های تحت مدیریت خود هستند. لذا استفاده از مدل‌های پیش‌بینی ورشکستگی توصیه خوبی برای ارزیابی وضعیت تداوم فعالیت و آینده شرکت خواهد بود.

استفاده از مدل های پیش بینی ورشکستگی برخاسته از تحقیقات مشابه می تواند شرکت های بورس اوراق بهادار را در پذیرش شرکت ها و ارزیابی وضعیت مالی آنها یاری دهد لذا توصیه می شود مدل های مورد بررسی تحقیق در ارزیابی بدوی شرکت ها برای ورود به بورس توسط مسئولین مربوطه مورد استفاده قرار گیرد.

به حسابرسان توصیه می شود از مدل های مورد بررسی در تحقیق حاضر و مدل های مشابه ارائه شده در ارزیابی و قضاوت در مورد تداوم فعالیت شرکت های مورد حسابرسی استفاده کنند.

پیشنهادات پژوهش برای محققین آینده عبارتند از:

از سایر روش های هوش مصنوعی و انبوه زی نظیر الگوریتم زنبور عسل در حل مسایلی نظیر پیش بینی سبد سهام، پیش بینی قیمت و بازده سهام و ورشکستگی شرکتها استفاده گردد.

پیشنهاد می شود با توجه به نو بودن بسیاری از روش های هوش مصنوعی و انبوه زی انجام بررسی، تحقیق و مقایسه توانایی این دسته از روش ها به منظور معرفی یا تعیین روش کارا تر و نیز شخصی سازی آنها در بهینه سازی مسایل مالی می تواند زمینه های تحقیقاتی بکری را در اختیارشان قرار می دهد.

منابع

- پورزمانی، زهرا، (1393)، بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک خطی و غیر خطی در بهبود قدرت پیش بینی سودآوری شرکت ها، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره 22، صص 81-94.
- فدایی نژاد، محمد اسماعیل و اسکندری، رسول، (1390)، طراحی و تبیین مدل پیش بینی ورشکستگی شرکت ها در بورس اوراق بهادار تهران، تحقیقات حسابداری، دوره 3، شماره 9، صص 38-55.
- فیروزیان، محمود؛ جاوید، داریوش؛ نجم الدینی، نرگس، (1390)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در پیش بینی ورشکستگی و مقایسه آن با مدل Z آلتمن در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، بررسیهای حسابداری و حسابرسی، دوره 18، شماره 65، صص 99-114.
- اعتمادی، حسین و فرج زاده دهکردی، حسن (1388) مروری بر مدل های پیش بینی ورشکستگی، نشریه حسابداری، شماره 200.
- جلیلیان، محسن (1389)، ارزیابی محتوای اطلاعاتی سود هر سهم جهت ارزیابی سلامت مالی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- شاهد پور، اکرم، کاربرد الگوریتم ژنتیک در مل سازی پیش بینی ورشکستگی شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد.
- فیروزیان، محمود، جاوید، داریوش، نجم الدینی، نرگس، (1390)، کاربرد الگوریتم ژنتیک در پیش بینی ورشکستگی و مقایسه آن با روش Z آلتمن در شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، نشریه بررسی حسابداری و حسابرسی، دوره 18، شماره 65، صفحه 99 تا 144.
- کلانه رحمانی، راحله، چهارده چریکی، معصومه، هوش مصنوعی و کاربردهای آن در حسابداری و امور مالی، نشریه حسابدار رسمی، شماره 135.

- A. Abraham, B. Nath, P.K. Mahanti, Hybrid intelligent systems for stock market analysis, in: V.N. Alexandrov, J. Dongarra, B.A. Julianno, R.S. Renner, C.J.K. Tan (Eds.), Computational Science, Springer-Verlag, Germany, 2001, pp. 337–345
- E. Hadavandi, H. Shavandi, A. Ghanbari, Integration of genetic fuzzy systems and artificial neural networks for stock price forecasting, Knowledge-Based Syst. 23 (2010) 800–808.
- R. Pino, J. Parreno, A. Gomez, P. Priore, Forecasting next-day price of electricity in the Spanish energy market using artificial neural networks, Eng. Appl. Artif. Intell. 21 (2008) 53–62.
- S.A. George, P.V. Kimon, Forecasting stock market short-term trends using a neuro-fuzzy based methodology, Expert Syst. Appl. 36 (2009) 10696–10707.
- Z. Liao, J. Wang, Forecasting model of global stock index by stochastic time effective neural network, Expert Syst. Appl. 37 (2010) 834–841.

Bankruptcy prediction of listed companies in Tehran Stock Exchange using artificial neural networks and genetic algorithms, and compare the two methods together

Abstract

Liquidation bankruptcy usually effective capital market and economic development. During the bankruptcy, the bankrupt banks typically reduce credit to companies and their per loan to the company, the higher interest on the compensation of the additional risks apply. Therefore, the institutional investor purchasing shares slipped further reduces investment and bonds markets, banks or similar act. According to the bankruptcy entails heavy costs can be reached before the company's bankruptcy process, the state of bankruptcy can be identified and measures taken to ensure the company from bankruptcy get rid of. Model results showed that the variables used in these models, neural networks, genetic algorithms, regression, three variables current ratio, working capital, total assets and profit before interest and tax to total assets, based on the available data sample than Photos of bankruptcy involved.

The study of neural networks in bankruptcy prediction has high accuracy, determine the total must be said that the results of this study and models presented in this study, as a first step, can be affected firms the financial crisis and bankruptcy and its consequences, properly prevented. However, the predicted track of the root causes of the problem to be dealt issue.

Key Words: Bankruptcy prediction, artificial neural networks, genetic algorithms