فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱٤ / شماره ٤ (پیاپی ٥٦) / زمستان ۱٤۰٤
صفحه ٥٨٣ تا ٦٢۰

تبیین مدل بهینه پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی

امیرحسین مروّجی
دانشجوی دکتری، گروه حسابداری، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران.
Ah.Moravveji@Gmail.Com

فرهاد دهدار
استادیار، گروه حسابداری، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران. (نویسنده مسئول)
dehdar1970@yahoo.com

علی حریمی
استادیار، گروه مهندسی برق، واحد شاهرود، دانشگاه آزاد اسلامی، شاهرود، ایران.
a.harimi@iau-shahrood.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۳

چکیده

پژوهش حاضر بر پایه تبیین مدل بهینه پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی بنا نهاده شده است. روش این پژوهش از نوع کاربردی، از نظر شیوه انجام کار، از نوع پژوهش‌های توصیفی - علّی و از نظر بعد زمانی نیز، از نوع پژوهش‌های پس رویدادی می‌باشد. در گام نخست، با رجوع به بانک‌های اطلاعاتی نظیر پایان‌نامه‌ها، مقالات و پژوهش‌های مشابه، ادبیات مورد نیاز در جهت نگارش مبانی نظری و پیشینه پژوهش، گردآوری گردید. در ادامه، اطلاعات شرکت‌های مورد بررسی انتخاب شده بعنوان نمونه آماری، که اطلاعات آنها، به صورت بانک‌های اطلاعاتی بر روی لوح‌های فشرده موجود بوده و تحت نظارت و بررسی نهادهای مسئول می باشند، از طریق مراجعه به صورت های مالی حسابرسی شده و نرم افزار ره‌آورد نوین گردآوری شد. اطلاعات مذکور مشتمل بر داده‌های مالی ۱۰۷ شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای یک دوره زمانی ۱۰ ساله از ابتدای سال ۱۳۹۱ تا پایان ۱۴۰۰ از طریق نرم افزار متلب پردازش گردید. در نهایت یافته‌ها بیان داشت الگوریتم کرم‌شب تاب، الگوریتم ژنتیک و الگوریتم تکاملی در پیش‌بینی نسبت کیوتوبین، بازده حقوق صاحبان سهام و بازده سهام موثر بوده و الگوریتم کرم‌شب تاب توان بالاتری جهت پیش‌بینی نسبت کیوتوبین، بازده حقوق صاحبان سهام و بازده سهام دارد.

واژه‌های کلیدی: عملکرد مالی، تکنیک های داده‌کاوی، الگوریتم کرم شب تاب، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم تکاملی.

۱- مقدمه

متغیرهای مالی به سختی پیش‌بینی می‌شوند. در طول دهه‌ها، بسیاری از پژوهشگران و عملگران بازار حقایق و شواهد تجربی مختلفی در مورد ناپیش‌بینی بودن متغیرهای مالی از جمله عملکرد و قیمت سهام شرکت‌ها تا نرخ ارز و بهره را مورد مطالعه قرار داده‌اند. با این حال، تعداد زیادی از مطالعات نیز سعی کرده‌اند تا ناکارایی‌های بازار را تحلیل نموده و روند آینده متغیرهای مالی را پیش‌بینی کنند. به ویژه پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها هنوز یک موضوع بسیار مهم و مورد بحث در حوزه مالی است (پنگ و همکاران ، ۲۰۲۱). در چند دهه اخیر، قابلیت پیش‌بینی بازارهای مالی توسط پژوهشگران در سراسر جهان به اقرار رسیده است. با این حال، آن‌ها ادعا کرده‌اند که تکنیک‌های پیش‌بینی فعلی ناکارآمد هستند که باعث می‌شود پیش‌بینی بازار سهام همچنان یکی از پیچیده‌ترین موضوعات در این حوزه باشد. بنابراین، پیش‌بینی متغیرهای مالی از جمله عملکرد شرکت‌ها همچنان یک جهت تحقیقاتی جذاب است (متین و بیژن ، ۲۰۲۳). امروزه در مسائل پیش‌بینی مربوط به داده‌های بازار از مدل‌های فرا ابتکاری بطور گسترده‌ای استفاده می‌شود؛ زیرا این مدل‌ها ابزارهایی دقیق برای رهگیری رفتارهای غیرخطی و ارائه پیش‌بینی در فضاهای مغتشش هستند. شبکه عصبی با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد آن به عنوان ابزاری قدرتمند برای پیش‌بینی و آنالیز داده‌های بازار سهام مورد توجه قرار گرفته و بسیاری از پژوهشگران از مدل‌های شبکه عصبی جهت پیش‌بینی استفاده می‌کنند (کهنسال و همکاران، ۱۴۰۰). بسیاری از مطالعات اخیر نشان داده‌اند که بازار سهام، در حقیقت یک سیستم غیرخطی و آشوبناک است که به عوامل متعدد سیاسی، اقتصادی و روانی وابسته است. برای غلبه بر محدودیت تکنیک‌های تحلیل سنتی در پیش‌بینی الگوهای غیرخطی، متخصصان طی دو دهه اخیر تکنیک‌های هوشمند و بخصوص شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های تکاملی را برای بهبود پیش‌بینی بازار سهام بکار برده‌اند، چرا که به دلیل خطی نبودن روند قیمت‌ها، عدم اطمینان حاکم و ناهمواری داده‌های مولفه‌ها، پیش‌بینی دقیق و بدون خطای قیمت‌ها حتی برای متخصصان مالی نیز امری دشوار است (باباجانی و همکاران، ۱۳۹۸). از طرفی مهمترین هدف سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار کسب بازده می‌باشد؛ با عنایت به اینکه بازده سهام ناشی از عملکرد شرکت‌ها می‌باشد، پیش‌بینی آن می‌تواند برای سرمایه‌گذاران بسیار مهم باشد؛ بدین منظور کلیه سرمایه‌گذاران با مسئله مهمی تحت عنوان پیش‌بینی معیارهای عملکرد مواجه هستند.

از این منظر؛ پژوهش حاضر بر پایه تبیین مدل بهینه پیش بینی عملکرد شرکت ها با استفاده از تکنیک‌های داده کاوی بنا نهاده شده است. اهمیت این پژوهش در خصوص پیش بینی عملکرد با استفاده از داده کاوی در این مساله است که داده‌کاوی به تکنیک‌ها و روش‌هایی گفته می‌شود که بر یک مجموعه داده بزرگ و اغلب دارای پیچیدگی زیاد اعمال شده و از طریق آن، نکات مهم و الگوهای جای گرفته در این داده ها، به دست می آید. در حقیقت داده‌کاوی بخش مهمی از مطالعات و تحقیقات در حوزه‌های مختلف را به خود اختصاص داده و برداشت نتایج قابل استناد از این طریق انجام می شود که این امر ممکن است باعث بهبود عملکرد مالی شرکت‌ها گردد.

مبانی نظری

تصمیم‌گیری، از جمله مهمترین امور مدیریت سرمایه‌گذاری است. بطور اصولی تصمیم‌ها به آینده‌ای مربوط هستند که امروزه با توجه به تغییرات ناپیوسته و غیرخطی در محیط شرکت‌ها و موسسات، در هاله‌ای از عدم اطمینان قرار گرفته‌اند و لذا پیش‌بینی آینده و تغییراتی که در آینده رخ خواهد داد برای اخذ یک تصمیم مناسب، از اهمیت خاصی برخوردار است. با برنامه‌ریزی می‌توان قبل از مواجه شدن با رویدادهای اقتصادی نامطلوب، واکنش‌های مناسبی نشان داد. برای افزایش اثربخشی برنامه‌ریزی باید توانایی پیش‌بینی صحیح و مستمر را که لازمه آن است، بهبود بخشید. بدین ترتیب، تصمیمی کارا و اثر بخش خواهد بود که بر اساس پیش‌بینی‌هایی انجام گیرد که مبنای آن صحیح بوده باشد. از این رو پیش‌بینی آینده همواره به صورت یک ضرورت در کسب و کار و زندگی اجتماعی در بسیاری از علوم مطرح بوده است. یکی از حوزه‌هایی که امروزه پیش‌بینی در آن از اهمیت خاصی برخوردار است، مسایل مالی و اقتصادی بخصوص بازارهای سرمایه است (پاشا، ۱۴۰۱). در دهه‌های گذشته پیش‌بینی‌های مالی موضوع پژوهش‌های زیادی در حسابداری و امور مالی بوده است به عنوان مثال پیش‌بینی سودهرسهم، قیمت‌سهام، مدیریت سود، ورشکستگی مالی و غیره. اما یکی از سوال‌های مطرح این است که معیار انتخاب و ارزیابی سرمایه‌گذاران در زمان انتخاب سهام شرکت‌ها چیست؟ به نظر می‌رسد یکی از مهمترین شاخص‌های مورد توجه سرمایه‌گذاران در این بازار، معیارهای ارزیابی عملکرد شرکت‌هاست؛ به عبارت دیگر معیارهای ارزیابی عملکرد نقش بااهمیتی در تصمیم‌گیری های مالی سرمایه‌گذاران دارد. تاکنون رویکردها و مدل‌های متفاوتی برای برآورد عملکرد شرکت‌ها مطرح شده است. بر اساس رویکرد حسابداری عملکرد از طریق ارقام مندرج در صورت‌های مالی نظیر نرخ بازده حقوق صاحبان سهام ارزیابی می‌شود. بر اساس رویکرد اقتصادی عملکرد شرکت‌ها با تأکید بر قدرت سودآوری شرکت نظیر نرخ بازده سهام ارزیابی می‌شود. بر اساس رویکرد تلفیقی ترکیبی از اطلاعات حسابداری و بازار نظیر نسبت کیوتوبین جهت ارزیابی عملکرد شرکت‌ها استفاده می‌شود و نهایتاً رویکرد مدیریت مالی که جهت ارزیابی عملکرد شرکت‌ها اغلب از تئوری‌های مدیریت مالی نظیر الگوی قیمت‌گذاری دارائیهای سرمایه‌ای استفاده می‌شود (یزدان‌جو و ربیعی، ۲۰۱۶).

از سوی دیگر، مروری بر پژوهش‌ها نشان می‌دهد که عوامل مربوط به چهار گروه صورت‌های مالی (یائو و همکاران ، ۲۰۱۱)؛ کیفیت افشا (موسلی و حسینی ، ۲۰۰۹)؛ سازوکارهای راهبری شرکتی (لی و لین ، ۲۰۱۰) از جمله عوامل موثر بر عملکرد شرکت و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران می‌باشد. اهمیت این عوامل تا حدی است که سازمان بورس اوراق بهادار در راستای حمایت از حقوق سرمایه‌گذاران و ساماندهی و توسعه بازار شفاف و منصفانه اوراق بهادار، اقدام به تدوین دستورالعمل اجرایی افشای اطلاعات شرکت‌های ثبت شده نزد سازمان (۱۳۸۶)، دستورالعمل موسسات حسابرسی معتمد سازمان بورس و اوراق بهادار (۱۳۹۱) و دستورالعمل راهبری شرکتی (۱۴۰۱) نموده است.

در بورس اوراق بهادار، تصمیم‌گیری در رابطه با گزینه‌های مطلوب سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاران مسئله بزرگی است. بطور کلی و بر اساس نظریه تصمیم، شخص تصمیم‌گیرنده با توجه به شرایط نامطمئن مایل است تا از بین گزینه‌های موجود، بهترین را انتخاب نماید. این تصمیم‌گیری‌ها بخردانه است. به عبارت دیگر، شخص

تصمیم‌گیرنده در تصمیم‌گیری‌های خود بالاترین مطلوبیت را مورد توجه قرار می‌دهد. سرمایه‌گذاران با توجه به نااطمینانی اثرگذار بر تصمیم‌گیری‌های خود و در راستای کاهش آن، همواره با کسب اطلاعات جدید و با استفاده از قاعده بیز، انتظارات قبلی خود را تعدیل و در جهت حداکثر کردن مطلوبیت خود تلاش می‌کنند (ووگال و همکاران ، ۲۰۲۲).

از این رو، با توجه به انتقاداتی که به مدل‌های قبلی پیش‌بینی معیارهای عملکرد شرکت‌ها وارد شده است و با عنایت به اهمیت و اثرگذاری عوامل صورت‌های مالی، کیفیت افشا و سازوکارهای راهبری شرکتی بر معیارهای عملکرد شرکت‌ها و تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران و همچنین با درنظرگرفتن این موضوع که پژوهش‌های انجام شده در بازار اوراق بهادار ایران نیز تاکنون مدلی برای پیش‌بینی معیارهای عملکرد شرکت با استفاده از داده‌کاوی، تبیین ننموده‌اند، این پژوهش در نظر دارد با استفاده از تکنیک‌های شبکه عصبی و الگوریتم‌های تکاملی، مدلی بهینه برای پیش‌بینی معیارهای عملکرد شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تبیین نماید.

پیشینه پژوهش

پیشینه داخلی

علی‌بابایی و خان‌منش (۱۴۰۲) به ارائه مدل پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها با استفاده از مکانیزم‌های حاکمیت شرکتی و نسبت‌های مالی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار پرداختند، مدل‌های مورد استفاده جهت ارزیابی داده‌ها و پیش‌بینی ورشکستگی شرکت‌ها شامل سه روش شبکه عصبی پرسپترون، ترکیب شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک و نزدیک ترین همسایه بود و خروجیمدل‌ها حاکی از آن بود افزودن شاخص حاکمیت شرکتی به شاخص‌های نسبت‌های مالی باعث بهبود در نتایج نشده فلذا نسبت‌های مالی در تعیین ورشکستگی به تنهایی قدرت پیش‌بینی خوبی دارند و مدل ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک بالاترین دقت و جواب بهینه‌تری داشته است.

سلیم‌زاده (۱۴۰۱) به مقایسه الگوریتم های آماری ویادگیری ماشین برای پیش بینی عملکرد مالی شرکت ها پرداخت. وی نتیجه گرفت عملکرد مالی یکی از مهمترین سازه های مورد بحث در پژوهش های مدیریتی است و بدون شک مهمترین معیار سنجش موفقیت در شرکتهای تجاری به حساب میآید. در یک بنگاه اقتصادی که هدف، افزایش ثروت مالکان است، توجه به ازدیاد سود موجبات تحقق هدف را فراهم می آورد. محاسبه میزان عملکرد مالی به معنای میزان دستیابی به اهداف سازمانی است.

پاشا (۱۴۰۱) به استفاده از رویکرد احتمالی برای بهبود پیش بینی عملکرد مالی شرکت‌ها پرداخت. وی تبیین نمود یکی از موضوعات چالش برانگیز برای سرمایه گذاران و متخصصان، مدل های مناسب برای ارزیابی وضعیت مالی شرکت ها است. در این راستا مدل‌های زیادی توسط محققان با استفاده از نسبت‌های مالی مختلف برای حل این مسائل استخراج شده است. با این حال، انتخاب یک مدل بر اساس شرایط و نیاز استفاده‌کنندگان پیچیده است. نتایج نشان داد عدم اطمینان محیطی و اندازه شرکت به طور مثبت قدرت پیش بینی عملکرد مالی شرکت را بهبود می بخشد و استراتژی تجاری و رقابت تجاری قدرت پیش بینی عملکرد مالی شرکت را بهبود نمی بخشد.

همچنین، نتایج رگرسیون آماری نشان داد که عدم قطعیت محیطی، استراتژی تجاری و اندازه شرکت، قدرت پیش‌بینی عملکرد مالی شرکت را بهبود می‌بخشد. اما رقابت تجاری قدرت پیش بینی مدل را بهبود نمی‌بخشد.

کهنسال، زارعی و بهمنش (۱۴۰۰) به ارائه مدل تلفیقی فرا ابتکاری هوشمند (انفیس – امجی‌جی‌پی) جهت پیش‌بینی بازده سهام پرداختند، در پژوهش مذکور از تکنیک انفیس، امجی‌جی‌پی استفاده نموده و داده‌های مشتمل بر ۱۳۸ شرکت فعال در بازار بورس و فرابورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۷ لغایت ۱۳۹۶ مورد تحلیل قرار داده و نتایج نشان داد که استفاده از روش ترکیبی انفیس – امجی‌جی‌پی نسبت به سایر مدل‌های فرا ابتکاری از دقت و سرعت بالاتری برخوردار است.

باباجانی، تقوا، بولو و عبدالهی (۱۳۹۸) در پژوهشی در صدد ارائه مدلی جهت پیش‌بینی قیمت سهام در بورس تهران با استفاده از شبکه عصبی بازگشتی بهینه شده با الگوریتم کلونی زنبور عسل مصنوعی برآمده و به این منظور داده‌های سال‌های ۱۳۹۰ لغایت ۱۳۹۴ را با بکارگیری فرآیند رگرسیون مولفه‌های موثر بر قیمت سهام را به عنوان ورودی مدل انجام داده و سپس الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی در یک فضای طراحی پارامتری، برای بهینه کردن وزن‌ها و تورش‌های شبکه عصبی بازگشتی بکار گرفتند؛ نتایج نشان داد که استفاده از شبکه عصبی بهینه شده با الگوریتم زنبور عسل مصنوعی، دقت قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با سایر روش‌های پیش‌بینی دارد.

ولی‌زاده لاریجانی و بهبهانی‌نیا (۱۳۹۷) به بررسی تجربی عوامل موثر بر بازده سهام پرداخته و متغیرهای تاثیرگذار بر بازده آتی سهام شرکت‌ها در قالب شش گروه صورت‌های مالی، کیفیت افشا، راهبری شرکتی، کیفیت حسابرسی، ویژگی‌های بازار سهام و عوامل کلان اقتصادی را طبقه‌بندی و روابط بین این متغیرها با بازده آتی سهام از طریق روش تحلیل همبستگی مورد بررسی قرار دادند؛ نتایج نشان داد که گروه‌بندی متغیرهای استخراج شده از پژوهش‌های گذشته به منظور تاکید بر جنبه‌های مختلف اثرگذار بر بازده سهام، به طور معنی داری به درستی صورت گرفته است و و متغیرهای مورد بررسی دارای تاثیر معنی داری بر بازده سهام می‌باشند. به عبارت دقیق‌تر متغیرهای سود خالص، جریان‌های نقد عملیاتی، سود تقسیمی، و اقلام تعهدی (از گروه صورت‌های مالی)، مالکیت خانوادگی و مالکیت عمومی غیر دولتی (از گروه راهبری شرکتی)، امتیاز قابلیت اتکا و امتیاز به موقع بودن (از گروه کیفیت افشا)، دوره تصدی حسابرس و تخصص حسابرس (از گروه کیفیت حسابرسی)، با بازده آتی سهام همبستگی معنی داری دارند و در پیش‌بینی آن به نحوی با اهمیت اثرگذارند.

پیشینه خارجی

متین و بیژن[1] (۲۰۲۳) به پیش‌بینی هوشمند عملکرد، مبتنی بر اخبار بازارهای مالی با استفاده از متن کاوی و یادگیری ماشین پرداختند. آنان دریافتند با تجزیه و تحلیل داده های متنی (مانند مقالات خبری و رسانه های اجتماعی) و داده های عددی (مانند قیمت های ساعتی سهام و میانگین متحرک) بازار مالی را پیش بینی کنند. در میان داده‌های متنی، در حالی که مقالات زیادی منتشر شده است که رسانه‌های اجتماعی را تحلیل می‌کنند، محتوای خبری توجه محدودی را در پیش‌بینی عملکرد مالی به خود جلب کرده است. از طرفی نتایج نشان داد

[1] Matin & Bijan

جمع آوری داده های خبری می تواند پرهزینه و وقت گیر باشد با این حال، پایگاه‌های اطلاعاتی اخبار مالی در دسترس هستند که می‌توانند به طور قابل توجهی جمع‌آوری اخبار را تسهیل کنند. همچنین نتایج نشان داد مدل‌های رگرسیون و افزایش گرادیان برای عملکرد مالی در چهار سال گذشته توسعه یافته‌اند.

اوزگه و همکاران[1] (۲۰۲۲) به ارائه یک مدل جدید پیش‌بینی سری‌های زمانی فازی شهودی با ساختار آبشاری برای سری‌های زمانی مالی پرداختند. آنان دریافتند مشکلات پیش‌بینی سری‌های زمانی مالی، برای تصمیم‌گیرندگان، همیشه حیاتی هستند زیرا طیف وسیعی از کاربردها در بخش‌های دولتی و خصوصی دارند. در این پژوهش؛ مدل پیش‌بینی پیشنهادی توانایی مدل‌سازی مشترک و همزمان روابط خطی و غیرخطی در سری‌های زمانی مالی را داشت. بنابراین، توانست خود را با سطوح خطی و غیرخطی داده ها تطبیق دهد و می تواند پیش بینی های رضایت بخشی برای سری های زمانی مالی ایجاد کند. نتایج از نظر معیارهای RMSE، MAPE و MdRAE و برخی دیدگاه‌های دیگر نیز ارزیابی شده و مدل پیش‌بینی پیشنهادی به پیشرفت در عملکرد پیش‌بینی تا حدود ۶۰ درصد دست یافت.

ووگال و همکاران[2] (۲۰۲۲) به پیش‌بینی عملکرد مالی مبتنی بر شبکه‌های عصبی موجک و سایر توپولوژی‌های شبکه عصبی پرداختند. در این مطالعه اثرات سودمند شبکه‌های عصبی را در ترکیب با توابع موجک بر عملکرد پیش‌بینی‌های بازار مالی تحلیل شد. در این مسیر؛ رویکردهای مختلف در آزمایش‌های متعدد پیاده‌سازی شده و توانایی‌های پیش‌بینی آن‌ها با سری‌های زمانی مالی مختلف آزمایش شد. نتایج نشان داد که هم شبکه‌های عصبی موجک و هم شبکه‌های عصبی با داده‌های از پیش پردازش شده توسط موجک‌ها از توپولوژی‌های شبکه کلاسیک بهتر عمل می‌کنند. با این حال، این نتیجه نیز حاصل شد که دقت پیش‌بینی‌های انجام‌شده در پیاده‌سازی الگوریتم‌های شبکه عصبی هنوز پتانسیل را برای اصلاح و بهبود بیشتر پیشنهاد می‌کند.

یو و جون[3] (۲۰۲۲) به پیش بینی عملکرد مالی مبتنی بر شبکه هیبریدی عصبی موجک با تجزیه حالت تجربی گروه مالی و ارزیابی MCID پرداختند. در این مقاله با در نظر گرفتن ویژگی‌های داده‌های غیرخطی و تأثیر داده‌های تاریخی، تجزیه حالت تجربی مجموعه (EEMD) را به شبکه عصبی موجک با زمان مؤثر تصادفی (WNNRT) ترکیب می‌کند تا یک مدل پیش‌بینی شبکه عصبی ترکیبی برای بهبود دقت پیش‌بینی انرژی ایجاد کند. عملکرد مالی مبتنی بر روش EEMD یک روش تجزیه و تحلیل داده به کمک نویز است، زیرا می تواند به طور موثر سردرگمی الگو را سرکوب کند و ماهیت سیگنال را بازیابی کند؛ از طرفی متفاوت از مدل‌های سنتی، تابع زمان تصادفی موثر که به موقع بودن داده‌های تاریخی و تغییر تصادفی محیط بازار را در نظر می‌گیرد، که برای ایجاد مدل WNNRT به شبکه عصبی موجک اعمال می‌شود، است.

پنگ و همکاران[4] (۲۰۲۱) به انتخاب ویژگی و شبکه های عصبی عمیق برای پیش بینی جهت عملکرد مالی با استفاده از شاخص های تحلیل تکنیکال پرداختند. در این پژوهش؛ مجموعه‌ای از ۱۲۴ شاخص تحلیل تکنیکال

[1] Ozge et al
[2] Vogal et al
[3] Yu & Jun
[4] Peng et al

مورد بررسی قرار گرفته و به عنوان متغیرهای توضیحی؛ از ادبیات و وب‌سایت‌های تجاری تخصصی استفاده شده است. در این مسیر، از سه روش انتخاب ویژگی برای کوچک کردن مجموعه ویژگی‌ها با هدف حذف اطلاعات اضافی از شاخص‌های مشابه استفاده شده و با استفاده از داده‌های روزانه از سهام هفت شاخص بازار جهانی بین سال‌های ۲۰۰۸ و ۲۰۱۹، شبکه‌های عصبی با تنظیمات مختلف لایه‌های پنهان و نرخ انصراف آزمایش گردید. نتایج نشان داد که متغیرها به‌طور یکنواخت توسط الگوریتم‌های انتخاب ویژگی انتخاب نشده‌اند و میزان دقت پیش‌بینی خارج از نمونه به دو مقدار همگرا می‌شود. همچنین این نتیجه حاصل شد که سودآوری استراتژی‌ها نتوانست به طور قابل توجهی از استراتژی خرید و نگهداری بهتر عمل کند، حتی مقادیر منفی نسبتاً زیادی را برای برخی ترکیب‌های فراپارامتر نشان می‌دهد.

اهداف کلی

- پیش بینی عملکرد شرکت‌ها با استفاده از تکنیک های داده کاوی.

اهداف اصلی

- پیش‌بینی نسبت کیوتوبین (با رویکرد تلفیقی) با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب.
- پیش‌بینی نسبت کیوتوبین (با رویکرد تلفیقی) با استفاده از الگوریتم ژنتیک.
- پیش‌بینی نسبت کیوتوبین (با رویکرد تلفیقی) با استفاده از الگوریتم تکاملی.
- پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام (با رویکرد حسابداری) با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب.
- پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام (با رویکرد حسابداری) با استفاده از الگوریتم ژنتیک.
- پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام (با رویکرد حسابداری) با استفاده از الگوریتم تکاملی.
- پیش‌بینی بازده سهام (با رویکرد مدیریت مالی) با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب.
- پیش‌بینی بازده سهام (با رویکرد مدیریت مالی) با استفاده از الگوریتم ژنتیک.
- پیش‌بینی بازده سهام (با رویکرد مدیریت مالی) با استفاده از الگوریتم تکاملی.

فرضیه اصلی

- پیش بینی عملکرد شرکت‌ها با استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی امکان‌پذیر است.

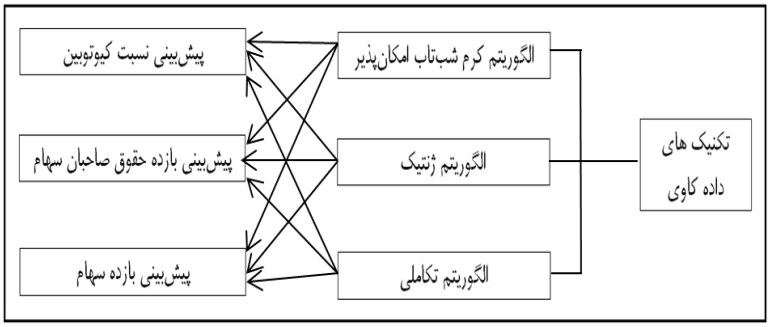
فرضیه‌های فرعی

- فرضیه ۱: پیش‌بینی نسبت کیوتوبین (با رویکرد تلفیقی) با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب امکان‌پذیر است.
- فرضیه ۲: پیش‌بینی نسبت کیوتوبین (با رویکرد تلفیقی) با استفاده از الگوریتم ژنتیک امکان‌پذیر است.
- فرضیه ۳: پیش‌بینی نسبت کیوتوبین (با رویکرد تلفیقی) با استفاده از الگوریتم تکاملی امکان‌پذیر است.
- فرضیه ۴: پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام (با رویکرد حسابداری) با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب امکان‌پذیر است.

- فرضیه ۵: پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام (با رویکرد حسابداری) با استفاده از الگوریتم ژنتیک امکان‌پذیر است.
- فرضیه ۶: پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام (با رویکرد حسابداری) با استفاده از الگوریتم تکاملی امکان‌پذیر است.
- فرضیه ۷: پیش‌بینی بازده سهام (با رویکرد مدیریت مالی) با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب امکان‌پذیر است.
- فرضیه ۸: پیش‌بینی بازده سهام (با رویکرد مدیریت مالی) با استفاده از الگوریتم ژنتیک امکان‌پذیر است.
- فرضیه ۹: پیش‌بینی بازده سهام (با رویکرد مدیریت مالی) با استفاده از الگوریتم کاملی امکان‌پذیر است.

مدل مفهومی پژوهش

بر اساس فرضیه‌های تدوین شده میتوان مدل مفهومی را بشرح زیر تبیین نمود.



مدل مفهومی پژوهش

متغیرها

متغیرهای ورودی (مستقل)

گروه اول: بر اساس عامل صورت‌های مالی: صورت‌های مالی ماحصل فرآیند حسابداری و یکی از منابع اطلاعاتی است که استفاده کنندگان برون سازمانی نظیر سرمایه‌گذاران و اعتباردهندگان در انجام تحلیل‌های خود از آن استفاده می‌کنند. سرمایه‌گذاران منطقی، از میان همه اطلاعاتی که در دسترس عموم می‌باشد، برای ارزیابی ریسک و بازدهی و تعیین ارزش شرکت به گزارش‌ها و افشاهای مالی شرکت اتکا می‌کنند. اطلاعات باکیفیت حسابداری، شرط لازم برای کارکرد سالم بازارهای مالی و اقتصادی بوده و اهمیت زیادی برای سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، شرکت‌ها و تدوین کنندگان استانداردهای حسابداری دارد .پژوهش‌های زیادی در سال‌های اخیر نشان‌داده‌اند که اقلام صورت‌های مالی نقش بااهمیتی در شکل‌گیری ارزش بازار سهام دارند. در این راستا، برخی از پژوهش‌ها به

رابطه بین بازده سهام و اقلام صورت‌های مالی نظیر ارزش‌دفتری دارائیها، سود خالص، جریان نقد عملیاتی، نسبت بدهی‌ها به حقوق صاحبان سهام، سود عملیاتی و اقلام تعهدی اشاره کرده‌اند. همچنین برخی دیگر به واکنش بازار به سود تقسیمی اشاره نموده‌اند. از این رو، در این پژوهش سود خالص، سود عملیاتی، خالص جریان نقدی عملیاتی، اقلام تعهدی، سود تقسیمی و نسبت بدهی از عوامل موثر در پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها در نظر گرفته خواهد شد.

گروه دوم: بر اساس سازوکارهای راهبری شرکتی: راهبری شرکتی از جنبه‌های مهم کسب و کار محسوب شده و در سال‌های اخیر مورد توجه بسیار قرار گرفته است. راهبری شرکتی سازوکاری است که بر مبنای آن شرکت‌ها مدیریت و کنترل می‌شوند. از جمله سازوکارهای موثر راهبری شرکتی وجود اعضای غیرموظف هیأت مدیره، اعضای مستقل هیأت مدیره، کمیته حسابرسی، کمیته انتصابات، کمیته ریسک، سرمایه‌گذاران نهادی، سهامداران عمده، حقوق رأی دهی سهامداران در کنترل شرکت، مالکیت خانوادگی و مالکیت دولتی می‌باشد. پژوهش‌های انجام شده نشان داده‌اند که برقراری نظام راهبری در شرکت از اهمیت ویژه‌ای برای سرمایه‌گذاران برخوردار بوده و موجب رشد ارزش سهام می‌شود. این نظام بستر دسترسی آسانتر به منابع مالی، کاهش هزینه سرمایه و عملکرد بهتری برای ذینفعان فراهم می‌کند. از این رو، در این پژوهش درصد اعضای غیرموظف هیأت مدیره، درصد مالکیت سهامداران نهادی، مالکیت خانوادگی، مالکیت نهادهای عمومی غیر دولتی، مالکیت دولت و نهادهای دولتی از عوامل موثر در پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها در نظر گرفته خواهد شد.

گروه سوم: بر اساس عامل کیفیت افشا: یکی از مهمترین دلایل بروز بحران‌های مالی در بازارهای ملی و بین‌المللی وجود اطلاعات مالی غیرشفاف و ناکافی شناخته شده است. بنابراین یکی از مهمترین دغدغه‌های سرمایه‌گذاران شفاف سازی اطلاعات جهت بهبود فضای رقابتی، تغییر شرایط کسب و کار، اعتبار و سطح مقبولیت شرکت‌ها بوده و از اهمیت ویژه‌ای برای آنها برخوردار است. مطالعات تجربی در خصوص افشا نشان داده‌اند که افزایش اطلاعات عمومی، ارزش شرکت را از طریق کاهش هزینه سرمایه شرکت و یا افزایش جریان‌های نقدی شرکت و یا هردو، افزایش می‌دهد. همچنین نوع افشا (افشای اختیاری یا افشای اجباری) نیز می‌تواند در تجزیه و تحلیل سهام شرکت با اهمیت تلقی شود. از مهمترین معیارهای کیفیت افشای اطلاعات مالی، به موقع بودن و قابلیت اتکای آن می‌باشد. از این رو، در این پژوهش ویژگی قابلیت اتکا اطلاعات و ویژگی به موقع بودن اطلاعات از عوامل موثر در پیش‌بینی عملکرد شرکت‌ها در نظر گرفته خواهد شد.

متغیرهای خروجی (وابسته)

نسبت کیوتوبین: در این پژوهش از نسبت کیوتوبین به عنوان معیار ارزیابی عملکرد با رویکرد تلفیقی استفاده شده است.

بازده حقوق صاحبان سهام: در این پژوهش از بازده حقوق صاحبان سهام به عنوان معیار ارزیابی عملکرد با رویکرد حسابداری استفاده شده است.

بازده سهام: در این پژوهش از بازده سهام به عنوان معیار ارزیابی عملکرد با رویکرد مدیریت مالی استفاده شده است.

شیوه سنجش متغیرها به اختصار در جدول زیر آورده شده است:

تعریف عملیاتی متغیرهای پژوهش

نوع متغیر	نام متغیر	نماد متغیر	نحوه محاسبه
متغیرهای وابسته (خروجی)	نسبت Q توبین	Q_{it}	$Q_{it} = \frac{\text{ارزش بازار}}{\text{ارزش جایگزینی یا ارزش دفتری دارایی‌ها}}$
	بازده حقوق صاحبان سهام	ROE_{it}	$ROE_{it} = \frac{\text{سود خالص}}{\text{حقوق صاحبان سهام}}$
	بازده سهام	R_{it}	$R_{it} = \frac{P_t(1+\alpha+\beta) - (P_{t-1} + CA) + D_t}{P_{t-1} + CA}$ D_t = سود نقدی پرداختی در سال t Ca = قیمت پذیره نویسی هرسهم جدید P_t = قیمت سهام در پایان سال t P_{t-1} = قیمت سهام در ابتدای سال t α = درصد افزایش سرمایه از محل مطالبات و آورده نقدی β = درصد افزایش سرمایه از محل اندوخته‌ها
متغیرهای مستقل (ورودی)	سودخالص	NI_{it}	سود خالص شرکت در پایان سال مالی که در صورت سود و زیان درج شده است.
	سود عملیاتی	ONI_{it}	سود حاصل از فعالیت‌های عملیاتی شرکت در پایان سال مالی که در صورت سود و زیان شرکت درج شده است.
	خالص جریان نقد عملیاتی	OCF_{it}	خالص جریان نقد ناشی از فعالیت‌های عملیاتی شرکت در پایان سال مالی که در صورت جریان وجوه نقد درج شده است.
	اقلام تعهدی	ACC_{it}	اقلام تعهدی همان بخش تعهدی سود خالص شرکت می‌باشد و بر اساس رویکرد مبتنی بر صورت جریان وجوه نقد برابر است با سود خالص منهای جریان نقد عملیاتی.
	سود تقسیمی	DIV_{it}	سود تقسیمی مصوب مجمع عمومی عادی سالیانه صاحبان سهام شرکت که در گردش حساب سود (زیان) انباشته درج شده است.
	نسبت بدهی	LEV_{it}	نسبت بدهی از تقسیم ارزش دفتری بدهی‌ها بر ارزش دفتری دارایی‌ها در پایان سال مالی محاسبه خواهد شد.
	درصد اعضای غیرموظف هیأت مدیره	NER_{it}	درصد اعضای غیرموظف هیأت مدیره به کل اعضای هیأت مدیره که اطلاعات مربوط به آن در گزارش فعالیت هیأت مدیره در پایان سال مالی شرکت درج می‌شود.

نوع متغیر	نام متغیر	نماد متغیر	نحوه محاسبه
	درصد مالکیت سهامداران نهادی	$INSER_{it}$	درصد سهامداران نهادی که درصد سهام شرکت در اختیار شرکت‌های سرمایه-گذاری و هلدینگ، شرکت‌های بیمه، صندوق‌های بازنشستگی، موسسات مالی و بانک‌ها، شرکت‌های تأمین سرمایه و اشخاص حقیقی و حقوقی دارای مالکیت بیش از ۵ درصد سهام می‌باشد.
	مالکیت خانوادگی	FO_{it}	درصورتی که شرکت تحت کنترل گروه‌های خانوادگی باشد این متغیر یک و در غیر اینصورت صفر درنظر گرفته خواهد شد.
	مالکیت نهادهای عمومی غیردولتی	PO_{it}	درصورتی که شرکت تحت کنترل نهادهای عمومی غیردولتی باشد این متغیر یک و در غیر اینصورت صفر درنظر گرفته خواهد شد.
	مالکیت دولت و نهادهای دولتی	SO_{it}	درصورتی که شرکت تحت کنترل دولت یا نهادهای دولتی باشد این متغیر یک و در غیر اینصورت صفر درنظر گرفته خواهد شد.
	ویژگی قابلیت اتکا اطلاعات	RS_{it}	امتیاز ویژگی قابلیت اتکای اطلاعات، به صورت سالانه توسط سازمان بورس و اوراق بهادار محاسبه شده و از طریق سامانه جامع اطلاع رسانی ناشران بورس در اختیار عموم قرار می‌گیرد.
	ویژگی به موقع بودن اطلاعات	TS_{it}	امتیاز ویژگی به موقع بودن اطلاعات، به صورت سالانه توسط سازمان بورس و اوراق بهادار محاسبه شده و از طریق سامانه جامع اطلاع رسانی ناشران بورس در اختیار عموم قرار می‌گیرد.

روش‌شناسی پژوهش

روش پژوهش حاضر از نوع کاربردی، از نظر شیوه انجام کار، از نوع پژوهش‌های توصیفی - علّی و از نظر بعد زمانی نیز، از نوع پژوهش‌های پس‌رویدادی می‌باشد. در ابتدا با رجوع به بانک‌های اطلاعاتی نظیر پایان‌نامه‌ها، مقالات و پژوهش‌های مشابه، ادبیات مورد نیاز در جهت نگارش مبانی نظری و پیشینه پژوهش، گردآوری شده و در ادامه، اطلاعات شرکت‌های انتخاب شده بعنوان نمونه آماری، که اطلاعات آنها، به صورت بانک‌های اطلاعاتی بر روی لوح‌های فشرده موجود بوده و تحت نظارت و بررسی نهادهای مسئول می‌باشند، از طریق مراجعه به صورت‌های مالی حسابرسی شده و نرم‌افزار ره‌آورد نوین گردآوری شده و در گام بعد، پس از تدوین ادبیات مرتبط با مبانی نظری و پیشینه پژوهش، با رجوع به بانک‌های اطلاعاتی مرتبط و پژوهش‌های پیشین؛ اطلاعات لازم جهت سنجش متغیرهای تعریف شده، از طریق مراجعه به صورت‌های مالی حسابرسی شده و نرم‌افزار ره‌آورد نوین، گردآوری شده است. در ادامه با استفاده از روابط تعریف شده، و نرم‌افزار اکسل، به محاسبه متغیرها بصورت ریاضی پرداخته شده و در نهایت، محاسبات انجام شده وارد نرم‌افزار شده و با استفاده تکنیک‌های اقتصادسنجی به آزمون فرضیه‌های تدوین شده پرداخته شده است.

داده‌کاوی

داده کاوی به مفهوم استخراج اطلاعات نهان و یا الگوها و روابط مشخص در حجم زیادی از داده‌ها در یک یا چند بانک اطلاعاتی بزرگ است. فلسفه ی داده کاوی این است که آینده بسیار به گذشته شبیه است. اگر گذشته را خوب بشناسید می‌توانید آینده را پیش‌بینی کنید. داده‌کاوی پایگاه‌ها و مجموعه‌های حجیم داده‌ها را در پی کشف واستخراج دانش، مورد تحلیل قرار می‌دهد.

ویژگی‌های داده‌کاوی

داده کاوی به بهره‌گیری از ابزارهای تجزیه و تحلیل داده‌ها به منظور کشف الگوها و روابط معتبری که تا کنون ناشناخته بوده‌اند اطلاق می‌شود. این ابزارها ممکن است مدل‌های آماری، الگوریتم‌های ریاضی و روش‌های یادگیرنده باشند که کار خود را به صورت خودکار و بر اساس تجربه‌ای که از طریق شبکه‌های عصبی یا درخت‌های تصمیم گیری به دست می‌آورند بهبود می‌بخشد. داده کاوی منحصر به گردآوری و مدیریت داده‌ها نبوده و تجزیه و تحلیل اطلاعات و پیش بینی را نیز شامل می‌شود.

الگوریتم‌های داده کاوی

تکنیک‌های داده کاوی شامل الگوریتم‌های متنوعی می‌شود که در این پژوهش از برخی از آن‌ها به شرح زیر استفاده خواهد شد:

الگوریتم کرم شب‌تاب

الگوریتم کرم شب‌تاب یا Firefly Algorithm (به اختصار FA) در اواخر سال ۲۰۰۷ و توسط Xin-SheYang معرفی شده است، که ایده اصلی آن از ارتباط نوری میان کرم‌های شب‌تاب الهام گرفته شده است. این الگوریتم را می‌توان از مظاهر هوش ازدحامی یا Swarm Intelligence دانست، که در آن از همکاری اعضای ساده و کم هوش، مرتبه بالاتری از هوشمندی ایجاد می‌شود که قطعا توسط هیچ یک از اجزا قابل حصول نیست. الگوریتم FA یک الگوریتم فراکتشافی، با الهام از رفتارهای کرم شب‌تاب مصنوعی است. این الگوریتم با فرضیه زیر فرمول‌بندی شده است:

- همه کرم شب‌تاب‌ها تمایل جنسی دارند، به طوری که یک کرم شب‌تاب به تمام کرم شب‌تاب‌های دیگر را جذب می‌کند.

جذابیت متناسب است به روشنایی خود، و برای هر دو کرم شب تاب یکی کمتر روشن خواهد شد جذب (و در نتیجه به حرکت می‌افتد) یکی روشن‌تر، با این حال، روشنایی واند به عنوان فاصله آنها افزایش و یا کاهش یابد. اگر کرم شب‌تابی روشن تر از کرم شب‌تاب داده شده وجود داشته باشد آن را به طور تصادفی حرکت خواهد داد. روشنایی باید با تابع هدف در ارتباط باشد.

الگوریتم FA با مدل‌سازی رفتار مجموعه‌ای از کرم‌های شب‌تاب و تخصیص مقداری مرتبط با برازندگی مکان هر کرم شب‌تاب به عنوان مدلی برای میزان رنگدانه‌های شب‌تاب و به روز کردن مکان کرم‌ها در تکرارهای متوالی

الگوریتم به جستجوی جواب بهینه مسئله می‌پردازد. در واقع دو مرحله اصلی الگوریتم در هر تکرار فاز به روز کردن رنگدانه و فاز حرکت هستند. کرم‌های شب‌تاب به سمت کرم‌های شب‌تاب دیگر با رنگدانه بیشتر که در همسایگی آنها باشند حرکت می‌کنند. به این ترتیب طی تکرارهای متوالی مجموعه به سمت جواب بهتر متمایل می‌گردد.

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. الگوریتم ژنتیک یک روش جستجوی احتمالی است که از شبیه‌سازی تکاملی زیستی و طبیعی استفاده می‌کند. الگوریتم‌های ژنتیکی با بکارگیری اصل بقای بهترین‌ها برای تولید تخمین‌های هر چه بهتر یک جواب روی جمعیتی از جواب‌های بالقوه عمل می‌نماید. در هر نسل، مجموعه‌ای 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 می‌گردد. این فرایند، ما را به سمت تکامل جمعیت‌هایی از افراد، که با محیط مربوطه‌شان بهتر از والدین‌شان وفق داده شده‌اند هدایت می‌کند.

ساختار کلی الگوریتم ژنتیک

ساختار کلی الگوریتم ژنتیک به شرح زیر می‌باشد:

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

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

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

عملگر تقاطع: عملگر تقاطع در یک لحظه بر روی دو کروموزم اعمال‌شده 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.

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.

نسل: هر تکرار الگوریتم که منجر به ایجاد یک جمعیت جدید می‌گردد را یک نسل می‌گویند. فلوچات الگوریتم های مذکور بصورت زیر تبیین شده است.

الگوی تشخیصی چندگانه

الگوریتم ژنتیک نوع خاصی از الگوریتم‌های تکاملی است که از تکنیک‌های زیست‌شناسی فرگشتی مانند وراثت، جهش زیست‌شناسی و اصول انتخابی داروین برای یافتن فرمول بهینه جهت پیش‌بینی یا تطبیق الگو استفاده می‌شود. الگوریتم‌های ژنتیک اغلب گزینه خوبی برای تکنیک‌های پیش‌بینی بر مبنای رگرسیون هستند. در میان مجموعه ای از تکنیک های جستجو و بهینه سازی، توسعه Evolutionary Algorithms یا الگوریتم های تکاملی (EA) در دهه گذشته بسیار مهم بوده است. الگوریتم های تکاملی مجموعه ای از اکتشافات مدرن متشکل از موفقیت در بسیاری از برنامه های کاربردی با پیچیدگی های زیادی است. این موفقیت در حل مشکلات دشوار موتور محرک شناخته شده و به عنوان Evolutionary Computation محاسبات تکاملی (EC) بوده است. مزایای استفاده از تکنیک های EC اغلب از دستاوردهای انعطاف پذیری و آمادگی خود برای هدف در ترکیب با رفتار قوی حاصل می شود. امروزه EC به عنوان یک مفهوم سازگار برای حل مسائل، به ویژه مشکلات بهینه سازی در نظر گرفته می شود. این چشم انداز جایگزین برخی از توصیف های قدیمی است که نشان می دهد که EC به عنوان مجموعه ای از الگوریتم های مشابه آماده برای استفاده در هر گونه مشکل است.اکثر پیاده سازی های فعلی EA از هر کدام از این سه نوع اساسی (به شدت مرتبط است هر چند به طور مستقل توسعه یافته): الگوریتم های ژنتیک (GA)، برنامه ریزی تکاملی (EP) و استراتژی های تکاملی (ES). دو گروه از EA بسیار مهم بوده اند: برنامه ریزی ژنتیک (GP) با بسیاری از مشکلات واقعی و سیستم های طبقه بندی (CS) مورد استفاده برای یادگیری ماشین و برای کشف قوانین در سیستم های مبتنی بر قوانین (RBS).

الگوریتم‌های تکاملی از روش ها و عملیات ابتدایی برای حل مسئله استفاده می‌کنند و در طی یک سری از تکرارها به راه‌حل مناسب برای مسئله می‌رسند. این الگوریتم‌ها غالباً از یک جمعیت حاوی راه‌حل‌های تصادفی شروع می‌کنند و در طی هر مرحله تکرار سعی در بهتر کردن مجموعه راه‌حل‌ها دارند. در آغاز کار تعدادی از اعضای جامعه به‌صورت تصادفی حدس زده‌شده، سپس تابع هدف یا برازندگی برای هر یک از این اعضا محاسبه و نخستین نسل ایجاد خواهد شد. اگر هیچ‌یک از معیارهای خاتمه بهینه‌سازی دیده نشوند، ایجاد نسل جدید آغاز خواهد شد. اعضا برحسب میزان شایستگی‌شان برای تولید فرزندها انتخاب می‌شوند. این افراد به‌عنوان والدین محسوب می‌شوند و بازترکیب فرزندان را تولید می‌نمایند. سپس تمامی فرزندها با یک مقدار معینی از احتمال، یعنی همان جهش، تغییر ژنتیکی می‌یابند. اکنون میزان شایستگی (برازندگی) فرزندان تعیین و در اجتماع جایگزین والدین شده و نسل جدید را ایجاد می‌نمایند. این چرخه آن‌قدر تکرار می‌شود تا یکی از معیارهای پایان بهینه‌سازی کسب شود. تحلیل تشخیصی چندگانه، ترکیب دو یا چند متغیر مستقل است که بهترین وجه تفاوت بین دو گروه را نشان می‌دهد. این موضوع از طریق حداکثر کردن واریانس بین گروه‌ها نسبت به واریانس درون گروه‌ها بر مبنای یک قاعده تصمیم‌گیری آماری انجام می‌گیرد که به صورت نسبت واریانس بین گروه‌ها نسبت به واریانس درون

گروه‌ها است. از این رو زمانی که فرضیه‌ای داشته باشیم مبنی بر اینکه میانگین‌های گروه‌های دو یا چندگانه با هم برابر هستند، برای آزمون آن می‌توان از تحلیل تشخیصی چندگانه استفاده کرد. برای این کار تکنیک تحلیل تشخیصی، هر متغیر مستقل را در وزن خود ضرب کرده و آنها را با هم جمع می‌کند. نتیجه به دست آمده در واقع یک تفاوت (تشخیص) ترکیبی برای هریک از مشاهدات لحاظ شده در تجزیه‌وتحلیل است. با محاسبه میانگین تفاوت‌های کلیه افراد دریک گروه، میانگین گروه فوق به دست می‌آید. میانگین گروه نظر خواهند بود. مقایسه مرکز ثقل گروه‌ها نیز نشان می‌دهند که هریک چه جایگاهی در واقع به عنوان یک مرکز ثقل تلقی می‌گردد. مرکز ثقل بیانگر موقعیت خاص هرفرد نسبت به گروه مورد نسبت به ابعاد مورد بررسی قراردارند.

الگوریتم‌های تکاملی[1]

الگوریتم‌های تکاملی شامل یک تابع برازندگی(هزینه) می‌باشند و در هر محله از تکرار با جستجوی نقاط مختلف از مجموعه جواب‌های ممکن سعی در بهینه کردن این تابع برازندگی می‌نمایند؛ الگوریتم ژنتیک و الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی نمونه‌هایی از این نوع الگوریتم‌ها می‌باشند.

گام اول تبدیل متغیرهای پژوهش، بگونه‌ای که برای الگوریتم تکاملی ترکیبی (ABC[2]-GA[3]) قابل پردازش باشد (DataTransformation)، خواهد بود. ورودی های الگوریتم پیشنهادی مذکور شامل متغیرهای مستقل برای سال t و متغیرهای وابسته برای سال t+۱ می باشند به صورتی که متغیرهای مستقل ورودی‌های شبکه عصبی و متغیر وابسته به عنوان برچسب هدف (Target) شبکه عصبی چند لایه (MLP[4]) در نظر گرفته می شود. شایان ذکر است که هر دفعه ویژگی های موثر به صورت تصادفی انتخاب می شوند این ویژگی ها در تابع هزینه ی الگوریتم پیشنهادی توسط شبکه عصبی آموزش دیده و میانگین مربعات خطا (MSE[5]) آن محاسبه و به عنوان مقدار تابع هزینه به الگوریتم پیشنهادی برگردانده می شود.

در این پژوهش می کوشیم ، موثرترین ویژگی های برتر، به نحوی که تاثیر چشمگیری در عملکرد پیش بینی عملکرد سیستم ها نداشته باشد اما در عین حال سرعت پیش بینی نیز افزایش یابد.

انتخاب ویژگی یکی از مسائلی است که در حوزه های مختلف کاربرد دارد و برایش راه حل قطعی ارائه نشده است. اما میتوانیم انتخاب ویژگی را به یک مسئله ی بهینه سازی تبدیل کنیم و حل آن را به یک الگوریتم هوشمند بسپاریم و به نوعی از سیستم های هوشمند برای حل این مسئله ی سخت استفاده کنیم. در حالت کلی انتخاب ویژگی، یک مسئله ی بهینه سازی است، چرا که از بین مجموعه ای از ویژگی ها به دنبال یک سری از ویژگی ها هستیم، به نحوی که هدفی را برآورده کند. کاهش ویژگی میتواند منجربه کاهش هزینه های پیش بینی عملکرد شرکت ها شود.

[1] Evolutionary Algorithms(EA)
[2] Artificial Bee Colony
[3] Genetic Algorithm
[4] Multi Layer Perceptron
[5] Mean Square Error

معیار ارزیابی، میانگین خطای مطلق از رابطه ی زیر محاسبه می شود:

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} e^2$$

که در رابطه فوق:

N تعداد لایه های ورودی است و e برابر است با خطای حاصل از قدر مطلق تفاوت Target و خروجی حاصل از شبکه عصبی است. الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی، یک الگوریتم بهینه سازی بر اساس هوش جمعی و رفتار هوشمندانه جمعیت زنبور عسل است. که اولین بار در سال ۲۰۰۵ میلادی توسعه یافت. این الگوریتم شبیه سازی رفتار جستجوی غذای گروه های زنبور عسل است. نسخه ی ابتدایی این الگوریتم نوعی از جستجوی محلی را انجام می دهد که با جستجوی کتره ای (تصادفی) ترکیب شده و می تواند برای بهینه سازی ترکیبی با بهینه سازی تابعی به کار رود. اما این الگوریتم علی رغم قدرت زیادی که در جستجوی جواب های بهینه دارد، بعد از مدتی جستجو ممکن است در مینیمم محلی گیر کند و به این ترتیب الگوریتم همگرا شده و از یافتن جواب های بهینه تر بازماند و این نکته زمانی که سرعت یافتن جواب بهینه را به وسیله ی تنظیم پارامترهای مربوطه بالا می بریم، بیشتر خود را نشان می دهد. الگوریتم ژنتیک یکی از تکنیک های زیست شناسی فراگشتی مانند وراثت و جهش استفاده می کند و می تواند در مواقعی که الگوریتم زنبور مصنوعی در مینیمم محلی گیر می افتد به کمک الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی آمده و شانس جستجوی نقاط دیگری از مجموعه جواب ممکن بهینه را داشته باشد.

جامعه و نمونه آماری پژوهش

جامعه آماری تحقیق حاضر شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای یک بازه زمانی ده ساله (از ابتدای سال ۱۳۹۱ تا پایان سال ۱۴۰۰) می‌باشد. در این مطالعه برای این‌که نمونه پژوهش یک نماینده مناسب از جامعه آماری موردنظر باشد، برای انتخاب نمونه از روش غربال‌گری (حذفی) استفاده شده است. برای این منظور معیارهای زیر در نظر گرفته شده و در صورتی که یک شرکت کلیه معیارها را احراز کرده باشد به عنوان یکی از شرکت‌های نمونه انتخاب شده است. در این مسیر؛ جامعه آماری با استفاده از محدودیت‌های زیر تعدیل شده است:

- ✓ عضویت ده ساله شرکت‌های نمونه (طی سال‌های ۱۴۰۰-۱۳۹۱)، در بورس اوراق بهادار تهران.
- ✓ داشتن سال مالی منتهی به پایان ۲۹ اسفند ماه.
- ✓ وجود اطلاعات مالی کافی در جهت سنجش متغیرهای تعریف شده.
- ✓ عدم تغییر سال مالی،
- ✓ عدم فعالیت در حوزه بانک‌ها و سایر مؤسسات مالی، شرکت‌های سرمایه‌گذاری و واسطه‌گری و هلدینگ و لیزینگ.

شیوه انتخاب نمونه آماری

کل شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران از ابتدا تا پایان سال ۱۴۰۰		۴۹۸
شرکت‌هایی که سال مالی آنها منتهی به پایان اسفند ماه هر سال نمی‌باشد.	۸۱	
شرکت‌هایی که عضویت ده ساله خود را در بورس حفظ ننموده‌اند.	۷۶	
شرکت‌هایی که اطلاعات مالی آنها برای سنجش متغیرها کافی نبوده است.	۸۳	
شرکت‌هایی که در دوره مورد بررسی، سال مالی خود را تغییر داده‌اند.	۷۴	
شرکت‌هایی که جزو بانک‌ها و موسسات اعتباری، واسطه‌گری، بیمه و هلدینگ بوده‌اند.	۷۷	
کل شرکت‌هایی که فاقد شرایط نمونه‌گیری بودند.		(۳۹۱)
تعداد نمونه آماری		۱۰۷

یافته‌های پژوهش

پیش‌بینی نسبت کیوتوبین با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب

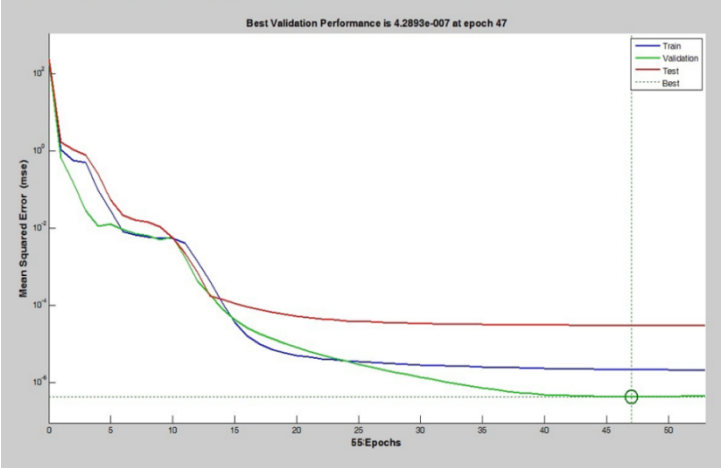
در ابتدا داده‌های ورودی شبکه را مشتمل بر متغیرهای مستقل را به شبکه معرفی می‌کنیم. مدل شبکه عصبی شامل دو مرحله است.

۱) آموزش و یادگیری[1]

۲) تست (آزمون) وزن‌ها و محاسبه خطا

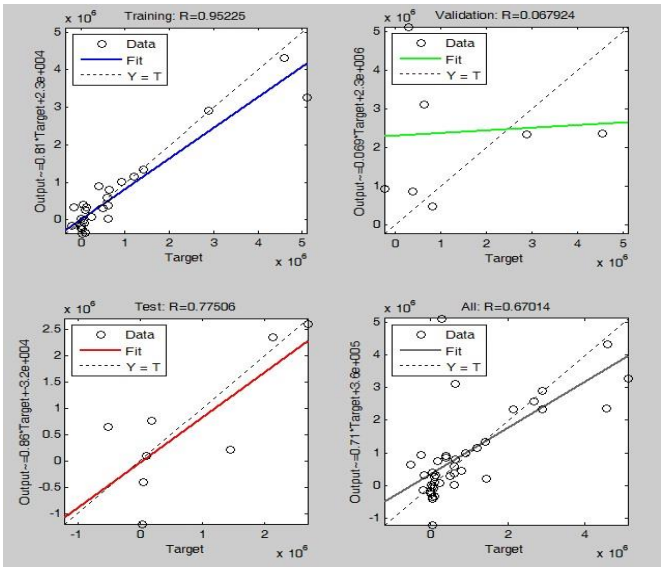
بر اساس مدل کرم شب‌تاب ۷۰٪ x را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌ها را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزنها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها؛ تست (آزمون) می‌کند و نسبت کیوتوبین را بدست می‌آورد و آزمون انجام شده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل، آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه آموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزن‌ها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم؛ مقادیر پیش‌بینی شده کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود. پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۵۵ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۴۷ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۴۷ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود.

[1] Train



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم کرم شب تاب

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.



نمودار آموزش شبکه عصبی

نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا (چه ورودی و چه خروجی) می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مربوطه آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی نسبت کیوتوبین با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش‌بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش‌بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی (سمت راست) رنگ مقادیر واقعی آن است.

پیش‌بینی نسبت کیوتوبین با استفاده از الگوریتم ژنتیک

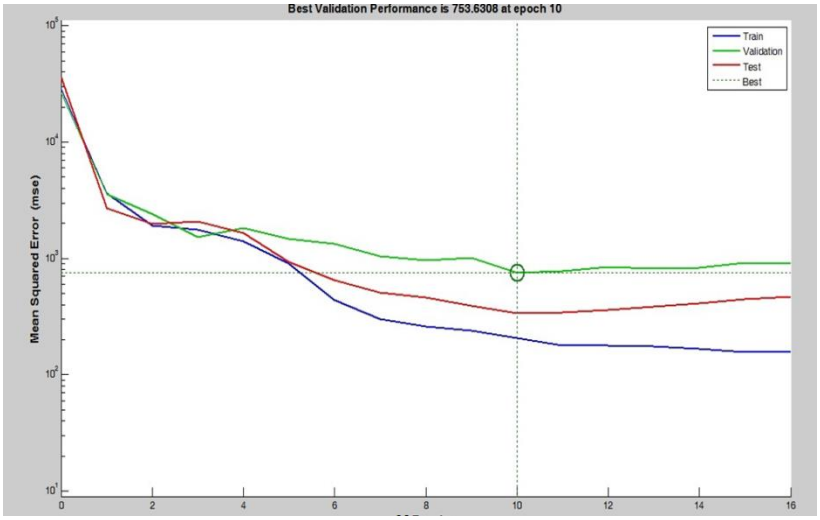
ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب؛ چارچوب شبکه عصبی را طراحی می‌کنیم. داده‌های ورودی شبکه را که مشمتل بر متغیرهای مستقل هستند را نیز به شبکه معرفی و برای آن مشخص می‌کنیم. حال با استفاده از همین جعبه ابزار شبکه بایستی آموزش انجام شود. آموزش شبکه با استفاده الگوریتم ژنتیک صورت پذیرفته است. مدل شبکه عصبی شامل دو مرحله است.

۱) آموزش و یادگیری

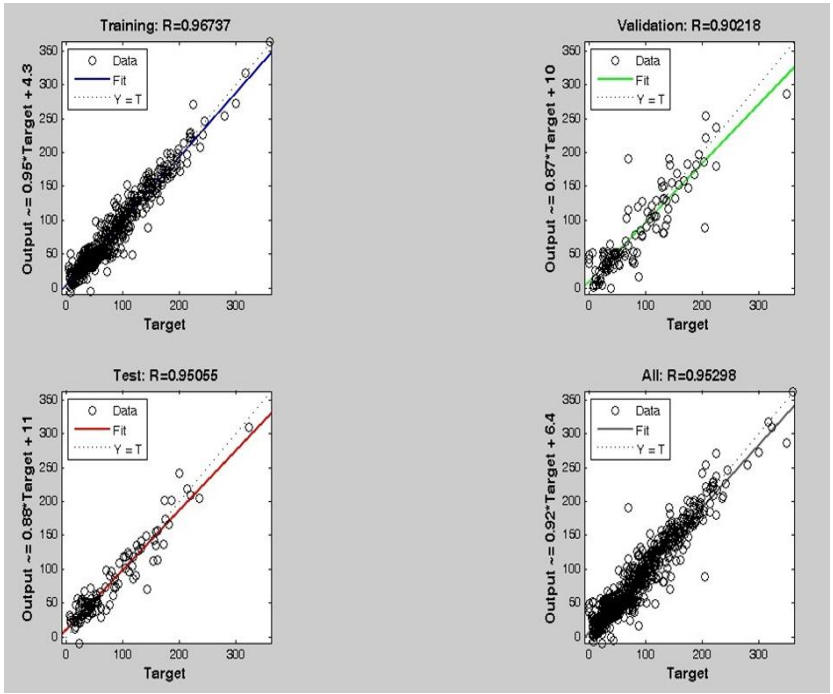
۲) تست (آزمون) وزنها و محاسبه خطا

بر اساس مدل ژنتیک ۷۰٪ x و y (نسبت کیوتوبین) را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌هایی را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها (متغیرهای مستقل) تست (آزمون) می‌کند و نسبت کیوتوبین را بدست می‌آورد و آزمون کرده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه آموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزن‌ها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم مقادیر پیش‌بینی شده کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود.

پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۱۶ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۱۰ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۱۰ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود. میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ژنتیک



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ژنتیک

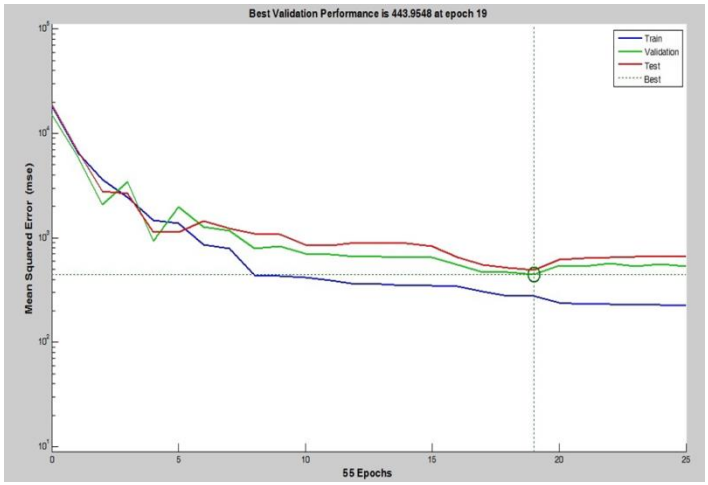
میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده‌های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مذکور آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی نسبت کیوتوبین با استفاده از ژنتیک پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش‌بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش‌بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی رنگ (سمت راست) مقادیر واقعی آن است.

پیش‌بینی نسبت کیوتوبین با استفاده از الگوی ترکیبی

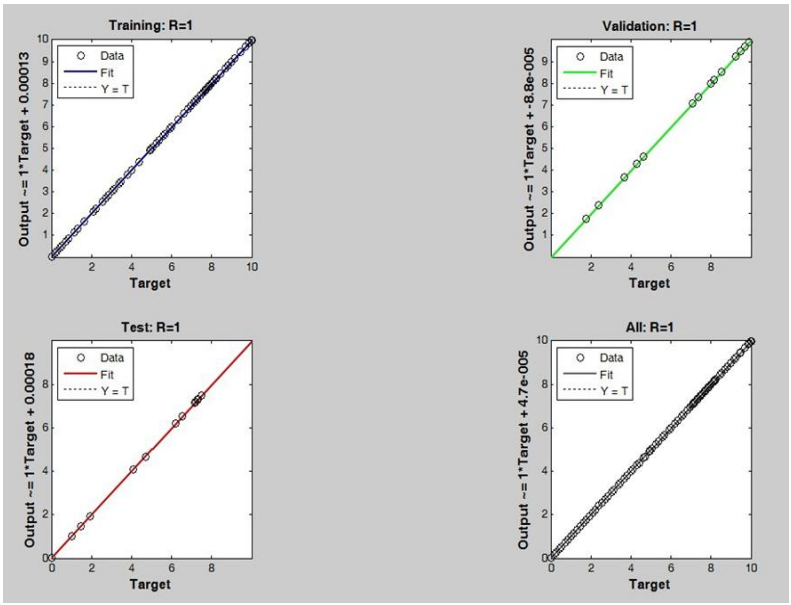
ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب؛ چارچوب شبکه عصبی را طراحی می‌کنیم. داده‌های ورودی شبکه را نیز به شبکه معرفی و برای آن مشخص می‌کنیم. بر اساس الگوی ترکیبی ۷۰٪ x و y (نسبت کیوتوبین) را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌هایی را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها (متغیرهای مستقل) تست (آزمون) می‌کند و نسبت کیوتوبین را بدست می‌آورد و آزمون کرده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه آموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزنها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم مقادیر پیش‌بینی شده کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود. پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۲۵ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۱۹ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۱۹ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود.

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده‌های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده‌های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا (چه ورودی و چه خروجی) می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مربوطه آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی نسبت کیوتوبین با استفاده از الگوی ترکیبی پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش‌بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی رنگ (سمت راست) مقادیر واقعی آن است.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوی ترکیبی



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوی ترکیبی

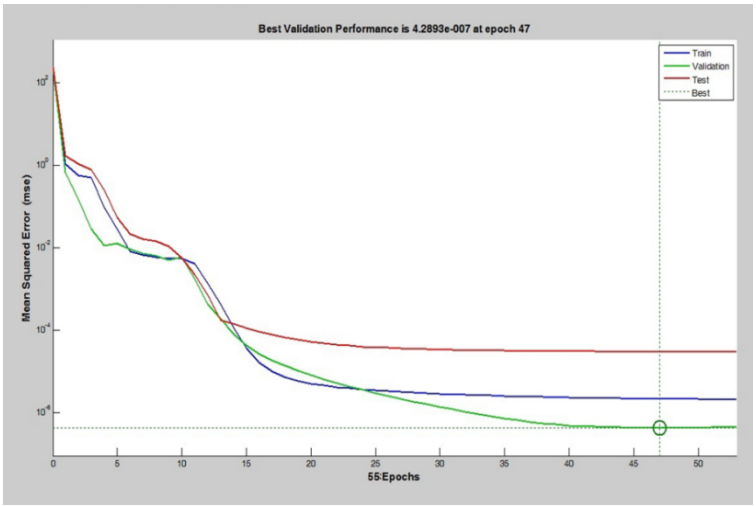
پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب

در ابتدا داده‌های ورودی شبکه را مشتمل بر متغیرهای مستقل را به شبکه معرفی می‌کنیم. مدل شبکه عصبی شامل دو مرحله است.

۱) آموزش و یادگیری

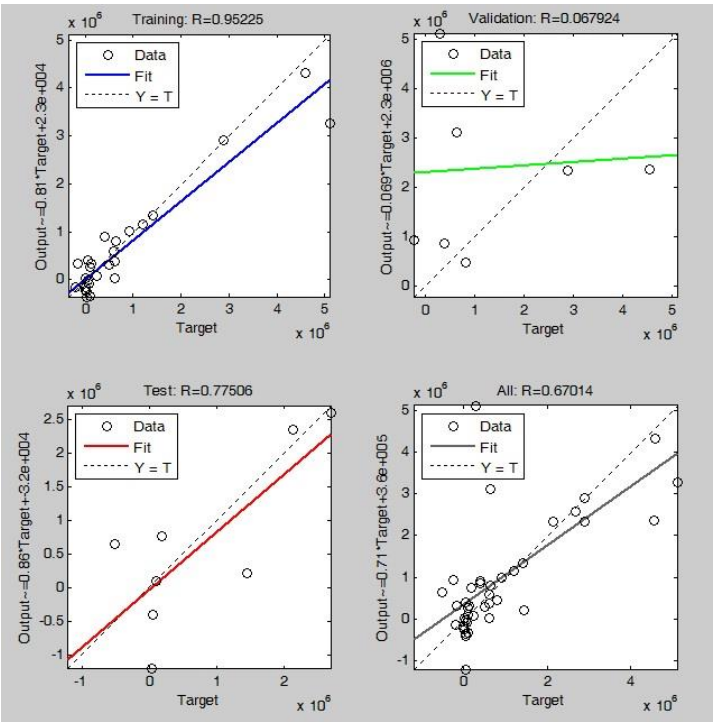
۲) تست (آزمون) وزن‌ها و محاسبه خطا

بر اساس مدل کرم شب‌تاب ۷۰٪ x را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌ها را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزنها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها؛ تست (آزمون) می‌کند و بازده سهام را بدست می‌آورد و آزمون انجام شده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل، آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه اموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزن‌ها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم؛ مقادیر پیش‌بینی شده کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود. پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۵۵ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۴۷ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۴۷ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم کرم شب تاب

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم کرم شب تاب

نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا (چه ورودی و چه خروجی) می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مربوطه آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش‌بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش‌بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی (سمت راست) رنگ مقادیر واقعی آن است.

پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک

ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب؛ چارچوب شبکه عصبی را طراحی می‌کنیم. داده‌های ورودی شبکه را که مشمتل بر متغیرهای مستقل هستند را نیز به شبکه معرفی و برای آن مشخص می‌کنیم. حال با استفاده از همین جعبه

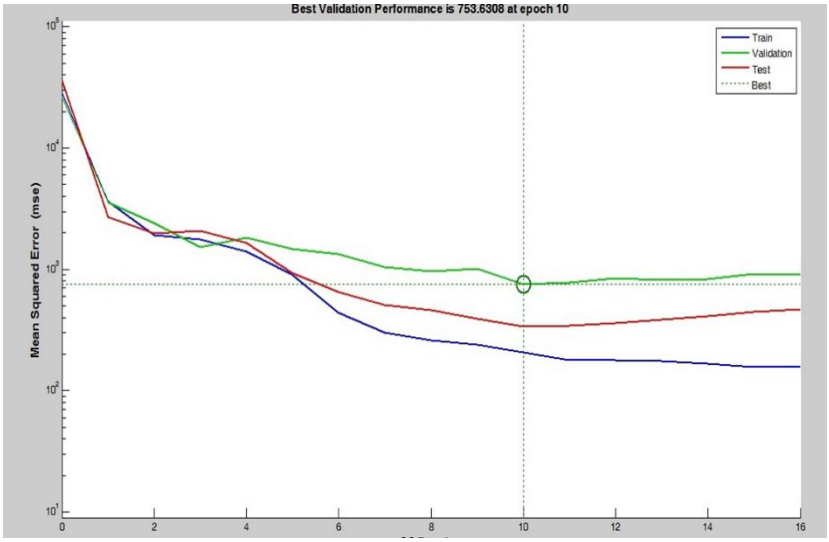
ابزار شبکه بایستی آموزش انجام شود. آموزش شبکه با استفاده الگوریتم ژنتیک صورت پذیرفته است. مدل شبکه عصبی شامل دو مرحله است.

۱) آموزش و یادگیری

۲) تست (آزمون) وزنها و محاسبه خطا

بر اساس مدل رگرسیون ماشین‌بردار پشتیبان ۷۰٪ x و y (بازده سهام) را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌هایی را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها (متغیرهای مستقل) تست (آزمون) می‌کند و بازده سهام را بدست می‌آورد و آزمون کرده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه آموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزنها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم مقادیر پیش‌بینی شده کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود.

پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۱۶ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۱۰ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۱۰ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود.

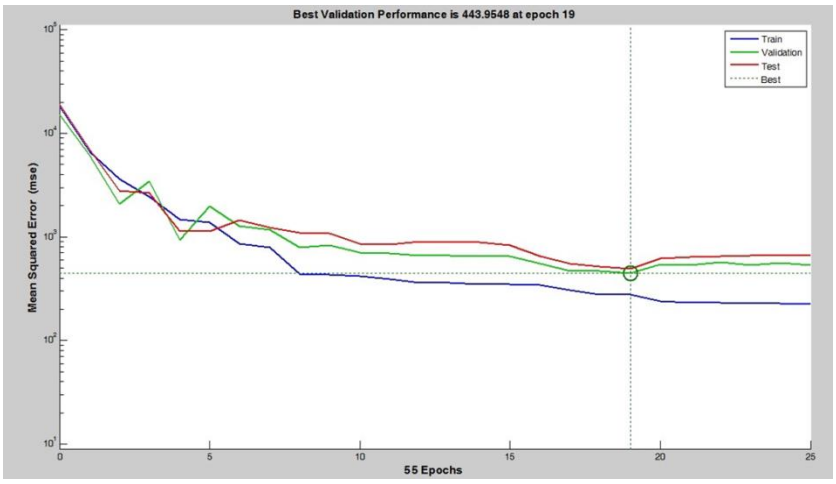


نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ژنتیک

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.

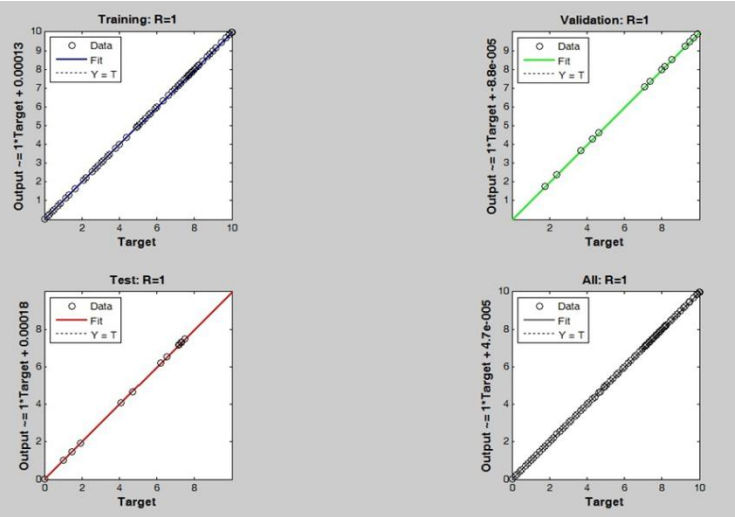
پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از الگوریتم ترکیبی

ابتدا با استفاده از ابزار مطلب؛ چارچوب شبکه عصبی را طراحی می‌کنیم. داده‌های ورودی شبکه را نیز به شبکه معرفی و برای آن مشخص می‌کنیم. بر اساس مدل درخت تصمیم ۷۰٪ x و y (بازده سهام) را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌هایی را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها (متغیرهای مستقل) تست (آزمون) می‌کند و بازده سهام را بدست می‌آورد و آزمون کرده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه آموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزنها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم مقادیر پیش‌بینی شده کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود. پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۲۵ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۱۹ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۱۹ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ترکیبی

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ترکیبی

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده‌های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا (چه ورودی و چه خروجی) می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مربوطه آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از الگوریتم درخت تصمیم پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش‌بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی رنگ (سمت راست) مقادیر واقعی آن است.

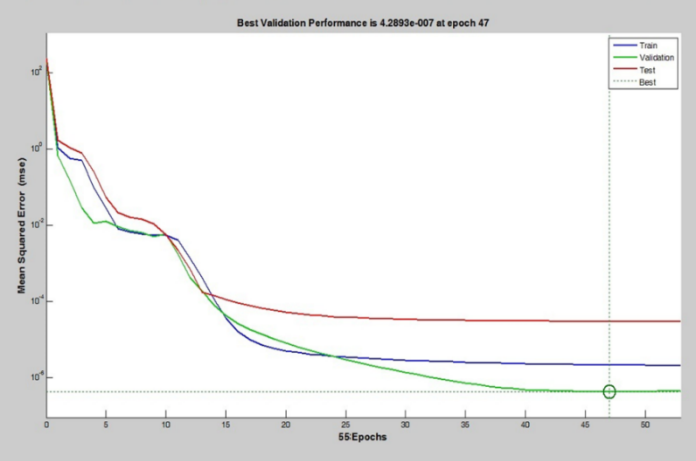
پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب

در ابتدا داده‌های ورودی شبکه را مشتمل بر متغیرهای مستقل را به شبکه معرفی می‌کنیم. مدل شبکه عصبی شامل دو مرحله است.

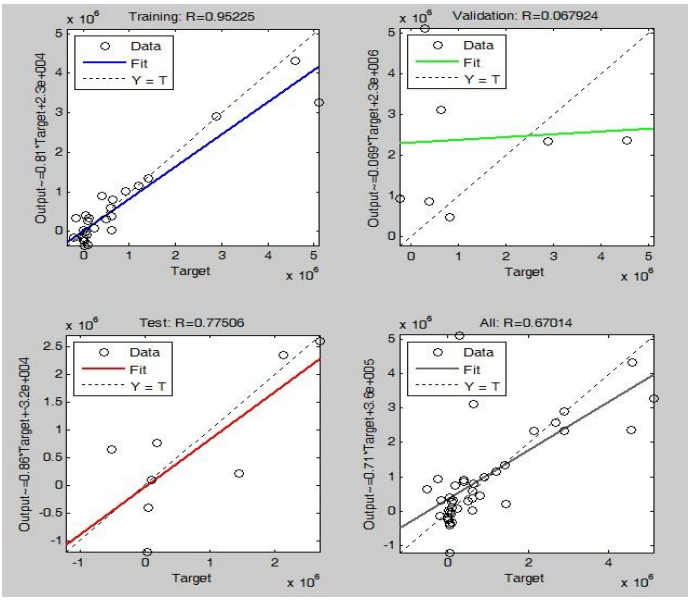
۱) آموزش و یادگیری
۲) تست (آزمون) وزن‌ها و محاسبه خطا

بر اساس مدل کرم شب‌تاب ۷۰٪ x را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌ها را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها؛ تست (آزمون) می‌کند و بازده حقوق صاحبان سهام را بدست می‌آورد و آزمون انجام شده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل، آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه آموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزن‌ها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم؛ مقادیر پیش‌بینی شده کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود. پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۵۵ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۴۷ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۴۷ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود.

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده‌های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم کرم شب تاب



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم کرم شب تاب

نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا (چه ورودی و چه خروجی) می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مربوطه آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش‌بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش‌بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی (سمت راست) رنگ مقادیر واقعی آن است.

پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک

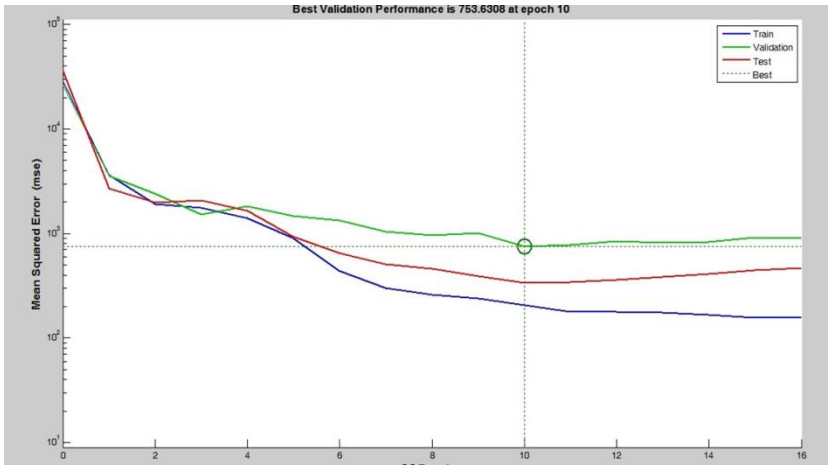
ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب ؛ چارچوب شبکه عصبی را طراحی می‌کنیم. داده‌های ورودی شبکه را که مشمتل بر متغیرهای مستقل هستند را نیز به شبکه معرفی و برای آن مشخص می‌کنیم. حال با استفاده از همین جعبه ابزار شبکه بایستی آموزش انجام شود. آموزش شبکه با استفاده الگوریتم رگرسیون ماشین‌بردار پشتیبان صورت پذیرفته است. مدل شبکه عصبی شامل دو مرحله است.

۱- آموزش و یادگیری

۲- تست (آزمون) وزنها و محاسبه خطا

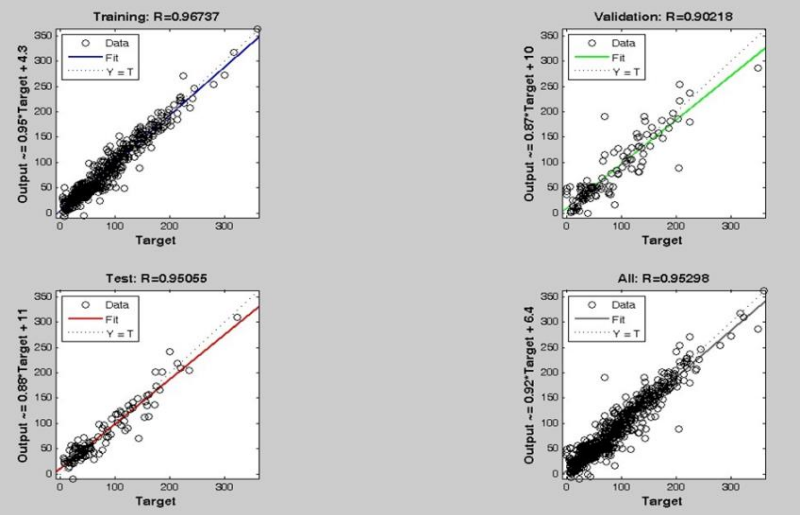
بر اساس مدل رگرسیون ماشین‌بردار پشتیبان ۷۰٪ x (و y (بازده حقوق صاحبان سهام) را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌هایی را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها (متغیرهای مستقل) تست (آزمون) می‌کند و بازده حقوق صاحبان سهام را بدست می‌آورد و آزمون کرده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه آموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزنها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم مقادیر پیش‌بینی شده کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود.

پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۱۶ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۱۰ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۱۰ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ژنتیک

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.



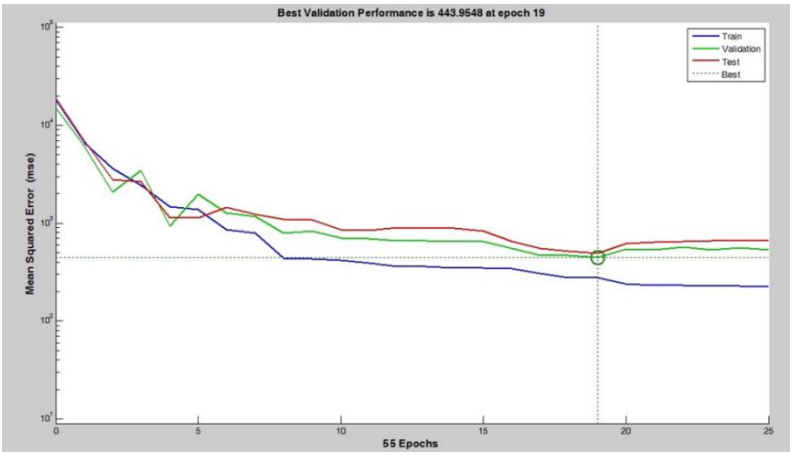
نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ژنتیک

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده‌های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مذکور آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش‌بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی رنگ (سمت راست) مقادیر واقعی آن است.

پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام با استفاده از الگوریتم ترکیبی

ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب؛ چارچوب شبکه عصبی را طراحی می‌کنیم. داده‌های ورودی شبکه را نیز به شبکه معرفی و برای آن مشخص می‌کنیم. بر اساس مدل درخت تصمیم ۷۰٪ x و y (بازده حقوق صاحبان سهام) را در لایه‌های ورودی و خروجی تعریف می‌کنیم. شبکه با استفاده از آموزش و train و با استفاده از هوش مصنوعی یکسری وزن‌هایی را تعریف کرده و در مرحله بعد این وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیماندهٔ xها (متغیرهای مستقل) تست (آزمون) می‌کند و بازده حقوق صاحبان سهام را بدست می‌آورد و آزمون کرده تا مشخص کند مقدار پیش‌بینی شده تا چه اندازه به واقعیت نزدیک است و خطا را محاسبه کند. شبکه عمل آموزش را آنقدر انجام داده تا به نقطه بهینه آموزش برسد، (نقطه بهینه اموزش سطحی از آموزش است که در آن شبکه توانسته با استفاده از آموزش و یادگیری بهترین وزن‌ها را برآورد کند). وقتی وزن‌ها را با ۳۰٪ باقیمانده xها تست کنیم مقادیر پیش‌بینی شده

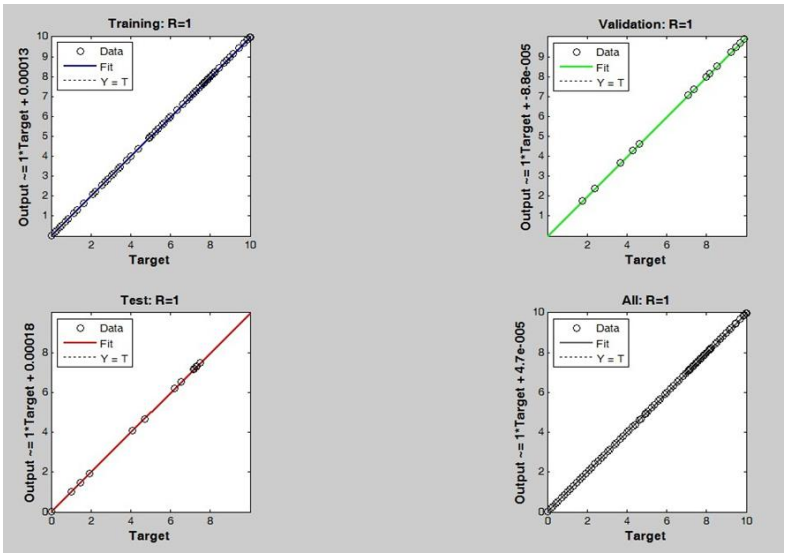
کمترین اختلاف را با واقعیت دارد. برای جلوگیری از آموزش بیش از حد شبکه به صورت تدریجی تعدادی تکرار آموزش داده می‌شود و سپس با داده‌ها آزمون یا تست مورد آزمون قرار می‌گیرد تا حداقل در صفحه چند خطا پیدا شود و از این تعداد حداقل پایین‌ترین آنها در نظر گرفته می‌شود و آموزش بهینه شبکه بر اساس آنها انتخاب می‌شود. پس از آموزش در دفعات متفاوت بهترین آموزش انتخاب می‌گردد. در اینجا ۲۵ بار عمل آموزش انجام شده که در مرتبه ۱۹ یادگیری نسبت به دفعات بعدی بهتر بوده است. پس مجموعه ۱۹ به عنوان یادگیری شبکه انتخاب می‌شود.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ترکیبی

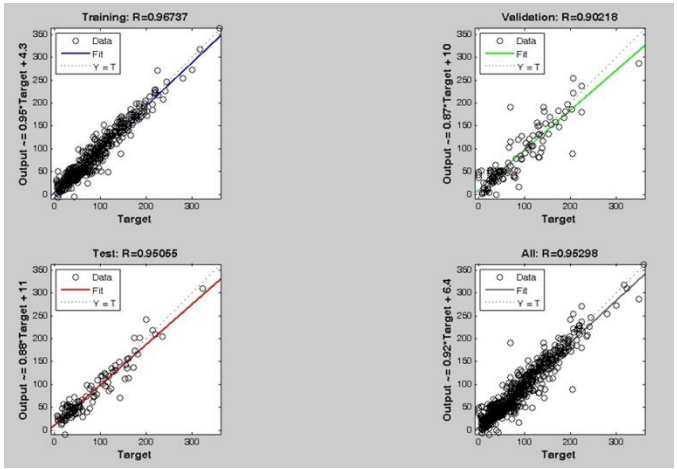
میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند.

میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده‌های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا (چه ورودی و چه خروجی) می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مربوطه آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام با استفاده از الگوریتم ترکیبی پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش‌بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی رنگ (سمت راست) مقادیر واقعی آن است.



نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ترکیبی

نمودار آموزش شبکه عصبی الگوریتم ترکیبی



میزان بهینه آموزش در یادگیری به صورت نمودار آمده است. میزان نیکویی برازش آنها نیز مشخص گردیده و داده‌های ورودی و هدف را بر هم منطبق گردانده است. نتایج حاصل از آموزش شبکه عصبی اوزان شبکه است که بر روی خطوط ارتباطی میان نرون‌ها و سایر اجزا چه ورودی و چه خروجی می‌نشیند. اوزان بین لایه ورودی و لایه پنهان در جدول مذکور آمده است. با توجه به جدول اوزان می‌توان به پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام با

استفاده از الگوریتم ترکیبی پرداخت. نمودار بالا نمایانگر پیش بینی شبکه بر اساس داده‌های ورودی و مقایسه آنها با مقادیر واقعی است. نمودار قرمز رنگ (سمت چپ) پیش‌بینی با شبکه عصبی است و نمودار آبی رنگ (سمت راست) مقادیر واقعی آن است.

در ادامه مقادیر واقعی با مقادیر پیش‌بینی شده در هر سه مدل مقایسه گردیدند و به صورت خلاصه در جدول زیر آمده‌اند:

خلاصه نتایج شبکه‌های عصبی

متغیر	واقعی	الگوریتم کرم شب‌تاب	الگوریتم ژنتیک	الگوریتم ترکیبی
نسبت کیوتوبین	۰.۱۹۲	۰.۱۹۶	-۰.۰۳۴	۰.۲۵۳
بازده حقوق صاحبان سهام	-۰.۰۸۰	۰.۱۴۵	-۳۲۴.۹۶۸	۰.۱۵۹
بازده سهام	۰.۲۳۴	۰.۰۲۰۷	-۰.۰۰۴	۰.۰۶۴۴

نتایج جدول فوق بیانگر این مطلب می‌باشد که چون مقادیر پیش‌بینی شده توسط الگوریتم کرم‌شب‌تاب به مقادیر واقعی نزدیک‌تر است فلذا الگوریتم کرم‌شب‌تاب در مقایسه با الگوریتم ژنتیک و الگوریتم ترکیبی، توان بالاتری جهت پیش‌بینی نسبت کیوتوبین (با رویکرد تلفیقی)، بازده حقوق صاحبان سهام (با رویکرد حسابداری) و بازده سهام (با رویکرد مدیریت مالی) دارد.

نتایج

فرضیه اول پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم کرم شب‌تاب در پیش‌بینی نسبت کیوتوبین موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۷۵٪ پیش‌بینی نسبت کیوتوبین توسط الگوریتم کرم شب‌تاب توضیح داده می‌شود. بنابراین فرضیه اول پژوهش تأیید گردید.

فرضیه دوم پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم ژنتیک در پیش‌بینی نسبت کیوتوبین موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۵۳٪ پیش‌بینی نسبت کیوتوبین توسط الگوریتم ژنتیک توضیح داده می‌شود. بنابراین فرضیه دوم پژوهش تأیید گردید.

فرضیه سوم پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم تکاملی در پیش‌بینی نسبت کیوتوبین موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۴۲٪ پیش‌بینی نسبت کیوتوبین توسط الگوریتم تکاملی توضیح داده می‌شود. بنابراین فرضیه سوم پژوهش تأیید گردید.

فرضیه چهارم پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم کرم شب تاب در پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۶۸٪ پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام توسط الگوریتم کرم شب‌تاب توضیح داده می‌شود. بنابراین فرضیه چهارم پژوهش تأیید گردید.

فرضیه پنجم پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم ژنتیک در پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۵۲٪ پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام توسط الگوریتم ژنتیک توضیح داده می‌شود. بنابراین پنجم پژوهش تأیید گردید.

فرضیه ششم پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم تکاملی در پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۳۵٪ پیش‌بینی بازده حقوق صاحبان سهام توسط الگوریتم تکاملی توضیح داده می‌شود. بنابراین فرضیه ششم پژوهش تأیید گردید.

فرضیه هفتم پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم کرم شب تاب در پیش‌بینی بازده سهام موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۷۷٪ پیش‌بینی بازده سهام توسط الگوریتم کرم شب‌تاب توضیح داده می‌شود. بنابراین فرضیه هفتم پژوهش تأیید گردید.

فرضیه هشتم پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم ژنتیک در پیش‌بینی بازده سهام موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۶۷٪ پیش‌بینی بازده سهام توسط الگوریتم ژنتیک توضیح داده می‌شود. بنابراین فرضیه هشتم پژوهش تأیید گردید.

فرضیه نهم پژوهش بدنبال پاسخ به این سوال بود که آیا الگوریتم تکاملی در پیش‌بینی بازده سهام موثر است؟ یافته‌ها نشان داد ۴۰٪ پیش‌بینی بازده سهام توسط الگوریتم تکاملی توضیح داده می‌شود. بنابراین فرضیه نهم پژوهش تأیید گردید.

یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد الگویتم‌های کرم شب تاب، ژنتیک و الگوریتم ترکیبی ژنتیک و کلونی زنبور مصنوعی به نحوی مطلوب توانایی پیش‌بینی عملکرد مالی شرکت‌ها را دارند و الگوریتم کرم شب تاب نسبت به دو الگوریتم دیگر عملکرد مالی را با خطای کمتری پیش‌بینی نموده است. این یافته‌ها با برخی از نتایج کاروناراتن و راجاپاکس (۲۰۱۲) و مجتهدزاده و قدرتی (۱۳۹۱)، که نشان داد سودخالص، جریان‌های نقد عملیاتی، و اقلام تعهدی با بازده آتی سهام رابطه مثبت و معناداری دارد مطابقت دارد، همچنین یافته‌های پژوهش لی و لین (۲۰۱۰) که حاکی از ارتباط مثبت معنادار میان مالکیت خانوادگی و مالکیت عمومی غیردولتی با بازده سهام بود مطابقت دارد. یافته‌های این پژوهش همچنین با نتایج ولی‌زاده لاریجانی و بهبهانی‌نیا (۱۳۹۷) در خصوص عوامل موثر بر بازده سهام همخوانی دارد. همچنین یافته‌های پژوهش با یافته‌های اوزگه و همکاران (۲۰۲۲)، ووگال و همکاران (۲۰۲۳)، متین و بیژن (۲۰۲۳)، کهنسال و همکاران (۱۴۰۰)، باباجانی و همکاران (۱۳۹۸) که با استفاده از شبکه‌های عصبی و الگوریتم‌های فرا ابتکاری به پیش‌بینی متغیرهای بازار پرداخته شده بود، سازگاری دارد.

پیشنهادهای مبتنی بر نتایج

به سرمایه‌گذاران حرفه‌ای و تحلیل‌گران مالی پیشنهاد می‌شود جهت تصمیم‌گیری در خصوص سرمایه‌گذاری در سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، جهت پیش‌بینی عملکرد مالی شرکت‌ها از الگوریتم‌های تکاملی به ویژه الگوریتم کرم‌شب‌تاب استفاده نمایند.

به اعتباردهندگان پیشنهاد می‌شود جهت اعتبارسنجی حرفه‌ای و پیش‌بینی عملکرد مالی شرکت‌ها از الگوریتم‌های تکاملی به ویژه الگوریتم کرم‌شب‌تاب استفاده نمایند.

فهرست منابع

باباجانی، جعفر؛ تقوا، محمدرضا؛ بولو، قاسم و عبدالهی محسن. (۱۳۹۸). پیش‌بینی قیمت سهام در بورس تهران با استفاده از شبکه عصبی بازگشتی بهینه شده با الگوریتم کلونی زنبور عسل مصنوعی. مجله راهبرد مدیریت مالی شماره ۲۵.

پاشا، مجتبی.(۱۴۰۱). استفاده از رویکرد احتمالی برای بهبود پیش بینی عملکرد مالی شرکت‌ها. پایان‌نامه داخل کشور کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، دانشکده مدیریت و حسابداری.

سلیم‌زاده، سجاد.(۱۴۰۱). مقایسه الگوریتم های آماری ویادگیری ماشین برای پیش بینی عملکرد مالی شرکت ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه ارومیه، دانشکده اقتصاد و مدیریت.

کهنسال، محمود؛ زارعی، علیرضا و بهمنش، رضا (۱۴۰۰). ارائه مدل تلفیقی فرا ابتکاری هوشمند (انفیس-ام جی جی پی)؛ جهت پیش‌بینی بازده سهام با سرعت و دقتی بالاتر نسبت به سایر روش‌های فراابتکاری فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار شماره ۴۷.

مجتهدزاده، ویدا و مونا قدرتی. (۱۳۹۱). اثر بی‌قاعدگی اقلام تعهدی بر قیمت‌گذاری شرکت‌ها، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۱۰.

ولی زاده لاریجانی، اعظم؛ بهبهانی نیا، پریسا سادات (۱۳۹۷). بررسی تجربی عوامل مؤثر بر بازده سهام: جنبه‌های مختلف اثرگذار بر تصمیم‌گیری. دانش حسابداری مالی، ۵(۴).

یزدان‌جو، مینا؛ ربیعی، مهناز. (۲۰۱۶). ارزش افزوده اقتصادی و ارزش افزوده بازار.

Cunado, J., & de Gracia, F. P. (2014).Oil price shocks and stock market returns: Evidence for some european countries. Energy Economics, 42, 365–377.

Furlaneto, D. C., Oliveira, L. S., Menotti, D., & Cavalcanti, G. D.(2017).Bias effect on predicting market trends with EMD. Expert Systems with Applications, 82, 19–26.

Huang, L., & Wang, J.(2018).Forecasting energy fluctuation model by wavelet decomposition and stochastic recurrent wavelet neural network. Neurocomputing, 309, 70–82.

Lee,Lin, C. (2010). An accounting-based valuation approach to valuing corporate governance in Taiwan. Journal of Contemporary Accounting & Economics, 6, 47–60 .

Matin N, Ashtiani, Bijan, Raahemi.(2023).News-based intelligent prediction of financial markets using text mining and machine learning: A systematic literature review. Expert Systems with Applications, Volume 217, 1 May 2023, 119509.

Mouseli ,S., Jaafar, A., and Hussainey, K. (2012). Accruals Quality vis-à-vis Disclosure Quality: Substitutes or Complements. The British Accounting Review, 44 (2012), 36–46 .

Ozge, Cagcag, Yolcu, Ufuk, Yolcu.(2022).A novel intuitionistic fuzzy time series prediction model with cascaded structure for financial time series. Expert Systems with Applications24 November 2022.

Peng, Yaohao a b, Pedro Henrique Melo Albuquerque a, Herbert Kimura a, Cayan Atreio Portela Bárcena Saavedra.(2021).Feature selection and deep neural networks for stock price direction

forecasting using technical analysis indicators. Machine Learning with Applications, Volume 5, 15 September 2021, 100060.

Vogl, Markus a, Peter Gordon Rötzel LL.M b a, Stefan Homes.(2022).Forecasting performance of wavelet neural networks and other neural network topologies: A comparative study based on financial market data sets. Machine Learning with Applications, Volume 8, 15 June 2022, 100302.

Yao, T., Yu, T., Zhang, T., and Chen, S. (2011). Asset growth and stock returns: Evidence from Asian financial markets. Pacific-Basin Finance Journal–۱۱۵ ,۱۹ ,.۱۳۹

Yu, Yang, Jun, Wang.(2022).Forecasting wavelet neural hybrid network with financial ensemble empirical mode decomposition and MCID evaluation. Expert Systems with Applications, Volume 166, 15 March 2021, 114097.

Financial Economics
Vol. (14) Issue (56) Winter 2024

The optimal model for predicting corporate performance using data mining techniques.

Amir Hossein Moravveji
Student of PhD, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran.
Ah.Moravveji@Gmail.Com

Farhad Dehdar
Assistant Professor, Department of Accounting, Shahrood Branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran.
(Corresponding Author)
Dehdar1970@yahoo.com

Ali Harimi
Assistant Professor, Department of Electrical Engineering, Shahrood branch, Islamic Azad University, Shahrood, Iran.
A.harimi@iau-shahrood.ac.ir

Abstract
The present research is based on the elucidation of an optimal model for predicting the performance of companies using data mining techniques. This research is applied in nature, descriptive-causal regarding the methodology, and retrospective in terms of its temporal aspect. In the first step, relevant literature for writing the theoretical foundations and background of the research was gathered by referring to databases such as theses, articles, and similar studies. Subsequently, data from the selected companies under study were collected as a statistical sample. This data is available in database form on compact discs and is supervised and examined by the responsible authorities. The collected information included financial data from 107 companies listed on the Tehran Stock Exchange over a period of 10 years, from the beginning of 2012 to the end of 2021, which was processed using MATLAB software. Ultimately, the findings indicated that the firefly algorithm, genetic algorithm, and evolutionary algorithm were effective in predicting the Tobin's Q ratio, return on equity, and stock returns, with the firefly algorithm demonstrating higher capability for predicting the Tobin's Q ratio, return on equity, and stock returns.
Keywords: Financial performance, data mining techniques, firefly algorithm, genetic algorithm, evolutionary algorithm.