بررسی مقایسه‌ای رویکرد الگوریتم ژنتیک با رویکرد شبکه عصبی مصنوعی با استفاده از نسبت‌های مالی در پیش‌بینی بازده سهام

*دکتر زادااله فتحی **سیده حمیده سجادی

تاریخ دریافت مقاله: آذر ۱۳۹۱
تاریخ پذیرش مقاله: خرداد ۱۳۹۲

چکیده

سرمایه‌گذاری در سهام عرضه شده در بورس اوراق بهادار یکی از گزینه‌های پرسود در بازار سرمایه است. بازار سهام دارای سیستمی غیر خطی و آشوب‌گونه است که تحت تأثیر شرایط سیاسی، اقتصادی و روانشناسی می‌باشد و می‌توان از سیستم‌های هوشمند غیرخطی همچون شبکه‌های عصبی مصنوعی، شبکه‌های عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیک برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده نمود. در این مقاله به طراحی و ارائه‌ی یک مدل پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های مالی با رویکردهای شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های ژنتیکی و کاهش خطای پیش‌بینی بازده سهام پرداخته شده است. در ادامه پس از طراحی و پیاده‌سازی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم‌های ژنتیک، با استفاده از ۶ معیار سنجش عملکرد برای پیش‌بینی، نتایج دو رویکرد مورد مقایسه گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که رویکرد الگوریتم‌های ژنتیک نسبت به رویکرد شبکه‌های عصبی مصنوعی، پیش‌بینی‌های بسیار مناسب‌تری داشته و از سرعت بالاتر و توانایی تقریب قوی‌تری برای پیش‌بینی بازده سهام برخوردار بوده است.

واژه های کلیدی: بازده سهام، شبکه عصبی مصنوعی، الگوریتم ژنتیک، نسبت‌های مالی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

*استادیار. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، گروه مدیریت و حسابداری، تهران، ایران Email: z_fathi46@yahoo.com
**نویسنده مسئول. دانشجوی کارشناسی ارشد حسابداری. دانشگاه آزاد اسلامی واحد قشم. Email: h_sajadi90@yahoo.com

مقدمه

دستیابی به رشد بلندمدت و مداوم اقتصادی نیازمند تجهیز و تخصیص بهینه منابع در سطح اقتصاد ملی است و این مهم بدون کمک بازارهای مالی، به ویژه بازار سرمایه گسترده و کارآمد به سهولت امکان پذیر نیست. سرمایه‌گذاری در سهام عرضه شده در بورس اوراق بهادار، یکی از گزینه-های پرسود در بازار سرمایه است. (منجمی و همکاران، ۱۳۸۸) بورس‌ها از پارامترهای کلان اقتصادی و غیر اقتصادی و بسیاری از متغیرهای دیگر تاثیر می‌پذیرند، متعدد بودن عوامل موثر بر بازارهای سرمایه و ناشناخته بودن آنها، موجب عدم اطمینان[1] در زمینه سرمایه‌گذاری شده است. قسمتی از متغیرهای تاثیرگذار بر بازار سهام ناشی از اطلاعات مالی واحدهای اقتصادی است که از سیستم حسابداری[2] این واحدها استخراج می‌شود، میزان تاثیر این اطلاعات بسیار پیچیده و تا حدودی ناشناخته است و همانطور که گفته شد تصمیم‌گیری در این شرایط با عدم اطمینان و نگرانی‌هایی همراه است. بدیهی است که ویژگی عدم اطمینان در تصمیم‌گیری، امر نامطلوبی است و از طرفی برای سرمایه‌گذاران در بورس این خصوصیت امری اجتناب‌ناپذیر است، از این رو برای افزایش اعتماد و اطمینان سرمایه‌گذاران، در اواسط قرن بیستم فرضیه‌های بازار کارآ[3] ارائه شد، براساس فرضیات بازار کارآ، کسی نمی-تواند با دستکاری در اطلاعات حسابداری و استفاده از روشهای متعدد گزارشگری سود، بازار را گمراه کند. بازار در نهایت، واحد اقتصادی دارای مشکل را تشخیص داده و قیمت بازار سهام آن را کاهش خواهد داد. بر خلاف این موضوع بال و برون[4] نشان دادند که بازارهای سرمایه به طور کامل کارا نیستند. به عبارتی اگر کسی قبل از انتشار اطلاعات حسابداری، از آن اطلاع حاصل کند، می‌تواند بازده غیرعادی[5] کسب کند. به طور کلی هدف از ارائه تحقیقات فوق، کاهش عدم اطمینان است و با توجه به اینکه پیش‌بینی بازار[6]، یکی از ابزارهای کاهش عدم اطمینان می‌باشد، سرمایه‌گذاران به دنبال روشهایی می‌باشند که بازده سهام را بهتر پیش‌بینی نمایند تا بتوانند از سرمایه‌گذاری خود حداکثر بازدهی را کسب کنند. (آذر؛ کریمی، ۱۳۸۸) سوالی اصلی پژوهش این است که

[1] Unreliability
[2] Accounting System
[3] Efficient Market
[4] Ball and Brown
[5] Abnormal Return
[6] Market Prediction

آیا با استفاده از نسبت‌های مالی می‌توان به ارجحیت رویکردهای الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی مصنوعی در پیش‌بینی بازده سهام پی برد یا خیر. مدلهای آماری مختلفی برای پیش‌بینی و طبقه‌بندی در علوم وجود دارد. روشهای آماری و اقتصاد سنجی نظیر رگرسیون، تحلیل تمایزی، سریهای زمانی، رده‌بندی و دیگر روشها، بر اساس متغیرها و اطلاعات موجود برای پیش‌بینی و طبقه-بندی یک موضوع خاص به کار می‌روند. مدلهای آماری متأثر از مفروضات و محدودیت‌های زیادی هستند، بدین لحاظ اخیرا شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک به عنوان شیوه‌های نوین پیش‌بینی به دلیل عدم نیاز به فروض و محدودیت‌ها در توزیع داده‌ها و کارایی بالاتر آن‌ها، مورد توجه ویژه قرار گرفته‌اند. (رحمانی؛ اسماعیلی، ۱۳۸۹) بازار سهام دارای سیستمی غیر خطی و آشوب‌گونه است که تحت تأثیر شرایط سیاسی، اقتصادی و روانشناسی می‌باشد و می‌توان از سیستم-های هوشمند غیرخطی همچون شبکه‌های عصبی مصنوعی، [۷] شبکه‌های عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیک[۸] برای پیش‌بینی بازده سهام استفاده نمود. (منجمی و همکاران، ۱۳۸۸) بنابراین هدف این تحقیق، ارجحیت پیش‌بینی بازده سهام با بررسی مقایسه‌ای رویکرد الگوریتم ژنتیک با رویکرد شبکه عصبی مصنوعی با بهره‌گیری از نسبت‌های مالی می‌باشد.

بازده سهام و اهمیت آن در سرمایه‌گذاری

امروزه با توجه به اهمیت و گسترش روز افزون بازارهای سرمایه[۹] در تجهیز و جمع‌آوری سرمایه‌های کوچک فردی به سمت فعالیت‌های تولیدی؛ شناسایی نحوه رفتار سرمایه‌گذاران[۱۰] و متغیرهای تاثیرگذار بر قیمت[۱۱] و بازده سهام[۱۲] در این بازارها، اهمیت زیادی پیدا کرده است. بازارهای اوراق بهادار[۱۳] عمده‌ترین راه تجهیز و تخصیص بهینه سرمایه و رونق سرمایه-گذاری هستند. هدف اصلی از سرمایه-گذاری، کسب بازده است. منافع یا بازده‌ای که عاید سرمایه‌گذاران می‌شود در قالب سود پرداختی، افزایش قیمت سهام و یا هر دو تجلی پیدا می‌کند. اصولا سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار از طریق تغییرات قیمت سهام و سود نقدی [۱۴] ثروت سهامداران را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

[7] Artificial Neural Networks (ANN)
[8] Genetic Fuzzy Neural Networks (GFNN)

[9] Capital Markets
[10] Investors
[11] Price
[12] Stock Return
[13] Securities Markets
[14] Cash Dividends

سرمایه‌گذاران برای تصمیم‌گیری برای تهیه سبد[15] مناسبی از پر بازده‌ترین سهام و سایر اوراق بهادار، به اطلاعات مربوط و به هنگام نیاز دارند. بسیاری از تصمیمات اخذ شده در رابطه با سرمایه‌گذاری ممکن است، به زیان سرمایه‌گذاران تمام شود، بنابراین تحقیقات مالی می‌تواند در این زمینه راه‌گشا بوده و مدل‌هایی را برای تصمیم‌گیری در اختیار سرمایه‌گذاران قرار دهد.

شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه عصبی مصنوعی یک سامانه پردازشی داده‌هاست[16] که از مغز انسان ایده گرفته و پردازش داده‌ها را به عهده پردازنده‌های کوچک و بسیار زیادی سپرده که به صورت شبکه‌ای به هم پیوسته و موازی با یکدیگر رفتار می‌کنند تا یک مسئله را حل نمایند. (راسل؛ نورویج، ۱۳۸۸)[17] نگاه مدرن به شبکه‌های عصبی در دهه ۱۹۴۰ و با شروع به کار کردن وارن مک کالج[18] و والتر پیتز[19] آغاز شد. راه مک کالج و پیتز توسط دونالد هب[20] ادامه یافت. او مکانیسمی برای یادگیری در نورون‌های عصبی زنده پیشنهاد کرد. اولین کاربرد عملی شبکه‌های عصبی زنده در اواخر دهه ۱۹۵۰ شکل گرفت. در این سالها شبکه‌های پرسپترون و قواعد یادگیری آنها توسط فرانک روزنبلات[21] ابداع شد. در همان زمان برنارد ویدرو[22] و تد هوف،[23] یک الگوریتم یادگیری جدید را مطرح ساختند و از آن برای آموزش یک شبکه عصبی خطی انطباقی استفاده نمودند. در سال ۱۹۷۲ تئو کوهنن[24] و جیمز اندرسون[25] مستقلا و به صورت جداگانه یک شبکه عصبی جدید که می‌توانست به عنوان یک حافظه عمل کند را توسعه دادند. (مارتین تی‌هاگان و دیگران، ۱۳۸۸) در اواخر هزاره دوم در هوش مصنوعی[26] پیشرفت عمده‌ای صورت گرفت. در حقیقت کاربرد هر مدل پیش‌بینی به عنوان بخشی از فرآیند تصمیم‌گیری می‌تواند به صورت هوش مصنوعی تفسیر شود. اما یک تکنیک وجود دارد که هوش مصنوعی را در بطن خود دارد؛ این تکنیک، شبکه‌های عصبی[27] هستند که به عنوان شبکه‌ای از اجزای محاسباتی که می‌توانند به خروجی‌ها

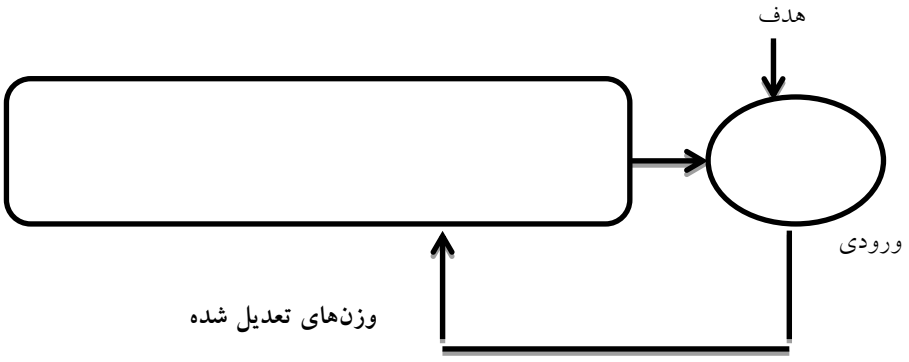
[15] Portfolio
[16] Data Processing
[17] Rassel and Nurvich
[18] Warren McCulloch
[19] Walter Pitts
[20] Donald Hebb
[21] Frank Rosenblatt
[22] Bernard Withrow
[23] Ted Hoff
[24] Teuvo Kohonen
[25] James Anderson
[26] Artificial Intelligence (AI)
[27] Neural Networks (NN)

پاسخ دهند و یاد بگیرند که با محیط سازگار شوند توصیف می‌شوند. (کیا، ۱۳۸۹)

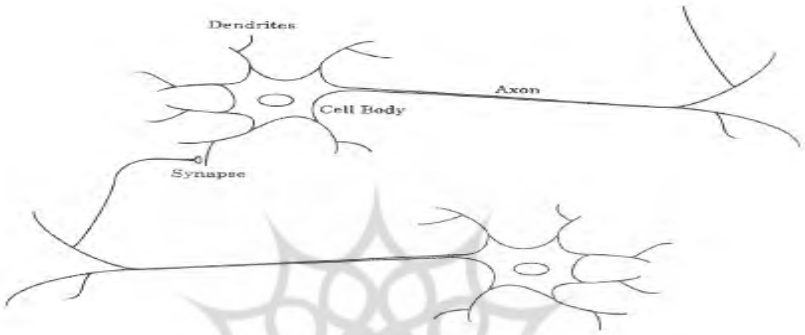
شبکه‌های عصبی مصنوعی و طبیعت

مغز انسان شامل ۱۰[11] نورون عصبی می‌باشد که از طریق حدود ۱۰[4] اتصای به ازای هر نورون بهم متصل شده‌اند. به طور کلی و متناسب با کاربرد مورد نظر ما می-توان سه قسمت اصلی برای نورون‌ها در نظر گرفت: دندریت[28]، بدنه سلول[29] و آکسون.[30] دندریت‌ها دریافت‌کننده‌های درخت‌شکل از جنس فیبرهای عصبی هستند که سیگنال‌های الکتریکی را بدنه سلول منتقل می‌کنند. بدنه سلول این سیگنال‌ها را جمع کرده و یک حد آستانه بر روی آنها اعمال می‌کند. در نهایت آکسون یک فیبر عصبی بلند است که این سیگنال‌ها را از بدنه سلول به نورون‌های دیگر منتقل می‌کند. به نقطه اتصال بین آکسون و یک سلول عصبی دیگر سیناپس[31] گفته می‌شود. نحوه چینش نورون‌ها و قدرت سیناپس‌ها با توجه به فرآیندهای پیچیده شیمیایی معین می‌گردد که آنها در واقع بناکننده تابع شبکه‌های عصبی می‌باشند. شکل (۲) یک طرح ساده از دو نورون عصبی را نشان می‌دهد.

[28] Dendrit
[29] Cell Body
[30] Axon
[31] Synapse



شکل (۱): نحوه‌ی عمل شبکه‌های عصبی در پردازش داده‌ها



شکل (۲): یک طرح ساده از دو نورون عصبی

شبکه‌های عصبی مصنوعی تک‌لایه:[۳۲] اگر چه یک سلول عصبی منفرد برخی از توابع ردیابی الگوهای ساده را می‌تواند به انجام برساند، قدرت محاسبات عصبی از قدرت مجموعه‌ای از سلول‌های عصبی مرتبط شونده به یکدیگر در یک شبکه نشات می‌گیرد. همانگونه که در سمت راست شکل (۳) نشان داده شده است، ساده‌ترین شبکه به صورت گروهی از سلول‌های عصبی است که در یک لایه مرتب شده‌اند. باید توجه داشت که گره‌های دایره‌ای شکل در سمت چپ شکل (۳) فقط برای توزیع ورودی‌ها بکار گرفته می‌شوند، آنها هیچگونه محاسباتی را انجام نمی‌دهند و از این رو به عنوان اجزای تشکیل‌دهنده‌ی یک لایه در نظر گرفته نمی‌شوند. به همین دلیل، این گره‌ها به صورت دایره‌ای نشان داده می‌شوند تا بتوان آنها را از سلول‌های

[32] Single-Layer Artificial Neural Network (SLANN)

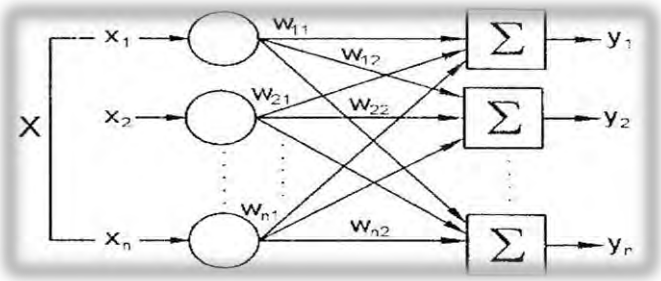
عصبی محاسباتی که به صورت مربع نشان داده می‌شوند تمیز داد. هر کدام از اجزای دسته‌ی ورودی X از طریق وزن‌های جداگانه‌ای به هر کدام از سلول‌های عصبی مصنوعی مرتبط می‌شوند.

شبکه‌های عصبی مصنوعی چندلایه:[۳۳] شبکه‌های بزرگتر و پیچیده‌تر معمولا قابلیت‌ها و توانایی‌های محاسباتی بیشتری را ارائه می‌کنند. ثابت شده است که شبکه-های چندلایه‌ای قابلیت‌ها و توانایی‌هایی فراتر از شبکه‌های تک‌لایه دارند و در سال‌های اخیر، الگوریتم‌های آموزشی برای آموزش آنها توسعه و بسط داده شده‌اند.

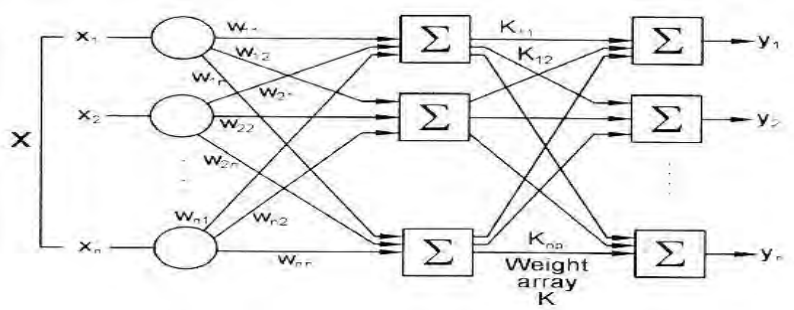
شبکه‌های چندلایه از تک‌لایه‌هایی که به شکل آبشار دنبال هم قرار گرفته‌اند ممکن است شکل بگیرند. خروجی یک لایه، ورودی لایه بعدی را مهیا می‌کند. شکل (۴) یک شبکه‌ی دولایه را نشان می-دهد که در آن باز هم سلول‌های عصبی به طور کامل به یکدیگر مرتبط شده‌اند. (ثروتی؛ کاوه، ۱۳۸۴) شبکه‌های پیش‌خور شبکه‌هایی هستند که ارتباط تنها یکطرفه می‌باشد و از هر نرون ،داده‌ها تنها به نرون بعدی منتقل می‌شود؛ اما در شبکه‌های پس-خور ارتباط دوطرفه می‌باشد. پرسپترون چندلایه،[۳۴] معماری از شبکه‌های عصبی مصنوعی می‌باشد که پیش‌خور بوده و پردازنده‌های شبکه به چند لایه مختلف تقسیم می‌شوند؛ در این شبکه‌ها لایه اول، ورودی؛ لایه آخر، خروجی و لایه‌های میانی، لایه‌های پنهان نامیده می‌شوند. این معماری را پرکاربردترین معماری شبکه‌های عصبی می‌توان نامید، شکل (۵)، نمای عمومی پرسپترون چندلایه را نشان می‌دهد. (حیدری‌زاده؛ کردلوئی، ۱۳۸۹)

[33] Multi-Layer Artificial Neural Networks (MANN)

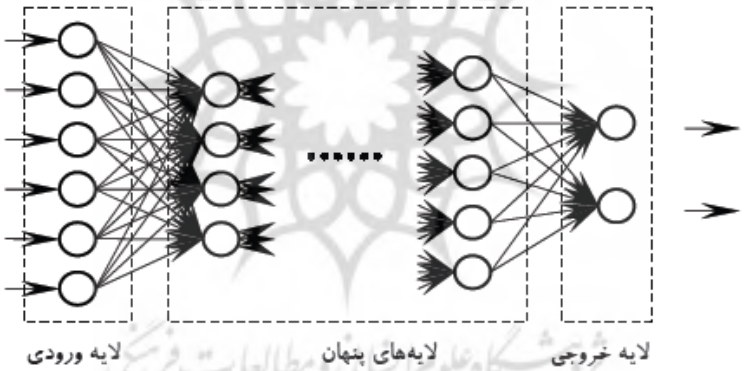
[34] Multi-Layer Perceptron (MLP)



شکل (۳): شبکه عصبی مصنوعی تک‌لایه



شکل (۴): شبکه عصبی مصنوعی دولایه



شکل (۵): ساختار کلی شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور

الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یکی از الگوریتم‌های جستجو است که بر اساس ژنتیک ارگانیزم-های زنده پایه‌گذاری شده است. این الگوریتم اصل «انتخاب یا بقای اصلح» داروین[۳۵] را با یک سری اطلاعات تصادفی ساخت‌یافته ادغام نموده و یک الگوریتم جستجو با خصوصیت روشهای تکامل طبیعی ایجاد می‌نماید. به عبارتی دیگر، در

[35] Darvin

هر نسل مجموعه‌ی جدیدی از رشته‌ها با استفاده از مناسب‌ترین اجزای نسل قبل ایجاد می‌شود و اجزای جدید برای تناسب مورد آزمون قرار می‌گیرند. الگوریتم ژنتیک از طریق شبیه‌سازی فرآیندهای ژنتیک طبیعی می‌کوشد تا مسائل دنیای واقعی را حل کند. بسیاری از مسائل دنیای صنعتی بویژه سیستم‌های تولیدی بسیار پیچیده هستند و با روش‌های بهینه‌سازی سنتی و متداول قابل حل نیستند. نقش روش‌های بهینه‌سازی احتمالی نظیر الگوریتم ژنتیک در این زمینه بسیار حساس و مؤثر است. امروزه الگوریتم ژنتیک جای خود را در میان روش‌های بهینه‌سازی حل مسائل پیچیده به خوبی باز کرده است و به عنوان یک روش مؤثر و کارا برای حل مسائل پیچیده در چرخه‌های تجاری علمی و مهندسی به حساب می‌آید. این الگوریتم‌ها از لحاظ محاسباتی ساده اما قدرتمند هستند و فرضیات محدودکننده در خصوص فضای جستجو، آنها را محدود نمی‌نماید.

مزایای عمده‌ی الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک تفاوت‌های اساسی با روشهای جستجو و بهینه‌سازی متداول دارند. در ادامه به خلاصه‌ای از این تفاوتها اشاره شده است:

۱) الگوریتم‌های ژنتیک با کدی از مجموعه جوابها کار می‌کنند نه با خود جوابها (با این قابلیت، احتمال دستیابی به جوابهای کامل و دقیق‌تر نسبت به جوابهای اولیه در آن وجود دارد).

۲) الگوریتم‌های ژنتیک در جمعیتی از جوابها جستجو می‌کنند، نه در یک جواب منفرد.

۳) الگوریتم‌های ژنتیک تنها از اطلاعات مورد نیاز تابع هدف استفاده می کنند، نه از مشتق یا اطلاعات کمکی دیگر.

۴) الگوریتم‌های ژنتیک قواعد احتمالی را استفاده می‌کنند نه قواعد قطعی را.

با توجه به تفاوتهای گفته شده و آنچه تاکنون در مورد الگوریتم‌های ژنتیک گفته شد، می‌توان برتری‌های عمده الگوریتم‌های ژنتیک در حل مسائل بهینه‌سازی را به صورت زیر برشمرد:

۱) الگوریتم ژنتیک نیازمندی‌های ریاضی خاصی نداشته و بدون توجه به عملکرد درونی مسأله به حل مسائل بهینه‌سازی می‌پردازد. این الگوریتم قادر به حل هر گونه

محدودیتی (برای مثال خطی یا غیر خطی) است که روی فضای جستجو پیوسته، ناپیوسته و یا مختلط تعریف شده باشند. کارایی این الگوریتم، به صورت تجربی اثبات شده است.

۲) ساختار عملگرهای الگوریتم ژنتیک، این الگوریتم را قادر می‌سازد تا در یافتن جوابهای بهینه‌ی کلی موفق‌تر عمل کند. با این توضیح که در روشهای سنتی، جستجو از طریق مقایسه با نقاط همسایه انجام می‌شود و حرکت به سوی نقاط بهینه نسبی صورت می‌گیرد. در حالیکه جواب بهینه کلی تنها وقتی می‌تواند به دست آید که خواص همگرایی مسأله موجب شود که هر جواب بهینه نسبی جواب بهینه کلی نیز باشد.

۳) الگوریتم ژنتیک انعطاف‌پذیری بالایی را جهت تلفیق با تکنیک‌های ابتکاری فراهم می‌سازد و از این طریق حل کارآ و مؤثر یک مسأله را میسر می‌سازد. الگوریتم ژنتیک از طریق کاهش تعداد تکرارها منجر به کاهش زمان یادگیری شبکه‌های عصبی می‌شود و می‌تواند در بهبود عملکرد پیش‌بینی نیز مؤثر باشد. (منجمی و همکاران، ۱۳۸۸)

تحقیقات داخلی

کمیجانی و سعادت‌فر (۱۳۸۵) با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی به پیش‌بینی ورشکستگی اقتصادی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند. نتایج تحقیق نشان داد که بکارگیری مدلهای مبتنی بر شبکه عصبی مصنوعی توانایی مدیریت‌های مالی را برای مقابله با نوسانهای اقتصادی و ورشکستگی نسبت به مدلهای رقیب افزایش می‌دهد. (زراء–نژاد؛ حمید، ۱۳۸۸) آقایی و پورمیری (۱۳۸۵) به پیش‌بینی روند قیمت فولاد با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و مقایسه نتایج آن با روش خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته[۳۶] پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل شبکه عصبی بهتر از روش دیگر عمل می‌نماید و خطای پیش‌بینی آن از روش خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته بسیار کمتر است.

آذر و همکاران (۱۳۸۵) نیز به مقایسه روش‌های کلاسیک و هوش مصنوعی در

[36] Auto-Regression Integration Moving Average (ARIMA)

پیش‌بینی شاخص قیمت سهام و طراحی مدل ترکیبی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که توانایی مدل ترکیبی نسبت به تمامی روش‌های هوش مصنوعی و کلاسیک بالاتر است. عرب‌مازار و قاسمی (۱۳۸۸) با ترکیب شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک، به بررسی قیمت‌گذاری عرضه‌های عمومی اولیه پرداختند. نتایج پژوهش آنها نشان داد ترکیب شبکه‌های عصبی با الگوریتم ژنتیک به منظور انتخاب متغیرهای بهینه، قدرت پیش‌بینی را به طور محسوسی افزایش می‌دهد. (سعیدی؛ محمدی، ۱۳۹۰) ستایش و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی کاربرد الگوریتم ژنتیک در تعیین ساختار بهینه سرمایه در بین ۳۰۰ شرکت پذیرفته شده در ۱۲ صنعت پرداختند. نتایج الگوریتم ژنتیک حاکی از آن است که بیشترین سودآوری در ازای استفاده کمتر از اهرم مالی (بدهی) حاصل شده است. این یافته با نتایج همبستگی، مبنی بر وجود رابطه منفی بین ساختار سرمایه و نرخ بازده دارایی‌ها مطابقت دارد. انصاری (۱۳۸۸) برای اعتبارسنجی مشتریان بانک پارسیان از شبکه عصبی استفاده نمود. نتایج حاکی از آن بود که شبکه عصبی 17 متغیره بر رگرسیون لوجیت ارجحیت داشت و کارایی آن در هر دسته از داده‌ها بالاتر بود. (رحمانی، اسماعیلی، ۱۳۸۹) زراءنژاد و حمید (۱۳۸۸) با استفاده از روش شبکه‌های عصبی مصنوعی پویا، نرخ تورم را برای دوره‌ی ۱۳۹۱-۱۳۸۷ پیش‌بینی کردند. (منجمی و همکاران، ۱۳۸۸) مکیان و همکارانش (۱۳۸۹) به مقایسه شبکه‌های عصبی مصنوعی با روش‌های رگرسیون لجستیک و تحلیل ممیزی در پیش‌بینی ورشکستگی شرکتها در طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۷۴ پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل شبکه عصبی مصنوعی از دو روش آماری دیگر هم دقت بالاتری در پیش‌بینی دارد، ضمن اینکه هیچکدام از شرکت‌های تولیدی در سال بعد از دوره مورد بررسی، ورشکسته نخواهند شد. فخاری و طاهری (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی رابطه سرمایه‌گذاران نهادی و نوسان‌پذیری بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که حضور سرمایه‌گذاران نهادی موجب افزایش نظارت بر عملکرد مدیران شده، از عدم تقارن اطلاعاتی می‌کاهد و نهایتاً با افزایش درصد مالکیت این گروه از سهامداران، از

نوسان‌پذیری بازده سهام کاسته می‌شود. مشایخی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی به بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی بر رابطه بین متغیرهای بنیادی مستخرج از صورت‌های مالی و بازده سهام پرداختند. یافته‌های تحقیق حکایت از آن دارد که متغیرهای شاخص کل قیمت، تولید ناخالص داخلی به قیمت پایه بدون نفت، هزینه کل ناخالص داخلی، درآمد نفت، نرخ تورم و تولید ناخالص ملی بر رابطه بین نمره ترکیبی و بازده سهام تأثیر معنی‌دار داشته و سایر متغیرها بر این رابطه بی‌تأثیر هستند. عارفی و دادرس (۱۳۹۰) در پژوهشی به پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از استراتژی تحلیل بنیادی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که نمره بنیادی رابطه مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با بازده سهام دارد؛ همچنین متغیرهای موجودی کالا و تغییرات گردش دارایی‌ها رابطه مثبت معنی‌دار و سرمایه‌گذاری‌ها دارای رابطه منفی معنی‌دار در سطح یک درصد با بازده بودند؛ بنابراین با استفاده از استراتژی تحلیل بنیادی، می‌توان بازده مثبتی را به دست آورد. کاشانی‌پور و رضایی (۱۳۹۰) در پژوهشی به بررسی تأثیر تغییر میزان سهام شناور آزاد بر بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که تغییر میزان سهام شناور آزاد؛ دارای محتوای اطلاعاتی بوده، تأثیر معنی-داری بر بازده سهام شرکت‌ها دارد و باعث کاهش میزان بازده سهام شرکت‌ها می‌گردد. فیروزیان و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی که در بین ۳۶ شرکت ورشکسته و ۳۶ شرکت غیر ورشکسته در طی دوره مالی ۵ ساله ۱۳۸۸-۱۳۸۴ انجام دادند به این نتیجه رسیدند که مدل الگوریتم ژنتیک توانست به طور میانگین در یک سال و دو سال قبل از سال مبنا به ترتیب دقتی معادل ۹۰ و ۹۱/۵ درصد داشته باشد و مدل Z آلتمن دقتی معادل ۸۳/۳۲ و ۸۳/۳۲ درصد دارد، با توجه به نتایج مدل الگوریتم ژنتیک دقت بیشتری در پیش‌بینی ورشکستگی دارد؛ در نتیجه ابزار مناسب‌تری برای پیش‌بینی محسوب می‌شود. راعی و فلاح‌پور (۱۳۹۰) به طراحی مدلی برای مدیریت فعال پرتفوی با استفاده از ارزش در معرض ریسک[37] و الگوریتم ژنتیک پرداختند و به این نتیجه رسیدند که مدل جدید در مقایسه با مدل مدیریت فعال بدون محدودیت در ارزش در معرض ریسک، به طور معناداری

[37] Value at Risk (VaR)

از عملکرد بهتری برخوردار است. کرمی و بشرویه (۱۳۹۰) در پژوهشی که بین ۷۷۶ سال- شرکت برای آزمون شبکه‌ی عصبی و 62 سال- شرکت برای آزمون رگرسیون خطی در طی سالهای ۱۳۸۹ -۱۳۸۰ انجام دادند به این نتیجه رسیدند که استفاده از شبکه عصبی مصنوعی نسبت به روش حداقل مربعات معمولی، برای تحلیل روابط بین متغیرها، قدرت توضیح‌دهندگی و دقت مدل را بالا می‌برد. هاشمی و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی به بررسی ارتباط متقابل عوامل مؤثر بر ساختار سرمایه و بازده سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بازده سهام طبق نظریه زمان‌سنجی بازار بر ساختار سرمایه تأثیر منفی و ساختار سرمایه طبق رابطه مستقیم ریسک و بازده بر بازده سهام تأثیر مثبت داشته است.

تحقیقات خارجی

میشایلیدس و همکاران[۳۸] (۲۰۰۷) در پژوهشی به بررسی عوامل موثر بر بازده سهام در بورس آتن پرداختند و به این نتیجه رسیدند زمانی که سبدها به تنهایی بر مبنای اندازه شرکت تشکیل می‌شود هیچ رابطه‌ای بین اندازه شرکت و میانگین بازده وجود ندارد. همچنین زمانی که سبدها بر مبنای سود به قیمت تشکیل می‌شود، به نظر می‌رسد شواهدی درباره ارتباط بین سود به قیمت و میانگین بازده نباشد و سرانجام زمانی که سبدها بر اساس ارزش دفتری به ارزش بازار حقوق صاحبان سهام شکل گرفته باشد هیچ ارتباطی بین متوسط بازده مورد انتظار و ارزش دفتری به ارزش بازار حقوق صاحبان سهام وجود ندارد. پرمینگر و همکاران[۳۹] (۲۰۰۷) از خودرگرسیو خطی[۴۰] و نیز مدل شبکه عصبی برای بهبود در پیش‌بینی نرخ ارز استفاده نمودند. مدل پیشنهادی آنها از مدلهای کلاسیک بهتر عمل می‌کرد ولی هنوز از گام تصادفی[۴۱] بهتر نبود. ژنگ و همکاران[۴۲] (۲۰۰۷) معماری جدیدی تحت عنوان شبکه عصبی فازی بازه‌ای تصادفی ایجاد نمودند که پایه‌ی آن شبکه عصبی فازی بود. دو پژوهشگر نامبرده از شبکه عصبی فوق برای پیش‌بینی نرخ ارز استفاده نمودند. شبکه مذکور نرخ ارز را بصورت بازه‌ای، و نه در نقطه‌ای از زمان، پیش‌بینی

[38] Michailidis and et al

[39] Preminger, et al
[40] Linear Autoregressive (LA)
[41] Random Walk (RW)
[42] Zhang, et al

می‌کند. حسن و همکاران[43] (۲۰۰۷) از مدلی چندگانه متشکل از مدل مارکوف، شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک استفاده نمودند. این مدل که برای پیش‌بینی بازده بورس بکار بسته شده بود اثبات نمود که مدلهای چندگانه بهتر از مدلهای شبیه-سازی می‌باشند. همچنین دو محقق با نامهای یو و همکاران[44] (۲۰۰۸) شبکه‌های عصبی دوتایی، شبکه‌های عصبی دوتایی مبتنی بر سری زمانی فازی و شبکه عصبی مصنوعی مبتنی بر سری‌های زمانی فازی با جایگذاری را مورد استفاده قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که شبکه اخیر دارای بهترین عملکرد است. از سوی دیگر همزاسبی و همکاران[45] (۲۰۰۹) روش خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته و شبکه عصبی مصنوعی را مقایسه کردند و این طور نتیجه گرفتند که پیش‌بینی مستقیم شبکه عصبی انطباق بیشتری با واقع دارد. ولی در عین حال تصریح نمودند که قبل از تعمیم نتایج این تحقیق، لازم است مطالعات تکمیلی صورت پذیرد. بیلدیریکی و همکاران[46] (۲۰۰۹) شبکه‌های عصبی را با مدلهای ناهمسانی واریانس شرطی ترکیب نمودند و به این نتیجه رسیدند که مدل ترکیبی، پیش‌بینی بهتری نسبت به تک‌تک مدلها به تنهایی دارد. تی‌سای[47] (۲۰۰۹) در پژوهشی به بررسی ارتباط مالکیت نهادی و بازده سهام پرداخت و به این نتیجه رسید که شرکت‌های با مالکیت نهادی، بیشتر شرکت‌هایی هستند که مدیران به صورت کارآتری تحت نظارت قرار می‌گیرند و اطلاعات بیشتری در اختیار سرمایه‌گذاران قرار می‌دهند. بوهل و همکاران[48] (۲۰۰۹) در پژوهشی به بررسی رابطه سرمایه‌گذاران نهادی و نوسان‌پذیری بازده سهام پرداختند و به این نتیجه رسیدند که افزایش مالکیت سرمایه‌گذاران نهادی اثر ثابت‌کنندگی بر نوسان‌پذیری بازده سهام دارد. کلینچ و همکاران[49] (۲۰۱۱) در پژوهشی به بررسی رابطه سود- بازده و نوسانات اقتصاد کلان پرداختند و به این نتیجه رسیدند که عملکرد اقتصاد کلان رابطه سود- بازده را قوی‌تر نشان می‌دهد. همچنین گورسن و همکاران[50] (۲۰۱۱) کارایی مدلهای شبکه عصبی مصنوعی پرسترون چند لایه، شبکه عصبی مصنوعی پویا و مدلهای ترکیبی گارچ با شبکه عصبی را از نقطه نظر دو

[43] Hassan, et al
[44] Yu, et al
[45] Hamzacebi, et al
[46] Bildirici, et al
[47] Tsai
[48] Bohl and et al
[49] Clinch and et al
[50] Guresen, et al

معیار میانگین قدرمطلق خطا[51] و میانگین مجذور خطا[52] بر روی شاخص بورس نزدک[53] مورد مطالعه قرار دادند. پژوهش این محققین، نتایج به دست آمده توسط رو[54] (۲۰۰۷) را مورد تأیید قرار نمی‌داد و توجیه آنها استفاده رو از متغیرهای بنیادی بازار (بازده تا سررسید اوراق‌قرضه، قیمت اوراق‌قرضه و...) در کنار متغیرهای خروجی مدل گارچ[55] بود. در واقع آنها بهبود پیش-بینی مدلهای ترکیبی را نتیجه استفاده از این متغیرهای بنیادی تعبیر نمودند. کیانلی و همکاران[56] (۲۰۱۱) به کمک الگوریتم چندهدفی سیستم ایمنی که یکی از الگوریتم‌های نوظهور در زمینه هوش مصنوعی محسوب می‌شود، چارچوبی را برای تشکیل صندوق‌های شاخصی بهبود یافته ارائه نمودند. در مدل ارائه شده توسط آنان تعریف انحراف از شاخص، اصلاح شده و در آن تنها انحرافات نامطلوب در نظر گرفته شده بود.

فرضیه‌های تحقیق

فرضیه اول: رویکردهای شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک با استفاده از نسبت‌های مالی، قابلیت پیش‌بینی بازده سهام را دارند.

فرضیه دوم: قدرت پیش‌بینی کنندگی بازده سهام در رویکرد الگوریتم ژنتیک نسبت به رویکرد شبکه عصبی مصنوعی بیشتر است.

فرضیه سوم: همبستگی بین نسبتهای مالی و بازده سهام در رویکرد الگوریتم ژنتیک نسبت به رویکرد شبکه عصبی مصنوعی بیشتر است.

فرضیه چهارم: رویکرد الگوریتم ژنتیک نسبت به رویکرد شبکه عصبی مصنوعی از همگرایی سریع، دقت بالا و توانایی تقریب تابع قوی‌تری برخوردار است.

روش تحقیق

برای بررسی رابطه غیر خطی و ارزیابی میزان سودمندی روابط غیرخطی شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک، میزان خطا بر اساس معیارهای ارزیابی عملکرد از قبیل: مربع میانگین خطای استاندارد[57]، مربع مجذور میانگین خطا،[58] مربع میانگین خطای استاندارد نرمال شده[59]، میانگین قدرمطلق خطا[60] و

[51] Mean Absolute Percentage Error (MAD)
[52] Mean Square Error (MSE)
[53] NASDAQ Stock Exchange
[54] Roh
[55] Garch
[56] Qianli, et al

[57] Mean Square Error (MSE)
[58] Root Mean Square Error (RMSE)
[59] Normalized Mean Squared Standard Error (NMSE)
[60] Mean Absolute Error (MAE)

میانگین قدر مطلق درصد خطا[۶۱] محاسبه گردیده است؛ همچنین از بین این روش‌ها، روش پرسپترون چندلایه پس‌انتشار خطا را که در حوزه مالی دارای بیشترین کاربرد است برای این تحقیق انتخاب گردید.

پیاده‌سازی مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار جامع *MATLAB* با بهره جستن از *Net Lab Toolbox* صورت گرفته است. در این پژوهش، الگوریتم ژنتیک با استفاده از *Genetic Algorithm Toolbox* و برنامه‌نویسی در محیط *MATLAB* طراحی شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

[61] Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

جدول (۱): معیارهای ارزیابی عملکرد متداول برای مسائل پیش‌بینی

MAPE	MAE	R^2	NMSE	RMSE	MSE
$\frac{100}{P} \times \sum_{p=1}^{p} \left\lvert \frac{dp - zp}{dp} \right\rvert$	$\frac{\sum_{p=1}^{p} \lvert dp - zp \rvert}{P}$	$1 - \frac{\sum_{p=1}^{p} (dp - zp)^2}{\sum_{p=1}^{p} (dp - \bar{d}p)^2}$	$\frac{\sum_{p=1}^{p} (dp - zp)^2}{\sum_{p=1}^{p} (dp - \bar{d}p)^2}$	$\sqrt{\frac{\sum_{p=1}^{p} (dp - zp)^2}{P}}$	$\frac{\sum_{p=1}^{p} (dp - zp)^2}{P}$

منبع: آذر؛ کریمی، (۱۳۸۸)

جامعه آماری و نمونه آماری

به منظور انجام این پژوهش و رسیدن به اهداف مورد نظر و کم اثر کردن سایر عوامل موثر بر بازده سهام مانند نوع صنعت و اوضاع و احوال حاکم بر آن صنعت، از صنایع مختلف فعال در بورس اوراق بهادار، دو صنعت مواد غذایی و فلزی انتخاب شدند و داده‌های آنها برای سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ به عنوان جامعه آماری مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به ویژگی‌های شبکه‌های عصبی که هر چه تعداد داده‌های مورد آزمون بیشتر باشد موجب کسب پاسخ بهتر از شبکه می‌شود، تمامی شرکت‌هایی که در جامعه آماری تحقیق انتخاب شده بودند به عنوان نمونه آماری انتخاب و مورد آزمون قرار گرفتند، بنابراین نمونه تحقیق همان جامعه آماری بود و نمونه‌گیری به عمل نیامد. برای انتخاب نمونه در سطح هر صنعت و در سطح جمع دو صنعت، شرکتها باید دارای شرایطی باشند که این امر باعث شد تعداد شرکتهایی که در نمونه آماری به عنوان آزمودنی قرار می‌گیرند از ۳۷۱ شرکت-سال، کاهش و به ۳۵۵ شرکت-سال برسند. بنابراین از میان ۵۷ شرکت فعال در صنعت مواد غذایی، ۵۰ شرکت و از ۲۶ شرکت فعال در صنعت فلز، ۲۱ شرکت، انتخاب و ۱۰۰٪ به عنوان نمونه مورد آزمون قرار گرفتند. شرکت‌های منتخب از بین کل شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صورتی که حائز شرایط زیر بودند؛ در این آزمون مورد بررسی قرار می‌گرفتند:

۱) شرکتهای مد نظر جزء شرکت-های واسطه‌ای، لیزینگ، هلدینگ، بانک و سرمایه‌گذاری نباشند.

۲) پایان دوره مالی شرکت‌ها ۲۹ اسفند بوده و هیچ کدام طی دوره تحقیق، تغییر سال مالی نداده باشند.

۳) شرکتها در دوره زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۰ به طور مداوم در بورس فعالیت داشته باشند.

۴) اطلاعات کامل مربوط به شرکتها در دسترس باشد.

در تحقیق حاضر نسبت‌های مالی به عنوان متغیر مستقل و بازده سهام بعنوان متغیر وابسته منظور گردیده‌اند.

جدول (۲): متغیرهای مستقل و متغیر وابسته

عنوان		متغیرها	نحوه محاسبه	اختصار
متغیرهای مستقل	نسبت‌های مالی	نسبت جاری[۶۲]	ی	CR
		نسبت آنی[۶۳]	ی	QR
		نسبت گردش دارایی‌های ثابت[۶۴]	ت	FATR
		نسبت گردش مجموع دارایی‌ها[۶۵]	ها	TATR
		نسبت بازده سرمایه[۶۶]	نسبت بازده سرمایه = سود پس از کسر مالیات / کل دارایی‌ها	ROI
		نسبت سود خالص به درآمد (فروش)[۶۷]	سد	NP/E
		نسبت سود خالص به سود ناویژه[۶۸]	ف	NP/GP
متغیر وابسته		بازده سهام[۶۹]	نرخ بازده = (جریان نقدی ورودی − جریان نقدی خروجی) / جریان نقدی خروجی	R

منبع: (آذر؛ کریمی، ۱۳۸۸) و (وکیلی‌فرد؛ وکیلی‌فرد، ۱۳۸۳)

[62]Current Ratio (CR)
[63]Quick Ratio (QR)
[64]Fix Asset Turnover Ratio (FATR)
[65]Total Asset Turnover Ratio (TATR)
[66]Return On Investment (ROI)
[67]Net Profit to Earning Ratio (NP/E)
[68]Net Profit to Gross Profit Ratio (NP/GP Ratio)
[69]Returns Stock (R)

مدل پژوهش

$$R_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 QR_{i,t} + \beta_2 CR_{i,t} + \beta_3 FATR_{i,t} + \beta_4 TATR_{i,t} + \beta_5 ROI_{i,t} + \beta_6 NP/E_{i,t} + \beta_7 NP/GP_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$$

که در آن:

$R_{i,t}$: بازده سهام شرکت i در سال t

$QR_{i,t}$: نسبت آنی شرکت i در سال t

$CR_{i,t}$: نسبت جاری شرکت i در سال t

$FATR_{i,t}$: نسبت گردش دارایی‌های ثابت شرکت i در سال t

$TATR_{i,t}$: نسبت گردش مجموع دارایی‌ها شرکت i در سال t

$ROI_{i,t}$: نسبت بازده سرمایه شرکت i در سال t

$NP/E_{i,t}$: نسبت سود خالص به درآمد (فروش) شرکت i در سال t

$NP/GP_{i,t}$: نسبت سود خالص به سود ناویژه شرکت i در سال t

β_0: عرض از مبدا

$\beta_1, \dots, \beta_7$: ضرایب رگرسیون

$\varepsilon_{i,t}$: جزء اخلال رگرسیون

یافته‌های پژوهش

پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از نسبت‌های مالی با رویکرد شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک

پس از انجام محاسبات مربوط به شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک با استفاده از نرم‌افزار *MATLAB*، میانگین مجذور خطا و میزان R^2 برای جمع دو صنعت به ترتیب 10/08 و 0/544 است. با توجه به این مقادیر می‌توان معادله‌ی اصلی پیش‌بینی بازده سهام را به صورت زیر نوشت:

بازدهی کل = –4/903 + 13/891QR – 3/418CR – ./108FATR + 4/364TATR – ./013ROI – ./295NP/E – ./022NP/GP+$\varepsilon_{i,t}$

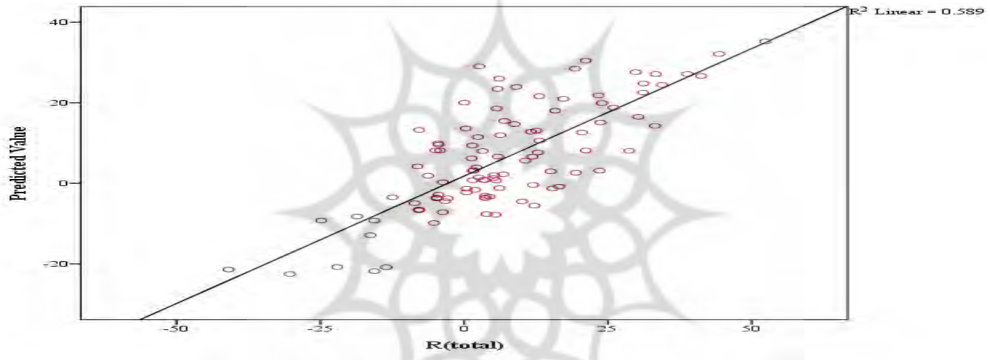
هر چه ضرایب متغیرهای فوق بیشتر باشد بدین معنا است که تغییر در متغیر فوق باعث تغییرات بیشتری در بازده می‌شود. پس از محاسبه مقدار MSE و میزان R^2 برای صنایع فلزی؛ معادله‌ی اصلی برای پیش‌بینی بازده سهام را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$R = -7/836 + 12/931QR - 6/432CR - ./183FATR + 18/722TATR - ./010ROI - ./850NP/E - ./063NP/GP + \varepsilon_{i,t}$$

در ادامه نیز پس از محاسبه مقدار MSE و میزان R^2، برای صنایع مواد غذایی، معادله اصلی مربوط به پیش‌بینی بازده سهام را می‌توان به صورت زیر نوشت:

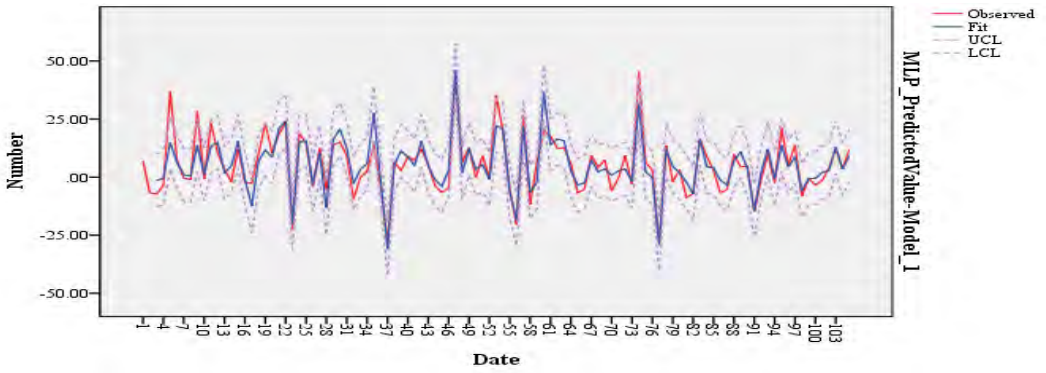
$$R = -9/998 + 14/300QR - 5/848CR - ./692FATR + 4/174TATR - ./003ROI - ./260NP/E - ./018NP/GP + \varepsilon_{i,t}$$

همانطور که در مطالب پیشین نیز عنوان گردید الگوریتم یادگیری استفاده شده در این تحقیق، الگوریتم پس از انتشار خطاست و برای یادگیری سریعتر از الگوریتم پس از انتشار خطای ارتجاعی استفاده شده است. تعداد تکرارها در این تحقیق 800 است که نمودارهای مقدار پیش‌بینی و مقادیر واقعی و سایر نمودارهای حاصله از شبکه‌های عصبی در شکل‌های زیر نشان داده شده است.

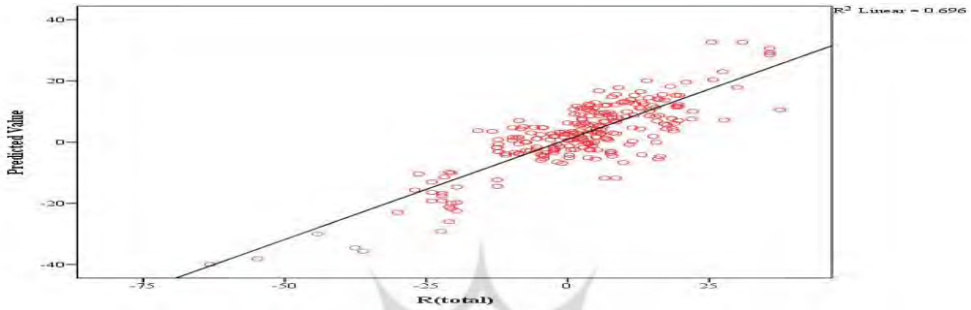


نمودار (۱): نمودار بازده پیش‌بینی شده توسط شبکه‌های عصبی و مقادیر واقعی بازده برای داده‌های آموزشی- صنایع فلزی

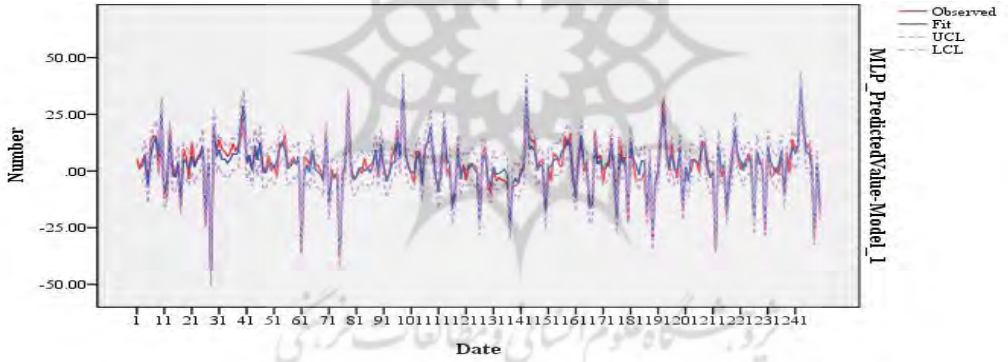
پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار (۲): مقادیر پیش‌بینی شده برای داده‌های آموزشی و میزان پراکندگی آنها از مقادیر واقعی- صنایع فلزی



نمودار (۳): نمودار بازده پیش‌بینی شده توسط شبکه عصبی و مقادیر واقعی بازده برای داده‌های آموزشی- صنعت غذایی



نمودار (۴): مقادیر پیش‌بینی شده برای داده‌های آموزشی و میزان پراکندگی آنها از مقادیر واقعی- صنعت غذایی

مقادیر 6 روش ارزیابی عملکرد مدل شبکه‌های عصبی مصنوعی بصورت یکجا برای دو صنعت فلزی و غذایی در جدول (۴) نشان داده شده است.

جدول (۴): معیارهای ارزیابی عملکرد برای شبکه‌های عصبی مصنوعی

نام صنعت	MSE	RMSE	NMSE	R^2	MAE	MAPE
صنعت فلزی	3/902	3/566	0/058	0/902	2/830	91/976
صنعت مواد غذایی	7/816	5/744	0/011	0/816	3/938	160/412

منبع: یافته‌های پژوهشگر.

همچنین مقادیر 6 روش ارزیابی عملکرد مدل الگوریتم ژنتیک نیز بصورت یکجا برای دو صنعت فلزی و غذایی در جدول (۵) نشان داده شده است:

جدول (۵): معیارهای ارزیابی عملکرد برای مدل الگوریتم ژنتیک

نام صنعت	MSE	RMSE	NMSE	R^2	MAE	MAPE
صنعت فلزی	1/951	1/783	0/029	./983	1/415	45/988
صنعت مواد غذایی	3/908	2/872	0/0055	./936	1/969	80/206

منبع: یافته‌های پژوهشگر

مقایسه‌ی رویکردهای شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک و بررسی فرضیه‌ها

مقادیر ۶ معیار ارزیابی عملکرد پیش-بینی در روش شبکه‌ی عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک در جدول (۶) نمایش داده شده است.

جدول (۶): معیارهای ارزیابی عملکرد برای شبکه‌های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک

نام صنعت	MSE	RMSE	NMSE	R^2	MAE	MAPE
صنعت فلزی	3/902	3/566	0/058	0/902	2/830	91/976
صنعت مواد غذایی	7/816	5/744	0/011	0/816	3/938	160/412
صنعت فلزی	1/951	1/783	0/029	./983	1/415	45/988
صنعت مواد غذایی	3/908	2/872	0/0055	./936	1/969	80/206

منبع: یافته‌های پژوهشگر

در این بخش از تحقیق، می‌توان چهار فرضیه مطرح شده را مورد بررسی قرار داد:

فرضیه اول با توجه به جدول (۴) و جدول (۵) و نتایج کاملا قابل قبولی که برای معیارهای ارزیابی عملکرد پیش‌بینی بازده نمونه آماری با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک آمده است، مورد تائید قرار می‌گیرد. فرضیه‌های دوم و سوم نیز با توجه به ارقام جدول (۶)، با مقایسه ضرایب همبستگی و معیارهای ارزیابی عملکرد می‌توان نتیجه گرفت که روش الگوریتم ژنتیک نسبت به روش شبکه عصبی مصنوعی، خطای برآورد را به مراتب بیشتر کاهش داده است، بنابراین فرضیه‌های دوم و سوم نیز مورد تائید قرار می‌گیرند. همچنین طبق ارقام بدست آمده مندرج در جدول (۶)، مدل الگوریتم ژنتیک علاوه بر اینکه از پیش‌بینی‌های بسیار مناسب‌تری برخوردار بوده؛ نسبت به شبکه عصبی نیز از سرعت بالاتر و توانایی تقریب قوی‌تری برای پیش‌بینی بازده سهام برخوردار بوده است، لذا فرضیه چهارم نیز مورد تائید قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری

برای ارائه‌ی یک مدل شبکه عصبی مصنوعی برای بازده سهام، ابتدا ضرورت استفاده از نرمال‌سازی استاندارد برای بهبود عملکرد مدل مورد بررسی قرار گرفت. سپس از میان الگوریتم‌های مختلف آموزشی، الگوریتم پس‌انتشار خطا انتخاب شد. در بررسی توابع انتقال، تاثیر توابع مختلف بر روی عملکرد شبکه بررسی گردید که بهترین نتایج، مربوط به تابع انتقال سیگموئیدی می‌باشد. در بررسی تاثیر معماری شبکه بر عملکرد شبکه در مجموعه آموزش، مشخص شد که استفاده از لایه‌های مخفی بیشتر، لزوما منجر به بهبود عملکرد شبکه نمی‌شود و همچنین با افزایش تعداد گره‌های لایه مخفی نمی‌توان انتظار داشت که عملکرد شبکه بهبود پیدا کند. در نهایت، شبکه‌ی پرسپترون با سه لایه (لایه ورودی ۶ گره، لایه میانی ۳۰ گره، لایه خروجی ۱ گره) با الگوریتم آموزشی BP و تابع انتقال سیگموئیدی با تکرار متوسط ۸۰۰ به عنوان بهترین مدل شبکه‌ی عصبی برای پیش‌بینی بازده سهام ۷۱ شرکت نمونه انتخاب شد. نتایج پیش‌بینی بازده سهام صنایع فلزی و مواد غذایی با استفاده از رویکردهای شبکه عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک، طبق جدول

(۶) مورد مقایسه قرار گرفت. فرضیه اول با توجه به جدول (۴) و جدول (۵) و نتایج قابل قبولی که برای معیارهای ارزیابی عملکرد پیش‌بینی بازده نمونه آماری با استفاده از روش الگوریتم ژنتیک به دست آمد، با تعداد تکرارهای کمتر نسبت به شبکه عصبی، مورد تائید قرار گرفت که با پژوهش انجام شده توسط عرب‌مازار و قاسمی (۱۳۹۰) سازگار می‌باشد. مقایسه نتایج حاصل از مدل شبکه عصبی مصنوعی با نتایج حاصل از مدل الگوریتم ژنتیک نشان می‌دهد که از نقطه‌نظر معیارهای ارزیابی عملکرد پیش‌بینی (جدول ۶)، پیش‌بینی بازده سهام توسط مدل الگوریتم ژنتیک دقیق‌تر از شبکه عصبی است و این امر نشان‌دهنده تائید فرضیه‌های دوم و سوم می‌باشد. به عبارتی دیگر، پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از الگوریتم‌های ژنتیکی، خطای برآورد بازده سهام را نسبت به تکنیک شبکه عصبی مصنوعی کاهش می‌دهد که مطابق با یافته‌های حسن و همکاران (۲۰۰۷) می‌باشد. در نهایت اینکه رویکرد الگوریتم ژنتیک نسبت به شبکه عصبی از سرعت بالاتر و توانایی تقریب قوی‌تری برای پیش‌بینی بازده سهام برخوردار بوده است، لذا فرضیه چهارم نیز مورد تائید قرار گرفت که با پژوهش‌های انجام شده توسط فیروزیان و همکاران (۱۳۹۰) و راعی و فلاح‌پور (۱۳۹۰) سازگار می‌باشد.

پیشنهادات

۱) این تحقیق در دو صنعت فعال در بورس انجام شده است بنابراین می‌توان این پژوهش را در سطحی بزرگتر و یا در سطح تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس انجام داد.

۲) برای پیش‌بینی بازده سهام می‌توان از سایر روش‌های هوش مصنوعی مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی- فازی و مدل-های نوسانات مانند مدل‌های آرچ و گارچ و یا مدل‌های ترکیبی استفاده کرد و نتایج را با روش‌های شبکه‌های عصبی و الگوریتم ژنتیک مقایسه کرد.

۳) با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش مبنی بر اینکه رویکرد الگوریتم ژنتیک نسبت به رویکرد شبکه عصبی مصنوعی، پیش‌بینی‌های بسیار مناسب‌تری داشته و از سرعت بالاتر و توانایی تقریب قوی‌تری برای پیش‌بینی برخوردار است لذا پیشنهاد می‌گردد در پیش‌بینی‌ها از سیستم هوشمند غیرخطی الگوریتم ژنتیک استفاده شود.

فهرست منابع

1) Aghayi, K. and Pourmimri, B, (2005), "Forecasting Steel Price Trend Using Artificial Neural Networks and Compare the Results with ARIMA Method", *Quarterly Economic Reviews*, Volume 3, Number 1.
2) Arabmazar, M. and Ghasemi, M, (2008), "Pricing Initial Public Offerings: Combination of Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms", *Journal of Accounting and Auditing*, School of Management, Tehran University, Volume 16, Number 58, PP: 87-102.
3) Arefi, A. and Dadras, A, (2010), "Forecasting Stock Returns with Using Fundamental Analysis Strategy", *Journal of Accounting and Auditing*, School of Management, Tehran University, Volume 18, Number 65, PP: 79-98.
4) Azar, A. and Amir, A. and Parviz, A, (2005), "Compare Classic Methods and Artificial Intelligence", *Journal of Agricultural Science and Technology*, Volume 10, Number 4.
5) Azar, A. and Karimi, S, (2008), "Prediction of Stock Returns Using Accounting Ratios with Neural Network Approach", *Journal of Financial Research*, No. 28, PP: 3-20.
6) Bildirici, M. and Ersin, O, (2009). "Improving Forecasts of GARCH Family Models with the Artificial Neural Networks: an Application to the Daily Returns in Istanbul Stock Exchange", *Expert Systems with Applications*, 36, PP: 7355–7362.
7) Bohl, M. and Brzezcynski, J. and Wilfling, B, (2009), "Institutional Investors and Stock Returns Volatility: Emperical Evidence from a Natural Experiment", *Journal of Banking and Finance*, Vol 33, PP: 627-639.
8) Clinch, G, Wei, (2011), "the Association between Earnings and Returns and Macroeconomic Performance", *Journal of Banking and Finance*, Vol 41, PP: 341-367.
9) Fakhari, H. and Taheri, E, (2009), "Relationship between Institutional Investors and Stock Return Volatility in Listed Firms in Tehran Stock Exchange", *Journal of Research in Financial Accounting*, Second Year, Fourth Issue, PP: 159-172.
10) Firouzian, M. and Darioush, J. and Narges, N, (2010), "Application Genetic Algorithm in Prediction Bankruptcy and Compared with Altman Z Model in Listed Firms in Tehran Stock Exchange", *Journal of Accounting and Auditing*, School of Management, Tehran University, Volume 18, Number 65, PP: 99-114.

11) Guresen, E. and Kayakutlu, G. and Daim, U. D, (2011). "Using Artificial Neural Network Models in Stock Market Index Prediction", *Expert Systems with Applications*, 38, PP: 10389–10397.
12) Hamzacebi, C. and Akay, D, and Kutay, F, (2009). "Comparison of Direct and Iterative Artificial Neural Network Forecast Approaches in Multi-Periodic Time Series Forecasting", *Expert Systems with Applications*, 36, PP: 3839–3844.
13) Hashemi, S. and Saeid, S. and Tadeh, S, (2011), "Investigation relationship Mutual Factors Affecting on Capital Structure and Stock Returns in Listed Firms in Tehran Stock Exchange", *Exchange Quarterly*, No. 18, PP: 43-62.
14) Hassan, M. R. and Nath, B. and Kirley, M, (2007). "a Fusion Model of HMM, ANN and GA for Stock Market Forecasting", *Expert Systems with Applications*, 33, PP: 171–180.
15) Haydarizadeh, B. and Kordlouyi, H, (2009), "Prediction Stock Price with Using Neural Networks", *Management Journal*, No. 17, PP: 4-5.
16) Hejazi, R. and Davoud, J. and Mahmoud, D, (2010), "Create Fund of Indicators Have Improved with Genetic Algorithm", *Exchange Quarterly*, Year IV, No. 14, PP: 135-157.
17) Karami, Gh. And Boshrouyeh, S, (2010), "Corporate Governance and Valuation Firm: a Model with Using Artificial Neural Network", *Journal of Accounting and Auditing*, School of Management, Tehran University, Volume 18, Number 64, PP: 129-150.
18) Kashanipour, M. and Rezayi, A, (2010), "Investigation Effect of Changes in Free Float Shares on the Stock Returns of Listed Firms in Tehran Stock Exchange", *Journal of Research in Financial Accounting*, Third Year, Third Issue, PP: 95-112.
19) Kia, S, (2009), "Artificial Neural Networks in MATLAB", *Kian Rayaneh Sabz Publications*, Third Edition.
20) Makian, S. & Mohammad Taghi. A. & Salim, K, (2009), "Comparison of Artificial Neural Networks with Logistic Regression and Discriminant Analysis Techniques in Predicting F Bankruptcies", *Journal of Economic Research*, Year I, No. II, PP: 141-161.
21) Mashayekhi, Bita, (2009), "Effect Macroeconomic Variables on Relationship between Fundamental Variables are Publications from Financial Statements and Stock Returns", *Exchange Quarterly*, No. 12, PP: 109-127.
22) Michailidis, G. and Tsopoglou, S. and Papanastasiou, D, (2007), "A Comparison between Fama and French Model and Artificial

Neural Network in Predicating the Chinese Stock Market", *Computer And Operations Research*, Vol 32, PP: 2499-2512.

23) Monajemi, S. and Mahdi, A. and Alireza, R, (2008), "Prediction Stock Price in Stock Exchange with Using Fuzzy Neural Networks and Genetic Algorithms and Comparison with Artificial Neural Network", *Journal of Some Economic*, Volume 6, Number 3, PP: 1-26.

24) Preminger, A. and Franck, R, (2007). "Forecasting Exchange Rates: a Robust Regression Approach", *International Journal of Forecasting*, 23, PP: 71–84.

25) Qian Li, Linyan Sun. and Liang Bao, (2011), "Enhanced Index Tracking Based on Multi-Objective Immune Algorithm", *Expert Systems with Applications*, Vol 38, PP: 6101-6106.

26) Raei, R. and Fallahpour, S, (2010), "Designing Model for Active Portfolio Management with Using VAR and Genetic Algorithm", *Journal of Accounting and Auditing*, School of Management, Tehran University, Volume 18, Number 64, PP: 19-34.

27) Rahmani, A. and Esmaeili, Gh, (2009), "Performance of Neural Networks, Logistic Regression and Discriminant Analysis in Predicting Default", *Journal of Some Economic*, Volume 7, Number 4, PP: 145-166.

28) Roh, T. H. (2007). "Forecasting the Volatility of Stock Price Index", *Expert Systems with Applications*, 33, PP: 916–922.

29) Russell, S. and Nurvich, P, (2008), "Artificial Intelligence Modern Approach", Translated by Rahnemoun, R., *Naghous Publishing*, PP: 33.

30) Saiedi, H. and Mohammadi, Sh, (2010), "Prediction of Volatility Market with Using a Combination Garch Models and Neural Network", *Exchange Quarterly*, Year IV, No. 16, PP: 153-174.

31) Servati, H. and Kaveh, A, (2004), "Artificial Neural Network in Analysis Design of Structures", *Building and Housing Research Center*, PP: 19-20.

32) Setayesh, M. and Mostapha, K. and Mohammadjavad, Sh, (2008), "Application of Genetic Algorithm in Optimization of Capital Structure of Listed Firms in Tehran Stock Exchange", *Journal of Accounting and Auditing*, School of Management, Tehran University, Volume 16, Number 56, PP: 39-58.

33) Tihagan, M. and Bidikos, H. and Bill, M, (2008), "Design of Neural Networks", Translated by Kia, S, *Kian Rayaneh Sabz Publications*, First Edition.

34) Tsai, P.j, (2009), "Institutional Ownership and Stock Returns", *Working Paper*, PP: 44.

35) Vakilifard, H. and Vakilifard, M (2003), "Financial Management", Volume I, *Jungle Publications*, Page: 53.

36) Yu, T. H, and Huarng, K, (2008), "a Bivariate Fuzzy Time Series Model to Forecast the TAIEX", *Expert Systems with Applications*, 34, PP: 2945–2952.

37) Zaranejad, M. and Hamid, Sh, (2008), "Forecasting Inflation in Iran Economy with Using Artificial Neural Networks Dynamic", *Journal of Some Economic*, Volume 6, Number 1, PP: 145-167.

38) Zhang, Y. and Wan, X, (2007). "Statistical Fuzzy Interval Neural Networks for Currency Exchange Rate Time Series Prediction", *Applied Soft Computing*, Number 7, PP: 1149–1156.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Investigation Comparison Genetic Algorithm Approach with Artificial Neural Network Approach Using Financial Ratios in Precaution Stock Returns

*Dr. Z. Fathi **S. H. Sajadi

ABSTRACT

Investment in the shares offered on the stock exchange in the capital market is one of the most lucrative options. Market shares of non-linear systems and chaos species that influenced by conditions political, economic and psychology and can be nonlinear intelligent systems such as neural networks, fuzzy neural networks and genetic algorithms can be used to predict stock returns. In this paper presents the design of a model for predicting stock returns whit using financial ratios an artificial neural network and genetic algorithms approaches and reduce errors in predicting stock returns has been studied. Then the design and implementation of an artificial neural network model and genetic algorithms, using six criteria to predict performance, results of the two approaches are compared. The results show that genetic algorithm approach to artificial neural network approach, have a much better predictor and the higher speed and the ability to predict stock returns has a stronger approximation.

Key words: Stock Returns, Artificial Neural Network, Genetic Algorithms, Financial Ratios.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

*Department of Accounting, Islamic Azad University, Tehran Science and Research Branch, Iran
**M.A. Student in Accounting, Islamic Azad University, Gheshm Branch, Iran (Corresponding Author)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی