MODIRIAT-E-FRDA JOURNAL
ISSN ٢٢٢٨-٦٠٤٧

Estimation of risk and stock returns using a combined approach of planning logarithmic fuzzy preferences and neural networks

Abolfazl dehghani firoozabadi [١*] | **Dariush Fareed** [٢] | **Vajiheh andalib ardakani** [٣]

١. Assistant Professor, Management Department, Meybod university, Meybod, Iran.
٢. Associate Professor, School of Economics, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran
٣. MSc, *School of Economics, Management and Accounting, Yazd University, Yazd, Iran*

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received:
Revised:
Accepted:

Keywords:
Stock market,
stocks portfolio,
logistic fuzzy preferences programming,
neural networks.

ABSTRACT

Objective: The present research aims to identify the influential variables on stock portfolio selection, prioritize these variables, and estimate the risk and return of sample stocks using neural network algorithms.

Rationale: Stock portfolio selection has always been an intriguing and practical issue in financial matters and financial markets. In order to address the existing drawbacks in research related to stock portfolio selection, the idea of employing the fuzzy logarithmic preference programming method for analyzing factors affecting stock portfolio selection and utilizing neural networks for risk and return estimation is reinforced.

Methodology: The present research offers a novel combined approach for stock portfolio selection consisting of two stages: In the first stage, by conducting interviews with experts and examining available documents and records, six primary criteria for selecting an optimal stock portfolio are identified. Using the fuzzy logarithmic preference programming approach, the weights of these criteria are determined. In the second stage, the risk and return of stocks are predicted using neural network algorithms.

Conclusion: The findings indicate that profitability, efficiency, and risk are the most important criteria in selecting an optimal stock portfolio, respectively. Additionally, the designed neural network successfully fitted the returns and risks of stocks.

Originality:

نشریه مدیریت فردا
ISSN ۲۲۲۸-۶۰۴۷

برآورد ریسک و بازده سهام با استفاده از رویکرد ترکیبی برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی و شبکه‌های عصبی

ابوالفضل دهقانی فیروزآبادی*[۱] | داریوش فرید[۲] | وجیهه عندلیب اردکانی[۳]

چکیده

هدف: پژوهش حاضر با هدف شناسایی متغیرهای مؤثر بر انتخاب سبد سهام و نیز اولویت‌بندی این متغیرها و نیز برآورد ریسک و بازده سهام نمونه با استفاده از الگوریتم شبکه‌های عصبی انجام شده است.

ضرورت: مسأله انتخاب سبد سهام همواره یکی از موضوعات جذاب و کاربردی در مسائل مالی و بازارهای مالی بوده است. در راستای برطرف کردن معایب موجود درپژوهش‌های مربوط به انتخاب سبد سهام، ایده به‌کارگیری روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی برای تحلیل عوامل مؤثر بر انتخاب سبد سهام و استفاده از شبکه‌های عصبی جهت برآورد ریسک و بازده تقویت می‌شود.

روش شناسی: پژوهش حاضر رویکردی ترکیبی و جدید برای انتخاب سبد سهام ارائه می‌دهد که شامل دو مرحله است: در مرحله اول از طریق مصاحبه با خبرگان و نیز بررسی مدارک و اسناد موجود، ۶ معیار اصلی انتخاب سبد بهینه سهام را شناسایی نموده و با استفاده از رویکرد برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی، وزن این معیارها تعیین می‌شود و در مرحله دوم ریسک و بازده سهام با استفاده از الگوریتم شبکه‌های عصبی پیش‌بینی می‌شود.

یافته‌ها: یافته‌ها نشان می‌دهد معیارهای سودآوری، کارایی و ریسک به ترتیب مهمترین معیارها در انتخاب سبد بهینه سهام می‌باشد. همچنین شبکه‌عصبی طراحی شده توانسته است به خوبی بازده و ریسک سهام را برازش نماید.

کلیدواژه‌ها: بازار سهام، سبد سهام، برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی، شبکه‌های عصبی.

دریافت مقاله: ۱۴۰۲/۱۰/۳۰ پذیرش مقاله: ۱۴۰۳/۰۲/۳۰

۱. استادیار، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه میبد، میبد، ایران a.dehghani@meybod.ac.ir
۲. دانشیار، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد، یزد، ایران Fareed@yazd.ac.ir
۳. دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت بازرگانی، دانشگاه یزد، یزد، ایران andalibv.۱۳۸۸@gmail.com

۱. مقدمه

امروزه سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار، بخش مهمی از اقتصاد کشور را تشکیل می دهد و بی تردید بیشترین مقدار سرمایه از طریق بازارهای سهام در تمام جهان مبادله می شود. بازار سهام به عنوان یک ابزار سرمایه گذاری در دسترس هم برای سرمایه گذار و هم برای پذیرنده سرمایه از اهمیت ویژه ای برخوردار است. این ویژگی بازار سهام، یعنی دسترسی آسان، باعث شده است تا عموم مردم نیز علاوه بر سرمایه گذاری کلان به آن متمایل شده و سرمایه گذاری در اوراق بهادار به یک شیوه همگانی و رایج سرمایه گذاری تبدیل شود. تنوع روشهای سرمایه گذاری و پیچیدگی تصمیم های مزبور در چند دهه اخیر افزایش چشم گیری داشته است. یکی ابزارهای کاهش عدم اطمینان و از بحث های بسیار مهم سرمایه گذاری در بورس اوراق بهادار، انتخاب سبد بهینه سهام می باشد. از این رو ارائه مدلی مناسب جهت انتخاب سبد بهینه سهام می تواند گامی مؤثر جهت کمک به ایجاد فضایی قابل اطمینان جهت سرمایه گذاری باشد.

۲. مرورادبیات

۱,۲. مسأله انتخاب بهینه سهام

افراد همواره به دنبال روش‌هایی برای ارتقاء درآمدهای مستمر خود از طریق سرمایه‌گذاری مناسب بوده‌اند. قبل از هر گونه سرمایه‌گذاری، لازم است که به دو معیار اساسی توجه کنند. اولاً، مطمئن شوند که سرمایه‌گذاری انجام شده بیشترین سود ممکن را به همراه داشته باشد. و دوماً، اطمینان حاصل کنند که بازده کسب شده دارای یک روند پایداری است و به عبارت دیگر، ریسک سرمایه‌گذاری حداقل میزان ممکن را دارد. در مسأله انتخاب بهینه سبد سرمایه‌گذاری، هدف پیدا کردن ترکیب بهترین انواع از میان سهام، دارایی‌ها یا اوراق بهادار موجود است، به نحوی که بهترین نتایج ممکن را با توجه به معیارهای مشخص شده فراهم آورد. تصمیم‌گیری بهتر، مستلزم کسب اطلاعات بیشتر و شناخت بهتر نسبت به عوامل مؤثر بر انتخاب گزینه-هاست. در بازار سرمایه نیز به منظور گزینش بهینه انواع سهام شناخت عوامل تأثیرگذار و مهم‌تر از آن تشخیص اولویت و اهمیت هر یک از آن‌ها ضروری به نظر می‌رسد. اهمیت اطلاعات در پیش‌بینی بازده سهام، محققان را بر آن داشته تا به دنبال متغیرها و شاخص‌هایی باشند که توان توضیح بازده سهام را دارا هستند.

به طور کلی، عوامل تأثیرگذار بر انتخاب پرتفوی سهام در دسته‌های مختلفی از نسبت‌ها، از جمله نسبت‌های نقدینگی، فعالیت، اهرمی، سودآوری و ارزش بازار مورد مطالعه قرار می‌گیرند .از جمله متغیرهای دسته نسبت‌های نقدینگی، نسبت جاری و نسبت آنی به عنوان مواردی شناخته می‌شوند که می‌توانند بر بازده سهام و در نتیجه ترکیب سهام تأثیرگذار باشند. نسبت جاری نشان‌دهنده نسبت دارایی‌های جاری به بدهی‌های جاری است. افزایش این نسبت نشان‌دهنده بهبود نقدینگی شرکت است. متغیر دیگر، نسبت آنی است که برای محاسبه آن، موجودی کالا که از نقدینگی کمتری برخوردار است، از دارایی‌های جاری کسر می‌شود و نتیجه بر بدهی جاری تقسیم می‌شود. افزایش این نسبت بهبودی نقدینگی شرکت را نشان می‌دهد و باعث

افزایش تمایل سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در سهام می‌شود که نشان‌دهنده تأثیر مثبت نسبت آنی بر بازده سهام است .در دسته نسبت‌های فعالیت، متغیرهای نسبت گردش کل دارایی‌ها، گردش حساب‌های دریافتنی و گردش موجودی کالا می توانند بر بازده سهام مؤثر باشند. به عنوان نمونه، با افزایش نسبت گردش دارایی‌ها، فعالیت واحد تجاری بهبود می‌یابد و در نتیجه، بازده سهام شرکت افزایش می‌یابد .در دسته نسبت‌های اهرمی، متغیرهای نسبت کل بدهی به کل دارایی‌ها و نسبت بدهی به سرمایه به عنوان متغیرهای تأثیرگذار بر بازده سهام در نظر گرفته می‌شوند. با افزایش نسبت کل بدهی به دارایی‌ها، افزایش ریسک مالی شرکت‌ها و در نتیجه، کاهش بازده سهام مورد انتظار است .در دسته‌های چهارم و پنجم، متغیرهای تأثیرگذار بر بازدهی و انتخاب سهام شامل نسبت‌های سودآوری و ارزش بازار می‌باشند. از میان این متغیرها، می‌توان به نرخ بازده دارایی‌ها، نرخ بازده حقوق صاحبان سهام، نسبت سود خالص به فروش، نسبت سود ناخالص به فروش، نسبت سود عملیاتی به فروش، سود تقسیمی هر سهم، سود هر سهم، نسبت قیمت به سود، روند قیمت سهام، روند سود تقسیمی و نسبت قیمت به ارزش دفتری اشاره نمود. افزایش یا کاهش این نسبت‌ها می‌تواند بر سودآوری سهام تأثیرگذار شرکت‌ها باشد که این امر می‌تواند بر بازده سهام و در نهایت انتخاب آن‌ها مؤثر باشد(فرید و همکاران، ۱۴۰۰).

۲,۲. رویکردهای کلاسیک در انتخاب پرتفوی سهام

مدیریت سرمایه‌گذاری شامل دو مبحث اساس تجزیه و تحلیل اوراق بهادار و مدیریت سبد سهام است. تجزیه و تحلیل اوراق بهادار در برگیرنده تخمین مزایای سرمایه‌گذاری‌ها به صورت جداگانه است در حالی که مدیریت سبد سهام، شامل تجزیه و تحلیل ترکیب سرمایه‌گذاری‌ها و و مدیریت نگهداری مجموعه‌ای از آن‌هاست. در دهه گذشته، سرمایه‌گذاری از شیوه‌های انتخاب سهام به سوی مدیریت سبد سهام تغییر جهت داده است(راعی و پویانفر،۱۳۸۷). سبد سهام به طور خاص عبارت از ترکیب دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده توسط یک سرمایه‌گذار اعم از فرد یا نهاد است. به لحاظ فنی، یک سبد سرمایه‌گذاری مجموعه کامل دارایی‌های حقیقی و مالی سرمایه‌گذار را در بر می‌گیرد. با استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی و با استفاده از نظریه مدرن سبد سهام، می‌توان سبدهای سهامی ساخت که دارای کمترین ریسک نسبت به بازده مورد انتظار و یا دارای بیش‌ترین بازده نسبت به ریسک موردانتظار باشد. هری مارکویتز استاد دانشگاه شیکاگو که جایزه نوبل را به خاطر ارائه نظریه مدرن سبد سهام به خوداختصاص داد، روشی ابداع کرد که در آن ریسک یک سبد سهام، تابعی از واریانس هر سهم، کوواریانس آن با سهام دیگر و درصد سهم در سبد است. هری مارکوئیتز در سال ۱۹۵۲ مدل پیشنهادی خود را برای انتخاب سبد سهام ارائه نمود. مدل میانگین واریانس مارکویتز مشهورترین و متداول‌ترین رویکرد در مسأله انتخاب سرمایه‌گذاری است.کاراترین ابزار برای انتخاب سبد سهام بهینه، مدل برنامه‌ریزی ریاضی ارائه شده توسط مارکویتز می‌باشد. از برجسته‌ترین نکات قابل‌توجه در این مدل، توجه به ریسک سرمایه‌گذاری نه تنها بر اساس انحراف معیار یک سهم، بلکه براساس ریسک مجموعه سرمایه‌گذاری است(افشار کاظمی و همکاران،۱۳۹۱). مارکویتز در تئوری انتخاب سبد سهام خود فرض می‌کند که همه‌ی سرمایه‌گذاران، انتخاب‌های خود را براساس دو معیار ریسک و بازده انجام می‌دهند. این درحالی است که تحقیق‌های زیادی، همگی نادیده گرفتن سایر ترجیح‌های سرمایه‌گذاران را در مدل مارکویتز مورد انتقاد قرار داده‌اند. به طورمعمول، سرمایه‌گذار در مسأله‌ی انتخاب سبد سهام به طور همزمان ترجیح‌ها و اهداف متعارضی مثل بازدهی، ریسک و نقدشوندگی را دنبال می‌نماید. ویلیام شارپ با تبیین بتا به منزله ریسک، مدل تک عاملی را در سال ۱۹۶۱ ارائه کرد. مزیت مدل تک عاملی شارپ، سادگی و کاهش داده‌های مورد نیاز برای انتخاب سبد سهام و ارائه معیارجدیدی از ریسک برای سرمایه‌گذاری است. مفهوم اساسی در مدل تک عاملی این است که

تمامی اوراق بهادار از نوسان‌های عمومی بازار تأثیر می‌پذیرند(راعی و پویانفر،۱۳۸۷). مدل تک عاملی نیز همانند مدل مارکویتز بیان می‌کند که تنها یک عامل ریسک بر بازده اوراق بهادار تأثیرگذار است. در حالی که شواهد نشان می-دهد بیش از یک عامل بازدهی اوراق بهادار را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برای رفع این ایراد، راس در سال ۱۳۷۶ نظریه قیمت‌گذاری آربیتراژ را معرفی کرد. نظریه آربیتراژ با این فرض شروع می‌شود که بازدهی اوراق بهادار تحت تأثیر تعداد نامحدودی از عوامل قرار دارند(شارپ و همکاران،۱۹۹۹).

۳،۲. رویکردهای چندمعیاره در بهینه‌سازی سبد سهام

پس از مدل‌های کلاسیک، تا کنون مدل‌های زیادی برای انتخاب سبد سهام ارائه شده است که می‌توان گفت وجه تشابه همه این گرایش به سمت مدل-های چندمعیاره است(آذر و همکاران،۱۳۹۱). تصمیم‌گیری چندمعیاره، حوزه تحقیقاتی مهمی در علم تصمیم‌گیری است و در بسیاری از حوزه‌ها مانند اقتصاد و مدیریت به طورگسترده از آن استفاده می‌شود. چندین روش چندمعیاره مانند الکتره، برنامه‌ریزی آرمانی، مینورا و ... تا کنون در حوزه انتخاب سبد سهام استفاده شده است(زوپونیدیس،۲۰۱۳). در بسیاری از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره، برای ارزیابی گزینه‌های تصمیم‌گیری بر اساس معیارهای موجود، به تعیین میزان درجه اهمیت یا وزن هر یک از معیارها نیاز است. یکی از روش‌های انجام این کار، روش تحلیل توسعه‌یافته می‌باشد که توسط چانگ مطرح شد و خیلی زود توسط ونگ ثابت شد که وزن‌های به‌دست آمده از این روش نامعتبرند و قادر نیستند متغیرهای تصمیم یا جایگزین را به‌درستی نشان دهند. در حقیقت این روش نباید برای استخراج وزن‌ها به‌کار می‌رفت. همچنین روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی که توسط میخایلوویچ مطرح شد نیز دارای نقاط‌ضعف قابل توجهی بود. برای مثال ممکن است از این روش برای تعیین اولویت استفاده کنیم و به بردارهای متضاد یا بردارهایی که مضرب یکدیگر هستند برسیم. این غیریکتا بودن در حل، کاربرد این روش در تعیین اولویت را زیر سؤال می‌برد. با یک معادل‌سازی، روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی بر پایه برنامه‌ریزی غیرخطی لگاریتمی به‌دست آمد و ثابت شد که ایرادات روش‌های قبلی را ندارد(وانگ و چین،۲۰۱۱).

با توجه به موارد گفته شده در این پژوهش از روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی برای تعیین وزن معیارهای انتخاب سهام استفاده می‌شود.

٤. پیشینهٔ پژوهش

حامدیان(۱۳۷۹) در پژوهش خود به بررسی عوامل مؤثر بر قیمت سهام و تصمیم سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته است. متغیرهای این تحقیق را درآمد هر سهم، سود نقدینگی هر سهم، افزایش سرمایه انجام شده شرکت‌ها، نوع مالکیت و محصولات انحصاری بعضی از شرکت‌ها شکل می‌دهد.

دلبری(۱۳۸۰) در پژوهش خود با عنوان بررسی معیارهای مؤثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، به مطالعه متغیرهای مؤثر بر انتخاب سهام در بورس پرداخته است. معیارهای مؤثر به‌کار گرفته شده در این مقاله به دو گروه تقسیم شده است. گروه اول با عنوان تجزیه و تحلیل اساسی شامل معیارهای نسبت قیمت به درآمد، درآمد هر سهم، سود تقسیمی هر سهم، نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری سهام،

نسبت قیمت به فروش، نسبت بدهی به سرمایه، نرخ بازده دارایی‌ها، نرخ بازده حقوق صاحبان سهام و مقدار سرمایه‌گذاری بازار و گروه دوم با عنوان تجزیه و تحلیل فنی که شامل معیارهای روند قیمت سهام، روند سود سهام، روند سود تقسیمی، حجم معاملات، جهت کلی بازار و میانگین متحرک می‌باشد. وی در مقاله خود ابتدا معیارهای مؤثر را شناسایی نموده و سپس با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی به وزن‌دهی شاخص‌ها پرداخته است.

بابایی و قائمی(۱۳۹۱)، در پژوهش خود مدلی دوهدفه را برای مسأله انتخاب پرتفوی با در نظر گرفتن سنجه‌های ریسک مختلف ارائه دادند. در این پژوهش مسأله انتخاب پرتفوی به صورت مسأله برنامه‌ریزی عدد صحیح مخلوط دوهدفه مدل‌بندی شده است. بیشینه کردن بازده و کمینه کردن ریسک به منزله اهداف مسأله در نظر گرفته شدند.

انواری رستمی و همکاران(۱۳۹۱)، به رتبه‌بندی و انتخاب پرتفوی از میان شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار پرداختند. در این پژوهش شرکت‌های پذیرفته شده در بورس با استفاده از روش‌های تاپسیس، الکتره، میانگین موزون ساده، ویکور، لینمپ و نیز تحلیل سلسله مراتبی رتبه‌بندی شدند. سپس با توجه به اختلاف بین رتبه‌های حاصل از آن‌ها با استفاده از روش‌های ادغامی رتبه نهایی شرکت‌ها به دست آمد.

آذر و همکاران(۱۳۹۱)، کاربرد روش تخمین مجموعه غیر مرجح را در انتخاب پرتفوی و ترسیم مرز کارای میانگین-واریانس بررسی کردند. در این تحقیق بیان می‌شود، روش تخمین مجموعه غیر مرجح، روشی برای ایجاد مجموعه نقاط غیر مرجح است که در آن اطلاعات ترجیحی درباره ارزش نسبی اهداف به کار نمی‌رود.

شاه‌علیزاده و معماریانی(۱۳۸۲)، تشکیل سبد سهام با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی را در پژوهش خود بررسی کرده‌اند. در مدل ارائه شده عموماً سهم‌های مختلف به نسبتی با یکدیگر مخلوط می‌شوند به طوری که سبد سهام به ازای بازده معین، از کمترین ریسک برخوردار بوده یا به ازای ریسک معین، از بیشترین بازده برخوردار باشد.

افشار کاظمی و همکاران(۱۳۹۱)، با تلفیق روش تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی، پرتفوی بهینه تشکیل می‌دهند. در این راستا کارایی نسبی شرکت‌های واقع در شش صنعت بورس در سال ۱۳۸۸ با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه و کاراترین شرکت‌ها تعیین شد. در مرحله بعد برای تعیین سطح آرمانی سرمایه‌گذاری از برنامه‌ریزی خطی و مدل برنامه‌ریزی آرمانی کمک گرفته شده است.

امیریان و امیری(۱۳۹۲)، تأثیر به‌کارگیری روش‌های چندشاخصه با رویکرد فازی بر بازدهی پرتفوی انتخابی در بورس اوراق بهادار را بررسی کردند. این پژوهش با استفاده از ترکیب دو روش پایه فازی و تاپسیس فازی در پی بیشینه کردن بازدهی است. نتایج این پژوهش مبین آن است که پرتفوی انتخابی بر اساس روش‌های مذکور بیشتر از بازدهی بازار است.

میرغفوری و همکاران(۱۳۸۸)، در مقاله خود با عنوان« کاربرد فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی در اولویت‌بندی عوامل مؤثر بر انتخاب سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران از دیدگاه سهامداران» معیارهای مؤثر بر انتخاب سهام را شناسایی نموده و سپس با استفاده از روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به اولویت‌بندی معیارهای شناسایی شده پرداختند.

در پژوهشی بیگدلی و سارنج (۱۳۸۷)، با هدف دست‌یابی به مدلی که با استفاده از آن سرمایه‌گذاران بتوانند سبد سهامی تشکیل دهند که از لحاظ بازدهی، ریسک و نقدشوندگی بهینه باشد، معیار نقدشوندگی را در مدل پیشنهادی مارکویتز با استفاده از دو رویکرد فیلترینگ و محدودیت

نقدشوندگی ادغام کردند. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که نقدشوندگی در سطوح بالا، بر روی تصمیم‌های سرمایه‌گذاران مؤثر بوده و بنابراین مرزهای کارا را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

در مقاله‌ای ماینیک و همکارانش(۲۰۱۵)، در مقاله خود با استفاده از بازده روزانه ۵۰۰ سهام از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱، یک مطالعه موردی برای بهینه‌سازی سبد سهام تحت معیار ریسک بی‌نهایت (ERI) را انجام داده‌اند. این مقاله تئوری مقدار بی‌نهایت گوناگون را برای حداقل‌کردن احتمال زیان سبد سهام در اندازه بزرگ به کار برده است. هدف این مقاله پتانسیل ERI در بهینه‌سازی سبد سهام بوده است. عملکرد این استراتژی در برابر حداقل واریانس سبد سهام و برابر قرار دادن وزن‌های سبد سهام، محک زده شده است. نتایج تحقیق نشان از عملکرد خوب این استراتژی در بهینه‌سازی سبد سهام دارد. چانگ و چن (۲۰۰۸)، در مقاله خود برای بهینه‌سازی وزن سرمایه‌گذاری سهام در سبد سهام، یک مدل شبکه عصبی ارائه نموده‌اند. قیمت سهام، واریانس و کواریانس به عنوان متغیرهای ورودی این شبکه و نرخ تخصیص هر دارایی در سبد سهام به عنوان متغیر خروجی آن در نظر گرفته شد. نتایج تجربی مدل نشان دهنده‌ی این حقیت بوده است که این مدل همزمان به دو بعد بازدهی مورد انتظار بالاتر و RMSE کم‌تر توجه دارد.

جیمس کویرس(۱۹۹۸) به بررسی انتخاب سهام برتر از دیدگاه خریداران سهام پرداخت. در این تحقیق ده شاخص انتخاب شد که عبارتند از: درآمد هر سهم، ارزش دفتری هر سهم، بازده حقوق صاحبان سهام به دارایی‌ها، نرخ پوشش بهره، نسبت جریان نقدی به بدهی، قیمت به درآمد و قیمت به ارزش دفتری.

۵. شکاف تحقیق و تعریف مسئله

اولین مدل برای مسأله سبد سهام توسط مارکوئیتز ارائه شد. او بیان کرد که یک سرمایه-گذار منطقی تنها بر روی ماکزیمم کردن بازده سبد سهام دقت نمی کند؛ بلکه علاوه بر بازده به ریسک آن نیز توجه دارد. در مدل مارکوئیتز، ریسک به وسیله واریانس بازده تاریخی اندازه گیری می شود؛ بنابراین با توجه به موارد ذکر شده، دو هدف برای سرمایه گذاران از تشکیل سبد سهام شکل می گیرد که این مسأله انتخاب سبد سهام را به یک مسأله چندهدفه تبدیل می کند. با وجود آن که روش تشکیل سبد سهام با روش "میانگین-واریانس" مارکوئیتز در سال های ابتدایی، روشی مسلط و غالب به شمار می-آمد، از اوایل دهه هفتاد میلادی اندک اندک در میان سرمایه گذاران علاقه وافری در مورد این که چگونه می توان علاوه بر ریسک و بازده معیارهای بیشتری را در فرآیند انتخاب سبد سهام در نظر گرفت، به وجود آمد. مسأله دیگر در انتخاب سبد بهینه سهام، تعیین درجه اهمیت هریک از این معیارها از دید سرمایه گذاران است. روش رایج برای این کار، تخصیص وزن مساوی برای هر یک از معیارهاست. اما پژوهش ها نشان می دهد، سرمایه-گذاران برای انتخاب سبد سهام ترجیح های مختلفی دارند و بر این اساس وزن های مختلفی به هر یک از معیارهای انتخاب سبد سهام تخصیص می دهند. مدل های فراوانی برای کمک به تصمیم گیری و یا به عبارتی سیستم پشتیبان تصمیم گیری معرفی شده است که هر یک، از روش ها و ابزار و روش های متفاوتی بهره می برند. این در حالی است که هر یک از این سیستم ها اغلب پیچیدگی های فراوانی دارند. به عنوان مثال، روش بهینه سازی چندهدفه نیازمند دخالت مستقیم تصمیم گیران برای تعیین دقیق وزن معیارهاست که این موضوع در عمل، فرآیندی دشوار و یا ناممکن قلمداد می شود. در دهه های اخیر، روش های هوشمند برای بهبود دقت رویکردهای موجود مورد استفاده قرار گرفتند. ابزار اصلی مورد استفاده در مدل های هوشمند، شبکه های عصبی هوشمند مصنوعی هستند که سعی دارند عمل یادگیری و یادآوری مغز انسان را شبیه سازی کنند(فرید و همکاران، ۱۴۰۰).

با توجه به موارد مطرح شده و در راستای رفع نواقص موجود درپژوهش های مربوط به انتخاب سبد سهام، ایده به کارگیری روش برنامه ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی برای تحلیل عوامل مؤثر بر انتخاب سبد سهام و استفاده از شبکه های عصبی جهت برآورد ریسک و بازده تقویت می شود. بنابراین سؤالات تحقیق به صورت ذیل ارائه می گردند:

۱) چه معیارهایی از دیدگاه خبرگان و سرمایه گذاران بر انتخاب سبد سهام تأثیرگذارند؟

۲) میزان اهمیت هر کدام از معیارها با توجه به تکنیک برنامه ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی چه میزان است؟

۳) آیا با استفاده از معیارهای انتخابی و الگوریتم شبکه های عصبی می-توان بازده سهام را به خوبی برآورد نمود؟

۴) آیا با استفاده از معیارهای انتخابی و الگوریتم شبکه های عصبی می‌توان ریسک سهام را به خوبی برآورد نمود؟

٦. روش شناسی

بر اساس هدف، پژوهش حاضر جزء پژوهش‌های کاربردی محسوب می‌شود و از منظر ماهیت و روش گردآوری داده‌ها، از نوع پیمایشی است. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بین سال های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۷ می‌باشند. در پژوهش حاضر از روش نمونه‌برداری حذف سیستماتیک (غربالگری) استفاده گردیده است که از جامعه‌ی آماری مورد نظر، شرکت‌های نمونه با توجه به شرایط و محدودیت‌های زیر انتخاب گردیده است:

- برای انتخاب نمونه همگن، شرکت‌ها باید قبل از سال ۱۳۹۲ در بورس تهران پذیرفته شده باشند و از ابتدای سال ۱۳۹۲ سهام آنها در بورس مورد معامله قرار گرفته باشد.
- به منظور انتخاب شرکت‌های فعال، معاملات این شرکت‌ها در طول سالهای ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۷ در بورس دچار وقفه نشده باشد. به لحاظ افزایش قابلیت مقایسه، دوره مالی شرکت‌ها منتهی به اسفند باشد.
- بین سالهای ۱۳۹۲ الی ۱۳۹۷ تغییر فعالیت یا تغییر سال مالی نداشته باشند.
- دستیابی به اطلاعات مورد نیاز شرکت‌ها، مقدور باشد.
- تحقیق برای شرکت‌های غیرمالی انجام می شود. لذا بانک ها، شرکت‌های بیمه،شرکت های هلدینگ و کلیه شرکت‌های سرمایه‌گذاری از جامعه حذف شدند چرا که روش‌های حسابداری مورد استفاده در شرکت‌های مالی با روش‌های مورد استفاده در شرکت‌های غیرمالی متفاوت است. بنابراین تفسیرها و توجیه‌های به کار برده شده برای عوامل پایه‌ای این دو گروه بسیار متفاوتند.

با اعمال شرایط فوق، تعداد ۱۴۷ شرکت به عنوان نمونه مورد مطالعه در این تحقیق، انتخاب شدند.

در این پژوهش برای جمع‌آوری اطلاعات مربوط به مبانی نظری و پیشینه از کتاب‌ها، مجله‌ها و سایت‌های تخصصی داخلی و خارجی استفاده می‌شود. در ادامه برای تعیین میزان درجه اهمیت نسبی یا وزن معیارهای مختلف در تعیین سهام برتر از پرسشنامه مقیاس‌های زوجی استفاده می‌شود. این کار با انجام مقایسه دوبه‌دوی معیارها از طریق تخصیص امتیازهای عددی که نشان‌دهنده ارجحیت یا اهمیت بین دو معیار است، انجام می گیرد.

۷. چارچوب پژوهش

۱,٦. برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی(LFPP)

در سال‌های اخیر، FAHP یا فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی به عنوان یک روش علمی و کاربردی برای حل مسائل تصمیم‌گیری چندمعیاره طرفداران زیادی پیدا کرده‌است. از آن‌جا که قضاوت در فضای فازی به‌مراتب آسان‌تر از قضاوت در فضای قطعی است، پیش‌بینی می‌شود کاربردهای این روش رشد روزافزون داشته باشد. استخراج وزن‌ها از ماتریس مقایسات زوجی برای استفاده در روش فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی نیازمند یک رویکرد علمی است. روش‌های موجود استخراج وزن، به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱. استخراج یک عدد فازی به عنوان وزن از ماتریس مقایسات زوجی فازی
۲. استخراج یک عدد قطعی به عنوان وزن از ماتریس مقایسات زوجی فازی

از روش‌های نوع اول می‌توان به روش میانگین هندسی، روش حداقل مربعات لگاریتمی فازی[۱]، روش ماکسیمم لامبدا و روش برنامه‌ریزی خطی آرمانی و از روش‌های نوع دوم می‌توان به تحلیل توسعه‌یافته[۲] و برنامه‌ریزی ترجیحات فازی[۳] اشاره کرد. به دلیل ساده‌تر بودن محاسبه یک عدد قطعی به عنوان وزن، اکثر افراد ابتدا به دنبال روش‌های نوع دوم می‌روند. روش اول از این نوع، روش تحلیل توسعه‌یافته می‌باشد که توسط چانگ مطرح شد و خیلی زود توسط ونگ ثابت شد که وزن‌های به‌دست آمده از این روش نامعتبرند و قادر نیستند متغیرهای تصمیم یا جایگزین را به‌درستی نشان دهند. در حقیقت این روش نباید برای استخراج وزن‌ها به‌کار می‌رفت. همچنین روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی که توسط میخایلوویچ مطرح شد نیز دارای نقاط ضعف قابل توجهی بود. برای مثال ممکن است از این روش برای تعیین اولویت استفاده کنیم و به بردارهای متضاد یا بردارهایی که مضرب یکدیگر هستند برسیم. این غیریکتا بودن در حل، کاربرد این روش در تعیین اولویت را زیر سؤال می‌برد. با یک معادل‌سازی، روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی بر پایه برنامه‌ریزی غیرخطی لگاریتمی به‌دست آمد و ثابت شد که ایرادات روش‌های قبلی را ندارد. تابع هدف و محدودیت‌های روش برنامه-ریزی ترجیحات فازی به صورت زیر بود:

$$Maximize\ \lambda$$
$$Subject\ to:$$
$$-w_i + l_{ij}w_j + \lambda(m_{ij} - l_{ij})w_j \le ۰, i = ۱, \dots, n-۱; j = i+۱, .., n,$$
$$w_i - u_{ij}w_j + \lambda(u_{ij} - m_{ij})w_j \le ۰, i = ۱, \dots, n-۱; j = i+۱, .., n,$$
$$\sum_{i=۱}^{n} w_i = ۱,$$
$$w_i \ge ۰, i = ۱, \dots, n.$$

با دو معادلسازی:

$$ln\ \tilde{a}_{ij} \approx (ln\ l_{ij}, ln\ m_{ij}, ln\ u_{ij}), i, j = ۱, \dots, n,$$
$$\mu_{ij}(ln(\frac{w_i}{w_j})) = \begin{cases} \frac{ln(w_i/w_j) - lnl_{ij}}{ln\ m_{ij} - ln\ l_{ij}}, ln(\frac{w_i}{w_j}) \le \ln m_{ij} \\ \frac{ln\ u_{ij} - ln(w_i/w_j)}{ln\ u_{ij} - ln\ m_{ij}}, ln(\frac{w_i}{w_j}) \ge \ln m_{ij} \end{cases}$$

برنامه‌ریزی ترجیحات فازی به برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی تبدیل می‌شود. در حقیقت معادلات غیرخطی به معادلات غیرخطی لگاریتمی تبدیل می‌شود و در نهایت تابع هدف و محدودیت‌های جدید به‌صورت زیر به‌دست می‌آیند:

$$maximize\ ۱ - \lambda$$
$$Subject\ to:$$
$$ln\ w_i - ln\ w_j - \lambda ln(\frac{m_{ij}}{l_{ij}}) \ge ln\ l_{ij}, i = ۱, \dots, n-۱; j = i+۱, \dots, n$$
$$-ln\ w_i + ln\ w_j - \lambda ln(\frac{u_{ij}}{m_{ij}}) \ge -ln\ u_{ij}, i = ۱, \dots, n-۱; j = i+۱, \dots, n$$

---

۱. Logarithmic Fuzzy Least Squares Method
۲. Extent Analysis
۳. Fuzzy Preference Programming

$w_i \geq ۰, i = ۱,\dots,n.$

اما در محاسبات بالا باز امکان منفی شدن λ وجود دارد؛ بنابراین دو متغیر غیر منفی η و δ برای i و j از ۱ تا n به معادلات وارد می‌شوند و تابع هدف و محدودیت‌های روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی به صورت زیر به دست می‌آیند:

$$minimize\ J = (۱-\lambda)^۲ + M.\sum_{i=۱}^{n-۱}\sum_{j=i+۱}^{n}(\delta_{ij}^۲ + \eta_{ij}^۲)$$

$$Subject\ to:$$

$$x_i - x_j - \lambda\, ln(\frac{m_{ij}}{l_{ij}}) + \delta_{ij} \geq ln\, l_{ij}, i = ۱,\dots,n-۱; j = i+۱,\dots,n,$$

$$-x_i + x_j - \lambda\, ln(\frac{u_{ij}}{m_{ij}}) + \eta_{ij} \geq -ln\, u_{ij}, i = ۱,\dots,n-۱; j = i+۱,\dots,n,$$

$$\lambda, x_i \geq ۰, i = ۱,\dots,n,$$

$$\delta_{ij}, \eta_{ij} \geq ۰, i = ۱,\dots,n-۱; j = i+۱,\dots,n.$$

با حل این مسئله، وزن‌های قطعی مورد نیاز از جدول مقایسات زوجی به‌دست می‌آید.

۲,۶. شبکه‌های عصبی

کار بر روی شبکه‌های عصبی از سال ۱۹۴۳ توسط مک کلو و پیتز آغاز گردید. از آنجا که هدف هوش مصنوعی، توسعه پارادایم‌ها یا الگوریتم‌های مورد استفاده انسان برای ماشین است، شبکه‌های عصبی مصنوعی[۱] نیز به مثابه یکی از مهم‌ترین روش‌های هوش مصنوعی به دنبال تقلید از عملکرد مغز انسان است.

شبکه عصبی مصنوعی که به اختصار شبکه عصبی نامیده می‌شود، روشی ریاضی است که قصد دارد با استفاده از شبیه‌سازی ساختار نرون‌های مغز انسان، اطلاعات را تجزیه و تحلیل کند و برای پیش‌بینی و یا طبقه‌بندی مورد استفاده قرار دهد(سرچمی و همکاران، ۱۳۸۶).

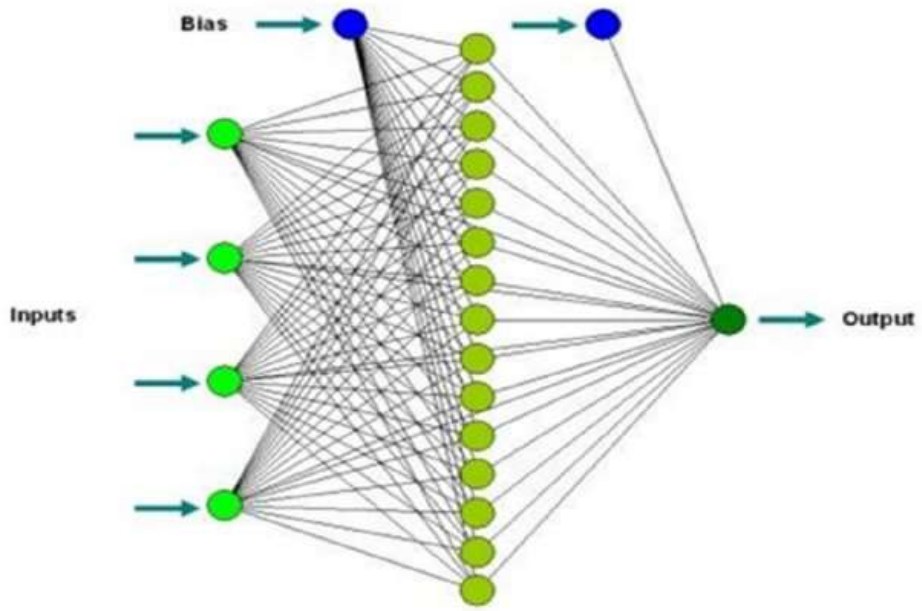
شبکه‌های عصبی مصنوعی ابزاری بسیار قدرتمند در امور مالی کمی مدرن هستند و به عنوان یک تکنیک قوی مدل‌سازی آماری به وجود آمده‌اند(قزلباش و همکاران، ۱۳۹۱). شبکه‌های عصبی یک تکنیک پردازش اطلاعات مبتنی بر روش سیستم‌های عصبی بیولوژی مانند مغز و پردازش اطلاعات است(جعفریه و همکاران، ۱۳۸۵). در سال‌های اخیر استفاده از شبکه‌های عصبی برای حل مسائل دنیای واقعی روز به روز افزایش یافته است. کاربرد ANNS جهت حل بسیاری از مسائل پیچیده که روش‌های سنتی در حل آن‌ها عاجزند و یا نارسا عمل می‌کنند، موفقیت‌آمیز بوده است(راعی، ۱۳۷۷). استفاده از این روش در دهه ۹۰ رشد چشمگیری داشته‌اند و اکنون به عنوان ابزاری کارآمد و عمده در توسعه سیستم‌های هوشمند پذیرفته شده‌اند(پیگتن و فیلیپ، ۲۰۰۲). شبکه‌های عصبی را به این علت شبکه عصبی می‌نامیم زیرا شبکه‌ای است که از اتصال برخی عوامل به یکدیگر ایجاد

[۱]. Artificial Neural Networks

گردیده است. در تهیه این عوامل از مطالعه بیولوژی سیستم‌های عصبی موجودات زنده به ویژه انسان الهام گرفته شده است. به عبارت دیگر، شبکه‌های عصبی تلاش در ساخت ماشین‌هایی دارند که مشابه مغز انسان عمل کند. در ساخت این ماشین‌ها از اجزایی استفاده می‌شود که مشابه نرون‌های بیولوژی رفتار می‌کنند(پیگتون و فیل، ۲۰۰۲). از شبکه‌های عصبی در مدل‌سازی و شبیه‌سازی سیستم‌ها علی‌الخصوص سیستم‌های غیر خطی به کرات استفاده شده است(منهاج، ۱۳۹۲). یک نرون مصنوعی در حقیقت مدلی محاسباتی است که از نرون‌های عصبی واقعی انسان، الهام گرفته است. نرون‌های طبیعی، ورودی خود را از طریق سیناپس دریافت می‌کنند. این سیناپس‌ها بر روی دندریت‌ها یا غشاء عصب قرار دارند. در یک عصب واقعی، دندریت‌ها دامنه پالس‌های دریافتی را تغییر می‌دهند که نوع این تغییر در طول زمان یکسان نمی‌ماند و در اصطلاح، توسط عصب یاد گرفته می‌شود. اگر سیگنال دریافتی از حد آستانه بیشتر شود، عصب فعال شده و سیگنالی را در طول اکسون منتشر می‌کند. این سیگنال نیز به نوبه خود می‌تواند به یک سیناپس دیگر وارد شده و سایر اعصاب را تحریک کند.

با توجه به اینکه یک شبکه عصبی، مدل ساده شده اعصاب بدن انسان است، درست مانند آن ها قابلیت یادگیری دارد. به عبارت دیگر، شبکه با استفاد ه از اطلاعاتی که از ورودی و توسط سرپرست خود دریافت می کند، قادر به فراگیری روند موجود در الگوهاست. لذا به طور مشابه با انسان، روند یادگیری در شبکه عصبی نیز از مدل‌های انسانی الهام گرفته است، بدین صورت که مثال‌های بسیاری را به دفعات باید به شبکه ارائه نمود تا بتواند با تغییر وزن‌های شبکه، خروجی مورد نظر را دنبال کند. یادگیری شبکه زمانی انجام می‌شود که وزن‌های ارتباطی بین لایه‌ها چنان تغییر کند که اختلاف مقادیر پیش‌بینی شده و محاسبه شده در حد قابل قبولی باشد. با دستیابی به این شرایط، فرآیند یادگیری محقق شده است. این وزن‌ها، حافظه و دانش شبکه را بیان می‌کنند. شبکه عصبی آموزش دیده می‌تواند برای پیش‌بینی خروجی‌های متناسب با مجموعه جدید بداده به کار رود.

انواع مختلفی از شبکه‌های عصبی با توجه به اهداف تحقیق می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند که یکی از معروف‌ترین آن‌ها شبکه عصبی چندلایه پیش-خور است. مطالعات اخیر نشان می‌دهد شبکه عصبی چندلایه پیش‌خور با قانون یادگیری پس انتشار خطا، ساده‌ترین و پرکاربردترین نوع شبکه عصبی است که در خصوص تخمین پارامترهای مجهول مناسب ارزیابی شده است. این نوع شبکه درای یک لایه ورودی، یک لایه خروجی و یک یا چند لایه مخفی است(شکل ۱).



شکل۱-شبکه عصبی چندلایه پیشرو

پارامترهای ورودی در لایه اول و پارامترهای خروجی در لایه آخر قرار می‌گیرند. در این نوع شبکه ابتدا وزن‌های لایه خروجی تعدیل می‌گردند، زیرا برای هر یک از نرون‌های لایه خروجی، مقدار مطلوب وجود دارد که می‌تواند وزن‌ها را تعدیل کند. پس از محاسبه خطای اموزش توسط شبکه، مقدار آن با مقدار مطلوب مقایسه شده و الگوریتم یادگیری اقدام به بهینه‌سازی مربوط می‌کند. اگر خطای اموزش از حدی که از قبل تعیین شده کمتر باشد، فرآیند یادگیری به پایان می‌رسد. در مرحله آموزش ابتدا محاسبات از ورودی شبکه به سوی خروجی آن انجام می‌شود و سپس مقادیر خطای محاسبه شده از لایه خروجی به لایه‌های قبل انتشار می‌یابد. ساختار یک شبکه مصنوعی با تعیین تعداد لایه‌ها، تعداد نرون‌ها در هر لایه، تابع محرک، روش آموزش، الگوریتم تصحیح وزن‌ها و نوع مدل، تعیین می‌شود.

۸. یافته‌های پژوهش

۱,۷. گراندد تئوری (Grounded Theory)

در این پژوهش، ابتدا به بررسی مطالعات پیشین در زمینه انتخاب سبد سهام پرداخته و بر این اساس مهم‌ترین معیارهای انتخاب سهام که در بیشتر پژوهش‌ها از آن‌ها استفاده شده شناسایی شد. در ادامه از بین این معیارها با نظرخواهی از افراد مطلع و متخصصان بازار سرمایه معیارهای اصلی و شاخص‌های ارزیابی هر یک که در جدول شماره ۱ آمده است استخراج و بر اساس آن‌ها پرسشنامه مقایسات زوجی تهیه گردید.

جدول۱: متغیرهای مؤثر بر انتخاب سهام

ردیف	معیار اصلی	شاخص‌ها	ردیف	معیار اصلی	شاخص‌ها
۱	نقدینگی	نسبت جاری	۵	سودآوری	سود هر سهم
		نسبت آنی			نسبت سود تقسیمی
		نسبت نقدی			نرخ بازده دارایی‌ها
۲	کارایی	گردش کل دارایی‌ها			نرخ بازده حقوق صاحبان سهام
		گردش حساب‌های دریافتنی			حاشیه سود خالص
		گردش موجودی کالا	۶	بازار	نسبت قیمت به سود هر سهم
۳	اهرم	نسبت کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها			نسبت قیمت به فروش
		نسبت بدهی به سرمایه			نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری
۴	ریسک	ضریب بتای هر سهم			روند سود عملیاتی
		ریسک مالی			روند سود هر سهم
		ریسک تجاری			روند قیمت سهام

سپس پرسشنامه مذکور بین ۲۵ نفر از افرادی که هم از لحاظ تئوریک با مفاهیم مالی و سرمایه‌گذاری آشنایی کافی دارند و هم از نظر عملی سابقه فعالیت در بازار سرمایه و نهادهای مرتبط با بورس اوراق بهادار را دارند توزیع شد. پس از پر کردن پرسشنامه مقایسات زوجی توسط خبرگان، جهت جمع‌بندی نظرات از میانگین هندسی استفاده شد و در ضمن آن نیز برای تبیین ترجیحات خبرگان در قالب عبارات کلامی استفاده شده که به اعداد فازی تبدیل شدند. سپس نتایج پرسشنامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار GAMS مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت و در نهایت اولویت‌بندی هریک از معیارهای اصلی انتخاب سبد سهام با استفاده از روش برنامه‌ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی به‌دست آمده است.

۲,۷. اولویت‌بندی معیارهای اصلی انتخاب سبد سهام با استفاده از تکنیک LFPP

در این مرحله با توجه به مراحل ذکرشده در شکل ۱ وزن و اولویت هریک از معیارهای اصلی انتخاب سبد سهام به‌دست می‌آید. در جدول ۲، میانگین هندسی فازی پرسشنامه مقایسات زوجی معیارهای اصلی انتخاب سبد سهام آورده شده است.

جدول ۲: ماتریس مقایسات زوجی معیارهای اصلی انتخاب سبد سهام

معیارهای اصلی	نقدینگی	کارایی	اهرم	ریسک	سودآوری	بازار
نقدینگی	(۱،۱،۱)	(۰,۱۵،۰,۱۷،۰,۲۱)	(۰,۲۱،۰,۲۶،۰,۴)	(۰,۲،۰,۲۵،۰,۳۳)	(۰,۱۳،۰,۱۵،۰,۱۷)	(۰,۲۴،۰,۳۱،۰,۴۲)
کارایی	(۴,۸۵،۵,۸۳،۶,۸۱)	(۱،۱،۱)	(۲،۳،۴)	(۱,۵۲،۲,۶۱،۳,۶۵)	(۰,۲۸،۰,۴،۰,۶۹)	(۲,۷۹،۳,۸۷،۴,۹۲)
اهرم	(۲,۵۲،۳,۸۳،۴,۷۸)	(۰۲۵،۰,۳۳،۰,۵.)	(۱،۱،۱)	(۰,۳۳،۰,۵،۱)	(۰,۱۴،۰,۱۶،۰,۱۸)	(۰,۶۶،۱,۱۶،۱,۳۷)
ریسک	(۳،۴،۵)	(۰,۲۷،۰,۳۸،۰,۶۶)	(۱،۲،۳)	(۱،۱،۱)	(۰,۱۳،۰,۱،۰,۱۷)	(۱,۰۹،۱,۵۲،۱,۹۳)
سودآوری	(۵,۱،۶,۷،۷,۸)	(۱,۴۴،۲,۵۲،۳,۵۶)	(۵,۴،۶,۳۲،۷,۱۳)	(۵,۷۹،۶,۶۴،۷,۴۵)	(۱،۱،۱)	(۸,۵۶،۸,۷۹،۹)
بازار	(۲,۴،۳,۲،۴,۱)	(۰,۱۶،۰,۲۶،۰,۳۶)	(۰,۷۳،۰,۸۶،۱,۵۲)	(۰,۵۲،۰,۶۶،۱)	(۰,۱،۰,۱۱،۰,۱۶)	(۱،۱،۱)

بر اساس جدول ۲، اعداد فازی وارد مدل برنامه‌ریزی غیرخطی LFPP و در نرم‌افزار GAMS کدنویسی می‌شوند.
اوزان به‌دست آمده در این مرحله نرمالایز شده، معیارهای اصلی انتخاب سبد سهام اولویت‌بندی می‌شوند(جدول ۳).

جدول۳: اوزان و اولویت‌بندی معیارهای اصلی انتخاب سبد سهام بر اساس روش LFPP

معیارهای اصلی	وزن	اولویت بندی
سودآوری	۰,۵۰۳	۱
کارایی	۰,۲۴۴	۲
ریسک	۰,۱۷۸	۳

بازار	۰,۰۵۰۳	۴
اهرم	۰,۰۲۲	۵
نقدینگی	۰	۶

در این مرحله با توجه به شاخص‌های تخصیصی به هر معیار و مانند مراحل ذکر شده در بالا، وزن و اولویت شاخص‌های هر معیار محاسبه می‌شود. نتایج نهایی مطابق جدول ۴ می‌باشد.

جدول٤: اوزان واولویت‌بندی شاخص‌های معیارهای انتخاب سبد سهام بر اساس روش LFPP

معیار اصلی	شاخص‌ها	وزن	اولویت	معیار اصلی	شاخص‌ها	وزن	اولویت
نقدینگی	نسبت آنی	۰,۳۳۹	۱	سودآوری	نسبت سود تقسیمی	۰,۳۳۲۸۸۶۸	۱
	نسبت نقدی	۰,۳۳۵	۲		سود هر سهم	۰,۲۵۶۵۳۰	۲
	نسبت جاری	۰,۳۲۶	۳		حاشیه سود خالص	۰,۲۰۵۸۴۹۵	۳
کارایی	گردش موجودی کالا	۰,۷۶	۱		نرخ بازده دارایی‌ها	۰,۲۰۴۷۳۳۲	۴
	گردش کل دارایی‌ها	۰,۲۴	۲		نرخ بازده حقوق صاحبان سهام	۰	۵
	گردش حساب‌های دریافتنی	۰	۳	بازار	روند سود هر سهم	۰,۳۰۷۵۰۹۷	۱
اهرم	نسبت بدهی به سرمایه	۰,۵۰۰۰۰۶	۱		نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری	۰,۲۶۴۹۹۷۸	۲
	نسبت کل بدهی‌ها به کل دارایی‌ها	۰,۴۹۹۹۹۴	۲		روند سود عملیاتی	۰,۲۱۶۶۵۹۴۷	۳
ریسک	ریسک مالی	۰,۳۴۰۷۸۱۸۱۹	۱		روند قیمت سهام	۰,۲۰۲۲۰۱۱	۴
	ریسک تجاری	۰,۳۴۰۳۱۲۰۰۱	۲		نسبت قیمت به سود هر سهم	۰,۰۰۸۶۳۱۸۵	۵
	ضریب بتای هر سهم	۰,۳۱۸۹۰۰۱۸	۳		نسبت قیمت به فروش	۰	۶

۳,۷. برآورد بازده سهام با رویکرد ترکیبی شبکه عصبی مصنوعی و تکنیک LFPP

در این مرحله از پژوهش با استفاده از خروجی به دست آمده تکنیک LFPP، ضمن انتخاب معیارهای اصلی در انتخاب سبد سهام، اطلاعات مربوط به سهام شرکت‌های نمونه جمع‌آوری و با استفاده از نرم‌افزار EXCEL طبقه‌بندی شدند. سپس به منظور بهینه‌سازی بهتر و صحیح‌تر سبد سهام، با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی که یکی از ابزارهای مناسب و متداول برای پیش‌بینی می‌باشد، بازده سهام را بر اساس معیارهای مذکور پیش‌بینی نمودیم. بدین منظور ما در ابتدا از یکی از متداول‌ترین و ساده‌ترین شبکه‌های عصبی مصنوعی برای پیش بینی استفاده کردیم. این شبکه عصبی، پرسپترون چندلایه می‌باشد که در آن از الگوریتم یادگیری پس‌انتشار خطا استفاده می‌شود، که نحوه عملکرد این نوع از شبکه و الگوریتم یادگیری آن به صورت کامل در فصل قبل شرح داده شد. برای طراحی یک شبکه عصبی باید چند عامل اساسی تعریف شوند که عبارتند از نرون‌های ورودی، تعداد لایه‌ها و نرون‌های میانی و اوزان یال‌ها. به علاوه داده‌های اولیه برای فرآیند آموزش تولید شوند. یک شبکه عصبی مصنوعی برای توسعه نیاز به تعریف ورودی، خروجی و هدف و معرفی تابع دارد(عجلی و صفری، ۲۰۱۱).

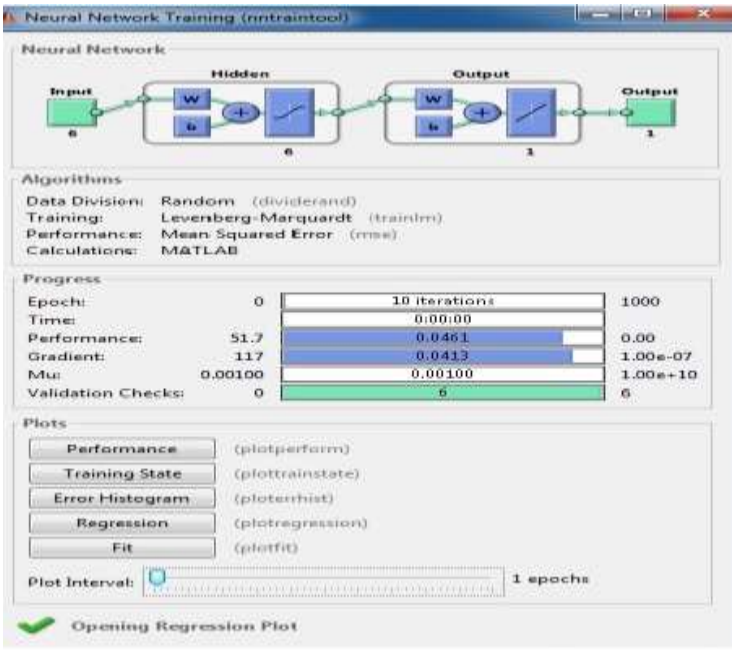
مدلی که برای این تحقیق بر اساس مبانی نظری و مطالعات تجربی در نظر گرفته شده است به شرح زیر می‌باشد:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_6)$$

که این مدل شامل متغیرهای پیش‌بینی(معیارهای انتخاب سبد سهام خروجی تکنیک LFPP) و یک هدف پیش بینی مقدار بازده سهام می‌باشد که قرار است ماشین یادگیرنده با داده‌های آموزشی مربوط سری زمانی، خود را تعلیم داده و مقدار واقعی را بر اساس مدلی که اجاد کرده است پیش‌بینی کند. این متغیرها عبارتند از سودآوری، کارایی، ریسک، بازار، اهرم و نقدینگی که برای سنجش هر یک بر اساس خروجی تکنیک LFPP، از نسبت مالی متناظر با آن که به شکل بهتری آن را توصیف می‌کند استفاده می‌شود. پیش از طراحی شبکه عصبی ابتدا باید داده‌های آموزشی و داده‌های اعتبارسنجی را که ماشین یادگیرنده خود را باآن تعلیم داده و جهت تعمیم به داده‌های مشاهده نشده خود را اعتبارسنجی می‌کند، فراهم آورد. داده‌های آموزشی در واقع الگوهای آموزشی هستند که ماشین یادگیرنده با کمک این الگوها مدل مناسب را جهت برازش داده‌ها و یا پیش‌بینی سری زمانی استفاده می‌کند. گفتنی است برای حل مسائل از نوع پیش‌بینی، اصول و روش‌های سیستماتیکی وجود ندارد و از آنجایی که عواملی نظیر تعداد لایه‌های پنهان، نرمال کردن داده‌ها و الگوریتم یادگیری می‌تواند عملکرد شبکه عصبی را تحت تأثیر قرار دهند، بنابراین بهترین معماری شبکه با استفاده از آزمون و خطا به دست می‌آید.

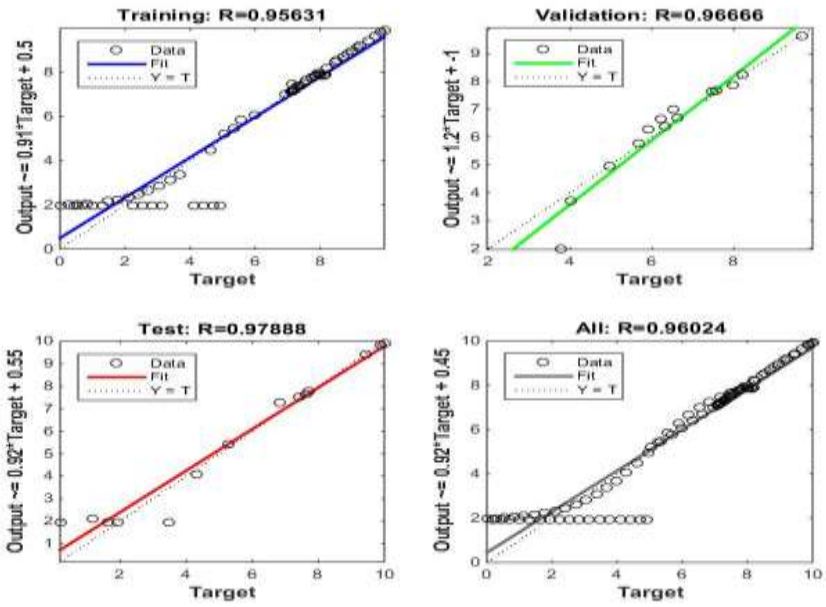
٤.٧. نتایج حاصل از پیش‌بینی بازده سهام شرکت‌ها با استفاده از شبکه عصبی

به طور کلی فرآیند یادگیری شبکه عصبی و مشخصات کامل آن که در نرم‌افزار متلب اجرا شده است، در شکل (۲) قابل مشاهده می‌باشد. با توجه به شکل آنچه موجب توقف یادگیری شبکه شده است رخ دادن ۶ تکرار بدون بهبود در نتیجه می‌باشد.



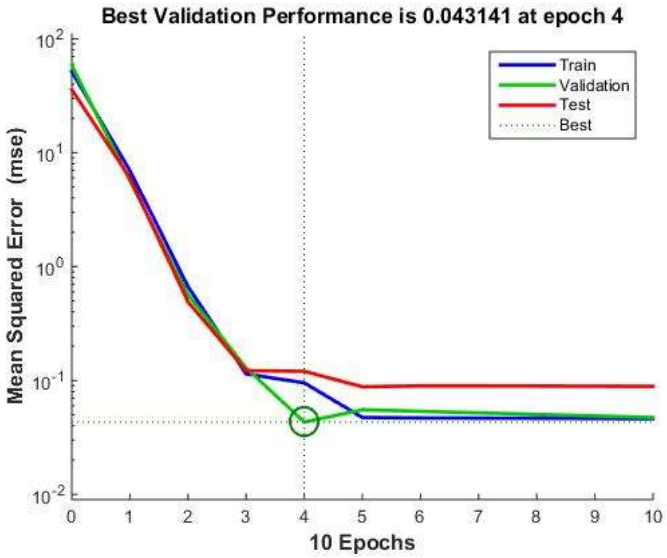
شکل ۲

شکل ۳ نمودار رگرسیون برازش شده توسط شبکه عصبی برای بازده سهام شرکت‌های نمونه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود شبکه توانسته است با دقت بسیار بالایی بازده سهام شرکت‌های نمونه را برازش کند به گونه‌ای که مقدار ضریب رگرسیون برابر ۰,۹۶ می‌باشد.



شکل۳

نمودار شبکه عصبی برای محاسبه بازده سهام شرکت‌ها در شکل ۴ قابل مشاهده است. همانطور که در شکل دیده می‌شود در هر سه فرآیند خطای شبکه با افزایش تکرار، الگوریتم آموزش سیر نزولی داشته تا اینکه به یکی از شروط توقف مورد نظر برسد. همانگونه که در شکل مشاهده می‌شود مقدار میانگین مربعات خطا(MSE) برابر ۰,۰۴۳۱ و ریشه میانگین مربعات خطا(RMSE) برابر ۰,۲۰۷ می‌باشد که توان بالای مدل را در برآورد بازده سهام شرکت‌های نمونه نشان می‌دهد.



شکل ٤

۵,۷. برآورد ریسک سهام با استفاده از رویکرد ترکیبی شبکه عصبی و تکنیک LFPP

در این بخش از پژوهش با استفاده از شبکه عصبی ریسک سهام شرکت‌های نمونه را برآورد می‌نماییم. به همین منظور برای محاسبه ریسک سهام از متغیر ارزش در معرض خطر(VaR) استفاده شده است. همانگونه که در فصل دوم اشاره شد ارزش در معرض خطر یکی از مهمترین سنجه‌های ریسک

نامطلوب مبتنی بر صدک می‌باشد. این سنجه مختص اندازه گیری ریسک بازار نیست بلکه هرجا سخن از ریسک باشد، می‌توان آن را در قالب ارزش در معرض خطر کمی کرد.

از نظر ریاضی می‌توان VaR را به صورت زیر نشان داد:

$$P(p_1 - p_0 \leq -VaR) \leq \alpha$$

به عبارت ساده عبارت فوق معادل است با:

$$P(p_0 - p_1 \leq -VaR) \leq \alpha$$

که در آن:

P_0 = ارزش سبد دارایی در ابتدای افق زمانی یا زمان صفر

P_1 = ارزش سبد دارایی در پایان افق زمانی یا زمان ۱ می‌باشد.

رابطه اخیر بیان می‌کند که احتمال اینکه کاهش ارزش پرتفوی در دوره آتی بیش از ارزش در معرض خطر باشد، حداکثر برابر α است.

به عبارت دیگر، احتمال این که زیان سبد دارایی در دوره آتی کمتر از ارزش در معرض خطر باشد، $1 - \alpha$ است. بنابراین اگر $F(p)$ بیانگر تابع توزیع احتمال ارزش سبد دارایی در دوره آتی باشد، VaR از رابطه زیر بدست می‌آید:

$$Var = p_0 - F_p^{-1}(\alpha)$$

برای محاسبه ارزش در معرض خطر با توجه به نوع توزیع داده‌ها از روش‌های مختلفی مانند پارامتریک، ناپارامتریک و نیمه پارامتریک استفاده می‌شود. در این پژوهش جهت محاسبه ارزش در معرض ریسک سهام مبتنی بر داده‌های تاریخی به عنوان ورودی شبکه عصبی از روش پارامتریک استفاده می‌شود. این روش دارای دو فرض اساسی است که البته باعث محدودیت‌هایی برای این روش می‌شود. در عین حال به علت آسانی انجام محاسبات، خصوصاً محاسبات روزانه کاربرد زیادی دارد. این دو فرض عبارتند از:

بازده دارایی دارای توزیع نرمال است.

بین عوامل ریسک بازار و ارزش دارایی رابطهٔ خطی وجود دارد.

با تفسیر تعریف ارزش در معرض خطر، احتمال اینکه ارزش پرتفوی با انحراف معیار بازدهی مشخص و با سطح اطمینان معین از ارزش مفروض کمتر باشد، از طریق معادله زیر قابل اندازه‌گیری است:

$$VaR = M.Z_{\alpha}.\sigma_t\sqrt{T}$$

VaR: ارزش در معرض ریسک؛

α: سطح خطا؛

M: ارزش بازار دارایی؛

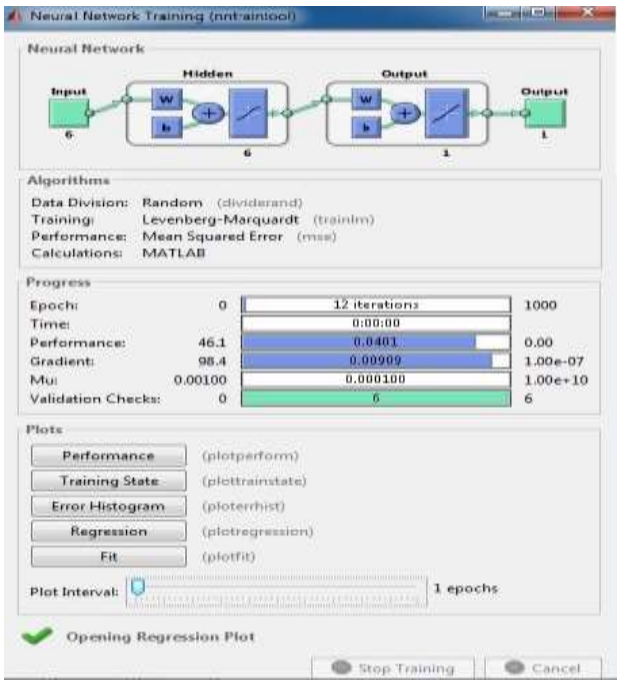
T: طول دوره زمانی محاسبه بازده.

در اینجا نیز همانند آنچه در مورد پیش‌بینی بازده سهام در مرحله قبل انجام شد، از خروجی نتایج تکنیک LFPP، به عنوان ورودی شبکه عصبی جهت پیش‌بینی ارزش در معرض خطر استفاده می‌شود، به این نحو که بر اساس خروجی تکنیک LFPP، از نسبت مالی متناظر با هر یک از متغیرهای

سودآوری، کارایی، ریسک، بازار، اهرم و نقدینگی که به شکل بهتری آن را توصیف می‌کند، به عنوان متغیرهای پیش‌بینی شبکه عصبی استفاده می‌شود. مدل مورد استفاده و مراحل اجرایی شبکه عصبی کاملاً مشابه مراحل پیش‌بینی بازده سهام شرکت‌های نمونه می‌باشد.

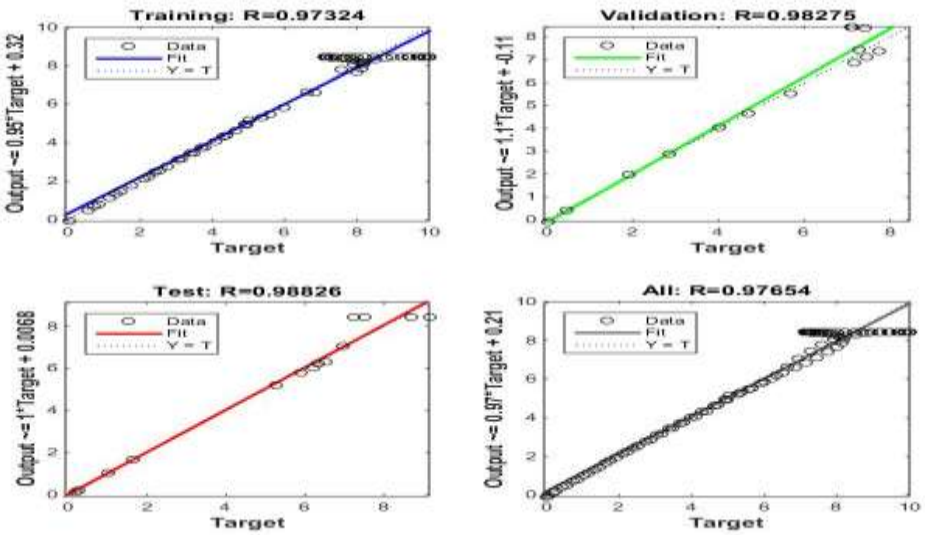
٦,٧. نتایج حاصل از پیش‌بینی ریسک سهام شرکت‌ها با استفاده از شبکه عصبی

به طور کلی فرآیند یادگیری شبکه عصبی و مشخصات کامل آن که در نرم‌افزار متلب اجرا شده است، در شکل (۵) قابل مشاهده می‌باشد.



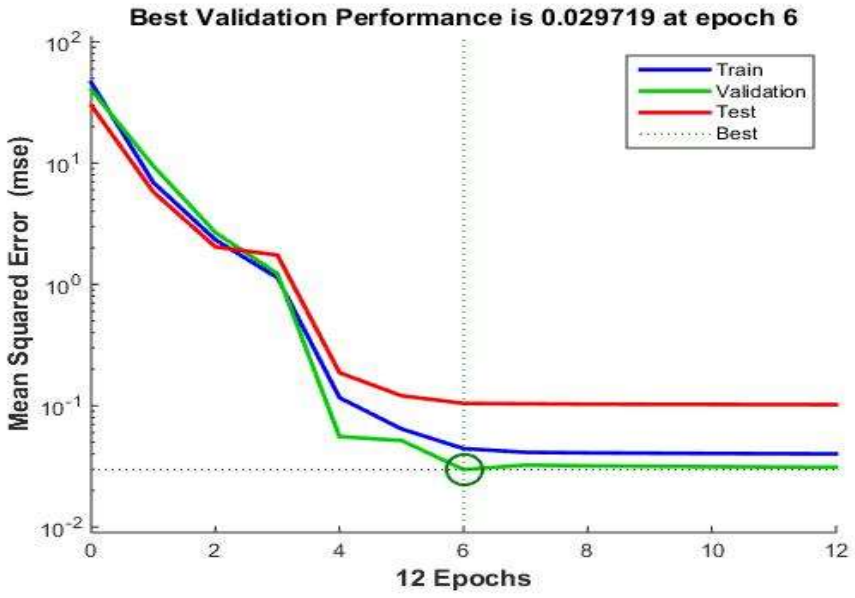
شکل ۵

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود شبکه توانسته است با دقت بسیار بالایی ریسک سهام شرکت‌های نمونه را برازش کند به گونه‌ای که مقدار ضریب رگرسیون برابر ۰,۹۷ می‌باشد.



شکل٦

نمودار شبکه عصبی برای محاسبه ریسک سهام شرکت‌ها در شکل ۷ قابل مشاهده است. همانطور که در شکل دیده می‌شود در هر سه فرآیند خطای شبکه با افزایش تکرار، الگوریتم آموزش سیر نزولی داشته تا تا اینکه به یکی از شروط توقف مورد نظر برسد. همانگونه که در شکل مشاهده می‌شود مقدار میانگین مربعات خطا(MSE) برابر ۰,۰۲۹۷ و ریشه میانگین مربعات خطا(RMSE) برابر ۰,۱۷۲ می‌باشد که توان بالای مدل را در برآورد ریسک سهام شرکت‌های نمونه نشان می‌دهد.



شکل ۷

۹. بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با هدف شناسایی متغیرهای مؤثر بر انتخاب سبد سهام و نیز اولویت‌بندی این متغیرها انجام شده است. برای این منظور با استفاده از مطالعه ادبیات تحقیق و نیز استفاده از نظر خبرگان ۶ معیار اصلی انتخاب سبد سهام و شاخص‌های هریک شناسایی شد. در ادامه با استفاده از تکنیک برنامه-ریزی ترجیحات فازی لگاریتمی وزن هر یک از این معیارها محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد از بین ۶ معیار اصلی شناسایی شده معیارهای سودآوری،

کارایی و ریسک به ترتیب مهم‌ترین معیارها در انتخاب سبد سهام هستند. در ادامه با استفاده از الگوریتم شبکه‌های عصبی، بازده و ریسک سهام نمونه برآورد شد. نتایج حاکی از آن است که سبکه عصبی طراحی شده به خوبی توانسته است بازده و ریسک سهام را برازش نماید. بر مبنای نتایج به‌دست آمده، پیشنهاد می‌شود مسئولین اجرایی سازمان بورس اوراق بهادار با اجرای سیاست‌ها و سازوکارهای مناسب به ارتقای سودآوری، کارایی وافزایش بازدهی شرکت‌ها اقدام ورزیده و زمینه گسترش بازار سرمایه و تقویت رشد اقتصادی را فراهم نمایند. از سوی دیگر همان‌گونه که از نتایج جدول ۷ برمی‌آید شاخص نسبت سود تقسیمی در بین سایر شاخص‌های معیار سودآوری وزن بیشتری به خود اختصاص داده که خود نشان دهنده اهمیت این نسبت از نگاه سرمایه‌گذاران در انتخاب سهام است، از این‌رو شرکت‌ها می‌توانند با در نظر گرفتن این موضوع و تعیین نسبت سود تقسیمی مناسب برای سهام خود سرمایه‌گذاران را به انتخاب سهام خود در سبد سرمایه‌گذاریشان تشویق نمایند.

۱۰. پیشنهادات برای تحقیقات آتی

محققان در پژوهش‌های آتی نیز می‌توانند از پیشنهادات زیر بهره گیرند:

- بررسی اثرات تلفیق روش‌های دیگر فازی مانند Fuzzy TOPSIS با شبکه‌های عصبی برای بهبود دقت پیش‌بینی.
- استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی مانند الگوریتم ژنتیک و PSO برای تنظیم بهینه پارامترهای شبکه عصبی و بررسی تاثیر آن بر عملکرد مدل.
- تحلیل حساسیت مدل‌های فازی در مقابل تغییرات پارامترها و بررسی تاثیر آن بر نتایج پیش‌بینی.
- بررسی اثرات استفاده از داده‌های کلان (Big Data) و داده‌های غیرساختاریافته مانند اخبار مالی و رسانه‌های اجتماعی بر دقت مدل‌های ترکیبی.
- مقایسه عملکرد مدل‌های ترکیبی فازی و شبکه‌های عصبی با مدل‌های سنتی پیش‌بینی ریسک و بازده مانند CAPM و مدل‌های GARCH.
- بررسی کارایی مدل‌های ترکیبی در بازارهای مالی مختلف (مانند بورس تهران، بازارهای بین‌المللی) و در شرایط اقتصادی متفاوت.
- بررسی قابلیت مدل‌های ترکیبی در پیش‌بینی نوسانات بازار و شناسایی شوک‌های مالی.
- ایجاد سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاران با استفاده از مدل‌های ترکیبی و ارزیابی تاثیر آن‌ها بر تصمیم‌گیری‌های مالی.

- بررسی روش‌های پایش مستمر و به‌روزرسانی مدل‌های ترکیبی بر اساس داده‌های جدید و تحلیل تاثیر آن بر دقت پیش‌بینی.

References

Azar, A. Memariani, A. (۱۹۹۷). Shula Planning, a new technique for planners, *Shahed University Scientific Journal*, No. ۹ and ۱۰.(In Persian)

Azar, A. Ramoz, N. Atefeh Doost, A. (۲۰۱۱). Application of non-biased set estimation method in optimal portfolio selection, *Financial Research Quarterly*, No. ۱٤, ۱-۱٤.(In Persian)

Farid, D. Dehghani Firouzabadi. A, Andalib Ardakani. D, Mirzaei. H, (۲۰۲۱),Analysis of the factors affecting the selection of the stock portfolio using the fuzzy logarithmic preference planning approach,Tomorrow's management,No. ٦٦(۲۰), ۷۹-۹۰.(In Persian)

Islami Bidgoli, G. Saranj, A. (۲۰۰۸). Portfolio selection using three criteria of average return, standard deviation of return and liquidity in Tehran Stock Exchange, *Journal of Accounting and Auditing Studies*, No. ٥۳.(In Persian)

Afsharkazemi, M. Khalili Iraqi, M. Sadat-kiai, A. (۲۰۱۱). Selection of stock portfolio in Tehran stock exchange by combining data coverage analysis method and ideal planning, *financial knowledge of securities analysis*, number ۱۳, ٦۳-٤۹.(In Persian)

Amirian, S. Amiri, M. (۲۰۱۲). The effect of using multi-indicator methods with fuzzy approach on the performance of selected portfolio in Tehran Stock Exchange, *10th International Industrial Engineering Conference*, Tehran, Iran Industrial Engineering Association, Amirkabir University of Technology.(In Persian)

Anwari Rostami, A. Hassanian, Sh. Rezaei Asl, M. (۲۰۱۱). Financial ranking of Tehran Stock Exchange companies using multi-indicator decision-making methods and hybrid models, *Financial Research Quarterly*, No. ۱٤(۱), ۳۱-٥٤. (In Persian)

Babaei, p. Ghaemi, A. (۲۰۱۱). Presenting a dual-objective model for the portfolio selection problem considering different risk metrics, *8th International Industrial Engineering Conference*, Tehran: Industrial Engineering Society of Iran, Amirkabir University of Technology. (In Persian)

Behnamian C, Mashrafe. M, (۲۰۱۷). Presenting a hybrid algorithm for multi-objective optimization of the stock portfolio by means of fuzzy programming, *Journal of Financial Engineering and Securities Management*, No. ۳۰. (In Persian)

Tehrani, R. (۲۰۱۱). Financial Management, Tehran, *Negah Danesh Publications*. (In Persian)

Hamedian, M. (۲۰۰۰). Investigating factors affecting stock prices and investors' decisions in Tehran Stock Exchange, Master's thesis, *Shahid Beheshti University*. (In Persian)

Delbari, M. (۲۰۰۱). Investigating effective criteria on stock selection in Tehran Bahadur Stock Exchange based on Hierarchical Analysis Process Model, *Master's Thesis*, University of Isfahan. (In Persian)

Rai, R. Poyanfar, A. (۲۰۰۸). Advanced Investment Management, *Tehran, Samt Publications.* (In Persian)

Shah Alizadeh, M. Memariani, A. (۲۰۰۳). Mathematical framework of stock portfolio selection with multiple objectives, accounting and auditing reviews, *Tehran University Faculty of Management Journal*, No. ۳۲, pp. ۸۳-۱۰۲. (In Persian)

Mirghfouri, H. (۲۰۰۹). The application of the fuzzy hierarchical analysis process in prioritizing factors affecting stock selection in Tehran Stock Exchange from the perspective of shareholders, *Development and Capital Journal*, second year, number ۳, pp. ۱۱-۱۳۰. (In Persian)

K. Po-Chang and L. Ping-Chen. (۲۰۰۸). Resource allocation neural network in portfolio selection, *Expert Systems with Applications*, Vol. ۳۵, Issues ۱-۲, July–August, pp. ۳۳۰-۳۳۷.

Mainik, G. Mitov, G and Rüschendorf,L. (۲۰۱۵). Portfolio optimization for heavy-tailed assets: Extreme Risk Index vs. Markowitz, *Journal of Empirical Finance*.

Markowitz, H. (۱۹۵۲). Portfolio selection. *The journal of finance*, *7*(۱), ۷۷-۹۱.

Sharpe, W. F., Alexander, G. J. & Bailey, J. V. (۱۹۹۹). Investments (Vol.٦). *New Jerse^ eNJ NJ: Prentice Hall*.

Squyres .J.G. (۱۹۹۸) A Quick Peek According to Graham and Dodd, *Journal of Financial Statement Analysis*, ۷۸-۹۳, fall.

Wang, Y. M. & Chin, K. S. (۲۰۱۱). Fuzzy analytic hierarchy process: A logarithmic fuzzy preference programming methodology. *International Journal of Approximate Reasoning*, ٥٢(٤), ٥٤١-٥٥٣.

Zopounidis, C. (۲۰۱۳). Multicriteria decision aid in financial management. *European Journal of Operational Research*, ١١(٩), ٤٠٤-٤١٥.