Journal of Development and Capital
Shahid Bahonar University of Kerman
Iranian Electronic Commerce Association
Print ISSN: 2008-2428 Online ISSN: 2645-3606

Forecasting the Timing of Transactions in Tehran Stock Exchange

Vahid BekhradiNasab[¯]
Fatemeh Zholanezhad[¯¯]

Abstract

Objective: Due to the complexity of the stock market in Tehran, the timing of transactions is very important. The timing of trading transactions helps analysts and traders to predict the stock prices movement. Therefore, the purpose of this study is to predict the timing of stock trading of listed companies in TSE.

Methods: The statistical population of the study consisted of all companies listed in TSE between 2013-2016. The sample is based on the systematic elimination method of 17 active companies in the TSE. Research method based on stepwise regression and fuzzy neural network based on indicators of relative strength, Moving Average Convergence-Divergence, simple moving average, Stochastic, EMA and Signal line.

Results: The results showed that the average prediction accuracy of all networks created (96.55%) was more than random (50%). By applying the trading rules, the predicted values were converted to the signal It was suggested that the final signal of the designed system be obtained from the sum of the signals generated by the five technical indicators. Next, to evaluate the returns of the proposed transactions, the model AE using the trading strategy proposed study is a trading simulation assumptions were.

Conclusion: The efficiency of transactions made on the basis of the final signal proposed system efficiency methods, technical and purchasing methods and stored (in two cases before the deduction of transaction costs and after deduction of transaction costs). Due to the positive results of SMA, EMA, SO and the proposed method, we can conclude that using these technical analysis indices in the Iranian stock market can predict the stock price trend. Meanwhile, the simple moving average method has the highest credit for predicting stock price trends. As a result, the Tehran Stock Exchange has the potential to apply various technical analysis indicators.

Keywords: *Transaction Timing, Prediction, Technical Analysis, Fuzzy Neural Network, TSE*.
JEL Classification: C45, G14, G11, G10.

Citition: BekhradiNasab, V., Zholanezhad, F. (2020). Forecasting the timing of transactions in Tehran Stock Exchange. *Journal of Development and Capital*, 5(1), 67-92.

Journal of Development and Capital, Vol. 5, No.1, Ser. 8, 67-92
[¯] Ph.D. of Accounting, Najaf Abad Branch, University of Islamic Azad, Najaf Abad, Iran.
[¯¯] Ph.D Student of Accounting, Najaf Abad Branch, University of Islamic Azad, Najaf Abad, Iran.
Corresponding Author: Vahid BekhradiNasab (Email: vahid.bekhradinasab@gmail.com).
Submitted: 20 April 2018 Accepted: 22 April 2020
DOI: 10.22103/jdc.2020.12002.1048

توسعه و سرمایه
شاپا چاپی: ۲۴۲۸-۲۰۰۸ شاپا الکترونیکی: ۲۶۴۵-۳۶۰۶

پیش‌بینی زمان‌بندی انجام معاملات در بورس اوراق بهادار تهران

وحید بخردی‌نسب[*]
فاطمه ژولانژاد[**]

چکیده

هدف: به دلیل پیچیدگی بازار بورس اوراق بهادار تهران، مسئله زمان‌بندی انجام معاملات بسیارحائز اهمیت است. زمان‌بندی انجام معاملات، تحلیل‌گران و معامله‌گران را در راستای پیش‌بینی روند حرکت قیمت سهام یاری می‌نمایند. از این‌رو هدف از پژوهش حاضر پیش‌بینی زمان‌بندی انجام معاملات سهام شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران است.

روش: جامعه آماری پژوهش شامل کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۵ است. حجم نمونه با استفاده روش حذف نظام‌مند بالغ بر ۱۷ شرکت فعال در بورس انتخاب شد. روش اجرای پژوهش مبتنی بر رگرسیون گام‌به‌گام و شبکه عصبی فازی با تکیه بر شاخص‌های قدرت نسبی (**RSI**)، میانگین متحرک همگراواگرا (**MACD**)، میانگین متحرک ساده (**SMA**)، نوسان‌گر تصادفی (**SO**)، میانگین متحرک‌نمایی (**EMA**) و خط‌سیگنال (**SL**) است.

یافته‌ها: یافته‌های نتایج نشان داد که میانگین درصد صحت پیش‌بینی کلیه شبکه‌های ایجاد شده (۹۶/۵۵٪) بیشتر از حالت تصادفی(۵۰٪) است. با اعمال مقررات معاملاتی مقادیر پیش‌بینی شده به سیگنال تبدیل شدند و پیشنهاد داده شد که سیگنال نهایی سیستم طراحی شده از مجموع سیگنال‌های ایجاد شده توسط ۵ شاخص تکنیکال مذکور بدست آید. در مرحله بعد جهت سنجش بازده معاملات پیشنهادی، مدل ارائه شده با استفاده از استراتژی معاملاتی پیشنهادی پژوهش یک معامله فرضی شبیه‌سازی گردید. سپس بازده معاملات صورت گرفته بر اساس سیگنال نهایی سیستم پیشنهادی با بازده روش‌های تکنیکال و روش‌های خرید و نگهداری (در دوحالت پیش از کسر هزینه‌های معاملاتی و پس از کسر هزینه‌های معاملاتی) مقایسه شدند.

نتیجه‌گیری: با توجه به بازدهی مثبت شاخص‌های **SMA**، **EMA**، **SO** و روش پیشنهادی می‌توان نتیجه گرفت که با استفاده از شاخص‌های تحلیل تکنیکال در بازار سهام ایران‌روند قیمت سهام را پیش‌بینی نمود. از این میان، روش میانگین متحرک ساده از بالاترین اعتبار برای پیش‌بینی روند قیمت سهام برخوردار است. در نتیجه بازار بورس تهران پتانسیل بکارگیری شاخص‌های مختلف تحلیل تکنیکی را دارا است.

واژه‌های کلیدی: *زمان‌بندی انجام معاملات، پیش‌بینی، تحلیل تکنیکال، شبکه عصبی فازی، بورس اوراق بهادار تهران.*

طبقه‌بندی JEL: C45, G14, G11, G10.

توسعه و سرمایه، دورهٔ پنجم، شمارهٔ ۱، پیاپی ۸، صص. ۶۷ تا ۹۲

[*] دکتری گروه حسابداری، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

[**] دانشجوی دکتری گروه حسابداری، واحد نجف‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی، نجف‌آباد، ایران.

نویسندهٔ مسئول مقاله: وحید بخردی‌نسب (رایانامه: vahid.bekhradinasab@gmail.com).

تاریخ دریافت: ۹۷/۱/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۳

DOI: 10.22103/jdc.2020.12002.1048

استناد: بخردی‌نسب، وحید؛ ژولانژاد، فاطمه. (۱۳۹۹). پیش‌بینی زمان‌بندی انجام معاملات در بورس اوراق بهادار تهران. ***توسعه و سرمایه*****، ۵(۱)، ۹۲-۶۷.**

مقدمه

همواره سرمایه‌گذاری و انباشت سرمایه در تحول اقتصادی کشور نقش بسزایی داشته است. اهمیت این عامل و نقش مؤثر آن را می‌توان به وضوح در سیستم کشورهایی با نظام سرمایه‌داری مشاهده کرد. بدون شک بورس یکی از مناسب‌ترین جایگاه‌ها جهت جذب سرمایه‌های کوچک و استفاده از آنها جهت رشد یک شرکت، در سطح کلان و نیز رشد شخصی فرد سرمایه‌گذار است (فلاح شمس و اصغری، ۱۳۸۸). از آنجایی که هدف و تعریف سرمایه‌گذاری، به تعویق انداختن مصرف جهت مصرف بیشتر و بهتر در آینده است، افراد سرمایه‌گذار انتظار دستیابی به سود مورد انتظار خود را دارند (طلوعی‌اشلقی و حق‌دوست، ۱۳۸۸). بنابراین جهت دست‌یابی به بازده مورد انتظار می‌بایست خرید و فروش در بهترین زمان ممکن و در حجم مناسب صورت گیرد. یکی از مسائل مهم در زمینه مدیریت سرمایه‌گذاری، تعیین زمان مناسب خرید و فروش سهام است. این مساله توجه محققان را برای سال‌های متمادی جلب نموده است. علت توجه بدین مساله، کسب منافع مهم مالی است که از یک مدل پیش‌بینی موفق بدست می‌آید. برای دست‌یابی به این منافع تلاش‌های بسیاری صورت گرفته و از سخت افزارها و نرم افزارها، تحلیل‌های متفاوت مالی و مانند اینها ابداع شده و مورد استفاده قرارگرفته است. متخصصان بازار سرمایه برای سالیان متمادی بازار را مطالعه نموده‌اند و الگوهایی را فرا گرفته‌اند و پیش‌بینی‌ها را براساس آن انجام می‌دهند. آنها ترکیبی از تشخیص الگو و تجربه مبتنی بر مشاهده روابط علّت و معلول را بکار می‌برند (کیو و همکاران[1]، ۲۰۰۱). با این وجود در روندهای مالی، اغلب شرایطی بوجود می‌آید که قوانین را بهم می‌ریزد و پیش‌بینی را توسط روش‌های مذکور دشوار می‌سازد (حنیفی و همکاران، ۱۳۸۸). در منطق و نیز در علم همواره شکافی بین تئوری و تفسیر نتایج حاصل از جهان نادقیق به علت ابهام و کاستی اطلاعات واقعی دیده می‌شود. از زمان ارائه نظریه مجموعه‌های فازی گامی موثر در جهت رفع این مساله برداشته شده است. مفاهیمی وجود دارند که از دید نرم افزاری مبهم و نادقیق هستند اما برای انسان کاملا قابل درک و پذیرفتنی است (خاتمی، ۱۳۸۷). ادغام مجموعه‌های فازی و شبکه‌های عصبی یکی از اقداماتی است که جهت شناسایی شرایط مبهم و عدم اطمینان به مدل‌های پیش‌بینی صورت می‌گیرد. شبکه‌های عصبی مصنوعی یکی از روش‌های بدیع و در حال تحول است که در موضوعات متنوعی قابلیت کاربرد دارد (لین و علیخان[2]، ۲۰۰۸). زمان‌بندی معاملات سهام مساله‌ای بسیار مهم و مشکل به دلیل پیچیدگی بازار سهام است. آنچه اهمیت دارد، پیش‌بینی روند قیمت سهام است که هدف اصلی در مباحث تحلیل تکنیکال است. تحلیل تکنیکال فرایند تحلیل قیمت‌های تاریخی سهام و حجم مبادلات در کوشش جهت پیش‌بینی حرکت‌های آینده قیمت است. در این راستا فرصت‌های خرید و فروش از راه برآورد محدوده نوسانات بازار مشخص می‌شود. گرچه این امر به دلیل دخالت عوامل متعدد بازار و روابط بین آنها چندان آسان نیست (تهرانی و عباسیون، ۱۳۸۷). به نظر می‌رسد استفاده از ابزارها و الگوریتم‌های محاسباتی پیچیده‌تر مانند شبکه‌های عصبی فازی در مدل‌سازی فرایندهای غیرخطی که منتج به قیمت و روند سهام می‌شوند، می‌تواند بسیار مفید باشد. لذا در این پژوهش سعی می‌شود با استفاده از متغیرهای بازار سرمایه (شاخص کل، نسبت P/E، سود هر سهم و...)، متغیرهای اقتصادی (نرخ ارز، قیمت

نفت، قیمت طلا و...) و شاخص‌های تحلیل تکنیکال (RSI، SO، MACD و ...) شبکه عصبی فازی ای طراحی شود که قابلیت دستیابی به جواب بهینه‌ای نزدیک به جواب واقعی را دارا باشد. با توجه به شرح و بیان مسئله پژوهشی گفته شده، هدف این پژوهش طراحی مدلی جهت پیش‌بینی زمان بهینه انجام معاملات و بررسی نقش شبکه‌های عصبی فازی در ارتقای اثربخشی شاخص‌های تحلیل تکنیکال در پیش‌بینی علائم خرید و فروش سهام می باشد. لذا صحت پیش‌بینی مدل شبکه عصبی فازی مورد بررسی قرار گرفته و به مقایسه بازده حاصل از روش پیشنهادی با بازده روش‌های خرید و نگهداری و روش‌های معاملاتی تحلیل تکنیکال پیش از کسر هزینه‌های معاملاتی و مقایسه بازده حاصل از روش پیشنهادی با بازده روش‌های خرید و نگهداری و روش‌های معاملاتی تحلیل تکنیکال پس از کسر هزینه‌های معاملاتی مورد بررسی قرار گرفته است. لذا فرضیه اصلی پژوهش پیرامون بررسی توانایی سطح قابل قبول مدل ترکیبی شبکه‌های عصبی فازی و تحلیل تکنیکال در پیش‌بینی سیگنال‌های خرید و فروش سهام بوده و در فرضیه های فرعی درصد پیش‌بینی صحیح مدل‌های شبکه عصبی فازی طراحی شده بیشتر از حالت تصادفی(۵۰٪)، معناداری تفاوت بین بازده روش معاملاتی روش پیشنهادی با روش خرید و نگهداری پیش از کسر هزینه‌های معاملاتی مورد بررسی قرار می گیرد. در باب اهمیت و ضرورت انجام پژوهش حاضر سرمایه‌گذاران در بازار سرمایه همواره در طول زمان علاقه‌مند به دانستن بهترین زمان انجام معامله جهت کسب بیشترین بازده ممکن می‌باشند. دستیابی به چنین اطلاعاتی تنها در صورتی ممکن است که نسبت به وضعیت آینده سهام آگاهی یابند. آگاهی از وضعیت آینده سهام مستلزم مجهز بودن به ابزاری جهت پیش‌بینی آینده است. این ابزار می بایست قابلیت پیش‌بینی زمان بهینه معامله و بازده حاصله را دارا باشد. لذا لازم است که جهت دستیابی به ابزاری که از توانایی پیش‌بینی بهترین زمان انجام معامله با وجود شرایط مختلف زمانی برخوردار باشد، کفایت روش‌های غیر خطی همچون شبکه‌های عصبی فازی بررسی شوند. در ادامه به بررسی مبانی نظری و پیشینه پژوهش، فرضیه‌ها و متغیرهای پژوهش، جامعه آماری و حجم نمونه، یافته‌های پژوهش و نتیجه‌گیری پرداخته شده است.

مبانی نظری و توسعه فرضیه‌ها

مطالعات انجام شده در زمینه پژوهش حاضر را می‌توان به سه دسته تقسیم نمود. دسته اول مطالعاتی است که در زمینه بررسی کارآیی یا عدم کارآیی در بازار بورس اوراق بهادار تهران صورت گرفته است. دسته دوم مطالعاتی است که به بررسی امکان‌پذیری کاربرد شاخص‌های تحلیل تکنیکال در پیش‌بینی روند قیمت سهام صورت گرفته و دسته سوم مطالعاتی است که به مقایسه کارایی شبکه‌های عصبی مصنوعی با دیگر روش‌ها برای پیش‌بینی زمان‌بندی معاملات یا سایر متغیرهای اقتصادی مالی پرداخته‌اند.

اکثر پژوهش‌ها در زمینه بررسی کارآیی بازار بورس حاکی از عدم کارآیی بازار بورس در سطح ضعیف است. بازاری کاراست که در آن بازار، ارزش اوراق بهادار نزدیک به ارزش ذاتی آن بوده و قیمت بازار شاخص مناسبی از ارزش آن اوراق باشد. در چنین بازاری قیمت سهام، منعکس کننده کلیه اطلاعات موجود در بازار است. در بازار کارا، اطلاعات سریعاً پخش شده و به سرعت بر قیمت سهام تاثیر می‌گذارد. در چنین بازاری قیمت سهام نسبت به آنچه که اتفاق می‌افتد بسیار حساس است و تمام اتفاقات مذکور می‌تواند به نحوی بر قیمت سهام تاثیر بگذارد. این اتفاقات چه بین المللی باشد و چه اقتصادی و اجتماعی، بستگی به حساسیت قیمت سهام نسبت به موضوعی دارد که به وقوع می‌پیوندد (حامدیان،

۱۳۷۹). هر چه سطح ضعیف فرضیه بازار کارا به سمت قوی نزدیک شود، انواع مختلف تحلیل‌های سرمایه‌گذاری در تعیین مرز بین سرمایه‌گذاری‌های سودآور و غیرسودآور اثر خود را از دست می‌دهند و کم‌رنگ‌تر می‌شوند. اگر شکل ضعیف معتبر باشد، تحلیل فنی یا تحلیل نمودار قیمت سهام بی اثر می‌شود. وقتی حرکت قیمت سهام از الگوی خاصی تبعیت می‌کند، استفاده کنندگان، نتیجه می‌گیرد که سهام در آینده جهت معینی خواهد داشت. در واقع، استفاده‌کنندگان از فنون مختلف برای ارزیابی روند قیمت‌های قدیم سهام، سود جسته تا روند قیمت‌های آینده سهام را برآورد کند. اگر شکل ضعیف بازار کارا برقرار باشد، اطلاعاتی در قیمت‌های گذشته سهام وجود ندارد که برای پیش‌بینی آینده کارساز و چاره ساز شود. هر اطلاعاتی که بوده توسط هزاران چارتیست ماهر، در مناطق مختلف تحلیل شده و به اتکای آن تحلیل‌ها، روی آنها خرید و فروش صورت گرفته و از این رو، قیمت سهام به سطحی می‌رسد که شامل همه اطلاعات مفید، منعکس در قیمت‌های گذشته سهام است. اگر شکل نیمه قوی فرضیه بازار مورد نظر باشد، تا زمانی که تحلیل سرمایه‌گذار، به اطلاعات عام منتشر شده، متکی است، هیچ تحلیلی به سرمایه‌گذار کمک نمی‌کند که بازدهی بهتر از بقیه بدست آورد (دلبری، ۱۳۸۰).

اکثر پژوهش‌هایی که در این زمینه صورت گرفته‌اند کارایی ابزارهای تحلیل تکنیکال را در پیش‌بینی روند قیمت سهام تایید می‌کنند. پیشگویی شرایط و چگونگی رخداد حوادث در آینده را پیش‌بینی می‌گویند و چگونگی انجام این عمل پیش‌بینی کردن نامیده می‌شود (الوانی، ۱۳۸۸). پیش‌بینی از دو روش کیفی و کمی امکان پذیر است. جهت پیش‌بینی وقایع با روش‌های کیفی، به طور کلی از نظرات و عقاید متخصصین استفاده می‌شود. چنین روش‌های پیش‌بینی معمولا وقتی داده‌های زمانی مربوط به گذشته اصلا وجود ندارد و یا کم و در دسترس نیستند، به کار می روند و همچنین برای پیش‌بینی تغییرات الگوی داده‌های زمانی به کار می روند. مدل‌های پیش‌بینی کمی شامل مدل‌های تک متغیری و مدل‌های علّی است. مدل تک متغیری، مدلی است که تنها بر اساس ارزش مقادیر گذشته‌یک سری زمانی، مقادیر آتی سری زمانی مزبور را پیش‌بینی می نماید. در این مدل جهت رسیدن به الگویی برای داده‌ها، داده‌های مربوط به گذشته مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد، سپس با این فرض که الگوی به دست آمده تا آینده ادامه خواهد داشت، جهت پیش‌بینی مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدل‌های علّی پیش‌بینی، مستلزم این هستند که متغیرهایی که با متغیر مورد نظر جهت پیش‌بینی در ارتباط هستند، شناسایی شوند. با پی بردن به این ارتباط، مدل آماری بسط می‌یابد و جهت پیش‌بینی متغیر مورد نظر به کار برده می‌شود (رعیتی‌شوازی، ۱۳۸۵).

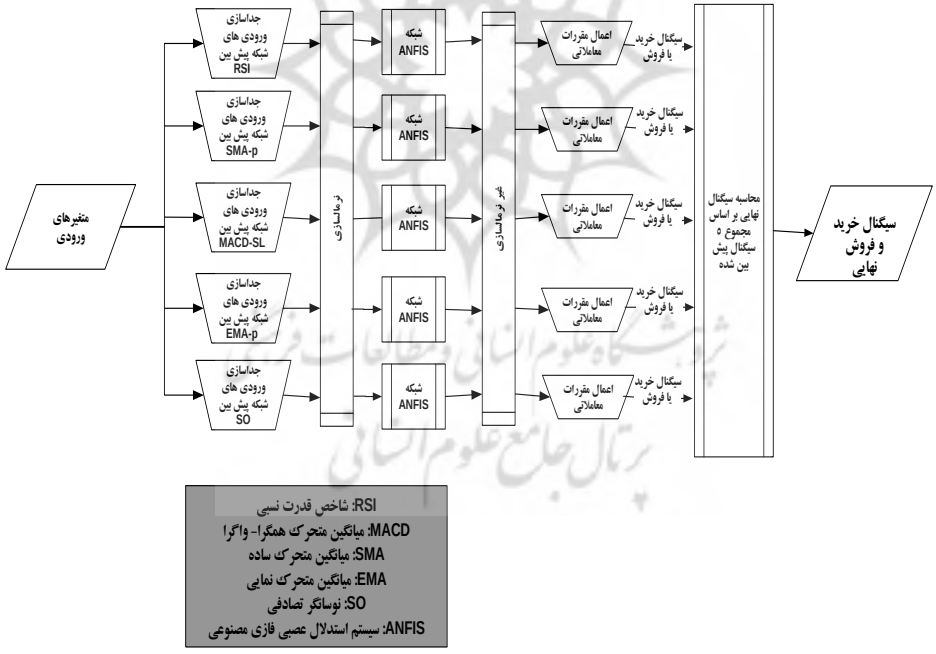
انتخاب روش‌های پیش‌بینی تحت تاثیر عواملی مانند شکل مطلوب پیش‌بینی، افق دوره و فاصله پیش‌بینی، الگوی داده‌ها، دقت مطلوب، هزینه پیش‌بینی، در دسترس بودن داده‌ها، سهولت عمل و فهم پیش‌بینی است. اولین عامل در انتخاب روش پیش‌بینی، شکل مطلوب آن است که به طور مثال آیا پیش‌بینی نقطه ای کفایت می‌کند یا این که پیش‌بینی فاصله مورد نیاز است. بعضی روش‌ها به طور نظری پیش‌بینی‌های فاصله ای درستی تشخیص می‌دهند و برخی دیگر تشخیص نمی‌دهند. دومین عامل، دوره و چارچوب زمانی پیش‌بینی است که پیش‌بینی‌ها برای‌یک مقطع زمانی به صورت روزانه، هفتگی، ماهیانه و سالیانه صورت می‌گیرد. این مقطع زمانی چارچوب‌یا افق زمانی نامیده می‌شود (رعیتی‌شوازی، ۱۳۸۵). با مرور چارچوب نظری می‌توان گفت که تقریبا تمامی‌مطالعات انجام شده در زمینه بررسی کارآیی بازار بورس حاکی

از عدم کارآیی بازار بورس در سطح ضعیف است و این گویای این مساله است که بازار سهام قابلیت پیش‌بینی را دارد. همچنین امکان پذیری شاخص‌های تحلیل تکنیکال از جمله شاخص‌های میانگین‌های متحرک در پیش‌بینی قیمت سهام در اغلب پژوهش‌های پیشین تایید شده است. در اغلب پژوهش‌های گذشته چه در ایران و چه در سایر کشورهای دیگر توانایی سیستم‌های هوشمند در پیش‌بینی متغیرهای اقتصادی و مالی علی‌الخصوص قیمت سهام تایید شده است. لذا تاکنون پژوهشی با رویکرد تحلیل تکنیکال به پیش‌بینی زمان بهینه انجام معاملات با استفاده از شبکه عصبی فازی نپرداخته است. از این‌رو فرضیه‌های این پژوهش پیرامون توانایی مدل‌های ترکیبی شبکه‌های عصبی فازی و تحلیل تکنیکال در پیش‌بینی سیگنال‌های خرید و فروش بیشتر از سایر روش‌های معاملاتی است. لذا انتظار می‌رود استفاده از شبکه‌های عصبی فازی و رویکرد تحلیل تکنیکال در بهبود سیستم‌های معاملات اثر قابل ملاحظه‌ای داشته باشد. بر این اساس فرضیه‌های زیر تبیین شده است.

۱.درصد صحت پیش‌بینی مدل شبکه عصبی فازی جهت بهبود سیستم‌های معاملات تایید می‌گردد.

۲.بازده حاصل از روش پیشنهادی و بازده روش‌های خرید و حاصل از نگهداری با روش‌های معاملاتی تحلیل تکنیکال قبل و بعد از کسر هزینه‌های معاملات تفاوت معناداری دارد.

مبتنی بر فرضیه‌های پژوهش مدل مفهومی پژوهش به شرح نمودار (۱) است.



نمودار ۱. مدل مفهومی پژوهش

همان‌گونه که در این نمودار پیداست، مدل پیشنهادی بدین گونه طراحی شده است که اطلاعات ۱۴ روز قبل را دریافت و RSI، SMA-P، MACD-SL، EMA-P، SO ۱۴ روز آتی را پیش‌بینی می‌کند. سپس پس از اعمال مقررات معاملاتی خروجی های شبکه به صورت سیگنال خرید و فروش تغییر داده می‌شوند. در مرحله بعدی با استفاده از جمع سیگنال‌های تولید شده، سیگنال نهایی ایجاد می‌شود. بدین گونه که در طول ۱۴ روز آتی پیشنهاد خرید و فروش داده می‌شود.

متغیرهای پژوهش

بخردی‌نسب و قاسمی (۱۳۹۵) در پژوهشی با تاکید بر عوامل اقتصاد کلان و عوامل حسابداری با درنظر گرفتن تحریم‌های اقتصادی، از متغیرهای اقتصادی نظیر نرخ ارز، نرخ تورم، نرخ سود سپرده‌های بانکی یک‌ساله و نرخ رشد اقتصادی را انتخاب می‌نماید. لذا در این پژوهش به پیروی از پژوهش بخردی‌نسب و قاسمی (۱۳۹۵) از ۲۰ متغیر مستقل استفاده شده است که در چهار گروه زیر تقسیم‌بندی می‌شوند.

متغیرهای اقتصادی: نرخ ارز(دلار)، قیمت جهانی هر بشکه نفت، قیمت هر اونس طلا.

متغیرهای قیمتی: قیمت پایانی سهم،کمترین قیمت سهم، بیشترین قیمت سهم.

متغیرهای تحلیل تکنیکال: RSI، SO، MACD، SMA، EMA.

متغیرهای بنیادین: شاخص کل، نسبت P/E، سود هر سهم، شاخص کارایی مالی، نرخ بازده دارایی ها، نرخ بازده حقوق صاحبان سهام، حاشیه سود خالص، نسبت گردش دارایی، نسبت گردش پرداخت بدهی ها، نسبت جاری، نسبت آنی.

جامعه آماری و حجم نمونه

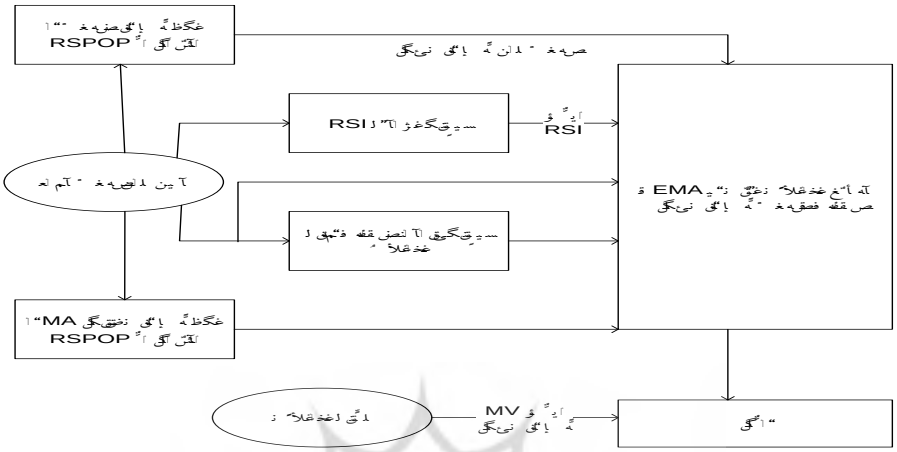
با توجه به اینکه اطلاعات مربوط به قیمت سهام شرکت‌ها به صورت سازمان یافته و با درجه صحت بالا تنها در بورس اوراق بهادار تهران موجود است، جامعه آماری این پژوهش شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۲ است. همچنین نمونه آماری شامل شرکت‌هایی است که از شرایط زیر برخوردارند.

- اطلاعات آنان در بازده زمانی مشخص موجود باشد.
- شرکت‌هایی که بیش از ۶۰٪ روزهای معاملاتی معامله شده باشند.
- در دوره مشخص شده عضو بورس باشند.
- از صنایع مختلف باشند.
- ارزش بازارسهام آنان نسبت به سایر شرکت‌های هم گروه خود بالاتر باشد.
- از رتبه نقد شوندگی بالایی برخوردار باشند.
- جزء شرکت‌های تولیدی باشند.

انتخاب معیارهای فوق الذکر به دلیل همگن سازی شرکت‌ها است. به عنوان مثال با توجه به اینکه یکی از معیارهای انتخاب، بالابودن رتبه نقدشوندگی است، شرکت‌های تولیدی که در طول سال‌های ۱۳۹۲تا پایان ۱۳۹۵در گزارش‌های سه ماهه، ۵۰ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران اعلام شده‌اند، انتخاب و از میان آنان در هر صنعت شرکتی که در اکثر گزارش‌های آن دوره حضور داشته و ارزش بازار سهام بیشتری دارد، برای بررسی موضوع پژوهش انتخاب می‌شود. علت استفاده از معیار نقد شوندگی نیز این بوده است که اساساً هر چه تعداد داده‌ها در مدل شبکه عصبی بیشتر باشد، عملکرد شبکه بهتر خواهد بود. بدین طریق ۱۷ شرکت یا به عبارتی ۶۸ مشاهده گزینش شدند.

روش اجرای پژوهش

در پژوهش حاضر طراحی سیستم معاملاتی پیشنهادی از مدل تان و همکاران[۳] (۲۰۰۸) استفاده شده است. تان و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از پیش‌بینی شاخص‌های RSI و EMA ۵ روز آتی توسط شبکه RSPOP به زمان‌بندی معاملات پرداخته‌اند. سیستم پیشنهادی تان و همکاران (۲۰۰۸) به شرح نمودار (۲) است.



نمودار ۲. طراحی سیستم هوشمند معاملات سهام

منبع: تان و همکاران (۲۰۰۸)

اما در این پژوهش با توسعه مدل ذکر شده، بااستفاده از پیش‌بینی شاخص‌های RSI، SMA-P، MACD-SL، EMA-P، SO ۱۴ روز آتی توسط شبکه ANFIS به زمان بندی معاملات پرداخته می‌شود. به توصیه چراغی و همکاران (۱۳۸۲)که بیان نمودند، برای افزایش دقت تجزیه و تحلیل، می‌توان از جمیع شاخص ها در کنار یکدیگر برای تجزیه و تحلیل روند قیمت سهام و تعیین زمان بهینه خرید و فروش سهام استفاده نمود، از چند شاخص تکنیکال استفاده شده است. به عبارتی در این پژوهش پیش‌بینی زمان‌بندی معاملات سهام ۱۷ شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران انجام شده است. بدین منظور ابتدا داده‌های اولیه که شامل ۳ متغیر قیمت پایانی، کمترین قیمت و بیشترین قیمت سهام طی دوره زمانی ۱۳۹۲ تا پایان ۱۳۹۵ بصورت روزانه است، از سایت رسمی سازمان بورس و اوراق بهادار تهران گردآوری شده است. سپس با استفاده از این داده‌ها و تعریف توابع مربوطه در نرم‌افزار Excel شاخص‌های RSI، MACD، SMA، SO، EMA و SL محاسبه شده است. در مرحله بعدی سایر متغیرها گردآوری و سعی شده تا با استفاده از رگرسیون گام به گام متغیرهای ورودی هرشبکه عصبی فازی مربوط به هر سهم شناسایی شود. در این روش، ترتیب ورود متغیرهای پیش‌بین در اختیار محقق نبوده است و بر اساس ضریب همبستگی صورت می‌گیرد و چنانچه متغیرها معیار ورود را کسب کنند در تحلیل باقی می‌مانند و در غیر اینصورت حذف می‌شوند. دلیل استفاده از روش رگرسیون گام به گام نسبت به روش‌های دیگر رگرسیون (همزمان، پیشرونده یا پسرونده) تاکید بسیاری از متون نظیر منصورفر (۱۳۸۵) و مه‌یزر و همکاران (۲۰۰۶) بر استفاده بیشتر از روش رگرسیون گام به گام در پژوهش‌های علوم رفتاری و علوم اجتماعی بوده است. لذا در این پژوهش با استفاده از رگرسیون گام به گام متغیرهای پیش‌بین گزینش شدند. این ورودی‌ها در نرم افزار Matlab و از طریق رابط گرافیکی Anfisedit جهت آموزش و تست شبکه مورد نظر به کار گرفته می‌شوند. به

گونه‌ای که پنج شبکه ANFIS برای پیش‌بینی متغیرهای RSI، MACD -SL، SMA -P، SO و EMA-P۱۴روز آتی طراحی می‌گردند. سپس با استفاده از معیار MSE و RMSE میزان خطای شبکه‌های ایجاد شده بررسی می‌گردد. همچنین با استفاده از مقایسه درصدهای صحت پیش‌بینی شبکه‌های ایجاد شده از طریق آزمون مقایسه میانگین فرضیه اول مورد آزمون قرار گرفته است. سپس با اعمال مقررات معاملاتی زیر مقادیر پیش‌بینی شده به سیگنال تبدیل می‌شوند.

اگر مقدارRSI پیش‌بینی شده بیشتر از ۷۰ باشد، سیگنال خرید و اگر کمتر از ۳۰ باشد، سیگنال فروش صادر شود.

اگر مقدار MACD-SL پیش‌بینی شده مثبت شود، سیگنال خرید و اگر منفی شود، سیگنال فروش صادر شود.

اگر مقدار SMA-P پیش‌بینی شده مثبت شود، سیگنال خرید و اگر منفی شود، سیگنال فروش صادر شود.

اگر مقدار SO پیش‌بینی شده کمتر از ۲۰ باشد، سیگنال خرید و اگر بیشتراز ۸۰ باشد، سیگنال فروش صادر شود.

اگر مقدار EMA-P پیش‌بینی شده مثبت شود، سیگنال خرید و اگر منفی شود، سیگنال فروش صادر شود.

در تحقیق حاضر سیگنال خرید با مقدار ۱ و سیگنال فروش با مقدار ۱- تعریف شده است. همانطور که در مدل مفهومی نشان داده شده است، سیگنال نهایی سیستم طراحی شده از مجموع سیگنال‌های ایجاد شده توسط ۵ شاخص تکنیکال مذکور بدست می‌آید. در مرحله بعدی می‌بایست بازده معاملات پیشنهادی مدل ارائه شده سنجیده شود. بدین منظور، با استفاده از استراتژی معاملاتی زیر یک معامله فرضی شبیه سازی می‌گردد.

به اولین سیگنال خریدی که مقدار RSI آن از مجموعه سیگنال‌های خرید(مثالی از مجموعه سیگنال‌های خرید در جدول(۳) نشان داده شده است). بیشتر است خریداری کرده و صبر کند تا به اولین سیگنال فروشی که مقدار RSI آن از مجموعه سیگنال‌های فروش کمتر است، برسد و در آن روز بفروشد. به همین روند ادامه دهد تا در روز آخر، چنانچه سهام خریداری شده داشته باشد بدون توجه به سیگنال این‌روز بفروشد و از بازار خارج شود در غیر این‌صورت بدون هیچ فعالیتی از بازار خارج شود.

جدول ۱. نحوه تصمیم‌گیری بر اساس شاخص RSI

تصمیم نهایی	سیگنال پیش‌بینی شده	مقدار RSI پیش‌بینی شده	
hold	۰	۱۲	
hold	۰	۲۸	
hold	۱	۷۲	مجموعه سیگنال‌های خرید
hold	۱	۷۸	
buy	۱	۹۵	
hold	۱	۸۳	
hold	۰	۶۴	
hold	۰	۵۵	
hold	-۱	۲۶	مجموعه سیگنال‌های فروش
sell	-۱	۱۲	
hold	-۱	۲۵	
hold	-۱	۲۹	
hold	۰	۳۴	

به اولین سیگنال خریدی که مقدار SMA-P آن از مجموعه سیگنال‌های خرید بیشتر است خریداری کرده و صبرکند تا به اولین سیگنال فروشی که مقدار SMA-P آن از مجموعه سیگنال‌های فروش کمتر است، برسد و در آن روز بفروشد. به همین روند ادامه دهد تا در روز آخر، چنانچه سهام خریداری شده داشته باشد بدون توجه به سیگنال این‌روز بفروشد و از بازار خارج شود در غیر این‌صورت بدون هیچ فعالیتی از بازار خارج شود.

جدول ۲. نحوه تصمیم‌گیری بر اساس SMA-P

تصمیم نهایی	سیگنال پیش‌بینی شده	مقدار SMA-P پیش‌بینی شده
hold	۰	−۰/۳۵
hold	۰	−۰/۴۲
hold	۱	۰/۰۴
buy	۱	۰/۲۶
hold	۱	۰/۱۲
hold	۱	۰/۰۹
hold	−۱	−۰/۱۸
hold	−۱	−۰/۰۵
sell	−۱	−۰/۲۹
hold	−۱	−۰/۱۲
hold	۰	۱/۲۵
hold	۰	۰/۸۵
buy	۰	۱/۷۳

به اولین سیگنال خریدی که مقدار MACD-SL آن از مجموعه سیگنال‌های خرید بیشتر است خریداری کرده و صبرکند تا به اولین سیگنال فروشی که مقدار MACD-SL آن از مجموعه سیگنال‌های فروش کمتر است، برسد و در آن روز بفروشد. به همین روند ادامه دهد تا در روز آخر، چنانچه سهام خریداری شده داشته باشد بدون توجه به سیگنال این‌روز بفروشد و از بازار خارج شود در غیر این‌صورت بدون هیچ فعالیتی از بازار خارج شود.

جدول ۳. نحوه تصمیم گیری بر اساس MACD-SL

تصمیم نهایی	سیگنال پیش‌بینی شده	مقدار MACD-SL پیش‌بینی شده
hold	۰	−۰/۴۲
buy	۱	۰/۳۸
hold	۱	۰/۲۶
hold	۱	۰/۱۱
hold	۱	۰/۰۵
hold	−۱	−۰/۲۸
sell	−۱	−۰/۳۸
hold	−۱	−۰/۱۲
hold	−۱	−۰/۲۰
hold	۰	۱/۲۵
buy	۰	۱/۸۵
hold	۰	۰/۷۳
hold	۰	−۰/۲۶

به اولین سیگنال خریدی که مقدار EMA-P آن ازمجموعه سیگنال‌های خرید بیشتر است خریداری کرده و صبرکند تا به اولین سیگنال فروشی که مقدار EMA-P آن از مجموعه سیگنال‌های فروش کمتر است، برسد و در آن روز بفروشد. به همین روند ادامه دهد تا در روز آخر چنانچه سهام خریداری شده داشته باشد بدون توجه به سیگنال این‌روز بفروشد و از بازار خارج شود در غیر اینصورت بدون هیچ فعالیتی از بازار خارج شود.

جدول ۴. نحوه تصمیم‌گیری بر اساس EMA-P

تصمیم نهایی	سیگنال پیش‌بینی شده	مقدار EMA-P پیش‌بینی شده	
hold	۰	-۰/۳۹	
hold	۰	-۰/۴۳	
hold	۱	۰/۰۴	مجموعه سیگنال‌های خرید
buy	۱	۰/۲۶	
hold	۱	۰/۱۲	
hold	۱	۰/۰۹	
hold	-۱	-۰/۱۸	مجموعه سیگنال‌های فروش
sell	-۱	-۰/۲۹	
hold	-۱	-۰/۱۲	
hold	-۱	-۰/۱۹	
hold	۰	۰/۲۵	مجموعه سیگنال‌های خرید
hold	۰	۰/۸۵	
buy	۰	۱/۷۳	

به اولین سیگنال خریدی که مقدار SO آن از مجموعه سیگنال‌های خرید کمتر است خریداری کرده و صبرکند تا به اولین سیگنال فروشی که مقدار SO آن از مجموعه سیگنال‌های فروش بیشتر است، برسد و در آن روز بفروشد. به همین روند ادامه دهد تا در روز آخر چنانچه سهام خریداری شده داشته باشد بدون توجه به سیگنال این‌روز بفروشد و از بازار خارج شود در غیر این‌صورت بدون هیچ فعالیتی از بازار خارج شود.

جدول ۵. نحوه تصمیم‌گیری بر اساس SO

تصمیم نهایی	سیگنال پیش‌بینی شده	مقدار SO پیش‌بینی شده	
hold	۰	۶۵	
hold	۰	۴۲	
hold	۱	۱۹	مجموعه سیگنال‌های خرید
buy	۱	۵	
hold	۱	۱۶	
hold	۱	۱۸	
hold	-۱	۸۵	مجموعه سیگنال‌های فروش
hold	-۱	۸۹	
sell	-۱	۱۰۰	
hold	-۱	۹۹	

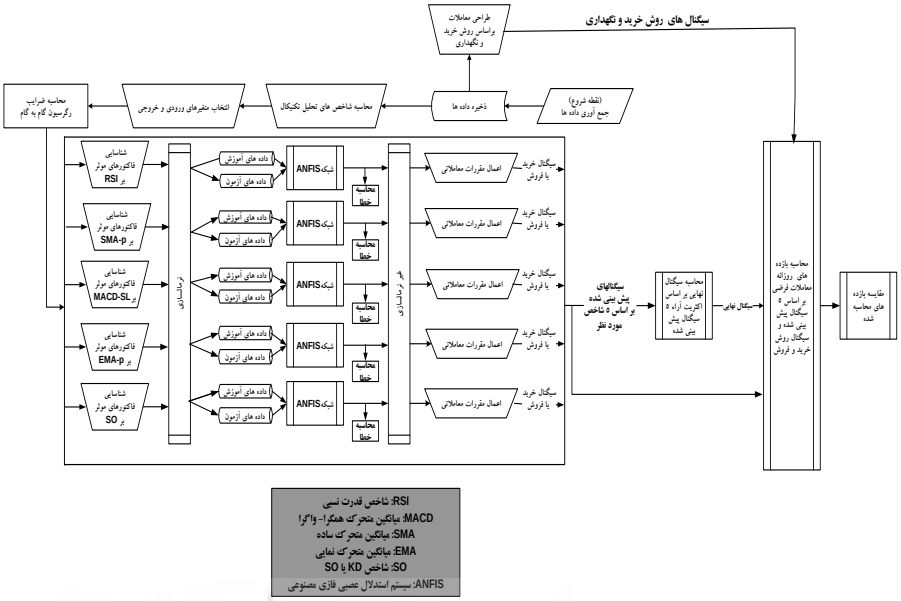
تصمیم نهایی	سیگنال پیش‌بینی شده	مقدار SO پیش‌بینی شده	
hold	۰	۱۳	مجموعه سیگنال‌های خرید
hold	۰	۱۲	
buy	۰	۸	

به اولین سیگنال نهایی مثبتی که مقدارآن از مجموعه سیگنال‌های خرید بیشتر است خریداری کرده و صبرکند تا به اولین سیگنال فروشی که مقدار آن از مجموعه سیگنال‌های فروش کمتر است، برسد و در آن روز بفروشد. به همین روند ادامه دهد تا در روز آخر چنانچه سهام خریداری شده داشته باشد بدون توجه به سیگنال این‌روز بفروشد و از بازار خارج شود در غیر این‌صورت بدون هیچ فعالیتی از بازار خارج شود.

جدول ۶. نحوه تصمیم‌گیری بر اساس سیگنال نهایی

تصمیم نهایی	سیگنال نهایی	
hold		-۳
hold		-۳
hold	۲	مجموعه سیگنال‌های خرید
buy	۴	
hold	۳	
hold	۱	
hold	۰	مجموعه سیگنال‌های فروش
hold	-۱	
sell	-۳	
hold	-۲	
hold	۱	مجموعه سیگنال‌های خرید
hold	۲	
buy	۳	

از آنجائی‌که خریداران از زمان پرکردن درخواست خرید تا سه روز پس از آن قادر به خریداری سهام نیستند (طلوعی و حق‌دوست، ۱۳۸۸؛ صدرایی و میدانی، ۱۳۹۰)، این شرط برقرار می‌گردد که حداقل فاصله زمانی بین هر خرید و فروش و بالعکس ۳ روز باشد. سپس بازده معاملات صورت گرفته بر اساس سیگنال نهایی سیستم پیشنهادی با بازده روش‌های تکنیکال و روش‌های خرید و نگهداری جهت آزمون فرضیه ها مقایسه می‌گردد. این مقایسه با آزمون زوجی صورت می‌گیرد. نمودار (۳) فرآیند پیش‌بینی خروجی مورد نظر پژوهش را نشان می‌دهد.



نمودار ۳. فرآیند اجرای پژوهش حاضر

پس روش اجرای پژوهش بدین‌صورت که ابتدا داده‌های اولیه که شامل ۳ متغیر قیمت پایانی، کمترین قیمت و بیشترین قیمت سهام طی دوره زمانی پژوهش بصورت روزانه است، از سایت رسمی سازمان بورس اوراق بهادار تهران گردآوری شده است. سپس با استفاده از این داده‌ها و تعریف توابع مربوطه در نرم افزار Excel شاخص‌های قدرت نسبی(RSI)، میانگین متحرک همگرا-واگرا(MACD)، میانگین متحرک ساده (SMA)، نوسانگر تصادفی (SO)، میانگین متحرک‌نمایی(EMA) و خط سیگنال(SL) محاسبه شدند. پس از گردآوری سایر داده‌ها با استفاده از رگرسیون گام به گام متغیرهای ورودی هر شبکه عصبی فازی مربوط به هر سهم شناسایی شد. در شناسایی متغیرهای موثر بر شاخص‌های تحلیل تکنیکال این نتیجه حاصل شد که شاخص‌های RSI، MACD و شاخص کل سهام در ۷۰ درصد نمونه مورد بررسی بر RSI ۱۴ روز آتی تاثیر داشته‌اند. از طرفی، MACD-SL در ۹۴ درصد نمونه مورد بررسی به عنوان متغیر ورودی شبکه پیش‌بین MACD-SL ۱۴ روز آتی در نظر گرفته شده است. از میان متغیرهای مستقل، قیمت پایانی بیشترین تکرار را (تقریبا در ۷۶ درصد موارد) در شبکه‌های پیش‌بین SMA-P ۱۴ روز آتی داشته است. بیشترین متغیری که به عنوان ورودی شبکه‌های پیش‌بین EMA-P و SO ۱۴ روز آتی شناسایی گردید، نسبت قیمت به سود بوده است. از میان کلیه متغیرها دلار و طلا به نسبت کمتری به عنوان متغیر ورودی در نظر گرفته شده است. این ورودی‌ها در نرم افزار Matlab و از طریق رابط گرافیکی Anfisedit جهت آموزش و تست شبکه مورد نظر به کار گرفته شدند. به گونه‌ای که پنج شبکه ANFIS برای پیش‌بینی متغیرهای RSI، MACD -SL، SMA-P، SO و EMA-P ۱۴روز آتی برای هر سهم طراحی شدند. سپس با استفاده از معیار MSE و RMSE و درصد صحت پیش‌بینی عملکرد شبکه‌های ایجاد شده بررسی گردید.

یافته‌های پژوهش

پس از جمع‌آوری و ذخیره داده‌ها از منابع اطلاعاتی مذکور با استفاده از متغیرهای بیشترین قیمت، کمترین قیمت و قیمت پایانی در دوره مورد بررسی به محاسبه شاخص‌های تحلیل تکنیکال پرداخته شد. از آنجائی‌که قبل از پردازش

داده‌ها بوسیله شبکه‌های عصبی فازی داده‌ها باید نرمال‌سازی شوند تا توان پیش‌بینی بالاتر رود، کلیه متغیرها با استفاده از نرمال‌سازی خطی داده‌ها در فاصله [L,H]، نرمال شده‌اند. در نرمال‌سازی، تبدیلی بر روی داده‌های ورودی شبکه ایجاد می‌شود که داده‌ها در فاصله [L,H] قرار گیرند. بدین صورت کلیه متغیرها در رنج بین ۱و۱- قرار گرفتند. این فرآیند با استفاده از رابطه (۱) انجام شده است.

$$X = \frac{2(X_i - X_{min})}{(X_{max} - X_{min})} - 1 \qquad (۱)$$

در این رابطه X_i مقدار واقعی ورودی شبکه و X_n مقدار نرمال شده متناظر با آن است. X_{min} و X_{max} به ترتیب مقادیر کمینه و بیشینه X_iها هستند. H و L بالا و پایین فاصله نرمال‌سازی است. انتخاب فاصله [L,H] بسته به نوع شبکه مورد نظر و تابع تبدیل انتخاب شده، متفاوت است. به طور کلی فاصله‌هایی که بیشتر از بقیه مورد استفاده قرار می‌گیرند،[۰،۱] و[۱،-۱] هستند که برای توابع تبدیل هیپربولیک و لجستیک به کار می‌روند.

شناسایی متغیرهای ورودی شبکه

پس از نرمال‌سازی داده‌ها، شناسایی متغیرهای ورودی شبکه الزامی می‌گردد. پژوهش حاضر جهت شناسایی این متغیرها از روش رگرسیون گام به گام بهره جسته است. به عبارت دیگر برای بررسی تاثیرمتغیرهای مستقل(شاخص قدرت نسبی، میانگین متحرک ساده، میانگین متحرک همگرا-واگرا، میانگین متحرک نمایی، شاخص SO، شاخص کل، نسبت قیمت به سود، سود هرسهم، شاخص کارایی مالی، نرخ بازده دارایی‌ها، نرخ بازده حقوق صاحبان سهام، حاشیه سود خالص، نسبت گردش دارایی، نسبت گردش پرداخت بدهی‌ها، نسبت جاری، نسبت آنی، نرخ ارز، قیمت جهانی هر بشکه نفت، قیمت هر اونس طلا) بر روی RSI ۱۴روز آتی، SMA-P ۱۴ روز آتی، MACD-SL۱۴ روز آتی، EMA-P ۱۴ روز آتی و SO ۱۴ روز آتی، از رگرسیون گام به گام استفاده شده و ورود متغیرهای پیش‌بین در تحلیل رگرسیون به روش گام به گام بوده است در انتخاب مدل‌های رگرسیون بدست آمده از این روش سعی شده است، متغیرهای مدلی مدنظر قرار گیرند که از بیشترین R در سطح معناداری کمتر از ۰/۰۵ برخوردار باشند. جدول (۷) متغیرهای ورودی هر شبکه را برای هر سهم مورد بررسی نشان می‌دهد.

جدول ۷. متغیرهای ورودی شبکه‌های عصبی فازی پیش‌بین متغیرهای وابسته به تفکیک هر نماد

نام نماد	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین RSI	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین SMA-P	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین MACD-SL	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین EMA-P	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین SO
آکنتور	RSI, P, INDEX, CR, OIL, PE, MACD	INDEX, PE, SMA, EPS, NPM, ROA, P, RSI	P, MACD, RSI, INDEX, NPM, ROE, EPS, PE, FE, EMA	RSI, INDEX, P, NPM, ROE, EPS, PE, FE	SMA, PE, OIL, CR, FE
اخابر	MACD, AT, INDEX, ROE, CR, EMA, P, NPM, SO	OIL, AT, MACD, ROE, CR, INDEX, SMA, NPM, EPS, QR	OIL, QR, CR, AT, ROE, EPS, SMA, INDEX, NPM, RSI, P	SMA, AT, OIL, RSI, PE, EPS, NPM, CR, ROE, INDEX	QR, CR, PE, PT, ROA, SO
بترانس	RSI, OIL, MACD, NPM, AT, SMA, EPS, P, ROA, FE	MACD, PE, PT, P, EPS, OIL, AT, NPM, EMA, FE, INDEX	MACD, PE, OIL, NPM, FE, EPS, P, PT, AT, INDEX, ROA, ROE	MACD, PT, EPS, P, OIL, PE, AT, NPM, FE, INDEX	EPS, MACD, PE, OIL, INDEX, NPM, ROA, AT, SO
پسهند	MACD, EMA, AT, PT, FE, CR, ROE, OIL, NPM, SO	P, PE, OIL, EPS, INDEX, FE	P, PE, MACD, EPS, OIL, EMA, RSI, INDEX	PE, OIL, EPS, EMA, P, SMA	OIL, MACD, P, FE, RSI
حتاید	SO, EMA, EPS, MACD, INDEX, SMA, NPM, FE, PT, QR, OIL, DOLLAR,	DOLLAR, ROE, P, EPS, INDEX, PE, NPM, OIL, SO,	MACD, DOLLAR, P, EPS, INDEX, PE, NPM, OIL, SO, SMA,	DOLLAR, ROE, EPS, INDEX, SO, PE, NPM, SMA,	INDEX, EPS, EMA, SO, ROA, SMA, PT, NPM, FE, QR, AT, MACD,

نام نماد	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین RSI	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین SMA-P	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین MACD-SL	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین EMA-P	متغیرهای ورودی شبکه پیش‌بین SO
	AT, ROA	SMA, MACD	ROE	OIL	OIL
حفاری	RSI, P, NPM, OIL, PT, GOLD, INDEX, SMA, CR	P, PT, OIL, SMA, RSI, AT, GOLD, ROA, INDEX, EPS	MACD, P, OIL, GOLD, INDEX, AT, ROA, PT, EPS, PE, EMA, RSI	OIL, GOLD, INDEX, AT, ROA, PT, EPS, P, RSI, EMA	GOLD, OIL, SO, MACD, P, NPM, PT, ROA, INDEX
دجابر	EPS, FE, SMA, INDEX, MACD, RSI, PE	MACD, RSI, NPM, AT, ROE, P, EPS, INDEX, QR, CR, PE, ROA	MACD, RSI, NPM, AT, ROE, SMA, QR, CR, EPS, P, PE, ROA, INDEX	MACD, RSI, NPM, AT, ROE, SMA, EPS, INDEX, QR, CR, P, PE, ROA	ROA, EPS, MACD, CR, INDEX
رانفور	RSI, NPM, OIL, INDEX, P, SO, EMA, AT, FE	EMA, OIL, FE, EPS, PE, P, NACD, ROE, ROA, QR, RSI	MACD, EMA, OIL, FE, EPS, PE, P, ROE, ROA, CR, RSI	SMA, OIL, EPS, PE, EMA, ROE, P, ROA, FE, MACD, QR, RSI	EPS, PE, FE, QR, CR, OIL, P
خساپا	RSI, QR, INDEX, OIL, SMA, SO, NPM, ROA	EMA, PT, FE, INDEX, OIL, NPM, SMA, RSI, P, CR	MACD, PT, FE, CR, INDEX, OIL, RSI, QR, EPS, AT	INDEX, CR, OIL, AT, NPM, EMA, MACD, RSI, P, SMA	INDEX, QR
ستران	SO, ROE, QR, SMA, INDEX, RSI, NPM	SMA, QR, ROE, OIL, MACD, PE, EPS, P, EMA, DOLLAR	P, MACD, ROE, QR, SO, SMA	SMA, QR, ROE, OIL, MACD, PE, EPS, P	P, QR, MACD, PE, PT, EPS, SMA
سفارود	INDEX, EMA, RSI, CR, P, PE, EPS, PT, AT, QR, ROE, FE	CR, P, INDEX, PE, SMA, RSI, OIL, QR	MACD, OIL, P, INDEX, CR, PE, SMA, RSI, QR	PT, CR, P, INDEX, RSI, EMA, PE, AT, MACD, ROA, QR, FE	INDEX, FE, CR, PT, AT, QR, ROE, PE, EPS, SMA, EMA, MACD, SO
شنفت	EMA, AT, INDEX, PE, ROE, OIL, MACD, QR, SO	EMA, PT, INDEX, PE, ROE, AT, SMA, MACD, RSI	P, INDEX, PE, PT, ROE, MACD, AT	EMA, PT, PE, MACD, AT, INDEX, ROE, SMA	EMA, AT, ROE, OIL, EPS, RSI, ROA, PE, MACD, INDEX, PT, NPM
فاذر	RSI, SMA, AT, PE, MACD, NPM, ROE	SMA, AT, PE, NPM, ROE	MACD, SMA, AT, PE, NPM, ROE, RSI	SMA, AT, PE, NPM, RSI, ROE, MACD	SMA, PE, AT, EMA
فملی	RSI, PE, INDEX, FE, EPS, SO, AT, MACD, ROE	PE, P, FE, NPM, SMA	MACD, PE, P, FE, NPM, CR	PE, EMA, FE, NPM, CR	INDEX, QR, AT, ROE, FE, PT, RSI, CR, SO
کچاد	RSI, PE, EPS, PT, MACD, GOLD	PT, AT, ROA, CR, RSI, P, NPM, GOLD, FE, ROE	PT, MACD, AT, ROA, NPM,RSI, CR, P	PT, AT, RSI, EMA, NPM, ROA, CR, GOLD, FE, ROE	OIL, RSI
کچینی	RSI, PE, FE, NPM, INDEX, MACD, EPS, PT, ROA	PE, PT, ROE, INDEX, MACD	MACD, PE, FE, PT, ROA, INDEX	RSI, PE, PT, ROE, INDEX	PE, PT, MACD, NPM, ROA, SO
کطبس	SO, ROA, PE, AT, EPS, MACD, CR	DOLLAR, ROA, P, CR, SMA, SO	SMA, SO, P, MACD, CR, QR, AT, GOLD	DOLLAR, ROA, PE, EPS, CR, SO, P, FE	INDEX, ROE, SO, PE, OIL, RSI, FE, ROA

همانطور که در جدول ۸ نشان داده شده است، شاخص‌های قدرت نسبی، میانگین متحرک همگرا- واگرا و شاخص کل سهام در ۷۰ درصد نمونه مورد بررسی بر RSI ۱۴ روز آتی تاثیر داشته‌اند. از طرفی، MACD در ۹۴ درصد نمونه مورد بررسی به عنوان متغیر ورودی شبکه پیش‌بین MACD-SL ۱۴ روز آتی در نظر گرفته شده و ازمیان متغیرهای مستقل P بیشترین تکرار (تقریبا در ۷۶ درصد موارد) در شبکه‌های پیش‌بین SMA-P۱۴ روز آتی داشته است. بیشترین متغیر که به عنوان ورودی شبکه‌های پیش‌بین EMA-P و SO ۱۴ روز آتی شناسایی گردد نسبت قیمت به سود بوده و از میان کلیه متغیرها دلار و طلا به نسبت کمتری به عنوان متغیر ورودی در نظر گرفته شده به طوری که متغیر دلار فقط در نماد حتاید، ستران و کطبس تاثیرگذار بر متغیرهای وابسته اعلام شده است. همچنین متغیر دلار در هیچ یک از شبکه‌های پیش‌بین SO به عنوان عامل اثرگذار شناخته نشده و متغیر طلا نیز تنها در شبکه‌های پیش‌بین نماد حفاری، کچاد و کطبس حضور داشته است.

جدول ۸. تعداد و درصد فراوانی حضور متغیرهای مستقل در شبکه‌های عصبی فازی

	RSI ۱۴ روز آتی		SMA-P ۱۴ روز آتی		MACD-SL ۱۴ روز آتی		EMA-P ۱۴ روز آتی		SO ۱۴ روز آتی		کل	
	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد	تعداد	درصد
RSI	۱۲	۷۰	۸	۴۷	۱۰	۵۸	۱۰	۵۸	۵	۳۰	۴۴	۵۲
SMA	۷	۴۱	۱۱	۶۴	۷	۴۷	۹	۵۲	۵	۳۰	۳۹	۴۶
MACD	۱۲	۷۰	۷	۴۱	۱۶	۹۴	۸	۴۷	۹	۵۲	۵۲	۶۱
EMA	۶	۳۵	۵	۳۰	۴	۲۳	۹	۵۲	۴	۲۳	۲۸	۳۳
SO	۹	۵۲	۲	۱۱	۳	۱۷	۲	۱۱	۸	۴۷	۲۴	۲۸
FE	۸	۴۷	۶	۳۵	۶	۳۵	۷	۴۱	۷	۴۱	۳۴	۴۰
ROA	۵	۳۰	۶	۳۵	۶	۳۵	۶	۳۵	۸	۴۷	۳۱	۳۶
ROE	۷	۴۱	۹	۵۲	۹	۵۲	۱۰	۵۸	۴	۲۳	۳۹	۴۶
NPM	۱۰	۵۸	۹	۵۲	۸	۴۷	۹	۵۲	۵	۳۰	۴۱	۴۸
AT	۱۰	۵۸	۷	۴۱	۹	۵۲	۹	۵۲	۶	۳۵	۴۱	۴۸
PT	۶	۳۵	۶	۳۵	۶	۳۵	۶	۳۵	۸	۴۷	۳۲	۳۸
CR	۶	۳۵	۶	۳۵	۸	۴۷	۷	۴۱	۶	۳۵	۳۳	۳۹
QR	۵	۳۰	۵	۳۰	۶	۳۵	۴	۲۳	۷	۴۱	۲۷	۳۲
EPS	۸	۴۷	۹	۵۲	۹	۵۲	۱۰	۵۸	۷	۴۱	۴۳	۵۰
PE	۹	۵۲	۱۲	۷۰	۱۲	۷۰	۱۴	۸۲	۱۰	۵۸	۵۷	۶۷
INDEX	۱۲	۷۰	۱۱	۶۴	۱۱	۶۴	۱۰	۵۸	۹	۵۲	۵۳	۶۲
DOLLAR	۱	۶	۳	۱۷	۱	۶	۲	۱۱	۰	۰	۷	۸
OIL	۸	۴۷	۹	۵۲	۸	۴۷	۸	۴۷	۹	۵۲	۴۲	۴۹
GOLD	۲	۱۱	۲	۱۱	۲	۱۱	۲	۱۱	۱	۶	۹	۱۰
P	۶	۳۵	۱۳	۸۲	۱۴	۸۲	۱۰	۵۸	۴	۲۳	۴۷	۵۵

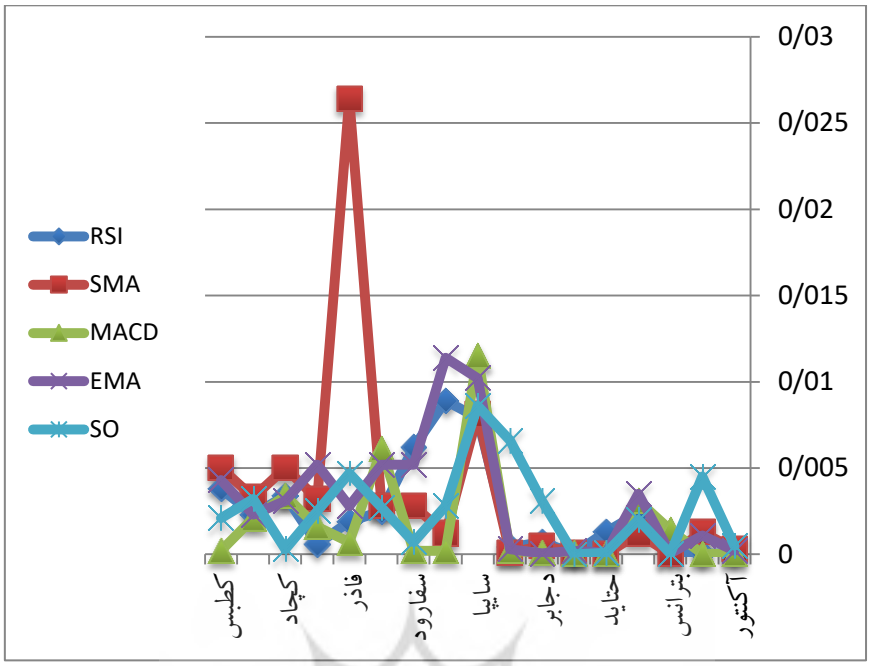
ارزیابی عملکرد شبکه

در این بخش ارزیابی عملکرد شبکه بر اساس معیار RMSE و MSE مورد بررسی قرار گرفته است.

ارزیابی عملکرد شبکه بر اساس معیار MSE

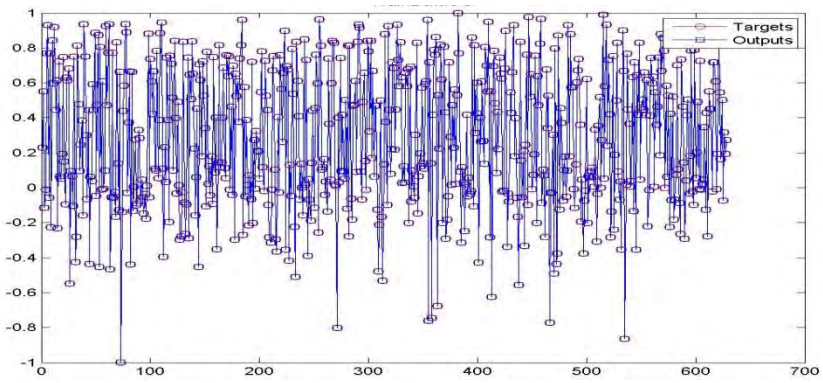
نمودار (۴) مقادیر MSE شبکه‌های طراحی شده برای داده‌های آموزش را نشان می‌دهد.

پرتال جامع علوم انسانی

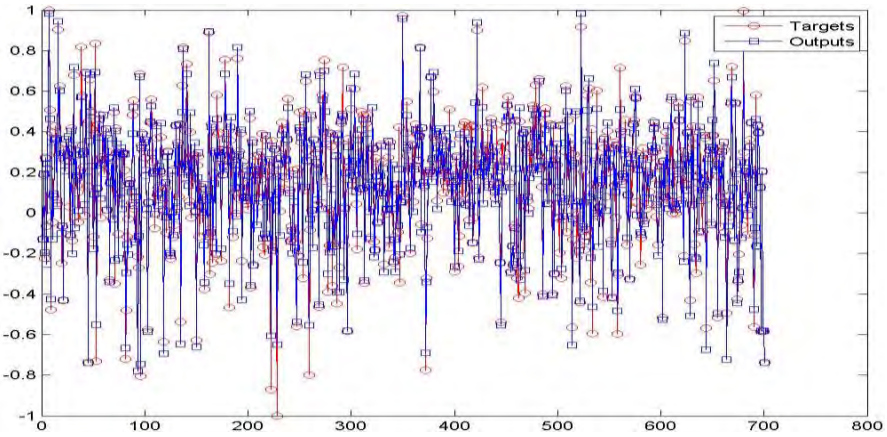


نمودار ۴. MSE داده‌های آموزش

هرچه مقادیر خطا به مقدار صفر نزدیک تر باشد نشان‌دهنده عملکرد بالای شبکه مورد نظر است. خطای مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین داده‌های آموزش مقادیری بین ۷×۱۰^{-۹} تا ۰/۰۲۶۴ هستند. بنابراین کارایی شبکه‌های طراحی شده مورد تایید قرار می‌گیرد. کمترین مقدار MSE در این شبکه‌ها، مربوط به شبکه پیش‌بین SO شرکت حفاری شمال است. در طراحی این شبکه از ۱۸۰رول استفاده شده است. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص SO برای داده‌های نماد حفاری در نمودار (۲) نشان داده شده است. بیشترین مقدار MSE در این شبکه‌ها، مربوط به شبکه پیش‌بین SMA-P شرکت آذر آب است. در طراحی این شبکه از ۱۱۳رول استفاده شده است. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص SMA-P برای داده‌های نماد فاذر در نمودار (۳) نشان داده شده است. MSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین RSI برای داده‌های آموزش مقادیری بین ۷×۱۰^{-۵} تا ۰/۰۰۸۹ است. MSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین EMA-P در بازده ۵×۱۰^{-۵} و ۰/۰۱۱۴ قرار دارد. MSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین SMA-P مقادیری بین ۱×۱۰^{-۵} تا ۰/۰۲۶۴ است. MSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین MACD-SL نیز در فاصله ۹×۱۰^{-۶} تا ۰/۰۱۱۵ است. در مجموع، میانگین و انحراف معیار MSE کلیه نمونه‌های مورد بررسی ۰/۰۰۲۷ و ۰/۰۰۳۷ است.

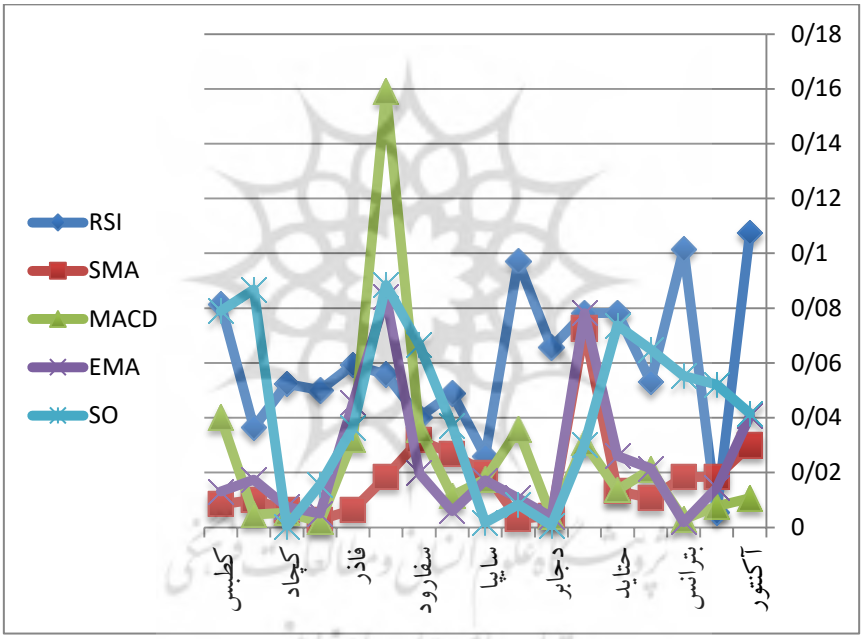


نمودار ۵. نمودار مقادیرواقعی و پیش‌بینی شده SO حفاری برای داده‌های آموزش



نمودار ۶. نمودار مقادیرواقعی و پیش‌بینی شده SMA-P فاذر برای داده‌های آموزش

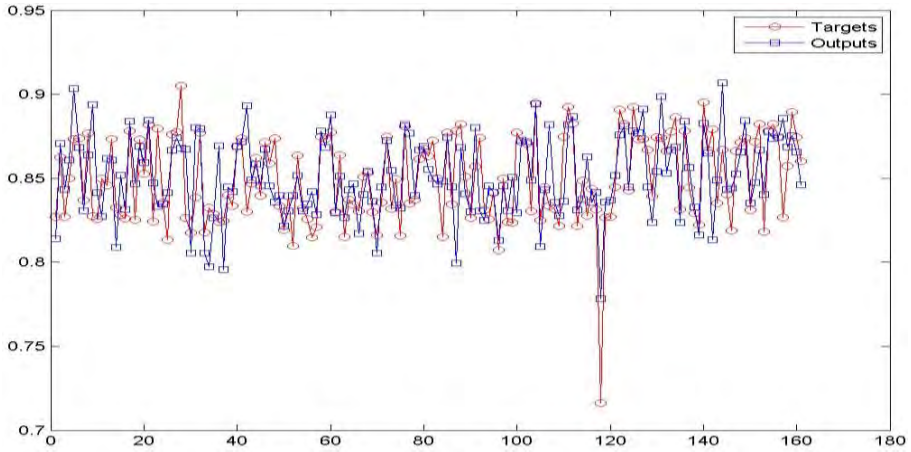
نمودار (۷) مقادیر MSE شبکه‌های طراحی شده برای داده‌های آزمون را نشان می‌دهد.



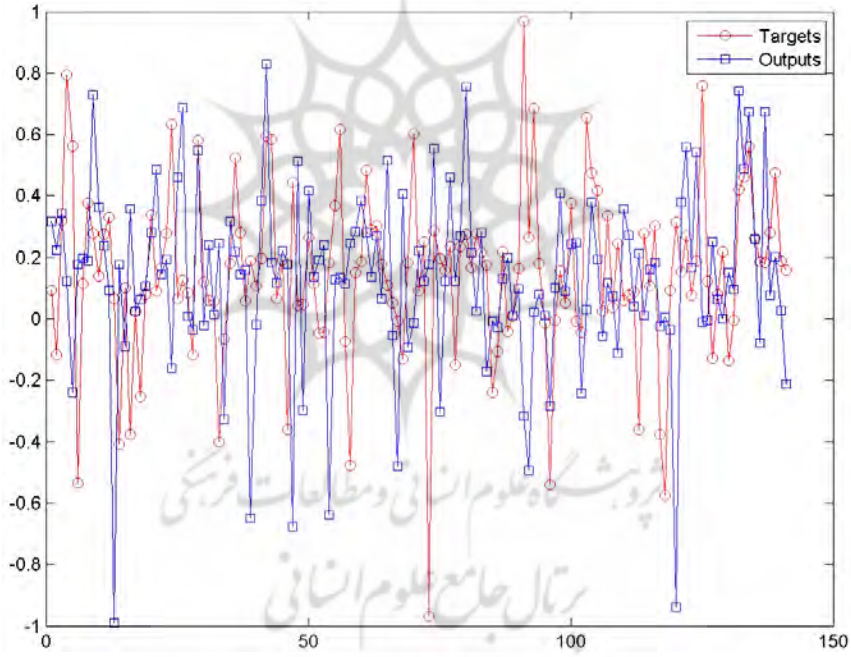
نمودار ۷. MSE داده‌های آزمون

خطای مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین داده‌های آزمون مقادیری بین ۴×۱۰^{-۴} تا ۰/۱۵۹۱ هستند. کمترین مقدار MSE در این شبکه‌ها، مربوط به شبکه پیش‌بین SO شرکت معدنی و صنعتی چادر ملو است. در طراحی این شبکه از ۴۵ رول استفاده شده است. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص SO برای داده‌های نماد کچاد در نمودار (۸) نشان داده شده است. بیشترین مقدار MSE در این شبکه‌ها، مربوط به شبکه پیش‌بین MACD-SL شرکت نفت پارس است. در طراحی این شبکه از ۴۶ رول استفاده شده است. مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده شاخص MACD-SL برای داده‌های نماد شنفت در نمودار (۶) نشان داده شده است. MSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین RSI برای داده‌های آموزش مقادیری بین ۰/۰۰۵۵تا ۰/۱۰۷۵ است. MSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین EMA-P در بازده ۰/۰۰۱۹ تا ۰/۰۸۴۲ قرار دارد. MSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین SMA-P مقادیری بین ۰/۰۰۲۸تا ۰/۰۷۲۵ است. MSE مشاهده شده شبکه‌های

پیش‌بین MACD-SL نیز در فاصله ۰/۰۰۲ تا ۰/۱۵۹۱ است. در مجموع، میانگین و انحراف معیار MSE کلیه نمونه‌های مورد بررسی ۰/۰۳۴ و ۰/۰۳۱ است.



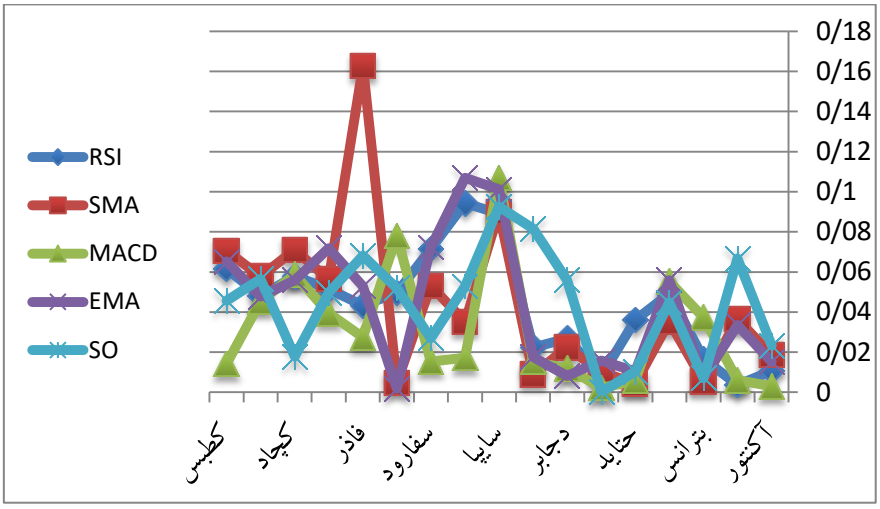
نمودار ۸. نمودار مقادیرواقعی و پیش‌بینی شده SO کچاد برای داده‌های آزمون



نمودار ۹. نمودار مقادیرواقعی و پیش‌بینی شده MACD-SL شنفت برای داده‌های آزمون

ارزیابی عملکرد شبکه بر اساس معیار RMSE

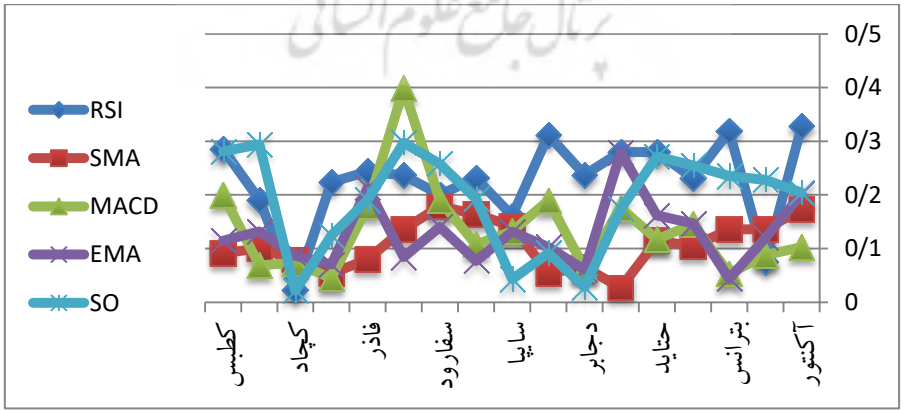
نمودار (۱۰) مقادیر RMSE شبکه‌های طراحی شده برای داده‌های آموزش را نشان می‌دهد.



نمودار ۱۰. RMSE داده‌های آموزش

خطای مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین داده‌های آزمون بر اساس RMSE مقادیری بین ۲×۱۰^{-۴} تا ۰/۱۶۲۶ هستند. RMSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین RSI برای داده‌های آموزش مقادیری بین ۰/۰۰۳۶تا ۰/۰۹۴۴ است. کمترین مقدار RMSE و MSE در شبکه‌های پیش‌بین RSI متعلق به نماد اخابر است. RMSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین SMA-P مقادیری بین ۰/۰۰۴۳تا ۰/۱۶۲۶ است.کمترین مقدار خطا در شبکه‌های پیش‌بین SMA-P متعلق به نماد حتاید است. در طراحی این شبکه از ۹۰رول استفاده شده است. RMSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین MACD-SL مقادیری بین ۰/۰۰۲۳تا ۰/۱۰۷ است. کمترین مقدار خطا در شبکه‌های پیش‌بین MACD-SL متعلق به شرکت کنتورسازی ایران است. در طراحی این شبکه از ۱۲۰رول استفاده شده است. RMSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین EMA-P مقادیری بین ۰/۰۰۱۷تا ۰/۱۰۷ است. کمترین مقدار خطا در شبکه‌های پیش‌بین EMA-P متعلق به شرکت ایران ترانسفو است. در طراحی این شبکه از ۱۱۳ رول استفاده شده است. در مجموع، میانگین و انحراف معیار MSE کلیه نمونه‌های مورد بررسی ۰/۰۴۱ تا ۰/۰۳۱ است.

نمودار (۱۱) مقادیر RMSE شبکه‌های طراحی شده برای داده‌های آزمون را نشان می‌دهد.



نمودار ۱۱. RMSE داده‌های آزمون

خطای مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین داده‌های آزمون بر اساس RMSE مقادیری بین ۰/۰۲۱۵تا ۰/۳۹۸۸ هستند. RMSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین RSI برای داده‌های آموزش مقادیری بین ۰/۰۲۲و ۰/۳۲۷ است. کمترین مقدار

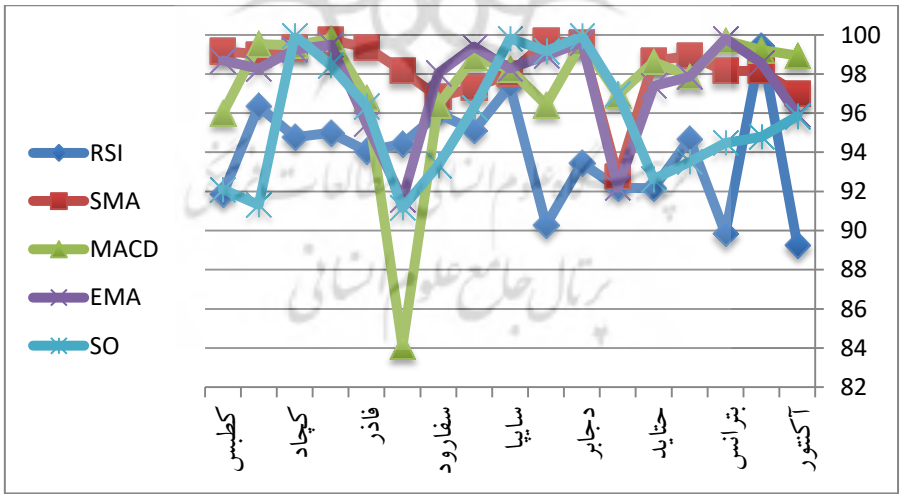
RMSE و MSE در شبکه‌های پیش‌بین RSI متعلق به نماد کچاد است. RMSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین SMA-P مقادیری بین ۰/۰۲۲تا ۰/۳۲۷ است.کمترین مقدار خطا در شبکه‌های پیش‌بین SMA-P متعلق به نماد کچاد است. RMSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین MACD-SL مقادیری بین ۰/۰۴۴تا ۰/۳۹۸ است. کمترین مقدار خطا در شبکه‌های پیش‌بین MACD-SL متعلق به شرکت ملی صنایع مس ایران است. در طراحی این شبکه از ۷۷ رول استفاده شده است. RMSE مشاهده شده شبکه‌های پیش‌بین EMA-P مقادیری بین ۰/۰۴۳تا ۰/۲۷۹ است. کمترین مقدار خطا در شبکه‌های پیش‌بین EMA-P متعلق به شرکت ایران ترانسفو است. در طراحی این شبکه از ۱۱۳ رول استفاده شده است. در مجموع، میانگین و انحراف معیار MSE کلیه نمونه‌های مورد بررسی ۰/۰۷۱ و ۰/۰۸۵ است.

نتایج آزمون فرضیه‌ها

در این بخش نتایج آزمون فرضیه اول و دوم بررسی و تحلیل شده است

نتیجه فرضیه اول

در فرضیه اول پژوهش به بررسی درصد صحت پیش‌بینی شبکه عصبی فازی پرداخته شده است و بدین صورت بیان شده است که درصد پیش‌بینی صحیح مدل‌های شبکه عصبی فازی طراحی شده بیشتر از حالت تصادفی است. با استناد به پژوهش تهرانی و عباسیون (۱۳۸۷) حالت تصادفی ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است. در پژوهش حاضر محاسبات درصد صحت پیش‌بینی بر اساس MSE-۱ داده‌های آزمون صورت گرفته اند. نمودار(۱۲) درصد صحت پیش‌بینی کلیه شبکه‌های ایجادشده برای داده‌های آزمون را نشان می‌دهد. همانگونه که در این نمودار مشخص است کلیه شبکه‌های ایجاد شده دارای درصد صحت پیش‌بینی بیشتر از ۵۰٪ هستند.



نمودار ۱۲. درصد صحت پیش‌بینی داده‌های آزمون

مقادیر درصد صحت پیش‌بینی آنان در بازده ۸۴/۰۹٪ تا۹۹/۹۶٪ هستند که نشان دهنده کارایی بالای شبکه‌های عصبی فازی در پیش‌بینی شاخص‌های تحلیل تکنیکال است. میانگین درصدهای صحت پیش‌بینی کلیه شبکه‌ها ۹۶/۵۵ و انحراف معیار آنان ۳/۱۴ است. از آزمون مقایسه میانگین نیز می‌توان اثبات نمود که درصد صحت پیش‌بینی شبکه‌های ایجاد شده بیشتر از ۵۰ درصد است. قبل از اجرای ازمون مقایسه میانگین نرمال بودن داده ها توسط آزمون کلموگروف-

اسمیرنوف مورد بررسی قرار گرفت که نتایج نشانگر داشتن توزیع نرمال است، لذا از آزمون تی زوجی استفاده شد. جدول (۹) نتایج آزمون مقایسه میانگین را نشان می‌دهد.

جدول ۹. نتایج آزمون مقایسه میانگین

عنوان	مقدار آزمون=۵۰					
	آماره t	درجه آزادی	سطح معناداری	تفاوت میانگین	سطح اطمینان ۹۵٪	
					حد پایین	حد بالا
شبکه پیش‌بین RSI	۶۶/۳۴۵	۱۶	۰/۰۰۰	۴۳/۸۹۷	۴۲/۴۹۴	۴۵/۲۹۹
شبکه پیش‌بین SMA-P	۱۸۸/۱۲۰	۱۶	۰/۰۰۰	۴۸/۲۲۵	۴۷/۳۶۰	۴۹/۰۹۱
شبکه پیش‌بین MACD-SL	۵۳/۱۶۱	۱۶	۰/۰۰۰	۴۷/۴۴۱	۴۵/۵۴۹	۴۹/۳۳۰
شبکه پیش‌بین EMA-P	۷۹/۸۳۶	۱۶	۰/۰۰۰	۴۷/۵۷۲	۴۶/۳۰۹	۴۸/۸۳۶
شبکه پیش‌بین SO	۶۱/۴۹۳	۱۶	۰/۰۰۰	۴۵/۶۵۴	۴۴/۰۸۰	۴۷/۲۲۸

همانگونه که در جدول (۹) مشخص است، آماره t کلیه شبکه‌ها از حد بالا بیشتر بوده‌اند که این بیانگر این است که میانگین درصد صحت پیش‌بین کلیه شبکه‌های ایجاد شده از ۵۰ درصد بیشتر بوده و فرض اول تایید می‌گردد. یا به عبارت دیگر کمتر از ۰/۰۵ بودن سطح معناداری بیانگر وجود تفاوت معنادار بین میانگین درصد صحت پیش‌بینی روش‌های مذکوربا حالت تصادفی است و مثبت بودن حد بالا و پایین نشان دهنده بیشتر بودن درصد صحت پیش‌بینی آنان است.

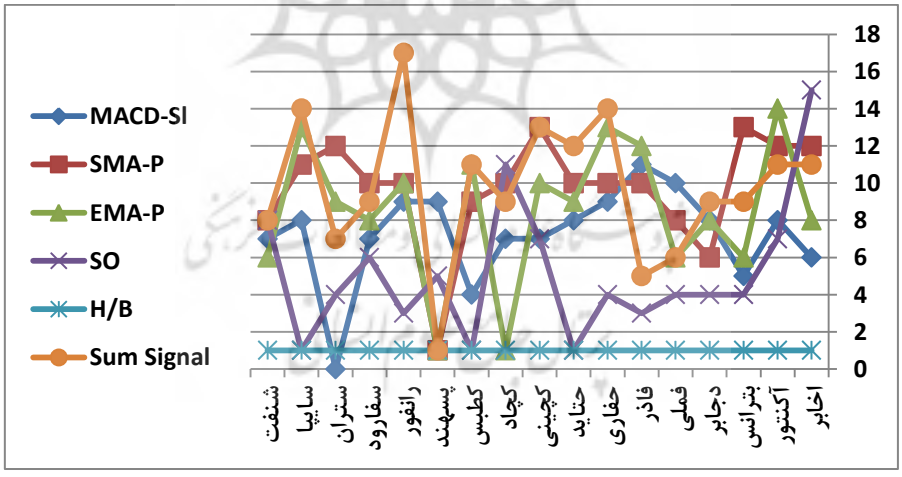
نتیجه فرضیه دوم

در فرضیه دوم به بررسی معناداری تفاوت میانگین بازدهی روش‌های معاملاتی پرداخته شده است. بعد از شبیه سازی معاملات با استفاده از استراتژی معاملاتی پیشنهادی، تعداد کل معاملات و میانگین وزنی بازده روزانه بر اساس ۷ سیگنال ایجاد شده (RSI، MACD-SL، SMA-P، EMA-P، SO، روش خرید و نگهداری، سیگنال نهایی مدل پیشنهادی) محاسبه می‌گردد. محاسبات مذکور به دو حالت با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی و بدون در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی انجام شده اند. هزینه‌های معاملاتی شامل هزینه کارمزد، هزینه تسهیلات و مالیات **است**. بر طبق ماده ۲۷ مقررات معامله گری اوراق تامین مالی بورس اوراق بهادار تهران، میزان کارمزد دریافتی در معاملات سهام هر یک از طرفین معامله کارمزدی از قرار ۴ در هزار مبلغ معامله به کارگزاری که معامله را از طرف آنها انجام داده پرداخت می‌شود. هم چنین به منظور انجام پروژه‌های گسترش بورس به میزان ۰/۳ درصد از ارزش معامله سهام که ۰/۱۵ درصد آن را خریدار و ۰/۱۵ درصد آن را فروشنده پرداخت می‌کند، توسط سازمان وصول و مستقیما به حساب بانکی خاصی به نام سازمان کارگزاران بورس واریز می‌شود (صدرایی و میدانی، ۱۳۹۰). علاوه بر این ۰/۵ درصد ارزش معامله سهام هنگام فروش بابت مالیات کسر می‌گردد. بر این اساس، در پژوهش حاضر، ۰/۰۱۰۵ارزش سهام در هنگام خرید به ارزش سهام اضافه و ۰/۰۰۵۵ ارزش سهام در هنگام فروش ازارزش سهام کسر می‌گردد. به بیان دیگر هزینه معاملاتی هنگام خرید ۱/۰۵٪ارزش سهام و هزینه معاملاتی هنگام فروش ۰/۵۵٪ ارزش سهام در نظر گرفته شده است. جداول (۱۲) و (۱۳) میانگین بازده روزانه حاصل از کلیه روش‌ها در حالت پیش از کسر هزینه‌های معاملاتی و هم چنین در حالت پس از کسر هزینه‌های معاملاتی را به تفکیک نماد نشان می‌دهد. همانگونه که ملاحضه می‌شود، میانگین بازده روزانه بر اساس سیگنال شبکه پیش‌بین EMA-P در سهام‌های آکنتور، فاذر، حفاری، کچاد، کطبس، سفارود، شنفت بیشترین

مقدار را داراست. در حالی که در سهام دجابر، فملی، رانفور و سایپا بیشترین میانگین بازده روزانه متعلق به شبکه پیش‌بین SMA-P **است**. روش مجموع سیگنال‌های شاخص‌های تکنیکال در حالت پس از کسر هزینه‌های معاملاتی تنها در سهم حتاید و در حالت پیش از کسر هزینه‌های معاملاتی در سهم حتاید، کچینی و اخابر بهترین عملکرد را داشته است. میانگین بازده روزانه معاملات بر اساس سیگنال شبکه پیش‌بین SO در سهام‌های ستران، پسهند و بترانس بیشتر از سایر روش‌ها **است**. همانگونه که در جدول (۱۰) مشخص است، بازده روزانه روش پیشنهادی در حالت پس از کسر هزینه‌های معاملاتی منفی گردیده است که به نظر می‌رسد، تعداد زیاد معاملات در این روش با افزایش هزینه‌های معاملاتی موجب کاهش بازده روزانه در حالت پس ازکسر هزینه‌های معاملاتی گشته است. در نتیجه فرضیه دوم تایید می‌گردند. همچنین نمودار (۱۳) تعداد معاملات هر سهم را بر اساس هر کدام از روش‌های مذکور نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. نتایج مطالعه توصیفی بازده روزانه روش‌های مختلف

	شرح		پیش از کسر هزینه‌های معاملاتی		پس از کسر هزینه‌های معاملاتی	
نوع روش	میانگین دوره نگهداری	میانگین تعداد معاملات	میانگین بازده	انحراف معیار بازده	میانگین بازده	انحراف معیاربازده
شبکه پیش‌بین RSI	۵۰/۸۸	۱/۴۷	-۰/۵۸۲۴	۰/۴۷۶۵	-۰/۶۲۰۹	۰/۴۹۷۵
شبکه پیش‌بین MACD-SL	۱۳/۲۳	۷/۲۳	-۰/۵۶۹۷۷	۰/۳۷۵۶	-۰/۵۸۵۲۴	۰/۵۳۷۱
شبکه پیش‌بین SMA-P	۱۲/۱۷	۹/۷۰	۰/۳۶۷۲	۰/۳۶۳۰	۰/۳۲۳۱	۰/۴۴۳۷
شبکه پیش‌بین EMA-P	۱۹/۷۰	۸/۵۲	۰/۳۳۵۵	۰/۳۴۲۵	۰/۲۴۱۸	۰/۳۴۴
شبکه پیش‌بین SO	۴۳	۵/۱۷	۰/۰۶۲۴	۰/۵۴۰۷	-۰/۰۱۰۱	۰/۵۳۰۵
خرید و نگهداری(HB)	۲۷۱	۱	-۱/۴۵۸۴	۵/۴۷۵۷	-۱/۴۸۸۱۵	۵/۷۲۰۹
مجموع سیگنال شاخص‌های تحلیل تکنیکال	۱۰/۰۵	۹/۷۶	۰/۰۰۹۰	۰/۲۴۸۲	-۰/۱۵۳۰	۰/۲۰۵۶



نمودار ۱۳. تعداد معاملات هر سهم

بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش به پیش‌بینی زمان بندی معاملات سهام شرکت های فعال در بورس اوراق بهادار تهران انجام شد. بدین صورت که ابتدا داده‌های اولیه شامل ۳ متغیر قیمت پایانی، کمترین قیمت و بیشترین قیمت سهام طی دوره زمانی ۱۳۹۲ تا پایان ۱۳۹۵ بصورت روزانه از سایت رسمی‌سازمان بورس اوراق بهادار گردآوری گردید. سپس با استفاده از این داده‌ها و تعریف توابع مربوطه در نرم افزار Excel شاخص‌های RSI، MACD، SMA، SO، EMA و SL محاسبه شدند. در مرحله بعد متغیرها گرد آوری شدند و با استفاده از رگرسیون گام به گام متغیرهای ورودی هرشبکه عصبی

فازی مربوط به هر سهم شناسایی شد. این ورودی‌ها در نرم افزار Matlab و از طریق رابط گرافیکی Anfisedit جهت آموزش و تست شبکه مورد نظر به کار گرفته شدند. به گونه ای که پنج شبکه ANFIS برای پیش‌بینی متغیرهای RSI، MACD SL، SMA -P، SO و EMA-P14روز آتی طراحی شدند. سپس با استفاده از معیار MSE و RMSE میزان خطای شبکه‌های ایجاد شده بررسی گردید. همچنین با استفاده از مقایسه درصدهای صحت پیش‌بینی شبکه‌های ایجاد شده از طریق آزمون مقایسه میانگین فرضیه اول مورد آزمون قرار گرفت. سپس با اعمال مقررات معاملاتی مقادیر پیش‌بینی شده به سیگنال تبدیل شدند و پیشنهاد داده شد که سیگنال نهایی سیستم طراحی شده از مجموع سیگنال‌های ایجاد شده توسط ۵ شاخص تکنیکال مذکور بدست آید. در مرحله بعدی جهت سنجش بازده معاملات پیشنهادی مدل ارائه با استفاده از استراتژی معاملاتی پیشنهادی پژوهش یک معامله فرضی شبیه سازی گردید. سپس بازده معاملات صورت گرفته بر اساس سیگنال نهایی سیستم پیشنهادی با بازده روش‌های تکنیکال و روش‌های خرید و نگهداری مقایسه گشتند. این مقایسه ها با آزمون زوجی صورت گرفت. نتایج حاصل از یافته های پژوهش در ادامه ارائه شده است.

در شناسایی متغیرهای موثر بر شاخص‌های تحلیل تکنیکال این نتیجه حاصل شد که شاخص‌های قدرت نسبی، میانگین متحرک همگرا- واگرا و شاخص کل سهام در ۷۰ درصد نمونه مورد بررسی بر RSI ۱۴ روز آتی تاثیر داشته اند. از طرفی، شاخص میانگین متحرک همگرا- واگرا در ۹۴ درصد نمونه مورد بررسی به عنوان متغیر ورودی شبکه پیش‌بین MACD-SL ۱۴ روز آتی درنظر گرفته شده است. ازمیان متغیرهای مستقل P بیشترین تکرار را (تقریبا در ۷۶ درصد موارد) در شبکه‌های پیش‌بین SMA-P14 روز آتی داشته است. بیشترین متغیری که به عنوان ورودی شبکه‌های پیش‌بین EMA-P و SO ۱۴ روز آتی شناسایی گردد نسبت قیمت به سود بوده است. از میان کلیه متغیرها دلار و طلا به نسبت کمتری به عنوان متغیر ورودی درنظر گرفته شده است. به طوری که متغیر دلار فقط در نماد حتاید، ستران و کطبس تاثیر گذار بر متغیرهای وابسته اعلام شده است. متغیر دلار در هیچ یک از شبکه‌های پیش‌بین SO به عنوان عامل اثر گذار شناخته نشده است. متغیر طلا نیز تنها در شبکه‌های پیش‌بین نماد حفاری، کچاد و کطبس حضور داشته است. در بررسی آزمون فرضیه اول با استفاده از آزمون زوجی این نتیجه دست یافته شد که آماره t کلیه شبکه‌ها از حد بالا بیشتر بوده اند که این بیانگر این است که میانگین درصد صحت پیش‌بین کلیه شبکه‌های ایجاد شده از ۵۰ درصد بیشتر بوده و فرضیه اول تایید گردید.

میانگین بازده روزانه بر اساس سیگنال شبکه پیش‌بین EMA-P در سهام‌های آکنتور، فاذر، حفاری، کچاد، کطبس، سفارود، شنفت بیشترین مقدار را دارا بود. در حالی که در سهام دجابر، فملی، رانفور و سایپا بیشترین میانگین بازده روزانه متعلق به شبکه پیش‌بین SMA-P بود. روش مجموع سیگنال‌های شاخص‌های تکنیکال در حالت پس از کسر هزینه‌های معاملاتی تنها در سهم حتاید و در حالت پیش از کسر هزینه‌های معاملاتی در سهم حتاید، کچینی و اخابر بهترین عملکرد را داشت. میانگین بازده روزانه معاملات بر اساس سیگنال شبکه پیش‌بین SO در سهام‌های ستران، پسهند و بترانس بیشتر از سایر روش‌ها شناخته شد. میانگین بازده روزانه روش معاملاتی بر اساس سیگنال شبکه پیش‌بین SMA-P از میانگین بازده روزانه سایر روش‌ها بیشتر شده است. هم چنین میانگین بازده روزانه روش پیشنهادی (مجموع سیگنال شاخص‌های تحلیل تکنیکال) از میانگین روش خرید و نگهداری چه در حالت پیش از کسر هزینه‌های معاملاتی و هم در

حالت پس از کسر هزینه‌های معاملاتی بیشتر است. این در حالی است که میانگین بازده روش معاملاتی بر اساس سیگنال شبکه عصبی فازی پیش‌بین MACD-SL منفی بود که این بیانگر این است که این شاخص تکنیکال علامت خرید یا فروش اشتباه می‌دهد. بازده روزانه روش پیشنهادی در حالت پس از کسر هزینه‌های معاملاتی منفی گشته بود که به نظر می‌رسد، تعداد زیاد معاملات در این روش با افزایش هزینه‌های معاملاتی موجب کاهش بازده روزانه در حالت پس ازکسر هزینه‌های معاملاتی گشته است. از این رو فرضیه دوم تایید شد.

با توجه به اینکه مسائل اقتصادی و مالی مسائلی هستند که اطلاعات فراوانی درباره آنها وجود دارد، ولی ضابطه‌های مربوطه شناخته شده نیستند، شبکه‌های عصبی بدلیل توانایی بالا در آموزش داده‌ها و اختصاص وزن‌های مناسب به این داده‌ها و کشف فرآیند مولد آنها با سرعت و دقت نتایج قابل قبولی جهت پیش‌بینی مسائل اقتصادی از جمله پیش‌بینی قیمت سهام، نرخ تورم، نرخ رشد اقتصادی دارد. بازار بورس تهران پتانسیل بکارگیری شاخص‌های مختلف تحلیل تکنیکی را داراست. با توجه بازدهی مثبت شاخص‌های میانگین متحرک ساده، میانگین متحرک نمایی، نوسانگر تصادفی و روش پیشنهادی می‌توان با استفاده از این شاخص‌های تحلیل تکنیکال در بازار سهام ایران روند قیمت سهام را پیش‌بینی کرد. همچنین روش میانگین متحرک ساده از اعتبار بالایی برای پیش‌بینی روند قیمت سهام برخوردار است. شبکه‌های عصبی فازی (ANFIS) دارای ویژگی‌های منحصر بفرد همگرایی سریع، دقت بالا و توانایی تقریب تابع قوی و برای پیش‌بینی روند قیمت سهام مناسب هستند. نتایج این پژوهش حاکی از برخورداری شبکه‌های عصبی مصنوعی از قابلیت پیش‌بینی علائم تغییر روند کوتاه مدت قیمت سهام در بازار اوراق بهادار تهران است. بر این اساس محققین آتی می‌توانند با طراحی شبکه‌های عصبی فازی برای سایر شرکت‌ها و تدوین آن بصورت یک رابط کاربری یک سیستم جامع پشتیبان تصمیم‌گیری ایجاد نمایند؛ به طوری‌که سرمایه‌گذاران قادر باشند با استفاده از آن و دادن اطلاعات ۱۴ روز قبل، برای ۱۴ روز آتی تصمیم‌گیری نمایند. همچنین پیشنهاد می‌شود که مدل پیشنهادی پژوهش را برای سایر شاخص‌های تحلیل تکنیکال بررسی نمایند.

یکی از محدودیت‌های عمده این پژوهش با توجه به حجم گسترده آن، محدودیت زمانی است. پرداختن به این پژوهش علاوه بر مطالعه و تبحر در مباحث مالی و مربوط به بورس اوراق بهادار نیاز به مطالعه و یادگیری ابزارهای هوشمند از جمله شبکه‌های عصبی فازی و مطالعه منابع غالبا خارجی آنهاست. مخصوصا در ارتباط با موضوع پژوهش منابع فارسی خاصی وجود نداشته است. به منظور تخمین داده‌های پژوهش یادگیری و برنامه نویسی در محیط نرم افزار Matlab امری محتوم است. به منظور دسترسی به آماری مناسب جهت تخمین‌های واقعی و مطلوب چندین منبع اطلاعاتی مورد توجه قرار گرفتند و اطلاعات مغایر حذف گردیدند.

شبکه‌های عصبی قادرند با فرآیند آموزش ارتباط بین یک دسته ورودی و خروجی را درک کرده و در پاسخ به ورودی‌های جدید، خروجی معادل آن را پیش‌بینی نمایند. در حالی که نمی‌تواند ماهیت این ارتباط را بیان کنند و چگونگی محاسبه خروجی را توضیح دهند. ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌ها در واقع در وزن‌های بین هر نرون ذخیره می‌شود. اما مطالعه این وزن‌ها نمی‌تواند اطلاعات مفیدی در بازه ماهیت و چگونگی ارتباط بین ورودی‌ها و خروجی‌ها را مشخص کنند. در واقع از نتایج شبکه عصبی نمی‌توان به نحوه محاسبه خروجی پی برد.

با توجه به اینکه انتخاب جامعه آماری بر مبنای قضاوتی بوده است و کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در نظر گرفته نشدند، تعمیم نتایج پژوهش به سایر شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران احتمالا امکانپذیر نیست و یا در صورت وجود تشابهات تعمیم باید با احتیاط صورت پذیرد.

یک شبکه عصبی برای آموزش صحیح و مناسب احتیاج به حجم انبوهی از اطلاعات دارد. در فرایند آموزش شبکه عصبی که بخش بسیار حساسی از مدل را شامل می‌شود، وجود اطلاعات درست و مناسب و همچنین اطلاعات کلی در کارایی مدل بسیار حیاتی است.

منابع

الوانی، مهدی. (۱۳۸۸). مدیریت عمومی. تهران: انتشارات نشر نی.

بخردی‌نسب، وحید؛ قاسمی، سعید. (۱۳۹۵). بررسی عوامل موثر بر بازده سهام با تاکید بر عوامل اقتصاد کلان و عوامل حسابداری با درنظر گرفتن تحریم های اقتصادی در شرکت های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، فصلنامه پژوهش های جدید در مدیریت و حسابداری، ۳ (۱۷)، ۱۰-۲۵.

تهرانی، رضا؛ عباسیون، وحید. (۱۳۸۷). کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمان‌بندی معاملات سهام: با رویکرد تحلیل تکنیکی. *پژوهش‌های اقتصادی*. ۸(۱)، ۱۷۷-۱۵۱.

حامدیان، مهدی. (۱۳۷۹). بررسی عوامل موثر بر قیمت سهام و تصمیم گیری سرمایه گذاران در بورس اوراق بهادار تهران. تهران: دانشگاه شهید بهشتی: دانشکده مدیریت.

حنیفی، فرهاد؛ بحرالعلوم، محمد مهدی؛ جوادی، بابک. (۱۳۸۸). طراحی و تحلیل مقایسه ای الگوریتم‌های فراابتکاری جهت پیاده سازی سرمایه گذاری شاخص محور در بورس تهران. *چشم انداز مدیریت*، ۳۲، ۱۰۸-۸۹.

خاتمی، حمید رضا. (۱۳۸۷). مبانی مدل‌سازی فازی جلد اول: جبر فازی. کرمان: انتشارات دانشگاه شهید باهنر کرمان.

دلبری، مهدی. (۱۳۸۰). بررسی معیارهای موثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس مدل فرایند سلسله مراتبی (AHP). اصفهان: دانشگاه اصفهان: دانشکده علوم اداری و اقتصاد.

رعیتی‌شوازی، علیرضا. (۱۳۸۵). پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده شبکه عصبی فازی و الگوریتم زنتیک.اصفهان: دانشگاه اصفهان: دانشکده علوم اداری و اقتصاد.

صدرایی، محمد؛ میدانی، فرزاد. (۱۳۹۰). مقررات اصول بازار سرمایه، تهران: کانون کارگزاری بورس و اوراق بهادار.

طلوعی‌اشلقی عباس، حق‌دوست شادی. (۱۳۸۸). مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شبکه عصبی و مقایسه آن با روش‌های پیش‌بینی ریاضی. *پژوهشنامه اقتصادی*، ۴(۷)، ۶۵-۲۳.

فلاح شمس، میرفیض؛ دلنواز اصغری، بیتا. (۱۳۸۸). پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از شبکه‌های عصبی. *فراسوی مدیریت*، ۳(۹)، ۲۱۲-۱۹۱.

منصورفر، کریم. (۱۳۸۵). روش‌های پیشرفته آماری. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

References

Alvani, M. (2009). Public management. Tehran: Ney publishing [In Persian].

Bekhradi Nasab, V., Ghasemi, S. (2016). Investigating the factors affecting stock returns with emphasis on macroeconomic factors and accounting factors, taking into account economic sanctions in companies listed on the Tehran Stock Exchange. *Quarterly Journal of New Research in Management and Accounting*, 3(17), 10-25 [In Persian].

Delbari, M. (1380). Investigating the criteria affecting stock selection in the Tehran Stock Exchange based on the hierarchical process model (AHP). Isfahan: University of Isfahan: Faculty of administrative sciences and economics [In Persian].

Fallah Shams, M., Delnavaz Asghari, B. (2009). Prediction of Tehran Stock Exchange index using neural networks. *Beyond Management*, 3(9), 212-191 [In Persian].

Hamedian, M. (2000). Investigating the factors affecting stock prices and investors' decisions in Tehran Stock Exchange. Tehran: Shahid Beheshti University: School of Management [In Persian].

Hanifi, F., Bahrololoom, M.M., Javadi, B. (2009). Comparative design and analysis of metaheuristic algorithms for implementing index-based investment in Tehran Stock Exchange. *Management Perspective*, 32, 108-89 [In Persian].

Khatami, H.R., (2008). Fundamentals of fuzzy modeling volume one: Fuzzy algebra. Kerman: Shahid Bahonar University of Kerman Publications [In Persian].

Kuo, J., Chen, C., Hwang, Y.C. (2001). An intelligent stock trading decision support system through integration of genetic algorithm based fuzzy neural network and artificial network. *Fuzzy Sets and System*, 118, 21-45.

Lin, C., Alikhan, H. (2008). Can the neuron fuzzy model predict stock indexes better than its rivals? *Econometrics Reviews*, 29, 14-37.

Mansourfar, K. (2009). Advanced statistical methods. Tehran: Tehran University Press [In Persian].

Mayers, L.S., Gamst, G., Guarino, A.J. (2006). Applied multivariate research: Design and interpretation. London: SAGE Publications.

Rayti Shavazi, A. (2006). Predicting stock prices using fuzzy neural network and genetic algorithm. Isfahan: University of Isfahan: Faculty of Administrative Sciences and Economics [In Persian].

Sadraei, M., Maidani, F. (2011). Capital market principles regulations. Tehran: Stock exchange and securities brokerage center [In Persian].

Tan, A., Quek, C., Yow, K.C. (2008). Maximizing winning trades using a Novel RSPOP Fuzzy Neural Network intelligent stock trading system. *Applied Intelligence*, 29, 116-128.

Tehrani, R; Abbasian, V. (2008). Application of artificial neural networks in stock trading scheduling: With a technical analysis approach. *Economic Research*, 8(1), 177-151 [In Persian].

Tolouei Eshlaghi, A, Haq Doost, S. (2009). Modeling stock price forecasting using neural network and comparing it with mathematical forecasting methods. *Journal of Economics*, 4(7), 65-23 [In Persian].

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی