

# بررسی تطبیقی روش ماشین بردار پشتیبان و روش استنتاجی عصبی - فازی سازگار جهت پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران

## سعید شاه آبادی<sup>۱</sup>، زهرا هوشمند نقابی<sup>۲</sup>، مهرداد بختیار دهکردی<sup>۳</sup>

**چکیده:** با توجه به گسترش روزافزون روش‌های پیش بینی در بازارهای مالی و نیز از آنجا که قیمت سهام یکی از مهمترین عوامل مؤثر در تصمیمات سرمایه گذاری است و پیش بینی آن می‌تواند نقش با اهمیتی در این زمینه ایفا کند هدف این پژوهش مقایسه کارایی روش‌های ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاج عصبی فازی سازگار در پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد. نمونه مورد استفاده در این پژوهش ۵ شرکت برتر صنعت آهن و فولاد که در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده می‌باشند، می‌باشد. به منظور شناسایی روند قیمت سهام از پنج متغیر قیمت پایانی سهام، مومنتوم سهم، نوسان قیمت سهام، مومنتوم شاخص کل اوراق بهادار تهران و نوسان شاخص کل اوراق بهادار تهران استفاده شده است پس از جمع آوری اطلاعات مورد نظر از سال ۱۳۹۰ لغایت ۱۴۰۰ با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار روند قیمت سهام پیش بینی گردید و به منظور بررسی دقت پیش‌بینی روند قیمت سهام با روند قیمتی سهم در سال ۱۴۰۱ مقایسه گردید و میزان دقت هر کدام از روش‌های مورد نظر به دست آمد و در نهایت مشخص گردید در سه مورد از شرکت‌های مورد مطالعه سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار و در دو شرکت تکنیک ماشین بردار پشتیبان روند قیمت سهام را به صورت کارآمدتری پیش بینی می‌کند.

واژه‌های کلیدی: ماشین بردار پشتیبان، سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار، پیش بینی روند قیمت سهام

### ۱- مقدمه:

بازار سرمایه نقش مهمی را در اقتصاد یک کشور ایفا می‌کند به گونه‌ای که بیشترین مقدار سرمایه از طریق این بازار مبادله می‌گردد و اقتصاد یک کشور به شدت به عملکرد این بازار متکی می‌باشد. چگینی و همکاران، (۱۳۹۷). سرمایه گذاران در بازار سرمایه اقدام به خرید و فروش اوراق بهادار می‌نمایند. چگینی و همکاران، (۱۴۰۱). یکی از مهمترین عواملی که هنگام خرید و فروش اوراق بهادار مد نظر سرمایه گذاران می‌باشد قیمت اوراق بهادار و روند آن می‌باشد. قیمت اوراق بهادار از عوامل مؤثر در تصمیم‌گیری‌های سرمایه گذاران می‌باشد و پیش بینی آن می‌تواند کمک شایانی به سرمایه گذاران در بازار سرمایه نماید. به همین دلیل دانشمندان علوم مالی و سرمایه گذاران همواره در پی بهینه‌سازی پیش‌بینی و بررسی رفتار قیمت اوراق بهادار هستند. دلیل اصلی که مردم در بازار سرمایه، سرمایه گذاری می‌کنند، سودآوری می‌باشد که لازمه آن داشتن اطلاعات مناسب از بازار سرمایه و تغییرات قیمتی اوراق بهادار و پیش بینی روند آینده آن می‌باشد. بنابراین سرمایه گذاران نیازمند ابزارهای قدرتمند و قابل اعتماد می‌باشند تا از طریق آن بتوانند به پیش بینی قیمت اوراق بهادار بپردازند (فتوره چیان و همکاران، ۱۳۹۱). برای پیش بینی قیمت اوراق بهادار روش‌های مختلفی وجود دارد. یکی از کاربردی‌ترین روش‌ها که دقت بالایی در پیش بینی قیمت اوراق بهادار نیز دارد روش‌های پیش بینی قیمت اوراق بهادار با استفاده از هوش مصنوعی می‌باشد. پژوهشگران حوزه مدیریت مالی به دنبال پیوند میان دو حوزه مدیریت مالی و هوش مصنوعی بوده‌اند که نهایتاً منجر به ایجاد شاخه جدیدی به عنوان مهندسی مالی شده است. روش‌های مورد استفاده برای پیش بینی قیمت اوراق بهادار در سایبرنتیک مالی گسترده و فراوان می‌باشند به طور مثال در دو دهه گذشته محققان از روش‌های مختلفی از جمله شبکه‌های عصبی مصنوعی، منطق فازی، الگوریتم ژنتیک، تکنیک ماشین بردار پشتیبان، شبکه‌های ترکیبی چند هدفی عصبی- فازی، میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه، سیستم استنتاج عصبی - فازی سازگار برای پیش بینی قیمت اوراق بهادار استفاده کرده‌اند (میشرا، ۲۰۱۹). محققان در پژوهش‌های مختلف با استفاده از این روش‌ها به پیش بینی قیمت اوراق بهادار پرداخته‌اند یا روش‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کرده‌اند (کیقبادی و همکاران، ۱۳۹۵). به عنوان مثال می‌شرا (۲۰۱۹) با استفاده

<sup>۱</sup> گروه حسابداری و مدیریت، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران. sa1988sh@yahoo.com

<sup>۲</sup> گروه حسابداری و مدیریت، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اسلامشهر، ایران (نویسنده مسئول). zahra.hooshmande@gmail.com

<sup>۳</sup> گروه حسابداری و مدیریت، واحد تهران جنوب، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. Mehrdadbakhtiar68@gmail.com

از تکنیک ماشین بردار پشتیبان به پیش بینی قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار هند پرداخت. در پژوهش‌های دیگر نیز از جمله پژوهش کائو و تای (۲۰۰۱)، نتایج حاصل از تکنیک ماشین بردار پشتیبان با نتایج حاصل از شبکه عصبی انتشار پسر و شبکه عصبی تابع پایه شعاعی مورد مقایسه قرار گرفت که تحقیقات آنها نشان داد که از بین این سه روش تکنیک ماشین بردار پشتیبان برای پیش بینی قیمت سهام عملکرد بهتری نسبت به دو روش دیگر دارد (کائو و تای، ۲۰۰۳). در پژوهشی دیگر که به مقایسه تکنیک ماشین بردار پشتیبان و روش شبکه عصبی انتشار پسر و پرداخت به این نتیجه دست یافت که روش تکنیک ماشین بردار پشتیبان روش مناسب تری برای پیش بینی قیمت سهام می‌باشد. در پژوهشی دیگر نیز که به مقایسه روش تکنیک ماشین بردار پشتیبان و سیستم مبتنی بر استدلال مورد پرداخت، به مانند تحقیقات پیشین به این نتیجه دست یافت که روش ماشین بردار پشتیبان نسبت به سیستم مبتنی بر استدلال مورد کارایی بیشتری دارد (کیم، ۲۰۰۳). در پژوهش‌های دیگر نیز که به مقایسه روش تکنیک ماشین بردار پشتیبان با روش‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی و میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه پرداخته شد به این نتیجه دست یافت که تکنیک ماشین بردار پشتیبان روش کارآمدتری برای پیش بینی قیمت سهام می‌باشد (میشرا، ۲۰۱۹). در میان روش‌های مذکور پژوهشگران دیگر نیز با استفاده از سیستم استنتاج عصبی - فازی سازگار به پیش بینی قیمت سهام شرکت‌های مختلف پرداختند. به عنوان مثال چونی زاده و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از سیستم استنتاج فازی به پیش بینی قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند (چونی زاده و همکاران، ۱۳۹۷). در پژوهشی دیگر یونسی و همکاران به مقایسه سیستم استنتاج عصبی - فازی سازگار با شبکه عصبی مصنوعی و میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه پرداختند که نتایج تحقیقات آنها نشان داد که سیستم استنتاج عصبی - فازی سازگار نسبت به روش‌های دیگر کمترین میزان خطا را در پیش بینی دارد (یونسی و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به مطالعات صورت گرفته مشخص می‌گردد که تکنیک ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاج عصبی - فازی سازگار نسبت به روش‌های دیگر بیشترین دقت را در پیش بینی قیمت سهام دارند. در تکنیک ماشین بردار پشتیبان که از روش‌های یادگیری با نظارت می‌باشد و از آن برای طبقه بندی و رگرسیون استفاده می‌کنند. این روش از جمله روش‌های نسبتاً جدیدی می‌باشد که نسبت به روش‌های دیگر برای پیش بینی کارآمدتر می‌باشد (باجلان و همکاران، ۱۳۹۵). روش سیستم استنتاج عصبی فازی سازگار نیز ترکیبی از عملکردهای تئوری مجموعه فازی و شبکه عصبی است. این سیستم ترکیبی می‌تواند هر نوع اطلاعات مانند داده‌های عددی، منطقی و زبانی را کنترل کند. به دلیل اینکه در این روش از تئوری‌های فازی استفاده می‌شود سرعت محاسبات بالاست و همچنین این روش می‌تواند داده‌های نادرست، مبهم و ناقص را مدیریت کند. این مدل دارای چند لایه بازخوردی و سه لایه ورودی، لایه پنهان و لایه خروجی می‌باشد و برای پیش بینی روش بسیار مناسبی می‌باشد (یونسی و همکاران، ۱۳۹۵). با توجه به اینکه روش ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاج عصبی - فازی سازگار نسبت به روش‌های دیگر در پیش بینی قیمت سهام کارآمدتر می‌باشند و در مطالعات پیشین هیچ مقایسه‌ای میان این دو روش در پیش بینی قیمت سهام شرکت‌ها صورت نگرفته است و کارآمدی هیچ کدام بر دیگری مشخص نمی‌باشد در این پژوهش به دنبال پاسخ به این سوال می‌باشیم که کدام یک از روش‌های تکنیک ماشین بردار پشتیبان یا سیستم استنتاج عصبی - فازی سازگار می‌تواند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را نزدیک به واقعیت پیش بینی کند؟

## ۲- مبانی نظری

### ۲-۱- اهمیت پژوهش

تغییرات قیمت سهام بعد از بحران مالی سال ۲۰۰۸ توجه بسیاری از اندیشمندان حوزه مالی را خود جلب کرده است (میشکی و همکاران، ۱۳۹۲). قیمت سهام در تمامی بازارهای مالی به عنوان یکی از مهمترین معیارهای مورد استفاده برای معاملات سهام شرکت‌ها بکار می‌رود. قیمت سهام یک شرکت روند کلی حرکت و سمت و سوی حرکت آن شرکت را مشخص می‌سازد. با توجه به ماهیت پویا، غیر خطی، پیچیده و آشفته بازار سهام، دست یابی به روش‌های مناسب جهت پیش بینی قیمت سهام، نقش استراتژیکی را در نحوه تصمیم‌گیری تحلیل‌گران و سرمایه‌گذاران بازارهای مالی ایفا خواهد نمود. با توجه به اهمیت بورس اوراق بهادار در هر کشور، تلاش در زمینه دست‌یابی به کارآمدترین روش‌های پیش بینی قیمت سهام از ضروری‌ترین زمینه‌های پژوهش خواهد بود. بدیهی است که با توجه به سرعت رشد فناوری اطلاعات و تکامل الگوریتم‌های پیش‌بینی، اکتفا به روش‌های گذشته برای پیش بینی قیمت سهام جواب‌گو نخواهد بود. به همین دلیل تحلیل‌گران بازار سرمایه به دنبال ابداع روش‌های جدید و قابل اعتمادتر برای پیش بینی قیمت سهام بودند و این دلیل عاملی برای ورود روش‌های رگرسیونی و آماری به بازار سرمایه برای پیش بینی قیمت سهام بودند. با توجه به کثرت این روش‌ها و برتری روش‌های تکنیک ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاج عصبی - فازی سازگار نسبت به دیگر روش‌های نوین برای پیش بینی قیمت سهام ضروری به نظر می‌رسد تا با مقایسه این دو تکنیک با یکدیگر، میزان کارآمدی آنها مشخص گردد (عمار، ۲۰۰۳).

مبانی نظری به بیان و تبیین مفاهیم و اصول مربوط به روش‌های ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine) و روش استنتاج عصبی - فازی سازگار (Neuro-Fuzzy Inference System) برای پیش‌بینی روند قیمت سهام می‌پردازد. این بخش شامل توضیحاتی درباره مبانی نظری، اصول و الگوریتم‌های کلیدی این دو روش است. در این بخش، به معرفی و تبیین مفاهیم و اصول مربوط به روش‌های ماشین بردار پشتیبان و

استنتاجی عصبی-فازی سازگار در پیش‌بینی روند قیمت سهام پرداخته می‌شود. این بخش اهمیت پیش‌بینی روند قیمت سهام را بررسی می‌کند و نیز روش‌های ماشین بردار پشتیبان و استنتاجی عصبی-فازی سازگار را معرفی می‌کند که در این زمینه استفاده می‌شوند. همچنین، توجیه انتخاب این موضوع برای پژوهش در این مطالعه نیز ارائه خواهد شد (شارما و همکاران، ۲۰۲۴).

## ۲-۲- اهمیت پیش‌بینی روند قیمت سهام:

بازارهای مالی، از جمله بازار سهام، تحت تأثیر تحولات روزانه و پیچیده قرار دارند که باعث تغییرات قیمت سهام می‌شوند. پیش‌بینی دقیق روند قیمت سهام، به سرمایه‌گذاران و کارگزاران امکان می‌دهد تا تصمیمات مالی خود را با بیشترین اطمینان اتخاذ کنند. پیش‌بینی صحیح روند قیمت سهام می‌تواند به سرمایه‌گذاران کمک کند تا درآمد بیشتری را از سرمایه‌گذاری در بازار سهام به دست آورند و ریسک‌های مالی را کاهش دهند (علیزاده و همکاران، ۱۴۰۳).

## ۲-۳- روش ماشین بردار پشتیبان:

روش ماشین بردار پشتیبان یک روش قوی و مؤثر در حوزه یادگیری ماشین است که بر اساس تحلیل و دسته‌بندی داده‌های آموزشی، قابلیت پیش‌بینی را دارد. این روش بر اساس اصول مبتنی بر حاشیه و تابع هسته، قادر به تشخیص الگوهای پیچیده در داده‌ها است. الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان مانند SVM خطی و SVM غیرخطی به ترتیب برای دسته‌بندی خطی و غیرخطی استفاده می‌شوند. ماشین بردار پشتیبان (Support Vector Machine) یک روش قوی و مؤثر در حوزه یادگیری ماشین است که بر اساس تحلیل و دسته‌بندی داده‌های آموزشی، قابلیت پیش‌بینی را دارد (عزیزی، ۱۴۰۲).

ماشین بردار پشتیبان یک الگوریتم یادگیری ماشین است که بر اساس اصول مبتنی بر حاشیه (Margin) عمل می‌کند. حاشیه به فاصله بین صفحه (یا هایپرصفحه) دسته‌بندی و نمونه‌های آموزشی دو دسته در نزدیک‌ترین نقاط به صفحه اطلاق می‌شود. هدف الگوریتم ماشین بردار پشتیبان، ماکسیم کردن حاشیه است.

هدف اصلی ماشین بردار پشتیبان، یافتن یک صفحه (در حالت خطی) یا یک هایپرصفحه (در حالت غیرخطی) در فضای ویژگی‌ها است که بین دو دسته‌بندی مختلف قرار می‌گیرد و با بیشترین حاشیه از نمونه‌های آموزشی دو دسته فاصله دارد. در این مدل یک هسته به عنوان یک تابع ریاضی استفاده می‌شود تا داده‌ها را به فضای ویژگی‌های بالاتر انتقال دهد و الگوریتم ماشین بردار پشتیبان به این صورت قادر به دسته‌بندی غیرخطی شود و در ادامه تابع هزینه (Loss function) تابع هزینه مشخص می‌کند که چقدر داده‌های آموزشی به صفحه (یا هایپرصفحه) مربوطه نزدیک هستند و به عنوان معیاری برای تعیین مکان و شکل صفحه استفاده می‌شود. الگوریتم‌های ماشین بردار پشتیبان از بخش‌های زیر تشکیل شده است؛

SVM خطی: در این حالت، صفحه دسته‌بندی به صورت تابع خطی از ویژگی‌ها تعریف می‌شود. الگوریتم SVM خطی سعی می‌کند حاشیه بین دو دسته را ماکسیم کند.

SVM غیرخطی: با استفاده از تبدیلات غیرخطی و هسته، ماشین بردار پشتیبان قادر به دسته‌بندی غیرخطی است. هسته‌های معروفی مانند گاوسی (RBF) و چندجمله‌ای مشترک (Polynomial) استفاده می‌شوند. برای ارزیابی عملکرد این الگوریتم از روش‌های زیر استفاده می‌شود؛

ماتریس درهم‌ریختگی (Confusion Matrix): این ماتریس به عنوان یک ابزار ارزیابی مفید برای اندازه‌گیری دقت دسته‌بندی ماشین بردار پشتیبان استفاده می‌شود.

دقت (Accuracy): نسبت تعداد صحیح دسته‌بندی شده‌ها به کل نمونه‌های آزمون، که به عنوان معیاری کلی برای ارزیابی عملکرد ماشین بردار پشتیبان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سایر معیارهای ارزیابی: معیارهایی مانند صحت (Precision)، بازخوانی (Recall) و اندازه‌گیری دقت متوسط (F1-score) نیز می‌توانند در ارزیابی عملکرد ماشین بردار پشتیبان مورد استفاده قرار بگیرند.

## ۲-۴- روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار:

روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار یک ترکیب از شبکه‌های عصبی و قواعد فازی است که قابلیت تعامل با داده‌های ناهمگن و پیچیده را دارد. در این روش، قوانین فازی با استفاده از شبکه‌های عصبی آموزش داده می‌شوند تا بتوانند الگوهای پیچیده را در داده‌ها تشخیص دهند. روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار قابلیت پیش‌بینی و تفسیرپذیری بالایی دارد (یوسفی و همکاران، ۱۴۰۰).

روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار یک روش قدرتمند در حوزه هوش مصنوعی است که ترکیبی از شبکه‌های عصبی و قواعد فازی استفاده می‌کند. در این روش، قوانین فازی به عنوان قواعد دانش داده شده و شبکه‌های عصبی برای آموزش و تعمیم این قوانین به داده‌های ناهمگن و پیچیده استفاده می‌شوند. روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار قابلیت تعامل با داده‌های ناهمگن و پیچیده را دارد. با استفاده از شبکه‌های عصبی، این روش قادر است الگوهای پیچیده‌تری را در داده‌ها تشخیص دهد و درک بهتری از تفاوت‌ها و تنوع‌ها در داده‌ها ارائه دهد. در روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار، قوانین فازی با استفاده از شبکه‌های عصبی آموزش داده می‌شوند عادل آذر، (۱۳۹۶).

شبکه‌های عصبی با استفاده از الگوریتم‌های آموزش مانند پس‌انتشار خطا، قوانین فازی را به طور خودکار از داده‌های آموزشی یاد می‌گیرند. این ترکیب از قوانین فازی و شبکه‌های عصبی به روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار قدرت و انعطاف بیشتری در تشخیص و پیش‌بینی الگوها می‌بخشد. روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار قابلیت پیش‌بینی دقیق و تفسیرپذیری بالایی دارد. با استفاده از شبکه‌های عصبی، این روش قادر است الگوهای پیچیده را در داده‌ها تشخیص دهد و به صورت کمی و کیفی توضیح دهد که چه عواملی در تصمیم‌گیری تأثیرگذار هستند. تفسیرپذیری بالای روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار به معنای این است که می‌توان نتایج و تصمیمات آن را به راحتی توجیه و تفسیر کرد. روش استنتاجی عصبی-فازی سازگار، با ترکیب خصوصیات قوانین فازی و قدرت شبکه‌های عصبی، قابلیت پیش‌بینی دقیق و تفسیرپذیری بالایی را در مدل‌سازی و تحلیل داده‌های پیچیده فراهم می‌کند (یوسفی و همکاران، ۱۴۰۰).

## ۲-۵- تطبیق تحقیقی:

یکی از هدف‌های اصلی این پژوهش، تطبیق و مقایسه دو روش ماشین بردار پشتیبان و استنتاجی عصبی-فازی سازگار در پیش‌بینی روند قیمت سهام است. با مقایسه این دو روش، می‌توان بهترین روش را برای پیش‌بینی روند قیمت سهام شناسایی کرد و نتایج مطلوبی را در عملیات سرمایه‌گذاری و تصمیم‌گیری مالی به دست آورد. در این قسمت، به طور خلاصه و شفافیت بیان شد که چرا پیش‌بینی روند قیمت سهام مهم است و چرا روش‌های ماشین بردار پشتیبان و استنتاجی عصبی-فازی سازگار برای این منظور مناسب هستند.

## ۳- پیشینه پژوهش:

### ۳-۱- پژوهش‌های خارجی:

باراس هد و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی با عنوان "پیش‌بینی بازار سرمایه با استفاده از رویکرد یادگیری ماشین سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار" به پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های عضو شاخص نیفتی ۵۰ پرداختند. این شاخص اکثر بخش‌های اقتصادی و سرمایه‌گذاری در کشور هند را تحت پوشش قرار می‌دهد. پژوهشگران پس از جمع‌آوری اطلاعات قیمتی سهام شرکت‌های تشکیل‌دهنده این شاخص و تجزیه و تحلیل آنها و پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار به این نتیجه دست یافتند که این روش روش مناسبی برای پیش‌بینی قیمت سهام می‌باشد.

تیریفاسی (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان "پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان"، قیمت سهام شرکت‌های مختلف را از سال ۲۰۰۸ لغایت ۲۰۱۸ را به صورت روزانه جمع‌آوری کردند و پس از تجزیه و تحلیل داده‌های جمع‌آوری شده و پیش‌بینی قیمت‌های سهام با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان به این نتیجه دست یافتند که دقت پیش‌بینی در روش ماشین بردار پشتیبان ۶۰/۲ درصد می‌باشد و این روش ابزار خوبی برای پیش‌بینی قیمت سهام در دوره‌های کوتاه مدت و میان مدت می‌باشد.

جوزف و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان "پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان" قیمت‌های بازاری سهام را در بازه زمانی ۱۰ جولای ۲۰۱۵ لغایت ۱۱ مارچ ۲۰۱۶ که شامل ۱۷۰ روز اطلاعات قیمتی سهام می‌باشد را جمع‌آوری کردند و پس از بررسی‌های لازم به این نتیجه دست یافتند که دقت تکنیک ماشین بردار پشتیبان برای پیش‌بینی قیمت سهام بسیار بالاست و خطای پیش‌بینی در این روش نسبت به روش‌های دیگر کمتر می‌باشد.

هنریکه و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان "پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان با استفاده از قیمت‌های روزانه و دقیقه‌ای" قیمت سهام شرکت‌های منتخب از کشور برزیل، آمریکا و چین را در یک دوره ۱۵ ساله بصورت روزانه جمع‌آوری کردند پس از پیش‌بینی قیمت‌ها و شناسایی و اندازه‌گیری خطاهای پیش‌بینی شده و مقایسه آن با قیمت‌های اصلی و واقعی سهام به این نتیجه دست یافتند که تکنیک ماشین بردار پشتیبان بهترین روش برای پیش‌بینی قیمت سهام می‌باشد.

سانتوس و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی با عنوان "پیش بینی قیمت سهام شرکت‌های اندونزی با تکنیک ماشین بردار پشتیبان و مدل ترکیبی گاسیان" قیمت‌های سهام شرکت بین المللی آستارا را از سال ۲۰۰۰ لغایت ۲۰۱۷ به صورت سالانه جمع‌آوری کردند. و با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان و مدل ترکیبی گاسیان قیمت سهام این شرکت را برای سال ۲۰۱۸ پیش بینی کردند و سپس آن را با قیمت واقعی سهم در بازار مقایسه کردند و به این نتیجه دست یافتند که اگر هنگام پیش بینی قیمت سهام از روش ترکیبی گاسیان و تکنیک ماشین بردار پشتیبان استفاده گردد قدرت پیش‌بینی بیشتر می‌گردد.

گریگوریان (۲۰۱۶) در پژوهشی با عنوان "پیش بینی قیمت سهام با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان و تجزیه و تحلیل جز مستقل" قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در صنعت پتروشیمی در بورس رومانی را از سال ۲۰۰۸ لغایت ۲۰۱۴ جمع‌آوری کردند. ابتدا پژوهشگر تکنیک ماشین بردار پشتیبان را به تنهایی برای پیش بینی قیمت سهام مورد استفاده قرار داد و در مرحله بعد با استفاده از روش تجزیه و تحلیل جز مستقل ویژگی‌های مهم اطلاعات کسب شده را استخراج کرد و با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان سری‌های زمانی برای اطلاعات قیمتی جمع‌آوری شده پیش بینی گردید. و پس از مقایسه عملکرد این دو روش با استفاده از ریشه میانگین خطای مربع به این نتیجه دست یافت که روش ترکیبی تکنیک ماشین بردار پشتیبان و تجزیه و تحلیل جز مستقل نسبت به زمانی که از روش تکنیک ماشین بردار پشتیبان به تنهایی استفاده گردد بهتر می‌باشد. کائو و تای (۲۰۰۳) در پژوهشی با عنوان "تکنیک ماشین بردار پشتیبان با معیارهای تطابق برای پیش بینی سری‌های زمانی مالی"، برای شناسایی سری‌های زمانی در بازارهای مالی روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی از جمله روش شبکه عصبی انتشار پسر، شبکه‌های عصبی مبتنی بر پایه توابع شعاعی و تکنیک ماشین بردار پشتیبان را بکار بردند و نهایتاً به این نتیجه دست یافتند که تکنیک ماشین بردار پشتیبان برای پیش بینی سری‌های زمانی نسبت به روش‌های شبکه‌های عصبی مبتنی بر پایه توابع شعاعی و شبکه عصبی انتشار پسر عملکرد بهتری دارد.

### ۳-۲- پژوهش‌های داخلی:

یوسفی طرزجان و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان "پیش بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار با استفاده از مدل ترکیبی مبتنی بر شبکه عصبی بازگشتی و سیستم استنتاج عصبی فازی سازگار و سیستم خبره فازی" قیمت سهام شرکت فولاد مبارکه اصفهان را از فروردین ۱۳۹۵ لغایت اسفند ۱۳۹۸ جمع‌آوری کردند. سپس قیمت سهام شرکت فولاد مبارکه را به صورت جداگانه با استفاده از روش شبکه عصبی بازگشتی و سیستم استنتاج عصبی - فازی پیش بینی کردند. در گام بعد با ترکیب روش‌های عصبی بازگشتی و سیستم استنتاج عصبی - فازی به همراه وضعیت شایعات بازار و شایعات سهم و با استفاده از روش سیستم خبره فازی قیمت سهام شرکت مورد نظر را پیش بینی کردند که در نهایت پی بردند هنگامی که روش‌های مذکور جهت پیش بینی قیمت سهام با یکدیگر تلفیق گردند پیش بینی قیمت سهام کارآمدتر می‌باشد. چونی زاده و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی با عنوان "پیش بینی قیمت سهام با سیستم استنتاج فازی مبتنی بر یک شبکه تطبیقی بهبود یافته" به پیش بینی قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران پرداختند و پس از پیش بینی قیمت سهام و مقایسه قیمت پیش بینی شده با قیمت واقعی سهام به این نتیجه دست یافتند که روش سیستم استنتاج فازی با درصد خطای پایینی قیمت سهام را پیش بینی می‌کند که منجر به کاهش ریسک سرمایه گذار می‌گردد.

باجلان و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی با عنوان "پیش بینی روند قیمت سهام با استفاده از ماشین بردار پشتیبان تعدیل یافته همراه با انتخاب ویژگی هیبرید" اطلاعات قیمتی سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را در بازه زمانی ۱۳۸۴ لغایت ۱۳۹۴ را جمع‌آوری کردند و پس از پیاده سازی روش‌های مورد نظر و مقایسه نتایج آنها با یکدیگر به این نتیجه دست یافتند که عملکرد ماشین بردار پشتیبان وزن دهی شده در مورد مساله پیش بینی روند قیمت سهام به میزان قابل توجهی بهتر از ماشین بردار پشتیبان ساده می‌باشد.

طباطبایی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان "مدل سازی بازار و پیش بینی قیمت سهام با استفاده از سیستم عصبی فازی تطبیقی" اطلاعات قیمت سهام، بالاترین قیمت سهام، پایین ترین قیمت سهام، حجم معامله، شاخص قیمت سهام بورس اوراق بهادار تهران، نسبت قیمت به سود سهمی، تعداد سرمایه گذاران، تعداد دفعات سرمایه گذاری شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را در طی یک دوره ۷ ساله از سال ۱۳۸۸ لغایت ۱۳۹۴ را جمع‌آوری کردند. سپس با استفاده از سیستم استنتاجی عصبی - فازی سازگار این اطلاعات را تجزیه و تحلیل و قیمت سهام را پیش بینی کردند و سپس به این نتیجه پی بردند که نرخ پیش بینی قیمت سهام ۷۳٪ می‌باشد که این میزان برای بازار سرمایه ایران مناسب می‌باشد.

باجلان و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی با عنوان "پیش بینی روند تغییرات قیمت سهام با استفاده از ماشین بردار پشتیبان وزن دهی شده و انتخاب ویژگی هیبرید به منظور ارائه استراتژی معاملاتی بهینه" اطلاعات قیمتی شرکت‌های مورد نظر را در یک دوره زمانی ۱۰ ساله از تاریخ ۱۳۸۴ لغایت ۱۳۹۴ جمع‌آوری کردند و پس از بررسی اطلاعات جمع‌آوری شده به این نتیجه دست یافتند که مدل ماشین بردار پشتیبان وزن دهی شده همراه با روش انتخاب ویژگی هیبرید پیشنهاد شده میزان دقت پیش بینی را به میزان قابل توجهی افزایش داده و نیز نتایج معاملاتی پیشنهاد شده را نسبت به استراتژی‌های رقیب هم از لحاظ بازده کلی و هم از لحاظ میزان پیشینه ضرر در طول دوره سرمایه گذاری بهبود می‌بخشد.

فلاح پور و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی با عنوان "پیش بینی روند حرکتی قیمت سهام با استفاده از ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک در بورس اوراق بهادار تهران" اطلاعات قیمتی لازم را از ابتدای سال ۱۳۸۳ لغایت پایان سال ۱۳۸۹ جمع آوری کردند و پس از تجزیه و تحلیل داده‌های جمع آوری شده این نتیجه دست یافتند که مدل ترکیبی ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک در پیش بینی روند حرکتی قیمت سهام بسیار بهتر عمل کرده و در مقایسه با روش ماشین بردار پشتیبان ساده از دقت بالاتری برخوردار است.

شمس زاده و همکاران (۱۳۹۱) در پژوهشی با عنوان "مدلسازی و پیش بینی قیمت سهام با استفاده از مدل رگرسیون بردار پشتیبان و مقایسه آن با مدل کلاسیک میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه" اطلاعات مورد نیاز را از ابتدای سال ۱۳۸۰ لغایت پایان سال ۱۳۹۰ از پنج شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران جمع آوری کردند و پس از تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوطه به این نتیجه دست یافتند که تکنیک ماشین بردار پشتیبان نسبت به میانگین متحرک خود همبسته یکپارچه کارایی بیشتری در پیش بینی قیمت سهام دارد.

#### ۴- فرضیه‌های پژوهش:

فرضیه اول) قیمت پایانی سهام بر پیش بینی روند قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیرگذار می‌باشد.  
فرضیه دوم) نوسان قیمت پایانی سهام بر پیش بینی روند قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیرگذار می‌باشد  
فرضیه سوم) مومنتوم سهام بر پیش بینی قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیرگذار می‌باشد.  
فرضیه چهارم) نوسان شاخص کل بورس اوراق بهادار بر پیش بینی روند قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیرگذار می‌باشد.

فرضیه پنجم) مومنتوم شاخص کل بورس اوراق بهادار بر پیش بینی روند قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیرگذار می‌باشد.

فرضیه ششم) روش ماشین بردار پشتیبان توانایی پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.  
فرضیه هفتم) سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار توانایی پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد.  
فرضیه هشتم) روش ماشین بردار پشتیبان نسبت به سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را به صورت کارآمدتری پیش بینی می‌کند.

#### ۵- روش پژوهش:

این پژوهش از نظر هدف در زمره تحقیقات کاربردی در نظر گرفته می‌شود. چون در این پژوهش کارآمدی تکنیک ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار در پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار مورد مقایسه قرار می‌گیرد. از نظر ماهیت و روش در زمره تحقیقات همبستگی قرار می‌گیرد. به این دلیل که در این پژوهش روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه با استفاده از متغیرهای دیگر شناسایی می‌گردد. به عبارت دیگر رابطه علت و معلول میان متغیرهای مستقل و وابسته شناسایی می‌گردد. از نظر محتوا، این پژوهش در زمره پژوهش‌های تحقیقی قرار می‌گیرد، چون در پایان پژوهش نتایج جدیدی ارائه می‌گردد که باعث می‌گردد سرمایه‌گذاران به صورت کارآمدتر روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار را شناسایی کنند. از نظر استدلال، این پژوهش در زمره پژوهش‌های قیاسی می‌باشد، به این دلیل که در این پژوهش از فرضیات و چارچوب‌هایی که در پژوهش‌های گذشته مورد استفاده قرار گرفته شده است بهره می‌گیرد.

#### ۵-۱- روش و ابزار جمع آوری داده‌ها:

در این پژوهش برای مطالعه مبانی نظری و بررسی پیشینه پژوهش، از روش کتابخانه‌ای با بهره‌گیری از کتب و مقالات تخصصی فارسی و لاتین و پایان‌نامه‌ها استفاده خواهد شد. از آنجا که اطلاعات مربوط به متغیرهای تشکیل دهنده این پژوهش در سایت بورس اوراق بهادار تهران قابل مشاهده و جمع آوری می‌باشد، برای جمع آوری این داده‌ها به سایت مذکور مراجعه کرده و پس از انتخاب نام شرکت اطلاعات مورد در دوره زمانی فوق‌الشاره جمع آوری می‌گردند.

#### ۵-۲- جامعه و نمونه آماری:

با توجه به محدودیت‌های موجود از جمله محدودیت‌های زمانی و محدودیت‌های موجود در فرآیند جمع آوری اطلاعات و با توجه به حجم گسترده بازار و تعداد فراوان صنایع در بورس اوراق بهادار، صنعت آهن و فولاد به عنوان صنعت مورد پژوهش قرار گرفته شده است و با استفاده از معیارهای زیر و روش قضاوتی پنج شرکت از میان کلیه شرکت‌های این صنعت به عنوان نمونه برای این پژوهش انتخاب گردید:

الف) جزو شرکت‌های سرمایه‌گذاری نباشد.

ب) از زمان ورود نماد در بورس یا فرابورس، حداقل در ۶۰ درصد روزهای نعانالاتی، سهام آنها مبادله شده باشد یا به عبارت دیگر نماد باز بوده باشد (باجلان و همکاران، ۱۳۹۵).

ج) سال مالی آنها اسفند ۱۴۰۰ باشد.

د) کلیه اطلاعات مورد نیاز تحقیق در مورد آنها در دسترس باشد (چگنی و همکاران، ۱۳۹۷).

ه) شرکت در سال ۱۴۰۰ نسبت به دیگر شرکت‌های آن صنعت سودآوری بیشتری داشته باشد.

مراحل عملی پژوهش:

در این پژوهش پس از انتخاب صنعت مورد نظر و شرکت‌های مورد مطالعه با توجه به معیارهای پژوهش، ابتدا قیمت پایانی سهام شرکت‌های مورد نظر از دوره زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۰/۱۲/۲۹ به صورت هفتگی جمع‌آوری گردید. سپس از اطلاعات قیمتی سهام، نوسان قیمت سهام و مومنتوم سهام محاسبه گردید. بعد از این گام مقدار عددی شاخص کل بورس در دوره زمانی ۱۳۹۰/۰۱/۰۱ لغایت ۱۴۰۰/۱۲/۲۹ به صورت هفتگی جمع‌آوری گردید و نهایتاً نوسان شاخص کل و مومنتوم شاخص کل محاسبه گردید. بعد از این گام رابطه متغیرهای بدست آمده با روند پیش‌بینی قیمت سهام براساس رگرسیون چندگانه مورد بررسی می‌شود و در صورتی که متغیری در روند پیش‌بینی قیمت سهام تاثیرگذار نباشد، در گام بعد برای پیش‌بینی روند قیمت سهام حذف می‌شود. سپس با استفاده از متغیرهای تاثیرگذار روند پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های مورد نظر با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار مورد پیش‌بینی قرار می‌گیرد. برای اینکار اطلاعات قیمتی ۹ سال اول برای آموزش شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد و اطلاعات قیمتی دو سال آخر برای آزمایش شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از اینکه مشخص گردید هر دو تکنیک قدرت پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه را دارند، قیمت پیش‌بینی شده در سال ۱۴۰۱ با روند قیمت اصلی سهام شرکت‌های مورد مطالعه مورد مقایسه قرار می‌گیرد و کارآمدی هر کدام از دو تکنیک بر یکدیگر مشخص می‌گردد.

## ۶- متغیرها و شاخص‌های پژوهش:

با توجه به مطالعات انجام شده توسط پژوهشگران مختلف در زمینه پیش‌بینی قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار مانند مطالعات میسرا و همکاران (۲۰۱۹)، تریفاسی (۲۰۱۹)، سیف (۱۴۰۰)، و فلاح پور احمدس و همکاران (۱۳۹۸) و همکاران (۱۳۹۲) و بررسی کلیه متغیرهای در نظر گرفته شده در مطالعات آنها، پس از مصاحبه با افراد متخصص و خبره در زمینه بازار سرمایه، از میان کلیه متغیرهای مورد استفاده توسط پژوهشگران مختلف، متغیرهای قیمت پایانی سهام، نوسان قیمت پایانی سهم، مومنتوم قیمت سهام، نوسان شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، مومنتوم شاخص کل اوراق بهادار تهران برای این پژوهش انتخاب گردید که در ذیل به شرح و چگونگی اندازه‌گیری آنها پرداخته می‌شود:

### ۶-۱- قیمت پایانی سهام:

یکی از عواملی که می‌توان با استفاده از آن قیمت سهام را پیش‌بینی کرد قیمت پایانی سهام در گذشته می‌باشد. پژوهشگران مختلف نیز از این عامل به عنوان یکی از عواملی که می‌توان با آن قیمت سهام را پیش‌بینی کرد استفاده کردند (بیات و باقری، ۱۳۹۶؛ میسرا، ۲۰۱۹). تکنیکال‌ها با استفاده از روند قیمت سهام در گذشته به پیش‌بینی قیمت سهام در آینده می‌پردازند. آنها معتقد هستند روند قیمتی سهام که در گذشته رخ داده است در آینده نیز رخ داد. پس از این طریق می‌توان قیمت هر سهم را در دوره‌ای خاص با استفاده از اطلاعات گذشته پیش‌بینی نمود (قجر و همکاران، ۱۳۹۸).

### ۶-۲- نوسان قیمت سهام:

این متغیر بیان‌کننده میزان تغییر در قیمت سهام می‌باشد و به عنوان متغیری اثرگذار بر پیش‌بینی قیمت سهام در نظر گرفته می‌شود، به گونه‌ای که در پژوهش‌های مختلف مشاهده شده است که افزایش در نوسان قیمت سهام منجر به افزایش قیمت سهام می‌گردد (کاشانی پور و همکاران، ۱۳۹۲). نوسان قیمت سهام با استفاده از مشخص‌سازی میزان بازدهی هر سهم می‌تواند بازدهی یک سهم را در دوره‌ای خاص مشخص نماید و بدین طریق می‌توان به روند قیمتی سهم پی برد.

### ۶-۳- مومنتوم قیمت سهام:



مومنتوم قیمت سهام نشان دهنده جهت سرعت و اندازه حرکت قیمت سهام می‌باشد که در پژوهش‌های کرهاارت (۱۹۹۷) و کبریایی و همکاران (۱۳۹۹) به عنوان عوامل تاثیر گذار در پیش بینی قیمت سهام در آینده می‌باشد. مومنتوم قیمت سهام با مشخص سازی روند حرکتی قیمت سهام می‌تواند در درک این واقعیت که قیمت امروز نسبت به دوره قبل چگونه تغییر می‌کند به سرمایه گذار کمک فراوانی نماید (کبریایی و دهقان، ۱۳۹۹).

#### ۴-۶- نوسان شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران:

شاخص کل نشان دهنده میانگین موزون قیمت سهام شرکت پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار می‌باشد. شاخص کل بورس متاثر از تغییرات قیمت سهام می‌باشد (ذوقی، ۱۳۹۹). با توجه به وزن هر شرکت در میزان شاخص کل، تغییرات قیمت سهام شرکت‌ها منجر به تغییر مقدار عددی شاخص می‌گردد. پس می‌توان با توجه به تغییر شاخص کل میزان تغییر در قیمت سهام را پیش بینی کرد (تریفاسی، ۲۰۱۹).

#### ۵-۶- مومنتوم شاخص کل اوراق بهادار تهران:

مومنتوم شاخص بیانگر نرخ تغییر حرکت شاخص می‌باشد. با مشخص بودن مومنتوم شاخص کل بورس اوراق بهادار می‌توان قیمت هر سهم را درصدی خطا پیش بینی کرد، بدین طریق که با توجه به جهت و سرعت حرکت شاخص کل می‌توان به چگونگی حرکت قیمت سهام تشکیل دهنده شاخص پی برد (تریفاسی، ۲۰۱۹).

#### ۶-۶- اندازه گیری متغیرهای پژوهش:

در این قسمت روش اندازه گیری متغیرهای پژوهش بیان می‌گردد. متغیرهای این پژوهش به دو دسته مستقل و وابسته تقسیم می‌شوند که به شرح ذیل هستند:

متغیر وابسته:

متغیر وابسته به متغیری گفته می‌شود که از متغیر مستقل تاثیر می‌پذیرد و بر اثر تغییرات آن تغییر می‌کند و هدف محقق تشریح یا پیش بینی تغییر پذیری در آن می‌باشد. در این پژوهش متغیر وابسته پیش بینی روند قیمت سهام برای شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد که توسط متغیرهای مورد استفاده برای پیش بینی روند قیمت حرکت سهام شرکت‌های مورد مطالعه به صورت زیر مورد پیش بینی قرار می‌گیرد.

$$R_i = \alpha + \beta_1 F_1 + \beta_2 F_2 + \beta_3 F_3 + \beta_4 F_4 + \beta_5 F_5 + \epsilon_{it} \quad (1)$$

که در آن  $R_i$  روند پیش بینی شده برای قیمت هر سهم،  $F_1$  قیمت پایانی هر سهم در دوره مورد نظر،  $F_2$  نوسان قیمت هر سهم،  $F_3$  مومنتوم قیمت سهام،  $F_4$  مومنتوم شاخص کل،  $F_5$  نوسان شاخص کل می‌باشد. همچنین  $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  نیز حساسیت قیمت پایانی سهام، حساسیت نوسان قیمت هر سهم، حساسیت مومنتوم قیمت سهام، حساسیت مومنتوم شاخص کل، حساسیت نوسان شاخص کل می‌باشد.

متغیر مستقل:

متغیر مستقل به متغیری گفته می‌شود که از طریق آن متغیر وابسته تبیین و پیش بینی می‌شود. در این پژوهش متغیرهای مستقل عبارتند از قیمت پایانی سهام، نوسان قیمت سهام، مومنتوم قیمت سهام، نوسان شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران و مومنتوم شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران که بصورت زیر اندازه گیری می‌شوند:

**قیمت پایانی سهام:** برای بدست آوردن قیمت پایانی هر سهم در هر لحظه از زمان می‌توان با مراجعه با تابلوی بورس اوراق بهادار تهران، قیمت پایانی هر سهم را بدست آورد.

**نوسان قیمت سهام:** نوسان قیمت سهام بیانگر میانگین درصد تغییرات قیمت سهام در  $N$  هفته گذشته می‌باشد و به روش زیر محاسبه می‌گردد.

$$\frac{\sum_{i=t-n+1}^t \frac{p_i - p_{i-1}}{p_{i-1}}}{n} \quad (2)$$

که در آن

$P_i$ : قیمت سهم در زمان  $i$  می‌باشد. منظور از زمان  $i$  در این پژوهش قیمت‌های هفتگی هر سهم می‌باشد.

$P_{i-1}$ : قیمت سهم در هفته قبل از هفته  $i$  می‌باشد.

$n$ : تعداد دوره‌ها که به صورت هفتگی تعیین می‌گردند، می‌باشد.



t: هفته مورد نظر می باشد.

**مومنتوم سهم:** در این پژوهش مومنتوم سهم برابر است با میانگین حرکت قیمت سهام در N هفته قبل و به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\frac{\sum_{i=t-n+1}^t \gamma}{n} \quad (3)$$

$\gamma$ : میانگین تغییرات قیمت سهام می باشد. اگر قیمت یک هفته نسبت به هفته قبل افزایش یافته باشد ضریب ۱ و اگر کاهش یافته باشد ضریب -۱ می دهیم (تریفاسی، ۲۰۱۹).

**نوسان شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران:** نوسان شاخص کل میانگین درصد تغییر قیمت شاخص کل سهام را در N هفته گذشته نشان می دهد. در این پژوهش نوسان شاخص کل به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\frac{\sum_{i=t-n+1}^t \frac{I_i - I_{i-1}}{I_{i-1}}}{n} \quad (4)$$

که در آن

$I_i$ : قیمت شاخص در زمان i می باشد. منظور از زمان i در این پژوهش قیمت های هفتگی هر سهم می باشد.

$I_{i-1}$ : قیمت شاخص در هفته قبل از هفته i می باشد.

n: تعداد دوره ها که به صورت هفتگی تعیین می گردند، می باشد.

**مومنتوم شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران:** مومنتوم شاخص میانگین حرکت شاخص کل در N هفته گذشته می باشد و به صورت زیر محاسبه می گردد:

$$\frac{\sum_{i=t-n+1}^t d}{n} \quad (5)$$

$d$ : میانگین تغییرات قیمت سهام می باشد. اگر قیمت یک هفته نسبت به هفته قبل افزایش یافته باشد ضریب ۱ و اگر کاهش یافته باشد ضریب -۱ می دهیم (تریفاسی، ۲۰۱۹).

## ۷- یافته های پژوهش:

### ۷-۱- آمار توصیفی:

آمار توصیفی شامل میانگین، میانه و ... می باشد که این مقادیر برای داده های جمع آوری شده برای هر یک از متغیرهای پژوهش به شرح جدول ذیل می باشد:

جدول ۱ مقادیر برای داده های جمع آوری شده برای هر یک از متغیرهای پژوهش

مومنتوم شاخص	نوسان شاخص کل بورس اوراق بهادار	مومنتوم سهم	نوسان قیمت پایانی سهم	قیمت پایانی سهم	
۰/۱۱۶۰۲۲	۰/۰۲۱۶۸۸	۰/۰۲۰۳۳۳	۰/۰۱۸۴۹۱	۴۸۵۱/۰۲۲	میانگین
۷/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۲۱۸۷	۱/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۰۰۸۳۲	۳۳۷۹/۰۰۰	میانه
۷/۰۰۰۰۰۰	۸/۴۹۰۴۰۲	۷/۰۰۰۰۰۰	۹/۰۴۲۷۱۴	۲۶۴۵۳/۰۰	بیشینه
۱/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۹۰۴۵۹۳	۱/۰۰۰۰۰۰	۰/۰۸۹۸۷۲۸	۳۹۸/۰۰۰۰	کمینه
۰/۹۹۴۱۶۲	۰/۳۶۷۷۶۸	۷/۰۰۰۰۷۱۹	۰/۳۹۴۷۸۵	۴۲۸۷/۷۱۴	انحراف معیار
۰/۲۳۳۶۲۲	۲۲/۵۱۹۵۷	۰/۰۴۰۶۷۴	۲۲/۰۷۳۲۴	۱/۹۰۷۶۱۲	چولگی
۷/۰۵۴۵۷۹	۵۱۹/۸۰۱۶	۷/۰۰۱۶۵۴	۵۰۵/۷۹۳۹	۶/۵۴۹۹۰۰	کشیدگی

منبع: یافته های پژوهشگر

اصلی ترین شاخص مرکزی میانگین می باشد که نشان دهنده ی نقطه تعادل و مرکز ثقل توزیع است و شاخص خوبی برای نشان دادن مرکزیت داده هاست. برای مثال مقدار میانگین برای متغیر قیمت پایانی سهم ۴۸۵۱/۰۲۲ می باشد که نشان می دهد بیشتر داده ها حول این نقطه تمرکز یافته اند. بررسی فرضیه های اول تا پنجم پژوهش:

پس از جمع آوری داده‌های مورد نیاز در خصوص شرکت‌های مورد مطالعه ابتدا با استفاده از روش رگرسیون چندگانه تاثیر کلیه متغیرهای پژوهش بر پیش بینی روند قیمت سهام شناسایی گردید. بدین منظور با استفاده از نرم افزارای ویوز به شناسایی چگونگی تاثیر هر متغیر بر پیش بینی روند قیمت سهام پرداخته شد. نتایج حاصل از خروجی نرم افزارای ویوز به شرح جدول ۳ ارائه گردید:

جدول ۲ نتایج حاصل از خروجی نرم افزارای ویوز

سطح معناداری	T آماره	انراف ایتاندارد	ضریب	متغیر
۰/۶۰۰۵	۰/۵۲۴۰۵۹	۱۵۷/۳۰۱۲	۸۲/۴۳۵۱	عدد ثابت
۰/۰۰۰۰	۶۴/۱۳۶۹۵	۰/۰۱۶۰۷۶	۱/۰۳۰۹۲۹	قیمت سهام (X1)
۰/۰۱۳۸	۲/۴۷۱۴۸۲	۱۰۷۷/۳۱۹	۲۶۶۲/۵۷۴	نوسان قیمت سهام (X2)
۰/۳۰۰۲	-۱/۲۸۲۶۳۷	۱۵۱/۹۷۲۴	-۱۹۴/۹۲۵۵	مومنتوم سهام (X3)
۰/۰۰۰۰	-۴/۹۸۱۸۹۳	۳۰/۷۵۱۲۶	-۱۵۳/۱۹۹۵	نوسان بازده شاخص کل (X4)
۰/۷۵۱۳	۰/۳۱۷۱۳۰	۱۰۸/۴۰۱۶	۳۴/۳۷۷۳۸	مومنتوم شاخص (X5)

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با توجه به مقادیر سطح معناداری مشخص گردید که چون سطح معناداری متغیر قیمت پایانی سهام، نوسان قیمت سهام و نوسان بازده شاخص کل کمتر از ۰/۰۵ می باشد این متغیرها بر پیش بینی روند قیمت سهام تاثیر معناداری دارند و چون سطح معناداری متغیرهای مومنتوم سهام و مومنتوم شاخص کل بیشتر از ۰/۰۵ می باشد، تاثیر این متغیرها بر پیش بینی روند قیمت سهام معنادار نمی باشد و در گام بعد این دو متغیر برای پیش بینی روند قیمت سهام حذف می شوند. نتایج حاصل از بررسی فرضیه‌های اول تا پنجم به شرح جدول ذیل می باشد:

جدول ۳ نتایج حاصل از بررسی فرضیه‌های اول تا پنجم

تایید یا رد	فرضیه
تایید	فرضیه اول) قیمت پایانی سهام بر پیش بینی روند قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیر گذار می باشد.
تایید	فرضیه دوم) نوسان قیمت پایانی سهام بر پیش بینی روند قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیر گذار می باشد.
رد	فرضیه سوم) مومنتوم سهام بر پیش بینی قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیر گذار می باشد.
تایید	فرضیه چهارم) نوسان شاخص کل بورس اوراق بهادار بر پیش بینی روند قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیر گذار می باشد.
رد	فرضیه پنجم) مومنتوم شاخص کل بورس اوراق بهادار بر پیش بینی روند قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران تاثیر گذار می باشد.

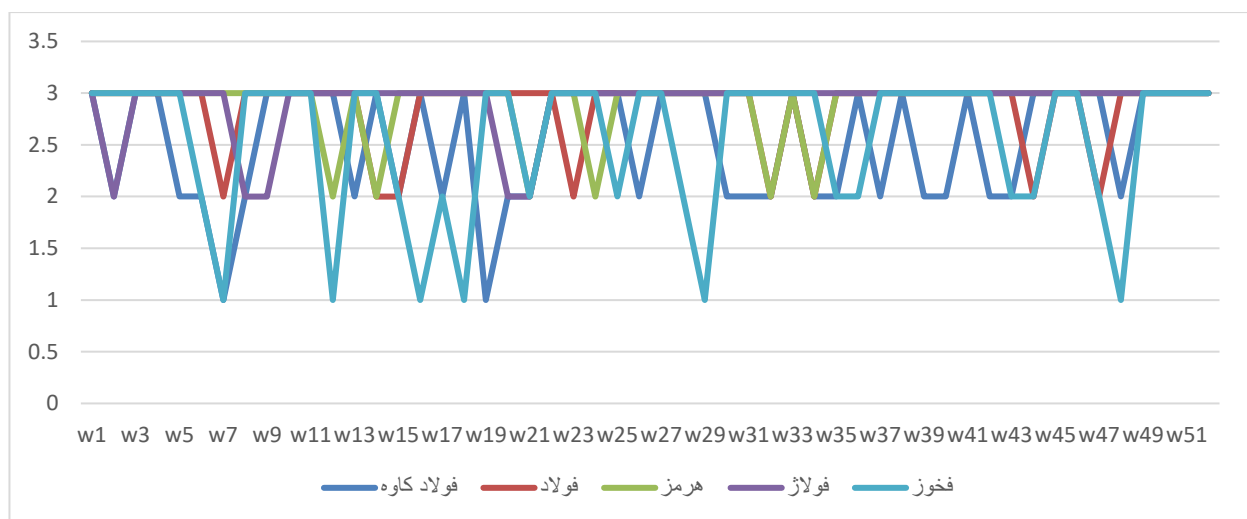
منبع: یافته‌های پژوهشگر

معادله رگرسیون چند گانه در خصوص تاثیر متغیرهای مورد نظر (پس از حذف دو متغیر مومنتوم سهام و مومنتوم شاخص کل) بر پیش بینی قیمت سهام به صورت زیر می باشد:

$$Y = 82/4351 + 1/030929 * X1 + 2662/574 * X2 - 153/1995 * X4$$

پس از شناسایی متغیرهای اثرگذار بر پیش بینی روند قیمت سهام (قیمت پایانی سهام، نوسان قیمت سهام و نوسان بازده شاخص کل)، در گام بعد با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار، روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه برای سال ۱۴۰۱ پیش بینی می‌گردد.

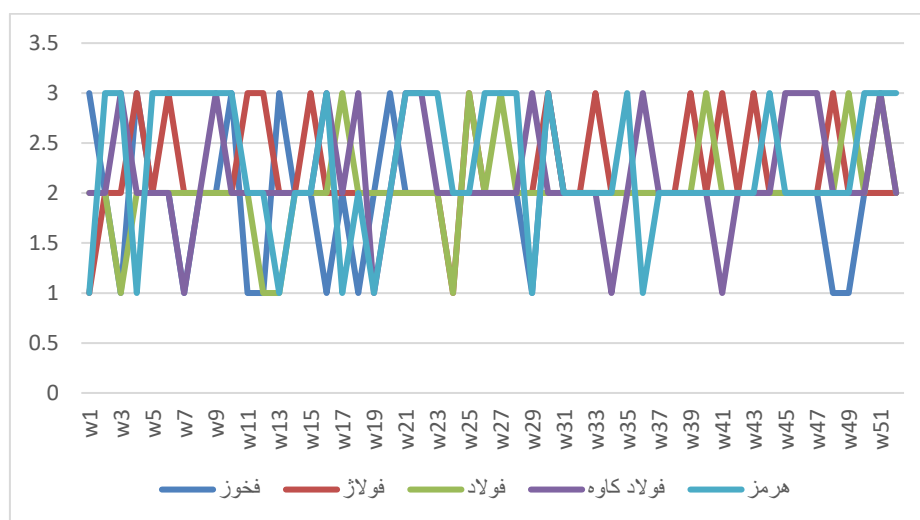
فرضیه ششم) تکنیک ماشین بردار پشتیبان توانایی پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. پس از اجرای روش ماشین بردار پشتیبان بر روی داده‌های جمع آوری شده روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه در سال ۱۴۰۱ به صورت زیر پیش بینی گردید. با توجه به جدول زیر مشخص می‌باشد روش ماشین بردار پشتیبان قدرت پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه در سال ۱۴۰۱ را دارد.



نمودار (۱) - پیش بینی روند قیمت سهام شرکت مورد مطالعه با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان

با توجه به خروجی ماشین بردار پشتیبان و بررسی نمودار مشخص گردید تکنیک ماشین بردار پشتیبان می‌تواند روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار را پیش بینی نماید.

فرضیه هفتم) سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار توانایی پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران را دارد. پس از اجرای سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار بر روی داده‌های جمع آوری شده روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه در سال ۱۴۰۱ به صورت زیر پیش بینی می‌گردد. با توجه به جدول زیر مشخص می‌باشد این تکنیک قدرت پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه در سال ۱۴۰۱ را دارد.



نمودار (۲) - پیش بینی روند قیمت سهام شرکت مورد مطالعه با استفاده از سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار

فرضیه هشتم) تکنیک ماشین بردار پشتیبان نسبت به سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار روند قیمت سهام در سال ۱۴۰۱ را در مقایسه با روند واقعی قیمت سهام، به صورت کارآمدتری پیش بینی می‌کند.

پس از اینکه مشخص گردید تکنیک ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار توانایی پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار را دارند در گام بعد باید مشخص گردد که کدام روش قدرت پیش بینی کارآمدتری نسبت به روش دیگر را دارد. بدین منظور روند قیمت پیش بینی شده و روند واقعی قیمت سهام در سال ۱۴۰۱ با یکدیگر مورد مقایسه قرار داده می‌شود و با استفاده از ضریب دقت پیش بینی در هر دو تکنیک، کارآمدی هر کدام بر دیگری مشخص می‌گردد. این ضریب برای شرکت‌های مورد مطالعه در هر دو تکنیک به شرح جدول ذیل می‌باشد و نهایتاً کارآمدی هر کدام بر دیگری مشخص می‌باشد.

جدول ۴ نتایج حاصل از بررسی کارآمدی تکنیک‌ها

کارآمدی	دقت		شرکت‌های تشکیل دهنده نمونه
	سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار	ماشین بردار پشتیبان	
سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار	۵۴۱۹۲	۵۱۱۲۵	شرکت فولاد مبارکه اصفهان (فولاد)
ماشین بردار پشتیبان	۴۶۸۰۹	۵۹۵۷۴	شرکت فولاد هرمزگان جنوب (هرمز)
ماشین بردار پشتیبان	۵۱۰۱۲	۵۴۶۵۶	شرکت فولاد آلیاژی ایران (فولاذ)
سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار	۵۶۲۷۷	۵۲۳۸۱	شرکت فولاد خوزستان (فخوز)
سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار	۶۷۰۹۳	۶۵۱۱۶	شرکت فولاد کاوه جنوب کیش (کاوه)

منبع: یافته‌های پژوهشگر

با توجه به ضرایب دقت بدست آمده از مقایسه روند قیمت شرکت‌های مورد مطالعه با روند واقعی قیمت در سال ۱۴۰۱، مشخص گردید که در شرکت فولاد هرمزگان جنوب (هرمز) و شرکت فولاد آلیاژی ایران (فولاذ) تکنیک ماشین بردار پشتیبان دقت بیشتری در پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های مذکور دارد و در شرکت فولاد مبارکه اصفهان (فولاد)، شرکت فولاد خوزستان (فخوز) و شرکت فولاد کاوه جنوب کیش (کاوه) سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار نسبت به تکنیک ماشین بردار پشتیبان کارآمدتر می‌باشد.

## ۸- نتیجه گیری و پیشنهادات:

### ۸-۱- نتیجه گیری

نتایج حاصل از بررسی فرضیه‌های پژوهش بیانگر تاثیر گذاری متغیرهای قیمت پایانی سهم، نوسان قیمت سهم و نوسان شاخص کل بر پیش بینی روند قیمت سهام برای دوره‌های آتی تاثیر گذار می‌باشد. نتایج این قسمت از پژوهش با مطالعات فلاح پور (۱۳۹۲)، باجلان (۱۳۹۵) مطابقت دارد. علت تاثیر این سه متغیر در پیش بینی روند قیمت سهام این امر است که زمانی که فرد از قیمت گذشته سهام اطلاع داشته باشد و روند تغییر قیمت سهام به صورت خطی، غیر خطی و تصادفی باشد، می‌توان با استفاده از روش‌های ریاضی ساختار منطقی برای روند قیمت را شناسایی کرد. این امر نقطه مقابل فرضیه گام تصادفی می‌باشد. این فرضیه بیان کننده این است که روند تغییرات قیمت سهام تصادفی می‌باشد و نمی‌توان آنرا پیش بینی کرد ولی با مطالعاتی که در دهه ۷۰ و ۸۰ صورت گرفت این فرضیه نقض شد و مشخص گردید با روش‌های ریاضی می‌توان روند قیمت سهام برای سال‌های آتی را شناسایی کرد (خاکی صدیق و همکاران، ۱۳۷۷). متغیر دوم که بر پیش بینی روند قیمت سهام تاثیر می‌گذارد، نوسان قیمت سهام می‌باشد. نوسان قیمت سهام نقش موثری در الگو سازی رفتار قیمت سهام دارد و عدم توجه به این موضوع منجر به اشتباه در پیش بینی قیمت سهام می‌گردد. شوک‌های بزرگ اقتصادی بر قیمت سهام تاثیر می‌گذارند و به دلیل ایجاد عدم تعادل در بازار منجر به بروز انحراف در قیمت سهام و نوسان قیمت سهام می‌گردد (مولایی و همکاران، ۱۳۹۵). تاثیر نوسان قیمت سهام بر روند قیمت سهام را می‌توان ناشی از تاثیر آن بر حجم معاملات، اندازه معاملات و سرعت گردش سهام دانست. هنگامی که نوسان قیمت سهام افزایش یابد، بیان کننده افزایش در قیمت سهام می‌باشد و سرمایه گذاران نیز نسبت به انجام معامله بر روی این گونه سهام راغب تر می‌باشند که این عوامل خود دلیلی بر تغییر قیمت سهام و نقش نوسان قیمت سهم بر این تغییر می‌باشد (اسلامی بیگدلی، ۱۳۸۸). متغیر سوم که بر روند قیمت سهام تاثیر می‌گذارد، نوسان شاخص کل می‌باشد. تاثیر این متغیر بر پیش بینی روند قیمت سهام به صورت معکوس می‌باشد. به این صورت که با تغییر در عملکرد شرکت‌ها و سودآوری آنها تقاضا برای سهام این شرکت‌ها افزایش می‌یابد و به دنبال آن قیمت سهام آنها افزایش می‌یابد که نهایتاً منجر به تغییر در شاخص کل می‌گردد (پایتختی اسکویی و همکاران، ۱۳۹۳).

شرکت‌هایی هم که عملکرد ضعیفی دارند سهام آنها با کاهش در معاملات مواجه می‌گردد و قیمت آنها کاهش می‌یابد (حیدری و بشیری، ۱۳۹۰). با توجه به افزایش معاملات شرکت‌های پربازده و افزایش در تقاضا برای سهام آنها، به مرور زمان سهام شناور این شرکت‌ها نسبت به شرکت‌های کم بازده با رشد بیشتری همراه می‌باشد و این شرکت‌ها نسبت به شرکت‌های کم بازده تاثیر بیشتری بر شاخص کل دارد. به همین دلیل است که در شرکت‌های کم بازده حتی با افزایش در شاخص کل، روند نزولی در قیمت آنها مشاهده می‌گردد. در خصوص متغیرهای مومنتوم سهام و مومنتوم شاخص کل از متغیرهای تاثیرگذار بر پیش بینی روند قیمت سهام، هیچ گونه تاثیر معناداری میان این دو متغیر و روند قیمت سهام برای سال‌های آتی مشخص نگردید که نتایج این قسمت از پژوهش با نتایج نارنجو و پورتر (۲۰۰۷)، گلاریتوس (۲۰۱۰)، چن و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت دارد. علت این امر در این می‌باشد که مومنتوم در بازارهای نوظهور نسبت به بازارهایی که قدمت بیشتری دارند، عملکرد ضعیفتری دارد (گرفین و همکاران، ۲۰۰۳). استراتژی مومنتوم زمانی کارآمد می‌باشد که دوره نگهداری سهام افزایش یابد. یعنی فرد به جای اینکه به صورت مقطعی به نگهداری سهام بپردازد، آنها را برای مدت طولانی نگهداری کند (بدری و همکاران، ۱۳۹۷). در این پژوهش نیز چون دوره بررسی تاثیر مومنتوم بر پیش بینی قیمت، بازه زمانی ده ساله می‌باشد و حتی دوره ورود برخی شرکت‌ها به بازار سرمایه کمتر از ده سال می‌باشد، تاثیر معناداری در خصوص تاثیر مومنتوم بر پیش بینی روند قیمت سهام شناسایی نگردید. فرضیه ششم پژوهش در خصوص پیش بینی روند قیمت سهام با استفاده از تکنیک ماشین بردار پشتیبان می‌باشد که مشخص گردید که این تکنیک قدرت پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه را دارد. نتایج این قسمت از پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش‌های کائو و تای (۲۰۰۱)، (کیم، ۲۰۰۳)، جوزف و همکاران (۲۰۱۹)، هنریکه و همکاران (۲۰۱۸)، سانتوس و همکاران (۲۰۱۸)، گریگوریان (۲۰۱۶)، باجلان و همکاران (۱۳۹۶)، باجلان و همکاران (۱۳۹۵)، شمس زاده و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت دارد. فرضیه هفتم پژوهش در خصوص پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه با استفاده از سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار می‌باشد که با توجه به بررسی بعمل آمده مشخص گردید این تکنیک قدرت پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه را دارد. نتایج این قسمت از پژوهش با نتایج پژوهش‌های چونی زاده و همکاران (۱۳۹۷)، یونسی و همکاران (۱۳۹۵)، باراس هد و همکاران (۲۰۲۱)، یوسفی طزرجان و همکاران (۱۴۰۰)، طباطبایی و همکاران (۱۳۹۵)، فلاح پور و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت دارد. فرضیه هشتم در خصوص مقایسه دقت دو روش ماشین بردار پشتیبان و سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار در پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های مورد مطالعه می‌باشد که مشخص گردید در شرکت‌های فولاد هرمزگان جنوب (هرمز) و شرکت فولاد آلیاژی ایران (فولاد) تکنیک ماشین بردار پشتیبان دقت بیشتری در پیش بینی روند قیمت سهام شرکت‌های مذکور دارد و در شرکت فولاد مبارکه اصفهان (فولاد)، شرکت فولاد خوزستان (فخوز) و شرکت فولاد کاوه جنوب کیش (کاوه) سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار نسبت به تکنیک ماشین بردار پشتیبان کارآمدتر می‌باشد که برتری تکنیک ماشین بردار پشتیبان بر سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار مطابق با پژوهش‌های قیاسی و همکاران (۲۰۱۵)، احمدی و همکاران (۱۳۹۳) می‌باشد. علت برتری نسبی هر دو روش بر یکدیگر این می‌باشد که تکنیک ماشین بردار پشتیبان نسبت به سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار سرعت بالاتری دارد و علت برتری این تکنیک به این علت است که بر پایه قوانین منطقی بیان شده است (ضابط پیشخانی و همکاران، ۱۳۹۵). سیستم استنتاجی عصبی فازی سازگار نیز در مواردی که فراوانی داده‌های مورد استفاده بیشتر و نیز پراکندگی آنها کمتر باشد عملکرد بهتری دارد به این دلیل که این سیستم خود یادگیرنده است و در هر مرحله، یادگیری بیشتری نسبت به مرحله قبل کسب می‌کند و داده‌هایی که اصطلاحاً پرت هستند را شناسایی می‌کند و آنها را حذف می‌کند و نهایتاً مدل بهتری را شناسایی می‌کند و هر چه دوره مورد بررسی طولانی تر و داده‌ها انحراف کمتری داشته باشند این سیستم عملکرد بهتری نسبت به تکنیک ماشین بردار پشتیبان دارد.

## ۸-۲- پیشنهادات:

چون در چند سال اخیر بورس اوراق بهادار تهران نوسانات بسیاری را تجربه کرده است و بعد از هر نوسان، قیمت سهام شرکت‌ها نیز بی رویه و بی منطق تغییر می‌کند بهتر است در مطالعاتی که در این زمینه صورت می‌گیرد، ابتدا سالهایی که نوسانات قیمتی مشاهده می‌گردد کنار گذاشته شوند و سپس پیش بینی صورت گیرد تا نتایج به صورت دقیق تر بدست آید.

با توجه به اینکه روش‌های پیش بینی مورد استفاده از روش‌های مورد استفاده در روش‌های کمی یا چارتابستی می‌باشد برای کسب نتایج دقیق تر بهتر است تحلیل‌های بنیادی نیز بصورت همزمان استفاده گردد.

با توجه به اینکه تعداد محدودی شرکت از صنعت آهن و فولاد برای تجزیه و تحلیل انتخاب گردید بهتر است پژوهش‌های دیگری نیز به صورت تخصصی در هر صنعت خاص به صورت جداگانه صورت گیرد تا برتری هر روش بر روش دیگر در هر صنعت شناسایی شود.

با توجه به اینکه بورس اوراق بهادار تهران از نظر کارایی در سطح ضعیف هم قرار نمی‌گیرد و این موضوع، پیش بینی قیمت سهام شرکت‌ها را نیز با مشکل مواجه می‌سازد، بهتر است در پژوهش‌های دیگر، بورس اوراق بهادار دیگر کشورها که از نظر کارایی در سطح نیمه قوی و قوی هستند مورد بررسی قرار گیرد.

## ۸-۳- محدودیت‌های پژوهش:

با توجه به اینکه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران فراوان می‌باشند و امکان پیش بینی روند قیمت برای همه آنها امکان پذیر نمی‌باشد، بهتر است در تعمیم نتایج به شرکت‌های دیگر جانب احتیاط رعایت شود.

## منابع:

۱. آقاخانی، کیارش، کریمی، عباس، ۱۳۹۳. بررسی روش‌های پیش بینی قیمت سهام در بازار سرمایه و معرفی روش بهینه، همایش ملی الکترونیکی دستاورهای نوین در علوم مهندسی و پایه
۲. امیررضا کعبادی، محمد احمدی، ۱۳۹۵. مقایسه کارایی روش‌های ARCH و GARCH در پیش بینی ارزش در معرض ریسک جهت انتخاب پرتفولیوی بهینه
۳. آتنا کبریایی، عبدالمجید دهقان. ۱۳۹۹. ارزیابی عوامل تعیین کننده مومنتوم قیمت در بازار سهام ایران. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۱(۴۳)، ۴۳۱-۴۵۰.
۴. چگینی، احمد، گرد، عزیز، صالحی، علی اصغر. خالوزاده حمید، خاکی صدیق علی، ۱۳۹۷. پیش بینی قیمت سهام در بازار بورس تهران با استفاده از مدل‌های خطی و غیر خطی.
۵. چونی زاده، معصومه، بزازی، امین، سلیمانی، مجتبی، پیش بینی قیمت سهام با سیستم استنتاج فازی مبتنی بر یک شبکه تطبیقی (ANFIS) بهبود یافته، (۱۳۹۷)، دومین کنفرانس ملی مهندسی و فناوری‌های ربات.
۶. ذوقی، سهیل، (۱۳۹۹)، مدیریت سرمایه گذاری و ریسک، مدرسان شریف
۷. سعید باجلان، سعید فلاحپور، ناهید دانا، ۱۳۹۵. پیش بینی روند تغییرات قیمت سهام با استفاده از ماشین بردار پشتیبان وزن دهی شده و انتخاب ویژگی هیبرید به منظور ارائه استراتژی معاملاتی بهینه. راهبرد مدیریت مالی، ۴(۳)، pp.121-148.
۸. عادل آذر، امیر افسر، پرویز احمدی، (۱۳۸۶). 'مقایسه روش‌های کلاسیک و هوش مصنوعی در پیش بینی شاخص قیمت سهام و طراحی مدل ترکیبی'، فصلنامه مدرس علوم انسانی، ۱۰(۴)، صص. ۱. magiran.com/p463593
۹. عزیززی. ۱۴۰۲. بررسی دقت ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک نسبت به روش‌های متداول خطی در پیش‌بینی سود هر سهم. راهبرد مدیریت مالی، ۱۱(۳)، ۱۲۷-۱۵۴.
۱۰. علی بیات، زینب باقری، ۱۳۹۶. پیش بینی قیمت سهام با استفاده از الگوریتم کرم شب‌تاب (FA). دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، ۱۰(۳۵)، pp.135-145
۱۱. علیزاده چمازکتی، مسعود، فتح‌آبادی، مهدی، محمود زاده، محمود، قویدل دوستکوئی، صالح. (۱۴۰۳). 'امکان یا امتناع پیش‌بینی قیمت سهام: شواهدی از صنعت پتروپالایش'، تحقیقات مالی، ۲۶(۱)، pp. 81-104. doi: 10.22059/frj.2023.359810.1007467
۱۲. فتوره چیان، ناصر، گل ارضی، غلامحسین، فلاح پور، سعید، فلاح پور، سعید، گل ارضی، غلامحسین، فتوره چیان، ناصر. (۱۳۹۲). 'پیش‌بینی روند حرکتی قیمت سهام با استفاده از ماشین بردار پشتیبان بر پایه الگوریتم ژنتیک در بورس اوراق بهادار تهران'، تحقیقات مالی، ۱۱(2)، pp. 269-288. doi: 10.22059/jfr.2013.51081
۱۳. قجر، محمود، حاصر، منوچهر، بنداری، مهرداد، ۱۳۹۸. بازار پول و سرمایه. انتشارات هوشمند تدبیر، چاپ دهم
۱۴. محمد کاشانی پور، سید حسن صالح نژاد، اسعد رضایی، داود یوسفی منش. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر تغییر میزان حد نوسان قیمت سهام بر بازده سهام و حجم معاملات شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران فصلنامه دانش حسابداری؛ 4(12): 155-174.
۱۵. محمدرضا احمدی، سید صابر درسه، محمد حسین قلم بر ۱۳۹۸. بررسی تأثیر معیارهای اعتماد بیش از حد مدیران ارشد بر خطر سقوط آتی قیمت سهام در شرکت‌های پذیرفته شده بورس اوراق بهادار تهران. پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی، ۱۱(۴۱)، pp.93-124.
۱۶. مشبکی، اصغر، کردنایج، اسدالله، فرازمنند، سجاد. ۱۳۹۲. پیش بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از انفیس، فصلنامه علمی - پژوهشی مدیریت دارایی و تامین مالی، سال اول، شماره اول، شماره پیاپی (۱)، صص ۲۷-۴۴.
۱۷. مصطفی یوسفی طرزرجان، اعظم دخت صفی صمغ آبادی، عزیزالله معماریانی، (۱۴۰۰). 'پیش بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار با استفاده از مدل ترکیبی مبتنی بر شبکه عصبی بازگشتی و سیستم استنتاج عصبی فازی سازگار و سیستم خبره فازی'، نشریه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۲(۴۶)، صص. ۵۴۰-۵۵۷. magiran.com/p2286899

۱۸. مصطفی یوسفی طرزجان، اعظم دخت صفی صمغ آبادی، عزیزالله معماریانی، (۱۴۰۰). 'پیش بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار با استفاده از مدل ترکیبی مبتنی بر شبکه عصبی بازگشتی و سیستم استنتاج عصبی فازی سازگار و سیستم خبره فازی'، نشریه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۲(۴۶)، صص. ۵۴۰-۵۵۷. [magiran.com/p228689](http://magiran.com/p228689)

۱۹. ملکیان، سید نظام الدین، موسوی، فاطمه السادات، پیش بینی قیمت سهام شرکت فراورده‌های نفتی پارس با استفاده از شبکه عصبی و روش رگرسیون مطالعه موردی: قیمت سهام شرکت فراورده‌های نفتی پارس، فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی، سال ششم، شماره دو، پیاپی ۱۸، تابستان ۱۳۹۱، صص ۱۰۵-۱۲۱

۲۰. مهدی حقیقت شهرستانی، محسن دستگیر، افسانه سروش یار، ۱۴۰۱. تأثیر محافظه‌کاری شرطی و غیرشرطی بر سطح سرمایه‌گذاری آتی و ارزش سهام. پژوهش‌های حسابداری مالی و حسابرسی، ۱۴(۵۳): ۱-۳۰.

۲۱. یونسی، مهدی، گودرزی، مصطفی، پیش بینی قیمت صادراتی پسته با استفاده از سیستم عصبی فازی، شبکه عصبی و خودرگرسیون، (۱۳۹۵)، سومین کنفرانس بی‌المللی پژوهش در علوم و تکنولوژی

22. Ammar, E. and Khalifa, H.A., 2003. Fuzzy portfolio optimization a quadratic programming approach. *Chaos, Solitons & Fractals*, 18(5), pp.1045-1054.

23. Cao, L.J. and Tay, F.E.H., 2003. Support vector machine with adaptive parameters in financial time series forecasting. *IEEE Transactions on neural networks*, 14(6), pp.1506-1518.

24. Grigoryan, H., 2016. A Stock Market Prediction Method Based on Support Vector Machines (SVM) and Independent Component Analysis (ICA). *Database Systems Journal*, 7(1).

25. Henrique, B.M., Sobreiro, V.A. and Kimura, H., 2018. Stock price prediction using support vector regression on daily and up to the minute prices. *The Journal of finance and data science*, 4(3), pp.183-201.

26. Joseph, E., Mishra, A. and Rabi, I., 2019. Forecast on close stock market prediction using support vector machine (SVM). *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING RESEARCH TECHNOLOGY (IJERT)*, 8.

27. Kim, K.J., 2003. Financial time series forecasting using support vector machines. *Neurocomputing*, 55(1-2), pp.307-319.

28. Mishra, S. and Padhy, S., 2019. An efficient portfolio construction model using stock price predicted by support vector regression. *The North American Journal of Economics and Finance*, 50, p.101027.

29. Santos, A.A.P., da Costa Jr, N.C.A. and dos Santos Coelho, L., 2007. Computational intelligence approaches and linear models in case studies of forecasting exchange rates. *Expert Systems with Applications*, 33(4), pp.816-823.

30. Sharma, D.K., Hota, H.S. and Rababaah, A.R., 2024. Forecasting US stock price using hybrid of wavelet transforms and adaptive neuro fuzzy inference system. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 15(2), pp.591-608.

31. Tripathy, Naliniprava., International Academic Conference On Management & Economics Oxford, United Kingdom., 8-10 November, 2019.



## **A comparative study of the support vector machine method and the adaptive neural-fuzzy inference method to predict the stock price trends of companies listed on the Tehran Stock Exchange**

Saeed Shahabadi<sup>4</sup>, Zahra Houshmand Neqabi<sup>5</sup>, Mehrdad Bakhtiar Dehkordi<sup>6</sup>

### Abstract

Due to the ever increasing expansion of forecasting methods in financial markets and also, since the stock price is one of the most important factors in investment decisions and its forecasting can play an important role in this field. The purpose of this research is to compare the efficiency of support vector machine methods and adaptive neural fuzzy inference system in predicting

the trend of stock prices of companies listed on the Tehran Stock Exchange. The sample used in this research is top 5 iron and steel industry companies that are accepted in Tehran Stock Exchange. In order to identify the stock price trend, five variables have been used: closing stock price, share momentum, stock price volatility, momentum of the total index of Tehran securities, volatility of the total index of Tehran securities. After collecting the desired information from 1390 to 1400, the stock price trend was predicted using the support vector machine technique and the adaptive neuro fuzzy inference system. And in order to check the forecasting accuracy, the forecasted trend was compared with the stock price trend in 1401 and the accuracy of each of the methods was obtained and finally it was determined that in three cases of the study companies adaptive neuro fuzzy inference system and in two companies the support vector machine technique predict stock price trend more efficiently.

**Keywords:** Support Vector Machine, Adaptive Neural Fuzzy Inference System, Stock Price Trend Forecasting

---

<sup>4</sup> Department of Accounting and Management, Yazd Branch, Islamic Azad University, Yazd, Iran.sa1988sh@yahoo.com

<sup>5</sup> Department of Accounting and Management, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Islamshahr, Iran (corresponding author). zahra.hooshmande@gmail.com

<sup>6</sup> Department of Accounting and Management, South Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. Mehrdadbakhtiar68@gmail.com