هفتمین کنفرانس ملی مباحث نوین در کامپیوتر و فناوری اطلاعات
7th National Conference on Advanced Topics in Computer and Information Technology
۲ آذر ماه ۱۴۰۲

مدلی جهت پیش‌بینی قیمت سهام بورس با استفاده از الگوریتم‌های چندگانه داده کاوی

علی آب کناری[۱]، علیرضا صفائی[۲]

(۱) گروه کامپیوتر، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران
ali.abkenari75@gmail.com
(۲) گروه کامپیوتر، واحد ماهشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، ماهشهر، ایران
alisafasafaei@yahoo.com

چکیده : در دنیای امروز با توجه به تغییر سبک زندگی، مردم به دنبال روشی برای بهبود و پیشرفت وضع اقتصادی خود هستند. یکی از راه‌ها، سرمایه‌گذاری است که ابعاد مختلف دارد. بورس اوراق بهادار جزء بازارهای اصلی سرمایه‌ای کشور است که کوچکترین نوسانات عملیاتی آن اثرات بسیاری در اقتصاد کشور خواهد گذاشت و معامله‌گران حقوقی و حقیقی بی‌شماری از محل تجارت سهام شرکت‌ها در این بازار به مدیریت اقتصاد بنگاه‌ها و خانوار می‌پردازند. دلیل اصلی که مردم در بازار سهام سرمایه‌گذاری می‌کنند، بدست آوردن سود است که لازمه آن داشتن اطلاعات درست از بازار و تغییرات سهام و پیش‌بینی روند آینده آن است بنابراین سرمایه‌گذار، نیازمند ابزارهای لازم قدرتمند و قابل اعتماد است که از طریق آن به پیش‌بینی قیمت سهام بپردازد. لذا در این پژوهش سعی نمودیم جهت پیش‌بینی قیمت سهام در بورس از الگوریتم‌های چندگانه داده کاوی همچون شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم مبتنی بر رای‌گیری حداکثری استفاده نماییم. نتایج بدست آمده بر روی مجموعه داده بازار بورس سهام که از سایت UCI دریافت شد حاکی از آن است که روش پیشنهادی با دقت ۹۵.۱۷ درصد برای داده‌های آموزشی و دقت ۹۳.۷۴ درصد برای داده‌های آزمایشی قادر به تشخیص و پیش‌بینی قیمت سهام بورس می‌باشد.

کلمات کلیدی: پیش‌بینی- قیمت- سهام- بورس- داده کاوی

۱ – مقدمه

بورس اوراق بهادار که به معنی یک بازار متشکل و رسمی سرمایه است که در آن خرید و فروش سهام شرکت‌ها یا اوراق قرضه دولتی یا موسسات معتبر خصوصی، تحت ضوابط و قوانین و مقررات خاصی انجام می‌شود به همین دلیل پیش‌بینی این بازار یکی از مهمترین علاقه پژوهشگران و محققان مالی است. یکی از مهمترین اطلاعات در بازار بورس اوراق بهادار برای سرمایه‌گذاران، اطلاعات قیمت سهام است. وضعیت آینده سهام ارائه شده توسط شرکت‌ها در پیش‌بینی بازار سهام بسیار مهم است[۱]. یک پیش‌بینی از وضعیت مالی آینده شرکت‌ها امنیت را برای ایجاد یک سرمایه‌گذاری سودآور و مطمئن برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کند. در حقیقت پراکندگی قیمت سهام تحت‌تأثیر عوامل کلان اقتصادی مانند وقایع سیاسی، سیاست‌های شرکت‌ها، شرایط اقتصادی، نرخ بهره، نرخ تورم، انتظارات سرمایه‌گذاران، سرمایه‌گذاران سنتی، انتخاب و فاکتورهای فیزیکی و روانی سرمایه‌گذاران می‌باشد بنابرین امروزه پیش‌بینی قیمت سهام نه فقط خیلی چالش‌انگیز هست بلکه مورد علاقه زیاد سرمایه‌گذاران می‌باشد[۲]. این بازارهای مالی به دلیل خصوصیات منحصر به فردی نظیر عدم نیاز به سرمایه کلان، سادگی و کم هزینه بودن معاملاتشان در عصر اخیر به یکی از پرطرفدارترین حوزه‌های سرمایه‌گذاری تبدیل شده‌اند. حکومت‌ها و دولت‌ها نیز به این دلیل که می‌توانند با گرد هم آوردن سرمایه‌های اندک و سرمایه‌های کلان

بودجه‌های عظیمی برای امور کشوری فراهم کنند همواره به گسترش این بازارها کمک کرده و با تصویب قوانین متعددی از جمله معافیت‌های مالیاتی در تلاش برای کشاندن پس‌اندازهای مردم به این بازارها بوده‌اند[۳و۴]. به‌دلیل همین خصوصیات حجم عظیمی از سرمایه‌گذاران به این حوزه وارد شده و این بازارها با سرعت چشمگیری نیز در حال رشد هستند. این حجم زیاد سرمایه‌گذاران برای کسب سود از این بازارها وارد آن شده و لذا همواره به دنبال راه‌هایی برای افزایش دامنه سود خود بوده‌اند که این مسئله باعث شده است که سرمایه‌گذاران همواره به دنبال پیش‌بینی اتفاقات آینده و قیمت‌ها در بازار بوده و از این طریق کسب سود کنند به همین دلیل است که همزمان با رشد این بازارها، مدل‌های بسیار متنوعی برای پیش‌بینی بوجود آمده و در حال گسترش نیز هستند. به طور کلی شاید بتوان سرمایه‌گذاران را به دو دسته تقسیم کرد آنها که به مدل کارایی بازار سرمایه اعتقاد داشته و به پیش‌بینی این بازارها معتقد نیستند و آنهایی که به روش‌های مختلفی به پیش‌بینی در این بازارها می‌پردازند[۵و۶].

۲– بورس اوراق بهادار

در بیشتر کشورهای پیشرفته و در حال توسعه به منابع عظیم مالی بازارهای بورس اوراق بهادار برای سرمایه‌گذاری‌های کلان و بلندمدت تکیه می‌شود. بوسیله بازارهای بورس اوراق بهادار در چارچوب قوانین و مقررات خاص می‌توان علاوه بر ایجاد اطمینان در سرمایه‌گذاران داخلی سرمایه‌های خارجی را نیز جذب نمود. در صورتی که بازارهای بورس اوراق بهادار در هر کشور طبق شرایط، موقعیت‌ها، امکانات، قوانین و مقررات موجود ایجاد شوند نقش بسیار حیاتی در رشد و توسعه اقتصادی و اجتماعی ایفا می‌کنند و در صورتی که تشکیل این بازارها با مشکلات ساختاری توام باشد نه تنها مشکلی را برطرف نمی‌نماید بلکه خود بصورت مشکل مضاعف در می‌آید[۷]. با توجه به پویایی دنیای کنونی و تحولات سریعی که در ابداعات و اختراعات صورت می‌گیرد کشوری می‌تواند ادعا کند اقتصادی سالم و مطمئن دارد که به یک بخش مالی و بازار سرمایه کارا متکی باشد. هرچند سیستم بانکی در بسیاری کشورها یکی از مهمترین منابع برای سرمایه‌گذاری‌های کلان است اما نمی‌تواند به تنهایی منابع لازم جهت رشد و توسعه اقتصادی کشور را فراهم آورد. در صورتی که بازار بورس اوراق بهادار پذیرای سرمایه‌گذاران مختلف با انگیزه‌ها و درجه‌های ریسک‌پذیری متفاوت است و اگر این بازارها طوری عمل کنند که سرمایه‌گذاران بتوانند بازدهی طبق ریسک‌پذیری خود را بدست آورند منابع بطور بهینه تخصیص می‌یابد و بازار کارا می‌شود. با توجه به نقش بورس اوراق بهادار در بهبود ساختار اقتصادی و به دنبال آن رشد و توسعه اقتصادی، اجتماعی و سیاسی بررسی وضعیت بورس اوراق بهادار و توانایی این بازار جهت تحقق اهداف ملی بعنوان منبع اصلی تامین مالی باید مورد توجه قرار گیرد[۸].

۳– شاخص قیمت سهام و اهمیت محاسبه آن

شاخص کمیتی است نسبی که نماینده چند کمیت همگن بوده و جهت و میزان تغییر کمیت‌های موردنظر را در طول زمان نشان می‌دهد. در واقع شاخص قیمت سهام روند کلی حرکت بازار سرمایه و میزان موفقیت یا عدم موفقیت این بازار را نشان می‌دهد. تاریخ پایه، عدد پایه و تعداد شرکت‌ها در بورس‌های مختلف، متفاوت است بنابراین مقایسه آنها با هم بی‌معنی خواهد بود. تنها معیار قابل سنجش میزان تغییر شاخص قیمت سهام در مقایسه با دوره قبل می‌باشد. تعداد شرکت‌هایی که برای محاسبه شاخص انتخاب می‌شوند ممکن است تمام شرکت‌های عضو بورس یا شرکت‌های فعال بورس باشند[۹].

۳-۱- روش‌های سنتی پیش‌بینی قیمت سهام

قبل از وجود رایانه‌ها و استفاده از آنها برای پیش‌بینی در بورس اوراق بهادار کار پیش‌بینی با روش‌های دیگری انجام می‌گرفت. سرمایه‌گذاران از شیوه‌های مختلف پیش‌بینی برای حداکثر کردن بازده و حداقل کردن ریسک استفاده می‌کردند که عبارتند از تجزیه و تحلیل بنیادی و تجزیه و تحلیل تکنیکی که در تحلیل بنیادی به ارزش ذاتی سهام توجه می‌شود و در تحلیل تکنیکی با توجه به روند گذشته قیمت سهام به پیش‌بینی قیمت سهام پرداخته می‌شود.

۳-۲- روش‌های مدرن تجزیه و تحلیل قیمت در بازار بورس

دانشمندان علوم ریاضی روش‌های جدید کاربرد مدل‌های غیرخطی و همچنین تکنیک‌های پیشرفته برای پیش‌بینی قیمت‌ها در بازار بورس ابداع کردند. که از جایگاه ویژه‌ای در علوم مختلف و بویژه اقتصاد برخوردار شده است و متخصصین سیستم‌های غیرخطی سعی در توضیح رفتار قیمت سهام و پیش‌بینی آن از طریق روش‌های پیشرفته غیرخطی کرده‌اند. استفاده از روش‌های هوش مصنوعی از زمره اینگونه فعالیت‌ها است.

۴- کاربرد داده‌کاوی در بازار سهام

پیش‌بینی‌های سهام با تکنیک داده‌کاوی یکی از مهمترین موضوعات در سرمایه‌گذاری و یکی از موضوعات جالب در تحقیقات بازارهای مالی در دهه گذشته است. تلاش‌های بسیاری برای پیش‌بینی اطلاعات بازار سهام با استفاده از روش‌های آماری و سنتی صورت گرفته اما این روش‌ها برای تحلیل این میزان از اطلاعات چندان کافی نیست[۱۰]. داده‌کاوی یکی از مهمترین ابزارهای فناوری اطلاعات در دنیای تجارت رقابتی امروز است این روش قادر به کشف الگوهای پنهان و پیش‌بینی روندهای آتی و رفتارها در بازار سهام است. اصطلاح بازار سهام به بازاری اطلاق می‌شود که قادر به معامله سهام سهامداران گروهی و دیگر اوراق بهادار و اوراق مشتقه است. این سهام در بازار سهامی که موسسات و شرکت‌های سهامی یا سازمان‌های متخصص در تجارت برای خریداران و فروشندگان سهام و اوراق بهادار گردآوری کرده‌اند درج و معامله می‌شوند. عموما داده‌کاوی که بعضی مواقع کشف داده یا دانش نیز نامیده می‌شود فرآیند تحلیل داده‌ها از دورنماهای متفاوت و خلاصه کردن آنها به اطلاعات مفید است. به صورت فنی داده‌کاوی فرآیند کشف ارتباطات و الگوهای میان ده‌ها زمینه در پایگاه‌های داده بزرگ مربوط است. پیش‌بینی رفتار بازار از پایگاه داده سهام بسیار مشکل و چالش‌برانگیز است زیرا قیمت‌های سهام بسیار پویا هستند[۱۱و۱۲].

۴-۱- درخت تصمیم

درخت تصمیم[1] یکی از معروف‌ترین روش‌های دسته‌بندی داده‌ها در داده کاوی است که برای کمک به تصمیم‌گیری ساخته می‌شود. از این ساختار برای تقسیم مجموعه‌ای بزرگ از داده‌های جمع‌آوری شده به مجموعه‌های کوچک‌تر استفاده می‌شود، این عمل به واسطه یک مجموعه از قوانین ساده تصمیم‌گیری صورت می‌گیرد. در هر تقسیم‌بندی متوالی، اعضای مجموعه‌های حاصل بیش از پیش به یکدیگر شبیه می‌شوند. درخت تصمیم یک تقسیم‌بندی کننده بازگشتی فضای نمونه است. این مدل از چند گره و یک ریشه تشکیل شده است و همه گره‌ها به جز ریشه دقیقا یک لبه ورودی دارند. یک درخت تصمیم با یک گره اولیه شروع می‌شود که پس از آن پیامدهای احتمالی به صورت شاخه‌هایی از آن منشعب شده و هر کدام از آن پیامدها به گره‌های دیگری منجر شده که آنها نیز شاخه‌هایی از احتمالات دیگر را ایجاد می‌کنند. به گره‌های بدون خروجی برگ گفته می‌شود (به عنوان گره‌های انتهایی یا تصمیم‌گیری نیز شناخته می‌شود). در یک درخت تصمیم، هر گره داخلی فضای نمونه را به دو یا چند فضای فرعی تقسیم می‌کند که یک تابع گسسته خاص از مقادیر ویژگی‌های ورودی است[۱۳].

۴-۲- ماشین‌های بردار پشتیبان

ماشین بردار پشتیبان[2] یک روش بسیار موثر برای رگرسیون، دسته‌بندی و تشخیص الگوی کلی هستند اما به طور گسترده در اهداف دسته‌بندی استفاده می‌شوند. هدف از اجرای الگوریتم ماشین‌های بردار پشتیبان پیدا کردن یک هایپرپلین یا زیرصفحه[3] در یک فضای N بعدی (N برابر است با تعداد ویژگی‌ها) است که به طور مشخص نقاط داده را دسته‌بندی می‌کند. برای جدا کردن دو دسته از نقاط داده می‌توان زیرصفحه‌های زیادی را انتخاب کرد اما در این روش هدف ما یافتن صفحه‌ای است که دارای حداکثر حاشیه باشد، به این معنی که باید بین نقاط داده هر دسته با دسته دیگر حداکثر فاصله وجود داشته باشد تا نقاط آینده را بتوان را با اطمینان بیشتری دسته‌بندی کرد. زیرصفحه‌ها مرزهای تصمیم‌گیری هستند که به دسته‌بندی نقاط داده کمک می‌کنند. نقاط داده‌ای که در دو طرف زیرصفحه‌ها قرار دارند را می‌توان به دسته‌های مختلف نسبت داد. همچنین ابعاد زیرصفحه‌ها به تعداد ویژگی‌ها بستگی دارد. به عنوان مثال اگر دو ویژگی ورودی داشته باشیم زیرصفحه فقط یک خط دارد و اگر سه ویژگی ورودی داشته باشیم آنگاه زیرصفحه به به صفحه‌ای دو بعدی تبدیل می‌شود[۱۴].

۴-۳- شبکه‌های عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی[4] یکی از روش‌های دسته‌بندی داده‌ها در داده کاوی است که در آن مدل یاد گرفته شده به صورت مجموعه‌ای از گره‌های به هم متصل به همراه ارتباطات وزن‌دار آنها نمایش داده می‌شود. شبکه‌های عصبی برای تشخیص روابط در داده‌های با حجم بالا از عملکرد مغز انسان الگو می‌گیرند به همین دلیل در نام آنها از واژه نورون استفاده شده است و دارای دو نوع زیستی و مصنوعی هستند. شبکه‌های عصبی در فرآیند آموزش خود اطلاعات مربوطه را در شبکه ذخیره می‌کنند. این شبکه توانایی یادگیری دارد و می‌تواند

[1] Decision Tree
[2] Support Vector Machines
[3] Hyperplane
[4] Artificial Neural Networks

با توجه به اطلاعات اولیه چیزی را فرا بگیرد و یا براساس آموخته‌های خود تصمیم‌گیری کند. شبکه‌های عصبی می‌توانند با تغییر ورودی سازگار شوند به همین دلیل بدون نیاز به طراحی مجدد معیارهای خروجی می‌توانند بهترین نتیجه ممکن را تولید کنند. همان طور که گفتیم یک شبکه عصبی مانند شبکه عصبی مغز انسان عمل می‌کند که نورون در آن یک تابع ریاضی است و اطلاعات را با توجه به معماری خاص خود جمع‌آوری و طبقه‌بندی می‌کند. این شبکه شباهت زیادی به روش‌های آماری مانند برازش منحنی و تحلیل رگرسیون دارد. یک شبکه عصبی شامل چند لایه از گره‌های به هم پیوسته است. هر گره یک گیرنده است و شبیه به یک رگرسیون خطی چندگانه است. شبکه‌های عصبی که ریشه در هوش مصنوعی دارند به سرعت در توسعه سیستم‌های تجاری محبوبیت پیدا کردند و امروزه از آنها در نرم‌افزارهای مختلف مالی، تحقیقات بازار، پیش‌بینی و بازاریابی، کشف تقلب و ارزیابی ریسک استفاده می‌شود. همچنین شبکه‌های عصبی کاربردهای گوناگونی در پیش‌بینی قیمت در بازار سهام دارند. شبکه‌های عصبی در دنیای مالی به طبقه‌بندی اوراق بهادار، کشف تقلب، ارزیابی ریسک و ساخت شاخص‌های مالی کمک می‌کنند[۱۵].

۵- کارهای پیشین

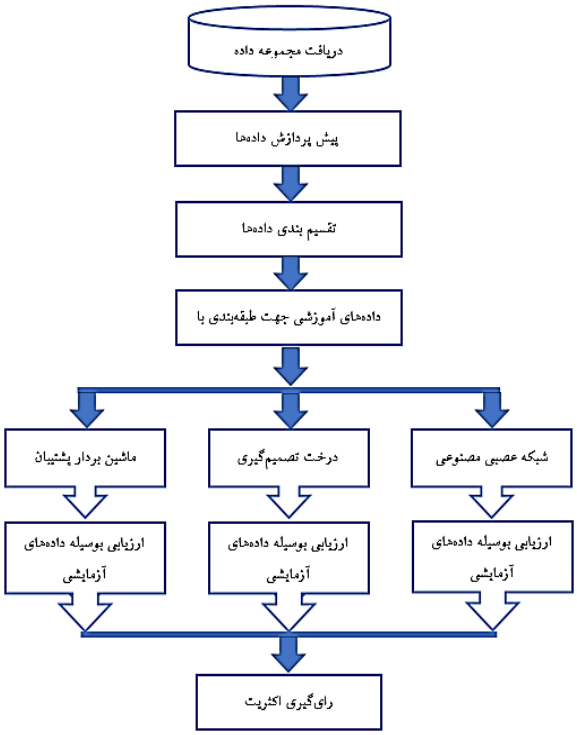
مالاو (۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از مدل عصبی مصنوعی استفاده از داده‌های بزرگ از ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۶ را بررسی کرده است. از آزمایشات مشاهده شده است که میزان دقت در حداکثر موارد به بیش از ۹۰ درصد می‌رسد و همچنین پایه محکم را فراهم می‌کند که اگر با داده‌های اخیر آموزش داده شود این مدل دقیق‌تر خواهد بود. ترکیب مورد نظر از تحلیل احساسات و شبکه‌های عصبی برای ایجاد رابطه آماری بین سوابق داده‌های عددی تاریخی یک سهام خاص و سایر عوامل احساساتی استفاده می‌شود که می‌تواند بر قیمت سهام تأثیر بگذارد[۱۶]. محمد زوبیر (۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان توسعه سیستم پیش‌بینی روند بورس اوراق بهادار با استفاده از رگرسیون چندگانه را مورد بررسی قرار داده است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که سیستم پیشنهادی با دقت پیش‌بینی۹۵ درصد در مجموعه داده‌های 100 شاخص KSE, ۸۹ درصد، در سیمان خوش شانس ، ۹۷ درصد در مجموعه داده های شرکت ابوت به دست آمده است. علاوه بر این، رابط کاربر پسند برای کمک به افراد و شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری یا نبودن سهام خاص مشخص شده است[۱۷]. آرچانا (۲۰۱۹) هدف اصلی ساختن یک مدل با کمک تکنیک‌های داده کاوی مانند K نزدیکترین همسایه که می‌تواند برای طبقه‌بندی و رگرسیون در ترکیب با تکنیک‌های یادگیری ماشینی مانند الگوریتم ژنتیک، ماشین بردار پشتیبان به همراه انالیز احساسی استفاده شود. براساس متن شبکه‌های اجتماعی که قیمت سهام برای شرکت‌ها را پیش‌بینی می‌کند این سیستم در صورت اجرای صحیح به سرمایه‌گذاران و کاربران جدید کمک می‌کند تا فرایند سرمایه‌گذاری را شروع کنند و می‌توانند مزایای ناعادلانه‌ای هم داشته باشند. این سیستم با در نظر گرفتن پارامترهای ورودی و داده‌هایی که اضافه کاری در نظر گرفته می‌شود قابل افزایش است. الگوریتم‌های اجرا شده یکدیگر را تکمیل می‌کنند یعنی اگر نتایج با هم تجزیه و تحلیل شوند، می‌توان برنامه‌های سرمایه‌گذاری بهتری ایجاد کرد. همچنین مدل احساساتی به تنهایی پایه و اساس سرمایه‌گذاری را فراهم می‌کند دقت کلی سیستم در حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد است که به نظر می‌رسد در چنین محیط بی‌ثبات منطقی است[۱۸]. جعفر باباجانی و همکاران (۲۰۱۹) پژوهشی با عنوان پیش‌بینی قیمت سهام در بورس تهران با استفاده از شبکه عصبی بازگشتی بهینه شده با الگوریتم کلونی زنبورعسل مصنوعی را مورد بررسی قرار داده است. نتایج نشان دهنده آن است که استفاده از شبکه عصبی بهینه شده با الگوریتم کلونی زنبورعسل مصنوعی، دقت قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با سایر روش‌های پیش‌بینی دارد[۱۹].

۶- شرح روش پیشنهادی

در این تحقیق جهت پیش‌بینی قیمت سهام در بورس از الگوریتم‌های چندگانه داده کاوی (الگوریتم‌های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم) استفاده نمودیم. بنابراین همانطور که در شکل (۱) نشان داده شده است پس از دریافت مجموعه داده بازار بورس سهام (داو جونز[5]) که در سایت UCI[6] موجود می‌باشد به اعمال پیش‌پردازش بر روی داده‌های آن پرداخته و داده‌های مورد نظر را در بازه بین صفر و یک مورد نرمال‌سازی قرار دادیم و در ادامه با استفاده از روش هولداوت داده‌ها به دو مجموعه داده آموزشی و

[5] Dow Jones
[6] https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/dow%2Bjones%2Bindex

آزمایشی با نسبت ۷۰ به ۳۰ درصد تقسیم شدند. پس از تقسیم‌بندی داده‌ها به ایجاد و ساخت الگوریتم‌های مورد استفاده پرداختیم و در ادامه به آموزش و ارزیابی هر یک از طبقه‌بندهای مورد نظر به تعداد ۱۰۰۱ مرتبه پرداخته شد و پس از رای‌گیری حداکثری از برچسب‌های هرکدام از طبقه‌بندهای ذکر شده به ارزیابی آنها براساس معیارهای مورد نظر پرداختیم و در نهایت از نتایج هرکدام از معیارها میانگین‌گیری نمودیم و پاسخ بدست آمده را بعنوان پاسخ نهایی در نظر گرفتیم.



شکل ۳ : فلوچارت روش پیشنهادی

لازم به ذکر است که در روش پیشنهادی از سه الگوریتم شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم جهت طبقه‌بندی داده‌ها استفاده نمودیم. بدین منظور هرکدام از طبقه‌بندهای ذکر شده پس از ایجاد با استفاده از مجموعه داده آموزشی و به تعداد تکرار فرد یعنی ۱۰۰۱ مرتبه مورد آموزش قرار گرفته می‌شوند و پس از اتمام تعداد تکرارهای فرد انتخاب شده به رای‌گیری حداکثری از بین سطرهای برچسب‌های ایجاد شده در هر طبقه‌بند پرداخته و آن برچسبی که بیشترین تکرار را داشته است به عنوان برچسب نهایی انتخاب می‌شود. این کار برای سطر به سطر برچسب‌های پیشنهاد داده شده توسط هر کدام از طبقه‌بندهای مورد استفاده برای هر نمونه انجام می‌شود و در نهایت یک ستون برچسب پیشنهاد شده توسط رای‌گیری حداکثری وجود خواهد داشت که براساس آن به بررسی معیارهای ارزیابی پرداخته می‌شود.

۷- ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی

در این تحقیق با استفاده از ماتریس درهم‌ریختگی از معیارهای دقت[7]، حساسیت[8]، صحت[9] و F جهت ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی استفاده نمودیم.

$$Accuracy = 100 * \left(\frac{N_{TP} + N_{TN}}{N_{TP} + N_{FN} + N_{TN} + N_{FP}}\right)$$

$$Sensitivity = 100 * \left(\frac{N_{TP}}{N_{TP} + N_{FN}}\right)$$

$$precision = 100 * \left(\frac{N_{TP}}{N_{TP} + N_{FP}}\right)$$

$$F - Measur = 2 \times \left(\frac{sensitivity \times precision}{sensitivity + precision}\right)$$

در این معادلات، N_{TP} تعداد درستی‌های مثبت، N_{TN} تعداد درستی‌های منفی، N_{FP} تعداد خطاهای مثبت و N_{FN} تعداد خطاهای منفی است.

۸- نتایج بدست آمده

در این بخش نتایج بدست آمده از هرکدام از طبقه‌بندهای مورد استفاده با اعمال رای‌گیری حداکثری بوسیله داده‌های آموزشی مورد بحث و بررسی قرار گرفته خواهد شد که در اشکال (۲) و (۳) نشان داده شده است.

[7] Accuracy
[8] Sensitivity
[9] Precision

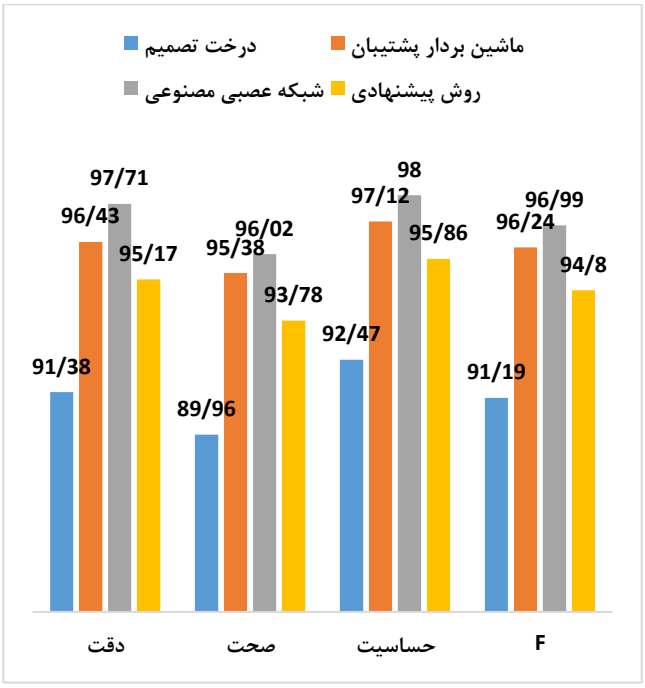




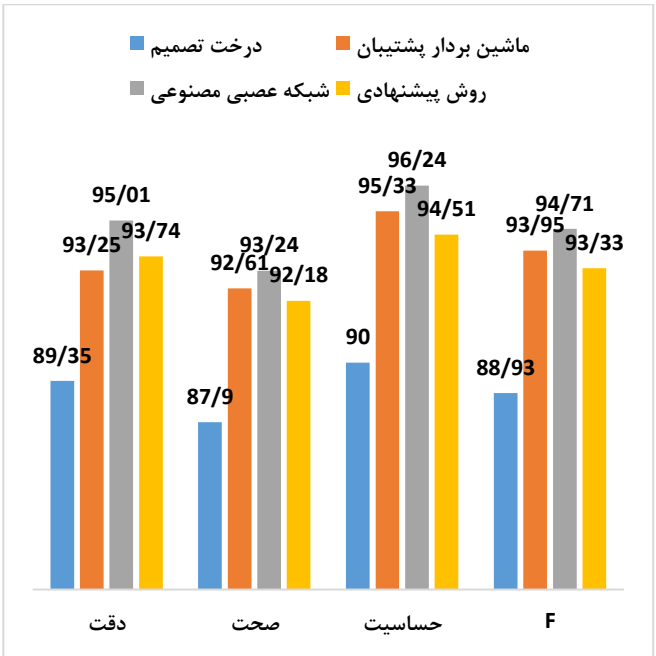








شکل ۲: مقایسه نتایج روش پیشنهادی و طبقه‌بندهای مورد استفاده بوسیله داده‌های آموزشی



شکل ۳: مقایسه نتایج روش پیشنهادی و طبقه‌بندهای مورد استفاده بوسیله داده‌های آموزشی

۹- نتیجه گیری

در این پژوهش سعی نمودیم جهت پیش‌بینی قیمت سهام در بورس از الگوریتم‌های چندگانه شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم مبتنی بر رای‌گیری حداکثری استفاده نماییم. داده‌های مورد نیاز در این تحقیق مجموعه داده بازار بورس سهام است که از سایت UCI دریافت شده است که پس از دریافت مجموعه داده مورد نظر و پیش‌پردازش بر روی داده‌های آن صورت گرفت و در ادامه داده‌ها با نسبت ۷۰ به ۳۰ درصد به دو دسته آموزشی و آزمایشی تقسیم‌بندی شدند. سپس به آموزش و ارزیابی هر کدام از الگوریتم‌های چندگانه شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم به تعداد ۱۰۰۱ مرتبه پرداخته شد و پس از رای‌گیری حداکثری به ارزیابی آنها پرداختیم و در پایان با میانگین‌گیری از نتایج هرکدام از معیارها، پاسخ بدست آمده به عنوان پاسخ نهایی در نظر گرفته شد. بنابراین نتایج بدست آمده حاکی از آن است که روش پیشنهادی با دقت ۹۵.۱۷ درصد برای داده‌های آموزشی و دقت ۹۳.۷۴ درصد برای داده‌های آزمایشی قادر به تشخیص و پیش‌بینی قیمت سهام بورس می‌باشد. همچنین مقایسه نتایج روش پیشنهادی با هریک از طبقه‌بندهای مورد نظر برای داده‌های آموزشی و داده‌های آزمایشی نشان داد که معیارهای مورد بررسی در شبکه عصبی مصنوعی هم برای داده‌های آموزشی و هم برای داده‌های آزمایشی نسبت به ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم از نتایج بالاتری برخوردار است و درخت تصمیم کمترین میزان نتایج را نسبت شبکه عصبی مصنوعی و ماشین بردار پشتیبان دارا می‌باشد. بنابراین با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت روش پیشنهادی نسبت به روش‌های منفرد از عملکرد و کارایی خوبی برخوردار است.

مراجع

[1] Ratchagit, M., & Xu, H. (2022). A two-delay combination model for stock price prediction. *Mathematics*, *10*(19), 3447.

[2] Mehtab, S., & Sen, J. (2020). A time series analysis-based stock price prediction using machine learning and deep learning models. *arXiv preprint arXiv:2004.11697*.

[3] Hu, Z., Zhao, Y., & Khushi, M. (2021). A survey of

price prediction using artificial neural model: an application of big data. *EAI Endorsed Transactions on Scalable Information Systems*, *6*(20), e1-e1.

[17] Asghar, M. Z., Rahman, F., Kundi, F. M., & Ahmad, S. (2019). Development of stock market trend prediction system using multiple regression. *Computational and mathematical organization theory*, *25*(3), 271-301.

[18] Archana Gupta, Pranay Bhatia, Kashyap Dave, Pritesh Jain, (2019). Stock Market Prediction Using Data Mining Techniques. 9nd International Conference on Advances in Science & Technology (ICAST-2019) K.J. Somaiya Institute of Engineering & Information Technology, University of Mumbai, Maharashtra, India.pp.61-144.

[19] Jafar Babajani, Mohammadreza Taghva, Ghasem Bulu Mohsen Abdollahi, (2019), Forecasting Stock Prices in Tehran Stock Exchange Using Recurrent Neural Network Optimized by Artificial Bee Colony Algorithm, ournal of Financial Management Strategy, 7(25), pp195-238.

forex and stock price prediction using deep learning. *Applied System Innovation*, *4*(1), 9.

[4] Kumar, D., Sarangi, P. K., & Verma, R. (2022). A systematic review of stock market prediction using machine learning and statistical techniques. *Materials Today: Proceedings*, *49*, 3187-3191.

[5] Andi, H. K. (2021). An accurate bitcoin price prediction using logistic regression with LSTM machine learning model. *Journal of Soft Computing Paradigm*, *3*(3), 205-217.

[6] Sen, J., Mehtab, S., & Nath, G. (2020). Stock price prediction using deep learning models. *Lattice-The Machine Learning Journal*, *1*(3), 34-40.

[7] Liu, J., Chao, F., Lin, Y. C., & Lin, C. M. (2019). Stock prices prediction using deep learning models. *arXiv preprint arXiv:1909.12227*.

[8] Aldhyani, T. H., & Alzahrani, A. (2022). Framework for predicting and modeling stock market prices based on deep learning algorithms. *Electronics*, *11*(19), 3149.

[9] Yang, Y., Wu, Y., Wang, P., & Jiali, X. (2021). Stock price prediction based on xgboost and lightgbm. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 275, p. 01040). EDP Sciences.

[10] Rak, T., & Żyła, R. (2022). Using Data Mining Techniques for Detecting Dependencies in the Outcoming Data of a Web-Based System. *Applied Sciences*, *12*(12), 6115.

[11] Kumbure, M. M., Lohrmann, C., Luukka, P., & Porras, J. (2022). Machine learning techniques and data for stock market forecasting: a literature review. *Expert Systems with Applications*, 116659.

[12] Chen, Y., Mo, D., & Zhang, F. (2022). Stock market prediction using weighted inter-transaction class association rule mining and evolutionary algorithm. *Economic Research-Ekonomska Istraivanja*, 1-26.

[13] Quinlan, J. R. (1996). Learning decision tree classifiers. ACM Computing Surveys (CSUR), 28(1), 71-72.

[14] Shmilovici, A. (2009). Support vector machines. In Data mining and knowledge discovery handbook (pp. 231-247). Springer, Boston, MA.

[15] Gurney, K. (2018). An introduction to neural networks. CRC press.

[16] Shastri, M., Roy, S., & Mittal, M. (2019). Stock