فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال چهارم/ شماره سیزدهم/ بهار ۱۳۹٤

ارائه رویکردی جدید برای مدیریت فعال پرتفوی وانجام معاملات هوشمند سهام با تاکید بر نگرش انتخاب ویژگی

رضا تهرانی
دانشیار مدیریت مالی، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران ، تهران،ایران

محمد هندیجانی زاده
کارشناس ارشد مهندسی مالی، دانشگاه تهران، تهران ، ایران (مسئول مکاتبات)
hendijani@ut.ac.ir

عیسی نوروزیان لکوان
کارشناس ارشد مهندسی مالی، دانشگاه تهران، تهران ، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۵/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۸

چکیده

دراین تحقیق سعی گردیده است تا در جهت اجرای نگرش مدیریت فعال پرتفوی، روشی برای انجام معاملات هوشمند براساس قیمت پیش بینی شده سهام در یک بازه زمانی چهار ساله مشخص ارائه گردد. ابتدا با استفاده از روش مارکویتز وزن های هریک از شش سهم پرتفوی شش سهمی ساخته شده در هریک از سال های بازه زمانی چهار ساله را بدست می آوریم. سپس با استفاده از بیست ودو نماگر تکنیکی (ویژگی های هر سهم) که به عنوان ورودی های الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش انتخاب ویژگی در نظر گرفته شده است،استفاده کرده و با استفاده از دو روش پیش بینی مجاورت نزدیکترین همسایه و شبکه عصبی اقدام به پیش بینی قیمت هر سهم می نماییم. با توجه به قیمت پیش بینی شده برای هرسهم مطابق با روش های پیش بینی شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک و روش مجاورت در نزدیکترین همسایه بر پایه الگوریتم ژنتیک و استراتژی معاملاتی تعریف شده، معاملات هوشمند سهام صورت می پذیرد. استراتژی معاملاتی تعریف شده بر اساس قیمت های پیش بینی شده دارای سیگنال های خروجی (۱و۰و۱-) بوده که به معنای خرید سهم، فروش سهم و یا انجام هیچ گونه عملی تفسیر می گردند. بازده حاصل از پرتفوهای روش های شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک و روش مجاورت در نزدیکترین همسایه بر پایه الگوریتم ژنتیک و پرتفوی خرید و نگه داری به عنوان نماینده رویکرد مدیریت غیر فعال پرتفوی در هر یک از چهار سال محاسبه گردید. پرتفوی حاصل از روش شبکه عصبی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک دارای بالاترین بازده در دوره چهار ساله را دارا بوده که این خود نشان از برتری رویکرد مدیریت فعال پرتفوی نسبت به رویکرد مدیریت غیر فعال پرتفوی می باشد.

واژه‌های کلیدی: مدیریت فعال پرتفوی، شبکه عصبی ، الگوریتم ژنتیک، مجاورت نزدیکترین همسایه.

۱- مقدمه

دستیابی به رشد اقتصادی و ایجاد انگیزه جهت سرمایه گذاری، زمانی دریک کشور تسریع می گردد که آن کشور دارای بازارهای سرمایه فعال و قابل اعتماد باشد. وجود بازارهای بورس فعال همواره سرمایه گذاران متعددی را به تکاپو وا داشته و حرکت جریان سرمایه و منابع مالی را به بخش های مولد تسریع می نماید (کیامهر و همکاران،۱۳۸۶). یکی از کلید های موفقیت در بازار سرمایه برای سرمایه گذاران اتخاذ رویکردی مناسب برای مدیریت سبد های سهام ساخته شده توسط آن ها می باشد. شیوه های مدیریت پرتفوی سهام به دو دسته فعال و انفعالی تقسیم می شوند. مدیریت انفعالی یک استراتژی خرید و نگه داری بلند مدت است که معمولا هدف آن کسب بازدهی پرتفوی مشابه بازده شاخص می باشد. عملکرد مدیر پرتفوی نیز در این رویکرد بر اساس نحوه و کیفیت پیروی از شاخص هدف ارزیابی می گردد. به این معنی که مدیر باید اختلاف بین بازده پرتفوی و بازده شاخص را به حداقل برساند. در مدیریت فعال پرتفوی، هدف مدیر کسب عملکردی بالاتر از یک پرتفوی انفعالی است.

یادگیری ماشینی به عنوان یکی از شاخه های وسیع وپرکاربرد هوش مصنوعی، به تنظیم واکتشاف شیوه ها والگوریتم هایی می پردازد که بر اساس آنها رایانه ها و سامانه ها توانایی یادگیری پیدا می کنند. در سال های اخیر، روش شبکه های مصنوعی برای شناسایی و دسته بندی الگوها به فراوانی در حوزه های مختلف دانش به ویژه حوزه مدیریت پرتفوی مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاصل از به کارگیری این روش در کاربردهای متفاوت حاکی از کارایی مناسب این روش دارد. تکنیک دیگر به کار رفته در این پژوهش ،دسته بندی درمجاورت نزدیکترین همسایه (K-Nearest Neighborhood) میباشد. این الگوریتم جزو روش های داده کاوی باناظر (Supervised Methods) بوده دارای سرعت ودقت مناسبی است. هدف اصلی این پژوهش ارائه یک مدل برای معاملات هوشمند سهام با توجه به قیمت پیش بینی هرسهم در پرتفوی ساخته شده(حاصل از مدل مارکویتز) با استفاده از روش های شبکه عصبی(NN) برپایه الگوریتم ژنتیک(GA) و همچنین روش مجاورت نزدیکترین همسایه(kNN) برپایه الگوریتم ژنتیک می باشد. سپس با توجه به قیمت پیش بینی شده وبا توجه به تعریف استراتژی معاملاتی و سیگنال خروجی(۱و۰و1-)، سیستم طراحی شده اقدام به خرید، فروش و یا انجام نه خرید و نه فروش سهام ها می نماید. در پایان عملکردهای پرتفوهای (بازده محاسبه شده) در یک بازه زمانی چهار ساله حاصل از سه روش شبکه عصبی برپایه الگوریتم ژنتیک، مجاورت نزدیکترین همسایه برپایه الگوریتم ژنتیک به عنوان نمایندگان رویکرد مدیریت فعال پرتفوی و راهبرد خرید و نگهداری به عنوان یک راهبرد غیر فعال سرمایه گذاری با یکدیگر مقایسه می گردند. فرضیه اصلی به کار رفته در این تحقیق برآنست که به کارگیری راهبرد مدیریت فعال سبد سهام منجبر به بازدهی بیشتری برای سرمایه گذاران نسبت به کارگیری رویکرد مدیریت غیرفعال در بازه زمانی تعریف شده می گردد.

در این پژوهش، پس از مقدمه، توضیحاتی پیرامون مبانی نظری و پیشینه تحقیقات صورت گرفته در زمینه پیش بینی قیمت سهام و مدیریت پرتفوی ارائه می گردد. در بخش بعدی مطالبی در رابطه با روش های به کار

رفته و متغیرهای تحقیق تقدیم می گردند و در پایان نیز بعد از بررسی نتایج و یافته های پژوهش ، نتیجه گیری و پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی بیان می گردند.

۲- مبانی نظری و مروری پیشینه پژوهش

پیشرفت سریع فناوری رایانه باعث گردیده است که مدیریت حرفه ای سرمایه گذاری به سرعت متحول شده و سرمایه گذار و یا مدیران سرمایه گذاری می توانند با استفاده از رایانه به داده های تفصیلی، درمورد کلیه شرکت های فعال در بخش های مختلف بازار دسترسی پیدا نمایند. رشد انفجار آمیز رایانه و نرم افزار این امکان را به وجود آورده که افراد بتوانند، به طور روزانه از الگوریتم های مالی پیشرفته استفاده نمایند. در بحث کلان اقتصادی، مدیریت سرمایه گذاری به دو مبحث اصلی تجزیه و تحلیل اوراق بهادار و مدیریت پرتفوی تقسیم بندی می گردد. تجزیه و تحلیل اوراق بهادار در برگیرنده تخمین مزایای تک تک سرمایه گذاری ها بوده ،در حالی که مدیریت پرتفوی شامل تجزیه و تحلیل ترکیب سرمایه گذاری ها می باشد. سه عنصر کلیدی که در هرمدیریت سرمایه گذاری و موفق نقش دارند،عبارتند از: پیش بینی قیمت که بیان می کند سرمایه گذار چه تصمیمی می بایست اتخاذ نموده(خرید ویا فروش)، زمان بندی معامله که زمان انجام تصمیم را مشخص می نماید و درآخر مدیریت میزان سرمایه گذاری عامل بسیار مهمی در نظر گرفته می شود(تهرانی ونوربخش،۱۳۸۸). موضوع بسیار مهم دیگری که برای سرمایه گذاران از اهمیت برخوردار است، شیوه های ارزیابی و انتخاب سهام بوده که به دو دسته تجزیه و تحلیل بنیادی و تجزیه و تحلیل فنی تقسیم می گردند. در تجزیه و تحلیل بنیادی با بررسی اقتصاد کلان و عوامل سیاسی، اجتماعی، بررسی صنعت و در نهایت بررسی شرکت، انتخاب سهام از کلیه ابعاد مورد ارزیابی دقیق و همه جانبه قرار گرفته و در نهایت پس از انتخاب شرکت ، ارزش ذاتی آن شرکت نیز مورد محاسبه قرار می گیرد. بنیادگرایان در تلاش بوده اند تا تغییرات قیمت آتی سهام را با بررسی عواملی که مرتبط با ارزش های بازاری سهام می باشند، پیش بینی نمایند. از سوی دیگر در تجزیه و تحلیل فنی(تکنیکی) روند قیمت سهام و بازارهای مالی را با استفاده از نمودارها یا برنامه های رایانه ای،که اطلاعات مربوط به روندهای تاریخی، حجم مبادلات و قیمت ها را ارزیابی می نمایند. روش ها و ابزارهای مورد استفاده توسط تحلیل گران فنی به سه دسته: استفاده از نظریه داو، استفاده از میانگین ها و استفاده از شاخص های فنی تقسیم میگردند(قاسمی دشتکی،۱۳۸۷).

هدف سرمایه گذاران حداکثر نمودن بازده مورد انتظار هست، اگر چه در راستای حداکثر نمودن بازده ، آنها قصد دارند ریسک را نیز کاهش دهند. بازده در فرآیند سرمایه گذاری نیروی محرکی است که ایجاد انگیزه میکند و پاداشی برای سرمایه گذاران محسوب می گردد. بازده ناشی از سرمایه گذاری برای سرمایه گذاران از اهمیت خاصی برخوردار است، برای اینکه تمامی فعالیت های سرمایه گذاری در راستای کسب بازده صورت می گیرد(تهرانی ونوربخش،۱۳۸۸). از این رو سرمایه گذاران زمانی اقدام به سرمایه گذاری در اوراق بهادار می نمایند که این سرمایه گذاری موجب ارتقای سطح رفاهی آنان گردد. مدیریت پرتفوی به منظور تحقق اهداف سرمایه گذاران در پی کسب سود و مدیریت ریسک است. محدودیت های دیگری نیز می تواند در یک سرمایه گذاری

مشخص وجود داشته باشد. مجموعه ای از محدودیت های بازار و ترجیحات سرمایه گذاران به همراه بازده و ریسک مورد انتظار دارایی ها تعیین کننده راهبرد به کار گرفته به وسیله مدیران پرتفوی می باشد(توروبیانو و سوارز،۲۰۰۸).به طور کلی دو رویکرد زیر بنایی متفاوت برای مدیریت دارایی ها و دستیابی به بازده و ریسک مورد انتظار سرمایه گذاران به کار گرفته می شوند: مدیریت فعال پرتفوی (Active Portfolio Management) و مدیریت انفعالی پرتفوی (Passive Portfolio Management). مدیریت انفعالی به دنبال کسب بازدهی برابر با بازدهی یک پرتفوی معیار مشخص است، در حالی که مدیریت فعال پرتفوی به معنی تخصیص منابع بر اساس یک استراتژی فعال بوده وبرخلاف مدیریت انفعالی ، هدف اصلی آن تنها بدست آوردن بازدهی مثبت نیست بلکه به دنبال کسب بازدهی بالاتر از معمول (اضافی) است. منظور از بازدهی اضافی ،داشتن عملکردی بهتر از معیار موردنظر می باشد. این معیار معمولا یکی از شاخص های موجود در بازار سهام است(گرینلد،۲۰۰۰). مدیریت پرتفوی در داخل کشور نیز بستگی به وضعیت بازار دارد، اما درچند سال اخیر استراتژی فعال دربازار موفق تر عمل کرده است و توانسته بازده بالاتری را نصیب سرمایه گذاران نماید، همچنین نتایج بدست آمده از تحقیقات شرکت ها و صندوق های سرمایه گذاری پذیرفته شده در بورس تهران که با استفاده از معیار ترینور و جانسون رتبه بندی شده اند، نشان می دهد که شرکت های مورد بررسی به طور متوسط بازده بالاتری نسبت به بازده شاخص بازار در سرمایه گذاری های بورسی خود نصیب سرمایه گذاران کرده و وظیفه نمایندگی خود را به خوبی ایفا کرده اند (مازاریزدی، مشایخ،۱۳۸۴).

در پژوهش حاضر سعی شده است که با توجه به گستردگی بازار سرمایه و حجم اطلاعات موجود درآن مدلی ارائه گردد که بتواند با بررسی دقیق و سریع تجزیه وتحلیل های تکنیکی متداول در بازار اوراق بهادار، به روند تصمیم گیری سرمایه گذاران و مدیران صندوق های سرمایه گذاری در راستای کسب بازده بیشتر و ریسک کمتر را تسهیل نماید. در واقع این رویکرد، رویکردی سیستماتیک و عمل گرا جهت پیاده سازی ایده مدیریت فعال سرمایه گذاری است. درادامه نیز پس از کسر هزینه های معاملاتی صورت گرفته دراین رویکرد و مقایسه بازده کسب شده با راهبرد خرید و نگهداری به عنوان یک راهبرد غیر فعال سرمایه گذاری ، سودآوری و قابلیت کسب بازدهی هر دو رویکرد در پرتفوی شش سهمی از سهام های بورس اوراق بهادار تهران مورد مطالعه قرارگرفته است.

به طور سنتی برای حل مسائل بهینه سازی پرتفوی ،از مدل های برنامه ریزی خطی یا درجه دو استفاده میشود. اما امروزه با توسعه انواع سیستم های هوشمند تصمیم گیری، سرمایه گذاران و مدیران پرتفوی به جای استفاده از مدلهای سنتی، از این سیستم ها به عنوان ابزاری برای غلبه بر پیچیدگی های تصمیمات سرمایه گذاری استفاده می کنند. از مطالعات خارجی که در حوزه مدیریت فعال پرتفوی صورت گرفته است می توان به مواردی اشاره نمود. چودری وگارک(۲۰۰۸) با استفاده از ترکیب ماشین بردار و الگوریتم ژنتیک به پیش بینی روند حرکتی قیمت سهام و ساخت پرتفوی اجرای برای مدیریت فعال پرتفوی مبادرت ورزیدند و پرتفوی بازدهی بسیاربالاتری نسبت به بازده شاخص کشور چین داشت. یاکوب کارا و همکاران(۲۰۱۱) از روش ماشین بردار پشتیبان وشبکه عصبی برای پیش بینی روند حرکتی شاخص قیمتی سهام در بازار استانبول استفاده

کردند. این روش به کمک ده نماگر تکنیکال انجام شده است. محمدی(۱۳۸۳) سودمندی روش های تحلیل تکنیکی در بورس تهران را بررسی کرده و بر اتخاذ رویکرد مدیریت فعال پرتفوی تاکید ورزیدند. جوادی و همکاران(۱۳۸۸) با استفاده از میانگین متحرک سهام سیستمی را برای تصمیم گیری در خرید و فروش سهام در بورس اوراق بهادار تهران اتخاذ نمودند. شیر محمدی(۱۳۸۹) به پیش بینی قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ترکیبی ARIMA و رگرسیون فازی در فاصله زمانی ۱۳۸۸-۱۳۸۳ پرداخته وکارایی آن را با مدل رگرسیون ARIMA ساده مقایسه نموده است. حسن زاده(۱۳۸۸) قیمت سهام را با استفاده از برنامه ریزی ژنتیک پیش بینی نمود و فرضیه او افزایش متوسط خطا ودرنتیجه افزایش تعداد روزهای پیش بینی بود که این فرضیه در تمام موارد تاییدگردید. عبادی(۱۳۸۸) در مطالعه خود به پیش بینی شاخص کل قیمت سهام در بازار اوراق بهادار تهران و همچنین ساخت پرتفوی با استفاده از شبکه عصبی بر پایه روش نسبت اطلاعاتی و درخت تصمیم گیری استفاده کرد و نشان داد که شبکه عصبی در برآوردن شاخص کل قیمت سهام بورس اوراق بهادار از کارایی بهتری برخورداراست. هاشمی(۱۳۸۹) بررسی تاثیر فاکتورهای رفتاری برپیش بینی قیمت سهام با استفاده از مدل شبکه های عصبی رگرسیونی وجلوسو را مورد توجه قرارداده وبا مطالعه ده شرکت بدین نتیجه رسید که فاکتورهای رفتاری درپیش بینی قیمت نه سهام از ده شرکت موثر بوده ودقت پیش بینی را به طرزچشمگیری افزایش میدهند. اشهر(۱۳۸۹) شاخص سهام را با استفاده از الگوریتم پرواز پرندگان پیش بینی و آن را با مدل های سنتی رایج در بورس اوراق بهادار تهران مقایسه کرده است. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که الگوریتم پرواز پرندگان نسبت به تمام مدل های سنتی دقیق ترین پیش بینی را ارائه نموده است. همچنین این الگوریتم واریانس خطا را نسبت به مدل های سنتی بسیار کاهش داده که نشان از دقت بالای این مدل هوشمند در پیش بینی است.

۳- روش شناسی ومدل های پژوهش

۳-۱- نگرش انتخاب ویژگی

در این پژوهش از الگوریتم ژنتیک(Genetic algorithm) به عنوان یک روش انتخاب ویژگی استفاده شده است. دراین تحقیق به این روش نماد GA اتلاق می گردد. از میان ۲۲ نماگر تکنیکی که به عنوان ویژگی های هر یک از شش سهم در بازه انتخاب شده چهارساله به ورودی سیستم داده می شود، ویژگی هایی که باعث افزایش در دقت پیش بینی قیمت سهام میگردد را برمی گزینند.

به طورکلی روش های انتخاب ویژگی به سه دسته روش های فیلترینگ، پوشش دهنده و ترکیبی تقسیم می گردند. در روش های فیلترینگ با توجه به ویژگی های کلی داده ها عملیات انتخاب ویژگی های بهینه انجام پذیرفته و از عملیات طبقه بندی بهره نمی جوید. این روش برای حجم های بالایی از داده ها مناسب بوده و دارای سرعت بالایی در اجرای فرآیند می باشند. حال آنکه در روش های پوشش دهنده با استفاده از یک تابع بهینه ساز کننده در هر مرحله یک ویژگی را به زیرگروه ساخته شده اولیه اضافه نموده و در صورت بهبود دقت پیش بینی آن را نگه میدارد. این روش دارای دقت بالاتری نسبت به روش های فیلترینگ بوده ولی زمان گیر تر

و دارای حجم محاسبات کامپیوتری بالاتری نسبت به روش فیلترینگ می باشد. روش های ترکیبی، شامل هر دو روش می گردد. در این تکنیک ، زیر گروه اولیه با استفاده از روش فیلترینگ تشکیل و سپس با یک روش پوشش دهنده عملیات طبقه بندی صورت می گیرد. الگوریتم ژنتیک یکی ازروش های پوشش دهنده محسوب می گردد که با توجه به فرآیند یادگیری اقدام به طبقه بندی ویژگی ها و انتخاب یک زیر مجموعه بهینه از کلیه ویژگی های ارائه شده به آن می نماید (اورسکی و همکاران،۲۰۱۲). از جمله مزایای فرآیند انتخاب ویژگی (Feature Selection) میتوان به افزایش دقت و سرعت در اجرای تکنیک های پیش بینی، حذف داده های غیر مرتبط و اضافه و افزایش قابلیت فهم پذیری مدل های مورد استفاده اشاره نمود (اورسکی وهمکاران،۲۰۱۲).کلیه محاسبات این بخش توسط نرم افزار Rapid Miner و با استفاده از ماژول داده کاوی و عملگرهای مرتبط با آن صورت گرفته است.

۳-۱-۱- الگوریتم ژنتیک

الگوریتم ژنتیک یک روش بهینه سازی الهام گرفته از طبیعت جانداران بوده که می توان در طبقه بندی ها آن را به عنوان یک روش عددی، جستجوی مستقیم و تصادفی معرفی نمود. عامل اصلی انتقال صفات بیولوژیکی در موجودات زنده کروموزوم ها وژن ها هستند و نحوه عملکرد آن ها به گونه ای است که در نهایت کروموزوم های برتر و قوی تر باقی مانده و ضعیف تر ها از بین میروند (البرزی،۱۳۸۸). الگوریتم ژنتیک جواب مسائل را به صورت یک فرآیند تکاملی جست و جو میکند. بدین معنی که از یک مجموعه جواب های اولیه با مطلوبیت معین شروع کرده و مجموعه ای از جواب ها را تولید می نماید که جواب هایی با مطلوبیت بهتر درآنها مستقرند. مجموعه جواب ها در هر مرحله را جمعیت (نسل) می نامیم. از این رو در یک فرآیند تکاملی با شروع از یک جمعیت اولیه ، در هر تکرار به جمعیت بهتری دست می یابیم. فرآیند تولید تا زمانی که جواب مورد نظر(مورد قبول) حاصل شود، ادامه می یابد، یعنی شرط یا شرایط خاتمه فرآیند تولید از قبل تعیین میشود. برای تولید جمعیت اولیه ، جواب های امکانی به صورت تصادفی از فضای جست وجو برگزیده میشوند. فضای جست وجو فضایی است که شامل تمام جواب های امکانی مساله باشد(گلد برگ،۱۹۸۹). توضیحات کامل این روش در رابطه با عملگرها و انواع روش های آن را میتوان در (البرزی، ۱۳۸۸) یافت. جدول ۱ مقادیر برگزیده شده در نرم افزار Rapid Miner برای متغیرهای این الگوریتم در عملگر الگوریتم ژنتیک آن نشان می دهد:

جدول(۱) پارامترهای به کاررفته برای الگوریتم ژنتیک

تنظیمات	نام متغیر
چرخ رولت(Roulette Wheel)	طرح انتخاب(Selection Scheme)
.8	احتمال جهش(Mutation Probability)
.۹	احتمال تقاطع(Cross Over Probability)
یکنواخت(Uniform)	نوع تقاطع(Cross Over Type)
۵۰	حداکثرتعداد نسل (Maximum number of generation)

۳-۲ الگوریتم شبکه عصبی

شبکه های عصبی(Neural networks) یا به طور دقیق شبکه های مصنوعی ، نوعی فناوی هستند که ریشه در علوم بسیاری ازقبیل عصب شناسی، ریاضیات ،آمار، فیزیک، علوم کامپیوتر و مهندسی دارد. شبکه های عصبی در حوزه های متعددی همچون ایجاد مدل، تحلیل سری های زمانی، شناخت الگو، پردازش علائم وکنترل کاربرد فراوانی دارند. دراین پژوهش نمادNN به این روش اتلاق می گردد. هر شبکه عصبی مجموعه ای از نرون ها می باشد که مانند شبکه های کامپیوتری می توانند به شکل های مختلف سازماندهی گردند. متداول ترین نوع شبکه عصبی که امروزه مورد استفاده قرار می گیرد پرسپترون چند لایه هست که در این تحقیق نیز از آن استفاده گردیده است. پردازش اطلاعات در شبکه های عصبی از سه بخش ورودی ها، خروجی ها و وزن ها تشکیل شده است. ورودی(Input) مربوط به یک صفت منحصر به فرد بوده که ارزش این صفت ها ورودی های شبکه را تشکیل می دهند. خروجی ها دلالت بر پاسخ مسئله است که در پی حل آن هستیم، می باشد. وزن ها عناصر اصلی شبکه عصبی بوده که قدرت نسبی یا ارزش ریاضی داده های ورودی اولیه و ارتباطات متنوع انتقال دهنده داده ها از یک لایه به لایه دیگر را نشان می دهند(چنگ وهمکاران،۲۰۰۸). رابطه بین فعال سازی درونی وخروجی شبکه می تواند خطی و یا غیر خطی باشد که این روابط به وسیله تابع محرک بیان می گردند که متداول ترین آنها تابع سیگموییدمیباشد. شبکه های عصبی مانند انسان از طریق خطا هایش یاد میگیرد. قابلیت یادگیری در شبکه های عصبی به معنای توانایی تنظیم پارامترهای شبکه در مسیر زمان که محیط شبکه تغییر می کند و شبکه شرایط جدید را تجربه می نماید، با این هدف که اگر شبکه برای وضعیت خاصی آموزش دید و تغییر کوچکی در شرایط محیطی آن رخ داد، شبکه بتواند با آموزش مختصر برای شرایط جدید نیز کار آمد باشد (منهاج،۱۳۸۶). برای موفقیت در استفاده از شبکه های عصبی رعایت چهار نکته ضروری می باشد. اول انتخاب صحیح مجموعه آموزش ، سپس ارائه داده ها به صورتی که توانایی تشخیص شبکه حداگثر گردد. در مراحل بعدی تفسیر نتایج شبکه و درک جزییات درون شبکه همچون هندسه و پارامترهای کنترل یادگیری از اهمیت فراوانی برخوردار هستند(قاسمی دشتکی،۱۳۸۷). در مورد هندسه شبکه، انتخاب صحیح اندازه لایه پنهان بسیار مهم بوده و هر چه تعداد گره های آن بیشتر باشد، قابلیت شبکه برای تشخیص الگو بیشتر می گردد.تعیین تعداد نرون های لایه پنهان کار ساده ای نبوده وبیشتر با سعی و خطا صورت می گیرد. البته در این رابطه یک سری قواعد سر انگشتی نیز وجو دارد (راعی و فلاح پور،۱۳۸۳).توضیحات کامل مربوط به شبکه های عصبی مصنوعی ،انواع آن،روش های مختلف یادگیری آن ها را میتوان در (منهاج،۱۳۸۶) یافت.

در این تحقیق از نرم افزار Rapid Miner که جزو نرم افزارهای پر کاربرد داده کاوی می باشد، برای تحقق رویکرد شبکه عصبی مصنوعی استفاده شده است.۲۲ نماگر تکنیکی مربوط به هریک از شش سهم تشکیل دهنده پرتفوی، ابتدا به عنوان ورودی الگوریتم ژنتیک در نظر گرفته شده و الگوریتم ژنتیک با انتخاب بهینه یک زیر مجموعه از این ویژگی ها(نماگر ها) آن ها را به عنوان ورودی شبکه عصبی مصنوعی قرار داده تا عمل پیش بینی قیمت هر سهم را انجام دهد. جدول۲ نشان گر متغیرهای به کار رفته در اپراتور شبکه عصبی نرم افزار به کار فته می باشد.

جدول(۲)پارامترهای به کاررفته برای الگوریتم شبکه عصبی

تنظیمات	نام متغیر
پرسپترون چند لایه	نوع شبکه
الگوریتم پس انتشار خطا	الگوریتم یادگیری شبکه
۱	تعداد لایه های پنهان
۱۱	حجم لایه های پنهان
سیگموید	نوع تابع محرک

۳-۳- الگوریتم دسته بندی در مجاورت نزدیک ترین همسایگی

الگوریتم دسته بندی در مجاورت نزدیکترین همسایگی (k-nearest neighborhood) که دراین مقاله نماد k-NN به آن اتلاق میگردد، الگوریتمی است که درآن براساس الگو های تعلیم، داده های تست درآن طبقه بندی می گردند. در این روش داده های مشابه در نزدیکی یکدیگر قرار گرفته، از این رو فاصله بین داده ها بر اساس عدم مشابهت آنان اندازه گیری و تفسیر می گردد. بر این اساس داده هایی که در کنار یکدیگر قرار می گیرند، همسایه نامیده شده و هر داده جدیدی که به الگوریتم معرفی گردد، فاصله آن با دیگر داده ها محاسبه و در دسته ای قرار می گیرد که در نزدیکترین فاصله قرار دارد(کزما،۲۰۰۸). k به تعداد همسایگان اتلاق می گردد که در فرآیند دسته بندی نقش مهمی ایفا می نماید. تعداد صحیح این متغیر بستگی به اندازه داده ها به عنوان یکی از پارامترهای مهم در این فرآیند دارد. یکی از معمول ترین روش ها جهت انتخاب صحیح k استفاده از الگوریتم تپه نوردی می باشد(چونگ،۲۰۱۰). دراین روش میزان k را مرتبا افزایش داده تا به بهترین انتخاب برسند. معیار بهبود در این روش نیز معیار های فاصله می باشند که عبارتند از یکی از موارد: فاصله اقلیدسی ، مجوع قدر مطلق فاصله ها و یا فاصله همینگ که مورد آخر برای داده های باینری(دودویی) مناسب می باشد. دراین پژوهش نیز با استفاده از ماژول k-NN نرم افزار Rapid Miner مقادیر k در بازه [2,9] تغییر داده شد و با توجه به معیار فاصله اقلیدسی $k=5$ به عنوان مقدار بهینه برگزیده شده تا با توجه به ویژگی های برگزیده شده توسط *GA*، الگوریتم k-NN فرآیند پیش بینی قیمت سهام را انجام دهد. به طور خلاصه روند پیش بینی با الگوریتم ژنتیک شامل مرا حل زیر است:

الف: مشخص نمودن تعداد k اولیه در نرم افزار

ب: محاسبه فاصله بین نمونه مورد بررسی با تمام داده های ورودی

ج: مرتب سازی فاصله ها بر اساس کمترین آن ها و مشخص نمودن نزدیکترین ها بر حسب k

د: استفاده از اکثریت نزدیکترین همسایه ها جهت پیش بینی مقادیر جدید

۳-۴- مدل مارکویتز

در این پژوهش، ابتدا وزن هر یک از شش سهم در پرتفوی شش سهمی ساخته شده را با استفاده از مدل مارکویتز بدست آورده تا بتوانیم با استفاده از اوزان بدست آمده بازده پرتفوی حاصل از پیش بینی قیمت سهام با استفاده از سه روش GA-NN، GA-kNN ورش خرید ونگه داری و با توجه به سیگنال خروجی حاصل از استراتژی معاملاتی تعریف شده در دوره زمانی ۴ ساله و ویژگی ها (نماگر های تکنیکی) تعریف شده برای هر سهم بدست می آوریم. مدل مارکویتز(1956) به شکل زیر تعریف می گردد:

$\text{Min } \sigma_p^2 = W^T \text{S W}$ (1)

$\text{Subject to } W^T \text{I} = 1$ (2)

$W^T R = R_E$ (3)

$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} w_i w_j \sigma_{ij}$ (4)

$R_t = Log(S_t / S_{t-1})$ (5)

σ_{ij} نشان دهنده کواریانس بازده بین دوسهم i وj می باشد.σ_p^2 نشان دهنده ریسک پرتفوی ساخته شده و W ماتریس اوزان سهام های تشکیل دهنده پرتفوی بوده کهw_i, w_j نیز وزن های دوسهم i وj می باشند. R_E, R نیز به ترتیب نشان دهنده میانگین بازده سهام در دوره تعریف شده و بازده مورد انتظار هر سهم می باشند. R_t بازده سهم در زمان t و S_t قیمت سهم در زمان t می باشد. S نیز ماتریس کواریانس سهام ها می باشد. در این پژوهش پرتفوی ساخته شده دارای شش سهم بوده که دریک بازه زمانی چهار ساله(۱۳۹۳/۰۱/۰۶-۱۳۸۹/۰۱/۰۶) با استفاده از مدل مارکویتز و قیمت های تاریخی سهام ها در نرم افزار مالی مورد استفاده، وزن تخصیص یافته به هر سهم در هردوره یکساله از دوره کلی چهار ساله در جدول ۳ آمده است.

جدول(۳).وزن هرسهم در پرتفوی اولیه ساخته شده در هرسال

نام سهام / بازه زمانی	مس باهنر	چادرملو	داروسازی جابربن حیان	الکتریک خودرو شرق	بانک اقتصاد نوین	پتروشیمی خارک
سال اول	.13	.23	.16	.17	.21	.10
سال دوم	.13	.20	.24	.12	.13	.18
سال سوم	.15	.12	.21	.11	.23	.28
سال چهارم	.14	.18	.17	.20	.19	.12

۳-۵- توصیف داده ها

همان طور که گفته شد، این پژوهش سعی در ارائه رویکردی نو برای مدیریت فعال پرتفوی می باشد. بیست و دو نماگر تکنیکی(ویژگی) به عنوان ورودی های الگوریتم ژنتیک برگزیده شده تا این الگوریتم با انتخاب ویژگی های بهینه با توجه به معیار دقت پیش بینی،آن ها را به عنوان ورودی روشهای پیش بینیk-NN و NN قرار

دهد. جدول نام این متغیرها و توضیحات مربوط به آنها را نشان می دهد. با توجه به عملیات پیش پردازش ، در نرم افزار Rapid Miner کلیه داده ها به بازه [0,1] تبدیل گشتند. جدول ۴ در بردارنده این ۲۲ ویژگی و توضیحات مربوط به آنها می باشد.

جدول (۴) نام نماگرهای تکنیکی وتوضیحات مربوط به آنها

نام نماگر	رابطه مربوط به نماگر
میانگین متحرک ساده ده روزه	$\frac{C_t + C_{t-1} + \cdots C_{t-10}}{10}$
مومنتوم (اندازه حرکت)	$C_t - C_{t-n}$
میانگین متحرک وزن داده شده ده روزه	$\frac{((n) \times C_t + (n-1)C_{t-1} + \cdots \ldots C_{10})}{(n) + (n-1) + \cdots . + 1}$
R% ویلیامز	$\frac{H_n - C_t}{H_n - L_n}$
ساخص قدرت نسبی	$100 - \frac{100}{1 + (\sum_{i=0}^{n-1} Up_{t-i}/n) \Big/ \sum_{i=0}^{n-1} Dw_{t-i}/n)}$
D% استاکستیک	$\sum_{i=0}^{n-1} K_{i-1}\%$
شاخص A/D	$\frac{H_t - C_{t-1}}{H_t - L_t}$
شاخصCommodity Channel	$M_t - SM_t / .015D_t$
شاخص(MACD)	$MACD(n)_{t-1} + 2/n+1 \times (DIFT_t - MACD(n)_{t-1})$
نرخ تغییر قیمت	C_t / C_{t-n}
شاخص پراکندگی	C_t / MA
K%استاکستیک	$\frac{C_t - LL_{t-n}}{HH_{t-n} - LL_{t-n}}$
شاخص کیو استیک	$MA(C_t - C_o)$
شاخص نوسان نمای چکین	$3\ EMA\left(\frac{A}{D}\right) - 10EMA(\frac{A}{D})$
شاخص DMI	$14/((SD/ASD)$
شاخص VHF	$\frac{HH_{t-n} - LL_{t-n}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{C_t - C_{t-1}}{C_{t-1}}}$
شاخصMFI	$\frac{H_t - L_t}{V_t}$
قیمت پایانی وزن داده شده	$\frac{H_t + L_t + 2C_t}{4}$
قیمت پایانی	C_t
قیمت آغازین	C_o
پایین ترین قیمت	L_t
بالاترین قیمت	H_t

در روابط بالا MA نماد میانگین ساده پنج روزه هر سهم وSD نشان دهنده انحراف معیار پنج روزه قیمت بسته شدن وASD دلالت بر میانگین ده روزه انحراف معیارهای قیمت بسته شدن و V_t حجم مبادلاتی در روز t می باشد. HH_t نشان دهنده بیشترین قیمت درt روز گذشته و LL_t حاکی از کمترین قیمت در t روز گذشته می باشد.EMA نیز دلالت بر میانگین متحرک نمایی دارد.

۳-۶- استراتژی معاملاتی تعریف شده

با توجه بیست و دو نماگر تکنیکی به عنوان ورودی های الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش انتخاب ویژگی، همچنین وزن خای تخصیص داده شده در بازه زمانی تعریف شده، سه پرتفوی حاصل از سه روش GA-NN، GA-kNN واستراتژی خرید و نگه داری ساخته میشود. استراتژی طراحی شده که با توجه به قیمت پیش بینی شده توسط هر سه روش طراحی شده به صورت زیر بیان می گردد:

زمانی که فروش سهم ←← قیمت واقعی × 0049. −قیمت واقعی > $_{t+1}$ پیش بینی قیمت سهم

سرمایه گذار کاری انجام ندهد ←← اگرسرمایه گذار سهم راندارد

زمانی که خرید سهم ←← قیمت واقعی × 0103. −قیمت واقعی< $_{t+1}$ پیش بینی قیمت سهم

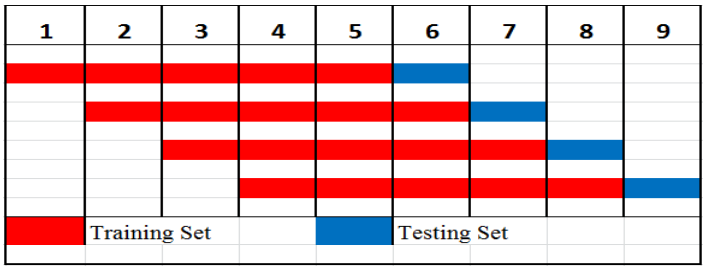
سرمایه گذار کاری انجام ندهد ←←اگرسرمایه گذار سهم را دارد

(۰۰۴۹.× قیمت واقعی) و (۰۱۰۳.× قیمت واقعی) به ترتیب نشان دهنده هزینه های معاملاتی فروش و خرید می باشد. با توجه به قیمت پیش بینی شده سه سیگنال خروجی تعریف می گردند.(۱) به معنای خرید سهم،(۱-) به معنای فروش سهم و(۰) به معنای انجام هیچ گونه عملی برای سرمایه گذار تلقی می گردند. دراین تحقیق فرض ما براین بوده که سرمایه گذار در ابتدا صاحب هر شش سهم بوده است و با توجه به فرآیند پیش بینی قیمت سهام به وسیله GA-NN، GA-kNN اقدام به اجرای استراتژی معاملاتی خود نموده ودر ادامه ما اقدام به محاسبه بازده کسب شده توسط پرتفوهای ساخته شده در طی دوره چهار ساله حاصل از روشهای GA-NN، GA- kNN واستراتژی خرید ونگهداری کرده ایم.

۳-۷- مدل یادگیری

اگر سیگنال خروجی یک بود سرمایه گذار اقدام به خرید سهم با تمام پولی که در اختیار دارد میکند ودر صورتی که منفی یک باشد اقدام فروش سهم در پرتفوی خود نموده ودر صورت دریافت سیگنال صفرکاری را

انجام نمی دهد. برای این منظور ما کل داده های قیمتی خودرا به زیر گروه های پنج روزه تقسیم نموده که در کل دوره چهار ساله حدود ۱۶۰ زیر گروه تشکیل شد. از تکنیک رولینگ ویندو برای پیش بینی بهره جستیم که درآن هرزیر گروه پنج روزه را به عنوان داده آموزشی تلقی کرده و روز بعد را به عنوان داده تست که این فرآیند در شکل1 به نمایش گذاشته شده است.



شکل(۱) نمایش تکنیک رولینگ ویندو

۴- فرضیه پژوهش

با توجه به مبانی علمی توضیح داده شده و در جهت پاسخ به سوال اصلی تحقیق در به کارگیری مدیریت فعال وغیر فعال سبد سهام فرضیه تحقیق به صورت زیر بیان میگردد:

" بازده حاصل از اتخاذ رویکرد مدیریت فعال پرتفوی با بازده حاصل از به کارگیری استراتژی خرید و نگه داری به عنوان نماینده رویکرد مدیریت غیر فعال پرتفوی در بازه زمانی چهار ساله درنظر گرفته شده، بیشتر است"

۵- نتایج پژوهش

با توجه به وزن های محاسبه برای سهام ها در مدل مارکویتز و همچنین استراتژی معاملاتی طراحی شده ، بازده های محاسبه شده برای سه پرتفوی ساخته شده حاصل از روش های GA-NN، GA-kNN که در واقع نماینده رویکرد مدیریت فعال پرتفوی و همچنین بازده محاسبه شده برای روش خرید ونگه داری که درآن در ابتدای دوره سهام های را خریده ودر پایان دوره چهارساله (۱۳۹۳/۰۱/۰۶-۱۳۸۹/۰۱/۰۶) بازده محاسبه می گردد که در جدول ۱۱ نشان داده شده است.لازم به ذکر است که بازده هر پرتفوی به وسیله وزن های هرسهم که ازمدل مارکویتز بدست آمده محاسبه گردیدیه است. جدول های ۵،۶،۷،۸،۹،۱۰ نشان دهنده بازده هریک از سهم ها در بازه زمانی مشخص شده با روش ذکر شده می باشد. در هریک از این جدول ها روش برنده پر رنگ گردیده است که حاکی از بالاتر بودن میانگین بازدهی آن روش نسبت به دور روش دیگر می باشد.

جدول(۵).بازده محاسبه برای سهام داروسازی جابربن حیان با روش های ذکرشده در بازه زمانی مشخص

نام روش	بازده سال اول	بازده سال دوم	بازده سال سوم	بازده سال چهار	میانگین بازده ها
GA-NN	.312	.586	.121	-.007	.253
GA-kNN	.309	.596	-.041	.003	.217
خرید ونگه داری	.013	.986	-.125	-.017	.155

جدول(۶).بازده محاسبه برای سهام چادرملو با روش های ذکرشده در بازه زمانی مشخص

نام روش	بازده سال اول	بازده سال دوم	بازده سال سوم	بازده سال چهار	میانگین بازده ها
GA-NN	.705	1.02	.212	.886	.705
GA-kNN	.884	1.006	.154	-.133	.477
خرید ونگه داری	.724	.978	-.166	۱,۲۷۱	.702

جدول(۷).بازده محاسبه برای سهام مس باهنربا روش های ذکرشده در بازه زمانی مشخص

نام روش	بازده سال اول	بازده سال دوم	بازده سال سوم	بازده سال چهار	میانگین بازده ها
GA-NN	۶۲.7	۶۴۹.	۳۰۴.	۶۲۴.	۵۸۵.
GA-kNN	۲,۶۸۷	.۴۵۶	۳۱.1	۲۲۸-.	۷۶۱.
خرید ونگه داری	۱,۲۴۳	۱,۰۰۷	.۲۴۸	.۲۷۳	۶۹۳.

جدول(۸).بازده محاسبه برای سهام پتروشیمی خارک باروش های ذکرشده در بازه زمانی مشخص

نام روش	بازده سال اول	بازده سال دوم	بازده سال سوم	بازده سال چهار	میانگین بازده ها
GA-NN	۶۵۵.	.۷۴۶	.۲۹۴	۷۱۱.	۶۱۰.
GA-kNN	.۶۹۱	.۶۴۱	.۰۳۵	.۵۰۹	.۴۸۲
خرید ونگه داری	.۵۰۳	.۰۶۴	-.۰۲۴	.۰۱۸	۰۹۵.

جدول(۹).بازده محاسبه برای سهام الکتریک خودرو شرق باروش های ذکرشده در بازه زمانی

نام روش	بازده سال اول	بازده سال دوم	بازده سال سوم	بازده سال چهار	میانگین بازده ها
GA-NN	۶۴۶.	.۵۱۱	.۱۴۲	.۰۷۳	۳۴۳.
GA-kNN	.۶۰۱	.۲۷۰	-.۱۱۱	-.۰۴۲	.۱۷۹
خرید ونگه داری	.۵۲۲	.۲۷۴	-.۱۹۸	-.۳۲۴	.۰۶۵

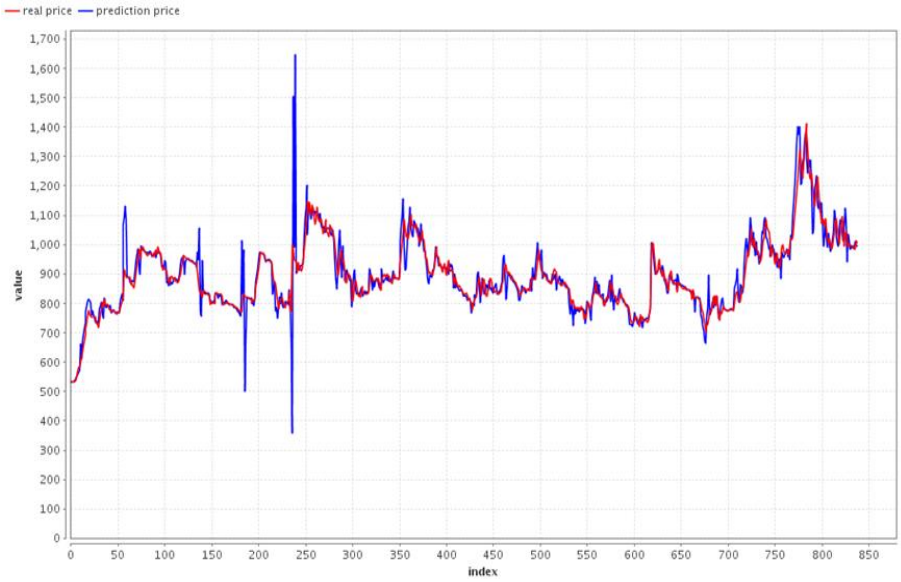
جدول(۱۰).بازده محاسبه برای سهام بانک اقتصاد نوین باروش های ذکرشده در بازه زمانی مشخص

نام روش	بازده سال اول	بازده سال دوم	بازده سال سوم	بازده سال چهار	میانگین بازده ها
GA-NN	۶۴۷.	.۵۴۵	.۶۰۶	.۱۶۱	.۴۸۹
GA-kNN	.۵۹۹	.۶۱۲	.۵۳۱	-۰۱۱	.۴۳۲
خرید ونگه داری	.۶۹۲	.۷۲۸	.۳۳۵	-.۲۲۴	.۳۸۲

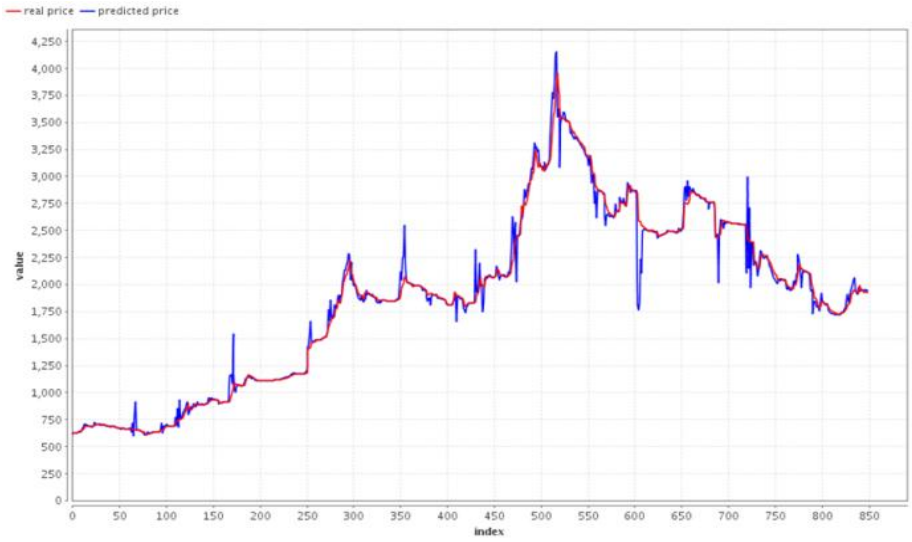
جدول(۱۱).بازده محاسبه برای پرتفوهای حاصل از روش های ذکرشده در بازه زمانی مشخص

نام روش	بازده سال اول	بازده سال دوم	بازده سال سوم	بازده سال چهار	میانگین بازده ها
GA-NN	۶۱۹.	.۶۸۹	.۳۰۴	.۳۴۷	۱,۹۸۴
GA-kNN	.۸۳۹	.۶۲۲	.۱۴۸	.۱۸۳	۱,۷۹۳
خرید ونگه داری	.۵۹۲	.۷۵۱	.۰۰۶	.۱۱۲	۱,۴۶۱

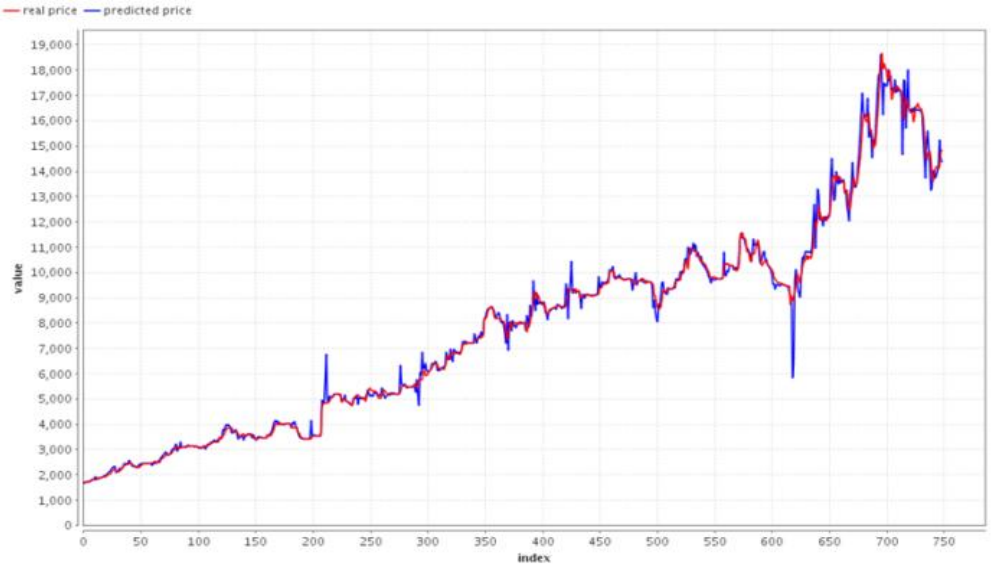
همان طورکه مشاهده می گردد، روش*GA-NN* به عنوان یکی از نمایندگان رویکرد مدیریت فعال پرتفوی، بهترین عملکرد را در قیاس با سایر روش ها یرای دوره ۴ ساله در نظر گرفته شده دارا بوده است. همچنین مقادیر بازده های پرتفوهای ساخته شده در جدول ۱۱، دلالت بر پذیرفته شدن فرضیه پژوهشی این تحقیق، یعنی برتری بازده ای اتخاذ مدیریت فعال پرتفوی در مقابل به کارگیری مدیریت غیر فعال سبد سهام، برای سرمایه گذاران دارد. همان طور که بیان گردیده بود، استراتژی خرید ونگه داری به عنوان نماینده رویکرد مدیریت غیر فعال پرتفوی بازدهی کمتری در کل دوره زمانی چهار ساله (جمع بازده ها برابر با ۱,۴۶) نسبت به دو روش دیگر که نمایندگان رویکرد مدیریت فعال پرتفوی می باشند، کسب کرده است. نتایج پژوهش دلالت بر پیروزی(بالاترین میانگین بازدهی) مدیریت فعال برای هریک از شش هم تشکیل دهنده پرتفوی داشته که در سهام مس با هنر، روش نزدیکترین همسایگی برپایه الگوریتم ژنتیک در کل دوره چهارساله بالاترین میانگین بازدهی را داشته و برای مابقی سهام ها ،روش شبکه عصبی مصنوعی بر پایه الگوریتم ژنتیک در باز ه زمانی چهارساله بهترین عملکرد را از خود نشان داده است. برای نشان دادن چگونگی روند پیش بینی قیمت سهام بوسیله روش برنده که همان روش ترکیبی شبکه عصبی بر پایه الگویتم ژنتیک می باشد، شکل های ۲و۳و۴ به عنوان نمونه برای سه سهم مس باهنر، اقتصاد نوین و پتروشیمی خارک در دوره چهارساله نمایش داده شده است. همان طور که مشخص است،روش برنده به خوبی توانسته روند قیمت سهام را در روزهای کاری بورس اوراق بهادار پیش بینی کرده و این خود نشان از تاثیر به سزای اتخاذ الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش انتخاب ویژگی در بالا بردن قدرت تشخیص روند قیمت سهام می باشد.



شکل(۲).نمایش قیمت پیش بینی شده(آبی) و واقعی(قرمز) برای سهم مس باهنر بوسیله روش*GA-NN*



شکل(*3*).نمایش قیمت پیش بینی شده(آبی) و واقعی(قرمز) برای سهم اقتصادنوین بوسیله روش*GA-NN*



شکل(۴).نمایش قیمت پیش بینی شده (آبی) و واقعی(قرمز) برای سهم پتروشیمی خارک بوسیله روش*GA-NN*

۶- نتیجه گیری وبحث

پیش بینی و بررسی قیمت اوراق بهادار مقوله ای است که دانشمندان علوم مالی و سرمایه گذاران همواره در پی بهینه سازی آن بوده اند. دلیل اصلی که مردم در بازار های سهام سرمایه گذاری می نمایند، بدست آوردن سود است که لازمه آن داشتن اطلاعات درست از بازار سرمایه و تغییرات سهام و پیش بینی روند آینده آن است که همه این مفاهیم در مدیریت سبد سهام خلاصه می گردند. مساله و موضوع اصلی این پژوهش ارائه مدلی خودکار و جدید با استفاده از روشهای داده کاوی جهت عملیاتی نمودن ایده مدیریت فعال پرتفوی در بازار سرمایه با هدف کمک به تصمیم گیری خرید و فروش موفق تر و کسب بازدهی بیشتر برای سرمایه گذارن و به تبع آن تخصیص کاراتر منابع محدود در بازار سرمایه در نظرگرفته شده بود.

در این پژوهش به مقایسه عملکرد(معیار مقایسه بازدهی کسب شده) رویکرد مدیریت فعال پرتفوی با مدیریت غیر فعال پرتفوی برای داده های خود در یک بازه زمانی چهار ساله پرداختیم. در این مقاله سعی گردید تا با استفاده از روش های پیش بینی قیمت سهام و طراحی یک استراتژی معاملاتی ،رویکرد مدیریت فعال پرتفوی را پیاده سازی نماییم. ابتدا با شش سهم انتخاب پرتفویی شش سهمی ساخته و وزن هر یک از سهم ها در هر یک از دوره زمانی چهار ساله با استفاده از روش مارکویتز استخراج گردید. سپس با استفاده از ۲۲ نماگر تکنیکی به عنوان ویژگی های هر سهم ، از الگوریتم ژنتیک به عنوان یک روش انتخاب ویژگی بهره جسته تا با ادغام شدن با روش های پیش بینی شبکه عصبی ونزدیکترین همسایگی اقدام به پیش بینی قیمت سهام نمایند. برای آموزش داده ها تکنیک رولینگ ویندو با بازه زمانی پنج روزه مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به استراتژی

معاملاتی تعریف شده ،سیگنال های خروجی مرتبط با آن و قیمت پیش بینی شده هر سهم، بازده پرتفو های حاصل از دو روش *GA-kNN*, *GA- NN* همچنین پرتفوی حاصل از استراتژی خرید و نگه داری به عنوان نماینده رویکرد مدیریت پرتفوی غیر فعال در هر یک از چهارسال محاسبه و در پایان روش*GA-NN* دارای عملکرد بازدهی بهتری را برای پرتفوی شش سهمی حاصل از آن بود. همچنین با توجه به نمودار حاصل از قیمت پیش بینی شده و قیمت واقعی برا روش برنده خود که همان روش شبکه عصبی مصنوعی بر پایه الگوریتم ژنتیک، به نقش انتخاب ویژگی در افزایش دقت پیش بینی و تشخیص بهتر روند قیمت سهام پی بردیم. برای دست یابی به دقت بالاتر و در نتیجه کسب بازدهی بیشتر توابع و پارامترهای مدل های به کارفته را تاحد امکان بهینه سازی نموده وبرای یافتن نتایجی بهتر ، مدل ها را برای داده هایی با روزهای معاملاتی بالاتر به کار بست. همچنین می توان با وارد نمودن شاخص های کلان اقتصادی به عنوان متغیرهایی به همراه سایر شاخص های تحلیل تکنیکی به عنوان ویژگی هر سهم بهره جست.روش های مختلفی برای پیش بینی قیمت سهام و به تبع آن ساخت پرتفوی و انجام معاملات هوشمند ارائه شده اند ولی هیچ کدام به طور کامل درست و دقیق نبوده اند. رویکرد های به کارفته در این تحقیق به عنوان نمایندگانی از روش های هوش مصنوعی نسبت به روش های آماری کلاسیک همچون رگرسیون ساده و درخت تصمیم گیری از عملکرد دقتی و بازده ای بهتری برخوردار بوده و می توانند به عنوان تکنیک هایی پرکاربرد برای انجام معاملات هوشمند سهام معاملات هوشمند سهام با توجه به قیمت پیش بینی شده هر سهم به کار گرفته شوند. همچنین نتایج این پژوهش حاکی از برتری عملکردی رویکرد ترکیبی پیشنهادی نسبت به تحقیق حسن زاده(۱۳۸۸) که درآن از الگوریتم ژنتیک به تنهایی استفاده کرده و با شش سهام ذکر شده اقدام به ساخت پرتفوی نمودند. در تحقیق به کار رفته توسط آقای عبادی(۱۳۸۸) نیز از روش شبکه هوش مصنوعی بر پایه روش نسبت اطلاعاتی مورد استفاده قرار گرفت که که بازده محاسبه شده حاصل برای پرتفوی شش سهمی ساخته شده در پژوهش ما از پرتفوی آن پژوهش بیشتر می باشد.

در تحقیقات آتی میتوان از سایر روش های انتخاب ویژگی همچون الگوریتم بهینه سازی ذرات تجمعی و یا روش های پیش بینی دیگر همچون لجستیک رگرسیون و یا ماشین بردار پشتیبان بهره جست. همچنین انتخاب بیشتر نماگر های تکنیکی و یا سهام های بیشتر در این حوزه امکان پژوهش های بیشتری وجود دارد. رویکرد به کار رفته در این تحقیق می تواند کمک شایانی به فعالان بازار سرمایه به ویژه صندوق های سرمایه گذاری نموده و همچنین کمک به گسترش نرم افزارهای انجام معاملات هوشمند سهام از دیگر نکات قابل ذکر برای کاربرد پژوهش انجام شده می باشد.

فهرست منابع

* اشهر، مرتضی،(۱۳۸۹)، پیش بینی شاخص سهام با استفاده از الگوریتم پرندگان ومقایسه آن با مدل های سنتی رایج در بوری اوراق بهادار تهران ، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشکده مدیریت واقتصاد دانشگاه یزد
* البرزی، محمود،(۱۳۸۸)،الگوریتم ژنتیک،تهران، انتشارات دانشگاه صنعتی شریف، چاپ اول

* تهرانی،رضا، عسگر نوربخش، مدیریت سرمایه گذاری"مدیریت سرمایه گذاری، چالز پی جونز، نگاه دانش، ۱۳۸۸
* جوادی، بابک، فرهاد حنیفی و محمد بحری العلوم.(۱۳۸۸)،"طراحی وتحلیل مقایسه ای الگوریتم های فرا ابتکاری جهت پیاده سازی سرمایه گذاری شاخص محور در بورس تهران"چشم انداز مدیریت ، شماره ۳۲،
* حسن زاده، سمیرا(۱۳۸۸)،پیش بینی قیمت سهام با استفاده از برنامه ریزی ژنتیک، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشکده مدیریت واقتصاد دانشگاه تهران
* راعی،رضا،فلاح پور،سعید،(۱۳۸۳)،پیش بینی درماندگی مالی شرکت ها با استفاده از شبکه های مصنوعی،تحقیقات مالی،شماره ۱۷
* شیر محمدی،سمیرا(۱۳۸۹)،پیش بینی قیمت سهام دربورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل ترکیبی ARIMA ورگرسیون فازی، دانشکده علوم اجتماعی دانشگاه الزهرا
* عبادی،امید،(۱۳۸۸)،پیش بینی شاخص کل قیمت سهام در بورس تهران با استفاده از شبکه مصنوعی، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشکده اقتصاد دانشگاه بوعلی سینا
* قاسمی دشتکی، مهسا(۱۳۸۷)، پیش بینی قیمت گذاری عرضه های عمومی اولیه، ترکیب شبکه های عصبی و الگوریتم ژنتیک، پایان نامه کارشناسی ارشد، رشته حسابداری دانشگاه تهران
* کیامهر، علی محمد،مهتاب تیژری،(۱۳۸۶)،"ارائه مدلی جهت آزمون وارتقا کارایی بازارسهام"(نشریه تحقیقات مالی)،دوره ۸
* مازاریزدی، محمد،شهناز مشایخ،(۱۳۸۴)،"بررسی عملکرد شرکت های سرمایه گذاری پذیرفته شده دربورس تهران در دوره ۱۳۸۰-۱۳۷۴" مجله بررسی های حسابداری وحسابرسی ،شماره۴۲
* محمدی، شاپور.(۱۳۸۳)،"تحلیل تکنیکی در بورس اوراق بهادار تهران" فصل نامه تحقیقات مالی سال ششم، شماره ۱۷
* منهاج، محمد باقر،(۱۳۸۶)،مبانی شبکه های عصبی (هوش محاسباتی)، تهران، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، چاپ چهارم
* هاشمی،احمد،(۱۳۸۹)، تاثیر فاکتورهای رفتاری بر پیش بینی قیمت سهام با استفاده ازمدل شبکه های عصبی رگرسیونی وجلوسو مورد مطالعه، پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشکده صنایع دانشگاه علم وفرهنگ
* Choong,Joe.(2010), Powerful Forecasting with MS Excell.Published by XLPert Enterprise
* Choudri, Rhoit .Grag, KumKum.(2008),"A Hybrid Machine Learning System for Stock Market Forecasting" World Academy Science, Engineering and Technology 39
* Chung,C,H,Chen,T,L,Jong Teoh,H,Chiang, C,H.(2008)'Fuzzy time-series based on adaptive expectation model for TAIEX forecasting' Expert System with Applications" 34:1126-1132
* Goldberg, David E (1989)" Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning" Addison-Wesley
* Grinold, C&Kahn, N."Active Portfolio."(McGraw-Hill,2000)
* Oreski, S, Oreski, D., & Oreski, G. (2012). Hybrid system with genetic algorithm and artificial neural networks and its application to retail credit risk assessment. *Expert systems with applications, 39* (16), 12605-12617.

* Kozma, Laszlo, (2008) (”k Nearest Neighbors Algorithm” Helsinki University of Technology
* Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *Journal of Finance*, 7, 77–91.
* Torrubiano, R.and Suarez ,A(2008).”A Hybrid Optimization Approach to Index Tracking”, Operation Research Journal, 166

یادداشت‌ها