فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال چهارم/ شماره پانزدهم/ پاییز ۱۳۹٤

ارائه مدل معاملاتی با تکرار بالا در بورس اوراق بهادار تهران

محسن دستپاک
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مالی، دانشگاه علوم اقتصادی (نویسنده مسئول)
moh.dastpak@gmail.com

محمدعلی رستگار
دانشیار، عضو هیات علمی دانشگاه علوم اقتصادی

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۲۹ تاریخ پذیرش: ۹۴/۲/۲۶

چکیده

در بازارهای نو ظهور همچون بازار بورس اوراق بهادار تهران، به دلیل فاصله‌ای که بین سیگنال تغییر قیمت و خود تغییر قیمت وجود دارد می‌توان از آنها برای معاملات سود ده به کمک سیستم‌های معاملات الگوریتمی بهره گرفت. ارائه‌ی یک سیستم معاملاتی با تکرار بالا دارای مزیت‌هایی می‌باشد. استفاده از نواسانات درون‌روزی مهم ترین مزیتی است که فرصت سودآوری جدید را موجب می‌شود. در این پژوهش رویکرد استفاده از معامله‌گران داخلی به منظور پیش‌بینی روند آتی سهم ارائه می‌گردد. بر اساس رویکرد معامله‌گران داخلی، به ازای هر سهم، یک معامله‌گر داخلی (یک عامل) که متخصص آن سهم می‌باشد، بر اساس داده‌های درون‌روزی و با کمک اطلاعات اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال به پیش‌بینی روند سهم می‌پردازد و هدف آن تعیین میزان خریدنی، فروختی و یا نگهداشتنی بودن آن سهم می‌باشد. نتایج مدل ارائه شده بر روی بورس اوراق بهادار تهران نشان از عملکرد بهتر این مدل نسبت به سازوکار خرید و نگهداری در هر سه نوع بازار (صعودی، نزولی و نرمال) حتی با در نظر گرفتن هزینه کامل معاملاتی دارد.

واژه‌های کلیدی: معاملات الگوریتمی، معاملات با نوسان بالا، داده‌های درون‌روزی، شبکه عصبی، بورس اوراق بهادار تهران.

۱- مقدمه

در طول چند دهه گذشته، روش‌های بسیاری برای پیش‌بینی بازار سرمایه پیاده‌سازی شده است [۱]. در بیشتر این پژوهش‌ها، پژوهشگران با مدل‌سازی‌های پیچیده‌ی ریاضی و قراردادن فرضیات زیادی بر روی بازار، به پیش‌بینی تغییرات قیمت سهام می‌پرداختند اما بدلیل پیچیدگی بالای بازار سرمایه، اغلب آنها موفقیت چندانی کسب نکردند. یکی از فرضیات کارایی بازار می‌گوید: «قیمت یک سهم تا زمانی که تمامی اطلاعات تاثیرگذار بر آن سهم، در تاریخچه‌ی قیمت آن منعکس نشده باشد، قابل پیش‌بینی نیست» [۲]. بر اساس این فرضیه، نمی‌توان تغییرات قیمت یک سهم را بطور مداوم پیش‌بینی کرد. اما شواهد نشان می‌دهد که می‌توان با مدل‌هایی پیش‌بینی را انجام داد اما نه بطور مداوم و پیوسته [۳, ۴]. پژوهش‌هایی که تاکنون بر روی مدیریت سبد سهام انجام شده غالباً دارای ۲ بخش می‌باشند: اول پیش‌بینی قیمت سهم، دوم مدیریت سبد سهام. تعداد پژوهش‌هایی که بر روی پیش‌بینی قیمت سهام انجام شده است، از پژوهش‌هایی که بر روی مدیریت سبد سهام انجام شده بیشتر به نظر می‌رسد. برخی از این مدل‌های پیش‌بینی قیمت بر اساس مدل‌های سنتی اقتصاد سنجی مالی مانند ARMA[۱]، ARIMA[۲]، GARCH[۳] و ... بوده است [۱, ۵]. همچنین در تعدادی از پژوهش‌ها، از «یادگیری نظارت شده[۴]» برای ایجاد ارتباطی بین یک سری داده‌ی ورودی و خروجی مطلوب[۵] استفاده شده است [۶]. در این میان، از آنجایی که روش‌های پیش‌بینی به کمک شبکه عصبی مصنوعی[۶] نیازی به مدل پارامتری ندارند، از محبوبیت بسیاری در پیش‌بینی قیمت سهام برخوردار هستند [۱, ۷, ۸]. «فَن» و همکارانش از روش «ماشین بردار پشتیبان[۷]» برای دسته‌بندی و انتخاب سهم بهره گرفتند [۹]. «کیم» و همکارانش از روش درخت تصمیم به منظور بررسی الگوهای تغییر قیمت سهم استفاده کردند [۱۰].

در پژوهش‌های ذکر شده، سری زمانی قیمت سهم به عنوان تنها داده‌ی ورودی مساله در نظر گرفته شده است. در پژوهش «جانگمین» و همکارانش آنها معامله‌گرهای داخلی را بر اساس ترتیب، تقاطع و صعودی/نزولی بودن سری‌های زمانی میانگین متحرک[۸] ۵، ۱۰ و ۲۰ دوره‌ایِ قیمت سهم پایه‌گذاری کرده‌اند [۱۱-۱۳]. اشکال قابل مشاهده در این روش این است که استراتژی استفاده شده برای بررسی سهم، برای تمامی سهام یکسان می‌باشد، در حالی که واضح است یک ابزار پیش‌بینی ممکن است برای تمامی سهم‌ها جواب خوبی نداشته باشد.

در مدلی که در این پژوهش ارائه خواهد شد، به ازاء هر سهم موجود در سبد سهام، یک معامله‌گر داخلیِ متناظر که مخصوص آن سهم آموزش دیده است، در نظر گرفته می‌شود. از طرفی استفاده تنها از سری زمانی قیمت و میانگین متحرک اطلاعات کافی‌ای را در اختیار قرار نمی‌دهد. در این پژوهش از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال و سیگنال‌های آنها به عنوان داده‌ی ورودی مساله استفاده می‌کنیم.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه‌ی پژوهش

براساس بررسی‌های به عمل آمده در بازارهای مالی دنیا در مواقعی که متغیرهای بنیادی تغییر چندانی ندارند و یا حداقل گزارش نمی‌شوند، استفاده از تحلیل تکنیکال از مفیدترین ابزارها به شمار می‌رود. همچنین در کوتاه مدت تحلیل‌های تکنیکی امکان کسب سودهای قابل توجه را فراهم آورده و به نقدشوندگی بالاتر بازار

کمک می‌کند [۱۴]. برزیده و همکارانش [۱۵] در پژوهشی نشان دادند که در سالهای مورد مطالعه استراتژی فعال ناشی از خرید و فروش بر اساس اندیکاتور ترکیبی باند بولینگر و شاخص قدرت نسبی نمی تواند بازدهی بیشتری از بازدهی ناشی از خرید و نگهداری شاخص بورس اوراق بهادار ایجاد کند. اما نتایج تحقیقات ستایش و همکارانش [۱۶] بر روی بورس اوراق بهادار تهران نشان از بازدهی بیشتر اندیکاتورهای میانگین (میانگین متحرک ساده، میانگین متحرک موزون، میانگین متحرک نمایی، میانگین متحرک متغیر و میانگین متحرک مثلثی) بر خلاف سایر شاخص ها (شاخص قدرت نسبی، شاخص جریان پول، شاخص اندازه حرکت دینامیک، شاخص اندازه حرکت درون روزانه و شاخص ویلیامز) نسبت به بازدهی روش خرید و نگهداری دارد. تهرانی و همکارانش [۱۷] در پژوهشی نشان دادند در بازه‌ی سالهای ۸۲ تا ۸۴، بین متوسط بازده‌ی حاصل از شاخص‌های تکنیکی (به جز RSI) و متوسط بازده حاصل از روش خرید و نگهداری تفاوت معنی داری وجود دارد و استفاده از این شاخص‌ها می‌تواند به کسب سودی بیشتر منجر شود. صمدی و همکارانش [۱۸] نیز نتایجی مشابه مبنی بر کارایی استفاده از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال بر روی بورس تهران داشتند. رزمی و همکارانش [۱۹] نیز نشان دادند استفاده از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال نسبت به سازوکار خرید و نگهداری از سودآوری بالاتری برخوردار است.

در پژوهش‌های ذکر شده، پیاده‌سازی سیستم بر روی داده‌های انتهای روز و معاملات بصورت روز به روز انجام می‌شد. اخیراً پژوهش‌هایی در استفاده از داده‌های درون‌روزی[۹] انجام شده است که عمدتا بیانگر کسب سود بالاتر در مدت مشابه با معاملات روز به روز می‌باشند. در اینگونه سیستم‌ها، به دلیل انجام معاملات با دفعات بالا، حجم معاملات نیز بسیار بالا می‌باشد؛ لذا مواردی همچون نرخ هزینه معاملاتی (در ایران ۰٫۵٪ و ۱٪) و محدودیت دامنه نوسان روزانه قیمت (در بازار ایران ۴٪±) تاثیر زیادی بر روی سودآوری و کارایی سیستم می-گذارد. از این رو، بدلیل پایین بودن هزینه معاملاتی و بالا بودن نقدشوندگی در بازارهای معاملات نرخ ارز خارجی[۱۰]، اغلب پژوهش‌ها و تحلیل ها بر روی معاملات درون روزیِ نرخ ارز معطوف شده است. «جونز» و همکارانش در پژوهش‌هایی[۲۰, ۲۱] سودآوری استفاده از داده‌های درون‌روزی در سیستم‌های معامله‌گر خودکار[۱۱] را نشان دادند. در ادامه، آنها پژوهش‌های خود را به استفاده از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال بر روی داده‌های درون‌روزی معطوف کردند و سودآوری این مدل را در بازارهای فارکس[۱۲] به نمایش گذاشتند [۲۲, ۲۳]. «دمپستر» و همکارانش در پژوهشی [۲۴] از الگوریتم‌های یادگیرنده برای طراحی سیستم معامله‌گر با استفاده از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال بر روی داده‌های درون‌روزی بهره گرفتند. آنها نشان دادند که با هزینه‌ی معاملاتی صفر، تمامی روش‌های اتخاذ شده سودآور بوده اما با هزینه معاملاتی واقعی هیچکدام از این سیستم‌ها سود قابل ملاحظه‌ای ندارند. پژوهش‌های دیگری نیز به تحلیل استفاده از داده‌های درون‌روزی در سیستم‌های معاملات الگوریتمی پرداخته‌اند [۲۵-۲۸]. از این بین تنها پژوهش‌های «یاماموتو»[۲۶] و «تاناکا-یاماواکی»[۲۸] همزمان از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال و داده‌های درون‌روزی در سیستم معاملات الگوریتمی سهام استفاده کرده‌اند. این دو پژوهش بر روی تنها یک و یا دو دارایی(و نه پورتفولیویی از سهام) بررسی شده‌اند. در حالیکه «تاناکا-یاماواکی» در پژوهشش [۲۸] بیان می‌کند که ترکیب بهینه‌ای از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال می‌توانند پیش-

بینی خوبی از قیمت سهم داشته باشند، نتایج پژوهش «یاماموتو» [۲۶] نشان می‌دهد که هیچ یک از استراتژی-های اتخاذ شده در پژوهشش نمی‌تواند به اندازه‌ی استراتژی خرید و نگهداری[۱۳] سودآور باشد.

در بورس اوراق بهادار تهران، تاکنون پژوهش ثبت شده‌ای با بهره‌گیری از داده‌های درون روزی و استفاده از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال انجام نشده است. پژوهش‌های اخیر غالبا بر روی داده‌های انتهای روز بوده است و ماهیت معامله با تکرار بالا را ندارند.

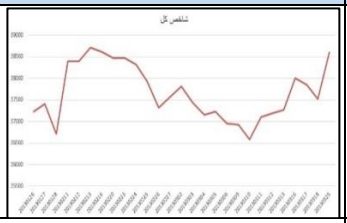
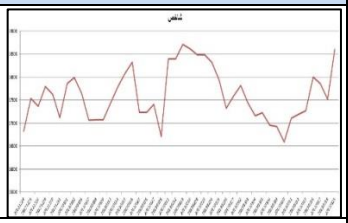
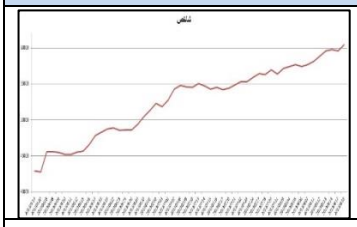
معامله گرهای داخلی

هر معامله‌گر داخلی (LT)[۱۴] یک عامل[۱۵] برای پیش‌بینی روند آتی قیمت یک سهم خاص می‌باشد. یک معامله‌گر داخلی، یک شبکه عصبی می‌باشد که بر اساس برداری از اطلاعات (در ادامه به تفصیل بیان خواهند شد) نسبت مطلوبیت آن سهم را برای خرید، فروش و یا نگهداری اعلام می‌کند.

ایده‌ای که در این پژوهش مد نظر قرار دارد، استفاده از اطلاعاتی است که اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال در اختیار ما قرار می‌دهند. افزایش چشمگیر تعداد اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال نشان از این حقیقت است که هیچ اندیکاتوری وجود ندارد که بتواند برای تحلیل تمامی سهم‌ها بطور پیوسته جوابگو باشد. از این رو ضروریست تا به ازاء هر سهم، یک معامله‌گر داخلی وجود داشته باشد تا برای هر سهم، از اطلاعات مهم برای آن سهم در پیش-بینی وضعیت آن بهره گیرد.

سهام مورد بررسی

یکی از الزامات هر سیستم معاملات الگوریتمی[۱۶] و مخصوصا معاملات با تکرار بالا[۱۷]، آن است که سهام مورد بررسی دارای خاصیت معامله شوندگی بالایی باشند. به این معنی که در هر لحظه، امکان معامله‌ی هر مقدار از سهام وجود داشته باشد. از این رو، در این پژوهش سهامی را انتخاب می‌کنیم که دارای بالاترین حجم معاملاتی باشند. طبق نمودار شاخص کل، ۳ بازه‌ی ۲ ماهه‌ی صعودی، نزولی و نرمال را انتخاب می‌کنیم و در هرفاصله ۳ سهم را انتخاب می‌کنیم.

نوع بازار	بازر نزولی	بازار نرمال	بازار صعودی
بازه	۱۳۹۱/۱۱/۰۶ الی ۹۲/۰۱/۰۵*	۱۳۹۱/۱۰/۰۴ الی ۱۳۹۲/۰۱/۰۵	۱۳۹۲/۰۲/۲۹ الی ۱۳۹۲/۰۵/۲۷
نمودار شاخص کل			
سهام منتخب	اخابر	فولاد	وبانک
	فملی	وپارس	وبشهر
	وانصار	وصندوق	شپلی

*قابل توجه است که این بازه از نظر شاخص نزولی نیست اما در آن سهام پرمعامله ولی با روند نزولی (آنچه مورد نظر ما می‌باشد) وجود دارد.

۳- روش شناسی پژوهش

این پژوهش بر روی بورس اوراق بهادار تهران انجام می‌شود و اطلاعات معاملات، اعم از قیمت معامله، بهترین قیمت خرید، بهترین قیمت فروش، حجم معاملات انجام شده و ... از طریق سرورهای بورس اوراق بهادار تهران در اختیار موسسات و یا افرادی که به این اطلاعات نیاز داشته باشند قرار می‌گیرد. با برنامه نویسی و تهیه پایگاه بانک اطلاعاتی در SQL Server، اطلاعات مورد نیاز هر از چند ثانیه (۵ تا ۲۰ ثانیه) از سرورهای بورس اوراق بهادار تهران فراخوانی می‌شوند و بانک اطلاعاتی سهام بروزرسانی می‌شود. با تجمیع اطلاعات و محاسباتی، سری‌های زمانی از قیمت در نمودارهای شمعی[۱۸] (کندل استیک) ۱۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه‌ای محاسبه و آماده می‌شوند. تمامی اندیکاتورها و سری‌های زمانی دیگر که در ادامه توضیح داده خواهد شد نیز در محیط SQL Server محاسبه و دسته بندی می‌شوند. دلیل آنکه محاسبات اندیکاتورها و بازده‌ها در این محیط انجام می‌شود آن است که رویکرد محاسباتی SQL Server به صورت ماتریسی بوده و در نتیجه انجام عملیاتی همچون محاسبه سری زمانی میانگین‌های متحرک، تاخیر دادن به سری زمانی و ... با سرعت بالاتری نسبت به C# در این محیط قابل انجام است.

اطلاعات مهم در پیش بینی

پژوهشگران حوزه‌ی پیش‌بینی قیمت سهام، پارامترهای بسیار متنوع و متفاوتی در به عنوان فاکتور موثر در تغییرات قیمت سهم دخیل می‌دانند. اکثریت این فاکتورها قیمت محور هستند، مانند: میانگین‌های متحرک قیمت، بازده‌ها، اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال قیمت محور. در این پژوهش، ما بدنبال یافتن برداری از اطلاعات هستیم تا بتواند اطلاعات کافی را جهت پیش‌بینی درست و دقیق آینده‌ی سهم در اختیار ما قرار دهد. بازه‌ی سهم یکی از مهمترین فاکتورها در پیش‌بینی روند آتی یک سهم می‌باشد؛ ما از بازه‌ی یک، دو و سه دوره‌ی قبل با تناوب‌های ۱۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه‌ای بهره می‌گیریم. همانطور که در مقدمه‌ی این فصل نیز مطرح شد، از ۶ اندیکاتور تحلیل تکنیکال پرکاربرد نیز بهره می‌گیریم که در ادامه به تفصیل درمورد هر یک توضیحات کامل داده خواهد شد. علاوه بر این‌ها، اعتقاد پژوهشگر بر این است که اطلاعات غیر مبتنی بر قیمت سهم نیز می‌توانند اطلاعات مفیدی به منظور پیش‌بینی آینده‌ی سهم در اختیار ما قرار دهند؛ از جمله‌ی این فاکتورها می‌توان به زمان انجام معامله در روز (چه ساعتی در روز)، در هفته (چه روزی در هفته) و در ماه (چه روزی در ماه) اشاره کرد. در ادامه به تفصیل هر یک از این فاکتورها توضیح داده خواهند شد.

بازده

در بررسی داده‌های درون روزی، بازده‌های نقطه‌ای ممکن است به دلیل نوسانات بالا در مقیاس کوچک اطلاعات درستی از واقعیت روند قیمت سهم به ما ندهند، به این منظور از روند ۳ تایی بازده سهم در هر نقطه به عنوان اطلاعات کمکی برای پیش‌بینی استفاده می‌کنیم. بازده را در تناوب‌های ۱۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه‌ای برای یک،

دو و سه دوره‌ی قبل هر نقطه محاسبه می‌کنیم. در جدول (۳-۱) فاکتورهایی که از نوع بازده می‌باشند و در بردار اطلاعات پیش‌بینی خواهند آمد لیست شده‌اند. در اینجا r_{10}^{t-1} به معنی بازده در یک دوره قبل از دوره‌ی t و با تناوب ۱۰ دقیقه‌ای می‌باشد.

جدول ۳- 1 پارامترهای مورد استفاده از بازده

شماره	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸
نماد	r_{10}^{t-1}	r_{10}^{t-2}	r_{10}^{t-3}	r_{30}^{t-1}	r_{30}^{t-2}	r_{30}^{t-3}	r_{60}^{t-1}	r_{60}^{t-2}	r_{60}^{t-3}

اندیکاتورها

به عنوان اصلی‌ترین اطلاعات پیش‌بینی سهم، تعداد ۶ اندیکاتور معروف و پرکاربرد این حوزه را در ادامه بررسی خواهیم کرد. این اندیکاتورها شامل: RSI، MACD، Stochastic Oscillator، Bollinger Band، Alligator و Ichimoku می‌باشند. این اندیکاتورها در بانک اطلاعاتی SQL Server محاسبه شده‌اند و سیگنال‌های آن‌ها (براساس آنچه در ادامه توضیح داده خواهد شد) نیز گرفته شده است. در برخی از این اندیکاتورها مثل RSI، Stochastic Oscillator و Bollinger Band، به دلیل آنکه خود مقدار اندیکاتور دارای دامنه نوسان بوده و سیگنال‌گیری از آن نیز بخاطر حرکت نوسانی آن اندیکاتور می‌باشد، مقدار خود اندیکاتور نیز به همراه سیگنال-های آن به عنوان اطلاعات در بردار نهایی قرار داده خواهد شد. در سایر اندیکاتورها تنها سیگنال‌های خروجی آن‌ها در بردار نهایی آورده می‌شود.

سیگنال گیری از اندیکاتورها، بر اساس پارامترهای استاندارد هر اندیکاتور و با توجه به سیگنال‌های خرید و فروش استانداردی می‌باشد که در منابع علمی قید شده است. در این پژوهش عدد ۱+ را سیگنال خرید، ۱- را سیگنال فروش و ۰ (صفر) را سیگنال خنثی در نظر گرفته‌ایم.

در ادامه به معرفی تک تک اندیکاتورهای مورد استفاده می‌پردازیم اما پیش از معرفی اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال و بررسی آنها، نیاز است تا با دو مفهوم پرکاربرد در این زمینه آشنا شویم.

بیش خرید: زمانی که یک سهم یا نماد به صورت افراطی و غیر عادی خریداری می شود معامله گران در این شرایط به اصطلاح می گویند سهم «بیش خرید» شده است. در این زمان احتمال کاهش قیمت ها وجود دارد.

بیش فروش: زمانی که یک سهم یا نماد به صورت افراطی و غیر عادی فروخته می شود معامله گران در این شرایط به اصطلاح می گویند سهم «بیش فروش» شده است. در این زمان احتمال افزایش قیمت ها وجود دارد.

اندیکاتور شاخص قدرت نسبی (RSI)

سیگنال‌های این اندیکاتور به صورت زیر تعیین شده اند:

خرید	فروش
تقاطع صعودی RSI و سطح ۳۰ درصد. یعنی زمانی که RSI از زیر سطح ۳۰ درصد به سمت بالای این سطح حرکت می کند.	تقاطع نزولی RSI و سطح ۷۰ درصد. یعنی زمانی که RSI از بالای سطح ۷۰ درصد به سمت پایین این سطح حرکت می کند.
همگرایی میان نمودار قیمت و RSI. یعنی زمانی که در نمودار قیمت کف‌های نزولی و در RSI کف‌های صعودی تشکیل می‌شود.	واگرایی میان نمودار قیمت و RSI. یعنی زمانی که در نمودار قیمت قله‌های صعودی و درRSI قله‌های نزولی تشکیل می‌شود.

شاخص همگرایی/واگرایی میانگین متحرک MACD

سیگنال‌های این اندیکاتور به صورت زیر تعیین شده اند:

خرید	فروش
تقاطع صعودی نمودار میله ای و منحنی سیگنال در MACD. یعنی زمانی که نمودار میله‌ای از پایین به سمت بالای منحنی سیگنال حرکت می کند.	تقاطع نزولی نمودار میله‌ای و منحنی سیگنال در MACD. یعنی زمانی که نمودار میله‌ای از بالا به سمت پایین منحنی سیگنال حرکت می‌کند.
تقاطع صعودی نمودار میله‌ای و سطح صفر در MACD. یعنی زمانی که نمودار میله‌ای از پایین به سمت بالای سطح صفر حرکت می‌کند (تغییر مقدار MACD از منفی به مثبت).	تقاطع نزولی نمودار میله ای و سطح صفر در MACD. یعنی زمانی که نمودار میله‌ای از بالا به سمت پایین سطح صفر حرکت می‌کند (تغییر مقدار MACD از مثبت به منفی).
همگرایی میان نمودار قیمت و MACD. یعنی زمانی که در نمودار قیمت کف‌های نزولی و در MACD کف‌های صعودی تشکیل می شود.	واگرایی میان نمودار قیمت و MACD. یعنی زمانی که در نمودار قیمت قله‌های صعودی و درMACD قله‌های نزولی تشکیل می شود.

شاخص نوسانگر تصادفی (Stochastic Oscillator)

سیگنال‌های این اندیکاتور به صورت زیر تعیین شده اند:

خرید	فروش
ورود منحنی اصلی Stochastic به محدوده ۲۰ درصد نشانه بیش فروش شدن نماد و احتمال افزایش قیمت‌ها است. هر چه Stochastic مدت بیشتری در محدوده بیش فروش (زیر ۲۰ درصد) باقی بماند احتمال تغییر روند نزولی بازار و درنتیجه افزایش قیمت‌ها بیشتر می‌شود.	ورود منحنی اصلی Stochastic به محدوده ۸۰ درصد نشانه بیش خرید شدن نماد و احتمال کاهش قیمت‌ها است. هر چه Stochastic مدت بیشتری در محدوده بیش خرید (بالای ۸۰ درصد) باقی بماند احتمال تغییر روند صعودی بازار و درنتیجه کاهش قیمت‌ها نیز بیشتر می‌شود.
تقاطع صعودی منحنی اصلی و سیگنال (سیگنال ضعیف). عبور صعودی منحنی اصلی Stochastic به بالای منحنی سیگنال نشانه‌ای از احتمال تغییر روند نزولی بازار و رشد آتی قیمت‌ها است.	تقاطع نزولی منحنی اصلی و سیگنال (سیگنال ضعیف)؛ عبور نزولی منحنی اصلی Stochastic به زیر منحنی سیگنال نشانه‌ای از احتمال تغییر روند صعودی بازار و کاهش آتی قیمت‌ها است.
همگرایی نمودار قیمت و Stochastic؛ یعنی زمانی که در نمودار قیمت کف‌های نزولی و در منحنی Stochastic کف‌های صعودی تشکیل شود.	واگرای نمودار قیمت و Stochastic؛ یعنی زمانی که در نمودار قیمت قله‌های صعودی و در منحنی Stochastic قله‌های نزولی تشکیل شود.

اندیکاتور باندهای بولینگر

سیگنال‌های این اندیکاتور به صورت زیر تعیین شده اند:

خرید	فروش
برخورد قیمت ها به باندهای پایینی نشانی از بیش فروش شدن دارایی است و در این حالت احتمال افزایش قیمت ها بیشتر می شود و سیگنالی برای خرید است.	برخورد قیمت ها به باندهای بالایی نشانی از بیش خرید شدن دارایی است و در این حالت احتمال کاهش قیمت‌ها بیشتر می-شود و سیگنالی برای فروش است.

اندیکاتور Alligator

سیگنال‌های این اندیکاتور به صورت زیر تعیین شده اند:

خرید	فروش
واگرایی سری‌های زمانی پس از مدتی ثبات و در هم تنیدگی و شروع حرکت صعودی قیمت، سیگنالی برای خرید می‌باشد.	واگرایی سری‌های زمانی پس از مدتی ثبات و در هم تنیدگی و شروع حرکت نزولی قیمت، سیگنالی برای فروش می‌باشد.

اندیکاتور ایچی موکو[۱۹]

سیگنال‌های این اندیکاتور به صورت زیر تعیین شده اند:

خرید	فروش
قرارگیری کندل‌های قیمت بالای کومو (ابر) و تقاطع پایین به بالا توسط تنکسن بر روی کیجنسن (سیگنال قوی)	قرارگیری کندل‌های قیمت زیر کومو (ابر) و تقاطع بالا به پایین توسط تنکسن بر روی کیجنسن (سیگنال قوی)
قرارگیری کندل‌های قیمت بالای کومو (ابر) و تقاطع پایین به بالا توسط تنکسن بر روی کیجنسن و قرارگیری چیکو بالای کندل ۲۶ دوره قبل	قرارگیری کندل‌های قیمت زیر کومو (ابر) و تقاطع بالا به پایین توسط تنکسن بر روی کیجنسن و قرارگیری چیکو زیر کندل ۲۶ دوره قبل
قرارگیری کندل‌های قیمت بالای کومو (ابر) و تقاطع پایین به بالا توسط تنکسن بر روی کیجنسن همراه با همسو شدن کیجنسن با تنکسن و حرکت به سمت بالا	قرارگیری کندل‌های قیمت زیر کومو (ابر) و تقاطع بالا به پایین توسط تنکسن بر روی کیجنسن همراه با همسو شدن کیجنسن با تنکسن و حرکت به سمت پایین
قرارگیری کندل‌های قیمت زیر کومو (ابر) و تقاطع پایین به بالا توسط تنکسن بر روی کیجنسن (سیگنال ضعیف)	قرارگیری کندل‌های قیمت بالای کومو (ابر) و تقاطع بالا به پایین توسط تنکسن بر روی کیجنسن (سیگنال ضعیف)

سایر اطلاعات ورودی

همانطور که مشخص است، رفتار معامله‌گران در بورس اوراق بهادار، در زمان‌های مختلف دارای رفتارها متفاوت می‌باشد. بطور مثال می‌توان گفت در ابتدای هر ماه به دلیل افزایش حجم معاملات و تزریق پول به بازار، حرکت در جهت مثبت را می‌توان از قیمت سهم انتظار داشت. این رفتارها در اول روز یا انتهای روز و یا اولین

روز هفته یا آخرین روز هفته می‌تواند متفاوت باشد. از این رو سه پارامتر دیگر که بیانگر موقعیت زمان معامله در روز، در هفته و یا در ماه می‌باشند را به باقی سری‌های زمانی اضافه می‌کنیم.

$$OT_{Day} = \frac{\text{ساعت انجام معامله} - 9}{12 - 9}\ ^{20}\ OT_{Week} = \frac{\text{شماره روز در هفته}}{7}\ OT_{Month} = \frac{\text{شماره روز در ماه}}{31}$$

به منظور سهولت در مدل سازی این نسبت‌ها به صورت اعدادی بین ۰ و ۱ استاندارد سازی شده اند. در این استاندارد سازی شماره روز شنبه را صفر و شماره روز چهارشنبه به عنوان آخرین روز معاملاتی هفته را ۴ در نظر گرفته‌ایم.

جدول ۳- ۲ سایر سری های زمانی مورد استفاده

شماره	۳۳	۳۴	۳۵
نماد	OT_{Day}	OT_{Week}	OT_{Month}

شبکه عصبی مصنوعی

شبکه‌های عصبی مصنوعی(Artificial Neural Network – ANN) یا به زبان ساده‌تر شبکه‌های عصبی سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوینی هستند برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش، و در انتها اعمال دانش به دست آمده در جهت بیش‌بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده. ایده‌ی اصلی این گونه شبکه‌ها (تا حدودی) الهام‌گرفته از شیوه‌ی کارکرد سیستم عصبی زیستی، برای پردازش داده‌ها، و اطلاعات به منظور یادگیری و ایجاد دانش قرار دارد.

۴- نتایج پژوهش

یک شبکه عصبی مصنوعی نیازمند برداری از اطلاعات ورودی و یک یا چند خروجی دلخواه می‌باشد. بردار اطلاعات ورودی را فاکتورهای بازده، اندیکاتورها و همچنین زمان انجام عملیات (که پیشتر به طور کامل توضیح داده شد) تشکیل می‌دهند. در نتیجه ما یک سری زمانی از بردارهایی با ۳۶ فاکتور در اختیار داریم. حال باید یک سری زمانی از خروجی‌های دلخواه را نیز به مدل بیافزاییم.

خروجی دلخواه[۲۱]

در روش یادگیری نظارت شده، می بایست داده‌های ورودی را بر روی یک خروجی دلخواه تمرین داد. خروجی دلخواه می‌بایست یک عدد که بیانگر نسبت فروختنی یا خریدنی بودن سهم در آن لحظه می‌باشد در نظر گرفته شود.

ایده‌ای که در این پژوهش مد نظر قرار گرفته است، استفاده از بازده آتی سهم در یک تا پنج دوره‌ی بعد می‌باشد. از آنجا که هزینه معاملاتی برای انجام معامله‌ی خرید و فروش در بازار بورس اوراق بهادار تهران

۱,۵٪(خرید ۱٪ و فروش ۰,۵٪) می باشد، اگر سهمی بیشتر از این مقدار سود داشته باشد و یا ضرر داشته باشد، به ترتیب خریدنی و فروختنی در نظر گرفته می‌شود. زیرا آن معامله در بدترین حالت بدون ضرر خواهد بود. از طرفی در معاملات با تناوب (تکرار) بالا، بهینه‌ترین معامله در خرید آن است که در نزدیکترین حالت به سود بالای ۱,۵٪ برسد. در معامله فروش نیز، فروختنی ترین سهم آن است که در سریع ترین حالت انتظار ضرر بیش از ۱,۵٪ داشته باشیم. پس نتیجه می‌گیریم که انتظار سود یا ضرر بیشتر و مساوی ۱,۵٪ در یک و دو دوره‌ی آتی می‌بایست دارای سیگنال قوی‌تری نسبت به سه، چهار و پنج دوره‌ی بعدی باشد. پس بررسی و مقدار دهی خروجی دلخواه در هر نقطه‌ی زمانی طبق الگوریتم زیر انجام می‌شود:

اگر r_n را بازده n دوره‌ای سهم در نظر بگیریم، این مقدار به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$r_n = \frac{p_{t+n} - p_t}{p_t} \qquad \text{(رابطه ۳-۱۰)}$$

```
IF (r2 ≥ 0.015)
    Return + 1.0
ELSE IF (r5 ≥ 0.015)
    Return + 0.5
ELSE IF (r2 ≤ −0.015)
    Return − 1.0
ELSE IF (r5 ≤ −0.015)
    Return − 0.5
ELSE
    Return 0.0
```

همانطور که مشخص است، اگر مقدار $r_1 \geq 0.015$ برقرار باشد، مقادیر r_2, r_3, r_4, r_5 نیز بزرگتر از 0.015 خواهد بود. پس در الگوریتم بالا، مقدار r_2 را بجای r_1 و مقدار r_5 را بجای r_3, r_4 بررسی می‌کنیم.

در پیاده سازی شبکه عصبی، از تابع BipolarSigmoid با مقدار پارامتر[۲۲] استاندارد ۲ استفاده شده است. کل اطلاعات به دو دسته‌ی اطلاعات برای یادگیری و اطلاعات برای تست تقسیم می‌شوند، نسبت این تقسیم بندی ۹۰٪ قرار داده شد، به این معنی که ۹۰٪ اطلاعات برای یادگیری و ۱۰٪ باقیمانده برای تست در نظر گرفته شد.

در مدل شبکه عصبی از الگوریتم لونبرگ-مارکارد[۲۳] که روشی برای یافتن کمینه یک تابع غیر خطی چند متغیره که به عنوان یک روش استاندارد برای حل مسئله کمینه مربعات برای توابع غیرخطی بکار می‌رود استفاده می‌شود. مقدار ۰,۰۰۱ را نیز به عنوان نسبت یادگیری[۲۴] در نظر می‌گیریم.

یادگیری تا رسیدن به شرط اتمام یادگیری ادامه داده می‌شود. شرایط اتمام فرایند یادگیری به صورت زیر است:

۱) میانگین اختلاف خطای یادگیری و خطای پیش‌بینی در ۵ دوره‌ی اخیر کمتر از ۰,۱۵ باشد.
۲) خطای یادگیری کمتر از ۰,۱۰ باشد.
۳) حداقل ۱۰ تکرار از یادگیری گذشته باشد.

رعایت همزمان هر ۳ شرط موجب اتمام فرایند یادگیری خواهد شد.

این مدل تحت عنوان یک نرم‌افزار به زبان C# توسط پژوهشگر نوشته شده است و اجازه می‌دهد برای هر سهم دلخواه، با تعیین پارامترهای اصلی، معامله‌گر داخلی متخصص آن سهم را تولید کنیم. خروجی این نرم‌افزار

یک فایل می‌باشد که محتوای آن یک شبکه می‌باشد تا با دریافت یک بردار از اطلاعات، یک عدد بین -۱ و ۱ را به عنوان پیش‌بینی نتیجه دهد.

جدول زیر مقادیر خطای پیش‌بینی و خطای یادگیری را در شبکه‌های طراحی شده نشان می‌دهد:

نرمال		
نماد	P.E	L.E
فولاد	۰,۱۴۲۰۶	۰,۰۰۲۲۹
وپارس	۰,۰۷۸۳۴	۰,۰۰۳۲۰
وصندوق	۰,۰۵۱۹۹	۰,۰۰۳۵۲

صعودی		
نماد	P.E	L.E
وبانک	۰,۰۹۹۶	۰,۰۱۱۱
وبشهر	۰,۱۵۱	۰,۰۰۵۹
شپلی	۰,۱۴۷	۰,۰۰۶۱

نزولی		
نماد	P.E	L.E
اخابر	۰,۰۳۱۱۰	۰,۰۱۳۸۰
فملی	۰,۰۵۵۲۲	۰,۰۱۴۶۷
وانصار	۰,۱۴۳۹۸	۰,۰۱۴۰۹

مدل معاملاتی پیشنهادی

یکی از اهدافی که از ابتدا در این پژوهش مورد نظر قرار داشته است، بررسی این فرضیه است که آیا رویکرد طراحی و استفاده از معامله‌گران داخلی در معاملات با تکرار بالا تاثیرگذار خواهد بود یا خیر. به همین خاطر نیاز است تا عملکرد این معامله‌گران داخلی را در قالب یک مدل ساده مورد بررسی قرار دهیم. مدلی که در اینجا استفاده خواهیم کرد، مدلی است که در پیشنهاد خرید و یا فروش، مقدار ثابتی (مثلا ۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال)، به نسبت قدرت پیشنهاد معامله‌گر معامله انجام می‌شود. در بیانی ساده‌تر، اگر معامله‌گر سهم الف برای آن سهم در لحظه‌ی جاری پیشنهاد ۰,۵+ را داشت، می‌بایست مقدار ۰,۵*۱،۰۰۰،۰۰۰ = ۵۰۰،۰۰۰ ریال از آن سهم را با توجه به محدودیت پول نقد، خریداری کرد. در سویی دیگر، اگر معامله‌گر سهم الف، پیشنهاد ۱- را برای سهم الف داشت، می‌بایست به میزان مبلغ ۱*۱،۰۰۰،۰۰۰ = ۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال از سهم الف را با توجه به محدودیت تعداد دارایی سهم الف به فروش برساند.

نتایج و تحلیل حساسیت

این مدل بر روی سهام منتخب در هر سه نوع بازار (صعودی، نزولی و نرمال)، در بورس اوراق بهادار تهران آزمایش شد. در شبیه سازی و آزمایش مدل، از سبدهایی با ۲، ۳ و ۴ دارایی (یک دارایی بدون ریسک (پول نقد) و مابقی دارایی ریسکی) استفاده کردیم. در ادامه نتایج عملکرد مدل به همراه تحلیل حساسیت آن بر روی پارامترهای اصلی آورده شده است.

در این مدل، بر روی ۲ پارامتر می‌توان تحلیل حساسیت را انجام داد. اولی مقدار ثابت معامله (خرید و یا فروش) و دومی نرخ هزینه معاملاتی.

مقدار ثابت معامله

در تعیین مقدار ثابت معامله (خرید یا فروش) باید توجه داشت که کم و یا زیاد بودن این مقدار دلیلی بر سودآوری بیشتر مدل نخواهد بود. اگر این مقدار کم باشد، به این معنی است که در هربار دریافت سفارش، مقدار

کمی خرید و یا فروش انجام می‌شود، در نتیجه اگر معامله‌گر داخلی یک پیشنهاد قوی برای خرید (که حاصل آن سود زیادی است) داده باشد، با خرید به مقدار کم، عملا سود آن معامله به حداقل رسیده است. از طرفی پایین بودن مقدار ثابت معامله باعث پایین آمدن ریسک نیز می‌شود.

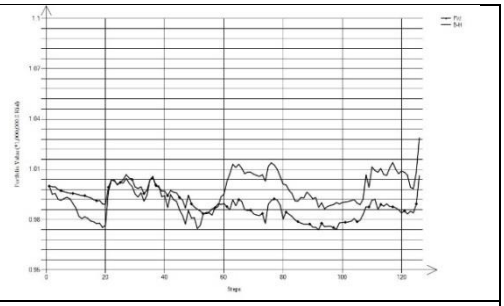
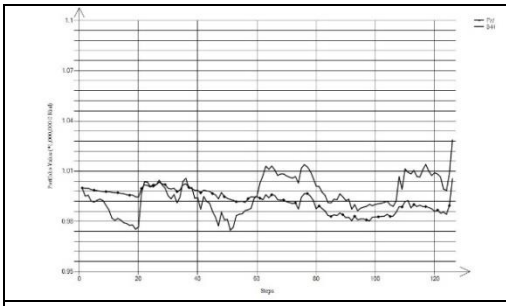
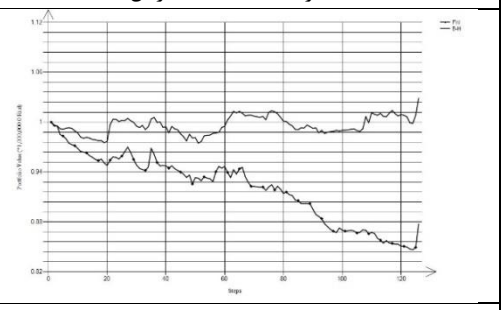
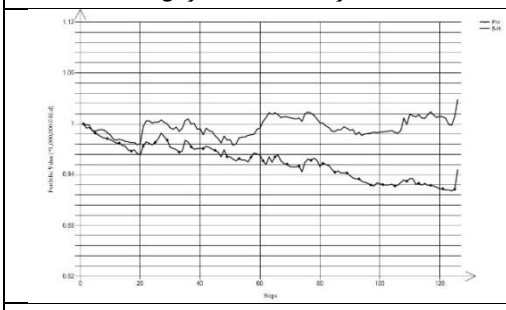
در مقابل، بالا بودن مقدار ثابت معامله، علاوه بر بالا بردن ریسک، با کمتر کردن حجم پول نقد در سبد، محدودیتی را در خرید سهام جدیدی که احتمال سودآوری بیشتری نیز دارند از سرمایه‌گذار سلب می‌کند.

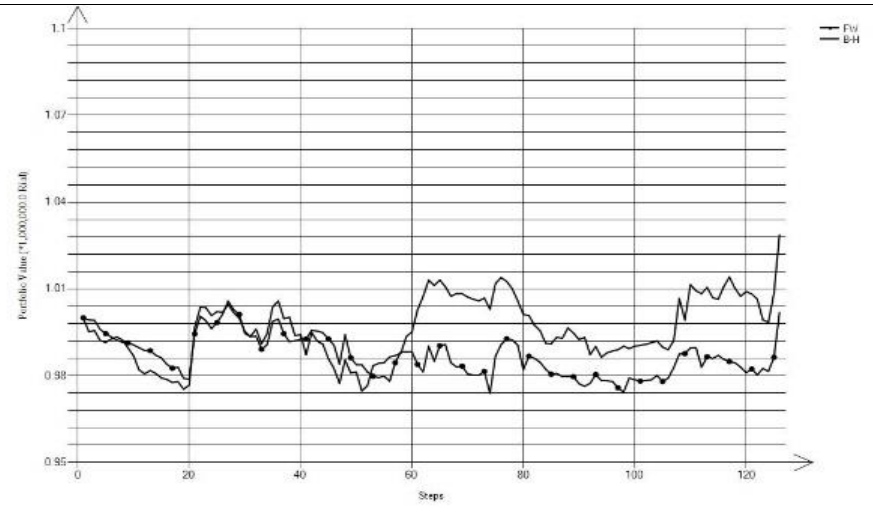
در نتیجه می‌بایست با تحلیل حساسیت عملکرد این مدل بر روی پارامتر مقدار ثابت معامله، مقداری مناسب را برای آن تعیین کنیم.

نتایج تحلیل حساسیت بر روی مقدار ثابت معامله

در ادامه این تحلیل حساسیت را در بازار نرمال و بر روی سبدی متشکل از سهام (فولاد، وپارس و وصندوق) و پول نقد در حالاهای مختلفی از هزینه معاملاتی بررسی می‌کنیم:

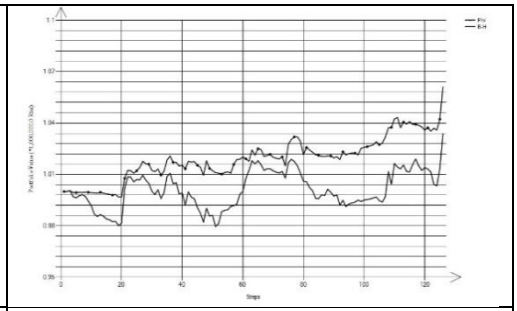
جدول ۳- ۳- نتایج تحلیل حساسیت بر روی مقدار ثابت معامله با هزینه معاملاتی کامل

	
مقدار ثابت: ۵۰۰،۰۰۰ ریال	مقدار ثابت: ۲۵۰،۰۰۰ ریال
	
مقدار ثابت: ۵،۰۰۰،۰۰۰ ریال	مقدار ثابت: ۲،۰۰۰،۰۰۰ ریال

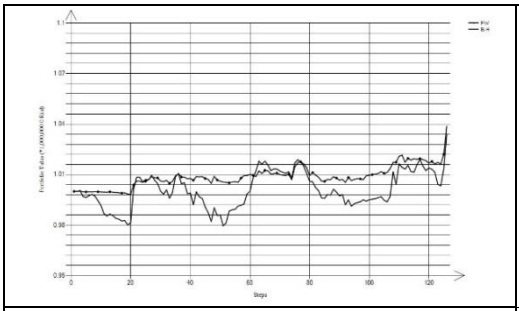


مقدار ثابت: ۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال

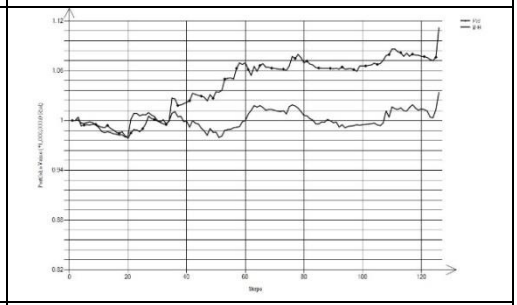
جدول ۳- ۴- نتایج تحلیل حساسیت بر روی مقدار ثابت معامله با هزینه معاملاتی صفر



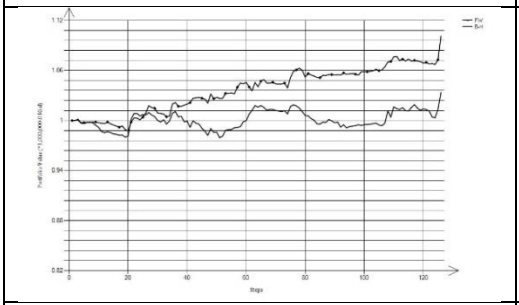
مقدار ثابت: ۵۰۰،۰۰۰ ریال



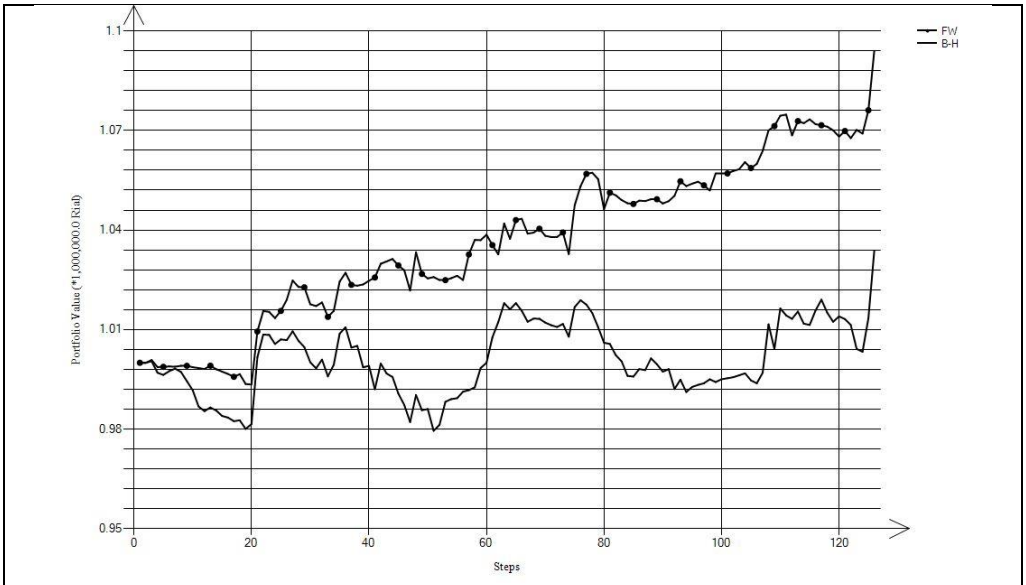
مقدار ثابت: ۲۵۰،۰۰۰ ریال



مقدار ثابت: ۵،۰۰۰،۰۰۰ ریال



مقدار ثابت: ۲،۰۰۰،۰۰۰ ریال



مقدار ثابت: ۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال

همانطور که در نتایج قابل مشاهده است، در حالت‌هایی که هزینه معاملاتی بصورت کامل در نظر گرفته می‌شود، افزایش مقدار ثابت معامله باعث کاهش سودآوری (و در اینجا افزایش زیان) خواهد شد. دلیل آن هم بیشتر شدن حجم معاملات خواهد بود. اما وقتی نرخ هزینه معاملاتی کاهش می‌یابد، افزایش مقدار ثابت معامله باعث بیشتر شدن سود می‌شود.

با بررسی نتایج، مشخص می‌شود که با تعیین مقدار ثابت معامله بر روی مقدار ۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال می‌توان در اکثر حالت‌های نرخ هزینه معاملاتی، عملکرد مناسبی داشت. در بیانی دیگر، عملکرد مدل با این نرخ در تمام حالات نرخ هزینه معاملاتی، بهتر از عملکرد مدل با سایر مقادیر ثابت معامله می‌باشد.

از این رو، در ادامه مقدار ۱،۰۰۰،۰۰۰ ریال را به عنوان مقدار ثابت معامله در نظر می‌گیریم.

نرخ هزینه معاملاتی

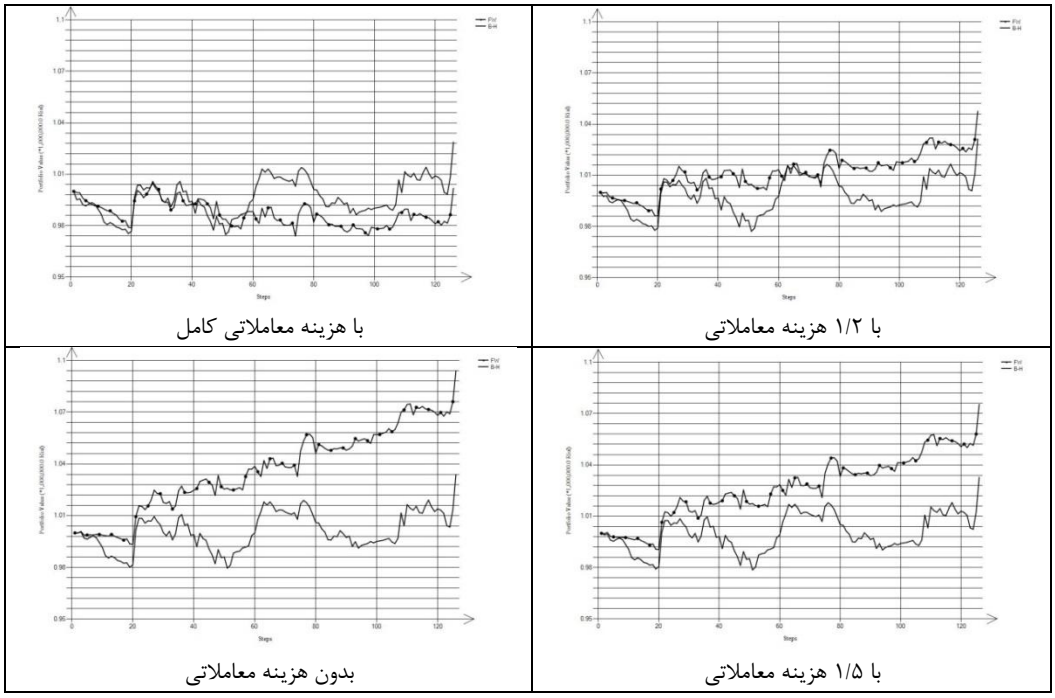
پارامتر دومی که به تحلیل آن می‌پردازیم، نرخ هزینه معاملاتی می‌باشد.

نتایج تحلیل حساسیت بر روی نرخ هزینه معاملاتی

اگر مدل بالا را بر روی ۳ بازار نرمال، صعودی و نزولی پیاده کنیم، نتایج زیر در قبال احتساب هزینه‌های معاملاتی مختلف بدست می‌آید:

در بازار نرمال:

جدول ۳- ۵- نتایج تحلیل حساسیت بر روی هزینه معاملاتی-دارایی: سهام(فولاد، وپارس و وصندوق) + پول نقد



با ۱/۲ هزینه معاملاتی

با هزینه معاملاتی کامل

با ۱/۵ هزینه معاملاتی

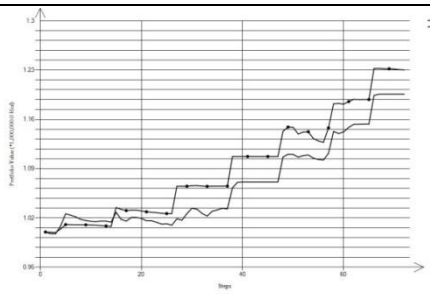
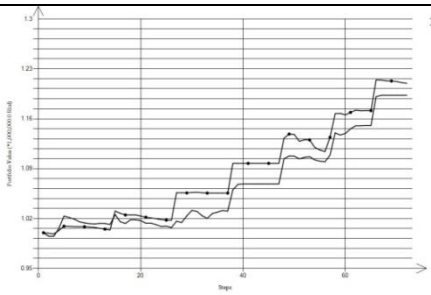
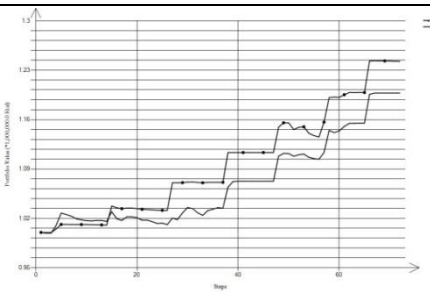
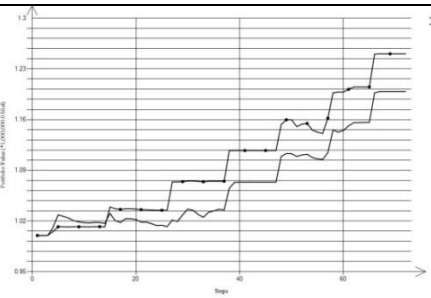
بدون هزینه معاملاتی

خلاصه نتایج مدل در بازار نرمال:

بر اساس نمودارها، می‌توان نتیجه گرفت که در بازار نرمال، با در نظر گرفتن هزینه معاملاتی کامل، مدل پیشنهادی جوابی بهتر از مدل خرید و نگهداری نخواهد داشت ولی با حذف هزینه معاملاتی از مدل، عمکرد مدل پیشنهادی همیشه بهتر از عملکرد استراتژی خرید و نگهداری خواهد بود و در بسیاری موارد (مانند «فولاد-وپارس-وصندوق» و یا «وپارس-وصندوق») عملکرد آن **بسیار بهتر** خواهد بود.

بازار صعودی

جدول ۳- ۶- نتایج تحلیل حساسیت بر روی هزینه معاملاتی-دارایی: سهام(شپلی، وبانک و وبشهر) + پول نقد

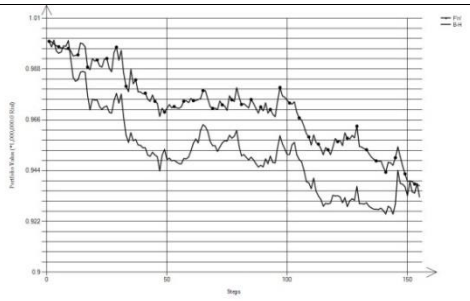
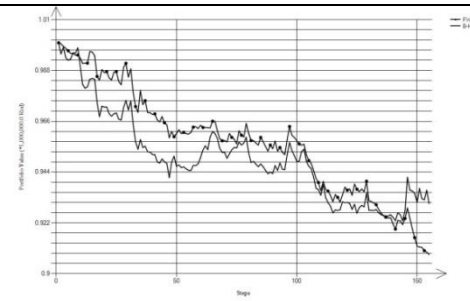
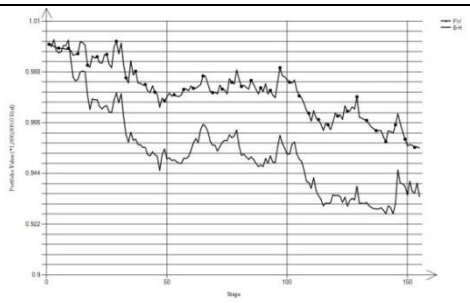
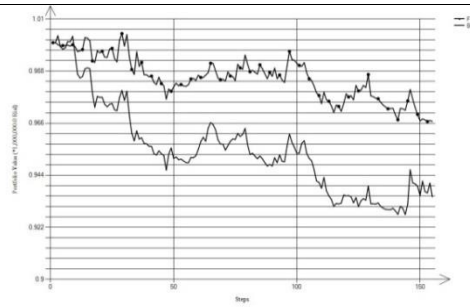
 با ۱/۲ هزینه معاملاتی	 با هزینه معاملاتی کامل
 با ۱/۵ هزینه معاملاتی	 بدون هزینه معاملاتی

خلاصه نتایج در بازار صعودی:

بر اساس نمودارها، می‌توان نتیجه گرفت که در بازار صعودی، با در نظر گرفتن هزینه معاملاتی کامل، مدل پیشنهادی در سبدهای تک، دو و سه سهم به ترتیب عملکردی بدتر، همتراز و بهتر از مدل خرید و نگهداری خواهد داشت. بطور منطقی قابل قبول است که در سبد تک سهم و در بازار صعودی بهترین استراتژی خرید کل دارایی از آن سهم و نگهداری آن می‌باشد، پس هر سیستم معاملاتی که معاملاتی بغیر از خرید و نگهداری انجام دهد با شکست مواجه است. از این رو عملکرد ضعیف مدل پیشنهادی در حالت تک سهم نسبت به استراتژی خرید و نگهداری قابل توجیه است. با حذف هزینه معاملاتی از مدل، عمکرد مدل پیشنهادی در حالت تک سهم همچنان بدتر از استراتژی خرید و نگهداری می‌باشد ولی در سبدهای بیش از یک سهم عملکرد خیلی بهتر از استراتژی خرید و نگهداری خواهد داشت.

بازار نزولی

جدول ۳- ۷- نتایج تحلیل حساسیت بر روی هزینه معاملاتی-دارایی: سهام(اخابر، فملی و وانصار) + پول نقد

	
با ۱/۲ هزینه معاملاتی	با هزینه معاملاتی کامل
	
با ۱/۵ هزینه معاملاتی	بدون هزینه معاملاتی

خلاصه نتایج در بازار نزولی:

بر اساس نمودارها، می‌توان نتیجه گرفت که در بازار نزولی، مدل پیشنهادی در هر حالتی عملکردی بهتر از مدل خرید و نگهداری خواهد داشت. با در نظر گرفتن هزینه معاملاتی کامل، مدل پیشنهادی در سبدهایی با تعداد دارایی کمتر عملکردی بهتر از سایر سبدها خواهد داشت. دلیل آن هم کاهش حجم معاملات و کمتر شدن هزینه معاملاتی خواهد بود. با در نظر نگرفتن هزینه معاملاتی، عملکرد مدل بسیار بهتر از استراتژی خرید و نگهداری می‌شود، به طوری که در مواردی («فملی» و «اخابر-وانصار») با وجود بازار نزولی، مدل سودآور خواهد بود.

۵- نتیجه گیری و بحث

طبق جدول زیر که خلاصه‌ی نتایج عملکرد مدل را نشان می‌دهد، قابل ملاحظه است که در حالت سبدی با ۴ دارایی (پول نقد و ۳ سهم) مدل ارئه شده همیشه عملکردی بهتر از خرید و نگهداری داشته است. با کمتر

شدن تعداد دارایی‌های سبد ملاحظه می‌شود که از کارایی مدل نیز کاسته می‌شود. بطوریکه در سبدی با ۲ سهم و پول نقد، مدل ارائه شده عملکردی بهتر از خرید و نگهداری نخواهد داشت. اما در سبدی با تک سهم، عملکرد مدل به شدت به نوع بازار بستگی دارد. واضح است در بازاری صعودی و سبدی با یک سهم، بهترین استراتژی خرید و نگهداری خواهد بود، پس در بازار صعودی کارایی مدل از روش خرید و نگهداری نیز بدتر است. از طرفی در بازار نزولی نیز بهترین استراتژی معامله‌ی کمتر و بهره گیری از صعودهای احتمالی است. از این رو در بازار نزولی، یک سیستم معاملات الگوریتمی می‌تواند جوابی بهتر از خرید و نگهداری داشته باشد. نتایج بدست آمده این موضوع را به روشنی نشان می‌دهند. در بازار نرمال مدل ارائه شده عملکردی مشابه با سازوکار خرید و نگهداری دارد.

		هزینه معاملاتی کامل		بدون هزینه معاملاتی	
بازار	سبد	FW	BH	FW	BH
نرمال	تک سهم	=		=	
	دو سهم	=		=	
	سه سهم	>		>	
صعودی	تک سهم	<		<	
	دو سهم	=		=	
	سه سهم	>		>	
نزولی	تک سهم	>		>	
	دو سهم	=		=	
	سه سهم	>		>	

نتایج مدل، درستی نتایج پژوهش‌های محمدی [۱۴]، ستایش [۱۶]، صمدی [۱۸] و رزمی [۱۹] را در مورد کارایی استفاده از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال در بورس اوراق بهادار تهران تائید می‌کند. اما بدلیل آنکه مدل ارائه شده در این پژوهش معامله با تکرار بالا بوده است و تمامی پژوهش‌های ذکر شده بر اساس داده‌های انتهای روز بوده اند، نمی‌توان بصورت مشخص بین این نتایج مقایسه انجام داد.

یاماموتو [۲۶] در پژوهش خود به عدم سودآوری مدل ارائه شده مبتنی بر استفاده از اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال و داده‌های درون روزی در بورس اوراق بهادار ترکیه اشاره کرده بود؛ اما همانطور که مشاهده می‌شود، مدل ارائه شده در این پژوهش می‌تواند نتایجی بهتر از مدل خرید و نگهداری در بورس اوراق بهادار داشته باشد.

فهرست منابع

[۱۴] ش. محمدی, "تحلیل تکنیکی در بورس اوراق بهادار تهران," تحقیقات مالی, 1383 ,vol. 17, pp. 97-129.

[۱۵] ف. برزیده و س. ا. قلی, "رابطه بازدهی نمودگردهای باند بولینگر و قدرت نسبی با بازدهی بورس اوراق بهادار," فصلنامه مدیریت حسابداری, 1388 ,vol. 21.

[۱۶] م. ستایش, ت. ت. زاده, ع. ا. پورموسی, و ع. ابوذری, "امکان سنجی بکارگیری شاخص های تحلیل تکنیکی (فنی) در پیش بینی روند قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران," فصلنامه بصیرت, vol. 42, 1387.

[۱۷] ر. تهرانی, ا. مدرس, و آ. تحریری, "ارزیابی تاثیر استفاده از شاخص های تحلیل تکنیکی بر بازده ی سهام داران," مجله تحقیقات اقتصادی, 1389 ,vol. 45.

[۱۸] س. صمدی, ن. ا. نیا, و م. داورزاده, "کاربرد بهره گیری از تحلیل تکنیکی در بورس اوراق بهادار تهران (رویکردی بر میانگین متحرک)," مجله پیشرفت های حسابداری دانشگاه شیراز, vol. ۲, pp. 121-154, 1389.

[۱۹] ج. رزمی, ف. جولای, و ا. امامی, "یک رویکرد "بوت استرپ" برای مقایسه سودآوری شاخص‌های تحلیل تکنیکی - بورس اوراق بهادار تهران," مجله تحقیقات اقتصادی, 1386 ,vol. 85, pp. 85-110.

[۱] S. M. Kendall and K. Ord, *Time Series*. New York: Oxford, 1997.

[۲] B. G. Malkiel, *A Random Walk Down Wall Street*. New York: Norton, 1996.

[۳] E. F. Fama and K. R. French, "The cross-section of expected stock returns," *Journal of Finance*, vol. 47, pp.۱۹۹۲ ,۴۶۵-۴۲۷ .

[۴] E. F. Fama and K. R. French, "Dividend yields and expected stock returns," *Journal of Financial Economics*, vol. 22, pp. 3-26, 1988.

[۵] C. Chu, G. Santoni, and T. Liu, "Stock market volatility and regime shifts in returns," *Information Sciences*, vol. 94, pp. 189-190, 1996.

[۶] R. O. Duda, P. E. Hard, and D. G. Stork, *Pattern Classification*. New York: Wiley-Interscience, 2000.

[۷] E. W. Saad, D. V. Prokhorov, and D. C. W. II, "Comparative study of stock trend prediction using time delay ,recurrent and probabilistic neural networks," *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 9, pp. 1456-1470, 1998.

[۸] R. S. T. Lee, "iJADE Stock Advisor: An Intelligent Agent Based Stock Prediction System Using Hybrid RBF Recurrent Network," *IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS—PART A: SYSTEMS AND HUMANS*, vol. 34, 2004.

[۹] A. Fan and M. Palaniswami, "Stock selection using support vector machines," *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks*, pp. 1793-1798, 2001.

[۱۰] K. Kyoung-jae and L. W. Boo, "Stock market prediction using artificial neural networks with optimal feature transformation," *Neural Computing and Applications*, vol. 13, pp. 255-260, 2004.

[۱۱] J. O, J. Lee, J. Lee, and B.-T. Zhang, "Adaptive stock trading with dynamic asset allocation using reinforcement learning," *Information Sciences*, vol. 176, pp. 2121-2147, 2006.

[۱۲] J. O, J. Lee, J. Lee, and B.-T. Zhang, "Dynamic Asset Allocation for Stock Trading Optimized by Evolutionary Computation," *IEICE Transactions on Information and Systems*, vol. E88-D, pp. 1217-1223, 2005.

[۱۳] J. O, J. Lee, J. Lee, and B.-T. Zhang, "Dynamic Asset Allocation Exploiting Predictors in Reinforcement Learning Framework," *ECML*, vol. 2004, pp. 298-309, 2004.

[۲۰] M. Dempster and C. Jones, "Can channel pattern trading be successfully automated?," *European J. Finance*, 2001.

[۲۱] M. Dempster and C. M. Jones, "Can technical pattern trading be successfully automated?," Centre Financial Res., Judge Inst. Management, Univ. Cambridge.۱۹۹۹ ,

[۲۲] C. M. Jones, "Automated Technical Foreign Exchange Trading with High Frequency Data," Ph.D. dissertation, Centre Financial Res., Judge Inst. Management, Univ. Cambridge, 1999.

[۲۳] M. Dempster and C. Jones, "The profitability of intra-day FX trading using technical indicators," Ph.D. dissertation, Centre Financial Res., Judge Inst. Management, Univ. Cambridge, 2000.

[۲۴] M. Dempster, T. Payne, Y. Romahi, and G. Thompson, "Computational learning techniques for intraday FX trading using popular technical indicators," *IEEE Transactions on Neural Networks*, vol. 12, pp. 744-754, 2001.

[۲۵] M. Dempster and Y. Romahi, "Intraday FX Trading: An Evolutionary Reinforcement Learning Approach," in *Intelligent Data Engineering and Automated Learning — IDEAL* ۲۰۰۲. vol. 2412, H. Yin, N. Allinson, R. Freeman, J. Keane, and S. Hubbard, Eds., ed: Springer Berlin Heidelberg, 2002, pp. 347-358.

[۲۶] Yamamoto and Ryuichi, "Intraday technical analysis of individual stocks on the Tokyo Stock Exchange," *Journal of Banking & Finance*, vol. 36, pp. 3033-3047, 2012.

[۲۷] C. Neely and P. Weller, "Intraday technical trading in the foreign exchange market," *Journal of International Money and Finance*, vol. 22, pp. 223-237, 2003.

[۲۸] M. Tanaka-Yamawaki and S. Tokuoka, "Adaptive use of technical indicators for the prediction of intra-day stock prices," *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, vol. 383, pp. 125-133, 2007.

یادداشت‌ها

[1] Auto-Regressive Moving Average
[2] Auto-Regressive Integrated Moving Average
[3] Genralized Auto-Regressive Conditional Heteroskedasticity
[٤] Supervised Learning
[٥] Desired Output
[٦] Neural Network
[٧] Support Vector Machines (SVMs)
[٨] Moving Average
[٩] Intraday Data
[١٠] Foreign Exchange Market (FX or ForEx)
[١١] Automated Trading System
[١٢] Foreign Exchange (For-Ex)
[١٣] Buy and Hold
[١٤] Local Trader
[١٥] Agent
[١٦] Algorithmic Trading
[١٧] High-Frequency Trading
[١٨] Candle Stick
[١٩] Ichimoku Indicator
[٢٠] معاملات در بورس اوراق بهادار تهران بین ساعات ۹ الی ۱۲ انجام می‌شود.
[21] Desired Output
[٢٢] Sigmoid Alpha value
[٢٣] Levenberg–Marquardt algorithm
[٢٤] Learning Rate