فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
دوره چهارده، شماره پنجاه و چهار، بهار ۱۴۰۲
نوع مقاله: علمی پژوهشی
صفحات: ۲۴۸-۲۲۸

ارائه سیستم معاملاتی هوشمند مبتنی بر اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال بهینه شده با الگوریتم کرم شب تاب

فاطمه آسیائی‌طاهری[۱]
غلامرضا زمردیان[۲]
میرفیض فلاح[۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۱۳ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۰۹/۰۶

چکیده

هدف اصلی سرمایه‌گذاران در بازار سهام، کسب بیشترین بازده در زمان مورد نظر می‌باشد، لذا معرفی بهترین روش جهت انجام خرید و فروش برای سرمایه‌گذاران از اهمیت بسزایی دارد. معاملات موفق در بازارهای مالی می‌بایست نزدیک به نقاط کلیدی بازگشتی انجام گردد. در سال‌های اخیر سیستم‌های مختلفی به منظور شناسایی این نقاط بازگشتی ایجاد شده‌اند. تحلیل تکنیکال سعی در شناسایی نقاط صحیح و به موقع برای ورود و خروج به معاملات را دارد. در این مقاله در تلاش هستیم تا با بهره‌گیری از قواعد تکنیکی طبق پژوهش‌ها و نتایج پیشین که دارای درصد موفقیت بالاتری باشد، را انتخاب نموده و با به کارگیری محاسبات نرم، پارامترهای تصمیم‌گیری در قواعد تکنیک با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب بهبود داده شود. نتایج این مدل با نتایج حاصل از به‌کارگیری پارامترهای استاندارد اندیکاتورها و نتایج حاصل از راهبرد خرید و نگهداری مقایسه می‌شود. به منظور اعتبار سنجی سیستم معاملاتی معرفی شده، به مقایسه آن با نتایج حاصل از سیستم هوشمند بهینه سازی شده مبتنی بر روش اپتیک و الگوریتم ژنتیک پرداختیم. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که با بهینه سازی پارامترهای اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال می توان بازدهی سرمایه‌گذاری را نسبت به روش‌های معمول در بازار سهام و پژوهش‌های پیشین افزایش داد.

کلمات کلیدی

اندیکاتورهای‌تکنیکال، سیستم‌معاملاتی، الگوریتم‌های‌فراابتکاری، الگوریتم‌کرم‌شب‌تاب، بهینه‌سازی.

۱-گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. taheri.fateme2012@gmail.com
۲-گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران و عضو گروه تحقیقاتی ریسک مالی مدرن. (نویسنده مسئول) gh.zomorodian@gmail.com
۳-گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران و عضو گروه تحقیقاتی ریسک مالی مدرن. fallahsahms@gmail.com

مقدمه

در سالیان اخیر با توجه به گسترش بازارهای مالی، استفاده از تحلیل کنیکال بسیار فراگیر شده‌است، اما باید به این نکته اشاره نمود که بخش کمی از فعالان بازار سرمایه از تحلیل کنیکال بصورت علمی استفاده می‌کنند. در چند دهه اخیر تحقیقات زیادی به منظور تعیین زمان دقیق شروع و پایان یک روند قیمتی صورت گرفته‌است و ابزارها و تحلیل‌های مختلفی بدین منظور ابداع و توسعه داده شده‌اند. در یک دسته بندی کلی می‌توان تمامی این تحلیل‌ها و ابزارها را در دو دسته تحلیل تکنیکال و تحلیل بنیادی طبقه بندی کرد. در تحلیل تکنیکال، قیمت‌های گذشته سهام با استفاده از نمودارها و فرمول‌های ریاضی بررسی می‌شوند و با توجه به الگوها و روندهای قیمتی، در مورد خرید و یا فروش یک سهم تصمیم‌گیری می‌شود. هر یک از این دو تحلیل مزایا و معایب خود را دارند، ولی با توجه به گستردگی اطلاعات مورد نیاز تحلیل بنیادی و زمان بر بودن آن، این تحلیل کمتر از تحلیل تکنیکال مورد توجه سرمایه‌گذاران قرارگرفته است. تحقیقات و مطالعات اخیر نشان می‌دهند که تحلیل تکنیکال از کارآمدی بالایی در پیش‌بینی زمان شروع روندهای صعودی و نزولی جدید در بازار برخوردار است. نتایج تحقیقات محققین نشان می‌دهد که می‌توان با استفاده از مجموعه‌ای از قوانین و اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال سود قابل قبول و بالایی در بازار سرمایه به دست آورد[۲۸]. همچنین نتایج تحقیقات گویای این موضوع است که استفاده از یک ابزار و یا قانون تکنیکال خاص به تنهایی نمی‌تواند موثر واقع شود، به طور نمونه پرینگ در تحقیقاتش ثابت کرد که استفاده از ترکیب چند اندیکاتور تکنیکال در مقایسه با یک اندیکاتور می‌تواند به مراتب عملکرد بهتری داشته‌باشد و دقت درپیش‌بینی را نیز افزایش‌دهد[۱۹]. در نتیجه نیاز به رویکرد خودکارسازی معاملات در بازارهای مالی به‌منظور استفاده کارآمد و موثر بیشتر از پیش احساس می‌شود.

یکی از مهمترین مسائل در فرآیند تصمیم‌گیری انجام معاملات، تعیین زمان معامله است. تحلیل تکنیکال ابزاری مناسب و پرکاربرد برای یافتن زمان مناسب انجام معامله است. پژوهش‌های پیشین گواهی بر این ادعا هستند[۱۳]. از مسائل مهم در استفاده از قواعد تکنیکال انتخاب مقادیر بهینه پارامترها می‌باشد. هر اندیکاتور دارای پارامترهای است که مقدار و سیگنال حاصل از آن به مقادیر این پارامترها بستگی دارد. مقادیر استاندارد این پارامترها به صورت تجربی توسط سرمایه‌گذاران انتخاب شده و امروزه توسط همگان استفاده می‌شود. یافتن پارامترهای بهینه اندیکاتورهای هر سهم برای افزایش کارایی آن‌ها در سهام‌های مختلف حائز اهمیت است. محققان در گذشته از پارامترهای استاندارد استفاده می‌کردند یا به طور تصادفی پارامترهای مختلفی را بررسی می‌کردند و عمدتا بر اساس بازدهی‌های کسب شده، بهترین مقادیر هر پارامتر را تعیین می‌کردند[۲۲]. به عنوان مثال تاناکا - یاماواکی و تکوکا از مقادیر پارامترهای

اندیکاتورها که با روش سعی و خطا به دست آوردند استفاده می‌کردند[۲۷].

امروزه با گسترش بازارهای مالی و سامانه‌های معاملاتی برخط، سرعت انجام معاملات بصورت چشمگیری افزایش یافته و همچنین نیاز به سرعت بالا در تحلیل داده‌ها و گسترش و بهبود معاملات الگوریتمی، گردیده است. معاملات الگوریتمی به دلایلی نظیر سرعت، سادگی استفاده، امکان سفارشی‌سازی، کاهش تأثیرهای بازار و ... درصد فراوانی از حجم معاملات بازار جهانی را تشکیل می‌دهند و نیاز به انجام پژوهش برای بهبود آن‌ها احساس می‌شود. علاوه براین‌ها، سهولت استفاده نرم افزارهای تحلیل تکنیکال موجب فراگیر شدن این ابزارها شده‌است. این نرم افزارها با توانایی کشف قیمت و کسب سود از نوسان‌های کوتاه‌مدت به محبوبیت زیادی در بین فعالان بازارهای مالی دست یافته‌اند[۲۱]. سرمایه گذاران به دنبال آن هستند که در ابزارهای تحلیل تکنیکال از جمله اندیکاتورهای تکنیکال بهترین سیگنال‌های خرید و فروش را شناسایی کنند.

هدف از انجام این تحقیق بهینه سازی پارامترهای اندیکاتورهای پر کاربرد تحلیل تکنیکال با بهره‌گیری از الگوریتم کرم شب‌تاب به ازای هر سهم فعال در بورس اوراق بهادار تهران، به منظور به کارگیری در یک سیستم معاملاتی هوشمند بوده که بتواند نقاط خرید و فروش را شناسایی نماید تا سرمایه‌گذاران را در تصمیم‌گیری کمک نموده و موجب افزایش بازده سرمایه‌گذاران شود.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

همواره سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه به عنوان راهی برای کسب درآمد، از اهمیت خاصی نزد سرمایه‌گذاران برخوردار بوده است. از این رو سرمایه‌گذاران به ایجاد و توسعه تحلیل‌ها و روش‌های مختلفی به منظور پیش‌بینی و افزایش بازدهی حاصل از سرمایه‌گذاری‌های خود پرداخته‌اند. به همین دلیل نیاز به توسعه سیستم‌های معاملاتی در بازار سرمایه ضرروی است، که ضمن داشتن دقت بالا در پیش‌بینی‌ها، بازده حاصل از سرمایه‌گذاری را افزایش داده و ریسک سرمایه‌گذاری را تا حد ممکن کاهش دهد. این ضرورت ما را بر آن داشت که سیستم معاملاتی بر پایه تحلیل تکنیکال ایجاد نماییم تا با تنظیم مناسب پارامتر اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال برای هرسهم فعال در بورس اوراق بهادار تهران، ضمن دستیابی به اهداف ذکر شده، از عملکرد بهتری نسبت به روش‌های پیشین که مبتنی بر اندیکاتورهای تکنیکال با پارامترهای پیش‌فرض بوده، برخوردار باشد.

در بازار واقعی اغلب از تحلیل تکنیکال برای یافتن زمان مناسب انجام معامله استفاده می‌شود. ایده اصلی این روش، یافتن کف‌ها، سقف‌ها و استفاده از اندیکاتورهای تکنیکال برای تخمین احتمال بازگشت روند قیمت و سپس سیگنال‌دهی معامله بر مبنای اندیکاتورها است[۴].

موفقیت در بازار سرمایه وابسته به تشخیص به موقع زمان خرید و فروش سهام است. هرچه تشخیص و پیش بینی این زمان دقیق‌تر باشد، می‌توان انتظار داشت که سود حاصل از سرمایه‌گذاری بر روی سهام افزایش و ریسک حاصل از این سرمایه‌گذاری کاهش یابد. در گذشته سرمایه‌گذاران غالباً با استفاده از تحلیل‌ها و مجموعه قوانین بنیادی و یا تکنیکال زمان شروع یک روند جدید را پیش‌بینی می‌کردند[۲۷]. اما در چندین سال اخیر پژوهش‌هایی به منظور استفاده از هوش مصنوعی به منظور ایجاد و توسعه سیستم‌های معاملاتی صورت گرفته‌است، به طور مثال اسگابار و کلوته[۲۵] از الگوریتم ژنتیک و شبکه عصبی به منظور تعیین نقاط خرید و فروش سهم در بازار سهامی کالا استفاده کردند. به عنوان نمونه‌های دیگر که در زمینه بهینه سازی پارامترهای تحلیل تکنیکال تمرکز کرده‌اند می‌توان به تحقیقات فرناندز، رودریگز و همکاران[۱۲] که پارامترهای میانگین متحرک را با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه کردند، اشاره کرد. همچنین لین و همکاران[۱۶] از الگوریتم ژنتیک جهت یافتن بهترین پارامترها و فیلتر کردن قوانین تحلیل تکنیکال بهره بردند. دالفونته و همکاران[۹] نیز از الگوریتم ژنتیک برای بهینه کردن پارامترهای سه اندیکاتور تحلیل تکنیکال استفاده کردند.

پژوهش‌های فاما و الکساندر نشان‌داد که استفاده از تحلیل تکنیکال نقش بسزایی در سودآوری نداشته‌است ونتیجه‌گرفتندکه استفاده ازقواعدتکنیکال‌کاربردی‌نبوده‌ومناسب‌ترین‌استراتژی‌سرمایه‌گذاری، استراتژی بلندمدت می‌باشد[۱] [۱۰]. با این‌حال در سال‌های‌اخیر مطالعات مختلفی انجام شده‌است، که عمدتاً بر مبنای یادگیری ماشینی بوده، نتایج بدست‌آمده نشان از موفقیت بالا درماشین‌ها بوده‌است[۲۰].

امروزه استفاده از اندیکاتورهای بهینه شده بیشتر از پیش مورد استقبال سرمایه‌گذاران قرارگرفته است، مطالعات نشان داده است که استفاده از پارامترهای استاندارد که توسط ابداع کنندگان اندیکاتورها تعیین شده ودر اختیار عموم قرارگرفته همواره عملکرد مطلوبی ندارد[۱۱]. با توجه به نوع داده مورد استفاده سرمایه‌گذاران (روزانه، هفتگی و ...)ممکن است پارامترهای دیگر عملکرد بهتری داشته باشد. لو و مکینلی نتیجه گرفتند که انتخاب دلخواه پارامترهای مورد استفاده تحلیل تکنیکال منجر به تحریف‌هایی در نتایج می‌شود و به کار بردن روش‌های بهینه‌سازی به هنگام انتخاب پارامتر می‌تواند این انحراف را کم و در مواردی حذف کند[۱۷]. بنابراین تلاش برای یافتن مقدار بهینه این پارامترها پیش از به کار بردن اندیکاتورها منطقی به نظر می‌رسد. مقوله دیگری که در مورد به کار بردن اندیکاتورهای تکنیکال در سیستم‌های معاملاتی حائز اهمیت است، استفاده از یک یا تعدادی از آن‌ها به صورت ترکیبی می‌باشد. مطالعات فراوانی در رابطه با این موضوع صورت گرفته که غالباً تاکید بر استفاده ترکیبی از اندیکاتورها داشتند. از آن جمله می‌توان به مطالعه پرینگ اشاره کرد که در تحقیقاتش ثابت کرد استفاده از ترکیبی

از مجموعه قوانین ساده معاملاتی نسبت به استفاده از یک قانون خاص بسیار کارآمدتر عمل کرده و پیش‌بینی‌های دقیق تری را ارائه می‌دهد[۲۳].

در بیشتر مطالعات انجام شده در حوزه بهینه‌سازی پارامترهای اندیکاتورهای تکنیکال از الگوریتم ژنتیک استفاده شده و در مقایسه نتایج آن با استراتژی خرید و نگهداری و نیز استفاده از پارامترهای استاندارد، عملکرد بهتری حاصل شده است[۷].

از دیگر روش های بهینه سازی مبتنی بر الگوهای فرا ابتکاری، الگوریتم کرم شب تاب می‌باشد. این الگوریتم برمبنای رفتارهای جمعی موجودات زنده (کرم شب تاب) است. در این الگوریتم از عملگرهای تکاملی[۱] نظیر ترکیب یا آمیزش[۲] و جهش[۳] بر خلاف الگوریتم ژنتیک استفاده نمی‌شود. ولیکن از مکانیزم‌های تکاملی نظیرتصادفی بودن[۴] اعداد حقیقی و ارتباطات سراسری[۵] میان ذرات ازدحامی، جهت رسیدن به تکامل و دست‌یابی به جواب بهینه سراسری استفاده می‌شود. از سوی دیگر، از آنجایی که تمامی نمایش‌های تولید شده از جمعیت، کدبندی‌های[۶] متناظر از موجودیت‌های جمعیت[۷] و مکانیزم‌های تکاملی استفاده شده برای همگرایی به جواب‌های بهینه (در الگوریتم مذکور)، مبتنی بر عملیاتی هستند که عمدتاً روی اعداد حقیقی[۸] انجام می‌شوند، پیاده‌سازی آن نیز راحت‌تر از الگوریتم ژنتیک خواهد بود.

بوداس ساگی، فرناندز، هیدالگو، سولترو و ریسکو - مارتین با استفاده از الگوریتم تکاملی چند هدفه [۹] پارامترهای برخی اندیکاتورهای تکنیکال را بهبود بخشیدند. نتایج حاصل، از نتایج استراتژی خرید و نگهداری و استراتژی استفاده از مقادیر استاندارد پارامترها بهتر بود[۵].

هنگام استفاده از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی پارامترهای اندیکاتورهای تکنیکال، کاپیشنیکوف و بوریسف دریافتند که استفاده از این مدل به تنهایی عملکرد بهتری از استراتژی خرید و نگه داری ندارد[۱۶]. لوئنگو و همکاران به هنگام استفاده از همین روش بهینه سازی دریافتند که استفاده از این روش در بازارهای نزولی و بدون روند نتایج بهتری از استراتژی خرید و نگه داری دارد[۱۸]. باتلر و کازاکوف بهینه سازی پارامترهای برخی اندیکاتورها را با استفاده از الگوریتم حرکت تجمعی ذرات انجام دادند. نتایج حاصل با استراتژی خرید و نگهداری و نیز با استراتژی استفاده از مقادیر استاندارد پارامترهای این اندیکاتورها مقایسه شد. نتایج مدل در مورد برخی اندیکاتورهای از استراتژی خرید و نگه داری بهتر، در برخی موارد بدتر و در مواردی نیز یکسان بود[۶].

دی آلمیدا، رینوسو مزی و استینر در مطالعه خود برای بهینه سازی اندیکاتورهای تکنیکال از الگوریتمی مبنی بر تکامل تفاضلی استفاده کرده و بسته به هزینه‌های معاملاتی، بازده مازاد در مقایسه با استراتژی خرید و نگهداری تولید کردند[۸].

از دیگر مطالعات صورت گرفته در الگوریتم های فراابتکاری می‌توان به تحقیقات برازیلیرو در سال ۲۰۱۳ اشاره کرد. وی با استفاده از قاعده و قوانین تحلیل تکنیکال و شبکه های عصبی، الگوریتمی طراحی کرد که به نتایج قابل قبول و مطلوبی دست یافت. سزار و اوزبایوقلو در سال ۲۰۱۹ در پژوهشی با رویکردی متفاوت به دنبال به کارگیری ۲۳ روش‌های پردازش و طبقه بندی تصاویر با الگوریتم‌های فراابتکاری و مدل شبکه های عصبی پیچشی که به اختصار CNN نامیده می‌شوند، در مقابل روش خرید و نگهداری بودند. در این پژوهش برای ایجاد تصاویر به منظور پیشبینی برچسب های خرید، فروش و دست نگهداشتن اقدام شد. سپس این تصاویر و برچسب‌ها به CNN وارد شد که در نهایت نتایج حاصل بیان کرد، روش آن‌ها توانسته نسبت به روش خرید و نگهداری بازدهی بیشتری کسب کند.[۲۴]

ژینجی[۱۰] و همکاران(۲۰۱۴) در مقاله‌ای تحت عنوان "پیش‌بینی روند سهام با شاخص‌های فنی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان" با بررسی شاخص‌های فنی مختلف از جمله RSI، در تعادل دوره، ویلیامز R% و غیره ... به عنوان ویژگی‌های انتخاب شده همچنین از سهام سه شرکت (APPLE, MICROSOFT,AMZN) در دوره‌های زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ استفاده شده و از بین ۸۴ مورد ویژگی‌ها یک درخت بسیار تصادفی اجرا شد و سپس از ماشین بردار پشتیبان داده‌های آموزشی تغذیه شدند.[۲۹]

دباهوتی میشارا و همکاران در مقاله‌ای در سال ۲۰۱۹ با عنوان پیش بینی بازار سهام (بررسی شاخص‌های BSE, NSE, S&P 500 , FTSE) مبتنی بر الگوریتم کرم شب تاب و روش یادگیری عمیق ماشین،برتری الگوریتم کرم شب‌تاب را در بهینه‌سازی پارامترهای اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال را نسبت به روش الگوریتم ژنتیک سنجیده است[۲۷]. براین اساس در این پژوهش میزان کارایی الگوریتم کرم شب تاب در بهینه سازی پارامترهای اندیکاتورها در بازار سهام ایران مورد ارزیابی قرار می گیرد.

استراتژی‌های معاملاتی استفاده در این پژوهش به شرح زیر می‌باشد:

۱. استراتژی خرید و نگهداری: در این استراتژی سرمایه‌گذار در ابتدای دوره سهم مورد نظر را خریداری کرده و تا پایان دوره آن نگهداری می‌کند.

۲. استراتژی خرید و فروش مبتنی بر پارامترهای پیشفرض: در این استراتژی سرمایه گذار با پارامترهای پیشفرضی که برای هر اندیکاتور تعریف شده، اقدام به خرید و فروش می‌کند.

۳. استراتژی خرید و فروش مبتنی بر پارامترهای بهینه شده: در این استراتژی سرمایه گذار با پارامترهای بهینه شده با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب که برای هر اندیکاتور محاسبه می‌شود، اقدام به خرید و فروش می‌کند.

فرضیه پژوهش

۱. بازده کسب شده از مدل تدوین شده برمبنای بر قواعد تکنیکی بهبود یافته تفاوت معناداری با بازده کسب شده توسط استراتژی خرید و فروش مبتنی بر پارامتر های استاندارد آن دارد.

۲. بازده کسب شده از مدل تدوین شده برمبنای بر قواعد تکنیکی بهبود یافته توسط الگوریتم کرم شب تاب تفاوت معناداری با بازده کسب شده توسط استراتژی خرید و نگهداری دارد.

روش شناسی پژوهش

در این بخش از مقاله ساز و کار الگوریتم کرم شب‌تاب بررسی و با استفاده از آن اقدام به بهینه سازی پارامترهای اندیکاتورهای تکنیکال به ازای هر سهم بازار سرمایه که از فروردین سال ۱۳۹۰ فعال بوده، می‌پردازیم. در این پژوهش، اندیکاتورهای مورد بررسی که بر اساس درصد موفقیت آن‌ها در مطالعات پیشین انتخاب شده‌اند، شامل اندیکاتورهای میانگین متحرک، میانگین متحرک نمایی، اندیکاتور میانگین متحرک همگرایی واگرایی، استوکاستیک، شاخص قدرت نسبی، میانگین شاخص جهت دار، آرون، ویلیامز، باند بولینگ و نوسانگر فشار حرکت قیمت و معاملاتی می‌باشد که در نهایت منجر به پیشینه سازی بازده کسب شده توسط سرمایه‌گذار می‌شود.

الگوریتم کرم شب تاب[11]

الگوریتم کرم شب تاب در اواخر سال ۲۰۰۷ و توسط ژین شی- یانگ[12] معرفی شده است، که ایده اصلی آن از ارتباط نوری میان کرم های شب تاب الهام گرفته شده است. این الگوریتم را می‌توان از مظاهر هوش ازدحامی[13] دانست، که در آن از همکاری (و احتمالاً رقابت) اعضای ساده و کم هوش، مرتبه بالاتری از هوشمندی ایجاد می شود که قطعاً توسط هیچ یک از اجزا قابل حصول نیست. قوانین زیر در بین کرم های شب تاب حکم فرماست(ژین شی یانگ، ۲۰۱۰).

۱. همه کرم شب تاب ها دو جنسیتی هستند یعنی صرف نظر از جنسیت خود به صورت جذاب تر و شفاف تری حرکت خواهند کرد، به طوری که یک کرم شب تاب تمام کرم شب تاب های دیگر را جذب می‌کند.

۲. درجه جذابیت یک کرم شب تاب با درخشش آن متناسب است. همچنین ممکن است درخشندگی با افزایش فاصله از کرم شب تاب های دیگر کاهش یابد. حال اگر یک کرم شب تاب جذاب تر یا شفاف تری نسبت به این کرم وجود نداشته باشد، آنگاه به صورت تصادفی حرکت خواهد کرد.

۳. درخشندگی یا شدت نور یک کرم شب تاب، توسط مقدار تابع هدف مشخص می‌شود. این الگوریتم با مدل‌سازی رفتار مجموعه ای از کرم های شب تاب و تخصیص مقداری مرتبط با برازندگی مکان هر کرم شب تاب به عنوان مدلی برای میزان رنگدانه‌های شب تاب و به روز کردن مکان کرم‌ها در تکرارهای متوالی الگوریتم به جستجوی جواب بهینه مسئله می پردازد. در واقع دو فاز اصلی الگوریتم در هر تکرار فاز به روز کردن رنگدانه و فاز حرکت هستند. کرم‌های شب تاب به سمت کرم های شب تاب دیگر با رنگدانه بیشتر که در همسایگی آن‌ها باشند حرکت می‌کنند. به این ترتیب طی تکرارهای متوالی مجموعه به سمت جواب بهتر متمایل می‌گردد. (گلستان و زاهدی، ۱۳۹۲).

نوری که کرم‌های شب تاب از خود منتشر می‌کند، می‌تواند ناشی از دلایل متفاوتی باشد. برای مثال: شکار طعمه و جذب آن، یا برای جذب جذب جنس مخالف مورد استفاده قرار می‌گیرد. به هر حال، این نور جذاب کرم‌های شب‌تاب، پدیده قابل توجه و جالبی بوده که با الهام از یک الگوریتم فراابتکاری توسعه داده شده است. در الگوریتم کرم شب‌تاب، این موجودات به صورت تصادفی در فضا حرکت می‌کنند و میزان انتشار نور بیشتر می‌شوند و درنهایت باعث جذابیت بیشتر آن کرم شب تاب می‌شود (ژین شی یانگ، ۲۰۱۰).

به همین دلیل یک کرم‌شب تاب اگرچه نور بیشتری داشته باشد ولی بدلیل فاصله زیاد، جذابیت کمتری برای سایر اعضا گروه داشته‌باشد. شدت نور در فاصله r به صورت $I = I_0 e^{-\gamma r}$ می‌باشد(ژین شی یانگ، ۲۰۱۰).

میزان جذابیت ونورانیت از ویژگی‌های کرم‌های شب‌تاب در این الگوریتم است. میزان شدت نور در فاصله r یک منبع نور نقطه‌ای که شدت نور آن I_0 است برابر با I_0/r^2 می‌باشد. که در الگوریتم کرم شب‌تاب را منبع نورنقطه‌ای در نظر گرفته می‌شود. با ترکیب دو فرمول جذب نور $I = I_0 e^{-\gamma r}$ و تضعیف نور $I = I_0/r^2$ نهایتا رابطه(۱) به دست خواهد آمد و برای نشان دادن جذابیت (β) دقیقا فرمول ها شبیه فرمول‌های فوق و معادله (۱) بوده و در حالت کلی بصورت معادله (۲) درمی‌آید(yang,2010).

رابطه ۱ $$I = I_0 e^{-\gamma r} \approx \frac{I_0}{1+\gamma r^2}$$

رابطه ۲ $$\beta = \beta_0 e^{-\gamma r^m} \approx \frac{\beta_0}{1+\gamma r^m}$$

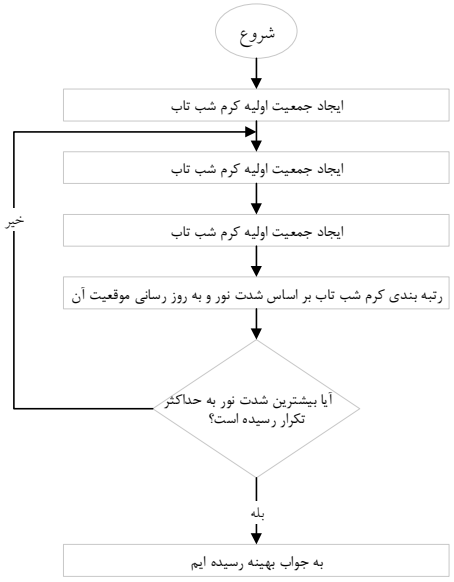
که در آن رابطه m یک عدد نامنفی بوده و m=0 به این معنی است که میزان جذابیت در هر فاصله‌ای به یک اندازه است و هرچه مقدار m بیشتر باشد، نشان دهنده این است که با افزایش فاصله، از میزان

جذابیت کرم شب تاب به مقدار بیشتری کاسته می‌شود. یا به عبارت دیگر با افزایش فاصله از میزان جذابیت کاسته نمی‌شود(m هیچگاه صفر نمی‌شود و مقدار آن را همیشه بزرگتر از یک درنظر می‌گیرند).

در فرمول‌های فوق از γ استفاده شده است و به دلیل این که γ تابعی از موقعیت فضایی است و از جنس عکس مجذور فاصله است، لذا توصیه می‌شود که از پارامتر $\tau = \frac{1}{\sqrt{\gamma}}$ استفاده شود زیرا این پارامتر دیگر به موقعیت فضایی وابسته نبوده و از جنس فاصله است(yang,2010).

بنابراین موقعیت جدید کرم شب تاب، x_i' که موقعیت قبلی آن x_i بوده است و به سمت کرم شب‌تابی با میزان نور بیشتر که در موقعیت x_j قرار دارد، در حال جذب شدن است، بصورت رابطه (۳) محاسبه می‌شود که در این رابطه ε_i یک بردار تصادفی با توزیع یکنواخت یا گوسی می‌باشد. γ ضریب جذب نور بوده و α ضریبی است که به عنوان ضریب جهش شناخته می‌شود و می توان مقدار آن را در هر تکرار تغییر داد(کم کرد) تا الگوریتم به همگرایی برسد و این تغییر می تواند به صورت تغییرات خطی یا نمایی باشد.

حال در این پژوهش برای بهینه سازی پارامترهای اندیکاتورهای منتخب از طریق الگوریتم کرم شب‌تاب به شکل زیر عمل می‌کنیم. ابتدا تابع هدف را تعریف می‌نماییم.در این بهینه سازی، هدف بیشینه سازی بازده حاصل از سرمایه‌گذاری است. بدین ترتیب یک سرمایه ثابت در نظر گرفته می‌شود و براساس آن و سیگنال‌های خرید و فروش ایجاد شده از پارامترهای پیش‌فرض، معامله صورت می‌گیرد و بازده نهایی از معاملات انجام شده بر روی یک سهم محاسبه می‌شود. در مرحله بعد، اعداد پارامترهای اندیکاتور منتخب بصورت تصادفی تغییر می‌کند و بازده حاصل از خرید و فروش‌ها محاسبه می‌شود، اگر بازده حاصل از پارامترهای جدید کمتر از پارامترهای قبلی باشد، بعنوان نقاط کم نور(بازده کمتر) شناسایی شده و از چرخه خارج می‌شود، اگر بازده حاصل از پارامترهای جدید بیشتر از بازده حاصل از نقاط پیشین باشد، بعنوان یک نقطه درخشنده و پر نور مشخص می‌شود و نقاط پیشین به این نقطه جذب خواهند شد، این فرایند به اندازه ای تکرار خواهد شد که نقطه‌ای، بعنوان درخشنده ترین و پرنورترین نقطه (بیشترین بازده حاصل از خرید و فروش) معرفی شود به گونه‌ای که هیچ نقطه‌ای دیگر از آن درخشنده تر نباشد. در ذیل مدل مفهومی الگوریتم کرم شب تاب نشان داده می‌شود.



دراین بخش به آزمون فرضیه‌ها پرداخته و در این راستا از نرم افزار پایتون برای توصیف داده‌های خروجی به الگوریتم کرم شب‌تاب استفاده گردیده است. بدین ترتیب داده‌های ورودی را که از ده شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران استخراج شده است را به دو گروه کلی تقسیم می نماییم. الف- گروهی برای یادگیری الگوریتم و ب- گروه دیگر برای آزمون آن.

الف) داده هایی که برای آموزش الگوریتم کرم شب تاب (مرحله یادگیری الگوریتم) به کار میرود عبارتند از:

آخرین قیمت سهام تعدیل شده، حجم معاملات، تعداد دفعات معامله سهم در یک روز، مبلغ معامله شده در روز، تعداد سهام معامله شده در روز، در بازه زمانی مورد نظر و اندیکاتورهای مذکور می باشد.

ب) داده‌هایی که برای‌آزمون الگوریتم کرم‌شب‌تاب (مرحله تست الگوریتم) به کار میرود عبارتند از: آخرین قیمت سهام تعدیل شده ، حجم معاملات، تعداد دفعات معامله سهم در یک روز، مبلغ معامله شده در روز، تعداد سهام معامله شده در روز، در بازه زمانی مورد نظر و اندیکاتورهای مذکور می باشد.

ساز و کار معاملاتی

در این قسمت سیستم معاملاتی بهینه حاصل از به کارگیری الگوریتم کرم شب‌تاب و مجموعه‌ای از قواعد بر مبنای اندیکاتورهای تکنیکال شرح داده می‌شود. ده اندیکاتور تکنیکال که از قیمت‌های تاریخی سهام محاسبه می‌شوند به عنوان ورودی مدل ارائه شده استفاده می‌شوند.

بطور تقریبی ۸۰ درصد از داده‌ها برای آموزش و ۲۰ درصد برای آزمون استفاده شده است، فرآیند مدل ارائه شده را می‌توان به سه گام زیر تقسیم کرد.

۱. جمع آوری داده‌ها و تقسیم آن به دو گروه آموزش و آزمون

۲. انتخاب بهترین مجموعه پارامترها برای هر اندیکاتور بصورت مجزا با در نظر گرفتن قواعد معاملاتی هر اندیکاتور به ازای هر سهم

۳. مقایسه‌بازده‌کسب‌شده‌براساس‌پارامترهای‌بهینه‌شده‌بابازده‌حاصل‌ازپارامترهای‌پیش‌فرض‌اندیکاتورها

در این پژوهش همان طور که قبلاً هم گفته شد، بنا داریم که با استفاده از الگوریتم بهینه سازی کرم شب تاب نخست مقادیر بهینه هر یک از پارامترهای اندیکاتورهای تکنیکال را به ازای هر سهم فعال در دوره یادگیری، بدست آورده و سپس با توجه به قیمت‌های جدید سهام و مقادیر بهینه پارامترهای اندیکاتورهای تکنیکال که در دوره آموزش حاصل گردیده، نقاط ورود و خروج را برای دوره بعد شناسایی کنیم. در مرحله بعد بازده کسب شده از نقاط شناسایی شده را با بازده حاصل از پارامترهای پیش‌فرض و بازده حاصل از استراتژی خرید و نگهداری مقایسه می‌کنیم. بنابراین سازو کار معاملاتی مورد بررسی شامل دو گام آموزش و آزمون می‌باشد.

گام آموزش

۱. در این مرحله ابتدا شرایط سیگنال‌های خرید و فروش را برای هر اندیکاتور بصورت مجزا تعریف می‌کنیم. سپس دوره زمانی را برای آموزش در نظر می‌گیریم که شامل تمامی سیکل‌های بازار سرمایه (دوره رونق و دوره رکود بازار) باشد، تا سیستم معاملاتی در تمامی دوران آموزش داده شود.

۲.در مرحله بعد با استفاده از الگوریتم کرم شب تاب، پارامترهای هر اندیکاتور به ازای هر یک از سهام منتخب بهینه سازی می‌شود به گونه ایی که بازده حاصل از خرید و فروش‌ها با سرمایه‌ای ثابت برای هرسهم، بیشترین بازده باشد.(هرچه تعداد جمعیت و تکرار در الگوریتم کرم شب تاب افزایش یابد، پارامترهای بهینه شده، دقت بیشتری خواهند داشت، تمامی بازده‌های کسب شده با تکرار ۱۰۰۰ و جمعیت ۵۰ محاسبه شده است).

گام آزمون

۱. در این مرحله سیستم معاملاتی با بهره‌گیری از پارامترهای بهینه که در مرحله آموزش برای هر سهم بدست آمده است، در دوره زمانی آزمون سیگنال های مناسب ورود وخروج را صادر کرده و بر اساس آن‌ها با سرمایه ثابت تعریف شده خرید و فروش سهم مد نظر را انجام می‌دهد و سپس بازده حاصل از

معاملات را محاسبه می‌کند.

۲. در دوره زمانی آزمون مطابق مرحله فوق، بازده معاملات انجام شده با سرمایه ثابت برای هر سهم، با استفاده از نقاط ورود و خروج حاصل از پارمترهای پیش‌فرض هر اندیکاتور را نیز محاسبه می نماییم.

۳. در نهایت بازده حاصل از پارامترهای بهینه شده را با بازده حاصل از خرید و فروش با پارامترهای پیش فرض برای هریک از سهام منتخب مورد مقایسه و بررسی قرار می‌گیرد.

داده‌های پژوهش

در این پژوهش، با الگوی مبتنی بر الگوریتم معاملاتی معرفی شده، اقدام به بهینه‌سازی پارامترهای اندیکاتورهای تکنیکال بر روی ده شرکت فعال در بازار سرمایه ایران از ده صنعت متفاوت مورد بررسی قرارگرفت. اسامی شرکت‌ها و صنایع بررسی شده در جدول ۱ نمایش داده شده است، دلیل انتخاب سهام از صنایع مختلف، بررسی عملکرد سیستم معاملاتی ارائه شده، در شرایط گوناگون می‌باشد.

جدول ۱- سهام انتخاب شده جهت بررسی

صنعت	نماد
فلزات اساسی	فولاد
خودرو و ساخت قطعات	خودرو
شرکتهای چند رشته ای صنعتی	وغدیر
استخراج کانه های فلزی	ومعادن
بانکها و موسسات اعتباری	ونوین
انبوه سازی، املاک و مستغلات	ثشاهد
محصولات شیمیایی	شاراک
سیمان، آهک و گچ	سفارس
سرمایه‌گذاری ها	وصنعت
مواد و محصولات دارویی	دفارا

منبع: بورس اوراق بهادار

همان طور که قبلا ذکر شد، داده‌های قیمتی مربوط به هر شرکت به دو دسته داده های آموزش و داده های آزمون تقسیم بندی شدند. همچنین قابل ذکر است که از قیمت های تعدیل شده جهت محاسبه اندیکاتور های تحلیل تکنیکال استفاده شد. قیمت تعدیل شده قیمتی است که اثرات سود تقسیمی سهام، افزایش سرمایه و ... اعمال شده است. جدول ۲ بازه زمانی انتخاب شده جهت استخراج داده های آموزش، تست و اعتبارسنجی را نمایش می دهد.

جدول۲ : بازه زمانی انتخاب شده

بازه زمانی مورد بررسی	بازه زمانی آموزش	بازه زمانی آزمون
تاریخ شروع	۱۳۹۰-۰۱-۰۱	۱۳۹۸-۰۱-۰۱
تاریخ خاتمه	۱۳۹۷-۱۲-۲۹	۱۴۰۱-۰۶-۰۱

منبع: داده‌های قیمتی سهام پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار

یافته های پژوهش

الگوریتم و سیستم معاملاتی معرفی شده در این پژوهش، بر روی داده‌های قیمتی ده شرکت فعال در بازار سرمایه ایران پیاده سازی شد. همان‌طور که پیش‌تر به آن اشاره کردیم از قیمت تعدیل شده به منظور محاسبه اندیکاتورهای تکنیکال استفاده کردیم و کارمزد خرید و فروش و سود تقسیمی سهام را در محاسبات خود در نظر گرفتیم. در مسائل چند هدفه غالبا تک جواب بهینه وجود ندارد و جواب‌های ما به صورت مجموع جواب‌ها هستند. به منظور خلاصه کردن نتایج حاصل از الگوریتم، بهترین نتایج تمامی‌جواب به دست آمده در هریک از تابع هدف ها را برای هر سهم در جدول شماره ۵ نمایش داده‌ایم.

نتیجه آزمون اول:

مقایسه بازده کسب شده استراتژی خرید و نگهداری با استراتژی خرید و فروش مبتنی بر پارامترهای بهینه شده با الگوریتم کرم شب تاب در جدول ۳ نشان می‌دهیم.

جدول ۳

	SMA	EMA	MACD	Stochastic	RSI	ADX	Aroon	WilliamsR	BollingerBands	KST
فولاد	۴۹%	۴۶%	۵۹%	۳۰%	۴۳%	۵۰%	۷۳%	۳۹%	۴۲%	۳۹%
خودرو	۸۴%	۹۳%	۱۰۲%	۴۵%	۴۴%	۵۷%	۸۵%	۷۵%	۳۴%	۴۲%
وغدیر	۴۸%	۵۲%	۵۲%	۳۶%	۴۶%	۴۸%	۵۴%	۴۳%	۳۹%	۳۷%
ومعادن	۳۵%	۳۵%	۴۶%	۲۹%	۴۳%	۵۱%	۵۷%	۳۵%	۳۵%	۴۳%
ونوین	۳۶%	۳۹%	۴۳%	۳۱%	۳۹%	۵۲%	۴۵%	۴۲%	۳۲%	۵۰%
ثشاهد	۲۳۷%	۱۲۴%	۲۶۲%	۸۱%	۴۰%	۹۰%	۳۱۲%	۳۹%	۶۱%	۷۹%
شاراک	۴۳%	۴۴%	۴۵%	۳۸%	۴۱%	۴۸%	۶۵%	۳۳%	۴۱%	۵۲%
سفارس	۵۵%	۷۹%	۶۸%	۳۲%	۵۳%	۶۹%	۸۳%	۶۰%	۶۰%	۴۸%
وصنعت	۵۴%	۴۳%	۴۹%	۲۷%	۴۴%	۵۲%	۶۱%	۳۶%	۳۵%	۴۷%
دفارا	۵۴%	۶۴%	۶۴%	۴۶%	۳۹%	۷۵%	۹۱%	۵۹%	۴۹%	۴۶%

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج بدست آمده از سهام و اندیکاتورهای منتخب نشان می‌دهد که سیستم معاملاتی تدوین شده، به مراتب عملکرد مطلوب‌تری نسبت به استراتژی خرید و نگهداری سهام دارد، باید این نکته را نیز در نظر بگیریم که در استراتژی خرید و نگهداری بازه زمانی که سرمایه درگیر بوده، بیشتر بوده و هزینه فرصت در سایر سهام و بازارهای مالی در نظر گرفته نشده است، علاوه بر این سرمایه گذار در این استراتژی حدضرر نداشته و در بازارهای با روند نزولی می‌تواند خسارت جبران ناپذیری را به سرمایه گذار وارد نماید.

نتیجه آزمون دوم:

مقایسه بازده کسب شده استراتژی خرید و فروش با پارامترهای پیش‌فرض و استراتژی خرید و فروش مبتنی بر پارامترهای بهینه شده با الگوریتم کرم شب تاب در جدول شماره ۴ می‌باشد.

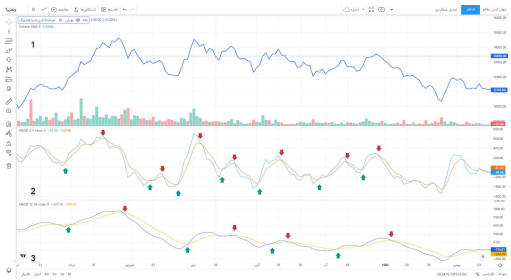
جدول ۴

	SMA	EMA	MACD	Stochastic	RSI	ADX	Aroon	WilliamsR	BollingerBands	KST
فولاد	۵۷%	-۸%	۴۲%	۳۴%	۴۶%	-۱%	۰%	۴۶%	۰%	۱۴%
خودرو	۷۵%	۲۷%	۶۰%	-۴%	۴۳%	۲۷%	۳۱%	-۱%	-۲۴%	۸۸%
وغدیر	۴۳%	۸۳%	۷۸%	۳۲%	۳۶%	۴%	۷۲%	۱۲%	۳۲%	۳۲%
ومعادن	۱۹%	-۹%	۷%	۳۹%	۲۹%	-۳۱%	۲۸%	۳۶%	۳۸%	۱۸%
ونوین	-۹%	-۳%	۱۱%	۵۳%	۶۷%	۵۶%	۲۱%	۴۴%	۵۳%	-۷%
ثشاهد	۶۹%	۲۲۸%	۶۸%	۳۱%	-۱۵%	-۱۹%	۱۸%	۱۲%	۳۸%	۱۰%
شاراک	-۲%	۳۷%	۲۵%	۱۰%	-۱۳%	۲۳%	۵۹%	۴۳%	۳۶%	۱۰%
سفارس	-۴%	۱۵%	۴۴%	۳۵%	۴۰%	۲۹%	-۵%	۲۸%	۲۱%	۲۴%
وصنعت	۴۰%	۱۰۵%	۵۴%	۴۵%	۲۴%	۷۴%	۵۲%	-۸%	۲۱%	۱۴%
دفارا	-۲۸%	۲۳%	۱۴۲%	۵۰%	۲۱%	۱۹%	۱۳%	۱۴%	۳۹%	۲۶%

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج بدست آمده از سهام و اندیکاتورهای منتخب نشان می‌دهد که پارامترهای بهینه شده برای اندیکاتورها می‌تواند به مراتب عملکرد بهتری نسبت به پارامترهای پیش‌فرض داشته باشد.

برای مثال عملکرد اندیکاتور مک دی برای نماد وغدیر در دو استراتژی مبتنی بر پارامترهای بهینه شده توسط الگوریتم کرم شب تاب و پارامترهای پیش‌فرض نمایش داده شده است.



منبع:یافته‌های پژوهش و نمودار قیمتی سهم وغدیر

همانطور که قابل مشاهده می‌باشد، سیستم معاملاتی پیشنهادی در شناسایی نقاط ورود و خروج (بازگشتی) عملکرد بهتری داشته، که این امر در نهایت منجر به افزایش بازده سرمایه گذار شده است(نقاط سبز: خرید، نقاط قرمز: فروش).

نمودار ۱: نمودار روزانه قیمت نماد وغدیر براساس آخرین قیمت

نمودار۲: نمودار اندیکاتور مک دی با پارامترهای بهینه شده(4-9-3)

نمودار3: نمودار اندیکاتور مک دی با پارامترهای پیشفرض(۹-۲۶-۱۲)

بررسی موفقیت سیستم معاملاتی طراحی شده:

میزان موفقیت استراتژی خرید و فروش مبتنی بر پارامترهای بهینه شده در مقابل استراژی خرید و فروش مبتنی بر پارامترهای پیش‌فرض در جدول شماره ۵ نشان داده می‌شود.

جدول ۵- بررسی میزان موفقیت سیستم معاملاتی طراحی شده

اندیکاتور	موفق	ناموفق	مجموع بازده کسب شده
MACD	۱۰	۰	۵۹%
ADX	۷	۳	۱۵%
Aroon	۸	۲	۲۲%
SMA	۶	۴	۳۳%
EMA	۷	۳	۳۹%
BB	۸	۲	۲۳%
KST	۹	۱	۱۶%
RSI	۸	۲	۳۰%
Stochastic	۹	۱	۲۴%
WR	۸	۲	۱۳%

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج بدست آمده، از این سیستم معاملاتی ارائه شده و مطالعات پیشین نشان می‌دهد که در بیشتر موارد سرمایه‌گذار می‌تواند با انتخاب پارامترهای بهینه شده اندیکاتورها، بازده بیشتری نسبت به بازده حاصل از پارامترهای پیش‌فرض کسب کند، که در حال حاضر بدلیل نبود این امکان برای عموم سرمایه‌گذاران به ناچار از پارامترهای پیشفرض استفاده می‌شود.

در مرحله بعد به‌منظور اعتبارسنجی رویکرد ارائه شده، نتایج بدست آمده از این سیستم معاملاتی را با نتایج بدست آمده از مقاله با عنوان "بهینه سازی پارامترهای اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال برای داده های درون روزی با استفاده از الگوریتم الهام گرفته از پدیده های نوری: مطالعه موردی بورس تهران"که توسط محمدعلی رستگار و فرح آشوبی ارائه شده است،مورد مقایسه قرار می‌دهیم. در این راستا با توجه به مقاله مذکور اندیکاتورهای میانگین متحرک همگرایی واگرایی ، قدرت نسبی و استوکاستیک روی چهار نماد فاذر، خزامیا،وخارزم و ومعادن، در دوره زمانی اول فروردین ۱۳۹۸ تا اول شهریور ۱۴۰۱ مورد بررسی قرار گرفت، که نتایج آن در جدول‌های ۶ الی ۸ نمایش داده شده است.

جدول ۶- MACD

بهینه سازی با الگوریتم کرم شب تاب		بهینه سازی با الگوریتم اپتیک		بهینه سازی با الگوریتم ژنتیک			
بازده	پارامترها	بازده	پارامترها	بازده	پارامترها	پارامترهای پیش‌فرض	نماد
۳۳,۴%	۱, ۹۸, ۴	-۱,۲%	۷,۱۹,۴	-۳,۸%	۱۳,۲,۷	۹,۱۲,۶	فاذر
۲۰,۴%	۱,۱۵,۹۹	-۳۱,۹%	۱۲,۱۰,۱۱	-۲۷,۳%	۱۳,۱۰,۷	۹,۱۲,۷	خزامیا
۲۷,۴%	۱,۴۴, ۲	۱%	۱۵,۴,۸	۴۹,۷%	۲,۴,۲	۹,۱۲,۸	وخارزم
۱۸,۲%	۲۶,۵۴,۲۳	-۲%	۱۳,۱۱,۷	-۲۴,۸%	۹,۱۳,۱۶	۹,۱۲,۹	ومعادن

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۷- RSI

بهینه سازی با الگوریتم کرم شب تاب		بهینه سازی با الگوریتم اپتیک		بهینه سازی با الگوریتم ژنتیک			
بازده	پارامترها	بازده	پارامترها	بازده	پارامترها	پارامترهای پیش‌فرض	نماد
۳۱,۸%	۱۸	۱۰,۱%	۳۴	-۸,۷%	۲۸	۱۴	فاذر
۲۲,۹%	۶	-۵,۳%	۷	۵,۸%	۱۹	۱۴	خزامیا
۶۶,۹%	۱۷	۶۰,۴%	۳۳	۵۶,۷%	۱۱	۱۴	وخارزم
۱۸,۸%	۵	۱,۶%	۲۱	-۱۲,۵%	۱۷	۱۴	ومعادن

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول ۸- Stochastic

بهینه سازی با الگوریتم کرم شب تاب		بهینه سازی با الگوریتم اپتیک		بهینه سازی با الگوریتم ژنتیک			
بازده	پارامترها	بازده	پارامترها	بازده	پارامترها	پارامترهای پیش‌فرض	نماد
۲۱,۱%	۱,۷	۱۹,۶%	۱۷,۳۹	-۲۵,۵%	۳۶,۱۱	۱۴,۳	فاذر
-۴,۱%	۱,۷	-۲۴,۳%	۳۲,۳۹	-۵۳,۶%	۲,۲۴	۱۴,۳	خزامیا
۳۶,۵%	۱,۵	۱۳,۴%	۴۹,۱۶	-۱۵,۵%	۱,۳۲	۱۴,۳	وخارزم
۱۶,۶%	۶,۲۴	۴۰,۱%	۱۵,۳۳	۲۷,۱%	۴,۲	۱۴,۳	ومعادن

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج حاصل از این مقایسه نشان دهنده عملکرد بهتر مدل ارائه شده در این تحقیق در مقایسه با مدل‌های پیشین می‌باشد، که می‌تواند ناشی از عملکرد بهتر الگوریتم کرم شب تاب یا انتخاب مناسب بازه‌های زمانی آموزش و آزمون در این پژوهش باشد.

نتیجه گیری

۱. نتایج بدست آمده از بررسی فرضیه اول مبتنی بر **اینکه** بازده کسب شده از سیستم معاملاتی مبتنی بر قواعد تکنیکی بهبود یافته تفاوت معناداری با بازده کسب شده توسط استراتژی خرید و فروش مبتنی بر پارامترهای استاندارد آن دارد، نشان می‌دهد در درصورتی که پارامترها اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال بهنیه سازی شوند. نسبت به حالتی که از پارامترهای معمول و از پیش تعیین شده در بازار استفاده می‌شود، نتایج بهتری حاصل خواهد شد. در مقایسه این دو حالت بازدهی حاصل از الگوریتم پیشنهادی بیش‌تر بوده، که نشان دهنده بهینه سازی مناسب پارامترهای اندیکاتور می‌باشد.

۲. نتایج حاصل از آزمون فرضیه دوم مبتنی بر اینکه بازده کسب شده از سیستم معاملاتی مبتنی بر قواعد تکنیکی بهبود یافته توسط الگوریتم کرم شب‌تاب تفاوت معناداری با بازده کسب شده توسط استراتژی خرید و نگهداری دارد، نشان می‌دهند که الگوریتم و سیستم معاملاتی ارائه شده از کارایی نسبتا خوبی نسبت به روش خرید و نگهداشت برخوردار است.

به طور کلی همان طور که نتایج حاصل از مرحله اعتبار سنجی رویکرد مورد استفاده نشان می‌دهد، با به کارگیری یک روش فراابتکاری مناسب به منظور جستجو و پیدا کردن بهترین پارامترهای اندیکاتورهای تکنیکال می‌توان مقدار بازدهی حاصل از این سیستم‌ها را افزایش داد. به منظور انجام مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود که از اندیکاتورهای تکنیکال دیگری نیز به منظور افزایش بازدهی حاصل از خرید و فروش سهام بهره گرفته شود و یا از ترکیب تحلیل تکنیکال و تحلیل بنیادی به منظور ارائه

سیستم معاملاتی هوشمند ترکیبی استفاده شود. همچنین می توان علاوه بر تابع هدف‌های استفاده شده در این پژوهش از تابع هدف‌های دیگر هم چون قدرت نقد شوندگی، بازدهی کوتاه مدت و بلند مدت به منظور ایجاد سازوکار معاملاتی با کارایی بیشتر بهره برد. به عنوان پیشنهادی دیگر می‌توان مقدار حساسیت مدل پیشنهادی نسبت به معیارهای مختلف ریسک را سنجید.

منابع

۱) افشاری الهام، علوی سیدعنایت اله (۱۳۹۷). مدلی هوشمند برای پیش بینی روند سهام با استفاده از روش‌های تحلیل تکنیکال، تحقیقات مالی دانشگاه تهران، دوره ۲۰، شماره ۲، ۱۳۹۷، صفحه ۲۴۹-۲۶۴.

۲) سعیدی کوشا مهدی، محبی سعید (۱۴۰۰)، بهینه سازی پرتفوی سهام با استفاده از مقایسه الگوهای مختلف تکنیکال، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادارشماره چهل و نه، ص۱۰۴-۱۲۵

3) Alexander SS. Price movements in speculative markets: Trends or random walks. Industrial Management Review (pre-1986). 1961 May 1;2(2):7.

4) Bao D, Yang Z. Intelligent stock trading system by turning point confirming and probabilistic reasoning. Expert Systems with Applications. 2008 Jan 31;34(1):620-7.

5) Bodas-Sagi DJ, Fernández P, Hidalgo JI, Soltero FJ, Risco-Martín JL. Multiobjective optimization of technical market indicators. InProceedings of the 11th Annual Conference Companion on Genetic and Evolutionary Computation Conference: Late Breaking Papers 2009 Jul 8 (pp. 1999-2004). ACM

6) Butler M, Kazakov D. Particle swarm optimization of bollinger bands. InInternational Conference on Swarm Intelligence 2010 Sep 8 (pp. 504-511). Springer, Berlin, Heidelberg.

7) Caniani D, Pascale S, Sdao F, Sole A. Neural networks and landslide susceptibility: a case study of the urban area of Potenza. Natural Hazards. 2008 Apr 1;45(1):55-72.

8) De Almeida R, Reynoso-Meza G, Steiner MT. Multi-objective optimization approach to stock market technical indicators. InEvolutionary Computation (CEC), 2016 IEEE Congress on 2016 Jul 24 (pp. 3670-3677). IEEE.

9) de la Fuente, David & Garrido, Alejandro & Laviada, Jaime & Gomez, Alberto (2006). “Genetic algorithms to optimise the time to make stock market investment”, Proceedings of the 8th annual conference on Genetic and evolutionary computation, ACM Press, New York, NY, USA, pp. 1857-1858.

10) Fama EF, Blume ME. Filter rules and stock-market trading. The Journal of Business. 1966 Jan 1;39(1):226-41.

11) Fernández-Blanco P, Bodas-Sagi DJ, Soltero FJ, Hidalgo JI. Technical market indicators optimization using evolutionary algorithms. InProceedings of the 10th annual conference companion on Genetic and evolutionary computation 2008 Jul 12 (pp. 1851-1858). ACM.

12) Fernandez-Rodriguez, Fernando & Gonzalez-Martel, Christopher & Sosvilla-Rivero, Simon (2001). “Optimisation of technical rules by genetic algorithms:

Evidence from the madrid stock market", Fundacion de Estudios de Economia Aplicada.

13) Hsu PH, Kuan CM. Reexamining the profitability of technical analysis with data snooping checks. Journal of Financial Econometrics. 2015 Aug 5;3(4):606-28

14) Kantavat, Pittipol & Kijsirikul, Boonserm (2008)."Combining technical analysis and support vector machine for stock trading", Eighth International Conference on Hybrid Intelligent Systems, pp. 915-918.

15) Kapishnikov A, Borisov A. Technical rules optimization using intelligent hybrid systems. Institute of Information Technology of Riga Technical University, Latvia. 2001.

16) L. Lin & L. Cao & J. Wang & C. Zhang (2004), "The applications of genetic algorithms in stock market data mining optimisation", in: A. Zanasi, N. Ebecken, C. Brebbia (eds.), Data Mining V: Data Mining, Text Mining and their Business Applications (DATA MINING 2004), WIT Press, Southampton, Boston, pp. 448.

17) Lo AW, MacKinlay AC. Data-snooping biases in tests of financial asset pricing models. The Review of Financial Studies. 1990 Jul 1;3(3):431-67

18) Luengo S, Winkler S, Barrero DF, Castaño B. Optimization of trading rules for the spanish stock market by genetic programming. InInternational Conference on Industrial, Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems 2015 Jun 10 (pp. 623-634). Springer, Cham.

19) M.J. Pring (1991). "Technical analysis explained: The successful investor's guide to spotting investment trends and turning points", McGraw-Hill.

20) Matilla-García* M, Argüello C. A hybrid approach based on neural networks and genetic algorithms to the study of profitability in the Spanish stock market. Applied Economics Letters. 2005 Apr 15;12(5):303-8.

21) Murphy JJ. Charting made easy. John Wiley & Sons; 2012 Sep 27.

22) Papadamou S, Stephanides G. Improving technical trading systems by using a new MATLAB-based genetic algorithm procedure. Mathematical and computer modelling. 2017 Jul 31;46(1):189-97.

23) Pring MJ. Technical analysis explained: The successful investor's guide to spotting investment trends and turning points. McGraw-Hill Professional; 2002 Feb 20.

24) Sezer, O. B., & Ozbayoglu, A. M. (2019). Financial trading model with stock bar chart image time series with deep convolutional neural networks. Intelligent Automation and Soft Computing journal

25) Skabar, Andrew & Cloete, Ian (2002)."Neural networks, financial trading and the efficient markets hypothesis", Proceedings of the twenty-fifth Australasian conference on Computer science, Australian Computer Society,Inc., Darlinghurst, Australia, VOL. 4,pp. 241–249

26) Smruti Rekha Das, Debahuti Mishra, Minakhi Rout(2019). Stock market prediction using Firefly algorithm with evolutionary framework optimized feature reduction for OSELM method. Journal of Expert Systems with Applications: X 4 (2019) 100016.

27) Tanaka-Yamawaki M, Tokuoka S. Adaptive use of technical indicators for the prediction of intra-day stock prices. Physica A: Statistical Mechanics and its Applications. 2007 Sep 1;383(1):125-33.

28) Teixeira, Lamartin Almeida & de Oliveira, Adriano Lorena Inacio (2010). "A method for automatic stock trading combining technical analysis and nearest neighbor classification", Journal of Expert Systems with Applications, VOL. 37, NO. 10, pp. 6885–6890.

29) Teixeira, Lamartin Almeida & de Oliveira, Adriano Lorena Inacio (2010). "A method for automatic stock trading combining technical analysis and nearest neighbor classification", Journal of Expert Systems with Applications, VOL. 37, NO. 10, pp. 6885–6890.

یادداشت‌ها

1 Evolution Operators
2 Crossover
3 Mutation
4 Randomness
5 Global Communications
6 Encodings
7 Population
8 Real Numbers
9 Multi-Objective Evolutionary Algorithm with Super Indidividual
10 Xinjie
11 Firefly Algorithm(FA)
12 Xin-She Yang
13 Swarm Intelligence