فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال هشتم/ شماره بیست‌ونهم/ بهار ۱۳۹۸

توسعه یک سیستم خبره به‌منظور تشکیل و بروزرسانی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از تحلیل تکنیکال

سیدحجت وکیلی
دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مالی، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی
امیرعباس نجفی
دانشیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی (نویسنده مسئول)
aanajafi@kntu.ac.ir
سیدبابک ابراهیمی
استادیار، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی

تاریخ دریافت: ۹۶/۰۳/۰۴ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۲۷

چکیده

تحلیل تکنیکال یکی از روش‌های پیش‌بینی جهت حرکت قیمت، با استفاده از وضعیت گذشته بازار است. همواره یکی از نقایص تحلیل تکنیکال بررسی امکان سرمایه‌گذاری در چهارچوبی خارج از سبد سهام می‌باشد. در بازارهای مالی این نکته مورد تأیید است که سرمایه‌گذاری در قالب سبد سهام و تنوع‌بخشی به گزینه‌ها، یکی از راه‌های کاهش ریسک می‌باشد. مقاله حاضر با به کار بردن مبانی و اندیکاتورهای مهم تحلیل تکنیکال و استفاده از الگوریتم ژنتیک به طراحی یک سیستم خبره پرداخته، تا بتواند سبد سرمایه‌گذاری مناسبی تشکیل و در صورت لزوم آن را در بازه‌های زمانی متفاوت بروزرسانی نماید. به جهت بررسی و اعتبارسنجی این سیستم از داده‌های ۱۲ سهم در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی بین ۱۳۹۲/۰۳/۰۱ تا ۱۳۹۴/۱۱/۰۱ که شاخص کل در طول این مدت سیر نزولی مشهودی داشته استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که بازده به‌دست‌آمده با استفاده از این سیستم با احتساب هزینه معاملاتی به میزان قابل‌توجهی بیشتر از استراتژی خرید و نگهداری تمام دارایی‌ها، پرتفوهای پیشنهادی حاصل از حل مدل مارکویتز و حتی سود حساب سرمایه‌گذاری در سیستم بانکی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سبد سهام، سیستم خبره، الگوریتم ژنتیک، تحلیل تکنیکال.

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

عموماً در بازارهای معاملات سهام یکی از روش‌های شناخته‌شده برای کسب سود، استراتژی خرید و نگهداری سهام می‌باشد. به‌طور دقیق‌تر درصورتی‌که چشم‌انداز فعالیت‌های کسب‌وکار یک شرکت و زیرمجموعه‌های آن امیدوارکننده باشد، سرمایه‌گذاران سهام آن شرکت را خریداری کرده و برای مدت طولانی نگهداری می‌کنند. یکی از روش‌های دیگر سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی استفاده از نوسانات قیمتی در بازه‌های زمانی نسبتاً کوتاه می‌باشد که عموماً برای این کار از تحلیل تکنیکال استفاده می‌شود. همواره طراحی یک سیستم که در بازارهای مالی به‌صورت خودکار خریدوفروش و سودسازی نماید ازنظر اقتصادی بسیار حائز اهمیت می‌باشد. در سال‌های اخیر استفاده از روش‌های معامله‌گر خودکار[۱] با سرعت قابل‌ملاحظه‌ای رو به گسترش است که از این روش‌ها عموماً با عنوان الگوریتمیک تریدینگ[۲] یاد می‌شود و در بیشتر موارد برمبنای تحلیل تکنیکال[۳] پایه‌ریزی شده‌اند. عبارت تحلیل تکنیکال یک عنوان برای دسته‌ای از روش‌های سرمایه‌گذاری و رویکردی برای پیش‌بینی جهت حرکت قیمت در دوره‌های زمانی آتی است، که بر مبنای اطلاعات گذشته بازار، نظیر قیمت و حجم معاملات انجام می‌شود. تحلیل تکنیکال در کنار تحلیل فاندامنتال دو رویکرد اصلی هستند که عمده سرمایه‌گذاران حداقل یکی از این رویکردها را برای پیش‌بینی جهت حرکتی آتی قیمت استفاده می‌نمایند.

همچنین بسیاری از مطالعات انجام‌شده در حوزه مالی مرتبط با ارزیابی کارایی الگوریتم‌های فراابتکاری[۴] می‌باشند. الگوریتم‌هایی که دارای قابلیت انعطاف‌پذیری و قدرت جستجوی بالایی هستند. استفاده از این الگوریتم‌ها در حوزه‌های کامپیوتر و مهندسی به‌وفور مشاهده می‌شود. برخلاف اینکه درگذشته مطالعات معدودی مرتبط با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری در مباحث معاملات اتوماتیک انجام‌شده، اخیراً این حوزه موردتوجه پژوهش‌گران قرارگرفته است. بر این اساس آلن و کارجالاینن (۱۹۹۹) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که الگوریتم ژنتیک روش مناسبی برای طراحی سیستم‌های معاملاتی[۵] مبتنی بر تحلیل تکنیکال می‌باشند. همچنین ماهفود و مانی (۱۹۹۶) با طراحی سیستمی که از الگوریتم ژنتیک استفاده می‌کند به پیش‌بینی بازده آینده سهام به‌صورت مستقل پرداختند و به نتایج قابل قبولی دست‌یافته‌اند. این مطالعه به دنبال دفاع و یا رد تحلیل تکنیکال چه ازنظر تئوری و چه ازلحاظ تجربی نخواهد بود بلکه به دنبال طراحی یک سیستم است که به‌صورت خودکار فرایند مدیریت سبد سهام را انجام داده و کسب سود نماید. همچنین به جهت تنظیم پارامترها و قوانین مورداستفاده در سیستم طراحی‌شده از الگوریتم ژنتیک استفاده خواهد شد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

تحلیلگرهای تکنیکال در تلاش هستند تا روند آتی قیمتی را با استفاده از مطالعه رفتار قیمتی سهام درگذشته پیش‌بینی نمایند. آن‌ها معتقدند این امکان وجود دارد که تغییرات آینده در عرضه و تقاضا به‌وسیله اطلاعات گذشته قیمتی پیش‌بینی شود. به‌طور تقریبی از سال ۱۸۰۰ روش‌های معامله‌گری تحت عنوان تحلیل تکنیکال وجود داشته است (بروک و لاکونیشوک و لبارون، ۱۹۹۱). در ایالات‌متحده آمریکا سابقه استفاده از تحلیل‌های تکنیکال در بازار سهام به‌اندازه خود این بازار قدمت دارد و بسیاری از این روش‌ها که امروزه استفاده

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شوند بیش از ۶۰ سال از استفاده آن‌ها می‌گذرد (بروک و لاکونیشوک و لبارون ، ۱۹۹۱). الکساندر (۱۹۶۱،۱۹۶۴) جزو اولین کسانی بود که با آزمون روش‌های تحلیل تکنیکال و ابداع قوانین فیلترینگ شروع به بررسی کارایی تحلیل تکنیکال نمود. در ابتدا این روش‌های فیلترینگ سودزا به نظر می‌آمدند ولی بعداً با احتساب هزینه معاملاتی، نتیجه کار مناسب ارزیابی نشد.

به‌طور تقریبی تا سال ۲۰۰۰ میلادی دیدگاه اساتید اکادمیک در رابطه با تحلیل تکنیکال کاملاً منفی بوده به شکلی که مالکیل (۱۹۸۱) در کتاب خود بیان می‌کند " به‌طور روشن من با چارتیست‌ها اختلاف‌نظر دارم و این اختلاف‌نظر شخصی نیست و کاملاً از دلایل حرفه‌ای ناشی می‌شود. تحلیلگران تکنیکال خارج از دنیای دانشگاهی و آکادمیک قرار دارند". در آن سال‌ها مخالفت‌ها و موافقت‌های بسیاری در رابطه با کارایی تحلیل تکنیکال وجود داشت. به‌طوری‌که حتی تعدادی از اقتصاددانان برتر اعتقاد داشتند که تحلیل تکنیکال احتمالاً نقش مؤثری را در سقوط بازار سهام در سال ۱۹۸۷ داشته است (شیلر،۱۹۸۹). اگرچه عمده مطالعات دانشگاهی در آن سال‌ها به ناکارآمدی تحلیل‌های تکنیکال اشاره داشته‌اند، بااین‌حال تحلیلگران تکنیکال در حال تجربه دوران جدیدی در بازارهای مالی، ازجمله وال‌استریت بوده‌اند و عمده کارگزاری‌ها و روزنامه‌های مالی در انتشار گزارش‌های تحلیلگران تکنیکال چه به‌صورت عمومی و چه به‌صورت خصوصی پافشاری می‌کرده‌اند.

در بیشتر تحقیقات که از شاخص قدرت نسبی[۶] استفاده‌شده است، محققان به این نتیجه رسیده‌اند که قبل از کسر هزینه معاملاتی روش‌های طراحی‌شده نسبت به استراتژی خرید و نگهداری سهام برتری دارد (بوهان،۱۹۸۱؛ جنسن و بنینگتون،۱۹۷۰). همچنین در سال ۱۹۷۰ فاما نظریه بازار کارا را بیان نمود که در آن مفید بودن تحلیل تکنیکال در بازارهای بدون کارایی تأیید می‌شد.

به‌مرور با مدل‌سازی دقیق‌تر تحلیل تکنیکال و به‌کارگیری بهتر مبانی آن نتایج برخی از تحقیق‌ها در رابطه با تحلیل تکنیکال متفاوت می‌نمود. به‌طوری‌که در سال ۱۹۹۱ بروک و همکاران در مقاله خود با به کار بردن آزمون‌های آماری به این نتیجه رسیدند که تحلیل تکنیکال به پیش‌بینی تغییرات قیمت سهام کمک می‌کند. همچنین در یک تحقیق دانشگاهی با استفاده از پرسشنامه در انگلستان نتیجه‌گیری شد که نزدیک به ۹۰ درصد سرمایه‌گذاران و مدیران شرکت‌های سرمایه‌گذاری در بازارهای ارز خارجی در تصمیمات خود کاملاً به نتایج حاصل از تحلیل تکنیکال اهمیت می‌دهند و کارایی تحلیل تکنیکال در بازه‌های زمانی کوتاه‌مدت به شکل قابل‌توجهی بیشتر از بازه‌های زمانی بلندمدت می‌باشد (تیلور و آلن،۱۹۹۲). بر اساس بررسی‌های به‌عمل‌آمده در بازارهای مالی دنیا، مواقعی که متغیرهای بنیادی تغییر چندانی ندارند و یا حداقل گزارش نمی‌شوند استفاده از معیارهای چارتی از مفیدترین ابزارها به شمار می‌رود و همچنین تحلیل تکنیکال امکان کسب سودهای قابل‌توجهی را فراهم آورده و به نقدشوندگی بازار کمک می‌کند (محمدی،۱۳۸۳). یکی از دلایل مفید بودن تحلیل تکنیکال بقای این نوع تحلیل در بازارهای مالی دنیاست.

به‌طورکلی بر اساس مطالعات انجام‌شده تا سال ۲۰۰۴، از ۹۵ تحقیق انجام‌شده تعداد ۵۶ تحقیق منجر به ارزیابی مثبت تحلیل تکنیکال، ۲۰ تحقیق منجر به ارزیابی منفی تحلیل تکنیکال و سایر تحقیقات نیز به نتیجه

Archive of SID

www.SID.ir

خنثی در رابطه با کارایی تحلیل تکنیکال رسیده‌اند(پارک و ایروین، ۲۰۰۴). به‌طورکلی می‌توانیم مطالعات انجام‌شده حوزه تحلیل تکنیکال را به دسته‌های زیر تقسیم‌بندی نماییم:

۱) مطالعاتی که به توسعه علم تکنیکال پرداخته‌اند. این دسته از مطالعات بیشتر جنبه آموزشی دارند.
۲) مطالعاتی که به بررسی قدرت پیش‌بینی قواعد تکنیکال پرداخته و آن‌ها را با سایر روش‌های پیش‌بینی مقایسه می‌کنند.
۳) مطالعاتی که به طراحی سیستم‌های معاملاتی بهینه با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری می‌پردازند.
۴) مطالعاتی که با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری به دنبال بهینه‌سازی پارامترهای مربوط به اندیکاتورهای تکنیکال و یا سایر پارامترهای موجود در مسئله می‌باشند. بیشتر مطالعات انجام‌شده در این حوزه انجام متمرکزشده‌اند.

به‌مرور از سال ۲۰۰۰ ترکیب الگوریتم‌های فراابتکاری با تحلیل تکنیکال پا به عرصه تحقیقات علمی نهاد. پوتویا و همکاران (۲۰۰۴) با استفاده از الگوریتم ژنتیک به طراحی روش‌های معاملاتی کوتاه‌مدت[۷] پرداختند که این دسته از معاملات در دوره یادگیری[۸] نتایج بسیار مطلوبی بر جای گذاشته است ولی نتایج به‌دست‌آمده در دوره تست[۹] مطلوب نمی‌باشد. ازجمله مزایای استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری در حل مسائل مربوط به بهینه‌سازی، این است که این دسته از الگوریتم‌ها در زمان کوتاه‌تری جواب بهینه و یا یک جواب قابل‌قبول را به دست می‌دهند (پاپاداموا و استفاندیس،۲۰۰۷). در برخی مواقع به دلیل نیاز به بالا بودن سرعت تصمیم‌گیری در رابطه با انجام معاملات، رسیدن به جوابی نزدیک به جواب بهینه در مدت‌زمان کمتر بسیار مفیدتر از رسیدن به جواب بهینه در مدت‌زمان طولانی‌تر می‌باشد که این هدف با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری به دست می‌آید و نتایج مطلوبی را در بر دارد (پاپاداموا و استفاندیس،۲۰۰۷). لین و یانگ(۲۰۱۱) با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک، استفاده از اندیکاتورهای بیشتر و حتی فرموله کردن الگوهای شمعی به نتایج بسیار خوبی دست یافتند. به‌طوری‌که سیستم به‌دست‌آمده در تمام روندهای بازار با احتساب هزینه معاملاتی سودزا می‌باشد. در مطالعه (جورلهو، ۲۰۱۱) مشاهده می‌شود با مدل‌سازی دقیق‌تر و کامل‌تر مبانی تحلیل تکنیکال مطالعات انجام‌شده به نتایج بهتری در رابطه با بهبود تحلیل تکنیکال نائل می‌شوند. اصفهانی‌پور و موسوی (۲۰۱۱) با استفاده از برنامه‌ریزی ژنتیک برای تولید روش‌های تحلیل تکنیکال از معیار ریسک با استفاده از نسبت شارپ[۱۰] بهره جستند که نتایج قابل قبولی را با توجه به در نظر گرفتن ریسک در تمام شرایط بازار با احتساب هزینه معاملاتی به دنبال داشته است. ولی بدون در نظرگیری نسبت شارپ همانند مطالعه پوتوین و همکاران(۲۰۰۴) سیستم به‌دست‌آمده فقط در روندهای نزولی و یا یکنواخت کارا می‌باشد. مطالعاتی نیز در این راستا از الگوریتم تجمع ذرات چند هدفه بهره برده‌اند که با استفاده از چندین اندیکاتور تکنیکال و بهینه‌سازی وزن و اهمیت آن‌ها در تصمیم‌گیری، با معیارهای حداکثر سازی سود و نسبت شارپ به نتایج خوبی رسیده‌اند (بریزا و نوال، ۲۰۱۱؛ رادیروم،۲۰۱۴). در سال‌های اخیر مطالعات با به‌کارگیری الگوریتم‌های فراابتکاری و اندیکاتورهای تکنیکال به‌مراتب بیشتر، سیستم‌های معاملاتی سودده و قابل قبولی را ساخته‌اند. همچنین بیان‌شده که سیستم‌های

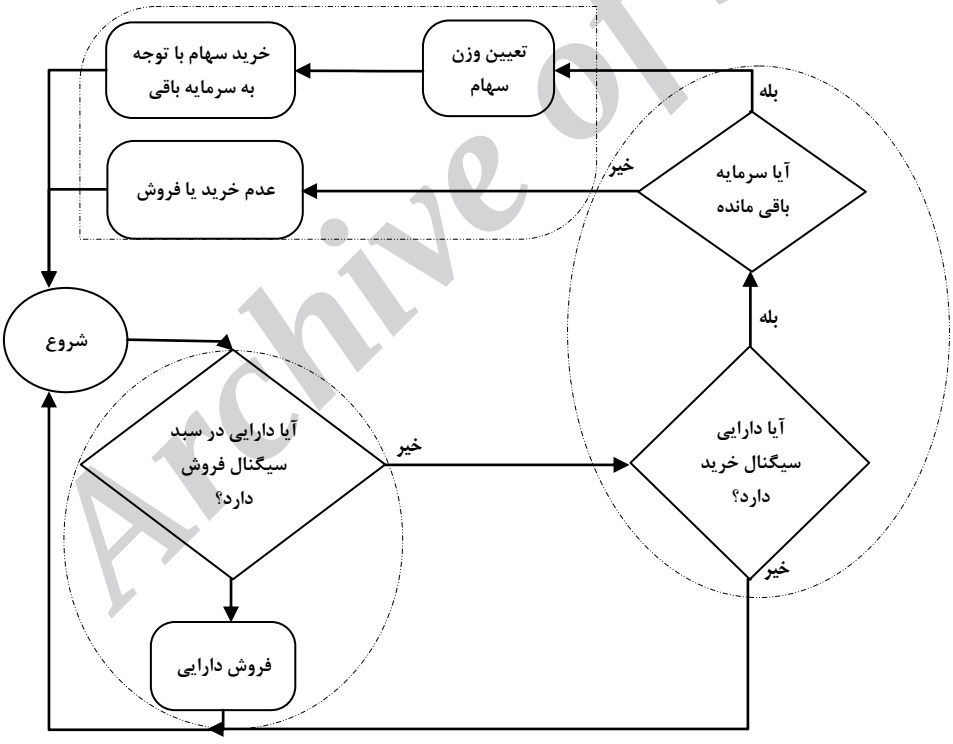
Archive of SID

www.SID.ir

معاملاتی که دارای اندیکاتور حجم می‌باشند نتایج بهتری را به دنبال داشته‌اند (رادیروم،۲۰۱۴).در مطالعات جدیدتر نیز علاوه بر اندیکاتورهای تکنیکال در تحقیقات از نسبت‌های مالی نیز استفاده‌شده به‌طوری‌که تحلیل تکنیکال را با تحلیل بنیادین در راستای طراحی سیستم معاملاتی بهتر ترکیب کرده‌اند که نتایج مطلوبی به دنبال داشته است(سیلوا، ۲۰۱۵).

۳- روش‌شناسی پژوهش

در این مطالعه از داده‌های روزانه معاملات ۱۲ سهم در بورس اوراق بهادار از تاریخ ۱۳۹۲/۰۳/۰۱ تا ۱۳۹۴/۱۱/۰۱ استفاده‌شده است. باگذشت هرروز سیستم طراحی‌شده اطلاعات و تغییرات قیمتی را موردبررسی قرار داده و با توجه به فرمول‌ها و قوانین از پیش تعریف‌شده در رابطه با خرید سهام جدید، فروش یا نگهداری سهام قبلی اقدام به تصمیم‌گیری می‌نماید. مراحل بررسی داده‌های قیمتی به‌طور خلاصه در شکل شماره یک مشاهده می‌شود.



شکل ۱- شمای کلی سازوکار مدل چند دوره‌ای سبد سرمایه‌گذاری خرد

Archive of SID
www.SID.ir

در ابتدای هرروز سیستم مسیر مشخص‌شده در شکل شماره یک را به‌طور کامل طی می‌کند تا زمانی که تمام سهم‌های موجود در مدل ازنظر شرایط خرید و یا فروش موردبررسی قرار بگیرند. سیستم طراحی‌شده شامل سه بخش اصلی زیر می‌باشد:

۱) بررسی وجود شرایط فروش برای دارایی‌هایی که در سبد موجود می‌باشند.
۲) بررسی وجود شرایط خرید برای دارایی‌هایی که خارج از سبد می‌باشند.
۳) تعیین وزن سهم یا سهامی که شرایط خرید دارند.

به جهت تصمیم‌گیری در رابطه با خرید، فروش و یا نگهداری سهام یک سیستم امتیازدهی مطابق رابطه یک در نظر گرفته‌شده است که برخی از پارامترهای آن به‌وسیله الگوریتم فراابتکاری تعیین خواهند شد. این سیستم شامل مجموعه قوانینی می‌شود که رخ دادن و یا رخ ندادن آن‌ها با یک متغیر صفر و یک مختص به هر قانون نشان داده‌شده است. سیستم امتیازدهی شامل سه دسته قوانین می‌شود. دسته اول گروهی از قوانین هستند که رخ دادن آن‌ها بیانگر احتمال صعود قیمت در آینده نزدیک می‌باشد. این دسته از قوانین اثر خود را در صورت کسر رابطه یک نشان می‌دهند. دسته دوم قوانینی هستند که رخ دادن آن‌ها بیانگر شرایط نامناسب جهت ورود به یک معامله خواهد بود. این دسته از قوانین به‌صورت متغیرهای صفر و یک، اثر خود را در مخرج کسر مربوط به رابطه یک نشان خواهند داد.

رابطه ۱)
$$R_t^k = \frac{\sum_{i=1}^{n} w_i \times r_{i,t,k}}{\sum_{j=1}^{m} w_j \times f_{j,t,k}}$$

به‌طوری‌که:

R_t^k: امتیاز محاسبه‌شده برای دارایی k ام در دوره t ام.

$r_{i,t,k}$: متغیر صفر و یک مربوط به رخ دادن یا ندادن قانون i ام در زمان t، مرتبط با سهام k ام.

$f_{j,t,k}$: متغیر صفر و یک مربوط به رخ دادن یا ندادن قانون j ام در زمان t، مرتبط با سهام k ام.

w_i: متغیر مربوط به وزن یا اهمیت قانون i ام.

w_j: متغیر مربوط به وزن یا اهمیت قانون j ام.

n: تعداد قوانین دسته اول.

m: تعداد قوانین دسته دوم.

لازم به ذکر است که پس از طراحی سیستم و اجرای آن به‌وسیله نرم‌افزار متلب مشاهده شد که R_t^k همواره یک منحنی پیوسته است لذا برای تصمیم‌گیری در مورد انجام یک معامله از قوانین زیر استفاده می‌کنیم:

رابطه ۲)
$$\begin{cases} if\ R_t^k = \beta_1 \ \rightarrow & \text{خرید} \\ if\ R_t^k = \beta_2 \ \rightarrow & \text{بستن معامله} \end{cases}$$

Archive of SID

www.SID.ir

با استفاده از الگوریتم ژنتیک می‌توان مقادیر مناسب برای متغیرهای w_i، w_j، β_1 و β_2 را به دست آورد. همچنین در کنار این سیستم امتیازدهی دسته سومی از قوانین وجود خواهد داشت که رخ دادن هرکدام از آن‌ها بدون توجه به مقدار R_t^k منجر به بسته شدن یک معامله خواهد شد. این سه دسته از قوانین به شرح جدول شماره یک خواهند بود.

جدول ۱- سه دسته قوانین مورداستفاده در سیستم طراحی‌شده

دسته اول	خروج شاخص قدرت نسبی از محدوه زیر ۳۰
	حرکت میانگین متحرک کوتاه‌مدت به بالای میانگین متحرک بلندمدت
	حرکت قیمت به بالای میانگین متحرک کوتاه‌مدت
	صعودی بودن میانگین متحرک بلندمدت
	کراس در اندیکاتور استوکستیک
	افزایش نسبی در حجم معاملات
دسته دوم	حرکت یکنواخت میانگین بلندمدت
	حرکت بدون روند قیمت
دسته سوم	فعال شدن حد سود
	فعال شدن حد ضرر
	خروج شاخص قدرت نسبی از محدوده بالای ۷۰

بنابراین در مرحله اول سیستم به بررسی وضعیت دارایی‌هایی که در سبد سهام موجود می‌باشند می‌پردازد. در این مرحله درصورتی‌که دارایی شرایط فروش داشته باشد، فروخته‌شده و با احتساب هزینه معاملاتی سود یا زیان حاصله محاسبه می‌گردد. درصورتی‌که هیچ‌کدام از دارایی‌های موجود در سبد شرایط فروش را نداشته باشند سیستم به بررسی سهم‌های خارج از پرتفو خواهد پرداخت. در این مرحله اگر سهامی برای خرید مناسب باشد آنگاه سیستم طراحی‌شده در رابطه با میزان سرمایه‌ای که باید به خرید دارایی اختصاص دهد با توجه به یک سازوکار از قبل طراحی‌شده اقدام به تصمیم‌گیری می‌نماید. برای انجام این تصمیم‌گیری از مقادیر به‌دست‌آمده برای R_t^k مطابق روابط زیر استفاده می‌شود.

$$\begin{cases} a \le R_t^k < b \rightarrow W_1 \\ b \le R_t^k < c \rightarrow W_2 \\ c \le R_t^k < d \rightarrow W_3 \end{cases}$$ رابطه ۳)

به‌طوری‌که W_1 ، W_2 ، W_3 نسبتی از کل دارایی هستند که برای خرید سهام K ام اختصاص داده می‌شود.

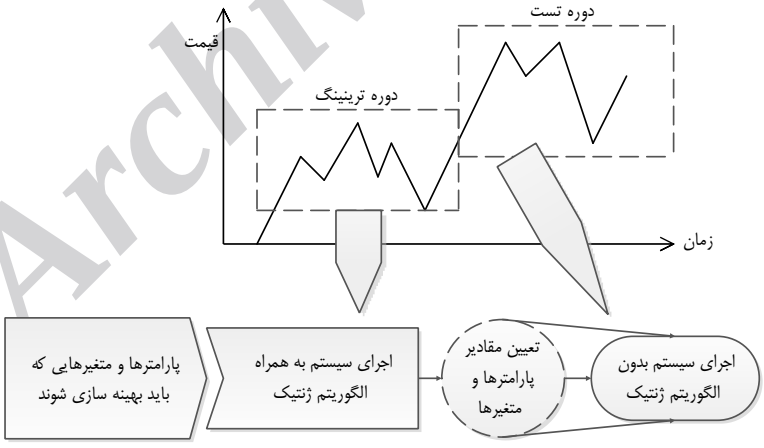
Archive of SID

www.SID.ir

W_1 حداقل نسبتی از دارایی است که سرمایه‌گذار راغب به سرمایه‌گذاری می‌باشد. همچنین W_3 حداکثر نسبتی از دارایی می‌باشد که بنا بر اصل تنوع‌بخشی در سبد سهام توجیه‌پذیر است. مقادیر W_1 و W_3 با توجه به ویژگی‌های سرمایه‌گذار و میزان ریسک‌پذیری وی تعیین می‌شود. همچنین W_2 را میانگین W_1 و W_3 در نظر می گیریم. در این مطالعه این مقادیر را به ترتیب ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد در نظر گرفته‌ایم. همچنین مقادیر مناسب برای a، b، c و d توسط الگوریتم ژنتیک به دست خواهند آمد. پس از تعیین نسبتی از دارایی که می‌توان به خرید سهام اختصاص داد سیستم با توجه به میزان نقدینگی موجود اقدام به خرید سهام می‌کند، به این شکل که اگر موجودی نقد بیشتر از میزان نقدینگی موردنیاز برای خرید سهام کاندید باشد، آنگاه به‌اندازه تعیین‌شده سهام موردنظر خریده می‌شود. ولی اگر موجودی نقد کمتر از میزان نقدینگی موردنیاز برای خرید سهام کاندید باشد، آنگاه تنها به میزان موجودی نقد باقی‌مانده از سهام کاندید خریداری می‌شود.

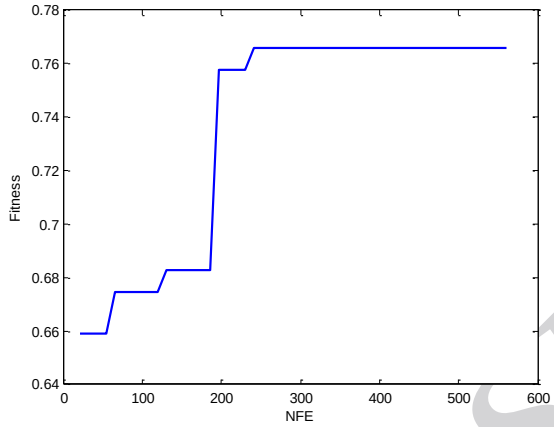
۴- پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک

به جهت به دست آوردن مقادیر مناسب برخی پارامترها نیازمند استفاده از الگوریتم ژنتیک می‌باشیم. برای انجام این مهم داده‌های موجود را به دو قسمت تقسیم کرده و در مرحله اول با استفاده از الگوریتم ژنتیک بارها و بارها مدل را حل کرده و مقادیر مختلف را برای پارامترهای کاندید چک کرده تا نهایتاً به مقدار مناسب برای هر پارامتر برسیم. همان‌طور که در شکل شماره دو مشخص است در مرحله یادگیری مقادیر پارامترهای مجهول به‌وسیله الگوریتم ژنتیک به‌دست‌آمده و سپس با استفاده از همین مقادیر سیستم برای یک بار در دوره بعدی تست می‌شود.



شکل ۲- سازوکار بهینه‌سازی پارامترها و تست مدل چند دوره‌ای سبد سرمایه‌گذاری خرد

Archive of SID
www.SID.ir



شکل۳- نمودار تغییرات بازده سیستم در طول بهینه‌سازی به‌وسیله الگوریتم ژنتیک (NFE[11])

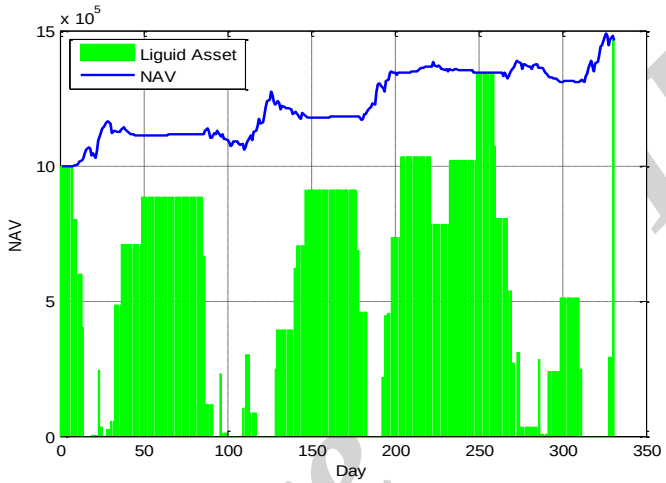
کل داده‌های مورداستفاده در این مطالعه ۶۶۰ روز می‌باشد که برای دوره ترینینگ و دوره تست هرکدام ۳۳۰ روز اختصاص داده‌شده است. همچنین این مدل با دارایی اولیه معادل یک میلیون واحد پولی اجراشده است.

همان‌طور که در شکل شماره سه مشاهده می‌شود عملکرد سیستم طراحی‌شده حدود ۵۶۰ مرتبه با پارامترهای مختلف طبق الگوریتم ژنتیک مورد آزمون قرارگرفته شده است. بر اساس این شکل جامعه تصادفی تولیدشده در مرحله اول به‌وسیله الگوریتم حدود ۶۶ درصد بازده به همراه داشته است که در طول اجرای الگوریتم این مقدار به حد ۷۶/۶۰ درصد رسیده است. با استخراج متغیرهای حاصل از حل مدل به‌وسیله الگوریتم ژنتیک و اجرای مجدد سیستم در دوره تست طبق نمودار زیر مشاهده می‌شود که این سیستم برای دوره ۳۳۰ روزه بازده معادل ۴۶/۱۱ درصد به همراه داشته است. عملکرد سیستم طراحی‌شده در شکل شماره چهار قابل‌مشاهده است.

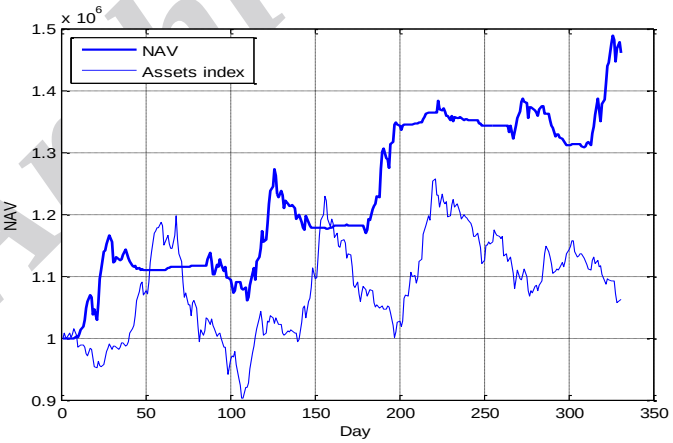
در شکل شماره چهار روند نمودار خالص ارزش دارایی‌ها قابل‌مشاهده است. همچنین در هر دوره با توجه به هیستوگرام دارایی نقد می‌توان متوجه شد که در برخی مواقع سیستم اقدام به خرید حجم بالایی سهام کرده و حتی در دوره‌های کوتاهی که هیستوگرام و نمودار خالص ارزش دارایی‌ها روی‌هم قرارگرفته‌اند هیچ سهامی در سبد وجود نداشته و سیستم همه دارایی خود را نقد کرده است. در انتهای دوره تست پس از ۳۳۰ روز تمام سهم‌های موجود در سبد به‌صورت خودکار فروخته‌شده و بازده سیستم محاسبه می‌گردد. برای مقایسه بهتر نحوه عملکرد سیستم، شاخص هم‌وزن حاصل از دوازده سهم موردمطالعه بکار گرفته می‌شود. در شکل شماره پنج نمودار خالص ارزش دارایی‌ها در کنار شاخص هم‌وزن سهم‌های موردبررسی رسم شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود سیستم طراحی‌شده در زمان حرکات صعودی به بازار ورود کرده و کسب بازده می‌کند اما در هنگام رخ دادن حرکات نزولی بازار بیشتر دارایی‌ها را نقد کرده و کمتر متضرر می‌شود.

Archive of SID
www.SID.ir

با توجه به شکل شماره چهار مشخص است که حجم دارایی نقد در برخی بازه‌های زمانی نسبت قابل‌توجهی می‌باشد. لازم به ذکر است که در محاسبه بازده حاصل از سیستم طراحی‌شده، سود حاصل از دارایی که در بازه‌های زمانی متفاوت به‌صورت نقد بوده است، محاسبه نشده و بازده ۴۶/۱۱ درصد فقط حاصل از عملکرد سیستم می‌باشد.



شکل۴- نمودار خالص ارزش دارایی‌ها در کنار هیستوگرام دارایی نقد (سود خالص= ۴۶/۱۱۲۸).

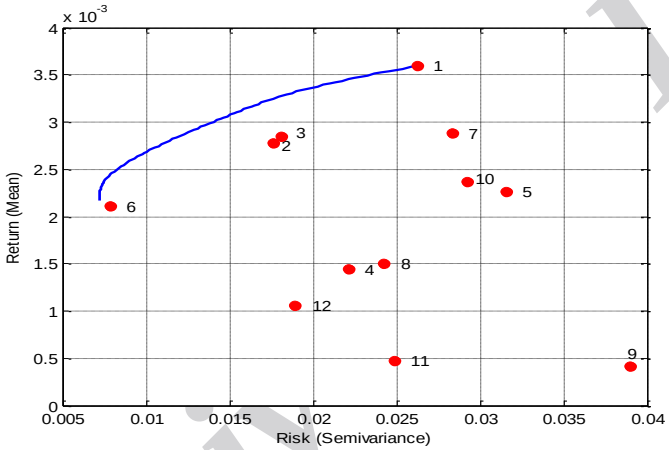


شکل۵- نمودار خالص ارزش دارایی‌ها در کنار شاخص هم‌وزن سهم‌های مورداستفاده در مطالعه.

Archive of SID
www.SID.ir

در راستای ارزیابی بیشتر سیستم طراحی‌شده با استفاده از حل مدل مارکویتز، شش سبد متفاوت که سه سبد آن حاصل از حل مدل با استفاده از نیم‌واریانس و سه سبد به‌وسیله واریانس است تشکیل می‌شود. سه سبد فوق‌الذکر شامل حل مدل با سه هدف بیشترین ریسک، ریسک متوسط و کمترین ریسک می‌شود.

در شکل ۶ مرز کارای حاصل از حل مدل مارکویتز با استفاده از نیم‌واریانس مشاهده می‌شود. داده‌های مورداستفاده برای حل مدل مارکویتز ۳۳۰ روز اول، معادل داده‌های مورداستفاده در دوره یادگیری می‌باشد. در جدول شماره دو به‌طورکلی به مقایسه بازده حاصل از سیستم طراحی‌شده پرداخته‌ایم. همان‌طور که مشاهده می شود بازده تمام سبدهای حاصل از حل مدل مارکویتز به روش‌های مختلف منفی می‌باشد.



شکل۶. مرز کارا حاصل از حل مدل مارکویتز با احتساب نیم واریانس

جدول۲. مقایسه عملکرد سیستم طراحی‌شده

	روش محاسبه اوزان سبد	نوع	بازده حاصل(درصد)
استراتژی خرید و نگهداری	حل مدل مارکویتز با استفاده از نیم واریانس	بیشترین ریسک	-۴۶/۳۶
		ریسک متوسط	-۱۴/۷۷
		کمترین ریسک	-۹/۰۵
	حل مدل مارکویتز با استفاده از واریانس	بیشترین ریسک	-۴۶/۳۶
		ریسک متوسط	-۱۴/۷۷
		کمترین ریسک	-۶۰/۲۴
بازده شاخص دارایی‌های موردبررسی		هم‌وزن	+۶/۱۶
بازده سیستم طراحی‌شده		-	+۴۶/۱۱

Archive of SID
www.SID.ir

۵- نتیجه‌گیری و بحث

مدیریت سید سهام در بازارهای مالی به دودسته فعال[۱۲] و غیرفعال[۱۳] تقسیم‌بندی می‌شود. سرمایه‌گذاران با این هدف مدیریت سبد سهام به‌صورت غیرفعال را انتخاب کرده که بتوانند حرکات شاخص را دنبال نمایند. بر اساس تئوری گشت تصادفی آن‌ها بر این ایده‌اند که امکان کسب بازده‌ای بیشتر از شاخص وجود ندارد؛ بنابراین آن‌ها از استراتژی‌هایی تحت عنوان خرید و نگهداری سهام بهره برده و سبد سهامی را متشکل از تعداد زیادی سهم برمی‌گزینند. در نقطه مقابل دسته دیگر سرمایه‌گذاران با این ایده که می‌توان بازده‌ای بیشتر از شاخص به‌دست آورد، مدیریت سبد سهام به‌صورت فعال را دنبال می‌نمایند.

در این مطالعه با استفاده الگوریتم ژنتیک، مبانی و اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال به طراحی یک سیستم خبره پرداخته‌شده که به‌صورت فعال به مدیریت سبد سهام بپردازد. سیستم طراحی‌شده با استفاده از الگوریتم ژنتیک در یک بازه زمانی مشخص (دوره یادگیری) بارها و بارها اجراشده تا ترکیب مناسبی از مقادیر پارامترهای موجود در سیستم محاسبه گردد. پس از محاسبه و تنظیم پارامترها، این سیستم در بازه زمانی دیگری (دوره تست) مورد آزمون و آزمایش قرار گرفت و مشخص شد که بازده حاصل از این سیستم به مقدار قابل‌توجهی بیشتر از استراتژی‌های خرید و نگهداری سهام و حتی بازده سرمایه‌گذاری در سیستم بانکی می‌باشد.

مشابه مطالعه‌های بوهان(۱۹۸۱) و جنسن و بنینگتون(۱۹۷۰)، مدل مدیریت سبد سهام فعال طراحی‌شده توانست نسبت به استراتژی خرید و نگهداری سهام بهتر عمل نماید. در مقایسه با این مطالعات که هزینه معاملاتی را لحاظ نکرده بودند، مطالعه حاضر با در نظرگیری و کسر هزینه‌های معاملاتی، مدل بهتری را ارائه داده است. همچنین در مقایسه با مدل مطالعه پوتویا و همکاران(۲۰۰۴) که تنها در دوره یادگیری نتایج بسیار مطلوبی داشته و در دوره تست نتایج مناسبی را به‌دست نیاورده، مدل معاملاتی مطالعه حاضر در هر دو دوره یادگیری و تست به‌خوبی عمل نموده است.

حوزه طراحی سیستم‌های معامله‌گر خودکار ازجمله مباحثی است که در ایران شکاف‌های تحقیقاتی بسیاری دارد. در تحقیقات آتی می‌توان از ترکیب مبانی تکنیکال و فاندامنتال جهت طراحی سیستم‌های بهتر استفاده نمود به شکلی که سهم‌های ورودی به سیستم خبره جهت انجام معامله، خروجی یک سیستم دیگر با زیرساخت فندامنتالی باشند. همچنین استفاده از منطق فازی در طراحی سیستم‌های خبره می‌تواند در کارایی هرچه بهتر این سیستم‌ها اثرگذار باشد.

فهرست منابع

* Alexander, S. S. (1961). Price movements in speculative markets: Trends or random walks. Industrial Management Review (pre-1986), 2(2), 7.
* Alexander, S. S. (1964). Price Movements in Speculative Markets--Trends or Random Walks, Number 2. IMR; Industrial Management Review (pre-1986), 5(2), 25.
* Allen, F., & Karjalainen, R. (1999). Using genetic algorithms to find technical trading rules. Journal of financial Economics, 51(2), 245-271.
* Allen, F., & Karjalainen, R. (1995). Using genetic algorithms to find technical trading rules. Rodney L. White Center for Financial Research Working Paper, 20-95.

Archive of SID

www.SID.ir

* Bohan, J. (1981). Relative strength: further positive evidence. The Journal of Portfolio Management, 8(1), 36-39.
* Brock, W., Lakonishok, J., & LeBaron, B. (1992). Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. The Journal of Finance, 47(5), 1731-1764.
* Esfahanipour, A., & Mousavi, S. (2011). A genetic programming model to generate risk-adjusted technical trading rules in stock markets. Expert Systems with Applications, 38(7), 8438-8445.
* Fama, E. F., & Blume, M. E. (1966). Filter rules and stock-market trading.The Journal of Business, 39(1), 226-241.
* Gorgulho, A., Neves, R., & Horta, N. (2011). Applying a GA kernel on optimizing technical analysis rules for stock picking and portfolio composition. Expert systems with Applications, 38(11), 14072-14085.
* Lin, X., Yang, Z., & Song, Y. (2011). Intelligent stock trading system based on improved technical analysis and Echo State Network. Expert systems with Applications, 38(9), 11347-11354.
* Malkiel, B. G., & Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. The journal of Finance, 25(2), 383-417.
* Mohammadi, Sh. (2004). Technical analysis in Tehran security exchange market. Jurnal of financial research, (17): 97-129. (in persian)
* Murphy, J. J. (1999). Technical analysis of the financial markets: A comprehensive guide to trading methods and applications. Penguin.
* Papadamou, S., & Stephanides, G. (2007). Improving technical trading systems by using a new MATLAB-based genetic algorithm procedure.Mathematical and computer modelling, 46(1), 189-197.
* Park, C. H., & Irwin, S. H. (2004). The profitability of technical analysis: A review.
* Potvin, J. Y., Soriano, P., & Vallée, M. (2004). Generating trading rules on the stock markets with genetic programming. Computers & Operations Research, 31(7), 1033-1047.
* Radeerom, M. (2014). Building a Trade System by Genetic Algorithm and Technical Analysis for Thai Stock Index. In Intelligent Information and Database Systems (pp. 414-423). Springer International Publishing.
* Shiller, R. J. (1987). Investor behavior in the October 1987 stock market crash: Survey evidence.
* Silva, A., Neves, R., & Horta, N. (2015). A hybrid approach to portfolio composition based on fundamental and technical indicators. Expert Systems with Applications, 42(4), 2036-2048.
* Taylor, M. P., & Allen, H. (1992). The use of technical analysis in the foreign exchange market. Journal of international Money and Finance, 11(3), 304-314.
* Wang, F., Philip, L. H., & Cheung, D. W. (2014). Combining technical trading rules using particle swarm optimization. Expert Systems with Applications, 41(6), 3016-3026.

یادداشت‌ها

[1]. Automated trading methods
[2]. Algorithmic trading
[3]. Technical analysis
[4]. Metaheuristic algorithms

www.SID.ir

[5]. Trading systems
[6]. RSI
[7]. Short-term Trading Rules
[8]. Training
[9]. Testing
[10]. Sharp ratio
[11]. Number of fitness evaluation
[12] Active Portfolio Management
[13] Passive Portfolio Management

Archive of SID

www.SID.ir