

طراحی سیستم سبد گردان خودکار با استفاده از مفهوم واگرایی در تحلیل تکنیکال

سیدمرتضی لعل سجادی^۱

سیدحجت وکیلی^۲

سیدبابک ابراهیمی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۷

چکیده

فروض کلاسیک بازار کارا عمدتاً بیانگر این موضوع هستند که نمی‌توان با توسعه استراتژی‌هایی بر اساس اطلاعات قیمت و حجم معاملات در گذشته، حرکات آتی قیمت را پیش‌بینی نمود. در این مطالعه با بهره‌گیری از واگرایی شاخص قدرت نسبی و قیمت به‌عنوان ابزار اصلی و همچنین با استفاده از دیگر ابزارهای تحلیل تکنیکال، سیستم خودکار انتخاب سبد سرمایه‌ای ارائه می‌گردد که نتایج آن به‌عنوان شواهد تجربی نقض فروض کلاسیک قابل استناد است. داده‌های مورد استفاده در این مطالعه مربوط به ۵۹ سهم بورس نیویورک در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۶ می‌باشد. برای برآورد پارامترها و ارزیابی مدل به دو قسمت دوره آموزش و دوره آزمایش تقسیم‌بندی شده‌اند. در دوره آموزش با استفاده از الگوریتم ژنتیک مقادیر پارامترهای مدل برآورد شده و سپس با استفاده از قسمت دوم داده‌ها، عملکرد مدل معاملاتی طراحی شده مورد آزمون و ارزیابی قرار می‌گیرد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که این مدل قابلیت پیش‌بینی را بهبود بخشیده و در مقایسه با استراتژی‌های خرید و نگهداری و خرید تصادفی به مراتب بهتر عمل می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم فراابتکاری، سبد سهام، سیستم سبدگردان خودکار، تحلیل تکنیکال، واگرایی.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مالی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی. morteza.sadjadi@gmail.com

۲- کارشناس ارشد مهندسی مالی دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی. hvakili@mail.kntu.ac.ir

۳- عضو هیئت‌علمی دانشگاه صنعتی خواجه‌نصیرالدین طوسی (مسئول مکاتبات). B_Ebrahimi@kntu.ac.ir

۱- مقدمه

معامله‌گران حرفه‌ای که از استراتژی فعال پیروی می‌کنند اغلب از دو نوع تحلیل یعنی بنیادی و تکنیکی یا از ترکیبی از این دو مانند رویکرد CANSLIM ارائه‌شده توسط ویلیام اونیل (۱۹۸۸) برای تصمیم‌گیری صحیح در انتخاب اوراق بهادار و تعیین نقطه بهینه ورود و خروج از معاملات بهره می‌گیرند. تحلیل بنیادی یک شرکت شامل تحلیل گزارش‌های مالی و سلامت مالی شرکت، مدیریت و امتیازات رقابتی، رقبا و بازارهای مربوطه است. هنگامی که این تحلیل به کار می‌رود، تمرکز اصلی بر شرایط اقتصاد کلان، نرخ بهره، تولید، سودآوری و مدیریت است، به عبارت دیگر تحلیل‌گران بنیادی سعی در به دست آوردن ارزش ذاتی اوراق بهادار دارند. اما تحلیلگران تکنیکی (فنی)، با آزمون قیمت‌های گذشته و حجم مبادلات حرکت‌های آینده قیمت را پیش‌بینی می‌کنند.

طراحی سیستم‌های سب‌گردان خودکار این امکان را می‌دهد که بدون محدودیت زمانی حرکات بازار در دوره‌هایی از پیش تعیین‌شده مورد بررسی قرار گرفته و بر اساس آن، تغییرات و تمهیدات لازم در ساختار سبد سهام انجام پذیرد. مزیت این سیستم‌ها در مقایسه با تصمیم‌گیری کامل توسط تحلیلگر انسانی در فرآیند تشکیل و بازبینی سبد سهام را می‌توان چنین بیان نمود:

(۱) به صورت پیوسته در تمام زمان فعالیت بازار، به بررسی داده‌ها پرداخته و در صورت لزوم اقدامات لازم را انجام دهد.

(۲) قابلیت پیش‌آزمایی^۳ یکی از مزیت‌های اصلی این

(۳) سیستم‌ها بوده که موجب می‌شود استراتژی خرید و فروش و روش تشکیل سبد سهام مورد استفاده در این سیستم‌ها، در دوره‌های زمانی گذشته مورد نظر پس‌آزمایی گردد.

(۴) از خطاهای انسانی در انجام محاسبات، مرتکب شدن به هیجانات ناشی از وضعیت مقطعی بازار، تصمیم‌گیری غیرمنطقی، رفتار گله‌ای، طمع، عدم پایبندی به حد سود و ضرر و سایر

فعالیت در بازار بورس نیازمند به داشتن استراتژی مشخص جهت رسیدن به اهداف تعیین‌شده برای سرمایه‌گذاری است. این موضوع که آیا امکان پیش‌بینی قیمت‌های آتی دارایی‌های مالی از قبیل سهام، صندوق‌های قابل معامله در بورس، قراردادهای آتی و اختیار معاملات از قیمت‌های تاریخی وجود دارد، برای تمام فعالان در بازار سرمایه از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

امکان پیش‌بینی قیمت، فرضیه بازار کارا معرفی شده توسط فاما (۱۹۷۰) را نقض می‌کند. بر طبق این فرضیه نمی‌توان با استفاده از داده‌های تاریخی به پیش‌بینی قیمت پرداخت و بازدهی بیشتری از میانگین بازار مگر با پذیرش ریسک بیشتر به دست آورد. اگرچه شواهد فراوانی برخلاف این فرضیه در ادبیات مالی ارائه شده است، این فرضیه تلویحاً بیان می‌کند که امکان توسعه استراتژی سرمایه‌گذاری مناسب‌تر از شاخص معیار از منظر ریسک و بازده وجود ندارد.

استراتژی‌های معاملاتی به دودسته استراتژی‌های فعال^۱ و منفعل^۲ تقسیم می‌شوند. در مدیریت منفعل، سرمایه‌گذاران انتظار بازدهی تقریباً تکرارپذیر و نزدیک به شاخص معیار دارند و اغلب این‌ها در صندوق‌های شاخصی سرمایه‌گذاری می‌کنند یا به دنبال تشکیل سبد با ریسک و بازدهی مشابه میانگین بازار هستند. اما مدیریت فعال به استراتژی مدیریت سبد اشاره می‌کند که مدیر پرتفوی، سرمایه‌گذاری‌های مشخصی باهدف عملکردی بهتر از شاخص معیار انجام می‌دهد. در حالت ایده آل، مدیر فعال از ناکارآمدی بازار، با خرید اوراق بهادار زیر ارزش یا فروش استقراضی اوراق بالای ارزش، بهره می‌گیرد. همچنین مدیران فعال ممکن است نوسان یا ریسک کمتری نسبت به شاخص معیار ایجاد کنند. هدف کاهش ریسک ممکن است به عنوان جانشین یا علاوه بر هدف ایجاد بازده بزرگ‌تر نسبت به شاخص معیار باشد. همان‌طور که باقری و همکاران (۲۰۱۴) بیان می‌دارند که سرمایه‌گذاران و

به نتایج متفاوت با نظریه گام تصادفی دست یافتند. به عنوان مثال لو و مکینلی کارایی تحلیل تکنیکال در قدرت پیش بینی اوراق بهادار را با به کار بردن بیش از هفتاد شاخص تحلیل تکنیکال به اثبات رساندند.

الکساندر (۱۹۶۱) از اولین کسانی بود که سودآوری معامله تکنیکی را در سهام بررسی کرد، الکساندر و لاتر دریافتند که سودآوری زمانی که هزینه معاملات در نظر گرفته می شود مطلوب نیست. فاما و بلوم (۱۹۶۶) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. بروک و همکاران (۱۹۹۲)، دو قاعده تکنیکی را با به کارگیری شاخص داو جونز از سال ۱۸۹۷ تا ۱۹۸۶ آزمون کردند نتیجه این آزمون با در نظر گرفتن هزینه معاملاتی حمایت از قواعد تکنیکی بود. بلوم و همکاران (۱۹۹۴) در مورد نقش حجم معامله و استفاده از آن در تحلیل تکنیکی مقاله ای منتشر کردند. آن ها به این نتیجه رسیدند که حجم معاملات نیز مانند قیمت می تواند حاوی اطلاعات مفیدی باشد. هادسون و همکاران (۱۹۹۶) در مقاله ای به بررسی نتایج تحقیقات بروک و همکاران بر روی داده های بورس لندن در بازه زمانی ۱۹۳۵ تا ۱۹۹۴ پرداختند. این تحقیق به این سؤال که آیا به کارگیری تحلیل تکنیکی می تواند منجر به دستیابی به بازده اضافی شود یا خیر پاسخ داده است و نتیجه گرفتند که اگرچه استفاده از این قاعده منجر به ایجاد قدرت پیش بینی می شود، ولی منجر به دستیابی به بازده بیشتر در مقابل استراتژی خرید و نگهداری نمی شود (سلمانی، ۱۳۸۹). میلز (۱۹۹۷) در مقاله ای که به چاپ رساند قدرت پیش بینی قوانین معامله تکنیکی را بررسی نمود. او به صورت تحلیل روزانه شاخص FT30 با به کارگیری مدل های AR-GARCH و تکنیک های Bootstrap نتیجه گرفت تا دهه ۱۹۸۰ قواعد تکنیکی در مقایسه با استراتژی خرید و نگهداری بازده بیشتری داشته اند. در مقاله ای که توسط لو و همکاران در سال ۲۰۰۰ میلادی منتشر شد یک رویکرد سیستماتیک و اتوماتیک در تشخیص الگوهای تکنیکی پیشنهاد شد. در این تحقیق از رگرسیون غیر پارامتریک کرنل از سال ۱۹۶۲ تا ۱۹۹۶ به منظور ارزیابی اثربخشی تحلیل

خطاهای رفتاری که این موارد مکرراً در بازارها مشاهده شده است، میرا هستند.

۵) توانایی بررسی و پایش حجم بالایی از اطلاعات اوراق بهادار، شاخص، متغیرهای از پیش تعیین شده (چه بنیادی و چه تکنیکال)، حل مدل های بهینه سازی، بررسی ریسک و... به طور هم زمان دارند.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

امروزه پیشرفت تکنولوژی و گستردگی بازارهای مالی موجب جذابیت هرچه بیشتر استفاده از سیستم های از پیش برنامه ریزی شده و کامپیوتری شده است. معمولاً این سیستم ها به منظور صرفه جویی در زمان با توجه به حجم بسیار زیاد اطلاعات بازار، حذف خطاهای انسانی و حذف تصمیم گیری های غیرمنطقی در شرایط بازار توسعه یافته اند. به طور خاص این بخش از تحقیقات مورد علاقه متخصصان و طراحان هوش مصنوعی است که در تلاش هستند هوش مصنوعی را با روش های یادگیری ترکیب کرده تا به نرم افزارهای هوشمند دست یابند. به عنوان مثال بهره گیری از موضوعاتی مانند شبکه های عصبی، هوش ازدحامی^۴، سیستم های فازی و محاسبات تکاملی^۵ در حال افزایش است. روش های ذکر شده می توانند به اشکال متفاوتی از قبیل پیش بینی جهت حرکت آینده قیمت سهام و بهینه سازی عملکرد سبد سهام مورد استفاده قرار گیرند.

علی رغم این که تحلیل تکنیکال کماکان به طور گسترده در میان سرمایه گذاران در حال استفاده است، انتقاداتی نیز بر آن وارد می شود. به عنوان مثال مالکیل (۱۹۷۳) بیان می دارد که با استفاده از داده های تاریخی قیمت و حجم نمی توان تغییرات قیمتی های آتی را پیش بینی کرد. وی پیشنهادات خود را در قالب تئوری گام تصادفی بیان می نماید. یعنی بهترین روش سرمایه گذاری در بازار این است که اوراق بهادار متنوع خریداری شده برای مدت طولانی نگهداری شود. در مطالعات اخیر لو و مکینلی (۲۰۰۱) و ایروین (۲۰۰۷)

تکنیکی استفاده شد. نتیجه این است که در طی ۳۱ سال بسیاری از شاخص‌های تکنیکی اطلاعات اضافی ارائه داده‌اند. البته این به آن معنی نیست که به‌کارگیری الگوهای تکنیکی منجر به تحصیل سود اضافی خواهد شد. بنابراین با توجه به موارد بالا و همان‌گونه که در پژوهش جورجولو و همکاران (۲۰۱۱) ارائه اشاره شد، اینکه بازار به‌طور مطلق از تئوری گام تصادفی پیروی کند، کاملاً رد شده است.

به‌طور کلی بر اساس مطالعات انجام‌شده تا سال ۲۰۰۴ از ۹۵ تحقیق انجام‌شده ۵۶ مورد منجر به ارزیابی مثبت و قابلیت پیش‌بینی تحلیل تکنیکال شده‌اند، حدود ۲۰ تحقیق ارزیابی منفی و سایر تحقیقات به نتیجه خنثی در رابطه با کارایی تحلیل تکنیکال رسیده‌اند (پارک و اروین، ۲۰۰۴). از حدود سال ۲۰۰۰ به بعد موضوعیت عمده تحقیقات از بحث کارایی تحلیل تکنیکال خارج شد و بیشتر به دنبال بهبود شاخص‌ها با استفاده از الگوریتم‌های کامپیوتری و ترکیب الگوریتم‌های فراابتکاری و تحلیل تکنیکال انجام‌شده است. پوتویا و همکاران با استفاده از الگوریتم ژنتیک به طراحی روش‌های معاملاتی کوتاه-مدت پرداختند، نتایج آن‌ها در دوره یادگیری قابل قبول بوده است، اما در دوره تست سطح مطلوبیت مناسبی را پوشش نداده‌اند. از جمله مزایای استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری در حل مسئله بهینه‌سازی، این است که این دسته از الگوریتم‌ها در زمان کوتاه-تری جواب قابل قبول ارائه می‌دهند (پادامو و استفانیدیس، ۲۰۰۷). لین و یانگ (۲۰۱۱) با به‌کارگیری الگوریتم ژنتیک، استفاده از اندیکاتورهای بیشتر و فرموله کردن الگوهای شمعی به نتایج بسیار خوبی دست یافتند به‌طوری‌که سیستم به‌دست آمده در تمام روندهای بازار با در نظر گرفتن هزینه معاملاتی سودده بوده است. جورجولو و همکاران (۲۰۱۱) با مدل‌سازی دقیق‌تر و کامل‌تر مباحث شناخته‌شده تحلیل تکنیکال به نتایج مطلوبی دست یافتند. در این راستا نیز مطالعات محققانی همچون بریزا و نوال (۲۰۱۱) و رادروم (۲۰۱۴) در زمینه استفاده از

الگوریتم تجمع ذرات چند هدفه و استفاده هم‌زمان از اندیکاتورهای تکنیکال و بهینه‌سازی وزن اهمیت آن‌ها در تصمیم‌گیری با توجه به در نظرگیری معیار حداکثر سازی سود و معیار شارپ به نتایج خوبی رسیده-اند (کرولو و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعات جدیدتر از جمله سیلوا (۲۰۱۵) با ارائه سیستم معاملاتی خودکار، علاوه بر اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال سعی در به‌کاربردن نسبت‌های مالی به‌عنوان روش ترکیب‌کننده تحلیل‌های بنیادی و تکنیکال انجام‌شده است. همچنین کرولو و همکاران (۲۰۱۵) قوانین معاملاتی سودده در تعیین زمان خرید و فروش را بر اساس تعریف جدیدی از الگوی پرچم تحلیل تکنیکال ارائه کردند.

مقاله حاضر بر اساس مفهوم واگرایی در تحلیل تکنیکال به طراحی یک سیستم نوین سب‌گردان خودکار می‌پردازد. در بخش اول مرور تحقیقات صورت گرفته و ادبیات موضوع مطرح گردید، بخش دوم قوانین معاملاتی تحلیل تکنیکال و مفهوم واگرایی را به‌طور خلاصه مورد بررسی قرار می‌دهد، سپس ساختار سیستم سب‌گردان خودکار، نتایج استفاده از الگوریتم ژنتیک در برآورد پارامترها و نتایج اعتبارسنجی مدل ارائه می‌شود. در نهایت بخش سوم به بیان نتایج تحقیق و پیشنهادات آتی می‌پردازد.

۳- روش‌شناسی پژوهش

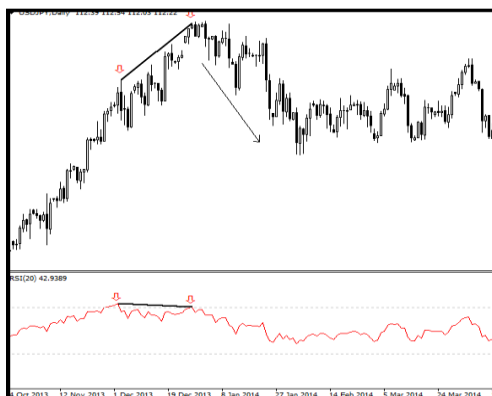
• قوانین معاملاتی تحلیل تکنیکال^۶

قوانین معاملاتی تحلیل تکنیکال را می‌توان به دودسته قوانین سنتی (مانند میانگین متحرک‌ها) و قوانین جدیدتر (مانند باندهای بولینگر^۷) تقسیم کرد (کواکلی و همکاران، ۲۰۱۶). در این مقاله از دودسته از اندیکاتورهای شاخص‌های پیرو روند^۸ (میانگین‌ها) که معمولاً روی چارت قیمت نمایش داده می‌شوند. مانند میانگین‌های متحرک^۹، بولینگر باند^{۱۰}، ایچی موکو^{۱۱} و نوسان‌ها^{۱۲} که در زیر نمودار قیمت به‌صورت هیستوگرام و نوسانگر نمایان می‌شوند

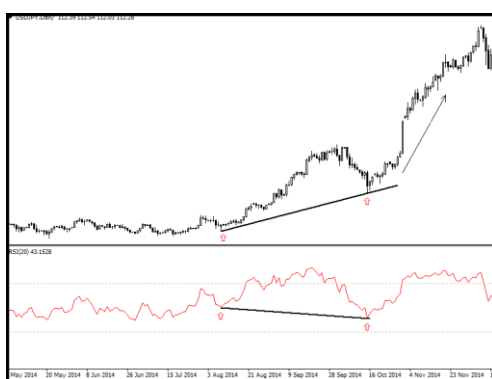
شود. در شکل ۳ و ۴ به خوبی تناقض بین قیمت و اندیکاتور قابل مشاهده است.



شکل ۱. واگرایی معمولی مثبت



شکل ۲. واگرایی معمولی منفی



شکل ۳. واگرایی مخفی مثبت

استفاده شده است. لازم به ذکر است نوسان‌نماها همواره بین دو مقدار بالایی و پایینی نوسان می‌کنند و از جمله نوسان‌نماهای مشهور می‌توان به همگرایی و واگرایی میانگین متحرک^{۱۳}، شاخص قدرت نسبی (RSI)^{۱۴} و استوکاستیک^{۱۵} اشاره کرد.

تمرکز این مقاله بر روی مفهوم واگرایی و چگونگی به‌کارگیری آن در طراحی سیستم سیدگردان خودکار قرار گرفته است. واگرایی یکی از مفاهیم شناخته‌شده تحلیل تکنیکال است که استفاده از آن در ۱۰ قانون طلایی جان مورفی ارائه شده است و به‌عنوان یکی از ابزارهای اصلی تصمیم‌گیری تحلیل‌گران تکنیکال شناخته می‌شود. واگرایی به دودسته تقسیم می‌شود:

(۱) واگرایی معمولی^{۱۶}: خود واگرایی معمولی به

دودسته واگرایی منفی و مثبت تقسیم می‌شود.

واگرایی معمولی منفی زمانی به وجود می‌آید

که قیمت سقف جدیدی تشکیل می‌دهد، اما

اندیکاتور موفق نمی‌شود که سقف جدیدی

بالاتر از سقف قبلی تشکیل دهد. اما واگرایی

معمولی مثبت در روند نزولی به وجود می‌آید و

به این صورت است که قیمت موفق به تشکیل

کف جدید، پایین‌تر از کف قبلی خود می‌شود

اما اندیکاتور نمی‌تواند کف جدید بسازد. شکل

۱ و ۲ این مطلب را به خوبی نشان می‌دهد.

(۲) واگرایی مخفی: این نوع از واگرایی‌ها معمولاً

زمانی تشکیل می‌شود که قیمت در حال

اصلاح شدن باشد و به دودسته مثبت و منفی

تقسیم می‌شود. واگرایی مخفی مثبت زمانی به

وجود می‌آید که قیمت موفق می‌شود کفی

بالاتر از کف قبلی خودش تشکیل دهد اما

اندیکاتور یک کف پایین‌تر از کف قبلی خودش

تشکیل می‌دهد. واگرایی مخفی منفی که طی

یک‌روند نزولی به وجود می‌آید، قیمت قدرت

این‌که به سقف قبلی خودش برسد را ندارد اما

اندیکاتور موفق می‌شود که سقفی بالاتر از

سقف قبلی خودش ایجاد کند. این موضوع

به‌عنوان هشدار برای ریزش سهم تلقی می‌-

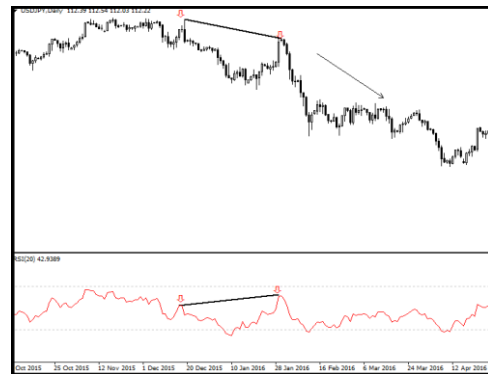
اطلاعات تغییرات قیمتی و حجم آن‌ها در بازه زمانی موردنظر در دسترس بود، انتخاب گردید. مجموعه سهام انتخاب شده شامل حوزه‌های فعالیت مختلف، از قبیل خودروسازی، فرآورده‌های نفتی، داده‌پردازی و رایانه، بانک و مؤسسات مالی و صندوق‌های قابل معامله در بورس می‌باشند. بازه زمانی موردنظر برای داده‌های این مطالعه فاصله زمانی شش‌ساله، از اول ژانویه ۲۰۱۰ تا ۲۰ نوامبر ۲۰۱۶ در نظر گرفته شده است. در این مطالعه داده‌های موجود به دو قسمت تقسیم‌بندی شده است، به طوری که ۵۶۵ روز اول داده‌ها به منظور طراحی مدل و همچنین بهینه‌سازی پارامترهای موردنظر به مرحله آموزش و همچنین ۹۶۵ روز باقی‌مانده در راستای اعتبارسنجی مدل به دوره آزمایش اختصاص داده شده است.

• طراحی سیستم خبره

سیستم خبره در هر روز ابتدا برای تمامی دارایی‌های موجود در سبد سرمایه‌گذاری شرایط فروش را بررسی می‌نماید. فرایند فروش دارایی تنها در دو حالت زیر اجرا می‌شود:

- ۱) در صورتی که معامله وارد ضرر شده و حد ضرر تعیین شده (SL) را فعال نماید.
- ۲) در صورتی که معامله وارد سود شده باشد و قیمت از حداکثر مقداری که تجربه کرده است به اندازه TS کاهش پیدا کند (حد ضرر متحرک).

در صورت فروش یک دارایی، سیستم وضعیت موجودی نقد را به روزرسانی نموده و پس از بررسی شرایط فروش برای تمامی دارایی‌های موجود در سبد سرمایه‌گذاری، اقدام به بررسی امکان خرید دارایی‌هایی می‌نماید که در سبد موجود نمی‌باشند. در این حالت به منظور مدیریت سرمایه و کاهش ریسک، دارایی نقد در موقعیت خرید شناسایی شده قرار نگرفته و در هر مرحله تنها درصدی از آن (W) خرید می‌شود. لذا در صورت وجود شرایط برای خرید یک دارایی، در مرحله اول بررسی می‌شود که آیا نقدینگی کافی برای خرید



شکل ۴. واگرایی مخفی منفی

به عبارتی دیگر واگرایی‌های مثبت (معمولی و مخفی) بیان‌کننده نقاط مناسب خرید و واگرایی‌های منفی بیان‌کننده نقاط فروش یا مناسب برای فروش استقراسی^{۱۷} هستند.

در این مقاله فرض می‌شود فروش استقراسی مجاز نیست، در نتیجه سعی بر آن است واگرایی‌های مثبت به عنوان نقاط خرید شناسایی شوند. به منظور استفاده از شاخص واگرایی در خرید، سعی در به دست آوردن نقاط مینیمم محلی است تا در هر لحظه از زمان در صورتی که واگرایی رخ دهد، خرید صورت گیرد.

البته به منظور بهینه‌سازی کسب سود در زمان ورود به یک موقعیت خرید یا فروش استقراسی معامله‌گر باید بداند دقیقاً در چه نقطه و چه حالتی باید سود خود^{۱۸} را شناسایی کند، یا از حد ضرر متحرک^{۱۹} بهره‌گیری و یا وقتی قیمت سهام به حد ضرر^{۲۰} تعیین شده رسید، سهام موردنظر را بفروشد تا از ضرر بیشتر جلوگیری شود. باید توجه شود که کم شدن سود هم نوعی ضرر است، بنابراین در زمانی که قیمت سهام بالا رفت، حد ضرر را نیز باید متناسب باقیمت، افزایش داد.

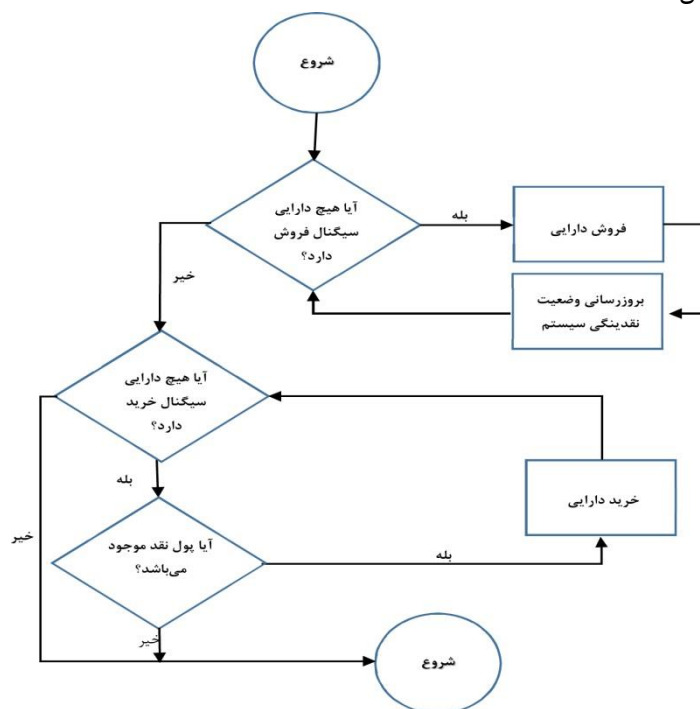
• جمع‌آوری داده‌ها

در این مطالعه به جهت طراحی سیستم و ارزیابی آن از داده‌های بورسی اوراق بهادار و صندوق‌های قابل معامله در بورس^{۲۱} نیویورک استفاده شده است. بدین منظور مجموعه‌ای شامل ۵۹ نماد به صورت تصادفی که

در بررسی واگرایی علاوه بر تغییرات قیمت روزانه در کنار اندیکاتور RSI، تغییرات میانگین متحرک کوتاه مدت قیمت و اندیکاتور RSI نیز مورد بررسی قرار گرفت و با چندین بار اجرای مدل در دوره آموزش مشخص شد که استفاده از میانگین‌های متحرک کوتاه مدت در مدل با توجه به حذف نوسانات قیمتی گمراه کننده نتایج بهتری را به دنبال دارد. همچنین از یک میانگین متحرک بلندمدت در تأیید سیگنال خرید و مجدداً حذف نوسانات قیمتی گمراه کننده استفاده شده است. به طوری که پس از دریافت سیگنال خرید به وسیله وقوع واگرایی در نمودارهای میانگین متحرک کوتاه مدت قیمت و میانگین متحرک کوتاه مدت اندیکاتور RSI، در صورتی عملیات خرید دارایی انجام می شود که میانگین متحرک بلندمدت ساده B روزه حداقل C درصد تغییر کرده باشد (متغیرهای B و C جزو پارامترهای اصلی مدل بوده و در دوره آموزش برآورد خواهند شد). در شکل ۵ خلاصه ای از مراحل و طرز عمل سیستم نشان داده شده است.

آن وجود دارد یا خیر. در صورتی که نقدینگی موجود از مبلغ مورد نیاز برای خرید دارایی بیشتر باشد آنگاه سیستم به اندازه W اقدام به خریداری دارایی کرده و در غیر این صورت فقط به اندازه نقدینگی موجود دارایی مورد نظر را خریداری می نماید (W درصد ثابتی از خالص ارزش دارایی می باشد). لازم به ذکر است که هزینه معاملاتی یک درصد در نظر گرفته شده است.

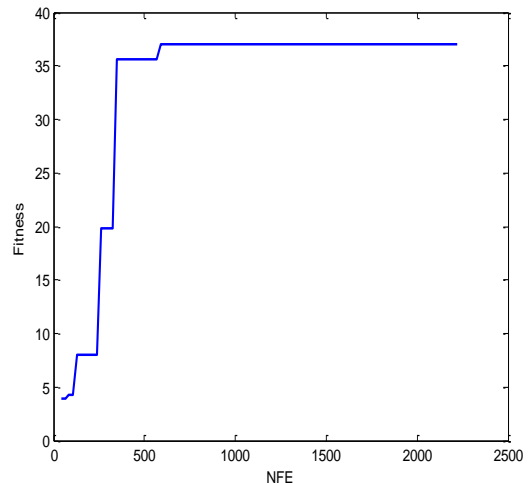
به منظور بررسی واگرایی در ابتدا باید نقاط مینیمم محلی به دست آیند، پس از به دست آوردن نقاط مینیمم محلی در بررسی شرایط واگرایی مثبت معمولی یا مخفی از نمودار قیمت و اندیکاتور RSI استفاده می گردد. در تشخیص واگرایی در بین اندیکاتورهای نوسان نما از RSI به این دلیل استفاده می شود که از طرفی با توجه به تحقیقات سوده سلمان (۱۳۸۹) و کواکلی و همکاران (۲۰۱۶) این موضوع که در بیشتر مواقع قابلیت پیش بینی اندیکاتور RSI در مقایسه با دیگر نوسان نماها بهتر می باشد، ثابت شده است. همچنین این نوسان نما یکی از متداول ترین و محبوب ترین اندیکاتورهای نوسان نما در میان تحلیل گران تکنیکال است.



شکل ۵- فلوجارت الگوریتم

• پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک

به‌منظور برآورد مقادیر مناسب پارامترهای مورد استفاده در مدل معاملاتی از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. در این راستا داده‌های مورد استفاده در مطالعه به دو قسمت تقسیم‌بندی شده‌اند. با استفاده از قسمت اول داده‌ها (دوره آموزش) مدل معاملاتی توسط الگوریتم ژنتیک بارها اجرا شده و مقادیر مناسب پارامترهای مورد استفاده در مدل برآورد می‌گردد. این پارامترها عبارت‌اند از TS، حد ضرر (SL)، میانگین‌های متحرک کوتاه‌مدت (A) و بلندمدت (B)، حداکثر وجه نقد صرف شده در هر بار خرید (W) و درصد تغییر میانگین متحرک بلندمدت (C). همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود، الگوریتم ژنتیک با بیش از ۲۰۰۰ مرتبه اجرای مدل معاملاتی در دوره آموزش، برآورد مناسبی از بهترین ترکیب پارامترها را پیشنهاد می‌دهد. مطابق شکل ۶ طی فرآیند بهینه‌سازی، بازدهی سیستم در دوره آموزش از مقدار اولیه ۴/۳۹ درصد به بیشتر ۳۵ درصد ارتقا پیدا کرده است.



شکل ۶- نمودار تغییرات بازدهی سیستم با استفاده از الگوریتم ژنتیک

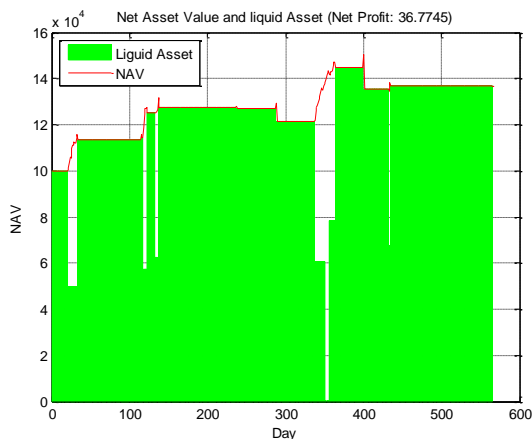
مقادیر پیش‌فرض پارامترهای موجود در مدل برای TS و حد ضرر ۲ درصد، میانگین متحرک کوتاه‌مدت

۳ روز، میانگین متحرک بلندمدت ۴۰ روز، حداقل تغییر در میانگین متحرک بلندمدت ۳ درصد و وزن هر بار خرید ۲۰ درصد خالص ارزش دارایی در نظر گرفته شده بود. در جدول ۱ مقادیر پارامترهای مدل که به کمک الگوریتم ژنتیک برآورد شده‌اند، مشاهده می‌شود.

جدول ۱- مقادیر بهینه متغیرهای بهینه‌سازی شده

| خروجی الگوریتم ژنتیک | کمیت بهینه‌سازی شده |
|----------------------------------------------|---------------------|
| حد ضرر متحرک (TS) درصد | ۱/۳ |
| حد ضرر (SL) درصد | ۰/۵ |
| میانگین متحرک کوتاه‌مدت (A) روز | ۲ SMA |
| میانگین متحرک بلندمدت (B) روز | ۳۰ SMA |
| تغییر میانگین متحرک بلندمدت (C) درصد | ۱/۵ |
| حداکثر وزن هر خرید (W) درصد خالص ارزش دارایی | ۵۰ |

در شکل شماره ۷ نمودار خالص ارزش دارایی در کنار دارایی نقد مشاهده می‌شود. با توجه به مقادیر پارامترهای برآورد شده در دوره ۵۶۰ روزه آموزش، سیستم تعداد ۱۰ معامله انجام داده که از این تعداد، ۶ موقعیت خرید را با سود و ۴ موقعیت خرید دیگر را با زیان بسته شده است. با احتساب هزینه معاملاتی، بازدهی سیستم در طول دوره آموزش معادل ۳۶/۷۷ و میانگین بازدهی سالانه آن ۲۲/۴ درصد می‌باشد.



شکل ۷- تغییرات خالص ارزش دارایی و دارایی نقد در دوره آموزش

• اعتبارسنجی مدل

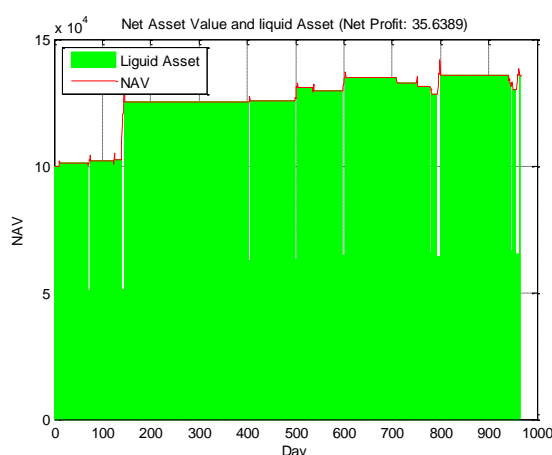
در راستای اعتبارسنجی مدل معاملاتی، عملکرد آن با توجه به مقادیر پارامترهای برآورد شده در دوره آزمایش مورد بررسی قرار می‌گیرد. دوره آزمایش متشکل از ۹۶۵ روز از داده‌های باقی‌مانده بوده که منتهی به ۲۰ نوامبر ۲۰۱۶ می‌شوند. در این دوره مدل معاملاتی بهبود داده‌شده با در نظر گرفتن هزینه معاملاتی، موفق به کسب بازدهی کل و میانگین بازده سالیانه به ترتیب برابر با ۳۵/۶۳ و ۱۲/۲ درصد شده است. در این دوره شاخص هم‌وزن یا استراتژی خرید و نگهداری بازدهی ۲۹/۳۷ درصد را نشان می‌دهد. همچنین تعداد کل معاملات برابر با ۱۵ عدد و تعداد معاملاتی که سیستم از آن‌ها با سود خارج شده، ۸ معامله است. این موضوع اهمیت پایبند بودن به حد ضرر را در راستای کسب بازدهی معقول در بلندمدت، یادآوری می‌کند. در شکل شماره ۸ نمودار خالص ارزش دارایی در کنار دارایی نقد، مرتبط با دوره آزمایش مشاهده می‌شود.

همان‌طور که در شکل ۷ و ۸ مشاهده می‌شود، اکثر اوقات دارایی‌ها به شکل وجه نقد است، لذا لحاظ کردن امکان سرمایه‌گذاری کوتاه‌مدت در این مجال نیز بازده کل را بهبود خواهد بخشید.

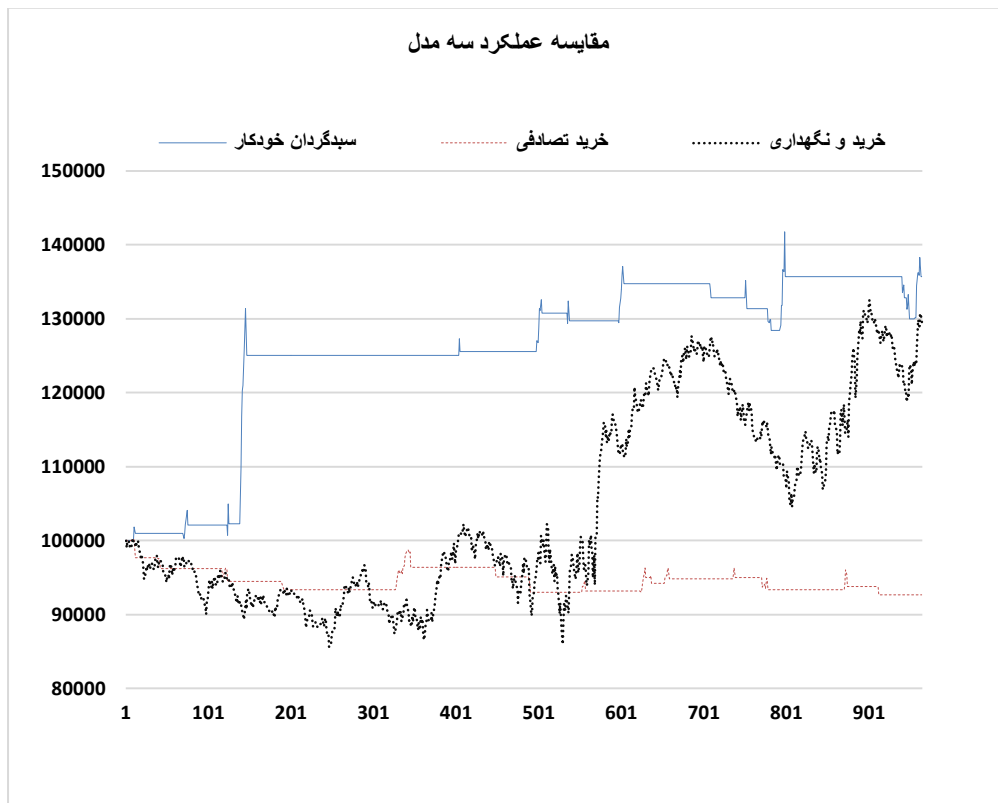
۴- یافته‌های پژوهش

عملکرد هر سیستم سیدگردان خودکار در نگاه اول از منظر بازده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. پس از داشتن بازدهی مثبت به‌عنوان بررسی عمیق‌تر در این سیستم‌ها قطعاً علاوه بر معیار بازدهی، ثبات سود-آوری و میزان ریسک مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرند. از معیارهای اصلی معرفی‌شده در ارزیابی هر سیستم یا استراتژی طبق تعریف می‌توان به معیار سودآوری^{۲۲} و حداکثر افت سرمایه^{۲۳} اشاره کرد. فاکتور سودآوری نیز ریسک سیستم را از تقسیم جمع سود به دست‌آمده^{۲۴} بر مجموع ضرر متحمل شده در دوره^{۲۵} به دست می‌آید. هرچه این نسبت بالاتر از ۱/۵ و نزدیک به ۲ باشد نشان‌دهنده این موضوع است که سیستم معاملاتی عملکرد مطلوب‌تری داشته است. حداکثر افت سرمایه متغیر دیگر ارزیابی ریسک سیستم معاملاتی است که بدترین سناریو در دوره معاملاتی را بیان می‌کند، این پارامتر بیشترین فاصله یا ضرر از بهترین وضعیت قبلی را نشان می‌دهد. حداکثر افت سرمایه توسط لانگ و همکاران (۲۰۰۴) و هیدرون و همکاران (۲۰۰۹) به‌عنوان معیار ریسک بااهمیت از دیدگاه سرمایه‌گذاران معرفی شده است.

به‌منظور بررسی عملکرد سیستم در مقایسه با استراتژی خرید و نگهداری و استراتژی خرید تصادفی روند خالص ارزش دارایی‌ها صورت گرفت و نتایج در شکل ۹ و جدول ۲ نشان داده شده است. با توجه به شاخص نسبت شارپ^{۲۶} (با در نظر داشتن بازده بدون ریسک برابر با ۰.۵٪ سالانه و $\alpha=5\%$)، سیستم سیدگردان خودکار در مقایسه با استراتژی خرید و نگهداری در این دوره از هر دو نظر ریسک و بازده عملکرد بهتری داشته است و استراتژی خرید تصادفی با توجه به اینکه نسبت شارپ آن کوچک‌تر از صفر است توجیه اقتصادی نداشته و کاملاً کنار گذاشته می‌شود. علاوه بر این، فاکتور سودآوری ۱/۷۰۲ برای سیستم سیدگردان خودکار ثبات سودآوری و ریسک معقول سیستم را تأیید می‌کند.



شکل ۸- تغییرات خالص ارزش دارایی و دارایی نقد در دوره آزمایش



شکل ۹- عملکرد سه استراتژی در مطالعه موردی

جدول ۲- خلاصه نتایج دوره‌های بررسی

| فاکتور سودآوری | حداکثر افت سرمایه (درصد) | نسبت شارپ | انحراف معیار (سالانه) | CVar | بازده دوره (درصد) | استراتژی |
|----------------|--------------------------|-----------|-----------------------|-------|-------------------|-----------------|
| ۱/۷۰۲ | ۸/۳۱ | ۱/۰۲ | ٪۸/۳ | ٪۰/۸۲ | ۳۶/۷۷ | سبذگردان خودکار |
| ۱/۶۲ | ۱۸/۱۲ | -۰/۴۷ | ٪۵/۹ | ٪۰/۶۱ | ۲۹/۳۷ | خرید و نگهداری |
| - | ۷/۶ | ۰/۵۱ | ٪۲۱/۸ | ٪۲/۲۱ | -۷/۳۵ | خرید تصادفی |

۵- نتیجه‌گیری و بحث

این مقاله یک رویکرد جدید و توانمند را در مدیریت خودکار سبذ سرمایه نشان می‌دهد. در این مطالعه ابتدا اهمیت موضوع، مطالعات پیشین و خلاصه‌های تحقیقاتی موجود به صورت کامل مورد بحث و بررسی قرار گرفت. سپس یک مدل سبذگردان خودکار که بر اساس مفهوم واگرایی در تحلیل تکنیکال خریدوفروش می‌نماید ارائه گردید. همچنین چندین قانون کمکی نیز به منظور بهبود عملکرد سیستم تعریف گردید تا توازنی بین اندیکاتورهای مختلف

تحلیل تکنیکال در انتخاب بهترین نماد و مناسب‌ترین زمان خریدوفروش برقرار گردد. در راستای برآورد و تنظیم پارامترهای موجود در این مدل از دو دوره زمانی جداگانه آموزش و آزمایش بهره برده شد. به طوری که در دوره آموزش با استفاده از الگوریتم ژنتیک مقادیر مناسب برای این پارامترها برآورد گردید و سپس در دوره آزمایش مدل معاملاتی طراحی شده مورد آزمون و اعتبارسنجی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان می‌دهند که از نظر عملکرد، سیستم سبذگردان طراحی شده برتری قابل توجهی نسبت به استراتژی‌های خرید و نگهداری و خریدوفروش تصادفی

- * Baumol, W. J., Heim, P., Malkiel, B. G., & Quandt, R. E. (1973). Efficiency of corporate investment: reply. *The Review of Economics and Statistics*, 128-131.
- * Blume, L., Easley, D., & O'hara, M. (1994). Market statistics and technical analysis: The role of volume. *The Journal of Finance*, 49(1), 153-181.
- * Brock, W., Lakonishok, J. and LeBaron, B. (1992) Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. *The Journal of Finance*, 47(5), pp.1731-1764.
- * Cervelló-Royo, R., Guijarro, F., & Michniuk, K. (2015). Stock market trading rule based on pattern recognition and technical analysis: Forecasting the DJIA index with intraday data. *Expert Systems with Applications*, 42(14), 5963-5975.
- * Coakley, J., Marzano, M., & Nankervis, J. (2016). How profitable are FX technical trading rules?. *International Review of Financial Analysis*, 45, 273-282.
- * Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- * Fama, E.F. and Blume, M.E., (1966) Filter rules and stock-market trading. *The Journal of Business*, 39(1), pp.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.
- * Heidorn, T., Kaiser, D. G., & Roder, C. (2009). The risk of funds of hedge funds: An empirical analysis of the maximum drawdown. *The Journal of Wealth Management*, 12(2), 89-100.
- * Lin, X., Yang, Z. and Song, Y. (2011) Intelligent stock trading system based on improved technical analysis and Echo State Network. *Expert Systems with Applications*, 38(9), pp.11347-11354.
- * Mills, T. C. (1997). Technical analysis and the London Stock Exchange: Testing trading rules using the FT30. *International Journal of Finance & Economics*, 2(4), 319-331.
- * O'Neil, W. J., & Ryan, C. (1988). *How to make money in stocks* (Vol. 10). New York: McGraw-Hill.
- * Park, C. H., & Irwin, S. H. (2004). The profitability of technical analysis: A review.
- * Papadamou, S. and Stephanides, G. (2007) Improving technical trading systems by

دارد.

نتایج این تحقیق از این نظر که بازارهای مالی به طور کامل از فرآیند گام تصادفی پیروی نمی کنند، با نتایج تحقیقاتی همچون جورجولو و همکاران هم راستا است، همچنین با نتایج مقالات محققانی همچون کورلوهو و همکاران و جورجولو و همکاران مبنی بر امکان بهره بردن از قوانین تحلیل تکنیکال در سیستم معامله گر خودکار تطابق دارد، با این تفاوت که در این تحقیق قوانین به طور هم زمان بر روی سبدهی متشکل از نمادها انجام گرفته است و احتمال غیر تصادفی بودن نتایج را کاهش می دهد. لذا تأیید قابل قبولی بر امکان بهره گیری از قوانین تحلیل تکنیکال و الگوریتم های فرابستکاری حتی در بازارهایی با سطح کارایی مطلوب می باشد.

برای تحقیقات بیشتر در این حوزه، پیشنهاد می گردد عملکرد این سیستم در بورس های مختلف از منظر نوسان و بازده و همچنین روندهای نزولی، خنثی و صعودی ارزیابی گردد. استفاده از روش های مختلف کاهش ریسک و بررسی دیگر ابزارهای ارزیابی عملکرد سیستم خبره نیز جذاب به نظر می رسد. همچنین ادغام شاخص های اقتصاد کلان، دیگر اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال و شاخص های صنایع مختلف، در تعیین استراتژی و ریسک پذیری می تواند تأثیر فزاینده ای بر بهبود عملکرد سیستم داشته باشد.

فهرست منابع

- * Salmani, S (1389). Study of Heterogeneity in Tehran Stock Exchange Concerning Technical Analysis Criteria. *Financial Engineering and Portfolio Management*, 6(2), 139:165 (in Persian)
- * Alexander, S.S. (1961) Price movements in speculative markets: Trends or random walks. *Industrial Management Review* (pre-1986), 2(2), p.7.
- * Bagheri, A., Peyhani, H. M., & Akbari, M. (2014). Financial forecasting using ANFIS networks with quantum-behaved particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications*, 41(14), 6235-6250.



- using a new MATLAB-based genetic algorithm procedure. *Mathematical and Computer Modelling*, 46(1), pp.189-197.
- * Radeerom, M. (2014) April. Building a Trade System by Genetic Algorithm and Technical Analysis for Thai Stock Index. In *Asian Conference on Intelligent Information and Database Systems* (pp. 414-423). Springer International Publishing.
 - * 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.
 - * Sullivan, R., Timmermann, A., & White, H. (1999). Data-snooping, technical trading rule performance, and the bootstrap. *The journal of Finance*, 54(5), 1647-1691.

بادداشت‌ها

- ¹ Active
- ² Passive
- ³ Back test
- ⁴ Swarm intelligence
- ⁵ Evolutionary computations
- ⁶ Technical Trading Rules (TTR)
- ⁷ Bollinger bands
- ⁸ Trend
- ⁹ Moving Average
- ¹⁰ Bolinger band
- ¹¹ Ichimoko
- ¹² Oscillators
- ¹³ Moving average convergence divergence (MACD)
- ¹⁴ Relative strength index (RSI)
- ¹⁵ Stochastic
- ¹⁶ Regural Divergence
- ¹⁷ Short selling
- ¹⁸ Take profit (TP)
- ¹⁹ Trialing Stop (TS)
- ²⁰ Stop Loss (SL)
- ²¹ ETF
- ²² Profit Factor
- ²³ Maximum Drawdown
- ²⁴ Gross profit
- ²⁵ Gross Loss
- ²⁶ Sharp ratio