Archive of SID

فصلنامه علمی پژوهشی
دانش مالی تحلیل اوراق بهادار
سال دوازدهم، شماره چهل‌ویکم
بهار ۱۳۹۸

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

سیدمرتضی لعل سجادی[۱]
سیدحجت وکیلی[۲]
سیدبابک ابراهیمی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۱۵

چکیده

فروض کلاسیک بازار کارا عمدتاً بیانگر این موضوع هستند که نمی‌توان با توسعه استراتژی‌هایی بر اساس اطلاعات قیمت و حجم معاملات درگذشته، 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 مورداستفاده 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 آمورش با استفاده از الگوریتم ژنتیک مقادیر پارامترهای مدل برآورد شده و سپس با استفاده از قسمت دوم داده‌ها، عملکرد مدل معاملاتی طراحی‌شده مورد آزمون و ارزیابی قرار می‌گیرد. نتایج به‌دست‌آمده نشان می دهد که این مدل قابلیت پیش‌بینی را بهبود بخشیده و در مقایسه با استراتژی‌های خرید و نگهداری و خرید تصادفی به‌مراتب بهتر عمل می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم فرااابتکاری، 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

www.SID.ir

Archive of SID

۱- مقدمه

فعالیت در بازار بورس نیازمند به داشتن استراتژی مشخص جهت رسیدن به اهداف تعیین‌شده برای سرمایه‌گذاری است .این موضوع که آیا امکان پیش-بینی 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 ارائه‌شده 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 به‌عنوان جانشین یا علاوه بر هدف ایجاد بازده بزرگ‌تر نسبت به شاخص معیار باشد. همان‌طور که باقری و همکاران (۲۰۱۴) بیان می‌دارند که سرمایه‌گذاران و معامله‌گران حرفه‌ای که از استراتژی فعال پیروی می-کنند اغلب از دو نوع تحلیل یعنی بنیادی و تکنیکی یا از ترکیبی از این دو مانند رویکرد CANSLIM ارائه‌شده توسط ویلیام اونیل (۱۹۸۸) برای تصمیم-گیری صحیح در انتخاب اوراق بهادار و تعین 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. هنگامی‌که این تحلیل به کار می‌رود، تمرکز اصلی بر شرایط اقتصاد کلان، نرخ بهره، تولید، سودآوری و مدیریت است، به‌عبارت‌دیگر 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 سبدگردان خودکار این امکان را می‌دهد که بدون محدودیت زمانی حرکات بازار در دوره‌هایی از پیش تعیین‌شده موردبررسی قرارگرفته 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) به‌صورت 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 خریدوفروش و روش تشکیل سبد سهام مورداستفاده در این سیستم‌ها، در دوره‌های زمانی گذشته موردنظر پس آزمایی 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

www.SID.ir

Archive of SID

خطاهای رفتاری که این موارد مکرراً در بازارها مشاهده‌شده است، مبرا هستند.

۵) توانایی بررسی و پایش حجم بالایی از اطلاعات اوراق بهادار، شاخص، متغیرهای از پیش تعیین‌شده (چه بنیادی و چه تکنیکال)، حل مدل‌های بهینه‌سازی، بررسی ریسک و... به‌طور هم‌زمان 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 برنامه‌ریزی‌شده و کامپیوتری شده است. معمولاً این سیستم‌ها به‌منظور صرفه‌جویی در زمان با توجه به حجم بسیار زیاد اطلاعات بازار، حذف خطاهای انسانی و حذف تصمیم‌گیری‌های غیرمنطقی در شرایط بازار توسعه‌یافته‌اند. به‌طور خاص این بخش از تحقیقات موردعلاقه متخصصان و طراحان هوش مصنوعی است که در تلاش هستند هوش مصنوعی را با روش‌های یادگیری ترکیب کرده تا به نرم‌افزارهای هوشمند دست یابند. به‌عنوان‌مثال بهره‌گیری از موضوعاتی مانند شبکه‌های عصبی، هوش ازدحامی[۴]، سیستم‌های فازی و محاسبات تکاملی[۵] در حال افزایش است. روش‌های ذکرشده می‌توانند به اشکال متفاوتی از قبیل پیش‌بینی جهت حرکت آینده قیمت سهام و بهینه‌سازی عملکرد سبد سهام مورداستفاده قرار گیرند.

علی‌رغم این‌که تحلیل تکنیکال کماکان به‌طور گسترده در میان سرمایه‌گذاران در حال استفاده است، انتقاداتی نیز بر آن وارد می‌شود. به‌عنوان‌مثال مالکیل(۱۹۷۳) بیان می‌دارد که با استفاده از داده‌های تاریخی قیمت و حجم نمی‌توان تغییرات قیمتی‌های آتی را پیش‌بینی کرد. وی پیشنهادات خود را در قالب تئوری گام تصادفی بیان می‌نماید. یعنی بهترین روش سرمایه‌گذاری در بازار این است که اوراق بهادار متنوع خریداری‌شده برای مدت طولانی نگهداری شود. در مطالعات اخیر لو و مکینلی (۲۰۰۱) و ایروین (۲۰۰۷) به نتایج متفاوت با نظریه گام تصادفی دست یافتند. به‌عنوان‌مثال لو و مکینلی کارایی تحلیل تکنیکال در قدرت پیش‌بینی 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 می‌شود مطلوب نیست. فاما و بلوم(۱۹۶۶) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. بروک و همکاران (۱۹۹۲)، دو قاعده تکنیکی را با به‌کارگیری 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) درمورد نقش حجم معامله و استفاده از آن در تحلیل تکنیکی مقاله‌ای منتشر کردند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که حجم معاملات نیز مانند قیمت می‌تواند حاوی اطلاعات مفیدی باشد. هادسون و همکاران(۱۹۹۶) در مقاله‌ای به بررسی نتایج تحقیقات بروک و همکاران بر روی داده‌های بورس لندن در بازه زمانی ۱۹۳۵ تا ۱۹۹۴پرداختند. این تحقیق به این سؤال که آیا به‌کارگیری تحلیل تکنیکی می‌تواند 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 پیش‌بینی می‌شود، ولی منجر به دستیابی به بازده بیشتر در مقابل استراتژی خرید و نگهداری نمی-شود(سلمانی،۱۳۸۹). میلز (۱۹۹۷) در مقاله‌ای که به چاپ رساند قدرت پیش‌بینی قوانین معامله تکنیکی را بررسی نمود . او به‌صورت تحلیل روزانه شاخص FT30 با به‌کارگیری مدل‌های AR-GARCH و تکنیک‌های Bootstrap نتیجه گرفت تا دهه ۱۹۸۰ قواعد تکنیکی در مقایسه با استراتژی خرید و نگهداری بازده بیشتری داشته‌اند. درمقاله‌ای 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 به‌منظور ارزیابی اثربخشی تحلیل

www.SID.ir

Archive of SID

تکنیکی استفاده شد. نتیجه این است که درطی 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.

به‌طورکلی 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 قابل‌قبول بوده است، اما در دوره تست سطح مطلوبیت مناسبی را پوشش نداده‌اند. ازجمله مزایای استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری در حل مسئله بهینه‌سازی، این است که این دسته از الگوریتم‌ها در زمان کوتاه-تری جواب قابل‌قبول ارائه می‌دهند(پاپاداموا و استفاندیس، 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 به‌دست‌آمده 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 ازجمله سیلوا (۲۰۱۵) با ارائه سیستم معاملاتی خودکار، علاوه بر اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال سعی در به کاربردن نسبت‌های مالی به‌عنوان روش ترکیب‌کننده تحلیل‌های بنیادی و تکنیکال انجام‌شده است. همچنین کرولو و همکاران (۲۰۱۵) قوانین معاملاتی سوددهِ در تعیین زمان خریدوفروش 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 سبدگردان 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 موردبررسی قرار می‌دهد، سپس ساختار سیستم سبدگردان خودکار، نتایج استفاده از الگوریتم ژنتیک در برآورد پارامترها و نتایج اعتبارسنجی مدل ارائه می‌شود. درنهایت 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 نوسان نماها[۱۲] که در زیر نمودار قیمت به‌صورت هیستوگرام و نوسانگر نمایان می‌شوند

www.SID.ir

Archive of SID

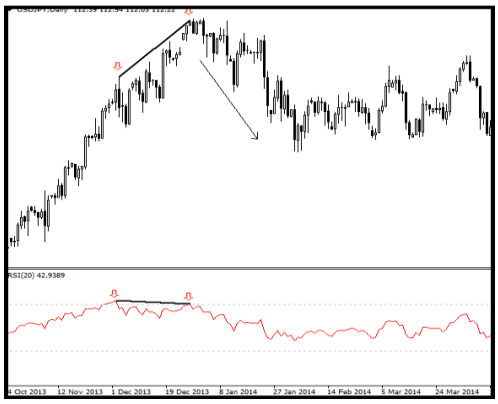
استفاده‌شده است. لازم به ذکر است نوسان‌نماها همواره بین دو مقدار بالایی و پایینی نوسان می‌کنند و ازجمله نوسان‌نماهای مشهور می‌توان به همگرایی و واگرایی میانگین متحرک[۱۳]، شاخص قدرت نسبی (RSI)[۱۴] و استوکاستیک[۱۵] اشاره کرد.

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

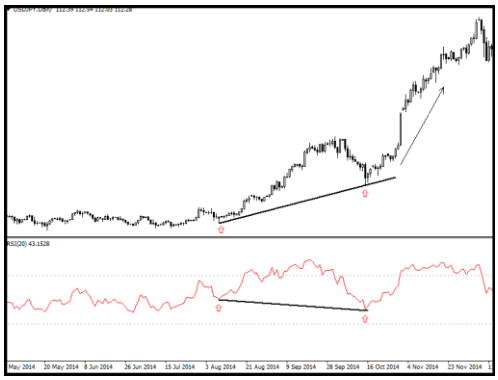
۱) واگرایی معمولی[۱۶] : خود واگرایی معمولی به دودسته واگرایی منفی و مثبت تقسیم می‌شود. واگرایی معمولی منفی زمانی به وجود می‌آید که قیمت سقف جدیدی تشکیل می‌دهد ، اما اندیکاتور موفق نمی‌شود که سقف جدیدی بالاتر از سقف قبلی تشکیل دهد. اما واگرایی معمولی مثبت درروند نزولی به وجود می‌آید و به این صورت است 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 به‌خوبی 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 هشداری برای ریزش سهم تلقی می‌شود. در شکل ۳ و ۴ به‌خوبی تناقض بین قیمت و اندیکاتور قابل‌مشاهده است.

شکل۱. واگرایی معمولی مثبت



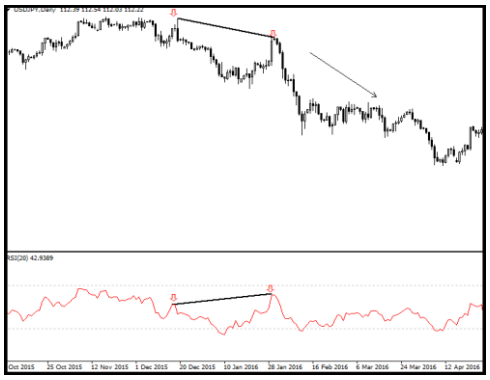
شکل۲. واگرایی معمولی منفی



شکل۳. واگرایی مخفی مثبت

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۴. واگرایی مخفی منفی

به‌عبارتی‌دیگر واگرایی‌های مثبت (معمولی و مخفی) بیان‌کننده نقاط مناسب خرید و واگرایی‌های منفی بیان‌کننده نقاط فروش یا مناسب برای فروش استقراضی[۱۷] هستند.

در این مقاله فرض می‌شود فروش استقراضی مجاز نیست، درنتیجه سعی بر آن است واگرایی‌های مثبت به‌عنوان نقاط خرید شناسایی شوند. به‌منظور استفاده از شاخص واگرایی در خرید، سعی در به دست آوردن نقاط مینیمم محلی است تا در هرلحظه از زمان درصورتی‌که واگرایی رخ دهد، خرید صورت گیرد.

البته به‌منظور بهینه‌سازی کسب سود در زمان ورود به یک موقعیت خرید یا فروش استقراضی معامله‌گر باید بداند دقیقاً در چه نقطه و چه حالتی باید سود خود[۱۸] را شناسایی کند، یا از حد ضرر متحرک[۱۹] بهره گیرد و یا وقتی قیمت سهام به حدضرر[۲۰] تعیین‌شده رسید، سهام موردنظر را بفروشد تا از ضرر بیشتر جلوگیری شود. باید توجه شود که کم شدن سود هم نوعی ضرر است، بنابراین درزمانی 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 استفاده‌شده است. بدین منظور مجموعه‌ای شامل ۵۹ نماد به‌صورت تصادفی که اطلاعات تغییرات قیمتی و حجم آن‌ها در بازه زمانی موردنظر در دسترس بود، انتخاب گردید. مجموعه سهام انتخاب‌شده 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 گرفته‌شده است. در این مطالعه داده‌های موجود به دو قسمت تقسیم‌بندی شده است، به‌طوری‌که ۵۶۵ روز اول داده‌ها به‌منظور طراحی مدل و همچنین بهینه‌سازی پارامترهای موردنظر به مرحله آموزش و همچنین ۹۶۵ روز باقی‌مانده در راستای اعتبارسنجی مدل به دوره آزمایش اختصاص داده‌شده است.

- **طراحی سیستم خبره**

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

۱) درصورتی‌که معامله وارد ضرر شده و حد ضرر تعیین‌شده (SL) را فعال نماید.
۲) درصورتی‌که معامله وارد سود شده باشد و قیمت از حداکثر مقداری که تجربه کرده است به‌اندازه TS کاهش پیدا کند(حد ضرر متحرک).

در صورت فروش یک دارایی، سیستم وضعیت موجودی نقد را به‌روزرسانی 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 به‌منظور مدیریت سرمایه و کاهش ریسک، دارایی نقد در موقعیت خرید شناسایی‌شده 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

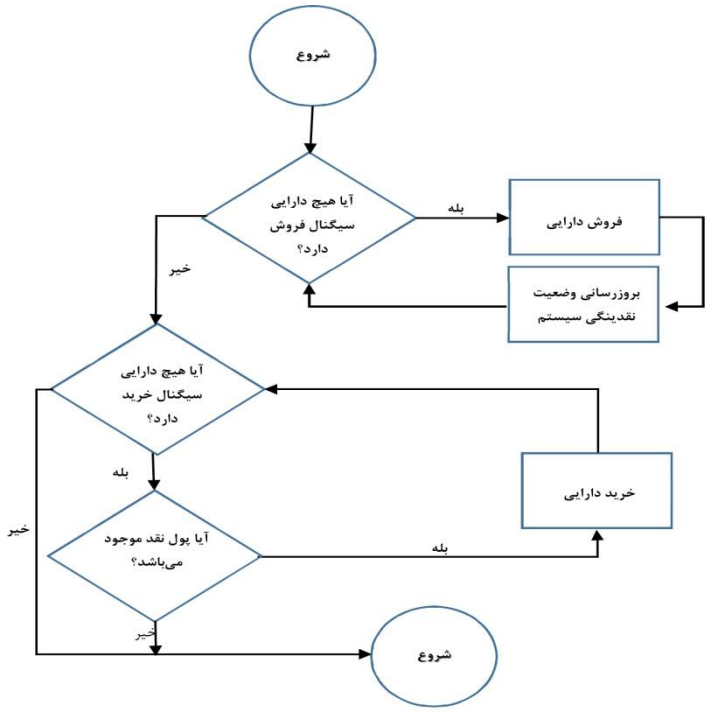
www.SID.ir

Archive of SID

آن وجود دارد یا خیر. درصورتی‌که نقدینگی موجود از مبلغ موردنیاز برای خرید دارایی بیشتر باشد آنگاه سیستم به‌اندازه W اقدام به خریداری دارایی کرده و در غیر این صورت فقط به‌اندازه نقدینگی موجود دارایی موردنظر را خریداری می‌نماید (W درصد ثابتی از خالص ارزش دارایی می‌باشد). لازم به ذکر است که هزینه معاملاتی یک درصد در نظر گرفته‌شده است.

به‌منظور 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 می‌گردد. در تشخیص واگرایی در بین اندیکاتورهای نوسان‌نما از RSI به این دلیل استفاده می‌شود که از طرفی با توجه به تحقیقات سوده سلمانی(۱۳۸۹) و کواکلی و همکاران(۲۰۱۶) این موضوع که در بیشتر مواقع قابلیت پیش‌بینی اندیکاتور RSI در مقایسه با دیگر نوسان‌نماها بهتر می‌باشد، ثابت‌شده است. همچنین این نوسان‌نما یکی از متداول‌ترین و محبوب‌ترین اندیکاتورهای نوسان‌نما در میان تحلیل‌گران تکنیکال است.

در بررسی واگرایی علاوه بر تغییرات قیمت روزانه در کنار اندیکاتور RSI، تغییرات میانگین متحرک کوتاه‌مدت قیمت و اندیکاتور RSI نیز موردبررسی قرار گرفت و با چندین بار اجرای مدل در دوره آموزش مشخص شد که استفاده از میانگین‌های متحرک کوتاه‌مدت در مدل با توجه به حذف نوسانات قیمتی گمراه‌کننده نتایج بهتری را به دنبال دارد. همچنین از یک میانگین متحرک بلندمدت در تائید سیگنال خرید و مجدداً حذف نوسانات قیمتی گمراه‌کننده استفاده‌شده است. به‌طوری‌که پس از دریافت سیگنال خرید به‌وسیله وقوع واگرایی در نمودارهای میانگین متحرک کوتاه‌مدت قیمت و میانگین متحرک کوتاه-مدت اندیکاتور RSI، در صورتی عملیات خرید دارایی انجام می‌شود 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 خلاصه‌ای از مراحل و طرز عمل سیستم نشان داده‌شده است.



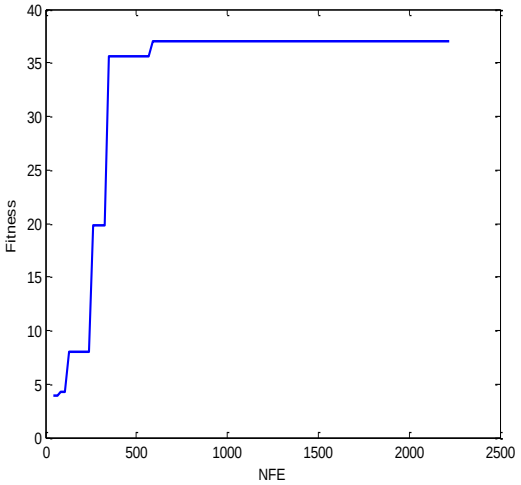
شکل۵- فلوچارت الگوریتم

www.SID.ir

Archive of SID

- **پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک**

به‌منظور برآورد مقادیر مناسب پارامترهای مورداستفاده در مدل معاملاتی از الگوریتم ژنتیک استفاده‌شده است. در این راستا داده‌های مورداستفاده در مطالعه به دو قسمت تقسیم‌بندی شده‌اند. با استفاده از قسمت اول داده‌ها (دوره آموزش) مدل معاملاتی توسط الگوریتم ژنتیک بارها اجراشده و مقادیر مناسب پارامترهای مورداستفاده 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 پیداکرده است.



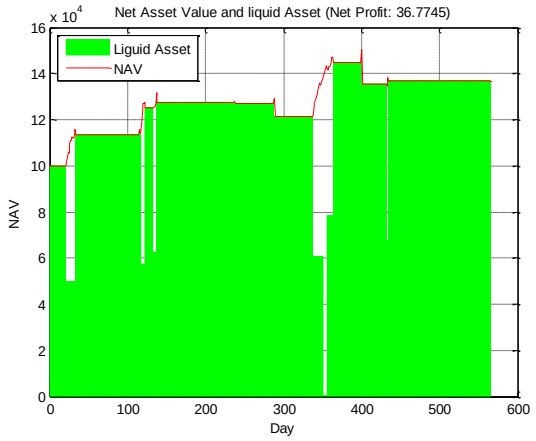
شکل۶- نمودار تغییرات بازدهی سیستم با استفاده از الگوریتم ژنتیک

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 گرفته‌شده بود. در جدول ۱ مقادیر پارامترهای مدل که به کمک الگوریتم ژنتیک برآورد شده‌اند، مشاهده می‌شود.

جدول۱- مقادیر بهینه متغیرهای بهینه‌سازی شده

کمیت بهینه‌سازی شده	خروجی الگوریتم ژنتیک
حد ضرر متحرک (TS)	۱/۳ درصد
حد ضرر(SL)	۰/۵ درصد
میانگین متحرک کوتاه‌مدت(A)	۲ روز SMA
میانگین متحرک بلندمدت(B)	روز SMA۳۰
تغییر میانگین متحرک بلندمدت(C)	۱/۵ درصد
حداکثر وزن هر خرید(W)	۵۰ درصد خالص ارزش دارایی

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 آمورش، سیستم تعداد ۱۰ معامله انجام داده که از این تعداد، ۶ موقعیت خرید را با سود و ۴ موقعیت خرید دیگر را با زیان بسته‌شده است. با احتساب هزینه معاملاتی، بازدهی سیستم در طول دوره آموزش معادل ۳۶/۷۷ و میانگین بازدهی سالانه آن ۲۲/۴ درصد می‌باشد.



شکل۷- تغییرات خالص ارزش دارایی و دارایی نقد در دوره آموزش

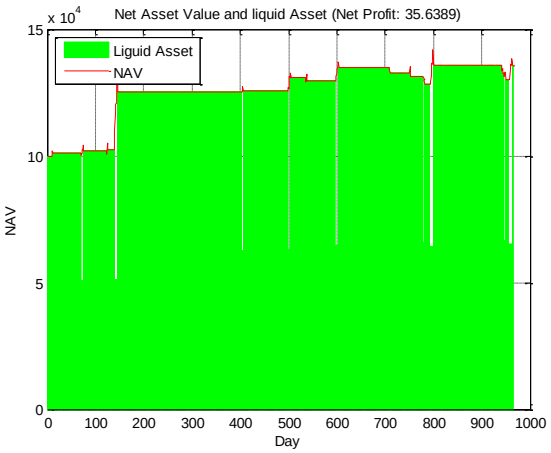
www.SID.ir

Archive of SID

- **اعتبارسنجی مدل**

در راستای اعتبارسنجی مدل معاملاتی، عملکرد آن با توجه به مقادیر پارامترهای برآورد شده در دوره آزمایش موردبررسی 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 خارج‌شده، 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 مبالغ نیز بازده کل را بهبود خواهد بخشید.



شکل۸- تغییرات خالص ارزش دارایی و دارایی نقد در دوره آزمایش

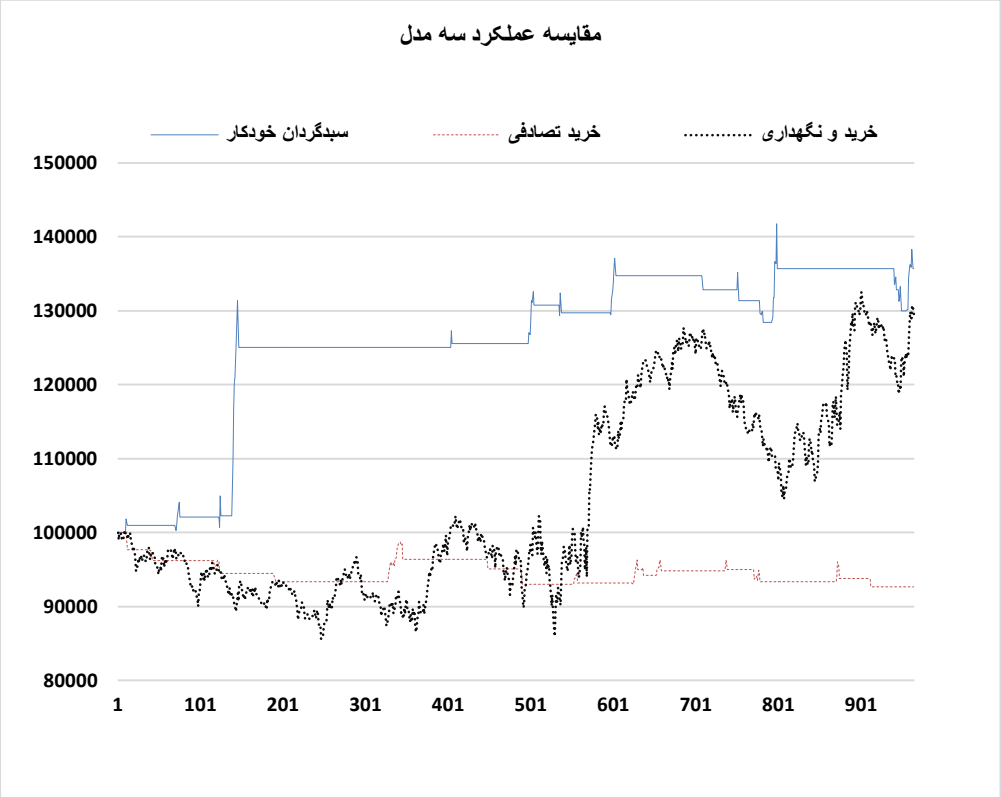
۴- یافته‌های پژوهش

عملکرد هر سیستم سبدگردان 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 موردبحث و بررسی قرار می-گیرند. 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 به‌دست‌آمده[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 معرفی‌شده 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 داده‌شده است. با توجه به شاخص نسبت شارپ[۲۶] (با در نظر داشتن بازده بدون ریسک برابر با ۵٪ سالانه و α=5%)، سیستم سبدگردان 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 سبدگردان خودکار ثبات سودآوری و ریسک معقول سیستم را تأیید می‌کند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل۹- عملکرد سه استراتژی در مطالعه موردی

جدول۲- خلاصه نتایج دوره‌های بررسی

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

۵- نتیجه‌گیری و بحث

این مقاله یک رویکرد جدید و توانمند را در مدیریت خودکار سبد سرمایه نشان می‌دهد. در این مطالعه ابتدا اهمیت موضوع، مطالعات پیشین و خلأهای تحقیقاتی موجود به‌صورت کامل مورد بحث و بررسی قرار گرفت. سپس یک مدل سبدگردان خودکار که بر اساس مفهوم واگرایی در تحلیل تکنیکال خریدوفروش می‌نماید ارائه گردید. همچنین چندین قانون کمکی نیز به‌منظور 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. به‌طوری‌که در دوره آموزش با استفاده از الگوریتم ژنتیک مقادیر مناسب برای این پارامترها برآورد گردید و سپس در دوره آزمایش مدل معاملاتی طراحی‌شده مورد آزمون و اعتبارسنجی قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهند که ازنظر عملکرد، سیستم سبدگردان طراحی‌شده برتری قابل‌توجهی نسبت به استراتژی‌های خرید و نگهداری و خریدوفروش تصادفی

www.SID.ir

Archive of SID

دارد.

نتایج این تحقیق از این نظر که بازارهای مالی به‌طور کامل از فرآیند گام تصادفی پیروی نمی‌کنند، با نتایج تحقیقاتی همچون جورجولو و همکاران هم‌راستا است، همچنین با نتایج مقالات محققانی همچون کورلوهو و همکاران و جورجلو و همکاران مبنی بر امکان بهره بردن از قوانین تحلیل تکنیکال در سیستم معامله‌گر خودکار تطابق دارد، با این تفاوت که در این تحقیق قوانین به‌طور هم‌زمان بر روی سبدی متشکل از نمادها انجام‌گرفته است و احتمال غیر تصادفی بودن نتایج را کاهش می‌دهد. لذا تأیید قابل قبولی بر امکان بهره‌گیری از قوانین تحلیل تکنیکال و الگوریتم‌های فراابتکاری حتی در بازارهایی با سطح کارایی مطلوب می‌باشد.

برای تحقیقات بیشتر در این حوزه، پیشنهاد می‌گردد عملکرد این سیستم در بورس‌های مختلف از منظر نوسان و بازده و همچنین روندهای نزولی، خنثی و صعودی ارزیابی گردد. استفاده از روش‌های مختلف کاهش ریسک و بررسی دیگر ابزارهای ارزیابی عملکرد سیستم خبره نیز جذاب به نظر می‌رسد. همچنین ادغام شاخص‌های اقتصاد کلان، دیگر اندیکاتورهای تحلیل تکنیکال و شاخص‌های صنایع مختلف، در تعیین استراتژی و ریسک‌پذیری می‌تواند تأثیر فزاینده‌ای 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.
* 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

www.SID.ir

Archive of SID

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.

یادداشت‌ها

[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

www.SID.ir