



توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال فازی برای پیش‌بینی و معامله نرخ برابری یورو-دلار

علیرضا صادقی^۱

امیر دانشور^۲

مهدی معدنچی‌زاج^۳

تاریخ دریافت مقاله : ۹۹/۰۷/۱۷ تاریخ پذیرش مقاله : ۹۹/۰۸/۲۳

چکیده

امروزه بازار فارکس بزرگترین بازار مالی در دنیا می‌باشد. تعیین استراتژی مناسب برای خرید یا فروش در بازار فارکس بر پایه پیش‌بینی از روند قیمت‌ها استوار است. لذا برای انتخاب یک استراتژی مناسب در فارکس، استفاده از مدل‌های پیچیده فراابتکاری استفاده می‌شود. در این تحقیق با پیش‌بینی روند بازار و بر اساس قواعد معاملاتی مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال فازی روش جدیدی را برای سرمایه‌گذاری در بازار فارکس ارائه می‌کند. برای پیش‌بینی، ترکیبی از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان ترکیبی (HSVM) و برای طبقه‌بندی بازار در سه کلاس مختلف (روند صعودی، روند نزولی، بدون روند) و یک الگوریتم پویای ژنتیک برای بهینه‌سازی قواعد معاملاتی استفاده شده است. برای تعیین قواعد معاملاتی از ۵ شاخص تکنیکال فازی استفاده شده است. داده‌های جفت ارز یورو به دلار، در یک بازه زمانی روزانه بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ به عنوان داده‌های آموزش و آزمون استفاده می‌شود. نتایج بدست آمده در مقایسه با روش‌های سنتی نتایج امیدوارکننده‌ای داشته است.

کلمات کلیدی

فارکس، ماشین بردار پشتیبان، شاخص‌های تکنیکال فازی، الگوریتم ژنتیک

۱- گروه مدیریت مالی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ali.reza.sadeghi.2066@gmail.com
۲- گروه مدیریت فناوری اطلاعات، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. (نویسنده مسئول) daneshvar.amir@gmail.com
۳- گروه مدیریت مالی، واحد الکترونیکی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. madanchi@iauec.ac.ir

مقدمه

مانند سایر بازارهای مالی، مهمترین عامل موفقیت در بازار فارکس توانایی پیش‌بینی صحیح آینده بازار است. در صورتی که یک معامله‌گر، ارزی را زمانی که قیمت کمی دارد بخرد و پس از افزایش قیمت اقدام به فروش نماید، معادل اختلاف قیمت خرید و فروش سود کسب می‌کند. پیش‌بینی قیمت در بازارهای مالی موضوعی جذاب و مورد علاقه برای فعالان این بازار است. عوامل بسیاری بر قیمت ارز تاثیرگذار است که باعث مشکل شدن پیش‌بینی نرخ برابری و اخذ تصمیمات درست معاملاتی می‌شوند. براساس تئوری بازار کارا، پیش‌بینی بلند مدت و دقیق در بازارهای مالی براساس داده‌های قبلی غیرممکن است. اما این تئوری امکان وجود الگوهای تکراری و کوتاه مدت را رد نمی‌کند. در صورتیکه بتوان این الگوهای مخفی را پیش از وقوع تشخیص داد، می‌توان آینده بازار را به درستی پیش‌بینی کرد. پروژه‌های بسیاری در خصوص پیش‌بینی بازارهای مالی صورت گرفته است. برخی از این پژوهش‌ها از تکنیک‌های محاسبات نرم مانند الگوریتم ژنتیک، شبکه‌های عصبی و سیستم‌های فازی بهره برده‌اند. بسیاری از مدل‌های ساخته شده سعی در پیش‌بینی مقدار دقیق نرخ برابری ارز نموده‌اند. اما این موضوع کاملاً مشخص است که براساس دانش فعلی بشر، امکان پیش‌بینی مقدار دقیق قیمت ارز ممکن نیست. بنابر این پژوهشگران از روش‌های پیچیده برای کاهش خطای پیش‌بینی استفاده می‌کنند. در بازار فارکس، پیش‌بینی صحیح نزولی یا صعودی بودن روند حرکت نرخ برابری ارزها برای کسب سود کافی است. در این پژوهش بجای پیش‌بینی دقیق نرخ برابری ارز، سیگنال‌های معاملاتی بر اساس روند پیش‌بینی شده تولید می‌شوند که به معامله‌گران در اتخاذ بهتر تصمیمات معاملاتی مانند "خرید" یا "فروش" در مواقع مقتضی کمک می‌کند.

دو رویکرد نسبت به پیش‌بینی نرخ ارز وجود دارد. رویکرد اول رویکرد بنیادی است که پیش‌بینی نرخ ارز را بر اساس دیگر متغیرهای اقتصادی انجام می‌دهد. رویکرد دوم، رویکرد تکنیکال است که بدون توجه به سایر متغیرهای اقتصادی، فقط از رفتار گذشته نرخ ارز برای پیش‌بینی روند آتی آن استفاده می‌کند. علت توسعه مدل‌سازی تکنیکال، ناکامی مدل‌های بنیادی در توضیح و پیش‌بینی نرخ ارز در کوتاه مدت است. بازار ارز خارجی، بازاری جهانی برای معاملات ارزی بوده است و این در حالی است که نقد شونده‌ترین بازار مالی بین‌المللی می‌باشد.

بازار ارز خارجی (Foreign Exchange Market) توسط بانک‌های مرکزی، شرکت‌های بازرگانی، صندوق‌های پوششی و شرکت‌های سرمایه‌گذاری و سرمایه‌گذاران ایجاد شده است. بازار ارز خارجی

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال .../صادقی، دانشور و معدنچی‌زاج

بزرگترین بازار مالی با بیش از ۶/۶ تریلیون دلار حجم معاملات روزانه تا آپریل ۲۰۱۹ براساس گزارش بانک تسویه بین‌المللی BIS می‌باشد. [۱۲]

بازار ارز مدت‌ها پیش به دلیل وجود نیاز تبدیل ارزها به یکدیگر بخاطر نیاز مبادلات تجاری بین کشورها شکل گرفته و پس از تحولاتی که در سیستم پولی دنیا رخ داد، به عنوان یک فرصت تجاری و سرمایه‌گذاری نیز مورد توجه بشر قرار گرفت. شکل‌گیری سیستم ارز شناور، زمینه‌ساز تاسیس بازار فارکس شد. براساس اطلاعات به دست آمده از مطالعات انجام شده، بازار فارکس به عنوان یک فرابورس برای مبادلات ارزی یاد میشود. به این معنا که بازاری است غیرمتشکل و غیرمنسجم که علاوه بر خرید و فروش نقدی ارزهای مختلف، ابزارهای مالی مرتبط با خرید و فروش ارز اعم از اختیار معاملات، قراردادهای آتی، پیمان‌های آتی و سوپ‌ها در آن معامله می‌گردند. همچنین این نکته قابل ذکر است که هیچ اتاق تسویه‌ی متمرکز برای تسویه‌ی سفارشات آنها وجود ندارد. این بازار ۲۴ ساعته فعال است و هیچ مرز و محدودیت فیزیکی نداشته و در سراسر یک روز کاری از مراکز مهم مالی در سراسر کره‌ی زمین به دیگری منتقل می‌شود [۱۵]. فارکس، خرید یک ارز و فروش ارز دیگر در یک بازار over the counter (بازاری که مکان فیزیکی ندارد) می‌باشد که ارزها به صورت جفتی معامله می‌شوند. مانند (USD/EUR). حجم عظیمی از این معاملات ارزی به جای نقل و انتقال واقعی ارز، از طریق بدهکار و بستانکار کردن حساب‌های بانکی انجام می‌شود. با توجه به اینکه همه ملل بسوی جهانی سازی اقتصاد پیش می‌روند و همه فعالیت‌های اقتصادی نهایتاً باید به پول برگردانده شوند. فعالیت این بازار ادامه خواهد یافت و هرگز متوقف نمی‌شود! صرف‌نظر از متقاضیان ارزهای خارجی اعم از اشخاص، بازرگانان و شرکتها که به‌منظور انتقال سرمایه، تبادل کالا و گردشگری نیاز به تبدیل ارزها دارند، گروهی نیز به انگیزه سرمایه‌گذاری و سفته بازی و کسب سود در این بازار به معامله‌گری می‌پردازند. در هر صورت تمام معاملات در بازار فارکس، بازار زوج مبادله ارزهاست. به بیان دیگر، یک ارز با ارز دیگر مبادله می‌شود که در آن فرصت‌های سودآور آربیتراژی وجود دارد. تمام سود یا زیان ناشی از معامله در بازار فارکس متوجه سرمایه‌گذار است، اگر معامله سرمایه‌گذار با استفاده از اعتبار اهرمی به سود منجر شود تمام سود متعلق به سرمایه‌گذار (معامله‌گر) خواهد بود و اگر به زیان منجر شود ضرر معامله کلاً از محل سرمایه (اولیه) معامله‌گر کسر می‌شود تا جایی که ممکن است ضرر معامله به اندازه کل سرمایه معامله‌گر شود، در این حال معامله به‌طور خودکار از طرف کارگزار بسته می‌شود و معامله‌گر نیز کل سرمایه خود را از دست می‌دهد. به لحاظ نظری زیان اکثریت معامله‌گران در بازار فارکس اجتناب‌ناپذیر است. اما این امر لزوماً به از دست دادن کل سرمایه منجر نمی‌شود. به‌عبارت دیگر، وجود اعتبار اهرمی به نحو فوق موجب می‌شود که معاملات

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

به از دست دادن کل سرمایه منجر شود و برخی آمارهای مرتبط حاکی از آن است که ۹۰ تا ۹۵ درصد معامله‌گران سفته باز فقط طی شش ماه تا یکسال، کل سرمایه خود را در این بازار از دست می‌دهند. [۶] دلیل زیان معامله‌گران در این بازار نداشتن اطلاعات بنیادین و تکنیکال، عدم آگاهی از مدل‌های ریاضی و آماری و عدم کنترل احساسات و عواطف از سویی و استفاده از اعتبار اهرمی که از یک تا ۱۰۰ برابر سرمایه یا حتی در پاره‌ای موارد، بیشتر مورد استفاده این گروه از معامله‌گران قرار می‌گیرد. از سوی دیگر موجبات زیان آنها را فراهم می‌سازد، زیرا پر واضح است که استفاده از اعتبار بالا و انجام دادن معاملات با مارجین (سرمایه احتیاطی نزد کارگزار جهت انجام معاملات) در بازارهای نوسانی احتمال شکست و از دست دادن سرمایه را بسیار بالا خواهد برد.

در این تحقیق به دنبال این هستیم تا به سئوالات ذیل پاسخ دهیم:

- چه تکنیکی برای طبقه بندی بازار ارز خارجی مناسب است؟
- چه زمانی می‌توان اقدام به خرید یا فروش ارزها (انتخاب استراتژی مناسب) مورد نظر اقدام نمود؟
- چگونه می‌توان با انتخاب استراتژی‌های معاملاتی مناسب بالاترین بازدهی را روی یک جفت ارز در هر ر هر طبقه از بازار کسب نمود؟

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

انواع تحلیل در بازار ارز:

در بازارهای مالی دو نوع تحلیل برای سرمایه‌گذاران وجود دارد که عبارت‌اند از تحلیل تکنیکال و تحلیل بنیادی. رویکرد این پژوهش استفاده از تحلیل تکنیکال می‌باشد. برای روشن‌تر شدن موضوع به صورت مختصر شرحی از شرایط هر یک از تحلیل‌ها ارائه می‌شود و در نهایت با توجه به رویکرد این پژوهش شاخص‌های تکنیکال استفاده شده معرفی خواهد شد.

تحلیل بنیادی:

تحلیل عوامل خرد و کلان در حوزه‌ی بازارهای سهام و کالا در سطوح مشخصی انجام می‌گیرد. در سطح شرکت‌ها، شامل بررسی صورت‌های مالی، مدیریت کسب و کار شرکت‌ها، ترکیب سهامداران، تحلیل رقبا و ... می‌باشد. تجزیه و تحلیل بنیادی شامل بررسی شاخص‌های کلان اقتصادی از قبیل نرخ تورم، تولید ملی، نرخ بهره، سود سهام، نرخ بیکاری، نرخ رشد اقتصادی و سیاست‌های پولی و مالی دولت و سایر نهادهای تاثیرگذار بر قیمت دارایی است که تحلیل‌گر با بررسی آن‌ها به پیش‌بینی قیمت‌های آتی

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال .../صادقی، دانشور و معدنچی‌زاج

دارایی می‌پردازد. به عبارت دیگر در تحلیل بنیادی، متغیرهای اقتصادی مختلف و تاثیر این متغیرها بر قیمت دارایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. [۸]

تحلیل‌گران بنیادین برای پیش‌بینی حرکات قیمت مجموعه‌ی عوامل ذکر شده را به هدف کشف انحراف احتمالی قیمت جاری از ارزش ذاتی و تصمیم‌گیری برای خرید یا فروش تلفیق می‌کنند. اگر ارزش ذاتی محصول برابر قیمت جاری نباشد، از نظر تحلیل‌گران بنیادین محصول مالی مورد نظر بیشتر یا کمتر از بهای خود ارزش‌گذاری شده است و قیمت بازاری آن در نهایت به سمت ارزش ذاتی میل خواهد کرد. بنیادگراها به رهنمودهای طرفداران نظریه تصادفی اعتنا نکرده و معتقدند که ساختار بازارها غیر کارآمد هستند و با اعتقاد به اینکه قیمت‌ها بازتاب صحیحی از اطلاعات موجود نیستند با مشاهده اختلاف بین قیمت و ارزش ذاتی بروی محصولات مالی سرمایه‌گذاری می‌کنند.

تحلیل تکنیکال:

تحلیل تکنیکال بر این فرض استوار است که نرخ ارز یک متغیر تصادفی نیست بلکه از الگوهای تکرار شونده و قابل تشخیص پیروی می‌کنند. سری زمانی نرخ ارز نشان دهنده‌ی همه اطلاعاتی است که بر اساس آن تصمیمات عرضه و تقاضا گرفته می‌شود. این اطلاعات شامل متغیرهای بنیادی اقتصادی و نیز سایر متغیرهای غیر قابل کمی‌سازی هم‌چون انتظارات و عوامل روانی است. البته این فرض با چالش‌هایی نیز روبرو است. تحلیل تکنیکال بر سه اصل استوار است؛ اولین اصل این است که همه عواملی که بر نرخ ارز اثر گذارند در رفتار مشاهده نرخ ارز که در قالب نمودارها عرضه می‌شوند منعکس شده‌اند. اصل دوم این است که نرخ ارز بر اساس روندهای تداومی تغییر می‌کند. تعادل عرضه و تقاضا، یک روند متحرک را به وجود می‌آورد و تا وقتی که پایان یابد دست نخورده باقی می‌ماند. برای مثال اگر یک نرخ ارز شروع به افزایش کند این روند ادامه می‌یابد تا اینکه فرایند معکوس دیده شود. عکس همین حالت برای وقتی که نرخ ارز کاهش می‌یابد صادق است. اصل سوم این است که رفتار بازار تکرار شونده است. این اصل بر این اصل استوار است که طبیعت انسان سبب می‌شود که در شرایط مشابه به صورت سازگار پاسخ دهد [۹]

دو نوع شاخص اصلی در تحلیل تکنیکال وجود دارد:

- اندیکاتورها: اندیکاتورها برای درک بهتر روند قیمت‌ها استفاده می‌شوند. شاخص‌های روند نقاط ورود یا خروج از دارایی را نمایش می‌دهند. به عبارت دیگر نقطه ورود، زمانی که قیمت در حال افزایش است و یا نقطه خروج، زمانی که قیمت در حال کاهش می‌باشد.

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

- نوسانگرها^۱: پیش‌بینی کننده تغییرات لحظه‌ای روی رفتار دارایی می‌باشند و قادر به سنجش قدرت و سرعت جهت‌گیری روند قیمت می‌باشند. در جدول (۱) شاخص‌های روندی و نوسانگرهای مورد استفاده ارائه شده است. [۹]

جدول ۱: شاخص‌های تکنیکال استفاده شده

نوع شاخص	شرح شاخص	روش محاسبه	نماد شاخص
نوسانگر (اوسیلاتور)	RS میانگین ۱۴ روزه قیمت‌های پایانی روزهای مثبت به میانگین ۱۴ روزه قیمت‌های پایانی روزهای منفی	$100 \times (1 - \frac{1}{RS})$	RSI
نوسانگر (اوسیلاتور)	درصد تفاوت شاخص RSI	$\frac{RSI_t - EMARSI_t}{EMARSI_t}$	PD_RSI
روند (اندیکاتور)	درصد تفاوت میانگین متحرک نمایی از قیمت‌های جاری است	$\% \frac{Current Price - EMA}{EMA}$	PD_EMA
نوسانگر (اوسیلاتور)	اختلاف بین دو میانگین متحرک نمایی حاصل از قیمت‌های پایانی ۱۲ روزه و ۲۶ روزه است.	EMA(Close,12)-EMA(Close,26)	MACD
نوسانگر (اوسیلاتور)	Close قیمت پایانی روز و Low حداقل قیمت و High حداکثر قیمت و SMA میانگین ساده متحرک و N دوره زمانی مورد نظر	$K\% = (Close - Min(Low(K\%))) / (Max(High(K\%)) - Min(Low(K\%))) * 100$ $\%D = SMA(\%K, N)$	STOC

فازی سازی اندیکاتورها

در این تحقیق، بر خلاف روش‌های موجود، از اندیکاتورهای فازی برای قوانین خرید و فروش استفاده شده است. هدف از این کار، در نظر گرفتن عدم قطعیت‌های موجود در اندیکاتورهای تکنیکال مختلف است. به‌عنوان مثال مرز خرید و فروش بر اساس معیار RSI به ترتیب ۷۰ و ۳۰ هستند. به‌طور مشخص، اگر معیار RSI بزرگتر از ۷۰ باشد، سیگنال فروش و اگر کوچکتر از ۳۰ باشد سیگنال خرید تولید می‌شود. مشکل اصلی این روش‌ها در نظر گرفتن یک مرز باینری برای تصمیم‌گیری‌هاست. به‌عنوان مثال اگر مقدار RSI برابر با ۶۹٫۹۹ باشد سیگنالی تولید نمی‌شود، ولی اگر این مقدار برابر با ۷۰٫۰۱ باشد سیگنال فروش صادر می‌شود. بنابراین قوانین خرید و فروش که هر کدام ترکیبی از چند اندیکاتور مختلف هستند، بسیار حساس به نویز می‌باشند. از طرف دیگر، با توجه به ماهیت نوسانی شدید بازار، حضور نویز در محاسبه اندیکاتورهای مختلف اجتناب‌ناپذیر است. برای برطرف کردن این مشکلات در روش پیشنهادی

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال .../صادقی، دانشور و معدنچی‌زاج

از اعداد فازی برای فازی‌سازی اندیکاتورهای مختلف استفاده شده است. توابع عضویت فازی برای اندیکاتورها بشرح جدول (۲) می‌باشد:

جدول ۲: حدود پارامترهای قواعد معاملاتی

شاخص تکنیکال	حدود قواعد معاملاتی فازی	تصمیم‌گیری فازی	حدود قواعد معاملاتی	تصمیم‌گیری قطعی
RSI	$60 < RSI < 80$ $20 < RSI < 40$	فروش خرید	$RSI > 80$ $RSI < 20$	فروش خرید
PDRSI	$0 < PD-RSI < 10$ $-10 < PD-RSI < 0$	خرید فروش	$PD-RSI > 10$ $PD-RSI < -10$	خرید فروش
PDMA	$0 < PD-EMA < 10$ $-10 < PD-EMA < 0$	خرید فروش	$PD-EMA > 10$ $PD-EMA < -10$	خرید فروش
MACD	$0 < MACD < 10$ $-10 < MACD < 0$	خرید فروش	$MACD > 10$ $MACD < -10$	خرید فروش
STOC	$70 < STOC < 90$ $10 < STOC < 30$	فروش خرید	$STOC > 90$ $STOC < 10$	فروش خرید

مروری بر پیشینه پژوهش

خارجی

مطالعات زیادی در زمینه استفاده از تحلیل تکنیکال و شاخص‌های تکنیکال در پیش‌بینی بازارهای مالی و به خصوص بازار فارکس وجود دارد. در ادبیات، بسیاری از مدل‌های پیش‌بینی با استفاده از شاخص‌های تکنیکال در ترکیب با روش‌های مختلف یادگیری ماشینی، که در آن GA مورد توجه خاص است نسبت به پیش‌بینی بازار فارکس اقدام شده است. بسیاری از محققان روش‌های مختلفی را برای پیش‌بینی موفق بازار فارکس بکار برده‌اند. محبوب‌ترین روش‌ها در اواخر دهه ۱۹۹۰ تکنیک‌های آماری، پردازش زبان طبیعی و شبکه عصبی بودند. بریتو و اولیویرا، (۲۰۱۲) روشی را پیشنهاد کردند که شاخص‌های تکنیکال را با استفاده از GA در یک مطالعه مقایسه‌ای ترکیب می‌کنند. نویسندگان از ۴ شاخص فنی برای تشکیل ۱۵ قانون تکنیکال استفاده می‌کنند و آن‌ها تمام قوانین را به صورت جداگانه با استفاده از GA بهینه می‌کنند. آن‌ها ۱۵ قانون تکنیکال را بر روی ۹ واحد پولی که در بازار فارکس

داد و ستد شده آزمایش می‌کنند و نتایج را با یک سیستم ترکیبی شامل رگرسیون برداری پشتیبانی و نقشه خود سازمان دهی مقایسه می‌کنند. [۱۴] آچاچاپ و همکاران (۲۰۱۷) با ترکیب تکنیک‌های رگرسیونی و الگوریتم جستجوی فاخته روی جفت ارز یورو به دلار و مجموعه دیتای تاریخی دلار به ین و یورو و پوند به عنوان دیتای آموزش چهار الگوریتم رگرسیونی، خطی چندگانه، بردار پشتیبان، حداقل مربعات جزئی و درخت رگرسیونی برای دوره ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۶ نشان دادند که پیش‌بینی جفت ارز یورو به دلار در بازار ارز خارجی با استفاده از الگوریتم جستجوی فاخته بهتر از الگوریتم‌های رگرسیونی عمل کرده است. [۱۱] لم توی بو و ترانگ (۲۰۱۷) نشان دادند که الگوریتم‌های ژنتیک چند هدفه همراه با رویکرد یادگیری جمعی نسبت به سایر الگوریتم‌های ژنتیک به تنهایی توانمندتری بیشتری برای پیش‌بینی نرخ ارز در بازار فارکس را دارند. [۱۹] کامروزامن و همکاران (۲۰۰۳) به پیش‌بینی نرخ ارز بر اساس مدل ماشین بردار پشتیبان پرداختند. آن‌ها روی ۶ نرخ ارز در مقابل دلار استرالیا تحقیق کردند و نشان دادند که الگوی ماشین بردار پشتیبان بر اساس روش کرنل توانمندتری بیشتری برای پیش‌بینی نرخ ارز نسبت به شبکه عصبی یا مدل‌های ARIMA دارد. [۱۷] در خصوص بهینه سازی استراتژی‌های معاملاتی در بازار فارکس گالشکوک و همکاران (۲۰۱۸) از الگوریتم ژنتیک نسبت به بهینه نمودن مجموعه‌ای از قواعد معاملاتی بر اساس روش میانگین متحرک وزنی برای چهار جفت ارز یورو به دلار آمریکا، دلار آمریکا به پوند، دلار آمریکا به ین ژاپن، دلار آمریکا به فرانک سوئیس پرداختند قواعد به‌دست‌آمده با استفاده از الگوریتم ژنتیک به طور قابل توجهی بازده بالاتری نسبت به قواعد تولید شده توسط قواعد شناسایی شده از طریق جستجوی جامع را دارند. [۱۵] ایوان و همکاران بر پیش‌بینی مبادلات روزانه بازار متمرکز داشتند و تحقیقات آن‌ها برای ارائه راه‌حل‌های ترکیبی شبکه عصبی و الگوریتم ژنتیک متمرکز بود. [۱۸] سرمپینیس و همکاران (۲۰۱۵) با ترکیب رگرسیون بردار پشتیبان و الگوریتم ژنتیک مدلی را برای پیش‌بینی و معامله نرخ جفت ارزهای یورو به دلار و یورو به ین ژاپن و یورو به پوند ارائه کردند و در این تحقیق نشان دادند بهینه سازی با مدل ترکیبی RG-SVR توانمندی بالای در پیش‌بینی نسبت به سایر الگوریتم‌های سنتی تنها دارد. [۲۰] هیراباشی و همکاران (۲۰۰۹) بروی ایجاد قواعد معاملاتی بر اساس شاخص‌های تکنیکال در زمان معاملات به جای پیش‌بینی قیمت متمرکز شدند. با استفاده از الگوریتم ژنتیک و با استفاده از ۳ شاخص تکنیکال برای سه جفت ارز نسبت به ین ژاپن، به بهینه سازی قوانین معاملاتی برای انجام معامله در بازار ارز خارجی پرداختند. نتایج نشان دادند الگوریتم ژنتیک قادر است قوانین معاملاتی سود آوری را در بازار ارز خارجی ارائه نماید. [۱۶] برناردو و همکاران (۲۰۱۸) با ترکیب بردار ماشین پشتیبان و الگوریتم ژنتیک نشان دادند که مدل فوق توانمندی بالاتری

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال .../صادقی، دانشور و معدنچی زاج

برای پیش‌بینی نرخ ارز دارد و براساس تحقیق انجام شده روی جفت ارز یورو به دلار مدل ترکیبی برای بهینه کردن استراتژی‌های معاملاتی بر اساس شاخص‌های تکنیکال در پیش‌بینی روند بازار و کسب بازده در معاملات مناسب عمل کرده است. [۱۳]. ماسدو و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که الگوریتم ژنتیک بهتر می‌تواند نسبت تحلیل تکنیکال استراتژی‌های سرمایه‌گذاری را تعیین نماید. با استفاده از شاخص ارزیابی سود به ماکزیمم افت سرمایه و سه استراتژی خرید و فروش و بدون معامله، بازدهی را برای سه جفت ارز دلار به یورو و پوند و ین ژاپن با استفاده از الگوریتم ژنتیک و ۱۲ شاخص تکنیکال محاسبه کردند. الگوریتم ژنتیک در مقایسه با تحلیل تکنیکال برای سه بازار دلار به یورو، ین و پوند، بازدهی بالاتری را در دلار به پوند بیشتر از سایر بازارهای بدست آوردند. [۱۸]

۲-۲-۲- داخلی

غفاری و یوسفی، ۱۳۹۰ در پژوهشی با عنوان مدل‌سازی پیش‌بینی نرخ ارز با استفاده از شبکه عصبی نشان دادند یکی از روش‌های مفید برای پیش‌بینی نرخ ارز نسبت به سایر روش‌های موجود از جمله شاخص‌های تکنیکال، استفاده از شبکه عصبی است و توانمندی مناسبی برای پیش‌بینی نرخ ارز دارد. [۷] خطیب سمناوی و همکاران، ۱۳۹۲ با استفاده از ترکیب شبکه عصبی پویا و تجزیه‌ی موجک به یک الگوی بهینه در مقایسه با مدل‌های شبکه عصبی برای پیش‌بینی بازار ارز در اقتصاد ایران رسیدند [۲]. شریف مقدم و همکاران، ۱۳۹۷ در پژوهش خود نشان دادند که تکنیک شبکه عصبی چند لایه برای پیش‌بینی نرخ ارز یوروبه دلار در مقابل سایر روش‌های متداول تحلیل تکنیکال و شبکه عصبی دارای عملکرد مناسبتری می‌باشد. [۴]

روش‌شناسی تحقیق

پیش‌بینی بازار و بهینه سازی قواعد معاملاتی

در این پژوهش، از الگوریتم ژنتیک برای بهینه کردن قواعد معاملاتی انتخابی برای سرمایه‌گذاری به‌منظور کسب حداکثر بازدهی استفاده می‌شود. لذا از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان برای طبقه بندی انواع بازار در حالت‌های صعودی، نزولی و بدون نوسان با استفاده از شاخص‌های تکنیکال فازی در قالب قواعد معاملاتی به‌منظور تعیین جایگاه خرید یا فروش در نظر گرفته شده و با استفاده از الگوریتم ژنتیک، بهترین استراتژی خرید یا فروش را برای بدست آوردن حداکثر بازدهی بدست می‌آوریم.

الگوریتم ماشین بردار پشتیبان (SVM^۲)

ماشین بردار پشتیبان یکی از روش‌های یادگیری با نظارت است که از آن برای طبقه‌بندی و رگرسیون استفاده می‌شود. این الگوریتم نوع خاصی از مدل‌های خطی را می‌یابد که حداکثر حاشیه ابر صفحه را حاصل می‌کنند. حداکثر کردن حاشیه ابر صفحه، به حداکثر شدن تفکیک بین طبقات منجر می‌شود. به نزدیکترین نقاط آموزشی به حداکثر حاشیه ابر صفحه، بردار پشتیبان اطلاق می‌گردد. این بردارها فقط برای مشخص کردن مرز بین طبقات به کار می‌روند [۲۱]

اگر داده‌ها به صورت خطی مجزا از هم باشند، SVM به ماشین‌های خطی برای تولید سطح بهینه‌ای که داده‌ها را بدون خطا و با حداکثر فاصله میان صفحه و نزدیکترین نقاط آموزشی (بردار پشتیبان) تفکیک کند، آموزش می‌دهد. اگر نقاط آموزشی را به صورت $[x_i, y_i]$ و بردار ورودی $x_i \in R^n$ تعریف کنیم و ارزش طبقه y_i را $L = \{-1, 1\}$ و $i = 1, \dots, L$ تعریف کنیم آنگاه در حالتی که داده‌ها به صورت خطی قابل تفکیک‌اند، قواعدی که تصمیم‌گیری باینری را تفکیک می‌کند، به صورت رابطه زیر است:

$$y = \text{sign} \left(\sum y_i a_i (X, X) + b \right)$$

که در آن y خروجی معادله و y_i ارزش طبقه نمونه آموزشی و x_i نشان دهنده ضرب داخلی است.

بردار $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ نشان دهنده یک داده ورودی و بردارهای x_i که

$i = 1, \dots, N$ بردارهای پشتیبان هستند. در رابطه (۱)، پارامترهای a_i و b تعیین کننده ابر صفحه

هستند اگر داده‌ها به صورت خطی قابل تفکیک نباشند رابطه به رابطه ذیل تغییر می‌یابد:

$$y = \text{sign} \left(\sum y_i a_i k(X, X) + b \right) \quad (۱)$$

فرایند یادگیری برای ایجاد توابع تصمیم‌گیری دارای ساختاری دو لایه است. SVM از تئوری

بهینه‌سازی برای طبقه‌بندی استفاده می‌کند؛ تئوری بهینه‌سازی بر اساس تئوری یادگیری آماری، خطای

طبقه‌بندی را به حداقل می‌رساند. به‌طور معمول چهار نوع کرنل وجود دارد که در تحقیقات از آنها

استفاده می‌شود ۱. کرنل خطی؛ ۲. کرنل چندجمله‌ای؛ ۳. کرنل شعاعی؛ ۴. کرنل سیگموئید که در

این پژوهش نیز از تابع کرنل چند جمله‌ای استفاده می‌شود. یکی از نکات بسیار مهم در استفاده

از SVM تعیین پارامترهای ضریب جریمه و ضریب گام است که بر اساس پارامترهای پیش فرض متلب

تعیین شده است.

الگوریتم ژنتیک (GA)

یکی از مشهورترین الگوریتم‌های بهینه‌سازی برای حل مسائل پیچیده با فضای حل وسیع است. این الگوریتم برگرفته از مفاهیم زیستی است. اصلیت‌ترین ویژگی‌های الگوریتم ژنتیک عبارت‌اند از: الگوریتم ژنتیک روی مجموعه جوابهایی از فضای قابل قبول کار می‌کند نه روی یک جواب؛ وسعت جستجوی عملگرهای الگوریتم ژنتیک کمک می‌کند تا به‌طور مؤثری جواب‌های کشف نشده در فضای جستجو شناسایی و آزمایش شوند؛ احتمالی بودن ساختار مسئله با عملگرهای الگوریتم ژنتیک باعث می‌شود یک جواب بهتر کشف و ارائه شود؛ وجود جمعیت‌های مختلف باعث می‌شود که احتمال گیرافتادن الگوریتم در یک نقطه بهینه محلی کاهش یابد؛ گامهای مختلف الگوریتم ژنتیک به‌گونه‌ای است که بعد از اجرای تمام گام‌ها دوباره به نخستین گام برگشته و تا رسیدن به یک جواب مطلوب این عملیات تکرار می‌شود؛ گام اول در الگوریتم ژنتیک، تولید یک سری جواب‌های تصادفی است که جمعیت یا نسل اولیه نام دارد. کیفیت نسل اولیه انتخاب شده، نقش بسیار مهمی در کیفیت جواب نهایی مسئله دارد. الگوریتم ژنتیک از نوع روشهای پوشش‌دهنده است که با استفاده از آن می‌توان به یک جواب بهینه یا به یک جواب نزدیک به جواب بهینه، رسید.

تابع هدف پیشنهادی

تابع هدف مورد نظر برای بهینه‌سازی به‌صورت ماکزیمم کردن سود کلی ROI در کل طول زمان آموزش سیستم معاملاتی است، که برابر با سه سال تعیین شده است. تابع هدف مورد استفاده به‌صورت روابط (۲) قابل محاسبه هستند:

$$\text{تابع هدف} = \frac{ROI}{Avg DD} \quad (۲)$$

$$ROI(X) = (Returns(X) - Investment(X)) / Investment(X)$$

که در رابطه بالا، ROI میزان سود کسب شده و Avg DD میانگین افت سرمایه است.

درحالی‌که $X=(x_1, x_2, \dots, x_n) = RSI, PD-RSI, PD-EMA, STOC, MACD$ شاخص‌های تکنیکال هستند

$$Draw\ Down = (Peak\ Value - Trough\ Value) / Peak\ Value$$

Peak Value سقف قیمتی و Trough Value حداکثر افت قیمت (نقطه شکست) هستند.

استفاده از سیستم معاملاتی بهینه‌شده برای معامله در یک سال آتی:

پس از بهینه‌سازی سیستم معاملاتی پیشنهادی با استفاده از الگوریتم ژنتیک، پارامترهای قابل کنترل

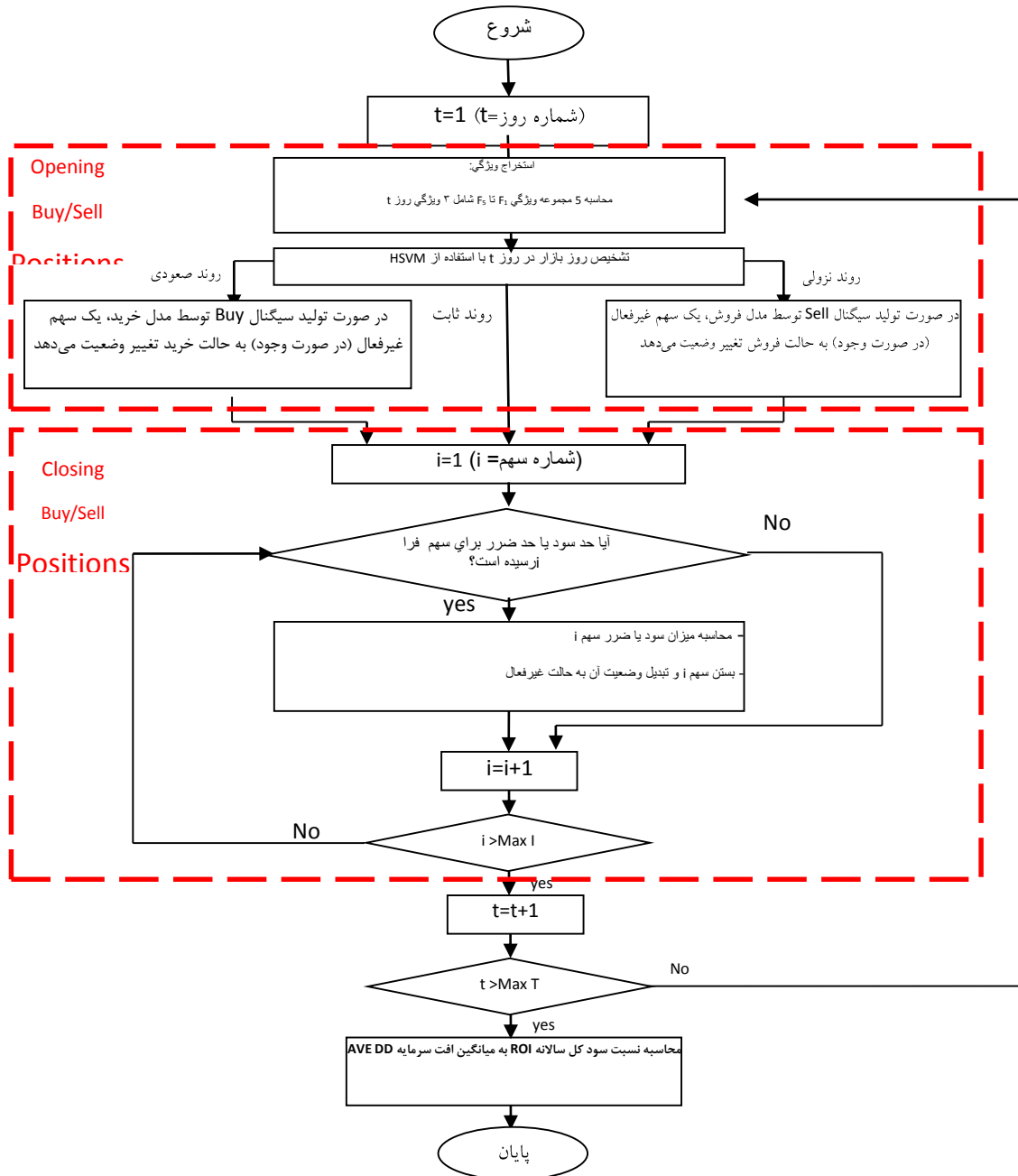
فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

سیستم پیشنهادی شامل قوانین بهینه مدل خرید و فروش (اندیکاتورهای فازی موجود در هر قانون)، ضرایب وزنی هر قانون خرید و فروش، و آستانه تولید سیگنال مدل خرید و فروش به صورت بهینه تعیین می شوند. پس از آن، سیستم معاملاتی بهینه شده برای معاملات در یک سال آتی (پس از سه سال آموزش) مورد استفاده قرار می گیرد.

فلوچارت سیستم معاملاتی پیشنهادی

تصمیم گیری برای معاملات به صورت روزانه و بر اساس قیمت پایانی هر روز انجام می شود. در هر روز، دو مرحله کلی انجام می شود: مرحله باز کردن معاملات خرید و فروش، و مرحله بستن معاملات فعال. همان طور که در بالا ذکر شد، کل موجودی معامله گر در روش پیشنهادی به تعدادی سهم (MaxI) تقسیم می شود، که مقدار آن برابر با $MaxI=20$ تعیین شده است. در ابتدای شبیه سازی (روز اول)، وضعیت تمام سهم ها به صورت آزاد (بسته) در نظر گرفته می شود. در فرآیند شبیه سازی در هر روز، ابتدا روند بازار با استفاده از روش ترکیبی ماشین بردار پشتیبان HSVM به یکی از سه حالت نزولی، ثابت، یا صعودی طبقه بندی می شود. در صورت تشخیص روند صعودی (یا نزولی)، مدل خرید (یا فروش) مبتنی بر شاخص های تکنیکال بررسی می شود، و در صورت تولید سیگنال خرید (یا فروش)، نسبت به خرید یا فروش یک واحد سهم نسبت ارزی (در صورت وجود سهم آزاد) اقدام می شود. همچنین در هر روز، میزان سود یا ضرر تمام سهم های فعال (خرید یا فروش) که در روزهای قبل فعال شده اند، ارزیابی می شود. در صورتی که یک سهم فعال به حد سود یا ضرر رسیده باشد، آن سهم بسته شده، و برای خریدها یا فروش های بعدی آزاد می گردد. دو مرحله باز کردن و بستن به صورت روزانه و پی در پی انجام می شود تا زمانی که به روز آخر شبیه سازی برسیم (MaxT). فلوچارت سیستم معاملاتی پیشنهادی در شکل ۱ قابل مشاهده است.

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال.../صادقی، دانشور و معدنچی زاج



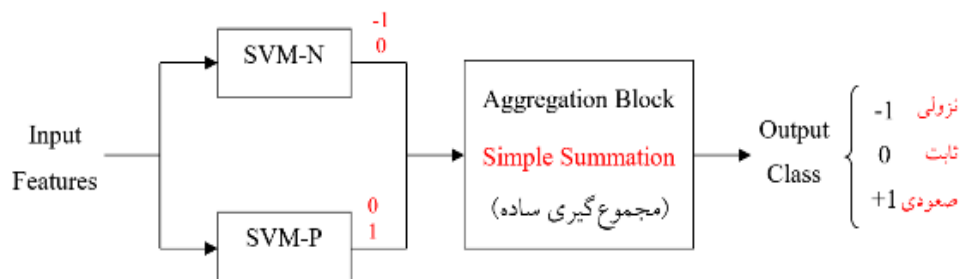
شکل ۱: فلوچارت کلی سیستم معاملاتی پیشنهادی

تشخیص روند بازار با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان

برای بهبود دقت معاملات خرید و فروش در روش پیشنهادی، ابتدا روند بازار با استفاده از یک روش ترکیبی مبتنی بر ماشین‌های بردار پشتیبان تشخیص داده می‌شود. برای جمع‌آوری پایگاه داده برای تشخیص روند بازار، مجموعه داده کلی به دو دسته آموزش و تست تقسیم می‌شود. برای نسبت ارزی یورو به دلار، داده‌های مربوط به سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۴ بعنوان مجموعه داده آموزش، و سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۹ بعنوان مجموعه داده تست در نظر گرفته شده‌اند. داده‌ها به صورت روزانه از سایت Investing.com [۱۰] استخراج شده است. برای استخراج ویژگی داده مربوط به هر روز (هر نمونه داده) تعداد ۳۰ ویژگی شامل ۵ ویژگی F1 (اندیکاتورهای تکنیکال)، ۱۵ ویژگی F2 (سری زمانی قیمت پایانی ۱۵ روز گذشته)، ۵ ویژگی F3 (میانگین‌های سه روزه سری زمانی)، ۳ ویژگی F4 (میانگین‌های پنج روزه سری زمانی)، و ۲ ویژگی F5 (میانگین و انحراف معیار سری زمانی) محاسبه می‌شوند. برای تعیین خروجی هر نمونه، روند بازار (نزولی، ثابت، یا صعودی) بعنوان برچسب خروجی مطلوب در نظر گرفته می‌شود. بنابراین برای تشخیص روند بازار با یک مسئله طبقه‌بندی سه کلاسه سروکار داریم. در این تحقیق از ماشین بردار پشتیبان برای طبقه‌بندی استفاده شده است. از آنجایی که ماشین بردار پشتیبان یک طبقه‌بند دوطبقه است، برای بکارگیری آن برای مسئله سه کلاسه موجود از یک روش تعمیم‌یافته ترکیبی به نام HSVM ۳ متشکل از دو ماشین بردار پشتیبان برای تشخیص روند صعودی یا نزولی و یک بلوک تصمیم‌گیری استفاده شده است. همان‌طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود، طبقه‌بند HSVM پیشنهادی شامل دو طبقه‌بند SVM-P و SVM-N به ترتیب برای تشخیص روند صعودی و نزولی بازار استفاده می‌شود. به‌طور مشخص، طبقه‌بند SVM-P برای تشخیص روند صعودی از غیرصعودی (ثابت یا نزولی) بکار می‌رود، بگونه‌ای که خروجی روند صعودی برابر با ۱ و خروجی روند غیرصعودی برابر با ۰ در نظر گرفته می‌شود. به‌طور مشابه، طبقه‌بند SVM-N برای تشخیص روند نزولی با برچسب خروجی ۱- از غیرنزولی (ثابت یا صعودی) با برچسب ۰ استفاده می‌شود. باتوجه به دوکلاسه بودن دو طبقه‌بند SVM-P و SVM-N، ۴ حالت مختلف پدید می‌آید. بنابراین، برای تعیین خروجی نهایی سیستم در بلوک تجمیع ۴، کافی است از روش جمع ساده استفاده شود. اگر خروجی طبقه‌بند SVM-P برابر با ۱ و خروجی طبقه‌بند SVM-N برابر با ۰ باشد، طبقه‌بند اول نظر به صعودی بودن روند بازار دارد، و طبقه‌بند دوم نیز نظر بر غیرنزولی بودن روند بازار دارد. بنابراین خروجی نهایی بلوک تجمیع مبتنی بر جمع ساده، برابر با ۱ (روند صعودی) خواهد شد، که با نظر هر دو طبقه‌بند مطابقت دارد. به‌طور مشابه اگر خروجی طبقه‌بند SVM-P برابر با ۰ و خروجی طبقه‌بند SVM-N برابر با ۱-

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال .../صادقی، دانشور و معدنچی‌زاج

باشد، طبقه‌بند اول نظر به غیرصعودی بودن و طبقه‌بند دوم نظر بر نزولی بودن روند بازار دارد. بنابراین خروجی نهایی بلوک تجمیع برابر با ۱- (روند نزولی) خواهد شد، که باز هم با نظر هر دو طبقه‌بند مطابقت دارد. در صورتی که خروجی هر دو طبقه‌بند SVM-P و SVM-N برابر با ۰ باشد، بدین معناست که روند بازار ثابت است، زیرا نظر مشترک دو طبقه‌بند بر این است که روند بازار هم غیرصعودی است و هم غیرنزولی. در هر سه مورد ذکر شده، نظر هر دو طبقه‌بند در یک جهت است. تنها حالتی که می‌تواند باعث تناقض بین دو طبقه‌بند شود این است که نظر طبقه‌بند SVM-P بر صعودی بودن بازار (خروجی ۱) و نظر طبقه‌بند SVM-N بر نزولی بودن بازار (خروجی ۱-) باشد. در چنین حالتی، بدلیل عدم تطبیق بین نتایج دو طبقه‌بند، احتمال خطای بیشتری وجود دارد. بنابراین مناسب است تا در چنین وضعیتی نه سیگنال خرید تولید شود و نه سیگنال فروش. در چنین حالتی، خروجی نهایی طبقه‌بند ترکیبی HSVM مبتنی بر جمع نتایج دو طبقه‌بند SVM-P و SVM-N برابر با ۰ خواهد بود



شکل ۲: ساختار طبقه‌بند ماشین‌بردار پشتیبان سه کلاسه پیشنهادی (HSVM).

معیارهای ارزیابی

معیارهای ارزیابی تشخیص روند بازار

با توجه به اینکه فقط ارزیابی‌های صحیح از خروجی مدل برای تشخیص روند بازار مهم هستند؛ نیاز است تا کیفیت یک طبقه را با استفاده از معیارهای Precision, Recall و Accuracy ارزیابی نماییم. قبل از تشریح معیارها ضروری است تا توضیحی در خصوص مفاهیم مثبت‌های درست^۵، مثبت‌های نادرست^۶، منفی‌های درست^۷، منفی‌های نادرست^۸ داده شود.

مثبت‌های درست تعداد مواردی که در یک کلاس به درستی تشخیص داده شده‌اند، اما مثبت‌های نادرست تعداد مواردی است که در یک کلاس به درستی تشخیص داده شده‌اند که در واقع به این کلاس نعلق ندارند. منفی‌های درست تعداد مواردی را نشان می‌دهد که به درستی به کلاس مورد نظر نعلق

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / شماره چهل و پنجم / زمستان ۱۳۹۹

ندارند و منفی‌های نادرست در واقع تعداد موارد نادرستی هستند که تشخیص داده شده و واقعاً به کلاس مربوطه تعلق ندارند. Precision، معیاری برای اندازه‌گیری دقت نتایج است. به عبارت دیگر، کسری از موارد انتخاب شده صحیح است که عبارت است از مثبت‌های درست به جمع مثبت‌های درست و مثبت‌های نادرست. همانطور که در جدول ۳ نشان داده شده است. Recall نیز معیاری برای اندازه‌گیری دقت است که به صورت خاص عبارت است از کسری از نتایج واقعاً درست که ارایه شده است. به عبارت دیگر معیاری است برای اندازه‌گیری تعداد موارد صحیحی است که درست انتخاب می‌شوند و به صورت کسری از تعداد موارد درست صحیح به جمع درست صحیح به علاوه منفی نادرست تعریف می‌شود. Accuracy، معیاری معادل تعداد مواردی که صحیح (مقادیر واقعی) هستند به جمع کل موارد

جدول ۳: تعریف معیارها

معیار	تعریف معیار
Precision	$\frac{\text{مثبت درست}}{\text{مثبت نادرست} + \text{مثبت درست}}$
Recall	$\frac{\text{مثبت درست}}{\text{منفی نادرست} + \text{مثبت درست}}$
Accuracy	$\frac{\text{مقادیر درست}}{\text{ابعاد نمونه}}$

تنظیمات اولیه الگوریتم پیشنهادی

الگوریتم ترکیبی ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم ژنتیک در نرم افزار متلب برنامه‌نویسی شده و اجرا می‌شود. لذا برای این منظور، تنظیم پارامترهای آزاد سیستم معاملاتی پیشنهادی در جدول ۴ آورده شده است.

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال .../صادقی، دانشور و معدنچی‌زاج

جدول ۴: تنظیم پارامترهای سیستم معاملاتی پیشنهادی

پارامتر	توضیحات	مقادیر
PopSize	Population of GA	۱۰۰
MaxIter	Maximum iteration of GA	۵۰
Pc	Crossover Probability	۶۰٪
Pm	Mutation Probability	۴۰٪
PC – Euro/USD	Profit Cashing in Euro/USD Trading	۲٪
LC – Euro/USD	Loss Cutting in Euro/USD Trading	۱,۵٪
Leverage	Leverage of Trading System	۱۰
N	Number of Rules in Buy & Sell Models	۵
L	Number of Base Learners in HSVM	۱۰۰

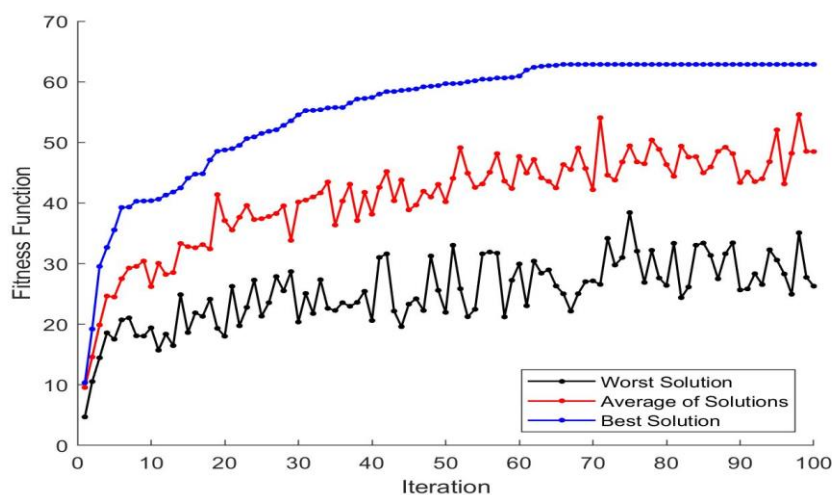
یافته‌های پژوهش

نتایج طبقه‌بندی روند بازار با استفاده از روش ترکیبی ماشین بردار پشتیبان براساس اجرای مدل برای پیش‌بینی روند بازار از طریق روش ماشین‌های بردار پشتیبان ترکیبی برای هریک از روندهای "۱-" و "۰" و "۱" که به ترتیب معادل نزولی، بدون نوسان و صعودی هستند نتایج ذیل بدست آمده است که میانگین دقت پیش‌بینی معادل ۸۰,۷ درصد می‌باشد.

جدول ۵: خروجی دقت پیش‌بینی روند بازار

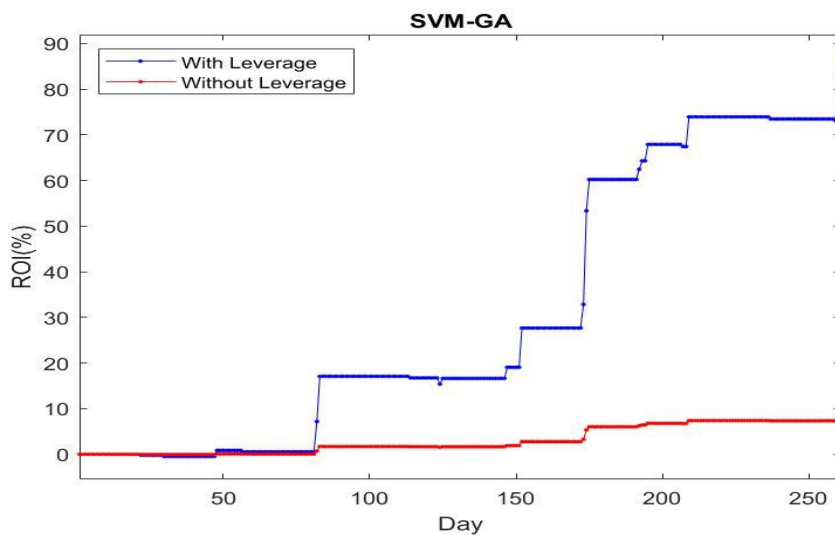
پارامترها	Precision	Recall	Accuracy
میانگین مقدار هر طبقه	[۸۰,۱۱ ۸۱,۰۴ ۷۵,۰۷]	[۸۲,۳۸ ۷۵,۵۵ ۸۳,۱۱]	۷۹,۲۱
میانگین مقادیر	۷۸,۷۴	۸۰,۳۵	۸۰,۷
انحراف معیار	۰,۸۷	۱,۳۴	۰,۹۵

بر اساس داده‌های آموزش برای سال‌های ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸ نتایج بدست آمده برای تابع تناسب بشرح شکل ۳ می‌باشد.



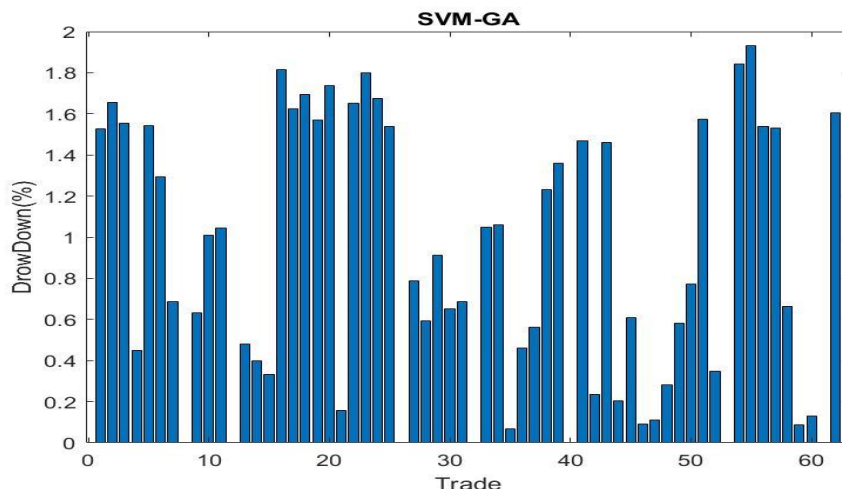
شکل ۳: نتیجه مدل سازی بر اساس داده های آموزش برای دوره زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۱۸

نتایج بهینه سازی بر اساس الگوریتم ژنتیک برای ۲۰۱۹، بازدهی بدست آمده معادل ۸۶ درصد بوده است که بر اساس میانگین افت سرمایه ۰,۸ درصدی مقدار تابع هدف ۹۹,۱۴ درصد می باشد مقادیر خروجی در جدول ۷ نمایش داده شده است.



شکل ۴: بازدهی الگوریتم ترکیبی HSVM-GA

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال .../صادقی، دانشور و معدنچی‌زاج



شکل ۵: میزان افت سرمایه و تعداد روزهای معاملات انجام شده

همانطور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود برای ۳۳۰ روز معاملاتی و در مجموع ۷۰ معامله انجام شده خرید و فروش، بعد از انجام پیش‌بینی بازار براساس الگوی ترکیبی ماشین بردار پشتیبان در مقایسه با استراتژی‌های خرید- نگهداری و فروش- نگهداری روش بهینه سازی الگوریتم ژنتیک، بازدهی بالاتری را بدست آورده است

جدول ۶: مقایسه نتایج سیستم‌های معاملاتی مختلف برای نسبت ارزی یورو به دلار در سال ۲۰۱۹

پارامتر	ROI %	AvgDD %	تعداد معاملات خرید	تعداد معاملات فروش
Buy&Hold	-۲,۲۰۸	N/A	۱	۰
Sell&Hold	۲,۲۵۸	N/A	۰	۱
SVM-GA	۸۶,۹۴	۰,۸۷۶۹	۱۷	۵۳

نتیجه‌گیری

پیش‌بینی نرخ ارز یکی از دغدغه‌های اغلب سرمایه‌گذاران، مدیران بانکی برای سرمایه‌گذاری و پرداخت بدهی می‌باشد. پوشش نوسانات نرخ ارزها، در بازار ارز خارجی، تصمیم‌گیری به‌موقع و تعیین موقعیت مناسب در خرید یا فروش می‌تواند بنگاه‌ها و شرکت‌ها را از زیان احتمالی دور نماید. از آنجا که بازار فارکس دارای روندهای مختلفی از جمله صعودی یا نزولی و بدون نوسان می‌باشد، راه‌حل‌های مختلفی برای تعیین استراتژی‌های معاملاتی وجود خواهد داشت. از آنجا که یکی روش‌های تشخیص روند بازار و تصمیم برای خرید یا فروش ارزها استفاده شاخص‌های تکنیکال می‌باشد، اما بررسی‌ها نشان

داده شاخص‌های تحلیل تکنیکال به تنهایی توانمندی لازم برای کسب حداکثر بازدهی را ندارند [۱۸]. با توجه به محدودیت‌های روش تکنیکال و با عنایت به تحقیقات انجام شده بر اساس روش‌های مختلفی برای پیش‌بینی نرخ ارز در داخل و خارج، یکی از مدل‌های متداول در پیش‌بینی نرخ ارز استفاده از انواع الگوریتم ژنتیک می‌باشد. اما نکته قابل توجه در همه این تحقیقات ارائه مدلی است که بتواند حداکثر بازدهی و حداقل ریسک (افت سرمایه) در تعیین استراتژی‌های معاملاتی را داشته باشد. در این تحقیق که نسبت به سایر پژوهش‌ها متمایز است، این است که سعی شده تا با استفاده از ترکیب الگوریتم‌های هوش مصنوعی و فراابتکاری بتوان نسبت به کسب بهینه‌ترین استراتژی معاملاتی برای کسب حداکثر بازده با حداقل ریسک در بازار ارز خارجی اقدام نمود. به عبارت دیگر از آنجا که روش‌های ترکیبی می‌تواند دقت بیشتری نسبت به روش غیر ترکیبی داشته باشد. لذا در این تحقیق برای تشخیص روند بازار از الگوریتم طبقه‌بندی کننده ماشین بردار پشتیبان ترکیبی استفاده شده و بر اساس تعریف قواعد معاملاتی مبتنی بر ۵ شاخص تکنیکال و بهینه نمودن آن‌ها بر اساس ویژگی‌های تعریف شده با الگوریتم ژنتیک، بیشترین بازدهی با حداقل ریسک (افت سرمایه) در مقایسه با استراتژی خرید-نگهداری و فروش-نگهداری بیشترین بازدهی برای سال ۲۰۱۹ بدست آمده است. برای تحقیقات آتی می‌توان از روش‌های بهینه سازی چندهدفه هوشمند مانند MOPSO و NSGA و ... یا عملکرد الگوریتم روی سایر جفت ارزها یا استفاده از سایر روش‌های طبقه بندی مانند شبکه‌های عصبی و مقایسه با روش پیشنهادی استفاده نمود

توسعه یک روش هوشمند مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال .../صادقی، دانشور و معدنچی زاج

منابع

- ۱) درگاهی حسین، انصاری رضا، بهبود مدل‌سازی شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی نرخ ارز با بکارگیری شاخص‌های تلاطم، تحقیقات اقتصادی، ۱۳۸۴، تابستان، شماره ۶۹، صفحات ۱۸۱-۲۱۶
- ۲) سمنانی خطیب، هادی نژاد، خشوعی رکسانا، مقایسه قدرت شبکه عصبی مصنوعی و شبکه عصبی پویا در پیش‌بینی نرخ ارز: کاربردی از تبدیل موجک، فصل‌نامه آینده پژوهی مدیریت، ۱۳۹۳، شماره ۱۰۰، صفحه ۳۵-۴۹
- ۳) سینایی حسن‌علی، مرتضوی سعیدالله، تیموری اصل یاسر، پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی، بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۳۸۴، شماره ۴۱، صفحه ۸۳-۵۹
- ۴) شریف مقدم، شفق، هاشمی، سید ذبیح‌اله، پیش‌بینی نرخ ارز یورو به دلار با تکنیک شبکه عصبی مصنوعی، فصل‌نامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۳۹۷، زمستان، شماره سی و هفتم، صفحات ۴۱۳-۳۹۹
- ۵) حاجی غیاثی فر محمد حسین، نیکومرام هاشم، آسیب‌شناسی مکانیزم انجام معاملات در بازار ارز جهانی و ارائه مدل پیشنهادی بازار متشکل ارزی مبتنی بر واقعیت اقتصاد، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۳۹۸، تابستان، شماره سی و نهم، صفحات ۱۳۵-۱۶۹
- ۶) طیبی، سید کمیل، معینی، شهرام، زمانی، زهرا، مدل‌سازی اجتناب ناپذیری زیان اکثر معامله‌گران در بازار فارکس با استفاده از فرآیند تصادفی، تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۱۳۹۲، بهار، شماره ۱۱، صفحات ۱۰۰-۱۲۱
- ۷) غفاری، مهدی و یوسفی، راحله، مدل‌سازی پیش‌بینی قیمت ارز با استفاده از شبکه‌های عصبی، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۳۹۰، شماره هشتم، پاییز، صفحات ۱۱۹-۹۹
- ۸) مورفی، جان، تحلیل تکنیکال در بازار سرمایه، چاپ پانزدهم، تهران، نشر چالش، ۱۳۹۸
- ۹) مهدی پور، علیرضا، الگوها و نمودارهای اسرارآمیز در بازارهای مالی، چاپ اول، تهران، نشر آراد، ۱۳۹۸
- 10) Available data on <https://www.investing.com>
- 11) Achchab, Said, Bencharef Omar (B), and Ouaraab Aziz , A Combination of Regression, Techniques and Cuckoo Search Algorithm for FOREX Speculation, Springer International Publishing AG 2017 ,Advances in Intelligent Systems and Computing .p.225-237
- 12) Bank for International Settlements(BIS),Foreign exchange turnover in April 2019, Issue: 16.Sep.2019
- 13) Bernardo J. de A., Rui Ferreira N., Nuno Horta, Combining Support Vector Machine with Genetic Algorithms to optimize investments in Forex markets with high leverage, Applied Soft Computing ,2018,64, pp. 596-613

- 14) Brito ,R.F.B. de, Oliveira, A.L.I., Comparative study of forex trading systems built with SVR+GHSOM and genetic algorithms optimization of technical indicators, in: Proceedings of the 2012 24th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence, IEEE, 2012, pp. 351–358.
- 15) Galeshchuk s, Mukherjee s,FOREX Trading Strategy Optimization,14th International Conference Computing and Artificial Intelligence,2018, pp 69-76
- 16) Hirabayashi,. Aranha C,. Iba H, Optimization of the trading rule in foreign exchange using genetic algorithm, in: Proceedings of the 11th Annual Conference on Genetic and Evolutionary Computation (GECCO '09), Montreal, Canada, New York USA : ACM, 2009, pp. 1529–1536.
- 17) Kamruzzaman j,sarker r,ahmad e,SVM based models for predicting foreign currency exchange rates, Third IEEE International Conference,2003
- 18) Macedo, Lobato ,Luís, Godinho, Pedro ·Alves, Maria João, A Comparative Study of Technical Trading Strategies Using a Genetic Algorithm, Springer Science+Business,2016,
- 19) Lam Thu. B., Van Truong Vua,□, Thi Thu Huong Dinh, A novel evolutionary multi-objective ensemble learning approach for forecasting currency exchange rates, Data & Knowledge Engineering,2017
- 20) Sermpinis G., Stasinakis, C Theofilatos K., Karathanasopoulos A., Modeling, forecasting and trading the EUR exchange rates with hybrid rolling genetic algorithms – support vector regression forecast combinations, Eur. J. 2015, 247 (3) , pp.831–846.
- 21) Shin, K.S., Lee, T.S., Kim, H.J. An application of support vector machines in bankruptcy prediction model.,Expert Systems with Applications,2005,28(1),127-135.

یادداشت‌ها :

-
- 1 Oscillators
 - 2 Support Vector Machine
 - 3 Hybrid Support Vector Machine (HSVM)
 - 4 Aggregation Block
 - 5 The True Positive
 - 6The False Positive
 - 7 The True Negative
 - 8 The False Negative