

شناسایی و ارزیابی قواعد معاملات تکنیکی سودآور در بازار رمزارز با استفاده از روش ترکیبی کیفی-کمی

میلاذ عباسی

کارشناس ارشد سیستم‌های مالی، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه میبد، میبد، ایران. رایانامه: stu.abasi@meybod.ac.ir

سمیه السادات موسوی*

*نویسنده مسئول، استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه میبد، میبد، ایران. رایانامه: mousavi@meybod.ac.ir

عباسعلی جعفری ندوشن

استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه میبد، میبد، ایران. رایانامه: a.jafari@meybod.ac.ir

چکیده

هدف: هدف این پژوهش انتخاب بهترین شاخص‌های تکنیکال از منظر خبرگان بازار ارزهای دیجیتال، بهینه‌سازی عملکرد این شاخص‌ها توسط الگوریتم‌های بهینه‌سازی و در نهایت مقایسه عملکرد قواعد معاملاتی منتخب با یکدیگر و با استراتژی خرید و نگهداری است.

روش: در این پژوهش با استفاده از روش ترکیبی کیفی-کمی قواعد معاملات تکنیکال برای دو رمزارز بیت‌کوین و اتریوم استخراج و بهینه‌سازی می‌شود و کارایی قواعد مستخرج با استراتژی خرید و نگهداری مورد مقایسه قرار می‌گیرد. در بخش کیفی، با تکنیک تاپسیس فازی و بر اساس نظرات خبرگان بازار ارز دیجیتال به انتخاب و رتبه‌بندی مهم‌ترین شاخص‌های تکنیکال پرداخته می‌شود. در بخش کمی پیاده‌سازی قواعد معاملاتی مبتنی بر شاخص‌های منتخب برای بازه زمانی معین و بهینه‌سازی عملکرد این قواعد با الگوریتم فراابتکاری ازدحام ذرات انجام می‌شود. در نهایت عملکرد شاخص‌ها در استراتژی‌های منتخب خبرگان و بهینه‌سازی شده با الگوریتم، به صورت متمایز و ترکیبی مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرد.

یافته‌ها: در بخش کیفی چهار شاخص میانگین متحرک نمایی، قدرت نسبی، ایچیموکو و میانگین متحرک همگرایی و اگرایی به عنوان شاخص‌های برتر انتخاب شدند. بر اساس نتایج بخش کمی، بازده استراتژی‌های معاملاتی خبره‌محور مثبت و عملکرد اکثر آن‌ها نسبت به استراتژی خرید و نگهداری بهتر است. همچنین استراتژی‌های بهینه‌سازی شده با الگوریتم به مراتب عملکرد بهتری نسبت به دو استراتژی خبره‌محور و خرید و نگهداری دارند.

نتیجه‌گیری: استراتژی تکنیکال مناسب در معاملات با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌تواند میزان سودآوری معاملات رمزارز را به مقدار قابل توجهی افزایش دهد. همچنین استراتژی حاصل از ترکیب چند شاخص تکنیکال، نسبت به یک شاخص عملکرد بهتری دارد.

واژه‌های کلیدی: الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، تاپسیس فازی، رمزارز، روش ترکیبی کیفی-کمی، قواعد معاملات تکنیکی.

در دنیای اقتصاد امروز، بازارهای مالی نقش بسیار تعیین کننده‌ای در جذب سرمایه دارند. یکی از کارکردهای اصلی یک بازار مالی ایده‌آل، تسهیل و تسریع فرایند تبدیل دارایی‌های مالی به نقد و برعکس آن، تبدیل وجه نقد به دارایی مالی است (مرادی و همکاران، ۱۴۰۱). در این گونه بازارها موفقیت سرمایه‌گذار به کیفیت اطلاعات و سرعت تصمیم‌گیری وی بستگی دارد، بنابراین پیش‌بینی این بازارها بسیار مهم است (محبی و همکاران، ۱۴۰۱). از جدیدترین بازارهای مالی می‌توان به بازار اوراق قرضه، بازارهای پولی، بازارهای مشتقات و همچنین بازار فارکس اشاره کرد. در سال ۲۰۰۸ با پیدایش مقاله‌ای با عنوان بیت‌کوین یک سیستم پولی الکترونیکی هم‌تا به هم‌تا از سمت شخصی با نام ساتوشی ناکاموتو^۱ تحولی شگرف در دنیای بازارهای مالی پدید آمد. بدین ترتیب بازار رمزارزها به عنوان محلی مناسب برای سرمایه‌گذاری برای مردم سراسر جهان معرفی و آغاز به کار کرد.

رمزارز نوعی پول مجازی و رمزنگاری شده است که تراکنش‌های آن به صورت غیرمتمرکز و بدون هیچ‌گونه واسطه انجام می‌شود (رستا^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). نخستین و معروف‌ترین رمزارز یعنی بیت‌کوین با هدف مخفی نگه داشتن هویت کاربران برای اولین بار در ژانویه سال ۲۰۰۹ ایجاد شد (جکسون^۳، ۲۰۱۸). بیت‌کوین نوعی از سیستم پرداخت نوین را به کاربران معرفی کرد به گونه‌ای که با استفاده از شبکه پرداخت نقطه به نقطه تمرکز زدایی شده و بدون هیچ‌گونه اختیار مرکزی مبادلات پولی انجام می‌شود (لی^۴ و همکاران، ۲۰۱۸). در خصوص مزایای معامله در بازار رمزارز به طور مختصر می‌توان به امنیت بالا، نقدشوندگی بالا، حذف واسطه‌ها، نرخ کارمزد پایین و استفاده از شبکه بلاک‌چین اشاره کرد. با توجه به اینکه به دست آوردن این رمزارزها به راحتی امکان پذیر نیست و عرضه آن محدود است، این ارزها کمیاب و ارزشمند خواهند بود. همچنین تایید صحت آن به راحتی با استفاده از عملیات رمزنگاری صورت می‌پذیرد، بنابراین امکان تقلب در آن اندک است و به طور کلی ارزهای دیجیتال پول امن محسوب می‌شوند (کوربت^۵ و همکاران، ۲۰۱۹).

در حال حاضر بیت‌کوین با مبادلات دنیای واقعی تطابق و سازگاری بیشتری پیدا کرده است به گونه‌ای که کسب و کارهای زیادی با رسمیت شناختن این نوع از پول اقدام به معامله می‌کنند و در کشورهای زیادی از جمله آمریکا، کانادا، استرالیا و کشورهای حوزه یورو بسیاری از مبادلات با این پول انجام می‌شود (گریمن^۶ و همکاران، ۲۰۲۰) و بعضی از معاملات مهم، مثل خرید خانه یا ماشین نیز با بیت‌کوین و سایر رمزارزها انجام می‌شود (کیم^۷، ۲۰۲۱). بازار رمزارزها می‌تواند محلی مناسب برای سرمایه‌گذاری و کسب سود بیشتر باشد. از طرفی سرمایه‌گذاری در هر بازاری نیازمند دانش لازم و اطلاعات کافی در آن حوزه می‌باشد و در تصمیمات سرمایه‌گذاری، نیاز به شاخص‌ها و قواعدی است که در جهت استخراج و کسب سود بیشتر بتوان از آن بهره برد (آلمودهاف^۸، ۲۰۱۸). در بازار ارزهای دیجیتال نیز ابزار و روش‌های مختلفی برای پیش‌بینی قیمت بیت‌کوین و روند بازار وجود دارد. یکی از این ابزارها، استفاده از تحلیل تکنیکال می‌باشد. تحلیل تکنیکال دارای محدوده وسیعی از روش‌ها و الگوهای مختلف است که مهم‌ترین آن‌ها شاخص‌های تکنیکال می‌باشد. با استفاده از شاخص‌های تکنیکال می‌توان پیش‌بینی دقیق‌تری از قیمت‌ها و روند حرکت بازار داشت. در این پژوهش با استفاده از روش ترکیبی کیفی-کمی کارایی تحلیل تکنیکال در معاملات رمزارز مورد بررسی و بهبود قرار می‌گیرد.

-
1. Satoshi Nakamoto
 2. Resta et al
 3. Jackson
 4. Lee et al
 5. Corbet et al
 6. Gerritsen et al
 7. Kim
 8. Almodhaf

با بررسی پژوهش‌های صورت گرفته در بازار رمز ارز، مطالعه‌ای که به استخراج قواعد معاملات تکنیکال با استفاده از روش ترکیبی کیفی - کمی پرداخته باشد، یافت نشد. بنابراین در پژوهش حاضر این موضوع مورد بررسی قرار گرفته و در دو بخش انجام شده است. در بخش اول که شامل بررسی کیفی است، انتخاب و رتبه‌بندی مهم‌ترین شاخص‌های تکنیکال در بازار رمز ارز با روش پرسشنامه و استفاده از نظرات خبرگان بازار صورت می‌گیرد. در بخش دوم و بررسی کمی، با پیاده‌سازی شاخص‌های منتخب در بازه زمانی معین و بهینه‌سازی عملکرد شاخص‌ها، به ارزیابی و مقایسه عملکرد شاخص‌ها به صورت متمایز و ترکیبی پرداخته می‌شود و میزان سودآوری شاخص‌های تکنیکال منتخب با استراتژی خرید و نگهداری برای دو رمز ارز بیت‌کوین و اتریوم مورد مقایسه و بررسی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از این پژوهش برای سرمایه‌گذاران بازارهای رمز ارز مفید بوده و می‌تواند کمک شایانی در جهت افزایش آگاهی و کسب سود بیشتر در این بازار باشد. در ادامه مقاله به تشریح مبانی نظری و پیشینه پژوهش پرداخته خواهد شد. سپس روش تحقیق و اطلاعات مورد استفاده در این مقاله توصیف می‌شود و یافته‌های حاصل از پیاده‌سازی استراتژی‌ها در بازار دو رمز ارز گزارش می‌شوند. در نهایت نتیجه‌گیری و تحلیل نتایج انجام خواهد شد.

پیشینه نظری پژوهش

سرمایه‌گذاران با هدف پیش‌بینی قیمت در بازارهای مالی، از روش‌های متنوعی از جمله تحلیل تکنیکی، بنیادی و مالی-رفتاری استفاده می‌کنند (حیدری و امیری، ۱۴۰۱). تحلیل تکنیکال برای اولین بار توسط چارلز داو^۱ در اواخر دهه ۱۸۰۰ میلادی در نظریه ای با عنوان نظریه داومطرح شد. این نظریه در ادامه توسط محققینی از جمله: ویلیام پی همیلتون^۲، رابرت رئا^۳، ادسون گولد^۴ و جان مگی^۵ شکل کامل‌تری به خود گرفت، به گونه‌ای که تحلیل تکنیکال امروزه شامل صدها الگو و ابزار تحلیلی است که طی سال‌ها توسعه یافته‌اند. تحلیل تکنیکال با توجه به قیمت گذشته سهم و حجم معاملات به منظور تعیین حرکت قیمت آینده، پیش‌بینی روند آتی و درک شرایط معامله به جستجوی الگوها و روندها می‌پردازد (افشاری‌راد، علوی و سینایی، ۱۳۹۷). از نظر تحلیل تکنیکال قیمت یک دارایی نشان‌دهنده دانش کل فعالان حاضر در بازار و دیدگاه‌ها، اقدامات و تحلیل آن‌هاست؛ بنابراین در تلاش است با استفاده از داده‌های تاریخی قیمت و شاخص‌های معاملاتی به پیش‌بینی آینده بازار بپردازد. تحلیل تکنیکال بر پایه سه اصل استوار است؛ همه چیز در قیمت لحاظ شده است، قیمت‌ها دوست دارند به جای اینکه تغییر جهت بدهند روند فعلی خود را حفظ کنند و اصل سوم بر این مبناست که تاریخ تکرار می‌شود (سیف و همکاران، ۱۴۰۰).

صدها ابزار و الگو برای پشتیبانی از تحلیل تکنیکال وجود دارد. علاوه بر آن انواع مختلفی از سیستم‌های معاملاتی برای کمک به پیش‌بینی و معامله در زمان تغییرات قیمت موجود است. برخی از شاخص‌ها در درجه اول بر شناسایی روند فعلی بازار متمرکز هستند. گروهی دیگر بر روی قدرت یک روند و احتمال ادامه آن روند متمرکز هستند. انواع گسترده‌ای از ابزارها شامل: روند قیمت، الگوهای تشکیل شده در نمودار، شاخص‌های حجم معاملات و مومنتوم، اسیلاتورها، میانگین متحرک و سایر شاخص‌ها برای بررسی توسط تحلیل‌گران وجود دارد. اندیکاتورها با استفاده از یک سری روابط ریاضی مشخص بر روی قیمت ارز، سهم و یا حجم معاملات و یا ترکیبی از هر دو به پیش‌بینی، هشدار و تایید تحلیل می‌پردازند. تحلیل‌گران با استفاده از اندیکاتورها می‌توانند سرعت و دقت تحلیل‌های خود را افزایش دهند. اطلاعات ورودی اندیکاتورها از داده‌های قیمت، حجم معاملات و تغییرات قیمت در روزهای گذشته تشکیل می‌شود. از جهات مختلفی می‌توان به دسته‌بندی اندیکاتورها پرداخت، به طور معمول به لحاظ اهمیت همراهی با قیمت، اندیکاتورها در دو دسته کلی پیش‌رو (هدایت‌گر) و پس‌رو (تحکیم‌کننده) جای می‌گیرند. اندیکاتورهای پیش‌رو

1. Charles Dow
2. William P. Hamilton
3. Robert Rhea
4. Edson Gould
5. John Magee

قبل از وقوع تغییرات در بازار سیگنال می‌دهند، در حالی که اندیکاتورهای پسر و پس از شروع شکل‌گیری روند سیگنال خود را می‌دهند. نقطه ضعف اندیکاتورهای پیش‌رو را می‌توان ارائه سیگنال‌های کاذب زیاد دانست، در صورتی که نقطه ضعف اندیکاتورهای پسر و دیر وارد شدن به معاملات بازار مالی می‌باشد.

میانگین متحرک نمایی (EMA^1): خانواده میانگین‌های متحرک از نوع اندیکاتور پسر و می‌باشند. چند نوع میانگین متحرک وجود دارد، میانگین متحرک ساده و میانگین متحرک نمایی. میانگین متحرک ساده تنها متوسطی از قیمت سهام، در بازه زمانی مورد نظر است، ولی نحوه محاسبه میانگین متحرک نمایی به صورتی است، که هر چه قیمت به انتهای بازه زمانی (قیمت فعلی) نزدیکتر می‌شود، وزن بیشتری در محاسبه میانگین ایفا می‌کند. به بیانی دیگر میانگین متحرک نمایی همان میانگین متحرک ساده است، که در آن قیمت‌های اخیر، وزن بیشتری در محاسبه دارند.

شاخص قدرت نسبی (RSI^2): شاخص قدرت نسبی به عنوان یک اندیکاتور پیش‌رو، قدرت داخلی یک سهم را اندازه‌گیری می‌کند. قدرت نسبی به صورت یک خط پیوسته ترسیم می‌شود. خط صعودی نشان می‌دهد که موضوع مورد نظر، بهتر از بازار عمل می‌کند و خط نزولی بیانگر آن است که بازار عملکرد بهتری دارد (کنی، ۱۳۸۴). این شاخص دارای دو حد بالا و پایین است و گذر شاخص از خط ۳۰ به سمت بالا به عنوان نقطه اشباع فروش (زمان خرید) و گذر از خط ۷۰ به سمت پایین نقطه اشباع خرید (زمان فروش) تلقی می‌شود. این شاخص میانگین افزایش قیمت‌ها را در یک بازه‌ی زمانی مشخص محاسبه نموده و آن را تقسیم بر میانگین کاهش قیمت‌ها در همان بازه می‌کند و سپس حاصل را به صورت شاخص ریاضی که بین ۰٪ تا ۱۰۰٪ قابل نوسان است ارائه می‌دهد.

میانگین متحرک همگرایی/واگرایی ($MACD^3$): اندیکاتور MACD از نوع اندیکاتورهای پسر و شامل سه عامل خط MACD، سیگنال و هیستوگرام است. این اندیکاتور معمولاً بازه زمانی ۱۲ و ۲۶ روزه را بررسی می‌کند و رابطه بین این دو خط را به صورت همگرا (هنگامی که خطوط به سمت یکدیگر کشیده می‌شوند) یا واگرا (هنگامی که خطوط از هم دور می‌شوند) بیان می‌کند. اندیکاتور MACD با کم کردن دو میانگین متحرک نمایی ۱۲ و ۲۶ روزه اصلی MACD را ایجاد می‌کند، سپس از این خط برای محاسبه EMA دیگری استفاده می‌شود که به آن خط سیگنال می‌گویند که یک میانگین متحرک نمایی ۹ روزه و صادرکننده سیگنال‌های خرید و فروش است. هیستوگرام نیز براساس تفاوت دو خط سیگنال و MACD ایجاد می‌شود.

ایچیموکو: ایچیموکو کینکو هایو^۴ یا به اختصار ایچیموکو یک اندیکاتور تحلیل تکنیکال است که به آن نمودار ابری هم گفته می‌شود. اندیکاتور ایچیموکو یک سیستم معاملاتی قدرتمند و ترکیبی از اندیکاتورهای پیش‌رو و پسر و است که از آن برای شناسایی جهت و قدرت روند، تشخیص نواحی عرضه و تقاضا و زمان تغییر روند استفاده می‌شود. شاخص ایچیموکو در اصل توسط یک روزنامه نگار ژاپنی طراحی شد. او این شاخص را با ترکیب استراتژی‌های فنی مختلف در یک شاخص واحد با اجرا و تفسیر راحت، توسعه داد. در زبان ژاپنی، ایچیموکو به معنی سطح تعادل در نگاه اول است. به این معنی که معامله‌گران با یک نگاه می‌توانند حمایت و مقاومت را پیش‌بینی کنند. اندیکاتور ایچیموکو شامل پنج جزء به نام‌های تنکان سن، کیجون سن، سنکو اسپن الف، سنکو اسپن ب و چیکواسپن است.

1. Exponential Moving Average (EMA)
2. Relative Strength Index (RSI)
3. Moving Average Convergence Divergence (MACD)
4. ICHIMOKU Kinko Hyo

پیشینه تجربی پژوهش

ارکوهرت^۱ (۲۰۱۶) در پژوهش خود کارایی بازار بیت کوین را از زمان ظهور تا اواسط ۲۰۱۶ بررسی کرد و نشان داد بازار بیت کوین در بازه مورد بررسی یک بازار ناکاراست اما با گذشت زمان در حال نزدیک شدن به کارایی است. الیحیایی، منسی و یون^۲ (۲۰۱۸) به بررسی کارایی بازار بیت کوین در مقایسه با بازارهای طلا، سهام و ارز پرداختند. این هدف با استفاده از رویکرد MF-DFA پیگیری شد. نتیجه این مطالعه نشان داد که ویژگی حافظه طولانی و چندفرکی بودن بازار بیت کوین قوی تر است، در نتیجه در دوره مشاهده شده از اواسط تا اواخر سال ۲۰۱۷ بیت کوین نسبت به بازارهای طلا، سهام و ارز ناکارتر است و در مقابل بازار سهام در بین این چهار بازار کارترین بازار می باشد. کریستوفک^۳ (۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی کارایی دو بازار بیت کوین (با توجه به دلار آمریکا و یوان چین) و تکامل آن در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۷ پرداخت. کریستوفک از شاخص کارایی کریستوفک و ووسورد^۴ (۲۰۱۳) استفاده کرد که انواع مختلفی از معیارهای کارایی را پوشش می دهد. این مطالعه، شواهد قوی مبنی بر تداوم ناکارایی هر دو بازار بیت کوین در طول بازه مورد بررسی را نشان داد.

ژانگ و همکاران^۵ (۲۰۱۸) با بررسی ۹ شکل از ارزشهای دیجیتال، یعنی بیت کوین، ریپل، اتریوم، نم، استلار، لایت کوین، دش، مونرو و ورج و با استفاده از مجموعه‌ای از تست‌های کارایی، تجزیه و تحلیل شاخص‌های فنی به این نتیجه رسیدند که همه این ارزشهای دیجیتال دارای بازارهای ناکارآمدی هستند. علاوه بر این، یک شاخص ترکیبی ارزشهای دیجیتال با ارزش (CCI)^۶ ایجاد شد و مشخص شد که CCI و میانگین صنعتی داوجونز به طور مداوم همبستگی متقابل دارند.

هوانگ و همکاران^۷ (۲۰۱۹) با هدف بررسی قابلیت پیش‌بینی بازده ارزشهای دیجیتال، با تجزیه و تحلیل بر روی بیت کوین، محبوب ترین ارز دیجیتال، دامنه بازده روزانه این رمز ارز را به ۲۱ بازه تقسیم کردند. آنها با استفاده از ۱۲۴ شاخص فنی که فقط بر اساس قیمت های تاریخی بیت کوین بودند، یک پیش بینی بازده/مدل ایجاد کرده و سپس یک تحلیل عملکرد خارج از نمونه یک استراتژی معاملاتی بر اساس مدل و یک استراتژی خرید و نگهداری در دوره ژانویه ۲۰۱۲ دسامبر ۲۰۱۷ را انجام دادند. نتایج نشان داد بازده بیت کوین توسط استراتژی معاملاتی به کاربرده شده قابل پیش‌بینی است و این استراتژی عملکرد بهتری نسبت به روش خرید و نگهداری دارد.

کوربت و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به بررسی اثربخشی قواعد معاملات تکنیکی در بازار ارز دیجیتال پرداختند. در این پژوهش قواعد مختلف معاملات در قالب استراتژی‌های میانگین متحرک و شکست محدوده معاملاتی تجزیه و تحلیل شد، تا به طور خاص سطوح مقاومت و پشتیبانی و عملکرد معاملاتی آنها با استفاده از بازده بیت کوین با فرکانس بالا آزمایش شود. به طور کلی نتایج، اثر قابل توجه استفاده از استراتژی های میانگین متحرک را ارائه می دهد. ادکوک و گرادوچویک^۸ (۲۰۱۹) در مقاله‌ای جهت بررسی بازده بیت کوین از چند مدل غیر پارامتریک مبتنی بر تحلیل تکنیکال استفاده کردند. در این راستا از چند شاخص فنی ساده و شبکه عصبی در بازه زمانی آوریل ۲۰۱۱ تا مارس ۲۰۱۸ استفاده شد. نتایج حاصل از این مقاله نشان داد که پیش‌بینی بازده می تواند با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و همچنین با استفاده از قواعد معاملاتی ساده صورت گیرد.

1. Urquhart
2. Khamis Hamed Al-Yahyaee, Mensi & Yoon
3. Kristoufek
4. Kristoufek & Vosvrda
5. Zhang et al
6. Commodity Channel Index
7. Huang et al
8. Adcock & Gradojevic

گرایس^۱ (۲۰۱۹) در مطالعه خود با استفاده از بازیابی مجموعه‌ای شامل ۱۴۳ ارز دیجیتال در محدوده تاریخی ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۸، به بررسی کارایی استراتژی مومنتوم در بازار ارزهای دیجیتال پرداختند. نتایج این تحقیق گویای این موضوع بود که هیچ شواهدی مبنی بر بازده متغیر قابل توجه موجود نیست و بازار ارزهای دیجیتال نسبت به آنچه که در نتایج مطالعات قبل به دست آمده بود بسیار کارآمدتر هستند.

میلر و همکاران^۲ (۲۰۱۹) در پژوهشی جستجوی خودکار الگوی قیمت برای ارز دیجیتال بیت کوین را بر اساس داده‌های قیمتی یک دقیقه‌ای مورد مطالعه قرار دادند و الگوریتم جستجو بر اساس روش رگرسیون ناپارامتریک هموارسازی را بررسی کردند و استراتژی معاملاتی الگوریتمی را برای ارزیابی اثربخشی الگوها ایجاد کردند و دریافتند روش هموارسازی خطوط برای شناسایی الگوهای تحلیل تکنیکال و استراتژی‌های مبتنی بر الگوهای تحلیل تکنیکال خاص، بازدهی را به همراه دارند که به طور قابل توجهی از نتایج استراتژی‌های معاملاتی بدون قید و شرط فراتر می‌رود. سنسوی^۳ (۲۰۱۹) با استفاده از آنتروپی جایگشت، کارایی شکل ضعیف قیمت بیت کوین را بر حسب دلار آمریکا (BTCUSD) و یورو (BTCEUR) در سطح فرکانس بالا مقایسه کرد. بررسی‌ها نشان داد که بازارهای BTCUSD و BTCEUR از ابتدای سال ۲۰۱۶ از نظر اطلاعاتی در سطح روزانه کارآمدتر شده‌اند و بازار BTCUSD در دوره‌ی نمونه، کمی کارآمدتر از بازار BTCEUR است. همچنین مشخص شد که در فرکانس بالاتر، کارایی قیمت گذاری کمتر است. آتسالاکیس و همکاران^۴ (۲۰۱۹) در مطالعه خود یک تکنیک هوش محاسباتی را پیشنهاد دادند که از یک کنترل کننده ترکیبی فازی عصبی^۵، به نام PATSOS، برای پیش‌بینی جهت تغییر قیمت روزانه بیت کوین استفاده می‌کند. عملکرد روش پیشنهادی از دو مدل عصبی فازی ساده و شبکه‌های عصبی بهتر بود. علاوه بر این، بازده سرمایه‌گذاری به دست آمده توسط شبیه‌سازی معاملات بر اساس سیگنال‌های مدل پیشنهادی، ۲۱/۷۱ درصد بیشتر از بازده استراتژی خرید و نگهداری به دست آمد و به عبارتی عملکرد سیستم PATSOS برای استفاده از سایر ارزهای دیجیتال قوی است.

دتل و همکاران^۶ (۲۰۲۱) در مطالعه خود بر روی پیش‌بینی بازده سرمایه‌گذاری روی بیت کوین و سهام صنایع جدید که ارزش گذاری بر روی آنها سخت می‌باشد تمرکز کردند. آنها با استفاده از نسبت قیمت به میانگین متحرک، مدلی را تحت عنوان مدل پایدار یا متعادل معرفی کردند. نتایج به دست آمده از این مدل شامل نسبت شارپ چشم‌گیری بود، به گونه‌ای که باعث ایجاد منافع اقتصادی گردید. گرادوچویک و همکاران (۲۰۲۳) از داده‌های نمونه برداری شده در فرکانس‌های ساعتی و روزانه برای پیش‌بینی بازده بیت کوین استفاده کردند. آنها مدل‌های پیشرفته غیر خطی مختلفی را بر اساس تعداد زیادی از شاخص‌های تکنیکال محبوب در نظر گرفتند، شاخص‌های فنی که نشان دهنده روند بازار، حرکت، حجم و احساسات هستند. همچنین یک تمرین تجربی قوی را برای مشاهده تأثیر مدل، افق پیش‌بینی، نوع دوره زمانی و انتخاب ورودی‌ها (پیش‌بینی کننده‌ها) بر روی عملکرد پیش‌بینی شده اجرا کردند. نتایج نشان داد قیمت بیت کوین در فرکانس‌های ساعتی کارایی ضعیفی دارد و تحلیل تکنیکال با مدل‌های غیر خطی نسبت به مدل تصادفی غالب بوده است. همچنین تحلیل مقایسه‌ای نشان داد که مدل جنگل تصادفی دقیق‌ترین مدل پیش‌بینی بیت کوین هست. دی^۷ و همکاران (۲۰۲۲) در پژوهشی به بررسی سودآوری معاملات روزانه قراردادهای آتی رمزارزها با استفاده از کندل‌های صعودی مداوم پرداختند. نتایج نشان داد که اتخاذ این استراتژی، میانگین سود را در هر معامله افزایش خواهد داد.

1. Grobys
2. Miller et al
3. Sensoy
4. Atsalakis et al
5. Neuro-Fuzzy
6. Detzel et al
7. Day et al

ارتو و همکاران (۲۰۲۲) تغییرات قیمت دو رمز ارز اتریوم و بیت کوین را با مقایسه ی چهار الگوریتم یادگیری عمیق MLP، CNN، LSTM، ALSTM در بازه زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۷ پیش بینی کردند. در این راستا ترکیبی از شاخص های فنی و شاخص های اجتماعی (احساسات کاربران) برای ورودی در نظر گرفته شد. آنها با مقایسه یک مدل محدود که فقط از شاخص های فنی استفاده شده، با یک مدل نامحدود که شامل شاخص های فنی و تجاری و رسانه های اجتماعی بود به این نتیجه رسیدند که مدل نامحدود عملکرد بهتری نسبت به مدل محدود داشته و دارای دقت پیش بینی بالاتری می باشد.

روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف از نوع تحقیقات کاربردی می باشد. روش تحقیق از نوع ترکیبی است. در این نوع از روش تحقیق داده های کمی و کیفی با یک برنامه چند مرحله ای در یک تحقیق ترکیب می شود. با توجه به این که در این مطالعه در مرحله نخست، از داده های کیفی و در مرحله دوم از داده های کمی استفاده می شود، می توان این پژوهش را از نوع روش تحقیق آمیخته ی اکتشافی دانست. به عبارت دیگر در مرحله نخست از ابزار پرسشنامه و در مرحله دوم برای ارزیابی نتایج، از روش های کمی استفاده خواهد شد. در واقع در مرحله اول پژوهش ابتدا شناسایی شاخص های تکنیکال بازار رمزارز مورد بررسی قرار می گیرد و سپس برای پاسخ گویی به کلیه اهداف این پژوهش در نهایت به پیاده سازی محبوب ترین شاخص های تکنیکال و یا ترکیبی از محبوب ترین شاخص ها که توسط خبرگان بازار ارز دیجیتال از طریق پرسشنامه به دست می آید، پرداخته خواهد شد. جامعه آماری در بخش کیفی پژوهش، کلیه خبرگان و اساتیدی هستند که در زمینه معاملات بیت کوین و رمزارزها دارای تجربه می باشند و با شاخص های تکنیکال آشنایی کامل دارند. روش انتخاب نمونه، گلوله برفی و در نهایت تعداد ۱۳ نفر از خبرگان اقدام به تکمیل پرسشنامه نمودند. جهت بررسی و شناسایی هر یک از شاخص های تکنیکال بازار رمزارز از روش پیمایشی، مطالعه اسناد کتابخانه ای، مقالات و پایان نامه ها استفاده شد. جهت رتبه بندی شاخص های تکنیکال به وسیله پرسشنامه از روش تاپسیس فازی و نرم افزار اکسل^۲ استفاده شد. در بخش دوم به منظور پیاده سازی، مقایسه و ارزیابی عملکرد شاخص های منتخب برای دو رمزارز بیت کوین و اتریوم به صورت کمی و با استفاده از الگوریتم های جستجوی شبکه توری^۳ و بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO⁴)، از نرم افزار برنامه نویسی پایتون^۵ استفاده شد. بازه تاریخی مورد نظر در این پژوهش از ۲۰۱۸/۰۶/۳۰ تا ۲۰۲۲/۰۶/۳۰ می باشد.

روش تاپسیس فازی

این تکنیک در سال ۱۹۸۱ توسط هوآنگ و یون^۶ مطرح شد. در این تکنیک هر مسئله از نوع تصمیم گیری چند معیاره^۷ با m گزینه که به وسیله n شاخص مورد آزمایش قرار می گیرد را می توان به عنوان یک سیستم هندسی شامل m نقطه در یک فضای n بعدی فرض کرد (آزادی، خادم و صالح، ۱۴۰۰). اساس روش تاپسیس فازی بر این اصل بنا شده است که گزینه انتخابی در کمترین فاصله ممکن با راه حل ایده آل مثبت (بهترین حالت ممکن) قرار داشته باشد. در خصوص رتبه بندی عوامل نکته مهم این است که در موقعیتی که اطلاعات مورد نیاز کمی باشند، به صورت عددی بیان می شوند، اما زمانی که تحقیق در فضای کیفی انجام می شود، اطلاعات به صورت دقیق ارائه نمی شوند. ارائه عددی دقیق برای بیان عقیده و نظر توسط مدیران عملیاتی کاری سخت است، به همین دلیل از در بیشتر موارد ارزیابی کلامی به جای ارزش های عددی خاص استفاده می شود. تاپسیس فازی

1. Marco Ortu et al
2. Excel
3. Grid Search
4. Particle Swarm Optimization
5. Python
6. Hwang and yoon
7. Multiple Criteria Decision Making

دارای کاربرد گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف است و تقریباً در تمامی زمینه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مراحل روش تاپسیس فازی شامل تشکیل ماتریس تصمیم، تعیین ماتریس وزن معیارها، بی‌مقیاس کردن (نرمال کردن) ماتریس تصمیم فازی، تعیین ماتریس تصمیم فازی وزن دار، یافتن راه‌حل ایده‌آل مثبت فازی و منفی فازی (ضد ایده‌آل)، محاسبه فاصله از ایده‌آل مثبت فازی و ایده‌آل منفی فازی، محاسبه شاخص شباهت و رتبه‌بندی گزینه‌ها می‌باشد (صادقی مقدم، علی بخشی و خلیلی، ۱۳۹۴). از مهم‌ترین مزایای روش تاپسیس فازی می‌توان به استفاده از معیارهای کیفی و کمی به صورت هم‌زمان، در نظر گرفتن تعداد قابل توجهی از معیارها و گزینه‌ها و سرعت مناسب در عین سادگی اشاره کرد.

الگوریتم جستجوی شبکه توری

الگوریتم جستجوی شبکه توری روشی است که بدون هوشمندی خاصی برای افزایش بهره‌وری، از قدرت محاسباتی محض برای رسیدن به جواب ایده‌آل استفاده می‌کند. بر اساس بهینه‌یابی پس از انجام پس‌آزمایی‌های متوالی آنچه به دست می‌آید مجموعه‌ای بزرگ از داده‌ها خواهد بود و برای دستیابی به آنچه نیاز است باید الگوریتم‌های بهینه‌ای به منظور جستجوی این فضا در اختیار باشد. این الگوریتم‌ها یا به شکل ساده‌تر روش‌های جستجو را الگوریتم‌های کاوشگر می‌نامیم. این الگوریتم‌ها در طی زمان با بهره‌گیری از علوم مختلف به جهان بهینه‌یابی وارد شده‌اند و هریک با نقاط قوت و ضعف خود مجموعه‌ای مهم از ابزار متخصص بهینه‌یابی را تشکیل می‌دهند. در الگوریتم گرید سرچ تمامی پس‌آزمایی‌ها اجرا و سپس رتبه‌بندی می‌شوند. این الگوریتم تمامی ترکیب‌های ممکن را مورد بررسی قرار داده و بهترین ترکیب از داده‌ها را معرفی می‌کند. مزیت واضح استفاده از این الگوریتم نسبت به روش‌های دیگر آن است که تمامی ترکیب‌های ممکن مورد بررسی قرار می‌گیرند، به همین دلیل در موارد خاص به قدرت محاسباتی و پردازش بالایی نیاز خواهید داشت. نقطه ضعف بزرگ این روش سرعت آن است، زیرا به دلیل سرعت رشد بالای زمان جستجو نسبت به تعداد پارامترها استفاده از این روش در داده‌های عظیم عملاً غیر ممکن یا بسیار پرهزینه است.

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات

الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات نخستین بار توسط جیمز کندی و رسل ابرهات^۱ در سال ۱۹۹۵ در یک مقاله کنفرانسی مطرح شد. هدف آن‌ها در ابتدا استفاده از مدل‌های اجتماعی و روابط موجود اجتماعی و سپس به وجود آوردن نوعی از هوش محاسباتی بود که توانایی‌های ویژه نداشته باشد. نتیجه تلاش آن‌ها منجر به ایجاد الگوریتمی قوی جهت بهینه‌سازی، به نام الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات یا PSO بود. این روش از عملکرد دسته جمعی گروهی حیوانات مانند پرندگان و ماهی‌ها الهام گرفته است. در این روش تعدادی از موجودات به نام ذره، در فضای جستجو مقدار تابع هدف را در موقعیتی از فضا که در آن قرار گرفته است، محاسبه می‌کند. در مرحله بعد با استفاده از ترکیب اطلاعات محل فعلی و بهترین محل قبلی، همچنین اطلاعات یک یا چند ذره از بهترین ذرات موجود در جمع، جهتی را برای حرکت انتخاب می‌شود. پس از انجام حرکت جمعی، یک مرحله از الگوریتم به پایان می‌رسد. این مراحل چندین بار تکرار می‌شوند تا در نهایت جواب ایده‌آل به دست آید. مراحل الگوریتم PSO شامل: ۱- موقعیت‌دهی اولیه و رقابت ۲- بروز رسانی موقعیت و سرعت برای همه اعضا ۳- بررسی شرایط جدید و رقابت ۴- تکرار مراحل (در صورت محقق نشدن شرایط خاتمه) ۵- بازگرداندن بهترین پاسخ یافته شده می‌باشد.

مهم‌ترین مزایای الگوریتم PSO نسبت به سایر روش‌های فرا ابتکاری عبارتند از:

۱- الگوریتم PSO یک الگوریتم مبتنی بر جمعیت است. این ویژگی باعث می‌شود که کمتر در مینیمم محلی گرفتار شود.

۲- این الگوریتم مبتنی بر قوانین احتمالی است نه قوانین قطعی. در نتیجه PSO یک الگوریتم بهینه سازی تصادفی است که توانایی جستجو در نواحی نامشخص و پیچیده را دارد. این خاصیت، PSO را نسبت به روش‌های معمولی دارای انعطاف و مقاومت بیشتری است.

۳- به دلیل استفاده PSO از نتیجه اطلاعات شاخص بازدهی یا تابع هدف برای هدایت جستجو در فضای مسئله، الگوریتم PSO با توابع هدف غیر دیفرانسیلی سروکار دارد.

۴- کیفیت جواب مسیر پیشنهادی نسبت به جمعیت اولیه وابستگی ندارد. به عبارت دیگر با شروع جستجو از هر نقطه، الگوریتم جواب مسئله را نهایتاً به جواب بهینه همگرا می‌کند.

۵- الگوریتم PSO برای کنترل تعادل بین جستجوی محلی و کلی از فضا انعطاف‌پذیری زیادی دارد. این خاصیت منحصر به فرد، ظرفیت جستجو را افزایش می‌دهد و بر مشکل همگرایی بد موقع غلبه می‌کند.

یافته‌های پژوهش

در این بخش ابتدا نتایج حاصل از بخش کیفی شامل نتایج نهایی پرسشنامه و رتبه نهایی هر یک از شاخص‌ها و سپس نتایج حاصل از بخش کمی شامل پیاده‌سازی و ارزیابی عملکرد قواعد معاملاتی مبتنی بر شاخص‌های منتخب و مقایسه سه استراتژی معاملاتی خبره‌محور، الگوریتم‌محور و خرید و نگهداری مورد بررسی قرار می‌گیرد.

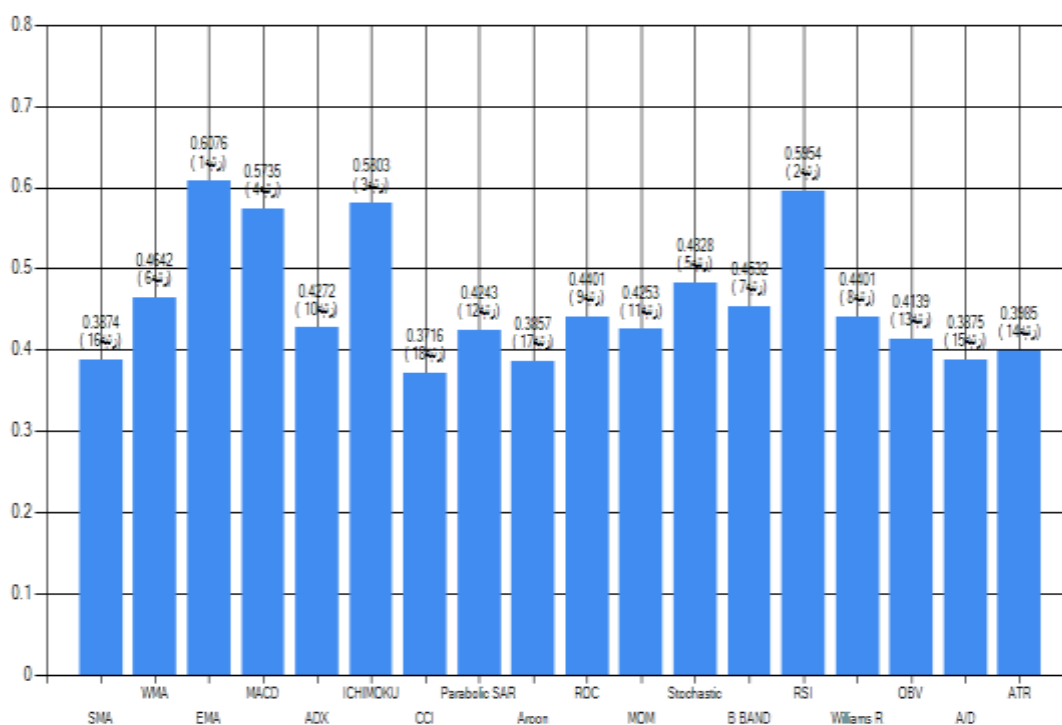
بخش کیفی

پس از مطالعه کتب، مقالات و پایان‌نامه‌ها و همچنین اخذ مشاوره از خبرگان بازار رمزارز در نهایت هجده شاخص شامل میانگین متحرک ساده، میانگین متحرک وزن دار، میانگین متحرک نمایی، میانگین متحرک همگرایی‌واگرایی، میانگین متحرک جهت دار، ایچیموکو، شاخص کانال کالا، پارابولیک سار، آرون، نرخ تغییر، مومنتوم، استوکاستیک، بولینگر باند، شاخص قدرت نسبی، لری ویلیامز، حجم معاملات، شاخص تراکم-توزیع و میانگین محدوده واقعی جهت ارزیابی و رتبه‌بندی گزینش شدند. علاوه بر آن چهار ویژگی شناسایی محدوده چرخش بازار، قابلیت شخصی سازی (کالیبراسیون)، دقت سیگنال دهی و هماهنگی با تایم فریم‌های مختلف، جهت رتبه‌بندی شاخص‌های تکنیکال با استفاده از روش تاپسیس فازی به عنوان معیارهای مد نظر انتخاب شدند. پس از تکمیل پرسشنامه توسط خبرگان، ۱۸ شاخص با استفاده از روش تاپسیس فازی رتبه‌بندی شدند. خروجی تاپسیس و رتبه نهایی شاخص‌ها به ترتیب در شکل ۱ و جدول ۱ آمده است. در نهایت چهار شاخص میانگین متحرک نمایی (EMA)، شاخص قدرت نسبی (RSI)، ایچیموکو و میانگین متحرک همگرایی‌واگرایی (MACD) به ترتیب با شاخص شباهت ۰/۶۰۷۶، ۰/۵۹۵۴، ۰/۵۸۰۳ و ۰/۵۷۳۵ با اختلاف محسوسی به عنوان شاخص‌های برتر انتخاب شدند.

بخش کمی

پس از مشخص شدن شاخص‌های منتخب، به منظور بررسی عملکرد قواعد معاملاتی مبتنی بر این شاخص‌ها، به پیاده‌سازی و مقایسه این قواعد (به طور متمایز و ترکیبی) با استراتژی خرید و نگهداری برای دو رمز ارز بیت‌کوین و اتریوم پرداخته شده است. قابل ذکر است در مرحله اول پیاده‌سازی استراتژی‌های منتخب خبرگان ارزیابی می‌شوند و در مرحله بعد که نقطه عطف این پژوهش می‌باشد، برای تعیین پارامترهای قواعد معاملاتی و بهینه‌سازی عملکرد آنها از روش‌های بهینه‌سازی شامل الگوریتم جستجوی شبکه توری و الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات، استفاده می‌شود. برای مقایسه عملکرد قواعد معاملاتی منتخب در بازار رمزارز، بازده روزانه، ماهانه و سالانه‌ی قواعد در بازه مورد بررسی مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته‌است.

نمودار شباهت به راه حل ایده آل



شکل ۱. نمودار شباهت به راه حل ایده‌آل شاخص‌های تکنیکال بر اساس نظرات خبرگان

جدول ۱. رتبه نهایی شاخص‌های تکنیکال

رتبه	شاخص شباهت	معادل فارسی	نام شاخص	ردیف
۱۶	۰/۳۸۷۴	میانگین متحرک ساده	SMA	۱
۶	۰/۴۶۴۲	میانگین متحرک وزن دار	WMA	۲
۱	۰/۶۰۷۶	میانگین متحرک نمایی	EMA	۳
۴	۰/۵۷۳۵	میانگین متحرک همگرایی واگرایی	MACD	۴
۱۰	۰/۴۲۷۲	میانگین متحرک جهت دار	ADX	۵
۳	۰/۵۸۰۳	ایچیموکو	ICHIMOKU	۶
۱۸	۰/۳۷۱۶	شاخص کانال کالا	CCI	۷
۱۲	۰/۴۲۴۳	پارابولیک سار	Parabolic SAR	۸
۱۷	۰/۳۸۵۷	آرون	Aroon	۹
۹	۰/۴۴۰۱	نرخ تغییر	ROC	۱۰
۱۱	۰/۴۲۵۳	مومتوم	MOM	۱۱
۵	۰/۴۸۲۸	استوکاستیک	Stochastic	۱۲
۷	۰/۴۵۳۲	بولینگر باند	B BAND	۱۳
۲	۰/۵۹۵۴	شاخص قدرت نسبی	RSI	۱۴
۸	۰/۴۴۰۱	ویلیامز R	Williams R	۱۵
۱۳	۰/۴۱۳۹	حجم معاملات	OBV	۱۶
۱۵	۰/۳۸۷۵	تراکم/توزیع	A/D	۱۷
۱۴	۰/۳۹۸۵	میانگین محدوده واقعی	ATR	۱۸

پیاده سازی شاخص‌ها برای رمز ارز بیت کوین

جداول ۲ و ۳ تنظیمات پارامترهای قواعد معاملاتی را مطابق با نظرات خبرگان و الگوریتم‌های بهینه‌یابی برای چهار شاخص میانگین متحرک نمایی، شاخص قدرت نسبی، ایچیموکو و میانگین متحرک همگرایی‌واگرایی در خصوص رمز ارز بیت کوین نشان می‌دهد.

جدول ۲. تنظیمات خبره محور برای رمز ارز بیت کوین

نام شاخص	تنظیمات خبره محور
EMA	۲۱
RSI	۱۲-۹
MACD	۱۲-۲۶-۹
ICHIMOKU	۹-۲۶-۲۶-۵۲

جدول ۳. تنظیمات الگوریتم محور برای رمز ارز بیت کوین

نام شاخص	تنظیمات الگوریتمی
EMA	۷۵
RSI	۱۳-۱۰
MACD	۲۲-۵۵-۵
ICHIMOKU	۹-۱۹-۱۷-۳۹

جدول ۴ میزان بازده قواعد معاملاتی منتخب و تعداد سیگنال خرید و فروش در بازه مورد بررسی را با استفاده از

استراتژی‌های خبره محور، الگوریتم محور و همچنین استراتژی خرید و نگهداری برای رمز ارز بیت کوین نشان می‌دهد.

پس از مقایسه عملکرد قواعد معاملاتی با استفاده از استراتژی خبره محور در بازار بیت کوین مشاهده شد، به ترتیب

استراتژی ترکیبی شاخص‌های EMA-RSI-MACD، شاخص EMA، شاخص RSI، شاخص ICHIMOKU، استراتژی خرید و نگهداری و شاخص MACD دارای بیشترین بازدهی هستند.

EMA-RSI-MACD> EMA>RSI> ICHIMOKU>Buy & Hold> MACD

پس از مقایسه عملکرد قواعد معاملاتی با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی در بازار بیت کوین مشاهده شد، به

ترتیب استراتژی ترکیبی شاخص‌های EMA-RSI-MACD، شاخص ICHIMOKU، شاخص EMA، شاخص RSI، شاخص MACD و استراتژی خرید و نگهداری دارای بیشترین بازدهی هستند.

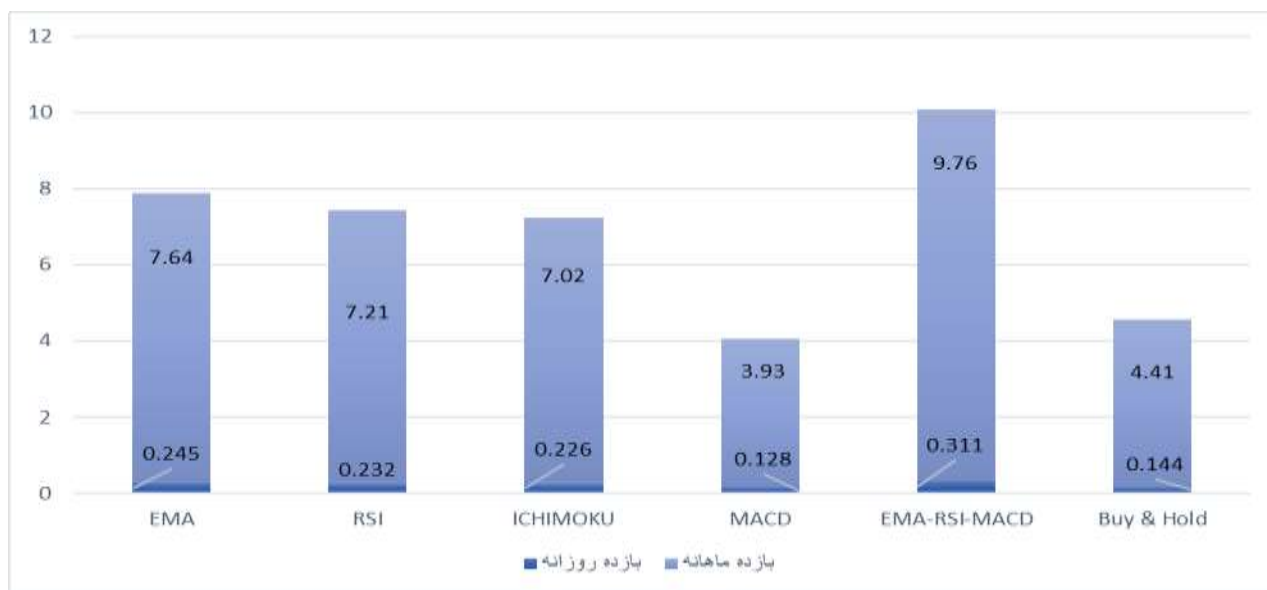
EMA-RSI-MACD> ICHIMOKU> EMA>RSI> MACD> Buy & Hold

شکل‌های ۲ و ۳ به ترتیب مقایسه میانگین بازده روزانه و ماهانه استراتژی‌های خبره محور و خرید و نگهداری و مقایسه

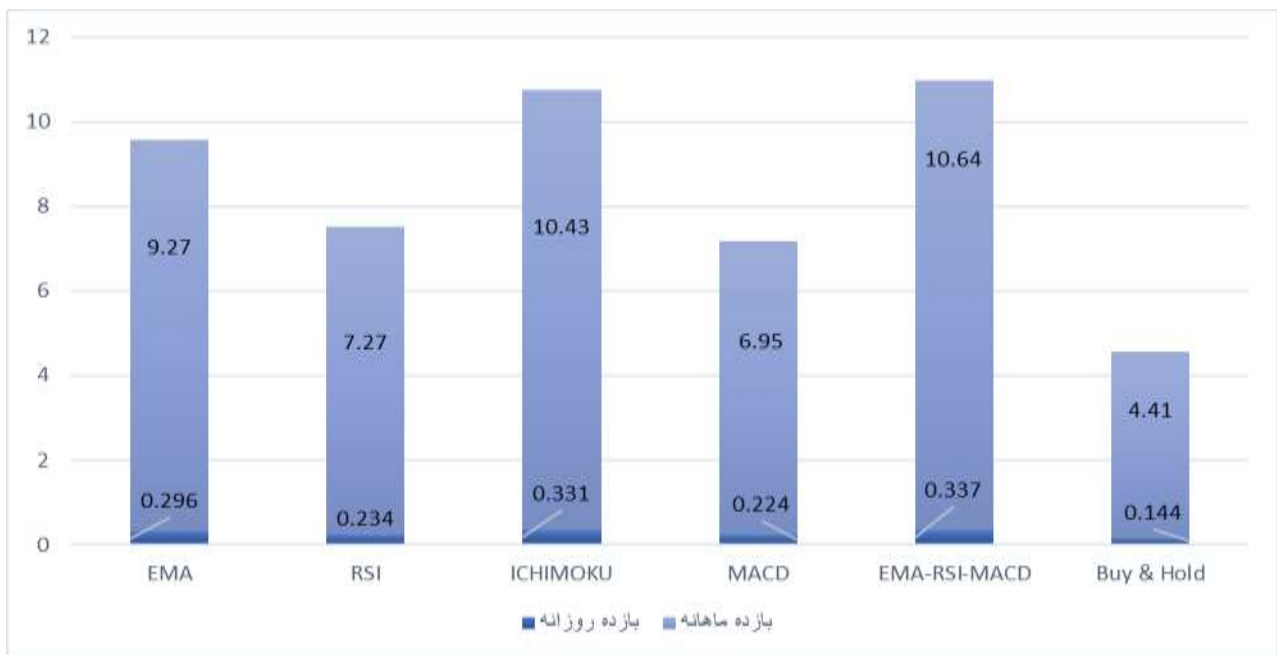
میانگین بازده روزانه و ماهانه استراتژی‌های الگوریتم محور و خرید و نگهداری رمز ارز بیت کوین را برای هر یک از شاخص‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۴. مقایسه بازده قواعد معاملاتی منتخب با سه استراتژی خبره محور- الگوریتم محور- خریدونگهداری رمزارز بیت کوین

تعداد سیگنال	بازده کل دوره (درصد)	متوسط بازده سالانه (درصد)	متوسط بازده ماهانه (درصد)	متوسط بازده روزانه (درصد)	پارامترهای استراتژی	شاخص(های) استراتژی
۱۴۸	۳۵۲۳/۲۱	۱۴۵/۰۴	۷/۶۴	۰/۲۴۵	منتخب خبرگان	EMA
۵۴	۷۴۴۳/۵۴	۱۹۴/۲۷	۹/۲۷	۰/۲۹۶	بهینه‌سازی شده	
۳	۲۸۷۸/۷۷	۱۳۳/۳۴	۷/۲۱	۰/۲۳۲	منتخب خبرگان	RSI
۳	۳۹۵۸/۵۰	۱۳۴/۸۹	۷/۲۷	۰/۲۳۴	بهینه‌سازی شده	
۵۴	۲۶۳۵/۲۵	۱۲۸/۴۳	۷/۰۲	۰/۲۲۶	منتخب خبرگان	ICHIMOKU
۷۰	۱۲۵۳۹/۴۸	۲۳۴/۶۷	۱۰/۴۳	۰/۳۳۱	بهینه‌سازی شده	
۱۰۰	۵۵۵/۱۳	۵۹/۸۸	۳/۹۳	۰/۱۲۸	منتخب خبرگان	MACD
۸۹	۲۵۴۴/۹۵	۱۲۶/۵۲	۶/۹۵	۰/۲۲۴	بهینه‌سازی شده	
۱۱۵	۹۲۷۲/۲۰	۳۱۰/۶۶	۹/۷۶	۰/۳۱۱	منتخب خبرگان	EMA RSI MACD
۱۰۳	۱۳۷۴۹/۵۶	۲۴۲/۴۷	۱۰/۶۴	۰/۳۳۷	بهینه‌سازی شده	
	۷۲۰/۰۱	۶۹/۰۹	۴/۴۱	۰/۱۴۴	خرید و نگهداری	



شکل ۲. مقایسه میانگین بازده روزانه و ماهانه استراتژی‌های خبره محور و خرید و نگهداری رمزارز بیت کوین



شکل ۳. مقایسه میانگین بازده روزانه و ماهانه استراتژی‌های الگوریتم محور و خرید و نگهداری رمزارز بیت‌کوین

پیاده‌سازی شاخص‌ها برای رمزارز اتریوم

جدول ۵ و ۶ تنظیمات پارامترهای قواعد معاملاتی را مطابق با نظرات خبرگان و الگوریتم‌های بهینه‌سازی برای چهار شاخص میانگین متحرک نمایی، شاخص قدرت نسبی، ایچیموکو و میانگین متحرک همگرایی‌واگرایی در خصوص رمزارز اتریوم نشان می‌دهد.

جدول ۵. تنظیمات خبره محور برای رمزارز اتریوم

تنظیمات خبره محور	نام شاخص
۲۱	EMA
۹-۱۴	RSI
۱۲-۲۶-۹	MACD
۹-۲۶-۲۶-۵۲	ICHIMOKU

جدول ۶. تنظیمات الگوریتم محور برای رمزارز اتریوم

تنظیمات الگوریتمی	نام شاخص
۲۲	EMA
۹-۱۵	RSI
۸-۵۰-۱۸	MACD
۴-۵۲-۱۸-۷۶	ICHIMOKU

جدول ۷ میزان بازده قواعد معاملاتی منتخب و تعداد سیگنال خرید و فروش در بازه مورد بررسی را با استفاده از استراتژی‌های خبره محور، الگوریتم محور و همچنین استراتژی خرید و نگهداری برای رمز ارز اتریوم نشان می‌دهد.

جدول ۷. مقایسه بازده قواعد معاملاتی با سه استراتژی خبره محور- الگوریتم محور- خرید و نگهداری رمز ارز اتریوم

تعداد سیگنال	بازده کل دوره (درصد)	متوسط بازده سالانه (درصد)	متوسط بازده ماهانه (درصد)	متوسط بازده روزانه (درصد)	پارامترهای استراتژی	شاخص(های) استراتژی
۱۵۶	۸۱۵۸/۸۳	۲۰۱	۹/۴۸	۰/۳۰۲	منتخب خبرگان	EMA
۱۴۴	۹۶۰۰/۸۰	۲۱۳/۳۴	۹/۸۴	۰/۳۱۳	بهینه‌سازی شده	
۸	۱۵۵/۰۶	۲۶/۳۳	۱/۹۴	۰/۰۶۴	منتخب خبرگان	RSI
۸	۱۸۰/۱۸	۲۹/۳۳	۲/۱۳	۰/۰۷	بهینه‌سازی شده	
۶۴	۴۹۰۲/۸۹	۱۶۵/۵۹	۸/۳۵	۰/۲۶۸	منتخب خبرگان	ICHIMOKU
۴۸	۳۰۱۸۳/۲۱	۳۱۶/۳۴	۱۲/۴۳	۰/۳۹۱	بهینه‌سازی شده	
۱۱۰	۷۱۹/۰۴	۶۹/۰۴	۴/۴۳	۰/۱۴۳	منتخب خبرگان	MACD
۸۴	۷۷۵۳/۲۲	۱۹۷/۲۴	۹/۳۶	۰/۲۹۸	بهینه‌سازی شده	
۱۷۷	۲۲۱۴۶/۴۸	۲۸۵/۴۸	۱۱/۷۲	۰/۳۷۰	منتخب خبرگان	EMA RSI MACD
۱۵۳	۴۰۹۷۹/۴۹	۳۴۹/۲۷	۱۳/۱۴	۰/۴۱۲	بهینه‌سازی شده	
	۱۱۴۲/۵۱	۸۷/۵۸	۵/۳۰	۰/۱۷۲	خرید و نگهداری	

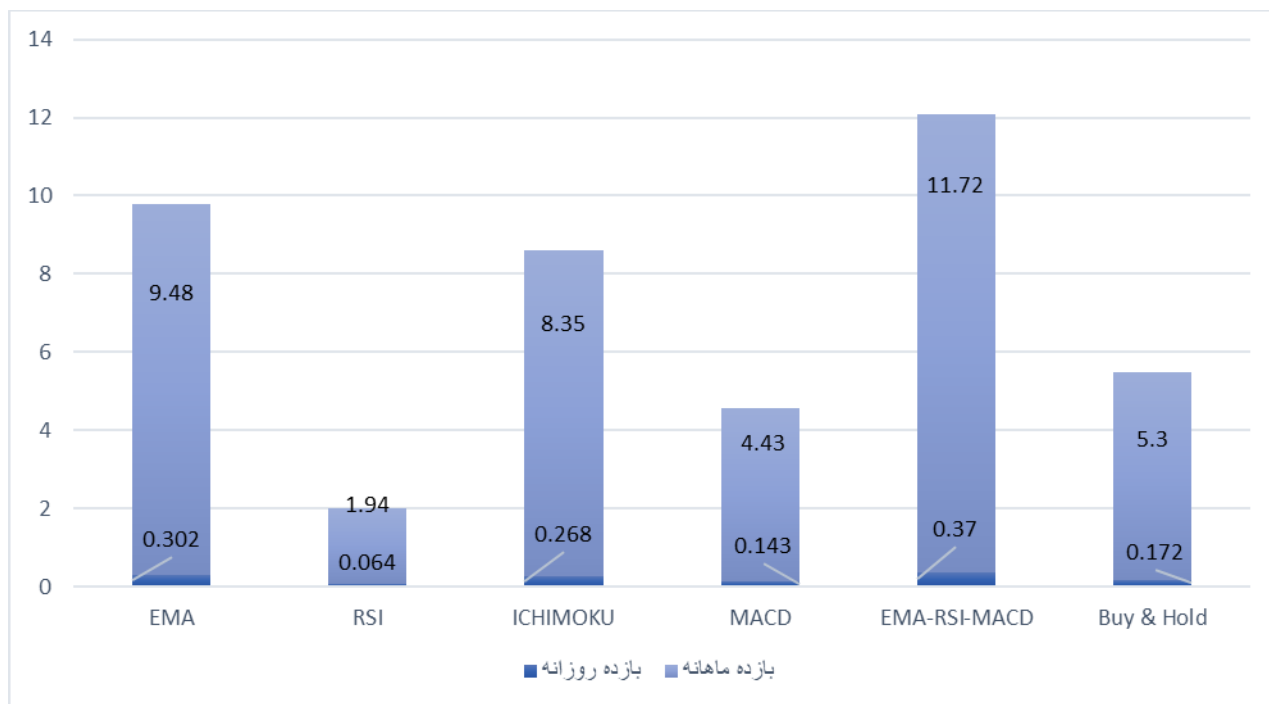
پس از مقایسه عملکرد قواعد معاملاتی در بازار اتریوم با استفاده از استراتژی خبره محور به ترتیب استراتژی ترکیبی شاخص‌های EMA-RSI-MACD، شاخص EMA، شاخص ICHIMOKU، استراتژی خرید و نگهداری، شاخص MACD و شاخص RSI دارای رتبه‌های یک تا شش هستند.

EMA-RSI-MACD > EMA > ICHIMOKU > Buy & Hold > MACD > RSI

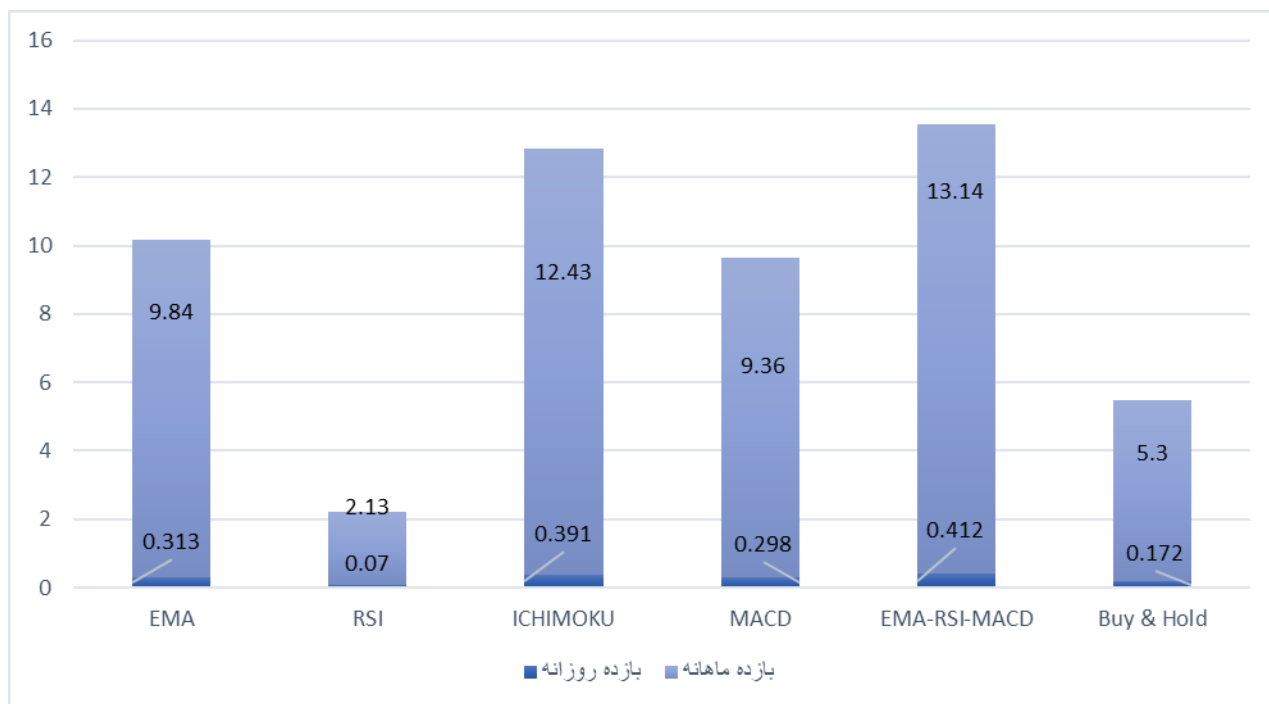
پس از مقایسه عملکرد قواعد بهینه‌سازی شده با الگوریتم‌های بهینه‌سازی به ترتیب استراتژی ترکیبی شاخص‌های EMA-RSI-MACD، شاخص ICHIMOKU، شاخص EMA، شاخص MACD، استراتژی خرید و نگهداری و شاخص RSI دارای بیشترین بازدهی هستند.

EMA-RSI-MACD > ICHIMOKU > EMA > MACD > Buy & Hold > RSI

مقایسه میانگین بازده روزانه و ماهانه استراتژی‌های خبره محور و خرید و نگهداری و همچنین مقایسه میانگین بازده روزانه و ماهانه استراتژی‌های الگوریتم محور و خرید و نگهداری برای رمز ارز اتریوم به ترتیب در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده‌است.



شکل ۴. مقایسه میانگین بازده روزانه و ماهانه استراتژی‌های خبره محور و خرید و نگهداری رمز ارز اتریوم



شکل ۵. مقایسه میانگین بازده روزانه و ماهانه استراتژی‌های الگوریتم محور و خرید و نگهداری رمز ارز اتریوم

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

استفاده از تحلیل تکنیکال و شاخص‌های تکنیکال به عنوان یکی از مهم‌ترین ابزارهای پیش‌بینی، همواره مورد توجه معامله‌گران بازار ارز دیجیتال می‌باشد. این پژوهش با هدف انتخاب و رتبه‌بندی مهم‌ترین شاخص‌های تکنیکال بازار ارزهای دیجیتال توسط خبرگان این بازار، پیاده‌سازی و مقایسه عملکرد قواعد معاملاتی مبتنی بر این شاخص‌ها با استراتژی خرید و نگهداری و با یکدیگر و در نهایت بهینه‌سازی بازده این شاخص‌ها انجام گرفته است. پس از تکمیل پرسشنامه توسط خبرگان با استفاده از روش تاپسیس فازی، چهار شاخص تکنیکال میانگین متحرک نمایی، شاخص قدرت نسبی، ایچیموکو و میانگین متحرک همگرایی-واگرایی به عنوان شاخص‌های تکنیکال منتخب برگزیده شدند. در ادامه میزان بازدهی روزانه، ماهانه، سالیانه و بازده کل این شاخص‌ها با استفاده از استراتژی‌های خبره محور، استراتژی مبتنی بر الگوریتم‌های بهینه‌سازی و استراتژی خرید و نگهداری مشخص شد. بر اساس نتایج این پژوهش، اتخاذ استراتژی مبتنی بر شاخص‌های تکنیکال منتخب در معامله ارزهای دیجیتال بیت کوین و اتریوم سودآوری خوبی را به همراه دارد. همچنین استفاده از الگوریتم‌های جستجوی شبکه توری و بهینه‌سازی ازدحام ذرات می‌تواند میزان سودآوری قواعد معاملاتی را به مقدار قابل توجهی افزایش دهد. علاوه بر این استفاده از استراتژی حاصل از ترکیب چند شاخص تکنیکال همواره نسبت به معامله با یک شاخص مناسب‌تر می‌باشد. در ادامه این پژوهش، پیشنهاد می‌شود روش ترکیبی کیفی-کمی مورد استفاده در پژوهش، در سایر بازارهای مالی پیاده‌سازی و ارزیابی شود. همچنین می‌توان کارایی دیگر الگوریتم‌های بهینه‌سازی را در تعیین پارامترهای قواعد معاملاتی مورد بررسی قرار داد و نتایج به دست آمده را با نتایج این پژوهش مورد مقایسه و تحلیل قرار داد.

منابع

- آزادی، ژاله، خادمی، حسن و صالح اولیا، محمد، (۱۴۰۰)، توسعه‌ی مدل تاپسیس برای رتبه‌بندی پویا با رویکرد پنجره زمانی. مجله‌ی مهندسی صنایع و مدیریت شریف، ۳۷(۱)
- افشاری راد، الهام، علوی، عنایت اله و سینایی، حسنعلی، (۱۳۹۷)، مدلی هوشمند برای پیش‌بینی سهام با استفاده از روش‌های تحلیل تکنیکال. تحقیقات مالی، ۲۰(۲)، ۲۴۹-۲۶۴
- حیدری، مهدی و امیری، حمیدرضا، (۱۴۰۱)، بررسی قدرت مدل‌های مبتنی بر هوش مصنوعی در پیش‌بینی روند قیمت سهام در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی، ۲۴(۴)، ۶۰۲-۶۲۳
- سیف، سمیرا، جمشیدی نوید، بابک، قنبری، مهرداد، اسماعیلی پور، مسعود، (۱۴۰۰)، پیش‌بینی روند بورس سهام ایران با استفاده از نوسان‌نمای موج الیوت و شاخص قدرت نسبی. تحقیقات مالی، ۳۳(۱)، ۱۳۴-۱۵۷
- صادقی مقدم، محمدرضا، علی بخشی، رضا و خلیلی، الهام، (۱۳۹۴)، ارزیابی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک برگزیده موجود در بازار سرمایه ایران با روشی ترکیبی از روش‌های Vikor، Topsis و تکنیک مشابهت. تحقیقات مالی، ۱۷(۲)، ۲۵۹-۲۸۲
- کنی، امیر عباس، (۱۳۸۴). تحلیل تکنیکی پیشرفته، انتشارات مرکز تحقیقات و آموزش کارگزاری راهبرد.
- محبی، سمیه، فدائی نژاد، محمداسماعیل، اصولیان، محمد، حمیدی‌زاده، محمدرضا، (۱۴۰۱)، انتخاب ویژگی‌های مناسب برای مدل پیش‌بینی شاخص بورس اوراق بهادار تهران بر مبنای تکنیک کاهش ابعاد. تحقیقات مالی، ۲۴(۴)، ۵۷۷-۶۰۱
- مرادی، بابک، بحری ثالث، جمال، جبارزاده کنگلویی، سعید، آشتاب، علی، (۱۴۰۱)، تبیین و ارائه مدلی برای پیش‌بینی نقدشوندگی سهام در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی، ۲۴(۱)، ۱۳۴-۱۵۶

References

- Afsharirad, E., Alavi, E & Sinaei, H (2018). Developing an Intelling Model to Predict Stock Trend Using the Technical Analysis . *Financial Research Journal*, 20(2), 249-264. (in Persian)
- Almudhaf, F. (2018). Pricing efficiency of Bitcoin trusts. *Applied Economics Letters*, 25(7), 504-508.
- Al-Yahyaee Kh. Mensi W. Yoon S. (2018). Efficiency, multifractality, and the long-memory property of the Bitcoin market: A comparative analysis with stock, currency, and gold markets. *Finance Research Letters*, Pages 228-234.
- Atsalakis G. Atsalaki L. Pasiouras F & Zopounidis C. (2019). Bitcoin price forecasting with neuro-fuzzy techniques. *European Journal of Operational Research*, Pages 770-780.
- Azadi, Zh & Saleh Olia, M. (2021). Development of Topsis model for dynamic ranking with time window approach. *Industrial Management Journal*, 37(1). (in Persian)
- Corbet, S., Eraslan, V., Lucey, B., & Sensoy, A. (2019). The effectiveness of technical trading rules in cryptocurrency markets. *Finance Research Letters*, 31, 32-37.
- Day, M. Huang, P. Cheng, Y. Lin, Y & Ni, Y. (2022). Profitable day trading Bitcoin futures following continuous bullish (bearish) candlesticks. *Applied Economics Letters*. 29 (10), 947-954.
- Detzel, A. Liu, H. Strauss, J. Zhou, G. & Zhu, Y. (2021). Learning and Predictability via Technical Analysis: Evidence from Bitcoin and Stocks with Hard-to-Value Fundamentals. *Financial management*, 50, 107-137.
- Gerritsen, D. F., Bouri, E., Ramezanifar, E., & Roubaud, D. (2020). The profitability of technical trading rules in the Bitcoin market. *Finance Research Letters*, 34, 101-263.
- Adcokh, R. & Gradojevic, N. (2019). Non-fundamental, non-parametric Bitcoin forecasting. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 531, 121-127.
- Gradojevic N. Kukolj D. Adcock R & Djakovic D. (2023). Forecasting Bitcoin with technical analysis: A not-so-random forest. *International Journal of Forecasting*, 39 (1), 1-17.
- Grobys, K. & Sapkota N. (2019). Cryptocurrencies and momentum. *Economics Letters*, 180, 6-10.
- Heidari, M. & Saleh Olia, M. (2022). Inspecting the Predictive Power of Artificial Intelligence Model in Predicting the Stock Price Trend in Tehran Stock Exchange. *Financial Research Journal*, 24(4), 602-623. (in Persian)
- Huang, J., Huang, W. & Ni, J. (2019). Predicting bitcoin returns using high-dimensional technical indicators. *The Journal of Finance and Data Science*, 5(3), 140-155.
- Jackson, O. (2018). UK eyes AML rules for bitcoin regulation. *International Financial Law Review*, London (Jan 4, 2018).
- Kani, A. (2005). Advanced technical analysis. Strategic employment research and training center. (in Persian)
- Kim, S. W. (2021). Technical Trading Rules for Bitcoin Futures. *Journal of Convergence for Information Technology*, 11(5), 94-103.
- Kristoufek L. (2018). On Bitcoin markets (in) efficiency and its evolution. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 503, 257-262.

- Kristoufek, L. & Vosvrda, M. (2013). Measuring capital market efficiency: Global and local correlations structure, *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 392 (1), 184-193.
- Lee, K., Ulkuatam, S., Beling, P., & Scherer, W. (2018). Generating synthetic Bitcoin transactions and predicting market price movement via inverse reinforcement learning and agent-based modelling. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 21(3), 5.
- Ortu, M., Uras, N., Conversano, C. Bartolucci, S. & Destefanis, G. (2022). On technical trading and social media indicators for cryptocurrency price classification through deep learning. *Expert Systems with Applications*, 198, 116804.
- Miller N. Yang Y. Sun B & Zhang G. (2019). Identification of technical analysis patterns with smoothing splines for bitcoin prices. *Journal of Applied Statistics*, 46 (12), 2289-2297.
- Mohebi, S., Fadaeinejad, M., Osoolian, M. & Hamidzadeh, M. (2022). Feature Selection for the Prediction Model of the Tehran Stock Exchange Index by Dimensionality Reduction Techniques. *Financial Research Journal*. 24(4), 577-601. (in Persian)
- Moradi, B; Bahri Sales, J; Jabbarzadeh Kangarloo, S & Ashtab, A (2022). Explaining and Proposing a Market Liquidity Prediction Model in Tehran Stock Exchange. *Financial Research Journal*, 24(1), 134-156. (in Persian)
- Resta, M., Pagnottoni, P., & De Giuli, M. E. (2020). Technical Analysis on the Bitcoin Market: Trading Opportunities or Investors' Pitfall? *Risks*, 8(2), 44.
- Sadeghi Moghadam, M., Alibakhshi, R & Kalili, E (2014). An Assessment of Selected Mutual Funds in Iran Stock Market Using a Combined Method of TOPSIS,VIKOR and Similarity-Based Approach. *Financial Research Journal*, 17(2), 259-282. (in Persian)
- Seif, S; Jamshidinavid, B; Ghanbari, M and Esmaeilpour, M (2021). Predicting Stock Market Trends of Iran Using Elliott Wave Oscillation and RelativeStrength Index. *Financial Research Journal*, 23(1), 134-157. (in Persian)
- Sensoy, A. (2019). The inefficiency of Bitcoin revisited a high-frequency analysis with alternative currencies. *Finance Research Letters*, 28, 68-73
- Urquhart, A. (2016). The inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters*, 148, 80-82.
- Zhang, W. Wang, P. Li, X., & Shen, D. (2018). The inefficiency of cryptocurrency and its cross-correlation with Dow Jones Industrial Average. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 510, 658-670.



Identifying and evaluating the profitable technical trading rules in the cryptocurrency market using a hybrid qualitative-quantitative method

Milad Abbasi

MSc. Student in financial systems, Department of Industrial Engineering, Meybod University, Meybod, Iran. E-Mail: stu.abasi@meybod.ac.ir

Somayeh Mousavi*

*Corresponding Author, Assistant Prof., Department of Industrial Engineering, Meybod University, Meybod, Iran. E-Mail: mousavi@meybod.ac.ir

Abbasali Jafari-Nodoushan

Assistant Prof., Department of Industrial Engineering, Meybod University, Meybod, Iran. E-Mail: a.jafari@meybod.ac.ir

Abstract

Objective

The purpose of this paper is to select the best technical indicators in the cryptocurrency market from the point of view of the market experts, optimize the performance of the indicators by optimization algorithms and finally compare the performance of the selected trading rules with each other as well as with the buy and hold strategy.

Method

In this research, technical trading rules are extracted and optimized for trading two cryptocurrencies, i.e. Bitcoin and Ethereum, using a hybrid qualitative-quantitative method. The efficiency of the extracted rules is evaluated and compared with the buy and hold strategy. In the qualitative part, the most important technical indicators are selected and ranked based on the cryptocurrency experts' view using the fuzzy TOPSIS technique. In the quantitative part, the selected trading rules are implemented for a certain period and the parameters of the indicators are optimized using the grid search and particle swarm optimization algorithm. Finally, the performance of the selected trading strategies by the experts and optimized with the metaheuristic algorithms are evaluated and compared.

Result

In the qualitative part of the research, eighteen technical indicators were selected as the candidate indicators in the cryptocurrency trading, using the results of the related studies. The selected indicators are ranked based on the survey of thirteen cryptocurrency market experts using snowball sampling method. Finally, four technical indicators were selected as the superior indicators with a significant difference compared to the other technical indicators. The selected indicators were exponential moving average, relative strength index, ICHIMOKU and moving average convergence-divergence. In the quantitative part of the research, the expert based trading rules were implemented for Bitcoin and Ethereum markets in the period of 2018/06/30 to 2020/06/30. According to our numerical results, most of the expert based trading strategies are more profitable than the buy and hold strategy. Then, the parameters of the expert based trading rules were optimized using two metaheuristic algorithms, namely grid search and particle swarm optimization. The implementation results showed, the trading strategies optimized by these algorithms outperform the expert-based as well as the buy and hold strategies.

Conclusion

Based on the experimental results of this research, exponential moving average, relative strength index, ICHIMOKU and moving average convergence-divergence trading rules are commonly used and proposed by the cryptocurrency market experts. Moreover, the profitability of the well-known technical trading rules could be significantly improved using the grid search and particle swarm optimization algorithms. Also, the trading strategies using the combination of several technical indicators always perform better than the trading strategies with a single indicator. However, all technical analysis strategies are not necessarily more profitable compared to the buy and hold strategy. Using inappropriate technical strategies may not only be better than the buy and hold strategy, but sometimes it causes losses in cryptocurrency trading.

Keywords: Cryptocurrency, Fuzzy TOPSIS, Hybrid qualitative-quantitative method, Particle swarm optimization algorithm, Technical trading rules.