Journal of Capital Market Analysis

Volume 3 Issue 1 Online ISSN: 2783-3488

Page: 110-140 https://jcma.aliabad.iau.ir

Stock Portfolio Optimization Using Prohibited Search Algorithms and Itinerant Trader

Fatemeh Samadi (Corressponding author)
Department of financial manegment, East Tehran branch, Islamic azad university, Tehran, Iran.
M.samadi53@gmail.com
Fatemeh Khosravi
Department of financial manegment, East Tehran branch, Islamic azad university, Tehran, Iran.
Hossein Eslami Mofid Abadi
Department of Accounting and Management, Shahryar Branch, Islamic Azad University, Shahryar, Iran.

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: 23 Jun 2023
Received in revised form: 25 Mar 2023
Accepted: 29 May 2023

Keywords:
Stock portfolio optimization, prohibited search algorithm, itinerant salesman algorithm, ARCH, GRACH, stock market index

Abstract

In this thesis, modeling and forecasting of stock market fluctuations using the combination of neural network and conditional variance patterns (case, Tehran Stock Exchange) have been used from April 2008 to April 2012. According to the predicted results, this hypothesis is confirmed, but its accuracy is not as large as the composition of the neural network and the conditional variance pattern. In the return time series, both GRACH and ARCH conditional variances are rejected, but in the GRACH time series, ARCH is rejected. Given the artificial neural network simulation and conditional variance, the error value of the least squares is the return value of 18, that is, an error is required to estimate future returns. An important parameter of the opacifying factor is the dependence of our input and output at each stage, which indicates a number close to 1 and shows a complete dependence. According to the artificial neural network simulation and conditional variance, the least squares risk error value is 0.001, that is, to estimate the returns for the future, this error is error. Another important parameter of this regression table is R, which shows the dependence of our input and output in each stage, where 0 means a random relationship and 1 means dependence.

© The Author(s). Publisher: Islamic Azad Univercity of Aliabad Katoul Branch.

فصلنامه تحلیل بازار سرمایه

شاپا الکترونیک: ۲۷۸۳-۳۴۸۸ سال ۳ شماره۱

صفحه: ۱۴۰-۱۱۰

بهینه سازی سبد سهام با استفاده ازالگوریم‌های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد

فاطمه صمدی (نویسنده مسئول)

گروه مدیریت مالی، دانشکده علوم انسانی، واحد تهران شرق، دانشگاه ازاد اسلامی، تهران، ایران.

M.samadi53@gmail.com

فاطمه خسروی

گروه مدیریت مالی، دانشکده علوم انسانی، واحد تهران شرق، دانشگاه ازاد اسلامی، تهران، ایران.

حسین اسلامی مفیدآبادی

گروه حسابداری، واحد شهریار،گروه حسابداری و مدیریت، شهریار، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۳ بهمن ماه ۱۴۰۱

تاریخ ارسال بازنگری: ۵ فروردین ماه ۱۴۰۲

تاریخ پذیرش: ۸ خرداد ماه ۱۴۰۲

واژگان کلیدی:

بهینه سازی سبد سهام، الگوریتم جستجوی ممنوعه، الگوریتم فروشنده دوره گرد.

چکیده

تلاش در جهت بهبود روش‌های تجزیه و تحلیل سهام،به ویژه در بازارهایی که شمار سهام درآنها بسیار بالاست، منجر به پدید آمدن روش‌های نوینی گردیده که در کنار روش‌های گذشته درصدد یافتن پاسخی برای میل به حداکثر سازی سود فرد در بازارهای مالی می‌باشند. در این پژوهش به منظور بهینه سازی سبد سهام از شاخص بورس تهران و ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال) از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷ استفاده شده است. به منظور بهینه سازی سبد سهام از الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد استفاده شده است. برای شاخص بورس در سناریو اول تکرار ۱۰۰ و طول ۰,۵ بهترین جواب را ارائه می‌دهد. برای ارزش فروش – حقیقی – بورس در سناریو اول تکرار ۱۰۰ و طول ۰,۵ بهترین جواب را ارائه می‌دهد. با توجه به جستجو محور بودن الگوریتم‌های مورد بررسی تعداد تکرارهای بیشتر در سناریوهای مختلف بهترین جواب را ارائه می‌دهد که طول جستجو تاثیر چندانی در بهترین جواب نداشته و معیار تعداد تکرار برتری بیشتری دارد. براساس نتایج مشخص است که در اوایل سال‌های بررسی با سیر صعودی شاخص تعداد نقاط سود دهی دارای تراکم بیشتر و فشرده تر است ولی با گذشت زمان سیر نزولی شاخص و افزایش فروش میزان سود دهی با تراکم‌های کمتر پیشنهاد شده است.

ناشر: دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی آباد کتول. ©نویسندگان.

۱. مقدمه

انتخاب سبد سهام از مهم ترین تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاران نهادی است. اولین بار در سال ۱۹۵۰ مارکوویتز با معرفی مدل میانگین- واریانس به وارد کردن معیار خطر به تصمیم گیری درباره انتخاب سبد سهام پرداخت. این اقدام منجر به شکل‌گیری شاخه ای پرکاربرد به نام بهینه سازی سبد سهام شد. بهینه سازی سبد سهام با افزودن محدودیت‌های واقعی شکل پیچیده تری به خود گرفت؛ به‌طوری‌که با افزایش تعداد دارایی‌ها یا محدودیت‌ها، تبدیل به مسئله ای.ان. پی. سخت می‌شود که حل آن با روش‌های مبتنی بر مشتق‌گیری ممکن نیست؛ بنابراین می‌بایست از روش‌های عددی یا فراابتکاری (فلاح پور و همکاران، ۱۳۹۷) و همچنین، از الگوریم‌های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد بهره جست. در این راستا، با وجود افزایش بازده و کاهش خطر، همواره یکی از مهم ترین مسائلی است که سرمایه‌گذاران در بازارهای مالی به آن توجه می‌کنند. با وجود سابقه طولانی بهینه سازی سبد سهام، الگوریتم بهینه سازی مبتنی بر آموزش و یادگیری که در سال ۲۰۱۰ میلادی معرفی شده است، یکی از کاراترین روش‌های فرا ابتکاری، برای حل مسائل بهینه سازی است (سروش و همکاران، ۱۳۹۶). در حقیقت، درموضوعات مالی سبد سهام ترکیبی ازدارایی‌ها است که سرمایه گذار قراراست در آن سرمایه‌گذاری کند و بهینه سازی سبد به مفهوم انتخاب ترکیبی بهینه از دارایی‌ها است که می‌تواند درکنار بیشینه کردن نرخ بازده مورد انتظار، خطر نرخ بازده را به طور هم زمان کمینه کند (وودساید ،اوریاخی،لوگاس و بیسلی، ۲۰۱۱). بهینه سازی سبدسهام ازمهم‌ترین مسائل حوزۀ سرمایه گذاری به حساب می آید. به کمک مدلی اولیه که به مدل میانگین واریانس شهرت یافته است، مارکوویتز توانست مفهوم سبد سهام کارا را ارائه کند(چنگ،بیسلی وشریها، ۲۰۰۰). از آنجا که بازار سرمایه نقش مهمی در تخصیص کارای وجوه سرمایه ای ایفا می‌کند، برای رونق بخشیدن به اقتصاد کشورهایی همچون ایران، که از یک سو با حجم عظیم نقدینگی و از سوی دیگر با کمبود امکانات سرمایه گذاری مولد مواجه است، بازار سرمایه به عنوان نهادی برای تجهیز منابع مالی شرکت ها از اهمیت ویژه ای برخوردار است.سرمایه

گذاران همواره به دنبال اندازه گیری خطربرای گرفتن تصمیمات سرمایه گذاری بهینه هستند، آنان هموارتلاش می‌کنند صرف خطر سرمایه گذاری‌های خود را حداکثر سازند و به عبارتی بازده ی بیشتری را به ازای خطرهایی که متقبل شده اند بدست آورند.به بیانی دیگر سرمایه‌گذاران تلاش می کنند بازده سرمایه گذاری‌ها را به ازای خطر معین بیشینه کرده یا ریسک آن‌ها را به ازای بازده‌ی مشخص کمینه کنند(بشیریوشهرآبادی، ۱۳۹۲).

بنابراین، با توجه به آنچه در بالا ذکر شد، برای آنکه سرمایه گذاران از میان بازارهای مختلف سرمایه گذاری، اوراق بهادار و سهام شرکت ها را برگزینند، می‌بایست خواسته های آنان در به حداکثر رسانی سود سرمایه گذاری باحداقل ریسک را تامین کرد. اهمیت این موضوع در آن است که با این کار زمینه انتقال سرمایه را از کارهای غیرمولد به سمت کارهای تولیدی فراهم و امکان رشد و توسعه کشور مهیا می‌گردد.بنابراین، به طور خلاصه می‌توان منظور پژوهش پیشرو و پژوهش‌های مشابه گذشته را به این صورت بیان کرد: برای اینکه شخص سرمایه گذار در بازار سهام برای خرید سهام با این سوال که "چه سهمی و چه میزان از هر سهم را بخرم؟"روبرو نشود به کارگیری روش های ریاضی برای ارائه راه حلی جهت تعیین سهم و میزان مشخص خرید از هر سهم برای گنجاندن در سبد سهام ،بسیار مهم وضروری است. در این تحقیق، بهینه‌سازی سبد سهام با به کارگیری الگوریتم‌های بهینه سازی فرا ابتکاری (الگوریتم های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد انجام شده است و وارد کردن قیود و محدودیت‌هایی که به طور معمول و در واقعیت برای انتخاب سبد سهام متصور هستند نیز،از وجوه تمایز این بهینه سازی با تحقیقات پیشین دراین زمینه به شمار می رود.

۲. مبانی نظری پژوهش

۲-۱-بررسی روش‌های جستجو وبهینه‌سازی

-**روش‌های شمارشی:** در روش‌های شمارشی[1]، در هر تکرار فقط یک نقطه متعلق به فضای دامنه تابع هدف بررسی می‌شود. این روش‌ها برای پیاده‌سازی، ساده‌تر از روش‌های دیگر می‌باشند؛ اما به محاسبات قابل توجهی نیاز دارند. (امیری و همکاران، ۱۳۸۹).

- روش‌های محاسباتی (جستجوی ریاضی[2])

این روش‌ها از مجموعه شرایط لازم و کافی که در جواب مسأله بهینه‌سازی صدق می‌کند، استفاده می‌کنند. وجود یا عدم وجود محدودیت‌های بهینه‌سازی در این روش‌ها نقش اساسی دارد. به همین علت، این روش‌ها به دو دسته روش‌های با محدودیت و بی‌محدودیت تقسیم می‌شوند.

۱-روش‌های بهینه‌سازی بی‌محدودیت با توجه به تعداد متغیرها شامل بهینه‌سازی توابع یک متغیره و چند متغیره می‌باشند(ابزری و همکاران، ۱۳۸۱).روش‌های بهینه‌سازی توابع یک متغیره، به سه دسته روش‌های مرتبه صفر، مرتبه اول و مرتبه دوم تقسیم می‌شوند.

۲-روش‌های بهینه‌سازی با محدودیت را به سه دسته برنامه‌ریزی خطی، روش‌های مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌کند. مسائل با محدودیت که توابع هدف و محدودیت‌های آنها خطی باشند، جزو مسائل برنامه‌ریزی خطی قرار می‌گیرند. برنامه‌ریزی خطی شاخه‌ای از برنامه‌ریزی ریاضی است و کاربردهای فیزیکی، صنعتی و تجاری بسیاری دارد (شهدایی، ۱۳۹۱).

-روش‌های ابتکاری و فرا ابتکاری (جستجوی تصادفی)

یک روش ناشیانه برای حل مسائل بهینه‌سازی ترکیبی این است که تمامی جواب‌های امکان‌پذیر در نظر گرفته شـود و توابع هدف مربوط به آن محاسبه شود و در نهایت، بهترین جواب انتخاب گردد. روشن است که شیوه شمارش کامل، نهایتاً به جواب دقیق مسأله منتهی می‌شود؛ اما در عمل به دلیل

1 Counting Method

2 Based Method Calculus

زیاد بودن تعداد جواب‌های امکان‌پذیر،اســتفاده از آن غیرممکن اســت. در این زمینه، الگوریتم‌های مختلفی به وجود آمده است که مشهورترین نمونه آنها، روش سیمپلکس برای حل برنامه‌های خطی و روش شــاخه و کرانه برای حل برنامه‌های خطی با متغیرهای صــحیح اســت. به دلایل فوق، اخیراً تمرکز بیشــتری بر روش‌های ابتکاری[3] یا فرا ابتکاری[4] یا جســتجوی تصادفی[5] صورت گرفته است. (راعی و همکاران، ۱۳۹۱).

۲-۲-دسته‌بندی الگوریتم‌های فرا ابتکاری

معیارهای مختلفی می‌تواند برای طبقه‌بندیالگوریتم‌های فراابتکاری استفاده شود.

۱-مبتنی بر یــک جواب و مبتنی بر جمعیــت: الگوریتم‌هــای مبتنی بر یــک جواب در حین فرآینــد جســـتجو یــک جواب را تغییر می‌دهنــد، در حــالی که در الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت در حین جستجو، یک جمعیت از جواب‌ها در نظر گرفته می‌شوند.

۲-الهــام گرفتــه شـــده از طبیعت و بدون الهام ازطبیعت: بســـیاری از الگوریتم‌های فراابتکاری از طبیعت الهام گرفته شده‌اند، در این میان برخی ازالگوریتم‌های فراابتکاری نیز از طبیعت الهام گرفته نشده اند.

۳-با حافظه و بدون حافظه: برخی از الگوریتم‌های فراابتکاری فاقد حافظه می‌باشند، به این معنا که، این نوع الگوریتم‌ها از اطلاعات بدســت آمده در حین جستجو استفاده نمی‌کنند (به طور مثال تبرید شــبیه‌ســازی شــده). این در حالی اســت که در برخی از الگوریتم‌های فراابتکاری نظیر جســتجوی ممنوعه از حافظه اســتفاده می‌کنند. این حافظه اطلاعات بدســت آمده در حین جســتجو را در خود ذخیره می‌کند.

۴-قطعی و احتمالی: یک الگوریتم فراابتکاری قطعی نظیر جستجوی ممنوعه، مسئله را با استفاده از تصــمیمات قطعی حل می‌کند. اما در الگوریتم‌های فراابتکاری احتمالی نظیر تبرید شبیه سازی شده،

[3] Heuristic
[4] Metaheuristic
[5] Random Method

یک سری قوانین احتمالی در حین جستجو مورد استفاده قرار می‌گیرد (سوخکیان و همکاران، ۱۳۸۹).

- **الگوریتم های مبتنی بر یک جواب:**

الگوریتم تبرید شبیه سازی شده[۶].جست وجوی ممنوعه[۷].جست و جوی حریصانه[۸]. جست و جوی همسایگی متغیر[۹].جست و جوی محلی هدایت شده[۱۰].جست و جوی محلی تکرار شونده[۱۱].

- **الگوریتم‌های مبتنی بر جمعیت:**

الگوریتم های مبتنی بر جمعیت در بر گیرنده الگوریتم ژنتیک[۱۲]، الگوریتم رقابت استعماری، الگوریتم بهینه سازی کلونی مورچگان[۱۳]،الگوریتم کلونی زنبوعسل[۱۴]، الگوریتم کرم شب تاب[۱۵]، الگوریتم سیستم ایمنی مصنوعی[۱۶]، الگوریتم جستجوی هارمونی[۱۷] و الگوریتم بهینه سازی تجمعی ذرات[۱۸]است.

- **الگوریتم جستجوی ممنوعه**

الگوریتم جستجوی ممنوعه یک الگوریتم بهینه‌سازی فراابتکاری است که برای اولین بار در سال ۱۹۸۶ توسط گلوور معرفی شد در سال ۱۹۹۷، اولین کتابی که کاملاً به جستجوی ممنوعه اختصاص داشت توسط گلوور و لاگونا منتشر شد. واژه تابو از تُنگان زبان مردم جزایر پلینزی در اقیانوس آرام گرفته شده‌است. این واژه به معنای شیء مقدسی است که به دلیل قداست نباید آن را لمس کرد. بر

6 simulated annealing
7 tabu search
8 GRASP search
9 variable neighborhood search
10 guided local search
11 interated local search
12 Genetic Algorithm
13 Ant Colony Optimization Algorithm
14 Bee Colony Algorithm
15 Firefly Algorithm
16 Artificial Immune System Algorithm
17 Harmony Search Algorithm
18 Particle Swarm Optimization Algorithm

اساس واژه‌نامه وبِستر، امروزه این واژه در معنای «ممنوعیت ایجاد شده به دلیل فرهنگ اجتماعی برای ایجاد اقدام حفاظتی» یا «ممنوعیت چیزی که دارای ریسک است»، به کار می‌رود. معنای اخیر واژه تابو، با تکنیک جستجوی ممنوعه کاملاً سازگار است. ریسکی که در الگوریتم جستجوی ممنوعه از آن اجتناب می‌شود، خطر مسیرهای نامناسب است .

۲-۳-فروشنده دوره گرد

مسئله فروشنده دوره‌گرد، به‌اختصار مسئله‌ای مشهور است که ابتدا در سده ۱۸ مسائل مربوط به آن توسط ویلیام همیلتون و توماس کرکمن مطرح شد و سپس در دهه ۱۹۳۰ شکل عمومی آن به وسیله ریاضیدانانی مثل کارل منگر از دانشگاه هاروارد و هاسلر ویتنی از دانشگاه پرینستون مورد مطالعه قرار گرفت.

۳. پیشینه پژوهش

کائو یی شن وهمکاران[19] (۲۰۲۲)، طی پژوهشی به بررسی موضوع مدل بهینه‌سازی پورتفولیو تعاملی بر اساس تحلیل بنیادی ناهنجار و محدودیت‌های فازی منطقی پرداخته‌اند. آنها بیان نموده‌اند که تحقیقات روی بهینه‌سازی پورتفولیو میانگین واریانس[20] (MVPO) پیشرفت قابل‌توجهی در کاربرد الگوریتم‌های راه‌حل پیشرفته یا روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره برای دستیابی به نتایج برتر داشته است. مطالعه انها با استفاده از مجموعه‌ای از سهام از بازار سهام تایوان، یک مدل بهینه‌سازی پورتفولیو میانگین واریانس (MVPO) تعاملی را پیشنهاد نموده که توسط اولویت‌های خطر-بازده شخصی هدایت می‌شود و با محدودیت‌های فازی منطقی محدود می‌شود. علاوه بر این، این مطالعه آنها یک مدل دوقطبی مبتنی بر قانون را برای اولویت‌بندی ارزش‌های تعیین شده و پشتیبانی از فرآیند بهینه‌سازی تعاملی را ایجاد نموده است. البته، مدل انها ترکیبی یک تلاش اولیه برای بررسی عقلانیت محدود در بهینه‌سازی پورتفولیو میانگین واریانس (MVPO) بوده که

[19] Kao-YiShen et al
[20] Research on mean–variance portfolio optimization (MVPO)

تصـمیم‌گیری مبتنی بر قوانین چندگانه را با تصـمیم‌گیری چند هدفه را ادغام می‌کند. نتایج پژوهش آنها براسـاس پرتفوی به‌دست‌آمده از دو شاخص معیار در سال ۲۰۲۰ نشان داد که بهتر عمل نموده و امکان‌سنجی این رویکرد را نیز در دنیای واقعی نشان می‌دهد.

کریمی–مامقان وهمکاران[21] (۲۰۲۲)، طی پژوهشـی به بررسـی موضـوع یادگیری ماشـینی در خدمت فراابتکاری برای حل مسـائل بهینه سـازی ترکیبی با رویکرد فوق پیشـرفته پرداخته‌اند. آنها بیان نموده‌اند که در سال های اخیر، محققان به طور فزاینده تحقیقاتی به منظور ادغام فنون یادگیری ماشـین در فراابتکاری برای حل مسائل بهینه سازی ترکیبی وجود داشته اند. البته، به نظر می‌رسد که هدف این ادغام، هدایت فراابتکاری به سـمت یک جستجوی کارآمد، مؤثر و قوی و بهبود عملکرد آنها از نظر کیفیت راه حل، نرخ همگرایی و اسـتحکام بوده است. در نهایت، آنها یک بحث فنی در مورد مزایا، محدودیت‌ها، الزامات و چالش‌های پیاده‌سـازی هر یک از این راه‌های یکپارچه‌سازی را ارائه نموده اند، و به دنبال آن جهت‌های تحقیقاتی آینده را نیز مشخص نموده‌اند.

دورینگ وهمکاران[22] (۲۰۱۹)، طی پژوهشـی به بررسـی موضـوع فراابتکاری برای بهینه سـازی پرتفوی غنی و مـدیریـت خطر بـا رویکرد وضـــعیت فعلی و روندهای آینده پرداخته‌اند. آنها بیان نموده‌اند که مالی محاسباتی یک زمینه کاربردی در حال ظهور از الگوریتم‌های فراابتکاری است.. در این پژوهش مبانی نظری و علمی در مورد اسـتفاده از فراابتکاری برای حل نسـخه‌های NP-hard در خصـوص مسـائل بهینه‌سازی را مرور نموده است و ظرفیت آنها را برای ارائه راه‌حل‌های با کیفیت بالا تحت سـناریوهایی با در نظر گرفتن محدودیت‌های واقعی را نشـان می‌دهد. این پژوهش از سه طریق به توسعه مبانی نظری موجود کمک می کند. در ابتدا، مبانی نظری مربوط به کاربردهای بهینه سـازی فراابتکاری برای مدیریت پورتفولیو و خطر را به روشـی سـیسـتماتیک بررسی می‌کند. ثانیاً، پیوندهای بین بهینه‌ســازی پورتفولیو و مدیریت خطر را شـــناســـایی می‌کند و دیدگاه و طبقه‌بندی واحدی از هر دو مشـکل ارائه می‌کند. در نهایت، روندهایی را که به تدریج در مبانی نظری آشـکار

[21] Karimi-Mamaghan et al
[22] Doering et al.

شـده اند و بر تحقیقات آینده به منظور بهبود بیشـتر وضـعیت در این حوزه دانشـی تأیرگذار بوده، مسلط خواهند شد را ترسیم نموده است.

اکبری فرد و علایی[۲۳] (۲۰۱۹)، طی پژوهشی به بررسی موضوع بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم چرخه آب با رویکرد تطبیقی پرداخته‌اند. در پژوهش حاضـر، با اسـتفاده از الگوریتم چرخه آب (WCA)، مدلی برای انتخاب پرتفوی بهینه معرفی شد و سپس نتایج به‌دست‌آمده با نتایج حاصـل از جستجوی هارمونی (HS) و الگوریتم رقابتی امپریالیستی (ICA) مقایسه شد. بدین منظور با اسـتفاده از داده های ۱۰ ماهه (فروردین ۱۳۹۵ تا دی ماه ۱۳۹۶) بازدهی ۵۰ شـرکت برتر بورس اوراق بهادار ایران، پرتفوی بهینه با اسـتفاده از الگوریتم های فوق با هدف حداکثرسـازی سـود و حداقل سـازی برآورد شـد. خطر، و سـپس پرتفوی های بهینه به دسـت آمده از این الگوریتم‌ها با یکدیگر مقایسـه شـدند. نتایج پیاده‌سـازی این الگوریتم‌ها نشـان داد که علی‌رغم توانایی بالای الگوریتم‌هـای مورد مطـالعـه در بهینه‌سـازی پورتفولیوها، الگوریتم چرخه آب (WCA) از قابلیت بهینه‌سازی پرتفوی بالاتری نسبت به سایر الگوریتم‌ها برخوردار است.

سعیدی و همکاران (۱۴۰۰) طی پژوهشی به بررسی موضوع بهینه‌سازی پرتفوی سهام با استفاده از مقایسـه الگوهای مختلف تکنیکال پرداخته‌اند. از اینرو، در این پژوهش ۹ ابزار پر کاربرد تحلیل تـکنیکـال SMA ، EMA، ROC، OBV، RSI، MACD، TSI، HMA، Fibonacci Retracement و الگوریتم بهینه‌سـازی ژنتیک به کار برده شـده اسـت و همچنین، سـیسـتمی خبره خودکار اقدام به منظور بهینه‌سـازی پرتفوی، ایجاد شـده اسـت. در این سـیسـتم، سیگنال‌های خرید، فروش یا عدم اقدام، تولید شـده و نتایج مذکور در اختیار سـیسـتم خبره معاملاتی قرار می‌گیرد و سپس الگوریتم ژنتیک، بهینه‌سـازی لازم را بر اسـاس بازدهی و خطر انجام داده و اوزان بهینه شاخص‌های تکنیکال جهت اسـتفاده را در اختیار سـیسـتم خبره معاملاتی قرار می‌دهد. نتایج به دسـت آمده از عملکرد سـیستم خبره از منظر بازدهی و خطر با راهبرد خرید و نگهداری در شاخص‌های هم‌وزن و کل، در

[23] Akbarifard & Alaei

بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۲/۰۱/۰۵ الی ۱۴۰۰/۰۳/۳۱ مقایسه شده است. با توجه به نتایج پژوهش، می‌توان گفت که سیستم خبره معاملاتی در مقایسه با راهبرد خرید و نگهداری (شاخص هم‌وزن و کل) عملکرد مناسب‌تری از نظر بازدهی و خطر داشته است.

فلاح پور و همکاران (۱۳۹۷)، طی پژوهشی به بررسی موضوع بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم فراابتکاری نهنگ با معیار ریسک ریزش مورد انتظار پرداخته‌اند. این روش با الهام از روش زندگی نهنگ‌ها در سال ۲۰۱۶ معرفی شد. این پژوهش با استفاده از بازده های سهام شرکت های موجود در شاخص ۵۰ شرکت فعال تر بورس اوراق بهادار تهران، به بهینه سازی این سبد با الگوریتم نهنگ پرداخته و ضمن مقایسه آن با دو الگوریتم فراابتکاری دیگر، مزایای آن در بهینه سازی سبد سهام را بررسی می کند.

مهرگان و همکاران (۱۳۹۶)، طی پژوهشی به بررسی موضوع انتخاب پرتفولیوی سهام با روش ELECTRE-TRI: بررسی توان‌مندی‌ها، مقایسه رویکردها و تحلیل حساسیت پرداخته‌اند. هدف پژوهش حاضر بررسی توانمندی روش طبقه‌بندی چند معیاره ELECTRE-TRI در یکی از جذاب‌ترین مسائل تصمیم، یعنی مسئله انتخاب پرتفولیوی سهام است. در این پژوهش چهار رویکرد مختلف روش ELECTRE-TRI با هم مقایسه شده است. این رویکردها شامل تخصیص خوش‌بینانه با حد آستانه وتو، تخصیص بدبینانه با حد آستانه وتو، تخصیص خوش‌بینانه بدون حد آستانه وتو و تخصیص بدبینانه بدون حد آستانه وتو است. بدین منظور برای انتخاب سهام از هشت شاخص بازده، بتا، حاشیه سود خالص، ROA، ROE، EPS، P/E و نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری استفاده‌شده است و وزن شاخص‌ها یا استفاده از روش BWM به‌دست‌آمده است. این پژوهش در شرکت سرمایه‌گذاری ملی ایران به‌عنوان موردمطالعه انجام‌شده است .نتایج پژوهش نشان داد، در بین رویکردهای مختلف روشELECTRE-TRI ، رویکرد تخصیص بدبینانه، بدون در نظر گرفتن حد آستانه وتو، نتیجه بهتری را ارائه می‌کند. همچنین نتیجه این مطالعه نشان از اهمیت بالای شاخص P/E در انتخاب پرتفولیو دارد.

۴. روش‌شناسی پژوهش

هدف اصلی این تحقیق بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد است. به بیان دیگر، هدف این پژوهش، یافتن و ارائه راهکاربرای انتخاب سبد سهام بهینه برای سرمایه گذار کاربردی است، که بتواند بر اساس آن، برای شیوه ی سرمایه گذاری خود در آینده برنامه ریزی کند و با کمترین ریسک در بازار سرمایه فعالیت و سرمایه گذاری کند. پس به طور خلاصه می توان منظور پژوهش پیشرو و پژوهش های مشابه گذشته را به این صورت بیان کرد: برای اینکه شخص سرمایه گذار در بازار سهام برای خرید سهام با این سوال که "چه سهمی و چه میزان از هر سهم را بخرم؟"روبرو نشود به کارگیری روش های ریاضی برای ارائه راه حلی جهت تعیین سهم و میزان مشخص خرید از هر سهم برای گنجاندن در سبد سهام، بسیار مهم وضروری است.

در ابتدا به بررسی معیارهاو مدل های انتخاب سبد سهام در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته شده و سپس به منظور انجام این پژوهش، داده های چند شرکت فعال در بورس اوراق بهادار تهران برای مدتی معلوم انتخاب شده و با در نظر گرفتن مفروضاتی نظیر:

- سبد سهام بر اساس حداقل کردن مقدار تابع برازندگی انتخاب می‌شود؛
- سرمایه گذار تمایل به سرمایه گذاری جزئی و خُرد ندارد؛
- محدودیت هزینه مبادلاتی و مالیات وجود ندارد؛
- هیچ محدودیت بازاری و فروش استقراضی وجود ندارد.

جستجوی ممنوعه:

از جمله فرااکتشافات پر مراجعه و پر مصرف در مسائل بهینه‌سازی محدب می باشد. TS صریحا از سابقه جستجو بهره می برد. هم برای گریز از کمینه‌های محلی و هم برای پیاده سازی یک استراتژی کاوشی. الگوریتم TS ساده، جستجوی محلی بهترین بهبود را به عنوان جزء پایه

اعمال می کند و از حافظه کوتاه مدت برای فرار از کمینه های محلی و اجتناب از چرخه‌ها استفاده می کند. حافظه کوتاه مدت به صورت یک لیست ممنوع است که راه حل‌های اخیر را نگهداری کرده و حرکت به سمت آن‌ها را قدغن می‌کند. پس همسایه راه حل فعلی، به راه حل‌هایی محدود می شود که به لیست ممنوع تعلق ندارند. این مجموعه را مجموعه مجاز می نامیم. در هر تکرار بهترین راه حل متعلق به این مجموعه معمولا به ترتیب حذف می شود. در نتیجه این محدودیت پویا برای راه حلهای مجاز، می توان TS را تکنیک جستجوی همسایگی پویا دانست. با رسیدن به شرط خاتمه، الگوریتم پایان می یابد، یا در زمانی که مجموعه مجاز تهی شود یعنی کلیه راه حلهای موجود در N(s) توسط لیست ممنوع، قدغن شده باشند. آنها معمولا با استفاده از حافظه کوتاه مدت شناخته می‌شوند. اطلاعات جمع آوری شده در طول کل فرایند جستجو نیز می‌تواند بسیار مفید واقع شود. این نوع حافظه طولانی مدت معمولا با مراجعه به چهار اصل به TS اضافه می شوند که شامل، تازگی، فرکانس، کیفیت و تاثیرگذاری است.

-روش اجرای الگوریتم

قدم اول: ایجاد یک جواب اولیه و به روز رسانی بهترین جواب سراسری باآن

قدم دوم: تشکیل لیست حرکات ممنوع، لیست جواب‌های ممنوع و لیست کاندید و وارد کردن جواب فعلی در لیست ممنوع

قدم سوم: انجام فرایند تقویت سازی

قدم چهارم: انجام فرایند گوناگونی

قدم‌پنجم: اگرگوناگونی‌صورت‌نگرفته‌است و یا تعداد کل تکرارها کمتراز ماکزیمم تکرارها باشد به قدم سوم بروید.

قدم ششم: در غیر این صورت بهترین جواب سراسری بدست آمده تاکنون را توسط رویه بهبود بخشیده وجواب بهبودیافته را برگردانید.

فروشنده دوره گرد:

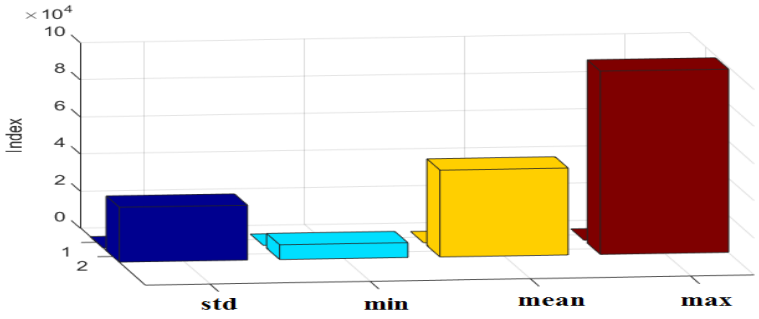
سالهای زیادی است که مطرح شده است. اولین نمونه آن را شخصی به نام اویلر[۲۴] در سال ۱۷۵۹ مبنی بر جابجایی اسب به تمامی خانه های صفحه شطرنج به صورتی فقط یک بار وارد هر خانه شود، مطرح نمود. جنبه ریاضیاتی مربوط به مساله فروشنده دوره گرد در سال ۱۸۰۰ توسط یک ریاضیدان ایرلندی به نام ویلیام روآن همیلتون[۲۵]و یک ریاضیدان انگلیسی به نام توماس پنیگتون کرکمن[۲۶]مورد بحث قرار گرفت. مساله فروشنده دوره گرد یکی از مسائلی است که تلاش بسیاری از ریاضیدانان و دانشمندان رشته کامپیوتر و صاحبنظران این علوم را به خود جلب کرده است زیرا مساله فروشنده دوره گرد مساله ای است که شرح آن بسیار ساده است ولی حل آن بسیار مشکل است

۵-یافته‌های پژوهش

۵-۱--توصیف آماری متغیرهای پژوهش

در این پژوهش به منظور بهینه سازی سبد سهام از شاخص بورس تهران از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷ استفاده شده است. داده‌های مربوطه از دفتر آینده پژوهشی، مدلسازی و مدیریت اطلاعات اقتصاد دریافت شده است. نمودار (۱) مشخصات آماری شاخص بورس تهران را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷ را نشان می‌دهد.

[24] Euler
[25] William Rowan Hamilton
[26] Thomas Penygton Kirkman

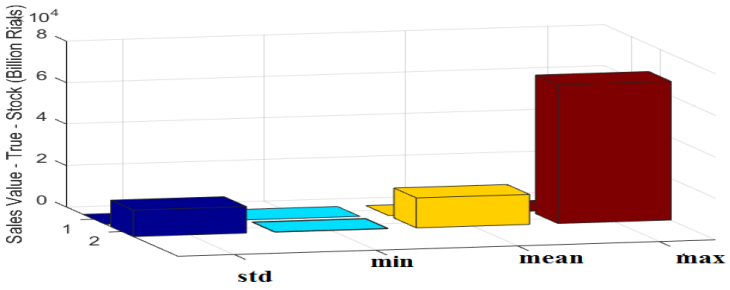


نمودار (۱): مشخصات آماری شاخص بورس تهران را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷

مشخصات آماری داده مورد استفاده در جدول۱ آورده شده است. در این جدول ستون‌ها به ترتیب انحراف معیار، مینمم، میانگین و ماکزیمم به ترتیب ۲۹۵۷۴,۹۷، ۷۹۶۶,۵، ۴۶۸۱۲,۱ و ۹۸۸۱۷,۲۸ است.

جدول (۱): مشخصات آماری شاخص بورس تهران

مشخصات آماری	انحراف معیار	مینمم	میانگین	ماکزیمم
شاخص بورس تهران	۲۹۵۷۴,۹۷	۷۹۶۶,۵۰	۴۶۸۱۲,۱۰	۹۸۸۱۷,۲۸

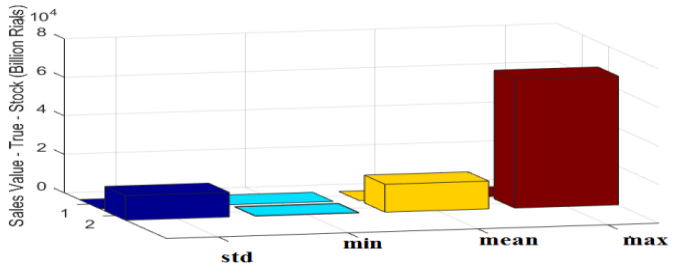


نمودار (۲): مشخصات آماری داده سری زمانی ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال) را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷

مشخصات آماری داده سری زمانی ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال) را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷ مورد استفاده در جدول۲ آورده شده است. در این جدول ستون‌ها به ترتیب انحراف معیار، مینمم، میانگین و ماکزیمم به ترتیب ۱۲۸۰۹,۸۸، ۲۰۹,۹۸، ۱۴۴۵۹,۸۴ و ۶۶۸۶۰,۷۲ است.

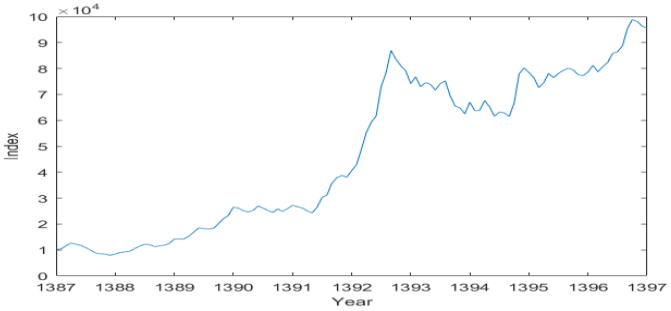
جدول (۲): مشخصات آماری داده سری زمانی ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال) را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷

مشخصات آماری	انحراف معیار	مینمم	میانگین	ماکزیمم
ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال)	۱۲۸۰۹,۸۸	۲۰۹,۹۸	۱۴۴۵۹,۸۴	۶۶۸۶۰,۷۲



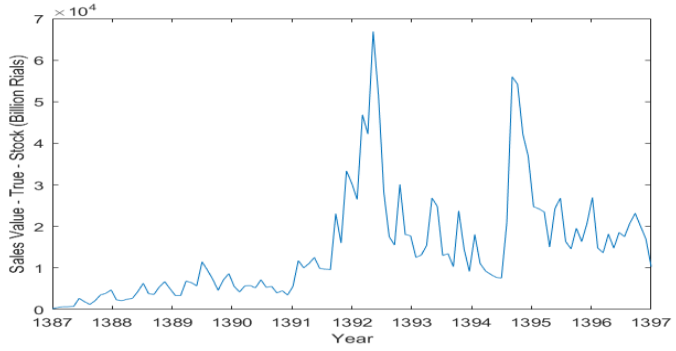
نمودار (۳): مشخصات آماری مشخصات آماری داده سری زمانی ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال) را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷

نمودار ۳ سری زمانی شاخص بورس تهران را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷ نشان می‌دهد. با توجه به این شکل شاخص به صورت کلی تا سال ۱۳۹۳ روند صعودی و از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۵ روند نزولی داشته و از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۳۹۷ روند صعودی دارد.



نمودار (۴): سری زمانی شاخص بورس تهران را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷

نمودار۵ سری زمانی ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال) را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷ نشان می‌دهد. با توجه به این شکل شاخص به صورت کلی تا سال ۱۳۹۳ روند صعودی و از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۵ روند نزولی داشته و از سال ۱۳۹۵ تا مدت کوتاهی روند افزیشی سپس تا سال ۱۳۹۷ روند نزولی دارد.



نمودار (۵): سری زمانی ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال) را از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷

در پژوهش حاضر به منظور اجرای الگوریتم ، تعداد ۱۰۴ شرکت شرکت های فعال در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس محدودیت هایی که برای کل جامعه آماری در نظر گرفته شد بود، انتخاب گردیدند .جدول (۳) مشخصات کل آزمودنی‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۳): تعداد شرکت‌ها از صنایع مختلف

صنعت	تعداد شرکت	متوسط بازده سالانه	متوسط بازده ماهانه
خودرو و ساخت قطعات	16	10.81	1.37
مواد و محصولات دارویی	11	16.38	3.66
محصولات شیمیایی	10	7.02	-0.41
سرمایه گذاری ها	8	9.6	0.11
فلزات اساسی	8	-12.34	1.23
انبوه سازی املاک و مستغلات	7	21.28	-0.2
استخراج کانه های فلزی	5	9.53	2.34
سیمان ، اهک و گچ	5	4.09	-0.65
ماشین آلات دستگاه های برقی	4	12.33	1.02
ماشین آلات و تجهیزات	4	18.43	1.59
بانک ها و موسسات مالی و نهادهای پولی	3	1.2	3.37
سایر واسطه های مالی	3	20.94	1.81
غفراورده های نفتی، کک و سوخت هسته ای	3	8.32	-0.75
محصولات غذایی و آشامیدنی بجز قند و شکر	3	10.46	1.86
حمل و نقل و انبارداری	2	14.47	1.67
سایر محصولات کانی غی فلزی	2	5.39	0.81
شرکت های چند رشته ای صنعتی	1	-0.68	۱,۶۱
لاستیک و پلاستیک	2	9.41	-3.39
پیمانکاری صنعت	2	4.83	-2.65
خدمات فنی و مهندسی	1	-0.67	0.12
رایانه و فعالیت های وابسته به آن	1	5.25	-2.06
استخراج ذغال سنگ	1	8.31	-0.67
محصولات کاغذی	1	0.48	3.7
وسایل اندازه گیری پزشکیو اپتیکی	1	7.93	0.13

۵-۲-سوالات پژوهش

در حقیقت ما به دنبال اجرا مراحلی برای بهینه سازی و پاسخ به سوالات اصلی و فرعی این تحقیق می باشیم:

۱- بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد تا چه میزان نیازهای کاربردی سرمایه گذاران را برطرف میکند؟

۲- چگونه می‌توان مدل های ریاضی موجود را در راستای تطبیق بیشتر با واقعیت (با در نظر گرفتن مفروضات خاص) توسعه داد؟

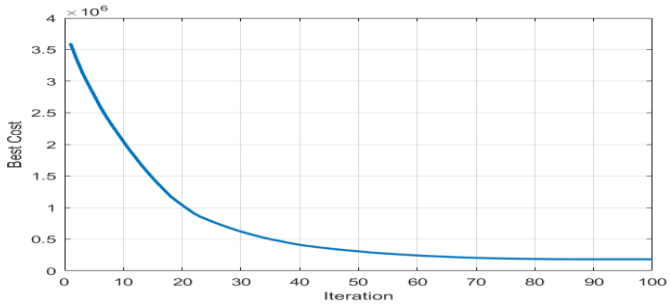
۳- می‌توان از روش‌های ارائه‌شده برای بهینه سازی مساله سبد دارایی درکاربردهای واقعی و با استفاده از اطلاعات بازار های کارا و ناکارا استفاده‌نمود؟

۴- ازمیان سرمایه گذاران دربورس اوراق بهادار، چه درصدی در ترکیاب پرتفوی خود، ریسک رادر اولویت قرار می‌دهند؟

به منظور بررسی فرضیه ها بدین صورت عمل شده است. به طوری‌که برای بهینه سازی مدل از فروشنده دورگرد به منظور گراف کامل استفاده شده است. گراف کامل گرافی است که هر راس آن با رئوس دیگر در ارتباط است. برای اینکه هر گرافی را کامل کنیم، مقدار ∞ را به هر یال که در گراف اصلی موجود نیست می دهیم و آنها را به گراف اضافه می کنیم دور هامیلتونی دوری است که همه رئوس گراف را فقط یک بار ملاقات می کند و TSP همدور هامیلتونی با کمترین وزن است. در TSP به عنوان یک گراف جواب TSP دور هامیلتونی با کمترین وزن می باشد. برای یک گراف کامل جهت دار $(n-1)!$ دور هامیلتونی وجود دارد. زیرا ما با داشتن n راس، n انتخاب برای نقطه شروع داریم و $n-1$ انتخاب برای راس بعدی که باید ملاقات شود و از آنجا که هیچ راسی نباید بیش از دو بار ملاقات شود پس $n-2$ راس برای ملاقات بعدی وجود دارد و به همین ترتیب الی آخر و در انتها در معادله اعمال شده است. برای یک گراف کامل غیر جهت دار هم می توان تعداد دورهای هامیلتونی محاسبه شود، با این تفاوت که جهت حرکت تاثیر ندارد. وقتی تورهای

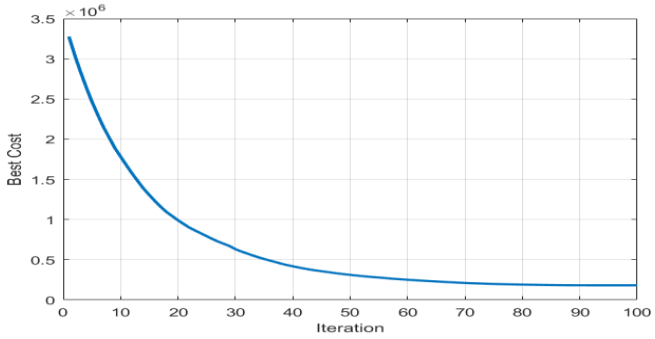
یک گراف کامل جهت دار شمارش می‌شود، جفت تورهایی که کاملاً در جهت عکس هم هستند از آنجا که در گراف کامل غیر جهت دار وزن یالها در هر دو جهت یکسان است پس هر دو عدد تور در گراف جهت دار به یک عدد تور در گراف غیر جهت دار تبدیل می‌شود . در جستجوی ممنوعه می‌توان تعداد تکرار و طول جستجو را تغییر داد که در این پژوهش ۴ حالت بررسی شده است.

حالت اول : نمودار ۶سناریو اول تعداد تکرار ۱۰۰ و طول جستجو ۰,۵ در نظر گرفته شده است.



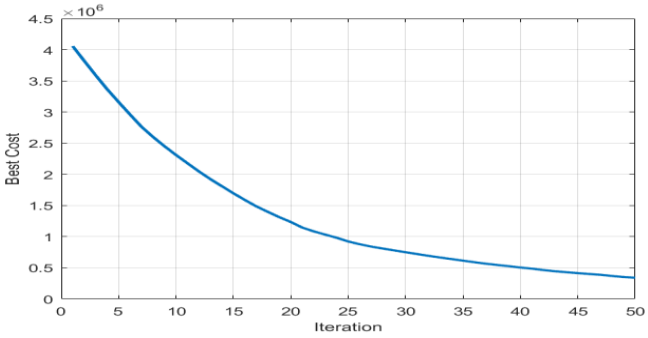
نمودار (۶): **سناریو اول تعداد تکرار ۱۰۰ و طول جستجو**

حاالت دوم : نمودار ۷ سناریو الو تعداد تکرار ۱۰۰ و طول جستجو ۱ در نظر گرفته شده است.



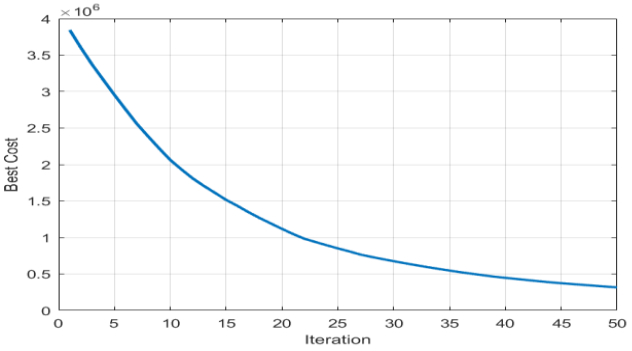
نمودار (۷): **سناریو الو تعداد تکرار ۱۰۰ و طول جستجو ۱**

حالت سوم : نمودار ۸ سناریو الو تعداد تکرار ۵۰ و طول جستجو ۱ در نظر گرفته شده است.



نمودار (۸): **سناریو الو تعداد تکرار ۵۰ و طول جستجو ۱**

حالت چهارم: نمودار ۹ سناریو اول تعداد تکرار ۵۰ و طول جستجو ۰,۵ در نظر گرفته شده است.



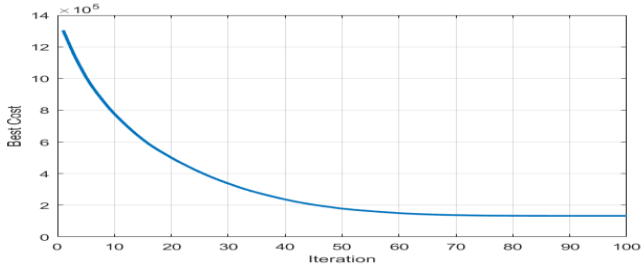
نمودار (۹): سناریو الو تعداد تکرار ۵۰ و طول جستجو ۰,۵

جدول ۴ بهترین جواب هر سناریو با تعداد تکرار را نشان می‌دهد.

جدول (۴): بهترین جواب هر سناریو با تعداد تکرار شاخص بورس

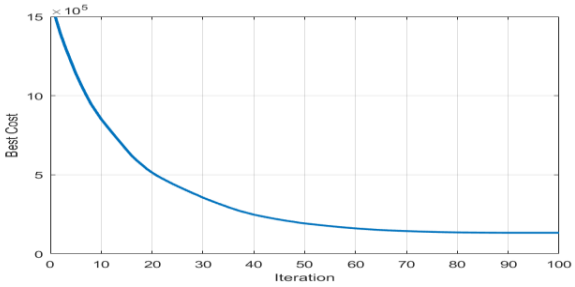
سناریو	تعداد تکرار و بهترین تابع هزینه
اول تکرار ۱۰۰ طول ۰,۵	*Iteration 100: Best Cost = 181701.6245*
دوم تکرار ۱۰۰ طول ۱	*Iteration 100: Best Cost = 181701.6527*
سوم تکرار ۵۰ طول ۱	*Iteration 50: Best Cost = 341086.0438*
چهارم تکرار ۵۰ طول ۰,۵	*Iteration 50: Best Cost = 316320.6721*

نمودار ۱۰ سناریو اول ارزش فروش – حقیقی – بورس تعداد تکرار ۱۰۰ و طول جستجو ۰,۵ در نظر گرفته شده است.



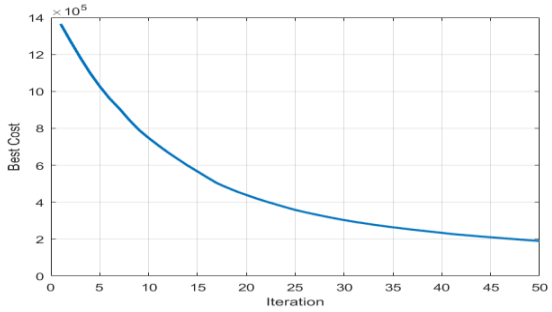
نمودار (۱۰): سناریو اول ارزش فروش – حقیقی – بورس تعداد تکرار ۱۰۰ و طول جستجو ۰,۵

نمودار ۱۱ سناریو دوم ارزش فروش – حقیقی – بورس تعداد تکرار ۱۰۰ و طول جستجو ۱ در نظر گرفته شده است.



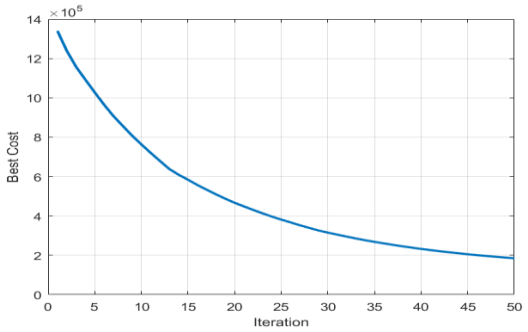
نمودار (۱۱): **سناریو دوم ارزش فروش – حقیقی – بورس تعداد تکرار ۱۰۰ و طول جستجو ۱**

نمودار ۱۲ سناریو سوم ارزش فروش – حقیقی – بورس تعداد تکرار ۵۰ و طول جستجو ۱ در نظر گرفته شده است.



نمودار (۱۲): **سناریو سوم ارزش فروش – حقیقی – بورس تعداد تکرار ۵۰ و طول جستجو ۱**

نمودار ۱۳ سناریو چهارم ارزش فروش – حقیقی – بورس تعداد تکرار ۵۰ و طول جستجو ۰,۵ در نظر گرفته شده است.



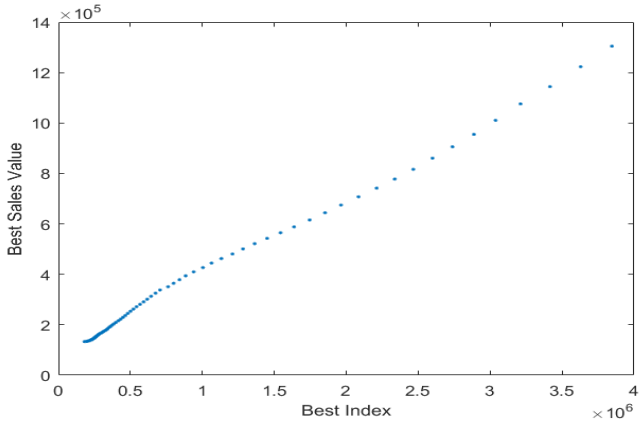
نمودار (۱۳): **سناریو چهارم ارزش فروش – حقیقی – بورس تعداد تکرار ۵۰ و طول جستجو ۰,۵**

جدول ۵ بهترین جواب هر سناریو با تعداد تکرار ارزش فروش – حقیقی – بورس را نشان می‌دهد.

جدول (۵): بهترین جواب هر سناریو با تعداد تکرار ارزش فروش – حقیقی – بورس

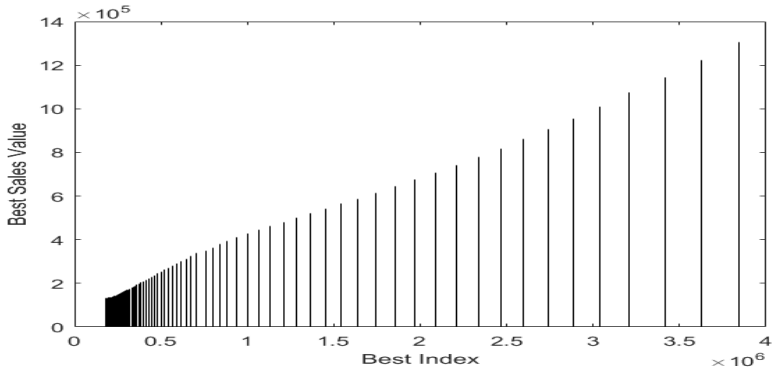
سناریو	تعداد تکرار و بهترین تابع هزینه
اول تکرار ۱۰۰ طول ۰,۵	*Iteration 100: Best Cost = 133301.7243*
دوم تکرار ۱۰۰ طول ۱	*Iteration 100: Best Cost = 133301.8198*
سوم تکرار ۵۰ طول ۱	*Iteration 50: Best Cost = 177242.6578*
چهارم تکرار ۵۰ طول ۰,۵	*Iteration 50: Best Cost = 184861.3683*

براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد به منظور بهینه سازی سبد سهام و افزایش سود خروجی نهایی آن به صورت نمودار ۱۴ آورده شده است که در این شکل بهترین زمان شاخص با بهترین زمان فروش آن آورده شده است. براساس نتایج مشخص است که در اوایل سال‌های بررسی با سیر صعودی شاخص تعداد نقاط سود دهی دارای تراکم بیشتر و فشرده تر است ولی با گذشت زمان سیر نزولی شاخص و افزایش فروش میزان سود دهی با تراکم های کمتر پیشنهاد شده است. پرتفوی انتخاب شده براساس ۱۰۴ شرکت‌های انتخاب شده در جدول ۳ آورده شده است و تعداد ۲۵ درصد کل سهم در نظر گرفته شده است.



نمودار (۱۴): **بهترین شاخص با بهترین فروش**

نمودار ۱۵ بهترین شاخص با بهترین فروش به صورت نمودار میله‌ای براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد آورده شده است.



نمودار (۱۵): **بهترین شاخص با بهترین فروش به صورت نمودار میله‌ای براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد**

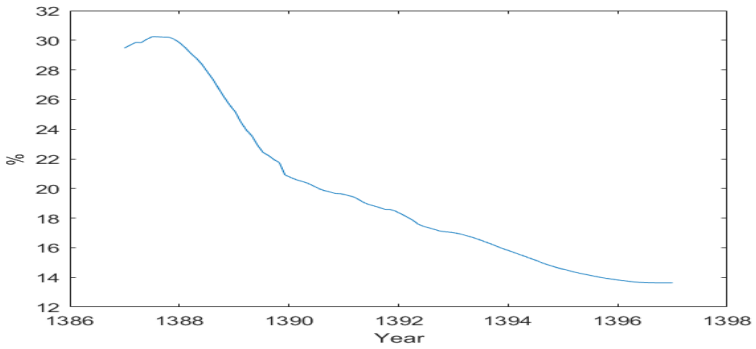
۱۰ مقدار بهینه استخراج شده براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد به صورت جدول ۶ آورده شده است. جدول زیر۱۰ مقدار بهینه استخراج شده برا براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد.

جدول (۶): مقدار بهینه استخراج شده برا براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد

ردیف	بهترین فروش	بهترین شاخص
۱	۳۸۴۶۶۰۴,۹۵۱۹۷۸۶	۱۳۰۴۷۱۴,۷۵۳۹۴۴
۲	۳۶۲۹۴۸۲,۹۷۱۷۹۸۳	۱۲۲۳۳۹۲,۰۸۴۸۵۹۷
۳	۳۴۱۶۳۷۳,۵۷۲۳۱۳۸	۱۱۴۴۱۴۸,۳۴۵۹۴۶۴
۴	۳۲۱۱۱۶۰,۳۷۲۰۱۰۳	۱۰۷۵۸۸۴,۶۸۷۸۵۹۷
۵	۳۰۳۷۸۷۲,۹۷۲۰۱۳۹	۱۰۱۰۵۰۸,۴۴۴۸۹۴۹
۶	۲۸۸۷۵۵۸,۹۷۱۳۱۵۴	۹۵۴۷۵۷,۹۶۰۰۶۸۲۲
۷	۲۷۳۸۳۲۰,۹۷۰۷۱۱۸	۹۰۵۶۸۴,۰۸۵۰۵۳۲۳
۸	۲۵۹۹۴۸۴,۷۷۰۴۶۴۲	۸۶۰۳۹۳,۹۰۷۷۲۵۸۱
۹	۲۴۶۵۸۶۰,۷۸۹۸۲۲	۸۱۶۲۹۷,۷۷۰۶۸۴۰۵
۱۰	۲۳۳۷۶۱۳,۷۸۹۸۵۹۵	۷۷۷۵۷۱,۵۶۸۱۳۶۲۳
۱۱	۲۲۱۱۴۶۹,۴۰۹۵۶۸۷	۷۴۱۷۰۷,۳۰۸۴۲۳۰۷
۱۲	۲۰۸۵۵۲۳,۴۱۰۵۱۴۷	۷۰۷۲۷۴,۰۴۶۰۷۳۹۷

ردیف	بهترین فروش	بهترین شاخص
۱۳	۱۹۶۳۸۲۱,۲۱۰۷۵۵۷	۶۷۴۸۳۸,۳۷۹۴۶۹۶۷
۱۴	۱۸۵۲۷۱۶,۰۳۰۷۲۷۵	۶۴۳۹۲۳,۵۸۲۹۱۳۸۵
۱۵	۱۷۴۵۷۶۰,۰۵۰۳۵۷۳	۶۱۵۵۰۰,۴۴۷۶۹۶۹۳

درصد کل سرمایه‌گذاری براساس براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد در بازه زمانی بررسی شده در شکل ۴-۱۵ آورده شده است. براساس نتایج در سال‌های ۸۷ تا ۹۰ درصد سرمایه‌گذاری بالای ۲۰ درصد و در سال ۸۸ به بالاترین میزان توسط الگوریتم پیشنهاد می‌شود که با نزدیک شدن به سال ۱۳۹۷ روند کاهش و به مینمم ۱۳ درصد می‌رسد. احتیاط حکم می‌کند که سرمایه گذاران باید یک پرتفوی سرمایه گذاری بر حسب میزان تحمل ریسک و اهداف سرمایه گذاری خود تشکیل دهند. به پرتـفوی سرمایه گذاری به شکل یک کیک که به چند قسمت با اندازه‌های مختلف تقسیم شده است. در این پژوهش پرتفوی ۱۰۴ شرکت بر اساس جدول ۴ براساس ۲۵ ردصد کل سهم بررسی شده است.



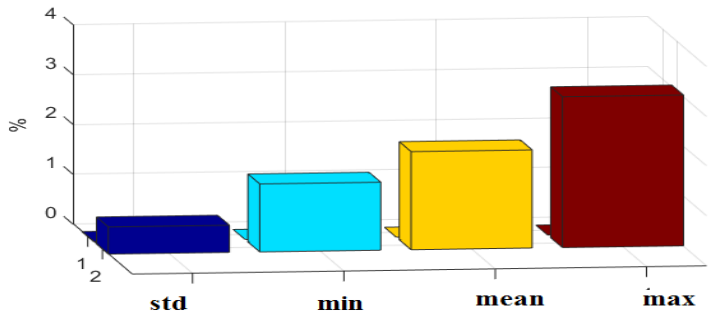
نمودار (۱۶): درصد کل سرمایه‌گذاری براساس براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد در بازه زمانی بررسی شده

مشخصات آماری درصد کل سرمایه‌گذاری براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد در بازه زمانی بررسی شده در جدول(۷) آورده شده است.

جدول (۷): مشخصات آماری درصد کل سرمایه‌گذاری براساس براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد در بازه زمانی بررسی شده

مشخصات آماری	انحراف معیار	مینمم	میانگین	ماکزیمم
درصد کل سرمایه‌گذاری	۵,۴۳۶۳	۱۳,۶۳۰۹	۱۹,۶۸۳۱	۳۰,۲۴۳۹

مشخصات آماری درصد کل سرمایه‌گذاری براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد دربازه زمانی بررسی شده در شکل (۱۶) آورده شده است.



نمودار (۱۷): مشخصات آماری درصد کل سرمایه‌گذاری براساس براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد در بازه زمانی بررسی شده

۶. نتیجه‌گیری

یکی ازدغدغه های اصلی سرمایه گذاران بورس های اوراق بهادار و بازارهای سرمایه، انتخاب سهم و یا سبد سهامی است که از لحاظ سود آوری(افزایش قیمت وسودهرسهم) و ریسک سرمایه گذاری بهینه باشد. ازاین رو بهینه سازی سبد سهام به عنوان یک امر بسیار حیاتی در سرمایه گـذاری مورد توجه محققان و تحلیلگران مالی قرار گرفته است وروش های بسیاری در رابطه با انتخاب آن به وجودآمده و معرفی شده‌اند. همه روزه تلاش‌های گسترده‌ای برای بهبود روش های بررسی و تحلیل سهام دربازارهای مالی دنیا صورت می‌گیرد. تلاش در جهت بهبود روش‌های تجزیه و تحلیل سهام،

به ویژه دربازارهایی که شمار سهام درآنها بسیاربالاست، منجر به پدید آمدن روش‌های نوینی گردیده که در کنار روش‌های گذشته درصدد یافتن پاسخی برای میل به حداکثر سازی سود فرد در بازارهای مالی می باشند. این پژوهش با هدف بهینه سازی سبد سهام با استفاده ازالگوریم‌های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد انجام شده است. از این رو، در این پژوهش به منظور بهینه سازی سبد سهام از شاخص بورس تهران و ارزش فروش – حقیقی – بورس (میلیارد ریال) از فروردین سال ۱۳۸۷ تا فروردین سال ۱۳۹۷ استفاده شده است. همچنین، به منظور بهینه سازی سبد سهام از الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد استفاده شده است. لذا، با بررسی آزمون فرضیه‌ها، شواهد تجربی این پژوهش نشان داد که؛ ۱–بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد نیازهای کاربردی سرمایه گذاران را برطرف می‌کند. از این حیث، با توجه به نتایج می‌توان الگوریتم های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد براس برطرف کرده نیازهای کاربردی سرمایه گذاران استفاده نمود.۲–می‌توان مدل‌های ریاضی موجود را در راستای تطبیق بیشتر با واقعیت (با در نظر گرفتن مفروضات خاص) توسعه داد. لذا، با توجه به نتایج با سناریوهای نوسان و شاخص‌های مختلف می‌توان الگوریتم های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد در راستای تطبیق بیشتر با واقعیت (با در نظر گرفتن مفروضات خاص) توسعه داد. ۳– می توان ازروش های ارائه‌شده برای بهینه سازی مساله سبد دارایی درکاربردهای واقعی و با استفاده از اطلاعات بازار استفاده نمود. در این خصوص می‌توان گفت، با توجه به نتایج که از داده‌های واقعی با سناریوهای مختلف و شاخص‌های مختلف به کاربرده شده می‌توان الگوریتم‌های جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد بهینه سازی مساله سبد دارایی درکاربردهای از اطلاعات بازار استفاده نمود. ۴– ازمیان سرمایه گذاران دربورس اوراق بهادار، درصدی در ترکیب پرتفوی خود، خطر را در اولویت قرار می‌دهند. لذا، براساس نوسان کاهشی و افزایشی در محدوده ساله‌های مورد بررسی با توجه به کاهش و افزایش فروش سرمایه گذاران دربورس اوراق بهادار، درصدی در ترکیب پرتفوی خود، ریسک را در اولویت قرار می دهند. همچنین، نتایج حاصل نشان می‌دهد:

-شاخص به صورت کلی تا سال ۱۳۹۳ روند صعودی و از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۵ روند نزولی داشته و از سال ۱۳۹۵ تا سال ۱۳۹۷ روند صعودی دارد، ارزش فروش - حقیقی - بورس (میلیارد ریال) به صورت کلی تا سال ۱۳۹۳ روند صعودی و از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۵ روند نزولی داشته و از سال ۱۳۹۵ تا مدت کوتاهی روند افزیشی سپس تا سال ۱۳۹۷ روند نزولی دارد، در جستجوی ممنوعه می‌توان تعداد تکرار و طول جستجو را تغییر داد که در این پژوهش ۴ حالت بررسی شده است. سناریو اول تکرار ۱۰۰ طول ۰,۵، دوم تکرار ۱۰۰ طول ۱، سوم تکرار ۵۰ طول ۱ و چهارم تکرار ۵۰ طول ۰,۵ بررسی شده است، برای شاخص بورس در سناریو اول تکرار ۱۰۰ و طول ۰,۵ بهترین جواب را ارائه می‌دهد، برای ارزش فروش - حقیقی - بورس در سناریو اول تکرار ۱۰۰ و طول ۰,۵ بهترین جواب را ارائه می‌دهد، با توجه به جستجو محور بودن الگوریتم‌های مورد بررسی تعداد تکرارهای بیشتر در سناریوهای مختلف بهترین جواب را ارائه می‌دهد که طول جستجو تاثیر چندانی در بهترین جواب نداشته و معیار تعداد تکرار برتری بیشتری دارد.

- براساس نتایج مشخص است که در اوایل سال‌های بررسی با سیر صعودی شاخص تعداد نقاط سود دهی دارای تراکم بیشتر و فشرده تر است ولی با گذشت زمان سیر نزولی شاخص و افزایش فروش میزان سود دهی با تراکم‌های کمتر پیشنهاد شده است.

-براساس نتایج در سال‌های ۸۷ تا ۹۰ درصد سرمایه‌گذاری بالای ۲۰ درصد و در سال ۸۸ به بالاترین میزان توسط الگوریتم پیشنهاد می‌شود که با نزدیک شدن به سال‌های جدید روند کاهش و به حداقل ۱۳ درصد نزدیک شود.

-مشخصات آماری درصد کل سرمایه‌گذاری براساس براساس الگوریتم جستجوی ممنوعه و فروشنده دوره گرد در بازه زمانی بررسی شده انحراف معیار ۵,۴۳، مینمم ۱۳,۶۳، میانگین ۱۹,۶۸ و حداکثر ۳۰,۲۴ درصد است.

-براساس نتایج در سال‌های ۸۷ تا ۹۰ درصد سرمایه‌گذاری بالای ۲۰ درصد و در سال ۸۸ به بالاترین میزان توسط الگوریتم پیش بینی می‌شود که می‌شود که با نزدیک شدن به سال های جدید و پیش روی احتمالاض روند کاهش و به حداقل ۱۳ درصد نزدیک شود.

فهرست منابع:

ابرزی، مهدی، سامتی، مرتضی، دلبری، مهدی. (۱۳۸۱). کاربرد مدل فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) در تعیین معیارهای مؤثر بر انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران. فصلنامه برنامه ریزی و بودجه، ۷(۵), ۳-۲۷.

احمدپور، اکبرپور شیرازی، رضوی امیری. (۱۳۸۸). استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه‌ای در انتخاب سهام (شرکت‌های دارویی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران). فصلنامه بورس اوراق بهادار، ۲(۵), ۵-۳۸.

اکرمی، غلام رضا. (۱۳۷۵). بررسی نحوه استفاده از تکنیک‌های تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی و نقش آنها در تصمیم‌گیری سرمایه گذاران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

امیری، مقصود؛ شریعت پناهی، بناکار. (۱۳۸۹). انتخاب سبد سهام بهینه با استفاده از تصمیم‌گیری چند معیاره. فصلنامه بورس اوراق بهادار، ۳(۱۱)، ۵-۲۴.

راعی، رضا و همکاران. (۱۳۹۱) .مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته، چاپ اول، تهران، انتشارات انتشارات سمت.

سروش، ابوذر؛ عطرچی، رومینا؛ رامتین نیا، شاهین. (۱۳۹۶). بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم بهینه سازی مبتنی بر آموزش و یادگیری (TLBO) در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی،۱۹(۲), ۲۶۳-۲۸۰.

سعیدی کوشا, مهدی, محبی, سعید. (۱۴۰۰). بهینه‌سازی پرتفوی سهام با استفاده از مقایسه الگوهای مختلف تکنیکال. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار, ۱۲(۴۹), ۱۰۴-۱۲۵.

سوخکیان, محمدعلی, ولی پور, هاشم, فیاضی, لیدا. (۱۳۸۹). روش چند معیاره (MCDM) برای انتخاب سهام در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از متغیرهای مالی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار, ۱(۵)، ۳۵-۵۱.

شهدایی، سیدمحمدعلی، (۱۳۹۱). ارزش‌گذاری سهام بر مبنای P/E ، چاپ اول، تهران، انتشارات چالش.

فلاح پور سعید، آصفی سپهر، فلاح تفتی سیما، باقری کاظم آباد محمدرضا. (۱۳۹۷). بهینه سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم فراابتکاری نهنگ با معیار ریسک ریزش مورد انتظار. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار (مدیریت پرتفوی)، ۹(۳۷)، ۱۱۰-۱۳۲.

مهرگان, محمدرضا, صادقی مقدم, محمدرضا, امامت, میرسیدمحمدمحسن. (۱۳۹۸). مقاله پژوهشی: انتخاب پرتفولیوی سهام با روش ELECTRE-TRI: بررسی توان‌مندی‌ها، مقایسه رویکردها و تحلیل حساسیت. راهبرد مدیریت مالی، ۷(۲)، ۱-۳۲.

Akbarifard, H., & Alaei, R. (2019). Stock Portfolio Optimization Using Water Cycle Algorithm (Comparative Approach). *International Journal of Finance & Managerial Accounting*, *4*(14), 59-71.

Aldaihani, M. M., & Aldeehani, T. M. (2008). Portfolio optimization models and a tabu search algorithm for the Kuwait Stock Exchange. *Investment management and financial innovations*,5(2),30-39.

Beckwith, J. (2001). Stock Selection in Six Major Non-US Markets. *The Journal of Investing*, *10*(2), 37-44.

Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, *95*(3), 649-655.

Doering, J., Kizys, R., Juan, A. A., Fito, A., & Polat, O. (2019). Metaheuristics for rich portfolio optimisation and risk management: Current state and future trends. *Operations Research Perspectives*, *6*, 100121.

Edirisinghe, N. C. P., & Zhang, X. (2008). Portfolio selection under DEA-based relative financial strength indicators: case of US industries. *Journal of the operational research society*, *59*(6), 842-856.

Greco, S., Figueira, J., & Ehrgott, M. (2016). *Multiple criteria decision analysis* (Vol. 37). New York: springer.

Guneri, A. F., Cengiz, M., & Seker, S. (2009). A fuzzy ANP approach to shipyard location selection. *Expert systems with applications*, *36*(4), 7992-7999.

Janani, M. H., Ehsanifar, M., & Bakhtiarnezhad, S. (2012). Selection of portfolio by using multi attributed decision making (Tehran stock exchange). *American journal of scientific research*, *44*(2), 15-29.

Johnson, R., & Soenen, L. (2003). Indicators of successful companies. *European management journal*, *21*(3), 364-369.

Karimi-Mamaghan, M., Mohammadi, M., Meyer, P., Karimi-Mamaghan, A. M., & Talbi, E. G. (2022). Machine learning at the service of meta-heuristics for solving combinatorial optimization problems: A state-of-the-art. *European Journal of Operational Research*, *296*(2), 393-422.

Lee, W. S., Tzeng, G. H., Guan, J. L., Chien, K. T., & Huang, J. M. (2009). Combined MCDM techniques for exploring stock selection based on Gordon model. *Expert Systems with Applications*, *36*(3), 6421-6430.

Markowitz H.M. (1959). Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment. Wiley, New York.

Reilly, F. K., & Brown, K. C. (2011). *Investment analysis and portfolio management*. Cengage Learning. 11th Edition.

Rockafellar, R. T., & Uryasev, S. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. *Journal of risk*, *2*, 21-42.

Saeidi Kousha, M., mohebbi, S. (2021). Optimizing stock portfolios by comparing different technical patterns. *Financial Engineering and Portfolio Management*, 12(49), 104-125.

Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of business*, *39*(1), 119-138.

Shen, K. Y., Lo, H. W., & Tzeng, G. H. (2022). Interactive portfolio optimization model based on rough fundamental analysis and rational fuzzy constraints. *Applied Soft Computing*, *125*, 109158.

Squyres, J. G. (1998). A quick peek according to Graham and Dodd. *Journal of Financial Statement Analysis*, *4*, 79-83.

Tanaka, H., & Guo, P. (1999). Portfolio selection based on upper and lower exponential possibility distributions. *European Journal of operational research*, *114*(1), 115-126.

Tanaka, H., Guo, P., & Türksen, I. B. (2000). Portfolio selection based on fuzzy probabilities and possibility distributions. *Fuzzy sets and systems*, *111*(3), 387-397.

Tanaka, H., Ichihashi, H., & Asai, K. (1986). A value of information in FLP problems via sensitivity analysis. *Fuzzy sets and Systems*, *18*(2), 119-129.

Weerabathiran, R., & Srinath, K. A. (2012). Application of the extent analysis method on fuzzy AHP. *International Journal of Engineering Science and Technology*, *4*(7), 3472-3480.

Yager, R. R. (1981). A procedure for ordering fuzzy subsets of the unit interval. *Information sciences*, *24*(2), 143-161.