Journal of
Value Creating in Business Management
https://www.jvcbm.ir
Volume 3, Issue 4, Winter 2024, Pages 72 to 88

Research Paper

eISSN: 2980-8359

The combination of genetic algorithm in the optimization of the stock portfolio in the financial decision of investors

Seyed Morteza Hashemi[1], Mohamad Ali Afshar Kazemi[1], Abbas Tolouee Ashlaghi[2], Mehrzad Minooie[3]

[1] Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[2] Department of Industrial Management, Science and Research Unit, Islamic Azad University, Tehran, Iran
[3] Department of Industrial Management, Centeral Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Receive:
27 June 2023
Revise:
15 August 2023
Accept:
19 September 2023

Keywords:
genetic pattern, stock portfolio, financial decision making, investors

Abstract

The purpose of this research is to combine the genetic algorithm in the optimization of the stock portfolio in the financial decision making of investors; in a simulation project, the final use of the input data is to build the simulation model. This process includes collecting input data, analyzing the input data, and using these analyzed input data in the simulation model. The statistical population of the research includes 20 symbols (companies) from among the industries (Vabsadar, Vetjarat, Akhaber, Fakhuz, Fars, Balbar, Tapampi, Khasapa, Khodro, Sasharq, Sosofi, Shobhorn, Shapna, Ghopino, Fould, Ghasabat, Kesra, Vanbank, Vanneft, Veniki) and the information related to the daily stock price and the daily index value from Decembre 22, 2008 to January 16, 2020 was considered as a sample. The tool for collecting information and data is using the Phipiran site, and the amount of beta (risk) of stocks is calculated monthly using Excel software, and the frequency of return and beta (risk) calculated using Spss software, and distribution functions were discussed using Easy fit software; the results showed that if the agents are beginners to earn more profit than normal behavior and accept 40% risk, the amount of profit obtained after optimizing the model with genetic algorithm is more than the initial model. If the agents are professionals to earn more profit than risk-averse behavior and accept 80% risk, the amount of profit obtained after optimizing the model with genetic algorithm is more than the initial model.

Please cite this article as (APA): Hashemi, S. M., Afshar Kazemi, M. A., Tolouee Ashlaghi, A., & Minooie, M. (2024). The combination of genetic algorithm in the optimization of the stock portfolio in the financial decision of investors. *Journal of value creating in Business Management*, *3*(4), 72-88.

https://doi.org/10.22034/jvcbm.2023.412174.1166

Publisher: Iranian Business Management Association

Creative Commons: CC BY 4.0

Corresponding Author: Mohamad Ali Afshar Kazemi

Email: dr.mafshar@gmail.com

Journal of
Value Creating in Business Management
https://www.jvcbm.ir
Volume 3, Issue 4, Winter 2024, Pages 72 to 88

Extended Abstract

Introduction

Today, in order to reduce the investment risk, investors in the financial markets prefer to allocate capital to a portfolil consisting of several shares rather than investing in only one share; because this enables them to bear a lower level of risk in order to achieve a certain amount of return in a certain period of time. An issue that has occupied the minds of many financial analysts and investors for many years is how to choose stocks and optimize the investment portfolio over time in a way that meets the investor's expectations in order to maximize the return on investment. When investors are exposed to uncertainty, the investment portfolio selection framework should include a quantitative measure of uncertainty to achieve the expected return or a quantitative measure of risk (Shahraki Sanavi, 2023).

Today, with the increasing growth and changes of financial markets in developed and developing countries, or due to the unpredictable performance of investors, pure mathematical solutions are not enough to solve such problems, and therefore robust algorithms are considered to solve them. (SheidaeiNarmigi et al, 2020).

Genetic algorithm can solve the problem of stock portfolio optimization by considering different levels of risk or success. By means of the genetic algorithm, you can create an optimal portfolio within a few minutes, which will cause a change in the capital market and will greatly help the efficiency of the capital market. One of the main signs of a country's progress is its economic progress, and if new methods are not used in the field of financial transactions, it will harm the economy (Pakmaram et al, 2017).

Therefore, the researcher is trying to answer the question; how is the genetic algorithm in optimizing the stock portfolio in the financial decision of investors?

Theoretical Framework

Genetic algorithm

The principles of genetic algorithm were first presented by Jan Haland, (1975). The genetic algorithm is an optimization algorithm with general application and is modeled on Darwin's evolutionary theory. Genetic algorithms are meta-heuristic algorithms based on biological evolution that try to obtain high-quality answers at the right time by creating an initial population and improving its quality by applying various operators (Farughi et al, 2020). Genetic algorithms are suitable for multi-objective optimization due to examining a set of possible solutions and also less sensitivity to a specific form of optimal points. Objectives are in the form of mathematical functions and represent appropriate use to improve decisions in optimization (Sheydaei Narmighi et al, 2020).

The concept of stock portfolio optimization has become like a tool in the direction of developing and understanding financial markets and financial decision making. Consider the spread of risk and return at the same time and choose the amount of capital allocation between various investment opportunities based on the interaction between the two. Therefore, the investment that seeks to maximize the expected return and minimize the risk has these two opposite goals that must be balanced against each other. One of the interesting results of these two opposing goals is that the investor should diversify by buying several types of securities. On the other hand, due to the complexity of management, the system of rules and regulations and the policies of asset; management companies in the framework of financial markets, investment managers impose restrictions on their optimal asset set, which makes the model nonlinear and complicates the problem. (Faridi et al, 2022).

Niko & Bazrafshan (2023) investigated the stock portfolio using a combined genetic algorithm and simulated refrigeration. The results show that the hybrid algorithm searches for

the optimal solution in a shorter period of time than the genetic algorithm and performs better than the other two algorithms in terms of risk and return.
Shahbazi (2022) investigated stock portfolio optimization with beta coefficient clustering approach. The goal of the challenge is to minimize the portfolio variance. The stock clustering method is to group beta coefficients of stocks into four clusters. The investor has an expected return that the portfolio must meet. Expected returns and clustered shares are inputs to the problem. It is not possible to borrow and sell on credit. A non-linear mixed integer mathematical model is presented to introduce the proposed portfolio and in one case it is checked on 50 most active stock companies. Finally, the Sharp index shows a favorable result.

Research methodology

In a simulation project, the final use of the input data is to build the simulation model. This process includes collecting input data, analyzing the input data, and using these analyzed input data in the simulation model. The statistical population that was used for the implementation of the mentioned research was accepted in the stock exchange company with 52 industries and approximately 1,543 symbols, which were used for daily trading in the stock market. In this research, 20 brands (companies) are considered including (Vabsadar, Vetjarat, Akhaber, Fakhuz, Fars, Balbar, Tapampi, Khasapa, Khodro, Sasharq, Sosofi, Shobhorn, Shapna, Ghopino, Folad, Qathabat, Kesra, Vabank, Veneft, Vaniki). The tool for collecting information and data is using the site https://www.fipiran.com.

Research findings

The amount of beta (risk) of stocks was calculated monthly using Excel software, the frequency of return and beta (risk) was calculated using Spss software, and the distribution functions were analyzed using Easy fit software. The results showed that by making more transactions, people turn from beginners to professionals, and people turn from risk-averse to normal and then risk-taking. Examining the system in a longer time horizon provides more realistic results and the simulation model can be examined in more realistic conditions.

Conclusion

The current research has been carried out with the aim of combining the genetic algorithm in the optimization of the stock portfolio in the financial decision making of investors. The results of this research are consistent with the results of Shahbazi (2022), Kalayci et al, (2020), Li & Tam (2020), Mirabi & Zarei (2020). Pakmaram et al, (2017) showed that the genetic algorithm had a lower objective function value, or in other words, it reached the best result with the least error; it performed better than other algorithms and shows the relative superiority of this algorithm in choosing the optimal stock portfolio.
According to the present research, it is suggested that investors (risk averse/risk taking) should also examine other models with regard to the expected return, because according to their risk tolerance or risk aversion, their returns will be different. One of the important points for investors is portfolio management and considering future transaction costs. Investors always want to achieve their desired portfolio with the least number of transactions and consequently the lowest future transaction costs.

فصل‌نامه ارزش آفرینی در مدیریت کسب وکار
https://www.jvcbm.ir
دوره ۳، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲، صفحات ۷۲ تا ۸۸

علمی پژوهشی

eISSN: 2980-8359

ترکیب الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام در تصمیم گیری مالی سرمایه‌گذاران

سید مرتضی هاشمی [۱]، محمدعلی افشارکاظمی [۱]، عباس طلوعی اشلقی [۲]، مهرزاد مینویی [۳]

۱- گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- گروه مدیریت صنعتی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۲۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸

چکیده

هدف این پژوهش ترکیب الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام در تصمیم گیری مالی سرمایه‌گذاران می‌باشد؛ در یک پروژه شبیه سازی، استفاده نهایی از داده‌های ورودی برای ساختن مدل شبیه سازی می‌باشد. این فرآیند شامل جمع آوری داده‌های ورودی، آنالیز کردن داده‌های ورودی و استفاده از این داده‌های ورودی آنالیز شده در مدل شبیه سازی است. جامعه آماری پژوهش شامل ۲۰ نماد (شرکت) از بین صنایع (وبصادر، وتجارت، اخابر، فخوز، فارس، بالبر، تپمپی، خساپا، خودرو، سشرق، سصوفی، شبهرن، شپنا، غپینو، فولاد، قثابت، کسرا، وبانک، ونفت، ونیکی) و اطلاعات مربوط به قیمت روزانه سهام و میزان شاخص روزانه از تاریخ ۱ دی ماه ۱۳۸۷ الی ۲۶ دی ماه ۱۴۰۰ به عنوان نمونه در نظر گرفته شد. ابزار جمع آوری‌اطلاعات و داده‌ها با استفاده از سایت فیپیران می‌باشد و میزان بتا (ریسک) سهام بصورت ماهیانه با استفاده از نرم افزار اکسل محاسبه و میزان فراوانی بازده و بتا (ریسک) محاسبه شده را با استفاده از نرم افزار Spss بدست آورده و با استفاده از نرم افزار Easy fit به تابع‌های توزیع پرداخته شد؛ نتایج نشان داد که در صورتیکه عامل‌ها مبتدی هستند برای کسب سود بیشتر از رفتار نرمال و ریسک ۴۰٪ را قبول کنند میزان سود بدست آمده پس از بهینه نمودن مدل با الگوریتم ژنتیک بیشتر از مدل اولیه می‌باشد. درصورتیکه عامل‌ها حرفه ایی هستند برای کسب سود بیشتر از رفتار ریسک گریز و ریسک ۸۰٪ را قبول کنند میزان سود بدست آمده پس از بهینه نمودن مدل با الگوریتم ژنتیک بیشتر از مدل اولیه می‌باشد.

کلید واژه‌ها:
الگوریتم ژنتیک،
سبد سهام،
تصمیم گیری مالی،
سرمایه گذاران

لطفاً به این مقاله استناد کنید (APA): هاشمی، سید مرتضی، افشارکاظمی، محمدعلی، طلوعی اشلقی، عباس، مینویی، مهرزاد. (۱۴۰۲). ترکیب الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام در تصمیم گیری مالی سرمایه‌گذاران. *فصلنامه ارزش آفرینی در مدیریت کسب و کار*. (۴)۳. ۷۲-۸۸.

https://doi.org/10.22034/jvcbm.2023.412174.1166

ناشر: انجمن مدیریت کسب و کار ایران

Creative Commons: CC BY 4.0

نویسنده مسئول: محمدعلی افشارکاظمی
ایمیل: dr.mafshar@gmail.com

مقدمه

امروزه سرمایه گذاران در بازارهای مالی به منظور کاهش ریسک سرمایه گذاری تخصیص سرمایه بر سبدی متشکل از چندین سهم را به سرمایه‌گذاری تنها در یک سهم ترجیح می‌دهند؛ چرا که این امر ایشان را قادر می‌سازد تا به منظور دست یابی به میزان معینی بازده در یک بازه زمانی مشخص حد پایین‌تری از ریسک را متحمل شوند. مسئله‌ای که سالیان طولانی ذهن بسیاری از تحلیلگران مالی و سرمایه گذاران را به خود مشغول کرده است چگونگی انتخاب سهام و بهینه سازی سبد سرمایه گذاری در طی زمان است به گونه‌ای که انتظارات سرمایه گذار در راستای ماکزیمم کردن بازگشت سرمایه را برآورد نماید. زمانی که سرمایه گذاران در معرض عدم قطعیت هستند چارچوب انتخاب سبد سرمایه‌گذاری باید شامل معیار کمی عدم قطعیت برای دست یابی به بازده مورد انتظار یا معیار کمی ریسک باشد (Shahraki Sanavi, 2023). انتخاب سبد سهام به معنای به حداقل رساندن ریسک موجود در سرمایه گذاری با توجه به سطح معینی از بازده می‌باشد (Kellner & Utz, 2019). این مساله را می‌توان به عنوان یک مساله بهینه سازی در حیطه علم تحقیق در عملیات در نظر گرفت؛ چراکه همواره تمایل به یافتن بهترین پاسخ از میان مجموعه‌ای از پاسخهای موجه با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از محدودیتها است (Zhou et al, 2019). بهینه سازی سبد سهام بیانگر ایجاد یک ساختار هماهنگ از سهام موجود در بازار و البته تخصیص وجوه به صورت مناسب است (Liagkouras, 2019).

امروزه با رشد و تغییرات روزافزون بازارهای مالی در کشورهای توسعه یافته و یا در حال توسعه و یا توجه به عملکرد غیرقابل پیش بینی سرمایه گذاران راه حلهای ریاضی محض برای حل اینگونه مسائل کافی نیستند و لذا برای حل آنها الگوریتم‌های ایتکاری مورد توجه قرار گرفتند (SheidaeiNarmigi et al, 2020). الگوریتم‌های فراابتکاری یکی از ابزارهای قدرتمند در علم تحقیق در عملیات به منظور حل مدلهای بهینه سازی است که محققان را قادر می‌سازد پاسخهایی قابل قبول در زمان مناسب بدست آورند. اما استفاده از این نوع الگوریتم‌ها محدودیتهایی را به وجود می‌آورد که مهم‌ترین آن‌ها عدم تضمین در حصول پاسخهای بهینه سراسری است (Hadavandi et al, 2018). این در حالی است که بسیاری از مسائل بهینه سازی به دلیل داشتن ساختارهای ناچند جمله‌ای سخت قابلیت حل توسط حل کننده‌های تجاری را نداشته و یا مدت زمان حل آن به قدری زیاد است که توجیه اقتصادی ندارد. در این حالت الگوریتم‌های فراابتکاری هستند که به عنوان تنها ابزار در دسترس مدنظر قرار می‌گیرند (Mostafayi Darmian & Doaei, 2022).

الگوریتم‌های ژنتیک اغلب گزینه خوبی برای تکنیک‌های پیش‌بینی بر مبنای رگرسیون هستند. در هوش مصنوعی الگوریتم ژنتیک یا GA یک تکنیک برنامه نویسی است که از تکامل ژنتیکی به عنوان یک الگوی حل مسئله استفاده می‌کند. مسئله‌ای که باید حل شود دارای ورودی‌هایی می‌باشد که طی یک فرایند الگوبرداری شده از تکامل ژنتیکی به راه حلها تبدیل می‌شود سپس راه حلها بعنوان کاندیداها توسط تابع ارزیاب مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و چنانچه شرط خروج مسئله فراهم شده باشد الگوریتم خاتمه می‌یابد الگوریتم ژنتیک بطور کلی یک الگوریتم مبتنی بر تکرار است که اغلب بخش‌های آن به صورت فرایندهای تصادفی انتخاب می‌شوند الگوریتم ژنتیک روشی عمومی از روشهای فرا ابتکاری برای بهینه سازی گسسته می‌باشد که مسائل جدول زمانبندی را حل می‌نماید تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد با استفاده از الگوریتم ژنتیک سرمایه گذاران قادر خواهند بود یک سبد سهام بهینه انتخاب نمایند (Rahimi & Akbari, 2023). الگوریتم ژنتیک می‌تواند مسأله بهینه سازی سبد سهام را با لحاظ نمودن سطوح متفاوت ریسک یا موفقیت انجام

دهد. با استفاده از الگوریتم ژنتیک می‌توان در عرض چند دقیقه سید بهینه ایجاد کرد که این موضوع باعث می‌شود که در بازار سرمایه تحول ایجاد شود و به کارایی بازار سرمایه کمک بسزایی خواهد داشت. یکی از نشانه‌های اصلی پیشرفت یک کشور پیشرفت یورس آن می‌باشد و اگر روش‌های نوین در عرصه معاملات مالی استفاد نشود به اقتصاد لطمه خواهد زد (Pakmaram et al, 2017).

مهم‌ترین مسئله در بهینه سازی پرتفوی به حداقل رساندن ریسک سرمایه گذاری و کسب بازده مورد انتظار، یا برعکس، به حداکثر رساندن بازده مورد انتظار درحالی که ریسک کاهش می‌یابد. یکی دیگر از مشکلات بهینه سازی پرتفوی ردیابی شاخص است که بتوان عملکرد شاخص مالی را ردیابی نمود. بنابر نظریه مارکویتز، شخص برای یک سطح معین از بازده می‌تواند با حداقل کردن ریسک سرمایه گذاری واریانس پرتفوی را حداقل کند یا در سطح معینی از ریسک که برای سرمایه گذار قابل تحمل باشد، شخص می‌تواند بازده حداکثری را در نظر بگیرد که نرخ بازده مورد انتظار پرتفوی را افزایش دهد. رفتار سهام در بازار مانند بسیاری از پدیده‌های طبیعی رفتاری غیر خطی است مدلهای خطی از تشخیص صحیح رفتار غیر خطی عاجز هستند و تنها می‌توانند بخش خطی رفتار را خوب تشخیص دهند. بنابراین نیاز به الگوها و مدل‌های غیر خطی برای شناسایی رفتار سهام تأثیر به سزایی در پیش‌بینی آتی سهام و اتخاذ تصمیم مناسب دارد. بنابراین با توجه به عدم اطمینانی که بر بورس اوراق بهادار حاکم است و هم چنین در نظر داشتن گرایشها و ترجیحات مختلف سرمایه گذاران یافتن روشی برای انتخاب یک مجموعه مناسب از اوراق بهادار که از طریق آن بتوان بر عدم اطمینانها و ترجیحات مختلف افراد غلبه کرد ضروری به نظر می‌رسد از سوی دیگر با توجه به عملکرد موفق الگوریتم ژنتیک در مسائل بهینه سازی این الگوریتم می‌تواند روشی مناسب در اختیار سرمایه گذاران قرار دهد تا به انتخاب بهینه سبد سهام دست یابند. لذا محقق تلاش دارد تا به این سؤال که الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام در تصمیم گیری مالی سرمایه‌گذاران چگونه می‌باشد؟ بپردازد

ادبیات نظری

الگوریتم ژنتیک

اصول الگوریتم ژنتیک اولین بار توسط (Jan Haland, 1975) ارائه شد. الگوریتم ژنتیک الگوریتمی بهینه یاب با کاربردی عمومی است و از نظریه تکاملی داروین الگو برداری شده است. الگوریتم‌های ژنتیک از رده الگوریتم‌های فراابتکاری مبتنی بر تکامل زیستی هستند که از طریق ایجاد جمعیت اولیه و بهبود کیفیت آن از طریق اعمال عملگرهای مختلف سعی بر حصول پاسخ‌های باکیفیت در زمان مناسب دارند (Farughi et al, 2020). الگوریتم‌های ژنتیک به علت بررسی مجموعه‌ای از جواب‌های ممکن و همچنین حساسیت کمتر نسبت به شکل خاصی از نقاط بهینه برای بهینه سازی چندهدفه مناسب می‌باشند. اهداف به صورت توابع ریاضی بوده و نمایانگر استفاده مناسب برای بهبود تصمیمات در بهینه سازی است (Sheydaei Narmighi et al, 2020).

الگوریتم ژنتیک به عنوان یک الگوریتم محاسباتی بهینه سازی با در نظر گرفتن مجموعه‌ای از نقاط فضای جواب در هر تکرار محاسباتی به نحو مؤثری نواحی مختلف فضای جواب را جستجو می‌کند (Rahimi & Akbari, 2023). در مکانیزم جستجو گرچه مقدار تابع هدف تمام فضای جواب محاسبه نمی‌شود ولی مقدار محاسبه شده تابع هدف برای هر

نقطه در متوسط گیری آماری تابع هدف در کلیه زیر فضاهایی که آن نقطه به آنها وابسته بوده دخالت داده می‌شود و این زیر فضاها به طور موازی از نظر تابع هدف متوسط‌گیری آماری می‌شوند. امتیاز دیگر این الگوریتم آن است که هیچ محدودیتی برای تابع بهینه شونده مثل مشتق‌پذیری یا پیوستگی لازم ندارد و در روند جستجو خود تنها به تعیین مقدار تابع هدف در نقاط مختلف نیاز دارد و هیچ اطلاعات کمکی دیگری، مثل مشتق تابع را استفاده نمی‌کند. مکانیزم‌های تصادفی که روی انتخاب و حذف رشته‌ها عمل می‌کنند به گونه‌ای هستند که رشته‌هایی که عدد برازندگی بیشتری دارند احتمال بیشتری برای ترکیب و تولید رشته‌های جدید داشته و در مرحله جایگزینی نسبت به دیگر رشته‌ها مقاوم‌تر هستند (Shahraki Sanavi, 2023).

بهینه سازی سبد سهام

هری مارکویتز بنیانگذار ساختاری مشهور به تئوری مدرن پرتفوی است. یکی از اصول مارکویتز، توجه به دو عامل ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی بطور همزمان برای سرمایه گذار است. این در حالی است که قبل از مارکویتز توجه به ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی در ادبیات مالی بصورت تصادفی بود (Bayat & Asadi, 2017). این ایده که تصمیم گیری مالی از تقابل میان ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی بوجود می‌آید به دو دلیل یک انقلاب در مدیریت سرمایه گذاری ایجاد کرد: اول اینکه فرض می‌کند که سرمایه گذار ارزیابی کمی از ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی را از طریق توجه به بازدهی پرتفوی پرتفوی و حرکت همزمان بازدهی پرتفوی‌ها نسبت به هم انجام می‌دهد که این ایده اصلی در تنوع بخشی پرتفوی است. دوم اینکه فرآیند تصمیم گیری مالی را بعنوان یک مسأله بهینه سازی در نظر می‌گیرد، یعنی سرمایه گذار در میان انواع مختلف پرتفوهای در دسترس پرتفویی را انتخاب می‌کند که کمترین واریانس را دارد (Rahnema Rudpashti et al, 2015). مفهوم بهینه سازی سبد سهام مانند ابزاری در راستای توسعه و فهم بازارهای مالی و تصمیم گیری مالی در آمده است. انتشار ریسک و بازده را همزمان در نظر بگیرند و میزان تخصیص سرمایه بین فرصت‌های سرمایه گذاری گوناگون را براساس تعامل بین این دو انتخاب کنند. بنابراین سرمایه گذاری که در پی حداکثر نمودن بازده مورد انتظار و حداقل کردن ریسک باشد این دو هدف متضاد را پیش رو دارد که بایستی در برابر یکدیگر، موازنه شوند. یکی از نتایج جالب توجه این دو هدف متضاد، این می‌باشد که سرمایه گذار باید از طریق خرید چندین نوع اوراق بهادار، تنوع بخشی کند. از طرف دیگر مدیران سرمایه گذاری به دلیل پیچیدگی مدیریت، سیستم قوانین و مقررات و سیاست‌های شرکت‌های مدیریت دارایی در چارچوب بازارهای مالی محدودیت‌هایی را بر مجموعه دارایی بهینه خود اعمال می‌کنند که این کار باعث غیر خطی شدن مدل و پیچیده‌تر شدن مسئله می‌گردد (Faridi et al, 2022).

پیشینه پژوهش

(Niko & Bazrafshan, 2023) به بررسی سبد سهام با استفاده از الگوریتم ترکیبی ژنتیک و تبرید شبیه سازی شده پرداختند. نتایج حاصله نشان می‌دهد الگوریتم ترکیبی در مدت زمانی کوتاهتر از الگوریتم ژنتیک به جستجوی جواب بهینه می‌پردازد و از نظر معیار ریسک و بازده بهتر از دو الگوریتم دیگر عمل می‌کند.

(Shahbazi, 2022) به بررسی بهینه‌سازی سبد سهام با رویکرد خوشه بندی ضریب بتا پرداخت. هدف مسئله، کمینه نمودن واریانس سبد است. روش خوشه بندی سهام، دسته بندی ضرایب بتای سهم‌ها در چهار خوشه است. سرمایه گذار دارای بازده مورد انتظاری است که سبد باید آن را برآورده نماید. بازده مورد انتظار و سهم‌های خوشه بندی شده، ورودی مسئله هستند. امکان وام گیری و فروش استقراضی در مسئله نیست. یک مدل ریاضی غیر خطی عدد صحیح مختلط برای معرفی سبد پیشنهادی ارائه شده و در یک موردی بر روی ۵۰ شرکت فعال‌تر بورس بررسی می‌شود. در نهایت شاخص شارپ، نتیجه‌ای مطلوب نشان می‌دهد.

(Musavi et al, 2022) به بررسی بهینه سازی سبد سهام با سنجه‌های مبتنی بر ارزش در معرض ریسک و محدودیت تعداد سهام با استفاد ه از الگوریتم فراابتکاری دسته‌های میگو (مطالعه موردی: بورس اوراق بهادار تهران) پرداختند. یافته‌ها حاکی از آن است که بیشترین مقدار بازده با اختلاف کمی متعلق به مدل با سنجه ارزش در معرض ریسک شرطی می‌باشد. لیکن در هر دو روش، سبدهای متشکل از ۵ سهم دارای عملکرد بهتری می‌باشند. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته در میان خروجی‌ها و مقایسات میان رده‌ای، این نتیجه حاصل گردید که بین عملکرد مدل‌های بهینه سازی مبتنی بر سنجه‌ی ارزش در معرض ریسک و ارزش در معرض ریسک شرطی تفاوت معناداری وجود ندارد. همچنین محدودیت کاردینالیتی عملکرد مدل را بهبود می‌بخشد و سبد با تعداد سهام کمتر بازدهی بهتری از خود نشان می‌دهد.

(Wang et al, 2021) به بررسی بهینه سازی سبد اعتباری: یک رویکرد الگوریتم ژنتیک چند هدفه پرداختند. الگوریتم بهینه سازی یک سبد اعتباری به طور کامل نشان داده نشده است. این مقاله با ارائه یک رویکرد کلی برای بهینه‌سازی پرتفوی اعتباری با به حداقل رساندن ریسک پیش‌فرض کل پرتفوی، شکاف موجود در ادبیات را پر می‌کند. ریسک پیش‌فرض با وزن‌دهی درجه دوم و ماتریسی حاوی اطلاعاتی در مورد شدت پیش‌فرض دو سهم و همبستگی نکول بین آنها اندازه‌گیری می‌شود. همبستگی پیش‌فرض و شدت پیش‌فرض با یک مدل شدت دو متغیره جدید نشان داده می‌شوند. یک الگوریتم ژنتیک چند هدفه برای بهینه سازی یک سبد اعتباری با هدف غلبه بر محدودیت‌ها در روش تحلیلی و بهبود کارایی بهینه سازی معرفی شده است. این الگوریتم را می‌توان برای مدیریت ریسک اعتباری یک سبد به کار برد، که به ویژه برای سرمایه گذاران و افراد عادی در بازارهای نوظهور بسیار مهم است.

(Kalayci et al, 2020) در پژوهشی به ارائه یک الگوریتم ترکیبی فراابتکاری کارآمد برای حل مسئله بهینه سازی پورتفوی با محدویتهای مقید پرداختند. الگوریتم پیشنهادی آنها، ترکیبی از اجزای اساسی بهینه سازی کلونی مورچه بهینه سازی کلنی زنبور عسل مصنوعی و الگوریتم ژنتیک بود. نتایج محاسباتی در مورد هفت معیار اثربخشی عملکرد الگوریتم ترکیبی پیشنهادی پژوهش را تأیید کرد. علاوه بر این مقایسه نتایج حاصل از سایر روشها در ادبیات پژوهش نشان داد که روش حل پیشنهادی قابل رقابت با الگوریتم‌های پیشرفته است.

(Li & Tam, 2020) به بررسی الگوریتم بهینه سازی فراابتکاری الهام گرفته از طبیعت به نام بهینه سازی گسترش ویروس (VSO) پرداختند. این الگوریتم انتشار ویروسها را در بین میزبان تقلید می‌کند و می‌تواند به طور مؤثر برای حل بسیاری از مشکلات بهینه سازی استفاده شود. نتایج به کارگیری این الگوریتم نشان می‌دهد که الگوریتم VSO در مقایسه با نتایج حاصل از الگوریتم‌های بهینه سازی فراابتکاری متداول و پیشرفته از نظر تناسب راه حل میزان همگرایی مقیاس پذیری

قابلیت اطمینان و انعطاف پذیری به عملکردی برتر دست یافته است علاوه بر این کاربرد الگوریتم پیشنهادی از طریق دو مثال در دنیای واقعی از جمله بهینه سازی سبد سهام تأیید شد.

- (Mirabi & Zarei, 2020) بهینه سازی انتخاب سبد سرمایه در شرایط ریسک با الگوریتم فراابتکاری ترکیبی ژنتیک (GA) و بهینه سازی شیر (LOA) پرداختند. در این پژوهش، یک الگوریتم فراابتکاری بر پایهٔ الگوریتم ژنتیک و بر اساس زندگی گروهی شیرها جهت یافتن یک سبد سرمایهٔ مناسب برای سرمایه‌گذار در شرایط ریسکی معرفی شده است. استفاده از تخمین‌های خوش‌بینانه، محتمل و بدبینانه راهکاری است که در شرایط ریسکی استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش، مؤید کارآمدی روش معرفی شده در تعیین نحوهٔ توزیع سرمایه در بخش‌های مختلف با معیار حداکثر بازدهی سرمایه است.

روش‌شناسی تحقیق

در یک پروژه شبیه سازی، استفاده نهایی از داده‌های ورودی برای ساختن مدل شبیه سازی می‌باشد. این فرآیند شامل جمع آوری داده‌های ورودی، آنالیز کردن داده‌های ورودی و استفاده از این داده‌های ورودی آنالیز شده در مدل شبیه سازی است. داده‌های ورودی ممکن از داده‌های ثبت شده در اسناد و مدارک باشد و یا اینکه از طریق جمع آوری از دنیای واقعی وبه روش زمانسنجی حاصل شود. آنالیز شامل مشخص کردن توابع تئوری است که داده‌های ورودی را ارائه می‌کند و این توابع توزیع به منظور استفاده در شبیه سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد. جامعه آماری که جهت اجرای تحقیق مذکور مورد استفاده قرار گرفته در شرکت بورس و اوراق بهادار تعداد ۵۲ صنعت و حدوداً" تعداد ۱،۵۴۳ نماد پذیرفته شده است که معاملات روزانه در بازار اوراق بهادار بر روی آن نمادها انجام شد در این تحقیق تعداد ۲۰ نماد (شرکت) شامل (وبصادر، وتجارت، اخابر، فخوز، فارس، بالبر، تپمپی، خساپا، خودرو، سشرق، سصوفی، شبهرن، شپنا، غپینو، فولاد، قثابت، کسرا، وبانک، ونفت، ونیکی) در نظر گرفته شده است .در کلی‌ترین تقسیم بندی، روش تحقیق را کتابخانه‌ای و میدانی در نظر گرفته‌اند که در تحقیق حاضر از هر دو روش استفاده شده است. یعنی محقق علاوه بر استفاده از منابع کتابخانه‌ای و مقالات علمی از اطلاعات موجود در سایت کدال و داده‌های مالی موجود در بانک اطلاعاتی بورس اوراق بهادار و همچنین استفاده از نرم افزار ره آورد نوین، مطالعه کتب، مقالات و جمع آوری اطلاعات مورد نیاز استفاده شده است. کلیه اطلاعات مورد استفاده در این تحقیق داده‌های مالی موجود در بانک اطلاعاتی بورس اوراق بهادار جمع آوری شده است. در این تحقیق اطلاعات مربوط به قیمت روزانه سهام و میزان شاخص روزانه از تاریخ ۱۳۸۷/۱۰/۰۱ الی ۱۴۰۰/۱۰/۲۶ در نظر گرفته شده است. اطلاعات مورد نیاز از داده‌های مالی موجود در بانک اطلاعاتی بورس اوراق بهادار و سایت کدال تهیه شده است. ابزار جمع آوری اطلاعات و داده‌ها با استفاده از سایت https://www.fipiran.com می‌باشد. در نرم افزار Net logo به آیتم‌هایی که سهام را انتخاب می‌کنند اصطلاحاً" Agent گفته می‌شود. این Agent ها در طول زمان اقدام به خرید سهام می‌کنند. با استفاده از اطلاعات کسب شده از سهم و استانداردهای موجود به مدلسازی سهام در نرم افزار پرداخته شد. در مرحله بعد باید اطلاعات شاخص کل و قیمت سهام را بصورت روزانه جمع آوری نموده و سپس با استفاده از نرم افزار اکسل میزان بازده روزانه و سپس میانگین بازده ماهیانه را محاسبه و میزان واریانس شاخص و کواریانس بازده به شاخص را بصورت ماهانه محاسبه شد و در نهایت با تقسیم

کوواریانس به واریانس میزان بتای سهام محاسبه شد. پس از محاسبه میزان بتای (ریسک) سهام و میزان بازده سهام با استفاده از نرم افزار Spss میزان فراوانی ریسک و بازده را محاسبه شد و با استفاده از نرم افزار Easy fit تابع توزیع برای بازده و بتای سهم را محاسبه و از توابع توزیع جهت تولید اعداد تصادفی ریسک و بازده هریک از سهام استفاده شد.

یافته‌های پژوهش

در پژوهش حاضر قدم اول باید مشخص کرد که آیا دو مجموعه از داده‌ها دارای توزیع نرمال می‌باشند یا خیر. بدین منظور از آزمون کای مربع و یا از آزمون کولموگروف – اسمیرنف که از آزمونهای برآزندگی می‌باشند می‌توان بهره گرفت که بدلیل اینکه تعداد داده‌ها بیشتر از ۱۰۰۰ عدد می‌باشد لذا می‌توان نتیجه گرفت که داده‌ها نرمال می‌باشد و جهت تست مستقل بودن داده‌ها باید از آزمونهای پارامتریک استفاده نمود و می‌توان از تست T استفاده نمود.

جدول ۱. نتایج آزمون آماری T

Test Value = 0						
the Difference		Mean Difference	Sig. (2-tailed)	df	t	
Upper	Lower					
.0020	.0003	.0012	.008	156	2.685	بازده.اخابر
.0027	.0003	.0015	.012	156	2.547	بازده.بالبر
.0024	.0004	.0014	.009	156	2.647	بازده.تپمپی
.0028	.0003	.0015	.017	156	2.416	بازده.خساپا
.0031	.0005	.0018	.008	156	2.682	بازده.خودرو
.0026	.0004	.0015	.006	156	2.812	بازده.سشرق
.0028	.0005	.0016	.006	156	2.795	بازده.سصوفی
.0025	.0007	.0016	.001	156	3.547	بازده.شبهرن
.0035	.0008	.0021	.002	156	3.098	بازده.شپنا
.0032	.0006	.0019	.005	156	2.858	بازده.غپینو
.0024	.0004	.0014	.006	156	2.780	بازده.فولاد
.0036	.0008	.0022	.002	156	3.174	بازده.قثابت
.0033	.0009	.0021	.001	156	3.394	بازده.کسرا
.0025	.0005	.0015	.005	156	2.875	بازده.وبانک
.0028	.0007	.0017	.002	156	3.193	بازده.ونیکی
.0022	.0003	.0012	.013	156	2.515	بازده.ونفت
.0026	.0008	.0017	.000	151	3.618	بازده.فخوز
.0021	.0003	.0012	.010	150	2.592	بازده.وبصادر
.0027	.0007	.0017	.001	151	3.338	بازده.وتجارت
.0028	.0006	.0017	.004	106	2.982	بازده.فارس

پس از انجام آزمون مشخص گردید میزان Sig کوچک‌تر از ۵ صدم می‌باشد می‌توان نتیجه گرفت که به لحاظ آماری بین مدل و واقعیت اختلاف معناداری وجود ندارد.

هدف اصلی این فصل ترکیب الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام در تصمیم گیری مالی سرمایه‌گذاران می‌باشد. بدین ترتیب اطلاعات مربوط به ریسک و بازده با مدل شبیه سازی ترکیب می‌شود که در ادامه به نتایج بررسی مدل اولیه و بهینه پرداخته شد. در بررسی نتایج: الف- تعداد agent ها ۱۰۰۰ نفر می‌باشد ب- agent ها از دوگروه افراد حرفه‌ایی و مبتدی تشکیل شده‌اند. ج- هر گروه شامل افراد ریسک گریز و ریسک پذیر و نرمال می‌باشند. د- انتخاب سهام توسط افراد به دو عامل ریسک و بازده بستگی دارد. ه-همه agent ها بدنبال کسب بازده (سود) بیشتر هستند و- عاملی که در انتخاب agent ها تأثیر می گذارد میزان ریسک قابل قبول بین agent ها هست.

در واقع افراد ریسک گریز بدنبال کسب بیشترین بازده با کمترین ریسک هستند و افراد نرمال بدنبال کسب بیشترین بازده با ریسک نرمال هستند و افراد ریسک پذیر بدنبال کسب بیشترین بازده و بالاترین حد ریسک هستند. طبق نظر خبرگان و اساتید محترم میزان ریسک مورد پذیرش برای افراد ریسک پذیر ۸۰٪ و میزان ریسک مورد پذیرش برای افراد ریسک گریز ۰٪ و میزان ریسک مورد پذیرش برای افراد عادی ۴۰٪ می‌باشد.

نتایج بررسی مدل اولیه گروه مبتدی

۱- درصورتی که عامل‌ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت نرمال رفتار کنند و ریسک ۴۰٪ را بپذیرند می‌توانند سود بیشتری را کسب نمایند در حالیکه تعداد کمتری از سهم را خرید می کنند و در عوض تعداد عامل‌های خارج شده بیشتر می‌باشد.

۲- درصورتی که عامل‌ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت ریسک گریز رفتار کنند و ریسک ۰٪ را بپذیرند می‌توانند سود کمتری را کسب نمایند در حالیکه تعداد بیشتری از سهم را خرید می کنند و در عوض تعداد عامل‌های خارج شده کمتر می‌باشد.

۳- درصورتی که عامل‌ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت ریسک پذیر رفتار کنند و ریسک ۸۰٪ را بپذیرند می‌توانند نسبت به عامل‌های نرمال سود کمتری را کسب نمایند و نسبت به عامل ریسک گریز سود بیشتری کسب کنند در حالیکه نسبت به عامل نرمال سهم بیشتری را خرید می کنند و نسبت به عامل ریسک گریز سهم کمتری را خرید می کند و در تعداد عامل‌های خارج شده با عامل‌های ریسک گریز یکسان است.

جدول ۲. مدل اولیه گروه مبتدی

عامل	شرح	خصوصیت	تعداد سهام	میزان سود / زیان سهم	تعداد افراد باقیمانده	تعداد افراد خارج شده
مبتدی	مدل اولیه	ریسک پذیر	۷۹۹۰	۱۸۶۷۱۵	۹۲۰	۸۰
	مدل اولیه	ریسک گریز	۸۶۸۵	۱۴۱۳۳۴	۹۲۰	۸۰
	مدل اولیه	نرمال	۶۱۵۲	۲۲۴۶۸۵	۸۸۷	۱۱۳

بررسی نتایج مدل اولیه گروه حرفه ایی

۱- درصورتی که عامل‌ها حرفه ایی باشند در صورتیکه بصورت ریسک پذیر رفتار کنند و ریسک ۸۰٪ را بپذیرند می‌توانند سود بیشتری را کسب نمایند در حالیکه تعداد بیشتری از سهم را خرید می‌کنند و تعداد عامل‌های خارج شده کمتر می‌باشد.

۲- درصورتی که عامل‌ها حرفه ایی باشند در صورتیکه بصورت ریسک گریز رفتار کنند و ریسک ۰٪ را بپذیرند می‌توانند سود کمتری را کسب نمایند در حالیکه تعداد کمتری از سهم را خرید می‌کنند و در تعداد عامل‌های خارج شده بیشتر می‌باشد.

۳-- درصورتی که عامل‌ها حرفه ایی باشند در صورتیکه بصورت نرمال رفتار کنند و ریسک ۴۰٪ را بپذیرند می‌توانند نسبت به عامل‌های ریسک پذیر سود کمتری را کسب نمایند و نسبت به عامل ریسک گریز سود بیشتری کسب کنند در حالیکه نسبت به عامل ریسک گریز سهم بیشتری را خرید می‌کنند و نسبت به عامل ریسک پذیر سهم کمتری را خرید می‌کند و در تعداد عامل‌های خارج شده با عامل‌های ریسک گریز یکسان است.

جدول ۳. مدل اولیه گروه حرفه ایی

عامل	شرح	خصوصیت	تعداد سهام	میزان سود / زیان هر سهم	تعداد افراد باقیمانده	تعداد افراد خارج شده
حرفه ایی	مدل اولیه	ریسک پذیر	۹۰۰۳	۴۰۰۷۴۱	۹۲۱	۷۹
	مدل اولیه	ریسک گریز	۶۹۲۸	۱۳۱۲۱۴	۹۱۱	۸۹
	مدل اولیه	نرمال	۷۱۰۲	۲۴۹۶۲۱	۹۱۱	۸۹

بررسی نتایج مدل بهینه شده با الگوریتم ژنتیک گروه مبتدی

۱- درصورتی که عامل‌ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت نرمال رفتار کنند و ریسک ۴۰٪ را بپذیرند می‌توانند سود بیشتری را کسب نمایند در حالیکه تعداد سهم خرید شده بیشتر از عامل ریسک گریز و کمتر از ریسک پذیراست و در عوض تعداد عامل‌های خارج شده بیشتر می‌باشد.

۲- درصورتی که عامل‌ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت ریسک گریز رفتار کنند و ریسک ۰٪ را بپذیرند می‌توانند سود کمتری را کسب نمایند در حالیکه تعداد کمتری از سهم را خرید می‌کنند و در تعداد عامل‌های خارج شده بیشتر از عامل‌های نرمال و کمتر از عامل‌های ریسک پذیر می‌باشد.

۳- درصورتی که عامل‌ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت ریسک پذیر رفتار کنند و ریسک ۸۰٪ را بپذیرند می‌توانند نسبت به عامل‌های نرمال سود کمتری را کسب نمایند و نسبت به عامل ریسک گریز سود بیشتری کسب کنند در حالیکه سهم بیشتری را خرید می‌کنند و در عوض در تعداد عامل‌های خارج شده کمتر می‌باشد.

۱- درصورتی که عامل‌ها حرفه ایی باشند در صورتیکه بصورت ریسک پذیر رفتار کنند و ریسک ۸۰٪ را بپذیرند می‌توانند سود بیشتری را کسب نمایند. در حالیکه تعداد بیشتری از سهم را خرید می‌کنند و تعداد عامل‌های خارج شده بیشتر از عامل ریسک گریز و کمتر از عامل نرمال می‌باشد.

۲- درصورتی که عامل‌ها حرفه ایی باشند در صورتیکه بصورت ریسک گریز رفتار کنند و ریسک ۰٪ را بپذیرند می‌توانند سود کمتری را کسب نمایند. در حالیکه تعداد کمتری از سهم را خرید می‌کنند و در تعداد عامل‌های خارج شده کمتر می‌باشد.

۳- درصورتی که عامل‌ها حرفه ایی باشند در صورتیکه بصورت نرمال رفتار کنند و ریسک ۴۰٪ را بپذیرند می‌توانند نسبت به عامل‌های ریسک پذیر سود کمتری را کسب نمایند و نسبت به عامل ریسک گریز سود بیشتری کسب کنند در حالیکه نسبت به عامل ریسک گریز سهم بیشتری را خرید می‌کنند و نسبت به عامل ریسک پذیر سهم کمتری را خرید می‌کند و در تعداد عامل‌های خارج شده بیشتر است.

جدول ٤. مدل بهینه شده با الگوریتم ژنتیک گروه مبتدی

افراد	شرح	خصوصیت	تعداد سهام	میزان سود / زیان هر سهم	تعداد افراد باقیمانده	تعداد افراد خارج شده
مبتدی	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک پذیر	۸۶۳۴	۲۴۰۳۴۷	۹۱۷	۸۳
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک گریز	۶۷۶۷	۱۸۳۵۱۱	۹۱۵	۸۵
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	نرمال	۸۲۶۸	۳۳۰۸۳۴	۹۰۹	۹۱

جدول ۵. بهینه شده با الگوریتم ژنتیک گروه حرفه‌ای

افراد	شرح	خصوصیت	تعداد سهام	میزان سود / زیان هر سهم	تعداد افراد باقیمانده	تعداد افراد خارج شده
حرفه‌ایی	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک پذیر	۹۲۷۹	۶۲۱۳۸۴	۸۹۳	۱۰۷
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک گریز	۷۱۲۲	۱۹۱۴۰۴	۹۱۵	۸۵
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	نرمال	۷۴۴۶	۳۱۹۳۰۷	۸۸۸	۱۱۲

پس از اجرای مدل بهینه شده مشخص گردید:

۱- در صورتیکه عامل‌ها مبتدی هستند جهت کسب سود بیشتر بهتر است بصورت نرمال رفتار کنند و ریسک ۴۰٪ را قبول کنند و درصورتی که بصورت ریسک گریز رفتار نمایند سود کمتری کسب می‌کنند.

۲- در صورتیکه عامل‌ها حرفه ایی هستند جهت کسب سود بیشتر بهتر است بصورت ریسک پذیر رفتار کنند و ریسک ۸۰٪ را قبول کنند و در صورتی که بصورت ریسک گریز رفتار نمایند سود کمتری کسب می‌کنند.

در مورد ترکیب مدل اولیه و بهینه به این نتیجه رسیدیم که: اولاً همانگونه که پس از اجرای مدل و مقایسه نتایج مشخص گردید در صورتیکه عامل‌ها مبتدی هستند برای کسب سود بیشتر از رفتار نرمال و ریسک ۴۰٪ را قبول کنند و مطابق نتایج بدست آمده میزان سود بدست آمده پس از بهینه نمودن مدل با الگوریتم ژنتیک بیشتر از مدل اولیه می‌باشد.

جدول ٦. نتیجه اجرای مدل بهینه شده گروه مبتدی

افراد	شرح	خصوصیت	تعداد سهام	میزان سود / زیان هر سهم	تعداد افراد باقیمانده	تعداد افراد خارج شده
مبتدی	مدل اولیه	ریسک پذیر	۷۹۹۰	۱۸۶۷۱۵	۹۲۰	۸۰
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک پذیر	۸۶۳۴	۲۴۰۳۴۷	۹۱۷	۸۳
	مدل اولیه	ریسک گریز	۸۶۸۵	۱۴۱۳۳۴	۹۲۰	۸۰
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک گریز	۶۷۶۷	۱۸۳۵۱۱	۹۱۵	۸۵
	مدل اولیه	نرمال	۶۱۵۲	۲۲۴۶۸۵	۸۸۷	۱۱۳
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	نرمال	۸۲۶۸	۳۳۰۸۴۳	۹۰۹	۹۱

ثانیاً همانگونه که پس از اجرای مدل و مقایسه نتایج مشخص گردید درصورتیکه عامل‌ها حرفه‌ایی هستند برای کسب سود بیشتر از رفتار ریسک گریز و ریسک ۸۰٪ را قبول کنند و مطابق نتایج بدست آمده میزان سود بدست آمده پس از بهینه نمودن مدل با الگوریتم ژنتیک بیشتر از مدل اولیه می‌باشد.

جدول ۷. نتیجه اجرای مدل بهینه شده گروه حرفه‌ای

افراد	شرح	خصوصیت	تعداد سهام	میزان سود / زیان هر سهم	تعداد افراد باقیمانده	تعداد افراد خارج شده
حرفه‌ایی	مدل اولیه	ریسک پذیر	۹۰۰۳	۴۰۰۷۴۱	۹۲۱	۷۹
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک پذیر	۹۲۷۹	۶۲۱۳۸۴	۸۹۳	۱۰۷
	مدل اولیه	ریسک گریز	۶۹۲۸	۱۳۱۲۱۴	۹۱۱	۸۹
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک گریز	۷۱۲۲	۱۹۱۴۰۴	۹۱۵	۸۵
	مدل اولیه	نرمال	۷۱۰۲	۲۴۹۶۲۱	۹۱۱	۸۹
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	نرمال	۷۴۴۶	۳۱۹۳۰۷	۸۸۸	۱۱۲

بحث و نتیجه گیری

با توسعه سریع اقتصاد جهانی، روند ادغام بازارهای مالی بین المللی به طور فزاینده‌ای آشکار شده است. امور مالی هسته اصلی اقتصاد مدرن است و بازار مالی یک محیط پیچیده با انواع مختلف است .عدم قطعیت‌ها بنابراین در حین سرمایه‌گذاری، تعادل بازده سرمایه گذاری و ارزش ریسک یک جهت تحقیقاتی مهم است، یعنی سبد سرمایه‌گذاری نیاز به بهینه سازی دارد. انتخاب سبد سهام یکی از مباحث مهم در حوزه مدیریت سرمایه گذاری بوده که در رابطه با نحوه تخصیص سرمایه یک سرمایه گذار به دارایی‌های مختلف و تشکیل یک پرتفوی کارا بحث می‌کند که هرچه مفروضات و شرایط مدل سازی جهت انتخاب و بهینه سازی سبد سرمایه گذاری به شرایط دنیای واقعی نزدیکتر باشد نتایج حاصل از آن بیشتر قابل اتکا خواهد بود در نظر گرفتن افق تک دوره‌ای برای سرمایه گذاری چندان واقعی نبوده و بیشتر سرمایه گذاران برای بیش از یک دوره اقدام به سرمایه گذاری می‌کنند که سرمایه گذار بتواند موقعیت خود را در طول زمان مورد بازنگری قرار دهد. الگوها و روشهای مختلفی از زمان ارائه کار اولیه مارکویتز تا کنون برای انتخاب سبد سرمایه گذاری بهینه ارائه شده است. پژوهش حاضر با هدف ترکیب الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام در تصمیم گیری مالی سرمایه‌گذاران انجام گرفته است. نتایج نشان داد در صورتیکه عامل‌ها مبتدی هستند برای کسب سود بیشتر از رفتار نرمال و ریسک ۴۰٪ را قبول کنند میزان سود بدست آمده پس از بهینه نمودن مدل با الگوریتم ژنتیک بیشتر از مدل اولیه می‌باشد. درصورتیکه عامل‌ها حرفه‌ایی هستند برای کسب سود بیشتر از رفتار ریسک گریز و ریسک ۸۰٪ را قبول کنند میزان سود بدست آمده پس از بهینه نمودن مدل با الگوریتم ژنتیک بیشتر از مدل اولیه می‌باشد. نتایج نشان داد که با انجام معاملات بیشتر افراد از مبتدی به حرفه‌ایی تبدیل می‌شوند و افراد از ریسک گریز به نرمال و سپس ریسک پذیر تبدیل می‌شوند. بررسی سیستم در افق زمانی طولانی‌تر نتایج واقعی‌تری در اختیار می‌گذارد و مدل شبیه سازی را در شرایط واقعی‌تری می‌توان مورد بررسی قرار داد. نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش (Shahbazi, 2022) (Kalayci et al, 2020) (Li & Tam, 2020) (Mirabi & Zarei, 2020) مطابقت دارد. (Pakmaram et al, 2017) نشان دادند که الگوریتم ژنتیک مقدار تابع هدف کمتری داشته یا به عبارتی با کمترین خطا به بهترین نتیجه رسیده است، نسبت به الگوریتم‌های دیگر بهتر عمل کرده است و نشان دهنده برتری نسبی این الگوریتم در انتخاب سبد سهام بهینه است. (Deng et al, 2021) نشان دادند که الگوریتم زنبورهای مصنوعی بهبود یافته می‌تواند به طور همزمان چندین ویژگی را در سبد سرمایه گذاری بهینه کند، خطای سرمایه گذاران را هنگام تصمیم گیری کاهش دهد و تعادل بین بازده سرمایه گذاری و ریسک را بهبود بخشد. در عین حال، پس از ارزیابی الگوریتم، مشخص شد که دقت و عملی بودن تا حدی بهبود یافته است. همچنین، ثابت شده است که الگوریتم زنبورهای مصنوعی می‌تواند مشکل بهینه سازی پرتفوی را حل کند، امنیت اوراق بهادار دارایی را بهبود بخشد و تعادل بازگشت سرمایه و ریسک را تا حد معینی تضمین کند.

با توجه به پژوهش حاضر پیشنهاد می‌شود سرمایه گذاران (ریسک گریز / ریسک پذیر) با توجه به بازده مورد انتظار سایر مدل‌ها را نیز مورد بررسی قرار دهند، چرا که با توجه به ریسک پذیری یا ریسک گریزی میزان بازده آن‌ها متفاوت خواهد بود. از نکات مدنظر سرمایه گذاران بحث سبدگردانی و در نظر داشتن هزینه‌های معاملاتی آینده است. سرمایه گذاران همواره مایل هستند که با کمترین تعداد معاملات و به تبع آن کمترین هزینه‌های معاملاتی آینده به سبد مدنظر خود دست یابند. وارد کردن این متغیر به عنوان یکی دیگر از متغیرهای مسئله، امکان اجرای تحقیق جدیدی را درباره این

موضوع فراهم می‌سازد. پیشنهاد می‌شود سرمایه گذاران به شرایط و محدودیت‌های دیگری همچون محدودیت‌ها در خرید و فروش سهام، اندازه (ظرفیت) سبد سهام و ... که باید بررسی شوند، توجه نمایند.

Reference

Bayat, A., & asadi, L. (2017). Stock Portfolio optimization: Effectiveness of particle swarm optimization and Markowitz model. Financial Engineering and Portfolio Management, 8(32), 63-85. DOI: 20.1001.1.22519165.1396.8.32.4.4 (In Persian)

Deng, Y., & Xu, H., & Wu, J. (2021). Optimization of blockchain investment portfolio under artificial bee colony algorithm. Journal of Computational and Applied Mathematics 385(11). DOI:10.1016/j.cam.2020.113199.

Farughi, H., & Tavana, M., & Mostafayi, S., & Santos Arteaga, F. J. (2020). A novel optimization model for designing compact, balanced, and contiguous healthcare districts. Journal of the Operational Research Society, 71(11), 1740-1759 https://doi.org/10.1080/01605682.2019.1621217

Faridi, S., & Madanchi Zaj, M., & daneshvar, A., & shahverdiani, S., & rahnama, F. (2022). Stock portfolio optimization based on the combined model of omega ratio and mean-variance Markowitz based on two-level ensemble machine learning. Financial Knowledge of Securities Analysis, 15(55), 33-54. doi: 10.30495/jfksa.2022.21083 .(In Persian)

Hadavandi, E., & Mostafayi, S., & Soltani, P. (2018). A Grey Wolf Optimizer-based neural network coupled with response surface method for modeling the strength of siro-spun yarn in spinning mills. Applied Soft Computing, 72, 1-13 https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.07.055

Kalayci, C. B., & Polat, O., & Akbay, M. A. (2020). An efficient hybrid metaheuristic algorithm for cardinality constrained portfolio optimization. Swarm and Evolutionary Computation, 54, 100662 https://doi.org/10.1016/j.swevo.2020.100662

Kellner, F., & Utz, S. (2019). Sustainability in supplier selection and order allocation: Combining integer variables with Markowitz portfolio theory. Journal of cleaner production, 214, 462-474 https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.315

Liagkouras, K. (2019). A new three-dimensional encoding multiobjective evolutionary algorithm with application to the portfolio optimization problem. Knowledge-Based Systems, 163, 186-203 https://doi.org/10.1016/j.knosys.2018.08.025

Li, Z., & Tam, V. (2020). A Novel Meta-Heuristic Optimization Algorithm Inspired by the Spread of Viruses. arXiv preprint arXiv: 2006.06282. https://doi.org/10.48550/arXiv.2006.06282

Mirabi, M., & Zarei Mahmoudabadi, M. (2020). Optimization Portfolio Selection in Risk Situations with Combined Meta-Heuristic Algorithm of Genetic Algorithm (GA) and Lion Optimization Algorithm (LOA). Financial Management Perspective, 10(32), 33-56. doi: 10.52547/JFMP.10.32.33. (In Persian)

Mousavi, S., & Jafari Nadushan, A., & Sangestani, M., & Moradi, M. (2022). Optimizing the stock portfolio with measures based on value at risk and limiting the number of stocks using meta-heuristic algorithm of shrimp groups (case study: Stock Exchange) Tehran Securities, 12(39), https://civilica.com/doc/1631739 .(In Persian)

Mostafayi Darmian, S., Doaei, M. (2022). Optimization of Stock Portfolio Selection in Iran Capital Market Using Meta-heuristic Algorithms. Quarterly Journal of Applied Theories of Economics, 8(4), 253-284. doi: 10.22034/ecoj.2022.47049.2913.

Niko, M., & Bazarafshan, M. (2023). Optimizing the stock portfolio using a combined genetic algorithm and simulated refrigeration, the first international conference on management capabilities, industrial engineering, accounting and economics, Babylon, https://civilica.com/doc/1690870. (In Persian)

Rahimi, R., & Akbari, A. (2023). Stock portfolio optimization with different algorithms. Journal of Accounting and Management Vision, 6(79), 48-55. https://www.jamv.ir/article_173396.html?lang=en .(In Persian)

Rahnema Rudpashti, F., & Nikumram, H., & Toloui Ashlaghi, A., & Hosseinzadeh Lotfi, F., & Bayat, M. (2014) Investigating the effectiveness of portfolio optimization based on the stable model with classical optimization in predicting portfolio risk and return (2015).. Financial

Engineering and Portfolio Management, 6(22), 29-60. 20.1001.1.22519165.1394.6.22.8.4. (In Persian)

Shahbazi, M. (2022). Stock portfolio optimization with the beta coefficient clustering approach, 7th National Conference on Modern Researches in Management, Economics and Accounting of Iran, Tehran, https://civilica.com/doc/1553270 (In Persian)

SheidaeiNarmigi, A., & Rahnamay Roodposhti, F., & Radfar, R. (2020). Optimization of Network-Based Matrix Investment Portfolio and Comparison with Fuzzy Neural Combination Pattern and Genetic Algorithm (ANFIS). Journal of Investment Knowledge, 9(36), 293-315. https://jik.srbiau.ac.ir/article_16818.html?lang=fa. (In Persian)

Wang, Z., & Zhang. X., & Zhang, Z., & Sheng, D. (2021). Credit Portfolio Optimization: A Multi-objective Genetic Algorithm Approach. Borsa Istanbul Review 22(4). DOI:10.1016/j.bir.2021 .01.004

Zhou, F., &Wang, X., & Goh, M., & Zhou, L., & He, Y. (2019). Supplier portfolio of key outsourcing parts selection using a two-stage decision making framework for Chinese domestic auto-maker. Computers & Industrial Engineering, 128, 559-575.https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.014