

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 Hashemi¹ , Mohamad Ali Afshar Kazemi¹ , Abbas Tolouee Ashlaghi² , Mehrzad Minooe³ 

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, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Receive:

27 June 2023

Revise:

15 August 2023

Accept:

19 September 2023


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.

Keywords:

genetic pattern,
stock portfolio,
financial decision
making,
investors

Please cite this article as (APA): Hashemi, S. M., Afshar Kazemi, M. A., Tolouee Ashlaghi, A., & Minooe, 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

Extended Abstract

Introduction

Today, in order to reduce the investment risk, investors in the financial markets prefer to allocate capital to a portfolio 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. (Sheidaei Narmigi 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.

ترکیب الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام در تصمیم گیری مالی سرمایه گذاران

سید مرتضی هاشمی^۱، محمدعلی افشار کاظمی^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

چکیده

هدف این پژوهش ترکیب الگوریتم ژنتیک در بهینه سازی سبد سهام در تصمیم گیری مالی سرمایه گذاران می باشد؛ در یک پروژه شبیه سازی، استفاده نهایی از داده های ورودی برای ساختن مدل شبیه سازی می باشد. این فرآیند شامل جمع آوری داده های ورودی، آنالیز کردن داده های ورودی و استفاده از این داده های ورودی آنالیز شده در مدل شبیه سازی است. جامعه آماری پژوهش شامل ۲۰ نماد (شرکت) از بین صنایع (وبصادر، تجارت، اخبار، فخوز، فارس، بالبر، تپمی، خساپا، خودرو، سشرق، سصوفی، شپهن، شپنا، غپینو، فولاد، قنابت، 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 آوری اطلاعات و داده ها با استفاده از سایت فیپیران می باشد 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 تابع های توزیع پرداخته شد؛ نتایج نشان داد که در صورتیکه عامل ها 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 می باشد. در صورتیکه عامل ها حرفه ای 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 می باشد.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۲۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۸

کلید واژه ها:

الگوریتم ژنتیک،
سبد سهام،
تصمیم گیری مالی،
سرمایه گذاران

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

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



Creative Commons: CC BY 4.0



ناشر: انجمن مدیریت کسب و کار ایران

ایمیل: dr.mafshar@gmail.com

نویسنده مسئول: محمدعلی افشار کاظمی

مقدمه

امروزه سرمایه گذاران در بازارهای مالی به منظور کاهش ریسک سرمایه گذاری تخصیص سرمایه بر سبدهای متنوع از چندین سهم را به سرمایه گذاری 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 پایین تری 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 سرمایه گذاری 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 راه‌های ریاضی محض برای حل اینگونه مسائل کافی نیستند و لذا برای حل آنها الگوریتم‌های ابتکاری مورد توجه قرار گرفتند (Sheidaei Narmigi 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 حل‌کننده‌های تجاری را نداشته و یا مدت زمان حل آن به قدری زیاد است که توجه 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 راه‌حلها تبدیل می‌شود سپس راه‌حلها 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 بورس آن می‌باشد و اگر روش‌های نوین در عرصه معاملات مالی استفاده نشود به اقتصاد لطمه خواهد زد (Pakmaram et al, 2017).

مهم‌ترین مسئله در بهینه‌سازی پرتفوی به حداقل رساندن ریسک سرمایه‌گذاری و کسب بازده مورد انتظار، یا برعکس، به حداکثر رساندن بازده مورد انتظار درحالی که ریسک کاهش می‌یابد. یکی دیگر از مشکلات بهینه‌سازی پرتفوی ردیابی شاخص است که بتوان عملکرد شاخص مالی را ردیابی نمود. بنابر نظریه مارکوویتز، شخص برای یک سطح معین از بازده می‌تواند با حداقل کردن ریسک سرمایه‌گذاری واریانس پرتفوی را حداقل کند یا در سطح معینی از ریسک که برای سرمایه‌گذار 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 به‌سزایی در پیش‌بینی آتی سهام و اتخاذ تصمیم مناسب دارد. بنابراین با توجه به عدم اطمینانی که بر بورس اوراق بهادار حاکم است و هم‌چنین در نظر داشتن گرایشها و ترجیحات مختلف سرمایه‌گذاران 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 بهینه‌سازی این الگوریتم می‌تواند روشی مناسب در اختیار سرمایه‌گذاران قرار دهد تا به انتخاب بهینه سبد سهام دست یابند. لذا محقق تلاش دارد تا به این سؤال که الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی سبد سهام در تصمیم‌گیری مالی سرمایه‌گذاران چگونه می‌باشد؟ بپردازد

ادبیات نظری

الگوریتم ژنتیک

اصول الگوریتم ژنتیک اولین بار توسط (Jan Haland, 1975) ارائه شد. الگوریتم ژنتیک الگوریتمی بهینه‌یاب 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 بهینه‌سازی چندهدفه مناسب می‌باشند. اهداف به صورت توابع ریاضی بوده و نمایانگر استفاده مناسب برای بهبود تصمیمات در بهینه‌سازی است (Sheydaei Narmighi et al, 2020).

الگوریتم ژنتیک به عنوان یک الگوریتم محاسباتی بهینه‌سازی 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 می شود و این زیر فضاها به طور موازی از نظر تابع هدف متوسط گیری آماری می شوند. امتیاز دیگر این الگوریتم آن است که هیچ محدودیتی برای تابع بهینه شونده مثل مشتق پذیری 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 نمی کند. مکانیزم های تصادفی که روی انتخاب و حذف رشته ها عمل می کنند به گونه ای هستند که رشته هایی که عدد برازندگی بیشتری دارند احتمال بیشتری برای ترکیب و تولید رشته های جدید داشته و در مرحله جایگزینی نسبت به دیگر رشته ها مقاوم تر 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 می آید به دو دلیل یک انقلاب در مدیریت سرمایه گذاری ایجاد کرد: اول اینکه فرض می کند که سرمایه گذار ارزیابی کمی از ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی را از طریق توجه به بازدهی پرتفوی و حرکت همزمان بازدهی پرتفوی ها نسبت به هم انجام می دهد که این ایده اصلی در تنوع بخشی پرتفوی است. دوم اینکه فرآیند تصمیم گیری مالی را بعنوان یک مسأله بهینه سازی در نظر می گیرد، یعنی سرمایه گذار در میان انواع مختلف پرتفوی های در دسترس پرتفویی را انتخاب می کند 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 فرصت های 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 می باشد 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 سیاست های شرکت های مدیریت دارایی در چارچوب بازارهای مالی محدودیت هایی را بر مجموعه دارایی بهینه خود اعمال می کنند که این کار باعث غیر خطی شدن مدل و پیچیده تر شدن مسئله می گردد (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 می دهد الگوریتم ترکیبی در مدت زمانی کوتاهتر از الگوریتم ژنتیک به جستجوی جواب بهینه می پردازد و از نظر معیار ریسک و بازده بهتر از دو الگوریتم دیگر عمل می کند.

(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 سهام‌ها 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 فعال تر بورس بررسی می‌شود. در نهایت شاخص شارپ، نتیجه‌ای مطلوب نشان می‌دهد.

(Musavi et al, 2022) به بررسی بهینه سازی سبد سهام با سنج‌های مبتنی بر ارزش در معرض ریسک و محدودیت تعداد سهام با استفاده 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 سنج 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 سنج‌های 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 پیش فرض کل پرتفوی، شکاف موجود در ادبیات را پر می‌کند. ریسک پیش فرض با وزندهی درجه دوم و ماتریسی حاوی اطلاعاتی در مورد شدت پیش فرض دو سهم و همبستگی نکول بین آنها اندازه گیری می‌شود. همبستگی پیش فرض و شدت پیش فرض 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 پرتفوی با محدودیتهای 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 پایه الگوریتم ژنتیک و بر اساس زندگی گروهی شیرها جهت یافتن یک سبد سرمایه مناسب برای سرمایه گذار در شرایط ریسکی معرفی شده است. استفاده از تخمین های خوش بینانه، محتمل و بدبینانه راهکاری است که در شرایط ریسکی استفاده شده است. نتایج حاصل از پژوهش، مؤید کارآمدی روش معرفی شده در تعیین نحوه توزیع سرمایه در بخش های مختلف با معیار حداکثر بازدهی سرمایه است.

روش شناسی تحقیق

در یک پروژه شبیه سازی، استفاده نهایی از داده های ورودی برای ساختن مدل شبیه سازی می باشد. این فرآیند شامل جمع آوری داده های ورودی، آنالیز کردن داده های ورودی و استفاده از این داده های ورودی آنالیز شده در مدل شبیه سازی است. داده های ورودی ممکن از داده های ثبت شده در اسناد و مدارک باشد و یا اینکه از طریق جمع آوری از دنیای واقعی و به روش زمانسنجی حاصل شود. آنالیز شامل مشخص کردن توابع تئوری است که داده های ورودی را ارائه می کند و این توابع توزیع به منظور استفاده در شبیه سازی مورد استفاده قرار می گیرد. 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، تجارت، اخبار، فخوز، فارس، بالبر، تپمی، خساپا، خودرو، سشرق، صفوی، شهرن، شپنا، غینو، فولاد، قنات، کسرا، وبانک، ونفت، ونیکی) در نظر گرفته شده است. در کلی ترین تقسیم بندی، روش تحقیق را کتابخانه ای و میدانی در نظر گرفته اند که در تحقیق حاضر از هر دو روش استفاده شده است. یعنی محقق علاوه بر استفاده از منابع کتابخانه ای و مقالات علمی از اطلاعات موجود در سایت کدال و داده های 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 داده های 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 داده های مالی موجود در بانک اطلاعاتی بورس اوراق بهادار و سایت کدال تهیه شده است. ابزار جمع آوری اطلاعات و داده ها با استفاده از سایت <https://www.fipiran.com> می باشد. در نرم افزار Net logo به آیتمی هایی که سهام را انتخاب می کنند اصطلاحاً "Agent گفته می شود. این Agent ها در طول زمان اقدام به خرید سهام می کنند. 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 هر یک 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 - اسمیرنوف 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.نیمپی
.0028	.0003	.0015	.017	156	2.416	بازده.خسپا
.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.غینو
.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.ویانک
.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.ویصادر
.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 سرمایه گذاران می باشد. بدین ترتیب اطلاعات مربوط به ریسک و بازده با مدل شبیه سازی ترکیب می شود که در ادامه به نتایج بررسی مدل اولیه و بهینه پرداخته شد. در بررسی نتایج: الف- تعداد agent ها ۱۰۰۰ نفر می باشد ب- agent ها از دو گروه افراد حرفه ایی و مبتدی تشکیل شده اند. ج- هر گروه شامل افراد ریسک گریز و ریسک پذیر و نرمال می باشند. د- انتخاب سهام توسط افراد به دو عامل ریسک و بازده بستگی دارد. ه- همه agent ها بدنال 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 بدنال کسب بیشترین بازده با کمترین ریسک هستند و افراد نرمال بدنال کسب بیشترین بازده با ریسک نرمال هستند و افراد ریسک پذیر بدنال کسب بیشترین بازده و بالاترین حد ریسک هستند. طبق نظر خیرگان و اساتید محترم میزان ریسک مورد پذیرش برای افراد ریسک پذیر ۸۰٪ و میزان ریسک مورد پذیرش برای افراد ریسک گریز ۴۰٪ و میزان ریسک مورد پذیرش برای افراد عادی ۴۰٪ می باشد.

نتایج بررسی مدل اولیه گروه مبتدی

۱- در صورتی که عامل ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت نرمال رفتار کنند و ریسک ۴۰٪ را بپذیرند می توانند سود بیشتری را کسب نمایند در حالیکه تعداد کمتری از سهم را خرید می کنند و در عوض تعداد عامل های خارج شده بیشتر می باشد.

۲- در صورتی که عامل ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت ریسک گریز رفتار کنند و ریسک ۰٪ را بپذیرند می توانند سود کمتری را کسب نمایند در حالیکه تعداد بیشتری از سهم را خرید می کنند و در عوض تعداد عامل های خارج شده کمتر می باشد.

۳- در صورتی که عامل ها مبتدی باشند در صورتیکه بصورت ریسک پذیر رفتار کنند و ریسک ۸۰٪ را بپذیرند می توانند نسبت به عامل های 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 عامل های خارج شده با عامل های 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- در صورتی 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- در صورتی 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- در صورتی 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- در صورتی 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 پذیر است و در عوض تعداد عامل‌های خارج شده بیشتر می‌باشد.
- ۲- در صورتی 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- در صورتی 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- در صورتی که عامل‌ها حرفه‌ای باشند در صورتیکه بصورت ریسک‌پذیر 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 ریسک‌گریز و کمتر از عامل نرمال می‌باشد.

۲- در صورتی که عامل‌ها حرفه‌ای باشند در صورتیکه بصورت ریسک‌گریز 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- در صورتی که عامل‌ها حرفه‌ای باشند در صورتیکه بصورت نرمال رفتار کنند و ریسک ۴۰٪ را بپذیرند می‌توانند نسبت به عامل‌های ریسک‌پذیر سود کمتری را کسب نمایند و نسبت به عامل ریسک‌گریز سود بیشتری کسب کنند در حالیکه نسبت به عامل ریسک‌گریز سهم بیشتری را خرید می‌کنند و نسبت به عامل ریسک‌پذیر سهم کمتری را خرید می‌کند و در تعداد عامل‌های خارج شده بیشتر است.

جدول ۴. 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	ریسک‌پذیر	۸۶۳۴	۲۴۰۳۴۷	۹۱۷	۸۳
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک‌گریز	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
حرفه‌ای	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک‌پذیر	۹۲۷۹	۶۲۱۳۸۴	۸۹۳	۱۰۷
	بهینه شده با الگوریتم ژنتیک	ریسک‌گریز	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 در صورتی که بصورت ریسک‌گریز رفتار نمایند سود کمتری کسب می‌کنند.

۲- در صورتیکه عامل‌ها حرفه‌ای هستند جهت کسب سود بیشتر بهتر است بصورت ریسک‌پذیر رفتار کنند و ریسک ۸۰٪ را قبول کنند و در صورتی که بصورت ریسک‌گریز 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 ۶. 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 در صورتیکه عامل‌ها حرفه‌ای 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
حرفه‌ای	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 سرمایه گذاری، تعادل بازده سرمایه گذاری و ارزش ریسک یک جهت تحقیقاتی مهم است، یعنی سبد سرمایه گذاری 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 سرمایه گذاران 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. در صورتیکه عامل‌ها حرفه‌ای 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 حرفه‌ای تبدیل می‌شوند و افراد از ریسک گریز به نرمال و سپس ریسک پذیر تبدیل می‌شوند. بررسی سیستم در افق زمانی طولانی تر نتایج واقعی تری در اختیار می‌گذارد و مدل شبیه سازی را در شرایط واقعی تری 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 سرمایه‌گذاران 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/eoj.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>

