



دانشگاه شیخ بهایی

دانشکده‌ی علوم ریاضی و کامپیوتر

پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد رشته‌ی ریاضی مالی

بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از الگوریتم رقابت  
استعماری بر اساس ارزش در معرض خطر و ارزیابی آن

پژوهشگر:

زینب سجادی

استاد راهنما:

دکتر علی زینل همدانی

استاد مشاور:

دکتر سعید فتحی

مهر ماه ۱۳۹۰

## چکیده

در این پژوهش، به بررسی روش‌های حل مسئله‌ی انتخاب سبد سهام پرداخته می‌شود. این روش‌های حل، از جمله روش‌های بهینه‌سازی بوده که خود زیر مجموعه‌ای از الگوریتم‌های تکاملی محسوب می‌شوند. الگوریتم‌های تکاملی، تکنیک‌های بهینه‌سازی تصادفی هستند که بر روی یک جمعیت یا مجموعه‌ای از جواب‌ها کار می‌کنند و در نهایت با توجه به تابع برازش و همچنین عملیات مختص مربوط به نوع الگوریتم، به جواب بهینه دست پیدا می‌کنند. یکی از معروف‌ترین این الگوریتم‌ها، الگوریتم ژنتیک و یکی از جدیدترین آن‌ها الگوریتم رقابت استعماری است. در این پژوهش هر دو الگوریتم مذکور، برای حل یک مدل بهینه‌سازی سبد سهام متشکل از شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، به کار گرفته شده‌اند. از آنجایی که هدف از یک سرمایه‌گذاری داشتن حداکثر بازدهی و حداقل ریسک است، لذا یک مدل بهینه‌سازی با هدف بیشینه کردن سود و بر اساس ریسکی معین به کار گرفته شده است. معیار ریسک استفاده شده در این مدل، ارزش در معرض خطر است. این معیار یکی از شاخص‌های مهم اندازه‌گیری ریسک بازار است که آن را تنها در یک عدد مدل کرده و مقدار سرمایه‌ای را که مورد زیان قرار می‌گیرد، تعیین می‌کند. پس از پیاده‌سازی الگوریتم رقابت استعماری و مقایسه‌ی آن با الگوریتم ژنتیک برای این مسئله، نتایج نشان از برتری قابل توجه الگوریتم رقابت استعماری دارند، به این معنا که الگوریتم رقابت استعماری علاوه بر آن که سود بیشتری را به دست می‌آورد، زمان کمتری را نیز برای رسیدن به آن صرف می‌کند. این پژوهش به عنوان دومین تحقیق در حوزه‌ی بهینه‌سازی سبد سهام و اولین تحقیق با در نظر گرفتن معیار ریسک ارزش در معرض خطر محسوب می‌شود که الگوریتم رقابت استعماری را در حل مسئله به کار گرفته است.

**واژه‌های کلیدی:** بهینه‌سازی، سبد سهام، ارزش در معرض خطر، الگوریتم رقابت استعماری، الگوریتم

ژنتیک.

# فهرست مطالب

ت	فهرست مطالب
چ	لیست تصاویر
خ	لیست جداول
۱	۱ کلیات تحقیق
۱	۱.۱ مقدمه . . . . .
۱	۲.۱ بیان موضوع و مسئله . . . . .
۲	۳.۱ ضرورت انجام تحقیق . . . . .
۳	۴.۱ سابقه‌ی تحقیقات و مطالعات انجام گرفته . . . . .
۵	۵.۱ فرضیه‌های تحقیق . . . . .
۵	۶.۱ اهداف تحقیق . . . . .
۵	۷.۱ روش کار . . . . .
۵	۱.۷.۱ نوع روش تحقیق . . . . .
۶	۲.۷.۱ روش و ابزار گردآوری اطلاعات . . . . .
۶	۳.۷.۱ جامعه‌ی آماری . . . . .
۶	۴.۷.۱ روش تجزیه و تحلیل اطلاعات . . . . .
۶	۸.۱ مروری بر فصل‌های آینده . . . . .
۷	۲ مفاهیم مقدماتی و پیش‌نیازها
۷	۱.۲ تعاریف و مفاهیم مالی . . . . .
۱۰	۲.۲ ریسک و انواع آن . . . . .
۱۰	۱.۲.۲ مرور کلی . . . . .
۱۱	۲.۲.۲ دیدگاه اول: ریسک‌های اصلی مؤسسات مالی (دیدگاه سنتی) . . . . .

۱۳	دیدگاه دوم: ریسک‌های سیستماتیک و غیرسیستماتیک	۳.۲.۲
۱۴	ارزش در معرض خطر، به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری ریسک	۴.۲.۲
۱۶	فرایند محاسبه‌ی ارزش در معرض خطر	۵.۲.۲
۲۱	بهبودسازی و انواع آن	۳.۲
۲۳	انواع مسائل بهبودسازی	۱.۳.۲
۲۵	برآورد چگالی داده‌ها	۴.۲
۲۶	انتخاب پارامتر هموارسازی	۱.۴.۲
۲۷	انتخاب هسته	۲.۴.۲
۲۷	روش دوزنقه	۵.۲
۲۸	توابع جریمه	۶.۲
۳۰	<b>مروری بر الگوریتم‌های تکاملی</b>	<b>۳</b>
۳۰	مقدمه	۱.۳
۳۱	الگوریتم ژنتیک	۲.۳
۳۱	مرور کلی	۱.۲.۳
۳۲	شرحی بر الگوریتم ژنتیک	۲.۲.۳
۳۹	الگوریتم رقابت استعماری	۳.۳
۳۹	مرور کلی	۱.۳.۳
۴۲	شرحی بر ساختار الگوریتم رقابت استعماری	۲.۳.۳
۵۳	<b>مدل‌سازی انتخاب سبد سهام</b>	<b>۴</b>
۵۳	مقدمه	۱.۴
۵۴	تئوری پرتفولیو	۲.۴
۵۷	معرفی مسئله: انتخاب سبد سهام بر اساس VaR	۳.۴
۶۱	<b>پیاده‌سازی الگوریتم‌های تکاملی بر روی مدل بهبودسازی</b>	<b>۵</b>
۶۱	مقدمه	۱.۵
۶۱	بررسی شرایط اجرای الگوریتم	۲.۵
۷۴	<b>نتیجه‌گیری و پیشنهادات</b>	<b>۶</b>
۷۴	نتایج تحقیق	۱.۶
۷۵	پیشنهادات برای تحقیقات آینده	۲.۶

۱	الف کُد مربوط به الگوریتم ژنتیک
۶	ب کُد مربوط به الگوریتم رقابت استعماری
۱۸	پ کُدهای مشترک بین دو الگوریتم
۲۳	منابع

- [1] Atashpaz Gargari, E., Lucas, Caro., (2007) *Imperialist Competitive Algorithm : An Algorithm For Optimization Inspired By Imperialist Competition*, IEEE Congress on Evolutionary Computation, Singapore, 4661-4667.
- [2] Campbell, R., Huisman, R., Koedijk, K., (2001), *Optimal Portfolio Selection in a Value-at-Risk Framework*, The Journal of Banking Finance (25), 1789-1804.
- [3] Consigli, G., (2002), *Tail Estimation and mean-VaR portfolio selection in Markets subject to Financial Instability* , The Journal of Banking Finance (26), 1355-1382.
- [4] Cura, T., (2009), *Particle Swarm Optimization Approach to Portfolio Optimization*, Journal of Nonlinear Analysis: Real World Applications (10), 2396-2406.
- [5] Dowd, K., (2005), *Measuring MarketRisk*, Second edition, John Wiley Sons Ltd.
- [6] Evans, John L., Stephen H. Archer., (December 1968), *Diversification and the Reduction of Dispersion: An Empirical Analysis*, Journal of Finance, 23, 12, 761-767.
- [7] Gaivoronski, A., Pflug, G., (2000), *Value at Risk in Portfolio Optimization: Properties of Computational Approach*, NTNU, Department of Industrial Economics and Technology Management, Trondheim, Norway, Working Paper.
- [8] Gaivoronski, A., Pflug, G., (2001), *Finding Optimal Portfolios with Constraints on Value at risk*, proceeding of the III Stockholm Seminar on Risk Behavior and Risk Management.
- [9] Gaivoronski, A., Pflug, G., (2005), *Value at Risk in Portfolio Optimization: Properties of Computational Approach*, The Journal of Risk (7), 1-31.

- [10] Golmakani, H.R., Fazel, M., (2011), *Constrained Portfolio Selection Using Particle Swarm Optimization*, The Journal of Expert Systems with Applications (38), 8327-8335.
- [11] Holland, J.H., (1992) *Adaptation in Natural and Artificial Systems*, MIT Press.
- [12] Huang, X., (2008) *Portfolio selection with a new definition of risk*, The European Journal of Operational Research (186), 351-357.
- [13] Lyuu, Y.D., (2002), *Financial Engineering and Computation. Principles, Mathematics, Algorithms*, Cambridge University Press, page 459.
- [14] Mansini, R., Graizia Speranza, M., (1999), *Heuristic Algorithms for the Portfolio Selection Problem with Minimum Transaction Lots*, The European Journal of Operational Research (114), Issue 2, 219-233.
- [15] Markowitz, H., (1952), *Portfolio Selection*, The Journal of Finance 7(1) , 77-91.
- [16] Pholippe, J., (1996), *Risk 2: Measuring the Risk in Value at Risk*, Financial Analysts Journal, 47-56.
- [17] Rockafeller, R.T., Uryasev, S., (2000), *Optimization of Conditional Value-at-Risk*, The Journal of Risk2 (3), 21-41.
- [18] Roudier, F., (2007), *Portfolio Optimization And Genetic Algorithm*, Department of Management, Technology and Economics-DMTEC Chair of Entrepreneurial Risks-ER, Master Thesis.
- [19] Xia, Yusen., Liu, B., Shouyang, W., Lai, K.K., (1999), *A Model for Portfolio Selection with Order of Expected Returns*, The Journal of Computer Operations Research (27), 409-422.
- [20] Yiu, K.F.C., (2004), *Optimal Portfolios Under a Value-at-Risk Constraint*, The Journal of Economic Dynamics Control (28), 1317-1334.
- [21] Yeniay, O., (2005), *Penalty Function Methods for Constrained Optimization with Genetic Algorithms*, The Journal of Mathematical and Computational Applications (10), 45-56.

- [22] Zhu, H., Wang, Yi., Wang, K., Chen, Y., (2011), *Particle Swarm Optimization (PSO) for the Constrained Portfolio Optimization Problem*, the Journal of Expert Systems with Applications (38), 10161-10169.
- [۲۳] آتش‌پز گرگری، ا.ا. (۱۳۸۷)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، معرفی الگوریتم رقابت استعماری، مرکز عالی هوش مصنوعی و مهندسی کنترل دانشکده‌ی برق دانشگاه تهران.
- [۲۴] ابزری، م.، کتابی، س.، عباسی، ع.، (۱۳۸۴)، بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و ارائه‌ی یک مدل کاربردی، دوره‌ی بیست و دوم، پایب ۴۳.
- [۲۵] البرزی، م.، (۱۳۸۸)، الگوریتم ژنتیک، مؤسسه‌ی انتشارات علمی دانشگاه صنعتی شریف.
- [۲۶] اس. اس. راثو.، (۱۳۷۳)، بهینه‌سازی (تئوری و کاربرد)، جلد اول، ترجمه‌ی سید محمد مهدی شهیدی‌پور، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- [۲۷] بابلیان، ا.ا.، (۱۳۷۹)، آنالیز عددی ۱، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- [۲۸] پژوهشکده آمار، (۱۳۸۴)، برآورد چگالی داده‌ها و پارامترها، چاپ اول، نشر پژوهشکده آمار.
- [۲۹] تلنگی، ا.ا.، (۱۳۷۷)، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، طراحی مدل ریاضی برای انتخاب پرتفولیوی بهینه با منطق برنامه‌ریزی فازی، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.
- [۳۰] جونز، چ.پ.، (۱۳۸۴)، مدیریت سرمایه‌گذاری، ترجمه و اقتباس از رضا تهرانی و عسگر نوربخش، چاپ دوم، انتشارات نگاه دانش.
- [۳۱] خالوزاده، ح.، امیری، ن.، (۱۳۸۵)، تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس ایران بر اساس نظریه‌ی ارزش در معرض ریسک، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، دانشگاه تهران، شماره‌ی ۷۳، صفحه‌ی ۲۳۱-۲۱۱.
- [۳۲] دب، ک.، (۱۳۸۷)، الگوریتم‌های ژنتیک با رویکرد بهینه‌یابی چند هدفه، ترجمه‌ی جعفر رضایی و منصور داودی منفرد، چاپ اول، انتشارات پلک.
- [۳۳] راس، ا.ا.، وسترفیلد، ر.، جردن، ب.ف.، (۱۳۸۷)، مدیریت مالی نوین، جلد اول، ترجمه‌ی علی جهانخانی و مجتبی شوری، چاپ اول، انتشارات سمت.
- [۳۴] راعی، ر.، (۱۳۷۷)، رساله‌ی دکتری، طراحی مدل سرمایه‌گذاری در سبد سهام با استفاده از هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی)، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.



- [۳۵] راعی، ر.، سعیدی، ع.، (۱۳۸۸)، *مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک*، چاپ چهارم، انتشارات سمت.
- [۳۶] رایلی، ف.، (۱۳۸۴)، *تجزیه و تحلیل سرمایه‌گذاری و مدیریت سبد اوراق بهادار*، ترجمه و اقتباس از دکتر غلامرضا اسلامی بیدگلی، دکتر فرشاد هبیتی، دکتر فریدون رهنمای رودپشتی، چاپ اول، انتشارات پژوهشکده‌ی امور اقتصادی.
- [۳۷] رحمتی، م.، (۱۳۸۷)، *پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، انتخاب سبد سهام بهینه بر مبنای VaR به عنوان معیار ریسک و با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری*، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.
- [۳۸] رضایی پندری، ع.، (۱۳۸۷)، *پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، ارائه‌ی یک مدل ریاضی برای انتخاب پرتفوی سهام با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی*، دانشکده‌ی مدیریت و اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس.
- [۳۹] رعیتی شوازی، ع.، (۱۳۸۵)، *پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، مدل‌سازی و پیش‌بینی قیمت سهام در بازار بورس اوراق بهادار با استفاده از شبکه عصبی فازی و الگوریتم‌های ژنتیک*، دانشکده‌ی علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان.
- [۴۰] شرکت ماتریس تحلیلگران سیستم‌های پیچیده، (۱۳۸۸)، *ریسک بازار با رویکرد ارزش در معرض خطر*، چاپ اول، نشر آتی‌نگر.
- [۴۱] علا، ع.، (۱۳۸۴)، *اصول مدیریت سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار*، چاپ اول، نشر طهوری.
- [۴۲] مؤسسه‌ی حسابرسی و خدمات مالی دایا رایان، (۱۳۸۴)، *بورس، سهام و نحوه‌ی قیمت‌گذاری سهام همراه با کلیه‌ی قوانین و مقررات بورس اوراق بهادار و بورس فلزات*، چاپ چهارم، نشر نخستین.
- [۴۳] طالبی، آ.، (۱۳۸۹)، *پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش‌های فراابتکاری و مقایسه‌ی آن با سبدهای تشکیلی خبرگان و تازه‌کارها در بازار بورس اوراق بهادار تهران*، دانشکده‌ی مدیریت و حسابداری، دانشگاه صنعتی شاهرود.
- [۴۴] محمدی استخری، ن.، (۱۳۸۵)، *پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، انتخاب یک سبد سهام بهینه از بین سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک*، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.
- [۴۵] معاونت پشتیبانی، مدیریت امور تالارهای مناطق، (۱۳۸۸)، *سرمایه‌گذاری در بورس (۱)*، شرکت بورس اوراق بهادار.