



دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: مهندسی صنایع و مدیریت

گروه: مدیریت

پایان نامه 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.**

آرش طالبی

استاد راهنما:

دکتر محمد علی مولایی

استاد مشاور:

دکتر محمد جواد شیخ

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۱۳۸۹



## تشکر و قدردانی

من لم یسکر المخلوق، لم یسکر الخالق...

در این چند سطر بر خود واجب می‌دانم، از تلاش‌ها و کمک‌های بی‌دریغ استاد راهنمای این پژوهش، جناب آقای دکتر محمد علی مولایی، نهایت تشکر و امتنان را داشته باشم و هرگز حق بزرگ ایشان بر خویش را فراموش نمی‌نمایم؛ که به من راه زندگی و درس اخلاق نیز آموختند. همچنین از استاد مشاور پژوهش، جناب آقای دکتر محمد جواد شیخ، برای مشاوره‌های دقیق و کاربردی ایشان، سپاسگزارم. در ادامه از تمامی اساتید گرانقدرم، از ابتدا تا کنون، و بالأخص اساتید دوره‌ی کارشناسی ارشد، سپاسگزارم، که از ایشان بسیار آموختم، اساتیدی همچون جناب آقای دکتر اشرفی، جناب آقای دکتر شیخ، جناب آقای دکتر موسوی شاهرودی و جناب آقای دکتر پویان. بالأخص، شاگرد خوبی نخواهم بود اگر سعه‌ی صدر و زحمات جناب آقای دکتر بزرگ /شرفی را از یاد برده باشم، استادی که به من اعتماد به نفس را آموخت.

از مساعدت‌های آقایان دکتر راعی، دکتر آذر، دکتر تهرانی، دکتر بهرام گیری، و دکتر عالم تبریز، سپاسگزارم. همچنین، تشکر ویژه‌ای دارم از سرکار خانم دکتر بهرامی که با مشاوره‌های برنامه‌ریزی، مرا هرچه بیشتر، در استفاده از اوقات محدودم یاری نمودند.

از جناب آقای مهندس اسماعیل آتشیز، به واسطه‌ی همکاری‌هایشان جهت رفع مشکلات برنامه‌نویسی پژوهش، قدردانم. در نهایت، زحمات و همکاری‌های کارشناس محترم گروه مدیریت و حسابداری دانشگاه صنعتی شاهرود، آقای حسین رحیمیان، و نیز دوستانم که گنج‌های زندگی هستند، مورد تقدیر اینجانب می‌باشد؛ آقایان مهندس مصطفی رهیده، مهندس فرهاد جعفری، مهندس رضا ثوابی، مهندس مهدی کمالی، مهندس وحید صادقی، مهندس امیرحسین‌نیا، و مهندس اشکان طالبی.

## چکیده

در قیاس با رشد روز افزون استفاده از پورتفوی‌ها و نیز با وجود ادبیات غنی آن، همچنان موضوعات و سؤالات بی‌پاسخ فراوانی در این زمینه وجود دارد. همچنین، بازارهای بورس ایران، به عنوان بازارهایی رو به رشد، نیازمند پژوهش‌های بومی در پاسخ به این سؤالات و موضوعات می‌باشد. هدف از این پژوهش، ارائه‌ی ابزاری مفید و کارا برای کمک به متخصصین و محققین، در تئوری انتخاب پورتفوی است. پژوهش، ضمن بررسی جامع ادبیات موضوع و پیشرفت‌ها و گسترش‌های صورت پذیرفته در زمینه‌ی انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی، به مروری بر انواع مسائل و روش‌های بهینه‌سازی پرداخته، با مناسب تشخیص دادن روش‌های ابتکاری، به اعمال چهار الگوریتم ابتکاری جدید و پُر کاربرد ژنتیک، ترکیب ژنتیک و نلدر-مید، گروه ذرات (کوچ پرندگان) و رقابت استعماری بر مسئله‌ی بهینه‌سازی پورتفوی در بازار بورس اوراق بهادار تهران و از بین سهام ۵۰ شرکت برتر می‌پردازد؛ تا سبدهایی بهینه، دارای ریسک کمینه و بازده بیشینه - به طور همزمان - را انتخاب نماید. همچنین، در این پژوهش، جهت دستیابی به نتایجی در زمینه‌ی چگونگی گزارشگری نرخ بازدهی، برای اثربخشی و کارایی بالاتر (بازدهی ماهانه در مقابل سالانه) به تشکیل دو پورتفوی مختلف با استفاده از هر الگوریتم و به کمک ورودی‌های سالانه و ماهانه پرداخته می‌شود. در ادامه، جهت سنجش و مقایسه‌ی عملکرد سه گروه الگوریتم‌ها، خبرگان و نیز تازه‌کارهای بازار بورس با یکدیگر، با ارائه‌ی تعریفی از دو گروه آخر، به جمع‌آوری سبدهای منتخب آن‌ها توسط پرسشنامه، پرداخته خواهد شد. کلیه‌ی پورتفوی‌های پژوهش، یعنی هشت سبد منتخب الگوریتم‌ها، چهل سبد منتخب کارگزاران به عنوان نمونه‌ی خبرگان و چهل و سه سبد منتخب سرمایه‌گذاران فردی حاضر در تالار بورس به عنوان نمونه‌ی تازه‌کارها، در شرایط واقعی بازار بر دوره‌ای شش ماهه که از آن با عنوان دوره‌ی آزمون یاد می‌شود، اعمال می‌گردند؛ به عبارت دیگر، به طور فرضی اما در بازار واقعی، طبق این پورتفوی‌ها، سهام خریداری و به مدت شش ماه با استراتژی منفعلانه، نگهداری می‌شوند. در نهایت، عملکرد هر سه گروه بر اساس مقیاس‌های تعدیل شده بر مبنای ریسک برای سنجش عملکرد پورتفوی، محاسبه شده، بر اساس فرضیات اصلی و فرعی پژوهش، مورد آزمون آماری تحلیل واریانس تک-عاملی و آزمون تعقیبی شِفِه قرار می‌گیرند تا مقایسه‌های آماری، بین متوسط عملکرد این سه گروه صورت پذیرد. نتایج آشکار می‌سازند که تفاوت معناداری بین متوسط عملکرد

سبدهای منتخب خبرگان و متوسط عملکرد الگوریتم‌ها وجود ندارد، همچنین هر دو رویکرد، در دوره‌ی آزمون، به طور متوسط بهتر از پورترفوی بازار عمل نموده، به بازدهی بالاتری دست یافته‌اند. سرعت همگرایی الگوریتم‌ها در رسیدن به پاسخ بهینه نیز، مناسب و معقول می‌باشد. اما متوسط عملکرد تازه‌کارها، با متوسط عملکرد این دو رویکرد تفاوت معناداری دارد، به طوری که در بررسی‌های آزمون تعقیبی شیفه، مشخص شد که متوسط عملکرد خبرگان و الگوریتم‌ها، در سطح معناداری بهتر از عملکرد تازه‌کارها بوده است. متغیر نوع اطلاعات ورودی (ماهانه یا سالانه) نیز، تأثیر معناداری بر عملکرد سبدها ایجاد نکرده بود. با توجه به این یافته‌ها، نتیجه‌گیری‌های پژوهش عبارتند از موارد ذیل: اولاً، از آنجا که عملکرد الگوریتم‌ها و سازگاری آن‌ها با حل مسئله‌ی پورترفوی تأیید شد، به خبرگان که هم‌اکنون جهت تشکیل سبد به صرف منابع هنگفت مالی، انسانی و ... می‌پردازند، استفاده از روش‌های پژوهش به شدت توصیه می‌شود، و بدینوسیله، خبرگان قادر به دستیابی به اثربخشی یکسان و کارایی بالاتر خواهند بود. ثانیاً، با توجه به مزایای عمده‌ی تشکیل پورترفوی، آماتورها به تشکیل و نگهداری پورترفوی تشویق می‌شوند، اما از آنجا که در پژوهش، نشان داده شد که مهارتی در این امر ندارند، استفاده از الگوریتم‌های پژوهش، دست کم در بدو امر، برای آن‌ها رویکردی هوشمندانه است. بخشی از آن‌ها که توان مالی خرید و نگهداری سبدی سهام را ندارند نیز، به خرید سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری رهنمون می‌شوند تا به طور غیرمستقیم، صاحب پورترفوی شوند. ثالثاً، با توجه به عملکرد یکسان سبدهای منتخب اطلاعات ماهانه و سالانه، استفاده از اطلاعات سالانه، به دلیل حجم محاسباتی پایین‌تر و بنابراین کارایی بالاتر و با حفظ اثربخشی یکسان، در مقایسه با همتهای ماهانه، به سرمایه‌گذاران و پژوهشگران توصیه می‌شود. در نهایت، با توجه به آن که الگوریتم‌ها صرفاً از اطلاعات تاریخی جهت تشکیل پورترفوی استفاده نمودند، و عملکرد قابل قبولی در مقایسه با پورترفوی بازار و خبرگان داشتند، شکل ضعیف فرضیه‌ی بازار کارا که بیانگر هضم و انعکاس اطلاعات تاریخی در قیمت سهام است، در بازار بورس تهران زیر سؤال رفته، تا حد زیادی مورد تردید قرار می‌گیرد.

دسته‌بندی بر اساس ژورنال‌های ادبیات اقتصادی (JEL classification): G11 ; C63 ; C61  
واژگان کلیدی: مدیریت و بهینه‌سازی پورترفوی (سبد سهام)، تئوری مدرن پورترفوی، بهینه‌سازی ابتکاری و تکاملی، الگوریتم ژنتیک، الگوریتم ترکیبی ژنتیک و نلدر-مید، الگوریتم گروه ذرات (PSO)، الگوریتم رقابت استعماری، خبرگان بورس، تازه‌کارهای بورس.

## فهرست مقالات مستخرج از پایان نامه

الف) مقالات چاپ شده و یا تأیید و پذیرش شده، آماده چاپ

1. Talebi, Arash, Mohammad Ali Molaei, (May, 2010) “ Application of Genetic Algorithm in Portfolio Optimization ” in the proceedings of the 1<sup>st</sup> International Conference of Business and Economics, Thessaloniki, Greece, pp. 668-682.
2. Talebi, Arash, Mohammad Ali Molaei, and Mohammad Javad Sheikh (September, 2010) “ Performance Investigation and Comparison of Two Evolutionary Algorithms in Portfolio Optimization: Genetic and Particle Swarm Optimization” accepted, officially registered and will be published in the proceeding of the joint conference of *IEEE* and *IACSIT*, The 2010 Conference On Information and Financial Engineering (ICIFE 2010), September 17-19, 2010, Chongqing, China.

۳. مولایی، محمد علی، و آرش طالبی، (۱۳۸۹) " بررسی کاربرد الگوریتم ابتکاری- ترکیبی ژنتیک و نلدر-مید در بهینه‌سازی پورتفوی"، مجله‌ی علمی-پژوهشی جستارهای اقتصادی وابسته به پژوهشگاه حوزه و دانشگاه، پذیرفته شده و آماده‌ی چاپ در شماره‌ی پاییز ۸۹.

همچنین، مقاله‌ی شماره ۱، در کنفرانس یونان (ICBE 2010) به عنوان *مقاله‌ی برگزیده‌ی کنفرانس*

انتخاب و توسط مسئولین کنفرانس برای چاپ به مجله‌ی (International Journal of Computational Economics and Econometrics)

حامی کنفرانس، ارسال شد، که اطلاعات آن بدین شرح می‌باشد:

4. Talebi, Arash, Mohammad Ali Molaei, (As determined, would be published on 2011) “ Application of Genetic Algorithm in Portfolio Optimization ”, International Journal of Computational Economics and Econometrics (IJCEE), United Kingdom.

## ب) مقالات استخراج شده از پژوهش و در مرحله‌ی داوری

5. Talebi, Arash, Mohammad Ali Molaee, "Performing Complex Portfolio Selection Analysis with the aid of Particle Swarm Optimization Algorithm", Under review in the ISI Journal of Quantitative Finance, United Kingdom.

۶. مولایی، محمد علی، محمد جواد شیخ و آرش طالبی، " بررسی و مقایسه‌ی عملکرد سه الگوریتم ابتکاری گروه ذرات، ژنتیک و ترکیب ژنتیک و نلدر-مید در انتخاب و بهینه‌سازی پورترفوی"، تحت بررسی و داوری در مجله‌ی علمی-پژوهشی دانش و توسعه، دانشگاه فردوسی مشهد.

## ج) مقالات استخراج شده از پژوهش، آماده‌ی ارسال

7. "Performing Complex Portfolio Selection Analysis with the aid of Imperialist Competitive Algorithm"
8. "Modern Portfolio Theory and Optimization: Performance of Classic and Heuristic Methods"

۹. " مروری بر تئوری مدرن پورترفوی، مزایا، معایب، و بهینه‌سازی پورترفوی با رویکردهای کلاسیک و ابتکاری"

د) مؤلف، مفتخر است موارد زیر را نیز که به واسطه‌ی پژوهش حاضر، نائل به کسب آن‌ها شده است، اعلام دارد:

۱. دعوتنامه‌ی رسمی از مجله‌ی (ISI) Quantitative finance، برای داوری مقالات در زمینه‌ی کاری.
۲. دعوتنامه‌ی رسمی از مجله‌ی Journal of Business and Economics، برای داوری مقالات در زمینه-ی کاری.
۳. دعوتنامه‌ی رسمی برای برگزاری نشست در زمینه‌ی بهینه‌سازی پورترفوی در اولین وبینار تخصصی بین‌المللی الگوریتم رقابت استعماری.

عنوان	صفحه
چکیده.....	ز
فهرست مقالات مستخرج از پایان نامه .....	ط
فهرست اشکال .....	ص
فهرست جداول .....	ر
فصل اول: کلیات تحقیق .....	۱۰
(۱-۱) مقدمه .....	۲
(۲-۱) بیان مسئله .....	۳
(۳-۱) ضرورت، اهمیت و توجیه انجام تحقیق .....	۶
(۴-۱) هدف تحقیق .....	۸
(۵-۱) تبیین سؤالات و فرضیات تحقیق .....	۹
(۱-۵-۱) سؤالات تحقیق .....	۹
(۲-۵-۱) فرضیات تحقیق .....	۹
(۱-۲-۵-۱) فرضیات اصلی .....	۹
(۶-۱) روش تحقیق .....	۱۱
(۱-۶-۱) رویکرد روش های ابتکاری برای حل مسئله .....	۱۱
(۲-۶-۱) متدولوژی .....	۱۱
(۷-۱) قلمرو تحقیق .....	۱۳
(۸-۱) تحقیقات مشابه .....	۱۳
(۹-۱) کاربردهای تحقیق و استفاده کنندگان از نتایج پژوهش .....	۱۵
(۱۰-۱) نوآوری و جنبه های جدید پژوهش .....	۱۶
(۱۱-۱) تعریف مختصر اصطلاحات، مفاهیم و واژه های تخصصی .....	۱۷
فصل دوم: ادبیات موضوع و پیشینه ی تحقیق .....	۲۱
(۱-۲) مقدمه .....	۲۲
(۲-۲) تعریف گسترده ی اصطلاحات، مفاهیم و واژه های تخصصی .....	۲۴
(۳-۲) انواع ریسک و منشأ آن ها .....	۳۱



- ۳۱-۳-۱) دسته بندی ریسک از دیدگاه سرمایه گذاری سنتی ..... ۳۱
- ۳۱-۳-۱-۱) ریسک نرخ بهره ..... ۳۱
- ۳۲-۳-۱-۲) ریسک نقدشوندگی ..... ۳۲
- ۳۲-۳-۱-۳) ریسک قدرت خرید ..... ۳۲
- ۳۲-۳-۱-۴) ریسک بازار ..... ۳۲
- ۳۲-۳-۱-۵) ریسک تجاری ..... ۳۲
- ۳۳-۳-۲) دیدگاه دیگر به ریسک؛ ریسک سرمایه گذاری ..... ۳۳
- ۳۴-۳-۲-۱) ریسک سیستماتیک ..... ۳۴
- ۳۵-۳-۲-۲) ریسک غیرسیستماتیک (فرا بازار، باقیمانده یا پسماند بازار) ..... ۳۵
- ۳۶-۳-۲-۳) کاهش ریسک سرمایه گذاری ..... ۳۶
- ۳۶-۳-۲-۱) کاهش و حذف ریسک غیرسیستماتیک ..... ۳۶
- ۳۷-۳-۲-۲) کاهش ریسک سیستماتیک ..... ۳۷
- ۴-۲) نظریه ی جدید پور تفوی ..... ۳۸
- ۱-۴-۲) مدل مارکوویتز: تاریخچه، شرح، تفسیر و فرضیات بنیادین ..... ۳۸
- ۱-۴-۲-۱) بازده مورد انتظار پور تفوی ..... ۴۱
- ۲-۴-۲-۱) ریسک پور تفوی ..... ۴۱
- ۳-۴-۲-۱) پردازش وقایع سپری شده در برابر پردازش وقایع آتی ..... ۴۶
- ۴-۴-۲-۱) فرضیات بنیادین مدل مارکوویتز ..... ۴۷
- ۵-۲) فرآیند انتخاب سرمایه گذاری از دیدگاه MPT ..... ۴۷
- ۶-۲) بهینه سازی پور تفوی ..... ۵۰
- ۷-۲) گسترش های مدل مارکوویتز و مروری بر پیشینه ی تحقیقات مربوط ..... ۵۱
- ۱-۷-۲) مدل قیمت گذاری دارایی های سرمایه ای (CAPM)، مدل بازار و تئوری قیمت گذاری آربیتراژ (APT) ..... ۵۱
- ۲-۷-۲) مدل تک-شاخصی و چند-شاخصی ..... ۵۳
- ۳-۷-۲) مدل برنامه ریزی خطی عدد صحیح مختلط ..... ۵۷
- ۴-۷-۲) مدل برنامه ریزی غیر خطی عدد صحیح مختلط ..... ۵۸
- ۵-۷-۲) مدل مارکوویتز با ورودی های فازی-تصادفی ..... ۵۹
- ۶-۷-۲) گسترش مدل مارکوویتز با رویکرد مباحث رفتار مالی ..... ۶۰
- ۷-۷-۲) پژوهش های انجام گرفته در ایران ..... ۶۰
- ۱-۷-۷-۲) شبکه های عصبی برای انتخاب سرمایه گذاری ..... ۶۰
- ۲-۷-۷-۲) الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پور تفوی بهینه ..... ۶۱
- ۳-۷-۷-۲) انتخاب پور تفوی بهینه با استفاده از ارزش در معرض ریسک به عنوان معیار ریسک ..... ۶۱
- ۴-۷-۷-۲) رویکرد فازی برای انتخاب پور تفوی بهینه ..... ۶۱
- ۵-۷-۷-۲) رویکرد برنامه ریزی آرمانی برای انتخاب پور تفوی بهینه ..... ۶۲

۶۲	..... اندازه گیری عملکرد سبد سهام (سبد سرمایه گذاری).....	۸-۲
۶۲	..... مقدمه	۱-۸-۲
۶۳	..... چارچوب ارزیابی عملکرد سبد سهام.....	۲-۸-۲
۶۴	..... روش های ارزیابی عملکرد سبد سهام، تعدیل شده بر مبنای ریسک، به همراه مقایسه ی روش ها و موانع ارزیابی	۳-۸-۲
۶۴	.....	
۶۵	..... مقیاس نسبت پاداش به تغییرپذیری (RVAR یا معیار شارپ).....	۱-۳-۸-۲
۶۵	..... مقیاس نسبت پاداش به نوسان پذیری (RVOL).....	۲-۳-۸-۲
۶۶	..... مقیاس بازده تفاضلی جنسین.....	۳-۳-۸-۲
۶۷	..... مقیاس $M^2$ .....	۴-۳-۸-۲
۶۸	..... مقیاس نسبت ارزیابی.....	۵-۳-۸-۲
۶۸	..... مقایسه ی مقیاس های مرکب.....	۶-۳-۸-۲
۶۹	..... مشکلات، موانع و محدودیت های اندازه گیری عملکرد سبد سرمایه گذاری.....	۷-۳-۸-۲
۷۰	..... بهینه سازی.....	۹-۲
۷۰	..... مقدمه	۱-۹-۲
۷۲	..... انواع مسائل بهینه سازی و تقسیم بندی آن ها.....	۲-۹-۲
۷۲	..... بهینه سازی با سعی و خطا.....	۱-۲-۹-۲
۷۲	..... بهینه سازی با تابع.....	۲-۲-۹-۲
۷۳	..... بهینه سازی تک بُعدی و چند بُعدی.....	۳-۲-۹-۲
۷۳	..... بهینه سازی پویا و بهینه سازی ایستا.....	۴-۲-۹-۲
۷۳	..... بهینه سازی مقید و نامقید.....	۵-۲-۹-۲
۷۳	..... بهینه سازی پیوسته و گسسته.....	۶-۲-۹-۲
۷۴	..... بهینه سازی تک معیاره و چند معیاره.....	۷-۲-۹-۲
۷۴	..... انواع ابزارها و روش های بهینه سازی.....	۳-۹-۲
۷۴	..... کلاسیک ها.....	۱-۳-۹-۲
۷۵	..... روش های ابتکاری.....	۲-۳-۹-۲
۷۸	..... فصل سوم: روش تحقیق.....	
۷۹	..... مقدمه	۱-۳
۸۰	..... الگوریتم ژنتیک.....	۲-۳
۸۰	..... الگوریتم ژنتیک چیست و علت انتخاب این الگوریتم برای بهینه سازی پورتفوی.....	۱-۲-۳
۸۲	..... عملگرهای ژنتیک.....	۲-۲-۳
۸۲	..... عملگر تولید مثل.....	۱-۲-۲-۳
۸۳	..... مؤلفه های ژنتیک.....	۳-۲-۳

- ۳-۳) الگوریتم نلدر-مید ..... ۸۶
- ۳-۳-۱) الگوریتم نلدر-مید چیست و علت انتخاب این الگوریتم برای بهینه سازی پورتفوی ..... ۸۶
- ۳-۳-۲) مروری بر روش عملکرد الگوریتم نلدر-مید ..... ۸۶
- ۳-۴) ترکیب (هیبرید) ژنتیک و نلدر-مید ..... ۸۷
- ۳-۵) الگوریتم گروه ذرات (انبوه ذرات یا کوچ پرندگان) ..... ۸۹
- ۳-۵-۱) الگوریتم گروه ذرات چیست و علت انتخاب این الگوریتم برای بهینه سازی پورتفوی ..... ۸۹
- ۳-۵-۲) مروری بر روش عملکرد PSO ..... ۸۹
- ۳-۵-۳) توصیف الگوریتمی یا شبه کد PSO ..... ۹۴
- ۳-۶) الگوریتم رقابت استعماری ..... ۹۶
- ۳-۶-۱) الگوریتم رقابت استعماری چیست و علت انتخاب این الگوریتم برای بهینه سازی پورتفوی ..... ۹۶
- ۳-۶-۲) مروری بر روش عملکرد رقابت استعماری و مفاهیم اساسی آن ..... ۹۷
- ۳-۶-۲-۱) مروری تاریخی بر پدیده ی استعمار ..... ۹۷
- ۳-۶-۲-۲) مروری بر اصول و نحوه ی عملکرد الگوریتم رقابت استعماری ..... ۹۹
- ۳-۷) سؤالات و فرضیات تحقیق ..... ۱۰۸
- ۳-۷-۱) سؤالات تحقیق ..... ۱۰۸
- ۳-۷-۲) فرضیات تحقیق ..... ۱۰۸
- ۳-۷-۲-۱) فرضیات اصلی ..... ۱۰۸
- ۳-۸) متغیرهای مورد استفاده ..... ۱۰۹
- ۳-۸-۱) علت انتخاب مقیاس شارپ برای ارزیابی عملکرد پورتفوی ها ..... ۱۱۰
- ۳-۹) جامعه ی آماری ..... ۱۱۰
- ۳-۹-۱) جامعه ی آماری شرکت های بازار بورس جهت تشکیل سبد از بین سهام آن ..... ۱۱۰
- ۳-۹-۱-۱) نمونه ی آماری شرکت های بازار بورس تهران جهت تشکیل سبد ..... ۱۱۱
- ۳-۹-۲) جامعه ی آماری خبرگان بازار بورس تهران ..... ۱۱۶
- ۳-۹-۲-۱) نمونه ی آماری خبرگان بازار بورس تهران ..... ۱۱۷
- ۳-۹-۲-۱-۱) تعیین اندازه ی نمونه ..... ۱۱۷
- ۳-۹-۲-۱-۲) روش سریع اما غیر دقیق ..... ۱۱۷
- ۳-۹-۲-۱-۲-۱) قضیه ی حد مرکزی ..... ۱۱۷
- ۳-۹-۲-۱-۲-۲) روابط آماری ..... ۱۱۸
- ۳-۹-۲-۱-۲-۳) نمونه گیری با جایگذاری از یک جامعه ی محدود و یا بدون جایگذاری از یک جامعه ی نامحدود ..... ۱۱۸
- ۳-۹-۲-۱-۲-۳-۱) نمونه گیری بدون جایگذاری از یک جامعه ی محدود ..... ۱۱۸

۱۱۹	..... روش های برآورد انحراف معیار جامعه
۱۲۱	..... روش نمونه گیری
۱۲۲	..... جامعه ی آماری تازه کارهای (آماتورهای) بازار بورس تهران
۱۲۲	..... نمونه ی آماری تازه کارهای (آماتورهای) بازار بورس تهران
۱۲۲	..... تعیین اندازه ی نمونه
۱۲۳	..... روش نمونه گیری
۱۲۶	..... اطلاعات و داده ها
۱۲۶	..... اطلاعات نرخ بازده و ریسک سالانه ی پنجاه شرکت برتر
۱۲۷	..... اطلاعات نرخ بازده ریسک ماهانه ی پنجاه شرکت برتر
۱۲۸	..... اطلاعات نرخ بازده ماهانه ی پنجاه شرکت برتر برای آزمون سبدها
۱۲۹	..... ابزار جمع آوری اطلاعات و داده ها
۱۲۹	..... ابزار جمع آوری اطلاعات نرخ بازده
۱۲۹	..... ابزار جمع آوری اطلاعات و داده های سبدهای تشکیلی خبرگان و آماتورها
۱۲۹	..... قیود مسئله ی بهینه سازی پورتفوی
۱۳۱	..... جزئیات روش تحقیق، نحوه ی محاسبات، تحلیل داده ها و آزمون فرضیات
۱۳۱	..... انتخاب و چيستی آزمون آماری تحلیل-واریانس یک-طرفه (یا تک-عاملی)
۱۳۳	..... انتخاب آزمون تعقیبی شِفِه
<b>۱۳۵</b>	<b>..... فصل چهارم: تجزیه و تحلیل اطلاعات و یافته های تحقیق</b>
۱۳۶	..... سبدهای حاصل از الگوریتم های ابتکاری و رتبه بندی درون گروهی
۱۳۶	..... الگوریتم ژنتیک: سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه
۱۴۱	..... الگوریتم ترکیبی ژنتیک_نلدر-مید: سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه
۱۴۱	..... الگوریتم گروه ذرات (PSO): سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه
۱۴۵	..... الگوریتم رقابت استعماری (ICA): سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه
۱۴۹	..... رتبه بندی و مقایسه ی الگوریتم ها با اطلاعات ورودی مختلف در تشکیل سبد
۱۵۵	..... سبدهای تشکیلی خبرگان
۱۵۷	..... سبدهای تشکیلی تازه کارها
۱۵۸	..... آزمون فرضیات
۱۶۱	..... تعریف فرض آماری و آزمون فرضیات

۱۶۱	..... ۴-۱-۱) تعریف فرض آماری فرضیات اصلی
۱۶۲	..... ۴-۱-۲) آزمون فرضیات اصلی
۱۶۳	..... ۴-۱-۳) تعریف فرض آماری فرضیات فرعی و آزمون آن ها
۱۷۲	..... ۴-۵) پاسخ به سؤالات تحقیق
۱۷۲	..... ۴-۵-۱) سؤال اول و پاسخ به آن
۱۷۴	..... ۴-۵-۲) سؤالات دوم و سوم و پاسخ به آن ها
۱۷۴	..... ۴-۵-۳) سؤال چهارم و پاسخ به آن
۱۷۵	..... ۶-۶) بحث و بررسی پیرامون یافته های پژوهش و توصیه هایی بر اساس یافته ها
۱۸۰	..... <b>فصل پنجم : خلاصه، نتیجه گیری و پیشنهاداتها</b>
۱۸۱	..... ۵-۱) مقدمه و خلاصه ای از مسئله و یافته های پژوهش
۱۸۲	..... ۵-۲) نتیجه گیری
۱۸۳	..... ۵-۳) مقایسه ی یافته های پژوهش با تحقیقات مشابه
۱۸۳	..... ۵-۴) محدودیت های تحقیق
۱۸۴	..... ۵-۵) کاربردهای تحقیق و استفاده کنندگان از نتایج پژوهش
۱۸۵	..... ۵-۶) نوآوری و جنبه های جدید پژوهش
۱۸۶	..... ۵-۷) پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی
۱۸۸	..... <b>پیوست ها و ضمائم</b>
۱۸۹	..... پیوست الف) متن برنامه نویسی تابع هدف تحت بهینه سازی، الگوریتم ها و معیار شارپ
۱۸۹	..... الف) ۱. تابع هدف
۱۹۵	..... الف) ۲. بهینه ساز کوچ پرندگان
۱۹۷	..... الف) ۳. بهینه ساز رقابت استعماری
۲۰۲	..... الف) ۴. محاسبه ی بازده، انحراف معیار و نسبت شارپ در دوره ی آزمون
۲۰۴	..... الف) ۵. محاسبه ی بازده مورد انتظار و ریسک پورتفوی
۲۱۱	..... پیوست ب) شکل و رابطه ی ریاضی مثال هایی از توابع سه - بعدی نسبتاً پیچیده برای بهینه سازی
	..... پیوست ج) فهرست ۸۷ کارگزاری فعال در بازار بورس تهران، در قالب رتبه بندی مورخه ی ۱۵ اسفندماه ۱۳۸۸، سازمان
۲۱۲	..... بورس اوراق بهادار تهران و معیارهای این رتبه بندی
۲۱۳	..... ج) ۱. معیارهای رتبه بندی کارگزاری ها.
۲۱۶	..... ج) ۲. فهرست و رتبه بندی کارگزاران.

پیوست د) جداول محاسبات مربوط به تعیین حجم نمونه به همراه فهرست کد منتخبان نمونه ی اولیه برای خبرگان و آماتورها.	۲۲۰
د) ۱. خبرگان - حجم بر اساس متغیرهای سالانه	۲۲۰
د) ۲. خبرگان - حجم بر اساس متغیرهای ماهانه	۲۲۱
د) ۳. تازه کارها - حجم بر اساس متغیرهای سالانه	۲۲۲
د) ۴. تازه کارها - حجم بر اساس متغیرهای ماهانه	۲۲۳
د) ۵. فهرست اسامی کارگزاران منتخب به عنوان نمونه ی آماری	۲۲۴
پیوست ه) نمونه ی پرسشنامه (جدول) جهت تشکیل سبد سهام از کارگزاران و آماتورهای بازار	۲۲۵
پیوست و) جداول آماری خروجی تحلیل های نرم افزار SPSS	۲۲۸
و) ۲. جدول آزمون تعقیبی شیفه	۲۲۹
پیوست ز) نمونه ای از بازده و اطلاعات یک سهم (مثال: بانک اقتصاد نوین)	۲۳۰
پیوست ح) مقاله ی "چارچوبی برای سنجش پنجاه شرکت فعال تر بورس اوراق بهادار ایران"، پژوهشی از مدیریت پژوهش، توسعه و مدیریت اسلامی سازمان بورس اوراق بهادار تهران، ۱۳۷۷.	۲۳۱
<b>منابع و مآخذ</b>	<b>۲۳۸</b>
الف) مراجع فارسی	۲۳۸
ب) مراجع انگلیسی	۲۳۹

## فهرست اشکال

- شکل ۱-۲. سلسله مراتب سطوح تجمعی کارایی بازار..... ۳۱
- شکل ۲-۲. اثر تنوع بخشی سهام بر کاهش ریسک غیرسیستماتیک و به تبع آن، ریسک کل..... ۳۷
- شکل ۳-۲. اثر تنوع بخشی بین المللی سهام بر کاهش ریسک سیستماتیک پورتنوی و به تبع آن، ریسک کل..... ۳۸
- شکل ۴-۲. حالات مختلف ضریب همبستگی..... ۴۲
- شکل ۵-۲. نقشه ی منحنی های بی تفاوتی سرمایه گذار..... ۴۹
- شکل ۶-۲. مرز کارای سرمایه گذاری..... ۴۹
- شکل ۷-۲. قطع دادن منحنی گزینه های مختلف سرمایه گذاری (مرز کارای مارکویتز) با بالاترین منحنی بی تفاوتی سرمایه گذار جهت دستیابی به پورتنوی بهینه ی سرمایه گذار..... ۵۰
- شکل ۸-۲. مفهوم بهینه های محلی و بهینه ی جامع..... ۷۷
- شکل ۹-۲. مثال هایی از توابع نسبتاً پیچیده برای بهینه سازی..... ۷۷
- شکل ۱-۳. فلوجارت الگوریتم ژنتیک..... ۸۵
- شکل ۲-۳. فلوجارت الگوریتم نلدر-مید..... ۸۸
- شکل ۳-۳. خلاصه ی از گام های الگوریتم PSO با نام فنی شبه کد PSO..... ۹۴
- شکل ۴-۳. نمایی تصویری از الگوریتم PSO..... ۹۴
- شکل ۵-۳. فلوجارت الگوریتم PSO..... ۹۵
- شکل ۶-۳. اعمال سیاست جذب از طرف استعمارگران بر مستعمرات..... ۹۹
- شکل ۷-۳. چگونگی شکل گیری امپراطوری های اولیه و تقسیم مستعمرات..... ۱۰۱
- شکل ۸-۳. تغییر جای استعمارگر و مستعمره..... ۱۰۲
- شکل ۹-۳. کل امپراطوری و مستعمرات پس از تغییر موقعیت ها..... ۱۰۲
- شکل ۱۰-۳. شمای کلی رقابت استعماری..... ۱۰۴
- شکل ۱۱-۳. سقوط امپراطوری ضعیف..... ۱۰۵
- شکل ۱۲-۳. خلاصه ای از گام های الگوریتم رقابت استعماری با نام فنی شبه کد ICA..... ۱۰۶
- شکل ۱۳-۳. فلوجارت الگوریتم رقابت استعماری..... ۱۰۷
- شکل ۱۴-۳. نمودار شاخص کل بورس تهران برای پنج سال گذشته، از اسفندماه ۱۳۸۳..... ۱۱۴
- شکل ۱۵-۳. نمودار شاخص پنجاه شرکت برتر بورس تهران برای پنج سال گذشته، از اسفندماه ۱۳۸۳..... ۱۱۴
- شکل ۱۶-۳. فلوجارت محاسبه ی حجم نمونه..... ۱۲۵

- شکل ۳-۱۷. نمودار میله ای متوسط درصد نرخ بازده سالانه ی پنجاه شرکت برتر، شش دوره ..... ۱۲۷
- شکل ۳-۱۸. نمودار میله ای متوسط درصد نرخ بازده ماهانه ی پنجاه شرکت برتر، هفتاد و یک دوره ..... ۱۲۸
- شکل ۴-۱. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس ژنتیک، ماهانه ..... ۱۳۷
- شکل ۴-۲. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس ژنتیک، سالانه ..... ۱۳۸
- شکل ۴-۳. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس ژنتیک\_نلدر\_مید، ماهانه ..... ۱۴۲
- شکل ۴-۴. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس ژنتیک\_نلدر\_مید، سالانه ..... ۱۴۲
- شکل ۴-۵. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس PSO، ماهانه ..... ۱۴۶
- شکل ۴-۶. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس PSO، سالانه ..... ۱۴۶
- شکل ۴-۷. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس رقابت استعماری، ماهانه ..... ۱۵۰
- شکل ۴-۸. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس رقابت استعماری، سالانه ..... ۱۵۰
- شکل ۴-۹. نمودار متوسط درصد نرخ بازده ماهانه ی الگوریتم ها در شش ماه مورد آزمون، در مقایسه با بازده سبد بازار در دوره ی مشابه ..... ۱۷۴



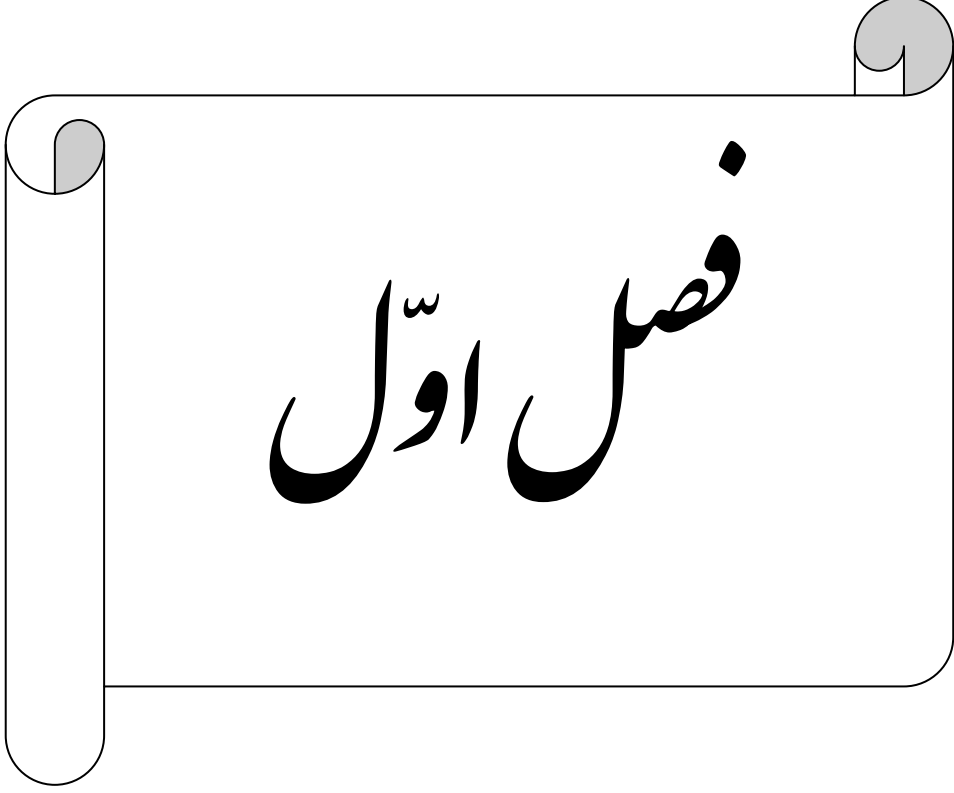
## فهرست جداول

- جدول ۱-۱. مهمترین پژوهش های خارجی در زمینه ی انتخاب، تشکیل و بهینه سازی پورتفوی سهام..... ۱۴
- جدول ۱-۲. مهمترین پژوهش های داخلی در زمینه ی انتخاب، تشکیل و بهینه سازی پورتفوی سهام..... ۱۵
- جدول ۱-۳. نام و حوزه ی فعالیت پنجاه شرکت برتر بورس تهران جهت انتخاب پورتفوی ..... ۱۱۵
- جدول ۱-۴. پارامترهای ژنتیک سازگار با مسئله ی بهینه سازی پورتفوی ..... ۱۳۷
- جدول ۲-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه ..... ۱۳۹
- جدول ۳-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک، بر اساس اطلاعات بازده سالانه ..... ۱۴۰
- جدول ۴-۴. پارامترهای ژنتیک\_نلدر\_مید، سازگار با مسئله ی بهینه سازی پورتفوی ..... ۱۴۱
- جدول ۴-۵. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک\_نلدر\_مید، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه ..... ۱۴۳
- جدول ۴-۶. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک\_نلدر\_مید، بر اساس اطلاعات بازده سالانه ..... ۱۴۴
- جدول ۴-۷. پارامترهای PSO، سازگار با مسئله ی بهینه سازی پورتفوی ..... ۱۴۵
- جدول ۴-۸. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم PSO، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه ..... ۱۴۸
- جدول ۴-۹. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم PSO، بر اساس اطلاعات بازده سالانه ..... ۱۴۸
- جدول ۴-۱۰. پارامترهای رقابت استعماری، سازگار با مسئله ی بهینه سازی پورتفوی..... ۱۴۹
- جدول ۴-۱۱. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم رقابت استعماری، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه ..... ۱۵۱
- جدول ۴-۱۲. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم رقابت استعماری، بر اساس اطلاعات بازده سالانه ..... ۱۵۲
- جدول ۴-۱۳. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی های منتخب چهار الگوریتم ابتکاری، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه ..... ۱۵۳
- جدول ۴-۱۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی های منتخب چهار الگوریتم ابتکاری، بر اساس اطلاعات بازده سالانه ..... ۱۵۴
- جدول ۴-۱۵. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سبدهای منتخب الگوریتم ها - منتخب اطلاعات ماهانه و سالانه ..... ۱۵۵
- جدول ۴-۱۶. رتبه بندی الگوریتم ها در تشکیل پورتفوی با اطلاعات ورودی مختلف، بر اساس معیار شارپ ..... ۱۵۶
- جدول ۴-۱۷. مقایسه ی الگوریتم ها با اطلاعات ورودی مختلف، در تشکیل پورتفوی و بر اساس سرعت همگرایی (تعداد نسل - زمان همگرایی)..... ۱۵۷
- جدول ۴-۱۸. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سبد خبرگان ..... ۱۵۹
- جدول ۴-۱۹. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سبد تازه کارها..... ۱۶۰
- جدول ۴-۲۰. برگردان نتیجه ی تحلیل نرم افزار SPSS با استفاده از ANOVA برای آزمون فرضیات اصلی ..... ۱۶۳

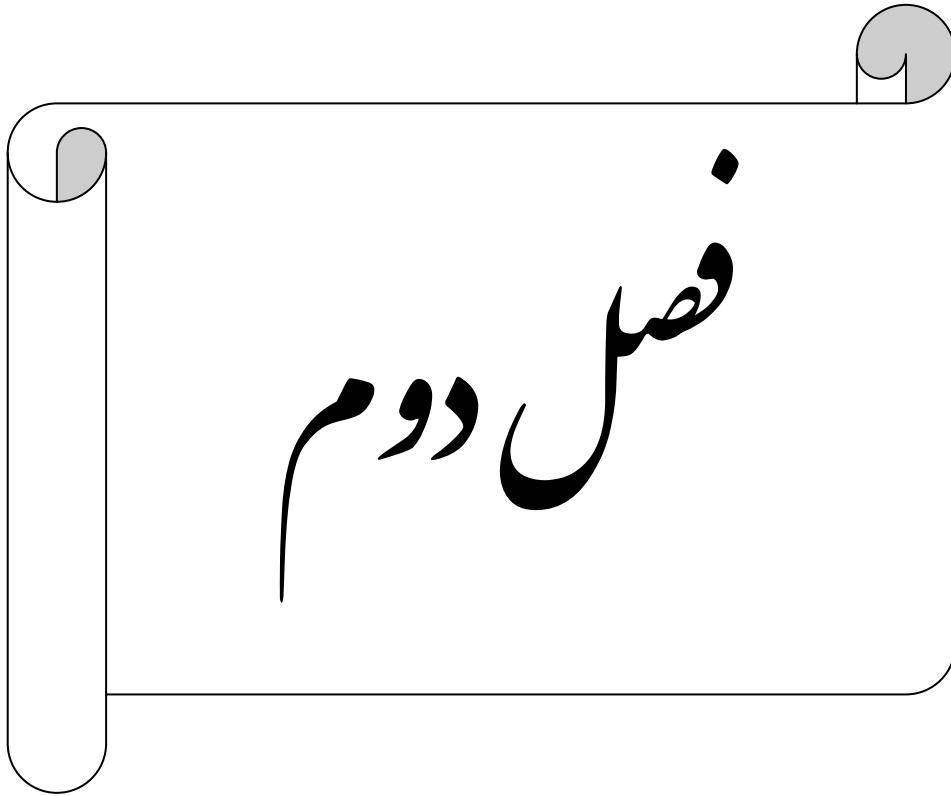
جدول ۴-۲۱. برگردان نتیجه ی تحلیل نرم افزار SPSS با استفاده از آزمون تعقیبی شِفِه برای آزمون فرضیات فرعی ... ۱۶۴

جدول ۴-۲۲. نتیجه ی آزمون آماری فرضیات ..... ۱۷۱

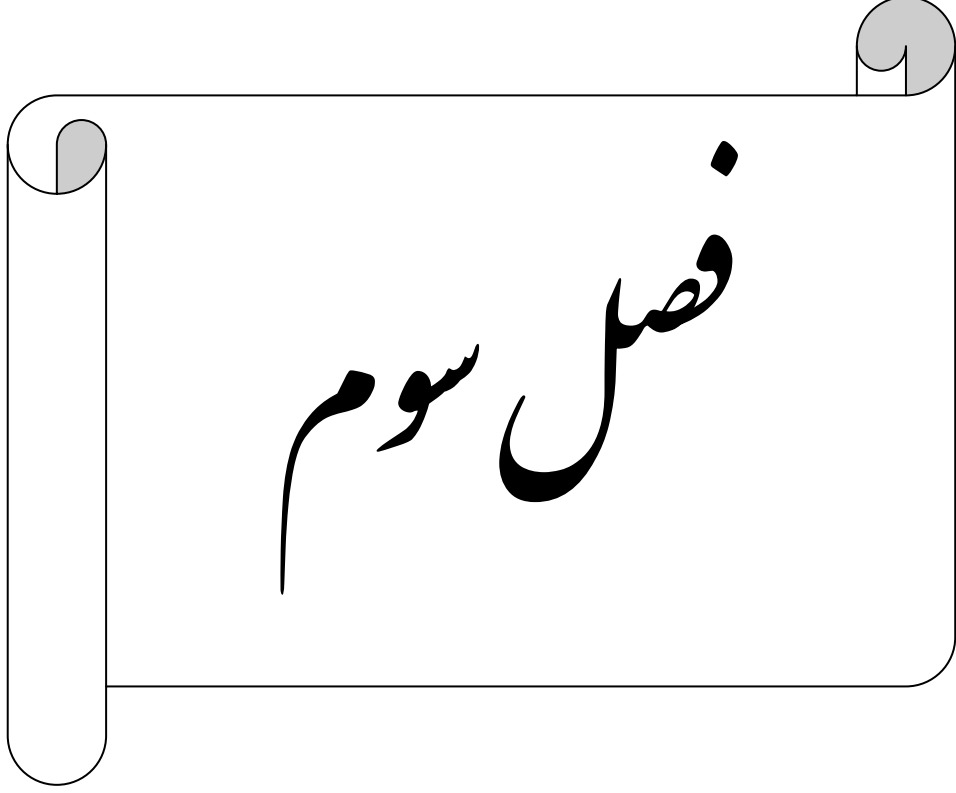
جدول ۴-۲۳. مقایسه ی بازدهی روش های ابتکاری با بازده پورتفوی بازار ..... ۱۷۳



کلیات تحقیق



ادبیات موضوع و پیشینه‌ی تحقیق



روش تحقیق

۳-۶) الگوریتم رقابت استعماری<sup>۱</sup>

## ۳-۶-۱) الگوریتم رقابت استعماری چیست و علت انتخاب این الگوریتم برای بهینه‌سازی

## پورتفوی

الگوریتم رقابت استعماری یکی از جدیدترین الگوریتم‌های بهینه‌سازی تکاملی است. همانگونه که از نام آن بر می‌آید، این الگوریتم بر مبنای مدلسازی فرآیند اجتماعی-سیاسی پدیده‌ی استعمار بنا نهاده شده است. از این جهت در نوع خود یک الگوریتم جدید و قابل رقابت با سایر الگوریتم‌های تکاملی از جمله الگوریتم‌های ژنتیک، الگوریتم کوچ پرندگان، کولونی مورچگان و ... می‌باشد. از جهت کاربرد نیز تا کنون در حل مسائل زیادی در زمینه‌ی بهینه‌سازی از جمله در مهندسی برق، کامپیوتر، صنایع، مکانیک، و ... استفاده شده است. دلیل استقبال بالا از این الگوریتم علاوه بر کارایی بالای آن، بیشتر به جنبه‌ی نوآوری و جدید و جذاب بودن آن برای متخصصین حوزه‌ی بهینه‌سازی باز می‌گردد. این الگوریتم در سال ۱۳۸۷ توسط آتشپز (آتشپز، ۱۳۸۷) معرفی شد و توجه بسیاری از متخصصین را به خود جلب نموده است. کاربرد این روش در بهینه‌سازی مسائل مدیریتی، مالی و اقتصادی بسیار نو می‌باشد، به طوری که هنوز نمی‌توان هیچ کاربردی از آن در بهینه‌سازی پورتفوی یافت. این الگوریتم علاوه بر نو بودن دارای خصوصیات دیگری از جمله کارایی بالا، سرعت مناسب، پارامترهای درونی متنوع جهت دستکاری برای بهبود پاسخ و ... است که انگیزه‌ی اصلی انتخاب آن برای بهینه‌سازی پورتفوی بوده است.

این الگوریتم که از مدلسازی ریاضی رقابت‌های امپریالیستی الهام گرفته شده است، الگوریتمی برای جستجوی عام است. به طور خلاصه، این الگوریتم، از چندین کشور در حالت اولیه شروع می‌شود. کشورها در حقیقت جواب‌های ممکن مسئله هستند و معادل کروموزوم در الگوریتم ژنتیک و ذره در بهینه‌سازی گروه ذرات هستند. همه‌ی کشورها، به دو دسته تقسیم می‌شوند: استعمارگر (امپریالیست) و مستعمره. کشورهای استعمارگر با اعمال سیاست جذب (همگون‌سازی) در راستای محورهای مختلف بهینه‌سازی،

<sup>۱</sup> Imperialist Competitive Algorithm

کشورهای مستعمره را به سمت خود می‌شکنند. رقابت امپریالیستی در کنار سیاست همگون‌سازی، هسته‌ی اصلی این الگوریتم را تشکیل می‌دهد و باعث می‌شود که کشورها به سمت بهینه‌ی (معمولاً مینیمم) مطلق تابع حرکت کنند.

در این روش، به استعمار به عنوان جزئی لاینفک از سیر تکامل تاریخی انسان نگریسته شده و از چگونگی اثرگذاری آن بر کشورهای استعمارگر و مستعمره و نیز کل تاریخ، به عنوان منبع الهام یک الگوریتم کارا و نو در زمینه‌ی محاسبات تکاملی استفاده شده است. در ادامه چگونگی مدلسازی رقابت امپریالیستی، و نیز چگونگی پیاده‌سازی الگوریتم توضیح داده می‌شود؛ ابتدا مروری خلاصه بر جوانب مختلف تاریخی و بعضی از پدیده‌های تاریخی مربوط به استعمار و تأثیر آن بر تکامل اجتماعی سیاسی انسان ارائه می‌شود، سپس الگوریتم، ارائه شده و بخش‌های مختلف آن مورد بررسی قرار می‌گیرند.

### ۳-۶-۲) مروری بر روش عملکرد رقابت استعماری و مفاهیم اساسی آن

#### ۳-۶-۲-۱) مروری تاریخی بر پدیده‌ی استعمار

امپریالیزم، در لغت به سیاست توسعه‌ی قدرت و نفوذ یک کشور در حوزه‌ی خارج از قلمرو شناخته شده برای آن، اطلاق می‌شود. یک کشور می‌تواند کشور دیگر را به طور قانون‌گذاری مستقیم و یا از طریق روش‌های غیر مستقیم، مثل کنترل کالاها و مواد خام، کنترل کند. مورد اخیر اغلب استعمار نو خوانده می‌شود. کشورهای استعمارگر رقابت شدیدی را برای به استعمار کشیدن مستعمرات همدیگر نشان می‌دادند، این رقابت به نوبه‌ی خود باعث رشد و توسعه‌ی کشورهای استعمارگر و مستعمره از لحاظ سیاسی، نظامی و اقتصادی گردید زیرا کشورها برای داشتن امکان رقابت، مجبور به توسعه بودند.

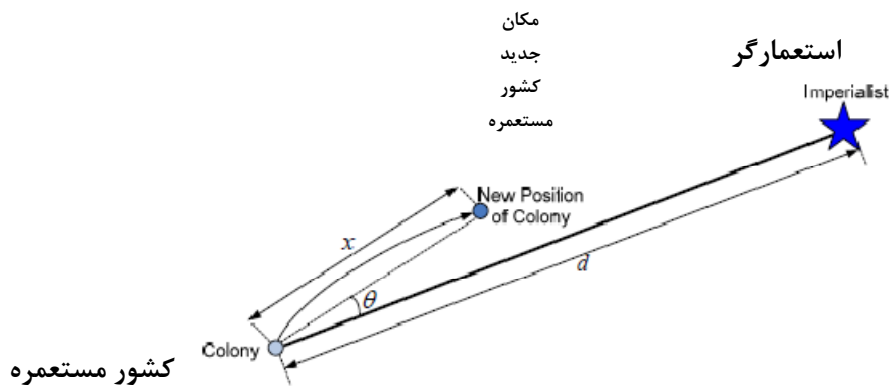
در حالت‌های قدیمی‌تر، استعمارگران با بهره‌گیری از منابع زمینی، انسانی و ... کشور مستعمره، فقط در صدد افزایش قدرت خود بودند و این‌که آیا مستعمرات پیشرفت می‌کنند یا نه مهم نبود. اما بعدها، با افزایش ارتباط میان ملل و رشد انسانی، استعمارگران برای ادامه‌ی نفوذ خود، به نوعی از اقبال عمومی

(حمایت مردمی) نیز احتیاج پیدا کردند. به هر حال مستقل از اثرات و تبعات مثبت و منفی آن، استعمار به عنوان یک فرآیند ذاتی در تاریخ بشر ایجاد شد، و در عین وارد کردن خسارت‌های جبران‌ناپذیر به زیربناهای اساسی یک کشور (خصوصاً زیربناهای فرهنگی)، در بعضی موارد اثرات مثبتی را نیز برای کشورهای مستعمره داشت.<sup>۱</sup> امروزه، نوع جدیدی از استعمار در حال شکل‌گیری و جایگزینی است، چنین به نظر می‌رسد که حد توقف این روند (رقابت‌های امپریالیستی) زمانی خواهد بود که یک دنیای تک قطبی داشته باشیم، با یک امپریالیست قدرتمند. بر پایه‌ی چنین روندی است که الگوریتم رقابت استعماری پایه‌گذاری شده است.

از دید بهینه‌سازی، استعمار، بعضی از کشورها را که در یک دره‌ی معمولی تمدن قرار داشتند، خارج کرده و آن‌ها را به یک حوزه‌ی مینیمم دیگر برد که در بعضی موارد وضعیت این حوزه‌ی مینیمم بهتر از موقعیت قبلی کشور مستعمره بود. اما به هر حال این حرکت مستلزم پیشروی مستعمره در راستای محورهای مختلف اقتصادی و فرهنگی به سمت یک امپریالیست قوی‌تر بود، یعنی از میان رفتن بعضی از ساختارهای فرهنگی و اجتماعی. شکل ۳-۶ این وضعیت را به خوبی نشان می‌دهد. در این شکل، مستعمره در نتیجه‌ی سیاست همگون‌سازی از یک ناحیه‌ی مینیمم خارج شده و وارد یک ناحیه مینیمم دیگر می‌شود که در آن وضعیت بهتری را دارا می‌باشد. به هر حال هزینه‌ای که بابت این حرکت پرداخت شده است، نزدیکی به کشور استعمارگر در راستای محورهای مختلف اقتصادی، سیاسی و اجتماعی است. ادامه-ی این حرکت می‌تواند به جذب کامل کشور مستعمره در کشور استعمارگر بیانجامد.

<sup>۱</sup> برخی از مستعمرات مهم تاریخ، استعمارگران و اقدامات اصلاحی آن‌ها عبارتند از: هند، هندوچین، مالزی، هند شرقی (اندونزی)، که به ترتیب مستعمره‌ی بریتانیا، فرانسه، بریتانیا و هلند بودند. در راستای سیاست جذب نیز اقداماتی نظیر تأسیس مدارس زبان‌های خارجی، احداث جاده، راه‌آهن و خط تلگراف، الغای برده‌داری و مالیات‌های خودسرانه، برقراری نظام جدید بهداشتی، توسعه‌ی سیستم آبیاری و منسوخ کردن رسوم و عاداتی چون خودسوزی بیوه‌زنان که برای نشان دادن وفاداری به شوهر انجام می‌شد، سرکوب مجرمانی که به نام مذهب، دزدی و جنایت می‌کردند و افزایش حداقل سن ازدواج برای دختران انجام پذیرفت.





شکل ۳-۶. اعمال سیاست جذب از طرف استعمارگران بر مستعمرات

منبع: آتشپز، ۱۳۸۷

### ۳-۶-۲-۲) مروری بر اصول و نحوه ی عملکرد الگوریتم رقابت استعماری

همانند دیگر الگوریتم‌های تکاملی، این الگوریتم، نیز با تعدادی جمعیت اولیه تصادفی که هر کدام از آن‌ها یک "کشور" نامیده می‌شوند؛ شروع می‌شود. تعدادی از بهترین عناصر جمعیت به عنوان امپریالیست انتخاب می‌شوند. باقیمانده‌ی جمعیت نیز به عنوان مستعمره، در نظر گرفته می‌شوند. استعمارگران بسته به قدرتشان، این مستعمرات را با روندی خاص؛ به سمت خود می‌کشند. قدرت کل هر امپراطوری، به هر دو بخش تشکیل دهنده‌ی آن یعنی کشور امپریالیست (به عنوان هسته‌ی مرکزی) و مستعمرات آن، بستگی دارد. در حالت ریاضی، این وابستگی با تعریف قدرت امپراطوری به صورت مجموع قدرت کشور امپریالیست، به اضافه‌ی در صدی از میانگین قدرت مستعمرات آن، مدل شده است.

با شکل‌گیری امپراطوری‌های اولیه، رقابت امپریالیستی میان آنها شروع می‌شود. هر امپراطوری‌ای که نتواند در رقابت استعماری، موفق عمل کرده و بر قدرت خود بیفزاید (و یا حداقل از کاهش نفوذش جلوگیری کند)، از صحنه‌ی رقابت استعماری، حذف خواهد شد. بنابراین، بقای یک امپراطوری، وابسته به قدرت آن در جذب مستعمرات امپراطوری‌های رقیب، و به سیطره در آوردن آن‌ها خواهد بود. در نتیجه، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، به تدریج بر قدرت امپراطوری‌های بزرگ‌تر افزوده شده و

امپراطوری‌های ضعیف‌تر، حذف خواهند شد. امپراطوری‌ها برای افزایش قدرت خود، مجبور خواهند شد تا مستعمرات خود را نیز پیشرفت دهند.

با گذشت زمان، مستعمرات، از لحاظ قدرت به امپراطوری‌ها نزدیک‌تر خواهند شد و شاهد یک نوع همگرایی خواهیم بود. حد نهایی رقابت استعماری، زمانی است که یک امپراطوری واحد در دنیا داشته باشیم با مستعمراتی که از لحاظ موقعیت، به خود کشور امپریالیست، خیلی نزدیک هستند.

### ۳-۶-۲-۲-۱) شکل دهی امپراطوری‌های اولیه

در بهینه‌سازی، هدف، یافتن یک جواب بهینه بر حسب متغیرهای مسئله است؛ آرایه‌ای از متغیرهای مسئله که باید بهینه شوند، ایجاد می‌شوند. در الگوریتم ژنتیک این آرایه، کروموزوم نامیده می‌شود. در اینجا نیز کشور نامیده می‌شود. در یک مسئله‌ی بهینه‌سازی  $n$  بُعدی، یک کشور، آرایه‌ای  $n \times 1$  می‌باشد:

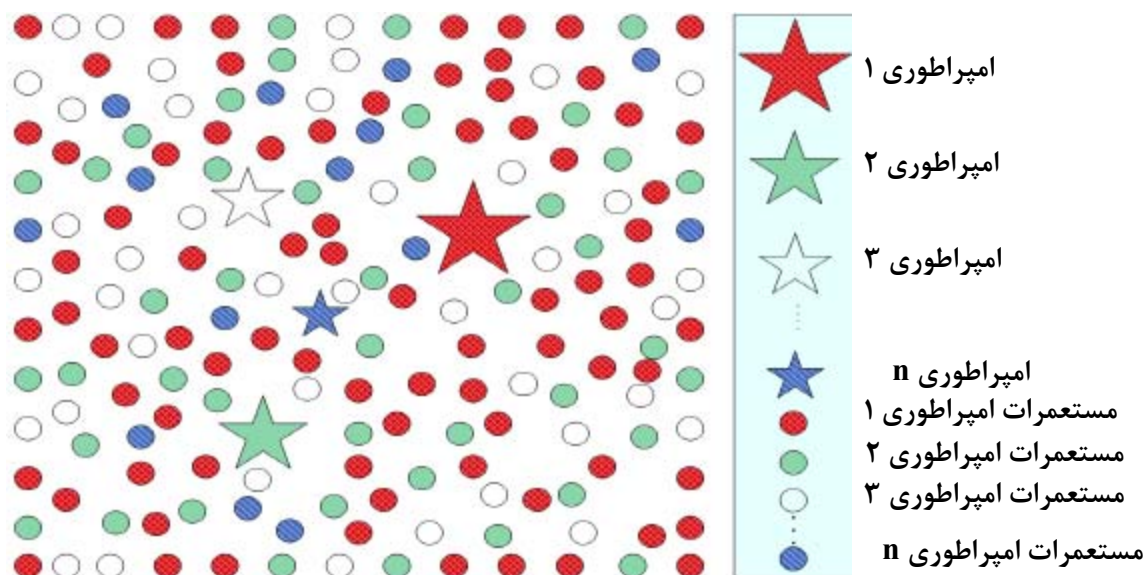
$$\text{Country} = [P_1, P_2, \dots, P_{Nvar}] \quad (3-4)$$

در حقیقت، در حل یک مسئله بهینه‌سازی توسط الگوریتم معرفی شده، ما به دنبال بهترین کشور (کشوری با بهترین ویژگی‌های اجتماعی-سیاسی) هستیم. یافتن این کشور در حقیقت معادل یافتن بهترین پارامترهای مسئله است که کمترین مقدار تابع هزینه را تولید می‌کنند.

هزینه‌ی یک کشور همانند ژنتیک و PSO با تابع ارزیابی مشخص می‌شود. در شروع، تعدادی کشور تولید می‌شوند، سپس، بر اساس برآورد هزینه‌ی آن‌ها به واسطه‌ی تابع ارزیابی، تعدادی از آن‌ها به عنوان امپراطوری و بقیه به عنوان مستعمره انتخاب می‌شوند (تعیین تعداد امپراطوری‌ها، مستعمرات و کشورهای اولیه، از پارامترهای مسئله بوده، در اختیار کاربر است)، سپس با استفاده از عملگرهای تصادفی و در نظر گرفتن هزینه‌های امپراطوری‌ها، مستعمرات بین آنها تقسیم می‌شوند.

با داشتن حالت اولیه‌ی تمام امپراطوری‌ها و تقسیم مستعمرات، الگوریتم رقابت استعماری شروع می‌شود. روند تکامل در یک حلقه قرار دارد که تا برآورده شدن یک شرط توقف، ادامه می‌یابد. شکل ۳-۷

چگونگی شکل‌گیری امپراطوری‌های اولیه را نشان می‌دهد. همانگونه که در این شکل نشان داده شده است، امپراطوری‌های بزرگ‌تر، تعداد بیشتری مستعمره دارند. در این شکل، امپریالست شماره ۱، قوی‌ترین امپراطوری را ایجاد کرده است و بیش‌ترین تعداد مستعمرات را دارد.



شکل ۳-۷. چگونگی شکل‌گیری امپراطوری‌های اولیه و تقسیم مستعمرات

منبع: آتشیز، ۱۳۸۷

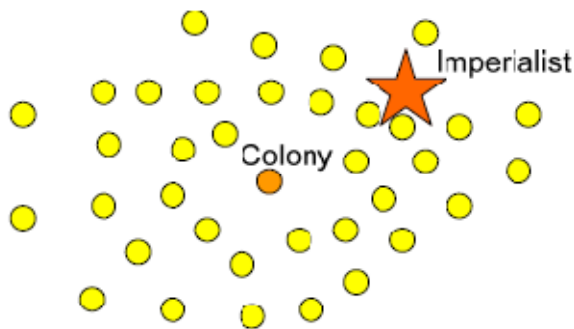
عملگر دیگر این الگوریتم سیاست جذب است که پیشاپیش در شکل ۳-۶ و توضیحات پیش از آن،

شرح داده شد.

### ۳-۶-۲-۲-۲-۲) جابه‌جایی موقعیت مستعمره و امپریالیست

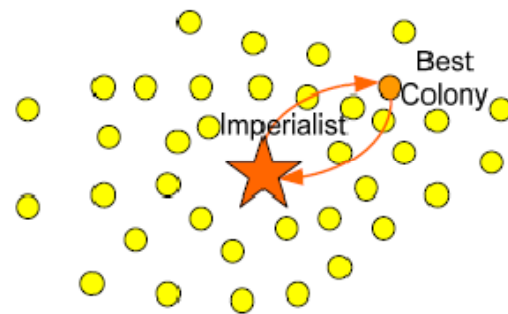
سیاست جذب در عین نابودی ساختارهای اجتماعی سیاسی کشور مستعمره، در بعضی موارد نتایج مثبتی را نیز برای آنها در پی داشت. بعضی از کشورها در نتیجه‌ی اعمال این سیاست به نوعی از خودباوری عمومی دست یافتند و پس از مدتی همان دانش آموختگان (به عبارت دیگر جذب شدگان فرهنگ استعماری) بودند که به رهبری ملت خود برای رهایی از چنگال استعمار پرداختند. نمونه‌های فراوانی از این موارد را می‌توان در مستعمرات انگلیس و فرانسه یافت. از سوی دیگر نگاهی به فراز و نشیب

چرخش قدرت در کشورها به خوبی نشان می‌دهد که کشورهایی که زمانی در اوج قدرت سیاسی - نظامی بودند، پس از مدتی سقوط کردند و در مقابل کشورهای سکان قدرت را در دست گرفتند که زمانی هیچ قدرتی در دست نداشتند. در مدلسازی این واقعه‌ی تاریخی در الگوریتم معرفی شده، به این صورت عمل شده است که در حین حرکت مستعمرات به سمت کشور استعمارگر، ممکن است بعضی از این مستعمرات به موقعیتی بهتر از امپریالیست برسند (به نقاطی در تابع هزینه برسند که هزینه‌ی کمتری را نسبت به مقدار تابع هزینه در موقعیت امپریالیست، تولید می‌کنند)، در این حالت، کشور استعمارگر و کشور مستعمره، جای خود را با همدیگر عوض کرده و الگوریتم با کشور استعمارگر در موقعیت جدید ادامه می‌یابد و این مرتبه، این کشور امپریالیست جدید است که شروع به اعمال سیاست همگون‌سازی بر مستعمرات خود می‌کند. تغییر جای استعمارگر و مستعمره، در شکل ۳-۸ نشان داده شده است. در این شکل، بهترین مستعمره‌ی امپراطوری، که هزینه‌ای کمتر از خود امپریالیست دارد، به رنگ تیره‌تر نشان داده شده است. شکل ۳-۹، کل امپراطوری را پس از تغییر موقعیت‌ها، نشان می‌دهد.



شکل ۳-۹. کل امپراطوری و مستعمرات پس از تغییر موقعیت‌ها

منبع: آتشپز، ۱۳۸۷



شکل ۳-۸. تغییر جای استعمارگر و مستعمره

منبع: آتشپز، ۱۳۸۷

## ۳-۶-۲-۲-۳ قدرت کل یک امپراطوری

قدرت یک امپراطوری برابر است با قدرت کشور استعمارگر به اضافه‌ی درصدی از قدرت کل مستعمرات آن. بدین ترتیب برای هزینه‌ی کل یک امپراطوری داریم:

$$T.C._n = \text{Cost}(\text{imperialist}_n) + \xi \text{ mean} \{ \text{cost}(\text{colonies of empire}_n) \} \quad (3-5)$$

که در این معادله داریم:

هزینه کل امپراطوری  $n$  ام  $T.C._n =$

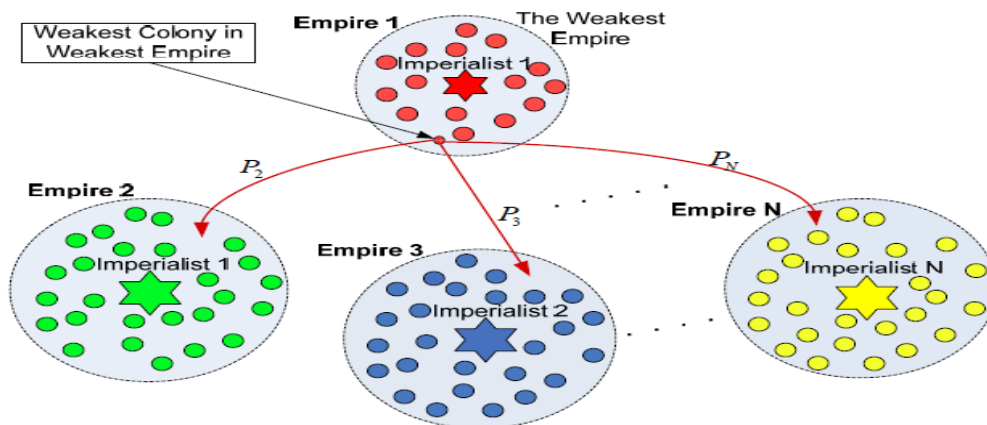
عددی مثبت است که معمولاً بین صفر و یک و نزدیک به صفر در نظر گرفته می‌شود.  $\xi =$  کوچک در نظر گرفتن  $\xi$ ، باعث می‌شود که هزینه‌ی کل یک امپراطوری، تقریباً برابر با هزینه‌ی حکومت مرکزی آن (کشور امپریالیست) شود و افزایش  $\xi$  نیز باعث افزایش تأثیر میزان هزینه‌ی مستعمرات یک امپراطوری در تعیین هزینه‌ی کل آن می‌شود. در اکثر پیاده‌سازی‌ها،  $\xi = 0.5$  مقدار مناسبی است.

## ۳-۶-۲-۲-۴ رقابت استعماری

هر امپراطوری‌ای که نتواند بر قدرت خود بیفزاید و قدرت رقابت خود را از دست بدهد، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، حذف خواهد شد. این حذف شدن، به صورت تدریجی صورت می‌پذیرد. بدین معنی که به مرور زمان، امپراطوری‌های ضعیف، مستعمرات خود را از دست داده و امپراطوری‌های قوی‌تر، این مستعمرات را تصاحب کرده و بر قدرت خویش می‌افزایند. برای مدل کردن این واقعیت، فرض می‌کنیم که امپراطوری در حال حذف، ضعیف‌ترین امپراطوری موجود است. بدین ترتیب، در تکرار الگوریتم، یک یا چند مورد از مستعمرات ضعیف‌ترین امپراطوری را برداشته و برای تصاحب این مستعمرات، رقابتی را میان کلیه امپراطوری‌ها ایجاد می‌کنیم. مستعمرات مذکور، لزوماً توسط قوی‌ترین امپراطوری، تصاحب نخواهند شد، بلکه امپراطوری‌های قوی‌تر، احتمال تصاحب بیشتری دارند. با تصاحب مستعمره توسط یکی از امپراطوری‌ها، عملیات این مرحله از الگوریتم نیز به پایان می‌رسد. شکل ۳-۱۰ شمای کلی این بخش از الگوریتم را نشان می‌دهد.

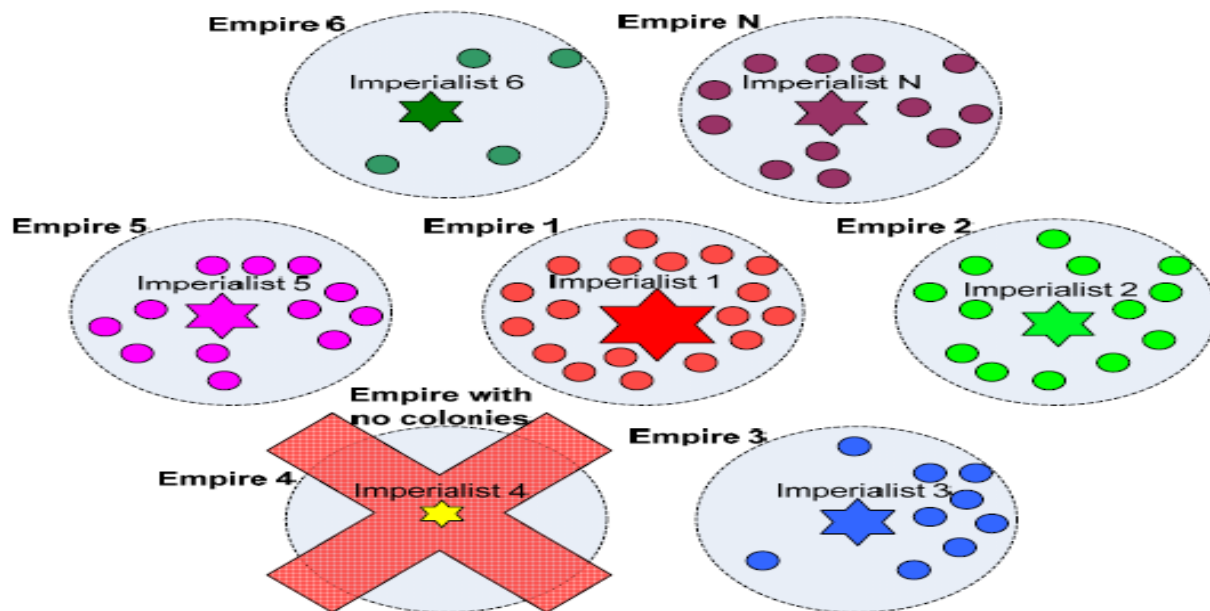
## ۳-۶-۲-۲-۴-۱) سقوط امپراطوری‌های ضعیف

همانگونه که بیان شد، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، خواه ناخواه، امپراطوری‌های ضعیف به تدریج سقوط کرده و مستعمراتشان به دست امپراطوری‌های قوی‌تر می‌افتد. شروط متفاوتی را می‌توان برای سقوط یک امپراطوری در نظر گرفت. در الگوریتم اصلی، یک امپراطوری زمانی حذف شده تلقی می‌گردد که مستعمرات خود را از دست داده باشد. شکل ۳-۱۱ این مسئله را به خوبی نشان می‌دهد. در این شکل، امپراطوری شماره ۴ به علت از دست دادن کلیه مستعمراتش، دیگر قدرتی برای رقابت ندارد و باید از میان بقیه‌ی امپراطوری‌ها حذف شود.



شکل ۳-۱۰. شمای کلی رقابت استعماری: امپراطوری‌های بزرگ‌تر، با احتمال بیشتری، مستعمرات امپراطوری‌های دیگر را تصاحب می‌کنند.

منبع: آتشپز، ۱۳۸۷



شکل ۳-۱۱. سقوط امپراطوری ضعیف؛ امپراطوری شماره ۴، به علت از دست دادن کلیه مستعمراتش، دیگر قدرتی برای رقابت ندارد و باید از میان بقیه‌ی امپراطوری‌ها حذف شود

منبع: آتشی‌ز، ۱۳۸۷

## ۳-۶-۲-۲-۵ همگرایی

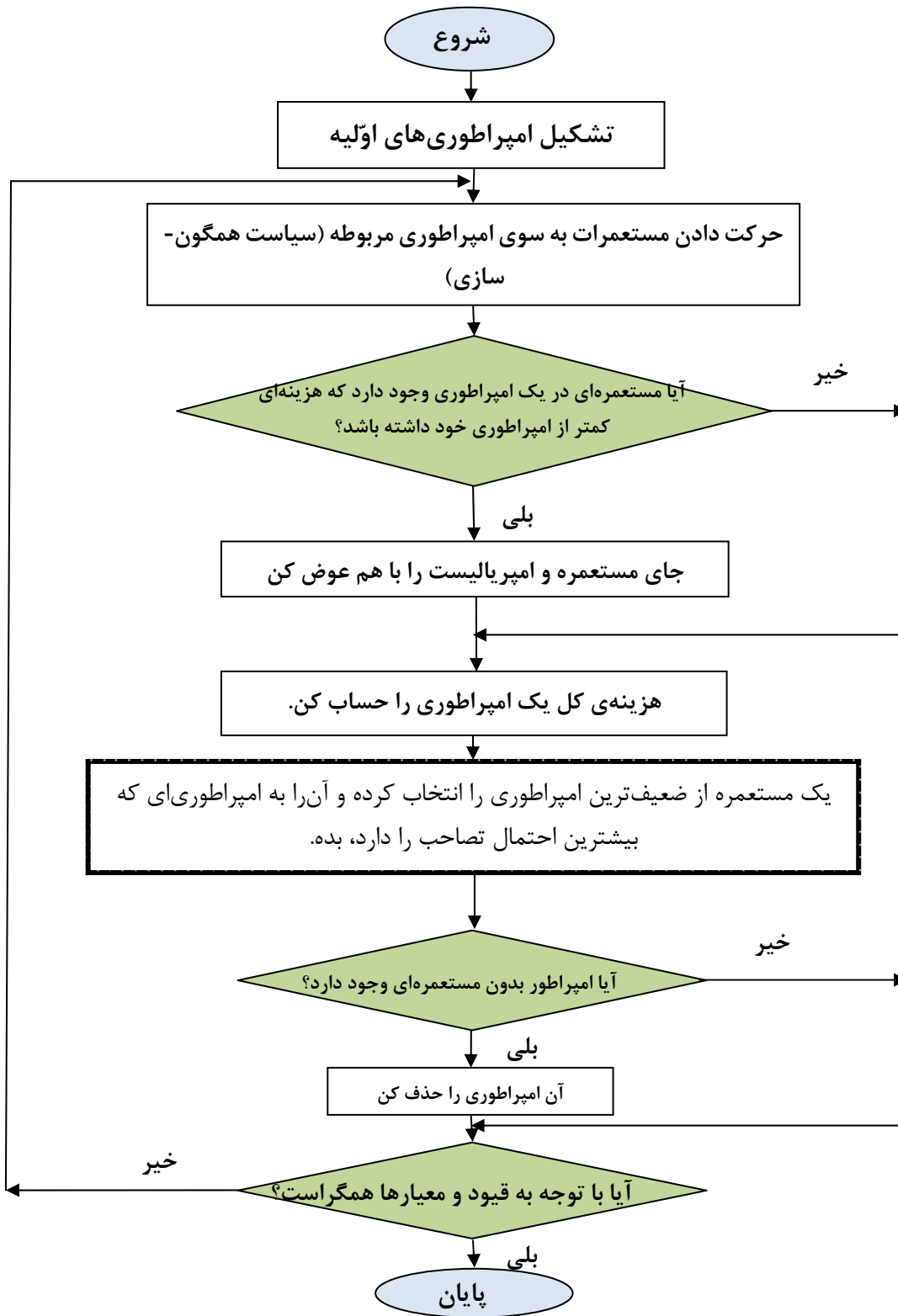
الگوریتم مورد نظر تا برآورده شدن یک شرط همگرایی، و یا تا اتمام تعداد کل تکرارها، ادامه می‌یابد. پس از مدتی، همه‌ی امپراطوری‌ها، سقوط کرده و تنها یک امپراطوری خواهیم داشت و بقیه‌ی کشورها تحت کنترل این امپراطوری واحد، قرار می‌گیرند. در این دنیای ایده‌آل جدید، همه‌ی مستعمرات، توسط یک امپراطوری واحد اداره می‌شوند و موقعیت‌ها و هزینه‌های مستعمرات، برابر با موقعیت و هزینه‌ی کشور امپریالیست است. در این دنیای جدید، نه تنها تفاوتی میان خود مستعمرات وجود ندارد، بلکه میان مستعمرات و کشور امپریالیست نیز تفاوتی مشاهده نمی‌شود. به عبارت دیگر، همه‌ی کشورها، در عین حال، هم مستعمره و هم استعمارگرند. در چنین موقعیتی، رقابت امپریالیستی به پایان رسیده و به عنوان یکی از شروط توقف، الگوریتم متوقف می‌شود. شبه کد مربوط به الگوریتم در شکل ۳-۱۲، نشان داده شده است، همچنین شکل ۳-۱۳ فلوجارت این الگوریتم را به تصویر می‌کشد (منبع کلیه‌ی مطالب رقابت استعماری: آتشپز، ۱۳۸۷). (متن برنامه‌نویسی همه‌ی روش‌های پژوهش در پیوست الف ارائه شده است)

- (۱) چند نقطه‌ی تصادفی بر رو تابع انتخاب کرده و امپراطوری‌های اولیه را تشکیل بده.
- (۲) مستعمرات را به سمت کشور امپریالیست حرکت بده (سیاست همگون‌سازی).
- (۳) اگر مستعمره‌ای در یک امپراطوری وجود داشته باشد که هزینه‌ای کمتر از امپریالیست داشته باشد، جای مستعمره و امپریالیست را با هم عوض کن.
- (۴) هزینه‌ی کل یک امپراطوری را با در نظر گرفتن هزینه‌ی امپریالیست و مستعمراتش از طریق معادله‌ی ۳-۵ حساب کن.
- (۵) یک مستعمره از ضعیف‌ترین امپراطوری را انتخاب کرده و آن‌را به امپراطوری‌ای که بیشترین احتمال تصاحب را دارد، بده.
- (۶) امپراطوری‌های ضعیف را حذف کن.
- (۷) تکرار گام‌های ۲-۴ تا رسیدن به شرایط توقفی که کاربر از پیش تعیین کرده است، شرایط توقف می‌تواند بر اساس زمان الگوریتم، تعداد دفعات تکرار (k)، میزان جمعیت، تغییر در تابع هدف و... تعیین شود.

شکل ۳-۱۲. خلاصه‌ای از گام‌های الگوریتم رقابت استعماری با نام فنی شبه کد ICA

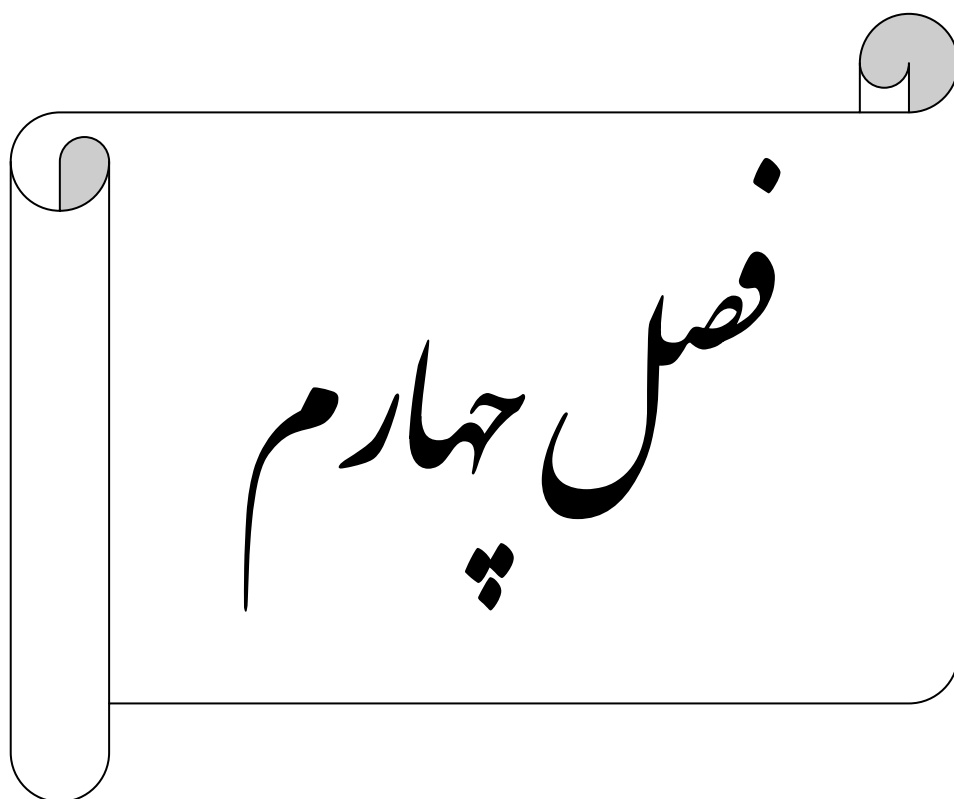
منبع: آتشپز، ۱۳۸۷





شکل ۳-۱۳. فلوجارت الگوریتم رقابت استعماری

منبع: آتشپز، ۱۳۸۷



تجزیه و تحلیل اطلاعات و یافته‌های تحقیق

۴-۱-۴) الگوریتم رقابت استعماری (ICA): سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه

جدول ۴-۱۰، پارامترهای الگوریتم رقابت استعماری، سازگار با مسئله‌ی پورترفوی را نشان می‌دهد.

جدول ۴-۱۰. پارامترهای رقابت استعماری، سازگار با مسئله‌ی بهینه‌سازی پورترفوی

تعداد کل مستعمرات	۵۰۰	ضریب میرایی	۰/۹۹
تعداد استعمارگران	۱۰	ضریب اتحاد امپراطوری‌ها	۰/۰۲
پارامتر نرخ انقلاب مستعمرات	۰/۳	تعداد نسل‌ها	۳۵۰۰ سالانه / ۱۰۰۰۰ ماهانه
ضریب جذب و همگون‌سازی مستعمرات	۲	محدودیت و تأخیر زمانی (شرط توقف)	نامحدود
زاویه‌ی ضریب جذب و همگون‌سازی مستعمرات	۰/۵	محدودیت تعداد نسل (شرط توقف)	نامحدود
ضریب تأثیر قدرت مستعمرات در قدرت کل امپراطوری، زتا <sup>۲</sup>	۰/۰۲	محدودیت دقت تغییر در تابع هدف (شرط توقف)	۱-۶

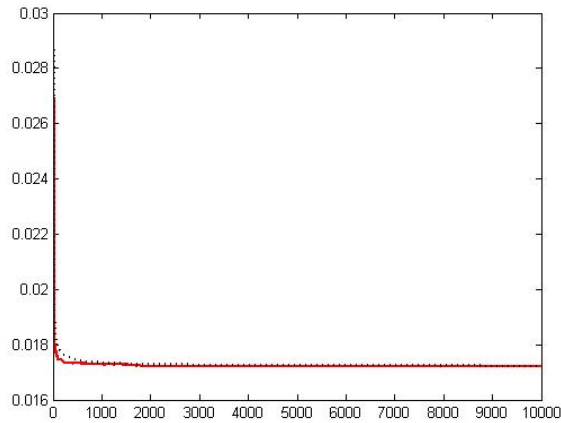
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

شکل‌های ۴-۷ و ۴-۸ مسیر پیموده شده توسط تابع ارزیابی برای رسیدن به نقطه‌ی بهینه را توسط الگوریتم رقابت استعماری و به تفکیک نوع اطلاعاتی که الگوریتم استفاده نموده است، نشان می‌دهند. شکل ۴-۷ نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی ماهانه، و شکل ۴-۸ نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی سالانه است.

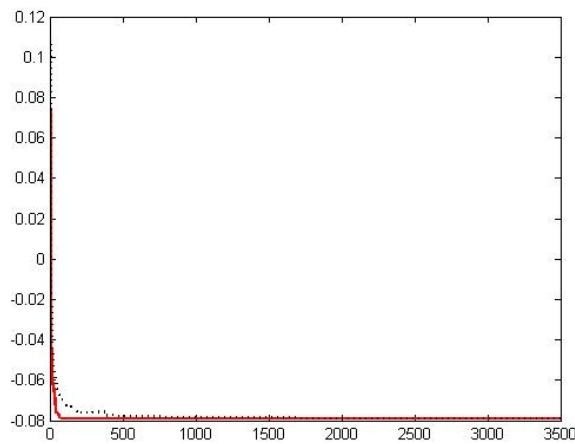
همچنین، جداول ۴-۱۱ و ۴-۱۲ نیز به ترتیب پورترفوی منتخب رقابت استعماری ماهانه و رقابت استعماری سالانه را نشان می‌دهند. اعداد جداول بیانگر اولاً سهمی که باید در پورترفوی انتخاب شوند و ثانیاً مقدار هر سهم در پورترفوی می‌باشند.

جداول ۴-۱۳ و ۴-۱۴ نیز به ترتیب پورترفوی منتخب هر چهار الگوریتم ابتکاری را در کنار یکدیگر، با داده‌های ماهانه، و سالانه، نشان می‌دهند. همچنین، جدول ۴-۱۵ نتایج بازده مورد انتظار و ریسک پورترفوی‌های منتخب الگوریتم‌ها، به همراه متوسط بازده اکتسابی این سبدها در دوره‌ی شش ماهه‌ی

آزمون و نیز به تفکیک هر ماه، انحراف معیار بازده دوره‌ی آزمون و عدد عملکرد سبدها بر اساس معیار شارپ یا RVAR، را نمایش می‌دهد<sup>۱</sup>.



شکل ۴-۷. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس رقابت استعماری، ماهانه  
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف



شکل ۴-۸. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس رقابت استعماری، سالانه  
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

<sup>۱</sup> نحوه‌ی انجام محاسبات و فایل‌های برنامه‌نویسی مربوط به کلّیه‌ی محاسبات در پیوست الف ارائه شده است.

جدول ۴-۱۱. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم رقابت استعماری، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب رقابت استعماری	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب رقابت استعماری	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب رقابت استعماری
۱. ایران خودرو	۶/۶۶	۱۸.سر. پتروشیمی	۰	۳۵.فراآورده های نسوز آذر	۰
۲.ایران خودرو دیزل	۰	۱۹.سر. توسعه صنعتی	۰	۳۶.کالسیمین	۱/۲۵
۳.بانک اقتصاد نوین	۲/۷۴	۲۰.سر. رنا	۰	۳۷.کربن ایران	۰
۴.پارس دارو	۰	۲۱.سر. صنعت بیمه	۶/۶۶	۳۸.کف	۵/۰۲
۵.پتروشیمی آبادان	۱/۷۹	۲۲.سر. صنعت و معدن	۰	۳۹.گازلوله	۰
۶.پتروشیمی خارک	۶/۶۶	۲۳.سر. غدیر	۱/۵۷	۴۰.گروه بهمن	۰
۷.پتروشیمی فارابی	۰	۲۴.سر. گروه بهشهر	۰	۴۱.گروه صنعتی سدید	۶/۶۶
۸.تجهیز نیروی زنگان	۰	۲۵.سر. مسکن	۰	۴۲.لوله و ماشین سازی	۶/۶۶
۹.تراکتورسازی	۰	۲۶.سر. معادن و فلزات	۰	۴۳.ماشین سازی نیرومحرکه	۰
۱۰.چادرملو	۰	۲۷.سر. ملی	۰	۴۴.محورسازان	۰
۱۱.دارو جابر ابن حیان	۰	۲۸.سر. نفت	۲/۰۹	۴۵.معادن روی ایران	۰
۱۲.زامیاد	۴/۰۴	۲۹.سیمان تهران	۰	۴۶.معادن منگنز ایران	۰
۱۳.سایپا	۶/۶۶	۳۰.سیمان فارس و خوزستان	۰	۴۷.مهرکام پارس	۶/۶۶
۱۴.سایپا دیزل	۰	۳۱.شهد ایران	۲/۴۲	۴۸.موتوژن	۶/۶۶
۱۵.سر. بازنشستگی	۰	۳۲.صنعتی بهشهر	۶/۶۶	۴۹.نفت بهران	۶/۶۶
۱۶.سر. بوعلی	۰	۳۳.صنعتی دریایی	۰	۵۰.نفت پارس	۵/۱۹
۱۷.سر. پارس توشه	۲	۳۴.فارسیت درود	۵/۳۱		

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

جدول ۴-۱۲. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم رقابت استعماری، بر اساس اطلاعات بازده سالانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب رقابت استعماری	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب رقابت استعماری	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب رقابت استعماری
۱. ایران خودرو	۰	۱۸.سر. پتروشیمی	۰	۳۵.فراآورده های نسوز آذر	۰
۲.ایران خودرو دیزل	۰	۱۹.سر. توسعه صنعتی	۰	۳۶.کالسیمین	۶/۶۶
۳.بانک اقتصاد نوین	۰	۲۰.سر. رنا	۰	۳۷.کربن ایران	۰
۴.پارس دارو	۶/۶۶	۲۱.سر. صنعت بیمه	۰	۳۸.کف	۰
۵.پتروشیمی آبادان	۰	۲۲.سر. صنعت و معدن	۰	۳۹.گازلوله	۰
۶.پتروشیمی خارک	۰	۲۳.سر. غدیر	۰	۴۰.گروه بهمن	۰
۷.پتروشیمی فارابی	۰	۲۴.سر. گروه بهشهر	۶/۶۶	۴۱.گروه صنعتی سدید	۰
۸.تجهیز نیروی زنگان	۴/۳	۲۵.سر. مسکن	۰	۴۲.لوله و ماشین سازی	۶/۶۶
۹.تراکتورسازی	۶/۶۶	۲۶.سر. معادن و فلزات	۰	۴۳.ماشین سازی نیرومحركه	۰
۱۰.چادرملو	۶/۶۶	۲۷.سر. ملی	۰	۴۴.محورسازان	۰
۱۱.دارو جابرابن حیان	۰	۲۸.سر. نفت	۰	۴۵.معادن روی ایران	۰
۱۲.زامیاد	۰	۲۹.سیمان تهران	۰	۴۶.معادن منگنز ایران	۶/۶۶
۱۳.سایپا	۲/۴۵	۳۰.سیمان فارس و خوزستان	۰	۴۷.مهرکام پارس	۶/۶۶
۱۴.سایپا دیزل	۰	۳۱.شهد ایران	۰	۴۸.موتوژن	۶/۶۶
۱۵.سر. بازنشستگی	۰	۳۲.صنعتی بهشهر	۶/۶۶	۴۹.نفت بهران	۶/۶۶
۱۶.سر. بوعلی	۰	۳۳.صنعتی دریایی	۰	۵۰.نفت پارس	۶/۶۶
۱۷.سر. پارس توشه	۶/۶۶	۳۴.فارسیت درود	۶/۶۶		

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

جدول ۴-۱۵. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سبدهای منتخب الگوریتم‌ها - منتخب اطلاعات ماهانه و سالانه - (اطلاعات بازده، ریسک و انحراف معیار - به صورت درصد می باشند)

ردیف	نام الگوریتم و اطلاعات ورودی مورد استفاده	بازده مورد انتظار (سالانه)	ریسک پور تفوی (سالانه)	بازده مورد انتظار (ماهانه)*	ریسک پور تفوی (ماهانه)*	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی	انحراف معیار	عملکرد سبدها بر اساس RVAR
۱	ژنتیک ماهانه	۲۸/۸۳	۵۲/۵۱	-/۸۰	۴/۲۷	۲/۸۳	۵/۰۲	۸/۷۰	۴/۰۸	۰/۹۱	۱۰/۳۴	۵/۳۱	۳/۵۷	۱/۱۱			
۲	ژنتیک سالانه	۲۹/۵۳	۵۰/۴۴	۰/۹۰	۴/۹۰	۳/۷۲	۶/۰۸	۶/۵۲	۴/۵۲	۰/۷۰	۱۱/۵۱	۵/۲۷	۴/۰۰	۰/۹۸			
۳	ژنتیک_نلدر -مید ماهانه	۲۸/۳۵	۴۵/۵۵	۰/۹۸	۲/۸۳	۱/۹۲	۲/۳۵	۹/۵۰	۳/۰۳	۱/۳۱	۸/۷۲	۴/۴۷	۳/۶۵	۰/۸۶			
۴	ژنتیک_نلدر -مید سالانه	۳۵/۹۹	۲۸/۰۹	۲/۱۲	۵/۵۰	۱/۵۷	۱۰/۴۷	۸/۴۸	۳/۵۸	۰/۲۹	۹/۷۳	۵/۶۹	۴/۴۲	۰/۹۸			
۵	PSO ماهانه	۴۱/۷۷	۳۵/۱۷	۰/۹۶	۳/۸۳	۱/۲۰	۴/۴۸	۱۱/۰۱	۱/۶۲	۱/۱۲	۱۰/۲۹	۴/۹۶	۴/۵۹	۰/۷۸			
۶	PSO سالانه	۳۳/۸۵	۳۰/۲۷	۲/۰۲	۵/۶۵	۱/۳۰	۸/۱۹	۸/۰۸	۳/۱۶	۰/۴۲	۱۰/۰۹	۵/۰۷	۴/۲۹	۰/۸۷			
۷	رقابت استعماری ماهانه	۳۲/۹۴	۴۷/۰۷	۳/۰۰	۲/۳۴	۲/۱۸	۳/۲۸	۸/۱۳	۲/۰۶	۲/۰۲	۱۱/۱۵	۴/۸۰	۳/۸۹	۰/۸۹			
۸	رقابت استعماری سالانه	۳۵/۹۹	۲۸/۰۹	۲/۳۲	۵/۳۱	۱/۵۷	۱۰/۴۷	۸/۴۸	۳/۵۸	۰/۲۹	۹/۷۳	۵/۶۹	۴/۴۲	۰/۹۸			

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

#### ۴-۱-۵) رتبه بندی و مقایسه ی الگوریتم ها با اطلاعات ورودی مختلف در تشکیل سبدها

جدول ۴-۱۶ نتایج رتبه بندی پور تفوی های منتخب الگوریتم ها را بر اساس مقیاس شارپ یا RVAR

نشان می دهد. همچنین نتایج حاصله، صرفاً از بُعد بهینه سازی، و از نقطه نظر سرعت همگرایی نیز قابل مقایسه اند؛ به طوری که قواعد این نوع از مقایسه، در نظر گرفتن شاخص تعداد نسل برای رسیدن به پاسخ بهینه است. اما آنچه اخیراً بیش از پیش مورد توجه قرار می گیرد و عامل مهم تری نسبت به تعداد نسل ها برای سنجش سرعت است -بالأخص در بهینه سازی هایی که زمان اهمیت دارد (همانند مسئله ی تشکیل سبدها و بهنگام سازی پور تفوی پیش از ایجاد تغییرات اساسی در قیمت ها) - شاخص مدت زمان دستیابی به پاسخ بهینه می باشد (چرا که نسل ها در روش های مختلف، تفاوت های بنیادی و ماهیتی دارند و تعداد نسل، ملاک مناسبی برای سنجش سرعت در شرایط استفاده از روش های مختلف، نمی باشد. ستون تعداد

نسل در دقیقه نیز، مؤید همین نکته می‌باشد). نتایج هر دو مقایسه در جدول ۴-۱۷ با جزئیات کامل ارائه شده است (نتایج این جدول بر اساس محاسبات با یک کامپیوتر معمولی خانگی - با حافظه و CPU معمولی - است).

جدول ۴-۱۶. رتبه بندی الگوریتم‌ها در تشکیل پورتفوی با اطلاعات ورودی مختلف، بر اساس معیار شارپ

رتبه‌ی عملکردی	عملکرد سبب بر اساس RVAR	نام الگوریتم و اطلاعات ورودی مورد استفاده
اول	۱/۱۰۷۵	ژنتیک ماهانه
دوم	۰/۹۸۰۸	ژنتیک سالانه
سوم	۰/۹۸۰۶	رقابت استعماری سالانه
چهارم	۰/۹۸۰۴	ژنتیک_ نلدر-مید سالانه
پنجم	۰/۸۸۵۶	رقابت استعماری ماهانه
ششم	۰/۸۶۵۴	PSO سالانه
هفتم	۰/۸۵۵۳	ژنتیک_ نلدر-مید ماهانه
هشتم	۰/۷۸۴۸	PSO ماهانه

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف



جدول ۴-۱۷. مقایسه ی الگوریتم ها با اطلاعات ورودی مختلف، در تشکیل پورتفوی و بر اساس سرعت همگرایی (تعداد نسل - زمان همگرایی)

نام الگوریتم و اطلاعات ورودی مورد استفاده	تعداد کل نسل‌های طی شده در حل مسئله	مدت زمان پیمودن کل نسل‌ها (تقریبی)	تعداد نسل در دقیقه (تقریبی)	تعداد نسل تا رسیدن به پاسخ بهینه (تقریبی)	مدت زمان رسیدن به پاسخ بهینه (تقریبی)*	رتبه بر اساس کمتر بودن زمان بهینه-ساز	رتبه بر اساس کمتر بودن تعداد نسل-های بهینه-ساز
ژنتیک ماهانه	۱۵۰	۱۷ دقیقه	۸/۸۲	۵۰	۵ دقیقه و ۴۰ ثانیه	پنجم	چهارم
ژنتیک سالانه	۱۵۰	۱۴ دقیقه	۱۰/۷۱	۱۱۰	۱۱ دقیقه	سوم	پنجم
ژنتیک_نلدر-مید ماهانه	۱۵۰	۲۰ دقیقه	۷/۵	۴۰	۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه	ششم	سوم
ژنتیک_نلدر-مید سالانه	۱۵۰	۱۶ دقیقه	۹/۳۷	۱۵۰	۱۶ دقیقه	چهارم	ششم
PSO ماهانه	۱۰۰	۵ ساعت و ۳۵ دقیقه	۰/۲۹	۲۵	۱ ساعت و ۲۷ دقیقه	هشتم	دوم
PSO سالانه	۱۰۰	۵ ساعت و ۹ دقیقه	۰/۳۲	۲۰	۱ ساعت و ۳ دقیقه	هفتم	اول
رقابت استعماری ماهانه	۱۰۰۰۰	۱۳ دقیقه	۷۶۹/۲۳	۹۰۰۰	۱۲ دقیقه	دوم	هشتم
رقابت استعماری سالانه	۳۵۰۰	۶ دقیقه	۵۸۳/۳۳	۳۰۰۰	۵ دقیقه و ۸ ثانیه	اول	هفتم

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

#### ۴-۲) سبدهای تشکیلی خبرگان

جدول ۴-۱۸ نتایج بازده مورد انتظار و ریسک پورتفوی تشکیلی خبرگان، به همراه متوسط بازده اکتسابی این سبدها در دوره‌ی شش ماهه‌ی آزمون به تفکیک و به طور متوسط، انحراف معیار بازده دوره-ی آزمون و عدد عملکرد سبدها بر اساس معیار شارپ یا RVAR، را نمایش می‌دهد<sup>۱</sup>. توجه نمایید که در این پژوهش، کارگزاران با کدهای کاملاً تصادفی نمایش داده شده‌اند و هیچگونه مطابقتی بین کدها و شماره ردیف فهرست پیوست ج، که فهرست رتبه‌بندی کارگزاران توسط سازمان بورس است، وجود ندارد.

<sup>۱</sup> نحوه‌ی انجام محاسبات و فایل‌های برنامه‌نویسی مربوط به کلیه‌ی محاسبات در پیوست الف ارائه شده است.

#### ۴-۵) پاسخ به سؤالات تحقیق

در عمل، سؤالات ۲، ۳ و ۴ با توجه به فرضیات مربوطه پاسخ داده شده‌اند؛ به عبارتی، فرضیات اصلی پژوهش و فرضیات فرعی مربوط به آن‌ها، پاسخی بودند به سؤالات ۲، ۳ و ۴ که البته مجدداً و با توجه به نتایج آزمون فرضیات، در این بخش به تبیین پاسخ این سؤالات و همچنین سؤال ۱، پرداخته می‌شود.

#### ۴-۵-۱) سؤال اول و پاسخ به آن

۱. آیا می‌توان با استفاده از روش‌های ابتکاری به انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی سهام پرداخت و

سازگاری این روش‌ها با مسئله‌ی پورتفوی چگونه است؟

با توجه به نتایج پژوهش، پاسخ به بخش اول سؤال مثبت می‌باشد و در این تحقیق، نه تنها با یک

روش ابتکاری، بلکه با چهار روش ابتکاری به انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی سهام پرداخته شد.

در پاسخ به بخش دوم سؤال و سنجش سازگاری، مؤلف تحقیق مشابهی را یافت که در صدد سنجش

سازگاری مدل خود با موضوع بر آمده بود، اما متأسفانه، در آن پژوهش، صرفاً به نظر سنجی در مورد

مدل برای نشان دادن سازگاری، پرداخته شده بود (پژوهش مربوط به رضایی پندری، ۱۳۸۷)؛ به نظر

مؤلف، این رویکرد علمی نبوده، قابل اتکاء نیست. بنابراین، در صدد چاره‌جویی برآمدیم.

اولاً کسب میانگین عملکردی برتر از تازه‌کارها و در سطح خبرگان، خود گواهی بر این مدعاست که

رویکرد با مسئله سازگار بوده است، دست کم، نسبت به روش‌های موجود و آنچه عُرف بازار تازه‌کارهاست،

سازگاری بیشتری از خود نشان داده است و با خبرگان نیز عملکرد مشابهی را نشان داده، که نشانی از

سازگاری است.

ثانیاً یکی از راه‌هایی که برای سنجش این سازگاری پیشنهاد می‌شود، مقایسه‌ی بازدهی روش‌های

ابتکاری با بازده پورتفوی بازار طی دوره‌ی آزمون است. جدول ۴-۲۳ نتایج این مقایسه را نشان می‌دهد.

همان‌طور که در این جدول نشان داده شده است، بازده هر کدام از الگوریتم‌ها هر ماهه، بهتر از بازده

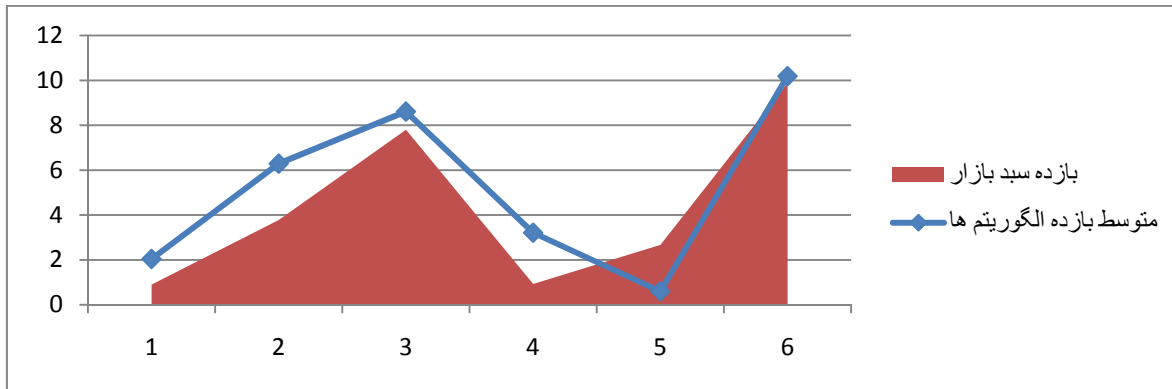
پورتفوی بازار بوده است (به جز در خرداد ماه و نیز چند مورد معدود). در نهایت نیز، متوسط بازده هر الگوریتم از متوسط بازده پورتفوی بازار بهتر بوده است؛ به طوری که حتی در چهار مورد از الگوریتم‌ها، این اختلاف به مرز حدود ۱٪ هم می‌رسد (سطرهای ۱، ۲، ۴ و ۸ جدول را ببینید). متوسط ماهانه‌ی بازده الگوریتم‌ها نیز در پنج ماه از شش ماه، بهتر از پورتفوی بازار بوده است (فقط در خردادماه رابطه معکوس بوده است). همچنین، شکل ۴-۹ متوسط بازده ماهانه‌ی الگوریتم‌ها را در دوره‌ی شش ماهه‌ی آزمون، در کنار بازده پورتفوی بازار به نمایش می‌گذارد، همانطور که در شکل مشخص است، در اکثر مواقع، متوسط بازده الگوریتم‌ها، بالاتر از بازده پورتفوی بازار قرار دارد. بنابراین، روش‌های ابتکاری پژوهش، با مسئله‌ی پورتفوی سازگاری خوبی از خود نشان داده‌اند<sup>۱</sup>.

جدول ۴-۲۳. مقایسه‌ی بازده‌ی روش‌های ابتکاری با بازده پورتفوی بازار

ردیف	نام الگوریتم و اطلاعات ورودی مورد استفاده	بازده اکتسابی بهمن ۸۸	بازده اکتسابی اسفند ۸۸	بازده اکتسابی فروردین ۸۹	بازده اکتسابی اردیبهشت ۸۹	بازده اکتسابی خرداد ۸۹	بازده اکتسابی تیر ۸۹	متوسط بازده اکتسابی شش ماهه
۱	ژنتیک ماهانه	۲/۸۳	۵/۰۲	۸/۷۰	۴/۰۸	۰/۹۱	۱۰/۳۴	۵/۳۱
۲	ژنتیک سالانه	۳/۷۲	۶/۰۸	۶/۵۲	۴/۵۲	-۰/۷۰	۱۱/۵۱	۵/۲۷
۳	ژنتیک_نلدر-مید ماهانه	۱/۹۲	۲/۳۵	۹/۵۰	۳/۰۳	۱/۳۱	۸/۷۲	۴/۴۷
۴	ژنتیک_نلدر-مید سالانه	۱/۵۷	۱۰/۴۷	۸/۴۸	۳/۵۸	۰/۲۹	۹/۷۳	۵/۶۹
۵	PSO ماهانه	۱/۲۰	۴/۴۸	۱۱/۰۱	۱/۶۲	۱/۱۲	۱۰/۲۹	۴/۹۶
۶	PSO سالانه	۱/۳۰	۸/۱۹	۸/۰۸	۳/۱۶	-۰/۴۲	۱۰/۰۹	۵/۰۷
۷	رقابت استعماری ماهانه	۲/۱۸	۳/۲۸	۸/۱۳	۲/۰۶	۲/۰۲	۱۱/۱۵	۴/۸۰
۸	رقابت استعماری سالانه	۱/۵۷	۱۰/۴۷	۸/۴۸	۳/۵۸	۰/۲۹	۹/۷۳	۵/۶۹
۹	متوسط عملکرد الگوریتم‌ها	۲/۰۴	۶/۲۹	۸/۶۱	۳/۲۱	۰/۶۰	۱۰/۱۹	۵/۱۶
۱۰	پورتفوی بازار	۰/۹	۳/۷۸	۷/۸	۰/۹۳	۲/۶۷	۹/۸۸	۴/۳۳

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

<sup>۱</sup> توجه شود که به دلیل یکتایی پورتفوی بازار طی هر دوره، امکان تعریف فرضیه‌ی آماری و آزمون آن برای پاسخ به سازگاری وجود ندارد. به عبارت دیگر، مؤلف، مقایسه‌ی نمونه‌ی ۸ عددی الگوریتم‌ها با جامعه‌ی تک عددی پورتفوی بازار را از نظر آماری صحیح ندانست؛ به همین دلیل فرضیه‌ای برای آن طراحی نشد و این مسئله به صورت سؤال مطرح شد.



شکل ۴-۹. نمودار متوسط درصد نرخ بازده ماهانه ی الگوریتم‌ها در شش ماه مورد آزمون، در مقایسه با بازده سبد بازار در دوره ی مشابه (منبع : محاسبه شده توسط مؤلف)

#### ۴-۵-۲) سؤالات دوم و سوم و پاسخ به آن‌ها

۲. جایگاه و رتبه‌ی هر کدام از رویکردهای سه‌گانه‌ی انتخاب پورتنفوی (ابتکاری- خبرگانی- تازه-

کارها)، در انتخاب سبد سهام چگونه است؟

۳. آیا به واقع، بین عملکرد سبدهای تشکیلی سهام توسط خبرگان، تازه‌کارها و روش‌های ابتکاری،

تفاوت معناداری وجود دارد؟

با توجه به فرضیات اصلی و فرعی، رویکردهای خبرگان و روش‌های ابتکاری، عملکرد مشابهی داشتند،

همچنین، با توجه به جداول ۴-۲۲، ۴-۲۳ و اصل تعدی، آن‌دو، از عملکردی بهتر از پورتنفوی بازار

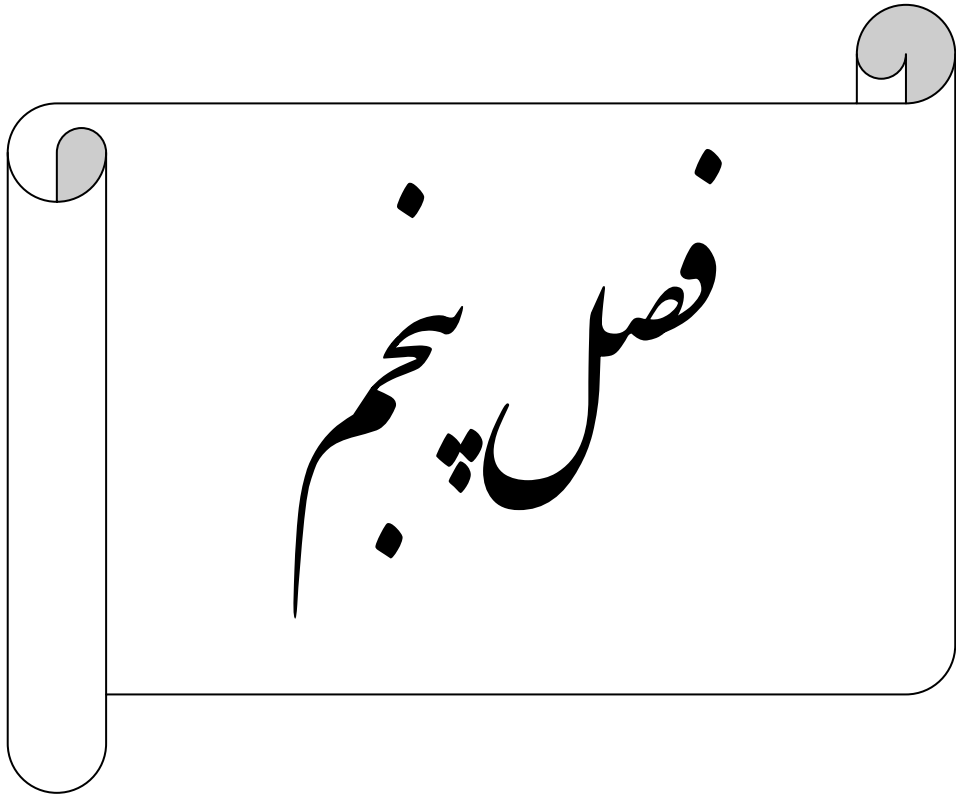
برخوردار بودند. همچنین، این رویکردها، تفاوت معناداری با عملکرد آماتورها داشته، به مراتب بهتر از آنان

عمل کردند. به عبارت ریاضی خواهیم داشت:

عملکرد تازه‌کارها >> عملکرد الگوریتم‌های ابتکاری = عملکرد خبرگان

#### ۴-۵-۳) سؤال چهارم و پاسخ به آن

۴. آیا نوع اطلاعات ورودی تشکیل سبد (بین دو حالت ماهانه و سالانه)، بر عملکرد سبد مؤثر است؟



خلاصه، نتیجه گیری و پیشنهادها

### ۵-۱) مقدمه و خلاصه ای از مسئله و یافته های پژوهش

چگونگی تخصیص منابع و انتخاب نوع سرمایه گذاری از اهمیت بالایی برخوردار است؛ این تخصیص بهینه، بالأخص در بازارهای مالی که عامل رشد و توسعه ی کشورها می باشند، بسیار مهم می باشد. در این پژوهش، به نوعی از بهینه سازی تخصیص منابع، با عنوان انتخاب و بهینه سازی پورتفوی سهام و با استفاده از الگوریتم های ابتکاری پرداخته شد.

با توجه به هدف اصلی پژوهش، ضمن اعمال چهار روش ابتکاری ژنتیک، ترکیب ژنتیک و نلد-مید، گروه ذرات (کوچ پرندگان) و الگوریتم رقابت استعماری بر مسئله ی انتخاب و بهینه سازی پورتفوی با به کارگیری اطلاعات بازده و ریسک سالانه و ماهانه، سعی در یافتن بهترین ترکیب و نسبت سهام در پورتفوی ها شد، تا پورتفوی به طور همزمان دارای بالاترین بازده و کمترین ریسک ممکن باشد. همچنین در پژوهش به بررسی کارایی نوع اطلاعات ورودی پرداخته شد. در نهایت، سبدهای تشکیلی خبرگان و تازه کارهای بازار نیز جمع آوری شدند تا مقایسه ای بین عملکرد چهار روش ابتکاری مذکور و متوسط عملکرد سبد خبرگان و تازه کارها نیز، در شرایط واقعی بازار، صورت پذیرد.

با آزمون فرضیات و بهینه سازی های الگوریتمی نتایج زیر حاصل شدند:

تفاوت معناداری بین عملکرد سبدهای روش های ابتکاری - هر سه گروه سبد منتخب اطلاعات ماهانه، سالانه و یا بدون توجه به نوع اطلاعات ورودی- و خبرگان بازار مشاهده نشد، همچنین هر دو گروه الگوریتمها و خبرگان، در دوره ی آزمون که دوره ای شش ماهه بود، بهتر از پورتفوی بازار، عمل کرده

بودند. به علاوه، سازگاری الگوریتم‌های ابتکاری، با تشکیل و بهینه‌سازی پورتفوی، مورد تأیید یافته‌های پژوهش می‌باشد.

گروه سوم، یعنی تازه‌کارها، در تشکیل سبد، عملکرد موفق‌تری نداشتند و عملکرد دو گروه خبرگان و الگوریتم‌ها، در سطح معناداری برتر از عملکرد تازه‌کارها بود. در نهایت، نوع اطلاعات ورودی (سالانه یا ماهانه بودن)، بر عملکرد سبدهای منتخب تأثیر معناداری نداشت.

### ۵-۲) نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های پژوهش، کاربرد الگوریتم‌های ابتکاری در انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام تأیید و توصیه می‌شود. عملکرد موفق این الگوریتم‌ها در برتری مستمر نسبت به پورتفوی بازار گواهی است بر ادعای سازگاری آن‌ها با مسئله، که غیر قابل چشم‌پوشی و غیر قابل انکار است.

استفاده از این روش‌ها، بالأخص به دو گروه توصیه می‌شود، اول خبرگان؛ به دلیل آن‌که می‌توانند به جای صرف منابع هنگفت مالی، انسانی، زمانی و ... و تنها به واسطه‌ی استفاده از روش‌های پژوهش به نقطه‌ی شروع مناسبی دست یابند؛ نقطه‌ای که با صرف منابع کمتر، یعنی کارایی بالاتر، اثربخشی یکسانی را برای آن‌ها به همراه خواهد داشت. دوم تازه‌کارها؛ تا عملکرد سرمایه‌گذاری خود را افزایش دهند، به دلیل فقدان تجربه‌ی کار با پورتفوی‌ها، رویکردهای پژوهش به آن‌ها توصیه می‌شود.

در نتیجه‌ی دیگر از یافته‌ها، با توجه به عدم تأثیر ماهانه یا سالانه بودن اطلاعات ورودی در عملکرد سبدهای تشکیلی، اطلاعات سالانه برای تشکیل سبد توصیه می‌شوند، چرا که این نوع از اطلاعات با حجم گردآوری و محاسباتی بسیار کمتر، یعنی کارایی بالاتر، به اثربخشی یکسانی با همتهای ماهانه‌ی خود دست می‌یابند (که البته این اثربخشی در سطح بسیار مطلوبی می‌باشد).

نتیجه‌ی آخر آن‌که، با توجه به عملکرد مناسب سبدهایی که فقط از اطلاعات تاریخی برای تشکیل بهره برده بودند، شکل ضعیف تئوری بازار کارا در بازار بورس تهران، زیر سؤال رفته، مصداق داشتن آن در بازار تهران، مورد تردید قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، اگر این فرضیه بر بازار تهران حاکم می‌بود، می‌بایستی اطلاعات تاریخی در قیمت سهام رخنمون کرده، به تبع آن قیمت آتی، و بازدهی تعدیل می‌شد و سبدهایی که صرفاً با استفاده از اطلاعات تاریخی تشکیل شده بودند، عملکرد مناسبی کسب نمی‌کردند. حال آن‌که، نه تنها این سبدها عملکرد نامناسبی نداشته‌اند، بلکه در اکثر موارد از پورتفوی بازار بهتر و در حد عملکرد خبرگان عمل نموده‌اند<sup>۱</sup>.

#### ۳-۵) مقایسه‌ی یافته‌های پژوهش با تحقیقات مشابه

تنها پیشینه‌ی مشابه، استفاده از روش الگوریتم ژنتیک بود، که به مرز کارایی بهتر از حل کلاسیک مارکویتز دست یافته بود. این پژوهش نیز ضمن تأیید کارایی ژنتیک، گامی فراتر گذاشته، در عمل نیز نقطه‌ای بر روی این مرز کارا را مورد آزمون قرار می‌دهد. نتایج آزمون حاکی از سازگاری و عملکرد مناسب ژنتیک در حل مسئله‌ی پورتفوی است.

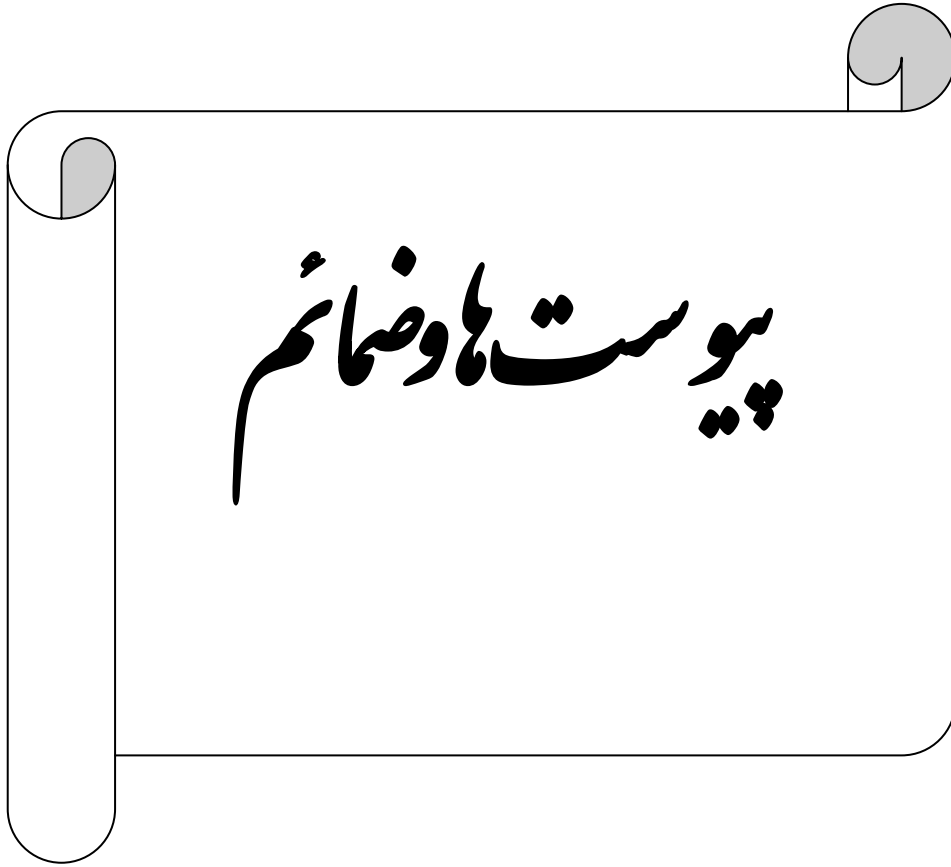
دیگر روش‌های پژوهش، در حل این مسئله کاملاً نو بوده، پیشینه‌ی مشابهی برای مقایسه‌ی یافته‌ها در دست نمی‌باشد.

#### ۴-۵) محدودیت‌های تحقیق

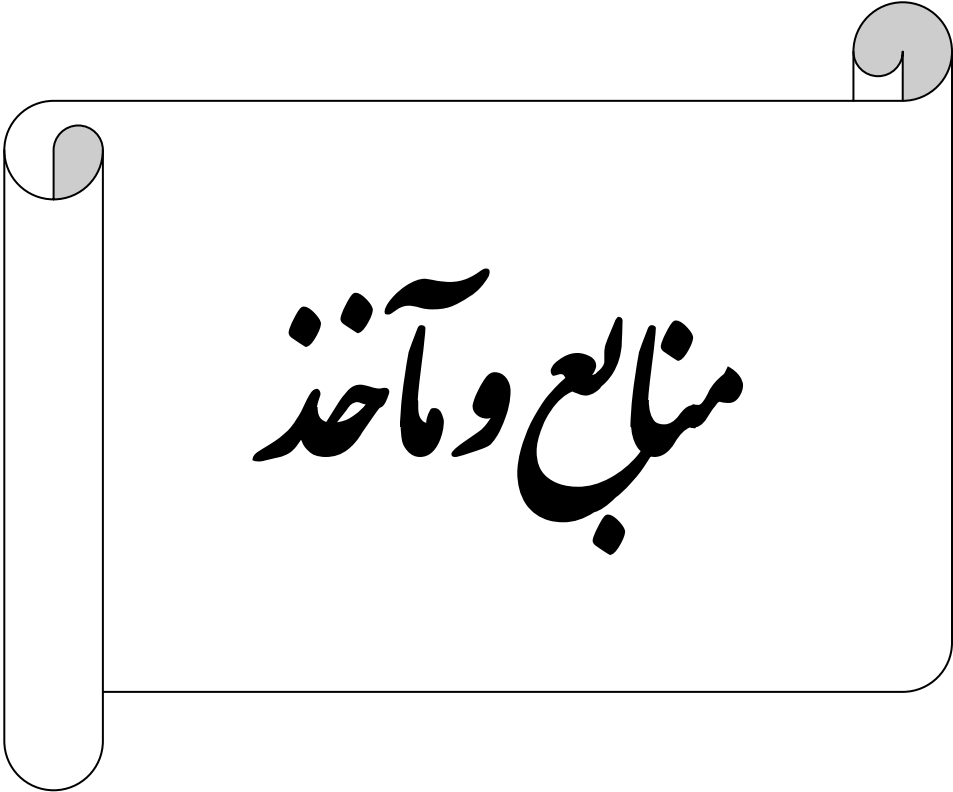
عمده‌ترین مشکل، عدم دسترسی به اطلاعات و سبدهای تشکیلی خبرگان و تازه‌کارهای بازار بورس بود، به طوری که حتی پس از برقراری ارتباط، بسیاری از آن‌ها حاضر به افشای سبدهای خود و تکمیل جدول پورتفوی نبودند؛ عده‌ای نیز اعتقادی به صرف بخشی از زمان خود جهت تکمیل پرسشنامه

<sup>۱</sup> بحث گسترده‌ای پیرامون این مباحث و یافته‌های پژوهش، در بخش آخر فصل قبل صورت پذیرفته است.





پیوستها و ضمایم



منابع وآخذ

## الف) مراجع فارسی

۱. آتشپز گرگری ا.، (۱۳۸۷)، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، "معرفی الگوریتم رقابت استعماری"، مرکز عالی هوش مصنوعی و مهندسی کنترل دانشکده‌ی مهندسی برق، دانشگاه تهران.
۲. آذر ع.، (۱۳۸۵)، "تحقیق در عملیات، مفاهیم و کاربردهای برنامه‌ریزی خطی"، انتشارات سمت، تهران.
۳. آذر ع.، و مؤمنی م.، (۱۳۸۵)، "آمار و کاربرد آن در مدیریت"، جلد دوم: تحلیل آماری، چاپ نهم، انتشارات سمت، تهران.
۴. پارکر جونز ج.، (۱۳۸۰)، "مدیریت سبد سهام (مدیریت سبد سرمایه‌گذاری)"، ترجمه‌ی محمد شاه‌علیزاده، چاپ اول، انتشارات جامعه‌ی دانشگاهی، تهران.
۵. تلنگی ا.، (۱۳۷۷)، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، "طراحی مدل ریاضی برای انتخاب پرتفولیوی بهینه با استفاده از منطق برنامه‌ریزی فازی"، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.
۶. حجاریان کاشانی م.، (۱۳۷۹)، رساله‌ی دکتری، "طراحی و تبیین الگوی تصمیم‌گیری در مدیریت پورتفوی اوراق بهادار به کمک سیستم‌های اطلاعاتی (DSS)"، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.
۷. دانایی‌فرد ح.، الوانی س.م.، و آذر ع.، (۱۳۸۳)، "روش‌شناسی پژوهش کمی در مدیریت: رویکردی جامع"، چاپ اول، انتشارات صفار- اشراقی، تهران.
۸. دوانی غ.، (۱۳۸۳)، "بورس، سهام، نحوه‌ی قیمت‌گذاری سهام، همراه با کلیه‌ی قوانین و مقررات سازمان بورس اوراق بهادار و بورس فلزات"، چاپ سوم، ناشر مؤسسه حسابرسی و خدمات مالی دایا رایان، تهران.
۹. راعی ر.، (۱۳۷۷)، رساله‌ی دکتری، "طراحی مدل سرمایه‌گذاری مناسب در سبد سهام با استفاده از هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی)"، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.
۱۰. راعی ر.، و تلنگی ا.، (۱۳۸۷)، "مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته"، چاپ دوم، انتشارات سمت، تهران.

۱۱. رحمتی م.، (۱۳۸۷)، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، "انتخاب سبد سهام بهینه مبتنی بر Value-at-Risk به عنوان معیار ریسک و با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری"، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.

۱۲. رضایی پندری ع.، (۱۳۸۷)، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، "ارائه‌ی یک مدل ریاضی برای انتخاب پرتفوی سهام با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی"، دانشکده‌ی اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۳. سارنج ع.ر.، (۱۳۸۶)، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، "مسئله انتخاب پورتفوی با استفاده از سه معیار میانگین بازدهی، انحراف معیار بازدهی و نقدشوندگی در بورس اوراق بهادار تهران"، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.

۱۴. شریفی س.، (۱۳۸۶)، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، "ارائه‌ی مدلی به منظور انتخاب سبد سهام در بازار بورس اوراق بهادار به وسیله‌ی تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه‌ی موردی ۵۰ شرکت برتر)"، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.

۱۵. کلامی هریس س.م.، (۱۳۸۶)، سمینار کارشناسی ارشد، "انواع روش‌های بهینه‌سازی"، دانشکده‌ی مهندسی برق، دانشگاه فردوسی مشهد.

۱۶. محمدی استخری ن.، (۱۳۸۵)، پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد، "انتخاب یک سبد سهام از بین سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک" دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران.

۱۷. مدیریت پژوهش، توسعه و مدیریت اسلامی سازمان بورس اوراق بهادار تهران، (۱۳۷۷)، "چارچوبی برای سنجش پنجاه شرکت فعال تر بورس اوراق بهادار ایران" تهران.

۱۸. وبسایت وزارت امور اقتصادی و دارایی : <http://www.mefa.gov.ir/laws/dbpindex.asp?DN=4>

۱۹. وبسایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران : <http://www.irbourse.com>

۲۰. وبسایت مدیریت پژوهش سازمان بورس اوراق بهادار تهران : <http://www.rdis.ir>

۲۱. وبسایت کتابخانه‌ی سازمان بورس اوراق بهادار تهران : <http://www.rdislib.ir>

## مراجع انگلیسی (ب)

1. April, J., F. Glover, and J. Kelly, (2002) "Portfolio Optimization for Capital Investment Projects", Proceeding of the Winter Simulation Conf., Retrieved from: <http://www.informssim.org/wsc02papers/211.pdf>

2. Back, T., (1996), **“Evolutionary Algorithms in Theory and Practice, Evolution Strategies, Evolutionary Programming, Genetic Algorithms.”**, OXFORD UNIVERSITY PRESS, New York.
3. Back, T., David B. Fogel, and Zbigniew Michalewicz, (2000), **“Evolutionary Computation 1 Basic Algorithms and Operators”**, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, Bristol and Philadelphia.
4. Bonabeau, E., M. Dorigo, G. Th´eraulaz., (1999), **“From Natural to Artificial Swarm Intelligence”**, Oxford University Press, New York.
5. Bertsimas Dimitris, Christopher Darnell and Robert Soucy, (1 January/February 1999) **“Portfolio Construction Through Mixed-Integer Programming at Grantham, Mayo, Van, Otterloo and Company”**, **ProQuest Science Journals, Interfaces 29** , pp. 49-66.
6. Bi, J., and A. Eladdadi, (1998) **“Application of Optimization Algorithms in Portfolio Selection Problems”**, **Department of Mathematical Sciences of Rensselaer Polytechnic Institute, Troy, New York.**
7. Bodie, Zui, Alex Kane, and Alan J. Marcus, (1996), **“Investments”**, 3<sup>rd</sup> ed., Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, U.S.A.
8. Brealey, Richard A., (1969), **“An Introduction to Risk and Return from Common Stock Prices”**, M.I.T Press, Cambridge, Mass., U.S.A.
9. BRITS, R., A.P. ENGELBRECHT, F. VAN DEN BERGH, (2007) **“Locating multiple optima using particle swarm optimization”**, **Applied Mathematics and Computation, 189**, pp.1859–1883.
10. Chambers, L., (2001), **“The Practical Handbook of GENETIC ALGORITHMS Applications”**, CHAPMAN & HALL/CRC: Boca Raton London, New York Washington, D.C., U.S.A.
11. Chan, M., C. Wong, B. K-S Cheung and G. Y-N Tang, (2002) **“Genetic Algorithms in Multistage Portfolio optimization System”**, **Hong Kong: The Hong Kong Polytechnic University. Provided by Society for Computational Economics in the series computing in Economics and Finance, no. 165.**
12. David Davis, L., Kenneth De Jong, Michael D. Vose, and L. Darrell Whitley, (1999), **“Evolutionary Algorithms”**, Springer, Verlag, New York, U.S.A.
13. Demiguel, A.V. and R. Uppal., (January 2004) **“Portfolio Investment with the Exact Tax Basis via Non-Linear Programming”**, **Journal of Management Science, 51, 2**, pp. 277-290.
14. EBERHART, R. C., J. KENNEDY (1995) **“A new optimizer using particle swarm theory”**, The Sixth International Symposium on Micromachine and Human Science, Nagoya, Japan.
15. EBERHART, R. C., P.K. SIMPSON, R.W. DOBBINS (1996), **“Computational Intelligence PC Tools”**, Academic Press Professional.
16. EBERHART, R. C., Y. SHI (1998a) **“A modified particle swarm optimizer”**, Proceedings of the IEEE World Conference on Computational Intelligence, Anchorage, Alaska.
17. EBERHART, R. C., Y. SHI (1998b) **“Comparison between genetic algorithms and particle swarm optimization”**, seventh annual conference on evolutionary programming, Evolutionary programming VII. San Diego, CA.
18. Evans, John L., and Stephen H. Archer., (December 1968) **“Diversification and the Reduction of Dispersion: An Empirical Analysis”**, **Journal of Finance, 23, 12**, pp.761-767.
19. Fichter, D.P., (1-4 October 2000) **“Application of Genetic Algorithm in Portfolio Optimization for the Oil & Gas Industry”**, Society of Petroleum Engineers Inc. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, TX.
20. Frijns, Bart, Esther Koellen and Thorsten Lehnert, (2008) **“On the determinants of portfolio choice”**, **Journal of Economic Behavior & Organization, vol. 66**, pp. 373-386. Retrieved from: <http://www.elsevier.com/locate/econbase>

21. Gaumnitz, Jack E., (1967), Unpublished Ph.D. dissertation, "Investment Diversification under uncertainty: An Examination of the Number of Securities in a Diversified Portfolio", Stanford University.
22. Gómez, S.F., Jiménez F, (1999) "Fuzzy modeling with hybrid systems", **Fuzzy Sets and Systems**, no.104, pp. 199-208.
23. Gondzio, J. And A. Grothey, (April 2004) "Solving Nonlinear Portfolio Optimization Problems with the Primal-Dual Interior Point Method", Retrieved from: <http://www.maths.ed.ac.uk/~gondzio/parallel/almnlp.pdf>
24. Gopi, E.S., (2007), "**Algorithm Collections for Digital Signal Processing Applications Using Matlab**", Springer, Dordrecht: The Netherlands.
25. Grefenstette, John, (January/February 1986) "Optimization of Control Parameters for Genetic Algorithms", **IEEE Transactions on systems, MAN, and Cybernetics**, SMC-16, no.1.
26. Hagin, Robert L., (1979), "**The Dow Jones-Irwin Guide to Modern Portfolio Theory**", 1<sup>st</sup> ed., Dow Jones-Irwin, Homewood, Illinois, U.S.A.
27. Hagin, Robert L., (2004), "**Investment Management – Portfolio Diversification, Risk, and Timing – Fact and Fiction**", John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, U.S.A.
28. Hatch, Evelyn, Hossein Farhady, (1981), "**Research Design and Statistics for Applied Linguistics**", Rahnama Publications, Tehran, Iran.
29. Hershberger, M., Y. Qi and R.E. Steuer, (2004) "Quadratic Parametric Programming for Portfolio Selection with Random Problem Generation and Computational Experience", Retrieved from: <http://www.terry.uga.edu/finance/research/workingpapers/papers/parametric.pdf>
30. Holland, J., (1975), "**Adaptation in natural and artificial systems**", MIT press, Massachusetts, U.S.A.
31. Inuiguchi, M. and J. Ramik, (April 2000) "Possibilistic Linear Programming: A Brief Review of Fuzzy Mathematical Programming & A Comparison with Stochastic Programming in Portfolio Selection Problem", **Fuzzy Sets & Systems Journal**, vol. 111, pp. 3-28.
32. Jensen, M., (1968) "The performance of Mutual Funds in the period 1945-1964", **Journal of Finance**, pp. 389-416.
33. Kellerer Hans, Renata Mansini and M.Grazia Speranza, (2000) "Selecting Portfolios with Fixed Costs and Minimum Transaction Lots", **Annals of Operations Research**, vol. 99, pp. 287-304.
34. Kennedy, J., R.C. Eberhart (1995) "Particle swarm optimization", in The IEEE International Joint Conference on Neural Networks, Piscataway, NJ: IEEE Press.
35. KENNEDY, J. (1999) "Small worlds and mega-minds: Effects of neighborhood topology on particle swarm performance", Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation.
36. Kennedy, J., R.C. Eberhart,(2001), "**Swarm Intelligence**", Morgan Kaufman.
37. KENNEDY, J., R. MENDES (2002) "Population structure and particle performance" Proceedings of the IEEE Congress on Evolutionary Computation, Honolulu, Hawaii, IEEE Press.
38. Klerk, E.De., and D.V. Pasechnik, (2005) "A Linear Programming Reformulation of the Standard Quadratic Optimization Problem", Retrieved from: [http://www.optimization-online.org/DB\\_FILE/2005/03/1087.pdf](http://www.optimization-online.org/DB_FILE/2005/03/1087.pdf)
39. Kolda, Tamara G.; Lewis, Robert Michael; Torczon, Virginia, (2003) "Optimization by direct search: new perspectives on some classical and modern methods", **SIAM Rev.** 45, no. 3, pp. 385–482.
40. Lazo, J.G, M. Maria, R. Vellasco, M. Auelio and C. Pacheco, (2000) "A Hybrid- Genetic-Neural System for Portfolio Selection and Management", Proceeding Sixth Int. Conf. On Engineering Applications of Neural Networks, Kingston upon Thames.

41. Li, Jun, Jiuping Xu (2009) "A novel portfolio selection model in a hybrid uncertain environment", **omega the International Journal of Management Science**, vol. 37, pp. 439-449.
42. Li, Z-F, S-Y Wang and X-T Deng, (January 2000) "A Linear Programming Algorithm for Optimal Portfolio Selection with Transaction Cost", **International Journal of Systems Science**, vol. 31, pp. 107-117.
43. Lobo, M.S., M. Fazel and S. Boyd, (2002) "Portfolio Optimization with Linear and Fixed Transaction Costs", Retrieved from: [http://www.stanford.edu/~boyd/reports/portfolio\\_submitted.pdf](http://www.stanford.edu/~boyd/reports/portfolio_submitted.pdf)
44. Loraschi, A. And A. Tettamanzi, (1995) "An Evolutionary Algorithm for Portfolio Selection in a Downside Risk Framework", **the European Journal of Finance**, vol. 1, no. 1.
45. Loraschi, A., A. Tettamanzi, M. Tomassini, P. Verda, D.W. Pearson and R.T. Albercht, (1995) "Distributed Genetic Algorithm with an Application to Portfolio Selection Problem", In proceeding of the Int. Conf. On Artificial Neural Nets & Genetic Algorithms, Springer – Verlag, pp.384.
46. Markowitz, Harry, (March 1952) "Portfolio Selection", **Journal of finance**, 7, 1, pp. 77-91.
47. Markowitz, Harry, (1959), "**Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments**", John Wiley & Sons, New York, U.S.A.
48. MENDES, R., P. CORTEZ, M. ROCHA, J. NEVES (2002) "Particle swarms for feedforward neural network training", Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks.
49. Microsoftcorporation, Microsoft Office Excel 2007, © Microsoft Enterprise 2007.
50. Molaei, M.A. and Arash Talebi, (2010) "Application of genetic Algorithm in Portfolio Optimization" in the proceedings of 1<sup>st</sup> international conference of Business and economics, Thessaloniki, Greece, pp. 668-682.
51. Nelder, J.A. and Mead, R., (1965) "A simplex method for function minimization", **Computation Journal**, vol. 7, pp. 308–313.
52. Papahristodoulou, C. And E. Dotzauers, (2004) "Optimal Portfolios Using Linear Programming Models", **Journal of the Operational Research Society**, Retrieved from: <http://palgrave-journals.com>
53. Pari, A.Robert, Son-Nan Chen, (1984) "An empirical test of Arbitrage pricing theory", **Journal of financial research**, pp. 121-130.
54. Parra, M.A., A.B. Terol and M.V. Rodriguez, (January 2001) "A Fuzzy Goal Programming Approach to Portfolio Selection", **European Journal of Operational Research**, 133, 2, pp. 287-297.
55. PARSOPOULOS, K. E., M.N. VRAHATIS, (2007) "Parameter selection and adaptation in Unified Particle Swarm Optimization", **Mathematical and Computer Modelling**, vol. 46, pp. 198–213.
56. Perez, R.E., K. Behdian, (2007) "Particle swarm approach for structural design optimization", **Computers and Structures**, vol. 85, pp. 1579–1588.
57. Pourzeynali, S., H.H. Lavasani, and A.H. Modarayi, (2006) "Active control of high rise building structures using fuzzy logic and genetic algorithms", **Engineering Structures**, no. 29, pp. 346–357.
58. Ramaswamy, S., (November 1998) "Portfolio Selection Using Fuzzy Decision Theory", Basel: Switzerland, Bank of International Settlements, Monetary and Economics Department, Retrieved from: <http://www.bis.org/publ/work59.pdf>
59. Roll, R., (1977) "A critique of the asset pricing Theory's test part 1: on past and potential testability of the theory", **Journal of financial economics**, Vol. 4, pp. 129-176.
60. Roll, R., S. Ross, (1984) "The arbitrage pricing theory approach to strategic portfolio planning", **Financial Analysts Journal**, vol. 40, pp. 14- 26.
61. Ross, S., (1976) "The arbitrage theory of capital asset pricing", **Journal of Economic Theory**, vol. 13, pp. 341-360.

62. Schlottmann, F. and D. Seese, (2001), Ph.D. dissertation, "A Hybrid Genetic Quantitative Method for Risk-Return Optimization of Credit Portfolio", Institute AIFB, Faculty of Economics, University of Karlsruhe, Germany.
63. Schubert, L., (May 2005), "Performance of Linear Portfolio Optimization", Retrieved from: <http://www.forschung.fhkonzanz.de/inhalte/Projekte/Berichte/Bericht-schubert-portfolio-2005.pdf>
64. Sen, S., L. Yu and T. Genc., (2006) "A Stochastic Programming Approach to Power Portfolio Optimization", **Operation Research Journal**, **54**, **1**, pp. 55-72.
65. Shapcott, J., (1992), "**Index Tracking: Genetic Algorithm for Investment Portfolio Selection**", Technical Report, Edinburgh Parallel Computing Center, University of Edinburgh.
66. Sharpe, William F., (September 1964) "Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk", **Journal of Finance**, **19**, **3**, pp. 425-442. Reprinted in James Lorie and Richard Brealey, (1978) "**Modern Developments in Investment Management: a Book of Readings**", 2<sup>nd</sup> edition, III. Dryden Press, Hinsdale, pp. 366-383.
67. Sharpe, William F., (1966) "Mutual fund performance", **Journal of business**, pp. 119-138.
68. Sharpe, William F., (March 1967) "Linear Programming Algorithms for Mutual Fund Portfolio Selection", **Management Science Journal**, **13**, **7**, pp. 449-510.
69. Sharpe, William F., (1978), "**Investments**", Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, U.S.A.
70. Shi, Y., R.C. Eberhart.(1998) "Parameter selection in particle swarm optimization: Evolutionary Programming VII", San Diego, CA/Berlin: Springer, pp.591-600.
71. Solnik, Bruno H., (May 1974) "The International Pricing of Risk: An Empirical Investigation of the World Capital Market Structure", **Journal of Finance**, **29**, **2**, pp. 364-378. الف
72. Solnik, Bruno H., (July-August 1974) "Why Not Diversify Internationally Rather Than Domestically?", **Financial Analysis Journal**, **30**, **4**, pp. 45-54. ب
73. The MathWorks, I., Matrix laboratory (MATLAB). 1984-2009 ©The MathWorks, Inc.
74. Treynor, J., (1965) "How to Rate Management of Investment Funds", **Harvard Business Review**, pp. 63-75.
75. VAN DEN BERGH, F., (2002) "An Analysis of Particle Swarm Optimizers", **Department of Computer Science, Pretoria, University of Pretoria, South Africa**.
76. VAN DEN BERGH, F., A.P. ENGELBRECHT, (2006) "A study of particle swarm optimization particle trajectories", **Information Sciences**, vol. **176**, pp. 937-971.
77. Van Le, Tu., (July 1999), "Fuzzy Evolutionary Programming for Portfolio Selection in Investment", Second Int. Conf. In Intelligent Processing & Manufacturing of Materials, Honolulu, pp. 675-679.
78. Vieira, R.G.S. and R.S. Wazlawick, (1998-1999) "Using Genetic Algorithm for Defining an Initial Shares Portfolio", In World Multi Conference on Systemic, Cybernetics and Informatics(CSI'98) and the 4<sup>th</sup> International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis(ISAS'98), INE, Federal University of Santa Catarina, Orlando, U.S.A, pp. 333-338.
79. Williams, J.B., (1938), "**The Theory of Investment Value**", Harvard University Press, Cambridge, Mass., U.S.A., pp. 55-75.
80. Yang, X., (August 2006) "Improving Portfolio Efficiency: A General Algorithm Approach", **Journal of Computational Economics**, **28**, **1**, pp. 1-14.
81. Yu, Wen Ci., (1979) "The convergent property of the simplex evolutionary technique", **Scientia Sinica [Zhongguo Kexue]**, pp. 69-77.



- 
82. Zenios, S.A., M. Holmer, R. McKendall and Ch. Vassiadou-Zeniou, (August 1998) "Dynamic Models for Fixed-Income Portfolio Management under Uncertainty", **Journal of Economic Dynamics and Control**, **22**, **10**, pp. 1517-1541.

## Abstract

Contrary to the growing use of portfolios and in spite of the rich literature on the subject, there are some problems and unanswered questions. Besides, Iran's stock markets, as developing and growing markets, need native researches to answer the problems and unanswered questions. The aim of this work is to be a useful instrument for helping finance practitioners and researchers with the portfolio selection problem. While reviewing Modern Portfolio Theory's (MPT) literature, this study describes the advances and developments in the field of portfolio selection and optimization, and also investigates optimization methods. Then, heuristic methods are determined efficient methods due to the advantages they hold, and therefore, four of them, which happen to be of the most efficient and newest ones, are selected to resolve the portfolio selection problem with the objective of simultaneous risk minimization/return maximization in Tehran Stock Exchange market and from the stocks of listed 50 top companies. Moreover, to investigate the variable of input data (Annual vs. Monthly) on portfolios performance of efficiency and effectiveness dimensions, two different portfolios are selected via each algorithm and each input data (Annual vs. Monthly). Thereafter, in order to survey the performance of algorithms, experts and amateurs altogether, experts and amateurs are defined by the author in the first step and then their would-be portfolios are gathered using a questionnaire. All portfolios of this research, including eight portfolios of algorithms-input data, forty of the brokers as the representatives of experts and forty-three of individual investors who are present at stock market, defined as amateurs, are applied to the real data of stock market for a six-month period, called test period; in other words, in real market, stocks are bought and hold hypothetically for six months according to the portfolios in an inactive strategy. Finally, the performances are calculated according to risk-adjusted indices, and then, main and subsidiary research hypotheses are examined accordingly and via ANOVA and Scheffe's Post Hoc tests as statistical procedures. The results indicate that there is not a significant difference between experts and algorithms' performance. Moreover, both have achieved better returns in contrast to market portfolio during the test period. Algorithms' convergence speeds are also reasonable. But, amateurs' mean performance is in a significant difference in contrast to the previous groups, as it turns out, by performing Post Hoc test of Scheffe, experts' and algorithms' performance was significantly better than amateurs. Findings also show that the variable of input data, did not have any effects on the

portfolios performances. Thus, the conclusions are: 1. As the algorithms were compatible and consistent with the portfolio selection problem, experts, who are invoking enormous human and financial resources to construct portfolios, are advised to employ the algorithms instead. Following this recommendation, same effectiveness is resulted while leading to more efficiency. 2. Amateurs are highly recommended to construct and hold portfolios instead of individual stocks, but as they were shown not to have a good hand in portfolio construction, using the algorithms is a wise action, at least in the beginning, those who are not capable of constructing portfolios, are led to buying investment corporations' stocks to be a part of their portfolios indirectly. 3. As the input data did not cause any difference in performance, using annual input data is advised to the researchers and investors; because it needs fewer calculations and therefore, more efficiency while maintaining the same effectiveness in contrast to its monthly counterpart. 4. As the algorithms only used historical data to construct the portfolios, and they achieved a good performance in contrast to the experts and the market portfolio, the weak form of efficient market hypothesis, which approves digestion and reflection of historical data in stock prices, seems of no effect and is under question in Tehran Stock market.

*JEL classification:* C61; C63; G11

*Key words:* **Portfolio management and optimization; Modern portfolio theory (MPT); Evolutionary and heuristic optimization; Genetic Algorithm; GA-Nelder-mead hybridized algorithm; Particle Swarm Optimization (PSO); Imperialist competitive Algorithm; Stock market Experts; Stock market Amateurs.**



**Shahrood University of Technology**  
**Faculty of Industrial Engineering and Management**

**Selecting and Optimizing Portfolios Using  
Metaheuristic Methods and Comparing Selected  
Portfolios with Stock Market Expert- Amateur-  
Selected Portfolios in Tehran Stock Exchange.**

**Arash Talebi**

Supervisor:  
**Dr. Mohammad Ali Molaei**

Advisor:  
**Dr. Mohammad Javad Sheikh**

**Date: September  
2010**