

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:

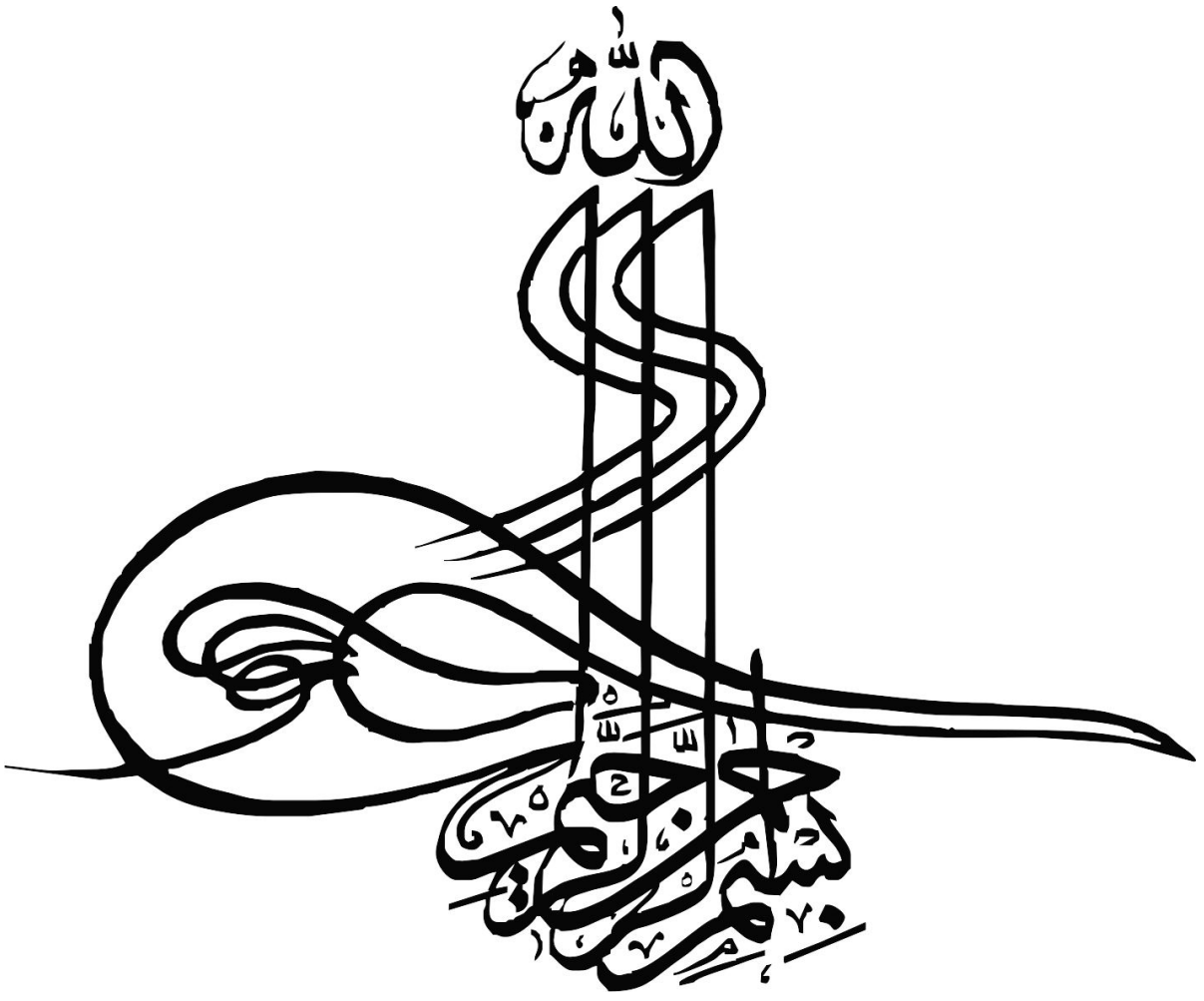
دکتر محمد علی مولایی

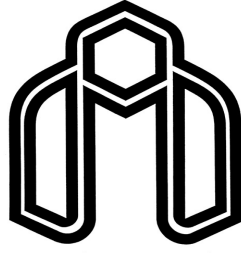
استاد مشاور:

دکتر محمد جواد شیخ

پایان نامه ارشد جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد

شهریور ۱۳۸۹





دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده: مهندسی صنایع و مدیریت

گروه: مدیریت

پایان نامه کارشناسی ارشد آقای آرش طالبی

تحت عنوان: 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.

در تاریخ ۸۹/۶/۳۱ توسط کمیته تخصصی زیر جهت اخذ مدرک کارشناسی ارشد مورد ارزیابی و با درجه عالی، امتیاز ۲۰، مورد پذیرش قرار گرفت.

امضاء	اساتید مشاور	امضاء	اساتید راهنما
	نام و نام خانوادگی : محمد جواد شیخ		نام و نام خانوادگی : محمد علی مولایی
	نام و نام خانوادگی :		نام و نام خانوادگی :
امضاء	نماینده تحصیلات تکمیلی	امضاء	اساتید داور
	نام و نام خانوادگی : مجید عامری		نام و نام خانوادگی : علیرضا عرفانی
			نام و نام خانوادگی : علی اکبر پویان
			نام و نام خانوادگی :
			نام و نام خانوادگی :

تقدیم به پدرم، که همواره افق‌های دور را برایم ترسیم می‌کرد،
و تقدیم به مادرم برای مهربانی‌ها و فداکاری‌های بی‌نظیرش،
که هستی و همه‌ی وجودم از آنهاست.

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 بهرام‌گیری، 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.

تعهد نامه

اینجانب آرش طالبی، دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته مدیریت اجرایی M.B.A، دانشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود، نویسنده پایان نامه "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" تحت راهنمایی جناب آقای دکتر محمد علی مولایی، متعهد می‌شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش‌های محققان دیگر، به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تا کنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی، در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد و مقالات مستخرج با نام «دانشگاه صنعتی شاهرود» و یا «Shahrood University of Technology» به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده‌اند، در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می‌گردد.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت‌های آنها) استفاده شده است، ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاق انسانی، رعایت شده است.

تاریخ:

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه‌های رایانه‌ای، نرم-افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می‌باشد. این مطالب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه، ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه، بدون ذکر مرجع، مجاز نمی‌باشد.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه‌های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد.

چکیده

در قیاس با رشد روز افزون استفاده از پورتفوی‌ها و نیز با وجود ادبیات غنی آن، همچنان موضوعات و سؤالات بی پاسخ 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 شفه 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 شفه، 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 سبدهای 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، آماده‌ی چاپ

1. Talebi, Arash, Mohammad Ali Molaei, (May, 2010) “ Application of Genetic Algorithm in Portfolio Optimization ” accepted, officially registered and published in the proceedings of the 1st International Conference of Business and Economics (ICBE 2010), May 6-8, 2010, 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 published in the proceedings 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 شده، 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 in 2011, in the special issue of IJCEE) “ 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 Molaei, "Performing Complex Portfolio Selection Analysis with the aid of Particle Swarm Optimization Algorithm", Under review in the Journal of Quantitative Finance (ISI), United Kingdom.
6. Talebi, Arash, Mohammad Ali Molaei, "Application of an Imperialist Competitive Algorithm in Portfolio Optimization", Under review in the Financial Analysts Journal (FAJ) (ISI), U.S.A.

۷. مولایی، محمد علی، محمد جواد شیخ و آرش طالبی، "بررسی و مقایسه‌ی عملکرد سه الگوریتم ابتکاری گروه ذرات، ژنتیک و ترکیب ژنتیک و نلدرد-مید در انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی"، تحت بررسی و داوری در فصلنامه‌ی علمی-پژوهشی پیام اقتصاد، دانشگاه پیام نور استان مرکزی.

ج) مقالات استخراج شده از پژوهش، آماده‌ی ارسال

8. "Modern Portfolio Theory and Optimization: Performance of Classic and Heuristic Methods"

۹. "مروری بر تئوری مدرن پورتفوی، مزایا، معایب، و بهینه‌سازی پورتفوی با رویکردهای کلاسیک و ابتکاری"
۱۰. "بررسی و مقایسه‌ی عملکرد خبرگان و تازه‌کارها در تشکیل پورتفوی سهام (مطالعه‌ی موردی: بازار بورس اوراق بهادار تهران)"

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 (Quantitative finance (ISI-United Kingdom)، برای داوری مقالات در زمینه‌ی کاری.

۲. دعوتنامه‌ی رسمی از مجله‌ی (Journal of Business and Economics (U.S.A.)، برای داوری مقالات در زمینه‌ی کاری.

۳. دعوتنامه‌ی رسمی برای برگزاری نشست در زمینه‌ی بهینه‌سازی پورتفوی در اولین وبینار تخصصی بین‌المللی الگوریتم رقابت استعماری.

فهرست مطالب

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

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

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

- 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 به شبیه 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
- ۳-۶-۳-۱) مروری تاریخی بر پدیده ی استعمار ۹۷
- ۳-۶-۳-۲) 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
- ۳-۷-۳-۱) 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
- ۳-۹-۲-۱-۱-۱) روش سریع اما غیر دقیق ۱۱۷
- ۳-۹-۲-۱-۲) قضیه ی حد مرکزی ۱۱۷
- ۳-۹-۲-۱-۳) روابط آماری ۱۱۸
- ۳-۹-۲-۱-۳-۱) نمونه گیری با جایگذاری از یک جامعه ی محدود و یا بدون جایگذاری از یک جامعه ی نامحدود ۱۱۸
- ۳-۹-۲-۱-۳-۲) نمونه گیری بدون جایگذاری از یک جامعه ی محدود ۱۱۸

- ۱۱۹..... روش های برآورد انحراف معیار جامعه (۱-۲-۳-۱-۱-۲-۹-۳)
- ۱۲۱..... روش نمونه گیری (۲-۱-۲-۹-۳)
- ۱۲۲..... جامعه ی آماری تازه کارهای (آماتورهای) بازار بورس تهران (۳-۹-۳)
- ۱۲۲..... نمونه ی آماری تازه کارهای (آماتورهای) بازار بورس تهران (۱-۳-۹-۳)
- ۱۲۲..... تعیین اندازه ی نمونه (۱-۱-۳-۹-۳)
- ۱۲۳..... روش نمونه گیری (۲-۱-۳-۹-۳)
- ۱۲۶..... (۱۰-۳) اطلاعات و داده ها (۱-۱۰-۳)
- ۱۲۶..... اطلاعات نرخ بازده و ریسک سالانه ی پنجاه شرکت برتر (۱-۱۰-۳)
- ۱۲۷..... اطلاعات نرخ بازده ریسک ماهانه ی پنجاه شرکت برتر (۲-۱۰-۳)
- ۱۲۸..... اطلاعات نرخ بازده ماهانه ی پنجاه شرکت برتر برای آزمون سبدها (۳-۱۰-۳)
- ۱۲۹..... ابزار جمع آوری اطلاعات و داده ها (۴-۱۰-۳)
- ۱۲۹..... ابزار جمع آوری اطلاعات نرخ بازده (۱-۴-۱۰-۳)
- ۱۲۹..... ابزار جمع آوری اطلاعات و داده های سبدهای تشکیلی خبرگان و آماتورها (۲-۴-۱۰-۳)
- ۱۲۹..... (۱۱-۳) قیود مسئله ی بهینه سازی پورتفوی (۱۱-۳)
- ۱۳۱..... جزئیات روش تحقیق، نحوه ی محاسبات، تحلیل داده ها و آزمون فرضیات (۱۲-۳)
- ۱۳۱..... (۱-۱۲-۳) انتخاب و چستی آزمون آماری تحلیل-واریانس یک-طرفه (یا تک-عاملی) (۱-۱۲-۳)
- ۱۳۳..... (۱-۱-۱۲-۳) انتخاب آزمون تعقیبی شیفه (۱-۱-۱۲-۳)
- ۱۳۵..... فصل چهارم: تجزیه و تحلیل اطلاعات و یافته های تحقیق (۱۳۵)**
- ۱۳۶..... (۱-۴) سبدهای حاصل از الگوریتم های ابتکاری و رتبه بندی درون گروهی (۱-۴)
- ۱۳۶..... (۱-۱-۴) الگوریتم ژنتیک: سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه (۱-۱-۴)
- ۱۴۱..... (۲-۱-۴) الگوریتم ترکیبی ژنتیک_نلدر-مید: سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه (۲-۱-۴)
- ۱۴۱..... (۳-۱-۴) الگوریتم گروه ذرات (PSO): سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه (۳-۱-۴)
- ۱۴۵..... (۴-۱-۴) الگوریتم رقابت استعماری (ICA): سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه (۴-۱-۴)
- ۱۴۹..... (۵-۱-۴) رتبه بندی و مقایسه ی الگوریتم ها با اطلاعات ورودی مختلف در تشکیل سبد (۵-۱-۴)
- ۱۵۷..... (۲-۴) سبدهای تشکیلی خبرگان (۲-۴)
- ۱۵۸..... (۳-۴) سبدهای تشکیلی تازه کارها (۳-۴)
- ۱۶۱..... (۴-۴) آزمون فرضیات (۴-۴)
- ۱۶۱..... (۱-۴-۴) تعریف فرض آماری و آزمون فرضیات (۱-۴-۴)

۱۶۱	تعریف فرض آماری فرضیات اصلی	۴-۴-۱
۱۶۲	آزمون فرضیات اصلی	۴-۴-۲
۱۶۳	تعریف فرض آماری فرضیات فرعی و آزمون آن ها	۴-۴-۳
۱۷۲	پاسخ به سؤالات تحقیق	۴-۵
۱۷۲	سؤال اول و پاسخ به آن	۴-۵-۱
۱۷۴	سؤالات دوم و سوم و پاسخ به آن ها	۴-۵-۲
۱۷۴	سؤال چهارم و پاسخ به آن	۴-۵-۳
۱۷۵	بحث و بررسی پیرامون یافته های پژوهش و توصیه هایی بر اساس یافته ها	۴-۶
۱۸۰	فصل پنجم : خلاصه، نتیجه گیری و پیشنهادها	
۱۸۱	مقدمه و خلاصه ای از مسئله و یافته های پژوهش	۵-۱
۱۸۲	نتیجه گیری	۵-۲
۱۸۳	مقایسه ی یافته های پژوهش با تحقیقات مشابه	۵-۳
۱۸۳	محدودیت های تحقیق	۵-۴
۱۸۴	کاربردهای تحقیق و استفاده کنندگان از نتایج پژوهش	۵-۵
۱۸۵	نوآوری و جنبه های جدید پژوهش	۵-۶
۱۸۶	پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی	۵-۷
۱۸۸	پیوست ها و ضمایم	
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 بورس اوراق بهادار تهران و معیارهای این رتبه بندی	
۲۱۲		
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) ۱. تحلیل واریانس تک - عاملی	۲۲۸
و) ۲. جدول آزمون تعقیبی شِفِه	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
منابع و مآخذ	۲۳۷
الف) مراجع فارسی	۲۳۸
ب) مراجع انگلیسی	۲۳۹

فهرست اشکال

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

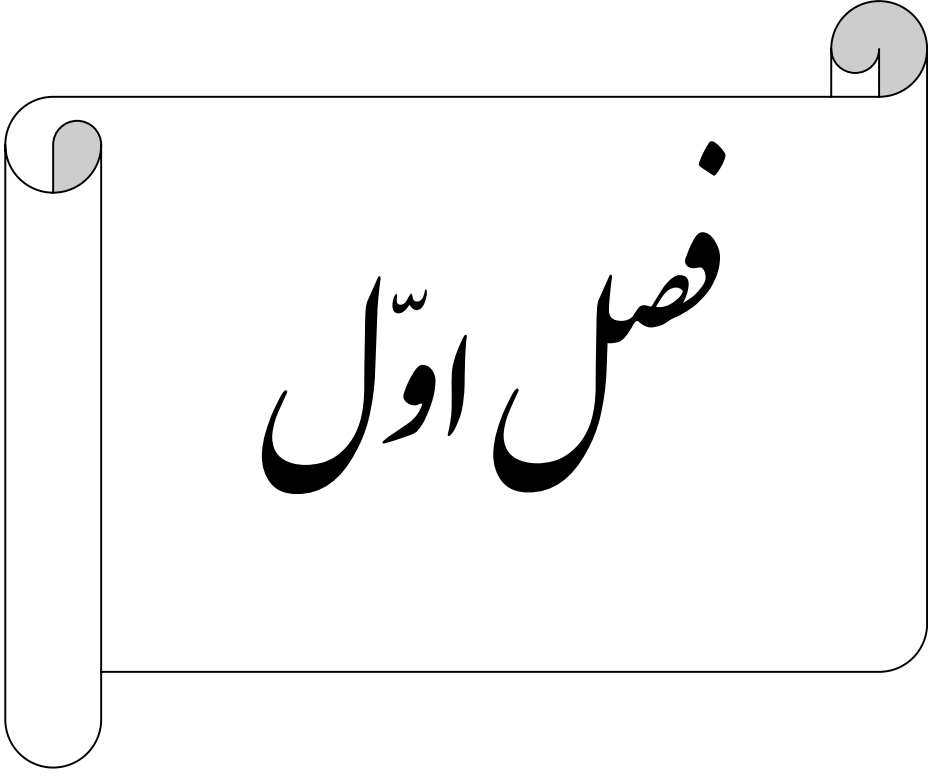
فهرست جداول

- 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 ۵-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک_نلدر_مید، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه..... ۱۴۳
- جدول ۶-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک_نلدر_مید، بر اساس اطلاعات بازده سالانه..... ۱۴۴
- جدول ۷-۴. پارامترهای PSO، سازگار با مسئله ی بهینه سازی پورتفوی..... ۱۴۵
- جدول ۸-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم PSO، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه..... ۱۴۸
- جدول ۹-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم PSO، بر اساس اطلاعات بازده سالانه..... ۱۴۸
- جدول ۱۰-۴. پارامترهای رقابت استعماری، سازگار با مسئله ی بهینه سازی پورتفوی..... ۱۴۹
- جدول ۱۱-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم رقابت استعماری، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه..... ۱۵۱
- جدول ۱۲-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم رقابت استعماری، بر اساس اطلاعات بازده سالانه..... ۱۵۲
- جدول ۱۳-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی های منتخب چهار الگوریتم ابتکاری، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه..... ۱۵۳
- جدول ۱۴-۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی های منتخب چهار الگوریتم ابتکاری، بر اساس اطلاعات بازده سالانه..... ۱۵۴
- جدول ۱۵-۴. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سبدهای منتخب الگوریتم ها – منتخب اطلاعات ماهانه و سالانه..... ۱۵۵
- جدول ۱۶-۴. رتبه بندی الگوریتم ها در تشکیل پورتفوی با اطلاعات ورودی مختلف، بر اساس معیار شارپ..... ۱۵۶
- جدول ۱۷-۴. مقایسه ی الگوریتم ها با اطلاعات ورودی مختلف، در تشکیل پورتفوی و بر اساس سرعت همگرایی (تعداد نسل – زمان همگرایی)..... ۱۵۷
- جدول ۱۸-۴. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سبد خبرگان..... ۱۵۹
- جدول ۱۹-۴. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سبد تازه کارها..... ۱۶۰
- جدول ۲۰-۴. 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 پورتهفوی بازار ۱۷۳



کلمات تخصصی

۱-۱) مقدمه

دستیابی به رشد بلند مدت و مداوم اقتصادی، نیازمند تجهیز و تخصیص بهینه‌ی منابع در سطح اقتصاد ملی است، و این مهم، بدون کمک بازارهای مالی، به ویژه بازار سرمایه‌ی گسترده و کارآمد، به سهولت امکان‌پذیر نیست. در یک اقتصاد سالم، وجود سیستم مالی کارآمد در توزیع مناسب سرمایه و منابع مالی، نقش اساسی دارد.

در بازارهای مالی، افراد و سازمان‌هایی که کسری منابع مالی دارند، با افراد و سازمان‌هایی که دارای مازاد منابع مالی هستند، رو به رو می‌شوند. تخصیص مناسب منابع مالی در بازار سرمایه، از جمله بازار بورس یکی از مهمترین مسائل روز است. تخصیص درست منابع نیازمند زمینه‌های مناسب سرمایه‌گذاری از یک طرف و ابزارها و تکنیک‌های تحلیل مناسب از طرف دیگر می‌باشد. یک تخصیص مناسب می‌تواند اطمینان خاطر سرمایه‌گذار را به دنبال داشته باشد و کارایی را نیز در بازار افزایش دهد.

تشکیل و بهینه‌سازی پورتفوی سهام در بازارهای مالی موجب کاهش ریسک غیرسیستماتیک سرمایه‌گذاری است و عملکرد سرمایه‌گذاری را به شدت افزایش می‌بخشد. هم‌اکنون بسیاری از فعالان بازار سرمایه از روش‌ها، نرم‌افزارها و رویکردهای سنتی برای تشکیل سبد سهام استفاده می‌کنند، این پژوهش با معرفی و به تصویر کشیدن عملکرد روش‌های نوین و ابتکاری، در صدد مقایسه‌ی عملکرد فعالان بازار با روش‌های صرفاً ریاضیاتی پیشرفته برمی‌آید و در پی آن است تا در صورت دستیابی روش‌های نوین به

عملکرد بهتر، مشوق فعالان بازار سرمایه برای جایگزین نمودن رویکردها و روش‌های سنتی، با روش‌های نو باشد، همچنین در این پژوهش، نوع اطلاعات ورودی تشکیل سبد مورد مذاقه قرار می‌گیرد. هدف از این پژوهش ارائه‌ی ابزارهایی مفید و کارا برای کمک به متخصصین حوزه‌ی مالی در عمل و همچنین محققین مالی در تئوری انتخاب پورتنفوی است. بنابراین، انتخاب بهترین و کاراترین روش و اطلاعات ورودی، از میان ابزارها و اطلاعات مختلف، هدف پژوهش است.

۱-۲) بیان مسئله

پایه و منطق تنوع بخشی به سهام آن است که ریسک کلی نگر داشته تعداد زیادی سهام، به مراتب کمتر از ریسک نگر داشته تعداد کم سهام است (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۳۲). اثرات تنوع بخشی و تشکیل پورتنفوی بر کاهش ریسک به طور گسترده‌ای توسط متخصصین مالی بررسی شده است (رجوع کنید به گائومینتز، ۱۹۶۷؛ ایوانز و آرچر، ۱۹۶۸)، اما باید دقت داشت که اهمیت مدیریت پورتنفوی در تعداد سهام نگهداری شده نیست، بلکه اهمیت آن، به ماهیت و درجه‌ی ریسک مرکب سهام پورتنفوی بستگی دارد (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۳۳). طی تحقیقات گسترده‌ی بریلی (بریلی، ۱۹۶۹)، پورتنفوی مرکب از ۱۱ سهام، که با دقت به خصوصیات ریسک و تنوع بخشی انتخاب شده باشد، به مراتب ریسک کمتری نسبت به پورتنفوی ۲۰۰۰ سهمی منتخب بدون توجه به معیار ریسک، دارد! تشکیل و بهینه‌سازی پورتنفوی سهام در بازارهای مالی موجب کاهش ریسک غیرسیستماتیک سرمایه‌گذاری است و عملکرد سرمایه‌گذاری را به شدت افزایش می‌بخشد.

ریسک‌گریزی از خصوصیات ذاتی سرمایه‌گذاران می‌باشد (مارکوویتز، ۱۹۵۲؛ هاگین، ۱۹۷۹). بنابراین، در محیط‌های پیچیده و پر از ریسکی همانند بازار بورس، چگونگی تشکیل سبدهای بهینه با ریسک و بازدهی معقول و متناسب، مسئله‌ی اساسی است. همچنین تحقیقات نشان داده است که بازارهای مالی ایران، عمدتاً از تئوری قدم‌های تصادفی پیروی نمی‌کنند (راعی و تلنگی، ۱۳۸۷، ص ۵۱۴-۵۱۲)، آیا در

اینچنین بازارهایی ممکن است اطلاعات تاریخی سهام، به طور کامل در بازار انعکاس و رخنمون ننمایند، اصطلاحاً در قیمت‌ها هضم نشوند، و بتوان با استفاده از آن‌ها به منفعتی دست یافت؟ آیا در اینچنین بازارهایی ممکن است کارگزاری‌ها با در اختیار داشتن خبرگان و متخصصین بتوانند بهتر از متوسط بازار عمل کرده و به سودهای کلان دست یابند؟ از طرفی بررسی عملکرد تازه‌کارهای (آماتورها) بازار بورس نیز موضوع جذاب و جالبی است؛ آیا آن‌ها از عملکرد مناسبی برخوردارند؟ به طور کلی، عملکرد خبرگان و تازه‌کارها (آماتورها) در این بازار چگونه است؟ آیا توصیه‌های سرمایه‌گذاری خبرگان بر روش‌های سیستماتیک و عددی ارجحیت دارند؟ اگر توصیه‌ی خبرگان در دسترس نباشد آیا تازه‌کارها (آماتورها) عملکرد خوبی دارند؟، عملکردی بهتر از روش‌های سیستماتیک و عددی؟ و...

به نظر می‌رسد که با توجه به این توضیحات و سؤالات گوناگون، مسئله‌ی چگونگی سرمایه‌گذاری در بازار بورس با ابهامات زیادی همراه است و حتی شاید گاه خبرگان و متخصصین هم در اعتماد به تصمیم‌های خود دچار شک و تردید فراوانند و گهگاه به این فکر می‌افتند که شاید تصمیمات نرم‌افزارها و روش‌های کمی، دقیق‌تر و سیستماتیک‌تر از تصمیمات آن‌ها باشد. در واقع در این بازار غیرکارا، هنوز پایه‌ی مستحکمی برای اعتماد به تصمیمات حساس چگونگی سرمایه‌گذاری و در گامی فراتر، چگونگی تشکیل پورتفوی وجود ندارد.

در مورد انتخاب پورتفوی بهینه‌ای از سهام، دو هدف عمده‌ای که مورد توجه هستند عبارتند از حداکثر کردن بازدهی و حداقل کردن ریسک؛ که در واقع ارضاء این قیود منجر به حداکثر سازی مطلوبیت می‌گردد. این اهداف را بایستی با توجه به محدودیت‌های کارکردی و سیاسی بهینه کرد، در مورد انتخاب پورتفوی سهام، محدودیت کارکردی همان محدودیت بودجه است و محدودیت‌های سیاسی محدودیت‌هایی هستند که بر اساس شرایط مدیریتی، محیطی و قانونی بر مدل تحمیل می‌شوند، مثلاً تعیین حداقل و حداکثر برای سهام.

چگونگی تنوع‌بخشی و بهینه‌سازی پورتفوی با توجه به این قیود و اتخاذ استراتژی‌های مربوطه، محل بحث می‌باشد. سال‌هاست در حل چنین مسائل پیچیده‌ای، ریاضیات پیشرفته و کامپیوترها به کمک انسان شتافته‌اند تا هر چه بیشتر وی را در بیرون آوردن از شرایط عدم اطمینان محیطی و ابهام یاری رسانند.

از جمله روش‌هایی که در سال‌های اخیر در حل بسیاری مسائل بهینه‌سازی، گره‌گشای ابهامات بشر بوده است و در پاسخ به مسائل پیچیده رویکردی موفق داشته است، روش‌ها و الگوریتم‌های موسوم به ابتکاری (فراابتکاری^۱ نیز نامیده می‌شوند) است. روش‌های ابتکاری که با هدف رفع کاستی‌های کلاسیک-های بهینه‌سازی معرفی شدند با جستجویی جامع و تصادفی، احتمال دستیابی به نتایج بهتر را تا حد زیادی تضمین می‌کنند. از جمله‌ی این الگوریتم‌ها می‌توان به الگوریتم ژنتیک، شبیه‌سازی آباتکاری فلزات – تبرید فلزات یا بازیخت شبیه‌سازی شده‌ی فلزات^۲ نیز نامیده می‌شود، جستجوی تابو^۳، PSO یا کوچ پرندگان، کولونی مورچگان، کولونی زنبورها، رقابت استعماری و ... اشاره کرد.

پژوهش حاضر، با به کارگیری تعدادی از مشهورترین و کاراترین این روش‌ها، که در حوزه‌ی ادبیات مالی نیز بسیار نو و ناب می‌باشند، ابتداءً در صدد یافتن پاسخی جدید و ابتکاری برای مسئله‌ی بهینه‌سازی و انتخاب پورتفوی است. همچنین پژوهش، این روش‌ها را با دو نوع مختلف از اطلاعات ورودی به کار گرفته، مورد آزمون قرار می‌دهد، تا تأثیر اطلاعات ورودی بر عملکرد سبد را نیز دریابد. سپس، تحقیق به جمع‌آوری و تشکیل سبدهای پیشنهادی خبرگان و تازه‌کارهای (آماتورها) بازار می‌پردازد تا در نهایت مقایسه‌ای بین هوش و تجربه‌ی انسانی با نتایج صرفاً کمی کامپیوتری را انجام داده، چگونگی بازده سبدهای تشکیلی توسط این سه رویکرد (ابتکاری- خبرگانی- تازه‌کارها) در بازارهایی همچون بازار بورس تهران را مورد ارزیابی قرار دهد و در نتیجه تعیین نماید که کدام رویکرد عملکرد بهتری داشته، قابلیت بومی‌سازی و توصیه به سرمایه‌گذاران را داراست.

¹ Meta heuristic

² Simulated annealing

³ Tabu search

بنا بر توضیحات فوق، هدف اصلی این پژوهش عبارتست از "انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش‌های ابتکاری و با اطلاعات ورودی مختلف و نیز نظرات خبرگان و تازه‌کارهای بازار بورس، و مقایسه‌ی سبدهای تشکیلی این رویکردها و ورودی‌های مختلف، برای انتخاب متناسب‌ترین رویکرد و اطلاعات ورودی جهت بومی‌سازی و کاربرد در ایران، با تأکید بر تجربه‌ی بورس تهران".

۳-۱) ضرورت، اهمیت و توجیه انجام تحقیق

همانطور که می‌دانیم بازارهای ثانویه‌ی مالی، همانند بورس اوراق بهادار، از مهمترین عوامل و مکان‌های جذب سرمایه هستند. همچنین، یکی از مهمترین شاخص‌ها و عوامل مؤثر بر رونق و رشد اقتصادی هر کشوری، پویایی بازارهای سرمایه‌ی آن کشور است.

کشور ما ایران نیز، از این قاعده مستثنی نیست، و با توجه به اینکه ایران کشوری است در حال توسعه و رشد اقتصادی حداقل ۸٪ یکی از اهداف و پیش‌بینی‌های برنامه‌ی چهارم توسعه‌ی اقتصادی کشور بوده است (وبسایت وزارت امور اقتصادی و دارایی)^۱، اهمیت بازارهای سرمایه بیش از پیش نمود پیدا می‌کند. به عبارتی اهمیت (و البته جذابیت) امروز بازار بورس، که نماد مهم بازارهای سرمایه است، به مراتب بیشتر از اولین روزهای بازگشایی بورس در سال ۱۳۶۹ است.

همچنین، شتاب گرفتن اجرای سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی و خصوصی‌سازی شرکت‌های دولتی که سبب ورود پتانسیل‌های عظیم سودآوری به بازار بورس است (همانند واگذاری سهام شرکت مخابرات، واگذاری سهام شرکت مپنا و ...)، سبب شده است تا هر روز تعداد بیشتری از سرمایه‌گذاران به سرمایه‌گذاری در بورس علاقه‌مند شده، بازار را پویاتر و پر جنب و جوش‌تر از گذشته سازند. شایان ذکر است که پیشرفت و رشد علمی اخیر کشور نیز، سهم عمده‌ای در اعتلای نقش بازار سرمایه بازی کرده است، به طوری که به نظر می‌رسد تعداد افرادی که با رویکرد علمی و سیستماتیک به این وادی از تجارت و کسب و

^۱ منبع: وبسایت وزارت امور اقتصادی و دارایی:
<http://www.mefa.gov.ir/laws/dbpindex.asp?DN=4>

کار وارد می‌شوند رو به افزایش است (آمار کارگزاری‌های فعال، گسترش نرم‌افزارهای مدیریت سرمایه و پورتفوی، پژوهش‌های دانشگاهی مربوطه و ... گواهی بر این مدعاست).

اصولاً تشکیل بازارهای ثانویه برای ایجاد جذابیت برای سهام شرکت‌ها و فروش بهتر سهام اولیه است (شارپ، ۱۹۷۸)، اما اگر راهکارهایی وجود نداشته باشد که این بازارها از مجرای صحیح خود عمل کنند، بازارها به بیراهه رفته، دلال بازی، سفته بازی و بورس بازی رواج می‌یابد و مفهوم سرمایه‌گذاری رنگ باخته، جای خود را به قمار می‌دهد. از این رو در بازارهای بورس، بالأخص بورس نوپایی همانند بورس ایران، کج ننه‌اند، و صحیح نهادن خشت‌های اولیه توسط معماران این بازارها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. اما این معماران چه کسانی هستند؟ بخش مهمی از این معماران، مشاوران سرمایه‌گذاری می‌باشند که عمدتاً در قالب شرکت‌های کارگزاری، سرمایه‌گذاری، بانک‌ها و بیمه‌ها، فعال هستند، و ضروری است که این مشاوران، مشاوره‌های سیستماتیک و مبتنی بر علم و دانش را هر چه بیشتر رواج دهند.

بنابراین پر واضح است که اجرا و پیاده‌سازی شیوه‌های علمی و سیستماتیک در اینچنین بازار رو به گسترشی از اهمیت بالایی برخوردار است. تشکیل پورتفوی سهام و بهینه‌سازی آن با استفاده از روش‌های بهینه‌سازی یکی از اساسی‌ترین شروط برای موفقیت در بازار سهام است، دست کم، این روش پایه‌ی خوبی برای شروع سرمایه‌گذاری و نیز تلفیق علم با تجربه و اطلاعات مختلف است. از بُعد دیگر، ورود به بازار سرمایه و استفاده از ابزارهای جدید و مناسب جهت کسب بازدهی بیشتر، گامی در جهت کارا تر شدن بازار است. این امر حائز اهمیت بسیار زیادی است، زیرا:

- استفاده از ابزارهای جدید می‌تواند بازدهی سرمایه‌گذاری را افزایش دهد.
- بازدهی بیشتر برای سرمایه‌گذاری، تخصیص بهتر منابع و گسترش آن‌ها را در پی خواهد داشت.

به عبارت دیگر، حل مسئله‌ی انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام به روش‌های صرفاً کمی و مقایسه‌ی این سبدهای منتخب با سبدهای تشکیلی خبرگان و تازه‌کارهای (آماتورها) بازار بورس جهت ایجاد چارچوب و پایه‌ای برای چگونگی مشاوره‌های سرمایه‌گذاری و اخذ تصمیمات مربوطه، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

آنچه هرگز پیش از این مورد مطالعه قرار نگرفته است و در عین حال بسیار مهم است، شامل موارد زیر می‌باشد:

- آیا اجرای صرفاً یک روش بهینه‌سازی، به مثابه‌ی نوشداروست و نماینده‌ی مناسبی است برای همه‌ی این روش‌ها؟
 - آیا نمی‌باید، تجربه‌ی خبرگان را نیز در نظر بگیریم تا کارایی روش‌های آنان نیز در بوته‌ی آزمایش و مقایسه قرار گیرد؟
 - آیا نمی‌باید، عملکرد تازه‌کارها را نیز در نظر بگیریم تا کارایی روش‌های آنان نیز در بوته‌ی آزمایش و مقایسه قرار گیرد؟
 - جایگاه و عملکرد روش‌های نوین بهینه‌سازی در حل مسئله‌ی پورترفوی کجا و چگونه است؟
 - جایگاه و عملکرد نوع اطلاعات ورودی در حل مسئله‌ی پورترفوی چگونه است؟
- پژوهش حاضر تلاشی است در راستای پاسخ به این سؤالات و پر کردن خلأهای موجود.

۴-۱) هدف تحقیق

هدف اصلی این پژوهش عبارتست از "انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش‌های ابتکاری و با اطلاعات ورودی مختلف و نیز نظرات خبرگان و تازه‌کارهای بازار بورس، و مقایسه‌ی سبدهای تشکیلی این رویکردها و ورودی‌های مختلف، برای انتخاب متناسب‌ترین رویکرد و اطلاعات ورودی جهت بومی‌سازی و کاربرد در ایران، با تأکید بر تجربه‌ی بورس تهران".

۵-۱) تبیین سؤالات و فرضیات تحقیق

۱-۵-۱) سؤالات تحقیق

با توجه به مباحث فوق و هدف این تحقیق، می‌توان سؤالات تحقیق را به صورت زیر طرح کرد:

۱. آیا می‌توان با استفاده از روش‌های ابتکاری به انتخاب و بهینه‌سازی پورتهوی سهام پرداخت و سازگاری این روش‌ها با مسئله‌ی پورتهوی چگونه است؟
۲. جایگاه و رتبه‌ی هر کدام از رویکردهای سه‌گانه‌ی انتخاب پورتهوی (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؟
۴. آیا نوع اطلاعات ورودی تشکیل سبد (بین دو حالت ماهانه و سالانه)، بر عملکرد سبد مؤثر است؟

۲-۵-۱) فرضیات تحقیق

۱-۲-۵-۱) فرضیات اصلی

با توجه به سؤالات فوق، می‌توان فرضیات اصلی زیر را تبیین کرد:

۱. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، و عملکرد پورتهوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد.
۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه، و عملکرد پورتهوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد.
۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه و سالانه)، و عملکرد پورتهوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد.

۱-۵-۲-۱) فرضیات فرعی

فرضیات اصلی، منجر به تبیین فرضیات فرعی زیر می‌شود:

۱.۱. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، با عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد.

۲.۱. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد.

۳.۱. عملکرد سبدهای منتخب خبرگان با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد.

۱.۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه، با عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد.

۲.۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه، با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد.

۱.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه و سالانه) با عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد.

۲.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه و سالانه) با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد.

۳.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه با عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد^۱.

^۱ توجه شود که این فرضیه فرعی، مستقیماً زیر مجموعه‌ای از فرضیه اصلی ۳ نمی‌باشد، اما به دلیل نوع آزمون آن، که در ادامه بیشتر توضیح داده خواهد شد، مؤلف تصمیم گرفت تا آنرا به عنوان فرضی فرعی مطرح سازد. از آنجا که در استاندارد فرضیه‌گذاری، نمی‌توان به فرضیه‌های فرعی شماره‌ی جداگانه اختصاص داد، مناسب‌ترین فرضیه اصلی‌ای که این فرض می‌توانست به عنوان زیر مجموعه‌ای از آن اعلام شود، فرضیه سوم بود، لذا این تقسیم‌بندی صرفاً برای رعایت چارچوب فرضیه‌گذاری است.

۶-۱ روش تحقیق

۱-۶-۱ رویکرد روش‌های ابتکاری برای حل مسئله

روش‌های ابتکاری برای حل مسائل پیچیده‌ی بهینه‌سازی ابداع شدند، آزمون این روش‌ها در مسائل مختلف فنی و مهندسی، اقتصادی، مالی و... نشان داده است که به کمک آن‌ها می‌توان به پاسخ‌های مناسبی دست یافت و از آنجا که روش‌های ابتکاری به یک جستجوی جامع تصادفی دست می‌زنند، احتمال دستیابی این روش‌ها به پاسخ‌های برتر به شدت افزایش می‌یابد. در این تحقیق، با توجه به ماهیت موضوع مورد بررسی، روش‌های ابتکاری - به عنوان تکنیک‌های کارای بهینه‌سازی سیستم‌های طبیعی و غیرطبیعی - به کار گرفته شده‌اند. این روش‌ها به بیشینه کردن مطلوبیت سرمایه‌گذار به واسطه‌ی کمینه کردن ریسک سرمایه‌گذاری و بیشینه کردن بازدهی آن، می‌پردازند.

۱-۶-۲ متدولوژی

با توجه به ماهیت موضوع تحقیق و هدف آن، روش‌های ابتکاری مورد استفاده در این پژوهش نوعی مدل تجویزی-ریاضی^۱ می‌باشند. مدل‌های تجویزی که در برنامه‌ریزی‌ها کاربرد بسیاری دارند، از معادلات ساده‌ی ریاضی تا برنامه‌ریزی خطی و پویا را در بر می‌گیرند. یک مدل تجویزی معمولاً شامل تابع هدف و محدودیت‌هاست و جواب منطقی بهینه را ارائه می‌کند، مدل‌های ریاضی، بهترین مدل برای بهینه‌سازی سیستم‌های غیرطبیعی است.

اطلاعات مورد نیاز جهت اجرای این پژوهش از انواع روش‌های میدانی، کتابخانه‌ای، و مرور داده‌های گذشته به دست خواهد آمد و سپس با استفاده از داده‌های به دست آمده سعی می‌شود تا با در نظر گرفتن تابع هدف و محدودیت‌ها و قیود، به پاسخی بهینه دست یابیم.

^۱ Prescriptive Models

پس از تشکیل سبدها بر اساس روش‌های ابتکاری و به کمک دو نوع مختلف از اطلاعات ورودی، به جمع‌آوری سبدهای خبرگان و تازه‌کارهای بازار نیز پرداخته می‌شود. سپس، هر سه گروه از سبدها، در دوره‌ی آزمون، به شرایط واقعی بازار اعمال می‌شوند تا مورد آزمون قرار گرفته، عملکرد واقعی خود را آشکار سازند. در ادامه با استفاده از تحلیل واریانس یک-طرفه، متوسط عملکرد گروه‌ها مورد آزمون آماری قرار می‌گیرند تا معناداری تفاوت یا عدم آن تأیید یا رد شود. با توجه به این توضیحات، متدولوژی تحقیق حاضر را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

الف. مطالعه، بررسی و گردآوری ادبیات انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی سهام.

ب. شناسایی و بررسی اهداف، محدودیت‌ها و قیود در انتخاب سهام.

ج. جمع‌آوری داده‌ها و پیاده‌سازی مدل‌ها.

د. جمع‌آوری سبدهای خبرگان و تازه‌کارها.

ه. اعمال سبدها به شرایط واقعی بازار و خرید و نگهداری فرضی سهام طبق آن‌ها.

و. سنجش عملکرد واقعی سبدها در دوره‌ی آزمون و مقایسه‌ی آماری عملکردها جهت تعیین کاراترین

رویکرد، روش و اطلاعات ورودی.

ز. بحث و بررسی پیرامون یافته‌ها و ارائه‌ی پیشنهادهایی جهت افزایش کارایی سرمایه‌گذاری در سید

سهام.

در نهایت ذکر این نکته ضروری است که در فصل سوم، متدولوژی پژوهش با جزئیات کامل مورد بحث

و بررسی قرار گرفته است و این بخش، صرفاً متدولوژی تحقیق، در یک نگاه کلی بود.

۷-۱) قلمرو تحقیق

به منظور انجام این تحقیق، داده‌های بازدهی ماهانه و سالانه‌ی سهام ۵۰ شرکت برتر بازار بورس اوراق بهادار تهران، طبق لیست منتشره‌ی سازمان بورس اوراق بهادار تهران در اوّل بهمن‌ماه ۱۳۸۸، برای ۷۱ ماه منتهی به بهمن‌ماه ۱۳۸۸ و به طور معادل ۶ دوره‌ی منتهی به اسفندماه ۱۳۸۷ انتخاب گردیدند.

۸-۱) تحقیقات مشابه

پس از بررسی‌های انجام شده مهم‌ترین پژوهش‌هایی که در زمینه‌ی انتخاب، تشکیل و بهینه‌سازی پورتفوی صورت گرفته مشخص گردید، که به تفکیک خارجی یا داخلی بودن تحقیق، به ترتیب در دو جدول ۱-۱ و ۲-۱ آورده شده است.

با توجه به این جداول مشخص خواهد شد که کاربرد برخی روش‌های این پژوهش در مقوله‌های مالی بی‌سابقه است و بالأخص کاربرد این روش‌ها در زمینه‌ی پورتفوی کاملاً نو و جدید می‌باشد. مؤلف در زمینه‌ی سنجش عملکرد پورتفوی خبرگان و تازه‌کارها نیز موفق به یافتن تحقیقی داخلی نشد، و کار در این زمینه هم در ایران کاملاً نو می‌باشد (تحقیقات خارجی در زمینه‌ی سنجش عملکرد پورتفوی‌های مختلف -البته، نه به صورت تفکیک خبرگان و تازه‌کارها- بسیار گسترده و متنوع است که با توجه به اهمیت و دخیل بودن نوع جامعه‌ی آماری که سبب عدم تعمیم‌پذیری این پژوهش‌ها می‌شود و نیز متغیرهای متنوع آن‌ها، از ذکر این تحقیقات در این بخش خودداری نمودیم).

این قسمت صرفاً اشاره‌ای است فهرست‌وار به عناوین پژوهش‌های مشابه، و در فصل دوم، عمده‌ی این تحقیقات، با جزئیات کامل مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

جدول ۱-۱. مهمترین پژوهش‌های خارجی در زمینه‌ی انتخاب، تشکیل و بهینه‌سازی پورتفوی سهام

ردیف	عنوان پژوهش	پژوهشگر(ها)	نوع پژوهش	سال (میلادی)
۱	مدلی نو برای انتخاب پورتفوی در شرایط عدم اطمینان	لی و ژو	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۲۰۰۹
۲	عوامل تعیین کننده‌ی انتخاب پورتفوی	فرینجز و همکاران	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۲۰۰۸
۳	بهینه‌سازی پورتفوی در پروژه‌های سرمایه‌گذاری	ایپرل و همکاران	مقاله (کنفرانس)	۲۰۰۲
۴	کاربرد الگوریتم‌های بهینه‌سازی در انتخاب پورتفوی	بی	تز دکتری	۲۰۰۱
۵	رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی فازی برای انتخاب پورتفوی	پارا و همکاران	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۲۰۰۱
۶	کاربرد الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی پورتفوی در صنعت نفت و گاز	فیشر	مقاله (کنفرانس)	۲۰۰۰
۷	کاربرد الگوریتم ترکیبی ژنتیک-شبکه‌های هوشمند عصبی در انتخاب، بهینه‌سازی و مدیریت پورتفوی	لازو و همکاران	مقاله (کنفرانس)	۲۰۰۰
۸	الگوریتم برنامه‌ریزی خطی برای انتخاب بهینه‌ی پورتفوی با در نظر گرفتن هزینه‌ی مبادله	لی و همکاران	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۲۰۰۰
۹	انتخاب پورتفوی با هزینه‌های ثابت و کمینگی مجموع مبادلات به کمک برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط	کلرر و همکاران	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۲۰۰۰
۱۰	انتخاب پورتفوی به کمک برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط	برتسیماس و همکاران	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۱۹۹۹
۱۱	کاربرد الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی چند مرحله‌ای پورتفوی	چان و همکاران	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۱۹۹۹
۱۲	برنامه‌ریزی تکاملی فازی برای انتخاب پورتفوی سرمایه‌گذاری	ون لی	مقاله (کنفرانس)	۱۹۹۹
۱۳	برنامه‌ریزی خطی برای انتخاب پورتفوی در صندوق-های سرمایه‌گذاری مشترک	شارپ	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۱۹۶۴
۱۴	انتخاب پورتفوی	مارکویتز	مقاله (مجله‌ی تخصصی)	۱۹۵۲

منبع: تحقیقات مؤلف

جدول ۱-۲. مهمترین پژوهش‌های داخلی در زمینه‌ی انتخاب، تشکیل و بهینه‌سازی پورتفوی سهام

ردیف	عنوان پژوهش	پژوهشگر	نوع پژوهش	سال (هجری خورشیدی)
۱	طراحی و تبیین الگوی تصمیم‌گیری در مدیریت پورتفوی اوراق بهادار به کمک سیستم‌های اطلاعاتی (DSS)	مسعود حجاریان کاشانی	تز دکتری	۱۳۷۹
۲	طراحی مدل سرمایه‌گذاری مناسب در سبد سهام با استفاده از هوش مصنوعی (شبکه‌های عصبی)	رضا راعی	تز دکتری	۱۳۷۷
۳	انتخاب سبد سهام بهینه مبتنی بر Value-at-Risk به عنوان معیار ریسک و با استفاده از الگوریتم‌های فراابتکاری	محسن رحمتی	پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد	۱۳۸۷
۴	ارائه‌ی یک مدل ریاضی برای انتخاب پورتفوی سهام با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی	عباس رضایی پندری	پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد	۱۳۸۷
۵	ارائه‌ی مدلی به منظور انتخاب سبد سهام در بازار بورس اوراق بهادار به وسیله‌ی تصمیم‌گیری چند معیاره (مطالعه‌ی موردی ۵۰ شرکت برتر)	سلیم شریفی	پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد	۱۳۸۶
۶	مسئله انتخاب پورتفوی با استفاده از سه معیار میانگین بازدهی، انحراف معیار بازدهی و نقدشوندگی در بورس اوراق بهادار تهران	علیرضا سارنج	پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد	۱۳۸۶
۷	انتخاب یک سبد سهام از بین سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک	نازنین محمدی استخری	پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد	۱۳۸۵
۸	طراحی مدل ریاضی برای انتخاب پورتفوی بهینه با استفاده از منطق برنامه‌ریزی فازی	احمد تلنگی	پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد	۱۳۷۷

منبع: تحقیقات مؤلف

۹-۱) کاربردهای تحقیق و استفاده کنندگان از نتایج پژوهش

کاربردهایی که از انجام این پژوهش متصور است عبارتند از:

- ایجاد چشم‌انداز برای ورود به بازار بورس.
- به دست آوردن روش سازگار با شرایط بازار ایران جهت تشکیل پورتفوی.
- به دست آوردن نوع اطلاعات ورودی سازگار با شرایط بازار ایران جهت تشکیل پورتفوی.

- کمی‌سازی و سیستماتیک کردن فرآیند تجارت در بورس و ایجاد الگویی برای سایر سرمایه‌گذاران.
 - تعیین کارایی و سنجش عملکرد خبرگان، تازه‌کارها و روش‌های علمی در بورس ایران.
 - سنجشی هر چند مختصر، از شکل ضعیف فرضیه‌ی بازار کارا در بورس تهران.
- همچنین، با توجه به کاربردی بودن طرح، انواعی از شرکت‌ها و سازمان‌هایی که می‌توانند از نتایج به دست آمده از این پژوهش استفاده کنند عبارتند از:
- سازمان بورس اوراق بهادار (بورس‌های منطقه‌ای و...)، شرکت‌های کارگزاری^۱، شرکت‌های سرمایه‌گذاری، صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری^۲، شرکت‌های بیمه، بانک‌ها، سرمایه‌گذاران فردی و علاقه‌مندان به سرمایه‌گذاری در بورس، دانشجویان و اساتید مالی، حسابداری و ...

۱-۱) نوآوری و جنبه‌های جدید پژوهش

در این تحقیق تلاش می‌شود تا جامع‌نگری بیشتری نسبت به مقوله‌ی تشکیل پورتهوی صورت پذیرد و حل مسئله، محدود به یک روش و راه حل نشود. همچنین، نه تنها از روش‌های نوین و ابتکاری برای حل مسئله استفاده خواهد شد، بلکه از میان این روش‌ها نیز کاراترین و جدیدترین‌ها برگزیده شده‌اند، به عبارت دقیق‌تر، سه روش از چهار الگوریتم این پژوهش، در مقوله‌ی مدیریت مالی کاملاً جدید بوده، نمی‌توان هیچ سابقه‌ای از کاربرد آن‌ها در این زمینه یافت.

به علاوه، مد نظر قرار دادن تجربه و عملکرد خبرگان و تازه‌کارهای بازار نیز به نوبه‌ی خود رویکردی نو می‌باشد و این مقایسه‌ی حیاتی و مهم بین روش علمی محض -ابتکاری- و تجربه‌ی بازار، هرگز پیش از این در ایران صورت نگرفته، و نوآوری دیگر این تحقیق می‌باشد. در فصل پنجم نیز، این نوآوری‌ها به همراه چند مورد دیگر، مورد مذاقه قرار خواهند گرفت.

¹ Broker

² Mutual Funds

۱-۱) تعریف مختصر اصطلاحات، مفاهیم و واژه‌های تخصصی

همانطور که از عنوان این بخش نیز پیداست، تعاریف ارائه شده در این قسمت، تا حد امکان خلاصه گردیده‌اند، و صرفاً جهت آشنایی کلی خوانندگانی است که برای ایشان، موضوع پژوهش کاملاً نو می‌باشد. شرح گسترده‌ی تعاریف، به همراه توضیحات جانبی و جزئیات بیشتر، در فصل دوم این پژوهش ارائه خواهد شد.

مدل ریاضی: رابطه‌ای است شامل متغیرها، پارامترها، معادلات و اعمال ریاضی (آذر، ۱۳۸۵).

سهام: اوراق بهاداری است که نسبت به سود و دارایی شرکت پس از ادای تعهدات شرکت، دارای حقوق و ادعاست (راعی و تلنگی، ۱۳۸۷).

پورتفوی سهام: معنی ساده‌ی واژه‌ی پورتفوی سرمایه‌گذاری - سبد سرمایه‌گذاری به طور عام و سبد سهام به طور خاص - عبارت از ترکیب دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده توسط یک سرمایه‌گذار، اعم از فرد یا نهاد است. به لحاظ فنی، یک سبد سرمایه‌گذاری، مجموعه‌ی کامل دارایی‌های حقیقی و مالی سرمایه‌گذار را در بر می‌گیرد (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

مدیریت پورتفوی: مطالعه‌ی همه‌ی جوانب پورتفوی را می‌توان مدیریت پورتفوی توصیف نمود.

بازده: بازده سرمایه‌گذاری در سهام، در یک دوره‌ی معین، شامل هرگونه وجوه نقدی دریافتی به اضافه‌ی تغییرات قیمت در طول دوره، تقسیم بر قیمت اوراق یا دارایی در زمان خرید است (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

بازده مورد انتظار یک سهم: سرمایه‌گذاران، سهام را به خاطر بازده آتی آن خریداری می‌کنند. از آنجا که این بازده غیر قطعی است، بازده مورد انتظار سهام در واقع قضاوت‌هایی احتمالی هستند از بازدهی آتی سهام (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

بازده مورد انتظار پورترفوی: بازده مورد انتظار برای مجموعه‌ای از اوراق بهادار که تشکیل پورترفوی می‌دهند، برابر با میانگین وزنی بازده مورد انتظار کلیه‌ی اوراق بهادار تشکیل دهنده‌ی پورترفوی می‌باشد (مارکوویتز، ۱۹۵۲).

ریسک: ریسک به عنوان تغییرپذیری بازده تعریف می‌شود، و اغلب می‌توان با تقریب خوبی، از انحراف معیار بازده سال‌های گذشته به عنوان معیار ریسک استفاده کرد (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

دارایی بدون ریسک: بازده دارایی بدون ریسک قطعی بوده و واریانس بازده آن معادل صفر است، بنابراین نرخ بازده بدون ریسک در هر دوره، با بازده مورد انتظار آن برابر است (هاگین، ۱۹۷۹).

ریسک پورترفوی: ریسک برای مجموعه‌ای از اوراق بهادار که تشکیل پورترفوی می‌دهند برابر با حاصلضرب مرتب وزن هر سهم در ریسک آن سهم، به علاوه‌ی حاصلضرب اوزان هر زوج از سهام در یکدیگر و در کوواریانس فی‌مابین آن‌هاست (مارکوویتز، ۱۹۵۲).

سبد سرمایه‌گذاری بازار (پورترفوی بازار یا بدره‌ی بازار): عبارت از سبد همه‌ی دارایی‌های ریسکی است که وزن هر دارایی در آن عبارتست از نسبت ارزش بازار آن به ارزش بازار کل دارایی‌های ریسکی (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

مدیریت منفعلانه و مدیریت فعالانه^۱: مدیریت منفعلانه بر مبنای این استراتژی شکل گرفته است که ریسک را از طریق ایجاد تنوع و کسب یک نرخ بازده متوسط و منطبق بر ریسک کنترل می‌کند، این نوع مدیریت سبد را تشکیل داده و سهام را نگهداری می‌نماید، این مدیریت بیشتر پیرو استراتژی خرید و نگهداری^۲ می‌باشد. مدیریت فعالانه، هر لحظه در پی برتری یافتن بر بازار می‌باشد، این نوع مدیر، مرتباً سبد را به روز رسانی کرده، در مبادلات بیشتر پیرو استراتژی خرید و فروش^۳ است (هاگین، ۱۹۷۹).

^۱ Inactive and active management

^۲ Buy and Hold

^۳ Buy and Sell

اثر ژانویه (اثر فروردین در ایران)^۱: به گرایش مشهود بازده سهام به افزایش غیر منتظره در ماه ژانویه در بازارهای کشورهای که این ماه شروع سال نوی آنهاست، اطلاق می‌شود (در ایران، به دلیل شروع سال نو در ابتدای بهار، این پدیده در فروردین ماه رخ می‌دهد).

تحلیل بنیادی^۲: پیش‌بینی درباره‌ی رفتار قیمت سهام بر اساس عواملی که برای یک شرکت، صنعت مربوطه و یا اقتصاد، بنیادی یا درونی‌اند؛ مثل درآمدها، محصولات، مدیریت، رقابت، مخارج مصرف‌کنندگان و ... (هاگین، ۱۹۷۹).

تحلیل تکنیکی^۳: اعتقاد به این که تمامی عوامل بنیادی در رفتار بازار سهام منعکس می‌شوند. بنابراین، از نظر یک تحلیلگر تکنیکی، تمام داده‌های مهم برای بازار بورس درونی بوده و تغییرات آتی قیمت سهام از طریق مطالعه‌ی اطلاعات تاریخی بازار سهام قابل پیش‌بینی است (هاگین، ۱۹۷۹).

شرکت کارگزاری: در نمونه اساسنامه‌ی شرکت‌های کارگزاری، ماده‌ی ۲، موضوع شرکت و خدمات کارگزاری چنین تعریف شده است:

الف) سرمایه‌گذاری و خدمات کارگزاری

۱. خرید و فروش اوراق بهادار پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، به نمایندگی از طرف اشخاص یا به حساب خود.
۲. پذیره‌نویسی اوراق بهادار پذیرفته شده در بورس.
۳. اداره‌ی امور سرمایه‌گذاری‌ها به نمایندگی از طرف اشخاص.

ب) خدمات مالی

۱. ارائه‌ی کمک و راهنمایی به شرکت‌ها به منظور نحوه‌ی عرضه‌ی سهام آنها برای فروش در بورس.
۲. راهنمایی شرکت‌ها در مورد طرق افزایش سرمایه و نحوه‌ی عرضه‌ی سهام و دیگر اوراق بهادار برای فروش در بورس.

¹ January effect (Farvardin Effect in Iran)

² Fundamental Analysis

³ Technical Analysis

۳. انجام بررسی‌های مالی، اقتصادی، سرمایه‌گذاری، ارائه‌ی خدمات و نظر مشورتی به سرمایه‌گذاران.

(ج) امور مالی (دوانی، ۱۳۸۳).

تازه‌کار (آماتور) و خبره (متخصص)^۱: مؤلف، آماتور در تشکیل سبد را بدینگونه معین می‌نماید: شخصی که در انتخاب، تشکیل و نگهداری پورتفوی سهام غیر ماهر و بی‌تجربه باشد و یا در آن امر مهارت و تجربه‌ی کمی داشته باشد، اما اطلاعات جامع و بهنگامی از قیمت سهام و شاخص بازار داشته باشد تا بتواند در صورت لزوم پورتفوی سهام تشکیل دهد. در تعریفی دیگر، مؤلف، خبره‌ی تشکیل سبد را بدینگونه معین می‌نماید: شخصی با دانش، مهارت و یا آموزش دیده در انتخاب، تشکیل و نگهداری پورتفوی سهام با اطلاعات جامع و بهنگام^۲ (مؤلف).

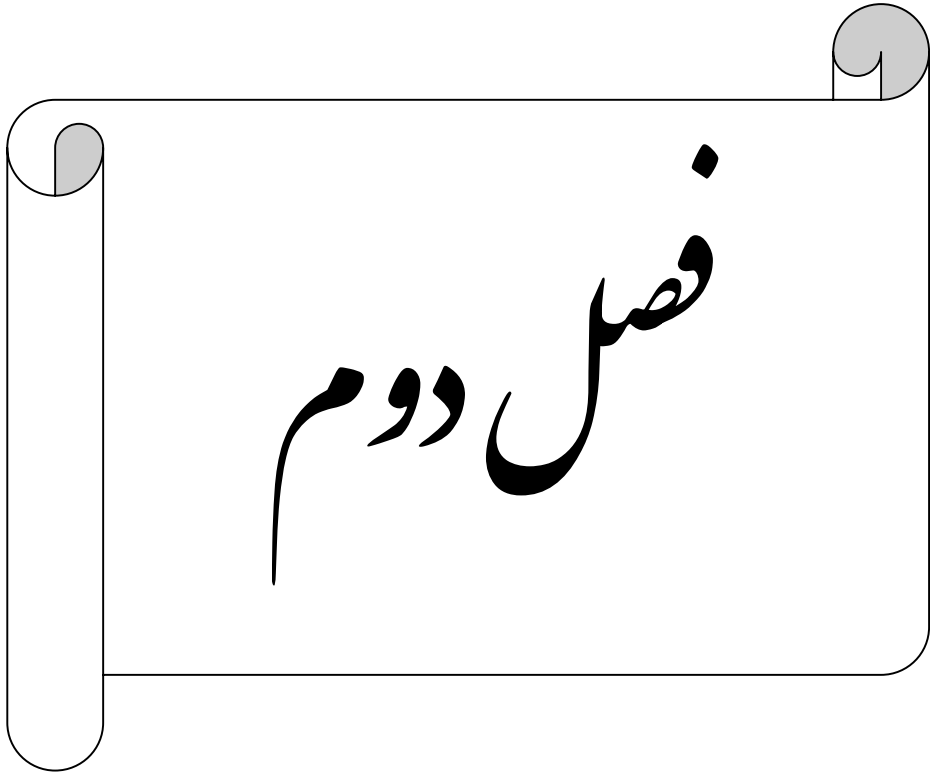
بازار کارا^۳: بازار کارا بازاری است که در آن قیمت اوراق بهادار، همه‌ی اطلاعات معلوم را سریعاً و به طور متوسط دقیقاً، منعکس می‌کند. کلمه‌ی "کارا" در متن تئوری به این معنی است که بازار، توانایی هضم سریع اطلاعات جدید مربوط به اقتصاد، صنعت و یا ارزش یک شرکت را دارد و با دقت، آن را به قیمت اوراق بهادار تبدیل می‌کند. این فرضیه شامل سه شکل ضعیف، نیمه قوی و قوی می‌باشد (هاگین، ۱۹۷۹).
بهینه‌سازی تابع^۴: به معنای یافتن پاسخ بهینه‌ی تابع هدف یک مسئله است؛ یعنی یافتن مقادیری از تابع به گونه‌ای که هزینه‌ی متناظر آن، بهینه (معمولاً کمینه) باشد (آتشپز، ۱۳۸۷).

^۱ Amateur and Expert

^۲ علل انتخاب این تعاریف، در فصل دوم بررسی خواهد شد.

^۳ Efficient market

^۴ Function Optimization



ادبیات موضوع و پیشینه‌ی تحقیق

۲-۱) مقدمه

هر یک از ما در طول زندگی خود تصمیماتی را برای سرمایه‌گذاری در زمینه‌های مختلف از جمله املاک، طلا، سهام و ... اتخاذ می‌کنیم. این تصمیم‌ها، ارتباط درونی ناگسستنی با یکدیگر دارند و آنچه این تصمیمات را به یکدیگر پیوند می‌دهد میزان ریسک و بازده هر یک از سرمایه‌گذاری‌ها می‌باشد. در یک تصمیم عقلایی و علمی، میزان وجوهی که به فرصت‌های مختلف سرمایه‌گذاری اختصاص می‌یابد، به ریسک و بازده هر یک بستگی دارد. تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری به صورت یکپارچه، به گونه‌ای که بیشترین بازده را در شرایط ریسک یکسان و یا کمترین ریسک را در شرایط بازده یکسان به دست دهد، موضوع یکی از پیچیده‌ترین و پرچالش‌ترین موضوعات مدیریت و تحلیل سرمایه‌گذاری است.

بحث سرمایه‌گذاری در اوراق بهادار و تحلیل آن در دو چارچوب کلی و متفاوت تقسیم‌بندی می‌گردد:

۱. تجزیه و تحلیل و گزینش اوراق بهادار به طور جداگانه؛ که در بر گیرنده‌ی تخمین مزایای تک تک سرمایه‌گذاری‌ها به طور جداگانه و انفرادی، با استفاده از ابزارها و روش‌های تحلیل بنیادی و تکنیکی است، که به نوبه‌ی خود چهار مرحله‌ی تحلیل اقتصاد، صنعت، زیرگروه صنعتی و شرکت را شامل می‌شود.

۲. تشکیل سبد نظام یافته و مدیریت پورتفوی؛ که شامل تجزیه و تحلیل ترکیب سرمایه‌گذاری‌ها و مدیریت نگهداری مجموعه‌ای از سرمایه‌گذاری‌ها بوده، مباحثی همچون نظریه‌ی نوین پورتفوی،

نظریه‌ی بازار سرمایه، فرضیه‌ی بازار کارا، مدل‌های شاخصی و مقیاس‌های ارزیابی عملکرد را در بر می‌گیرد.

مسئله‌ی انتخاب مجموعه‌ی بهینه‌ای از دارایی‌ها، یکی از نظریه‌های بازار سرمایه است که اهمیت خاصی نیز در مباحث اقتصاد خرد و کلان دارد. در اقتصاد کلان، سرمایه‌گذاری یکی از شاخص‌های مهم محسوب شده، نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد و توسعه‌ی اقتصادی ایفا می‌کند. در اقتصاد خرد نیز اهمیت تصمیمات سرمایه‌گذاری ناشی از این مسئله است که در واقع فرد سرمایه‌گذار، مصرف امروز را به امید مصرف بیشتر، به زمانی در آینده مؤکول می‌کند. در واقع، فرد، سرمایه‌گذاری می‌کند تا رفاه و آسایش فعلی و آتی خود را بهبود بخشد، و تصمیم بهینه‌ی سرمایه‌گذاری، میزان مطلوبیت مورد انتظار سرمایه‌گذار را از مصرف آتی پیشینه می‌نماید.

ریسک و بازده، معیارهایی هستند که میزان مطلوبیت سرمایه‌گذار از انتخاب مجموعه دارایی‌های سرمایه‌گذاری را مشخص می‌کنند. مجموعه دارایی‌های سرمایه‌گذاری هر سرمایه‌گذار، با توجه به شرایط وی، افق زمانی، ریسک و میزان جریان نقدی مورد انتظار وی متفاوت است و در مدیریت پورتهوی، هدف، انتخاب مجموعه‌ای از سهام است به نحوی که ریسک حداقل و بازده حداکثر گردد.

انتخاب یک مجموعه از سهام، معمولاً با تعامل بین ریسک و بازده مطرح می‌شود؛ هر چه ریسک سبب سهام بیشتر باشد، احتمال دریافت بازده بالاتر بیشتر خواهد بود. در دنیای واقعی، درجه‌ی ریسک‌پذیری افراد با یکدیگر متفاوت است و بازده دارایی‌های مختلف نیز، به دلیل وجود عوامل متعدد مؤثر بر آن، به طور مطلق قابل پیش‌بینی نیست.

به دلیل این‌که سرمایه‌گذاران نمی‌توانند در مورد آینده مطمئن باشند، لذا اگر مایلند ریسک خود را کاهش دهند، باید به متنوع‌سازی یا پرگونه‌سازی پورتهوی خود مبادرت ورزند. متنوع‌سازی تا آن اندازه اهمیت دارد که می‌توان گفت نخستین قاعده‌ی مدیریت پورتهوی، پرگونه‌سازی است (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

اما، چگونگی این تنوع‌بخشی و تخصیص بودجه بین سهام مختلف، مقوله‌ی دیگری است که باید با دقت و توجه به آن نگریست. به عبارتی، در ادبیات سرمایه‌گذاری، تنوع‌بخشی سبد سهام، مدل‌ها، روش‌ها و شیوه‌های مختلفی داشته، امری چالشی است.

۲-۲) تعریف گسترده‌ی اصطلاحات، مفاهیم و واژه‌های تخصصی

مدل ریاضی: رابطه‌ای است شامل متغیرها، پارامترها، معادلات و اعمال ریاضی (آذر، ۱۳۸۵).
سهام: اوراق بهاداری است که نسبت به سود و دارایی شرکت پس از ادای تعهدات شرکت، دارای حقوق و ادعاست (راعی و تلنگی، ۱۳۸۷).

پورتنفوی سهام: معنی ساده‌ی واژه‌ی پورتنفوی سرمایه‌گذاری - سبد سرمایه‌گذاری به طور عام و سبد سهام به طور خاص - عبارت از ترکیب دارایی‌های سرمایه‌گذاری شده توسط یک سرمایه‌گذار، اعم از فرد یا نهاد است. به لحاظ فنی، یک سبد سرمایه‌گذاری، مجموعه‌ی کامل دارایی‌های حقیقی و مالی سرمایه‌گذار را در بر می‌گیرد. اغلب مردم، از روی برنامه و علم، یا از روی تصمیم‌های غیرمرتبط به هم، سبدهای از دارایی‌ها (هم حقیقی و هم مالی) دارند. به طور خلاصه، به مجموعه‌ای شامل چند سهام، پورتنفوی سهام می‌گویند (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

مدیریت پورتنفوی: مطالعه‌ی همه‌ی جوانب پورتنفوی را می‌توان مدیریت پورتنفوی توصیف نمود. این اصطلاح، مفهوم وسیع نظریه‌ی پورتنفوی را در بر می‌گیرد.

بازده: بازده سرمایه‌گذاری در سهام، در یک دوره‌ی معین، شامل هرگونه وجوه نقدی دریافتی به اضافه‌ی تغییرات قیمت در طول دوره، تقسیم بر قیمت اوراق یا دارایی در زمان خرید است (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

بازده مورد انتظار یک سهم: سرمایه‌گذاران، سهام را به خاطر بازده آتی آن خریداری می‌کنند. از آنجا که این بازده غیر قطعی است، بازده مورد انتظار سهام در واقع قضاوت‌هایی احتمالی هستند. بنابراین، جهت محاسبه‌ی بازده مورد انتظار یک سهم، سرمایه‌گذار به تخمین بازده واقعاً قابل دستیابی سهم به

علاوه‌ی احتمال وقوع هر بازده ممکن، نیاز دارد؛ که در واقع این دو، مؤلفه‌های یک توزیع احتمال هستند (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

بازده مورد انتظار پورترفوی: بازده مورد انتظار برای مجموعه‌ای از اوراق بهادار که تشکیل پورترفوی می‌دهند، برابر با میانگین وزنی بازده مورد انتظار کلیه‌ی اوراق بهادار تشکیل دهنده‌ی پورترفوی می‌باشد (مارکوویتز، ۱۹۵۲).

ریسک: ریسک به عنوان تغییرپذیری بازده تعریف می‌شود و اغلب می‌توان با تقریب خوبی از انحراف معیار بازده سال‌های گذشته به عنوان معیار ریسک استفاده کرد (پارکر جونز، ۱۳۸۰). در این تعریف نکته‌ای نهفته است و آن این است که بین ریسک و عدم اطمینان تفاوت وجود دارد. زمانی که صحبت از ریسک می‌کنیم نسبت به احتمال وقوع نتایج مختلف آگاهی داریم. ولی در شرایط عدم اطمینان هیچ اطلاعی در زمینه احتمالات بروز نتایج مختلف در دست نیست (هاگین، ۱۹۷۹).

دارایی بدون ریسک: بازده دارایی بدون ریسک قطعی بوده و واریانس بازده آن معادل صفر است، بنابراین نرخ بازده بدون ریسک در هر دوره، با بازده مورد انتظار آن برابر است. برای مثال به عنوان نمونه - های کلاسیک سرمایه‌گذاری بدون ریسک، می‌توان به اوراق قرضه‌ی دولتی، اوراق مشارکت تضمین شده توسط بانک مرکزی و یا سود بانکی اشاره کرد؛ از آن جا که دولت همیشه می‌تواند پول چاپ کند، هیچ ریسک پولی در مورد چنین ابزاری وجود ندارد. البته مثال مزبور یک سرمایه‌گذاری کاملاً بدون ریسک نیست. هر سرمایه‌گذاری‌ای با بازده ثابت پولی، در معرض ریسک ذاتی نوسان‌های آینده‌ی قدرت خرید پول است، که این نوع از ریسک در بخش‌های بعدی به تفصیل بررسی خواهد شد (هاگین، ۱۹۷۹).

ریسک پورترفوی: ریسک برای مجموعه‌ای از اوراق بهادار که تشکیل پورترفوی می‌دهند برابر با حاصلضرب مرتب وزن هر سهم در ریسک آن سهم، به علاوه‌ی حاصلضرب اوزان هر زوج از سهام در یکدیگر و در کوواریانس فی‌مابین آن‌هاست (مارکوویتز، ۱۹۵۲).

سبد سرمایه‌گذاری بازار (پورتفوی بازار یا بدره‌ی بازار): عبارت از سبد همه‌ی دارایی‌های ریسکی است که وزن هر دارایی در آن عبارتست از نسبت ارزش بازار آن به ارزش بازار کل دارایی‌های ریسکی. این سبد از اهمیت بالایی برخوردار است، چرا که در مباحث مالی یکی از معیارها و شاخص‌های مهم مقایسه‌ی عملکرد است. به عبارت دیگر، دستیابی به متوسط سبد بازار یک ملاک عملکردی است. البته سبد سرمایه‌گذاری بازار غیر مشهود و غیر قابل مشاهده است و در عمل، سبد فراگیر همه‌ی سهام عادی نماینده‌ی بدره‌ی بازار است که به نوبه‌ی خود توسط شاخص فراگیر بازار^۱ بیان می‌شود (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

مدیریت منفعلانه و مدیریت فعالانه^۲: مدیریت منفعلانه بر مبنای این استراتژی شکل گرفته است که ریسک را از طریق ایجاد تنوع و کسب یک نرخ بازده متوسط و منطبق بر ریسک کنترل می‌کند، این نوع مدیریت سبد را تشکیل داده و سهام را نگهداری می‌نماید، این مدیریت بیشتر پیرو استراتژی خرید و نگهداری^۳ می‌باشد. مدیریت فعالانه، هر لحظه در پی برتری یافتن بر بازار می‌باشد، این نوع مدیر مرتباً سبد را به روز رسانی کرده، در مبادلات بیشتر پیرو استراتژی خرید و فروش^۴ است (هاگین، ۱۹۷۹).

اثر ژانویه (اثر فروردین در ایران)^۵: به گرایش مشهود بازده سهام به افزایش غیر منتظره در ماه ژانویه در بازارهای کشورهای که این ماه شروع سال نوی آنهاست، اطلاق می‌شود (در ایران، به دلیل شروع سال نو در ابتدای بهار، این پدیده در فروردین‌ماه رخ می‌دهد).

^۱ شاخص‌هایی نظیر S&P500 ، NASDAQ و ... برای بازارهای غرب و شاخص‌های بورس تهران و بورس‌های منطقه‌ای برای بورس‌های داخلی.

^۲ Inactive and active management

^۳ Buy and Hold

^۴ Buy and Sell

^۵ January effect (Farvardin Effect in Iran)

تحلیل بنیادی^۱: پیش‌بینی درباره‌ی رفتار قیمت سهام بر اساس عواملی که برای یک شرکت، صنعت مربوطه و یا اقتصاد، بنیادی یا درونی‌اند؛ مثل درآمدها، محصولات، مدیریت، رقابت، مخارج مصرف‌کنندگان و ... (هاگین، ۱۹۷۹).

تحلیل تکنیکی^۲: اعتقاد به این‌که تمامی عوامل بنیادی در رفتار بازار سهام منعکس می‌شوند. بنابراین، از نظر یک تحلیلگر تکنیکی، تمام داده‌های مهم برای بازار بورس درونی بوده و تغییرات آتی قیمت سهام از طریق مطالعه‌ی اطلاعات تاریخی بازار سهام قابل پیش‌بینی است؛ برای مثال، از طریق مطالعه‌ی تغییر در قیمت سهام و حجم معامله (هاگین، ۱۹۷۹).

شرکت کارگزاری: در نمونه اساسنامه‌ی شرکت‌های کارگزاری، ماده‌ی ۲، موضوع شرکت و خدمات کارگزاری چنین تعریف شده است:

الف) سرمایه‌گذاری و خدمات کارگزاری

۱. خرید و فروش اوراق بهادار پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار، به نمایندگی از طرف اشخاص یا به حساب خود.
۲. پذیره‌نویسی اوراق بهادار پذیرفته شده در بورس.
۳. اداره‌ی امور سرمایه‌گذاری‌ها به نمایندگی از طرف اشخاص.

ب) خدمات مالی

۱. ارائه‌ی کمک و راهنمایی به شرکت‌ها به منظور نحوه‌ی عرضه‌ی سهام آن‌ها برای فروش در بورس.
۲. راهنمایی شرکت‌ها در مورد طرق افزایش سرمایه و نحوه‌ی عرضه‌ی سهام و دیگر اوراق بهادار برای فروش در بورس.
۳. انجام بررسی‌های مالی، اقتصادی، سرمایه‌گذاری، ارائه‌ی خدمات و نظر مشورتی به سرمایه‌گذاران.

ج) امور مالی (دوانی، ۱۳۸۳).

^۱ Fundamental Analysis

^۲ Technical Analysis

تازه‌کار (آماتور) و خبره (متخصص)^۱: در این نوشتار، منظور از آماتور، آماتور در تشکیل و نگهداری پورترفوی می‌باشد و خبره، معرف افراد و یا مؤسساتی است که در تشکیل و نگهداری پورترفوی تبحر داشته، متخصص می‌باشند. این دسته‌بندی به هیچ وجه به معنای زیر سؤال بردن توانایی‌های افراد و یا اعطای امتیاز یا خصیصه‌ی خاصی به افراد نیست؛ از آنجا که مؤلف قادر به یافتن هیچگونه تعریف رسمی و جامعی از مفهوم آماتور و خبره در تشکیل پورترفوی در بورس سهام نبود، لاجرم خود به تعریف این دو مفهوم پرداخت.

فرهنگ لغت پیشرفته‌ی آکسفورد واژه‌ی آماتور را بدینگونه تعریف می‌نماید: شخصی که در انجام امر خاصی غیر‌ماهر و بی‌تجربه باشد و یا در آن امر مهارت و تجربه‌ی کمی داشته باشد. همچنین این فرهنگ لغت در تعریف واژه‌ی متخصص آورده است: شخصی با دانش، مهارت و یا آموزش دیده در زمینه‌ای خاص و مشخص.

با توجه به این تعاریف، مؤلف، آماتور در تشکیل سبد را بدینگونه معین می‌نماید: شخصی که در انتخاب، تشکیل و نگهداری پورترفوی سهام غیر ماهر و بی‌تجربه باشد و یا در آن امر مهارت و تجربه‌ی کمی داشته باشد، اما اطلاعات جامع و بهنگامی از قیمت سهام و شاخص بازار داشته باشد تا بتواند در صورت لزوم پورترفوی سهام تشکیل دهد؛ اغلب سرمایه‌گذاران فردی که مستقیماً بر خرید و فروش سهام خود نظارت دارند و عمدتاً در تالار بورس حضور می‌یابند، ولیکن به دلیل محدودیت بودجه، به صورت سبدی خرید و فروش نمی‌نمایند، در این تعریف جای می‌گیرند. توجه شود شرط نیاز به اطلاعات جامع و بهنگام علاوه بر آن که برای تشکیل پورترفوی ضروری است، اما هدف مقید و محدود کردن جامعه‌ی آماتورها را نیز دنبال می‌نماید که علت این مقیدسازی در بخش ۳-۹-۳-۱-۲ با جزئیات کامل شرح داده خواهد شد.

^۱ Amateur and Expert

در تعریفی دیگر، مؤلف، خبره‌ی تشکیل سبد را بدینگونه معین می‌نماید: شخصی با دانش، مهارت و یا آموزش دیده در انتخاب، تشکیل و نگهداری پورتفوی سهام با اطلاعات جامع و بهنگام؛ اغلب شرکت‌های کارگزاری، سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاری مشترک و بیمه به علت گستردگی بودجه و ماهیت تشکیل، در این دسته جای می‌گیرند (مؤلف).

بازار کارا^۱: بازار کارا بازاری است که در آن قیمت اوراق بهادار، همه‌ی اطلاعات معلوم را سریعاً و به طور متوسط دقیقاً، منعکس می‌کند. کلمه‌ی "کارا" در متن تئوری به این معنی است که بازار، توانایی هضم سریع اطلاعات جدید مربوط به اقتصاد، صنعت و یا ارزش یک شرکت را دارد و با دقت آن را به قیمت اوراق بهادار تبدیل می‌کند (هاگین، ۱۹۷۹).

به عبارت دقیق‌تر، در یک بازار کاملاً کارا، قیمت‌های اوراق بهادار سریعاً همه‌ی اطلاعات قابل دسترس را منعکس می‌کنند و سرمایه‌گذاران قادر به استفاده از اطلاعات قابل دسترس برای کسب بازده غیر معمول نیستند، زیرا در چنان بازاری، این اطلاعات قبلاً در قیمت‌ها منعکس شده‌اند. این فرضیه دارای سه شکل ضعیف، نیمه قوی و قوی^۲ می‌باشد.

۱. شکل ضعیف: در یک بازار کارا، داده‌های تاریخی قیمت و بازده - به دلیل این که می‌بایستی قبلاً در قیمت جاری منعکس شده باشند- در پیش‌بینی تغییرات آتی قیمت‌ها فاقد ارزش هستند. این شکل از فرضیه در مقابل تحلیل تکنیکی قرار گرفته، در صورت مصداق داشتن در یک بازار، تحلیل تکنیکی را - که بر داده‌های تاریخی مبتنی است - زیر سؤال می‌برد.

۲. شکل نیمه قوی: سطح جامع‌تر کارایی بازار، نه تنها داده‌های تاریخی قیمت را، بلکه همه‌ی داده‌های معلوم و قابل دسترس عموم، نظیر درآمد، سود نقدی، اعلامیه‌های تقسیم سهام، نوآوری در محصول، مشکلات مالی، و تغییرات حسابداری را نیز در بر می‌گیرد. بازاری که به سرعت همه‌ی

¹ Efficient market

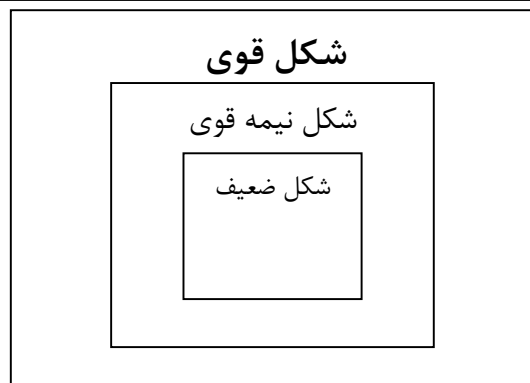
² Weak, Semi-strong and Strong forms of market efficiency

اطلاعات مزبور را - همه‌ی اطلاعات در دسترس عموم را- در قیمت دخالت می‌دهد، بازاری است که شکل نیمه قوی کارایی را نشان می‌دهد. شکل نیمه قوی، شکل ضعیف را در بر می‌گیرد زیرا داده‌های بازار زیر مجموعه‌ای از مجموعه‌ی بزرگ‌تر همه‌ی اطلاعات در دسترس عموم می‌باشد. این شکل از فرضیه در مقابل تحلیل بنیادی قرار گرفته، در صورت مصداق داشتن در یک بازار، تحلیل بنیادی را - که بر اطلاعات در دسترس عموم متکی است- زیر سؤال می‌برد.

۳. شکل قوی: بالاترین حالت کارایی بازار، شکل قوی است. در یک بازار کارا به شکل قوی، قیمت-

های سهام همه‌ی اطلاعات عام و غیر عام را به طور کامل منعکس می‌کنند. در چنین بازاری، هیچ گروهی از سرمایه‌گذاران نباید بتوانند حتی از طریق استفاده از اطلاعات خاص، طی یک دوره‌ی زمانی منطقی، قابل قبول و مناسب، بازده اضافی و خارق‌العاده کسب نمایند. در بیانی افراطی‌تر، این شکل فرضیه ادعا می‌کند که همه‌ی اطلاعات عمومی و غیر عمومی، یعنی حتی آن دسته از اطلاعاتی که منحصر و محدود به گروه‌های خاص، نظیر افراد داخلی یا خودی‌های^۱ شرکت‌ها و متخصصین داد و ستد است، به سرعت در قیمت‌ها منعکس می‌شود. شکل قوی نیز، آشکال نیمه قوی و ضعیف فرضیه را به دلیل جامع بودن نوع اطلاعات و شمول کافی، در بر می‌گیرد (پارکر جونز، ۱۳۸۰). شکل ۱-۲ این سلسله مراتب تجمعی شمول را به تصویر می‌کشد.

^۱ طبق تعریف قانون اوراق بهادار، مدیریت شرکت سهامی، کارمند ارشد، و یا سهامداری که بیشتر از ۱۰ درصد اوراق بهادار ثبت شده‌ی واحد تجاری را در اختیار دارد، به خاطر موقعیتی که در آن قرار دارد در جریان اطلاعاتی محرمانه و طبقه‌بندی شده قرار می‌گیرد که ممکن است بتواند در جهت منافع شخصی خود از آن‌ها سوء استفاده نماید. واژه‌ی خودی یا Insider به افراد با این نوع از اطلاعات اختصاص دارد.



شکل ۲-۱. سلسله مراتب سطوح تجمعی کارایی بازار

منبع: پارکر جونز، ۱۳۸۰

بهینه‌سازی تابع^۱: به معنای یافتن پاسخ بهینه‌ی تابع هدف یک مسئله است؛ یعنی یافتن مقادیری از تابع به گونه‌ای که هزینه‌ی متناظر آن، بهینه (معمولاً کمینه) باشد (آتشپز، ۱۳۸۷).

۲-۳) انواع ریسک و منشأ آن‌ها

۲-۳-۱) دسته‌بندی ریسک از دیدگاه سرمایه‌گذاری سنتی شامل موارد زیر می‌باشد:

- نرخ بهره
- نقدشوندگی
- قدرت خرید
- ریسک بازار
- ریسک تجاری

۲-۳-۱-۱) ریسک نرخ بهره

بیشتر سرمایه‌گذاری‌ها، درآمد ایجاد می‌کنند؛ مثل اجاره گرفتن از یک ساختمان. ارزش نسبی این بازده‌ها در طول زمان متناسب با تغییر در نرخ بهره تغییر می‌کند. وقتی نرخ بهره بالا می‌رود، سرمایه-

^۱ Function Optimization

گذاری در قراردادی با بهره ثابت مطلوبیت کمتری می‌یابد. بنابراین با افزایش نرخ بهره، قیمت قرارداد کاهش می‌یابد و این امر ریسک نرخ بهره را ایجاد می‌نماید (هاگین، ۱۹۷۹).

۲-۳-۱-۲) ریسک نقدشوندگی

نقدشوندگی به قابلیت تبدیل سرمایه‌گذاری به پول نقد اشاره دارد. ریسک نقدشوندگی، در واقع نماینده این مطلب است که می‌توان با تبدیل یک سرمایه به پول با فرآیند تسویه کردن، از متضرر شدن جلوگیری کرد (هاگین، ۱۹۷۹).

۲-۳-۱-۳) ریسک قدرت خرید

ماهیت این نوع از ریسک به تورم باز می‌گردد و در واقع اشاره به این نکته دارد که به دلیل آثار تورمی، قدرت خرید مقدار معینی از سرمایه در معرض خطر مواجهه با کاهش است (هاگین، ۱۹۷۹).

۲-۳-۱-۴) ریسک بازار

در شرکت‌های دارای فعالیت مثبت و مدیریت قوی نیز، ممکن است ارزش بازار به شدت تحت تأثیر کاهش‌های کلی سهام بازار قرار گیرد. این امر تعجب آور نیست چرا که سرمایه‌ی شرکت‌های شخصی مانند سرمایه‌ی کلی بازار تحت تأثیر نیروهای مشابه اقتصادی قرار می‌گیرد. این خطر در کاهش ارزش را ریسک بازار می‌نامند (هاگین، ۱۹۷۹).

۲-۳-۱-۵) ریسک تجاری

مقداری که یک سرمایه‌گذاری انتظارات سرمایه‌گذار را برآورده می‌کند بستگی به موفقیت آینده یک کسب و کار دارد. متأسفانه تمامی شرکت‌هایی که وارد قراردادهای مالی می‌شوند آن قدر دوام نمی‌آورند که موفق به پرداخت تعهداتشان شوند. به همین قسم تمامی شرکت‌ها، موفق به اجرای عملکرد مثبت و سودآور برای سرمایه‌گذاران نمی‌شوند. در کشورهایی که فضای باز تجاری، مسائل مالی روشن و اقتصاد

پویا وجود دارد، یک سرمایه‌گذار با خطر کمتری مواجه است. شرکت‌های قدرتمندی در این اقتصاد فعالیت می‌کنند که بسیار دور از انتظار است که در آینده نزدیک دچار بحرانی شوند و نتوانند از عهده‌ی تعهدات خود برآیند. برخی فاکتورهای تأثیرگذار بر عملکرد شرکت تحت کنترل آن هستند، ولی برخی دیگر خارج از کنترل شرکت‌ها می‌باشند؛ مانند تغییر در تقاضا، تغییر در قوانین، رفتار رقبا و ... البته قسمتی از آینده‌ی یک کسب و کار به توانمندی مدیریت آن در مواجهه با این بحران‌ها بستگی دارد. به هر حال این عوامل دست به دست یکدیگر داده، سبب می‌شوند تا ریسک تجاری پدید آید (هاگین، ۱۹۷۹).

۲-۳-۲ دیدگاه دیگر به ریسک؛ ریسک سرمایه‌گذاری

بازار مدام در حال نوسان است، قیمت سهام در پاسخ به ورود و خروج سرمایه‌گذاران، بالا و پایین می‌رود. در صورتی که سرمایه‌گذاران به دفعات نظر خود را در مورد یک شرکت تغییر دهند، این امر در نوسان سهام آن رخنمون می‌کند. در صورتی که سرمایه‌گذاران نسبت به آینده شرکتی خوشبین باشند، این اتحاد در نگرش باعث سهامی پایا و با قیمت ثابت خواهد بود.

تئوریسین‌های نظریه‌ی جدید پورترفوی، این تغییرات را تحت عنوان خطر سرمایه‌گذاری نام می‌نهند. با توجه به آنچه تا کنون گفته شد ریسک سرمایه‌گذاری امکان تفاوت بین بازده واقعی را با بازده مورد انتظار نشان می‌دهد. بزرگی این خطر به تغییرپذیری قیمت سهام بستگی دارد. خوشبختانه، اطلاعات در هر دو زمینه احتمال و بزرگی تغییر پذیری قیمت سهام در داده آماری انحراف استاندارد وجود دارد.

برای درک بهتر دسته‌بندی ریسک، یک پورترفوی کامل بازار را در نظر بگیرید - شامل همه‌ی سهام برجسته‌ی بازار - نرخ بازده کل برای پذیرش سطح ریسکی که مربوط به پورترفوی بازار است، مجموع نرخ بازدهی است که جامعه به تأمین‌کنندگان ریسک سرمایه پرداخت می‌کند. این نرخ بازده و ریسک مربوط به آن، با کل سیستم بازار سرمایه درهم‌تنیده است. به چنین نرخ بازدهی که مربوط به بازار است نرخ

بازده سیستماتیک اطلاق می‌شود. به همین ترتیب به ریسک مربوط به آن، ریسک سیستماتیک یا ریسک مربوط به بازار می‌گویند.

هر ریسکی که فراتر از این ریسک باشد با نام‌های متعددی از جمله ریسک باقیمانده، ریسک غیرمربوط به بازار، ریسک غیرسیستماتیک و ریسک انتخاب شناخته می‌شود. "باقیمانده" چون بقیه‌ی ریسک مانده است، "غیرمربوط به بازار" یعنی که پارامترهای بازار بر آن تأثیر نداشته‌اند و "غیر سیستماتیک" هم در برابر سیستماتیک بیان شده است، "انتخاب" هم مربوط به منبع این ریسک، یعنی انتخاب سرمایه‌گذاری‌هایی است که از کل بازار متفاوتند.

این ریسک باقیمانده نیز به نوبه‌ی خود قابل شکستن به ریسک ویژه (ناشی از عوامل مربوط به ویژگی‌های خاص خود شرکت) و ریسک فراتر از بازار (ناشی از عوامل مربوط به گروه‌های متجانسی که حرکت قیمتشان مستقل از کل بازار است) می‌باشد. از نقطه نظر کل بازار، ریسک انتخاب هر سرمایه‌گذار به واسطه‌ی تجمیع این ریسک از طرف دیگر سرمایه‌گذاران خنثی می‌شود. بنابراین برای بازار به عنوان یک کل جامع، هیچ ریسک انتخابی وجود ندارد و مقدار این ریسک صفر می‌شود. به عبارت دیگر هر سودی که منحصراً از هوشمندی و زیرکی در انتخاب سرمایه‌گذاری حاصل می‌شود، به هزینه‌ی سرمایه‌گذاران دیگری است که انتخاب‌های متقابلی را کرده‌اند که برای آن‌ها همراه با زیان بوده است. بنابراین، در دسته‌بندی دیگری به طور خلاصه می‌توان ریسک سرمایه‌گذاری را به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی کرد:

- ریسک سیستماتیک
- ریسک غیر سیستماتیک

۲-۳-۱) ریسک سیستماتیک

ریسکی که به کوواریانس یا هم پراکنش بازار مرتبط است و بر روی همه‌ی بازار تأثیر می‌گذارد.

۲-۳-۲-۲) ریسک غیرسیستماتیک (فرابازار، باقی مانده یا پسماند بازار) ریسکی که از طرف تغییرات سهام گروه‌های متجانس با سهام، مستقل از کل بازار متوجه شرکت می‌شود و به دو دسته‌ی ریسک ویژه و ریسک فراتر از بازار قابل تقسیم است.

این تقسیم بندی را می‌توان به شکل معادلات زیر خلاصه و کمی نمود (معادلات ۱-۲، ۲-۲ و ۳-۲):

$$\boxed{\text{ریسک سیستماتیک (جزء بازار)}} + \boxed{\text{ریسک باقیمانده (جزء غیر بازار)}} = \boxed{\text{ریسک کل اوراق بهادار}} \quad (1-2)$$

از آنجایی که انحراف معیار استاندارد توزیع مازاد نرخ بازده، احتمال انحراف را به خوبی کمی می‌کند، این معیار برای سنجش ریسک مناسب به نظر می‌رسد:

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{انحراف معیار} \\ \text{استاندارد جزء} \\ \text{سیستماتیک (بازار)} \\ \text{مازاد بازده} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{l} \text{انحراف معیار} \\ \text{استاندارد جزء} \\ \text{باقیمانده (غیر بازار)} \\ \text{مازاد بازده} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{l} \text{ریسک کل} \\ \text{اوراق بهادار} \end{array}} \quad (2-2)$$

تنها مشکل با این معادله این است که از نظر ریاضیاتی انحراف معیارهای استاندارد قابل جمع با یکدیگر

نیستند. پس با توجه به این که: $\text{واریانس} = \text{مربع انحراف معیار استاندارد}$

و این موضوع که واریانس دو منبع مستقل قابل ترکیب می‌باشند، می‌توان انحراف معیارها را به توان دو رساند و دو واریانس را با یکدیگر ترکیب کرد. بنابراین خواهیم داشت:

$$\boxed{\begin{array}{l} \text{واریانس جزء} \\ \text{سیستماتیک (بازار)} \\ \text{مازاد بازده} \end{array}} + \boxed{\begin{array}{l} \text{واریانس جزء} \\ \text{باقیمانده (غیر بازار)} \\ \text{مازاد بازده} \end{array}} = \boxed{\begin{array}{l} \text{ریسک کل} \\ \text{اوراق بهادار} \\ \text{(واریانس)} \end{array}} \quad (3-2)$$

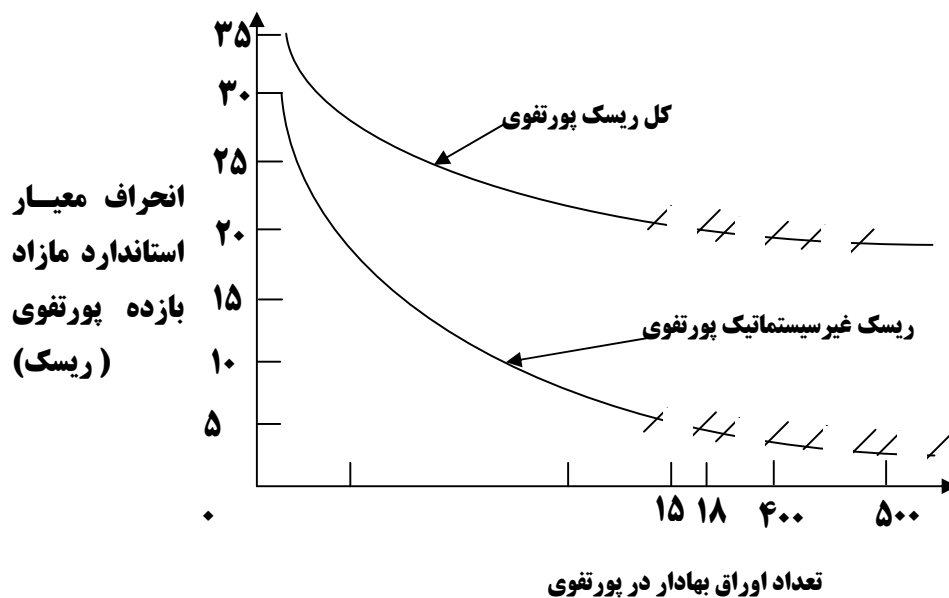
۲-۳-۳ کاهش ریسک سرمایه‌گذاری

۲-۳-۳-۱ کاهش و حذف ریسک غیرسیستماتیک

با استفاده از تنوع‌بخشی صحیح سبد، ریسک غیر سیستماتیک قابل حذف است، و با داشتن پورتفویی که شامل نماینده‌های مختلف از سهام مختلف است، این خطر در واقع برطرف می‌شود. در یک بررسی مشهود، ایوانز و آرچر (ایوانز و آرچر، ۱۹۶۸) دریافتند که ریسک یک سبد متشکل از ۱۵ سهم تقریباً با ریسک کل بازار برابر است. در بررسی ایشان، پرگونه‌سازی سبد با بیش از ۱۵ الی ۱۶ سهم، اگر چه بار منفی‌ای نداشت اما مزیتی هم در پی نداشت. از طرفی تحقیقات گائومینتز (گائومینتز، ۱۹۶۷) تعداد ۱۸ سهم برای پورتفوی را پیشنهاد می‌کند و البته بیش از آن‌را در کاهش ریسک چندان پرفایده نمی‌داند.

شکل ۲-۲ رابطه‌ی بین اندازه‌ی پورتفوی و الف) ریسک کل پورتفوی و ب) ریسک غیرمربوط به بازار پورتفوی (غیر سیستماتیک) را به تصویر می‌کشد. این شکل نشان می‌دهد که با افزایش تعداد اوراق بهادار پورتفوی، ریسک غیرمربوط به بازار یا غیرسیستماتیک از بین می‌رود. طبق این یافته، در یک پورتفوی خوش-توزیع، تنها ریسک باقیمانده، ریسک سیستماتیک است. توجه داشته باشید که از آنجا که پرگونه-سازی در بازارهای محلی نمی‌تواند ریسک سیستماتیک را کاهش دهد، لذا ریسک کل سبد سرمایه‌گذاری را نمی‌توان به کمتر از ریسک کل سبد بازار کاهش داد (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

در نهایت، ذکر مجدد این نکته ضروری است که چگونگی این تنوع بخشی و بهینه‌سازی پورتفوی، بسیار مهم بوده، محل بحث می‌باشد؛ تنوع‌بخشی صرف، شرط کافی نیست، طی تحقیقات گسترده‌ی بریلی (بریلی، ۱۹۶۹) پورتفوی مرکب از ۱۱ سهم، که با دقت به خصوصیات ریسک و تنوع بخشی انتخاب شده باشد، به مراتب ریسک کمتری نسبت به پورتفوی ۲۰۰۰ سهمی منتخب بدون توجه به معیار ریسک، دارد!



شکل ۲-۲. اثر تنوع بخشی سهام بر کاهش ریسک غیرسیستماتیک و به تبع آن، ریسک کل

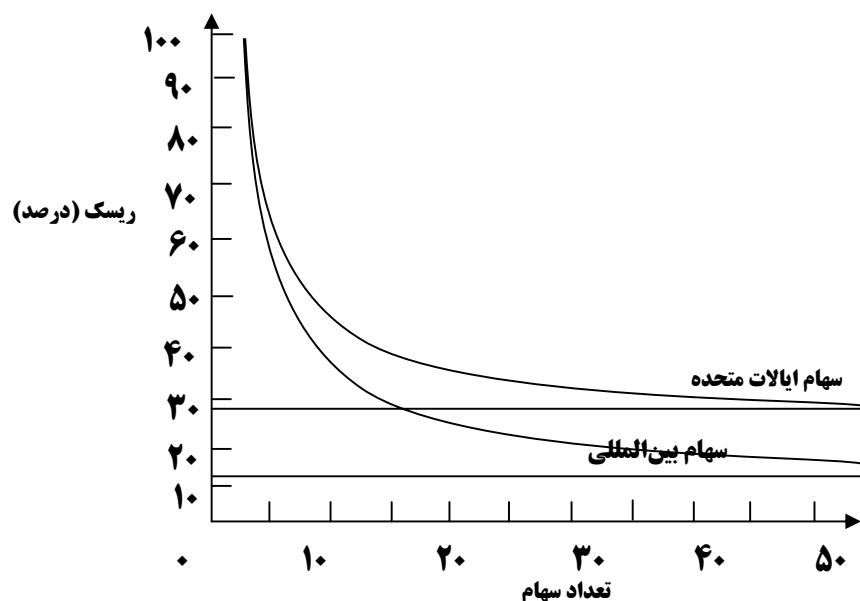
منبع: هاگین، ۱۹۷۹

۲-۳-۳-۲) کاهش ریسک سیستماتیک

خطر سیستماتیک از نوع غیر تنوع پذیر است (به زودی خواهیم دید در بازارهای محلی و محدود بدینگونه است)؛ یعنی اگر سرمایه گذار سهامی شامل همه‌ی انواع را داشته باشد خطر سیستماتیک همچنان وجود دارد. تنها کاری که برای کاهش ریسک سیستماتیک می‌توان انجام داد، استفاده از توزیع گوناگونی و تنوع بخشی بین المللی است.

دیدیم که با ایجاد پورتفوی خوش-توزیع و گوناگون، تنها ریسک باقیمانده ریسک سیستماتیک است. اما این ریسک وجود دارد و غیرقابل اجتناب است. تنها راه کاهش این نوع ریسک بسط و توسعه‌ی مفهوم بازار است، به طوری که بازار آنچنان بسط یابد تا دیگر بازارهای غیرهمسان را دربرگیرد. سولینک (سولینک، ۱۹۷۴، الف و ب) در زمینه‌ی اثرات تنوع بخشی بین المللی بر ریسک تحقیق کرده است؛ شکل ۳-۲ به مقایسه‌ی ریسک کل حاصل از پورتفوی اختصاصاً مورد معامله در اوراق بهادار بورس نیویورک با

ریسک حاصل از پورتفوی بین المللی متشکل از بورس‌های ایالات متحده، انگلیس، فرانسه، آلمان، ایتالیا، بلژیک، هلند و سوئیس می‌پردازد. نتایج تحقیقات سولینک نشان می‌دهند که پورتفوی با توزیع گوناگونی بین المللی نسبت به پورتفوی محدود به بورس نیویورک، از ریسک بسیار پایین‌تری برخوردار است.



شکل ۲-۳. اثر تنوع بخشی بین المللی سهام بر کاهش ریسک سیستماتیک پورتفوی و به تبع آن، ریسک کل

منبع: هاگین، ۱۹۷۹

۲-۴) نظریه‌ی جدید پورتفوی^۱

۲-۴-۱) مدل مارکویتز: تاریخچه، شرح، تفسیر و فرضیات بنیادین

در سال ۱۹۹۰ آکادمی سلطنتی علوم سوئد، جایزه‌ی یادبود آلفرد نوبل^۲ در شاخه‌ی علوم اقتصادی را به هری مارکویتز، مرتون میلر و ویلیام شارپ^۳ اهدا کرد. آن‌ها به خاطر مشارکت برجسته‌ای که طی سال-های ۱۹۶۰ تا ۱۹۷۰ در زمینه‌ی پیشرفت علوم مربوط به بازارهای مالی داشتند، موفق به دریافت این

^۱ Modern Portfolio Theory

^۲ Alfred Nobel

^۳ Harry Markowitz, Merton Miller, William F. Sharpe

جایزه‌ی مهم و ارزشمند شدند. تئوری مدرن پورترفوی به کارهای پژوهشی پیشگامانه‌ی هری مارکوویتز بازمی‌گردد. می‌توان گفت پس از مقاله‌ی بسیار مهم و جالب مارکوویتز در زمینه‌ی انتخاب پورترفوی (مارکوویتز، ۱۹۵۲)، انقلابی در این شاخه‌ی علمی رخ داد. پس از آن نیز بر پایه‌ی نگرش مارکوویتز به پورترفوی، تلاش‌های فراوانی برای کمی‌سازی و پیشرفت هر چه بیشتر این مبحث صورت پذیرفته است.

نگرشی که مارکوویتز بابت آن نائل به دریافت جایزه‌ی نوبل شد اولین بار در سال ۱۹۵۲ در مقاله‌ی وی تحت عنوان "انتخاب پورترفوی" (مارکوویتز، ۱۹۵۲) منتشر گردید، سپس وی این نگرش را در کتابی با عنوان "انتخاب پورترفوی: تنوع بخشی کارای سرمایه‌گذاری" (مارکوویتز، ۱۹۵۹) در سال ۱۹۵۹ شرح و بسط داد. قطعاً بدون مزایای نگرش مارکوویتز، هنوز هم باورهای خطرناکی همچون "همه‌ی تخم‌مرغ‌ها را در یک سبد بگذار و مراقب آن سبد باش!" دیدگاه غالب مدیریت سرمایه‌گذاری بودند (هاگین، ۲۰۰۴، ص ۱۰۳-۱۰۴). پیش از مارکوویتز، سرمایه‌گذاران با مفاهیم بازده و ریسک با مسامحه برخورد می‌نمودند. اگرچه ایشان با مفهوم ریسک آشنا بودند، معمولاً آنرا کمی نمی‌نمودند (پارکر جونز، ۱۳۸۰). برخی از سرمایه‌گذاران از سال‌ها پیش به طور شهودی می‌دانستند که پرگونه‌سازی، احتمالاً یک رویکرد هوشمندانه است: گفته می‌شد "همه‌ی تخم‌مرغ‌ها را در یک سبد نگذاریم"، اما این باور همه‌گیر و کمی نبود.

مارکوویتز نخستین کسی بود که مفهوم پرگونه‌سازی در سبد سرمایه‌گذاری به طور عام و سبد سهام به طور خاص را به طور رسمی توسعه داد. او به طور کمی نشان داد که چرا و چگونه، پرگونه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری، ریسک آنرا برای سرمایه‌گذار کاهش می‌دهد. پرگونه‌سازی سبد سهام بسیار مهم است، به طوری که می‌توان گفت نخستین قاعده‌ی مدیریت سبد سهام، پرگونه‌سازی یا متنوع‌سازی است. به دلیل این‌که سرمایه‌گذاران نمی‌توانند در مورد آینده مطمئن باشند، لذا اگر مایلند ریسک خود را کاهش دهند، باید به متنوع‌سازی یا پرگونه‌سازی پورترفوی خود مبادرت ورزند (پارکر جونز، ۱۳۸۰).

مارکویتز به این ادراک رسید که اندیشه‌ها و کردارهای موجود را در یک چارچوب رسمی سازمان دهد، وی بیان داشت که هدف مدیریت پورترفوی منحصراً بیشینه کردن بازده مورد انتظار نیست، بلکه به جای آن، هدف بیشینه کردن "مطلوبیت مورد انتظار" است - اگر پیچیدگی‌ها و تفاوت‌های ظریف را کنار بگذاریم می‌توان مطلوبیت را معادل با "رضایت خاطر" دانست.

مارکویتز با این پیش فرض پذیرفتنی کار خود را شروع کرد که همه‌ی سرمایه‌گذاران خواهان ترکیبی از بازده بالا و ریسک پایین هستند. به بیان دیگر، سرمایه‌گذاران عقلایی به دنبال بیشینه کردن مطلوبیت با پوییدن و جستجوی یکی از دو مطلب زیر هستند:

۱. بالاترین نرخ بازده ممکن برای سطح معینی از ریسک. و یا

۲. پایین‌ترین سطح ممکن از ریسک برای مقدار ثابتی بازده (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۵۳).

یکی از مهم‌ترین نوآوری‌ها و ابتکارهای مارکویتز استفاده از واریانس (و یا انحراف معیار) یک توزیع - توزیع بازده محتمل - به عنوان معیار ریسک بود، وی نخستین کسی بود که یک معیار خاص برای ریسک سبد سهام تدوین نمود. به عبارت دقیق‌تر، وی فرض کرد که هرچه واریانس یک سرمایه‌گذاری بالاتر باشد، احتمال تفاوت بازده واقعی از بازده انتظاری نیز بالاتر است. با این نگرش مارکویتز توانست مسئله‌ی بغرنج، پیچیده و چند بُعدی پورترفوی، متشکل از دارایی‌های متعدد با ویژگی‌های مختلف، را به تجزیه و تحلیل مسئله‌ای دو بعدی با نام "رویکرد میانگین - واریانس" تبدیل کند (هاگین، ۲۰۰۴، ص ۱۰۳).

بر اساس فرمول‌بندی مارکویتز انتخاب یک پورترفوی کارا با تجزیه و تحلیل تخمین‌های سه‌گانه‌ی زیر شروع می‌شود:

الف) بازده مورد انتظار برای هر کدام از اوراق بهادار.

ب) واریانس بازده مورد انتظار برای هر کدام از اوراق بهادار.

ج) تعاملات بین بازده اوراق بهادار، خواه جبران کننده و مکمل، خواه هم جهت و تقویت کننده، که با معیار کوواریانس یا همپراکنش بین بازده هر سهم با دیگر سهام سنجیده می شود (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۵۸).

۲-۴-۱) بازده مورد انتظار پورتفوی

محاسبه‌ی بازده مورد انتظار برای مجموعه‌ای از اوراق بهادار که تشکیل پورتفوی می‌دهند، نسبتاً آسان است؛ بازده پورتفوی برابر با میانگین وزنی بازده مورد انتظار کلیه‌ی اوراق بهادار تشکیل دهنده‌ی پورتفوی می‌باشد.

$$E(R_{\text{portfolio}}) = \sum_{i=1}^n E(R_i) \cdot W_i \quad (۴-۲)$$

که در این معادله داریم:

$E(R_{\text{portfolio}})$ = نرخ بازده مورد انتظار پورتفوی

$E(R_i)$ = نرخ بازده مورد انتظار ورقه‌ی بهادار i

W_i = نسبتی از ارزش پورتفوی که در هر ورقه‌ی بهادار سرمایه‌گذاری شده است (مارکوویتز، ۱۹۵۲، ص ۲)

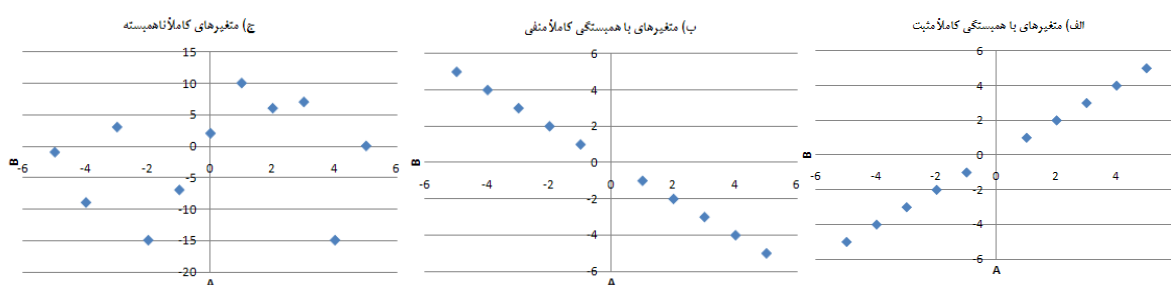
۲-۴-۲) ریسک پورتفوی

برآورد واریانس ترکیبی پورتفوی به مراتب پیچیده‌تر از محاسبه‌ی بازده آن است. نکته‌ی مهمی که باید به آن توجه کرد این است که ریسک پورتفوی، بر خلاف بازده‌اش، معمولاً با میانگین وزنی ریسک اوراق بهادار تشکیل دهنده‌اش برابر نیست. ریسک پورتفوی نه تنها به ریسک اوراق بهادار تشکیل دهنده‌اش به صورت ایزوله و مجزا مربوط است، بلکه به درجه و میزانی که این اوراق از رویدادهای بنیادین، همانند رویدادهای کلان اقتصادی، به طور مشابه تأثیر می‌پذیرند نیز بستگی دارد (شارپ، ۱۹۷۸، ص ۷۷).

آنچه در بند قبلی به آن اشاره شد - پذیرش تأثیرات مشابه از رویدادهای بنیادین - در واقع به مفهوم کوواریانس باز می‌گردد. برای آشنایی بیشتر با این معیار مهم، بایستی در ابتدا توضیح مختصری راجع به ضریب همبستگی ارائه شود. ضریب همبستگی بیانگر تمایل و کشش بین دو متغیر برای تغییرات "با یکدیگر" است. به عبارتی، ضریب همبستگی شاخصی است ریاضی، که جهت و مقدار رابطه‌ی بین دو

متغیر را توصیف می‌کند. ضریب همبستگی در مورد توزیع‌های دو یا چند متغیره به کار می‌رود. اگر مقادیر دو متغیر شبیه (یا عکس) هم تغییر کند یعنی با کم یا زیاد شدن هر کدام، دیگری کم (زیاد) یا زیاد (کم) شود به گونه‌ای که بتوان رابطه‌ی آن‌ها را به صورت یک معادله بیان کرد می‌گوییم بین این دو متغیر همبستگی - خواه مثبت و خواه منفی - وجود دارد. توجه کنید که رابطه‌ی همبستگی رابطه‌ی علت و معلولی نیست، بدین معنا که لزوماً تغییر در یک متغیر سبب تغییر در دیگری نیست و آن دو ممکن است از پارامتر سومی - همانند شاخص‌های کلان اقتصادی در مسئله‌ی پورتنفوی که مؤثر بر کلیه‌ی سهام ولیکن با درجات مختلف است - تأثیر پذیرفته باشند.

نمودار پراکنش یا دیاگرام پراکندگی، بهترین تصویر برای نشان دادن همبستگی بین دو متغیر است. شکل ۲-۴، سه حد غایی ضریب همبستگی با عناوین همبستگی کاملاً مثبت، همبستگی کاملاً منفی و حالت کاملاً ناهمبسته را به تصویر می‌کشد.



شکل ۲-۴. حالات مختلف ضریب همبستگی

کوواریانس نیز، یک مقیاس برای هم تغییر یا حرکت همگام دو متغیر است. بنابراین، می‌بایستی رابطه‌ی بین ضریب همبستگی و کوواریانس، که معیار برهم‌کنش ریسک اجزای پورتنفوی است، وجود داشته باشد، این رابطه به شرح زیر است:

$$COV_{AB} = S_A \cdot S_B \cdot r_{AB} \quad \text{یا} \quad r_{AB} = \frac{COV_{AB}}{S_A \cdot S_B} \quad (۲-۵)$$

که در این معادله داریم:

$$COV_{AB} = \text{کوواریانس بین متغیرها}$$

r_{AB} = ضریب همبستگی بین متغیرها

S_A = انحراف معیار استاندارد متغیر

و S_B = انحراف معیار استاندارد متغیر (شارپ، ۱۹۷۸، ص ۷۹)

حال با استفاده از این مفاهیم ریاضی، رابطه‌ی بین ریسک پورتهفوی متشکل از n سهم و متغیرهای مربوطه، قابل تبیین می‌باشد:

$$\text{VAR} (R_{\text{portfolio}}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i \cdot W_j \cdot \text{COV} (R_i, R_j) \quad (۶-۲)$$

که با جایگزینی مقادیر از معادله‌ی ۲-۵ خواهیم داشت:

$$\text{VAR} (R_{\text{portfolio}}) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i \cdot W_j \cdot S_{R_i} \cdot S_{R_j} \cdot r_{ij} \quad (۷-۲)$$

که در این معادله داریم:

$\text{VAR} (R_{\text{portfolio}})$ = واریانس نرخ بازده پورتهفوی

$\text{VAR} (R_i)$ = واریانس نرخ بازده ورقه‌ی بهادار

$\text{COV} (R_i, R_j)$ = کوواریانس بین نرخ بازده اوراق بهادار

n = تعداد اوراق بهادار سبد سهام

نسبتی از ارزش پورتهفوی که در ورقه‌ی بهادار سرمایه‌گذاری شده است W_i یا W_j

r_{ij} = ضریب همبستگی بین متغیرها

انحراف معیار استاندارد متغیر S_j یا S_i (مارکویتز، ۱۹۵۲، ص ۶)

پس از ورود معادلات مارکویتز به این حوزه، معیارهای دیگری همچون نیم-واریانس^۱ و ارزش در

معرض ریسک^۲ نیز برای سنجش ریسک معرفی شدند که هر کدام مزایا و معایبی در بر دارند. بررسی

معادله‌ی ریسک نکات جالب و آموزنده‌ای دربردارد:

۱. هنگامی که بازده سهام تشکیل دهنده‌ی پورتهفوی کاملاً با یکدیگر همبسته‌ی مثبت باشند (شکل ۲-۱)

۴-الف) ریسک مرکب پورتهفوی برابر با میانگین وزنی ریسک اجزاء پورتهفوی می‌شود. در اینچنین

مواردی، تنوع بخشی، کاهش ریسک را در پی ندارد و فقط سبب میانگین‌گیری موزون از ریسک اجزاء

است (شارپ، ۱۹۷۸، ص ۸۱).

^۱ Half-Variance

^۲ Value-at-risk

۲. در پورتفوی‌های شامل بازده‌های با همبستگی کاملاً منفی (شکل ۲-۴-ب)، تنوع بخشی و تشکیل پورتفوی مناسب می‌تواند ریسک را به طور کامل حذف کند. اگر که بازده سهام تشکیل دهنده‌ی پورتفوی کاملاً با یکدیگر همبسته‌ی منفی باشند، امکان ترکیب بهینه‌ی سهام به گونه‌ای که ریسک به طور کامل حذف شود، وجود دارد. در این موارد باید ترکیب سهام را به گونه‌ای انتخاب کرد که اثرات یکدیگر را، با حذف و یا کاهش منابع عدم اطمینان، جبران نمایند. این مورد مشوق مدیران سرمایه‌گذاری برای اتخاذ استراتژی‌های دفاعی^۱ است (شارپ، ۱۹۷۸، ص ۸۲).

۳. یکی از موارد بسیار مهم هنگامی خود را آشکار می‌سازد که نمودار پراکنش دو متغیر بیانگر هیچ الگوی خاصی نباشد (شکل ۲-۴-ج)، در چنین مواردی دو متغیر را ناهمبسته می‌خوانند. در این حالت ضریب همبستگی بین هر دو سهم و بنابراین کوواریانس فی مابین هر دو سهم برابر صفر است (شارپ، ۱۹۷۸، ص ۸۳). در نگاه اول ممکن است اینگونه به نظر برسد که در این حالت نیز همانند حالت اول، تنوع بخشی انجام شده و تشکیل پورتفوی اثری نداشته است، اما به هیچ وجه اینگونه نیست. با استفاده از معادله‌ی ۲-۶ می‌توان نشان داد که ریسک پورتفوی در این حالت کمتر از ریسک سهام تشکیل دهنده‌اش است و عملاً تنوع بخشی، به کاهش ریسک کمک کرده است. مثلاً در یک حالت ساده، پورتفویی متشکل از N سهم ناهمبسته و با بازده همسان و برابر $S\%$ برای هر سهم را در نظر بگیرید؛ با استفاده از معادله‌ی ۲-۶ و ساده‌سازی خواهیم داشت:

$$S_{portfolio} = \frac{S\%}{\sqrt{N}} \quad (\text{منبع معادله: محاسبه شده توسط مؤلف}) \quad (۲-۸)$$

و اگر از معادله‌ی ۲-۸ حد بگیریم در حالی که N به بی‌نهایت میل می‌کند (یعنی تعداد سهام پورتفوی را تا حد ممکن زیاد کنیم، توجه شود که در قضیه‌ی ریاضیاتی حد، منظور از بی‌نهایت حدی، معنای بیشمار و نامحدود نیست، بلکه به معنای به اندازه‌ی کافی بزرگ می‌باشد)، خواهیم داشت:

^۱ Hedging Strategies

$$\lim_{N \rightarrow \infty} S_{portfolio} = \frac{S\%}{\sqrt{N}} = 0 \quad (9-2) \quad (\text{منبع معادله: محاسبه شده توسط مؤلف})$$

بنابراین اگر اولاً سهام تشکیل دهنده‌ی پورتفوی ناهمبسته باشند و ثانیاً بتوانیم به تعداد زیادی از این نوع سهام در پورتفوی خود فراهم بیاوریم آنگاه خواهیم دید که تنوع بخشی، کاهش قانع کننده و معقولی در ریسک کل را به همراه دارد. حتی با توجه به شرایط معادله‌ی ۲-۹ می‌توان ادعا کرد که در صورت ارضاء شرایط معادله‌ی بالا، ریسک تا صفر حدی قابل کاهش است (توجه شود که در معادله‌ی ۲-۹ صفر حاصله، صفر مطلق نیست و حدی است، پس ریسک در صورت ارضاء شرایط تا حدود صفر، قابل کاهش است).

حالت ۳ نیز حالت بسیار مهمی در مباحث سرمایه‌گذاری است، این وضعیت در واقع پایه و اساس استراتژی‌های بیمه‌ای یا ادغام ریسک می‌باشد؛ بنابراین، به دلیل حفظ ناهمبستگی و میل به بی‌نهایت حدی جهت کاهش ریسک کل است که شرکت‌های بیمه سعی در صدور انواع مختلفی از بیمه‌نامه‌های ناهمبسته‌ی شخصی و گسترش هر چه بیشتر حوزه‌ی فعالیتشان دارند (شارپ، ۱۹۷۸، ص ۸۳).

در نهایت ذکر دو نکته ضروری است، اول آن که با افزایش شمار سهم‌های درون یک سبد سهام، اهمیت ریسک (واریانس) هر سهم منفرد کاهش می‌یابد، در حالی که اهمیت کوواریانس افزایش می‌یابد؛ مثلاً در سبد سرمایه‌گذاری مرکب از ۵۰۰ سهم مختلف، اثر ریسک خاص هر سهم در ریسک سبد سهام، نهایتاً مقدار کوچکی خواهد بود؛ ریسک سبد سهام تقریباً فقط از کوواریانس بین سهم‌ها ناشی خواهد شد.

دوم آن که، در دنیای واقعی، به ندرت با همبستگی‌های شدید و حدی روبه‌رو می‌شویم، و سهم‌ها نوعاً قدری همبستگی با یکدیگر دارند. بنابراین، اگرچه ریسک قابل کاهش است، معمولاً قابل حذف نیست.

۲-۴-۱-۳) پردازش وقایع سپری شده^۱ در برابر پردازش وقایع آتی^۲

سبد سرمایه‌گذاری برای نگهداری در دوره‌ی زمانی آینده ایجاد می‌شود؛ نظریه‌ی پورتفوی با رویدادهای مورد انتظار در آینده مرتبط است. بنابراین، از آنجا که تصمیمات سرمایه‌گذاری برای آینده اتخاذ می‌شوند، در محاسبات می‌بایستی از مقادیر آتی استفاده شود. از سوی دیگر، اگر هدف، ارزیابی عملکرد سبد سرمایه‌گذاری در دوره‌های قبلی باشد، مقادیر واقعی بازده و ریسک در دوره‌ی مزبور (مقادیر تاریخی) به کار خواهند آمد.

از آنجا که از وقایع سپری شده به داده‌های تاریخی دسترسی داریم، آسان‌تر این است که از مقادیر تاریخی^۳ به عنوان نماینده‌ی مقادیر آتی مورد نیاز در مدل پورتفوی استفاده نمود. اما در حقیقت، داده‌های تاریخی باید مورد آزمون قرار گرفته و به عنوان مبنا برای تخمین مقادیر آتی، مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین، مهم است به یاد داشته باشیم که مدل‌های پورتفوی به مقادیر "پیش از واقعه" نیاز دارند که احتمالاً و غالباً با داده‌های تاریخی متفاوتند. هنگامی که داده‌های تاریخی به عنوان نماینده‌ی مقادیر آتی مورد نیاز به کار می‌روند، تلویحاً یا تصریحاً چنین فرض می‌شود که چنان روندی در آینده تکرار خواهد شد، که ممکن است موافق یا مغایر با واقعیت آتی باشد (پارکر جونز، ۱۳۸۰، ص ۸).

به عنوان مثال، واریانس و ضریب همبستگی، با استفاده از داده‌های تاریخی یا تخمینی قابل محاسبه‌اند. چنانچه تحلیل‌گر داده‌های تاریخی را برای محاسبه‌ی ضریب همبستگی یا واریانس به کار برده و تخمین‌های حاصله را در مدل مارکویتز قرار دهد، به طور ضمنی چنین فرض نموده که رابطه‌ی موجود در گذشته، در آینده نیز استمرار خواهد یافت. در مورد واریانس نیز به همین ترتیب است؛ اگر چنین فرض شود که واریانس تاریخی، بهترین تخمین واریانس مورد انتظار است، اطلاعات تاریخی باید مورد استفاده

^۱ Ex ante

^۲ Ex post

^۳ Historical Data

قرار گیرند. هرچند باید به خاطر داشت که واریانس و ضریب همبستگی نیز همانند بازده، طی زمان قابل تغییر هستند.

۲-۴-۱-۴) فرضیات بنیادین مدل مارکویتز

الف) از سرمایه‌گذاران انتظار می‌رود که در پی بیشینه کردن ارزش تنزیل یافته‌ی بازده‌های آتی سرمایه‌گذاری باشند (مارکویتز، ۱۹۵۲، ص ۱) و (ویلیامز، ۱۹۳۸).

ب) سرمایه‌گذاران در تصمیمات سرمایه‌گذاری، منطقی و عقلانی رفتار می‌کنند. بدین معنا که آن‌ها ترجیح می‌دهند پورتهوی‌های کارا را نگه دارند - پورتهوی‌هایی که سبب بیشینه شدن مطلوبیت و رضایت خاطرشان می‌شود (مارکویتز، ۱۹۵۲، ص ۴).

البته باید اشاره کرد که مارکویتز، خود در مقاله‌ی "انتخاب پورتهوی" استثنائاتی را برای فرض دوم ذکر می‌کند، در این حالات استثناء ممکن است سرمایه‌گذاران پورتهوی‌های ناکارا را به کارها ترجیح دهند! از آنجا که این موارد از استثنائات است، از دنبال کردن آن‌ها در این بخش، خودداری می‌شود.

۲-۵) فرآیند انتخاب سرمایه‌گذاری از دیدگاه MPT

نگاه به فرآیند انتخاب سرمایه‌گذاری بر پایه‌ی تئوری مدرن پورتهوی جالب است. هر سرمایه‌گذار با توجه به ترجیحات ریسک/بازده مورد انتظار خود، مجموعه‌ی منحصر به فردی از منحنی‌های بی‌تفاوتی دارد که به این مجموعه، نقشه‌ی منحنی بی‌تفاوتی سرمایه‌گذار می‌گویند. مفهوم این منحنی تمایل سرمایه‌گذار به جایگزینی و تبادل (بده-بستان^۱) بین مقادیر مشخصی از ریسک با بازده مورد انتظار است. منحنی‌های بی‌تفاوتی از تحلیل مطلوبیت استخراج شده و نقاطی از فضای ریسک-بازده را که دارای مقادیر مطلوبیت یکسان هستند، بازنمایی می‌کنند^۲ (پارکر جونز، ۱۳۸۰). مجموعه‌ای فرضی از این منحنی در شکل ۲-۵ به

^۱ Trade-off

^۲ اگرچه شیب این منحنی‌ها به دلیل این‌که فرض می‌شود سرمایه‌گذار به بازده بیشتر علاقه‌مند است و ریسک‌گریز است، در این تحلیل مثبت است، اما شکل دقیق آن‌ها به رجحان سرمایه‌گذار در پذیرش ریسک بستگی دارد.

تصویر کشیده شده است. در این شکل، منحنی ۱ بر ۲، و ۲ بر ۳ ترجیح دارد زیرا به ازای سطح ریسک معین، بازده ۱ بیشتر از ۲ و بازده ۲ بیشتر از ۳ می‌باشد.

در یک بازار کارا، مجموعه‌ای از گزینه‌ها و انتخاب‌های ممکن سرمایه‌گذاری، همانند شکل ۲-۶ خواهد بود. در اصطلاح تخصصی مالی به این شکل مرز کارای مارکویتز می‌گویند و عبارت از کلیه‌ی پورتفوی‌هایی است که برای سطح مشخصی از بازده، دارای ریسک کمینه و یا دارای بیشینه‌ی بازده برای درجه‌ی مشخصی از ریسک باشند. این مرز کارا با توجه به معادلات مارکویتز و برای هر بازاری قابل ترسیم است. نقاط روی این مرز، بر همه‌ی سبدهای سرمایه‌گذاری داخل منحنی - شامل مجموعه سبدهای قابل دستیابی منهای سبدهای واقع بر روی مرز- چیرگی و غلبه دارند و سرمایه‌گذاران عقلایی در پی پورتفوی‌های کارا خواهند بود؛ زیرا نقاطی که بر روی آن واقع هستند دارای بیشترین بازده در ازای یک ریسک معین و یا دارای کمترین ریسک در ازای یک بازده معین هستند (اصل چیرگی^۱ در نظریه‌ی پورتفوی، بیان می‌دارد که سرمایه‌گذاران در یک سطح معین ریسک، سبدی با بیشترین بازده مورد انتظار را ترجیح می‌دهند، و یا به طور معادل، در یک سطح معین بازده، سبدی با کمترین ریسک را ترجیح می‌دهند، و سایر سبدها - آن‌ها که زیر منحنی واقع هستند- ناچیره^۲ هستند).

سرمایه‌گذار از بین گزینه‌های موجود بر روی مرز کارا، باید سبدی را برگزیند که دارای بیشترین تناسب با وضعیت اوست؛ به عبارتی، قطع دادن منحنی گزینه‌های مختلف سرمایه‌گذاری (مرز کارا) با بالاترین منحنی بی‌تفاوتی سرمایه‌گذار (نشانه‌گر وضعیت و روحیه‌ی سرمایه‌گذار -تهاجمی، تدافعی و ...) آخرین قدم در انتخاب سرمایه‌گذاری است (شکل ۲-۷). توجه داشته باشید که در شکل ۲-۷، دستیابی به سبدی بر روی منحنی بسیار عالی ۱ غیرممکن است، و منحنی ۲ بالاترین (عالی‌ترین) منحنی بی‌تفاوتی سرمایه‌گذار است که بر مرز کارا مماس می‌شود. از سوی دیگر، اگرچه گزینه‌های سرمایه‌گذاری منحنی ۳

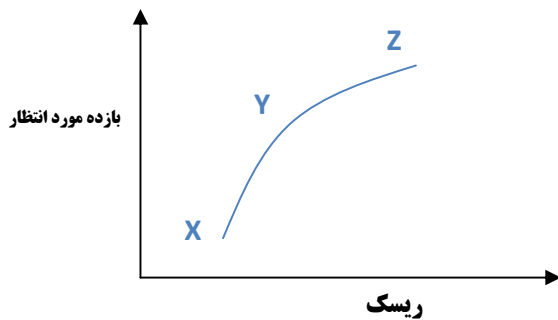
¹ Dominance principle

² Dominated

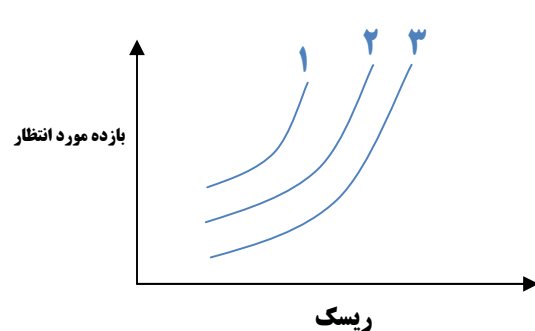
در دسترس و ممکن است (زیرا در داخل و زیر مرز کاراست)، اما این گزینه‌ها نسبت به منحنی ۲ نامرئج است، زیرا ۲ بازده مورد انتظار بیشتری را به ازای همان سطح ریسک (و لذا مطلوبیت بیشتری را) پیشنهاد می‌نماید.

در نهایت اشاره به این نکته ضروری است که اتفاق نظر سرمایه‌گذاران بر سر روند یافتن پورتفوی بهینه بدین معنا نیست که همه، پورتفوی یکسانی را انتخاب می‌کنند. وجود منحنی‌های بی‌تفاوتی منحصر به فرد برای سرمایه‌گذاران مختلف، بیانگر اتخاذ سیاست‌ها و استراتژی‌های تهاجمی یا تدافعی توسط آن‌ها بوده، سبب می‌شود تا اگرچه روند انتخاب پورتفوی بین همه‌ی سرمایه‌گذارانی که بر اساس MPT عمل می‌کنند همسان باشد، اما در نهایت گزینه‌های مختلفی بر روی مرز کارا انتخاب بشوند (هاگین، ۲۰۰۴، ص ۱۱۵).

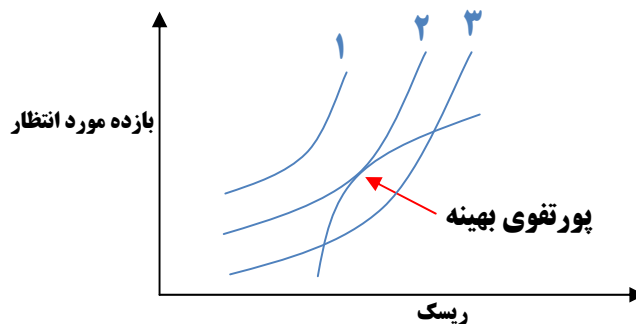
بر اساس تجربه‌ی عملی، سرمایه‌گذاران محافظه‌کار، سبدهای واقع بر/ یا متمایل به منتهی‌الیه سمت چپ مرز کارا را انتخاب می‌نمایند (نزدیک به X)، چرا که این پورتفوی‌ها ریسک کمتری دارند (و البته بازده مورد انتظار پایین‌تری)، بالعکس، سرمایه‌گذاران دارای روحیه‌ی تهاجمی، سبدهای واقع بر/ یا متمایل به منتهی‌الیه سمت راست مرز کارا را انتخاب می‌نمایند (نزدیک به Z)، زیرا این سبدها بازده مورد انتظار بیشتر (و البته طبیعتاً ریسک بالاتری) را دارند (بارکر جونز، ۱۳۸۰).



شکل ۲-۶. مرز کارای سرمایه‌گذاری
منبع: هاگین، ۱۹۷۹



شکل ۲-۵. نقشه‌ی منحنی‌های بی‌تفاوتی سرمایه‌گذار
منبع: هاگین، ۱۹۷۹



شکل ۲-۷. قطع دادن منحنی گزینه‌های مختلف سرمایه‌گذاری (مرز کارای مارکویتز) با بالاترین منحنی بی‌تفاوتی سرمایه‌گذار جهت دستیابی به پورتهوی بهینه سرمایه‌گذار (منبع: هاگین، ۱۹۷۹)

۲-۶) بهینه‌سازی پورتهوی

مارکویتز نشان داد که وقتی اطلاعات لازم برای مدل وی فراهم شود، می‌توان با استفاده از برنامه‌های بهینه‌سازی به دستکاری و تغییر در اوزان سهام پورتهوی پرداخت و به واسطه‌ی این تغییرات، به تعریف دقیقی از پورتهوی‌های کارا رسید.

یکی از اولین روش‌هایی که برای بهینه‌سازی این مدل توسط خود مارکویتز به کار رفت برنامه‌ریزی درجه دوم^۱ نام دارد. به لحاظ فنی، تکنیک‌های متعدد و پیچیده‌ی ریاضیاتی برای حل مدل پایه‌ی مارکویتز به کار گرفته می‌شود، اما در مجموع عملکرد روش‌های نوین و ابتکاری - که در بخش‌های آینده در برابر کلاسیک‌ها توضیح داده خواهند شد- به مراتب بهتر از روش‌های کلاسیک (همچون برنامه‌ریزی درجه دوم) می‌باشد (مولایی و طالبی، ۲۰۱۰).

باید خاطر نشان کرد که حل مدل، شامل دستکاری در وزن هر سهم در سبد، یا درصد مبالغ سرمایه‌گذاری در هر سهم است. به عبارت دیگر، با معین بودن ضریب همبستگی، انحراف معیار، و بازده مورد انتظار سهام، وزن سهام، تنها متغیری است که برای حل مسئله‌ی پورتهوی قابل دستکاری است (پارکر جونز، ۱۳۸۰، ص ۲۸). در مجموع استفاده از بهینه‌سازها دو مورد ذیل را مشخص می‌نماید:

^۱ Quadratic programming

الف) سهامی که باید در پورتنفوی نگه‌داری شود.

ب) نسبت بودجه‌ی تخصیصی بین سهام تعیین شده (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۵۹).

۷-۲) گسترش‌های مدل مارکوینز و مروری بر پیشینه‌ی تحقیقات مربوط

این بخش به مرور ادبیات موضوع و بررسی مهم‌ترین کاستی‌های مدل مارکوینز پرداخته، گسترش‌های صورت گرفته در زمینه‌ی آن و پیشینه‌ی مهم‌ترین تحقیقات خارجی و داخلی در انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام را مورد مذاقه قرار می‌دهد.

۱-۷-۲) مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM)^۱، مدل بازار و تئوری قیمت‌گذاری آربیتراژ (APT)^۲

در مدل اصلی مارکوینز که پایه‌ی انتخاب سرمایه‌گذاری است، گزینه‌های قرض دادن و قرض گرفتن سرمایه که از راه کارهای بسیار معمول و پر استفاده‌ی بازار سرمایه هستند، نادیده گرفته شده‌اند.

ویلیام شارپ مدل مارکوینز را در دو بُعد مهم گسترش داد. اول آن که وی مدل مارکوینز را به گونه‌ای گسترش داد که این مدل بتواند دارایی‌های بدون ریسک (مانند اوراق قرضه‌ی دولتی) و امکان قرض دادن و قرض گرفتن سرمایه را نیز در بر بگیرد (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۶۱). این رویکرد شارپ، معروف به خط تخصیص سرمایه است که جزئی از مدل کلی‌تر قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای می‌باشد. شارپ در مدل خط تخصیص سرمایه نشان داد که "هنگامی که یک ورقه‌ی بهادار یا پورتنفوی ریسکی را با یک ورقه‌ی بهادار یا پورتنفوی بدون ریسک ترکیب کنیم، ریسک مرکب، متناسب با نسبتی از سرمایه است که در دارایی ریسکی سرمایه‌گذاری شده است (شارپ، ۱۹۶۷)."

مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، مدلی است که رابطه‌ی بین ریسک و بازده را بیان می‌دارد؛ اگر دارایی بدون ریسک را انتخاب کنیم، بابت مصرف سرمایه، یک مقدار ثابت پاداش نرخ بازده دارایی

^۱ Capital Asset Pricing Model

^۲ Arbitrage Pricing Theory

بدون ریسک است و هرچه دارایی با ریسک بالاتر را بپذیریم بابت پذیرفتن ریسک بیشتر و صبر و نگهداشت چنین دارایی‌ای پاداش بیشتری مورد انتظار است. در واقع این مدل حالت ساده شده‌ی مدل بازار است، مدل بازار برای توصیف جزئیات از خط مشخصه‌ی اوراق بهادار استفاده می‌کند. مدل بازار اساس و پایه‌ی مفهومی مدل تک-شاخصی را تشکیل می‌دهد که در بخش بعدی توضیح داده خواهد شد. مدل بازار به توصیف رابطه‌ی بین نرخ بازده یک مورد از اوراق بهادار (یا یک پورتفوی) و نرخ بازده پورتفوی کل بازار می‌پردازد؛ به طور دقیق‌تر مدل بازار بیان می‌دارد که نرخ بازده یک مورد از اوراق بهادار (یا یک پورتفوی) به صورت خطی با شاخصی از نرخ بازده بازار رابطه دارد.

رال^۱ چنین بحث نموده که به دلیل آن که بدره‌ی بازار یا سبد فراگیر بازار - که شامل همه‌ی دارایی‌های ریسکی است - غیر قابل مشاهده است، لذا CAPM غیر قابل آزمون است (رال، ۱۹۷۷). در نتیجه گفته می‌شود که CAPM به طور تجربی نه ثابت شده است و نه ثابت خواهد شد. رال نتیجه می‌گیرد که آزمون‌های CAPM در واقع آزمون‌های کارایی میانگین-واریانس سبد فراگیر بازار هستند. با این همه، CAPM همچنان به صورت یک راه منطقی برای نگرش به بده-بستان و مصالحه‌ی بین ریسک و بازده باقی مانده است (پارکر جونز، ۱۳۸۰، ص ۷۵). در عین حال تئوری آربیتراژ توسط راس و رال^۲ (راس، ۱۹۷۶؛ و رال و راس، ۱۹۸۴) در ۱۹۸۰ ارائه شد و مشابه CAPM بوده، در واقع جایگزینی برای این مدل می‌باشد.

تئوری آربیتراژ بر این فرض استوار است که ریسک غیر سیستماتیک با تنوع بخشی قابل حذف است و بنابراین، این ریسک در بازاری با آربیتراژ صفر، فاقد هرگونه قیمت است. APT همانند CAPM، رابطه‌ای بین ریسک و بازده مورد انتظار برقرار می‌نماید، لیکن با استفاده از مفروضات و شیوه‌های متفاوت. APT در اصل بیان می‌دارد که قیمت‌های بازار تعادلی به گونه‌ای تنظیم می‌شوند که هرگونه فرصت آربیتراژ

¹ Roll

² Ross and Roll

(دلخواه) را حذف نمایند. فرصت آربیتراژ به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن یک سبد سرمایه‌گذاری صفر که سود بدون ریسک عاید گرداند، قابل ایجاد است. در صورتی که فرصت‌های آربیتراژ پدید آیند، سرمایه‌گذاران به نسبت اندکی می‌توانند با عمل خویش تعادل را برقرار سازند. APT برای توضیح بازده اوراق بهادار مدل چند-شاخصی را به خدمت می‌گیرد (پارکر جونز، ۱۳۸۰، ص ۷۷) که در ادامه و در بخش بعدی توضیحات جامع مدل چند-شاخصی ارائه خواهد شد.

انتقاد وارد بر APT آن است که در این مدل، حداقل عامل‌ها در پیش‌بینی بازده آینده، به خوبی مشخص نگردیده است. به منظور اجرای APT، به شناخت عواملی نیاز داریم که تفاوت در بازدهی اوراق بهادار را توضیح دهند و این عوامل از جامعه‌ای به جامعه‌ی دیگر متفاوت است و نیاز به پژوهش‌های بومی دارد. مثلاً در جریان یک بررسی در بازارهای غربی، سه عامل توصیف‌گر نوسانات بازار عبارت بودند از شاخص کلی بازار، تغییرات قیمت انرژی و حساسیت نرخ بهره (پاری و چن، ۱۹۸۴). اما بدون پژوهش بومی، این نتایج قابل تعمیم نیستند.

۲-۷-۲ مدل تک-شاخصی و چند-شاخصی

پورتفوی‌های کارای مدل مارکوویتز بر اساس تجزیه و تحلیل برآورد ریسک و بازده آتی شکل می‌گیرند، بنابراین دور از انتظار نیست که با تغییر تخمین‌ها، این مجموعه پورتفوی‌های کارا نیز تغییر یابند (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۶۷). تغییر در برآوردها به معنای حل و بهینه‌سازی از ابتدا برای دستیابی به اوزان جدید است، مشکل حل دوباره‌ی مسئله هنگامی خود را بیشتر آشکار می‌سازد که حجم فوق‌العاده بالای منابع انسانی و محاسباتی مورد نیاز برای حل مدل در نظر گرفته شود.

برای درک بهتر این حجم عظیم فرض کنید که بازاری با N سهم مجزا وجود دارد، برای اعمال مدل مارکوویتز به اینچنین بازاری نیاز به $\frac{N(N+3)}{2}$ برآورد مجزا می‌باشد؛ N برآورد برای نرخ بازده مورد انتظار، N برآورد برای واریانس بازده‌ها، و $\frac{N(N-1)}{2}$ برآورد منحصر به فرد بین هر جفت از سهام به عنوان

کوواریانس. گذشته از حجم بالای اطلاعات، مشکلات عملی و پیچیدگی‌هایی نیز گریبانگیر متخصصین مسئول تخمین کوواریانس‌های بین سهام صنایع مختلف می‌شود. حتی اگر متخصصین این پیچیدگی‌ها را به طریقی از سر بگذرانند و تخمین کوواریانس‌ها را آماده کنند، باز هم روایی این نوع از اطلاعات در هاله-ای از ابهام است (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۶۸).

مارکویتز خود بر این مشکل اذعان داشت و درصدد چاره‌جویی برآمده بود (مارکویتز، ۱۹۵۹، ص ۹۶-۹۷). وی جهت کاهش فاصله‌ی مدل تئوریک‌اش با عمل، پیشنهاد کرد که به جای تخمین کوواریانس بین هر جفت از سهام، رابطه‌ی بین نرخ بازده هر سهم با نرخ بازده شاخص ثابتی از بازار را جایگزین کنند. منطق این تفکر بر آن استوار است که قیمت سهام مختلف با حساسیت‌های متفاوتی نسبت به رویدادهای کلان اقتصادی واکنش نشان می‌دهند و این حساسیت، خود را به خوبی در رابطه‌ی بین همبستگی بازده سهام و بازده پورتفوی متشکل از کل بازار آشکار می‌سازد.

شارپ (شارپ، ۱۹۶۴) این رویکرد مارکویتز را دنبال کرد و مدل معروف به تک-شاخصی را ابداع نمود. مدل وی بار حجیم جمع‌آوری اطلاعات و محاسبات پیچیده که جزء تفکیک ناپذیر مدل مارکویتز است را به شدت سبک می‌کند (هاگین، ۱۹۷۹، ص ۱۶۱). این دوّمین بعدی بود که شارپ مدل مارکویتز را در آن گسترش داد. بنابراین، به طور خلاصه، مدل تک-شاخصی مدلی است که بازده هر سهم را به بازده شاخص بازار ارتباط می‌دهد. مدل تک-شاخصی با سه برآورد زیر قابل استفاده است:

الف) مقدار بازده ویژه یا غیر مربوط به بازار (آلفا- α)

ب) معیاری از حساسیت پاسخ سهام به تغییرات بازار (بتا- β)

ج) واریانس جزء بازده غیر مربوط به بازار (واریانس آلفا- e_α)

به عبارت دقیق‌تر، می‌توان این مدل را بدین‌گونه فرموله کرد (۲-۱۰):

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{Mt} + e_{\alpha i t} \quad (10-2)$$

به طوری که در این رابطه داریم:

$R_{it} = t$ بازده سهم i در دوره t

$R_{Mt} = t$ بازده شاخص بازار در دوره t

$\alpha_i = i$ بازده ثابت منحصر به سهم

β_i اندازه‌ی حساسیت بازده سهم i به بازده شاخص بازار

$e_{\alpha_i t} = t$ خطای تصادفی باقیمانده در دوره t

برای تخمین مدل تک-شاخصی، رگرسیون‌های بازده هر سهم با بازده شاخص بازار گرفته می‌شود. این مدل در بازاری N سهمی، با فقط $3N + 2$ تخمین کار می‌کند.

یکی از فرضیات اصلی مدل تک-شاخصی، برابر دانستن میانگین خطای تصادفی دوره‌های مختلف، با صفر است. همچنین این مدل فرض می‌کند که شاخص بازار با خطای باقیمانده ارتباطی ندارد، که البته استفاده از تحلیل رگرسیون در تخمین این مدل، ناهمبستگی دو متغیر را تضمین می‌کند.

اما فرض نگران کننده‌ی مدل در این بخش نهفته است که یگانه ارتباط متقابل سهام مختلف در پاسخ مشترک آنها به بازده بازار قرار دارد؛ بدین معنی که خطای باقیمانده برای سهم i با خطای باقیمانده برای سهم j رابطه‌ای ندارد. این فرض برای مدل تک-شاخصی بنیادی است، زیرا به این نتیجه رهنمون می‌شود که همراهی و هم‌تغییری سهام، تنها به دلیل رابطه‌ی مشترک آنها با شاخص بازار است - به عبارت دیگر، هیچگونه تأثیر دیگری روی سهام، ورای تأثیر بازار، نظیر تأثیر صنعت وجود ندارد. استفاده از تحلیل رگرسیون تحقق این فرض را تضمین نمی‌کند و این فرض صرفاً به منظور ساده‌سازی اندیشیده شده است و ممکن است در عالم واقع صدق کند و یا صدق نکند (پارکر جونز، ۱۳۸۰). در بسیاری موارد نشان داده شده است که حرکات هم‌نوا و مشترک دیگری، همانند حرکت در میان اوراق بهادار یک صنعت خاص و... هم عملاً وجود خارجی دارند. بنابراین اگر فرض کنیم که با تقسیم اوراق به صنایع مختلف و سنجش حرکات درون‌گروهی علاوه بر حرکات کلی بازار، یعنی در نظر گرفتن چند شاخص به جای یک شاخص ثابت (شاخص صنایع مختلف)، به نتایج بهتری از مدل شارپ دست می‌یابیم، فرضی منطقی است و البته

اگرچه که تعریف چند شاخص، باز هم حجم محاسبات و اطلاعات مورد نیاز را بالا می‌برد اما همچنان این حجم، فاصله‌ی معقولی با حجم محاسبات مارکوتیز دارد. بنابراین، به دلیل این قبیل فرضیات نگران‌کننده‌ی مدل شارپ و احتمال عملکرد بهتر رویکرد چند-شاخصی، این رویکرد معرفی شد.

جالب است بدانیم که در واقع مدل انتخاب پورترفوی مارکوتیز حالت نهایی مدل چند-شاخصی است و می‌توان به آن از این منظر نگاه کرد. توضیح بیشتر آن که از آنجایی که مدل مارکوتیز براساس کوواریانس میان هر جفت از اوراق بهادار پایه نهاده شده است، پس در واقع هر کدام از اوراق بهادار بیانگر یک شاخص در این روند است. در سر دیگر این طیف، شارپ فقط یک شاخص عمومی را به عنوان مرجع معرفی کرد. بنابراین منطقی است که دو مدل، شارپ و مارکوتیز، دو سر یک طیف را تشکیل می‌دهند که مابین آن‌ها مدل‌های مختلفی با تعداد شاخص‌های متعدد قرار می‌گیرد. بنابراین رویکرد چند - شاخصه همچنان با حفظ نیازهای محاسباتی نسبتاً کم، مزایای زیر را هم دربردارد:

۱. تنظیم مناسب نرخ هم‌نوایی و حرکت مشترک شرکت‌های همگن از طریق زیرگروه‌های متجانسی

که در بازار ایجاد می‌کند (مانند کلاسه‌بندی براساس صنعت و...).

۲. مزایای دقت مارکوتیز را با تقریب واضح و دقیقی از نرخ هم‌نوایی بین زیرگروه‌ها فراهم می‌آورد. به

عبارت دیگر، با سنجش نرخ حرکت مشترک بین زیرگروه‌هایی که ایجاد کرده است به رویکرد

کوواریانسی مارکوتیز، که دقیق است نزدیک می‌شود و در عین حال همچنان حجم محاسبات

نسبتاً پایین را حفظ کرده است.

پس به طور خلاصه، در این رویکرد سعی شده است تا مزایای هر دو مدل پیشین حفظ شود؛ این

روش با حفظ حجم محاسباتی نسبتاً پایین و معقول، مزایای همچون دقت و تنظیم درست کوواریانس‌ها

را داراست. روابط مربوط به این مدل بدینگونه است (۱-۲):

$$R_{it} = \alpha_i + \beta_i R_{Mt} + c_i N_{mf_i} + e_{\alpha_i t} \quad (11-2)$$

به طوری که در این رابطه داریم:

$R_{it} = t$ بازده سهم i در دوره t

$R_{Mt} = t$ بازده شاخص بازار در دوره t

$\alpha_i = i$ بازده ثابت منحصر به سهم

$\beta_i = i$ اندازه حساسیت بازده سهم i به بازده شاخص بازار

$N_{mf_i} = \dots$ عوامل و شاخص‌های غیر بازار، مانند شاخص صنعت، زیرگروه صنعتی و ...

$c_i =$ ضریب شاخص‌های دیگر به جز شاخص بازار

$e_{\alpha_i t} = t$ خطای تصادفی باقیمانده در دوره t

با همه‌ی این مزایا، مدل چند-شاخصه هم مشکل جدیدی دارد. بازار می‌بایستی به گروه‌های کاملاً متجانسی (تجانس درون گروهی) که به یکدیگر کاملاً غیرمربوطند (دو گروه به یکدیگر وابستگی نداشته باشند) تقسیم شود و این دسته‌بندی، کار آسانی نیست. بسیاری مردم می‌پندارند که همان دسته‌بندی سنتی صنایع، پاسخگوی این امر است و فکر می‌کنند این نوع دسته‌بندی پایه‌ی مناسبی برای مدل چند - شاخصه است، حال آن‌که این نوع دسته‌بندی پاسخ مناسبی را ایجاد نکرده است و حتی نتایج ناامید کننده‌ای را هم به بار آورده است (هاگین، ۱۹۷۹).

۲-۷-۳) مدل برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط^۱

اگر جنبه‌ها و خصوصیات اضافی‌ای همچون هزینه‌های ثابت و کمینگی مجموعه مبادلات بر مسئله‌ی انتخاب پورتفوی مؤثر باشند، گما اینکه در بسیاری موارد هستند، مدل تجویزی مارکویتز به شدت کارکردهای خود را در عمل از دست می‌دهد.

کلرر و همکارانش (کلرر و همکاران، ۲۰۰۰) طی پژوهشی به معرفی چند نوع برنامه‌ریزی خطی عدد صحیح مختلط پرداختند که توانایی مواجهه با هزینه‌های ثابت و کمینگی مجموعه مبادلات را داراست. کلرر به دلیل پیچیدگی‌های محاسباتی بسیاری که مدلس با آن‌ها روبه‌رو بود، روش‌های ابتکاری بهینه را برای حل مدل پیشنهاد کرد. از تحقیق آن‌ها می‌توان سه نتیجه‌ی عمده گرفت:

^۱ Mixed-integer linear programming

الف) هزینه‌های ثابت موجب افزایش ریسک پورترفوی هستند، چرا که سبب کاهش در تعداد سهام نگهداری شده در پورترفوی می‌شوند.

ب) هزینه‌های ثابت بیش از مقداری که خود افزایش می‌یابند موجب کاهش در تنوع پورترفوی می‌شوند، به عبارتی هزینه‌های ثابت اثرات نامطلوب‌تر و تقویت شده‌تری نسبت به آنچه از آن‌ها انتظار می‌رود دارند.

ج) اثرات کمینگی مجموعه مبادلات، موارد نامطلوب قبلی، الف و ب، را تقویت می‌کند (کلرر و دیگران، ۲۰۰۰، ص ۱۶).

۲-۷-۴) مدل برنامه‌ریزی غیر خطی عدد صحیح مختلط^۱

ترکیب تعداد زیادی سهام و تعداد زیادی مبادله (که اصطلاحاً به هزینه‌ی آن، جریمه‌ی تجاری می‌گویند) سبب افزایش هزینه‌ی مبادله است (برتسیماس و همکاران، ۱۹۹۹، ص ۲). از آنجایی که برخی قیود و پیش‌شرط‌هایی همانند این‌که بیش از ۵٪ در هیچ سهامی سرمایه‌گذاری نکنیم و... معمولاً بر مدل مارکویتز اعمال می‌شوند، سبب می‌شوند تا ترکیب سهام و تعداد مبادلات بالا رفته، به تبع آن هزینه‌ی افزایش یابد.

برای فائق آمدن بر این مشکل و ضمن حفظ پیش‌شرط‌ها، برتسیماس و همکارانش (برتسیماس و همکاران، ۱۹۹۹) به ارائه‌ی روشی پرداختند که در آن از طریق برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط به تشکیل پورترفوی مبادرت می‌کنند. پورترفوی تشکیلی توسط روش آن‌ها به یک پورترفوی هدف که با استفاده از حل درجه‌ی دوم معادلات مارکویتز ساخته شده است، بسیار نزدیک است، نقدشوندگی^۲ یکسانی دارد، و نرخ بازده مورد انتظار و گردش^۳ با پورترفوی هدف همسان است، علاوه بر این موارد،

^۱ Nonlinear Mixed-integer linear programming

^۲ Liquidity

^۳ Turnover

شامل مزایایی همچون کنترل هزینه‌های اصطکاکی^۱ به واسطه‌ی انتخاب تعداد کمتر سهام تا حد ممکن، نیز می‌باشد.

۲-۷-۵) مدل مارکویتز با ورودی‌های فازی-تصادفی^۲

اگر دقت بالا مد نظر باشد، نمی‌توان انتظار داشت که بازده آتی سهام توسط اطلاعات گذشته و تاریخی بازده، به خوبی و با دقت منعکس شود. بنابراین در عمل، حرفه‌ای‌های بازار سهام صرفاً به اطلاعات گذشته و تاریخی بازده برای پیش‌بینی بازده آتی اکتفا نمی‌کنند. آن‌ها برای پیش‌بینی هرچه بهتر به تلفیق تجربه و قضاوت شخصی خود با تکنیک‌های آماری می‌پردازند، مدل مارکویتز قادر به پذیرش اطلاعات احتمالی برای بازده آتی سهام نیست.

بنابراین، لی و ژو (لی و ژو، ۲۰۰۹) برای بالا بردن دقت اطلاعات و نیز جهت ترکیب علم و تجربه به روشی سیستماتیک، متغیرهای ورودی بازده را، متغیرهای فازی-تصادفی فرض کردند و با این رویکرد، تغییرات لازم را بر مدل مارکویتز اعمال کردند، مدل حاصل از انعطاف‌پذیری بالایی برخوردار است. همچنین مدل پیشنهادی آن‌ها قادر است تا خود را با درجه‌ی خوشبینی-بدبینی^۳ سرمایه‌گذار تطبیق داده و مرز کارای مدل مارکویتز را بسته به این موضوع تعدیل نماید. در واقع این مدل بسط مدل میانگین-واریانس مارکویتز از دو بُعد است: اول، در نظر گرفتن عوامل تصادفی و اطلاعات فازی به صورت همزمان، و دوم، کنار گذاشتن فرض انتظارات یکدست و متجانس سرمایه‌گذاران.

^۱ Frictional costs

^۲ Fuzzy random variables

^۳ Optimism-Pessimism

۲-۷-۶) گسترش مدل مارکویتز با رویکرد مباحث رفتار مالی^۱

تئوری مدرن پورتفوی که از نظریات مارکویتز نشأت می‌گیرد بر فرضیه‌ی سرمایه‌گذاران منطقی استوار است. با این وجود بازارهای بسیاری پیدا می‌شوند که خلاف این قواعد بوده، و فرضیات MPT را زیر سؤال می‌برند. این بازارها اصطلاحاً نابهنجارند.

شاخه‌ای به نام رفتار مالی توضیحات متعددی برای این نابهنجاری‌ها فراهم می‌کند، همچنین این شاخه تئوری‌هایی برای توضیح ناکارایی‌های بازار و رفتارهای به ظاهر غیر منطقی سرمایه‌گذاران ارائه می‌نماید. فریجنز و همکارانش (فریجنز و همکاران، ۲۰۰۸) نشان دادند که می‌توان برای حل این مسئله متغیرهای مدل میانگین-واریانس مارکویتز را به گونه‌ای بر پایه‌ی مفاهیم رفتاری گسترش داد که متغیرهای جمعیت‌شناسی-اجتماعی^۲ را نیز در بر بگیرد. نتایج این نوع گسترش در پژوهش آن‌ها این بود که علاوه بر ریسک و بازده، سطح نرخ بازده بدون ریسک، ریسک گریزی فردی، باورهای بازار، ارزیابی هر فرد از تبخّر و تخصص شخصی‌اش، سن و جنسیت از دیگر عوامل تعیین‌کننده در انتخاب پورتفوی هستند.

۲-۷-۷) پژوهش‌های انجام گرفته در ایران

۲-۷-۷-۱) شبکه‌های عصبی^۳ برای انتخاب سرمایه‌گذاری

راعی (راعی، ۱۳۷۷) در زمینه‌ی کاربرد شبکه‌های عصبی برای انتخاب سرمایه‌گذاری به پژوهش می‌پردازد، وی طی این پژوهش به ابداع مدلی برای انتخاب پورتفوی با رویکرد شبکه‌های هوشمند عصبی پرداخته و نتایج مدل خود را با رویکرد مارکویتزی مقایسه می‌نماید. در مجموع، این مدل از عملکرد بهتری نسبت به مدل مارکویتز (البته در بازار کوچک و فرضی، سه تا پنج سهمی) برخوردار است.

¹ Behavioral finance

² Socio-demographic variables

³ Neural Networks

۲-۷-۷-۲) الگوریتم ژنتیک^۱ برای انتخاب پورتفوی بهینه

محمّدی (محمّدی استخری، ۱۳۸۵) به انتخاب پورتفوی در بورس تهران با الگوریتم ژنتیک می‌پردازد، نتایج پژوهش وی آشکار می‌سازند که بهینه‌سازی پورتفوی با استفاده از ژنتیک کارا تر از حل آن با مدل‌های کلاسیک است و می‌توان با این رویکرد ابتکاری به مرزهای کارایی بهتری نسبت به حل سنتی مدل مارکوویتز دست یافت. اما در این پژوهش، روش دیگری به جز ژنتیک مورد آزمون قرار نگرفته است، مقایسه‌ای بین عملکرد ژنتیک با عملکرد افراد فعال در بورس صورت پذیرفته است و بازار محدود به انتخاب فقط ۱۰ سهم شده است.

۲-۷-۷-۳) انتخاب پورتفوی بهینه با استفاده از ارزش در معرض ریسک^۲ به عنوان معیار

ریسک

پس از معرفی معادلات مارکوویتز، معیارهای دیگری همچون نیم-واریانس و ارزش در معرض ریسک نیز برای سنجش ریسک معرفی شدند که هر کدام مزایا و معایبی در بر دارند. رحمتی (رحمتی، ۱۳۸۷) با رویکرد مبتنی بر ارزش در معرض ریسک به عنوان معیار ریسک و با استفاده از الگوریتم ژنتیک به انتخاب پورتفوی بهینه در بازار ارز ایران می‌پردازد. این مدل که در بازاری کوچک و محدود اعمال شده است، حاکی از آن است که معیار ارزش در معرض ریسک در بازار ارز کارا تر از معیار واریانس است، اما قابلیت تعمیم این نتیجه‌گیری به بازار بورس سهام، نیازمند پژوهش‌های آتی است.

۲-۷-۷-۴) رویکرد فازی^۳ برای انتخاب پورتفوی بهینه

تلنگی (تلنگی، ۱۳۷۷) طی پژوهشی رویکرد فازی به مدل مارکوویتز را دنبال کرده است، وی متغیرهای مدل را فازی در نظر گرفته و در نهایت به مدلی انعطاف‌پذیرتر از مارکوویتز دست یافته است. البته این مدل نیز در بازاری کاملاً فرضی و کوچک اعمال شده است (بازاری فرضی و سه سهمی).

¹ Genetic Algorithm

² Value-at-risk

³ Fuzzy approach

۲-۷-۵) رویکرد برنامه‌ریزی آرمانی^۱ برای انتخاب پورتفوی بهینه

رضایی پندری (رضایی پندری، ۱۳۸۷) طی پژوهشی به انتخاب سبد سهام با استفاده از برنامه‌ریزی آرمانی می‌پردازد. تحقیق وی که بر روی ۵۰ شرکت برتر بازار صورت پذیرفته، با در نظر گرفتن ترجیحات سرمایه‌گذاران و اعمال قیود تخصیصی متخصصین بازار، به ارائه‌ی مدل انتخاب سهام می‌پردازد. متأسفانه در نهایت، جهت تبیین کارایی مدل پیشنهادی و نشان دادن سازگاری مدل با مسئله، تنها به نظرسنجی از خبرگان و متخصصین، راجع به مدل اکتفا شده است و روش‌های آماری جهت تأیید یا رد مدل به کار گرفته نشده است، همچنین، این مدل، در دوره‌ای واقعی، مورد آزمون قرار نگرفته است.

۲-۸) اندازه‌گیری عملکرد سبد سهام (سبد سرمایه‌گذاری)

۲-۸-۱) مقدمه

این بخش به چگونگی محاسبه‌ی عملکرد سبدهای مختلف می‌پردازد. منطقی، هر سرمایه‌گذاری با این موضوع مرتبط است، زیرا هدف نهایی سرمایه‌گذاری، افزایش ثروت مالی یا حداقل حفظ و حمایت از آن است و در صورت رضایت‌بخش نبودن نتایج سرمایه‌گذاری، باید تغییراتی اندیشیده شود.

ارزیابی عملکرد سبد سهام بدون توجه به اینکه فرد رأساً مدیریت سرمایه‌ی خود را به دست دارد و یا به طور غیر مستقیم از طریق شرکت‌های سرمایه‌گذاری، مبادرت به سرمایه‌گذاری می‌کند، واجد اهمیت است. سرمایه‌گذاری مستقیم، زمان‌بر است و هزینه‌ی فرصت از دست رفته‌ی بسیاری در بر دارد و اگر دستاورد کفایت آمیزی نداشته باشد، دلیلی برای بهره‌گیری از آن وجود نخواهد داشت (مگر این‌که سرمایه‌گذار، صرفاً قصد لذت جویی از عملیات سرمایه‌گذاری داشته باشد!).

از سوی دیگر، حتی در صورتی که مدیران حرفه‌ای پورتفوی، نیز استخدام شوند، لازم است عملکرد ایشان مورد ارزیابی قرار گیرد. اگر عملکرد مدیر الف در شرایط مساوی بودن سایر عوامل، به طور مستمر

^۱ Goal programming

برتر از عملکرد مدیر ب باشد، سرمایه‌گذار، ماندن با الف را ترجیح خواهد داد. در وضعیتی دیگر، اگر عملکرد هیچ‌یک از مدیران الف و ب (در صورت مساوی بودن سایر عوامل) بر شاخص سرمایه‌گذاری معینی (مثلاً نرخ بازده بدون ریسک)، برتر نباشد، در آن صورت سرمایه‌گذار ممکن است هیچ‌یک را ترجیح ندهد. نکته‌ی مهم آن است که اندازه‌گیری عملکرد مدیریت پورترفوی، پیش نیاز تصمیم‌گیری هوشمندانه است.

۲-۸-۲) چارچوب ارزیابی عملکرد سبد سهام

فرض کنیم که شرکت سرمایه‌گذاری مشترک ج بازده کل $r^0\%$ را در سال n برای سهامداران خود کسب نموده است، آیا همین اطلاعات برای ارزیابی عملکرد این شرکت کافی است؟ به دو دلیل، خیر! اول آن که سرمایه‌گذاری یک فرآیند دو بُعدی مبتنی بر بازده و ریسک است. این عوامل دو روی یک سکه‌اند و اگر قرار است تصمیمات هوشمندانه اتخاذ شود، هر دو جانب آن باید ارزیابی شوند. بنابراین، اگر درباره‌ی ریسک سبد این شرکت چیزی ندانیم، در خصوص عملکرد آن سخن زیادی نمی‌توان گفت. گذشته از آن، مدیران این شرکت ممکن است دو برابر ریسک سبدهای قابل مقایسه را برای رسیدن به این بازده $r^0\%$ متحمل شده باشند.

با توجه به این که همه‌ی سرمایه‌گذاران با ریسک رو به رو هستند، تکیه‌ی صرف بر بازده، در ارزیابی راهکارهای مختلف سرمایه‌گذاری، کاملاً ناکافی است؛ اگرچه همه‌ی سرمایه‌گذاران بازده بالاتر را ترجیح می‌دهند، آن‌ها ریسک‌گریز نیز هستند. برای ارزیابی مناسب عملکرد سبد سرمایه‌گذاری، باید معین کنیم که آیا بازده‌ها به فراخور ریسک انتخابی بالا هستند یا خیر؟ اگر می‌خواهیم عملکرد را هوشمندانه بسنجیم، باید آن را بر مبنایی متناسب و سازگار با ریسک ارزیابی نماییم. به همین دلیل است که روش‌های ارزیابی تعدیل شده بر مبنای ریسک معرفی شده‌اند و برای این پژوهش نیز انتخاب می‌گردند.

دلیل دومی که در خصوص عملکرد این شرکت نمی‌توان اظهار نظر چندانی کرد، آن است که بازده $r\%$ حتی با مشخص بودن ریسک، تنها زمانی معنادار است که با معیار سنجش خاصی مقایسه گردد، مثلاً نرخ بازده بدون ریسک و یا بازده دیگر شرکت‌های مشابه. بنابراین، در اندازه‌گیری عملکرد باید مبادرت به مقایسه نمود.

۲-۸-۳) روش‌های ارزیابی عملکرد سبد سهام، تعدیل شده بر مبنای ریسک، به همراه مقایسه‌ی روش‌ها و موانع ارزیابی

در اندازه‌گیری عملکرد سبد سهام، سرمایه‌گذاران باید هم بازده تحقق یافته و هم ریسک را در نظر بگیرند. بنابراین، به فراخور این که چه مقیاس‌ها یا تکنیک‌هایی مورد استفاده قرار می‌گیرند، پارامترهای خاص هر یک باید در تحلیل لحاظ شوند.

بنا به تشخیص ضرورت ادغام بازده و ریسک در تحلیل عملکرد سبد، در ابتدا سه محقق مقیاس‌های عملکرد سبد سهام را در سال‌های ۱۹۶۰ توسعه دادند. این سه محقق و معیارهای ابداعی آن‌ها عبارتند از ویلیام شارپ با مقیاس نسبت پاداش به تغییرپذیری ($RVAR^1$) یا معیار شارپ، جک ترینر^۲ با مقیاس نسبت پاداش به نوسان‌پذیری ($RVOL^3$) و در نهایت جنسن^۴ با مقیاس بازده تفاضلی جنسن. همچنین، پس از این سه روش، محققین دو معیار M^2 و نسبت ارزیابی را نیز معرفی نمودند.

این روش‌ها بسیار پرکاربردند و از آن‌ها اغلب با عنوان مقیاس‌های مرکب عملکرد سبد سهام و سازگار با ریسک، و یا مقیاس‌های تعدیل شده بر مبنای ریسک یاد می‌شود، چرا که در ارزیابی‌ها، هم بازده و هم ریسک را مدنظر قرار می‌دهند. در این بخش، به بررسی اجمالی مقیاس‌های مرکب پرداخته می‌شود.^۵

¹ Reward to variability ratio

² Jack Treynor

³ Reward to volatility ratio

⁴ Jensen

^۵ در دهه‌ی اخیر و پس از بسط مدل آربیتراژ و مدل‌های چند-شاخصی، معیارهای دیگری نیز برای سنجش عملکرد پورتفوی معرفی شده‌اند که خارج از بحث این پژوهش می‌باشند.

۲-۸-۳-۱) مقیاس نسبت پاداش به تغییرپذیری (RVAR یا معیار شارپ)

شارپ این معیار را بر اساس نظریه‌ی بازار سرمایه ابداع نمود، این مقیاس بدین صورت تعریف می‌شود:

$$RVAR = \frac{TR_{p(avr.)} - RF_{p(avr.)}}{SD_p} = \frac{\text{میانگین بازده اضافی}}{\text{ریسک کل سبد}} \quad (۱۲-۲)$$

به طوری که در این معادله داریم:

$TR_{p(avr.)} = p$ میانگین بازده کل سبد طی دوره‌ی زمانی p

$RF_{p(avr.)} = p$ میانگین نرخ بازده بدون ریسک طی دوره‌ی زمانی p

$SD_p = p$ انحراف معیار بازده سبد طی دوره‌ی زمانی p

$TR_{p(avr.)} - RF_{p(avr.)} = p$ بازده اضافی سبد (پاداش ریسک) طی دوره‌ی زمانی p

(شارپ، ۱۹۶۶)

در خصوص این معیار باید گفت:

۱. RVAR بازده اضافی به ازای هر واحد ریسک کل را اندازه می‌گیرد.
۲. هرچه RVAR سبدي بالاتر باشد، عملکرد آن سبد سهام بهتر است.
۳. از آنجا که RVAR یک مقیاس ترتیبی است، سبدهای سهام از طریق آن به آسانی قابل رتبه‌بندی و مقایسه هستند.

۲-۸-۳-۲) مقیاس نسبت پاداش به نوسان‌پذیری (RVOL)

تقریباً در همان زمانی که مقیاس شارپ تدوین گردید (نیمه‌های ۱۹۶۰)، ترینر (ترینر، ۱۹۶۵) مقیاس مشابهی را ارائه نمود که نسبت پاداش به نوسان‌پذیری نامیده می‌شود. ترینر همانند شارپ به این بصیرت رسید که بازده سبد سهام را به ریسک آن ارتباط دهد؛ هرچند ترینر بین ریسک کل و ریسک سیستماتیک تمایز قائل شد؛ وی تلویحاً فرض نمود که سبدهای سرمایه‌گذاری به خوبی پرگونه گردیده‌اند و بنابراین تنها ریسک آن‌ها، ریسک سیستماتیک است. بنابراین کلیه‌ی بخش‌های این مقیاس با مقیاس شارپ مشترک است به جز آن که در مخرج کسر از بتا به عنوان معیار ریسک سیستماتیک، و تنها ریسک سبد خوش-توزیع استفاده می‌نماید (پیش‌تر در مدل تک-شاخصی، بتا و دستیابی به آن از طریق

رگرسیون توضیح داده شد). بنابراین توضیحات، روابط مقیاس نسبت پاداش به نوسان پذیری به شکل زیر خواهد بود:

$$RVOL = \frac{TR_{p(avr.)} - RF_{p(avr.)}}{\beta_p} = \frac{\text{میانگین بازده اضافی}}{\text{ریسک سیستماتیک سبد}} \quad (13-2)$$

به طوری که در این معادله داریم:

$TR_{p(avr.)} = p$ میانگین بازده کل سبد طی دوره‌ی زمانی p

$RF_{p(avr.)} = p$ میانگین نرخ بازده بدون ریسک طی دوره‌ی زمانی p

$\beta_p = p$ بتای سبد (معیار ریسک سیستماتیک) طی دوره‌ی زمانی p

$TR_{p(avr.)} - RF_{p(avr.)} = p$ بازده اضافی سبد (پاداش ریسک) طی دوره‌ی زمانی p

(ترینر، ۱۹۶۵)

در خصوص این معیار نیز خواهیم داشت:

۱. $RVOL$ بازده اضافی به ازای هر واحد ریسک سیستماتیک را اندازه می‌گیرد.
۲. هرچه $RVOL$ سبدي بالاتر باشد، عملکرد آن سبد سهام بهتر است.
۳. از آنجا که $RVOL$ یک مقیاس ترتیبی است، از طریق آن سبدهای سهام به آسانی قابل رتبه‌بندی و مقایسه هستند.

۲-۳-۸-۳) مقیاس بازده تفاضلی جنسین

این معیار عبارتست از تفاوت بین آنچه که سبد سهام واقعاً کسب نموده و آنچه که کسب آن بر اساس سطح مشخص شده‌ی ریسک سیستماتیک، مورد انتظار بوده است. این معیار بر اساس مدل $CAPM$ طراحی شده است و پس از انجام محاسبات مربوطه روابط زیر حاصل می‌شوند که بیانگر این مقیاس می‌باشد:

$$\alpha_p = (TR_{p(avr.)} - RF_{p(avr.)}) - [\beta (TR_{M(avr.)} - RF_{p(avr.)})] \quad (14-2)$$

به طوری که در این معادله داریم:

$\alpha_p =$ خروجی مقیاس بازده تفاضلی جنسین

$TR_{p(avr.)} = p$ میانگین بازده کل سبد طی دوره‌ی زمانی

$RF_{p(avr.)} = p$ میانگین نرخ بازده بدون ریسک طی دوره‌ی زمانی

$\beta_p = p$ بتای سبد (معیار ریسک سیستماتیک) طی دوره‌ی زمانی

$TR_M(avr.) = p$ میانگین بازده سبد بازار طی دوره‌ی زمانی

(جنسین، ۱۹۶۸)

α_p در واقع عبارتست از تفاوت بین آنچه که سبد سهام واقعاً کسب نموده و آنچه که کسب آن بر اساس

سطح مشخص شده‌ی ریسک سیستماتیک، مورد انتظار بوده است. از لحاظ تفسیری و کاربردی:

۱. اگر α_p به طور معناداری^۱ مثبت باشد، گواهی بر عملکرد برتر سبد است.

۲. اگر α_p به طور معناداری منفی باشد، گواهی بر عملکرد ضعیف سبد است.

۳. اگر α_p اختلاف معناداری با صفر نداشته باشد، گواهی بر عملکرد همتراز با متوسط بازار سبد

است.

۲-۸-۳-۴) مقیاس M^2

این معیار بسیار شبیه به معیار شارپ است و مشخص می‌سازد که اگر پورترفوی، درجه‌ی مشابهی از ریسک کل پورترفوی بازار را داشته باشد، متوسط بازده چقدر خواهد بود. تفسیر این معیار شبیه معیار شارپ است و رتبه‌بندی کاملاً مشابهی را ارائه می‌نماید (زاعی و تلنگی، ۱۳۸۳). روابط این معیار به صورت زیر می‌باشد:

$$M^2 = RF_{p(avr.)} + \left(\frac{TR_{p(avr.)} - RF_{p(avr.)}}{SD_p} \right) SD_m \quad (۱۵-۲)$$

به طوری که در این معادله داریم:

$TR_{p(avr.)} = p$ میانگین بازده کل سبد طی دوره‌ی زمانی

$RF_{p(avr.)} = p$ میانگین نرخ بازده بدون ریسک طی دوره‌ی زمانی

$SD_p = p$ انحراف معیار بازده سبد طی دوره‌ی زمانی

$SD_m = p$ انحراف معیار بازده سبد بازار طی دوره‌ی زمانی

^۱ در این بخش، معناداری، کاملاً از بُعد آماری مد نظر است.

بازده اضافی سبد (پاداش ریسک) طی دوره‌ی زمانی p $TR_{p(avr.)} - RF_{p(avr.)} = p$

۲-۸-۳-۵) مقیاس نسبت ارزیابی

این معیار که "نسبت اطلاعاتی" نیز نامیده می‌شود، کاربرد کمتری نسبت به دیگر معیارها دارد و بازده غیر معمول هر واحد ریسک غیر سیستماتیک را که قاعدتاً می‌تواند با نگهداری پورتفوی شاخص بازار متنوع گردد، اندازه‌گیری می‌نماید (بودی و همکاران، ۱۹۹۶). روابط ریاضی این معیار عبارتند از:

$$AR = \frac{\text{بازدهی مازاد نسبت به پورتفوی کاملاً متنوع شده}}{\text{ریسک غیر سیستماتیک}} \quad (۱۶-۲)$$

۲-۸-۳-۶) مقایسه‌ی مقیاس‌های مرگب

RVOL و RVAR بسیار شبیه به یکدیگر بوده، در سبدهای خوش-توزیع اغلب ارزیابی همسانی انجام می‌دهند. گزینش یکی از این دو معیار می‌تواند به تعریف ریسک بستگی داشته باشد، اگر سرمایه‌گذار معتقد است که ممکن است همچنان ریسک غیرسیستماتیک در پورتفوی وی وجود داشته باشد، محافظه-کارانه‌تر آن است که از معیار شارپ استفاده نماید. به طور کلی در مورد رتبه‌بندی پورتفوی‌ها با این دو مقیاس می‌توان گفت اگر سبدها کاملاً پرگونه شده باشند، رتبه‌بندی‌ها یکسان خواهد بود، چرا که در این حالت ریسک کل سبد برابر با ریسک سیستماتیک شده، ریسک غیرسیستماتیک حذف می‌شود. هرچه از تنوع سبدها کاسته گردد، احتمال تفاوت در رتبه‌بندی افزایش می‌یابد؛ در این حالت رتبه‌بندی بر مبنای RVOL می‌تواند بالاتر از رتبه‌بندی RVAR باشد. پیش‌تر نیز اشاره شد که مقیاس M^2 عملکرد کاملاً مشابهی با RVAR دارد.

در مقایسه، در مورد معیار جنسن باید گفت یک مزیت محاسباتی این معیار آن است که اجازه می‌دهد مقیاس عملکرد به طور همزمان با بتای سبد تخمین زده شود. یعنی با تخمین یک خط مشخصه به شکل پاداش ریسک، تخمین‌های آلفا و بتا به طور همزمان به دست می‌آیند. هرچند بر خلاف معیارهای شارپ و ترینر، به جای بازده متوسط کل دوره، باید بازده هر دوره، در فرآیند تخمین به کار برده شود. AR نیز

مشبیه به معیار جنسین عمل کرده، نتایج نسبتاً مشابهی ارائه می‌نماید، اما در کل بسیار کم کاربردتر از دیگر معیارهاست.

۲-۸-۳-۷) مشکلات، موانع و محدودیت های اندازه گیری عملکرد سبد سرمایه گذاری نخست آن که این مقیاس‌ها بر پایه‌ی نظریات بازار سرمایه و CAPM استوارند و بنابراین، وابسته به مفروضات پایه‌ای این نظریه‌ها می‌باشند. برای مثال در صورتی که اوراق قرضه‌ی دولتی و یا نرخ سود بانکی نماینده‌ی مناسبی برای نرخ بازده بدون ریسک نباشد و یا سرمایه‌گذاران امکان قرض دادن و قرض گرفتن سرمایه در نرخ بازده بدون ریسک را نداشته باشند، مفروضات، زیر سؤال رفته، معیارها کارکرد خود را از دست می‌دهند.

دوم، فرض وجود سبد فراگیر بازار و قابلیت تخمین آن با شاخص بازار فرض اصیلی نیست، و این مقیاس‌ها بر اساس این فرض عمل می‌کنند. توضیح بیشتر آن که شاخص نماینده‌ی بازار گهگاه قابل تغییر است.^۱

سوم، بتا مقیاس شفاف‌ی برای ریسک نیست و همان‌گونه که در بخش دوم نیز توضیح داده شد، در صورت تغییر کلی نوع شاخص، بتا هم تغییرات اساسی داشته، رتبه‌بندی سبدها را جابه‌جا می‌نماید. در نهایت چهارم آن که، مقیاس‌های ارزیابی باید مستقل از معیار ریسک مربوطه در فرمول خود باشند، حال آن که اخیراً این فرض زیر سؤال رفته و روابط بنیادین عدم استقلال مقیاس‌ها از ریسک مربوط به آن‌ها، پیدا شده است (راعی و تلنگی، ۱۳۸۳؛ پارکر جونز، ۱۳۸۰).

توجه به چگونگی مشخص کردن نرخ بازده بدون ریسکی که در دسترس همگان باشد نیز، از اهمیت بالایی برخوردار است و در استفاده از معیارها باید این نرخ با دقت تعیین شود. با وجود این مشکلات، شناخت محدودیت‌ها و استفاده‌ی محتاطانه از معیارها، اجتناب ناپذیر است.

^۱ مثلاً اغلب از شاخص S&P500 به عنوان شاخص بازارهای غربی استفاده می‌نمایند، اما این شاخص به NASDAQ و ... هم تغییر می‌یابد.

۹-۲ بهینه‌سازی

۲-۹-۱ مقدمه

آرزوی انسان برای رسیدن به کمال مبین تئوری بهینه‌سازی است. انسان می‌خواهد بهترین را تجسم و توصیف کرده و به آن دست یابد؛ اما از آنجایی که می‌داند نمی‌تواند تمام شرایط حاکم بر بهترین را به خوبی شناسایی و تعریف نماید در بیشتر موارد به جای جواب بهترین یا بهینه‌ی مطلق، به یک جواب رضایت‌بخش بسنده می‌کند. همچنین، انسان در قضاوت عملکرد دیگران، معیار بهترین را در نظر نمی‌گیرد، بلکه آنان را به صورت نسبی مورد ارزیابی قرار می‌دهد؛ بنابراین انسان به دلیل ناتوانی خود در بهینه‌سازی، به بهبود، ارزش ویژه‌ای می‌دهد.

تئوری بهینه‌سازی شامل مطالعات کمی بهینه‌ها و روش یافتن آن‌هاست. همچنین بهینه به عنوان یک واژه‌ی فنی، دلالت بر اندازه‌گیری کمی و تحلیل ریاضی دارد، در حالی که واژه‌ی بهترین، دارای دقت کمتر بوده و بیشتر برای امور روزمره استفاده می‌شود.

در بیشتر موارد، آنچه که با هدف بهینه‌سازی انجام می‌دهیم بهبود است. بهینه‌سازی به دنبال بهبود عملکرد در رسیدن به نقطه یا نقاط بهینه است. این تعریف دو قسمت دارد : ۱- جستجوی بهبود برای رسیدن به ۲- نقطه‌ی بهینه. تفاوت روشی بین فرآیند بهبود و مقصد یا نقطه‌ی بهینه وجود دارد. هنوز هم معمولاً در رویه‌های بهینه‌سازی، تمرکز بر همگرایی است و عملکرد ضمنی رویه، به طور کلی فراموش می‌شود. این اهمیت نسبت به همگرایی، مربوط به ریشه‌های بهینه‌سازی در ریاضیات است، اما همان‌طور که اشاره شد در عمل چنین اهمیتی طبیعی و معقول نمی‌باشد. این مقایسه قصد بی‌ارزش نشان دادن همگرایی و دقت‌های معمول ریاضی را ندارد، چرا که این حوزه خود مبنای ارزشمندی برای مقایسه‌ی روش‌های بهینه‌سازی ارائه می‌کند.

در مقایسه‌ی الگوریتم‌های بهینه‌سازی دو معیار همگرایی و عملکرد مطرح می‌شود. بعضی از الگوریتم‌ها دارای همگرایی بوده ولی ممکن است عملکرد ضعیفی داشته باشند، یعنی فرآیند بهبود آن‌ها از کارایی و سرعت لازم برخوردار نباشد؛ برعکس بعضی دیگر از الگوریتم‌ها همگرایی نداشته ولی عملکرد آن‌ها خیلی خوب است. می‌توان هدف از فرآیندهای جستجو را در سه دسته خلاصه نمود: بهینه‌سازی، یافتن جواب عملی و شبه بهینه‌سازی.

در شرایطی که ما به یافتن جواب در همسایگی جواب بهینه راضی باشیم، هدف جستجو را شبه بهینه‌سازی می‌نامند. شبه بهینه‌سازی دارای دو طبقه است؛ اگر هدف، یافتن جواب عملی خوب در فاصله‌ی تعریف شده‌ای از جواب بهینه باشد به آن بهینه‌سازی نزدیک گفته می‌شود. اگر شرط فاصله‌ی تعریف شده برای جواب بدست آمده حذف گردد، و تنها یافتن جواب نزدیک به بهینه با احتمال بالا، هدف باشد به آن بهینه‌سازی تقریبی گفته می‌شود.

بیشتر مسائل عملی آنقدر مشکل هستند که در آن‌ها هدف، شبه بهینه‌سازی در نظر گرفته می‌شود تا از این طریق تعادلی بین کیفیت جواب بدست آمده و هزینه‌ی جستجوی آن جواب برقرار گردد. همچنین، از آنجایی که تعداد محاسبات مسائل بهینه‌سازی ترکیبی به اعداد نجومی می‌رسد، حذف شرط بهینگی یک ضرورت اقتصادی است. در شبه بهینه‌سازی باید الگوریتم‌هایی ارائه کرد که حدود مناسب میزان محاسبات و نزدیکی به بهینگی را تضمین نموده و تعادلی بین آن‌ها برقرار نمایند. این الگوریتم‌ها باید مجهز به پارامترهای قابل تنظیم باشند تا کاربر بتواند با تغییر آن پارامترها تعادل مطلوب بین جواب بدست آمده و میزان محاسبات را برقرار نماید.

در نهایت در تعریفی عملی باید گفت بهینه‌سازی توابع به معنای یافتن پاسخ بهینه‌ی تابع هدف یک مسئله است؛ در شکلی بسیار ساده، با داشتن تابع هدف $f(x)$ می‌خواهیم x را به گونه‌ای بیابیم که هزینه‌ی متناظر آن، بهینه (معمولاً کمینه) باشد.

جهت انتخاب استراتژی مناسب برای حل مسائل بهینه‌سازی باید شناخت مناسبی از آن داشته باشیم، مسائل بهینه‌سازی را از دیدگاه‌های مختلف به چندین نوع می‌توان تقسیم‌بندی نمود؛ در یک دسته بندی ساده، این مسائل به دو گروه بیشینه‌سازی^۱ و کمینه‌سازی^۲ تقسیم می‌شوند. در دسته‌بندی پیشرفته‌تری می‌توان مسائل بهینه‌سازی را به بهینه‌سازی با سعی و خطا، بهینه‌سازی با تابع، بهینه‌سازی تک بُعدی و چند بُعدی، بهینه‌سازی پویا و ایستا، بهینه‌سازی مقید و نامقید، بهینه‌سازی پیوسته و یا گسسته و در نهایت، بهینه‌سازی تک معیاره و چند معیاره تقسیم‌بندی نمود. همچنین می‌توان ابزارها و روش‌های بهینه‌سازی را نیز در دو حوزه کلی بهینه‌سازهای کلاسیک یعنی روش‌های مبتنی بر مشتق ریاضیاتی، و بهینه‌سازهای ابتکاری یا تکاملی طبقه‌بندی نمود.

۲-۹-۲) انواع مسائل بهینه‌سازی و تقسیم بندی آنها

۲-۹-۲-۱) بهینه‌سازی با سعی و خطا^۳

مثالی از یک مسئله‌ی بهینه‌سازی با سعی و خطا تنظیم آنتن یک گیرنده‌ی تلویزیونی است.

۲-۹-۲-۲) بهینه‌سازی با تابع^۴

بهینه‌سازی با تابع زمانی است که یک مسئله‌ی بهینه‌سازی توسط یک تابع ریاضی که به نام‌های تابع هزینه، تابع برآزش و تابع هدف شناخته می‌شود، مدل شده و از روش‌های ریاضی برای حل آن استفاده شود.

¹ Maximization task

² Minimization task

³ Trial and Error Optimization

⁴ Function optimization

۲-۹-۲-۳) بهینه سازی تک بُعدی و چند بُعدی^۱

اگر تنها یک متغیر در مسئله بهینه‌سازی وجود داشته باشد، مسئله بهینه‌سازی یک مسئله تک بُعدی و در غیر این صورت دو یا چند بُعدی است.

۲-۹-۲-۴) بهینه سازی پویا و بهینه سازی ایستا^۲

اگر تابع هزینه مسئله بهینه‌سازی تابعی از زمان نباشد، با یک مسئله بهینه‌سازی ایستا سر و کار داریم. ولی اگر زمان نیز وارد تابع هزینه شود مسئله، بهینه‌سازی پویا می‌شود. به عنوان مثال حرکت از یک نقطه‌ی شهر به نقطه‌ی دیگر با انتخاب کوتاه‌ترین مسیر، یک مسئله بهینه‌سازی ایستا می‌باشد. اما اگر پارامترهای دیگری همچون ترافیک که تابعی از زمان است وارد تابع هزینه بشود، با یک مسئله بهینه‌سازی پویا سر و کار داریم.

۲-۹-۲-۵) بهینه سازی مقید و نامقید^۳

اگر متغیرهای مسئله بهینه‌سازی به بازه (و یا قید) خاصی محدود باشند، با یک مسئله بهینه‌سازی مقید، سروکار داریم و در غیر این صورت، مسئله، بهینه‌سازی نامقید است.

۲-۹-۲-۶) بهینه سازی پیوسته و گسسته^۴

یک مسئله بهینه‌سازی پیوسته مسئله‌ای است که در آن متغیرهای مسئله در یک بازه‌ی معین تغییرات پیوسته دارند، در حالی که در یک مسئله گسسته، متغیرها در بازه‌ی معین تغییرات گسسته دارند و فقط مقادیر خاصی را اختیار می‌کنند.

¹ Uni-modal and multi-dimensional optimization

² Dynamic and Static optimization

³ Constrained and unconstrained optimization

⁴ Continuous and discrete optimization

۲-۹-۲) بهینه سازی تک معیاره و چند معیاره^۱

یک مسئله‌ی بهینه‌سازی تک معیاره، تنها دارای یک تابع هدف می‌باشد، اما در یک مسئله‌ی چند معیاره، تعداد توابع هدفی که به طور همزمان می‌بایستی بهینه شوند، بیش از یک تابع است. در حالت چند معیاره مجموعه جواب‌هایی که هیچ برتری‌ای نسبت به هم ندارند تشکیل یک منحنی را در صفحه می‌دهند که به نام منحنی پاره‌تو یا همان مرز کارا^۲ شناخته می‌شود. منحنی پاره‌تو در بر دارنده‌ی همه‌ی جواب‌های مناسبی است که نسبت به همدیگر هیچ برتری‌ای ندارند. معمولاً در یک مسئله‌ی بهینه‌سازی چند معیاره، با دادن اهمیتی (وزنی) به هر یک از توابع هدف و جمع بستن آن‌ها، مسئله را تبدیل به یک مسئله‌ی تک معیاره می‌کنند. این کار در حقیقت قطع دادن یک خط با منحنی پاره‌تو است که به یک جواب معین می‌رسد. حل مسائل بهینه‌سازی چند هدفه و رسیدن به منحنی پاره‌تو، به تنهایی مبحث مستقل و مهمی از حوزه‌ی بهینه‌سازی می‌باشد (کلامی هریس، ۱۳۸۷).

۲-۹-۳) انواع ابزارها و روش‌های بهینه سازی

۲-۹-۳-۱) کلاسیک‌ها

روش‌های کلاسیک که همگان کم و بیش با آن‌ها آشنایی دارند، همان روش‌های مبتنی بر مشتق ریاضی هستند. یکی از نقایص روش‌های کلاسیک این است که در مسائل پیچیده و چند بُعدی، و یا مسائلی که دارای ویژگی‌های گسستگی، مشتق ناپذیری، نویز و اغتشاش^۳ اطلاعات، فضای حالت ناپیوسته و معادلات غیرخطی پیچیده هستند (بانبنو و همکاران، ۱۹۹۹؛ کندی و ابره‌ارت، ۲۰۰۱)، همانند مسئله-ی انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی، فقط تا حد یافتن بهینه‌های محلی^۴ پیش می‌روند و از یافتن بهینه‌ی

¹ Single-objective and Multi-objective optimization

² Pareto or efficient frontier

³ Noise

⁴ Local optimums

جامع و کلی^۱ مسئله عاجزند. در این روش‌ها چاره‌ای برای برون‌رفت از جواب‌های محلی نیاندیشیده‌اند و به محض این‌که به پاسخی نسبتاً بهینه می‌رسند، اگر چه ممکن است محلی باشد، حل را متوقف کرده و پاسخ را به عنوان بهینه‌ی جامع و کلی اعلام می‌دارند (به عنوان نمونه از جمله برنامه‌های معروف و در دسترسی که از تحلیل‌های کلاسیک و شیوه‌های تحقیق در عملیات استفاده می‌کنند می‌توان به LINDO، LINGO، و Microsoft Office Excel^۲ اشاره کرد).

۲-۹-۳-۲ روش‌های ابتکاری^۳

روش‌های ابتکاری (فراابتکاری یا تکاملی^۴ نیز نامیده می‌شوند) برای فائق آمدن بر مشکلات فوق‌الذکر که غالباً مسائل بهینه‌سازی با آن‌ها روبه‌رو است، به وجود آمد. اگرچه نمی‌توان هیچ تضمینی قائل شد، اما آزمون این روش‌ها در مسائل مختلف فنی و مهندسی، اقتصاد، مالی و... نشان داده است که در صورت اعمال درست و انتخاب مناسب پارامترهای داخلی و متناسب با نوع مسئله، با استفاده از این روش‌ها می‌توان به پاسخ‌های مناسب‌تری از پاسخ‌های هم‌تا‌های کلاسیکشان دست یافت.

عملکرد بهتر این روش‌ها به ماهیت طراحی آن‌ها بازمی‌گردد؛ به عبارتی اصولاً این روش‌ها ایجاد شدند تا کاستی‌های روش‌های کلاسیک را جبران کنند. آن‌ها به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده‌اند که تا حد ممکن از بهینه‌های محلی، اصطلاحاً "بیرون بپرند"، در آن‌ها "گیر نیافتند"، و به بهینه‌ی جامع برسند. به بیان دیگر، از آنجا که روش‌های ابتکاری به یک جستجوی جامع تصادفی دست می‌زنند، احتمال به تله افتادنشان در بهینه‌های محلی به شدت کاهش می‌یابد. شکل ۲-۸ مفهوم بهینه‌های محلی و بهینه‌ی جامع

¹ Global optimum

² Microsoft Corporation, Microsoft Office Excel 2007, © Microsoft Enterprise 2007.

³ Heuristic Methods

⁴ Metaheuristic or Evolutionary

را نشان می‌دهد (مثالی از تابع راستریجین)^۱. شکل ۲-۹ نیز مثال‌هایی از توابع سه بُعدی نسبتاً پیچیده‌ی بهینه‌سازی را به تصویر می‌کشد.

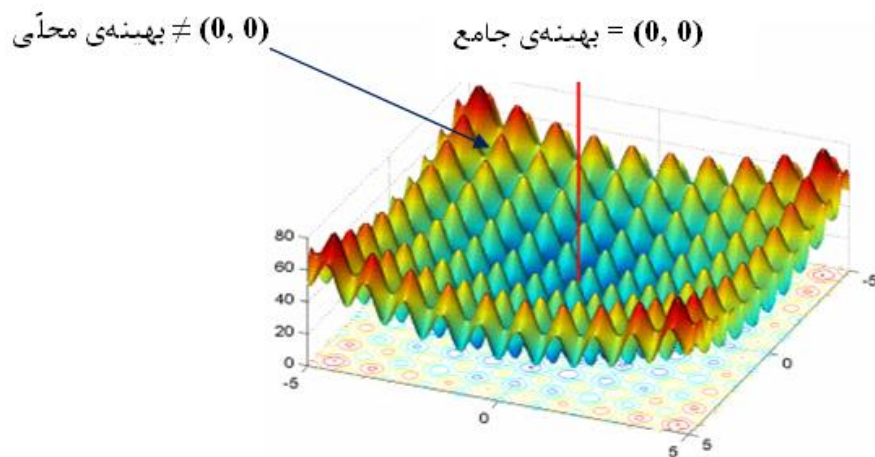
در سال‌های اخیر، بهینه‌سازی با استفاده از روش‌های ابتکاری توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. این روش‌ها تحت عناوین شبکه‌های عصبی، الگوریتم‌های تکاملی، و الگوریتم‌های مبتنی بر هوش جمعی^۲ و نیز با استفاده از کامپیوترها رشد و توسعه‌ی فراوانی یافته، بر بسیاری مسائل پیچیده‌ی آکادمیک و عملی، اعمال شده‌اند و پاسخ‌های مناسبی را ایجاد کرده‌اند (به نمونه‌هایی از این پژوهش‌ها در حل مسئله‌ی پورتفوی در بخش مراجع اشاره شده است).

روش‌های مبتنی بر جمعیت، زیرمجموعه‌ای از الگوریتم‌های ابتکاری هستند که از ایجاد جمعیت‌های اولیه و واسطه برای تکامل و سوق دادن مسئله به سوی پاسخ بهینه بهره می‌برند. سه نمونه‌ی پرکاربرد از این روش‌ها الگوریتم ژنتیک، الگوریتم گروه ذرات (انبوه ذرات یا کوچ پرندگان نیز گفته می‌شود) و الگوریتم رقابت استعماری هستند که دو روش آخر بسیار جدید می‌باشند. روش‌های مبتنی بر جمعیت قابلیت جستجوی بسیار سریع فضاهای حالت بزرگ و پیچیده و پرچنبر^۳ را دارا هستند و مستعد پذیرش بهینه‌های محلی به عنوان پاسخ نهایی نیستند.

^۱ Rastrigin's Function

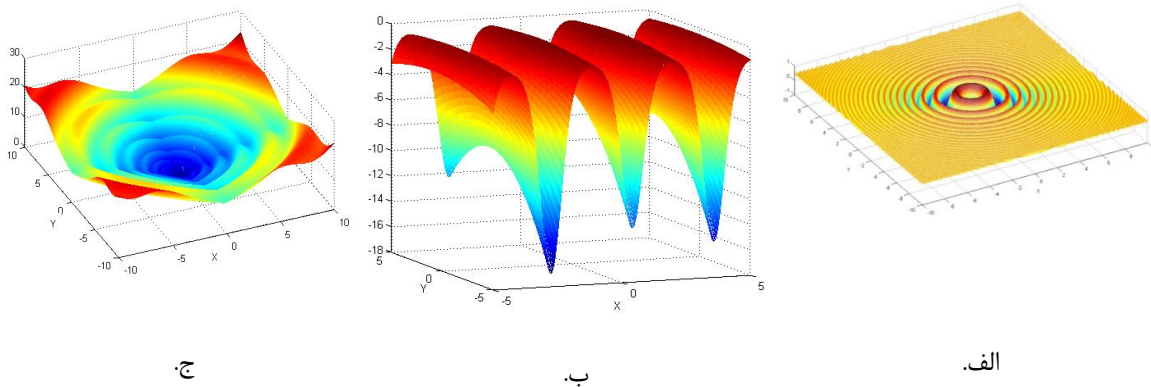
^۲ Swarm intelligence-based algorithms

^۳ Convoluted search spaces



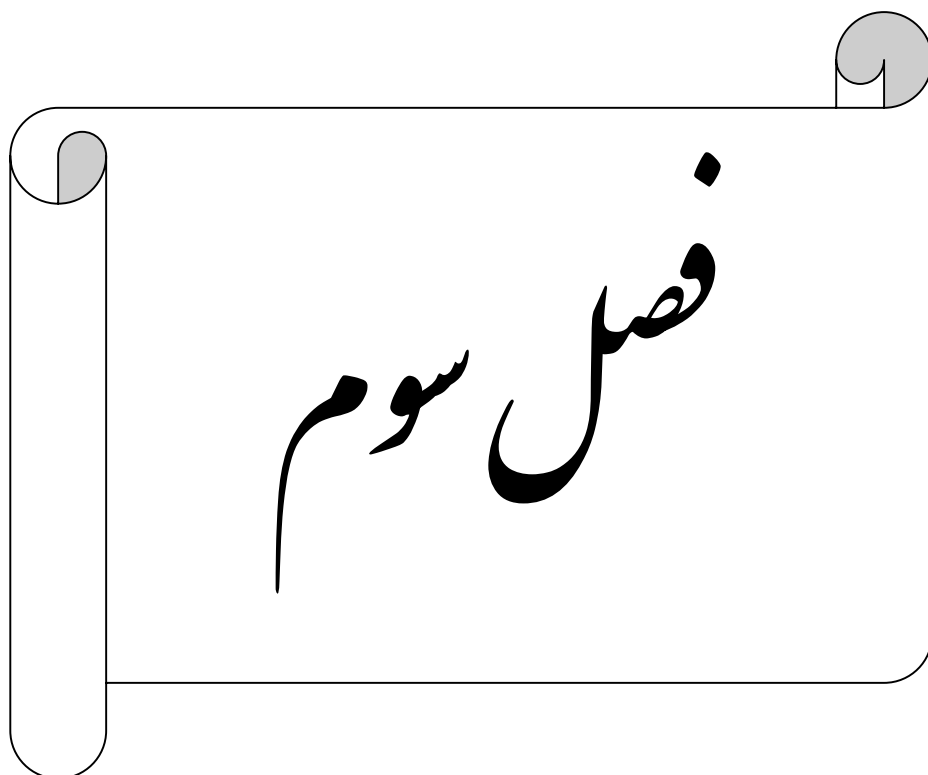
شکل ۲-۸. مفهوم بهینه‌های محلی و جامع

(منبع: مثالی از تابع راست‌ریجین از مجموعه توابع نرم‌افزار MATLAB2007a^۱)



شکل ۲-۹. مثال‌هایی از توابع نسبتاً پیچیده برای بهینه‌سازی
(رابطه‌ی ریاضی هر یک از این توابع، در پیوست ب ارائه شده است)

^۱ The MathWorks, I., Matrix laboratory (MATLAB). 1984-2009 ©The MathWorks, Inc.



روش تحقیق

۳-۱) مقدمه

از آنجا که هدف اصلی این پژوهش عبارتست از "انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش‌های ابتکاری و با اطلاعات ورودی مختلف و نیز نظرات خبرگان و تازه‌کارهای بازار بورس، و مقایسه‌ی سبدهای تشکیلی این رویکردها و ورودی‌های مختلف، برای انتخاب متناسب‌ترین رویکرد و اطلاعات ورودی جهت بومی‌سازی و کاربرد در ایران، با تأکید بر تجربه‌ی بورس تهران"، پژوهش ضمن اعمال روش‌های ابتکاری ژنتیک، ترکیب ژنتیک و نلدر-مید، گروه ذرات (کوچ پرندگان) و الگوریتم رقابت استعماری بر مسئله‌ی انتخاب و بهینه‌سازی پورتنفوی، با به کارگیری اطلاعات بازده و ریسک سالانه و ماهانه، سعی در یافتن بهترین ترکیب و نسبت سهام در پورتنفوی‌ها را داشته تا پورتنفوی به طور همزمان دارای بالاترین بازده و کمترین ریسک ممکن باشد، همچنین به بررسی کارایی نوع اطلاعات ورودی پرداخته می‌شود. در ادامه ضمن تشریح روش‌های ابتکاری به کار گرفته شده، دلایل اتخاذ این روش‌ها مورد مذاقه قرار می‌گیرد. برنامه‌نویسی و اجرای این روش‌ها در محیط نرم‌افزار MATLAB2007a^۱ توسط مؤلف صورت گرفته است و متن این برنامه‌ها در پیوست الف درج شده است. در نهایت، سبدهای تشکیلی خبرگان و تازه‌کارهای بازار نیز جمع‌آوری شده‌اند تا مقایسه‌ای بین عملکرد چهار روش ابتکاری مذکور و متوسط عملکرد سبد خبرگان و تازه‌کارها صورت پذیرد. جزئیات روش تحقیق، نحوه‌ی محاسبات و تحلیل داده‌ها، به طور مفصل در بخش ۳-۱۲ مورد بررسی قرار خواهند گرفت.

^۱ The MathWorks, I., Matrix laboratory (MATLAB). 1984-2009 ©The MathWorks, Inc.

۳-۲) الگوریتم ژنتیک^۱

۳-۲-۱) الگوریتم ژنتیک چیست و علت انتخاب این الگوریتم برای بهینه‌سازی پورتفوی اصول الگوریتم ژنتیک اولین بار توسط جی.اچ. هالند (هالند، ۱۹۷۵) ارائه شدند. الگوریتم ژنتیک، الگوریتم جستجوی بهینه‌یاب با کاربردی عمومی است که از اصول تکامل زیستی بشر و اصول تکاملی ژن-های زیستی الهام گرفته است (گومز، ۱۹۹۹). این روش به تکامل راه حل تا دستیابی به بهینه‌ی نهایی می‌پردازد. از جمله مزایای این الگوریتم، فهم آسان، مجزا بودن، پشتیبانی از بهینه‌سازی چند تابعی، دارا بودن یک جواب که با گذشت زمان بهتر می‌شود، امکان استفاده به صورت موازی، بهره‌برداری آسان از جواب قبلی، انعطاف‌پذیری برای کاربردهای ترکیبی، و وجود روش‌های مختلف برای افزایش سرعت و پیشرفت الگوریتم است.

یکی از سازه‌های اصلی و مهم زیست ژنتیکی، کروموزوم‌ها^۲ هستند. کروموزوم‌ها با یکدیگر تلاقی^۳ جهش^۴ می‌کنند و مجموعه‌ی جدیدی از کروموزوم‌ها را به وجود می‌آورند. بر اساس الزام و نیاز، برخی از کروموزوم‌ها بقا می‌یابند و برخی از بین می‌روند. از نقطه نظر علم زیست ژنتیکی، این چرخه‌ی زایش و نسل‌هاست. این روند در نسل‌های متعدد و زیادی مرتباً تکرار می‌شود تا اینکه در نهایت بهترین مجموعه‌ی کروموزوم‌ها با ویژگی‌های خاص ایجاد می‌شود. الگوریتم ریاضیاتی معادل روند فوق، با نام الگوریتم مصنوعی ژنتیک و یا به اختصار الگوریتم ژنتیک شناخته شده، و برای بهینه‌سازی به کار می‌رود (گویی، ۲۰۰۷).

ایده‌ی اصلی این الگوریتم حفظ و نگهداری جمعیتی از کروموزوم‌هایی است که طی زمان از طریق روند رقابت و تغییری کنترل شده، مرتباً تکامل می‌یابند. پیاده‌سازی الگوریتم ژنتیک با تولید جامعه‌ای تصادفی

¹ Genetic Algorithm

² Chromosomes

³ Crossover

⁴ Mutate

از کروموزوم‌ها کار خود را آغاز می‌کند. این جامعه مرتباً به سمت و سوی کروموزوم‌های بهتر پیشرفت می‌کند. ابزار این پیشرفت، عملگرهای ریاضیاتی طراحی شده برای الگوریتم است که بر اساس روند تکامل ژنتیکی و زیست طبیعی مدل شده‌اند و بر این اساس، جمعیت هر نسل دستخوش تکامل طبیعی می‌شود. متغیرهای هر طرح یا همان مجموعه ژن‌ها، به صورت یک رشته‌ی متغیر با مفهوم کروموزوم در سیستم حیات طبیعی مطابقت دارند. یعنی ژن‌ها کوچک‌ترین عناصر تشکیل دهنده‌ی کروموزوم‌ها هستند و هر کروموزوم نماینده یک فرد در جمعیت است (گریفن‌سته، ۱۹۸۶).

حال در دنیای اعداد و محاسبات، هر عدد، یک عضو از جمعیت است و کوچک‌ترین اعضای که می‌توانند یک عدد را تشکیل دهند، دسته‌های ۰ و ۱ (بیت‌ها) هستند. رشته‌های ۰ و ۱ طوری پیدا می‌شوند که بیانگر پهنای تغییرات اطلاعات در دامنه‌ی حل مسئله و ابزار ارزیابی توسط تابع بهینه‌سازی باشند. طی تکرارهای موفق الگوریتم، که نسل نامیده می‌شوند، کروموزوم‌های هر نسل بر اساس سازگاریشان به عنوان پاسخ بهینه رده‌بندی می‌شوند، و بر اساس این ارزیابی و نیز با استفاده از عملگرهای الگوریتم همانند عملگر ضربدری^۱ یا عملگر تغییر ناگهانی^۲ و مکانیزم‌های انتخابی الگوریتم، جامعه‌ی جدیدی از کروموزوم‌ها تشکیل می‌شود (پورزینالی، ۲۰۰۶).

برای حل هر مسئله‌ای با این الگوریتم، می‌بایستی در ابتدا یک تابع ارزیابی یا شایستگی^۳ را متناسب با پارامترها و معادلات مسئله تعریف نماییم. با تعریف این تابع می‌توانیم شایستگی کروموزوم‌های تولید شده را محاسبه کرده، آن‌ها را برای انتقال به نسل‌های بعدی یا ترکیب با یکدیگر اولویت‌بندی نماییم.

اگرچه که انواع مختلفی از الگوریتم ژنتیک برای بهینه‌سازی‌های مختلف وجود دارد، اما ساز و کار اصلی همه‌ی آن‌ها از سه عملیات اصلی تشکیل شده است: ارزیابی شایستگی هر کروموزوم منحصر به فرد، تشکیل مجموعه‌ای از ژن‌ها (جوامع واسطه) از طریق سامانه‌ی انتخابی مختص الگوریتم، و بالآخره

^۱ Crossover

^۲ Mutate

^۳ Evaluation or Fitness function

باز ترکیب کروموزوم‌ها از طریق عملگرهای ضربداری و تغییر ناگهانی. بنابراین به طور خلاصه، الگوریتم شامل طراحی افراد جوامع اولیه (کروموزوم‌ها)، انتخاب از بین بهترین افراد (بقای شایسته‌ترین‌ها) و تلاقی افراد نسل‌ها (ازدواج زوج‌های برتر با یکدیگر) است. در ادامه توضیحاتی در خصوص عملگرها و مؤلفه‌های ژنتیک ارائه می‌شود.

۳-۲-۲) عملگرهای ژنتیک

به قضایای تحول اتفاقی که به وسیله‌ی الگوریتم ژنتیک به کار گرفته می‌شوند، عملگرهای ژنتیک می‌گویند. این عملگرها در حین انجام تولید نسلی جدید از نسل‌های گذشته در هر رشته، به کار می‌آیند (بک، ۲۰۰۰).

۳-۲-۲-۱) عملگر تولید مثل

تولید مثل، یک برنامه‌ی تولید احتمالی است که برای زاد و ولد در رشته‌ها، و مبتنی بر مقدار مناسب و برتر آن‌ها انتخاب شده است. این روش تضمین می‌کند که دفعات مورد انتظار انتخاب هر رشته به طور نسبی وابسته به مقادیر برتر رشته، نسبت به سایر جمعیت باشد. رشته‌های با مقادیر برتر و یا اندازه‌ی بزرگ‌تر، دارای سهم احتمال بیشتری در تکثیر هستند و به طور ساده در تولید بعدی سهم می‌باشند. در الگوریتم ژنتیک، معمولاً وظیفه‌ی تولید مثل را سه عملگر زیر انجام می‌دهند: عملگر انتخاب، عملگر ضربداری، عملگر تغییر ناگهانی.

الف) عملگر انتخاب: در الگوریتم ژنتیک، به جای یک رشته با مجموعه‌ای از رشته‌ها کار می‌شود. این مجموعه یا جمعیت از رشته‌ها، از طریق انجام ارزیابی جهت تولید رشته‌های منحصر به فرد و جدید ساخته می‌شود. برای شروع، جمعیت ابتدایی، با انتخاب رشته‌ها به طور ابتکاری یا تصادفی در پهنای تغییرات دامنه‌ی مسئله، تولید می‌شود. این تصادف، کنترل شده است و رشته‌هایی برای تولید مثل

انتخاب می‌شوند که نقش مؤثرتری در بهبود جمعیت تولید شده و نهایی راه، دارا باشند. یکی از روش‌های مرسوم برای انتخاب، روش چرخ گردان^۱ می‌باشد.

ب) عملگر ضربداری: این عملگر برای تولید دو فرزند از والدین منتخب به کار برده می‌شود. عملگر ضربداری، برنامه‌ی انتخاب وضعیت اتفاقی در یک رشته است و تعدادی از بیت‌های چپ یا راست این رشته را از یک محل مشخص با رشته‌ی دیگر معاوضه می‌کند. به عنوان مثال اگر $X1$ و $X2$ دو رشته باشند که:

$X1=0100:00$

$X2=1001:10$

و اگر محل عملگر ضربداری به صورت محل علامت دو نقطه (:) باشد، و نیز عملکرد تعویض از سمت راست این محل انجام شود، آنگاه نتیجه‌ی تولید به صورت زیر خواهد شد:

$Y1=0100:10$

$Y2=1001:00$

ج) عملگر تغییر ناگهانی: برنامه‌ای از اصلاح اتفاقی مقادیر هر رشته با احتمال حداقل است. این عملگر به عنوان نخستین عملگر نمی‌باشد، ولی احتمال تحقیق و جستجو در تمام فضای غیر صفر مسئله را تضمین می‌کند و از طریق عملگر تولید مثل و ضربداری، به طور کامل از ضایعات مواد ژنتیک جلوگیری می‌کند. برای جلوگیری از همگرایی زودرس، به واسطه‌ی این عملگر تغییراتی جزئی در بیت‌های فرزندان داده می‌شود (چمبرز، ۲۰۰۱).

۳-۲-۳ مؤلفه‌های ژنتیک

مؤلفه‌های ژنتیک موجودیت‌هایی هستند که به تنظیم عملکرد الگوریتم و انجام مطلوب‌تر آن کمک می‌کنند. عمده‌ترین مؤلفه‌های ژنتیک عبارتند از: تعداد جمعیت، نرخ عملگر ضربداری و نرخ عملگر جهش ناگهانی.

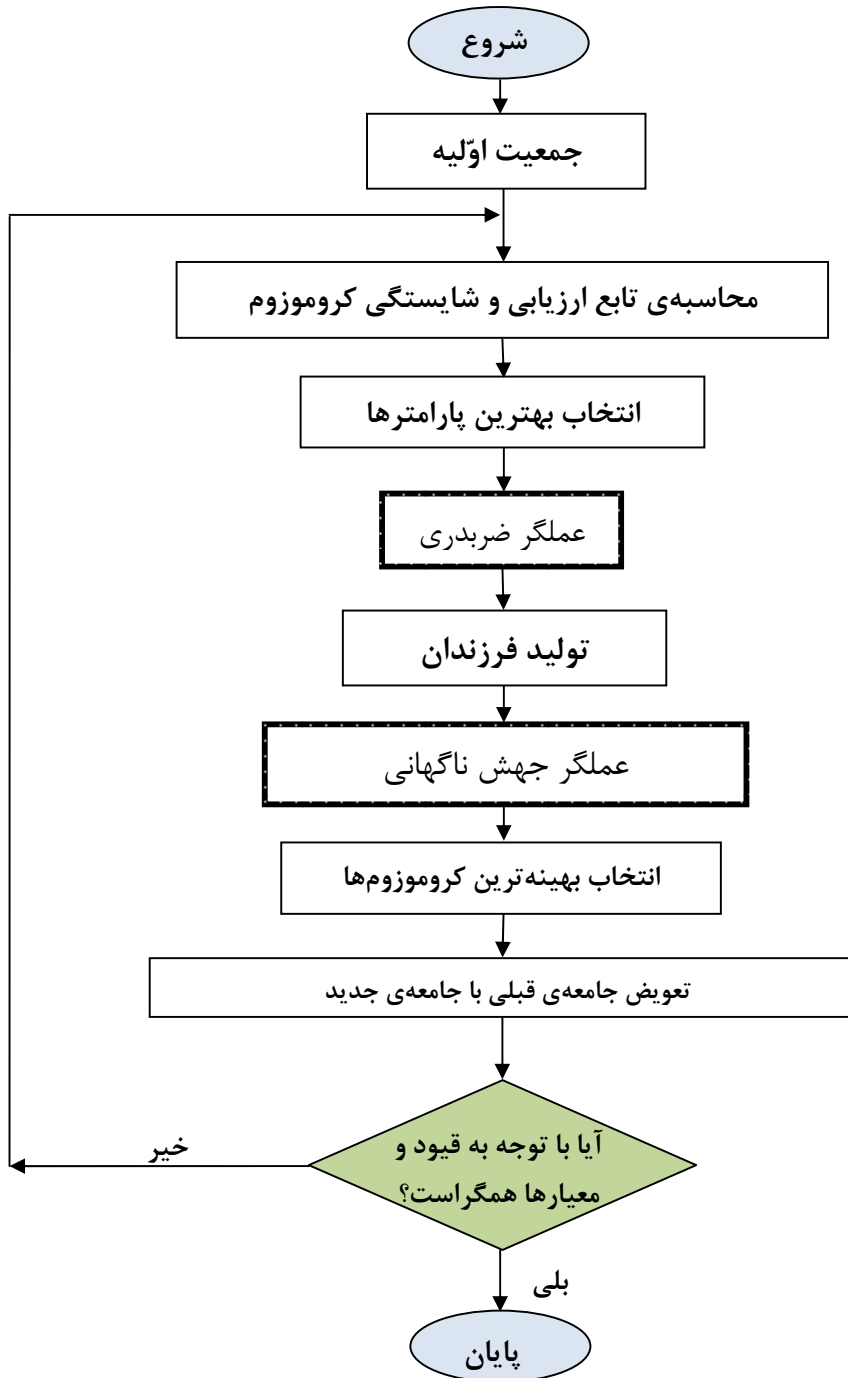
^۱ Roulette Wheel

الف) جمعیت: ژنتیک با تولید جمعیتی تصادفی از کروموزومها شروع می‌شود. اندازه‌ی جمعیت در کارآیی الگوریتم مؤثر است. اگر یک جمعیت کوچک داشته باشیم، در یک عملکرد ضعیف نمی‌توان تمام نتایج فضای ممکن یک مسئله را پوشش داده، بررسی کرد (دیویس، ۱۹۹۹). انتخاب یک جمعیت بزرگ، سبب پوشش فضای بیشتری شده و از حل و همگرایی زودهنگام در نقاط محدود و محلی جلوگیری می‌کند، از طرفی جمعیت بزرگ نیاز به ارزیابی بیشتری در هر تولید دارد و بالطبع، سرعت نرخ همگرایی را آهسته‌تر می‌کند.

ب) نرخ عملگر ضربداری: نرخ عملگر ضربداری جزء تعیین کننده‌ای در عملکرد ضربداری است؛ نرخ بالاتر عملگر ضربداری به این معناست که رشته‌های جدیدی با سرعت بیشتر وارد جمعیت می‌شوند. اگر نرخ عملگر ضربداری خیلی زیاد باشد، حذف رشته‌ها سریع‌تر از گزینش آنها برای بهبود انجام می‌پذیرد، و برعکس کم بودن این مقدار، سبب یک حالت سکون می‌شود که موجب کاهش نرخ شناسایی است.

ج) نرخ عملگر جهش ناگهانی: نرخ جهش ناگهانی عبارت از احتمال تغییر اتفاقی است که هر بیت از هر رشته در یک جمعیت جدید، پس از انجام مراحل انتخاب ممکن است به خود بگیرد. مقدار کم نرخ عملگر جهش ناگهانی، به باقی ماندن وضعیت هر بیت در مقداری مشخص کمک می‌نماید. افزایش آن نیز سبب جستجوی اتفاقی به طور مؤثرتری خواهد شد (بک، ۱۹۹۶).

شکل ۳-۱ فلوجارت الگوریتم ژنتیک را نشان می‌دهد.



شکل ۳-۱. فلوچارت الگوریتم ژنتیک

منبع: اقتباس مؤلف از الگوریتم ژنتیک

۳-۳) الگوریتم نلدر-مید^۱

۳-۳-۱) الگوریتم نلدر-مید چیست و علت انتخاب این الگوریتم برای بهینه‌سازی پورتفوی این الگوریتم کمینه‌ی یک تابع بدون قید را محاسبه می‌کند. الگوریتم نلدر-مید یا روش سیمپلکس فراز و نشیب^۲ یا روش دگرگونی آمیبی^۳، اولین بار در سال ۱۹۶۵ توسط جان نلدر و راجر مید (نلدر و مید، ۱۹۶۵) معرفی شد. این روش یک تکنیک بهینه‌سازی غیرخطی و پرکاربرد است که به دلیل پایه‌ی مفهومی آسان و روش استفاده‌ی نسبتاً ساده، به واسطه‌ی تابع جستجوی کمینه‌یاب^۴ در نرم‌افزارهایی همچون MATLAB، در علوم و تکنولوژی و به ویژه در شیمی و پزشکی کاربرد فراوان دارد. این روش می‌تواند برای کمینه کردن توابع در فضای حالت با ابعاد بسیار بالا (همانند مسئله‌ی پورتفوی) به کار رود. همچنین از آنجایی که این تابع به هیچگونه اطلاعات مشتق تابع هدف نیازی ندارد، برای کاربرد در بهینه‌سازی توابع غیرهموار و مشتق ناپذیر نیز، کارایی بالایی دارد (کلدا و همکاران، ۲۰۰۳). به علاوه، این الگوریتم در حل پارامتری مسائلی که تابع هدفشان در معرض شرایط عدم اطمینان و نویز قرار دارد (همانند مسئله‌ی پورتفوی، چرا که پارامترهای بازده و کوواریانس بسیار نویزپذیرند)، عملکرد خوبی از خود نشان داده است. این الگوریتم قابلیت اعمال به مسائل گسسته را نیز داراست.

۳-۳-۲) مروری بر روش عملکرد الگوریتم نلدر-مید

این روش از مفاهیم سیمپلکس برای پیشبرد و تکامل حل استفاده می‌کند. الگوریتم حاضر در ابتدا برآوردی از یکی از بهینه‌های محلی مسئله‌ای با N بُعد را به دست آورده، تابع هدف را به آرامی و به صورت هموار در این بخش تغییر می‌دهد. سپس الگوریتم با استفاده از برونیابی رفتار تابع هدف در خلال اجرای روش سیمپلکس، به تولید نقاط آزمون جدید می‌پردازد و آنگاه بر اساس عملگرهای درونی‌اش

¹ Nelder-Mead Algorithm

² Downhill Simplex Method

³ Amoeba Method

⁴ Fminsearch

تصمیم می‌گیرد که یکی از نقاط مورد آزمون در سیمپلکس را با نقطه‌ی آزمون تولیدی جدید، جا به جا نماید و به همین شیوه الگوریتم را ادامه می‌دهد. این الگوریتم پس از هر مرحله، شروط را آزمون می‌کند تا اگر برآورده شده باشند، پایان کار و پاسخ نهایی را اعلام نماید. شرایط پایان شامل همگرایی تابع هدف در سیمپلکس، دقت پاسخ، و یا تعداد تکرار از پیش تعیین شده توسط کاربر است (یو، ۱۹۷۹).

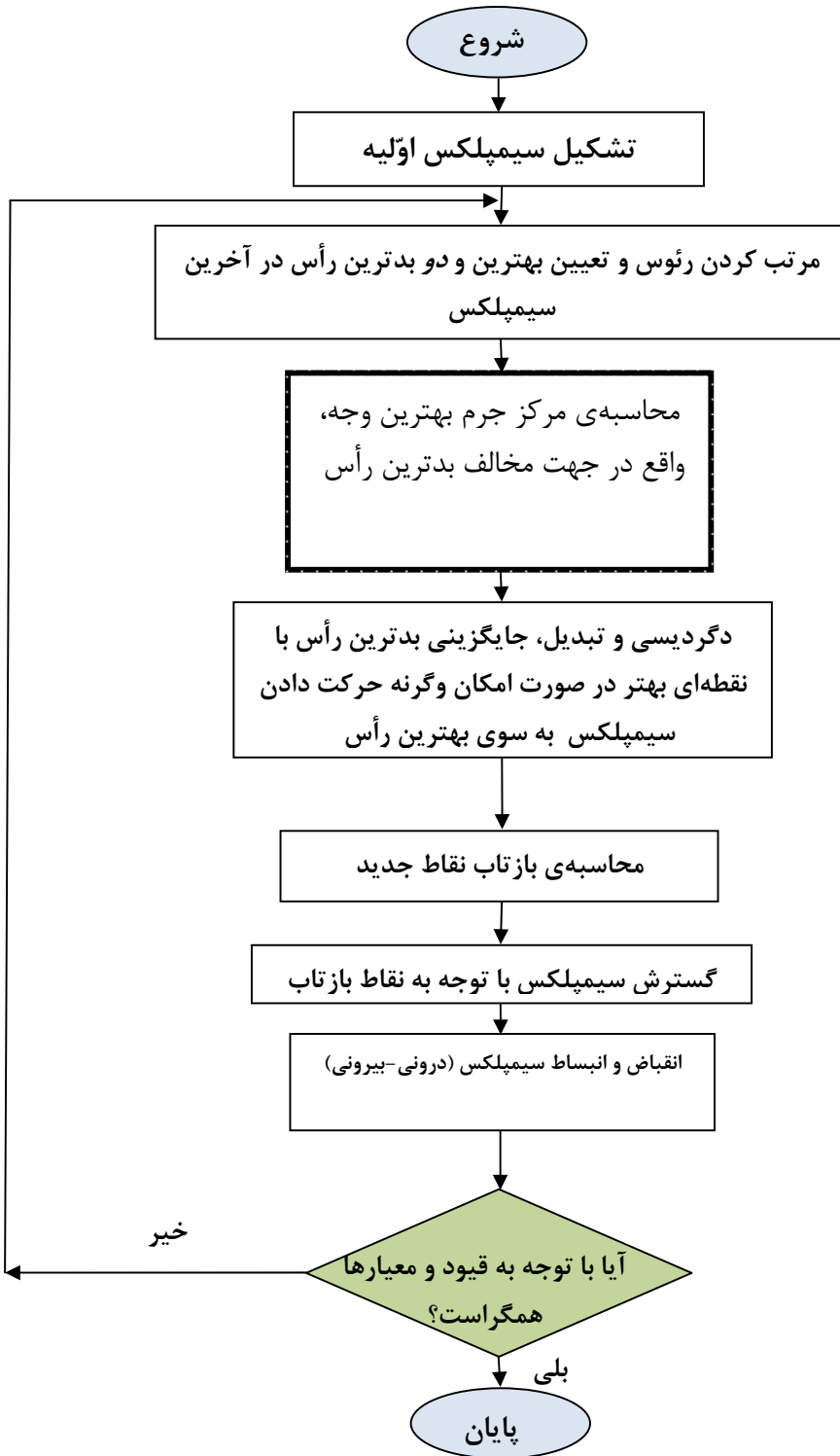
در نمای کلی گام‌های این الگوریتم شامل تشکیل سیمپلکس اولیه، تبدیل و تکامل سیمپلکس، و در نهایت، محاسبه و مقایسه‌ی شرایط همگرایی و پایان الگوریتم می‌باشد.

شکل ۳-۲ فلوجارت الگوریتم نلدر-مید را با جزئیات بیشتر، نشان می‌دهد.

۳-۴) ترکیب (هیبرید^۱) ژنتیک و نلدر-مید

طی اجرای متناوب الگوریتم ژنتیک در مسئله‌ی پورتفوی و سعی در بهبود پاسخ‌ها با دستکاری پارامترهای ژنتیک، نویسنده به نقطه‌ای دست یافت که بیش از آن بهبود پاسخ‌ها ممکن نبود. با توجه به سازگاری احتمالی نلدر-مید با مسئله‌ی پورتفوی، ترکیب آن با ژنتیک انجام شد تا از یک طرف عدم قید پذیری نلدر-مید جبران شود و از طرف دیگر مُحتمَل بود پاسخ ژنتیک بهبود یابد. به عبارت دیگر، ژنتیک در ابتدا با اعمال قیود، پورتفوی را بهینه کرده، پاسخ را به نلدر-مید ارائه می‌دهد، نلدر-مید که حال پاسخ-های مقید را در ورودی گرفته است، سعی در بهبود پاسخ‌ها دارد، سپس نلدر-مید پاسخ‌ها را مجدداً به ژنتیک ارائه می‌کند تا بهبود احتمالی توسط ژنتیک انجام پذیرد. این تعامل بین دو روش تا وقتی که یکی از دو روش به شرایط پایان الگوریتم خود برسد ادامه دارد، و در این شرایط است که پاسخ بهینه‌ی نهایی الگوریتم ترکیبی ارائه می‌شود.

^۱ Hybrid



شکل ۳-۲. فلوجارت الگوریتم نلدر-مید

منبع: اقتباس مؤلف از الگوریتم نلدر-مید

۳-۵) الگوریتم گروه ذرات (انبوه ذرات یا کوچ پرندگان^۱)

۳-۵-۱) الگوریتم گروه ذرات چیست و علت انتخاب این الگوریتم برای بهینه سازی پورتفوی الگوریتم گروه ذرات - از این به بعد PSO - رویکردی احتمالی و مبتنی بر تشکیل جوامع، برای بهینه سازی توابع است. این روش اولین بار توسط کندی و ابرهارت (کندی و ابرهارت، ۱۹۹۵) در سال ۱۹۹۵ و بر پایه‌ی شبیه‌سازی رفتار اجتماعی و هوش جمعی ارائه شد. PSO بر این منطق استوار است که با اشتراک گذاشتن اطلاعات بین اعضای یک جامعه، یا یک گونه‌ی خاص از موجودات، تکامل می‌تواند صورت پذیرد، و موجودات زنده اغلب قادرند تا با همکاری و کار تیمی به اهداف پیچیده دست یابند.

چند مزیت عمده، PSO را نسبت به دیگر الگوریتم‌ها مرجح می‌سازند؛ تحقیقات نشان داده است که PSO به عنوان روشی بی‌نیاز از هرگونه اطلاعات مشتق، در فضاها و مسائل پیچیده و مشتق‌ناپذیر از خود عملکردی کارا، قوی و انعطاف‌پذیر به جا می‌گذارد (بانئو و همکاران، ۱۹۹۹). PSO از بُعد محاسباتی، الگوریتم هزینه‌بر و گرانی نیست و حتی با حافظه‌ها و پردازشگرهای بسیار معمولی که در اغلب رایانه‌های خانگی نیز یافت می‌شوند قابل اجراست (کندی و ابرهارت، ۱۹۹۵)، به علاوه، مزایایی همچون سرعت همگرایی بالا و نو بودن الگوریتم در بسیاری زمینه‌های بهینه‌سازی، از جمله پورتفوی سهام، آن‌را کاندیدایی مناسب برای استفاده می‌سازند.

۳-۵-۲) مروری بر روش عملکرد PSO

این الگوریتم به ایجاد و نگهداری گروهی از پاسخ‌های مناسب می‌پردازد، به این پاسخ‌ها با عنوان ذره اشاره می‌شود. در ابتدا الگوریتم به ایجاد جمعیتی تصادفی از ذرات اقدام می‌کند، سپس، PSO با بهنگام کردن ذرات و نسل‌ها با استفاده از مکانیزم بردار سرعت^۲، به سوی پاسخ بهینه، تکامل و پیشرفت می‌نماید. بردار سرعت خود نیز بر اساس "حافظه‌ی" کسب شده توسط ذرات تغییر یافته، بهنگام می‌شود. از نظر

^۱ Particle Swarm Optimization

^۲ Velocity vector

مفهومی این حافظه دو بُعد شخصی و جمعی دارد که در واقع مبین دانش کسب شده توسط فرد و اجتماع است (پرز و بهدینان، ۲۰۰۷). ذرات با این مکانیزم‌ها در فضای حالت‌های چند بُعدی اصطلاحاً "پرواز" داده می‌شوند و به سوی بهترین پاسخی که توسط خود و همسایگان‌شان یافت می‌شود پیش می‌روند. به عبارتی اثر این پرواز، حرکت جمعی به سوی نقطه‌ی کمینه (یا بیشینه) با نیم نگاهی به کل فضای حالت و بهنگام رسانی بهینه‌هاست. عملکرد هر ذره در نزدیک شدن به پاسخ بهینه به وسیله‌ی یک تابع ارزیابی یا شایستگی^۱ که مبین مسئله‌ی تحت بهینه‌سازی است، سنجیده می‌شود.

روند بهینه‌یابی روش‌های مبتنی بر جمعیت - همانند PSO - شامل دو مرحله‌ی اصلی اکتشاف و بهره‌برداری^۲ است. فاز اکتشاف مسئول شناسایی نوید بخش‌ترین و امیدوارکننده‌ترین نواحی فضای حالت است، در حالی که فاز دوم، مسئول گسترش همگرایی ذرات به سوی بهترین پاسخ شناسایی شده تا آن لحظه است. طی اجرای الگوریتم می‌توان این دو گام را به صورت همزمان و یا پیاپی پیش برد. اثر اندازه‌ی جمعیت و همسایگی بر تعاملات فی مابین این دو فاز امری اثبات شده است، اما چگونگی این اثر و حساسیت تعاملات، هنوز به روشنی مشخص نیست و رویه‌ی رسمی و اثبات شده‌ای برای تعیین بهینه‌ی این اندازه وجود ندارد (پارسوپولوس و وراهاتیس، ۲۰۰۷). اگر چه این ابهامات در مورد الگوریتم PSO به دلیل نوپایی وجود دارد، اما قوانین و قواعد سر انگشتی^۳ برای تعیین اندازه‌ی جمعیت و همسایگی وجود دارد.

فرض کنید فضای حالت مسئله‌ی n -بُعدی است. در چنین فضایی می‌توان هر ذره‌ی گروه را با یک بردار n -بُعدی مکان همانند $X_i = (X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in})$ و بردار n -بُعدی سرعت $V_i = (V_{i1}, V_{i2}, \dots, V_{in})$ توصیف کرد. این بردار سرعت، برداری احتمالی است و به فاصله‌ی ذره از بهترین خاطره‌ی شخصی و نیز فاصله‌اش از بهترین خاطره‌ی همسایگی‌اش بستگی دارد (کندی و ابره‌ارت،

¹ Fitness Function

² Exploration and Exploitation

³ Rules of thumb

(۱۹۹۵) منظور از خاطره همان حافظه‌ی از پاسخ‌هاست، بنابراین در لحظه‌ی شروع، خاطره، مکان همان لحظه است)، همچنین شایستگی هر ذره توسط تابع ارزیابی مسئله قابل سنجش است. بهترین مکان قبلی‌ای که هر ذره در آن بوده است با عنوان بهترین مکان شخصی^۱ و بردار $P_i = (p_{i1}, p_{i2}, \dots, p_{in})$ شناخته می‌شود. موقعیت برترین عضو از مجموعه‌ی حاصل از بهترین مکان شخصی کل ذرات، نیز با عنوان بهترین مکان جامع ذرات و بردار $G = (g_1, g_2, \dots, g_n)$ شناخته می‌شود. در هر مرحله از پیشرفت الگوریتم، بردارهای مکان و سرعت با استفاده از معادلات زیر به‌نگام می‌شوند:

برای $i = 1, \dots, n$ و $J = 1, \dots, n$

$$V_{ij}(t+1) = \omega * V_{ij}(t) + c1 * r_{1j}(t) * (P_{ij}(t) - X_{ij}(t)) + c2 * r_{2j}(t) * (G_{ij}(t) - X_{ij}(t)) \quad (1-3)$$

$$X_{ij}(t+1) = X_{ij}(t) + V_{ij}(t+1) \quad (2-3)$$

که در این معادلات داریم:

تعداد کل ذرات گروه، یا اندازه‌ی گروه (جمعیت یا گله) $SS = n$

ابعاد مسئله، به عبارتی تعداد پارامترهای تابع تحت بهینه‌سازی n

متغیرهایی مستقل با توزیع یکنواخت در محدوده‌ی (۰ و ۱) $r1, r2 =$

مکان ذره‌ی i در لحظه‌ی t $X_i(t)=t$

سرعت ذره‌ی i در لحظه‌ی t $V_i(t)=t$

بهترین مکان شخصی ذره‌ی i در لحظه‌ی t $P_i(t)=t$

بهترین مکان جامع ذرات همسایگی ذره‌ی i در لحظه‌ی t $G_i(t)=t$

پارامترهای مثبت با مقادیر ثابت که به ضریب شتاب معروف هستند. $c1, c2 =$

از این دو پارامتر با عنوان پارامترهای "اعتماد"^۲ نیز یاد می‌شود، چرا که مبین میزان اعتمادی هستند

که ذره به خود ($c1$ یا پارامتر خودشناسی^۳) و عملکرد جمعی ($c2$ یا پارامتر اجتماعی^۴) دارد.

وزن لختی یا وزن اینرسی نامیده می‌شود. $\omega =$

¹ Individual best position

² Trust parameters

³ Cognitive parameter

⁴ Social parameter

این پارامتر اولین بار توسط شی و ابره‌ارت (شی و ابره‌ارت، ۱۹۹۸) معرفی شد. ω رابطه و تعاملات بین اکتشاف و بهره‌برداری را کنترل می‌کند. این پارامتر با تأثیر مستقیم بر بردار سرعت ذره، نقش بسیار مهمی در همگرایی رفتار PSO بازی می‌کند. مقادیر بزرگ ω بهنگام رسانی گسترده‌ی بردار سرعت را در پی خواهد داشت و سبب جستجوی جامع‌تر و همه‌جانبه‌تر فضای حالت است، در عین حال و از طرف دیگر، مقادیر کوچک ω سبب تمرکز بردار سرعت در مناطق پراکنده و بالقوه‌ی پاسخ بهینه است. نتایج تحقیقات تجربی، شروع جستجو با مقادیر نسبتاً بزرگ ω ، یعنی دادن اولویت به اکتشاف و سپس کاهش تدریجی آن و تغییر اولویت به بهره‌برداری را برای دستیابی به بهترین نتایج و سریع‌ترین زمان ممکن، پیشنهاد می‌کنند (شی و ابره‌ارت، ۱۹۹۸). در این پژوهش نیز، از این روند پیروی شده است.

PSO از معادله‌ی (۱-۳) برای محاسبه‌ی سرعت جدید ذرات بر اساس سرعت پیشین آن‌ها و فاصله‌ی آن‌ها از بهترین مکانی که خود و نیز کل ذرات تجربه کرده‌اند استفاده می‌کند. معمولاً مقدار V در بازه‌ی $[-V_{max}, V_{max}]$ برای جلوگیری از گشت بی هدف ذرات در خارج از فضای حالت، مقید می‌شود (جیانگ و همکاران، ۲۰۰۷)، همچنین، این مقیدسازی برای پیشگیری از حرکات سریع و نوسان ذرات در درون فضای حالت مناسب است (بریتس و همکاران، ۲۰۰۷). تعمق در معادله‌ی (۱-۳) نکات جالبی در بر دارد؛ سرعت هر ذره توسط ۳ عامل تعیین و بهنگام می‌شود:

۱. $V_i(t)$ که به عنوان عامل حرکت اجباری عمل می‌کند تا از نوسانات پیاپی ذرات جلوگیری نماید.

۲. $c1 * r_{1j}(t) * (P_{ij}(t) - X_{ij}(t))$ که با عنوان بخش خود شناسی از آن یاد می‌شود و بیانگر فاصله‌ی

است که ذره در هر لحظه از بهترین خاطره‌ی شخصی‌اش دارد. در واقع این بخش نشانگر میزان تمایل و کشش هر ذره برای بازگشت به محیط بهترین خاطره‌اش است.

۳. $c2 * r_{2j}(t) * (G_{ij}(t) - X_{ij}(t))$ که با عنوان بخش اجتماعی از آن یاد می‌شود و بیانگر فاصله‌ی

است که ذره در هر لحظه از بهترین خاطره‌ی همسایگانش دارد. در واقع این بخش نشانگر میزان

تمایل و کشش هر ذره برای دنباله‌روی از اجتماع و پیمودن مسیر موفقیت جامعه (بهترین خاطره-

ی جمعی) است (وَن دِن بَرگ و انگبرشت، ۲۰۰۶).

پس از بهنگام سازی بردار سرعت، ذرات طبق معادله‌ی (۲-۳) به سوی مکان‌های جدید پرواز داده می‌شوند. مجدداً و در مکان جدید، بردارها بهنگام می‌شوند و این روند آنقدر ادامه می‌یابد تا الگوریتم به شرایط توقفی که کاربر از پیش تعیین کرده است برسد. این شرایط توقف همانند دیگر الگوریتم‌های ابتکاری می‌تواند بر اساس زمان، تعداد دفعات تکرار، میزان جمعیت، تغییر در تابع هدف و... تعیین شود.

همانگونه که در مؤلفه‌ی سوم بردار سرعت دیدیم، بهترین خاطره‌ی همسایه‌ی هر ذره، $G_{ij}(t)$ ، نقش عمده‌ای در بهنگام سازی و روند پیشرفت الگوریتم بازی می‌نماید؛ بنابراین، مکان‌شناسی^۱ همسایگان و نوع تعریفی که از همسایگی داریم عامل مهمی در همگرایی PSO به شمار می‌آید. به عبارت دیگر، این تعریف مبتنی نوع جریان اطلاعاتی فی مابین ذرات است. در مراجع (ابرهارت و همکاران، ۱۹۹۶؛ کندی، ۱۹۹۹؛ کندی و مندز، ۲۰۰۲؛ مندز و همکاران، ۲۰۰۲)، انواع مختلفی از مکان‌شناسی‌های مورد استفاده در PSO مورد بررسی قرار گرفته‌اند، از محبوب‌ترین و پرکاربردترین توپولوژی‌های همسایگی می‌توان به توپولوژی‌های ستاره، حلقه و وُن نیومن^۲ اشاره کرد.

در این پژوهش از توپولوژی ستاره به دلیل شمول کامل فضای حالت استفاده کردیم. در توپولوژی ستاره، کلیه‌ی ذرات به عنوان همسایه‌ی هر ذره در نظر گرفته می‌شوند، که در صورت استفاده از این توپولوژی، از PSO با عنوان gbest PSO^۳ یاد می‌شود. در gbest PSO، بهترین ذره از بین کل ذرات انتخاب می‌شود و همه‌ی ذرات به سوی این ذره کوچانیده می‌شوند، در این صورت:

برای همه‌ی ذرات $i = 1, \dots, s$ ، آنگاه $G_i(t) = G(t)$ و مسئله تبدیل می‌شود به:

$$G(t) = \min (\text{یا } \max)_{i=1, \dots, s} [P_i(t)] \quad (3-3)$$

¹ Topology

² The star, ring and Von Neumann topologies

³ Global best PSO

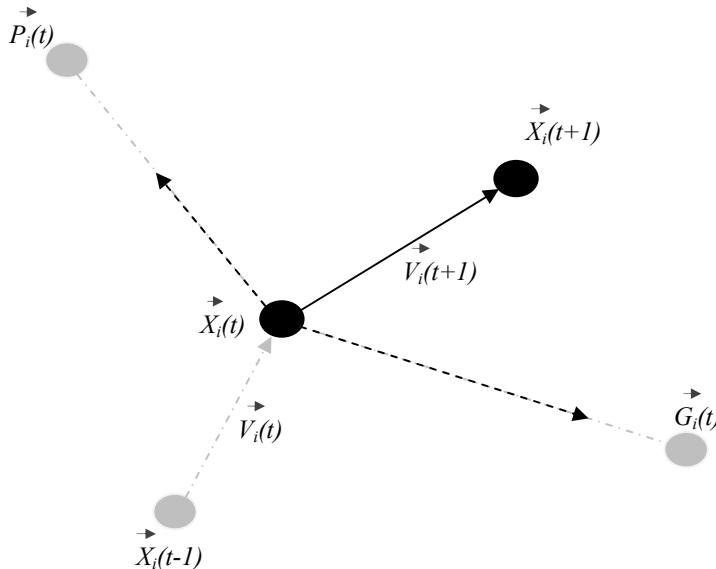
۳-۵-۳ توصیف الگوریتمیتمیزه یا شبه کد PSO

بر اساس توضیحات بخش پیش می‌توان الگوریتم PSO را به شیوه‌ی مورد نمایش در شکل ۳-۳، مدون و خلاصه نمود، این شکل در واقع شبه کد PSO می‌باشد. همچنین شکل‌های ۳-۴ و ۳-۵ به ترتیب نمایی تصویری از الگوریتم PSO و فلوجارت این الگوریتم را نشان می‌دهند.

- (۱) ایجاد مجموعه‌ای از مکان‌های ذرات، X_i ، و اختصاص بردار سرعت، V_i ، به آن‌ها به طوری که در ابتدا مکان و سرعت، هر دو تصادفی ایجاد شوند، حدود و قیود بالا و پایین مسئله را برآورده نمایند.
- (۲) ارزیابی شایستگی و مقادیر تابع هدف، $f(S.X_i)$ ، با استفاده از بردارهای مکانی فضای حالت، $S.X_i$.
- (۳) بهنگام رسانی مکان بهینه‌ی ذرات، $S.P_i$ ، و تعیین و بهنگام رسانی مکان ذره‌ای که تا کنون (در این مرحله از تکرار الگوریتم -k-) بهینه‌ی جامع است، $S.G$.
- (۴) بهنگام رسانی بردارهای مکان و سرعت هر ذره با استفاده از ۳-۱ و ۳-۲ و مکان قبلی آن‌ها.
- (۵) 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.

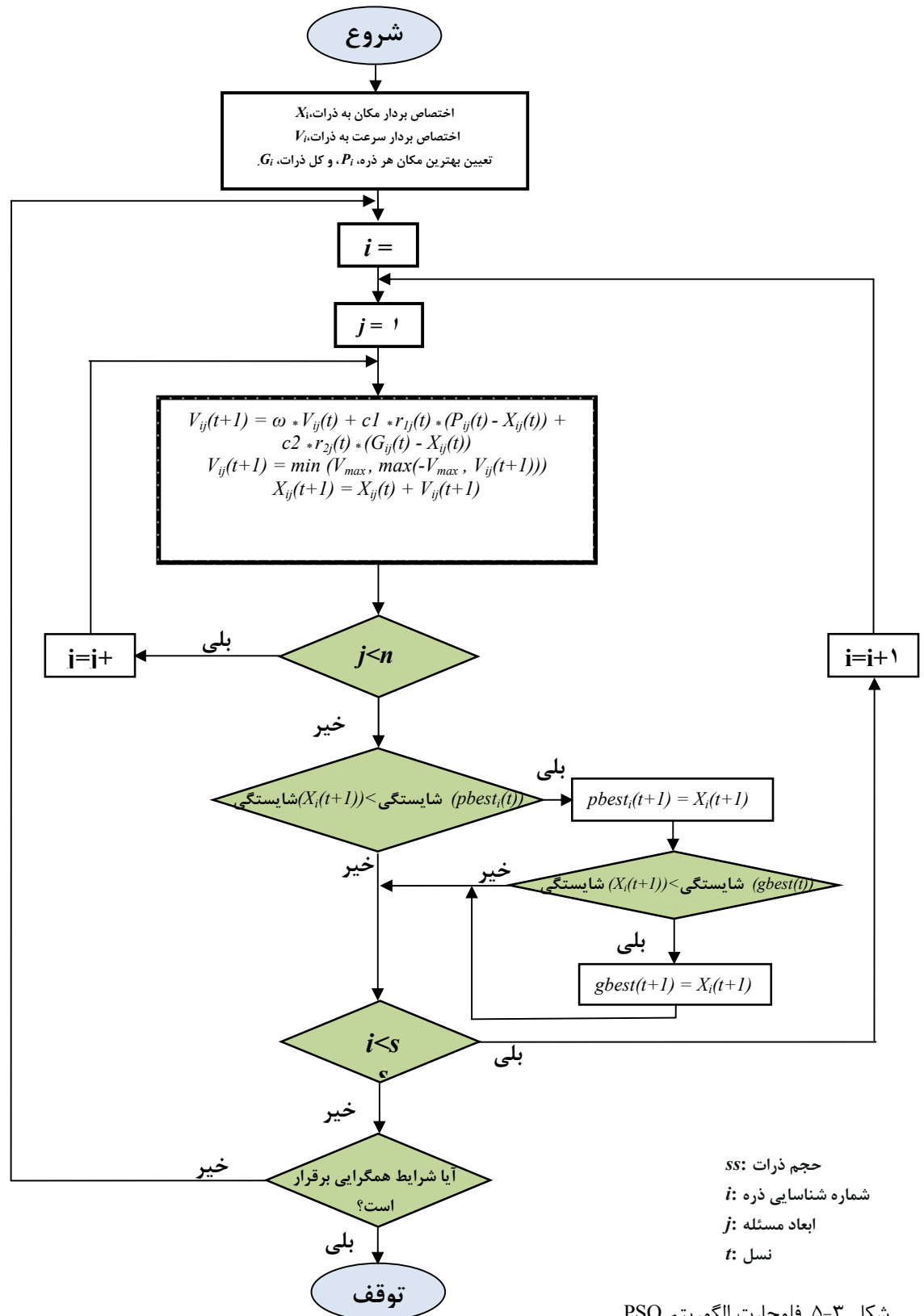
شکل ۳-۳. خلاصه‌ی از گام‌های الگوریتم PSO با نام فنی شبه کد PSO

منبع: اقتباس مؤلف از الگوریتم PSO



شکل ۳-۴. نمایی تصویری از الگوریتم PSO

منبع: اقتباس مؤلف از الگوریتم PSO



شکل ۳-۵. فلوجارت الگوریتم PSO
 منبع: اقتباس مؤلف از الگوریتم PSO

۳-۶) الگوریتم رقابت استعماری^۱

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

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 پدیدهای 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 آتشیز (آتشیز، 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 پورتنفوی 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 پورتنفوی 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،

^۱ Imperialist Competitive Algorithm

کشورهای مستعمره را به سمت خود می‌شکند. 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

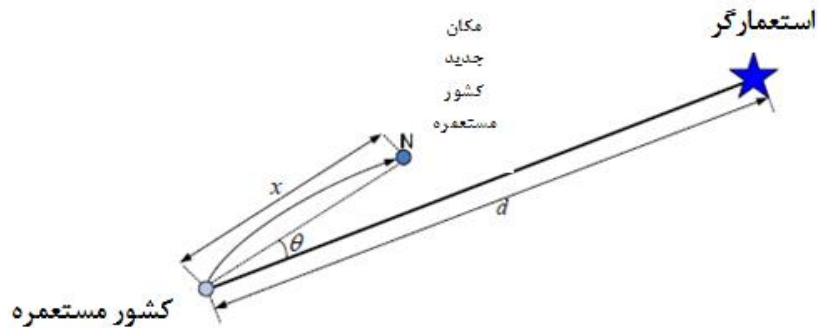
امپریالیسم، در لغت به سیاست توسعه‌ی قدرت و نفوذ یک کشور در حوزه‌ی خارج از قلمرو شناخته شده برای آن، اطلاق می‌شود. یک کشور می‌تواند کشور دیگر را به طور قانون‌گذاری مستقیم و یا از طریق روش‌های غیر مستقیم، مثل کنترل کالاها و مواد خام، کنترل کند. مورد اخیر اغلب استعمار نو خوانده می‌شود. کشورهای استعمارگر 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.^۱ 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.

^۱ 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

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

همانند دیگر الگوریتم‌های تکاملی، این الگوریتم، نیز با تعدادی جمعیت اولیه‌ی 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 استعمارگرها 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.

۳-۶-۲-۱) 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 مسئله بهینه‌سازی n بُعدی، یک کشور، آرایه‌ای $n \times 1$ می‌باشد:

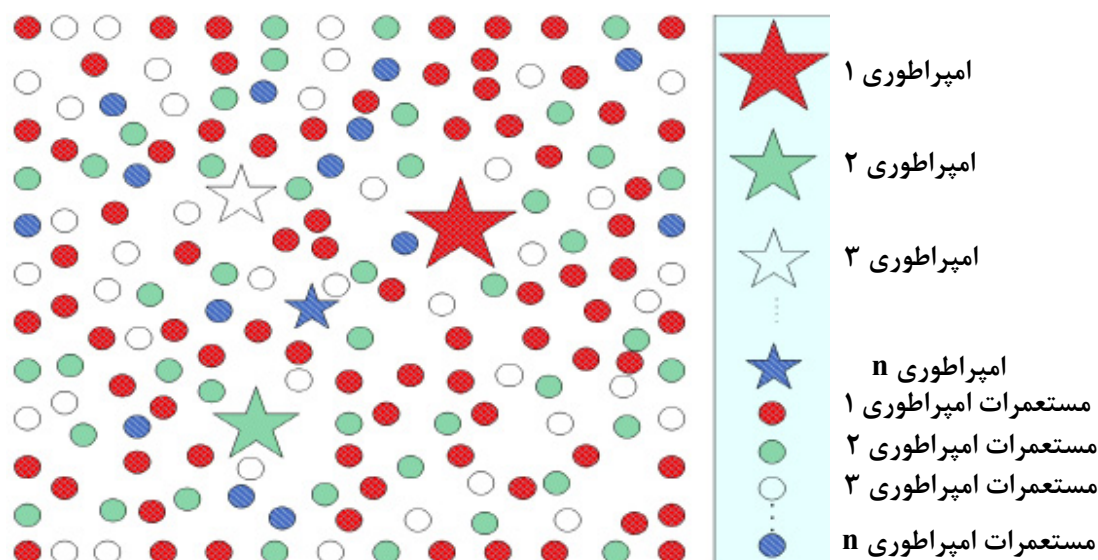
$$\text{Country} = [P_1, P_2, \dots, P_{Nvar}] \quad (۳-۴)$$

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 استعمارگر و بقیه به عنوان مستعمره انتخاب می‌شوند (تعیین تعداد استعمارگرها، مستعمرات و کشورهای اولیه، از پارامترهای مسئله بوده، در اختیار کاربر است)، سپس با استفاده از عملگرهای تصادفی و در نظر گرفتن هزینه‌های استعمارگرها، مستعمرات بین آنها تقسیم می‌شوند.

با داشتن حالت اولیه‌ی تمام استعمارگرها 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: آتشپز، ۱۳۸۷

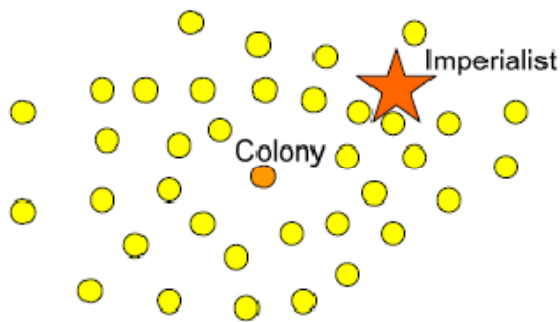
عملگر دیگر این الگوریتم سیاست جذب است که پیشاپیش در شکل ۳-۶ و توضیحات پیش از آن،

شرح داده شد.

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

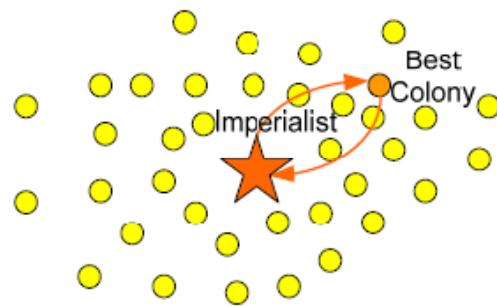
سیاست جذب در عین نابودی ساختارهای اجتماعی سیاسی کشور مستعمره، در بعضی موارد نتایج مثبتی را نیز برای آنها در پی داشت. بعضی از کشورها در نتیجه‌ی اعمال این سیاست به نوعی از خودباوری عمومی دست یافتند و پس از مدتی همان دانش آموختگان (به عبارت دیگر جذب شدگان فرهنگ استعماری) بودند که به رهبری ملت خود برای رهایی 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 کشورهایی که 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 بار، 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:

$$T.C._n = \text{Cost}(\text{imperialist}_n) + \xi \text{ mean} \{ \text{cost}(\text{colonies of empire}_n) \} \quad (۳-۵)$$

که در این معادله داریم:

هزینه کل امپراطوری n ام $T.C._n =$

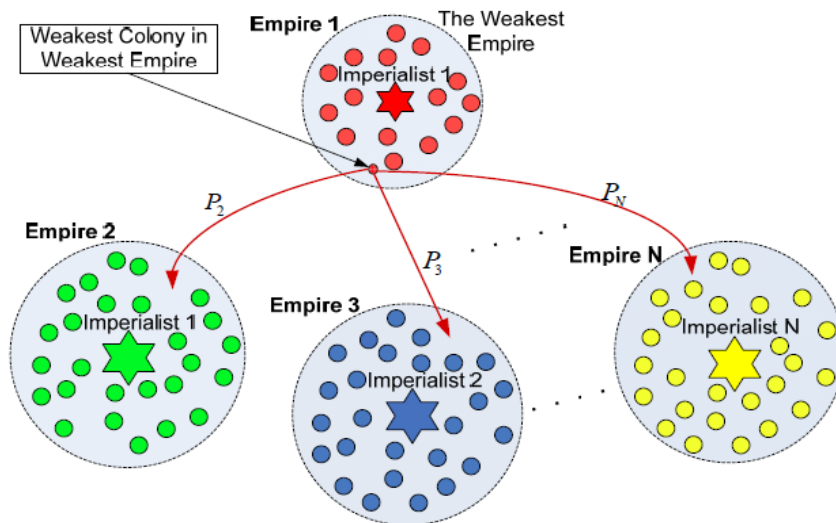
عددی مثبت است که معمولاً بین صفر و یک و نزدیک به صفر در نظر گرفته می‌شود. $\xi =$ کوچک در نظر گرفتن ξ ، باعث می‌شود که هزینه‌ی کل یک امپراطوری، تقریباً برابر با هزینه‌ی حکومت مرکزی آن (کشور امپریالیست) شود و افزایش ξ نیز باعث افزایش تأثیر میزان هزینه‌ی مستعمرات یک امپراطوری در تعیین هزینه‌ی کل آن می‌شود.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

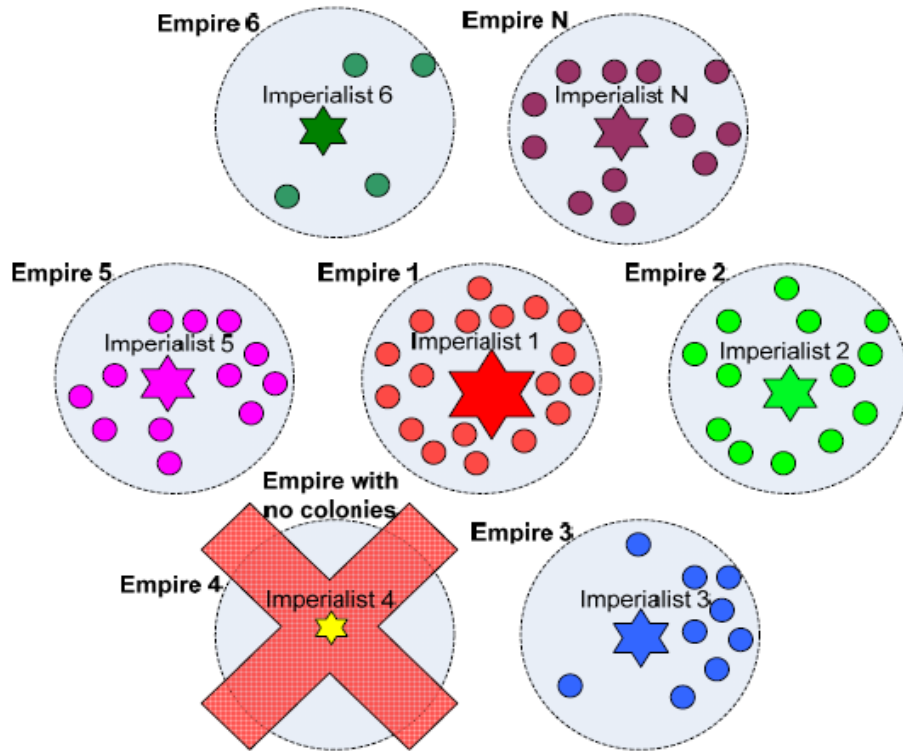
۳-۶-۲-۲-۴-۱) سقوط امپراطوری‌های ضعیف

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: آتشپز، ۱۳۸۷

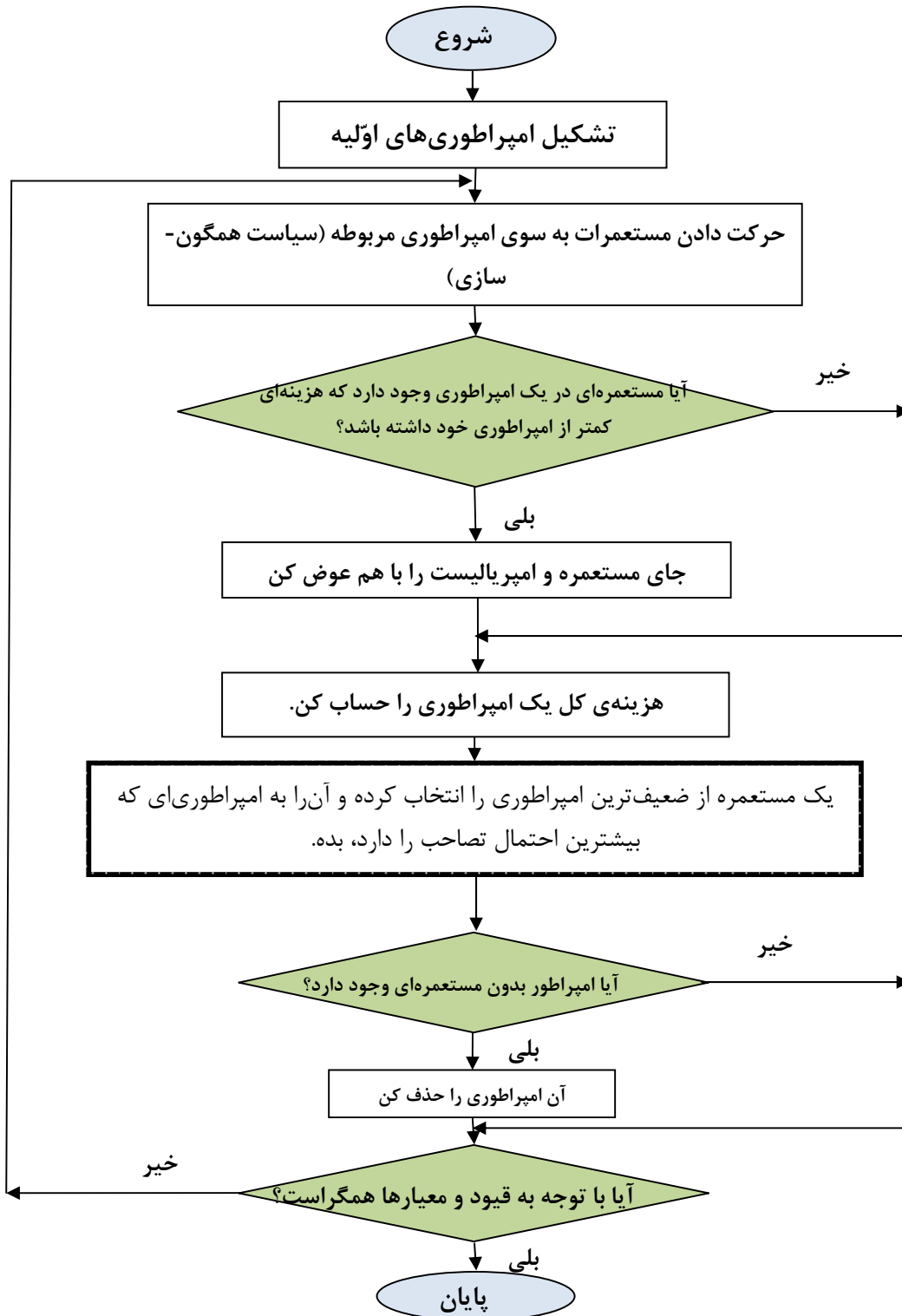
۳-۶-۲-۲-۵) همگرایی

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: آتشیز، 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 آن را 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: آتشیز، ۱۳۸۷



شکل ۳-۱۳. فلوجارت الگوریتم رقابت استعماری

منبع: آتشپز، ۱۳۸۷

۷-۳) سوالات و فرضیات تحقیق

۳-۷-۱) سوالات تحقیق

۱. آیا می‌توان با استفاده از روش‌های ابتکاری به انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی سهام پرداخت و سازگاری این روش‌ها با مسئله‌ی پورتفوی چگونه است؟
۲. جایگاه و رتبه‌ی هر کدام از رویکردهای سه‌گانه‌ی انتخاب پورتفوی (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؟
۴. آیا نوع اطلاعات ورودی تشکیل سبد (بین دو حالت ماهانه و سالانه)، بر عملکرد سبد مؤثر است؟

۳-۷-۲) فرضیات تحقیق

۳-۷-۲-۱) فرضیات اصلی

۱. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، و عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد.
۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه، و عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد.
۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه و سالانه)، و عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد.

۳-۷-۲-۱) فرضیّات فرعی

۱.۱. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، با عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد.

۲.۱. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد.

۳.۱. عملکرد سبدهای منتخب خبرگان با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد.

۱.۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه، با عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد.

۲.۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه، با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد.

۱.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه و سالانه) با عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد.

۲.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه و سالانه) با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد.

۳.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه با عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد.

۳-۸) متغیرهای مورد استفاده

بعد از مطالعه‌ی جامع ادبیّات تحقیق، مشاهده شد که با وجود انتقادات وارده و گسترش‌های صورت پذیرفته، اما همچنان رویکرد میانگین-واریانس مارکویتز، رویکرد غالب ادبیّات سرمایه‌گذاری است و به

رغم نیاز مدل به حجم بالای محاسبات، مؤلف با توجه به مزایای مدل و نیز پیشرفت کامپیوترها در انجام سریع محاسبات، بهینه‌سازی مدل را در رأس برنامه‌ها قرار داد. به همین دلیل دو متغیر بازده مورد انتظار سبد و ریسک پورتفوی به عنوان متغیرهای اصلی تشکیل پورتفوی انتخاب شدند. در ادامه و پس از اعمال سبدها به شرایط واقعی بازار در دوره‌های شش ماهه، متغیر سوّم ارزیابی عملکرد، بر اساس معیار شارپ به حوزه‌ی این پژوهش راه یافت.

۳-۸-۱) علت انتخاب مقیاس شارپ برای ارزیابی عملکرد پورتفوی ها

همانگونه که از تعریف این معیار بر می‌آید (رجوع کنید به بخش در ۲-۸-۳-۱ در فصل دوم)، معیار شارپ، ریسک کل سبد را در نظر می‌گیرد. از آنجا که ریسک غیرسیستماتیک در سبد، تنها در صورتی به طور کامل حذف می‌شود که سبد دارای تنوع خوبی باشد و در عمل، برخی از خبرگان و تازه‌کارها بنا به دلایل مختلف از جمله ناکارایی بازار، باورهای رایج، عدم اطمینان در توانایی کنترل تنوع زیاد سهام و ...، به انتخاب پورتفوی‌هایی پرداختند که دارای تنوع و خوش-توزیعی کافی برای حذف کامل ریسک سیستماتیک نبود، بنابراین، بهترین معیار ارزیابی عملکرد سبدها، معیار شارپ بود که هر دو نوع ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک را در نظر می‌گیرد.

۳-۹) جامعه ی آماری

۳-۹-۱) جامعه ی آماری شرکت های بازار بورس جهت تشکیل سبد از بین سهام آن

بازار بورس اوراق بهادار تهران به عنوان جامعه‌ی آماری جهت تشکیل سبد از بین سهام آن برگزیده شد. علت اصلی این انتخاب، فعالیت و پویایی بسیار بالای بورس منطقه‌ای تهران می‌باشد؛ این پویایی به نوبه‌ی خود سبب می‌شود تا اولاً اطلاعات مورد نیاز جهت تشکیل سبد، به آسانی در دسترس عموم باشد، و ثانیاً این بازار که اولین و قدیمی‌ترین بازار بورس ایران بوده، فعالان بسیاری را در خود جای داده است.

توضیح بیشتر آن که، بنابه تعاریفی که پیش تر ارائه شد، کارگزاری‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بانک‌ها و شرکت‌های بیمه، نماینده‌ی خبرگان بازار، و سرمایه‌گذاران فردی، نمایندگان تازه‌کارهای بازار معرفی شدند. بنابراین، آمار بالای کارگزاری‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بانک‌ها و شرکت‌های بیمه‌ی فعال در بورس تهران، عضویت آن‌ها در کانون‌های مربوطه، همانند کانون کارگزاران که سبب ارائه‌ی نظام‌مند فهرست آن‌ها به همراه رده‌بندی و دیگر اطلاعات مربوطه است، و همچنین تعدد در شمار سرمایه‌گذاران فردی، انگیزه‌ی دوم انتخاب این بازار به عنوان بازار تشکیل پورتفوی می‌باشد.

همچنین، تصور می‌شود، بورس تهران به عنوان بورس پایتخت ایران، نماینده‌ی نسبتاً مناسبی برای دیگر بورس‌های منطقه‌ای کشور باشد؛ توجه شود که مؤلف، پذیرای نوپایی بورس ایران می‌باشد، اما دیگر بورس‌های منطقه‌ای بسیار نوپاتر از بورس تهران هستند و بنابراین احتمال تعمیم تجربه و نتایجی که از پژوهش در بورس تهران حاصل شود به دیگر مناطق، از احتمال تعمیم تجربه‌ی دیگر بورس‌های منطقه‌ای، احتمال معقول‌تری است.

۳-۹-۱-۱) نمونه‌ی آماری شرکت‌های بازار بورس تهران جهت تشکیل سبد

همانطور که می‌دانیم، از بُعد اقتصادی و زمانی، مطالعه‌ی کامل جوامع بزرگ، و یا حتی متوسط (همانند بازار بورس تهران) امکان‌پذیر و مقرون به صرفه نیست و ناچار به نمونه‌گیری از جوامع، انجام پژوهش بر روی نمونه، و تعمیم نتایج نمونه به جامعه هستیم. این امر در صورتی بدون خطا و تورش است که نمونه نماینده‌ی مناسب جامعه باشد و اصطلاحاً "مُشت نمونه‌ی خروار باشد".

بعد از مطالعه‌ی جامع ادبیات تحقیق و بررسی پژوهش‌های مشابه، مؤلف به این نتیجه رسید که اصولاً

در نمونه‌گیری از بازار بورس جهت تحقیقات مالی، یکی از روش‌های زیر معمول است:

۱. تقسیم بازار به صنعت‌ها و زیرصنعت‌ها و نمونه‌گیری طبقه‌ای از این طبقات.

۲. انتخاب پنجاه شرکت برتر به عنوان نمونه‌ای که نماینده‌ی مناسب بازار است.

۳. تقسیم‌بندی بازار بر اساس یک معیار و یا اهرم مالی خاص، و انتخاب نمونه‌ی خوشه‌ای از بین خوشه‌های تشکیل شده.

با توجه به محدودیت‌هایی که مؤلف در نمونه‌ی مقدماتی و تست پایلوت با آن‌ها مواجه شد، گزینه‌های ۱ و ۳ جهت انجام این پژوهش مناسب تشخیص داده نشدند و کاراترین روش، روش ۲ بود. بنابراین، نمونه‌ی آماری بازار بورس تهران جهت تشکیل سبد، پنجاه شرکت برتر بازار بورس معین شد.

از دیگر معیارهایی که از این نمونه حمایت می‌کنند، می‌توان به نمودار شاخص پنجاه شرکت برتر طی پنج سال گذشته در مقایسه با نمودار شاخص کل بورس تهران طی دوره‌ی مشابه اشاره کرد. این نمودارها که در اشکال ۳-۱۴ و ۳-۱۵ نمایش داده شده‌اند، هم‌نمایی شاخص پنجاه شرکت برتر با شاخص کل بورس تهران را به خوبی نشان می‌دهند. به عبارت دیگر، فراز و نشیب و اوج و فرود همسان این نمودارها، گواهی بر این مدعاست که اگر خروار بازار بورس تهران باشد، حتماً پنجاه شرکت برتر مُشت خوبی از این خروار است. این امر جای تعجب ندارد، چرا که این شرکت‌ها به همراه چند شرکت معدود دیگر، اکثر سهام مورد مبادله‌ی بورس را تشکیل می‌دهند^۱ و سهام دیگر شرکت‌هایی که آمار معاملاتی پایین‌تری دارند، بیشتر جنبه‌ی مالکیتی-مدیریتی دارد و فعال بورس محسوب نمی‌شوند. بنابراین، تعجب آور نیست که شاخص بازار عمدتاً با شاخص این شرکت‌ها همسو و هم جهت باشد.

همانطور که می‌دانیم تشکیل پورتنوی مناسب موجب کاهش ریسک غیرسیستماتیک است، بنابراین با تشکیل پورتنوی در بازارهای محلی و درون‌مرزی نمی‌توان ریسک سیستماتیک را حذف کرد (در واقع تحقیقات نشان داده است که عمده‌ترین راه کاهش ریسک سیستماتیک گسترش مفهوم بازار است (سولنیک، ۱۹۷۴، الف و ب)، به طوری که بازارها، نامتجانس با یکدیگر باشند. معمولاً بازارهای بین‌المللی و فَرَا مرزی چنین شرایطی را تا حد خوبی ارضاء می‌کنند)، به همین دلیل است که برتری‌های احتمالی

^۱ یکی از ملاک‌های انتخاب پنجاه شرکت برتر، حجم مبادلات سهام آن‌هاست (مدیریت پژوهش، توسعه و مدیریت اسلامی سازمان بورس اوراق بهادار تهران، ۱۳۷۷).

پنجاه شرکت برتر از نظر کم بودن ریسک سیستماتیک (همانند رونق نسبی و همیشگی صنایعشان و ... که شاید سبب تأثیرپذیری کمترشان از عوامل رکودی بازار شود)، شاید سبب شده باشند تا سرمایه‌گذاران اطلاعات بیشتری در زمینه‌ی این شرکت‌ها داشته باشند و تشکیل سبدها هر چه بیشتر مبتنی بر اطلاعات بوده، به واقعیت نزدیک باشد (بالأخص این احتمال در مورد سرمایه‌گذاران فردی مصداق بیشتری دارد، چرا که از کارگزاری‌ها، شرکت‌های سرمایه‌گذاری، بانک‌ها و شرکت‌های بیمه، انتظار می‌رود اطلاعات نسبی مناسبی در مورد همه‌ی سهام داشته باشند).

مطلبی که بر گفته‌های فوق صحنه می‌گذارد، به پژوهش بسیار کاربردی و مهم مدیریت پژوهش، توسعه و مدیریت اسلامی سازمان بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۷۷ و با عنوان "چارچوبی برای سنجش پنجاه شرکت فعال تر بورس اوراق بهادار ایران" باز می‌گردد^۱. طبق این پژوهش، بسیاری از بورس‌های جهان، از قدرت نقد شوندگی و ارزش جاری سهام، به عنوان معیارهای سنجش برتری شرکت‌ها استفاده می‌نمایند. شناسایی شرکت‌های برتر در بورس اوراق بهادار تهران، بر پایه‌ی ترکیبی از قدرت نقدشوندگی سهام (با تأکید بیشتر بر این معیار) و میزان تأثیرگذاری شرکت‌ها بر بازار در چارچوب معیارهای سه‌گانه‌ی زیر انجام می‌شود:

۱. میزان داد و ستد سهام در تالار معاملات.

۲. تناوب داد و ستد سهام در تالار معاملات.

۳. متغیرهای مقیاس نماگر میزان تأثیرگذاری بر بازار.

در نهایت اشاره به این نکته ضروری است که سازمان بورس اوراق بهادار تهران، به صورت فصلی اقدام به انتشار فهرست پنجاه شرکت برتر بازار می‌نماید، بنابراین، این فهرست سه ماه یکبار به روز رسانی شده، تغییرات می‌یابد. فهرست منتخب برای این پژوهش، طبق رده‌بندی مورخه‌ی یکم بهمن ماه سال ۱۳۸۸

^۱ به دلیل اهمیت، این پژوهش به طور کامل در پیوست ح درج شده است.

می‌باشد که در واقع فهرست شرکت‌های سه ماهه‌ی سوم سال ۱۳۸۸ (پاییز ۸۸) است. جدول ۱-۳ فهرست نام و حوزه‌ی فعالیت این شرکت‌ها را نمایش می‌دهد.



شکل ۱۴-۳. نمودار شاخص کل بورس تهران برای پنج سال گذشته، از اسفندماه ۱۳۸۳
منبع: وب سایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران^۱



شکل ۱۵-۳. نمودار شاخص پنجاه شرکت برتر بورس تهران برای پنج سال گذشته، از اسفندماه ۱۳۸۳
منبع: وب سایت سازمان بورس اوراق بهادار تهران

^۱ <http://www.irbourse.com>

جدول ۳-۱. نام و حوزه ی فعالیت پنجاه شرکت برتر بورس تهران جهت انتخاب پورتفوی

نام و ردیف شرکت	حوزه ی فعالیت	نام و ردیف شرکت	حوزه ی فعالیت	نام و ردیف شرکت	حوزه ی فعالیت
۱. ایران خودرو	خودرو	۱۸.سر. پتروشیمی	شیمیایی	۳۵.فرآورده های نسوز آذر	کانی غیر فلزی
۲. ایران خودرو دیزل	خودرو	۱۹.سر. توسعه صنعتی	سرمایه گذاری ها	۳۶.کالسیمین	فلزات اساسی
۳.بانک اقتصاد نوین	بانک و مؤسسات مالی و اعتباری	۲۰.سر. رنا	خودرو	۳۷.کربن ایران	شیمیایی
۴.پارس دارو	مواد دارویی	۲۱.سر. صنعت بیمه	سرمایه گذاری ها	۳۸.کف	شیمیایی
۵.پتروشیمی آبادان	شیمیایی	۲۲.سر. صنعت و معدن	سرمایه گذاری ها	۳۹.گازلوله	لاستیک
۶.پتروشیمی خارک	شیمیایی	۲۳.سر. غدیر	چند رشته ای	۴۰.گروه بهمن	خودرو
۷.پتروشیمی فارابی	شیمیایی	۲۴.سر. گروه بهشهر	سرمایه گذاری ها	۴۱.گروه صنعتی سدید	فلزات اساسی
۸.تجهیز نیروی زنگان	فرآورده های نفتی	۲۵.سر. مسکن	انبوه سازی	۴۲.لوله و ماشین سازی	فلزات اساسی
۹.تراکتورسازی	ماشین آلات	۲۶.سر. معادن و فلزات	کانه فلزی	۴۳.ماشین سازی نیرومحركه	ماشین آلات
۱۰.چادرملو	کانه فلزی	۲۷.سر. ملی	سرمایه گذاری ها	۴۴.محورسازان	خودرو
۱۱.دارو جابر ابن حیان	مواد دارویی	۲۸.سر. نفت	فرآورده های نفتی	۴۵.معادن روی ایران	کانه فلزی
۱۲.زامیاد	خودرو	۲۹.سیمان تهران	سیمان	۴۶.معادن منگنز ایران	کانه فلزی
۱۳.سایپا	خودرو	۳۰.سیمان فارس و خوزستان	سیمان	۴۷.مهر کام پارس	خودرو
۱۴.سایپا دیزل	خودرو	۳۱.شهید ایران	غذایی به جز قند	۴۸.موتورزن	دستگاه های برقی
۱۵.سر. بازنشستگی	چند رشته ای	۳۲.صنعتی بهشهر	غذایی به جز قند	۴۹.نفت بهران	فرآورده های نفتی
۱۶.سر. بوعلی	سرمایه گذاری ها	۳۳.صنعتی دریایی	پیمانکاری	۵۰.نفت پارس	فرآورده های نفتی
۱۷.سر. پارس توشه	ماشین آلات	۳۴.فارسیت درود	کانی غیر فلزی		

منبع: رده بندی پاییز ۸۸، استخراج شده در یکم بهمن ماه ۱۳۸۸، سازمان بورس اوراق بهادار تهران

۳-۹-۲) جامعه‌ی آماری خبرگان بازار بورس تهران

طبق تعاریفی که پیش‌تر توسط مؤلف ارائه گردید، شرکت‌های کارگزاری، سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاری مشترک، بیمه و بانک‌ها در دسته‌ی خبرگان تشکیل سبد جای می‌گیرند؛ اما با توجه به محدودیت‌ها و الزاماتی که قانونگذار در مورد خرید و فروش سهام و تشکیل پورتفوی، بر شرکت‌های سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاری مشترک و بیمه اعمال کرده است، این شرکت‌ها را کنار گذاشته، و تنها کارگزاری‌های فعال در بورس تهران را به عنوان جامعه‌ی آماری خبرگان برگزیدیم (انتخاب این شرکت‌ها به دلیل الزامات قانونی، قیود مسئله را افزایش می‌داد). توجه شود که بانک‌ها، خود دارای کارگزاری برای انجام امور مربوط به بورس می‌باشند که در نمونه‌ی کارگزاران منظور شده‌اند. برخی محدودیت‌های شرکت‌های سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاری مشترک و بیمه در خرید و فروش سهام و تشکیل پورتفوی عبارتند از:

۱. این شرکت‌ها می‌بایستی هر نوع سهام خریداری شده را حداقل سه ماه نگه دارند، و فروش آن در دوره‌ای کوتاه‌تر از سه ماه قانونی نیست.

۲. این شرکت‌ها اجازه ندارند بیش از ۱۵٪ بودجه‌ی پورتفوی خود را در سهام خاصی سرمایه‌گذاری نمایند، به عبارتی سقف بودجه‌ی تخصیصی به هر سهم پورتفوی این شرکت‌ها، حداکثر ۱۵٪ کل بودجه است.

اما کارگزاری‌ها با چنین محدودیت‌های قانونی‌ای روبه‌رو نبوده، معیار سنجش واقعی‌تری را ارائه می‌نمایند (بالأخص در مقایسه با سرمایه‌گذاران فردی که محدودیت‌هایی از قبیل محدودیت‌های مذکور را ندارند). طبق فهرست کانون کارگزاران بورس تهران و سازمان بورس اوراق بهادار تهران، ۸۷ کارگزاری در زمینه‌ی بازار بورس تهران فعال هستند که جامعه‌ی آماری این تحقیق در زمینه‌ی خبرگان را تشکیل می‌دهند. فهرست این کارگزاری‌ها در پیوست ج ارائه شده است.

۳-۹-۲-۱) نمونه‌ی آماری خبرگان بازار بورس تهران

۳-۹-۲-۱-۱) تعیین اندازه‌ی نمونه

در صدر برنامه‌ریزی هر مطالعه یا تحقیقی این سؤال مطرح است که اندازه‌ی نمونه چقدر باشد. این سؤال موضوع مهمی است و هرگز نباید آنرا کوچک شمرد. انتخاب نمونه‌ای بزرگ‌تر از حد نیاز برای حصول نتایج مورد نظر سبب اتلاف منابع می‌شود، در حالی که انتخاب نمونه‌های خیلی کوچک، اغلب، پژوهشگر را به نتایجی سوق می‌دهد که فاقد استفاده‌ی عملی است (آذر و مؤمنی، ۱۳۸۵). از این‌رو، در این بخش به ارائه و بررسی روش‌های مختلف تعیین حجم نمونه و انتخاب علمی‌ترین آن‌ها پرداخته می‌شود.

۳-۹-۲-۱-۱-۲) روش سریع اما غیر دقیق

در بین تحلیل‌گران آماری روشی سریع برای تعیین حجم نمونه وجود دارد، این روش از دقت بالایی برخوردار نیست؛ اما برای ایجاد بصیرت نسبی در زمینه‌ی تعیین حجم نمونه با قواعد سرانگشتی^۱، در تحقیقاتی که نیاز به سرعت بالا دارند کاربرد دارد.

این قاعده بیان می‌کند که یک حجم نسبی و معقول نمونه ۱۰ برابر تعداد متغیرهای اولیه‌ی مسئله است (رابطه‌ی ۳-۶). به عبارتی، طبق این قاعده، در مسئله‌ی پژوهش حاضر، یک برآورد نسبتاً معقول از حجم نمونه برابر است با:

$$(۳-۶) \quad ۲۰ \text{ نمونه} = ۲ \times ۱۰ = ۱۰۰ \times (\text{ریسک پورتفوی، بازده مورد انتظار پورتفوی}) = ۱۰ \times (\text{تعداد متغیرهای اولیه‌ی مسئله})$$

۳-۹-۲-۱-۱-۲) قضیه‌ی حد مرکزی

افرادی که صرفاً با تکیه بر قضیه‌ی حد مرکزی حجم نمونه را تعیین می‌نمایند، میان‌بری را انتخاب می‌کنند که چندان دقیق نیست اما حداقل، توزیع نمونه را به منحنی نرمال نزدیک می‌نماید. طبق این

^۱ Rules of thumb

قضیه، در اکثر پژوهش‌ها هر نمونه‌ای که بزرگ‌تر از عدد ۳۰ باشد دارای توزیع نرمال است، به عبارت دیگر، بسیاری از پژوهشگران باز هم بر اساس یک قاعده‌ی سرانگشتی معتقدند که صرف‌نظر از توزیع جامعه‌ی آماری، حداقل یک نمونه‌ی ۳۰ تایی لازم است تا بتوان گفت توزیع آماره نرمال است (آذر و مؤمنی، ۱۳۸۵). بنابراین، این روش نمونه‌ی حداقل ۳۰ را برای پژوهش حاضر پیشنهاد می‌نماید.

۳-۹-۲-۱-۱-۳ روابط آماری

این روش که دقیق‌ترین روش است بر روابط آماری ریاضی استوار می‌باشد. این روابط بدین شرح می‌باشند:

۳-۹-۲-۱-۱-۳-۱-۳ نمونه‌گیری با جایگذاری از یک جامعه‌ی محدود و یا نمونه‌گیری بدون جایگذاری از یک جامعه‌ی نامحدود

هنگامی که نمونه‌گیری با جایگذاری از یک جامعه‌ی محدود و یا نمونه‌گیری بدون جایگذاری از یک جامعه‌ی نامحدود انجام گیرد - به نحوی که اغماض، اصلاح جامعه‌ی محدود را تضمین کند- در این صورت n که حجم نمونه است با رابطه‌ی ۳-۷ تعیین می‌شود:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \sigma_x^2}{\varepsilon^2} \quad (۳-۷)$$

به طوری که در این رابطه داریم:

n = حجم نمونه

$Z_{\alpha/2}$ = صدک توزیع نرمال استاندارد (مقدار متغیر نرمال متناظر با سطح خطای $\alpha/2$)

α = سطح خطا (سطح اطمینان $1 - \alpha$)

σ_x = انحراف معیار استاندارد متغیری که بر اساس آن حجم نمونه را محاسبه می‌نماییم

ε = دقت برآورد (یا مقدار اشتباه مجاز برای تعیین حجم نمونه)

۳-۹-۲-۱-۱-۳-۲ نمونه‌گیری بدون جایگذاری از یک جامعه‌ی محدود

هرگاه نمونه‌برداری بدون جایگذاری از یک جامعه‌ی محدود انجام شود، اصلاح جمعیت محدود لازم می‌آید. در نتیجه مقدار ε - که تعیین مقدار اولیه‌ی آن نیز قاعده‌ی خاصی ندارد و معمولاً بر اساس نظر

متخصصین و کارشناسان، و یا پژوهشگر تعیین می‌شود- با عامل تصحیح اصلاح می‌شود و در نهایت رابطه‌ی حجم نمونه به شکل زیر در می‌آید (رابطه‌ی ۸-۳):

$$n = \frac{N \cdot Z_{\alpha/2}^2 \sigma_x^2}{\varepsilon^2 (N-1) + Z_{\alpha/2}^2 \sigma_x^2} \quad (8-3)$$

به طوری که در این رابطه داریم:

n = حجم نمونه

$Z_{\alpha/2}$ = صدک توزیع نرمال استاندارد (مقدار متغیر نرمال متناظر با سطح خطای $\alpha/2$)

α = سطح خطا (سطح اطمینان $1 - \alpha$)

σ_x = انحراف معیار استاندارد متغیری که بر اساس آن حجم نمونه را محاسبه می‌نماییم

ε = دقت برآورد (یا مقدار اشتباه مجاز برای تعیین حجم نمونه)

N = حجم جامعه

اگر بتوان از اصلاح جمعیت محدود صرف‌نظر کرد، معادله‌ی ۸-۳ به رابطه‌ی ۷-۳ تقلیل می‌یابد.

۳-۹-۱-۱-۲-۱ روش‌های برآورد انحراف معیار جامعه، σ_x

آگاهی از مقدار σ_x برای استفاده از روابط بالا ضروری است و قاعدتاً پیش از انجام پژوهش انحراف

معیار جامعه نامعلوم است، در نتیجه باید σ_x را برآورد کرد. معمول‌ترین روش‌های برآورد σ_x عبارتند از:

۱. می‌توان نمونه‌ی مقدماتی را از جامعه‌ی آماری انتخاب کرده (پایلوت)، با استفاده از آن انحراف

معیار جامعه را محاسبه کرد و به عنوان برآورد به کار برد. مشاهداتی که در نمونه‌ی مقدماتی به

کار می‌روند می‌توانند به عنوان بخشی از نمونه‌ی نهایی به شمار آیند، به طوری که طبق رابطه‌ی

۳-۹ خواهیم داشت:

$$(9-3) \quad (تعداد مشاهدات لازم برای تکمیل نمونه) = n_2 = (اندازه‌ی نمونه‌ی مقدماتی) n_1 - n_1 \quad (اندازه‌ی نمونه‌ی محاسبه شده)$$

۲. ممکن است برآوردها از مطالعات مشابه در دسترس باشد.

۳. اگر شواهدی وجود داشته باشد که جامعه‌ی مورد نمونه‌گیری به طور تقریبی از توزیع نرمال برخوردار است، می‌توان این حقیقت را به کار برد که عرض دامنه، تقریباً معادل ۴ یا ۶ انحراف معیار است و بنابراین خواهیم داشت:

$$\sigma_x \approx \frac{R}{6} \quad (10-3)$$

و یا داریم:

$$\sigma_x \approx \frac{R}{4} \quad (11-3)$$

به طوری که در این رابطه داریم:

دامنه‌ی تغییرات متغیر در جامعه‌ی آماری $R =$

نامعلوم بودن انحراف معیار جامعه موجب می‌شود تا اگر حجم نمونه کمتر از ۳۰ باشد، توزیع متغیر مورد مطالعه از نرمال به سوی t - استیودنت جابه‌جا شود و در روابط به جای Z ، t قرار گیرد. البته به ازای مقادیر بزرگ‌تر از ۳۰ حجم نمونه، مقدار Z و t بسیار به هم نزدیک می‌شود و تغییری در حجم پدید نمی‌آید (آذر و مؤمنی، ۱۳۸۵). در نهایت شکل ۳-۱۶ فلوجارت محاسبه‌ی تعداد نمونه را نشان می‌دهد. در نهایت ذکر این نکته ضروری است که در استفاده از روش روابط آماری در تعیین حجم نمونه، اندازه‌ی نمونه را بر اساس هر یک از متغیرها تخمین زده، سپس بزرگ‌ترین حجم را به عنوان حجم برآوردی کل متغیرها انتخاب می‌نماییم.

با توجه به علمی‌تر بودن روش سوم (استفاده از روابط آماری) و دقت آن، مؤلف، این روش را در اجرای این پژوهش برگزید. جهت برآورد انحراف معیار جامعه که یکی از پارامترهای مورد نیاز در استفاده از روابط است، و با توجه به جدید بودن تحقیق و عدم وجود مطالعات همسان، مؤلف روش اول برآورد انحراف معیار جامعه، یعنی انتخاب نمونه‌ی اولیه و انجام پایلوت در آن نمونه را انتخاب نمود.

برای اجرای این روش در ابتدا ۲۰ کارگزاری از بین ۸۷ کارگزاری به روش نمونه‌گیری سیستماتیک تصادفی جهت تشکیل نمونه‌ی مقدماتی و پایلوت انتخاب شدند. با جمع آوری اطلاعات این کارگزاری‌ها

در زمینه‌ی دو متغیر اولیه‌ی مورد مطالعه (ریسک پورتهوی تشکیلی و بازده مورد انتظار آن)، تعیین مقدار ۰/۰۵ به صورت تجربی برای دقت برآورد (E)، و استفاده از رابطه‌ی ۳-۸ برای نمونه‌برداری بدون جایگذاری از یک جامعه‌ی محدود (جامعه‌ی ۸۷ عضوی کارگزاران)، حجم نمونه بر اساس هر متغیر چنین به دست آمد:

۱. بر اساس بازده سالانه‌ی مورد انتظار پورتهوی: $6/34$ که نزدیک‌ترین عدد صحیح بزرگ‌تر از آن ۷ است.

۲. بر اساس ریسک سالانه‌ی پورتهوی: $33/41$ که نزدیک‌ترین عدد صحیح بزرگ‌تر از آن ۳۴ است. بنابراین، حجم بزرگ‌تر، یعنی ۳۴ نمونه، به عنوان اندازه‌ی نمونه‌ی آماری خبرگان بورس انتخاب می‌شد؛ اما از آنجا که در عمل توانستیم اطلاعات را از ۲۰ نمونه‌ی دیگر (علاوه بر نمونه‌ی پایلوت طرح که ۲۰ عدد بود) از این جامعه دریافت نماییم، حجم ۴۰ را که از حجم محاسبه شده‌ی ۳۴ هم بزرگ‌تر است برگزیدیم. توجه نمایید که محاسبات برای ریسک و بازده ماهانه نیز تکرار شدند که در این محاسبات، مقادیر انحراف معیار به حدی کوچک بودند که تعداد نمونه‌ی پیشنهادی عملیاتی و کاربردی نبود (نمونه‌های انتخابی بر این اساس، در حد صفر بود).

محاسبات مربوط به این بخش (بر اساس اطلاعات سالانه که کاربردی بودند و نیز اطلاعات ماهانه با وجود عدم کاربرد)، به همراه فهرست کد منتخبان نمونه‌ی اولیه در پیوست ارائه شده است.

۳-۹-۲-۱-۲ روش نمونه‌گیری

در استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، این احتمال به میزان زیادی وجود دارد که الگوهای توزیع ویژگی‌های مورد علاقه در جامعه، در آزمودنی‌هایی که برای نمونه‌ی خود برگزیده‌ایم موجود باشد. این طرح نمونه‌گیری از حداقل تورش برخوردار است و دارای بیشترین قدرت تعمیم‌پذیری است (دانابی-فرد و همکاران، ۱۳۸۳).

در نتیجه، با توجه به مزایای روش نمونه‌گیری تصادفی ساده در نزدیک کردن توزیع نمونه به توزیع جامعه و همچنین با توجه به نوع و تعریف مسئله و در دست بودن فهرست کامل جامعه‌ی آماری در این بخش، روش نمونه‌گیری تصادفی ساده، برای این بخش از پژوهش انتخاب شد.

فهرست ۴۰ کارگزاری نمونه‌ی آماری، به همراه جزئیات محاسبات و پارامترهای تعیین حجم نمونه برای این جامعه، در پیوست ارائه شده است.

توجه شود که ۲۰ کارگزاری منتخب جهت تشکیل نمونه‌ی مقدماتی (پایلوت)، نیز توسط روش نمونه‌گیری تصادفی ساده انتخاب شده بودند و در ادامه، ۲۰ کارگزاری دیگر نیز، با همین روش انتخاب شدند و طبق رابطه‌ی ۳-۹، در نهایت مجموعه نمونه‌ی ۴۰ عددی را تشکیل دادند.

۳-۹-۳) جامعه‌ی آماری تازه کارهای (آماتورهای) بازار بورس تهران

طبق تعاریفی که پیش‌تر توسط مؤلف ارائه شد، اغلب سرمایه‌گذاران فردی که مستقیماً بر خرید و فروش سهام خود نظارت دارند و عمدتاً در تالار بازار حضور می‌یابند (با اطلاعات جامع و بهنگام)، در دسته‌ی تازه‌کارهای (آماتورهای) تشکیل سبد جای می‌گیرند؛ متأسفانه تا کنون آمار دقیقی از تعداد سرمایه‌گذاران فردی بورس تهران، انتشار نیافته است و در دسترس عموم نمی‌باشد، بنابراین، حجم این جامعه نا معلوم است.

۳-۹-۳-۱) نمونه‌ی آماری تازه کارهای (آماتورهای) بازار بورس تهران

۳-۹-۳-۱-۱) تعیین اندازه‌ی نمونه

با توجه توضیحات حجم نمونه که در بخش قبلی (بخش ۳-۹-۲-۱-۱) ارائه شد، با انتخاب روش دقیق روابط آماری و استفاده از رابطه‌ی ۳-۷ به تعیین حجم نمونه پرداخته شد. همچنین، مجدداً جهت برآورد انحراف معیار جامعه که یکی از پارامترهای مورد نیاز در استفاده از روابط است، مؤلف به نمونه‌برداری

مقدماتی و پایلوت به تعداد ۲۵ نفر، پرداخت^۱. با برآورد انحراف معیاری که از نمونه‌ی مقدماتی به دست آمد، تعیین مقدار ۰/۰۴ به صورت تجربی برای دقت برآورد (E)، و جایگذاری در رابطه‌ی ۳-۷، حجم نمونه بر اساس هر متغیر چنین به دست آمد:

۱. بر اساس بازده مورد انتظار پورتفوی: ۳۳/۳۷ که نزدیک‌ترین عدد صحیح بزرگ‌تر از آن ۳۴ است.

۲. بر اساس ریسک پورتفوی: ۳۲/۴۱ که نزدیک‌ترین عدد صحیح بزرگ‌تر از آن ۳۳ است.

بنابراین، حجم بزرگ‌تر، یعنی ۳۴ نمونه، به عنوان اندازه‌ی نمونه‌ی آماری تازه‌کارهای بورس انتخاب می‌شد؛ اما از آنجا که در عمل توانستیم اطلاعات را از ۱۸ نمونه‌ی دیگر (علاوه بر نمونه‌ی پایلوت طرح که ۲۵ عدد بود) از این جامعه دریافت نماییم، حجم ۴۳ نمونه را که از حجم محاسبه شده‌ی ۳۴ هم بزرگ‌تر است برگزیدیم. توجه نمایید که محاسبات برای ریسک و بازده ماهانه نیز تکرار شدند که در این محاسبات، مقادیر انحراف معیار به حدی کوچک بودند که تعداد نمونه‌ی پیشنهادی عملیاتی و کاربردی نبود (نمونه‌های انتخابی بر این اساس، در حد صفر بود).

محاسبات مربوط به این بخش (بر اساس اطلاعات سالانه که کاربردی بودند و نیز اطلاعات ماهانه با وجود عدم کاربرد)، به همراه فهرست کد منتخبان نمونه‌ی اولیه در پیوست ارائه شده است.

۳-۹-۳-۱-۲ روش نمونه‌گیری

همانطور که می‌دانیم، دو نوع طرح نمونه‌گیری وجود دارد: تصادفی و غیر تصادفی. در نمونه‌گیری تصادفی، اعضاء جامعه به عنوان آزمودنی‌های نمونه‌ی منتخب، از شانس و احتمال یکسانی برخوردارند. اما در نمونه‌گیری غیر تصادفی، اعضاء جامعه به عنوان آزمودنی‌های نمونه‌ی منتخب، از شانس و احتمال یکسانی برای انتخاب شدن برخوردار نیستند. طرح‌های نمونه‌گیری تصادفی وقتی استفاده می‌شوند که

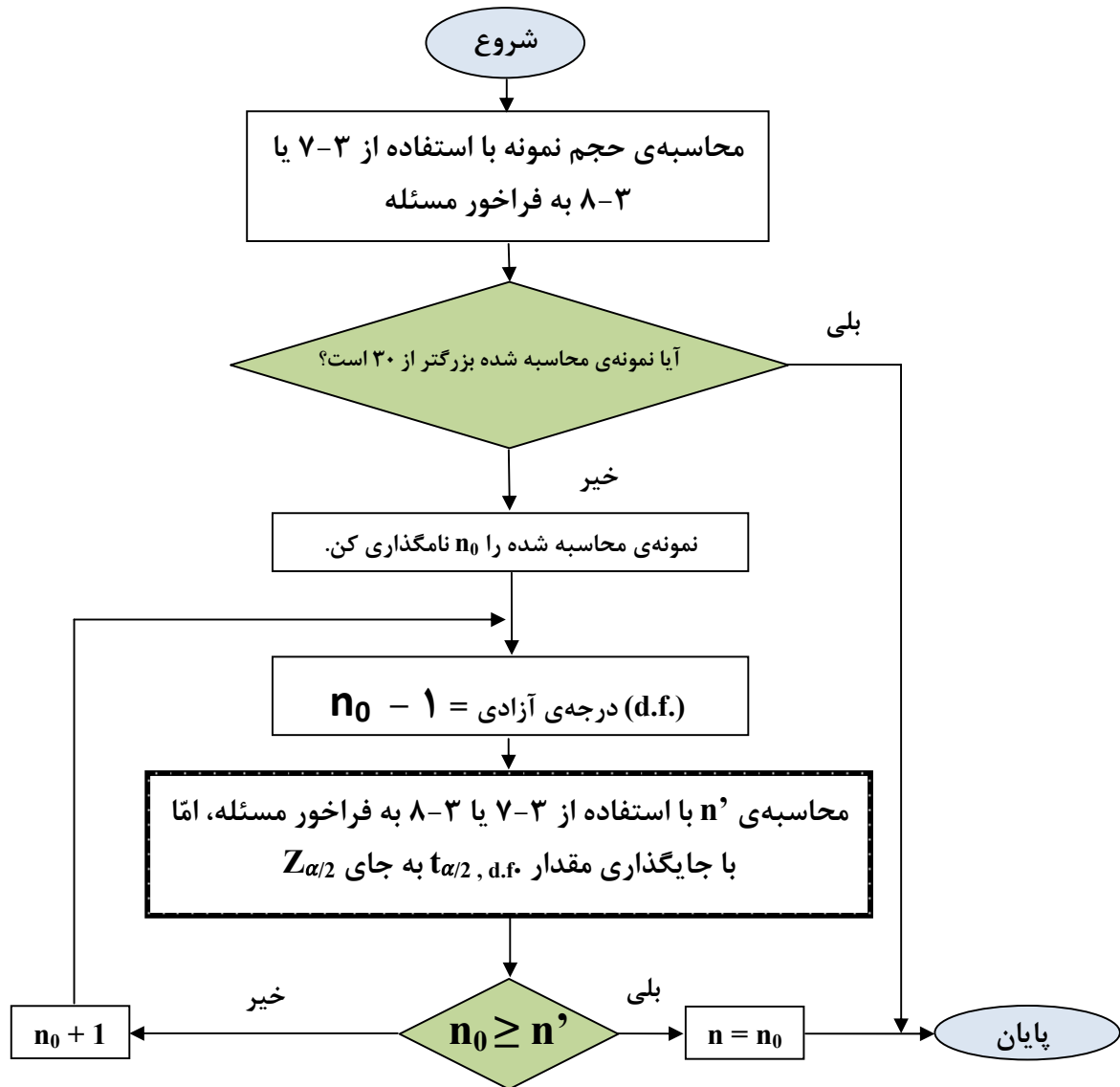
^۱ صرفاً به دلیل اینکه احتمال داده می‌شد تنوع آماتورها بیشتر باشد، برای دقت بیشتر در برآورد واریانس جامعه، تعداد نمونه‌ی اولیه از ۲۰ در خبرگان، به ۲۵ در آماتورها افزایش داده شد، همچنین در روابط مربوطه، مقدار E از ۵٪ به ۴٪ کاهش داده شد تا حجم نمونه بزرگ‌تر انتخاب شود.

نماینده و معرف بودن نمونه، به خاطر اهداف تعمیم‌پذیری حائز اهمیت است. وقتی که زمان یا سایر عوامل، نسبت به تعمیم‌پذیری از اهمیت بسیار زیادتری برخوردار می‌شوند، عموماً نمونه‌گیری، غیرتصادفی استفاده می‌شود (دانایی فرد و همکاران، ۱۳۸۳). همچنین، توجه به این نکته ضروری است که در صورت استفاده از طرح‌های غیرتصادفی، پایایی نمونه به شدت پایین می‌آید و پیش شرط‌های استفاده از آمار استنباطی دچار خلل می‌شود (آذر و مؤمنی، ۱۳۸۵).

بنا بر این توضیحات، اگر آماتور را طوری تعریف می‌نمودیم که همه‌ی سرمایه‌گذاران فردی را در بر بگیرد، به دلیل عدم دسترسی به کل اعضای این جامعه، نامعلوم بودن تعداد، فهرست و ... به ناچار مجبور به نمونه‌گیری غیرتصادفی از افرادی می‌شدیم که به سادگی در دسترس قرار می‌گیرند و نوع نمونه‌گیری غیرتصادفی ساده (غیرتصادفی در دسترس^۱) می‌شد که از قابلیت تعمیم‌پذیری بسیار پایینی برخوردار است و اهداف مؤلف، در اجرای روش‌های کمی آمار استنباطی را برآورده نمی‌کرد. با بررسی موضوع، به این نتیجه رسیدیم که مقید کردن تعریف آماتورها، به صورتی که تعریف، آماتورهای فعال درون بازار (و تالار بورس) را در بر بگیرد، اگر چه محدود کننده است، اما مشکل استفاده از آمار استنباطی و تعمیم‌پذیری نتایج را تا حد زیادی حل می‌کند^۲.

بنا بر این توضیحات، نمونه‌گیری تصادفی، از بین آنچه آماتور تعریف شد، انجام پذیرفت.

^۱ نمونه‌گیری غیرتصادفی به دو دسته‌ی عمده‌ی ساده (یا در دسترس)، و هدفمند (یا از پیش تعیین شده) تقسیم می‌شود؛ که گروه دوم به نوبه‌ی خود به انواع قضاوتی و سهمیه‌ای تقسیم‌بندی می‌گردد.
^۲ در عنوان طرح پژوهش نیز، خبرگان و تازه‌کارهای بازار بورس ذکر شده است که مؤید همین مطلب می‌باشد.



شکل ۳-۱۶. فلوجارت محاسبه‌ی حجم نمونه

منبع: آذر و مؤمنی، ۱۳۸۵ (با تعدیلات اندک مؤلف جهت فهم آسان‌تر فلوجارت)

۳-۱۰) اطلاعات و داده ها^۱

۳-۱۰-۱) اطلاعات نرخ بازده و ریسک سالانه ی پنجاه شرکت برتر

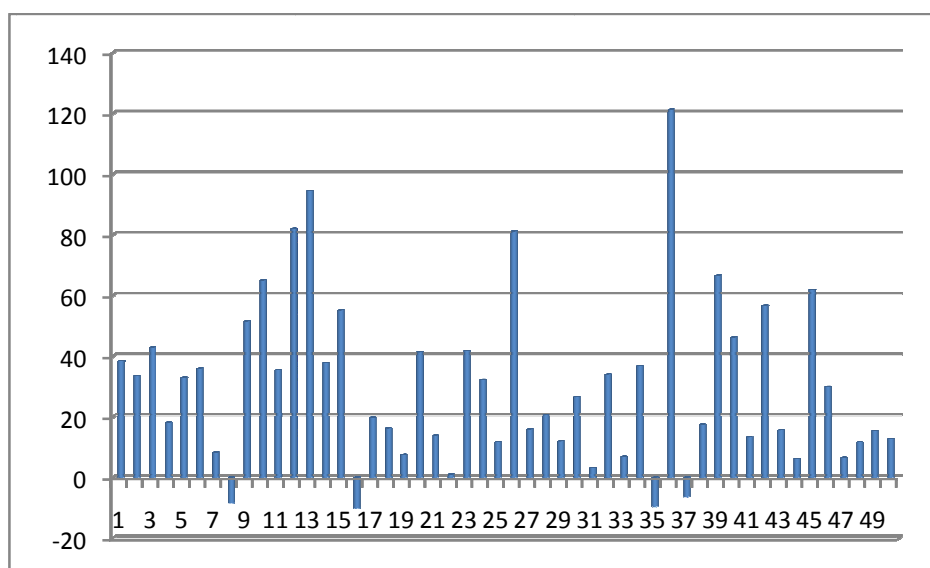
از آنجایی که روش‌های عددی و ریاضیاتی معمولاً و احتمالاً با اطلاعات جامع‌تر و کامل‌تر اصطلاحاً بهتر "تربیت" می‌شوند و روابط درونی (همانند کوواریانس بازده که مورد نیاز مدل است) با این نوع از اطلاعات بهتر آشکار می‌شوند (البته باید دقت کرد که همواره رابطه‌ی مثبتی بین عملکرد مدل با بیشتر شدن اطلاعات وجود ندارد و گهگاه ممکن است ریز شدن زیاد در اطلاعات، اصطلاحاً "تربیت زیاد از حد" مدل را در پی داشته باشد و پاسخ‌ها بدتر شوند، این حد آستانه بر اساس تجربه‌ی کاربر و نیز آزمون و خطا قابل دستیابی است)، و نیز با توجه به آمار شاخص بورس، و برای در برگرفتن دوره‌های کامل اقتصادی و شرایط رونق و بحران، مؤلف متصور است که انتخاب اطلاعات بازه‌ی زمانی نسبتاً بلند مدت، مناسب‌تر از بازه‌های کوتاه مدت است.

از طرفی بررسی این نکته ضروری است که پنجاه شرکت برتر، پتانسیل ارائه‌ی نرخ بازده در چه بازه‌های بلند مدتی را دارا هستند (برخی از آن‌ها به بورس، تازه وارد شده‌اند). با برقراری تعادلی بین بلندمدت بودن اطلاعات و شمول کامل جامعه‌ی آماری، بازه‌ی ۶ دوره‌ای، از انتهای سال ۸۲ تا انتهای سال ۸۷ را دوره‌ای ایده‌آل و جامع یافتیم و از اطلاعات آن بهره بردیم. توجه به این نکته ضروری است که این بازه بلندمدت‌ترین بازه‌ی ممکن برای ارائه‌ی اطلاعات نرخ بازده بود، چرا که در صورت انتخاب هر بازه‌ی بزرگ‌تری (یعنی انتخاب اطلاعات پیش از سال ۸۲) مجبور به نمونه‌برداری و از دست دادن اطلاعات حداقل ۱۵ شرکت از ۵۰ شرکت می‌شدیم، جهت اجتناب از نمونه‌برداری در این بخش و روبه‌رویی با شرایط هر چه واقعی‌تر بازار، این بازه‌ی ۶ دوره‌ای را انتخاب نمودیم.

¹ Information and Data

² Overtrain

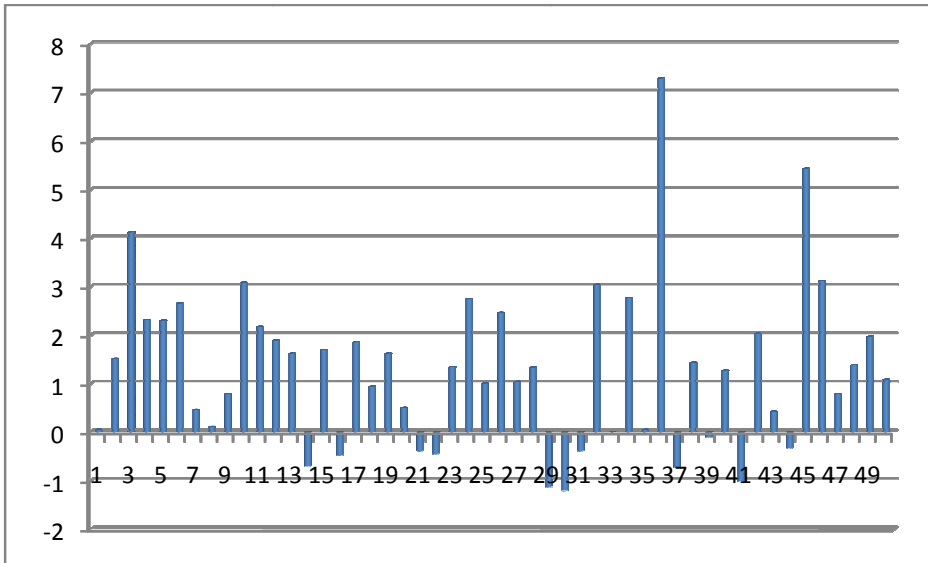
به عبارت دقیق‌تر، در این پژوهش نرخ بازده سالانه‌ی پنجاه شرکت برتر، از تاریخ ۱۳۸۲/۱۲/۲۹ تا ۱۳۸۷/۱۲/۲۹، شامل شش دوره‌ی سالانه، به عنوان ورودی به مدل اعمال گردید، همچنین اطلاعات ریسک هر سهم از اطلاعات نرخ بازده سالانه، توسط مؤلف استخراج گردید. نمودار شکل ۳-۱۷ متوسط نرخ بازده سالانه‌ی این شرکت‌ها را به تصویر می‌کشد.



شکل ۳-۱۷. نمودار میله‌ای متوسط درصد نرخ بازده سالانه‌ی پنجاه شرکت برتر، شش دوره (شماره‌ی شرکت‌ها مطابق با جدول ۳-۱ می‌باشد)
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

۳-۱۰-۲) اطلاعات نرخ بازده و ریسک ماهانه‌ی پنجاه شرکت برتر

در راستای سیاست شمول دقیق‌تر اطلاعات و برای درک هرچه بهتر روابط درونی بین سهام، و همچنین مقایسه‌ی سبدهای منتخب بر اساس اطلاعات ماهانه با سبدهای منتخب سالانه، اطلاعات بازده ماهانه‌ی پنجاه شرکت برتر برای دوره‌ی مشابه، ۱۳۸۲/۱۲/۱ تا ۱۳۸۸/۱۱/۱، یعنی هفتاد و یک ماه منتهی به بهمن‌ماه ۸۸، استخراج و به طور جداگانه به مدل اعمال گردیدند. به علاوه، اطلاعات ریسک هر سهم از اطلاعات نرخ بازده ماهانه، توسط مؤلف استخراج گردید. نمودار شکل ۳-۱۸ متوسط نرخ بازده ماهانه‌ی این شرکت‌ها را به تصویر می‌کشد.



شکل ۳-۱۸. نمودار میله‌ای متوسط درصد نرخ بازده ماهانه‌ی پنجاه شرکت برتر، هفتاد و یک دوره (شماره‌ی شرکت‌ها مطابق با جدول ۳-۱ می‌باشد)
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

۳-۱۰-۳) اطلاعات نرخ بازده ماهانه‌ی پنجاه شرکت برتر برای آزمون سبدها

سبدهای تشکیلی خبرگان، آماتورها و الگوریتم‌های ابتکاری در دوره‌ای شش ماهه، از ابتدای بهمن‌ماه ۸۸ تا ابتدای مردادماه ۸۹، مورد آزمون قرار می‌گیرند؛ به عبارتی، به صورت فرضی، بر اساس این سبدها خرید و نگهداری سهام به مدت شش ماه انجام می‌پذیرد تا عملکرد آن‌ها در عمل و به طور کاملاً واقعی مورد آزمون قرار گیرد. جهت این امر، اطلاعات بازده ماهانه‌ی پنجاه شرکت برتر از ۸۸/۱۱/۱ تا ۸۹/۵/۱ و بازده پورتفوی بازار، استخراج و استفاده گردیدند.

توجه داشته باشید که برای واقعی‌تر شدن هرچه بیشتر بازده سبدها (در مقایسه با بازده بدون ریسک که پارامتری از ملاک عملکرد شارپ است) سبدها را دو ماه قبل از سال نو تشکیل داده، و تا چهار ماه پس از آن نگهداری نمودیم تا بازدهی‌های بزرگ احتمالی، ناشی از اثر فروردین (معادل با اثر ژانویه، پیش‌تر در تعاریف توضیح داده شد) تا حد ممکن تعدیل شود.

۳-۱۰-۴) ابزار جمع آوری اطلاعات و داده ها

۳-۱۰-۴-۱) ابزار جمع آوری اطلاعات نرخ بازده

کتابخانه‌ی سازمان بورس اوراق بهادار تهران و پایگاه‌های اطلاعاتی این کتابخانه، و نیز نرم‌افزارهای تدبیرپرداز و ره‌آورد نوین، منابع اصلی جمع‌آوری اطلاعات نرخ بازده این پژوهش را شکل دادند.

۳-۱۰-۴-۲) ابزار جمع آوری اطلاعات و داده‌های سبدهای تشکیلی خبرگان و آماتورها

این اطلاعات از طریق توزیع پرسشنامه‌ی تشکیل سبد در بین خبرگان و آماتورها انجام پذیرفت. نمونه‌ی این پرسشنامه در پیوست ه قابل مشاهده است.^۱

۳-۱۱) قیود مسئله‌ی بهینه‌سازی پورتفوی

در اعمال کلیه‌ی الگوریتم‌های ابتکاری بر مسئله‌ی پورتفوی، تابع هدف و قیود کاملاً یکسانی در ساخت پورتفوی‌ها دخیل بودند که به دلیل اهمیت، به ذکر آن‌ها در این بخش پرداخته می‌شود:

الف) تابع هدف به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده بود که در عین حالی که ریسک را کمینه می‌کند، همزمان بازده را بیشینه نماید.

ب) قید اول آن بود که اوزان انتخابی مثبت باشند، $W_i \geq 0\%$ ، چرا که فروش استقراضی ممنوع فرض شده است. این فرض، فرضی معقول، مناسب و در تطابق با واقعیت بازار است. بنابراین وزن اختصاصی به ذرات در PSO، کروموزوم‌ها در ژنتیک و ترکیب ژنتیک_نلدر-مید، و کشورها در رقابت استعماری، با اعداد مثبت و یا حداقل صفر اختصاص داده شدند.

^۱ توجه شود آنچه از آن با عنوان پرسشنامه در این پژوهش یاد شد، در اصطلاح فنی، صرفاً فرم و جدولی است که اطلاعات سبد در آن وارد می‌شود و شامل هیچگونه سؤال و گویه‌ای نیست. بنابراین، در این سنجه، به علت عدم وجود گویه و پرسش، مباحث سنجش پایایی همچون آلفای کرونباخ، روش دو نیمه کردن، فرمول‌های ۲۰ و ۲۱ کودر-ریچاردسون و ... کاربردی ندارند. روایی محتوا نیز، با نمونه‌گیری مقدماتی و پایلوت پرسشنامه، تا حد زیادی تضمین شد.

ج) قید دوم آن بود که هیچ سهمی بیش از ۶/۶۶٪ پورتهوی را به خود اختصاص ندهد:

$W_i \leq 6/66\%$ ، دلیل انتخاب این قید، تحقیقاتی است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود؛ در یک بررسی مشهود، ایوانز و آرچر (ایوانز و آرچر، ۱۹۶۸) دریافتند که ریسک پورتهویی متشکل از ۱۵ سهم تقریباً با ریسک کل بازار برابر است. در بررسی ایشان، پرگونه‌سازی پورتهوی با بیش از ۱۵ الی ۱۶ سهم، اگر چه بار منفی‌ای نداشت اما مزیتی هم در پی نداشت، از طرفی تحقیقات گائومنیتز (گائومنیتز، ۱۹۶۷) تعداد ۱۸ سهم برای پورتهوی را پیشنهاد می‌کند و البته بیش از آن‌را در کاهش ریسک چندان پرفایده نمی‌داند. با پیروی از نتیجه‌ی این تحقیقات، در نظر گرفتن تجربیات بازار که معتقد است نباید بیش از ۱۰٪ (برخی معتقدند ۷٪) در سهام خاصی وارد شد، و نیز مشاوره با برخی از کارگزاری‌های برتر^۱، در نهایت عدد حداقل ۱۵ سهم در پورتهوی و یا به طور مقیدتر، حداکثر میزان سرمایه‌گذاری در یک سهم در پورتهوی، برابر با $\frac{100\%}{15} = 6/66\%$ انتخاب شد.

با توجه به دو قید بالا، وزن اختصاصی به ذرات در PSO، و نیز کروموزوم‌ها در ژنتیک و ترکیب ژنتیک-نلد-مید، و کشورها در رقابت استعماری، در بازه‌ی $[0, 6/66\%]$ محدود می‌شود.

د) قید سوم تابع را ملزم می‌دارد تا مجموع اوزانی که برای پورتهوی برمی‌گزیند برابر ۱ (۱۰۰٪) باشد، نه بیشتر و نه کمتر، به عبارت ریاضی $\sum_{i=1}^n W_i = 1$ ، چرا که خرید و فروش استقراسی و یا هزینه کردن کمتر/یا بیشتر از بودجه‌ی معلوم مجاز نیست. این قید نیز با شرایط واقعی اکثر سرمایه‌گذاران تطابق خوبی دارد. پس این شرط نیز مجموع ذرات PSO و نیز مجموع کروموزوم‌های ژنتیک و ترکیب ژنتیک-نلد-مید، و کشورها در رقابت استعماری، را مقید به ۱ (۱۰۰٪) می‌سازد.

^۱ سازمان بورس اوراق بهادار تهران در تاریخ ۱۵ اسفندماه ۱۳۸۸ آخرین رتبه‌بندی شرکت‌های کارگزاری بورس تهران را اعلام نموده است؛ این رتبه‌بندی ۸۷ شرکت را از الف تا ه مرتب کرده است که معیارهای رتبه‌بندی و نتایج آن در پیوست ج قابل مشاهده است. از آنجا که تحقیقی بومی برای حداقل تعداد سهام جهت حذف ریسک غیرسیستماتیک در بازارهای ایران موجود نبود، به ناچار با مشاوره با برخی از کارگزاران برتر، عدد حداقل ۱۵ سهم را برگزیدیم تا پژوهش هم نتیجه‌ی تحقیقات علمی را تا حد ممکن در برگیرد و هم عرف بازار ایران را مد نظر داشته باشد.

۳-۱۲) جزئیات روش تحقیق، نحوه ی محاسبات، تحلیل داده ها و آزمون فرضیات در این پژوهش، با استفاده از ورودی‌های سالانه و ماهانه به تشکیل ۸ سبد مختلف به کمک چهار الگوریتم ابتکاری، پرداخته خواهد شد (چهار سبد با اطلاعات ورودی سالانه و چهار سبد با اطلاعات ورودی ماهانه). سبدهای تشکیلی خبرگان و آماتورها نیز جمع‌آوری شده، کلیه‌ی سبدها (۹۱ سبد، شامل ۴۰ سبد خبرگان، ۴۳ سبد آماتورها و ۸ سبد الگوریتم‌ها)، در دوره‌ای ۶ ماهه و در شرایط واقعی بازار از بهمن‌ماه ۸۸ تا مرداد ۸۹ مورد آزمون قرار می‌گیرند. در ادامه عملکرد واقعی سبدها با استفاده از رابطه‌ی شارپ محاسبه خواهد شد.

در نهایت، متوسط عملکرد هر سه گروه (ابتکاری-خبرگان-تازه‌کارها)، بر اساس فرضیات پژوهش مورد آزمون آماری تحلیل واریانس تک-عاملی قرار خواهند گرفت تا تفاوت‌ها و شباهت‌های احتمالی رویکردهای مختلف آشکار شود.

۳-۱۲-۱) انتخاب و چپستی آزمون آماری تحلیل-واریانس یک-طرفه (یا تک-عاملی)^۱ دیدیم که در نهایت، آزمونی آماری، جهت تأیید یا رد فرضیات می‌بایست انتخاب شود. یکی از اولین و پرکاربردترین آزمون‌هایی که برای مقایسه‌ی میانگین دو جامعه به ذهن می‌رسد، آزمون t -استیودنت است. البته، از آنجا که حجم نمونه‌های پژوهش به اندازه‌ی کافی بزرگ است، می‌توان به جای آزمون t -استیودنت از آزمون توزیع نرمال Z هم استفاده نمود زیرا با افزایش حجم نمونه مقادیر t و Z به یکدیگر بسیار نزدیک می‌شوند (مقدار t همواره کمی بزرگتر از مقدار Z است). بسیاری محققین در اینچنین شرایطی ترجیح می‌دهند بدون توجه به حجم نمونه، از t -استیودنت که نتایج محافظه‌کارانه‌تری دارد، استفاده کنند (هچ و فرهادی، ۱۹۸۱).

^۱ ANOVA, Analysis of Variance

اما در این پژوهش، مؤلف، حتی به این سطح از دقت هم بسنده نکرد و آزمون دقیق‌تر و قوی‌تر^۱ تحلیل واریانس یک-طرفه (ANOVA) را جهت آزمون فرضیات برگزید. در سطور بعدی، علل عدم دقت آزمون t-استیودنت و انتخاب تحلیل واریانس یک-طرفه، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

متخصصین آمار معتقدند در صورتی که پژوهشی شامل بیش از دو جامعه آماری (و بنابراین بیش از دو نمونه آماری) باشد، و پژوهش در صدد مقایسه‌ی میانگین دو به دو گروه‌ها با یکدیگر باشد - همانند پژوهش حاضر-، استفاده از آزمون t-استیودنت انتخاب خوبی نیست. به عنوان مثال، اگر پژوهش، شامل جوامع ۱، ۲ و ۳ باشد، مقایسه‌ی نمونه‌ی ۱ با ۲، ۲ با ۳ و ۱ با ۳، با استفاده از آزمون t-استیودنت، توصیه نمی‌شود (حتی در صورت استقلال کامل این جوامع) (برای دستیابی به برخی از سطوح دقت، باید حتی گفت، از سطح عدم توصیه گذر کرده، نمی‌توان از این آزمون استفاده کرد). در صورت استفاده از آزمون t-استیودنت برای انجام چند مقایسه در یک پژوهش، احتمال رد فرض صفر^۲، به آسانی افزایش یافته است (هچ و فرهادی، ۱۹۸۱، ص ۱۱۴؛ دانایی‌فرد و همکاران، ۱۳۸۳، ص ۴۶۱).

فرض کنید در پژوهشی با شرایط مذکور، سطح خطا را برابر $\alpha\%$ قرار داده، سپس چند آزمون t-استیودنت (C عدد آزمون) را بین گروه‌های مختلف انجام دهیم؛ در این شرایط، سطح واقعی خطا از رابطه-ی ۱۲-۳ به دست خواهد آمد.

$$\alpha_{\text{real}} = 1 - (1 - \alpha_{\text{dummy}})^c \quad (12-3)$$

به طوری که در این رابطه داریم:

α_{real} = سطح واقعی خطا، پس از استفاده‌ی متناوب از آزمون t-استیودنت

α_{dummy} = سطح خطایی که در واقع مد نظر پژوهشگر بوده است

C = تعداد مقایسه‌ها و استفاده از آزمون t-استیودنت در یک پژوهش

¹ Robust

² Null Hypothesis

به عنوان مثالی کمی، اگر پژوهشگر قصد انجام پژوهش در سطح خطای ۵٪ را داشته باشد و ۴ مرتبه از این آزمون استفاده نماید، سطح واقعی خطای آن پژوهش، با ۱۸٪ معادل خواهد شد. زیرا در این شرایط داریم:

$$\text{سطح واقعی خطا در عمل} = (1 - 0.05)^4 = 0.18$$

راه حل این مشکل، استفاده از تحلیل واریانس است، و از آنجا که پژوهش، تنها در پی بررسی و مقایسه‌ی متغیر عملکرد جوامع می‌باشد، آزمون تحلیل-واریانس تک-عاملی (یا یک-طرفه) انتخاب می-گردد. تحلیل واریانس، آزمونی بسیار قوی و کارآمد است.

تحلیل واریانس روشی است که می‌توان میزان انحرافات کل در مجموعه‌ی داده‌ها را به مؤلفه‌هایی افزایش کرد (آذر و مؤمنی، ۱۳۸۵). در تحلیل واریانس، سطح معنی داری با آماره‌ی F و استفاده از جدول مربوطه با توجه به درجه‌ی آزادی، مشخص می‌شود. روابط ریاضیاتی محاسبه‌ی F بدین صورت می‌باشد:

$$F = \frac{S^2_{\text{between}}}{S^2_{\text{within}}} \quad (13-3)$$

به طوری که در این رابطه داریم:

F = آماره‌ی آزمون تحلیل واریانس تک-عاملی

S^2_{between} = انحراف معیار بین گروه‌ها

S^2_{within} = انحراف معیار درون هر گروه

۳-۱۲-۱) انتخاب آزمون تعقیبی شیغه^۱

در صورتی که پس از انجام تحلیل واریانس تک-عاملی، معناداری اختلاف بین میانگین جوامع تأیید

شود، باید از آزمون‌های تعقیبی یا پیگیری^۲، جهت تعیین و مشخص کردن جوامعی که با یکدیگر اختلاف

معنادار دارند، استفاده نمود^۱.

^۱ Scheffe's Post Hoc test

^۲ Post Hoc tests

آزمون شِفِه، مشهورترین آزمون تعقیبی است. این آزمون دقیق‌ترین و محافظه‌کارانه‌ترین نتایج را ارائه می‌دهد، به طوری که در صورت تأیید تفاوت بین دو جامعه توسط این آزمون، می‌توان تا حد بسیار بالایی به این نتیجه اطمینان کرد. همچنین علاوه بر مزیت دقت، در صورتی که حجم نمونه‌های جوامع مختلف نابرابر باشد – همانگونه که در این پژوهش نیز نابرابر است – آزمون شِفِه سازگارترین آزمون تعقیبی با این شرایط می‌باشد (هچ و فرهادی، ۱۹۸۱). بنابراین، دقت و سازگاری، دو علت انتخاب این آزمون (در صورت نیاز به آزمون‌های تعقیبی)، می‌باشد.

اجرای آزمون شِفِه، نیازمند محاسبه‌ی t' بحرانی یا $t'_{critical}$ از رابطه‌ی زیر و مقایسه‌ی آن با t مشاهده شده یا $t_{observed}$ می‌باشد.

$$t'_{critical} = \sqrt{(k - 1)F_{critical}(\alpha, d.f.B, d.f.W)} \quad (14-3)$$

به طوری که در این رابطه داریم:

$t'_{critical}$ = مقدار بحرانی در مقایسه با مقدار مشاهده شده‌ی نمونه در آزمون تعقیبی شِفِه

k = تعداد گروه‌های مورد آزمون

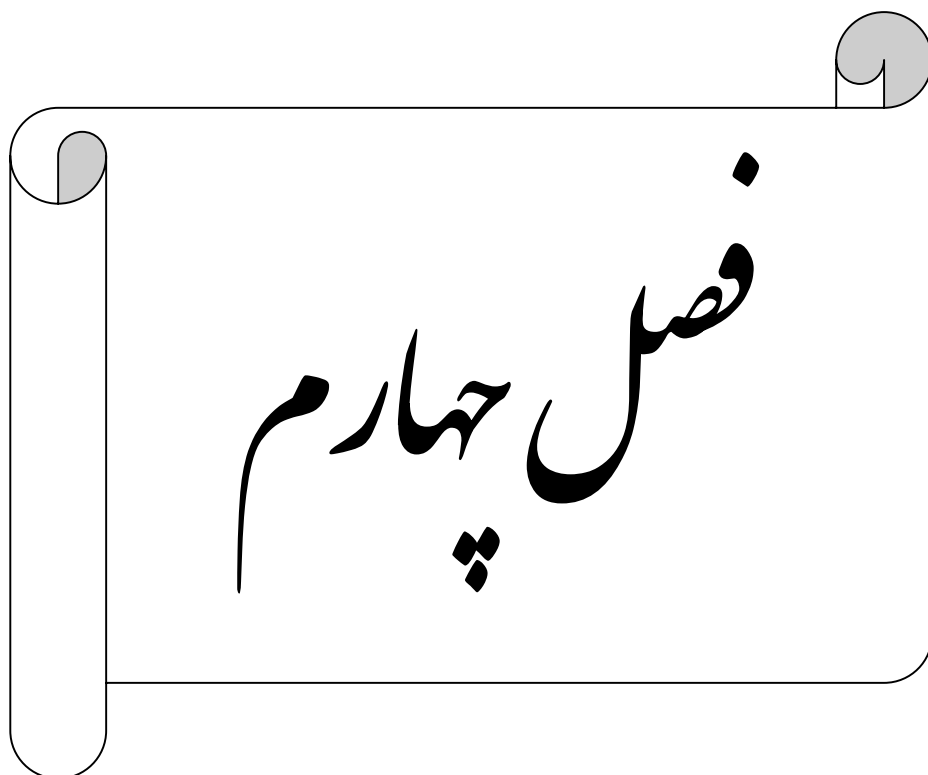
$F_{critical}(\alpha, df.B, d.f.W)$ = مقدار بحرانی F در آزمون اصلی تحلیل واریانس تک-عاملی

به ازای درجه‌ی آزادی بین گروهی، درون گروهی و سطح خطای α .

جهت انجام کلیه‌ی محاسبات آماری پژوهش، از نرم‌افزار توانمند SPSS، نسخه‌ی ۱۵ و تحت ویندوز،

استفاده خواهد شد.

^۱ تعدادی از پرکاربردترین و شناخته‌شده‌ترین انواع این آزمون‌ها عبارتند از: شِفِه (Scheffe)، بونفرونی (Bonferroni)، سیداک (Sidak)، توکی (Tukey & Tukey's-b)، دانکن (Duncan)، هاجبرگ (Hochberg's GT2)، دونت (Dunnett)، والر-دانکن (Waller-Duncan)، گابریل (Gabriel) و LSD، R-E-G-W F، S-N-K و R-E-G-Q.



تجزیه و تحلیل اطلاعات و یافته‌های تحقیق

۴-۱) سبدهای حاصل از الگوریتم‌های ابتکاری و رتبه بندی درون گروهی

۴-۱-۱) الگوریتم ژنتیک: سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه

همانگونه که در مقدمه‌ی بهینه‌سازی در فصل دوم شرح داده شد، الگوریتم‌ها باید مجهز به پارامترهای قابل تنظیم باشند تا کاربر بتواند با تغییر آن پارامترها تعادل مطلوب بین جواب بدست آمده و میزان محاسبات را برقرار نماید. همچنین تغییر در این پارامترهاست که دستیابی به پاسخ‌های بهینه‌تر را ممکن می‌سازد. این پارامترها برای همه‌ی مسائل ثابت نمی‌باشند و باید پارامترهای سازگار با هر مسئله را برای الگوریتم‌ها یافت.

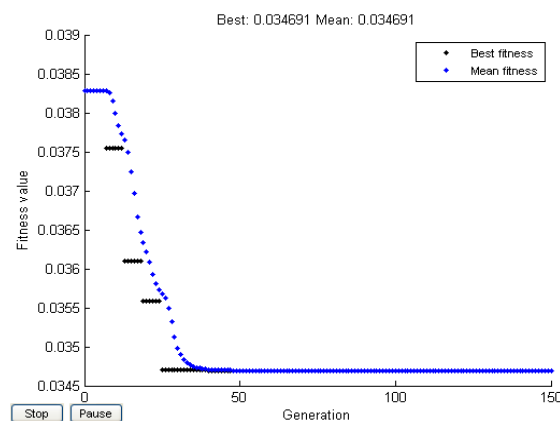
جدول ۴-۱، پارامترهای الگوریتم ژنتیک سازگار با مسئله‌ی پور تفوی را نشان می‌دهد. این پارامترها با اجرای متناوب الگوریتم توسط مؤلف و آزمون و خطا حاصل شده‌اند (برای همه‌ی روش‌های پژوهش). برای نقاط شروع آزمون و خطا، قواعد سرانگشتی‌ای بین متخصصین بهینه‌سازی رایج است که از آن‌ها نیز بهره برده‌ایم، همچنین مراجعه به پژوهش‌های مشابه، راه دیگری برای تعیین نقطه‌ی شروع پارامترهاست. جزئیات چستی پارامترها، در بررسی ادبیات عملکرد ژنتیک (و ادبیات چگونگی عملکرد برای دیگر روش‌ها) توضیح داده شدند.

جدول ۴-۱. پارامترهای ژنتیک سازگار با مسئله ی بهینه سازی پورتفوی

تابع گوسی	تابع عملگر جهش ناگهانی	بردار دوگانه	نوع جمعیت
۱	مقیاس عملگر جهش ناگهانی	۵۰۰	اندازه‌ی جامعه
۱۵۰	تعداد نسل‌ها	چرخ گردان رولت	تابع انتخاب
نامحدود	محدودیت و تأخیر زمانی (شرط توقف)	۰/۸	نرخ عملگر ضربدری
نامحدود	محدودیت تعداد نسل (شرط توقف)	پراکنده ^۱	تابع عملگر ضربدری
۱-۶	محدودیت دقت تغییر در تابع هدف (شرط توقف)	۰/۲	نرخ نخبه‌گرایی و مهاجرت

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

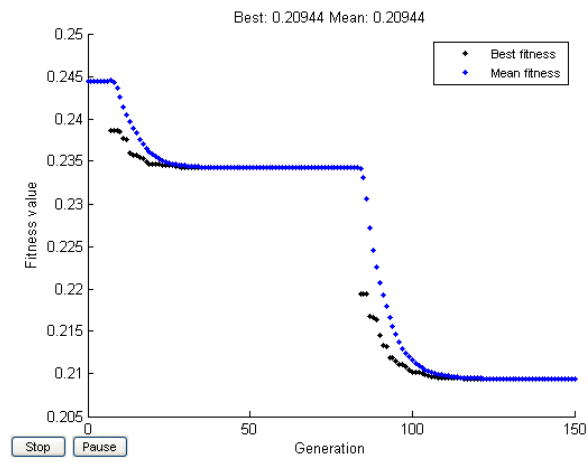
شکل‌های ۴-۱ و ۴-۲ مسیر پیموده شده توسط تابع ارزیابی برای رسیدن به نقطه‌ی بهینه را توسط الگوریتم ژنتیک و به تفکیک نوع اطلاعاتی که الگوریتم استفاده نموده است، نشان می‌دهند. در این نمودارها، دو مقدار متوسط لحظه‌ای تابع و بهترین مقدار لحظه‌ای تابع ارزیابی، ترسیم و از یکدیگر مجزا شده‌اند. شکل ۴-۱ نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی ماهانه، و شکل ۴-۲ نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی سالانه است. جداول ۴-۲ و ۴-۳ نیز به ترتیب پورتفوی منتخب ژنتیک ماهانه و ژنتیک سالانه را نشان می‌دهند. اعداد جداول بیانگر اولاً سهمی که باید در پورتفوی انتخاب شوند و ثانیاً مقدار هر سهم در پورتفوی می‌باشند.



شکل ۴-۱. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس ژنتیک، ماهانه

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

^۱ Scattered



شکل ۴-۲. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس ژنتیک، سالانه (منبع: محاسبه شده توسط مؤلف)

جدول ۴-۲. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ژنتیک	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ژنتیک	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ژنتیک
۱. ایران خودرو	۶/۲۶	۱۸. سر. پتروشیمی	۱/۴	۳۵. فرآورده های نسوز آذر	۱/۴
۲. ایران خودرو دیزل	۱/۴۱	۱۹. سر. توسعه صنعتی	۱/۴	۳۶. کالسیمین	۱/۴۱
۳. بانک اقتصاد نوین	۱/۴۹	۲۰. سر. رنا	۴/۵۱	۳۷. کربن ایران	۱/۴
۴. پارس دارو	۴/۶۱	۲۱. سر. صنعت بیمه	۱/۵۲	۳۸. کف	۱/۵۱
۵. پتروشیمی آبادان	۱/۴	۲۲. سر. صنعت و معدن	۱/۴۶	۳۹. گازلوله	۱/۴
۶. پتروشیمی خارک	۲/۷۵	۲۳. سر. غدیر	۱/۴	۴۰. گروه بهمن	۱/۵۱
۷. پتروشیمی فارابی	۱/۵	۲۴. سر. گروه بهشهر	۱/۴۶	۴۱. گروه صنعتی سدید	۴/۶۳
۸. تجهیز نیروی زنگان	۴/۶	۲۵. سر. مسکن	۱/۵	۴۲. لوله و ماشین سازی	۱/۴۱
۹. تراکتورسازی	۳/۸۶	۲۶. سر. معادن و فلزات	۱/۴	۴۳. ماشین سازی نیرومحرکه	۱/۸۵
۱۰. چادرمو	۱/۵	۲۷. سر. ملی	۱/۴	۴۴. محورسازان	۱/۵۲
۱۱. دارو جابرین حیان	۱/۵۲	۲۸. سر. نفت	۱/۵۱	۴۵. معادن روی ایران	۱/۴
۱۲. زامیاد	۱/۵۲	۲۹. سیمان تهران	۱/۴۱	۴۶. معادن منگنز ایران	۱/۴
۱۳. سایپا	۱/۵۱	۳۰. سیمان فارس و خوزستان	۱/۴۸	۴۷. مهرکام پارس	۱/۴۳
۱۴. سایپا دیزل	۱/۴۱	۳۱. شهید ایران	۱/۵۱	۴۸. موتوژن	۱/۵۲
۱۵. سر. بازنشستگی	۱/۴	۳۲. صنعتی بهشهر	۴/۵	۴۹. نفت بهران	۴/۵۵
۱۶. سر. بوعلی	۱/۴	۳۳. صنعتی دریایی	۱/۴	۵۰. نفت پارس	۱/۴
۱۷. سر. پارس توشه	۱/۴۵	۳۴. فارسیت درود	۱/۴۱		

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

جدول ۴-۳. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک، بر اساس اطلاعات بازده سالانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ژنتیک	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ژنتیک	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ژنتیک
۱. ایران خودرو	۰/۵	۱۸. سر. پتروشیمی	۱/۹۳	۳۵. فرآورده های نسوز آذر	۱/۹
۲. ایران خودرو دیزل	۱/۸۸	۱۹. سر. توسعه صنعتی	۱/۹۴	۳۶. کالسیمین	۲/۰۲
۳. بانک اقتصاد نوین	۱/۹۲	۲۰. سر. رنا	۱/۹	۳۷. کربن ایران	۱/۹۵
۴. پارس دارو	۱/۹۵	۲۱. سر. صنعت بیمه	۱/۹	۳۸. کف	۱/۹۵
۵. پتروشیمی آبادان	۱/۹۲	۲۲. سر. صنعت و معدن	۱/۸۸	۳۹. گازلوله	۱/۹
۶. پتروشیمی خارک	۱/۹۲	۲۳. سر. غدیر	۱/۸۹	۴۰. گروه بهمن	۱/۸۵
۷. پتروشیمی فارابی	۱/۹۳	۲۴. سر. گروه بهشهر	۲/۰۲	۴۱. گروه صنعتی سدید	۱/۸۵
۸. تجهیز نیروی زنگان	۲/۱۲	۲۵. سر. مسکن	۱/۹	۴۲. لوله و ماشین سازی	۲/۱۱
۹. تراکتورسازی	۱/۸۹	۲۶. سر. معادن و فلزات	۱/۸۶	۴۳. ماشین سازی نیرومحرکه	۱/۹۲
۱۰. چادرملو	۱/۹۴	۲۷. سر. ملی	۱/۹	۴۴. محورسازان	۲/۲
۱۱. دارو جابرین حیان	۱/۹۵	۲۸. سر. نفت	۱/۹	۴۵. معادن روی ایران	۱/۹۴
۱۲. زامیاد	۱/۸۹	۲۹. سیمان تهران	۱/۸۹	۴۶. معادن منگنز ایران	۱/۹۷
۱۳. سایپا	۱/۸۵	۳۰. سیمان فارس و خوزستان	۱/۸۹	۴۷. مهرکام پارس	۱/۹۸
۱۴. سایپا دیزل	۱/۸۸	۳۱. شهید ایران	۱/۸۶	۴۸. موتوژن	۱/۹۱
۱۵. سر. بازنشستگی	۱/۸۵	۳۲. صنعتی بهشهر	۱/۴۹	۴۹. نفت بهران	۴/۷۵
۱۶. سر. بوعلی	۱/۸۹	۳۳. صنعتی دریایی	۱/۸۵	۵۰. نفت پارس	۱/۹۲
۱۷. سر. پارس توشه	۲/۰۲	۳۴. فارسیت درود	۴/۵۸		

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

۴-۱-۲) الگوریتم ترکیبی ژنتیک_نلدر-مید: سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه

جدول ۴-۴، پارامترهای الگوریتم ترکیبی ژنتیک_نلدر-مید، سازگار با مسئله‌ی پورتنفوی را نشان می‌دهد. این پارامترها با پارامترهای درونی ژنتیک یکسان می‌باشد.

جدول ۴-۴. پارامترهای ژنتیک_نلدر-مید، سازگار با مسئله‌ی بهینه‌سازی پورتنفوی

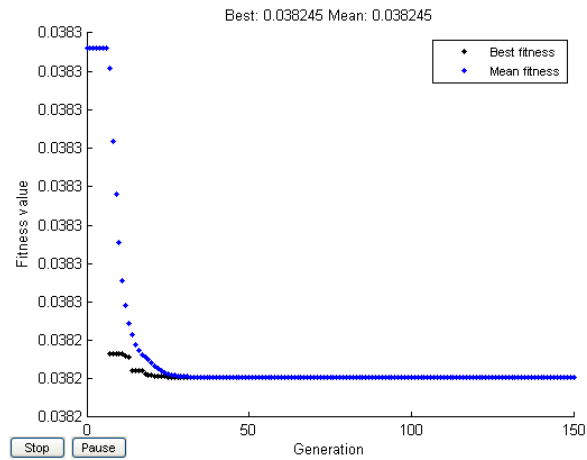
تابع گوسی	تابع عملگر جهش ناگهانی	بردار دوگانه	نوع جمعیت
۱	مقیاس عملگر جهش ناگهانی	۵۰۰	اندازه‌ی جامعه
۱۵۰	تعداد نسل‌ها	چرخ گردان رولت	تابع انتخاب
نامحدود	محدودیت و تأخیر زمانی (شرط توقف)	۰/۸	نرخ عملگر ضربداری
نامحدود	محدودیت تعداد نسل (شرط توقف)	پراکنده ^۱	تابع عملگر ضربداری
۱-۶	محدودیت دقت تغییر در تابع هدف (شرط توقف)	۰/۲	نرخ نخبه‌گرایی و مهاجرت

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

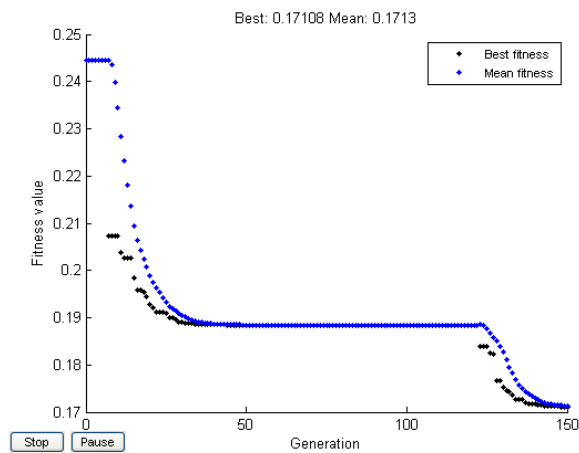
شکل‌های ۴-۳ و ۴-۴ مسیر پیموده شده توسط تابع ارزیابی برای رسیدن به نقطه‌ی بهینه را توسط الگوریتم ترکیبی ژنتیک_نلدر-مید و به تفکیک نوع اطلاعاتی که الگوریتم استفاده نموده است، نشان می‌دهند. شکل ۴-۳ نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی ماهانه، و شکل ۴-۴ نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی سالانه است.

همچنین، جداول ۴-۵ و ۴-۶ نیز به ترتیب پورتنفوی منتخب ژنتیک_نلدر-مید ماهانه و ژنتیک_نلدر-مید سالانه را نشان می‌دهند. اعداد جداول بیانگر اولاً سهمی که باید در پورتنفوی انتخاب شوند و ثانیاً مقدار هر سهم در پورتنفوی می‌باشند.

^۱ Scattered



شکل ۴-۳. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس ژنتیک_نلدر_مید، ماهانه
منبع : محاسبه شده توسط مؤلف



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

جدول ۴-۵. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک_نلدر_مید، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ترکیب ژنتیک و نلدر-مید	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ترکیب ژنتیک و نلدر-مید	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ترکیب ژنتیک و نلدر-مید
۱. ایران خودرو	۶/۶۶	۱۸.سر. پتروشیمی	۰	۳۵.فرآورده های نسوز آذر	۰
۲. ایران خودرو دیزل	۰	۱۹.سر. توسعه صنعتی	۰	۳۶.کالسیمین	۰
۳.بانک اقتصاد نوین	۲	۲۰.سر. رنا	۳/۴۳	۳۷.کربن ایران	۰
۴.پارس دارو	۰	۲۱.سر. صنعت بیمه	۶/۶۶	۳۸.کف	۲/۹۶
۵.پتروشیمی آبادان	۱/۲۵	۲۲.سر. صنعت و معدن	۰	۳۹.کازلوله	۰
۶.پتروشیمی خارک	۳/۴۵	۲۳.سر. غدیر	۲/۱۲	۴۰.گروه بهمن	۰
۷.پتروشیمی فارابی	۴/۶۶	۲۴.سر. گروه بهشهر	۰	۴۱.گروه صنعتی سدید	۶/۶۶
۸.تجهیز نیروی زنگان	۳/۰۶	۲۵.سر. مسکن	۰/۰۱	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	۲/۷۴
۱۱.دارو جابراین حیان	۰	۲۸.سر. نفت	۰	۴۵.معادن روی ایران	۰
۱۲.زامیاد	۲/۸۲	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	۴۸.موتوژن	۶/۶۶
۱۵.سر. بازنشستگی	۰/۰۳	۳۲.صنعتی بهشهر	۶/۶۶	۴۹.نفت بهران	۶/۶۶
۱۶.سر. بوعلی	۰	۳۳.صنعتی دریایی	۰	۵۰.نفت پارس	۶/۵۶
۱۷.سر. پارس توشه	۲/۹۷	۳۴.فارسیت درود	۰		

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

جدول ۴-۶. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم ژنتیک_نلدر-مید، بر اساس اطلاعات بازده سالانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ترکیب ژنتیک و نلدر-مید	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ترکیب ژنتیک و نلدر-مید	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ترکیب ژنتیک و نلدر-مید
۱. ایران خودرو	۰	۱۸.سر. پتروشیمی	۰	۳۵. فرآورده 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. کازلوله	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	۴/۳۱	۲۵.سر. مسکن	۰	۴۲. لوله و ماشین سازی	۶/۶۶
۹. تراکتورسازی	۶/۶۶	۲۶.سر. معادن و فلزات	۰	۴۳. ماشین سازی نیرومحرکه	۰
۱۰. چادرملو	۶/۶۶	۲۷.سر. ملی	۰	۴۴. محورسازان	۰
۱۱. دارو جابراین 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 وخوزستان	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

۳-۱-۴) الگوریتم گروه ذرات (PSO): سبدهای منتخب، پارامترهای بهینه و نمودارهای تابع ارزیابی برای رسیدن به پاسخ بهینه

جدول ۴-۷، پارامترهای الگوریتم PSO، سازگار با مسئله‌ی پورترفوی را نشان می‌دهد.

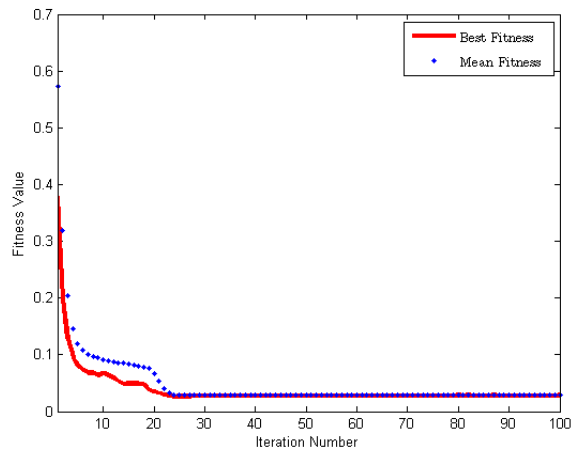
جدول ۴-۷. پارامترهای PSO، سازگار با مسئله‌ی بهینه‌سازی پورترفوی

نمایی کاهش‌ی	وزن لختی یا وزن اینرسی، $w(t)$	۵۰۰	تعداد کل ذرات گروه، یا اندازه‌ی گروه (جمعیت یا گله)
۱۵۰	تعداد نسل‌ها	۲	پارامتر خودشناسی، C1
نامحدود	محدودیت و تأخیر زمانی (شرط توقف)	۲	پارامتر اجتماعی، C2
نامحدود	محدودیت تعداد نسل (شرط توقف)	نمایی کاهش‌ی	نوع ضریب میرایی
۱-۶	محدودیت دقت تغییر در تابع هدف (شرط توقف)	۰/۹۸	شروع ضریب میرایی
		۰/۱۳۲۶	مقدار پایانی ضریب میرایی

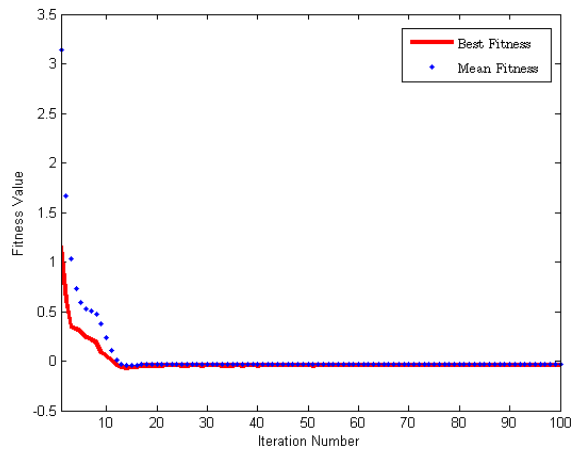
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

شکل‌های ۴-۵ و ۴-۶ مسیر پیموده شده توسط تابع ارزیابی برای رسیدن به نقطه‌ی بهینه را توسط الگوریتم PSO و به تفکیک نوع اطلاعاتی که الگوریتم استفاده نموده است، نشان می‌دهند. شکل ۴-۵ نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی ماهانه، و شکل ۴-۶ نمودار تابع ارزیابی بر اساس اطلاعات ورودی سالانه است.

همچنین، جداول ۴-۸ و ۴-۹ نیز به ترتیب پورترفوی منتخب PSO ماهانه و PSO سالانه را نشان می‌دهند. اعداد جداول بیانگر اولاً سهمی که باید در پورترفوی انتخاب شوند و ثانیاً مقدار هر سهم در پورترفوی می‌باشند.



شکل ۴-۵. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس PSO، ماهانه
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف



شکل ۴-۶. نمودار مسیر تابع ارزیابی بر اساس PSO، سالانه
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

جدول ۴-۸. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم PSO، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب PSO	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب PSO	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب PSO
۱. ایران خودرو	۱/۱۲	۱۸.سر. پتروشیمی	۰/۶۸	۳۵.فرآورده های نسوز آذر	۰/۶۲
۲. ایران خودرو دیزل	۰	۱۹.سر. توسعه صنعتی	۰	۳۶.کالسیمین	۰
۳.بانک اقتصاد نوین	۲/۷۶	۲۰.سر. رنا	۳/۳۶	۳۷.کربن ایران	۲/۲۳
۴.پارس دارو	۱/۹۸	۲۱.سر. صنعت بیمه	۵/۷۸	۳۸.کف	۴/۰۳
۵.پتروشیمی آبادان	۱/۹۲	۲۲.سر. صنعت و معدن	۱/۷۳	۳۹.گازلوله	۰
۶.پتروشیمی خارک	۲/۸۹	۲۳.سر. غدیر	۰	۴۰.گروه بهمن	۵/۲۳
۷.پتروشیمی فارابی	۰	۲۴.سر. گروه بهشهر	۰/۰۳	۴۱.گروه صنعتی سدید	۲/۳۱
۸.تجهیز نیروی زنگان	۱/۳۶	۲۵.سر. مسکن	۴/۳۴	۴۲.لوله و ماشین سازی	۰/۶۱
۹.تراکتورسازی	۲/۰۶	۲۶.سر. معادن و فلزات	۰	۴۳.ماشین سازی نیرومحركه	۱/۷۹
۱۰.چادرمو	۴/۱	۲۷.سر. ملی	۱/۴۱	۴۴.محورسازان	۱/۲۹
۱۱.دارو جابرابن حیان	۶/۰۴	۲۸.سر. نفت	۳/۱	۴۵.معادن روی ایران	۰/۷۱
۱۲.زامیاد	۰	۲۹.سیمان تهران	۰/۳۲	۴۶.معادن منگنز ایران	۰
۱۳.سایپا	۶/۶۶	۳۰.سیمان فارس و خوزستان	۴/۳۸	۴۷.مهرکام پارس	۶/۰۲
۱۴.سایپا دیزل	۱/۸۵	۳۱.شهد ایران	۰	۴۸.موتوژن	۱/۷۴
۱۵.سر. بازنشستگی	۲/۹۶	۳۲.صنعتی بهشهر	۳/۴۱	۴۹.نفت بهران	۱/۱۱
۱۶.سر. بوعلی	۰	۳۳.صنعتی دریایی	۰	۵۰.نفت پارس	۲/۵۵
۱۷.سر. پارس توشه	۳/۰۶	۳۴.فارسیت درود	۲/۴۶		

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

جدول ۴-۹. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی الگوریتم PSO، بر اساس اطلاعات بازده سالانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب PSO	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب PSO	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب PSO
۱. ایران خودرو	۰/۱۲	۱۸.سر. پتروشیمی	۰	۳۵.فرآورده های نسوز آذر	۰
۲. ایران خودرو دیزل	۱/۱	۱۹.سر. توسعه صنعتی	۰	۳۶.کالسیمین	۶/۴۸
۳.بانک اقتصاد نوین	۰	۲۰.سر. رنا	۰/۷۳	۳۷.کربن ایران	۰
۴.پارس دارو	۳/۱۳	۲۱.سر. صنعت بیمه	۰	۳۸.کف	۱/۷۷
۵.پتروشیمی آبادان	۳/۵۳	۲۲.سر. صنعت و معدن	۰/۵۵	۳۹.کازلوله	۰
۶.پتروشیمی خارک	۵/۶۱	۲۳.سر. غدیر	۰	۴۰.گروه بهمن	۰
۷.پتروشیمی فارابی	۰	۲۴.سر. گروه بهشهر	۶/۴۸	۴۱.گروه صنعتی سدید	۰
۸.تجهیز نیروی زنگان	۶/۰۷	۲۵.سر. مسکن	۳/۱۶	۴۲.لوله و ماشین سازی	۶/۴۸
۹.تراکتورسازی	۱/۰۱	۲۶.سر. معادن و فلزات	۱/۴۲	۴۳.ماشین سازی نیرومحركه	۰
۱۰.چادرمو	۶/۴۸	۲۷.سر. ملی	۰	۴۴.محورسازان	۰
۱۱.دارو جابرابن حیان	۰/۰۲	۲۸.سر. نفت	۰/۷۱	۴۵.معادن روی ایران	۰/۰۸
۱۲.زامیاد	۰/۰۴	۲۹.سیمان تهران	۰	۴۶.معادن منگنز ایران	۶/۴۸
۱۳.سایپا	۰/۰۸	۳۰.سیمان فارس و خوزستان	۰/۱۸	۴۷.مهرکام پارس	۶/۴۸
۱۴.سایپا دیزل	۰	۳۱.شهد ایران	۰	۴۸.موتوژن	۳/۸۴
۱۵.سر. بازنشستگی	۰/۰۱	۳۲.صنعتی بهشهر	۵/۳۳	۴۹.نفت بهران	۶/۴۸
۱۶.سر. بوعلی	۰/۳۴	۳۳.صنعتی دریایی	۰	۵۰.نفت پارس	۶/۱۹
۱۷.سر. پارس توشه	۳/۱۴	۳۴.فارسیت درود	۶/۴۸		

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

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 پورتفوی را نشان می‌دهد.

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

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 ^۲	۰/۰۲	محدودیت دقت تغییر در تابع هدف (شرط توقف)	۱-۶

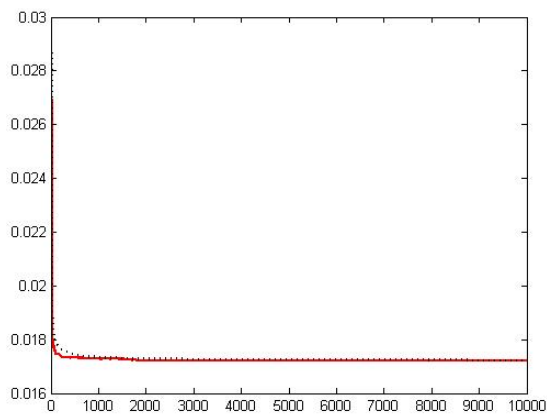
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

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 پورتفوی منتخب رقابت استعماری ماهانه و رقابت استعماری سالانه را نشان می‌دهند. اعداد جداول بیانگر اولاً سهمی که باید در پورتفوی انتخاب شوند و ثانیاً مقدار هر سهم در پورتفوی می‌باشند.

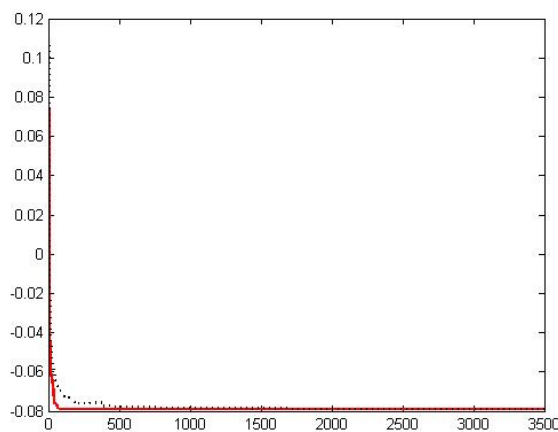
جداول ۴-۱۳ و ۴-۱۴ نیز به ترتیب پورتفوی منتخب هر چهار الگوریتم ابتکاری را در کنار یکدیگر، با داده‌های ماهانه، و سالانه، نشان می‌دهند. همچنین، جدول ۴-۱۵ نتایج بازده مورد انتظار و ریسک پورتفوی‌های منتخب الگوریتم‌ها، به همراه متوسط بازده اکتسابی این سبدها در دوره‌ی شش ماهه‌ی

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^۱.



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

^۱نحوه‌ی انجام محاسبات و فایل‌های برنامه‌نویسی مربوط به کلیه‌ی 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.فرآورده 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.چادرمو	۰	۲۷.سر. ملی	۰	۴۴.محورسازان	۰
۱۱.دارو جابرین 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.فرآورده 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 نیرومحرکه	۰
۱۰.چادرمو	۶/۶۶	۲۷.سر. ملی	۰	۴۴.محورسازان	۰
۱۱.دارو جابرین 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 ۴-۱۳. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتفوی‌های منتخب چهار الگوریتم ابتکاری، بر اساس اطلاعات بازده ماهانه

نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب زنتیک	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	نام و ردیف شرکت	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید	پورتفوی منتخب ترکیب و نلدنر-مید
۱. ایران خودرو	۶/۳۶	۶/۶۶	۱/۱۲	۶/۶۶	۱۸.سر. پتروشیمی	۰	۰/۶۸	۰	۱/۴	۰	۰/۶۲	۰	۱/۴	۰
۲. ایران خودرو دیزل	۱/۴۱	۰	۰	۱/۴۱	۱۹.سر. توسعه صنعتی	۰	۰	۰	۱/۴	۰	۰	۰	۱/۴۱	۱/۲۵
۳. بانک اقتصاد نوین	۱/۴۹	۲	۲/۷۶	۲/۷۴	۲۰.سر. رنا	۰	۲/۳۶	۲/۴۳	۴/۵۱	۰	۲/۲۳	۰	۱/۴	۰
۴. پارس دارو	۴/۶۱	۰	۱/۹۸	۰	۲۱.سر. صنعت بیمه	۰	۵/۷۸	۶/۶۶	۱/۵۲	۰	۴/۰۳	۲/۹۶	۱/۵۱	۵/۰۲
۵. پتروشیمی آبادان	۱/۴	۱/۲۵	۱/۹۲	۱/۷۹	۲۲.سر. صنعت و معدن	۰	۱/۷۳	۰	۱/۴۶	۰	۰	۰	۱/۴	۰
۶. پتروشیمی خارک	۲/۷۵	۳/۴۵	۲/۸۹	۶/۶۶	۲۳.سر. غدیر	۰	۱/۵۷	۲/۱۲	۱/۴	۰	۵/۲۳	۰	۱/۵۱	۰
۷. پتروشیمی فارابی	۱/۵	۴/۶۶	۰	۰	۲۴.سر. گروه بهشهر	۰	۰/۰۳	۰	۱/۴۶	۰	۲/۳۱	۶/۶۶	۴/۶۳	۶/۶۶
۸. تجهیز نیروی زنگان	۴/۶	۳/۰۶	۱/۳۶	۰	۲۵.سر. مسکن	۰	۴/۳۴	۰/۰۱	۱/۵	۰	۰/۶۱	۶/۶۶	۱/۴۱	۶/۶۶
۹. تراکتورسازی	۳/۸۶	۰	۲/۰۶	۰	۲۶.سر. معادن و فلزات	۰	۰	۰	۱/۴	۰	۱/۷۹	۰	۱/۸۵	۰
۱۰. چادرمو	۱/۵	۰	۴/۱	۰	۲۷.سر. ملی	۰	۱/۴۱	۰	۱/۴	۰	۱/۲۹	۲/۷۴	۱/۵۲	۰
۱۱. دارو جابراین حیان	۱/۵۲	۰	۶/۰۴	۰	۲۸.سر. نفت	۲/۰۹	۳/۱	۰	۱/۵۱	۰	۰/۷۱	۰	۱/۴	۰
۱۲. زامیاد	۱/۵۲	۲/۸۲	۰	۴/۰۴	۲۹.سر. سیمان تهران	۰	۰/۳۲	۰	۱/۴۱	۰	۰	۰	۱/۴	۰
۱۳. سایپا	۱/۵۱	۶/۶۶	۶/۶۶	۶/۶۶	۳۰.سر. سیمان فارس و خوزستان	۰	۴/۳۸	۰	۱/۴۸	۰	۶/۰۲	۶/۶۶	۱/۴۳	۶/۶۶
۱۴. سایپا دیزل	۱/۴۱	۰	۱/۸۵	۰	۳۱.سر. شهید ایران	۲/۴۲	۰	۲	۱/۵۱	۰	۱/۷۴	۶/۶۶	۱/۵۲	۶/۶۶
۱۵. سر. بازتستنگی	۱/۴	۰/۰۳	۲/۹۶	۰	۳۲.سر. بهشهر صنعتی	۶/۶۶	۳/۴۱	۶/۶۶	۴/۵	۰	۱/۱۱	۶/۶۶	۴/۵۵	۶/۶۶
۱۶. سر. بوعلی	۱/۴	۰	۰	۰	۳۳.سر. دریایی صنعتی	۰	۰	۰	۱/۴	۰	۲/۵۵	۶/۵۶	۱/۴	۵/۱۹
۱۷. سر. پارس توشه	۱/۴۵	۲/۹۷	۳/۰۶	۲	۳۴.سر. فارسیت درود	۵/۳۱	۲/۴۶	۰	۱/۴۱	۰	۰	۰	۰	۰

جدول ۴-۱۴. سهام و نسبت سهام (درصد) در پورتنفوی های منتخب چهار الگوریتم ابتکاری، بر اساس اطلاعات بازده سالانه

نام و ردیف شرکت	پورتنفوی منتخب ژنتیک	پورتنفوی منتخب ترکیب و نلدن-مید	پورتنفوی منتخب PSO	پورتنفوی منتخب رقابت استعماری	نام و ردیف شرکت	پورتنفوی منتخب ژنتیک	پورتنفوی منتخب ترکیب و نلدن-مید	پورتنفوی منتخب PSO	پورتنفوی منتخب رقابت استعماری	نام و ردیف شرکت	پورتنفوی منتخب ژنتیک	پورتنفوی منتخب ترکیب و نلدن-مید	پورتنفوی منتخب PSO	پورتنفوی منتخب رقابت استعماری
۱. ایران خودرو	۰/۵	۰	۰/۱۲	۰	۱۸.سر. پتروشیمی	۱/۹۳	۰	۰	۰	۲۵. فرآورده های نسوز آذر	۱/۹	۰	۰	۰
۲. ایران خودرو دیزل	۱/۸۸	۰	۱/۱	۰	۱۹.سر. توسعه صنعتی	۱/۹۴	۰	۰	۰	۳۶. کاسیمین	۲/۰۲	۰	۰	۰
۳. بانک اقتصاد نوین	۱/۹۲	۰	۰	۰	۲۰.سر. رنا	۱/۹	۰	۰/۷۳	۰	۳۷. کرین ایران	۱/۹۵	۰	۰	۰
۴. پارس دارو	۱/۹۵	۰/۶۶	۳/۱۳	۰/۶۶	۲۱.سر. صنعت بیمه	۱/۹	۰	۰	۰	۳۸. کف	۱/۹۵	۰	۰	۱/۷۷
۵. پتروشیمی آبادان	۱/۹۲	۰	۳/۵۳	۰	۲۲.سر. صنعت و معدن	۱/۸۸	۰	۰/۵۵	۰	۳۹. گازلوله	۱/۹	۰	۰	۰
۶. پتروشیمی خارک	۱/۹۲	۰	۵/۶۱	۰	۲۳.سر. غدیر	۱/۸۹	۰	۰	۰	۴۰. گروه بهمن	۱/۸۵	۰	۰	۰
۷. پتروشیمی فارابی	۱/۹۳	۰	۰	۰	۲۴.سر. گروه بهشهر	۲/۰۲	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۶۶	۴۱. گروه صنعتی سدید	۱/۸۵	۰	۰	۰
۸. تجهیز نیروی زنگان	۲/۱۲	۴/۳۱	۶/۰۷	۴/۳	۲۵.سر. مسکن	۱/۹	۰	۳/۱۶	۰	۴۲. لوله و ماشین سازی	۲/۱۱	۰	۰/۶۶	۰/۶۶
۹. تراکتورسازی	۱/۸۹	۰/۶۶	۱/۰۱	۰/۶۶	۲۶.سر. معادن و فلزات	۱/۸۶	۰	۱/۴۲	۰	۴۳. ماشین سازی نیرومحرکه	۱/۹۲	۰	۰	۰
۱۰. چادرملو	۱/۹۴	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۶۶	۲۷.سر. ملی	۱/۹	۰	۰	۰	۴۴. محروسازان	۲/۲	۰	۰	۰
۱۱. دارو جابرین حیان	۱/۹۵	۰	۰/۰۲	۰	۲۸.سر. نفت	۱/۹	۰	۰/۷۱	۰	۴۵. معادن روی ایران	۱/۹۴	۰	۰	۰/۰۸
۱۲. زامیاد	۱/۸۹	۰	۰/۰۴	۰	۲۹.سر. سیمان تهران	۱/۸۹	۰	۰	۰	۴۶. معادن منگنز ایران	۱/۹۷	۰	۰	۰/۶۶
۱۳. سایپا	۱/۸۵	۲/۴۵	۰/۰۸	۲/۴۵	۳۰.سر. سیمان فارس و خوزستان	۱/۸۹	۰	۰/۱۸	۰	۴۷. مهرکام پارس	۱/۹۸	۰	۰	۰/۶۶
۱۴. سایپا دیزل	۱/۸۸	۰	۰	۰	۳۱.سر. شهید ایران	۱/۸۶	۰	۰	۰	۴۸. موتوزن	۱/۹۱	۰	۰	۳/۸۴
۱۵.سر. بازنشستگی	۱/۸۵	۰	۰/۰۱	۰	۳۲.سر. بهشهر صنعتی	۱/۴۹	۰/۶۶	۵/۳۳	۰/۶۶	۴۹. نفت بهران	۴/۷۵	۰	۰	۰/۶۶
۱۶.سر. بوعلی	۱/۸۹	۰	۰/۳۴	۰	۳۳.سر. دریایی صنعتی	۱/۸۵	۰	۰	۰	۵۰. نفت پارس	۱/۹۲	۰	۰	۰/۶۶
۱۷.سر. پارس توشه	۲/۰۲	۰/۶۶	۳/۱۴	۰/۶۶	۳۴.سر. فارسیت درود	۴/۵۸	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۶۶					

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 باشد)

ردیف	نام الگوریتم و اطلاعات ورودی مورد استفاده	بازده مورد انتظار پورتفو (سالانه)	ریسک پورتفو (سالانه)	بازده مورد انتظار پورتفو (ماهانه)	ریسک پورتفو (ماهانه)	بازده اکتسابی	بازده اکتسابی اردیبهشت	بازده اکتسابی خرداد	بازده اکتسابی تیر	متوسط بازده اکتسابی	انحراف معیار	عملکرد سبده بر اساس RVA R
۱	ژنتیک ماهانه	۲۸/۸۳	۵۲/۵۱	۰/۸۰	۴/۲۷	۲/۸۳	۵/۰۲	۸/۷۰	۴/۰۸	۰/۹۱	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	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	۴/۴۷	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	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	۴/۵۹	۰/۷۸
۶	PSO سالانه	۳۲/۸۵	۳۰/۲۷	۲/۰۲	۵/۶۵	۱/۳۰	۸/۱۹	۸/۰۸	۳/۱۶	۰/۴۲	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	۴/۸۰	۰/۸۹
۸	رقابت استعماری سالانه	۳۵/۹۹	۲۸/۰۹	۲/۳۲	۵/۳۱	۱/۵۷	۱۰/۴۷	۸/۴۸	۳/۵۸	۰/۲۹	۴/۴۲	۰/۹۸

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

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

جدول ۴-۱۶ نتایج رتبه‌بندی پورتفوی‌های منتخب الگوریتم‌ها را بر اساس مقیاس شارپ یا RVAR

نشان می‌دهد. همچنین نتایج حاصله، صرفاً از بُعد بهینه‌سازی، و از نقطه نظر سرعت همگرایی نیز قابل مقایسه‌اند؛ 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 می‌گیرد و عامل مهم‌تری نسبت به تعداد نسل‌ها برای سنجش سرعت است -بالأخص در بهینه‌سازی‌هایی که زمان اهمیت دارد (همانند مسئله‌ی تشکیل سبدها و بهنگام‌سازی پورتفوی پیش از ایجاد تغییرات اساسی در قیمت‌ها)- شاخص مدت زمان دستیابی به پاسخ بهینه می‌باشد (چرا که نسل‌ها در روش‌های مختلف، تفاوت‌های بنیادی و ماهیتی دارند و تعداد نسل، ملاک مناسبی برای سنجش سرعت در شرایط استفاده از روش‌های مختلف، نمی‌باشد. 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-سازی	رتبه بر اساس کمتر بودن تعداد نسل-های بهینه-سازی
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_نلدِر-مید ماهانه	۱۵۰	۲۰ دقیقه	۷/۵	۴۰	۵ دقیقه و ۳۰ ثانیه	ششم	سوم
ژنتیک_نلدِر-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^۱. 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.

^۱نحوه‌ی انجام محاسبات و فایل‌های برنامه‌نویسی مربوط به کلیه‌ی محاسبات در پیوست الف ارائه شده است.

بنابراین، همچنان‌که در پرسشنامه‌ی پورتفوی متعهد شدیم، عملکرد هیچ کارگزاری‌ای (با ذکر نام کارگزاری)، افشاء نشده است.

۳-۴) سبدهای تشکیلی تازه کارها

جدول ۴-۱۹ نتایج بازده مورد انتظار و ریسک پورتفوی تشکیلی تازه کارها، 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.

جدول ۴-۱۸. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سید خبرگان (اطلاعات-بازده، ریسک و انحراف معیار- به صورت درصد می باشند)

کد تصادف ی خبره	بازده مورد انتظار پورتفو ی (سالانه)	ریسک پورتفو ی (سالانه)	بازده مورد انتظار پورتفو ی (ماهانه) [*]	ریسک پورتفو [*] (ماهانه)	بازده اکتساب ی بهمین ۸۸	بازده اکتساب ی اسفند ۸۸	بازده اکتسابی فرورده ۸۹	بازده اکتسابی اردیبهشت ۸۹	بازده اکتساب ی خرداد ۸۹	بازده اکتساب ی تیر ۸۹	متوسط بازده اکتساب ی شش ماهه	انحراف معیار بازده اکتساب ی شش ماهه	عملکرد سید بر اساس RVA R
۱	۳۸/۹۳	۷۱/۴۶	۱/۶۱	۶/۲۲	۱/۰۵	۷/۴۹	۱۲/۷۸	۳/۱۰	۳/۰۰	۱۰/۵۹	۶/۳۴	۴/۷۰	۱/۰۶
۲	۵۰/۰۸	۶۹/۶۳	۲/۶۱	۷/۲۳	۳/۱۶	۱۱/۶۵	۱۶/۷۶	۳/۸۲	۴/۸۴	۱۱/۴۵	۸/۶۱	۵/۴۹	۱/۳۲
۳	۲۸/۵۸	۵۰/۶۵	۱/۴۰	۶/۲۹	۵/۰۶	۸/۷۱	۶/۳۱	۲/۹۴	۴/۴۳	۲۳/۲۴	۸/۴۵	۷/۵۰	-۰/۹۵
۴	۳۷/۸۴	۷۶/۶۱	۱/۲۷	۵/۵۰	۶/۲۱	۷/۱۵	۱۷/۱۰	-۰/۴۴	۱/۲۶	۱۲/۱۷	۷/۳۹	۶/۳۹	-۰/۹۴
۵	۳۳/۶۸	۵۷/۶۰	۱/۵۲	۵/۲۶	۵/۶۶	۹/۰۲	۱۵/۴۰	۷/۸۴	۵/۴۹	۱۳/۶۱	۹/۵۰	۴/۱۴	۱/۹۷
۶	۴۷/۴۵	۶۵/۰۵	۲/۴۲	۶/۹۱	۲/۸۰	۱۰/۱۸	۱۴/۵۶	۳/۱۶	۲/۸۴	۱۳/۶۹	۷/۸۷	۵/۶۰	۱/۱۶
۷	۳۵/۴۹	۵۲/۶۵	۱/۹۵	۷/۵۰	۴/۳۱	۱۰/۲۰	۴/۳۷	۹/۵۳	۲/۶۸	۹/۴۹	۶/۷۶	۳/۳۳	۱/۶۲
۸	۳۰/۴۳	۶۲/۱۸	۱/۱۳	۴/۶۷	۴/۰۰	۴/۶۹	۹/۱۶	۳/۵۷	-۰/۵۴	۱۱/۴۶	۵/۵۷	۴/۰۰	۱/۰۵
۹	۳۳/۱۳	۶۹/۰۰	۱/۴۴	۶/۳۸	۷/۸۱	۶/۷۸	۱۲/۰۴	۸/۲۲	-۲/۵۹	۱۲/۳۷	۷/۴۴	۵/۴۲	۱/۱۲
۱۰	۴۸/۵۶	۱۰۴/۳۳	۱/۶۹	۷/۶۲	۵/۸۰	۶/۸۲	۲۴/۸۰	۲/۹۹	۰/۸۷	۱۷/۶۸	۹/۸۳	۹/۳۶	-۰/۹۰
۱۱	۴۰/۸۱	۸۰/۳۱	۱/۵۶	۸/۰۰	۷/۵۵	۱۱/۴۸	۲۱/۲۱	۵/۱۸	۱/۵۷	۱۱/۹۹	۹/۸۳	۶/۸۱	۱/۲۴
۱۲	۴۸/۵۴	۵۶/۱۸	۲/۷۰	۶/۴۷	۳/۱۱	۱۱/۰۱	۱۲/۴۲	۳/۵۶	۵/۱۲	۱۴/۴۷	۸/۲۸	۴/۹۴	۱/۴۰
۱۳	۵۲/۴۴	۸۰/۲۰	۲/۴۷	۹/۵۹	۲/۸۶	۱۶/۶۱	۱۲/۳۳	-۶/۲۴	۵/۲۷	۱۵/۹۹	۷/۸۰	۸/۸۷	-۰/۷۳
۱۴	۴۸/۲۷	۹۲/۷۱	۱/۸۷	۱۱/۶۰	۱۳/۱۳	۱۴/۲۲	۳۴/۶۴	۱۵/۳۵	-۱/۲۵	۷/۹۷	۱۴/۰۱	۱۱/۸۱	۱/۰۷
۱۵	۴۸/۱۲	۹۲/۶۹	۱/۷۶	۷/۱۸	۶/۲۹	۶/۱۰	۱۴/۳۰	۶/۱۰	-۱/۴۷	۲۰/۲۹	۸/۶۰	۷/۵۹	-۰/۹۵
۱۶	۴۱/۵۴	۷۵/۹۱	۱/۶۱	۵/۷۱	۳/۰۶	۷/۹۴	۱۴/۵۷	۴/۶۱	۴/۲۶	۱۷/۲۸	۸/۶۲	۵/۹۵	۱/۲۲
۱۷	۳۷/۳۴	۹۶/۵۸	۱/۲۲	۸/۸۳	۶/۵۰	۲۷/۲۲	۷/۵۶	۴/۲۴	۲/۳۸	۱۱/۱۲	۹/۸۴	۹/۰۲	-۰/۹۴
۱۸	۴۲/۲۷	۷۹/۶۲	۱/۴۴	۵/۵۸	۳/۴۸	۶/۵۸	۲۰/۳۷	-۰/۸۱	۵/۶۳	۱۷/۴۲	۸/۷۸	۸/۲۹	-۰/۸۹
۱۹	۳۹/۲۵	۷۹/۲۸	۱/۳۵	۵/۰۹	۴/۹۵	۵/۶۶	۱۲/۲۶	۲/۶۱	۴/۰۳	۱۳/۳۶	۷/۱۵	۴/۵۲	۱/۲۸
۲۰	۴۲/۰۸	۷۰/۱۰	۱/۷۲	۵/۵۱	۲/۱۵	۸/۸۵	۱۱/۲۸	۲/۱۲	۳/۰۵	۱۷/۸۸	۷/۵۷	۶/۳۵	-۰/۹۸
۲۱	۴۶/۹۳	۸۶/۶۶	۱/۸۱	۶/۵۰	۲/۷۶	۷/۵۵	۱۰/۸۱	-۰/۲۱	۳/۱۰	۱۵/۶۶	۶/۶۸	۵/۸۰	-۰/۹۲
۲۲	۴۰/۱۹	۱۰۴/۲۴	۱/۰۴	۷/۲۱	-۱/۴۵	۱/۹۸	۱۸/۵۳	۱/۹۸	-۱/۰۱	۷/۱۵	۵/۹۲	۷/۷۲	-۰/۵۹
۲۳	۴۷/۶۴	۸۱/۰۰	۱/۹۵	۷/۶۹	۶/۶۰	۱۰/۳۷	۱۸/۶۶	۷/۵۵	۲/۱۲	۱۲/۷۱	۹/۶۷	۵/۶۸	۱/۴۶
۲۴	۳۳/۰۷	۴۹/۹۲	۱/۷۳	۵/۴۰	۳/۹۷	۷/۳۲	۱۱/۳۶	-۰/۳۶	۵/۳۸	۱۳/۱۶	۶/۹۳	۴/۷۵	۱/۱۷
۲۵	۴۰/۴۶	۷۹/۰۴	۱/۵۴	۶/۱۲	۵/۱۱	۷/۳۴	۱۷/۸۶	۷/۲۳	۲/۴۰	۱۳/۱۵	۸/۸۵	۵/۶۶	۱/۳۲
۲۶	۳۸/۷۰	۶۲/۷۷	۱/۹۱	۸/۳۳	۹/۰۳	۱۰/۲۵	۱۱/۲۹	۵/۴۴	-۲/۳۵	۱۰/۴۸	۷/۳۶	۵/۱۸	۱/۱۶
۲۷	۴۱/۴۱	۷۸/۵۷	۱/۸۲	۹/۵۰	۸/۲۰	۱۳/۴۷	۱۰/۷۹	۹/۲۲	-۱/۸۰	۱۲/۴۸	۸/۷۲	۵/۵۲	۱/۳۴
۲۸	۴۶/۱۰	۶۴/۶۵	۲/۲۶	۶/۹۳	۴/۱۶	۱۱/۰۴	۱۳/۱۰	۱/۷۳	۲/۳۷	۱۱/۸۵	۷/۳۷	۵/۱۷	۱/۱۷
۲۹	۴۱/۵۵	۷۱/۷۸	۱/۶۷	۵/۵۹	۵/۶۵	۸/۲۰	۱۲/۴۴	۳/۳۰	۱/۱۶	۱۴/۴۸	۷/۵۴	۵/۱۹	۱/۱۹
۳۰	۳۳/۳۸	۶۲/۶۷	۱/۴۱	۵/۵۷	۵/۴۴	۸/۲۴	۱۹/۲۸	۷/۲۷	۱/۶۱	۱۰/۶۲	۹/۵۸	۵/۰۶	۱/۶۲
۳۱	۴۳/۶۶	۶۷/۲۷	۱/۹۵	۵/۰۸	۴/۰۲	۷/۹۳	۱۱/۷۶	۷/۶۲	۴/۳۱	۱۳/۳۵	۸/۱۷	۳/۸۰	۱/۷۹
۳۲	۳۵/۴۶	۸۹/۴۲	۱/۱۸	۷/۵۳	۵/۲۱	۷/۱۷	۱۹/۸۴	۸/۳۶	۳/۱۷	۱۴/۵۸	۹/۷۲	۶/۲۹	۱/۳۳
۳۳	۴۲/۱۹	۶۷/۶۹	۱/۹۹	۵/۹۹	۴/۱۳	۴/۵۴	۱۹/۱۵	۱۱/۶۰	۳/۸۸	۱۶/۰۵	۹/۸۹	۶/۷۰	۱/۲۷
۳۴	۳۴/۷۲	۵۴/۴۶	۱/۶۷	۵/۲۷	۵/۰۲	۷/۵۹	۹/۶۵	۴/۱۱	-۰/۸۶	۱۱/۷۷	۶/۵۰	۳/۹۶	۱/۳۰
۳۵	۴۰/۳۷	۵۳/۰۷	۲/۴۳	۵/۹۳	۱/۸۳	۷/۹۵	۱۲/۳۴	۵/۹۳	۴/۵۷	۱۳/۰۸	۷/۶۲	۴/۴۲	۱/۴۲
۳۶	۴۸/۲۴	۷۷/۴۵	۲/۰۹	۶/۴۱	۳/۳۰	۱۰/۷۵	۱۴/۲۳	-۰/۰۲	۷/۳۴	۱۵/۷۴	۸/۵۶	۶/۱۷	۱/۱۷
۳۷	۴۵/۱۶	۸۶/۳۷	۱/۵۹	۵/۹۸	۸/۳۹	۹/۶۷	۱۶/۴۳	۷/۵۴	۲/۵۳	۱۷/۰۸	۱۰/۳۷	۵/۵۸	۱/۶۰
۳۸	۳۷/۲۶	۷۰/۵۲	۱/۶۳	۵/۹۳	۴/۸۲	۶/۶۴	۱۲/۳۲	۵/۰۸	۱/۸۰	۱۴/۵۲	۷/۵۳	۴/۸۷	۱/۲۷
۳۹	۳۹/۷۰	۷۴/۸۶	۱/۷۶	۷/۳۶	-۰/۲۳	۶/۷۶	۱۴/۶۲	-۳/۸۴	۸/۳۹	۱۹/۰۴	۷/۵۳	۸/۵۶	-۰/۷۲
۴۰	۵۱/۲۸	۶۷/۱۶	۲/۴۶	۶/۹۳	۲/۲۵	۱۱/۴۸	۱۷/۹۰	-۱/۶۲	۷/۱۳	۱۴/۱۱	۸/۵۴	۷/۳۷	-۰/۹۷

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

جدول ۴-۱۹. اطلاعات مورد انتظار و اکتسابی سبد تازه کارها (اطلاعات -بازده، ریسک و انحراف معیار- به صورت درصد می باشند)

کد تصادفی آما تور	بازده مورد انتظار پورتفوی (سالانه)	ریسک پورتفوی (سالانه)	بازده مورد انتظار پورتفوی [°] (ماهانه)	ریسک پورتفوی ^{°°} (ماهانه)	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	انحراف معیار بازده اکتسابی شش ماهه	عملکرد سبد بر اساس RVAR
۱	۲۴/۶۳	۴۱/۰۴	-۰/۷۷	۶/۴۸	-۶/۵۵	۶/۸۴	-۰/۸۵	-۰/۳۲	-۲/۷۴	۲/۲۶	-۰/۰۶	۴/۵۴	-۰/۲۹
۲	۲۹/۴۳	۴۸/۱۶	۱/۲۴	۷/۸۲	-۳/۵۷	۷/۷۷	۶/۰۱	-۰/۸۴	-۱/۷۲	۳/۴۸	۲/۱۴	۴/۴۲	-۰/۱۸
۳	۴۰/۵۲	۹۷/۸۷	-۰/۶۱	۶/۰۲	-۳/۱۱	۵/۶۹	۹/۰۲	-۲/۷	-۰/۹۲	۶/۴۹	۲/۷۲	۵/۰۸	-۰/۳۷
۴	۳۸/۴۳	۴۶/۷۳	۲/۱۸	۷/۱۴	-۲/۸۴	-۰/۲۲	-۲/۹۱	-۲/۹۸	-۱/۶۵	۱۸/۹۷	۱/۴۷	۸/۶۶	-۰/۰۱
۵	۱۵/۲۵	۳۸/۲۶	-۰/۲۱	۵/۱۱	-۵/۵۷	۳/۴۱	-۱/۷۹	-۲/۵۵	-۰/۲۷	۴/۸۰	-۰/۳۳	۳/۸۷	-۰/۴۳
۶	۱۳/۱۸	۴۶/۸۸	-۰/۸۳	۱۱/۷۵	-۰/۰۱	-۲/۷۰	-۱/۱۹	-۱/۱۷	-۱/۵۰	-۱/۴۰	-۲/۳۳	۲/۶۷	-۱/۳۷
۷	۱۷/۸۹	۳۰/۱۷	۱/۵۷	۷/۱۴	-۰/۸۵	۶/۱۹	۷/۲۹	۱/۴۵	۷/۴۸	۱۴/۱۹	۶/۲۴	۴/۸۵	۱/۰۱
۸	۱۳/۳۱	۲۸/۶۱	-۰/۲۶	۵/۲۱	-۲/۱۴	۲/۴۸	۳/۸۷	۱/۶۸	-۰/۰۲	۶/۹۷	۲/۱۵	۳/۱۴	-۰/۲۵
۹	۲۶/۷۵	۵۸/۹۹	-۰/۹۸	۵/۷۴	-۰/۵۳	-۰/۵۶	۴/۲۰	۲/۵۱	-۰/۴۳	۸/۵۴	۲/۴۳	۳/۵۳	-۰/۳۱
۱۰	۶/۸۶	۱۰۴/۸۹	.	۲۳/۶۲	۲۴/۳۶	۱۰/۶۶	۴۳/۶۲	۳۱/۵۳	-۱۱/۵۹	-۰/۳۳	۱۶/۴۸	۲۰/۵۳	-۰/۷۴
۱۱	۳۵/۹۸	۷۷/۰۶	۱/۰۳	۶/۶۷	-۲/۲۲	-۱/۷۵	۶/۳۳	-۷/۴۵	-۱/۳۱	۱۰/۴۶	-۰/۶۸	۶/۵۱	-۰/۱۰
۱۲	۱۱/۰۱	۴۱/۳۸	-۰/۶۸	۱۱/۷۲	-۰/۳۵	.	-۶/۳	-۰/۵۶	-۶/۹۹	-۰/۸۲	-۲/۲۳	۳/۴۶	-۱/۰۴
۱۳	۴۶/۸۴	۶۳/۶۳	۲/۴۷	۸/۶۶	-۱/۰۶	۸/۹۰	۷/۱۴	-۰/۲۷	-۱/۰۴	۱۳/۶۷	۴/۶۵	۶/۱۶	-۰/۵۳
۱۴	۱/۲۹	۱۸/۷۶	-۰/۱۵	۸/۴۰	-۱/۰۸۱	-۰/۶۳	-۳/۳۵	-۰/۹۲	-۳/۶۹	۲/۲۹	-۲/۶۴	۴/۶۱	-۰/۸۷
۱۵	۳۷/۰	۳۹/۹۱	۱/۳۴	۵/۰۱	۲/۳۴	-۰/۴۶	-۰/۵۲	۲/۶۱	-۵/۵۳	۹/۴۹	۱/۴۸	۴/۹۰	-۰/۰۳
۱۶	۷۹/۴۱	۱۰۹/۹۲	۲/۸۱	۷/۸۵	۶/۲۴	۱۱/۴۱	۱۸/۶۱	-۰/۹۸	-۰/۳۸	۱۹/۴۲	۹/۳۸	۸/۵۵	-۰/۹۴
۱۷	۴۳/۲۵	۴۰/۳۵	۲/۱۵	۷/۶۶	-۲/۸۲	-۰/۳۶	۴/۸۴	-۰/۹۶	-۳/۵۶	-۰/۲۵	-۰/۴۴	۲/۹۷	-۰/۶۰
۱۸	۳۳/۰۷	۹۷/۵۸	-۰/۲۹	۶/۴۲	۴/۱۷	۵/۳۵	۳/۷۹	-۳/۴۴	-۲/۹۶	۳/۶۱	۱/۷۵	۳/۸۹	-۰/۱۰
۱۹	۱۱/۹۹	۳۴/۱۵	-۰/۵۳	۸/۵۴	-۵/۸۷	۴/۱۱	-۰/۲۴	۳/۵۴	-۴/۰۱	۳/۵۰	-۰/۲۵	۴/۲۹	-۰/۲۶
۲۰	۳۳/۱۱	۵۰/۶۴	۱/۵۶	۶/۰۹	-۳/۰۳	۱/۵۳	-۳/۳۱	-۱/۸۱	-۰/۹۴	۱۷/۷۲	۱/۶۹	۸/۰۴	-۰/۰۴
۲۱	۳۶/۴۹	۵۵/۳۲	۱/۶۰	۷/۳۷	-۳/۰۳	۱/۵۳	-۳/۳۱	-۱/۸۱	-۰/۹۴	۱۷/۷۲	۱/۶۹	۸/۰۴	-۰/۵۴
۲۲	۴/۹۲	۲۹/۵۰	-۰/۲۷	۹/۵۳	-۴/۹۸	-۰/۲۱	-۴/۸۴	-۰/۵۸	-۵/۵۴	-۰/۳۳	-۲/۵۷	۲/۸۲	-۱/۳۹
۲۳	۲۳/۷۴	۵۷/۵۷	۱/۱۷	۹/۵۸	۷/۳۷	۷/۶۵	۴/۵۸	۶/۶۵	-۰/۸۴	۹/۰۷	۵/۷۵	۳/۵۴	۱/۲۴
۲۴	۳۱/۵۸	۴۱/۴۵	۱/۴۵	۵/۸۹	-۰/۶۴	۲/۴۰	-۰/۲۶	-۳/۶۸	-۵/۳۶	۳/۳۶	-۰/۶۹	۳/۳۷	-۰/۶۱
۲۵	۹/۲۰	۶۲/۰۱	-۰/۷۶	۵/۷۶	-۱/۴۶	-۷/۷۳	-۳/۳۶	-۵/۲۰	-۱/۲۲	۱۴/۵۷	-۰/۷۳	۷/۸۹	-۰/۲۶
۲۶	۳۶/۶۲	۱۱۱/۲۸	-۰/۳۲	۱۰/۰۲	۹/۱۷	۸/۰۴	۲۴/۰۲	۹/۲۷	۱/۳۷	۱۲/۸۹	۱۰/۷۹	۷/۴۹	۱/۲۶
۲۷	۱۳/۳۱	۲۸/۶۱	-۰/۲۶	۵/۲۱	-۲/۱۴	۲/۴۸	۳/۸۷	۱/۶۸	-۰/۰۲	۶/۹۷	۲/۱۵	۳/۱۴	-۰/۲۵
۲۸	۱۱/۹۹	۳۴/۱۵	-۰/۵۳	۸/۵۴	-۵/۸۷	۴/۱۱	-۰/۲۴	۳/۵۴	-۴/۰۱	۳/۵۰	-۰/۲۵	۴/۲۹	-۰/۲۶
۲۹	۶/۵۵	۲۷/۸۸	-۰/۶۹	۸/۹۵	-۹/۶۱	-۰/۹۸	۱/۴	-۱/۰۹	-۴/۳۹	-۰/۹۵	-۲/۲۹	۴/۱۳	-۰/۸۸
۳۰	۲۶/۰۷	۶۱/۴۹	۱/۷۹	۱۲/۳۳	-۰/۱۰	-۹/۴۴	۱۲/۰۵	-۳/۶۷	-۶/۶۵	۱/۸۷	-۰/۹۹	۷/۶۱	-۰/۳۱
۳۱	۲۰/۰۶	۶۹/۷۰	-۰/۰۵	۶/۰۷	۲/۶۸	۱/۰۱	۷/۳۱	۱/۲۸	-۵/۵۰	۱۲/۳۴	۳/۱۹	۶/۰۸	-۰/۳۰
۳۲	۳۳/۰۷	۹۷/۵۸	-۰/۲۹	۶/۴۲	۴/۱۷	۵/۳۵	۳/۷۹	-۳/۴۴	-۲/۹۶	۳/۶۱	۱/۷۵	۳/۸۹	-۰/۱۰
۳۳	۴/۹۲	۲۹/۵۰	-۰/۲۷	۹/۵۳	-۴/۹۸	-۰/۲۱	-۴/۸۴	-۰/۵۸	-۵/۵۴	-۰/۳۳	-۲/۵۷	۲/۸۲	-۱/۳۹
۳۴	۲۶/۰۷	۶۱/۴۹	۱/۷۹	۱۲/۳۳	-۰/۱۰	-۹/۴۴	۱۲/۰۵	-۳/۶۷	-۶/۶۵	۱/۸۷	-۰/۹۹	۷/۶۱	-۰/۳۱
۳۵	۵۷/۲۴	۷۸/۶۵	۲/۵۸	۱۱/۴۴	۸/۶۷	۱۷/۷۲	۲۹/۶۵	۴/۱۹	۲/۰۰	۹/۵۴	۱۱/۹۶	۱۰/۲۲	۱/۰۴
۳۶	۵۶/۵۹	۱۱۵/۷۳	۱/۷۳	۶/۲۷	۴/۰۲	۱/۲۴	۱۷/۱۹	۲/۵۶	۲/۹۷	۱۶/۹۳	۷/۴۹	۷/۴۷	-۰/۸۲
۳۷	۲۳/۳۴	۴۷/۴۳	-۰/۶۸	۵/۰۷	۴/۷۰	۳/۴۹	۱۵/۶۸	۸/۵۶	۹/۲۹	۷/۴۴	۸/۱۹	۴/۲۹	۱/۵۹
۳۸	۱۳/۵۴	۲۱/۳۳	-۰/۵۹	۵/۷۳	-۷/۲۹	۲/۱۲	-۰/۸۰	-۰/۳۴	-۲/۶۲	۱/۶۵	-۱/۱۰	۳/۴۹	-۰/۷۰
۳۹	۱۳/۱۸	۴۶/۸۸	-۰/۸۳	۱۱/۷۵	-۰/۰۱	-۲/۷۰	-۱/۱۹	-۱/۱۷	-۱/۵۰	-۱/۴۰	-۲/۳۳	۲/۶۷	-۱/۳۷
۴۰	۲۳/۰۵	۵۷/۹۳	۱/۵۶	۱۱/۹۴	-۰/۰۳	-۸/۰۹	۹/۳۸	-۳/۱۱	-۶/۹۵	-۰/۶۹	-۱/۳۵	۶/۳۴	-۰/۴۳
۴۱	۸/۰۹	۲۶/۴۵	-۰/۰۵	۵/۱۷	-۸/۲۳	-۰/۶۸	-۲/۷۴	-۱/۸۲	-۲/۳۱	۵/۹۲	-۱/۶۴	۴/۵۴	-۰/۶۶
۴۲	۳۱/۵۸	۴۱/۴۵	۱/۴۵	۵/۸۹	-۰/۶۴	۲/۴۰	-۰/۲۶	-۳/۶۸	-۵/۳۶	۳/۳۶	-۰/۶۹	۳/۳۷	-۰/۶۱
۴۳	۳۳/۱۱	۵۰/۶۴	۱/۵۶	۶/۰۹	-۳/۰۳	۱/۵۳	-۳/۳۱	-۱/۸۱	-۰/۹۴	۱۷/۷۲	۱/۶۹	۸/۰۴	-۰/۰۴

۴-۴) آزمون فرضیات

۴-۴-۱) تعریف فرض آماری و آزمون فرضیات

۴-۴-۱-۱) تعریف فرض آماری فرضیات اصلی

در صورتی که جوامع مورد بررسی پژوهش را به ترتیب زیر نامگذاری نماییم، می‌توان فرضیات آماری را تشکیل داده و با استفاده از ANOVA، فرضیات را مورد آزمون قرار داد:

عملکرد الگوریتم‌های ابتکاری با ورودی سالانه = جامعه‌ی ۱ و میانگین آن μ_1

عملکرد سبد خبرگان = جامعه‌ی ۲ و میانگین آن μ_2

عملکرد سبد تازه‌کارها = جامعه‌ی ۳ و میانگین آن μ_3

عملکرد الگوریتم‌های ابتکاری با ورودی ماهانه = جامعه‌ی ۴ و میانگین آن μ_4

عملکرد الگوریتم‌های ابتکاری (با هر نوع ورودی) = جامعه‌ی ۵ و میانگین آن μ_5

بدین ترتیب، بیان فرض‌های آماری عبارت خواهد بود از:

۱. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه و عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ H_1 = \text{دست کم، دو مورد از میانگین‌ها برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل)}. \end{cases}$$

۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه و عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \\ H_1 = \text{دست کم، دو مورد از میانگین‌ها برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل)}. \end{cases}$$

۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه و سالانه)، و عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان و عملکرد تازه‌کارها، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_2 = \mu_3 = \mu_5 \\ H_1 : \text{دو مورد از میانگین‌ها برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).} \end{cases}$$

۴-۴-۱) آزمون فرضیات اصلی

جدول ۴-۲۰، برگردان نتیجه‌ی تحلیل نرم‌افزار SPSS با استفاده از ANOVA برای آزمون فرضیات اصلی است. از آنجا که

$$\text{Sig.} \approx 0 \leq 0.05 \quad (\text{Sig.} = 5.833364675938e-016 < 0.05)$$

است (یا به عبارت دیگر $F=29/678$ ، است و این مقدار به اندازه‌ی کافی، در این درجه‌ی آزادی بزرگ است)، در سطح اطمینان ۹۵٪ همه‌ی فرضیات اصلی پژوهش رد می‌شوند. به عبارت دقیق‌تر، فرض صفر فرضیات اصلی اول، دوم، و سوم رد می‌شوند و فرض ۱ (فرض مقابل) تأیید می‌شود؛ یعنی، وجود اختلاف معنی‌دار در میانگین عملکرد گروه‌ها تأیید می‌شود. حتی با توجه به مقدار بسیار کم Sig.، می‌توان این فرضیات را با سطح اطمینان ۹۹٪ نیز رد کرد. بنابراین:

فرض ۱. در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود (حتی با سطح اطمینان ۹۹٪ هم رد می‌شود).

فرض ۲. در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود (حتی با سطح اطمینان ۹۹٪ هم رد می‌شود).

فرض ۳. در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود (حتی با سطح اطمینان ۹۹٪ هم رد می‌شود).

جدول ۴-۲۰. برگردان نتیجه ی تحلیل نرم افزار SPSS با استفاده از ANOVA برای آزمون فرضیات اصلی

بر اساس معیار شارپ	مجموع مربعات	درجه ی آزادی	میانگین مربعات	آماره ی آزمون F	Sig.
بین گروه‌ها	۳۴/۳۴۴	۴	۸/۵۸۶	۲۹/۶۷۸	۰/۰۰۰ ($10^{-16} \times 833364675938$)
درون گروه‌ها	۲۷/۱۹۵	۹۴	۰/۲۸۹		
مجموع	۶۱/۵۳۹	۹۸			

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف با استفاده از نرم افزار SPSS15 تحت ویندوز XP، اصل جدول، در پیوست و ارائه شده است.

۴-۴-۱-۳) تعریف فرض آماری فرضیات فرعی و آزمون آن‌ها

با اجرای آزمون تعقیبی شفه (که پیش‌تر شرح آن و علت انتخاب آن در فصل سوم مورد بررسی قرار گرفت)، در صدد پیگیری یافتن جوامع منشاء رد فرض می‌شویم، جوامعی که دارای میانگین نابرابر معنادار بوده‌اند. جدول ۴-۲۱، برگردان نتیجه ی تحلیل نرم‌افزار SPSS برای آزمون تعقیبی شفه است. همانطور که ملاحظه می‌شود، این جدول کلیه ی جوامع را، در برابر یکدیگر قرار داده و سطحی از Sig. را برای آن‌ها گزارش می‌نماید. اختلاف‌هایی که معنادار بوده‌اند از مقدار ۰/۰۵ کمتر می‌باشند و با علامت * توسط نرم‌افزار علامت‌گذاری شده‌اند.

جدول ۴-۲۱. برگردان نتیجه‌ی تحلیل نرم‌افزار SPSS با استفاده از آزمون تعقیبی شیفته برای آزمون فرضیات فرعی (آزمون تعقیبی شیفته بر اساس متغیر معیار شارپ)

مرز بالا (در سطح اطمینان ۹۵٪)	مرز پایین (در سطح اطمینان ۹۵٪)	Sig.	خطای استاندارد	تفاوت در میانگین (I-J)	گروه‌ها (J)	گروه‌ها (I)
۰/۶۴۸۲	-۱/۱۲۴۴	۰/۹۴۹	۰/۲۸۲۰۶	-۰/۲۳۸۱۱	خبرگان	الگوریتم سالانه
۱/۸۹۴۴	۰/۱۲۷۴	*۰/۰۱۶	۰/۲۸۱۱۷	*۰/۰۱۰۹۱	آماتورها	
۱/۲۳۸۶	-۱/۱۵۱۶	۱/۰۰۰	۰/۳۸۰۳۳	۰/۰۴۳۵۰	الگوریتم ماهانه	
۱/۰۵۶۸	-۱/۰۱۳۳	۱/۰۰۰	۰/۳۲۹۳۸	۰/۰۲۱۷۵	الگوریتم (با هر نوع ورودی)**	
۱/۱۲۴۴	-۰/۶۴۸۲	۰/۹۴۹	۰/۲۸۲۰۶	۰/۲۳۸۱۱	الگوریتم سالانه	خبرگان
۱/۶۲۰۳	۰/۸۷۷۷	*۰/۰۰۰	۰/۱۱۸۱۶	*۱/۲۴۹۰۲	آماتورها	
۱/۱۶۷۹	-۰/۶۰۴۷	۰/۹۰۹	۰/۲۸۲۰۶	۰/۲۸۱۶۱	الگوریتم ماهانه	
۰/۹۱۴۵	-۰/۳۹۴۷	۰/۸۱۶	۰/۲۰۸۳۲	۰/۲۵۹۸۶	الگوریتم (با هر نوع ورودی)	
-۰/۱۲۷۴	-۱/۸۹۴۴	*۰/۰۱۶	۰/۲۸۱۱۷	*-۱/۰۱۰۹۱	الگوریتم سالانه	آماتورها
-۰/۸۷۷۷	-۱/۶۲۰۳	*۰/۰۰۰	۰/۱۱۸۱۶	*-۱/۲۴۹۰۲	خبرگان	
-۰/۰۸۳۹	-۱/۸۵۰۹	*۰/۰۲۴	۰/۲۸۱۱۷	*-۰/۹۶۷۴۱	الگوریتم ماهانه	
-۰/۳۳۸۴	-۱/۶۳۹۹	*۰/۰۰۰	۰/۲۰۷۱۰	*-۰/۹۸۹۱۶	الگوریتم (با هر نوع ورودی)	
۱/۱۵۱۶	-۱/۲۳۸۶	۱/۰۰۰	۰/۳۸۰۳۳	-۰/۰۴۳۵۰	الگوریتم سالانه	الگوریتم ماهانه
۰/۶۰۴۷	-۱/۱۶۷۹	۰/۹۰۹	۰/۲۸۲۰۶	-۰/۲۸۱۶۱	خبرگان	
۱/۸۵۰۹	۰/۰۸۳۹	*۰/۰۲۴	۰/۲۸۱۱۷	*۰/۹۶۷۴۱	آماتورها	
۱/۰۱۳۳	-۱/۰۵۶۸	۱/۰۰۰	۰/۳۲۹۳۸	-۰/۰۲۱۷۵	الگوریتم (با هر نوع ورودی)	
۱/۰۱۳۳	-۱/۰۵۶۸	۱/۰۰۰	۰/۳۲۹۳۸	-۰/۰۲۱۷۵	الگوریتم سالانه	الگوریتم (با هر نوع ورودی)
۰/۳۹۴۷	-۰/۹۱۴۵	۰/۸۱۶	۰/۲۰۸۳۲	-۰/۲۵۹۸۶	خبرگان	
۱/۶۳۹۹	۰/۳۳۸۴	*۰/۰۰۰	۰/۲۰۷۱۰	*۰/۹۸۹۱۶	آماتورها	
۱/۰۵۶۸	-۱/۰۱۳۳	۱/۰۰۰	۰/۳۲۹۳۸	۰/۰۲۱۷۵	الگوریتم ماهانه	

* معناداری مقدار Sig. در این بخش تأیید شده است و * به معنای رد فرضیه‌ی نداشتن تفاوت معنادار است؛ به عبارت دیگر، معناداری اختلاف بین میانگین دو جامعه را تأیید می‌نماید. همانطور که در اصل جداول نیز مشخص است، علامت * توسط نرم‌افزار SPSS به برخی ستون‌ها تخصیص داده شده است.
** منظور از هر نوع ورودی، دو حالت ورودی سالانه و ماهانه است و شامل دیگر حالات نمی‌شود.
منبع: محاسبه شده توسط مؤلف با استفاده از نرم‌افزار SPSS15 تحت ویندوز XP، اصل جدول در پیوست ارائه شده است.

۴-۱-۳-۱) بیان و آزمون سه فرضیه ی فرعی مربوط به فرضیه ی اول

۱.۱) عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، با عملکرد پورتفوی-

های منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

این دو میانگین برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).

الف) فرض فرعی ۱.۱ در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود. به عبارتی، فرض صفر فرض فرعی

۱.۱ در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود و فرض مقابل رد می‌گردد.

از آنجا که در این بخش

$$\text{Sig.} = 0.949 > 0.05$$

و در نتیجه با * علامت‌گذاری نشده است، یعنی عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی سالانه با متوسط عملکرد خبرگان تفاوت معناداری نداشته است.

۲.۱) عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، با عملکرد پورتفوی-

های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

این دو میانگین برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).

ب) فرض فرعی ۲.۱ در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود. به عبارتی، فرض صفر فرض فرعی ۲.۱

در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود و فرض مقابل تأیید می‌گردد.

از آنجا که در این بخش

$$\text{Sig.} = 0.016 < 0.05$$

و در نتیجه با * علامت‌گذاری شده است، یعنی عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی سالانه با متوسط عملکرد تازه‌کارها تفاوت معنادار داشته است.

با مراجعه به ذیل ستون تفاوت میانگین در جدول ۴-۲۱ درمی‌یابیم که:

$$\mu_1 - \mu_3 = 1/0.1091 > 0$$

در نتیجه:

$$\mu_1 > \mu_3 = \text{متوسط عملکرد تازه‌کارها} > \text{متوسط عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی سالانه}$$

و بنابراین، عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی سالانه، در سطح معناداری بهتر از متوسط عملکرد تازه‌کارها بوده است.

۳.۱ عملکرد سبدهای منتخب خبرگان با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری

ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_2 = \mu_3 \\ H_1 : \mu_2 \neq \mu_3 \text{ (فرض مقابل).} \end{cases}$$

این دو میانگین برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).

(ج) فرض فرعی ۳.۱ در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود. به عبارتی، فرض صفر فرض فرعی ۳.۱

در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود و فرض مقابل تأیید می‌گردد.

از آنجا که در این بخش

$$\text{Sig.} \approx 0 < 0.05 \quad (\text{Sig.} = 2.717326831229\text{e-}015 < 0.05)$$

و در نتیجه با * علامت‌گذاری شده است، یعنی متوسط عملکرد خبرگان با متوسط عملکرد تازه‌کارها تفاوت معنادار داشته است.

با مراجعه به ذیل ستون تفاوت میانگین در جدول ۴-۲۱ درمی‌یابیم که:

$$\mu_2 - \mu_3 = 1/249.02 > 0$$

در نتیجه:

$$\mu_3 > \mu_2 = \text{متوسط عملکرد تازه کارها} > \text{متوسط عملکرد خبرگان}$$

و بنابراین، متوسط عملکرد خبرگان، در سطح معناداری بهتر از متوسط عملکرد تازه کارها بوده است.

۴-۳-۲-۴ بیان و آزمون دو فرضیه ی فرعی مربوط به فرضیه ی دوم

۱.۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه، با عملکرد پورتفوی‌های

منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_2 = \mu_4 \\ H_1 : \mu_2 \neq \mu_4 \end{cases} \text{ این دو میانگین برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).}$$

(د) فرض فرعی ۱.۲ در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود. به عبارتی، فرض صفر فرض فرعی ۱.۲

در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود و فرض مقابل رد می‌گردد.

از آنجا که در این بخش

$$\text{Sig.} = 0/909 > 0/05$$

و در نتیجه با * علامت‌گذاری نشده است، یعنی عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی ماهانه با متوسط عملکرد خبرگان تفاوت معناداری نداشته است.

۲.۲. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه، با عملکرد پورتفوی‌های

منتخب تازه کارها تفاوت معناداری ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_3 = \mu_4 \\ H_1 : \mu_3 \neq \mu_4 \end{cases} \text{ این دو میانگین برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).}$$

(ه) فرض فرعی ۲.۲ در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود. به عبارتی، فرض صفر فرض فرعی ۲.۲

در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود و فرض مقابل تأیید می‌گردد.

از آنجا که در این بخش

$$\text{Sig.} = 0.024 < 0.05$$

و در نتیجه با * علامت‌گذاری شده است، یعنی عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی ماهانه با متوسط عملکرد تازه‌کارها تفاوت معنادار داشته است.

با مراجعه به ذیل ستون تفاوت میانگین در جدول ۴-۲۱ درمی‌یابیم که:

$$0.96741 = \mu_4 - \mu_3 = \text{متوسط عملکرد تازه‌کارها} - \text{متوسط عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی ماهانه}$$

در نتیجه:

$$\mu_4 > \mu_3 = \text{متوسط عملکرد تازه‌کارها} > \text{متوسط عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی ماهانه}$$

و بنابراین، عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی ماهانه، در سطح معناداری بهتر از متوسط عملکرد تازه‌کارها بوده است.

۴-۴-۱-۳ بیان و آزمون سه فرضیه‌ی فرعی مربوط به فرضیه‌ی سوم:

۱.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه

و سالانه) با عملکرد پورتفوی‌های منتخب خبرگان تفاوت معناداری ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_2 = \mu_5 \\ H_1 : \mu_2 \neq \mu_5 \end{cases}$$

این دو میانگین برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).

(و فرض فرعی ۱.۳ در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود. به عبارتی، فرض صفر فرض فرعی ۱.۳

در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود و فرض مقابل رد می‌گردد.

از آنجا که در این بخش

$$\text{Sig.} = 0.816 > 0.05$$

و در نتیجه با * علامت‌گذاری نشده است، یعنی عملکرد الگوریتم‌ها (با هر نوع از ورودی ماهانه یا سالانه) با متوسط عملکرد خبرگان تفاوت معناداری نداشته است.

۲.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش (با هر نوع ورودی، البته از دو حالت ماهانه و سالانه) با عملکرد پورتفوی‌های منتخب تازه‌کارها تفاوت معناداری ندارد (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_3 = \mu_5 \\ H_1 : \mu_3 \neq \mu_5 \end{cases}$$

این دو میانگین برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).

ز) فرض فرعی ۲.۳ در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود. به عبارتی، فرض صفر فرض فرعی ۲.۳ در سطح اطمینان ۹۵٪ رد می‌شود و فرض مقابل تأیید می‌گردد.

از آنجا که در این بخش

$$\text{Sig.} \approx 0 < 0.05 \quad (\text{Sig.} = 0.0003739270288866 < 0.05)$$

و در نتیجه با * علامت‌گذاری شده است، یعنی عملکرد الگوریتم‌ها (با هر نوع از ورودی ماهانه یا سالانه) با متوسط عملکرد تازه‌کارها تفاوت معنادار داشته است.

با مراجعه به ذیل ستون تفاوت میانگین در جدول ۴-۲۱ درمی‌یابیم که:

$$0 < \mu_5 - \mu_3 = 0.98916 = \text{متوسط عملکرد تازه‌کارها} - \text{متوسط عملکرد الگوریتم‌ها (با هر نوع از ورودی ماهانه یا سالانه)}$$

در نتیجه:

$$\mu_5 > \mu_3 = \text{متوسط عملکرد تازه‌کارها} > \text{متوسط عملکرد الگوریتم‌ها (با هر نوع از ورودی ماهانه یا سالانه)}$$

و بنابراین، عملکرد الگوریتم‌ها (با هر نوع از ورودی ماهانه یا سالانه)، در سطح معناداری بهتر از متوسط عملکرد تازه‌کارها بوده است.

۳.۳. عملکرد سبدهای منتخب روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی ماهانه با عملکرد سبدهای منتخب

روش‌های ابتکاری پژوهش با ورودی سالانه، تفاوت معناداری با یکدیگر ندارد^۱ (فرض صفر).

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_4 \\ H_1 : \mu_1 \neq \mu_4 \text{ (فرض مقابل)} \end{cases}$$

این دو میانگین برابر نیستند و تفاوت معناداری دارند (فرض مقابل).

(ح) فرض فرعی ۳.۳ در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود. به عبارتی، فرض صفر فرض فرعی

۳.۳ در سطح اطمینان ۹۵٪ تأیید می‌شود و فرض مقابل رد می‌گردد.

از آنجا که در این بخش

$$\text{Sig.} = 1 > 0.05$$

و در نتیجه با * علامت‌گذاری نشده است، یعنی عملکرد الگوریتم‌ها با ورودی ماهانه با عملکرد الگوریتم‌ها

با ورودی سالانه تفاوت معناداری نداشته است.

جدول ۴-۲۲ نتیجه‌ی آزمون آماری کلیه‌ی فرضیات را خلاصه می‌کند.

^۱ توجه شود که این فرضیه‌ی فرعی، مستقیماً زیر مجموعه‌ای از فرضیه‌ی اصلی ۳ نمی‌باشد، اما به دلیل آن‌که آزمون آن به واسطه‌ی آزمون‌های تعقیبی انجام می‌شود (و همانند دیگر فرضیات اصلی، مستقیماً با تحلیل واریانس آزمون نمی‌شود)، مؤلف تصمیم گرفت تا آن‌را به عنوان فرضی فرعی مطرح سازد. از آنجا که در استاندارد فرضیه‌گذاری، نمی‌توان به فرضیه‌های فرعی شماره‌ی جداگانه اختصاص داد، مناسب‌ترین فرضیه‌ی اصلی‌ای که این فرض می‌توانست به عنوان زیر مجموعه‌ی آن اعلام شود، فرضیه‌ی سوم بود، لذا این تقسیم‌بندی صرفاً برای رعایت چارچوب فرضیه‌گذاری است.

جدول ۴-۲۲. نتیجه ی آزمون آماری فرضیات

شماره ی فرضیه	نوع فرضیه	آزمون مربوطه	وضعیت فرض صفر H_0	وضعیت فرض یک H_1
۱	اصلی	تحلیل واریانس تک- عاملی ANOVA	رد ✗	تأیید ✓
۱.۱	فرعی	تعقیبی - شفه	تأیید ✓	رد ✗
۱.۲	فرعی	تعقیبی - شفه	رد ✗	تأیید ✓
۱.۳	فرعی	تعقیبی - شفه	رد ✗	تأیید ✓
۲	اصلی	تحلیل واریانس تک- عاملی ANOVA	رد ✗	تأیید ✓
۱.۲	فرعی	تعقیبی - شفه	تأیید ✓	رد ✗
۲.۲	فرعی	تعقیبی - شفه	رد ✗	تأیید ✓
۳	اصلی	تحلیل واریانس تک- عاملی ANOVA	رد ✗	تأیید ✓
۱.۳	فرعی	تعقیبی - شفه	تأیید ✓	رد ✗
۲.۳	فرعی	تعقیبی - شفه	رد ✗	تأیید ✓
۳.۳	فرعی	تعقیبی - شفه	تأیید ✓	رد ✗

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

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 پورتنفوی سهام پرداخت و

سازگاری این روش‌ها با مسئله‌ی پورتنفوی 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 پورتنفوی 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 عرف 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 پورتنفوی 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

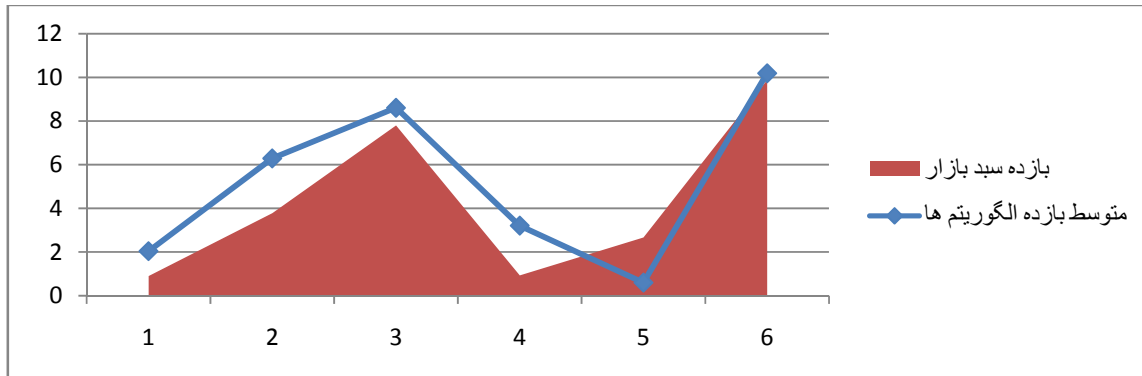
پورتنفوی بازار بوده است (به جز در خرداد ماه و نیز چند مورد معدود). در نهایت نیز، متوسط بازده هر الگوریتم از متوسط بازده پورتنفوی بازار بهتر بوده است؛ به طوری که حتی در چهار مورد از الگوریتم‌ها، این اختلاف به مرز حدود ۱٪ هم می‌رسد (سطرهای ۱، ۲، ۴ و ۸ جدول را ببینید). متوسط ماهانه‌ی بازده الگوریتم‌ها نیز در پنج ماه از شش ماه، بهتر از پورتنفوی 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 پورتنفوی بازار به نمایش می‌گذارد، همانطور که در شکل مشخص است، در اکثر مواقع، متوسط بازده الگوریتم‌ها، بالاتر از بازده پورتنفوی بازار قرار دارد. بنابراین، روش‌های ابتکاری پژوهش، با مسئله‌ی پورتنفوی سازگاری خوبی از خود نشان داده‌اند.^۱

جدول ۴-۲۳. مقایسه‌ی بازده‌ی روش‌های ابتکاری با بازده پورتنفوی 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_نلد-مید ماهانه	۱/۹۲	۲/۳۵	۹/۵۰	۳/۰۳	۱/۳۱	۸/۷۲	۴/۴۷
۴	ژنتیک_نلد-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	پورتنفوی بازار	۰/۹	۳/۷۸	۷/۸	۰/۹۳	۲/۶۷	۹/۸۸	۴/۳۳

منبع: محاسبه شده توسط مؤلف

^۱ توجه شود که به دلیل یکتایی پورتنفوی 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 پورتنفوی بازار را از نظر آماری صحیح ندانست؛ به همین دلیل فرضیه‌ی 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) سوالات 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؟

با توجه به نتایج فرضیه‌ی فرعی ۳.۳، ماهانه یا سالانه بودن اطلاعات ورودی الگوریتم‌ها، بر عملکرد سبد منتخب، تأثیر معناداری ندارد.

۴-۶) بحث و بررسی پیرامون یافته‌های پژوهش و توصیه‌هایی بر اساس یافته‌ها

بحث پیرامون یافته‌های پژوهش، حاوی نکات جالبی است که در این بخش به آن‌ها پرداخته می‌شود. همچنین بر اساس این یافته‌ها و به سبب کاربردی بودن نوع پژوهش، مؤلف در این بخش به انجام توصیه‌های سرمایه‌گذاری، مطابق با یافته‌های تحقیق، می‌نماید.

با توجه به مندرجات جدول ۴-۱۷، سرعت رسیدن به پاسخ بهینه‌ی الگوریتم‌ها بسیار معقول و مناسب است (به جز الگوریتم PSO که فراتر از حد استاندارد دیگر روش‌ها عمل کرده است، البته در مجموع در بازارهای گند^۱، این سرعت نیز مناسب محسوب می‌شود). به طوری که می‌توان با سرعت مناسبی، به بهنگام‌سازی اطلاعات، به روز رسانی سبد و انجام معاملات مبادرت کرد.

همانطور که مشاهده شد، برای تشکیل پورتفوی‌ها توسط الگوریتم‌ها، صرفاً از اطلاعات تاریخی نرخ بازده و ریسک استفاده شد. عملکرد این سبدها به طور متوسط از سبد بازار بهتر بود و با عملکرد گارگزاری‌ها، به عنوان نمونه‌ی جامعه‌ی خبرگان، تفاوت معناداری نداشت. بنابراین، موفقیت پورتفوی‌هایی که صرفاً با اطلاعات تاریخی تشکیل شدند -سبدهای منتخب الگوریتم‌ها- شاهدهی است بر این نکته که شکل ضعیف فرضیه‌ی بازار کارا در بازار بورس تهران مصداق ندارد. 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 کرده‌اند.

^۱ بازارهایی که اعلام درخواست خرید یا فروش در آن‌ها، حداقل چند ساعت به طول می‌انجامد.

در بخشی دیگر، توجه به این نکته ضروری است که در تعامل با کارگزاران^۱ - نماینده‌ی خبرگان بازار- مؤلف به این نکته دست یافت که کارگزاران، جهت تشکیل سبد و مدیریت پورتفوی، بسته به رویکرد خود به مسئله، از منابع هنگفت انسانی، اطلاعاتی، محاسباتی، تجربی و ... و یا همه‌ی منابع در کنار هم، استفاده می‌کنند و با انجام انواع تحلیل‌های تکنیکی و گهگاه بنیادی، به مدیریت پورتفوی می‌پردازند. آیا بهتر نیست تا به جای صرف این منابع هنگفت، به رویکردهایی مشابه آنچه در این پژوهش معرفی شد، روی آورده و تخصیص بهتر منابع و بالا رفتن کارایی را برای خود به ارمغان بیاورند؟ به بیان دیگر، حال که در این پژوهش، رویکردهایی معرفی و اجرا شدند که تفاوت معناداری با عملکرد خبرگان نداشتند، و در عین حال با صرف منابع کمتر و داشتن کارایی بالاتر، به اثر بخشی یکسان رسیدند، بهتر آن است که خبرگان رویکردهای سنتی خود به مدیریت پورتفوی را تعدیل نموده، به روش‌های سیستماتیک و علمی (همانند آنچه در این پژوهش معرفی شد) روی آورند.

مؤلف مدعی نیست که روش‌های ارائه شده در این پژوهش به مثابه‌ی نوشداروست و با این رویکرد، می‌بایستی در حرکتی انقلابی، همه‌ی رویکردهای سنتی را زیر پا گذاشته و صرفاً طبق این روش‌ها عمل کرد. به همین دلیل است که در بند قبلی، از لغت تعدیل استفاده شده است. تنها پیشنهاد، با توجه به نتایج این پژوهش، آن است که خبرگان در گام اول، این روش‌ها را در کنار شیوه‌های خود مورد آزمایش قرار دهند. دست کم، این روش‌ها نقطه‌ی شروع مناسبی را به آن‌ها معرفی می‌کنند که از این پس با آزمون و خطا مجبور به یافتن آن نیستند. برای مثال، اگر کارگزاری بخواهد به بازار جدیدی وارد شود (یا حتی به صنعتی از بازار قبلی که تا کنون به آن وارد نشده است، وارد شود)، با توجه به نداشتن پیشینه، ممکن است مدتی سر در گم بوده، برای دستیابی به ترکیب بهینه‌ی سهام در بازار جدید، به آزمون و خطا بپردازد؛ که خود مستلزم اتلاف منابع سازمانی است و معمولاً ستاده‌های آزمون و خطا به اتلاف منابع

^۱ در مراجعه‌ی حضوری مؤلف به کارگزاری‌ها جهت تکمیل پرسشنامه‌ی تشکیل پورتفوی این تعامل ایجاد شد.

نمی‌ارزد. اما یک کارگزار هوشمند، با شروع از نقطه‌ای که روش‌های علمی این پژوهش پیشنهاد می‌کنند، هزینه‌های آزمون و خطا را کاهش داده، در بدو امر، دست کم همانند کارگزاری باتجربه و کارآموده در آن بازار عمل می‌کند. این ادعایی است که فرضیات پژوهش، حامی آن هستند.

در فرازی دیگر، به حوزه‌ی تازه‌کارها پرداخته می‌شود. تازه‌کارها معمولاً و به گفته‌ی خود^۱، به صورت منفرد و تک-سهام، سهام را خریداری و مبادله می‌نمایند که این امر اصولاً انگیزه‌ی تعریف آن‌ها به عنوان تازه‌کار در تشکیل پورتنفوی شد. همانطور که از نتایج جدول ۴-۱۹ و نیز آزمون فرضیات هم بر می‌آید، این رویکرد تکی به سهام، سبب شده است تا آن‌ها، تجربه و عملکرد مناسبی در تشکیل پورتنفوی نداشته باشند. حال اگر خرید و فروش تکی سهام عایدات مناسبی را برای ایشان در پی داشت، می‌توانستیم چنین استدلال کنیم که نیازی به تشکیل پورتنفوی ندارند، اما مشاهده‌ی ضررهای مالی رویکرد تکی به سهام، مزایای تشکیل سبد^۲ و ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران، سبب می‌شود تا رویکرد پورتنفوی را به شدت به آن‌ها توصیه نماییم. به عبارت دیگر، با مراجعه به اطلاعات بازده سهام تکی که در پیوست پژوهش حاضر نیز نمونه‌ای از آن ذکر شده است، ریسک بالای "قرار دادن همه‌ی تخم‌مرغ‌ها در یک سبد" به طور مشهودی قابل مشاهده است، و به همین دلیل، به تازه‌کار هوشمند، تشکیل سبد به شدت توصیه می‌شود. رویکردهای پژوهش، می‌توانند نقطه‌ی مناسبی را برای شروع، به آماتورها پیشنهاد نمایند.

^۱ در مراجعه‌ی حضوری مؤلف به تالار بورس بازار تهران - واقع در تهران، خ کریمخان زند، خ حافظ، بعد از پل حافظ - جهت تکمیل پرسشنامه‌ی تشکیل پورتنفوی، بیان شد.

^۲ علاوه بر رویکردهای علمی، ریاضیاتی و پژوهش‌هایی که در فصول قبل در مورد اهمیت تشکیل پورتنفوی به آن‌ها اشاره شد، می‌توان به مثالی عملی در این زمینه نیز اشاره کرد. حادثه‌ی معروف بازارهای مالی، دوشنبه‌ی سیاه، مؤید همین مطلب می‌باشد؛ سقوط بسیار سنگین شاخص بازار منجر به تعطیلی بورس نیویورک در ۱۹ اکتبر ۱۹۲۸ شد. به طوری که در این سقوط، حتی سهام معتبر و پررونق هم بسیار افت کرده بودند و نگهداری سهام منفرد، تا پنج سال پس از سقوط همچنان زیان‌ده بوده است. از سوی دیگر، نگهداری سبد پرتنوع سهام، ریسک را به طور ماهوی کاهش داده است. برای مثال، کمتر از ۵ درصد شرکت‌های سرمایه‌گذاری مشترک در دوره‌ی ۵ ساله‌ی پس از سقوط دوشنبه‌ی سیاه، همچنان زیان‌ده بوده‌اند؛ چرا که این شرکت‌ها، به تشکیل پورتنفوی پرداخته و ریسک را کمینه می‌نمایند (تام هرمن، وال استریت ژورنال، ۱۶ اکتبر ۱۹۹۲).

اما انتقادی که بر پیشنهاد بالا وارد است، در مبنای یکی از شاخص‌های شناسایی آماتور ریشه دارد؛ سرمایه‌گذاران فردی بودجه‌ی کافی برای خرید و نگهداری سهام به صورت پورترفوی ندارند. بنابراین چاره چیست؟

در پاسخ باید گفت که از نگاه مؤلف، آماتورها به دو دسته‌ی کلی تقسیم می‌شوند: آن‌هایی که بودجه‌ی نسبتاً مناسبی برای خرید چند نوع سهام در اختیار دارند - آنقدر مناسب که سبدي حداقل ۵ سهمی تشکیل دهند- اما اعتقادی به تشکیل سبد ندارند، و دسته‌ی دوم آن‌هایی که بودجه‌ی کافی برای خرید چند سهم و تشکل پورترفوی در اختیار ندارند.

توصیه به گروه اول آن است که با توجه به مزایای فراوان تشکیل پورترفوی، که در این پژوهش به دفعات به آن‌ها پرداخته شد، رویکرد سنتی خود را کنار گذاشته، حداقل با پورترفوی‌هایی با تعداد کم سهام به فعالیت خود ادامه دهند. البته با توجه به فرضیات پژوهش و معناداری تفاوت عملکرد آماتورها با خبرگان و الگوریتم‌ها، به نظر نمی‌رسد که این سرمایه‌گذاران در صورت تصمیم به تشکیل سبد، عملکرد مناسبی داشته باشند، بنابراین، حداقل در شروع، استفاده از رویکردهای این پژوهش به آن‌ها توصیه می‌شود.

توصیه به گروه دوم، خرید سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری^۱، سرمایه‌گذاری مشترک^۲ و بیمه^۳ است، چرا که این شرکت‌ها به نوبه‌ی خود سهام دیگر شرکت‌ها را خریداری می‌نمایند و بنابراین، سرمایه‌گذار، با این کار به طور غیر مستقیم خود را در تشکیل پورترفوی سهام نموده است (هر دو گروه به مطالعه‌ی پاورقی شماره‌ی ۲ صفحه‌ی قبل توصیه می‌شوند).

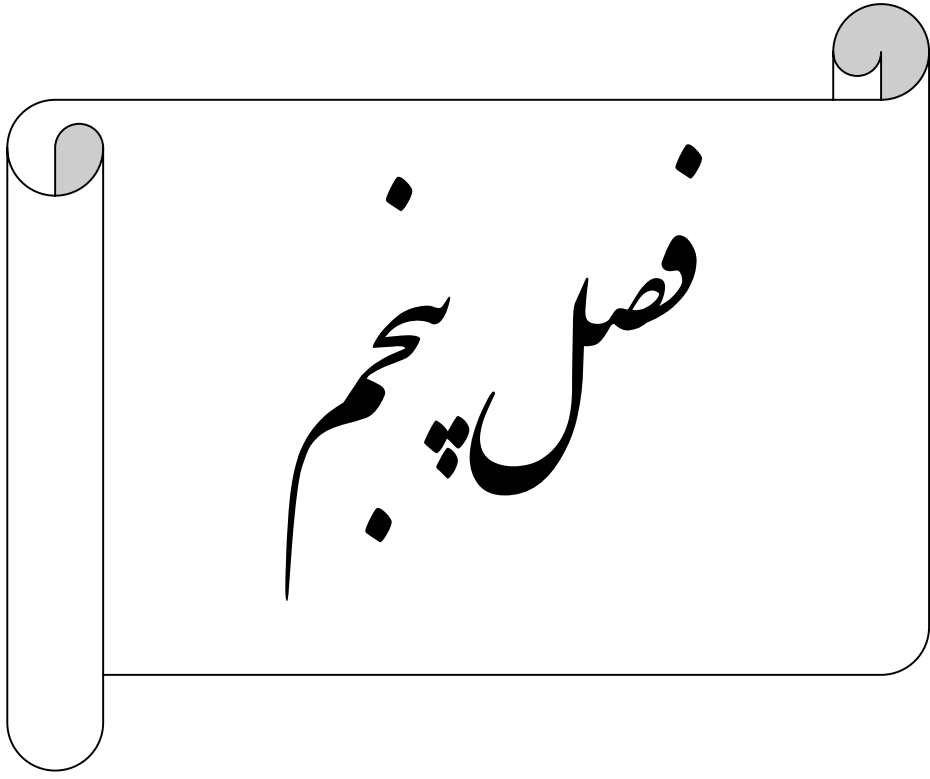
در نهایت، بحث آخر پیرامون نتیجه‌ی فرضیه‌ی فرعی ۳.۳ پژوهش است. در این فرضیه نشان داده شد که ماهانه یا سالانه بودن اطلاعات، تأثیر معناداری بر عملکرد الگوریتم‌های پژوهش در دستیابی به پاسخ

¹ Investment company

² Mutual fund

³ Insurance company

بهینه ندارد. بنابراین، با توجه به حجم بسیار کمتر اطلاعات سالانه و جهت بالا بردن کارایی مدل با حفظ اثربخشی، استفاده از اطلاعات سالانه به افرادی که در صدد تشکیل پورتفوی با استفاده از این روش‌ها برمی‌آیند، توصیه می‌شود. به عنوان مثال، در پژوهش حاضر، عملکرد اطلاعات با حجم هفتاد و یک (ماهانه) با اطلاعات به حجم شش (سالانه) معادل بود؛ بنابراین، سرمایه‌گذاران و پژوهشگرانی که قصد استفاده‌ی از این الگوریتم‌ها را دارند، می‌توانند به واسطه‌ی تأیید فرضیه‌ی فرعی ۳.۳ این تحقیق در سطح ۹۵٪ اطمینان، از این پس، صرفاً با استفاده از اطلاعات سالانه که حجم بسیار کمتری در مقایسه با اطلاعات ماهانه دارد، عملکردهایی با اثربخشی یکسان و کارایی بالاتر را نسبت به هم‌تاهای ماهانه‌ی خود، دست‌آوردند.



خلاصه، نتیجه گیری و پیشنهادها

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

چگونگی تخصیص منابع و انتخاب نوع سرمایه‌گذاری از اهمیت بالایی برخوردار است؛ این تخصیص بهینه، بالأخص در بازارهای مالی که عامل رشد و توسعه‌ی کشورها می‌باشند، بسیار مهم می‌باشد. در این پژوهش، به نوعی از بهینه‌سازی تخصیص منابع، با عنوان انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی سهام و با استفاده از الگوریتم‌های 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 مسئله‌ی انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی با به کارگیری اطلاعات بازده و ریسک سالانه و ماهانه، سعی در یافتن بهترین ترکیب و نسبت سهام در پورتفوی‌ها 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 تازه‌کارهای بازار نیز جمع‌آوری شدند تا مقایسه‌ای بین عملکرد چهار روش ابتکاری مذکور و متوسط عملکرد سبد خبرگان و تازه‌کارها نیز، در شرایط واقعی بازار، صورت پذیرد.

با آزمون فرضیات و بهینه‌سازی‌های الگوریتمی نتایج زیر حاصل شدند:

تفاوت معناداری بین عملکرد سبدهای روش‌های 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 دوره‌ی آزمون که دوره‌ای 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 آن که 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 نتیجه‌ای 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 پورترفوی بازار بهتر و در حد عملکرد خبرگان عمل نموده‌اند^۱.

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 مارکوویتز 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 پورترفوی 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 پورترفوی نبودند؛ عده‌ای نیز اعتقادی به صرف بخشی از زمان خود جهت تکمیل پرسشنامه

^۱ بحث گسترده‌ای پیرامون این مباحث و یافته‌های پژوهش، در بخش آخر فصل قبل صورت پذیرفته است.

نداشتند. در مجموع این باور که پژوهش امری زیرساختی و لازم برای پیشرفت است، متأسفانه در بسیاری از سرمایه‌گذاران وجود نداشت و عدم همکاری آنان، بزرگ‌ترین سد پژوهش بود که در نهایت پژوهشگر با تلاش فراوان از آن عبور نمود.

همچنین، دسترسی به اطلاعات نرخ بازده شرکت‌ها، با محدودیت‌های خاص خود همراه بود. از جمله آن که متأسفانه، در نرم‌افزارهای سازمان بورس، این اطلاعات گهگاه با کمی تأخیر به روز رسانی می‌شوند و حتی ممکن است در مورد برخی از شرکت‌ها، این تأخیر به مرز چند روز نیز بیانجامد^۱. به علاوه آن که در کتابخانه‌ی سازمان و جهت استفاده‌ی عموم، برای کل بورس منطقه‌ای تهران، فقط دو رایانه دارای نرم‌افزارهای تدبیرپرداز و ره‌آوردنویین موجود می‌باشد، که استفاده از آن‌ها نیز منوط به تعیین وقت قبلی و انتظار در صف‌های طولانی است.

در نهایت، لحظه‌ای نبودن اطلاعات نرم‌افزارها، سبب می‌شود تا آزمون‌هایی نظیر تشکیل سبد با اطلاعات لحظه‌ای ممکن نباشد و پویایی مدیریت پورترفوی تا حدی پایین بیاید.

۵-۵) کاربردهای تحقیق و استفاده کنندگان از نتایج پژوهش

کاربردهایی که از نتایج این پژوهش متصور است عبارتند از:

- ایجاد چشم‌انداز برای ورود به بازار بورس.
 - به دست آمدن روش سازگار با شرایط بازار ایران جهت تشکیل پورترفوی.
 - به دست آمدن نوع اطلاعات ورودی سازگار با شرایط بازار ایران جهت تشکیل پورترفوی.
 - کمی‌سازی و سیستماتیک کردن فرآیند تجارت در بورس و ایجاد الگویی برای سایر سرمایه‌گذارانی که در بازار بورس فعالیت می‌کنند.
- گذاری‌ها.

^۱ برای مثال، در سوم شهریور ماه ۸۹ که مؤلف جهت جمع‌آوری اطلاعات نهایی به سازمان بورس مراجعه نمود، همچنان اطلاعات بازده ماهانه‌ی مردادماه دو شرکت تراکتورسازی و صنعتی دریایی بر روی سیستم قرار داده نشده بود.

- تعیین کارایی و سنجش عملکرد خبرگان، تازه‌کارها و روش‌های علمی در بورس ایران.
- سنجشی هر چند مختصر، از شکل ضعیف فرضیه‌ی بازار کارا در بورس تهران.

همچنین با توجه به کاربردی بودن طرح، انواعی از شرکت‌ها و سازمان‌هایی که می‌توانند از نتایج به دست آمده از این پژوهش استفاده کنند عبارتند از:

سازمان بورس اوراق بهادار (بورس‌های منطقه‌ای و...)، شرکت‌های کارگزاری، شرکت‌های سرمایه‌گذاری، صندوق‌های مشترک سرمایه‌گذاری^۱، شرکت‌های بیمه، بانک‌ها، سرمایه‌گذاران فردی و علاقه‌مندان به سرمایه‌گذاری در بورس، دانشجویان و اساتید مالی، حسابداری و ...

۵-۶ نوآوری و جنبه‌های جدید پژوهش

در این تحقیق تلاش شد تا جامع‌نگری بیشتری نسبت به مقوله‌ی تشکیل پورتهوی صورت پذیرد و حل مسئله محدود به یک روش و راه حل نشود، همچنین نه تنها از روش‌های ابتکاری برای حل مسئله استفاده شد، بلکه از میان این روش‌ها نیز کاراترین و جدیدترین‌ها برگزیده شدند. به عبارت دقیق‌تر، سه روش از چهار الگوریتم این پژوهش، در مقوله‌ی مدیریت مالی کاملاً جدید بوده، نمی‌توان هیچ سابقه‌ای از کاربرد آن‌ها در این زمینه یافت.

به علاوه، مد نظر گرفتن تجربه و عملکرد خبرگان و تازه‌کارهای بازار سرمایه نیز، به نوبه‌ی خود رویکردی نو می‌باشد و این مقایسه‌ی حیاتی و مهم بین روش علمی محض -ابتکاری- و تجربه‌ی بازار، که هرگز پیش از این در ایران صورت نگرفته، نوآوری دیگر این تحقیق می‌باشد.

همچنین نوع اطلاعات ورودی و کارایی این اطلاعات در پژوهش حاضر، مورد بررسی قرار گرفت و به

نتایجی کاربردی منجر گردید.

^۱ Mutual Funds

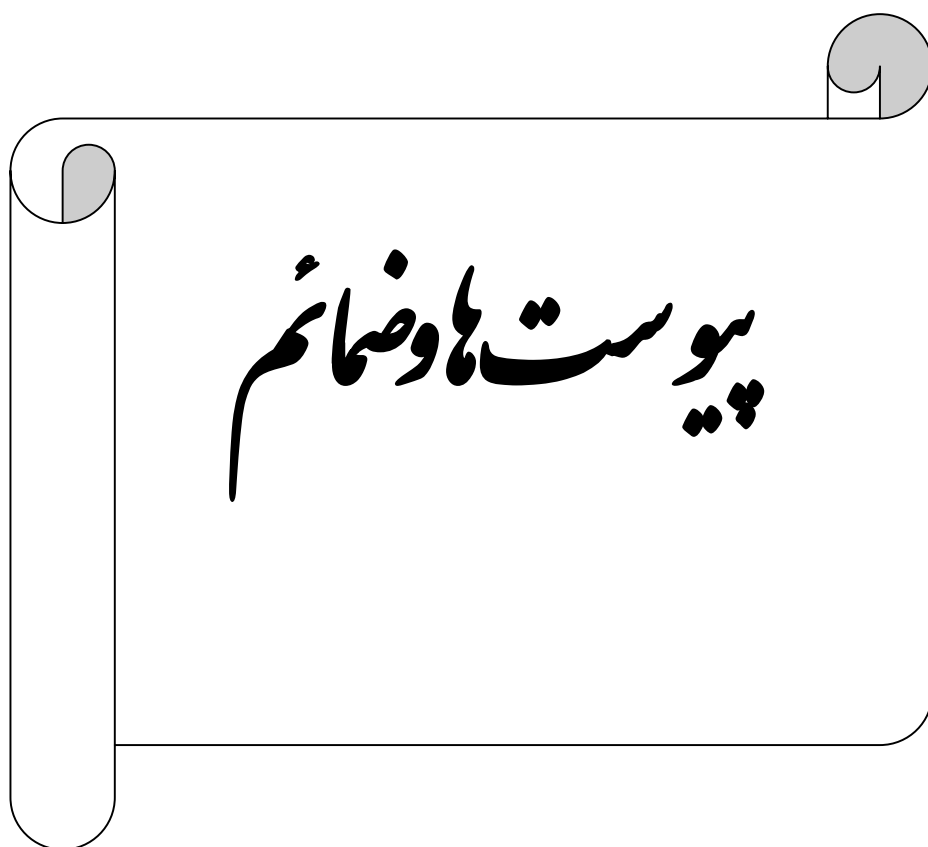
ارائه‌ی تعریفی با پایه‌های مستحکم، برای تازه‌کار و خبره در بازار بورس، خلاقیت دیگر پژوهش است. این تعاریف، آنچنان که در فرضیات خود را آشکار ساختند، دقیق، جامع و مانع می‌باشند و به پژوهشگران آتی توصیه می‌شوند.

۷-۵) پیشنهادهایی برای تحقیقات آتی

- به محققین پیشنهاد می‌شود در تحقیقات آتی در این زمینه، در حوزه‌های زیر نیز به پژوهش بپردازند:
- تشکیل و بهینه‌سازی پورتفوی سهام با استفاده از دیگر الگوریتم‌های ابتکاری، بالأخص الگوریتم‌های جدیدی که از این پس معرفی می‌شوند.
 - تشکیل و بهینه‌سازی پورتفوی سهام با استفاده از اطلاعات ورودی‌ای به جز آنچه در این پژوهش آمد، برای مثال سنجش عملکرد سبدها با استفاده از اطلاعات یک تا چهار روزه، سه ماهه، شش ماهه^۱ و ...
 - حل مسئله با استفاده از بهینه‌سازهای چند-معیاره و رسم کامل مرز کارا توسط این روش‌ها و انجام مقایسه بین مرزهای کارا.
 - حل مسئله با در نظر گرفتن دیگر جوامع آماری؛ گسترده‌تر کردن پورتفوی و تلاش برای در بر گرفتن بازارهای بین‌المللی.
 - حل مسئله با در نظر گرفتن دیگر نمونه‌های آماری؛ برای مثال، تقسیم بندی بازار به زیرمجموعه‌هایی بر اساس صنعت و انجام مجدد کلیه‌ی مراحل این پژوهش و مقایسه‌ی نتایج.
 - حل مقیدتر مسئله؛ با در نظر گرفتن خبرگانی که دارای محدودیت‌های قانونی مبادله هستند، همانند شرکت‌های بیمه و سرمایه‌گذاری^۲.

^۱ توجه شود این دوره‌های پیشنهادی، در اکثر تحقیقات مالی معنادار بوده، به تصادف پیشنهاد نشده‌اند.
^۲ پیش‌تر، این محدودیت‌های قانونی به تفصیل، شرح داده شد.

- حل مسئله با تساهل در قیود و مقایسه‌ی نتایج؛ می‌توان در قیودی همانند بیشینه مقدار هر سهم در سبد تعدیلاتی انجام داد و نتایج سبدهای پنج تا ده سهمی را نیز مورد آزمون قرار داد.
- حل مسئله با تعدیل در قیود و مقایسه‌ی نتایج؛ به طوری که مسئله، گزینه‌های قرض دادن و قرض گرفتن سرمایه را نیز در بر بگیرد.
- بررسی مباحث رفتاری مالی و شیوه‌ی تأثیرپذیری همگانی در جوامع خبرگان و تازه‌کارها.



پیوستها و ضمایم

پیوست الف) متن برنامه نویسی تابع هدف تحت بهینه سازی، الگوریتم ها و معیار شارپ (الگوریتم های ژنتیک و ژنتیک_نلدر-مید برای بهینه سازی از جعبه ابزار نرم افزار MATLAB استفاده نمودند که به دلیل دسترسی عموم به این جعبه ابزارها، از درج آنها به دلیل اجتناب از اشغال صفحات، خودداری می شود).

الف) ۱. تابع هدف :

دارای انواع سالانه و ماهانه که تفاوت در آنها فقط در ضرایب می باشد و به همین دلیل و اجتناب از اشغال صفحات، فقط به ذکر یکی از آنها پرداخته می شود؛ کلّیهی الگوریتم ها از تابع هدف یکسانی استفاده نموده اند)، برنامه به زبان برنامه نویسی نرم افزار MATLAB، توسط مؤلف و با پسوند *.m فایل.

۱.۱. تابع هدف ماهانه:

```
function Cost = BenchmarkFunction(X)
for ii = 1:size(X,1)
    x = X(ii,:);
    Cost(ii,1) = my_fun(x);
end
end
function z = my_fun(x)
% This is a function to optimize Markowitz portfolio's monthly
Risk&Return, while devoting same weights to them, it minimizes risk
simultaneously to maximizing return
% function z = arash2(x)
% R is annual rate of return for 50 stocks
% clc
R = [0.0005 0.0151 0.0412 0.0231 0.023 0.0265 0.0046 0.0011
0.0078 0.0308 0.0217 0.0189 0.0162 -0.0069 0.0169 -0.0047 0.0185
0.0094 0.0162 0.005 -0.0038 -0.0044 0.0134 0.0274 0.01 0.0246
0.0104 0.0133 -0.0113 -0.012 -0.0038 0.0304 0 0.0276 0.0005
0.0729 -0.0072 0.0143 -0.001 0.0127 -0.0101 0.0203 0.0042 -0.0032
0.0543 0.0311 0.0078 0.0138 0.0197 0.0108];
% w is the weights to be balanced in portfolio
w=[x(1) x(2) x(3) x(4) x(5) x(6) x(7) x(8) x(9) x(10) x(11) x(12) x(13)
x(14) x(15) x(16) x(17) x(18) x(19) x(20) x(21) x(22) x(23) x(24) x(25)
x(26) x(27) x(28) x(29) x(30) x(31) x(32) x(33) x(34) x(35) x(36) x(37)
x(38) x(39) x(40) x(41) x(42) x(43) x(44) x(45) x(46) x(47) x(48) x(49)
x(50)];
% Ep is the portfolio's expected return
Ep=0;
```

```

for i=1:50
    Ep=Ep+w(i)*R(i);
end
% COV is the covariance matrix between each pair of stocks to calculate
portfolios return
COV = [0.0063    0.0037    0.0003    0.0004   -0.0019  -0.0018  -0.0007  0.0019
0.0017    0.0021    0.0006    0.0027    0.0028    0.0027  -0.0006  0.0018    0.0007    0
0.0013    0.0026   -0.0012    0.0009    0         0.0019    0.0015    0.0007    0.0018   -
0.001    0.0011    0        -0.0002  -0.0006    0.002   -0.0003    0.0024    0.0074    0.0018
0         0.0014    0.0026    0.0008    0.0004    0.0004    0.0009    0.0052    0.0012
0.0006   -0.0005    0.0008    0.0011;
    0.0037    0.009    0.0027    0.0034   -0.0003    0.0001   -0.0002    0.0029
0.0022    0.0017    0.0018    0.004    0.0036    0.0031    0.0012    0.0019    0.0003
0.0023    0.0013    0.0015   -0.0016    0.0015    0.0015    0.0036    0.0026    0.0028
0.002   -0.0012    0.0022    0.001    0         0.0006    0.0056    0.0024    0.0044
0.0111    0.0039    0.0028    0.005    0.0035    0.0006   -0.0008    0.0024    0.0016
0.0041    0.0026    0.0018    0.0009    0.0009    0;
    0.0003    0.0027    0.0486   -0.0022    0.0036    0.0023    0.011   -0.0021   -
0.0038    0.0003    0.0013    0.0025    0.0009    0.0007    0.0046    0.0004    0.0044
0.0131    0.006    0.0018   -0.001    0.0035    0.0022    0.0148    0.0041   -0.0001
0.0051    0.0026   -0.0026    0.0003   -0.0002    0.0025   -0.0013   -0.0009    0.0009
0.0157    0.0087    0.001    0.0047    0.0018    0.0016   -0.0031    0.005    0.0004
0.002    0.0123   -0.0013   -0.0006    0.001   -0.0002;
    0.0004    0.0034   -0.0022    0.0129    0.0017    0.0029   -0.0012    0.0006
0.0025    0.0029    0.0053    0.0014    0.0007   -0.001    0.0002    0.0023    0.0002
0.0019   -0.0006    0.0009    0.0009    0         0.0016    0.001    0.0005    0.0045
0.0017    0         0.003   -0.001    0.0005    0.0014    0.0025    0.0024    0.0016
0.0009    0.0018    0.0014    0.0029    0.0014    0.0002    0.0046    0.0018    0.0007
0.0001   -0.0007    0.0019    0.0002    0.0039    0.0033;
    -0.0019  -0.0003    0.0036    0.0017    0.0214    0.0061    0.0083    0.0018   -
0.0008    0.0017    0.0037    0.0003    0.0004    0.0014    0.0038    0.0008    0.004
0.0119    0.0011    0.0004    0.0028    0.0038    0.0028    0.0092   -0.0004    0.0083
0.0028    0.0073   -0.0018   -0.0021    0.0024   -0.0001    0.0033    0.0032    0.0036
0.0049    0.0087   -0.0002    0.0092    0.0015   -0.0017   -0.0006    0.0039    0
0.0037    0.0075    0.0008   -0.0016    0.0009    0.0006;
    -0.0018  0.0001    0.0023    0.0029    0.0061    0.0111    0.0033    0.0001
0.0013    0.004    0.0017    0.0012    0.0002   -0.0031    0.0034    0.0023    0.0019
0.0063    0.0031    0.0004    0.0008    0.0004    0.0029    0.0057    0.0013    0.0072
0.0037    0.0038    0.0016    0.001    0.0012    0.0023    0.0033    0.001    0.0018
0.0034    0.0056    0.0006    0.0071    0.0016    0.0001   -0.0006    0.0014    0
0.0061    0.0058   -0.0002    0.0002    0.0012    0.0013;
    -0.0007  -0.0002    0.011   -0.0012    0.0083    0.0033    0.0161    0.002   -
0.0019  -0.0019    0.0042   -0.0002    0.0001   -0.0014    0.0036   -0.0018    0.0035
0.0115    0.0023    0.0008    0.0011    0.0006    0.0018    0.0125    0.0029    0.0006
0.0023    0.0086   -0.001    0.0002    0.0013   -0.0029   -0.0024    0.0025    0.002
0.0036    0.012    0.0007    0.0084    0.001   -0.0005   -0.0004    0.0037   -0.0007   -
0.003    0.0088   -0.0003    0.0001   -0.0016   -0.0004;
    0.0019    0.0029   -0.0021    0.0006    0.0018    0.0001    0.002    0.0145
0.0021   -0.0017    0.0002    0.0035    0.0021    0.0049   -0.0001    0.0002   -0.0013
0.0012    0.0004    0.0028   -0.0004   -0.0016   -0.0006    0.005    0.0005   -0.0014
0.0001   -0.0011   -0.0004   -0.0034   -0.0027   -0.0045   -0.0007    0.0011    0.0049
0.0024    0.0052    0.0021    0.0018    0.0007    0.0005    0.0002    0.0027    0.0018   -
0.0008    0.001    0.0036    0.0024    0.0001    0.0009;
    0.0017    0.0022   -0.0038    0.0025   -0.0008    0.0013   -0.0019    0.0021
0.0133    0.0038    0.0021    0.0019    0.002    0.0004    0.0008    0.0044   -0.0012   -

```

0.0018	0.0037	0.0001	-0.002	-0.0003	0.0013	0.0001	0.002	0.0036
0.0011	-0.0016	0.004	0.0015	-0.0021	0.0014	0.0018	0.0023	0.0047
0.0006	0.0002	0.0012	0.0029	-0.0007	-0.0012	-0.0005	0.0007	0.0007
0.0078	0.0001	0.0042	0.0007	0.0018	0.0038;			
	0.0021	0.0017	0.0003	0.0029	0.0017	0.004	-0.0019	-0.0017
0.0038	0.0175	0.0025	0.0021	0.0022	-0.0002	0.0023	0.0057	0
0.0018	0.0032	0.0001	-0.0007	0.0018	0.0041	0.001	0.0021	0.0151
0.0026	0.0011	0.0032	0.0016	0.0012	0	0.0048	0.0009	0.0021
0.0087	0.0009	0.0022	0.0049	0.002	-0.0011	0.0048	-0.0003	0.0008
0.0133	0.0044	0.0008	0.0012	0.0021	0.0034;			
	0.0006	0.0018	0.0013	0.0053	0.0037	0.0017	0.0042	0.0002
0.0021	0.0025	0.0085	0.0015	0.0002	-0.0015	0.0011	0.0003	0.0009
0.0039	-0.0006	-0.0002	0.0006	0.0012	0.0007	0.0033	0.0018	0.0053
0.0002	0.0021	0.0024	-0.0009	0.001	-0.0006	0.0009	0.006	0.0022
0.0036	0.0039	0.0018	0.0026	0.0012	-0.0003	0.0031	0.0041	0.0012
0.0021	0.0027	0.0025	0.0004	0.0009	0.002;			
	0.0027	0.004	0.0025	0.0014	0.0003	0.0012	-0.0002	0.0035
0.0019	0.0021	0.0015	0.0092	0.0038	0.0051	0.0013	0.0057	-0.0005
0.0019	0.0022	0.0021	-0.0015	0.0038	0.002	0.003	0.002	0.0035
0.0018	-0.0004	0.0027	0.001	0.0006	-0.0006	0.0026	0.0014	0.0049
0.0073	0.0029	0.001	0.0031	0.0046	0.0008	-0.001	0.0016	0.0011
0.0057	0.0027	0.0016	0.0008	0.0003	0.0008;			
	0.0028	0.0036	0.0009	0.0007	0.0004	0.0002	0.0001	0.0021
0.0022	0.0002	0.0038	0.0056	0.0027	0.0007	0.0024	0	0.0006
0.0005	0.0018	-0.0014	0.0019	-0.001	0.0019	0.0014	0.0019	0.0009
-0.0015	0.0011	0.0011	0.0002	0.0003	0.0001	-0.0009	0.0034	0.0047
0.0011	0.0011	0.0035	0.0024	-0.0004	-0.0001	0.0007	0.0005	0.0015
0.0021	0.0026	0.0012	0.0007	-0.0001;				
	0.0027	0.0031	0.0007	-0.001	0.0014	-0.0031	-0.0014	0.0049
0.0004	-0.0002	-0.0015	0.0051	0.0027	0.0185	-0.0004	0.0031	-0.0002
-0.001	0.0024	0.0049	-0.0012	0.0035	-0.0003	0.004	0.0023	0.0012
0.0018	-0.0005	-0.0008	0.0013	-0.001	0.0026	0.0017	-0.0017	0.0053
0.0068	-0.0002	0.0016	0.002	0.0011	-0.0006	0.0003	0.0009	0.0008
0.0039	0.0023	0.0017	0.0012	-0.0001	0;			
	-0.0006	0.0012	0.0046	0.0002	0.0038	0.0034	0.0036	-0.0001
0.0008	0.0023	0.0011	0.0013	0.0007	-0.0004	0.0086	0.0028	0.0016
0.0094	0.0056	-0.0009	-0.0021	0.0016	0.0049	0.0077	0.0029	0.0038
0.0039	0.0026	0.0011	0.0014	0.0019	0.001	0.0014	0.0008	0.0024
0.0039	0.0047	0.002	0.0063	0.0042	0.0007	0.0005	0.0005	0.0001
0.0029	0.0085	0	0.0024	0.0008	0.001;			
	0.0018	0.0019	0.0004	0.0023	0.0008	0.0023	-0.0018	0.0002
0.0044	0.0057	0.0003	0.0057	0.0024	0.0031	0.0028	0.0157	0.0005
0.0053	0.0057	0.0028	-0.001	0.0078	0.0049	0.0037	0.0016	0.005
0.006	0.0035	0.0051	0.0041	0.0003	0.0001	0.0107	0.0001	0.0027
0.0066	0.0032	0.0017	0.0079	0.0029	0.0005	0.001	0.0015	0.0016
0.01	0.0018	0.0002	0.0003	0.0023	0.0036;			
	0.0007	0.0003	0.0044	0.0002	0.004	0.0019	0.0035	-0.0013
-0.0012	0	0.0009	-0.0005	0	-0.0002	0.0016	0.0005	0.0089
0.0033	0.0022	0.0011	0.001	0.0007	0.0054	0.001	0.0019	0.004
0.0057	0.0002	0.0016	0.0028	0.0035	-0.0008	0.001	0.0007	0.0057
0.0024	0.0003	0.0052	0.0026	-0.0007	0.0004	0.0018	0.0001	0.001
0.0013	-0.0008	-0.0003	0.0019	0.0012;				
	0	0.0023	0.0131	0.0019	0.0119	0.0063	0.0115	0.0012
-0.0018	0.0018	0.0039	0.0019	0.0006	-0.001	0.0094	0.0053	0.0063
0.0408	0.0116	0.0006	-0.0006	0.0093	0.0106	0.0187	0.0028	0.0063
0.0118								

0.0176	-0.0009	0.0002	0.0053	0.0035	0.0053	0.0013	0.0013	0.0063
0.0202	0.0003	0.0268	0.0073	0.0021	-0.0023	0.0028	-0.0003	0.0147
0.0113	-0.0034	0.0008	0.0035	0.0043;				
0.0013	0.0013	0.006	-0.0006	0.0011	0.0031	0.0023	0.0004	
0.0037	0.0032	-0.0006	0.0022	0.0005	0.0024	0.0056	0.0057	0.0033
0.0116	0.0164	0.0027	-0.0009	0.0037	0.0065	0.0117	0.004	0.0034
0.0065	0.0052	0.0017	0.0026	0.0019	0.0034	0.0039	-0.0014	0.0033
0.0081	0.0044	0.0014	0.0114	0.004	0.0012	-0.0003	0	0.0003
0.0062	0	0.0021	0.0018	0.003;				
0.0026	0.0015	0.0018	0.0009	0.0004	0.0004	0.0008	0.0028	
0.0001	0.0001	-0.0002	0.0021	0.0018	0.0049	-0.0009	0.0028	0.0022
0.0006	0.0027	0.0068	0.0004	0.0018	-0.0025	0.0032	0.0013	0.0004
0.0019	0.0002	0.0004	0.0016	0.0008	0.0017	0.0012	-0.0014	0.0019
0.0067	0.002	0.0005	0.0006	0.002	-0.0009	0.0011	0.0017	0.0015
-0.0012	0.0011	0.0011	0.0009	0.0011	0.0011;			
-0.0012	-0.0016	-0.001	0.0009	0.0028	0.0008	0.0011	-0.0004	-
0.002	-0.0007	0.0006	-0.0015	-0.0014	-0.0012	-0.0021	-0.001	0.0011
-0.0006	-0.0009	0.0004	0.0049	0.0005	-0.001	-0.0002	-0.0014	0.0001
-0.0011	0.002	-0.0007	-0.0004	0.0005	-0.0017	-0.002	0.0011	-0.0015
0.0003	-0.0007	-0.0007	-0.0011	-0.0009	0.0003	0	0.0011	0.0006
-0.0007	-0.002	-0.0003	-0.0018	0.0001	-0.0002;			
0.0009	0.0015	0.0035	0	0.0038	0.0004	0.0006	-0.0016	-0.0003
0.0018	0.0012	0.0038	0.0019	0.0035	0.0016	0.0078	0.001	0.0093
0.0037	0.0018	0.0005	0.0132	0.0033	0.0025	0.0004	0.0032	0.0039
0.0054	0.0022	0.0026	0.0021	0.0018	0.0086	-0.0001	0.0002	0.0061
0.0015	-0.0001	0.0082	0.0036	0.0013	-0.0002	0.0012	0.0015	0.0065
0.0022	-0.0003	-0.0015	0.001	0.001;				
0	0.0015	0.0022	0.0016	0.0028	0.0029	0.0018	-0.0006	0.0013
0.0041	0.0007	0.002	-0.001	-0.0003	0.0049	0.0049	0.0007	0.0106
0.0065	-0.0025	-0.001	0.0033	0.0153	0.0083	0.0021	0.0054	0.0052
0.0055	0.0022	-0.0013	-0.0005	0.0001	0.0057	0.0032	0.0016	0.0043
0.0057	0.0016	0.0095	0.0028	0.0012	0.0001	0.0009	-0.0004	0.0138
0.0071	-0.0021	0.0018	0.0008	0.0013;				
0.0019	0.0036	0.0148	0.001	0.0092	0.0057	0.0125	0.005	
0.0001	0.001	0.0033	0.003	0.0019	0.004	0.0077	0.0037	0.0054
0.0187	0.0117	0.0032	-0.0002	0.0025	0.0083	0.0275	0.0055	0.0056
0.0075	0.0083	0.0012	0.0002	0.0021	0.0016	0.0015	0.0025	0.0076
0.0189	0.0164	0.003	0.0135	0.0044	0.0014	0.0008	0.0056	0.0006
0.0051	0.0154	-0.0004	0.0021	0	0.0014;			
0.0015	0.0026	0.0041	0.0005	-0.0004	0.0013	0.0029	0.0005	0.002
0.0021	0.0018	0.002	0.0014	0.0023	0.0029	0.0016	0.001	0.0028
0.004	0.0013	-0.0014	0.0004	0.0021	0.0055	0.0084	0.0027	0.0018
0.0027	0.0013	0.0029	-0.0009	-0.0004	0.0009	-0.0002	0.002	0.0083
0.0026	0.0023	0.0038	0.0026	0.0013	0.0012	0.002	0	0.0073
0.0085	0.0003	0.0012	0.0017	0.0018;				
0.0007	0.0028	-0.0001	0.0045	0.0083	0.0072	0.0006	-0.0014	
0.0036	0.0151	0.0053	0.0035	0.0019	0.0012	0.0038	0.005	0.0019
0.0063	0.0034	0.0004	0.0001	0.0032	0.0054	0.0056	0.0027	0.0235
0.0047	0.0032	0.0022	0.0012	0.0037	0.002	0.0082	0.0047	0.0052
0.0148	0.0068	0.0025	0.0079	0.0025	-0.0021	0.0043	0.0027	0.0014
0.0147	0.0084	0.0009	0.002	0.0019	0.0019;			
0.0018	0.002	0.0051	0.0017	0.0028	0.0037	0.0023	0.0001	
0.0011	0.0026	0.0002	0.0018	0.0009	0.0018	0.0039	0.006	0.004
0.0118	0.0065	0.0019	-0.0011	0.0039	0.0052	0.0075	0.0018	0.0047
0.0116	0.0049	0.001	0.0027	0.0018	0.0044	0.0112	0	0.0017
								0.004

0.0069	0.0005	0.0118	0.0038	0.0009	0.0003	0.0023	0.0004	0.0065
0.0042	-0.0013	0.001	0.0031	0.0022;				
	-0.001	-0.0012	0.0026	0	0.0073	0.0038	0.0086	-0.0011
0.0011	0.0021	-0.0004	-0.0015	-0.0005	0.0026	0.0035	0.0057	0.0176
0.0052	0.0002	0.002	0.0054	0.0055	0.0083	0.0027	0.0032	0.0049
0.0211	-0.0004	0.0026	0.0025	-0.0006	-0.0007	-0.0002	-0.0007	-0.0037
0.0081	0.0003	0.0158	0.0032	-0.0003	0.0009	0.0001	-0.002	0.0086
0.0031	-0.0044	0.0002	0.002	0.0034;				
	0.0011	0.0022	-0.0026	0.003	-0.0018	0.0016	-0.001	-0.0004
0.0032	0.0024	0.0027	0.0011	-0.0008	0.0011	0.0051	0.0002	-0.0009
0.0017	0.0004	-0.0007	0.0022	0.0022	0.0012	0.0013	0.0022	0.001
-0.0004	0.0079	0.0047	-0.0001	0.0014	0.002	0.0026	0.0013	0.0034
0.0013	0.0009	0.0017	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0004	0	0.0023
0.0016	0.0017	0	0.0031;					
	0	0.001	0.0003	-0.001	-0.0021	0.001	0.0002	-0.0034
0.0016	-0.0009	0.001	0.0011	0.0013	0.0014	0.0041	0.0016	0.0002
0.0026	0.0016	-0.0004	0.0026	-0.0013	0.0002	0.0029	0.0012	0.0027
0.0026	0.0047	0.0126	0.0008	0.0031	0.0038	-0.0011	0.0009	0.0046
0.0014	0.0007	0.004	0.0031	-0.0015	-0.0007	-0.0002	-0.0011	0.0009
0.0006	-0.0007	0.0011	0.0006	0.0019;				
	-0.0002	0	-0.0002	0.0005	0.0024	0.0012	0.0013	-0.0027
0.0012	0.001	0.0006	0.0002	-0.001	0.0019	0.0003	0.0028	0.0053
0.0019	0.0008	0.0005	0.0021	-0.0005	0.0021	-0.0009	0.0037	0.0018
0.0025	-0.0001	0.0008	0.0092	0.0024	0.0012	-0.0002	-0.0013	0.0048
0.0013	0.0007	0.0033	0.0037	0.0001	0.0011	-0.0005	0.0003	-0.0017
0.0024	-0.0021	-0.0006	-0.0008	-0.0008;				
	-0.0006	0.0006	0.0025	0.0014	-0.0001	0.0023	-0.0029	-0.0045
0.0014	0	-0.0006	-0.0006	0.0003	0.0026	0.001	0.0001	0.0035
0.0035	0.0034	0.0017	-0.0017	0.0018	0.0001	0.0016	-0.0004	0.002
0.0044	-0.0006	0.0014	0.0031	0.0024	0.0178	0.0011	-0.0013	-0.0011
-0.0046	-0.0005	0.0009	0.0015	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0011	-0.0015
0.0029	0.0009	-0.0005	0.0005	0.001	-0.0008;			
	0.002	0.0056	-0.0013	0.0025	0.0033	0.0033	-0.0024	-0.0007
0.0018	0.0048	0.0009	0.0026	0.0001	0.0017	0.0014	0.0107	-0.0008
0.0053	0.0039	0.0012	-0.002	0.0086	0.0057	0.0015	0.0009	0.0082
0.0112	-0.0007	0.002	0.0038	0.0012	0.0011	0.0558	0.0052	0.004
0.0102	0.0046	-0.0004	0.0119	0.0038	-0.001	0.0016	0.0052	0.0023
0.0011	0.0083	-0.0007	0.0003	0.0031	-0.0007;			
	-0.0003	0.0024	-0.0009	0.0024	0.0032	0.001	0.0025	0.0011
0.0023	0.0009	0.006	0.0014	-0.0009	-0.0017	0.0008	0.0001	0.001
0.0013	-0.0014	-0.0014	0.0011	-0.0001	0.0032	0.0025	-0.0002	0.0047
-0.0002	0.0026	-0.0011	-0.0002	-0.0013	0.0052	0.0165	0.0036	0.0012
0.003	0.0011	0.0012	0.0011	-0.0006	0.0016	0.0073	0.0025	0.0025
0.0006	0.0029	0.002	0.0006	0.001;				
	0.0024	0.0044	0.0009	0.0016	0.0036	0.0018	0.002	0.0049
0.0047	0.0021	0.0022	0.0049	0.0034	0.0053	0.0024	0.0027	0.0007
0.0013	0.0033	0.0019	-0.0015	0.0002	0.0016	0.0076	0.002	0.0052
0.0017	-0.0007	0.0013	0.0009	-0.0013	-0.0011	0.004	0.0036	0.014
0.0162	0.0047	0.0014	0.0058	0.0019	-0.0008	0.0001	0.003	0.0013
0.0048	0.0045	0.0026	0.0021	-0.0003	0.0004;			
	0.0074	0.0111	0.0157	0.0009	0.0049	0.0034	0.0036	0.0024
0.0006	0.0087	0.0036	0.0073	0.0047	0.0068	0.0039	0.0066	0.0057
0.0063	0.0081	0.0067	0.0003	0.0061	0.0043	0.0189	0.0083	0.0148
0.004	-0.0037	0.0034	0.0046	0.0048	-0.0046	0.0102	0.0012	0.0162

0.0863	0.0127	0.0067	0.0133	0.0066	0.001	-0.0009	0.0105	0.0062
0.0172	0.0178	-0.0022	-0.0025	0.0005	0;			
0.0018	0.0039	0.0087	0.0018	0.0087	0.0056	0.012	0.0052	
0.0002	0.0009	0.0039	0.0029	0.0011	-0.0002	0.0047	0.0032	0.0024
0.0202	0.0044	0.002	-0.0007	0.0015	0.0057	0.0164	0.0026	0.0068
0.0069	0.0081	0.0013	0.0014	0.0013	-0.0005	0.0046	0.003	0.0047
0.0127	0.0244	0.0013	0.0146	0.003	0.0001	-0.0013	0.0029	-0.0002
0.0078	0.0104	-0.002	0.0018	0.0005	0.0023;			
0	0.0028	0.001	0.0014	-0.0002	0.0006	0.0007	0.0021	0.0012
0.0022	0.0018	0.001	0.0011	0.0016	0.002	0.0017	0.0003	0.0003
0.0014	0.0005	-0.0007	-0.0001	0.0016	0.003	0.0023	0.0025	0.0005
0.0003	0.0009	0.0007	0.0007	0.0009	-0.0004	0.0011	0.0014	0.0067
0.0013	0.0075	0.0014	0.0003	0.0002	0.0018	0.0042	0.0012	0.0019
0.0037	0.002	0.0016	0.0004	-0.0008;				
0.0014	0.005	0.0047	0.0029	0.0092	0.0071	0.0084	0.0018	
0.0029	0.0049	0.0026	0.0031	0.0035	0.002	0.0063	0.0079	0.0052
0.0268	0.0114	0.0006	-0.0011	0.0082	0.0095	0.0135	0.0038	0.0079
0.0118	0.0158	0.0017	0.004	0.0033	0.0015	0.0119	0.0012	0.0058
0.0133	0.0146	0.0014	0.0388	0.0066	0	-0.0019	0.0029	-0.0018
0.0167	0.0066	-0.0039	0.0014	0.0038	0.0043;			
0.0026	0.0035	0.0018	0.0014	0.0015	0.0016	0.001	0.0007	-
0.0007	0.002	0.0012	0.0046	0.0024	0.0011	0.0042	0.0029	0.0026
0.0073	0.004	0.002	-0.0009	0.0036	0.0028	0.0044	0.0026	0.0025
0.0038	0.0032	0.0026	0.0031	0.0037	-0.0002	0.0038	0.0011	0.0019
0.0066	0.003	0.0003	0.0066	0.0101	0.0011	0.0004	-0.0005	0.0008
0.0034	0.0047	-0.0007	0.002	0.0016	0.0014;			
0.0008	0.0006	0.0016	0.0002	-0.0017	0.0001	-0.0005	0.0005	-
0.0012	-0.0011	-0.0003	0.0008	-0.0004	-0.0006	0.0007	0.0005	-0.0007
0.0021	0.0012	-0.0009	0.0003	0.0013	0.0012	0.0014	0.0013	-0.0021
0.0009	-0.0003	-0.0001	-0.0015	0.0001	-0.0002	-0.001	-0.0006	-0.0008
0.001	0.0001	0.0002	0	0.0011	0.005	-0.0006	-0.0004	0.001
0.0041	0.0014	-0.0018	-0.0017	0.0002	-0.0003;			
0.0004	-0.0008	-0.0031	0.0046	-0.0006	-0.0006	-0.0004	0.0002	-
0.0005	0.0048	0.0031	-0.001	-0.0001	0.0003	0.0005	0.001	0.0004
0.0023	-0.0003	0.0011	0	-0.0002	0.0001	0.0008	0.0012	0.0043
0.0009	0.0013	-0.0007	0.0011	-0.0002	0.0016	0.0016	0.0001	-0.0009
-0.0013	0.0018	-0.0019	0.0004	-0.0006	0.0098	0.0004	-0.0001	-0.0015
0.0015	0	0.0031	0.002	0.002;				
0.0004	0.0024	0.005	0.0018	0.0039	0.0014	0.0037	0.0027	
0.0007	-0.0003	0.0041	0.0016	0.0007	0.0009	0.0005	0.0015	0.0018
0.0028	0	0.0017	0.0011	0.0012	0.0009	0.0056	0.002	0.0027
0.0023	0.0001	0.0004	-0.0002	-0.0005	-0.0011	0.0052	0.0073	0.003
0.0105	0.0029	0.0042	0.0029	-0.0005	-0.0004	0.0004	0.0137	0.0023
0.0001	0.004	0.0044	-0.0006	0.0002	-0.0001;			
0.0009	0.0016	0.0004	0.0007	0	0	-0.0007	0.0018	0.0007
0.0008	0.0012	0.0011	0.0005	0.0008	0.0001	0.0016	0.0001	-0.0003
0.0003	0.0015	0.0006	0.0015	-0.0004	0.0006	0	0.0014	0.0004
-0.002	0	-0.0011	0.0003	-0.0015	0.0023	0.0025	0.0013	0.0062
-0.0002	0.0012	-0.0018	0.0008	0.001	-0.0001	0.0023	0.0057	0.0017
-0.0006	0.0019	0.0001	0.0003	-0.0008;				
0.0052	0.0041	0.002	0.0001	0.0037	0.0061	-0.003	-0.0008	
0.0078	0.0133	0.0021	0.0057	0.0015	0.0039	0.0029	0.01	0.001
0.0147	0.01	-0.0012	-0.0007	0.0065	0.0138	0.0051	0.0073	0.0147
0.0065	0.0086	0.0023	0.0009	-0.0017	0.0029	0.0011	0.0025	0.0048

```

0.0172 0.0078 0.0019 0.0167 0.0034 0.0041 -0.0015 0.0001 0.0017
0.059 0.007 -0.0034 -0.0028 0.0058 0.0052;
0.0012 0.0026 0.0123 -0.0007 0.0075 0.0058 0.0088 0.001
0.0001 0.0044 0.0027 0.0027 0.0021 0.0023 0.0085 0.0018 0.0013
0.0113 0.0062 0.0011 -0.002 0.0022 0.0071 0.0154 0.0085 0.0084
0.0042 0.0031 0.001 0.0006 0.0024 0.0009 0.0083 0.0006 0.0045
0.0178 0.0104 0.0037 0.0066 0.0047 0.0014 0.0015 0.004 -0.0006
0.007 0.0266 0.0004 0.0022 -0.0001 -0.0002;
0.0006 0.0018 -0.0013 0.0019 0.0008 -0.0002 -0.0003 0.0036
0.0042 0.0008 0.0025 0.0016 0.0026 0.0017 0 0.0002 -0.0008 -
0.0034 0 0.0011 -0.0003 -0.0003 -0.0021 -0.0004 0.0003 0.0009 -
0.0013 -0.0044 0.0016 -0.0007 -0.0021 -0.0005 -0.0007 0.0029 0.0026 -
0.0022 -0.002 0.002 -0.0039 -0.0007 -0.0018 0 0.0044 0.0019 -
0.0034 0.0004 0.0096 0.0007 0.0004 0.0005;
-0.0005 0.0009 -0.0006 0.0002 -0.0016 0.0002 0.0001 0.0024
0.0007 0.0012 0.0004 0.0008 0.0012 0.0012 0.0024 0.0003 -0.0003
0.0008 0.0021 0.0009 -0.0018 -0.0015 0.0018 0.0021 0.0012 0.002
0.001 0.0002 0.0017 0.0011 -0.0006 0.0005 0.0003 0.002 0.0021 -
0.0025 0.0018 0.0016 0.0014 0.002 -0.0017 0.0031 -0.0006 0.0001 -
0.0028 0.0022 0.0007 0.0095 0.0008 0.0009;
0.0008 0.0009 0.001 0.0039 0.0009 0.0012 -0.0016 0.0001
0.0018 0.0021 0.0009 0.0003 0.0007 -0.0001 0.0008 0.0023 0.0019
0.0035 0.0018 0.0011 0.0001 0.001 0.0008 0 0.0017 0.0019
0.0031 0.002 0 0.0006 -0.0008 0.001 0.0031 0.0006 -0.0003
0.0005 0.0005 0.0004 0.0038 0.0016 0.0002 0.002 0.0002 0.0003
0.0058 -0.0001 0.0004 0.0008 0.0058 0.0033;
0.0011 0 -0.0002 0.0033 0.0006 0.0013 -0.0004 0.0009 0.0038
0.0034 0.002 0.0008 -0.0001 0 0.001 0.0036 0.0012 0.0043 0.003
0.0011 -0.0002 0.001 0.0013 0.0014 0.0018 0.0019 0.0022 0.0034
0.0031 0.0019 -0.0008 -0.0008 -0.0007 0.001 0.0004 0 0.0023 -
0.0008 0.0043 0.0014 -0.0003 0.002 -0.0001 -0.0008 0.0052 -0.0002
0.0005 0.0009 0.0033 0.0071;];
VAR=0;
for i=1:50
    for j=1:50
        VAR=VAR+w(i)*w(j)*COV(i,j);
    end
end
Risk=sqrt(VAR);
z=Risk-Ep;
end

```

الف) ۲. بهینه‌ساز

کوچ پرندگان PSO، برنامه به زبان برنامه‌نویسی نرم‌افزار MATLAB، نوشته شده توسط مؤلف و با پسوند *.m فایل.

```

%% PSO Program: 01.01.2010, this is a file containing PSO code for
optimization of a cost function
%% Initialization of Parameters
clc;
clear
format long
NumofParticles = 500; % Number of Particles of PSO

```



```

NPar = 50; % Number of Optimization Parameters, Number of securities
VarLow = 0; % Lower Limmit of problem, lower bound
VarHigh = 0.0666; % Upper Limmit of problem, Upper Bound
ff = 'MyCostFunc'; % function that is to be optimized, it is to be saved
with the name 'MyCostFunc' and in the same folder of this PSOProgram.m
file
GlobalBestP = rand(1,NPar); % Global Best Position
GlobalBestC = feval(ff,GlobalBestP); % Global Best Cost
MaxIterations = 100; % Maximum number of iterations that is user defined
DampCoef = .98; % discussed extensively in the article
C1 = 2; % discussed extensively in the article
C2 = 4 - C1; % discussed extensively in the article
for i = 1:NumofParticles
    Particles{i}.Position = rand(1,NPar)*(VarHigh-VarLow)+VarLow;
    Particles{i}.Velocity = rand(1,NPar);
    Particles{i}.Cost = feval(ff,Particles{i}.Position);
    Particles{i}.LocalBestPosition = Particles{i}.Position;
    Particles{i}.LocalBestCost = Particles{i}.Cost;

    if Particles{i}.Cost < GlobalBestC
        GlobalBestP = Particles{i}.Position;
        GlobalBestC = Particles{i}.Cost;
    end
end

for t = 1:MaxIterations
    Damp = DampCoef^t;
    for i = 1:NumofParticles
        r1 = rand(1,NPar);
        r2 = rand(1,NPar);
        w = rand(1,NPar);
        Particles{i}.Velocity = w.*Particles{i}.Velocity + ...
            r1*C1.*(Particles{i}.LocalBestPosition -
Particles{i}.Position) + ...
            r2*C2.*(GlobalBestP - Particles{i}.Position);
        Particles{i}.Velocity = Particles{i}.Velocity * Damp;
        Particles{i}.Position = Particles{i}.Position +
Particles{i}.Velocity;
        Particles{i}.Cost = feval(ff,Particles{i}.Position);
        for j = 1:NPar; % To prevent the particles from exceeding the
boundary condotions
            if Particles{i}.Position(j) > VarHigh
                Particles{i}.Position(j) = VarHigh;
            end

            if Particles{i}.Position(j) < VarLow
                Particles{i}.Position(j) = VarLow;
            end
        end
        for ii=1:NumofParticles
            for jj=1:NPar;

Newx(ii,jj)=(Particles{ii}.Position(jj))/(sum(Particles{ii}.Position(:)))
;

            end
        end
    end
end

```

```

end % These recent two for loops (lines 51-55) are to satisfy the
3rd portfolio constraint, i.e., make the summation of particles (stock
weights) equal to 1
Particles{i}.Position=Newx(i,:);
if Particles{i}.Cost < Particles{i}.LocalBestCost;
    Particles{i}.LocalBestPosition = Particles{i}.Position;
    Particles{i}.LocalBestCost = Particles{i}.Cost;
    if Particles{i}.Cost < GlobalBestC
        GlobalBestP = Particles{i}.Position;
        GlobalBestC = Particles{i}.Cost;
    end
end
CostMatrix(i) = Particles{i}.Cost;
ParticleMatrix(i,:) = Particles{i}.Position;
end
MeanCost = mean(CostMatrix);
MinCost = min(CostMatrix);
MeanCostMatrix(t) = MeanCost;
MinCostMatrix(t) = MinCost;
plot(MinCostMatrix,'r','linewidth',3);
xlim([1 MaxIterations])
hold on
plot(MeanCostMatrix,'.b','linewidth',2);
hold off
pause(.01)

end

BestSolution = GlobalBestP
BestCost = GlobalBestC

```

الف) ۳. بهینه‌ساز

رقابت استعماری ICA، برنامه به زبان برنامه‌نویسی نرم‌افزار MATLAB، نوشته شده توسط آقای اسماعیل آتشپز گرگری، مبدع این الگوریتم، و تغییر و تطبیق داده شده برای حل مسئله‌ی پورتفوی توسط مؤلف (تابع اصلی توانایی پذیرش همه‌ی قیود را نداشت)، و با پسوند *.m* فایل. توجه شود که در این بخش صرفاً متن تابع اصلی بهینه‌سازی ICA درج خواهد شد و از درج ۱۲ تابع فرعی که توسط این تابع اصلی و برای بهینه‌سازی فراخوانی می‌شوند، به دلیل اشغال صفحات زیاد، خودداری شده است. متن این توابع در تماس با مؤلف و یا مراجعه به سایت اختصاصی ICA، به مالکیت آقای آتشپز، قابل دستیابی است.

اطلاعات تماس مؤلف: Arash.talebi.thesisinfo@gmail.com

وبسایت اختصاصی ICA: <http://www.icasite.info>

```
%% Imperialist Competitive Algorithm (ICA);
```

```

% A Socio Politically Inspired Optimization Strategy.
% 2008

% To use this code, you should only prepare your cost function and apply
% CCA to it. Please read the guide available in my home page.

% Special thank is for my friend Mostapha Kalami Heris whose breadth
% vision toward
% artificial intelligence and his programming skills have always been a
% source of inspiration for me. He helped me a lot to prepare this code.
% His email: sm.kalami@gmail.com

% -----
% Esmail Atashpaz Gargari
% Control and Intelligent Processing Center of Excellence,
% ECE school of University of Tehran, Iran
% Cellphone: (+98)-932-9011620
% Email: e.atashpaz@ece.ut.ac.ir & atashpaz.gargari@gmail.com
% Home Page: http://www.atashpaz.com

% -----
% Adapted for solving portfolio optimization problem with 3 constrains
% by:
% Arash Talebi
% Industrial Engineering and Management department,
% Shahrood University of Technology, Shahrood, Iran.
% Cellphone: (+98)-935-655-4661
% Email: arash.talebi.mba@gmail.com
% Information, added by direct permission of Mr. Atashpaz

close all
clc; clear
%% Problem Statement
ProblemParams.CostFuncName = 'BenchmarkFunction'; % You should state
the name of your cost function here.
ProblemParams.CostFuncExtraParams = [];
ProblemParams.NPar = 50; % Number of
optimization variables of your objective function. "NPar" is the
dimention of the optimization problem.
ProblemParams.VarMin = 0; % Lower limit of the
optimization parameters. You can state the limit in two ways. 1) 2)
ProblemParams.VarMax = 0.0666; % Lower limit of the
optimization parameters. You can state the limit in two ways. 1) 2)

% Modifying the size of VarMin and VarMax to have a general form
if numel(ProblemParams.VarMin)==1
ProblemParams.VarMin= repmat(ProblemParams.VarMin,1,ProblemParams.NPar);

ProblemParams.VarMax=repmat(ProblemParams.VarMax,1,ProblemParams.NPar);
end

ProblemParams.SearchSpaceSize = ProblemParams.VarMax -
ProblemParams.VarMin;

```

```

%% Algorithmic Parameter Setting
AlgorithmParams.NumOfCountries = 500;           % Number of initial
countries.
AlgorithmParams.NumOfInitialImperialists = 10;   % Number of Initial
Imperialists.
AlgorithmParams.NumOfAllColonies = AlgorithmParams.NumOfCountries -
AlgorithmParams.NumOfInitialImperialists;
AlgorithmParams.NumOfDecades = 10000;
AlgorithmParams.RevolutionRate = 0.3;           % Revolution is the
process in which the socio-political characteristics of a country change
suddenly.
AlgorithmParams.AssimilationCoefficient = 2;     % In the original
paper assimilation coefficient is shown by "beta".
AlgorithmParams.AssimilationAngleCoefficient = .5; % In the original
paper assimilation angle coefficient is shown by "gama".
AlgorithmParams.Zeta = 0.02;                   % Total Cost of
Empire = Cost of Imperialist + Zeta * mean(Cost of All Colonies);
AlgorithmParams.DampRatio = 0.99;
AlgorithmParams.StopIfJustOneEmpire = false;    % Use "true" to stop
the algorithm when just one empire is remaining. Use "false" to continue
the algorithm.
AlgorithmParams.UnitingThreshold = 0.02;        % The percent of
Search Space Size, which enables the uniting process of two Empires.

zarib = 1.05;                                   % **** Zarib is used to prevent the
weakest empire to have a probability equal to zero
alpha = 0.1;                                    % **** alpha is a number in the
interval of [0 1] but alpha<<1. alpha denotes the importance of mean
minimum compare to the global mimimum.

%% Display Setting
DisplayParams.PlotEmpires = false;             % "true" to plot. "false" to cancel
ploting.
if DisplayParams.PlotEmpires
    DisplayParams.EmpiresFigureHandle = figure('Name','Plot of
Empires','NumberTitle','off');
    DisplayParams.EmpiresAxisHandle = axes;
end

DisplayParams.PlotCost = true;                 % "true" to plot. "false"
if DisplayParams.PlotCost
    DisplayParams.CostFigureHandle = figure('Name','Plot of Minimum and
Mean Costs','NumberTitle','off');
    DisplayParams.CostAxisHandle = axes;
end

ColorMatrix = [1 0 0 ; 0 1 0 ; 0 0 1 ; 1 1 0 ; 1 0
1 ; 0 1 1 ; 1 1 1 ;
0.5 0.5 0.5; 0 0.5 0.5 ; 0.5 0 0.5 ; 0.5 0.5 0 ; 0.5 0
0 ; 0 0.5 0 ; 0 0 0.5 ;
1 0.5 1 ; 0.1*[1 1 1]; 0.2*[1 1 1]; 0.3*[1 1 1]; 0.4*[1
1 1]; 0.5*[1 1 1]; 0.6*[1 1 1]];
DisplayParams.ColorMatrix = [ColorMatrix ; sqrt(ColorMatrix)];

```

```

DisplayParams.AxisMargin.Min = ProblemParams.VarMin;
DisplayParams.AxisMargin.Max = ProblemParams.VarMax;

%% Creation of Initial Empires
InitialCountries = GenerateNewCountry(AlgorithmParams.NumOfCountries ,
ProblemParams);

% Calculates the cost of each country. The less the cost is, the more is
the power.
if isempty(ProblemParams.CostFuncExtraParams)
    InitialCost = feval(ProblemParams.CostFuncName,InitialCountries);
else
    InitialCost =
feval(ProblemParams.CostFuncName,InitialCountries,ProblemParams.CostFuncE
xtraParams);
end
[InitialCost,SortInd] = sort(InitialCost); %
Sort the cost in assending order. The best countries will be in higher
places
InitialCountries = InitialCountries(SortInd,:); %
Sort the population with respect to their cost.

Empires =
CreateInitialEmpires(InitialCountries,InitialCost,AlgorithmParams,
ProblemParams);

%% Main Loop
MinimumCost = repmat(nan,AlgorithmParams.NumOfDecades,1);
MeanCost = repmat(nan,AlgorithmParams.NumOfDecades,1);

if DisplayParams.PlotCost
    axes(DisplayParams.CostAxisHandle);
    if any(findall(0)==DisplayParams.CostFigureHandle)

h_MinCostPlot=plot(MinimumCost,'r','LineWidth',1.5,'YDataSource','Minimum
Cost');
        hold on;

h_MeanCostPlot=plot(MeanCost,'k','LineWidth',1.5,'YDataSource','MeanCost
');
        hold off;
        pause(0.05);
    end
end

for Decade = 1:AlgorithmParams.NumOfDecades
    AlgorithmParams.RevolutionRate = AlgorithmParams.DampRatio *
AlgorithmParams.RevolutionRate;

    Remained = AlgorithmParams.NumOfDecades - Decade
    for ii = 1:numel(Empires)
        %% Assimilation; Movement of Colonies Toward Imperialists
(Assimilation Policy)
    end
end

```

```

    Empires(ii) =
AssimilateColonies(Empires(ii),AlgorithmParams,ProblemParams);

    %% Revolution; A Sudden Change in the Socio-Political
    Characteristics

    Empires(ii) =
RevolveColonies(Empires(ii),AlgorithmParams,ProblemParams);

    %% New Cost Evaluation
    if isempty(ProblemParams.CostFuncExtraParams)
        Empires(ii).ColoniesCost =
feval(ProblemParams.CostFuncName,Empires(ii).ColoniesPosition);
    else
        Empires(ii).ColoniesCost =
feval(ProblemParams.CostFuncName,Empires(ii).ColoniesPosition,ProblemPara
ms.CostFuncExtraParams);
    end

    %% Empire Possession (***** Power Possession, Empire
    Possession)
    Empires(ii) = PossesEmpire(Empires(ii));

    %% Computation of Total Cost for Empires
    Empires(ii).TotalCost = Empires(ii).ImperialistCost +
AlgorithmParams.Zeta * mean(Empires(ii).ColoniesCost);

end

%% Uniting Similiar Empires
Empires = UniteSimilarEmpires(Empires,AlgorithmParams,ProblemParams);

%% Imperialistic Competition
Empires = ImperialisticCompetition(Empires);

if numel(Empires) == 1 && AlgorithmParams.StopIfJustOneEmpire
    break
end

%% Displaying the Results
DisplayEmpires(Empires,AlgorithmParams,ProblemParams,DisplayParams);

ImerialistCosts = [Empires.ImperialistCost];
MinimumCost(Decade) = min(ImerialistCosts);
MeanCost(Decade) = mean(ImerialistCosts);

if DisplayParams.PlotCost
    refreshdata(h_MinCostPlot);
    refreshdata(h_MeanCostPlot);
    drawnow;
    pause(0.01);
end

```

```

end % End of Algorithm

%% Final Results
MinimumCost(end)
EmpiresImperialistCost = [Empires.ImperialistCost];
Inx = find(EmpiresImperialistCost == min(EmpiresImperialistCost));
disp('-----')
BestSolution = Empires(Inx).ImperialistPosition
BestCost = Empires(Inx).ImperialistCost

SumOfBestSolution = sum(BestSolution)

```

الف) ۴. محاسبه‌ی

بازده، انحراف معیار و نسبت شارپ در دوره‌ی آزمون (مثال: یکی از نمونه‌ها)

```

clear
clc
R1 = [0.0468,0.0949,0.0183,0.0721,-0.0005,-0.0347,0,-0.2401,-
0.0368,0.0032,-0.0809,0.1063,0.0733,-0.0021,-0.0183,0.2536,-
0.0742,0.1153,0.2623,0.1104,0,0.261,0.0304,0.1379,0.0922,-0.0528,-
0.0259,-0.0872,0.0934,0.0059,-0.0357,-0.0034,0.2436,-
0.0048,0.0894,0.1189,0.0546,0.0152,0.0535,-0.0853,-0.0005,-
0.0301,0.0494,0.0649,0.0678,-0.0431,0.0896,0.0912,0.0671,-0.0239;];
R2 = [0.0065,-0.1162,0.1724,0.0835,-
0.1348,0,0,0.0427,0.1939,0.1791,0.1125,-0.0045,0.0866,0.033,-
0.0159,0.1488,0.07,0.1179,0.0294,-0.0207,-0.0175,0.1281,0.0838,0.2318,-
0.0296,0.2075,0.0298,-
0.006,0.0592,0.0278,0,0.0331,0.1066,0.0714,0.0999,0.3625,0.1971,0.1261,0.
0244,-0.0047,-0.1289,0.0614,0.0241,0.0134,-0.019,0.0672,-
0.0056,0.0721,0.1013,-0.0097;];
R3 = [0.3813,0.0192,0.0607,0.0559,0.1994,-0.0477,-
0.0647,0,0.0475,0.4176,-0.0024,0.057,0.3765,0,0.1517,0.0334,0.0896,-
0.0535,-0.0576,0.4052,0.029,-0.0369,-0.0222,-
0.0098,0.3192,0.2118,0.2037,0,0.0238,-0.0303,-0.0185,0.0143,0.4362,-
0.0306,-0.0735,0.1313,-0.0313,-0.0155,-0.0073,0.2144,-0.0437,-
0.0203,0.0171,0,0,-0.0124,0.0713,0.2124,0,0.1682;];
R4 = [-0.1,-0.0615,-0.0159,0.0215,-0.0505,-0.0378,-0.002,0,-0.0072,-
0.1278,0.0233,-0.0086,-0.033,0,-0.1037,0.0065,-0.0395,0.313,-
0.106,0.3492,-0.0267,0.0887,0.0101,-0.0775,-0.0465,-
0.1138,0.0086,0.1532,-0.0292,0.0431,-
0.0054,0.0733,0.3153,0.0455,0.049,0.2171,0.2543,-0.0666,0.2532,-0.0362,-
0.0831,-0.0015,0,0,0.189,-0.0902,-0.0465,-0.0443,0.3781,0.2483;];
R5 = [0.1735,-0.0074,0.0484,0.0759,-0.064,0,-0.0777,0,-
0.0058,0.1235,0.1132,0,0.0331,0,-0.0061,-0.0719,0.0667,0,-0.1679,-
0.1071,-0.0351,-0.0778,0.0756,0.0086,-0.0488,-
0.0062,0.0957,0.0556,0.0746,-0.0454,-0.0018,0.0792,-0.1159,-
0.0898,0.069,-0.1143,-0.1553,0.2182,0,0.1272,-0.0192,-0.0338,-0.1998,-
0.0411,-0.1556,-0.0511,-0.1386,-0.0087,0.1394,-0.0202;];
R6 = [0.0388,0.0149,0.0147,0.1294,0.0279,0.3028,-0.0245,0.0343,-
0.0092,0.1533,0.1206,0.3082,0.1631,-
0.0196,0.1136,0.1203,0.1752,0,0.0631,0.1524,0.0332,0.0954,0.1775,0.2423,0
.0153,0.1305,0.2102,-0.06,0.2045,0.2097,0.087,-

```

```

0.0217,0.0033,0.3506,0.5213,0.012,0.0937,0.0777,0.0442,0.0958,0.1849,-
0.0056,0.272,0.0566,0.0794,0.0292,0.0142,0.2069,0.1388,-0.0369];
w
[0.09,0,0.095,0,0,0,0,0,0,0.07,0,0,0.1,0,0,0,0,0,0.075,0,0,0.07,0,0,0,0
.08,0,0.08,0,0,0,0.05,0.06,0,0,0.05,0,0.03,0.03,0,0,0,0,0.07,0,0,0,0.05,0
];

Ep1=0;
for i=1:50
    Ep1=Ep1+w(i)*R1(i);
end

Ep2=0;
for i=1:50
    Ep2=Ep2+w(i)*R2(i);
end

Ep3=0;
for i=1:50
    Ep3=Ep3+w(i)*R3(i);
end

Ep4=0;
for i=1:50
    Ep4=Ep4+w(i)*R4(i);
end

Ep5=0;
for i=1:50
    Ep5=Ep5+w(i)*R5(i);
end

Ep6=0;
for i=1:50
    Ep6=Ep6+w(i)*R6(i);
end

Return = [Ep1 Ep2 Ep3 Ep4 Ep5 Ep6];
stddv = std (Return);
average = mean(Return);
Rvar = (average - 0.0135413)/(stddv);

disp('Return=');
disp(100 * Return);
disp('average');
disp(100 * average);
disp('stddv');
disp(100 * stddv);
disp('RVAR');
disp(Rvar);
% *****
% Return=
%      5.1082      7.3388     17.8623      7.2348      2.3997     13.1544
%

```



```
% average
%      8.8497
%
% stddv
%      5.6613
%
% RVAR
%      1.3240
```

الف) ۵. محاسبه‌ی

بازده مورد انتظار و ریسک پورترفوی (مثال: یکی از نمونه‌ها، بازده مورد انتظار و ریسک ماهانه با استفاده از اطلاعات منتهی به بهمن‌ماه ۸۸- محاسبات بازده و ریسک مورد انتظار سالانه نیز به

همین شکل می‌باشد، فقط اعداد و ضرایب متفاوتی دارد)

```
R = [0.0005 0.0151 0.0412 0.0231 0.023 0.0265 0.0046 0.0011
0.0078 0.0308 0.0217 0.0189 0.0162 -0.0069 0.0169 -0.0047 0.0185
0.0094 0.0162 0.005 -0.0038 -0.0044 0.0134 0.0274 0.01 0.0246
0.0104 0.0133 -0.0113 -0.012 -0.0038 0.0304 0 0.0276 0.0005
0.0729 -0.0072 0.0143 -0.001 0.0127 -0.0101 0.0203 0.0042 -0.0032
0.0543 0.0311 0.0078 0.0138 0.0197 0.0108];
w =
[0.02,0.01,0.04,0,0,0,0,0,0.01,0.05,0.01,0.03,0.03,0.03,0.02,0.05,0,0.02,
0.01,0.05,0.01,0.02,0.05,0.01,0.01,0.02,0,0,0.02,0.03,0.01,0.02,0.1,0.05,
0.02,0,0.02,0,0,0.02,0.01,0,0.02,0.02,0.1,0,0.01,0.01,0.04,0;];
Ep=0;
for i=1:50
    Ep=Ep+w(i)*R(i);
end
COV = [0.0063 0.0037 0.0003 0.0004 -0.0019 -0.0018 -0.0007 0.0019
0.0017 0.0021 0.0006 0.0027 0.0028 0.0027 -0.0006 0.0018 0.0007 0
0.0013 0.0026 -0.0012 0.0009 0 0.0019 0.0015 0.0007 0.0018 -
0.001 0.0011 0 -0.0002 -0.0006 0.002 -0.0003 0.0024 0.0074 0.0018
0 0.0014 0.0026 0.0008 0.0004 0.0004 0.0009 0.0052 0.0012
0.0006 -0.0005 0.0008 0.0011;
0.0037 0.009 0.0027 0.0034 -0.0003 0.0001 -0.0002 0.0029
0.0022 0.0017 0.0018 0.004 0.0036 0.0031 0.0012 0.0019 0.0003
0.0023 0.0013 0.0015 -0.0016 0.0015 0.0015 0.0036 0.0026 0.0028
0.002 -0.0012 0.0022 0.001 0 0.0006 0.0056 0.0024 0.0044
0.0111 0.0039 0.0028 0.005 0.0035 0.0006 -0.0008 0.0024 0.0016
0.0041 0.0026 0.0018 0.0009 0.0009 0;
0.0003 0.0027 0.0486 -0.0022 0.0036 0.0023 0.011 -0.0021 -
0.0038 0.0003 0.0013 0.0025 0.0009 0.0007 0.0046 0.0004 0.0044
0.0131 0.006 0.0018 -0.001 0.0035 0.0022 0.0148 0.0041 -0.0001
0.0051 0.0026 -0.0026 0.0003 -0.0002 0.0025 -0.0013 -0.0009 0.0009
0.0157 0.0087 0.001 0.0047 0.0018 0.0016 -0.0031 0.005 0.0004
0.002 0.0123 -0.0013 -0.0006 0.001 -0.0002;
0.0004 0.0034 -0.0022 0.0129 0.0017 0.0029 -0.0012 0.0006
0.0025 0.0029 0.0053 0.0014 0.0007 -0.001 0.0002 0.0023 0.0002
0.0019 -0.0006 0.0009 0.0009 0 0.0016 0.001 0.0005 0.0045
0.0017 0 0.003 -0.001 0.0005 0.0014 0.0025 0.0024 0.0016
0.0009 0.0018 0.0014 0.0029 0.0014 0.0002 0.0046 0.0018 0.0007
0.0001 -0.0007 0.0019 0.0002 0.0039 0.0033;
```

-0.0019 -0.0003 0.0036 0.0017 0.0214 0.0061 0.0083 0.0018 -
 0.0008 0.0017 0.0037 0.0003 0.0004 0.0014 0.0038 0.0008 0.004
 0.0119 0.0011 0.0004 0.0028 0.0038 0.0028 0.0092 -0.0004 0.0083
 0.0028 0.0073 -0.0018 -0.0021 0.0024 -0.0001 0.0033 0.0032 0.0036
 0.0049 0.0087 -0.0002 0.0092 0.0015 -0.0017 -0.0006 0.0039 0
 0.0037 0.0075 0.0008 -0.0016 0.0009 0.0006;
 -0.0018 0.0001 0.0023 0.0029 0.0061 0.0111 0.0033 0.0001
 0.0013 0.004 0.0017 0.0012 0.0002 -0.0031 0.0034 0.0023 0.0019
 0.0063 0.0031 0.0004 0.0008 0.0004 0.0029 0.0057 0.0013 0.0072
 0.0037 0.0038 0.0016 0.001 0.0012 0.0023 0.0033 0.001 0.0018
 0.0034 0.0056 0.0006 0.0071 0.0016 0.0001 -0.0006 0.0014 0
 0.0061 0.0058 -0.0002 0.0002 0.0012 0.0013;
 -0.0007 -0.0002 0.011 -0.0012 0.0083 0.0033 0.0161 0.002 -
 0.0019 -0.0019 0.0042 -0.0002 0.0001 -0.0014 0.0036 -0.0018 0.0035
 0.0115 0.0023 0.0008 0.0011 0.0006 0.0018 0.0125 0.0029 0.0006
 0.0023 0.0086 -0.001 0.0002 0.0013 -0.0029 -0.0024 0.0025 0.002
 0.0036 0.012 0.0007 0.0084 0.001 -0.0005 -0.0004 0.0037 -0.0007 -
 0.003 0.0088 -0.0003 0.0001 -0.0016 -0.0004;
 0.0019 0.0029 -0.0021 0.0006 0.0018 0.0001 0.002 0.0145
 0.0021 -0.0017 0.0002 0.0035 0.0021 0.0049 -0.0001 0.0002 -0.0013
 0.0012 0.0004 0.0028 -0.0004 -0.0016 -0.0006 0.005 0.0005 -0.0014
 0.0001 -0.0011 -0.0004 -0.0034 -0.0027 -0.0045 -0.0007 0.0011 0.0049
 0.0024 0.0052 0.0021 0.0018 0.0007 0.0005 0.0002 0.0027 0.0018 -
 0.0008 0.001 0.0036 0.0024 0.0001 0.0009;
 0.0017 0.0022 -0.0038 0.0025 -0.0008 0.0013 -0.0019 0.0021
 0.0133 0.0038 0.0021 0.0019 0.002 0.0004 0.0008 0.0044 -0.0012 -
 0.0018 0.0037 0.0001 -0.002 -0.0003 0.0013 0.0001 0.002 0.0036
 0.0011 -0.0016 0.004 0.0015 -0.0021 0.0014 0.0018 0.0023 0.0047
 0.0006 0.0002 0.0012 0.0029 -0.0007 -0.0012 -0.0005 0.0007 0.0007
 0.0078 0.0001 0.0042 0.0007 0.0018 0.0038;
 0.0021 0.0017 0.0003 0.0029 0.0017 0.004 -0.0019 -0.0017
 0.0038 0.0175 0.0025 0.0021 0.0022 -0.0002 0.0023 0.0057 0
 0.0018 0.0032 0.0001 -0.0007 0.0018 0.0041 0.001 0.0021 0.0151
 0.0026 0.0011 0.0032 0.0016 0.0012 0 0.0048 0.0009 0.0021
 0.0087 0.0009 0.0022 0.0049 0.002 -0.0011 0.0048 -0.0003 0.0008
 0.0133 0.0044 0.0008 0.0012 0.0021 0.0034;
 0.0006 0.0018 0.0013 0.0053 0.0037 0.0017 0.0042 0.0002
 0.0021 0.0025 0.0085 0.0015 0.0002 -0.0015 0.0011 0.0003 0.0009
 0.0039 -0.0006 -0.0002 0.0006 0.0012 0.0007 0.0033 0.0018 0.0053
 0.0002 0.0021 0.0024 -0.0009 0.001 -0.0006 0.0009 0.006 0.0022
 0.0036 0.0039 0.0018 0.0026 0.0012 -0.0003 0.0031 0.0041 0.0012
 0.0021 0.0027 0.0025 0.0004 0.0009 0.002;
 0.0027 0.004 0.0025 0.0014 0.0003 0.0012 -0.0002 0.0035
 0.0019 0.0021 0.0015 0.0092 0.0038 0.0051 0.0013 0.0057 -0.0005
 0.0019 0.0022 0.0021 -0.0015 0.0038 0.002 0.003 0.002 0.0035
 0.0018 -0.0004 0.0027 0.001 0.0006 -0.0006 0.0026 0.0014 0.0049
 0.0073 0.0029 0.001 0.0031 0.0046 0.0008 -0.001 0.0016 0.0011
 0.0057 0.0027 0.0016 0.0008 0.0003 0.0008;
 0.0028 0.0036 0.0009 0.0007 0.0004 0.0002 0.0001 0.0021 0.002
 0.0022 0.0002 0.0038 0.0056 0.0027 0.0007 0.0024 0 0.0006
 0.0005 0.0018 -0.0014 0.0019 -0.001 0.0019 0.0014 0.0019 0.0009 -
 0.0015 0.0011 0.0011 0.0002 0.0003 0.0001 -0.0009 0.0034 0.0047
 0.0011 0.0011 0.0035 0.0024 -0.0004 -0.0001 0.0007 0.0005 0.0015
 0.0021 0.0026 0.0012 0.0007 -0.0001;

0.0027 0.0031 0.0007 -0.001 0.0014 -0.0031 -0.0014 0.0049
0.0004 -0.0002 -0.0015 0.0051 0.0027 0.0185 -0.0004 0.0031 -0.0002 -
0.001 0.0024 0.0049 -0.0012 0.0035 -0.0003 0.004 0.0023 0.0012
0.0018 -0.0005 -0.0008 0.0013 -0.001 0.0026 0.0017 -0.0017 0.0053
0.0068 -0.0002 0.0016 0.002 0.0011 -0.0006 0.0003 0.0009 0.0008
0.0039 0.0023 0.0017 0.0012 -0.0001 0;
-0.0006 0.0012 0.0046 0.0002 0.0038 0.0034 0.0036 -0.0001
0.0008 0.0023 0.0011 0.0013 0.0007 -0.0004 0.0086 0.0028 0.0016
0.0094 0.0056 -0.0009 -0.0021 0.0016 0.0049 0.0077 0.0029 0.0038
0.0039 0.0026 0.0011 0.0014 0.0019 0.001 0.0014 0.0008 0.0024
0.0039 0.0047 0.002 0.0063 0.0042 0.0007 0.0005 0.0005 0.0001
0.0029 0.0085 0 0.0024 0.0008 0.001;
0.0018 0.0019 0.0004 0.0023 0.0008 0.0023 -0.0018 0.0002
0.0044 0.0057 0.0003 0.0057 0.0024 0.0031 0.0028 0.0157 0.0005
0.0053 0.0057 0.0028 -0.001 0.0078 0.0049 0.0037 0.0016 0.005
0.006 0.0035 0.0051 0.0041 0.0003 0.0001 0.0107 0.0001 0.0027
0.0066 0.0032 0.0017 0.0079 0.0029 0.0005 0.001 0.0015 0.0016
0.01 0.0018 0.0002 0.0003 0.0023 0.0036;
0.0007 0.0003 0.0044 0.0002 0.004 0.0019 0.0035 -0.0013 -
0.0012 0 0.0009 -0.0005 0 -0.0002 0.0016 0.0005 0.0089 0.0063
0.0033 0.0022 0.0011 0.001 0.0007 0.0054 0.001 0.0019 0.004
0.0057 0.0002 0.0016 0.0028 0.0035 -0.0008 0.001 0.0007 0.0057
0.0024 0.0003 0.0052 0.0026 -0.0007 0.0004 0.0018 0.0001 0.001
0.0013 -0.0008 -0.0003 0.0019 0.0012;
0 0.0023 0.0131 0.0019 0.0119 0.0063 0.0115 0.0012 -0.0018
0.0018 0.0039 0.0019 0.0006 -0.001 0.0094 0.0053 0.0063 0.0408
0.0116 0.0006 -0.0006 0.0093 0.0106 0.0187 0.0028 0.0063 0.0118
0.0176 -0.0009 0.0002 0.0053 0.0035 0.0053 0.0013 0.0013 0.0063
0.0202 0.0003 0.0268 0.0073 0.0021 -0.0023 0.0028 -0.0003 0.0147
0.0113 -0.0034 0.0008 0.0035 0.0043;
0.0013 0.0013 0.006 -0.0006 0.0011 0.0031 0.0023 0.0004
0.0037 0.0032 -0.0006 0.0022 0.0005 0.0024 0.0056 0.0057 0.0033
0.0116 0.0164 0.0027 -0.0009 0.0037 0.0065 0.0117 0.004 0.0034
0.0065 0.0052 0.0017 0.0026 0.0019 0.0034 0.0039 -0.0014 0.0033
0.0081 0.0044 0.0014 0.0114 0.004 0.0012 -0.0003 0 0.0003 0.01
0.0062 0 0.0021 0.0018 0.003;
0.0026 0.0015 0.0018 0.0009 0.0004 0.0004 0.0008 0.0028
0.0001 0.0001 -0.0002 0.0021 0.0018 0.0049 -0.0009 0.0028 0.0022
0.0006 0.0027 0.0068 0.0004 0.0018 -0.0025 0.0032 0.0013 0.0004
0.0019 0.0002 0.0004 0.0016 0.0008 0.0017 0.0012 -0.0014 0.0019
0.0067 0.002 0.0005 0.0006 0.002 -0.0009 0.0011 0.0017 0.0015 -
0.0012 0.0011 0.0011 0.0009 0.0011 0.0011;
-0.0012 -0.0016 -0.001 0.0009 0.0028 0.0008 0.0011 -0.0004 -
0.002 -0.0007 0.0006 -0.0015 -0.0014 -0.0012 -0.0021 -0.001 0.0011 -
0.0006 -0.0009 0.0004 0.0049 0.0005 -0.001 -0.0002 -0.0014 0.0001 -
0.0011 0.002 -0.0007 -0.0004 0.0005 -0.0017 -0.002 0.0011 -0.0015
0.0003 -0.0007 -0.0007 -0.0011 -0.0009 0.0003 0 0.0011 0.0006 -
0.0007 -0.002 -0.0003 -0.0018 0.0001 -0.0002;
0.0009 0.0015 0.0035 0 0.0038 0.0004 0.0006 -0.0016 -0.0003
0.0018 0.0012 0.0038 0.0019 0.0035 0.0016 0.0078 0.001 0.0093
0.0037 0.0018 0.0005 0.0132 0.0033 0.0025 0.0004 0.0032 0.0039
0.0054 0.0022 0.0026 0.0021 0.0018 0.0086 -0.0001 0.0002 0.0061
0.0015 -0.0001 0.0082 0.0036 0.0013 -0.0002 0.0012 0.0015 0.0065
0.0022 -0.0003 -0.0015 0.001 0.001;

0	0.0015	0.0022	0.0016	0.0028	0.0029	0.0018	-0.0006	0.0013
0.0041	0.0007	0.002	-0.001	-0.0003	0.0049	0.0049	0.0007	0.0106
0.0065	-0.0025	-0.001	0.0033	0.0153	0.0083	0.0021	0.0054	0.0052
0.0055	0.0022	-0.0013	-0.0005	0.0001	0.0057	0.0032	0.0016	0.0043
0.0057	0.0016	0.0095	0.0028	0.0012	0.0001	0.0009	-0.0004	0.0138
0.0071	-0.0021	0.0018	0.0008	0.0013;				
0.0019	0.0036	0.0148	0.001	0.0092	0.0057	0.0125	0.005	
0.0001	0.001	0.0033	0.003	0.0019	0.004	0.0077	0.0037	0.0054
0.0187	0.0117	0.0032	-0.0002	0.0025	0.0083	0.0275	0.0055	0.0056
0.0075	0.0083	0.0012	0.0002	0.0021	0.0016	0.0015	0.0025	0.0076
0.0189	0.0164	0.003	0.0135	0.0044	0.0014	0.0008	0.0056	0.0006
0.0051	0.0154	-0.0004	0.0021	0	0.0014;			
0.0015	0.0026	0.0041	0.0005	-0.0004	0.0013	0.0029	0.0005	0.002
0.0021	0.0018	0.002	0.0014	0.0023	0.0029	0.0016	0.001	0.0028
0.004	0.0013	-0.0014	0.0004	0.0021	0.0055	0.0084	0.0027	0.0018
0.0027	0.0013	0.0029	-0.0009	-0.0004	0.0009	-0.0002	0.002	0.0083
0.0026	0.0023	0.0038	0.0026	0.0013	0.0012	0.002	0	0.0073
0.0085	0.0003	0.0012	0.0017	0.0018;				
0.0007	0.0028	-0.0001	0.0045	0.0083	0.0072	0.0006	-0.0014	
0.0036	0.0151	0.0053	0.0035	0.0019	0.0012	0.0038	0.005	0.0019
0.0063	0.0034	0.0004	0.0001	0.0032	0.0054	0.0056	0.0027	0.0235
0.0047	0.0032	0.0022	0.0012	0.0037	0.002	0.0082	0.0047	0.0052
0.0148	0.0068	0.0025	0.0079	0.0025	-0.0021	0.0043	0.0027	0.0014
0.0147	0.0084	0.0009	0.002	0.0019	0.0019;			
0.0018	0.002	0.0051	0.0017	0.0028	0.0037	0.0023	0.0001	
0.0011	0.0026	0.0002	0.0018	0.0009	0.0018	0.0039	0.006	0.004
0.0118	0.0065	0.0019	-0.0011	0.0039	0.0052	0.0075	0.0018	0.0047
0.0116	0.0049	0.001	0.0027	0.0018	0.0044	0.0112	0	0.0017
0.0069	0.0005	0.0118	0.0038	0.0009	0.0003	0.0023	0.0004	0.0065
0.0042	-0.0013	0.001	0.0031	0.0022;				
-0.001	-0.0012	0.0026	0	0.0073	0.0038	0.0086	-0.0011	-0.0016
0.0011	0.0021	-0.0004	-0.0015	-0.0005	0.0026	0.0035	0.0057	0.0176
0.0052	0.0002	0.002	0.0054	0.0055	0.0083	0.0027	0.0032	0.0049
0.0211	-0.0004	0.0026	0.0025	-0.0006	-0.0007	-0.0002	-0.0007	-0.0037
0.0081	0.0003	0.0158	0.0032	-0.0003	0.0009	0.0001	-0.002	0.0086
0.0031	-0.0044	0.0002	0.002	0.0034;				
0.0011	0.0022	-0.0026	0.003	-0.0018	0.0016	-0.001	-0.0004	0.004
0.0032	0.0024	0.0027	0.0011	-0.0008	0.0011	0.0051	0.0002	-0.0009
0.0017	0.0004	-0.0007	0.0022	0.0022	0.0012	0.0013	0.0022	0.001
-0.0004	0.0079	0.0047	-0.0001	0.0014	0.002	0.0026	0.0013	0.0034
0.0013	0.0009	0.0017	0.0026	-0.0001	0.0013	0.0004	0	0.0023
0.0016	0.0017	0	0.0031;					
0	0.001	0.0003	-0.001	-0.0021	0.001	0.0002	-0.0034	0.0015
0.0016	-0.0009	0.001	0.0011	0.0013	0.0014	0.0041	0.0016	0.0002
0.0026	0.0016	-0.0004	0.0026	-0.0013	0.0002	0.0029	0.0012	0.0027
0.0026	0.0047	0.0126	0.0008	0.0031	0.0038	-0.0011	0.0009	0.0046
0.0014	0.0007	0.004	0.0031	-0.0015	-0.0007	-0.0002	-0.0011	0.0009
0.0006	-0.0007	0.0011	0.0006	0.0019;				
-0.0002	0	-0.0002	0.0005	0.0024	0.0012	0.0013	-0.0027	-0.0021
0.0012	0.001	0.0006	0.0002	-0.001	0.0019	0.0003	0.0028	0.0053
0.0019	0.0008	0.0005	0.0021	-0.0005	0.0021	-0.0009	0.0037	0.0018
0.0025	-0.0001	0.0008	0.0092	0.0024	0.0012	-0.0002	-0.0013	0.0048
0.0013	0.0007	0.0033	0.0037	0.0001	0.0011	-0.0005	0.0003	-0.0017
0.0024	-0.0021	-0.0006	-0.0008	-0.0008;				

-0.0006	0.0006	0.0025	0.0014	-0.0001	0.0023	-0.0029	-0.0045	
0.0014	0	-0.0006	-0.0006	0.0003	0.0026	0.001	0.0001	0.0035
0.0035	0.0034	0.0017	-0.0017	0.0018	0.0001	0.0016	-0.0004	0.002
0.0044	-0.0006	0.0014	0.0031	0.0024	0.0178	0.0011	-0.0013	-0.0011
-0.0046	-0.0005	0.0009	0.0015	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0011	-0.0015
0.0029	0.0009	-0.0005	0.0005	0.001	-0.0008;			
0.002	0.0056	-0.0013	0.0025	0.0033	0.0033	-0.0024	-0.0007	
0.0018	0.0048	0.0009	0.0026	0.0001	0.0017	0.0014	0.0107	-0.0008
0.0053	0.0039	0.0012	-0.002	0.0086	0.0057	0.0015	0.0009	0.0082
0.0112	-0.0007	0.002	0.0038	0.0012	0.0011	0.0558	0.0052	0.004
0.0102	0.0046	-0.0004	0.0119	0.0038	-0.001	0.0016	0.0052	0.0023
0.0011	0.0083	-0.0007	0.0003	0.0031	-0.0007;			
-0.0003	0.0024	-0.0009	0.0024	0.0032	0.001	0.0025	0.0011	
0.0023	0.0009	0.006	0.0014	-0.0009	-0.0017	0.0008	0.0001	0.001
0.0013	-0.0014	-0.0014	0.0011	-0.0001	0.0032	0.0025	-0.0002	0.0047
0	-0.0002	0.0026	-0.0011	-0.0002	-0.0013	0.0052	0.0165	0.0036
0.0012	0.003	0.0011	0.0012	0.0011	-0.0006	0.0016	0.0073	0.0025
0.0025	0.0006	0.0029	0.002	0.0006	0.001;			
0.0024	0.0044	0.0009	0.0016	0.0036	0.0018	0.002	0.0049	
0.0047	0.0021	0.0022	0.0049	0.0034	0.0053	0.0024	0.0027	0.0007
0.0013	0.0033	0.0019	-0.0015	0.0002	0.0016	0.0076	0.002	0.0052
0.0017	-0.0007	0.0013	0.0009	-0.0013	-0.0011	0.004	0.0036	0.014
0.0162	0.0047	0.0014	0.0058	0.0019	-0.0008	0.0001	0.003	0.0013
0.0048	0.0045	0.0026	0.0021	-0.0003	0.0004;			
0.0074	0.0111	0.0157	0.0009	0.0049	0.0034	0.0036	0.0024	
0.0006	0.0087	0.0036	0.0073	0.0047	0.0068	0.0039	0.0066	0.0057
0.0063	0.0081	0.0067	0.0003	0.0061	0.0043	0.0189	0.0083	0.0148
0.004	-0.0037	0.0034	0.0046	0.0048	-0.0046	0.0102	0.0012	0.0162
0.0863	0.0127	0.0067	0.0133	0.0066	0.001	-0.0009	0.0105	0.0062
0.0172	0.0178	-0.0022	-0.0025	0.0005	0;			
0.0018	0.0039	0.0087	0.0018	0.0087	0.0056	0.012	0.0052	
0.0002	0.0009	0.0039	0.0029	0.0011	-0.0002	0.0047	0.0032	0.0024
0.0202	0.0044	0.002	-0.0007	0.0015	0.0057	0.0164	0.0026	0.0068
0.0069	0.0081	0.0013	0.0014	0.0013	-0.0005	0.0046	0.003	0.0047
0.0127	0.0244	0.0013	0.0146	0.003	0.0001	-0.0013	0.0029	-0.0002
0.0078	0.0104	-0.002	0.0018	0.0005	0.0023;			
0	0.0028	0.001	0.0014	-0.0002	0.0006	0.0007	0.0021	0.0012
0.0022	0.0018	0.001	0.0011	0.0016	0.002	0.0017	0.0003	0.0003
0.0014	0.0005	-0.0007	-0.0001	0.0016	0.003	0.0023	0.0025	0.0005
0.0003	0.0009	0.0007	0.0007	0.0009	-0.0004	0.0011	0.0014	0.0067
0.0013	0.0075	0.0014	0.0003	0.0002	0.0018	0.0042	0.0012	0.0019
0.0037	0.002	0.0016	0.0004	-0.0008;				
0.0014	0.005	0.0047	0.0029	0.0092	0.0071	0.0084	0.0018	
0.0029	0.0049	0.0026	0.0031	0.0035	0.002	0.0063	0.0079	0.0052
0.0268	0.0114	0.0006	-0.0011	0.0082	0.0095	0.0135	0.0038	0.0079
0.0118	0.0158	0.0017	0.004	0.0033	0.0015	0.0119	0.0012	0.0058
0.0133	0.0146	0.0014	0.0388	0.0066	0	-0.0019	0.0029	-0.0018
0.0167	0.0066	-0.0039	0.0014	0.0038	0.0043;			
0.0026	0.0035	0.0018	0.0014	0.0015	0.0016	0.001	0.0007	-
0.0007	0.002	0.0012	0.0046	0.0024	0.0011	0.0042	0.0029	0.0026
0.0073	0.004	0.002	-0.0009	0.0036	0.0028	0.0044	0.0026	0.0025
0.0038	0.0032	0.0026	0.0031	0.0037	-0.0002	0.0038	0.0011	0.0019
0.0066	0.003	0.0003	0.0066	0.0101	0.0011	0.0004	-0.0005	0.0008
0.0034	0.0047	-0.0007	0.002	0.0016	0.0014;			

0.0008 0.0006 0.0016 0.0002 -0.0017 0.0001 -0.0005 0.0005 -
 0.0012 -0.0011 -0.0003 0.0008 -0.0004 -0.0006 0.0007 0.0005 -0.0007
 0.0021 0.0012 -0.0009 0.0003 0.0013 0.0012 0.0014 0.0013 -0.0021
 0.0009 -0.0003 -0.0001 -0.0015 0.0001 -0.0002 -0.001 -0.0006 -0.0008
 0.001 0.0001 0.0002 0 0.0011 0.005 -0.0006 -0.0004 0.001
 0.0041 0.0014 -0.0018 -0.0017 0.0002 -0.0003;
 0.0004 -0.0008 -0.0031 0.0046 -0.0006 -0.0006 -0.0004 0.0002 -
 0.0005 0.0048 0.0031 -0.001 -0.0001 0.0003 0.0005 0.001 0.0004 -
 0.0023 -0.0003 0.0011 0 -0.0002 0.0001 0.0008 0.0012 0.0043 0.0003
 0.0009 0.0013 -0.0007 0.0011 -0.0002 0.0016 0.0016 0.0001 -0.0009 -
 0.0013 0.0018 -0.0019 0.0004 -0.0006 0.0098 0.0004 -0.0001 -0.0015
 0.0015 0 0.0031 0.002 0.002;
 0.0004 0.0024 0.005 0.0018 0.0039 0.0014 0.0037 0.0027
 0.0007 -0.0003 0.0041 0.0016 0.0007 0.0009 0.0005 0.0015 0.0018
 0.0028 0 0.0017 0.0011 0.0012 0.0009 0.0056 0.002 0.0027
 0.0023 0.0001 0.0004 -0.0002 -0.0005 -0.0011 0.0052 0.0073 0.003
 0.0105 0.0029 0.0042 0.0029 -0.0005 -0.0004 0.0004 0.0137 0.0023
 0.0001 0.004 0.0044 -0.0006 0.0002 -0.0001;
 0.0009 0.0016 0.0004 0.0007 0 0 -0.0007 0.0018 0.0007
 0.0008 0.0012 0.0011 0.0005 0.0008 0.0001 0.0016 0.0001 -0.0003
 0.0003 0.0015 0.0006 0.0015 -0.0004 0.0006 0 0.0014 0.0004 -
 0.002 0 -0.0011 0.0003 -0.0015 0.0023 0.0025 0.0013 0.0062 -
 0.0002 0.0012 -0.0018 0.0008 0.001 -0.0001 0.0023 0.0057 0.0017 -
 0.0006 0.0019 0.0001 0.0003 -0.0008;
 0.0052 0.0041 0.002 0.0001 0.0037 0.0061 -0.003 -0.0008
 0.0078 0.0133 0.0021 0.0057 0.0015 0.0039 0.0029 0.01 0.001
 0.0147 0.01 -0.0012 -0.0007 0.0065 0.0138 0.0051 0.0073 0.0147
 0.0065 0.0086 0.0023 0.0009 -0.0017 0.0029 0.0011 0.0025 0.0048
 0.0172 0.0078 0.0019 0.0167 0.0034 0.0041 -0.0015 0.0001 0.0017
 0.059 0.007 -0.0034 -0.0028 0.0058 0.0052;
 0.0012 0.0026 0.0123 -0.0007 0.0075 0.0058 0.0088 0.001
 0.0001 0.0044 0.0027 0.0027 0.0021 0.0023 0.0085 0.0018 0.0013
 0.0113 0.0062 0.0011 -0.002 0.0022 0.0071 0.0154 0.0085 0.0084
 0.0042 0.0031 0.001 0.0006 0.0024 0.0009 0.0083 0.0006 0.0045
 0.0178 0.0104 0.0037 0.0066 0.0047 0.0014 0.0015 0.004 -0.0006
 0.007 0.0266 0.0004 0.0022 -0.0001 -0.0002;
 0.0006 0.0018 -0.0013 0.0019 0.0008 -0.0002 -0.0003 0.0036
 0.0042 0.0008 0.0025 0.0016 0.0026 0.0017 0 0.0002 -0.0008 -
 0.0034 0 0.0011 -0.0003 -0.0003 -0.0021 -0.0004 0.0003 0.0009 -
 0.0013 -0.0044 0.0016 -0.0007 -0.0021 -0.0005 -0.0007 0.0029 0.0026 -
 0.0022 -0.002 0.002 -0.0039 -0.0007 -0.0018 0 0.0044 0.0019 -
 0.0034 0.0004 0.0096 0.0007 0.0004 0.0005;
 -0.0005 0.0009 -0.0006 0.0002 -0.0016 0.0002 0.0001 0.0024
 0.0007 0.0012 0.0004 0.0008 0.0012 0.0012 0.0024 0.0003 -0.0003
 0.0008 0.0021 0.0009 -0.0018 -0.0015 0.0018 0.0021 0.0012 0.002
 0.001 0.0002 0.0017 0.0011 -0.0006 0.0005 0.0003 0.002 0.0021 -
 0.0025 0.0018 0.0016 0.0014 0.002 -0.0017 0.0031 -0.0006 0.0001 -
 0.0028 0.0022 0.0007 0.0095 0.0008 0.0009;
 0.0008 0.0009 0.001 0.0039 0.0009 0.0012 -0.0016 0.0001
 0.0018 0.0021 0.0009 0.0003 0.0007 -0.0001 0.0008 0.0023 0.0019
 0.0035 0.0018 0.0011 0.0001 0.001 0.0008 0 0.0017 0.0019
 0.0031 0.002 0 0.0006 -0.0008 0.001 0.0031 0.0006 -0.0003
 0.0005 0.0005 0.0004 0.0038 0.0016 0.0002 0.002 0.0002 0.0003
 0.0058 -0.0001 0.0004 0.0008 0.0058 0.0033;

```

0.0011  0    -0.0002  0.0033  0.0006  0.0013  -0.0004  0.0009  0.0038
0.0034  0.002  0.0008  -0.0001  0    0.001  0.0036  0.0012  0.0043  0.003
0.0011  -0.0002  0.001  0.0013  0.0014  0.0018  0.0019  0.0022  0.0034
0.0031  0.0019  -0.0008  -0.0008  -0.0007  0.001  0.0004  0    0.0023  -
0.0008  0.0043  0.0014  -0.0003  0.002  -0.0001  -0.0008  0.0052  -0.0002
0.0005  0.0009  0.0033  0.0071;];

```

```

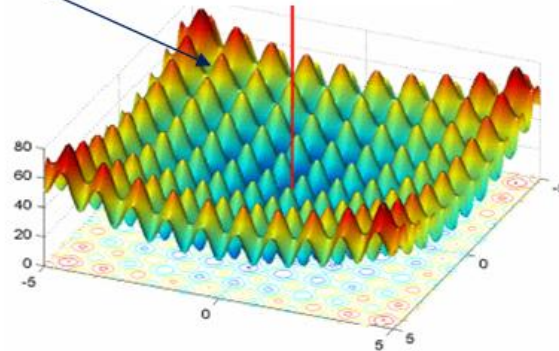
VAR=0;
for i=1:50
    for j=1:50
        VAR=VAR+w(i)*w(j)*COV(i,j);
    end
end
Risk=sqrt(VAR);
K=Risk-Ep;
disp('K=');
disp(K);
disp('Ep=');
disp(100*Ep);
disp('VAR=');
disp(VAR);
disp('Risk=');
disp(100*Risk);
% % *****
% % % % Monthly expected rate of return till 1st of Bahman 88
% K=
%    0.0493
%
% Ep=
%    1.4440
%
% VAR=
%    0.0041
%
% Risk=
%    6.3788

```

پیوست ب) شکل و رابطه ی ریاضی مثال هایی از توابع سه - بعدی نسبتاً پیچیده برای بهینه سازی

$(0, 0) \neq$ بهینه ی محلی

$(0, 0) =$ بهینه ی جامع



شکل ۲-۱. مفهوم بهینه های محلی و بهینه ی جامع (منبع: مثالی از تابع راستریجین از مجموعه توابع نرم افزار MATLAB2007a)

رابطه ی ریاضی تابع راستریجین برای دو متغیر عبارتست از:

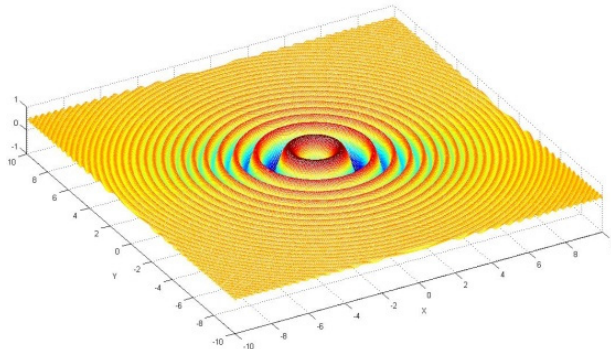
$$Ras(x) = 20 + x_1^2 + x_2^2 - 10 (\cos 2\pi x_1 + \cos 2\pi x_2)$$

شکل ۲-۹. مثال هایی از توابع نسبتاً پیچیده برای بهینه سازی

الف.

$$f_c = 0.5 + \frac{\sin^2(\sqrt{x^2 + y^2}) - 0.5}{1 + 0.1(x^2 + y^2)}$$

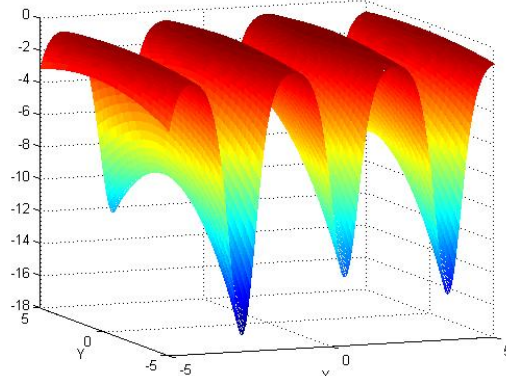
$-\infty < x, y < +\infty$, minimum: $f(1.897, 1.006) = -0.5231$



ب.

$$f_b = -e^{(-0.2\sqrt{x^2+y^2})+3(\cos 2x+\sin 2y)}$$

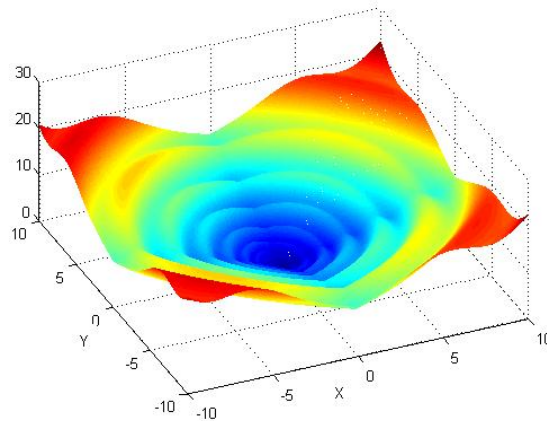
- 5 < x, y < + 5, minimum: f(-2.7730,-5) = -16.947



ج.

$$f_a = (x^2 + y^2)^{0.25} \times \sin \{30[(x+0.5)^2 + y^2]^{0.1}\} + |x| + |y|$$

- ∞ < x, y < + ∞, minimum: f(0,0) = 0



پیوست ج) فهرست ۸۷ کارگزاری فعال در بازار بورس تهران، در قالب رتبه‌بندی مورخه‌ی ۱۵

اسفندماه ۱۳۸۸، سازمان بورس اوراق بهادار تهران و معیارهای این رتبه‌بندی.

ج) ۱. معیارهای رتبه بندی کارگزاری ها.

سازمان بورس و اوراق بهادار رتبه بندی ۸۷ شرکت کارگزاری بورس اوراق بهادار تهران را اعلام کرد.

شرکتهای کارگزاری عضو بورس اوراق بهادار تهران برای نخستین بار طبق دستورالعمل رتبه بندی کارگزاران بورس اوراق بهادار تهران و شرایط فعالیت آنها در بورس کالای ایران و فرابورس ایران با مشارکت بورس اوراق بهادار و کانون کارگزاران رتبه بندی شدند.

رتبه بندی کارگزاران در دو بخش عادی و تشویقی و تنبیهی انجام شد که در بخش عادی کارگزاران می توانستند ۱۸۴ امتیاز را کسب کنند.

دفاتر شرکت کارگزاری، سرمایه پرداخت شده، تالار اختصاصی، شعبه و نمایندگی فعال، پرسنل دارای گواهی نامه، سایر پرسنل، قابلیت سیستم کارگزاری، قابلیت سایت اینترنتی، پذیرش و اجرای درخواست های الکترونیکی مشتریان، قابلیت های سیستم حسابداری، معاملات بلوکی و غیر بلوکی، تعداد مشتریان و امتیاز کانون کارگزاران امتیازات بخش عادی این معیار بود.

در بخش تشویقی و تنبیهی ۵۶ امتیاز برای کارگزاران در نظر گرفته شده بود، که اخذ مجوز سبدگردانی، صندوق های سرمایه گذاری تحت مدیریت، مشاوره پذیرش، معاملات عمده، گواهینامه های سازمانی و تخلفات کارگزاری از معیارهای امتیازدهی این بخش بود.

کارگزارانی که مساوی یا بیش از ۸۰ درصد امتیازات را کسب کردند، در رتبه (الف) قرار گرفتند. در عین حال کارگزارانی که مساوی یا بیش از ۶۵ درصد و کمتر از ۸۰ درصد امتیازات را بدست آورند در رتبه (ب)، کارگزارانی که مساوی یا بیش از ۵۰ درصد و کمتر از ۶۵ درصد را اخذ کردند در رتبه (ج) و کارگزارانی که مساوی یا بیش از ۳۵ درصد و کمتر از ۵۰ درصد را کسب کردند در رتبه (د) جای گرفتند.

کارگزارانی که کمتر از ۳۵ درصد امتیازات را بدست آورند نیز در رتبه انتهایی (ه) ایستادند.

معیارهای رتبه بندی شرکتهای کارگزاری از سوی سازمان بورس

معیارهای رتبه بندی کارگزاران و حداکثر و حداقل امتیاز آن ها به شرح زیر است :

شماره معیار	شرح معیار	حداکثر امتیاز	حداقل امتیاز لازم
معیارهای عادی			
۱	دفاتر شرکت کارگزاری	۱۵	۲
۲	سرمایه پرداخت شده	۱۰	۲
۳	تالار اختصاصی، شعبه و نمایندگی فعال	۲۷	۴
۴	پرسنل دارای گواهی نامه	۱۵	۳
۵	سایر پرسنل	۱۵	۴
۶	قابلیت سیستم کارگزاری	۱۸	۷
۷	قابلیت سایت اینترنتی	۱۰	۲
۸	پذیرش و اجرای درخواستهای الکترونیکی مشتریان	۱۰	۲
۹	قابلیتهای سیستم حسابداری	۱۰	۴
۱۰	معاملات غیر بلوک و بلوک	۱۹	۲
۱۱	تعداد مشتریان	۲۰	۵
۱۲	امتیاز اعطایی توسط کانون	۱۵	۴
جمع امتیازات عادی		۱۸۴	۴۱
معیارهای تشویقی و تنبیهی			
۱۳	سبد گردانی	۱۰	—
۱۴	صندوقهای سرمایه گذاری تحت مدیریت	۱۵	—
۱۵	مشاوره پذیرش	۱۰	—
۱۶	معاملات عمده	۶	—
۱۷	گواهی نامه های سازمانی	۱۵	—
۱۸	تخلفات کارگزاری	—	—
جمع امتیازات تشویقی و تنبیهی		۵۶	
جمع کل امتیازات		۲۴۰	۴۱

امتیازات لازم برای احراز هر یک از رتبه های فوق به شرح جدول زیر می باشد:

رتبه	جمع امتیازات
الف	مساوی یا بیش از ۸۰٪ کل امتیازات
ب	مساوی یا بیش از ۶۵٪ و کمتر از ۸۰٪ کل امتیازات
ج	مساوی یا بیش از ۵۰٪ و کمتر از ۶۵٪ کل امتیازات
د	مساوی یا بیش از ۳۵٪ و کمتر از ۵۰٪ کل امتیازات
هـ	کمتر از ۳۵٪ از کل امتیازات

نتایج رتبه بندی شرکتهای کارگزاری از سوی سازمان بورس - آخرین تغییر: ۱۵ اسفند ۱۳۸۸

ردیف	شرکت کارگزاری	بورس محل فعالیت	رتبه
۱	مفید	اوراق بهادار و کالا	الف
۲	آگاه	اوراق بهادار	الف
۳	خبرگان سهام	اوراق بهادار و کالا	الف
۴	کاسپین مهر ایرانیان	اوراق بهادار و کالا	ب
۵	نهایت نگر	اوراق بهادار و کالا	ب
۶	بانک اقتصاد نوین	اوراق بهادار	ب
۷	بانک پاسارگاد	اوراق بهادار	ب
۸	حافظ	اوراق بهادار و کالا	ب
۹	بانک صادرات	اوراق بهادار و کالا	ب
۱۰	بانک ملی ایران	اوراق بهادار و کالا	ب
۱۱	راهنمای سرمایه گذاران	اوراق بهادار	ب
۱۲	تأمین سرمایه نوین	اوراق بهادار	ب
۱۳	مهر آفرین	اوراق بهادار	ب
۱۴	آرمون بورس	اوراق بهادار	ب
۱۵	اردیبهشت ایرانیان	اوراق بهادار	ب
۱۶	سرمایه گذاری ملی ایران	اوراق بهادار	ب
۱۷	بانک کشاورزی	اوراق بهادار و کالا	ب
۱۸	سهام آشنا	اوراق بهادار و کالا	ب
۱۹	بهمن	اوراق بهادار و کالا	ب
۲۰	بانک تجارت	اوراق بهادار	ب
۲۱	پارس نمودگر	اوراق بهادار	ب
۲۲	بانک صنعت و معدن	اوراق بهادار و کالا	ب
۲۳	بانک ملت	اوراق بهادار	ج
۲۴	رضوی	اوراق بهادار و کالا	ج
۲۵	راهبرد	اوراق بهادار	ج
۲۶	بورسیران	اوراق بهادار	ج
۲۷	عمران فارس	اوراق بهادار	ج
۲۸	تدبیرگران فردا	اوراق بهادار	ج
۲۹	بانک کارآفرین	اوراق بهادار	ج
۳۰	آبان	اوراق بهادار	ج
۳۱	سرمایه و دانش	اوراق بهادار	ج

نتایج رتبه بندی شرکتهای کارگزاری از سوی سازمان بورس - آخرین تغییر: ۱۵ اسفند ۱۳۸۸

ردیف	شرکت کارگزاری	بورس محل فعالیت	رتبه
۳۲	بانک توسعه صادرات	اوراق بهادار	ج
۳۳	بانک مسکن	اوراق بهادار	ج
۳۴	بهین پویا	اوراق بهادار	ج
۳۵	پارسیان	اوراق بهادار	ج
۳۶	سهام گلچین	اوراق بهادار	ج
۳۷	سهام اندیشه برتر	اوراق بهادار	ج
۳۸	آرمان تدبیر نقش جهان	اوراق بهادار	ج
۳۹	ایران سهام	اوراق بهادار	ج
۴۰	بورس بیمه ایران	اوراق بهادار	ج
۴۱	نواندیشان بازار سرمایه	اوراق بهادار	ج
۴۲	امین سهام	اوراق بهادار	ج
۴۳	بانک رفاه	اوراق بهادار	ج
۴۴	صبا تأمین	اوراق بهادار	ج
۴۵	امین آوید	اوراق بهادار	ج
۴۶	بازار سهام	اوراق بهادار	ج
۴۷	ایمن بورس	اوراق بهادار	ج
۴۸	فارابی	اوراق بهادار	د
۴۹	آتی ساز بازار	اوراق بهادار و کالا	د
۵۰	مشاوران سهام	اوراق بهادار و کالا	د
۵۱	بورس ابراز	اوراق بهادار	د
۵۲	ارگ هومن	اوراق بهادار	د
۵۳	سهام پژوهان شایان	اوراق بهادار	د
۵۴	آپادانا	اوراق بهادار	د
۵۵	تدبیر گر سرمایه	اوراق بهادار	د
۵۶	دنیای خبره	اوراق بهادار	د
۵۷	ایستیس پویا	اوراق بهادار	د
۵۸	سیمابگون	اوراق بهادار و کالا	د
۵۹	اطمینان سهام	اوراق بهادار	د
۶۰	کارآمد	اوراق بهادار	د
۶۱	توسعه سرمایه دنیا	اوراق بهادار و کالا	د
۶۲	توسعه سهوند	اوراق بهادار	د

ننایخ رتبه بندی شرکتهای کارگزاری از سوی سازمان بورس - آخرفن تغییر: ۱۵ اسفند ۱۳۸۸

رتبه	بورس محل فعالیت	شرکت کارگزاری	ردیف
د	اوراق بهادار	تحلیل گران بصیر	۶۳
د	اوراق بهادار	موحدان	۶۴
د	اوراق بهادار	بهگزین	۶۵
د	اوراق بهادار	سهام بارز	۶۶
د	اوراق بهادار	پارس گستر خبره	۶۷
د	اوراق بهادار	معیار سهام	۶۸
د	اوراق بهادار	بانک سامان	۶۹
ه	اوراق بهادار	شاخص سهام	۷۰
ه	اوراق بهادار	امیدسهم	۷۱
ه	اوراق بهادار	آتیه	۷۲
ه	اوراق بهادار	سهام گستران شرق	۷۳
ه	اوراق بهادار	برهان سپهند	۷۴
ه	اوراق بهادار	سهم یار	۷۵
ه	اوراق بهادار	آئل	۷۶
ه	اوراق بهادار	آریا بورس	۷۷
ه	اوراق بهادار	دنای نوین	۷۸
ه	اوراق بهادار	سهم اندیش	۷۹
ه	اوراق بهادار	جهان سهم	۸۰
ه	اوراق بهادار	گنجینه سهام	۸۱
ه	اوراق بهادار	سهم آذین	۸۲
ه	اوراق بهادار	محک سهام صنایع	۸۳
ه	اوراق بهادار	آریا نوین	۸۴
ه	اوراق بهادار	سهام پویا	۸۵
ه	اوراق بهادار	بدره سهام	۸۶
ه	اوراق بهادار	معین سهم	۸۷

پیوست د) جداول محاسبات مربوط به تعیین حجم نمونه به همراه فهرست کد منتخبان نمونه‌ی اولیه برای خبرگان و آماتورها.

توجه شود که کدهای مندرج در جدول این بخش، هیچگونه ارتباطی با شماره ردیف‌های پیوست ج ندارند و کارگزاری‌ها با شماره‌های تصادفی تعیین و در جدول زیر ذکر شده‌اند، بنابراین اطلاعات عملکرد کارگزاران کاملاً محرمانه می‌باشد. تطابق این کدها، با جدول ۴-۱۸ درون متن می‌باشد.

د) ۱. خبرگان - حجم بر اساس متغیرهای سالانه

Pilot codes	3	5	7	10	11	12	13	14
Ep	0.2858	0.3368	0.3549	0.4856	0.4082	0.4855	0.5244	0.4828
Eppercent	28.5823	33.6845	35.4866	48.556	40.815	48.545	52.445	48.275
Risk	0.5065	0.576	0.5365	1.0433	0.8031	0.5618	0.802	0.9271
Riskpercent	50.6517	57.6001	53.6538	104.333	80.312	56.1812	80.2001	92.7142
Pilot codes	15	17	18	19	21	22	23	24
Ep	0.4813	0.3734	0.4227	0.3935	0.4693	0.4089	0.4764	0.3308
Eppercent	48.1255	37.3385	42.27	39.3545	46.928	40.8908	47.643	33.075
Risk	0.9349	0.9658	0.7962	0.7938	0.8666	1.0424	0.81	0.4992
Riskpercent	93.4907	96.5809	79.6179	79.3788	86.664	104.238	80.999	49.9214
Pilot codes	32	34	35	37				
Ep	0.3546	0.3472	0.4037	0.4516				
Eppercent	35.457	34.7205	40.37	45.162				
Variance	0.0044							
Quantity according to Ep			6.3412		7			
Risk	0.8942	0.5446	0.5307	0.8637				
Riskpercent	89.4229	54.4583	53.0738	86.3729				
Variance	0.0349							
Quantity according to Risk			33.415		34			

epsilon 0.05
 Total N of Population 87
 Z in 95% of assurance 1.96

We decided on : 40 Samples

۲(د). خبرگان - حجم بر اساس متغیرهای ماهانه

Pilot codes	3	5	7	10	11	12	13
Ep	0.014	0.015 2	0.019 5	0.016 9	0.015 6	0.027	0.024 7
Eppercent	1.3971	1.525	1.954 3	1.693	1.564	2.701 5	2.47
Risk	0.0629	0.052 6	0.075	0.076 2	0.08	0.064 7	0.096
Riskpercent	6.2928	5.262 6	7.501 6	7.622 3	8.001 9	6.471 7	9.595 3
Pilot codes	14	15	17	18	19	21	22
Ep	0.0187	0.017 6	0.012 2	0.014 4	0.013 5	0.018 2	0.010 4
Eppercent	1.866	1.758	1.223	1.441 5	1.353	1.815	1.041 2
Risk	0.116	0.071 8	0.088 3	0.055 8	0.050 9	0.065	0.072 1
Riskpercent	11.5996	7.182 8	8.830 8	5.581 2	5.086 8	6.502 3	7.210 7
Pilot codes	23	24	32	34	35	37	
Ep	0.0195	0.017 3	0.011 8	0.016 7	0.024 3	0.015 9	
Eppercent	1.9465	1.726	1.177	1.669	2.432 1	1.588	
Variance Quantiry according to Ep	1.88127E-05		0		0		
Risk	0.0769	0.054	0.075 3	0.052 7	0.059 3	0.059 8	

Riskpercent	7.6894	5.3998	7.5326	5.2714	5.9312	5.9802
Variance	0.00026941					
Quantity according to Risk	1		0		0	
epsilon			0.05			
Total N of Population			87			
Z in 95% of assurance			1.96			

د) ۳. تازه کارها - حجم بر اساس متغیرهای سالانه (تطابق کدها، با جدول ۴-۱۹ درون متن می- باشد).

Pilot codes	1	2	4	5	6	9	11	12
Ep	24.63	29.43	38.43	15.25	13.18	26.75	35.98	11.01
Epercent	0.2463	0.2943	0.3843	0.1525	0.1318	0.2675	0.3598	0.1101
Risk	41.04	48.16	46.73	38.26	46.88	58.29	77.06	41.38
Riskpercent	0.4104	0.4816	0.4673	0.3826	0.4688	0.5829	0.7706	0.4138
Pilot codes	13	15	17	19	20	21	23	24
Ep	46.84	27.5	43.25	11.99	33.11	36.49	23.74	31.58
Epercent	0.4684	0.275	0.4325	0.1199	0.3311	0.3649	0.2374	0.3158
Risk	63.63	39.91	40.35	34.15	50.64	55.32	57.57	41.45
Riskpercent	0.6363	0.3991	0.4035	0.3415	0.5064	0.5532	0.5757	0.4145
Pilot codes	25	30	34	35	37	39	40	42
Ep	9.5	26.07	26.07	57.34	23.34	13.18	23.05	31.58
Epercent	0.095	0.2607	0.2607	0.5734	0.2334	0.1318	0.2305	0.3158
Risk	62.01	61.49	61.49	78.65	47.43	46.88	57.93	41.45
Riskpercent	0.6201	0.6149	0.6149	0.7865	0.4743	0.4688	0.5793	0.4145
Pilot codes	43							

Ep	33.11		
Epercent	0.3311		
Variance	0.0139		
Quantity according to Ep		33.3739	34
Risk	50.64		
Riskpercent	0.5064		
Variance	0.0135		
Quantity according to Risk		32.4135	33
epsilon		0.04	
Total N of Population		Not Clear	
Z in 95% of assurance		1.96	
We decided on:		43	

د) تازه کارها - حجم بر اساس متغیرهای ماهانه: همانند خبرگان نزدیک به صفر بود، که به دلیل عدم کاربرد و مشابهت با خبرگان-ماهانه از ذکر آن خودداری می شود.

د) ۵. فهرست اسامی کارگزاران منتخب به عنوان نمونه‌ی آماری (شماره‌ی ردیف هیچگونه ارتباطی با کدهای تصادفی اختصاصی ندارد)

ردیف	نام کارگزاری	ردیف	نام کارگزاری	ردیف	نام کارگزاری	ردیف	نام کارگزاری
۱	مفید	۱۱	بانک تجارت	۲۱	ایمن بورس	۳۱	آتیه
۲	خبرگان سهام	۱۲	بانک صنعت و معدن	۲۲	آتی ساز بازار	۳۲	سهام یار
۳	بانک پاسارگاد	۱۳	بانک ملت	۲۳	مشاوران سهام	۳۳	سهام آذین
۴	حافظ	۱۴	راهبرد سرمایه‌گذاری ایران سهام	۲۴	سهام پژوهان شاپان	۳۴	بدره سهام
۵	بانک صادرات	۱۵	سرمایه و دانش	۲۵	آپادانا	۳۵	آرمون بورس
۶	راهنمای سرمایه- گذاران	۱۶	پارسیان	۲۶	دنیای خبره	۳۶	آریا نوین
۷	تأمین سرمایه‌ی نوین	۱۷	سهام اندیشه برتر	۲۷	سیمابگون	۳۷	ارگ هومن
۸	مهرآفرین	۱۸	نو اندیشان بازار سرمایه	۲۸	اطمینان سهام	۳۸	بانک اقتصاد نوین
۹	اردیبهشت ایرانیان	۱۹	بانک رفاه	۲۹	تحلیل‌گران بصیر	۳۹	کاسپین مهر ایرانیان
۱۰	بانک کشاورزی	۲۰	صبا تأمین	۳۰	معیار سهام	۴۰	سهام اندیش

پیوست ه) نمونه‌ی پرسشنامه (جدول) جهت تشکیل سبد سهام از کارگزاران و آماتورهای بازار.

بسمه تعالی

پرسشنامه‌ی تشکیل پورتفوی از میان ۵۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران توسط کارشناسان و متخصصین

تاریخ:.....

نام کارگزاری :

در صورت تمایل مشخصات خود را بنویسید (در این بخش، می‌توانید فقط بخشی را که تمایل دارید پاسخ دهید).

جنسیت: (۱) مرد (۲) زن

نام و نام خانوادگی تخصصی که پرسشنامه را پاسخ می‌دهد:

میزان تحصیلات و رشته‌ی تحصیلی متخصص:

سیمت سازمانی متخصص:

گروه سنی:

(۱) ۲۲_۱۸ سال (۲) ۲۷_۲۳ سال (۳) ۳۲_۲۸ سال

(۴) ۴۰_۳۳ سال (۵) ۵۰_۴۱ سال (۶) بالای ۵۰ سال

آدرس پست الکترونیک شما، در صورت تمایل به آگاهی از نتایج پژوهش:

با عرض سلام و آرزوی موفقیت شما، خواهشمند است بر اساس تخصص و تجربه‌ی خود و بهره‌گیری از هر نوع اطلاعات، نرم‌افزار، اخبار و ...، جدول پورتنوی زیر را تکمیل نمایید. این جدول به تشکیل سبد سهام از بین ۵۰ شرکت برتر بازار بورس اوراق بهادار تهران می‌پردازد.

به شما کارشناس گرامی و کارگزاری محترم، اطمینان داده می‌شود که اطلاعات این پرسشنامه کاملاً محرمانه تلقی و نگهداری می‌گردد، و به غیر از استفاده‌ی تحقیقاتی جهت پایان نامه‌ی دوره کارشناسی ارشد، استفاده‌ی دیگری از آن نخواهد شد. در این پژوهش، تنها متوسط عملکرد کارگزاری‌ها به صورت آماری مد نظر است و اطلاعات کارگزاری‌ها به صورت جداگانه (یعنی با نام) درج نخواهد شد. جهت کسب اطمینان و تأیید صحت گفته‌ها، می‌توانید با تلفن‌های زیر تماس حاصل فرمایید و یا با سایت و پست الکترونیکی ذیل مکاتبه نمایید، همچنین معرفی نامه‌ی دانشگاه به پیوست تقدیم می‌گردد.

تلفن و پست الکترونیکی استاد راهنمای پایان نامه، آقای دکتر محمد علی مولایی: ۰۲۷۳-۳۳۹۴۹۳۲ E-mail: molaei@shahroodut.ac.ir

تلفن خانه‌ی دانشگاه صنعتی شاهرود: ۰۲۷۳-۳۳۹۲۲۰۴ آدرس وب سایت دانشگاه صنعتی شاهرود: <http://www.shahroodut.ac.ir>

در نهایت از شما متخصص محترم درخواست می‌شود تا در تکمیل پرسشنامه، به نکات زیر توجه خاصی مبذول فرمایید:

۱. همچنان‌که مستحضر هستید، دقیق بودن اطلاعات این پرسشنامه، منجر به حصول نتایج بهتر و دقیق‌تری می‌شود، پیشاپیش از دقت، وقت و حوصله‌ای که مبذول می‌فرمایید سپاسگزارم.
۲. اگرچه ممکن است در عمل، انتخاب سهام از میان فقط ۵۰ شرکت برتر بازار منطقی نباشد، اما از آنجا که این سبد، صرفاً جنبه‌ی تحقیقاتی دارد، خواهشمند است سبد را فقط و فقط از بین ۵۰ شرکت نامبرده تشکیل دهید.
۳. محقق آگاه است که لیست ۵۰ شرکت برتر به صورت دوره‌ای منتشر می‌شود و گهگاه به روز رسانی می‌شود، لذا این لیست متغیر است. با این وجود با توجه به محدودیت‌های تحقیق، لیست تاریخ اول بهمن‌ماه ۱۳۸۸، منتشر شده توسط سازمان بورس، مبنای پژوهش حاضر بوده، و جدول بر این اساس تهیه شده است.
۴. خواهشمند است درصد هر سهم از پورتنوی در جدول درج گردد، همچنین توجه فرمایید مجموع درصدهای انتخابی می‌بایست برابر با ۱۰۰٪ شود.

از این که وقت گرانبهای خود را صرف تکمیل این پرسشنامه می‌فرمایید از شما بسیار سپاسگزارم. اطمینان داریم توجه، نظرها و پیشنهادهای شما، ما را در انجام این پژوهش یاری می‌نماید. همچنین، در صورت تمایل می‌توانید آدرس ایمیل خود را جهت آگاهی از نتایج پژوهش، در این برگه وارد فرمایید. در صورت هرگونه ابهام و یا سؤال در زمینه‌ی تکمیل پرسشنامه، مراتب را اعلام فرمایید تا در اسرع وقت نسبت به رفع ابهام اقدام گردد.

اطلاعات تماس:

تلفن/فاکس: ۰۲۱-۴۴۰۹۸۱۶۴

تلفن همراه: ۰۹۱۲۵۸۶۶۸۸۲

آدرس پست الکترونیکی: atalebi@mang.tus.ac.ir

آرش طالبی

دانشجوی کارشناسی ارشد

مدیریت اجرایی (M.B.A.)، دانشکده‌ی

مهندسی صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود

جدول ۵۰ شرکت برتر بازار بورس اوراق بهادار تهران جهت تشکیل سبد سهام (لیست شرکت ها در مورخه ی یکم بهمن ماه ۱۳۸۸ از کتابخانه ی سازمان بورس استخراج شده است)

ردیف	نام و ردیف شرکت	ردیف	حوزه فعالیت	ردیف	نام و ردیف شرکت	ردیف	حوزه فعالیت	ردیف	نام و ردیف شرکت	ردیف	حوزه فعالیت	ردیف	نام و ردیف شرکت	ردیف	حوزه فعالیت
۱	ایران خودرو	۳۱	غذایی به جز قند	۲۱	شاهد ایران	۲۱	سرمایه-گذاری-ها	۱۱	دارو جابر ابن حیان	۳۱	غذایی به جز قند	۲۱	سرمایه-گذاری-ها	۱۱	دارو جابر ابن حیان
۲	ایران خودرو دیزل	۳۲	غذایی به جز قند	۲۲	صنعتی بهشهر	۲۲	سرمایه-گذاری-ها	۱۲	زامیاد	۳۲	غذایی به جز قند	۲۲	سرمایه-گذاری-ها	۱۲	زامیاد
۳	بانک اقتصاد نوین	۳۳	پیمانکاری	۲۳	صنعتی دریایی	۲۳	چند رشته ای	۱۳	سایپا	۳۳	پیمانکاری	۲۳	چند رشته ای	۱۳	سایپا
۴	پارس دارو	۳۴	کانی غیر فلزی	۲۴	فارسیست درود	۲۴	سرمایه-گذاری-ها	۱۴	سایپا دیزل	۳۴	کانی غیر فلزی	۲۴	سرمایه-گذاری-ها	۱۴	سایپا دیزل
۵	پتروشیمی آبادان	۳۵	کانی غیر فلزی	۲۵	فرآورده های نسوز آذر	۲۵	انبوه-سازی	۱۵	بازنشستگی	۳۵	کانی غیر فلزی	۲۵	انبوه-سازی	۱۵	بازنشستگی
۶	پتروشیمی خارک	۳۶	فلزات اساسی	۲۶	کالسیمین	۲۶	کانه فلزی	۱۶	بوعلی	۳۶	فلزات اساسی	۲۶	کانه فلزی	۱۶	بوعلی
۷	پتروشیمی فارابی	۳۷	شیمیایی	۲۷	کربن ایران	۲۷	سرمایه-گذاری-ها	۱۷	پارس توشه	۳۷	شیمیایی	۲۷	سرمایه-گذاری-ها	۱۷	پارس توشه
۸	تجهیز نیروی زنگان	۳۸	شیمیایی	۲۸	کف	۲۸	فرآورده-های نفتی	۱۸	پتروشیمی	۳۸	شیمیایی	۲۸	فرآورده-های نفتی	۱۸	پتروشیمی
۹	تراکتورسازی	۳۹	لاستیک	۲۹	گازلوله	۲۹	سیمان تهران	۱۹	توسعه صنعتی	۳۹	لاستیک	۲۹	سیمان تهران	۱۹	توسعه صنعتی
۱۰	چادرملو	۴۰	خودرو	۳۰	گروه بهمن	۳۰	سیمان فارس و خوزستان	۲۰	سازنا	۴۰	خودرو	۳۰	سیمان فارس و خوزستان	۲۰	سازنا

پیوست و) جداول آماری خروجی تحلیل‌های نرم‌افزار SPSS

و) ۱. جدول تحلیل واریانس تک-عاملی

ONEWAY

```
sharpeindex BY Groups
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC = SCHEFFFE ALPHA(.05).
```

Oneway

[DataSet1] C:\Documents and Settings\Arash Talebi\Desktop\spss\Thesis\Final\ANOVA1.sav

ANOVA

sharpeindex

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	34.344	4	8.586	29.678	.000
Within Groups	27.195	94	.289		
Total	61.539	98			

و) ۲. جدول آزمون تعقیبی شیفه

/POSTHOC = SCHEFFE ALPHA (.05) .

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable		sharpeindex					
Test		Scheffe					
(I) Groups	(J) Groups	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval		
					Lower Bound	Upper Bound	
Annual Algorithm	Experts	-.23811	.28206	.949	-1.1244	.6482	
	Amatures	1.01091*	.28117	.016	.1274	1.8944	
	Monthly Algorithms	.04350	.38033	1.000	-1.1516	1.2386	
	Algorithms(both annual&monthly)	.02175	.32938	1.000	-1.0133	1.0568	
Experts	Annual Algorithm	.23811	.28206	.949	-.6482	1.1244	
	Amatures	1.24902*	.11816	.000	.8777	1.6203	
	Monthly Algorithms	.28161	.28206	.909	-.6047	1.1679	
	Algorithms(both annual&monthly)	.25986	.20832	.816	-.3947	.9145	
Amatures	Annual Algorithm	-1.01091*	.28117	.016	-1.8944	-.1274	
	Experts	-1.24902*	.11816	.000	-1.6203	-.8777	
	Monthly Algorithms	-.96741*	.28117	.024	-1.8509	-.0839	
	Algorithms(both annual&monthly)	-.98916*	.20710	.000	-1.6399	-.3384	
Monthly Algorithms	Annual Algorithm	-.04350	.38033	1.000	-1.2386	1.1516	
	Experts	-.28161	.28206	.909	-1.1679	.6047	
	Amatures	.96741*	.28117	.024	.0839	1.8509	
	Algorithms(both annual&monthly)	-.02175	.32938	1.000	-1.0568	1.0133	
Algorithms(both annual&monthly)	Annual Algorithm	-.02175	.32938	1.000	-1.0568	1.0133	
	Experts	-.25986	.20832	.816	-.9145	.3947	
	Amatures	.98916*	.20710	.000	.3384	1.6399	
	Monthly Algorithms	.02175	.32938	1.000	-1.0133	1.0568	

*. The mean difference is significant at the .05 level.

Homogeneous Subsets

sharpeindex

Scheffe

Groups	N	Subset for alpha = .05	
		1	2
Amatures	43		
Monthly Algorithms	4		.9083
Algorithms(both annual&monthly)	8		.9301
Annual Algorithm	4		.9518
Experts	40		1.1899
Sig.		1.000	.906

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.427.

b The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

پیوست ز) نمونه ای از بازده و اطلاعات یک سهم (مثال: بانک اقتصاد نوین)

روزهای معاملاتی	%بازدهی بازار	بازدهی مرکب	بازدهی پایه ρ	%بازدهی	آخرین قیمت	DPS	سهم جایزه	حق تقدم	تاریخ
18	0.9	1.02	0	1.83	2,332				1388/11/30
20	3.78	1.17	0	17.24	2,734				1388/12/29
19	7.8	1.24	0	6.07	2,900				1389/01/31
20	0.93	1.22	0	-1.59	2,854				1389/02/31
22	2.67	1.28	0	4.84	2,992				1389/03/31
14	9.88	1.3	0	1.47	3,036				1389/04/31
10	8.87	1.63	0	24.87	2,705	450		636	1389/05/31
18				7.81857					میانگین

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.

بسمه تعالی

چار چوبی برای سنجش
پنجاه شرکت فعالتر بورس اوراق بهادار تهران

فهرست

۱ - مقدمه	۱
۲ - سنجش شرکتهای فعالتر	۱
۳ - شاخص پنجاه شرکت فعالتر	۵
۴ - پیوستها	۱۱
۴-۱ نماگرهای فعالیت شرکتهای صنعتی	۱۱
۴-۲ نماگرهای فعالیت شرکتهای مالی و سرمایه‌گذاری	۱۷
۴-۳ چکیده وضعیت آماری بخش صنعت	۱۱۱
۴-۴ چکیده وضعیت آماری بخش مالی	۱۹
۴-۵ اطلاعات پایه‌ای محاسبه شاخص ۵۰ شرکت فعالتر	۲۰

یکی از مهمترین کارکردهای بازار دست دوم اوراق بهادار، فراهم آوردن امکان نقدشوندگی اوراق بهادار پذیرفته شده در آن بازار است. جدای از قدرت نقدشوندگی، بازار دست دوم در بهبودی قیمت داراییهای نشان شده به اوراق بهادار نقشی اساسی دارد. از این دیدگاه، بررسی میزان و بسامد (تناوب) دادوستد اوراق بهادار پذیرفته شده در فهرست رسمی، تا حدود زیادی کیفیت حضور شرکتها در بورس و چگونگی دستیابی به این کارکرد مهم را نمایان می‌سازد.

در گزارش پیش‌رو، به منظور فراییش نهادن گامی دیگر در راستای تدوین و معرفی معیارهای کارآمد سنجش عملکرد بورس اوراق بهادار در ایران، با شناسایی پنجاه شرکت صنعتی پر معامله بورس در سال ۱۳۷۶، شاخص متناظر با پنجاه شرکت برگزیده محاسبه شده است. شاخص مزبور با حفظ خویشاوندی خود با شاخص کل قیمت سهام بورس تهران (تپیکس^(۱))، از یک میانگین حسابی وزن دهی شده بر پایه ارزش جاری سهام پنجاه شرکت برگزیده به دست می‌آید؛ هرچند زمان پایه آن متفاوت و برابر یکم فروردین ۱۳۷۷ در نظر گرفته شده است. همچنین، سید پنجاه سهم برگزیده در محاسبه شاخص ۵۰ شرکت پر معامله بورس هر سه ماه یکبار بازنگری می‌شود. از این رو، شرکتها برای بازماندن در فهرست مزبور به ناچار باید موقعیت برتر خود را در تالار معاملات بورس و در جریان رقابت با اوراق سهام دیگر حفظ کنند؛ وگرنه باید جای خود را به شرکتهای فعالتر بسپارند.

۲ - سنجش شرکتهای فعالتر

نگاهی به تجربه بورسهای اوراق بهادار در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که شناسایی شرکتهای ممتاز یا دارای موقعیت برتر اغلب بر پایه یکی از معیارهای زیر انجام می‌شود:

- ۱ - قدرت نقدشوندگی سهام به معنای پر معامله بودن آن در تالار معاملات بورس؛
- ۲ - میزان تأثیرگذاری شرکت بر بازار، یا سهم آن در ارزش جاری بازار؛ و
- ۳ - وضعیت شرکت از نظر برتری نسبتهای مالی به ویژه میزان سودآوری به ازای هر سهم.

جدول ۱ همسنجی شاخصهای برتری شرکتها در بورسهای جهان

ردیف	کشور	بورس	شاخص	معیار سنجش
۱	آفریقای جنوبی	ژوهانسبورگ	شاخص ۴۰ سهم برتر (ALSI-40) شاخص ۲۵ شرکت صنعتی برتر (INDI-25)	ارزش جاری سهام
۲	اکوادور	کویی تو	شاخص ۸ سهم برتر بورس کویی تو شاخص ۷ سهم برتر بورسهای اکوادور (Intra Invest)	ارزش جاری سهام
۳	برزیل	سائوپولو ریودونانیرو	شاخص ۵۰ سهم بر معامله در یکسال (Isenn) شاخص شرکتهای فعالتر (IBV)	نقدشوندگی ارزش جاری سهام
۴	پاکستان	کراچی	شاخص ۱۰۰ سهم فعالتر بورس (KSE-100)	نقدشوندگی
۵	پرتغال	لیسبون	شاخص ۳۰ شرکت بزرگ بورس (BVL-30) شاخص ۲۰ سهام برتر (PSI-20)	ارزش جاری سهام نقدشوندگی
۶	پرو	لیما	شاخص انتخابی ۱۵ شرکت	نقدشوندگی
۷	تایلند	تایلند	شاخص ۵۰ شرکت برتر	ارزش جاری سهام
۸	ترکیه	استانبول	شاخص ۱۰۰ سهم برتر (IMKB-100) در دو بخش مالی و صنعت	نقدشوندگی و ارزش جاری سهام
۹	جمهوری چک	پراگ	شاخص ۵۰ سهم برتر بورس (PX-50)	ارزش جاری سهام
۱۰	سنگاپور	سنگاپور	شاخص ۵۰ شرکت برتر (DBS-50)	ارزش جاری سهام
۱۱	شیلی	سانتیاگو	شاخص انتخابی ۴۰ شرکت فعالتر در یکسال	نقدشوندگی
۱۲	کره جنوبی	کره	شاخص ۲۰۰ سهم بر معامله کره ای (KOSPI-200)	نقدشوندگی
۱۳	کلمبیا	بوگوتا	شاخص ۲۰ شرکت فعالتر در دو سال (IBB)	نقدشوندگی
۱۴	کنیا	نایروبی	شاخص ۲۰ شرکت برتر (NSE-20)	ارزش جاری سهام
۱۵	لهستان	ورشو	شاخص ۲۰ شرکت برتر (WIG-20)	ارزش جاری سهام
۱۶	مالزی	کوالالامپور	شاخص ۱۰۰ شرکت برتر (KLSE-100)	ارزش جاری سهام
۱۷	مراکش	کازابلانکا	شاخص ۲۵ شرکت برتر با ۸۵ درصد ارزش جاری بازار (CFG-25)	ارزش جاری سهام
۱۸	مکزیک	مکزیک	شاخص ۳۲ تا ۴۰ شرکت فعالتر بورس (IPC)	نقدشوندگی
۱۹	ونزوئلا	کاراکاس	شاخص ۱۹ شرکت فعالتر (IBC)	نقدشوندگی
۲۰	هنگ کنگ	هنگ کنگ	شاخص ۳۳ سهام فعالتر (HSI) شاخص ۵۰ شرکت برتر	نقدشوندگی ارزش جاری سهام

چنانکه از جدول شماره یک پیداست، در بسیاری از بورسهای جهان، قدرت نقدشوندگی و ارزش جاری سهام به عنوان مهمترین معیارهای سنجش برتری شرکتها مورد استفاده قرار میگیرد. وانگهی، تعداد شرکتهای راه یافته به فهرست مورد نظر ممکن است ثابت یا متغیر باشد. از این دیدگاه، پذیرش تمامی شرکتهای حایز شروط تعیین شده می تواند به تغییر تعداد آنها در هر دوره بازنگری بینجامد؛ حال آنکه براساس روش دیگر، در هر حال تعداد معینی از

شرکتها به فهرست برترینها راه خواهند یافت، و رقابت فشرده‌تری برای راه‌یابی به فهرست مزبور پدید می‌آید.

شناسایی شرکت‌های برتر در بورس اوراق بهادار تهران بر پایه ترکیبی از قدرت نقدشوندگی سهام و میزان تأثیرگذاری شرکتها بر بازار، و در چارچوب معیارهای سه‌گانه زیر انجام شده‌است:

الف - میزان دادوستد سهام در تالار معاملات شامل

۱ - تعداد سهام دادوستد شده، و

۲ - ارزش سهام دادوستد شده؛

ب - تناوب دادوستد سهام در تالار معاملات شامل

۱ - تعداد روزهای دادوستد، و

۲ - دفعات دادوستد انجام شده؛ و

پ - متغیرهای مقیاس نماگر میزان تأثیرگذاری بر بازار شامل

۱ - میانگین تعداد سهام منتشر شده، و

۲ - میانگین ارزش جاری سهام شرکت در دوره بررسی.

چنانکه پیداست، در شناسایی شرکت‌های فعالتر بورس اوراق بهادار تهران، معیار نقدشوندگی از اهمیت بیشتری برخوردار شده‌است. وانگهی، وجود متغیرهای مقیاس در کنار نماگرهای فعالیت در بورس، تصویر واقعی‌تری از نسبت فعالیت شرکتها و به ویژه میزان گردش سهام آنها را در بورس نمایان می‌سازد.

همسنجی و رتبه‌بندی فعالیت شرکت‌های پذیرفته شده در بورس بر پایه نماگرهای برشمرده برای سال ۱۳۷۶، و به کمک میانگین همساز^(۱) آنها به صورت زیر انجام شده‌است:

$$M_j = N / \sum_{i=1}^N \left(\frac{1}{I_i} \right) \quad (1)$$

نمادهای به کار رفته در معادله (۱) چنین است:

M_j شرکت زام (۲۴۸ و ... و ۱ = j) که تمامی شرکت‌های صنعتی فعال در بورس را در بر می‌گیرد. شرکت‌های عضو صنعت واسطه‌گریهای مالی در این فهرست مستثنا شده‌اند؛

N تعداد نماگرهای شش‌گانه ($N=6$)؛ و

I_i نماگر زام از مجموعه برشمرده در بالاست.

از نظر آماری، ویژگی برتر میانگین همساز در سنجش با میانگینهای حسابی و هندسی - به عنوان نماگرهای نسبتها کاربرد بیشتری دارد و کمتر از آن دو دیگر تحت تأثیر مقادیر بسیار بزرگ یا کوچک قرار می‌گیرد. به عبارت

1 - Harmonic Mean

دیگر، با این روش، استاندارد کردن نماگرها، یا محاسبه و ترکیب نسبت‌های مختلف قابل حصول از نماگرهای مزبور لزومی ندارد. وانگهی، بر این اساس نیاز به تعیین پیش شرط حضور در فهرست مقدماتی از بین می‌رود. بنابراین، حتی شرکت‌هایی با ارزش جاری سهام یا تعداد اندک سهام منتشره نیز در صورت برخورداری از وضعیت مطلوب در چهار نماگر باقی می‌توانند به فهرست پنجاه شرکت فعالتر راه یابند. بر پایه جدول ۴-۱ پیوست، فهرست پنجاه شرکت فعالتر بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۷۶ به صورت زیر به دست آمده است:

جدول ۲ پنجاه شرکت صنعتی فعالتر بورس در سال ۱۳۷۶

ردیف	نام شرکت	نماگر فعالیت
۱	ایران خودرو	۱.۳۶۷/۸
۲	پارس الکتریک	۱.۲۷۰/۴
۳	کارخانجات صنعتی پیام	۱.۲۴۴/۷
۴	شهد ایران	۱.۲۰۵/۷
۵	سیمان فارس و خوزستان	۱.۱۳۵/۶
۶	کربن ایران	۱.۱۰۶/۶
۷	پتروشیمی فارابی	۱.۰۵۶/۵
۸	دارویی رازک	۱.۰۵۳/۷
۹	لوازم خانگی پارس	۱.۰۲۰/۶
۱۰	صنعتی خاور	۱.۰۲۰
۱۱	ایران تایر	۱.۰۱۷/۴
۱۲	کف	۹۶۶/۹
۱۳	صنعتی آما	۹۴۶/۳
۱۴	فنر سازی خاور	۸۶۷/۶
۱۵	ایران وانت	۸۶۱/۱
۱۶	داروبخش	۸۵۸/۴
۱۷	داروسازی جابراین حیاب	۸۴۸/۳
۱۸	گیلان پاکت	۸۴۴/۱



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. دانایی فرد 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)، پایان‌نامه‌ی 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)، پایان‌نامه‌ی 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)، پایان‌نامه‌ی 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)، پایان‌نامه‌ی 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>

ب) مراجع انگلیسی

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**”, 3rd 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**", 1st 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
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
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 1st 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. Behdinan, (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.fhkonstanz.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**", 2nd 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 4th 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 leaded 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

Adviser:
Dr. Mohammad Javad Sheikh

September 2010