Archive of SID.ir

فصلنامـه اقتصاد مالی
دورهٔ ۱۷ / شمارهٔ ٤ (پیاپی ٦٥)/ زمستان ۱٤۰۲
صفحه ۳۰۷ تا ۳۳۱

https://doi.org/10.30495/fed.2023.1949982.2635

بررسی کارآمدی مدل‌های بهینه سازی فرا ابتکاری الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسکMSV و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسکCVaR در تعیین سبد سهام شرکت‌های پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق بهادار

داریوش آدینه وند[۱]
ابراهیم علی رازینی[۲]✉
محمود خدام[۳]
فریدون اوحدی[۴]
الهام السادات هاشمی زاده[۵]

تاریخ دریافت: ۱٤۰۲/۰۷/۱٤ تاریخ پذیرش: ۱٤۰۲/۰۹/۱٦

چکیده

انتخاب سبد سهام بهینه از اهداف اصلی مدیریت سرمایه است. امروزه ابزارها و تکنیک‌های متعددی برای اندازه‌گیری ریسک سبد سرمایه‌گذاری و انتخاب سبد سهام بهینه ارائه شده است. در این مقاله، با استفاده از داده های ۱۵ سهم که با روش نمونه‌گیری هدفمند از شرکتهای برتر سازمان بورس اوراق بهادار تهران انتخاب شده‌اند که شامل خپارس، خزامیا، وپاسار، فولاد، اخابر، کگل، فملی، تاپیکو، سپاها، فاذر، فخاس، شبهرن، شفن، قمرو و قثابت هستند، ابتدا بازده این سهام بصورت روزانه در بازه زمانی۱۳۹۴/۳/۳۱-۱۳۹۹/۳/۳۱ طی ۵ سال به مدت ۱۱۸۳ روز محاسبه می‌شوند و سپس با استفاده از نرم افزار متلب مدل‌های بهینه سازی فرا ابتکاری الگوریتم ژنتیک چند هدفه تحت معیار ریسکMSV و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسکCVaR با هم مقایسه می‌شوند. نتایج نشان می‌دهد که مدل الگوریتم ژنتیک چند هدفه تحت معیار ریسک MSV دارای بازده بیشتر و ریسک کمتری می باشد، در نتیجه مدل الگوریتم ژنتیک تحت معیار ریسک MSV از مدل الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR کارآمدتر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی، الگوریتم زنتیک، الگوریتم ازدحام ذرات، ارزش در معرض خطر مشروط و میانگین-نیم واریانس.

طبقه بندی JEL : M52، M42

۱ . گروه حسابداری، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی،کرج،ایران.: (d.adinehvand55@gmail.com)
۲ گروه مدیریت، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران(نویسنده مسئول):. (A_Razini@kiau.ac.ir)
۳ . گروه مدیریت صنعتی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج ،ایران. (khoddam1355@gmail.com)
۴ . گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.(Fohadi31@yahoo.com)
۵ . گروه ریاضی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران..(hashemizadeh@kiau.ac.ir)

نوع مقاله: علمی پژوهشی
Eci@iauctb.ac.ir

Creative Commons – Attribution 4.0 International – CC BY 4.0
Creativecommons.org

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱- مقدمه

بهینه‌سازی[1] روند بهبود یک مساله است. یک مهندس یا یک دانشمند ایده‌ی جدیدی را ابداع می‌کند، به وسیله بهینه‌سازی آن را بهبود می‌بخشد. به عبارت دیگر بهینه‌سازی عبارت است از تنظیم ورودی‌ها و ویژیگی‌های یک دستگاه یا یک فرایند ریاضی به گونه‌ای که بتوان به کمترین یا بیشترین خروجی آنها دست یافت. ورودی عبارت است است متغیرها، فرایند یا تابع مورد نظر را که همان تابع هزینه، تابع هدف یا تابع شایستگی می‌گویند و خروجی نیز همان هزینه یا شایستگی می‌باشد(شاه‌حسینی، موسوی میرکلائی و ملاجعفری،۱۳۹۶،۷۲). مدیریت سرمایه به دنبال انتخاب ترکیبی بهینه‌ی از دارایی‌های مالی است،که بتواند تقاضاهای مطلوب و نیاز سرمایه‌گذاران را برآورده نماید(مارینجر،دیتمار، ۲۰۰۵). سرمایه‌گذاران به هنگام سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مختلف به طور هم زمان ریسک و بازده آن دارایی‌های را به عنوان یکی از عمده‌ترین عوامل در تصمیمات سرمایه‌گذاری در نظر می‌گیرند. مدیریت ریسک بیشتر به دنبال ایجاد تعادل بین ریسک و بازده می‌باشد(تی جی ویلدسن[2] و همکاران،۲۰۱۶). یکی از پیشرفت‌های مهمی که در چند دهه اخیر در تئوری‌های مالی صورت گرفته است. بحث بر روی مسئله ریسک به صورت معیار قابل سنجش بوده است. اگر بتوانیم ریسک مالی را به درستی اندازه گیری و قیمت‌گذاری کنیم در آن صورت می‌توانیم ارزش دارایی‌های ریسک‌دار را به درستی محاسبه کنیم. در این حالت سرمایه‌گذاران بهتر می‌توانند پس‌اندازهای خود را به انواع مختلف اوراق بهادار ریسک‌دار تخصیص دهند(تهرانی و نوربخش،۱۳۹۶، ۱۱۵). انتخاب ابزارها و تکنیک‌های که بتوانند یک سبد سهام بهینه را شکل دهند مورد علاقه سرمایه‌گذاران است(راعی و بحرینی جمهری،۲۰۱۲). هدف اصلی مدل بهینه‌سازی سبد سهام این است که به سرمایه‌گذاران کمک کند تا سبد مطلوب مطابق با ترجیحات و شرایط محیطی آنها انتخاب نمایند (مارکویتز[3]،۱۹۵۲). استفاده از ابزارها و تکنیک‌های مناسب در بازار سرمایه می تواند بازدهی سرمایه‌گذار را افزایش و تخصیص بهینه منابع را در پی خواهد داشت. در این پژوهش از ابزارهای فرابتکاری بهینه‌سازی شامل الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسک MSV و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR جهت انتخاب سبدسهام بهینه استفاده می‌شود، با این هدف که سرمایه‌گذاران بتوانند با این ابزارها تصمیمات بهتری برای سرمایه‌گذاری اتخاذ نمایند. هر چند استفاده از این ابزارهای جدید ممکن است به صورت مجزا توسط برخی محققین و برای بررسی بعضی موضوعات خاص صورت گرفته باشد، اما ما تلاش می‌کنیم اولاً این ابزارها و مدل‌های جدید را بسط دهیم و ثانیاً با مقایسه کارآمدی این مدل‌ها با استفاده از نرم‌افزار متلب[4] بینش جدیدی برای فرایند تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاران ارائه نمائیم. لذا این موارد به عنوان رویکردی جدید و یک نوآوری در استفاده از ابزارها و مدل‌های فرا ابتکاری به منظور انتخاب سبد بهینه سهام تلقی می‌شود و موجب می‌شود تا سرمایه‌گذاران نیز با پی بردن به نتایج آن در فرآیند سرمایه نسبت به محیط واقعی سرمایه‌گذاری آگاهی کسب کنند و بتوانند تصمیمات سرمایه‌گذاری بهتری اتخاذ نمایند.

1 . Optimization
2 . T.G.Willadsen at all
3 . Markowitz, H
4 . MATLAB R 2019

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

پرسشی که در مطالعه حاضر به دنبال پاسخ آن هستیم. این است که کدام یک از الگوهای"الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسک SMV و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR از کارآمدی بالاتری در انتخاب سبد سهام بهینه برخوردار است؟ برای دستیابی به پاسخ این سوال، فرضیه‌ی به شرح زیر طراحی و مورد بررسی قرار گرفت. الگوی بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسک SMV از الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR کارآمدتر می‌باشد.

تحقیق حاضر در شش قسمت ارائه شده است. بخش اول مربوط به مقدمه است. بخش دوم به بررسی مبانی نظری می‌پردازد، بخش سوم پیشینه‌ی تحقیق است، بخش چهارم روش‌شناسی تحقیق را بیان می‌کند، بخش پنجم به یافته‌های پژوهش اشاره دارد و در بخش ششم به جمع‌بندی و نتیجه گیری پژوهش پرداخته شده است.

۲-مبانی نظری

سرمایه‌گذاری عبارت از تبدیل وجوه مالی به یک یا چند نوع دارایی که برای مدتی در زمان آتی نگهداری خواهد شد. سرمایه‌گذران به دنبال اداره و ارتقای ثروت و دارایی خود از طریق سرمایه‌گذاری در یک ترکیب بهینه از دارایی‌های مالی می‌باشند. مفهوم ترکیب بهینه مهم است، برای اینکه ثروت افراد که به صورت دارایی‌های مختلف نگهداری می‌شود باید به صورت واحد ارزشیابی و مدیریت شود. ثروت باید به صورت پرتفلیو، مدیریت و ارزشیابی شود. پرتفلیو در برگیرنده‌ی مجموعه‌ی سرمایه‌گذاری یک سرمایه‌گذار است.(تهرانی و عسگری،۱۳۸۶). سرمایه-گذاری مستلزم مدیریت ثروت سرمایه‌گذاران است. ریسک و بازدهی دو رکن اصلی تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری می‌باشد. بیشینه‌کردن بازده و کمینه‌کردن ریسک، معیارهای مناسبی برای سرمایه‌گذاری هستند. حوزه مهندسی مالی با مدیریت ریسک و خلق فرصت‌ها، راه‌حل‌های بدیعی ارائه می‌دهد تا صاحبان صنعت مطمئن‌تر بتوانند فعالیت‌های سرمایه‌گذاری خود را به طور بهینه انجام نمایند(راعی،سعیدی، ۴۸؛۱۳۹۲).

ریسک یکی از دغدغه‌های سرمایه‌گذاران است؛ البته سرمایه‌گذاران موفق کسانی هستند که سطح قابل قبولی از ریسک را بپذیرند، چرا که به این موضوع واقفند که نمی‌توان نتایج مطمئن و بازدهی بیشتر را همزمان تجربه کرد. ضمناً آنان آگاه هستند که شرایط عدم اطمینان همیشه به مفهوم ایجاد شرایط منفی نیست در حقیقت می‌توان گفت با توجه به موضوع مورد بررسی، اگر شرایط عدم اطمینان به احتمال بیشتری به شرایط با توفیقات مثبت ختم شود، انتخاب آن عقلایی خواهد بود. اما نکته اساسی در نظر گرفتن ریسک به عنوان یک معیار مهم، جهت تصمیم‌گیری‌های سرمایه‌گذاری است. و سرمایه‌گذارانی که بدون در نظر گرفتن میزان ریسک، تن به سرمایه گذاری می دهند، خود را در شرایط زیان باری قرار داده‌اند. زمان تشخیص دامنه نوسانات نیز دقیقاً قبل از سرمایه-گذاری است. (راعی و سعیدی،۴۸؛۱۳۹۲)

برای اولین بار در سال ۱۹۵۰ هری مارکوئیتز تئوری پرتفوی مدرن و علمی را ارائه کرد. قبل از او تئوری موجود در مورد سرمایه گذاری، تئوری سنتی سرمایه گذاری بود که در آن عقیده بر آن بود که تنوع بخشیدن به سرمایه گذاری یا به عبارت دیگر سرمایه گذاری در پرتفوی، باعث کاهش مخاطرات آن می شود. نکته ضعف این نظریه در عدم توانایی مدل در اندازه گیری و کمی کردن ریسک پرتفوی بود. لذا مارکوئیتز با در نظر گرفتن مفاهیم کوواریانن

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

و ضریب همبستگی به صورت کمی نشان داد که چگونه تنوع سازی پرتفوی می تواند باعث کاهش ریسک پرتفوی گردد. در واقع، او براساس ویژگی های ریسک و بازده مورد انتظار دارایی های مالی، اقدام به بررسی و مدل سازی پرتفوی نمود(نیکخوتربت، حافظ، رحمانی و خلیلی، ۱۴۰۱؛۴).

یکی دیگر از محاسبات اصلی مدل پرتفوی، محاسبه ریسک پرتفوی است. در مدل مارکویتز بازده پرتفوی عبارت از میانگین وزنی تک تک اوراق بهادار موجود در پرتفلیو، و ریسک (واریانس یا انحراف معیار) نیز شامل میانگین وزنی ریسک تک تک اوراق بهادار موجود در پرتفلیو می‌باشد.(تهرانی و نوربخش،۱۳۸۶؛۲۲۷). شاخصی که برای محاسبه پراکندگی صفت متغیر بکار می‌رود، عبارت است از نیم واریانس که برای انحرافات نامطلوب بکار می‌رود. به عبارت دیگر اگر ریسک را احتمال زیان تعریف کنیم، آنگاه تغییرات مطلوب (یعنی افزایش نرخ بازدهی دارایی مالی) به عنوان ریسک محسوب نمی‌شود و فقط آن دسته از مشاهداتی که کمتر از میانگین نرخ بازدهی می‌باشند، بعنوان ریسک محسوب می‌شوند (راعی، رضا؛ سعیدی، علی ،۱۳۹۲). هری مارکویتز (۱۹۵۹) مدل میانگین-نیم واریانس برای بازده تصادفی غیر متقارن ارائه داد. یکی دیگر از شاخص‌های ریسک نامطلوب، ارزش در معرض خطر است، این روش معیاری برای اندازه‌گیری حداکثر زیان احتمالی سبد دارایی است. در حالی که بعدها مشخص شد ارزش در معرض خطر ویژگی‌های ریاضی نامطلوبی دارد، در نتیجه آرتزنر[1] (۱۹۹۹) ایده‌ی همسان بودن را به عنوان یک مجموعه از خصوصیات اندازه‌گیری ریسک در تابع توزیع این روش ارائه کردند. از جمله مهمترین اندازه‌گیرهای ریسک همسان، ارزش در معرض خطر مشروط است که توسط راکفلر و اوریاسف[2] (۲۰۰۰) ارائه شده است، که بیان‌کننده آن است که اگر اوضاع نامطلوب باشد، انتظار داریم چقدر متحمل زیان شویم (کمپبل[3]،۲۰۰۱).

در مباحث مربوط به علوم و مهندسی منظور از بهینه سازی یافتن نقطه کمینه یا بیشینه یک تابع معین، که معمولاً آن را تابع هدف[4] می‌نامیم است. در یک طبقه‌بندی کلی، مسائل بهینه سازی به دو دسته عمده تقسیم می‌شوند: الف- مسائل بهینه سازی ترکیبی[5] ب- مسائل بهینه سازی پیوسته[6]

در مسائل بهینه سازی ترکیبی؛ دامنه تعریف مساله دارای ماهیت گسسته است. یعنی جواب‌های ممکن برای مساله بهینه سازی یک مجموعه شمارش‌پذیر تشکیل می‌دهند، ولی در عین حال تابع هدفی که قصد پیدا کردن نقطه بهینه آن را داریم یک تابع پیوسته است. در مسائل بهینه سازی پیوسته؛ پیدا کردن یک نقطه کمینه یا بیشینه سراسری تابع $f(x)$ تحت قیودی از نوع برابری و یا نابرابری است. در حالت‌های ساده می‌توان نقطه بهینه سراسری تابع $f(x)$ را بطور تحلیلی با استفاده از گرادیان[7] تابع هدف به دست آورد. ولی در صورت وجود قیود پیچیده، زیاد بودن تعداد متغیرها، ناپیوسته بودن تابع هدف، تصادفی بودن متغیرها و غیره نمی‌توان با استفاده از روش‌های تحلیلی ساده جواب مساله بهینه‌سازی را محاسبه کرد(مریخ بیات،شاهرخ،۱۳۹۳؛14).

1 .Artzner,P
2 .R.T.Rockafellar and S.P.Uryasev
3 .Campbell,R
4 . Objective Function
5 . Combinatorial Optimization
6 . Continuous Optimization
7 . Gradient

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

در طبقه‌بندی دیگر روش بهینه سازی به روش بهینه سازی کلاسیک و فرا ابتکاری بیان شده است.

۱-۲-روش بهینه سازی کلاسیک

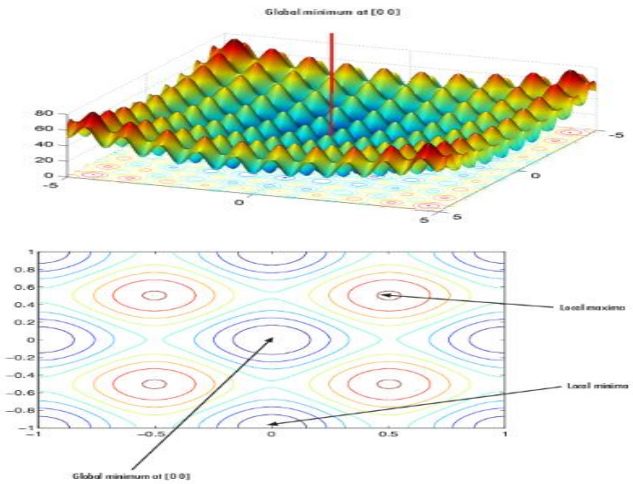
روش بهینه سازی کلاسیک همان روش مبتنی بر مشتق ریاضی است. یکی از نقایص روش کلاسیک این است که در مسائل پیچیده، چند بعدی و یا مسائلی که ویژگی‌های گسستگی، مشتق ناپذیری و اغتشاش اطلاعات، فضای حالت ناپیوسته و معادله‌های غیرخطی پیچیده دارند، همانند مساله انتخاب و بهینه سازی سبد، فقط تا حد یافتن بهینه‌های محلی پیش می‌روند و از یافتن بهینه جامع و کلی مساله ناتوان هستند. در این روش برای برون رفت از جواب‌های محلی تصمیمی گرفته نشده است و همین که به پاسخی به نسبت بهینه می‌رسند، اگرچه ممکن است محلی باشد، حل را متوقف کرده و پاسخ را به عنوان بهینه جامع و کلی اعلام می‌نمایند.

۲-۲-روش بهینه سازی فرا ابتکاری

روشهای فرا ابتکاری (یا تکاملی)، برای حل مشکلات بیان شده که غالباً مسائل بهینه‌سازی با آنها روبه‌رو است به وجود آمده‌اند. اگرچه نمی‌توان هیچ تضمینی قائل شد؛ اما آزمون این روش‌ها در مسائل مختلف فنی و مهندسی، اقتصاد، مالی و غیر نشان داده است که در صورت اجرای درست و انتخاب مناسب پارامترهای داخلی و متناسب با نوع مساله، با استفاده از این روش‌ها می‌تواند به پاسخ‌های مناسب‌تری از پاسخ‌های همتاهای کلاسیک‌شان دست یافت. عملکرد بهتر این روش‌ها به ماهیت طراحی آنها باز می‌گردد؛ به عبارت دیگر، اصولاً این روش‌ها ایجاد شدند تا کاستی‌های روش‌های کلاسیک را جبران کنند. آنها به گونه ای برنامه‌ریزی شده‌اند که تا در صورت امکان از بهینه‌های محلی، به اصطلاح «بیرون بپرند» و در آنها «گرفتار نشوند» و به بهینه‌ی جامع برسند. به عبارت دیگر ازآنجا که روشهای فرا ابتکاری به یک جستجوی جامع تصادفی دست می‌زنند، احتمال به تله افتادن آنها در بهینه‌های محلی به شدت کاهش می‌یابد(مولایی، محمدعلی و طالبی، آرش،۱۳۸۹)

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



شکل ۱ -مفهوم بهینه محلی[1] و سراسری[2]

منبع: میشرا سوشوتا[3]،۲۰۱۷

۳-پیشینه پژوهش

ژای و بای[4] (۲۰۱۸) مدل میانگین–واریانس را با در نظر گرفتن هزینه معاملات، نقد شوندگی و ریسک پیشینه در چارچوب تئوری عدم اطمینان ارائه دادند، و در نهایت نشان دادند که چگونه ریسک پیشینه و نقد شوندگی بر روی مرز کارا تأثیر می‌گذارند.

کورا[5] (۲۰۰۹) از روش حرکت جمعی ذرات در مسئله بهینه سازی سبد سهام مقید استفاده می‌نماید. وی در این پژوهش قیمت‌های هفتگی تعداد محدودی از سهام در یک بازه‌ی زمانی ۵ ساله از سال ۱۹۹۲ تا ۱۹۹۷ را انتخاب نموده و با تکنیک مرز کارا رسم می‌نماید و نتیجه گرفت که این تکنیک در بهینه سازی پورتفوی بسیار موفق عمل می‌کند.

وئی[6] (۲۰۱۵) در پژوهش خود به منظور مدل سازی و بیان راه‌حل بهینه برای بهینه سازی سبد سرمایه‌گذاری چند دوره‌ای با الگوریتم ژنتیک، یک مدل بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری چند دوره‌ای احتمالی میانگین-نیم واریانس-ارزش در معرض خطر ارزش در معرض خطر شرطی با در نظر گرفتن هزینه معاملات ارائه و با استفاده از الگوریتم ژنتیک مدل‌سازی کرد. نتایج نشان داد الگوریتم ژنتیک برای حل این دسته از مسائل مناسب و از کارایی بالای بر خوردار است.

1 . local
2 . Global
3 . Sushruta Mishra
4 . Zhai, J., & Bai, M
5 . Cura Tunchan
6 . Wei, S. Z.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

بیات، علی و اسدی، رضا (۱۳۹۶) در پژوهشی جهت انتخاب سبد سهام از الگوریتم پرندگان و مدل مارکویتز و مقایسه‌ای بین آنها صورت پذیرفته است. هدف از این پژوهش معرفی یک مدلی جهت انتخاب پرتفوی برای سرمایه گذاران که بتوانند با ارزیابی آن مدل به انتخاب درست سبد پرتفوی اقدام کنند، نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که الگوریتم پرندگان در مقایسه با مدل مارکویتز دارای خطای کمتری در انتخاب سبد بهینه سرمایه گذاری می‌باشد.

رهنمایی رودپشتی، فریدون، طلوعی، حسین‌زاده لطفی و بیات(۱۳۹۴)، در پژوهش خود با عنوان بررسی کارایی بهینه‌سازی پرتفوی بر اساس مدل پایدار با بهینه سازی کلاسیک در پیش‌بینی ریسک و بازده ارائه دادند. آن‌ها در این پژوهش مشخص کردند که بازده پیش‌بینی شده پرتفوی در مدل پایدار تفاوت معناداری با بازده پیش‌بینی شده در مدل کلاسیک ندارد و همچنین ریسک پیش‌بینی شده در مدل پایدار با ریسک پیش‌بینی شده در مدل کلاسیک تفاوت معناداری ندارد.لذا با بررسی بازدهی و ریسک پرتفوهای تشکیل شده براساس وزن ارائه شده توسط هر یک از مدلها، مشخص گردید در بازار ایران بازده واقعی از هر دو روش تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند.

میزبان، هدیه السادات، افچنگی، احراری،آروین و سوری(۱۳۹۱) در پژوهشی از الگوریتم ازدحام ذرات برای بهینه‌یابی سبد دارایی مارکوویتز با توجه به معیارهای متفاوت اندازه‌گیری ریسک یعنی میانگین واریانس، میانگین -نیم واریانس و میانگین قدر مطلق انحرافات و همچنین محدودیتهای موجود در بازار واقعی مانند "اندازه ثابت تعداد سهام" و "محدودیت خرید" استفاده کرده است. برای بررسی قابلیت حل این مسائل به کمک این الگوریتم، از داده‌های واقعی ۱۸۶ شرکت در بورس اوراق بهادار تهران در فاصله زمانی تیر ۱۳۸۵ تا تیر ۱۳۹۰ استفاده شده‌است. نتایج به دست آمده از این پژوهش حاکی از عملکرد موفق الگوریتم PSO در محاسبه مرز کارای مارکوویتز در تعاریف مختلف اندازه‌گیری ریسک است .

ابونوری، اسماعیل، تهرانی و شامانی(۱۳۹۷) هدف این مقاله بررسی عملکرد انتخاب پورتفولیوهای مبتنی بر ریسک تحت شرایط مختلف بازار می باشد. در این مطالعه عملکرد چهار استراتژی مبتنی بر ریسک: وزن دهی برابر، وزن دهی بر اساس ریسک برابر، بیشترین تنوع بخشی، کمترین میانگین واریانس طی دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۵ برای ۳۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار مورد مقایسه قرار گرفته است. برای بررسی ریسک نامطلوب استراتژی‌ها از معیارهای سنجش ریسک نامطلوب مانندVaRوCVaR استفاده شد. نتایج بدست آمده بیانگر این است که مدل GMV کمترین ریسک نامطلوب را در بین استراتژی‌ها داشته باشد.

۴- روش شناسی تحقیق

۴-۱- مدل الگوریتم ژنتیک

حل هر مساله بهینه‌سازی پیوسته با استفاده از الگوریتم ژنتیک مستلزم انجام سه مرحله است. در مرحله اول باید مسئله بهینه‌سازی مورد نظر را به یک مساله بهینه‌سازی مناسب برای الگوریتم ژنتیک تبدیل کنیم. الگوریتم ژنتیک ذاتاً برای حل مسائل بیشینه‌سازی در حالت بدون قید مناسب است، پس باید مساله بهینه‌سازی، که در حالت کلی یک مسئله کمینه‌سازی یا بیشینه‌سازی تحت قید است، به یک مسئله بیشینه‌سازی بدون قید تبدیل نماییم. در مرحله دوم باید متغیرهای مساله بهینه‌سازی را با استفاده از رشته‌های دودویی مناسب بیان

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

کنیم. این کار در واقع راهی برای کدکردن متغیرهای مساله به زبان کامپیوتر است. در مرحله سوم از الگوریتم ژنتیک برای حل مسئله بهینه‌سازی و به دست‌آوردن پاسخ‌های بهینه استفاده می‌کنیم. الگوریتم ژنتیک خود از سه مرحله تولید مثل، تقاطع و جهش تشکیل شده است که در ادامه به معرفی آن‌ها خواهیم پرداخت. الف-تولید مثل؛ تولید مثل اولین عملگری است که با هدف ایجاد مجموعه‌ای بهتر و قوی‌تر از رشته‌ها به مجموعه رشته‌های نسل قبل اعمال می‌شود. گاهی به همین دلیل آن را عملگر گزینش نیز می‌نامند. زیرا طی آن تعدادی از بهترین رشته‌های نسل قبل انتخاب شده و عیناً به مجموعه رشته‌های نسل بعد انتقال می یابد، در هر فرآیند تولید مثل رشته‌هایی از نسل فعلی که میزان تناسب شان به نوعی بالاتر از سطح متوسط باشد انتخاب و کپی‌هایی از آنها برای تولید یک مجموعه جدید از رشته‌های دودویی موسوم به استخر جفتگیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. ب - تقاطع؛ پس از انجام عمل تولید مثل، عمل تقاطع بر روی رشته‌های نسل قبل انجام می‌شود. هدف از انجام عمل تقاطع، تولید و اضافه کردن تعدادی رشته به مجموعه رشته‌های نسل بعد با استفاده از نوعی تبادل اطلاعات بین رشته‌های نسل قبل است. در اکثر عملگرهای پیشنهاد شده برای عمل تقاطع، ابتدا دو رشته به طور تصادفی از استخر جفتگیری نسل قبلی انتخاب و سپس قسمت‌هایی از آنها با یکدیگر معاوضه می گردد. ج-جهش؛ تقاطع مهمترین عملگری است که با استفاده از آن رشته‌های جدیدی برای تولید نسل بعدی ایجاد می‌گردند. پس از انتقال رشته‌های حاصل از عملگر تقاطع به استخر جفتگیری جدید، عملگر جهش با احتمال معین و کوچک p_m (موسوم به احتمال جهش) به رشته‌های استخر جفتگیری نسل قبلی اعمال و رشته‌های حاصل از آن به مجموعه رشته‌های نسل بعد اضافه می‌شوند. بدیهی است که عملگر جهش باعث پراکندگی تصادفی تعدادی از رشته‌های نسل قبل در فضای جستجو و در نتیجه افزایش احتمال گریز از نقاط بهینه محلی و رسیدن به نقطه بهینه سراسری خواهد شد. به طور کلی عملگر جهش سه هدف عمده را دنبال می‌کند. اولین کارکرد مثبت عملگر جهش فراهم آوردن امکانی برای جستجو در همسایگی جواب‌های فعلی است. دومین کارکرد مثبت عملگر جهش این است که مانع از نابودی زود هنگام اطلاعات ژنتیکی مفید می‌شود و سومین کارکرد مثبت عملگر جهش ایجاد تنوع و گوناگونی ژنتیکی است که به نوبه خود باعث کمک به یافتن جواب‌های بهتر می‌شود.

تابع تناسب[1] در الگوریتم ژنتیک: الگوریتم ژنتیک بر اساس بقای مناسب‌ترین جانداران در طبیعت کار می‌کند. در طبیعت گونه‌هایی که بیشترین سازگاری با محیط پیرامون‌شان داشته باشند، درگردونه حیات باقی و بقیه به تدریج حذف می‌شوند. در الگوریتم ژنتیک نیز مرتباً مجموعه‌ای از جواب‌ها که احتمالاً جواب بهینه سراسری نیز در میان آنهاست در یک محیط شبیه‌سازی‌شده تولید می‌شوند. با گذشت زمان با استفاده از یک ساز و کار مناسب جواب‌هایی که بیشترین تناسب میزان بهینگی را داشته باشند باقی می‌مانند و بقیه به مرور حذف می‌گردند. توجه داشته باشید که در اینجا منظور از میزان تناسب جواب میزان بهینه‌بودن آن است که این میزان بهینگی با استفاده از مقدار تابع هدفی که قصد یافتن نقطه بهینه آن را داریم، محاسبه می‌شود. در الگوریتم ژنتیک فقط جواب‌هایی که بیشترین میزان تناسب را دارند، شانس باقی ماندن در فرآیند بهینه‌سازی را پیدا می‌کنند. لذا الگوریتم ژنتیک

1. Fitness Function

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

ذاتاً برای حل مسائل بهینه‌سازی در حالت بدون قید مناسب است. در الگوریتم ژنتیک از تابعی موسوم به تابع تناسب برای سنجش میزان بهینه‌بودن هر یک از جواب‌های تولید شده توسط الگوریتم ژنتیک استفاده می شود. این تابع تناسب که در ادامه آن را با $F(x)$ نمایش می‌دهیم. همواره به گونه‌ای تعریف می‌شود که با افزایش میزان بهینگی بردار X مقدار آن افزایش یابد. بدین ترتیب بدیهی است که در مسائل بیشینه‌سازی بدون قید در صورت مثبت بودن مقدار تابع هدف به‌ازای تمام نقاط دامنه تابع تناسب می‌تواند برابر با خود تابع هدف در نظر گرفته شود. به عبارت دقیق‌تر اگر هدف از بهینه‌سازی پیدا کردن نقطه بیشینه $f(x)$ باشد در آن صورت می توان تابع تناسب $F(x)$ را برابر با خود $f(x)$ در نظر گرفت.($F(x) = f(x)$)

برای حل مسئله کمینه‌سازی نیز باید پیش از اعمال الگوریتم ژنتیک مسئله را به یک مسئله بیشینه‌سازی تبدیل کنیم. مرسوم‌ترین راه برای انجام این کار تعریف تابع تناسب برابر با عکس یک ترکیب خطی از تابع هزینه است.

$$F(x) = \frac{1}{1 + f(x)} \quad (۱$$

با توجه به تعریف فوق X های که منجر به مقادیر کوچکتری برای $f(x)$ شوند از تناسب بیشتری برخوردار خواهند بود. توجه کنید که در تمام مسائل بهینه‌سازی نحوه تعریف تابع تناسب باید به گونه‌ای باشد که مقدار آن به ازای تمام نقاط دامنه عدد مثبتی باشد. بدیهی‌است که برای این منظور می‌توان تابع هدف را با یک عدد مثبت به اندازه کافی بزرگ جمع کرد. همانطور که می‌دانیم جمع کردن هر تابع با یک عدد مثبت موقعیت نقاط اکسترمم آن را تغییر نخواهد داد. برای تبدیل یک مسئله بهینه سازی تحت قید به یک مسئله بهینه‌سازی بدون قید و سپس تعریف تابع تناسب به صورت زیر عمل می کنیم.

در حالت نسبتاً کلی، یک مسئله کمینه‌سازی تحت قید عبارت است از پیدا کرد نقطه کمینه تابعی مانند $f(x)$ با رعایت قیود:

قیود نابرابری $s.t.$

$$\mu_p = w^\top \mu < \mu_{p\circ} \quad (۲$$

قیود برابری $s.t.$

$$\mu_p = w^\top \mu \geq \mu_{p\circ} \quad (۳$$

$$\sum_{i=1}^{n} \mathrm{w}_i = 1 \;\rightarrow\; \circ \leq \hat{\mathrm{w}}_i \leq 1 \;\rightarrow\; \mathrm{w}_\mathrm{i} = \frac{\hat{\mathrm{w}}_i}{\sum_{i=1}^{n} \hat{\mathrm{w}}_i} \quad (۴$$

$$\mathrm{w}_\mathrm{i} \geq \circ \quad (۵$$

مساله بهینه‌سازی تحت قید رابطه (۵) را می‌توان با استفاده از تابع جریمه به یک مساله کمینه‌سازی بدون قید معادل به رابطه(۶) تبدیل کرد.

$$Min\ Risk(w) + penalty \quad (۶$$

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

تابع جریمه[1] یک مقدار ثابت است که مقدار ریسک اضافه می‌شود برای زمانی که رابطه این قید ($\mu_p =$ $w^\top \mu \geq \mu_{p\circ}$) برقرار نباشد. برای حل تابع جریمه باید یک شاخص تخطی[2] تعریف کنیم. که بصورت رابطه (۷) است.

$$Violation \begin{cases} \circ \Rightarrow & \mu_p = w^\top \mu \geq \mu_{p\circ} \\ +\Rightarrow \mu_p < \mu_{p\circ} \Rightarrow = 1 - \dfrac{\mu_p}{\mu_{p\circ}} \end{cases} \quad (۷)$$

تابع کمینه‌سازی از روابط زیر بدست می‌آید؛ الف: تابع جریمه جمع شونده رابطه (۸)

$$Min\ Risk(w) + \alpha v(w) \quad (۸)$$

ب:تابع جریمه ضرب شونده رابطه (۹)

$$Min\ Risk(w) + \beta v(w).Risk(w) \quad (۹)$$

تابع کمینه‌سازی در این پژوهش

$$Min\ Risk(w)[1 + \beta Max(\circ .1 - \frac{\mu_p}{\mu_{p\circ}})] \quad (۱۰)$$

$$\sum_{i=1}^{n} \mathrm{w}_i = 1 \quad (۱۱)$$

$$\mathrm{w_i} \geq \circ \quad (۱۲)$$

نحوه کدگذاری متغیرهای مساله در الگوریتم ژنتیک: در الگوریتم ژنتیک استاندارد هر یک از متغیرهای مساله با استفاده از یک عدد باینری (یعنی رشته‌ای متشکل از اعداد ۰ و ۱) کدگذاری می‌شود. دلیل اینکه در الگوریتم ژنتیک این نحوه نمایش متغیرها با استفاده از رشته‌های دودویی را کدگذاری می‌نامیم این است که در حالت کلی مقدار هیچ یک از این متغیرها واقعاً برابر با مقدار به دست آمده از تبدیل آن رشته دودویی به مبنای ده نیست.

معیارهای خاتمه اجرای الگوریتم ژنتیک: اولین روش توقف اجرای الگوریتم ژنتیک این است که تعداد نسل تولید شده توسط الگوریتم را پیش از اجرای برنامه به عدد معینی محدود کنیم. بدین ترتیب پس از تولید چند نسل، اجرای الگوریتم ژنتیک متوقف شده و بهترین رشته موجود در آخرین نسل بعنوان جواب بهینه سراسری معرفی می‌گردد. روش دوم برای توقف الگوریتم ژنتیک این است که زمان اجرای برنامه را از قبل تعیین کنیم. در این صورت الگوریتم ژنتیک به مدت زمان محدودی، که مقدار آن از قبل تعیین شده است، اجرا می‌شود و پس از اتمام زمان مقرر بهترین رشته موجود در آخرین نسل بعنوان جواب بهینه سراسری معرفی می‌گردد. روش سوم برای توقف اجرای الگوریتم ژنتیک استفاده از تابع تناسب است. در این روش پس از تولید هر نسل جدید از رشته‌ها، میزان تناسب بهترین رشته موجود در آن نسل با یک مقدار از پیش تعیین شده مقایسه می‌شود. برخلاف

1 . Penalty Fanction
2 . Index Violation

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

دو معیار قبل، این معیار توقف دارای این حسن است که پس از توقف اجرای الگوریتم تا حد زیادی از رسیدن به یک نقطه بهینه مناسب مطمئن هستیم(مریخ‌بیات، شاهرخ،۱۳۹۳،۴۸).

۲-۴- مدل الگوریتم ازدحام ذرات

در مدل الگوریتم ازدحام ذرات ابتدا تعدادی ذره با موقعیت و سرعت تصادفی ایجاد می‌کنیم. در هر تکرار ذرات بر حسب بهترین موقعیت گذشته خود و همسایگانشان حرکت به سوی هدف را اصلاح می نماید و پس از تکرارهای متوالی، مساله به جواب بهینه همگرا خواهد شد. اصلاح سرعت و موقعیت هر ذره توسط رابطه‌های (۱۳ و ۱۴) صورت می پذیرد.

$$v_i(t+1) = wv_i(t) + c_1 rand_1\left(pbest_i(t) - x_i(t)\right) + c_2 rand_2\left(gbest_i(t) - x_i(t)\right) \quad (۱۳$$

$$x_i(t+1) = x_i(t) + v_i(t+1) \quad (۱۴$$

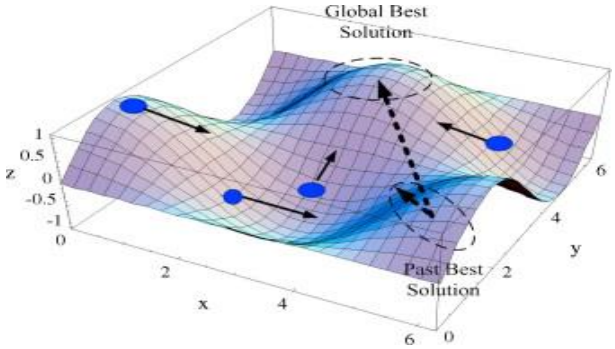
در این معادلات، g مبین شاخص به کار رفته برای ذره‌ای است که بهترین موقعیت را دارد، t نمایانگر تعداد تکرار، c نشان دهنده شاخص شتاب و نیز r_1 و r_2 اعدادی تصادفی در بازه (۰و۱) می باشند. ضرایب c_1 (پارامتری مثبت به نام پارامتری شناختی) و c_2 (پارامتری مثبت به نام پارامتری اجتماعی)، شیب حرکت در جستجوی محلی را مشخص می‌کنند و در بازه (۰ و ۲) انتخاب می‌شوند. در بیشتر موارد برای هر دوی آنان از مقدار ۱/۴۹ و یا ۲ استفاده شده است[۳]. مدل الگوریتم ازدحام ذرات با به روز کردن نسل‌ها سعی در یافتن راه‌حل بهینه می‌نماید. در هر گام، هر ذره با استفاده از دو بهترین مقدار به روز می‌شود. اولین مورد بهترین موقعیتی است که تا کنون ذره موفق به رسیدن به آن شده است. موقعیت مذکور با نام pbest شناخته و نگهداری می‌شود. بهترین مقدار دیگری که توسط الگوریتم مورد استفاده قرار می‌گیرد، بهترین موقعیتی است که تا کنون توسط جمعیت ذرات بدست آمده است. این موقعیت با gbest نمایش داده می شود. ضریب اینرسی ω به صورت خطی کاهش می‌یابد که معمولا در بازه (۰ و ۱) می‌باشد. در بیشتر آزمایشات از ۹/. شروع شده و تا ۴/. کم می‌گردد. با توجه به اینکه ω رفته رفته کاهش می‌یابد، ولی ضرایب c_1 و c_2 همواره ثابت هستند. بنابراین با ادامه جستجو از میزان جستجوی سراسری کم شده و جستجوی محلی افزایش می‌یابد تا بهینه‌ترین جواب به دست آید. هر چه شیب کاهشی ω کمتر باشد، امکان پیدا کردن جواب بهینه سراسری افزایش پیدا می‌کند. برای جلوگیری از کاهش دفعتی ضریب اینرسی که باعث می‌شود الگوریتم ازدحام ذرات در آخرین مراحل همگرایی به کندی پیش رود و در برخی از موارد مانع از پیشروی جستجو شود، از رابطه (۱۵) برای به هنگام سازی ω استفاده شده است.

$$\omega = \frac{0/5\,(MAX \times iter)}{MAX} + 0/4 \quad (۱۵$$

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

که در آن مقادیر اولیه و نهایی ضریب اینرسی به ترتیب ۰/۹ و ۰/۴ ، Max مبین بیشترین مقدار تعیین شده برای حد تکرارها در جستجوی pso و iter مبین تعداد تکرارها تا به حال می‌باشد(شاه‌حسینی و همکاران،۱۳۹۶،۳۸۶).



شکل ۲-نمایی از بهترین راحل بهینه‌یابی محلی و سراسری

منبع: میشرا سوشوتا[1]،۲۰۱۷

۱-۲-۴-حرکت دسته جمعی ذرات

حرکت دسته جمعی ذرات یک روش بهینه سازی احتمالی است که بر مبنای جمعیت کار می‌کند. این توسط دکتر ابرهارت و دکترکندی (۱۹۹۵) ارائه شد و ایده اصلی آن از رفتار دسته جمعی پرندگان به هنگام جستجوی غذا الهام گرفته شده است. گروهی از پرندگان در فضایی به صورت تصادفی به دنبال غذا می‌گردند. تنها یک تکه غذا در فضای مورد بحث وجود دارد. هیچ یک از پرندگان محل غذا را نمی‌دانند. یکی از بهترین استراتژی‌ها می‌تواند دنبال کردن پرنده‌ای باشد که کمترین فاصله را تا غذا داشته باشد. این استراتژی در واقع ریشه اصلی الگوریتم ازدحام ذرات است. در الگوریتم ازدحام ذرات هر راه‌حل که به آن یک ذره گفته می‌شود، معادل یک پرنده در الگوی حرکت جمعی پرندگان می‌باشد. هر ذره یک مقدار شایستگی دارد که توسط یک تابع شایستگی محاسبه می‌شود. هر چه ذره در فضای جستجو به هدف (غذا در مدل حرکت پرندگان)، نزدیکتر باشد، شایستگی بیشتری دارد. همچنین هر ذره دارای یک سرعت است که هدایت حرکت ذره را بر عهده دارد. هر ذره با دنبال کردن ذرات بهینه در حالت فعلی به حرکت خود در فضای مسئله ادامه می‌دهد.

1 . Sushruta Mishra

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

شکل ۳- نمایی از حرکت دسته جمعی پرندگان

منبع: میشرا سوشوتا[1]،۲۰۱۷

در الگوریتم pso ذرات به تدریج به سمت بهترین راه‌حل پیدا شده تا به حال حرکت می‌کنند. اگر این راه‌حل یک راه‌حل بهینه باشد ذرات همگی به سمت آن راه‌حل می‌روند(شاه‌حسینی و همکاران،۱۳۹۶،۳۸۹).

۲-۲-۴-روش حل مسائل بهینه‌سازی پیوسته تحت قید الگوریتم ازدحام ذرات

یک مساله بهینه سازی تحت قید را به صورت رابطه ۲۶ می‌باشد

$$\max f(x) \qquad (۱۶$$

و قیود نابرابری بصورت رابطه ۲۷ می‌باشد

$$g_j(x) \leq 0 \; ; \qquad j=1.2.\ldots.m \qquad (۱۷$$

در نظر بگیرد. برای حل مساله بهینه سازی تحت قید فوق، ابتدا تابع بدون قید، معادل، $f(x)$ ، را با اعمال تابع جریمه به قیود مساله ایجاد می‌کنیم. در حالت کلی برای ساختن$f(x)$ از دو نوع تابع جریمه می‌توان استفاده کرد. در اولین نوع، که به تابع جریمه ایستا معروف است، از پارامترهای جریمه ثابتی در طی فرآیند بهینه سازی استفاده می‌شود و مقدار جریمه اعمال شده نیز به میزان نقض قیود مساله بستگی داد. در دومین نوع، که به تابع جریمه غیر ایستا معروف است، پارامترهای جریمه در طی اجرای الگوریتم با تغییر شماره تکرار عوض می‌شوند. محاسبات عددی متعدد نشان می‌دهند که نتایج بدست آمده از اعمال توابع جریمه غیر ایستا بهتر از نتایج حاصل از اعمال توابع جریمه ایستا هستند. به همین دلیل در موقع حل مسائل بهینه‌سازی کاربردی معمولاً از توابع جریمه غیر ایستا استفاده می‌شوند. در ادامه، با یک روش اعمال تابع جریمه غیر ایستا به مسئله مورد نظر آشنا می‌شویم. برای استفاده از تابع جریمه غیر ایستا، تابع $f(x)$ را می‌توان به صورت رابطه ۱۸ در نظر گرفت:

$$F(X) = f(x) + C(i)\, H(X) \qquad (۱۸$$

1 . Sushruta Mishra

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

که در آن C(i) پارامتر جریمه‌ای است که مقدار آن با تغییر شماره تکرار i تغییر می‌کند وH(X) فاکتور جریمه است. در معادله (۱۹) جملات H(X) و C(i) با استفاده از معادلات زیر تعریف می‌شوند:

$$C(i) = (ci)^{\alpha} \quad (۱۹$$

$$H(X) = \sum_{j=1}^{m} \{\varphi[q_i(x)][q_i(x)]^{\gamma[q.i(x)]} \quad (۲۰$$

$$\varphi[q_i(x)] = a\left(1 - \frac{1}{e^{qj(x)}}\right) + b \quad (۲۱$$

$$q_j(x) = \max\{0. g_j(x)\}. \qquad j = 1.2. \ldots . m \quad (۲۲$$

در معادلات(۲۰) و (۲۱) پارامترهای $b, a, \alpha. c$ برابر با اعداد ثابتی هستند. توجه کنید که در معادلات فوق تابع $q_j(x)$ در واقع بیانگر میزان نقض قید j ام و $\gamma[q_i(x)]$ توان قید نقض شده است. اگر متغیر x قید $g_j(x) \leq 0$ را نقض نکند داریم $q_j(x) = 0$ و در نتیجه این قید تاثیری در مقدار H(X) نخواهد داشت(مریخ-بیات،شاهرخ،۱۳۹۳،۶۹). در این پژوهش با توجه به اینکه هر ذره نمایانگر یک سبد سهام است و ذرات با بهترین موقعیت مرز کارای سرمایه‌گذاری را شکل می‌دهند. جمعیت اولیه به تعداد ۱۵ ذره می‌باشد، در نظر گرفته می‌شود و الگوریتم بعد از حداکثر ۲۰۰ بار تکرار متوقف می‌شود، در هر تکرار بهترین موقعیت مربوط به هر ذره و بهترین موقعیت همسایگی در جمعیت در صورتی که تغییری در مقادیر برازش مشاهده شود، بهنگام می‌شود. اهمیت مربوط به بهترین وضعیت شخصی و وضعیت جمعی در نظر گرفته می‌شود. تابع تکثیر ذرات برای افزایش سرعت تکثیر Repeat استفاده می‌شود، در هر تکرار بهترین موقعیت مربوط به هر ذره و بهترین موقعیت همسایگی در جمعیت در صورتی که تغییری در مقادیر برازش مشاهده شود، بهنگام می‌شود. پارمترهای الگوریتم ازدحام ذرات به شرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱- پارامترهای الگوریتم ازدحام ذرات

جمعیت ذرات	۱۵
وزن اینرسی(ω)	./۹ – ./۴
ماکزیمم تعداد تکرار(MAXIT)	۲۰۰
ضریب یادگیری شخصی (C1)	۲
ضریب یادگیری جمعی (C2)	۲
Global Best COST	INF=۰
تابع تکثیر	Repmat
سرعت اولیه ذرات	صفر

منبع: میشرا سوشوتا[1]،۲۰۱۷

1 . Sushruta Mishra

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۳-۴-داده‌های تحقیق

پژوهش حاضر از منظر داده‌ها کمی است و با توجه به استفاده از داده‌های تاریخی شرکت‌ها از لحاظ طرح تحقیق پس رویدادی است. در این پژوهش ابتدا سری زمانی قیمت معاملاتی سهام ۱۵ شرکت برتر بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۹۴/۳/۳۱ تا ۱۳۹۹/۳/۳۱ به تعداد ۱۱۸۳روز از سایت بورس اوراق بهادار (www.tse.ir) در قالب داده‌های اکسل گردآوری شد. سپس با انتقال داده‌ها به نرم‌افزارهای SPSS و EVIEWS10 سری زمانی از نظر هم انباشتگی مورد بررسی قرار گرفت، زیرا زمانی که متغیرهای مورد استفاده در رگرسیون از نوع سری زمانی بوده و مانا نباشند، پدیده‌ای به نام رگرسیون کاذب به وجود می‌آید، اگر تمام متغیرهای به کار رفته در مدل رگرسیونی با هم مانا شوند یعنی باقی مانده‌های حاصل از مدل ایستا باشند، آنگاه پدیده هم انباشتگی به وجود می‌آید. روش‌های متعددی برای آزمون هم انباشتگی وجود دارد. که توسط آزمون هم‌انباشتگی گرنجر بر روی پسماندهای مدل محاسبات انجام می‌شود و اگر سری پسماندها مانا شوند تأییدی بر هم انباشتگی سری زمانی است.

جدول ۲- آزمون هم انباشتگی گرنجر

EViews - [Group: UNTITLED Workfile: AD::Ad\]

File Edit Object View Proc Quick Options Add-ins Window Help

Command

View | Proc | Object | Print | Name | Freeze | Sample | Sheet | Stats | Spec

Engle-Granger Cointegration Test

Date: 06/14/22 Time: 21:09
Series: AZ BPS DA FK FO GM GO GS MK MS NB PF PT SS ZM
Sample: 1 1183
Included observations: 1183
Null hypothesis: Series are not cointegrated
Cointegrating equation deterministics: C @TREND
Automatic lags specification based on Schwarz criterion (maxlag=22)

Dependent	tau-statistic	Prob.*	z-statistic	Prob.*
AZ	-7.503871	0.0010	-117.9184	0.0002
BPS	-8.756505	0.0000	-191.5651	0.0000
DA	-6.967660	0.0074	-157.9518	0.0000
FK	-7.631771	0.0008	-192.7567	0.0000
FO	-7.060470	0.0054	-204.2644	0.0000
GM	-7.454691	0.0012	-104.1582	0.0014
GO	-9.234829	0.0000	-185.1152	0.0000
GS	-9.922779	0.0000	-197.2491	0.0000
MK	-11.30801	0.0000	-287.3940	0.0000
MS	-10.28376	0.0000	-389.5770	0.0000
NB	-7.278481	0.0024	-232.8257	0.0000
PF	-10.95141	0.0000	-344.3294	0.0000
PT	-9.870875	0.0000	-286.4154	0.0000
SS	-8.752860	0.0000	-188.2065	0.0000
ZM	-7.471319	0.0011	-365.2497	0.0000

*MacKinnon (1996) p-values.
Warning: p-values are approximations using results for 12 stochastic trends.

Intermediate Results:

	AZ	BPS	DA	FK	FO	GM	GO	GS	MK	MS	NB	PF	PT	SS	ZM
Rho - 1	-0.093074	-0.121643	-0.119090	-0.119939	-0.134397	-0.088120	-0.195432	-0.097726	-0.171736	-0.151883	-0.127809	-0.171150	-0.143515	-0.126903	-0.178557
Rho S.E.	0.012404	0.013892	0.017092	0.015716	0.019035	0.011821	0.021163	0.009849	0.015187	0.014769	0.017560	0.015628	0.014539	0.014499	0.023899
Residual variance	622084.0	96172.53	178095.2	1653533.	248521.2	3656085.	864010.2	1858018.	340317.5	2357827.	2432536.	16037352	163220.9	59220.75	389259.9
Long-run residual variance	717111.8	171878.6	228085.4	3479360.	420086.1	3656085.	558731.6	5427037.	684470.4	11216674	5907064.	46777513	469269.9	93865.47	1195977.
Number of lags	2	4	10	9	13	0	2	1	2	6	13	4	5	4	15
Number of observations	1180	1178	1172	1173	1169	1182	1180	1181	1180	1176	1169	1178	1177	1178	1167
Number of stochastic trends**	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15

**Number of stochastic trends in asymptotic distribution

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

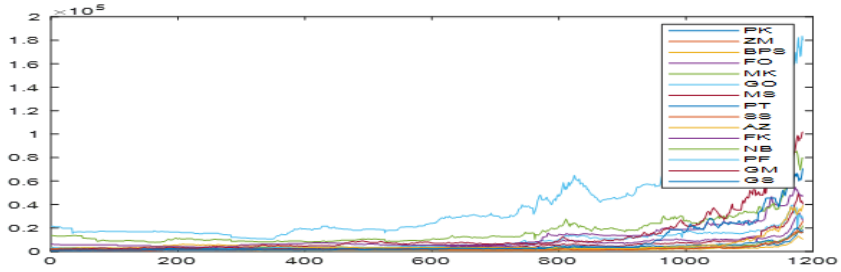
با توجه به جدول شماره ۲ چون احتمال آزمون از ۰/۰۵ کمتر است، بنابراین فرض H_0 رد می‌شود و درنتیجه سری زمانی هم انباشته است و داده‌ها مانا هستند. پس از اطمینان از مانایی داده‌ها، برای محاسبه بازدهی از بازده لگاریتمی استفاده شد. محاسبه بازده لگاریتمی قیمت معاملات روزانه سهام کمک خواهد کرد که در صورت عدم همگن بودن داده‌های مورد استفاده، آنها همگن و همنوع گشته و محاسبات آماری و احتمالاتی آنها ساده گردد. بازده لگاریتمی از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$r_t \ln(1+R_t) \ln\frac{P_t}{P_t-1} \quad b \qquad (۲۳$$

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

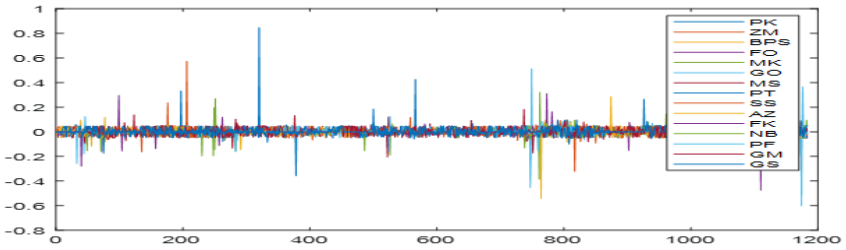
پس از محاسبه بازدهی، شبیه سازی الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسک MSV و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR و در محیط نرم‌افزار متلب پیاده سازی می‌شود و با استفاده از سری زمانی بازده سهم‌ها مدل‌های بهینه سازی فوق الذکر پرداخته می‌شود. ابتدا روند قیمت سهام سبد بصورت روزانه در بازه زمانی ۱۳۹۹/۳/۱۳۹۴-۳۱/۳/۳۱ طی ۵ سال به مدت ۱۱۸۳روز محاسبه و بشرح نمودار شماره ۱ می‌باشند.



نمودار ۱- روند قیمت هر سهم در بازه زمانی ۵ ساله

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

بازده لگاریتمی سبد سهام بصورت روزانه در بازه زمانی ۱۳۹۹/۳/۳۱-۱۳۹۴/۳/۳۱ طی ۵ سال به مدت ۱۱۸۳ روز محاسبه و بصورت نمودار شماره ۲ می‌باشند.



نمودار ۲- بازده لگاریتمی هر سهم

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

۵-یافته‌های پژوهش

ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب میزان وزن هر سهم و میزان بازده و ریسک ۱۰ سبد پیشنهادی برای هر سبد بر اساس مدل‌های بهینه سازی" الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسکSMV و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR محاسبه گردید.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۱-۵-حل مدل الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسک MSV

وزن هر سهم و میزان بازده و ریسک ۱۰ سبد پیشمهادی بر اساس مدل الگوریتم ژنتیک چندهدفه تحت معیار ریسکSMV محاسبه و نتایج آن به شرح جدول شماره ۳ می‌باشد.

جدول ۳- وزن هر سهم و بازده و ریسک ۱۰سبد پیشنهادی با مدل GA –SMV

scenario	خپارس	خزامیا	وپاسار	فولاد	اخابر	کگل	فملی	تاپیکو	سپاها	فاذر	فخاس	شبهرن	شفن	قمرو	قثابت	Risk	Return	Return/Risk
۱	۰.۰۳۹	۰.۰۶۱	۰.۰۷۵	۰.۰۳۷	۰.۰۸۳	۰.۰۲۸	۰.۰۹۵	۰.۰۳۲	۰.۰۴۵	۰.۰۳۸	۰.۱۵۴	۰.۰۱۱	۰.۰۵۳	۰.۱۰۳	۰.۱۴۴	۰.۰۰۷۴	۰.۰۰۲۴	۰.۳۲۴۳
۲	۰.۰۴۹	۰.۰۸۰	۰.۰۳۴	۰.۰۴۳	۰.۰۶۴	۰.۰۲۶	۰.۱۱۵	۰.۰۲۴	۰.۰۵۰	۰.۰۳۶	۰.۰۹۲	۰.۰۱۰	۰.۰۵۱	۰.۱۴۲	۰.۱۸۴	۰.۰۰۸۵	۰.۰۰۲۶	۰.۳۰۵۹
۳	۰.۰۴۰	۰.۰۴۵	۰.۱۳۳	۰.۰۳۳	۰.۰۹۰	۰.۰۳۲	۰.۰۸۲	۰.۰۴۳	۰.۰۴۱	۰.۰۵۰	۰.۱۳۱	۰.۰۲۳	۰.۰۶۲	۰.۰۷۹	۰.۱۱۷	۰.۰۰۷۰	۰.۰۰۲۳	۰.۳۲۸۶
۴	۰.۰۴۴	۰.۰۶۳	۰.۰۵۷	۰.۰۳۷	۰.۰۸۴	۰.۰۲۹	۰.۰۹۴	۰.۰۲۲	۰.۰۵۴	۰.۰۴۸	۰.۱۴۶	۰.۰۱۲	۰.۰۵۰	۰.۱۰۵	۰.۱۵۶	۰.۰۰۷۷	۰.۰۰۲۵	۰.۳۲۴۷
۵	۰.۰۴۵	۰.۰۷۰	۰.۰۴۰	۰.۰۳۸	۰.۰۷۷	۰.۰۲۴	۰.۱۰۳	۰.۰۲۸	۰.۰۴۴	۰.۰۵۰	۰.۱۵۲	۰.۰۱۰	۰.۰۴۳	۰.۱۱۴	۰.۱۶۲	۰.۰۰۷۸	۰.۰۰۲۵	۰.۳۲۰۵
۶	۰.۰۶۱	۰.۰۷۵	۰.۰۲۴	۰.۰۴۲	۰.۰۷۵	۰.۰۲۹	۰.۱۲۲	۰.۰۲۳	۰.۰۴۷	۰.۰۴۳	۰.۱۰۴	۰.۰۰۳	۰.۰۲۶	۰.۱۴۰	۰.۱۸۷	۰.۰۰۸۶	۰.۰۰۲۶	۰.۳۰۲۳
۷	۰.۰۴۶	۰.۰۶۹	۰.۰۴۵	۰.۰۳۷	۰.۰۷۹	۰.۰۲۳	۰.۱۰۲	۰.۰۱۶	۰.۰۴۴	۰.۰۴۱	۰.۱۵۳	۰.۰۰۴	۰.۰۳۹	۰.۱۲۴	۰.۱۷۶	۰.۰۰۸۰	۰.۰۰۲۵	۰.۳۱۲۵
۸	۰.۰۵۱	۰.۰۶۸	۰.۰۳۱	۰.۰۳۴	۰.۰۸۰	۰.۰۲۵	۰.۱۰۵	۰.۰۱۴	۰.۰۴۱	۰.۰۴۲	۰.۱۶۵	۰.۰۰۱	۰.۰۴۰	۰.۱۲۵	۰.۱۷۹	۰.۰۰۸۱	۰.۰۰۲۶	۰.۳۲۱۰
۹	۰.۰۳۷	۰.۰۵۳	۰.۱۱۲	۰.۰۳۰	۰.۰۹۱	۰.۰۲۷	۰.۰۷۹	۰.۰۳۷	۰.۰۴۲	۰.۰۴۳	۰.۱۸۱	۰.۰۰۹	۰.۰۵۸	۰.۰۸۵	۰.۱۱۶	۰.۰۰۷۰	۰.۰۰۲۳	۰.۳۲۸۶
۱۰	۰.۰۳۸	۰.۰۵۸	۰.۱۰۸	۰.۰۲۹	۰.۰۹۰	۰.۰۲۷	۰.۰۸۱	۰.۰۲۷	۰.۰۴۴	۰.۰۴۳	۰.۱۷۸	۰.۰۱۲	۰.۰۵۲	۰.۰۸۸	۰.۱۲۵	۰.۰۰۷۱	۰.۰۰۲۳	۰.۳۲۳۹

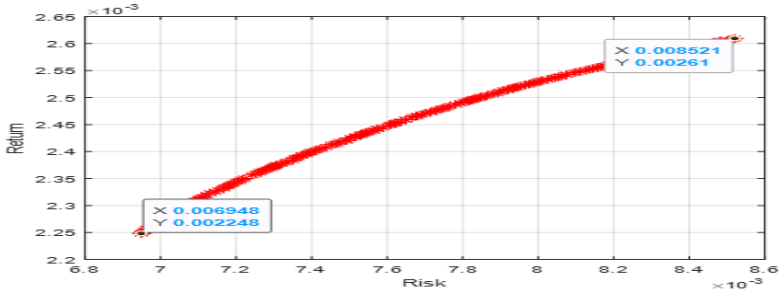
ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

در جدول شماره ۳ نتایج ۱۰ سبد پیشنهادی با وزن ایده‌آل برای هر سهم ارائه شده است. سومین و نهمین سبد وزن ایده‌آل هر سهم در این سبد با استفاده از نسبت بازده به ریسک سبد، دارای بازده ۰/۳۲۸۶ می‌باشد که در مقایسه با سایر سبدها دارای بیشترین بازده است.

در نمودار شماره ۳ مشاهده می‌شود سبد دارای بازده ۰/۰۰۲۶۱ و ریسک ۰/۰۰۸۵۲۱ در راس مرز کارا می باشد. لذا با افزایش میزان بازده میزان ریسک سبد هم افزایش یافته است.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir



نمودار ۳- مرز کارای ۱۰ سبد پیشنهادی براساس مدلGA –MSV

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

۲-۵-حل مدل الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR

وزن هر سهم و میزان بازده و ریسک۱۰ سبد پیشنهادی مدل مدل الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR محاسبه و نتایج آن به شرح جدول شماره ۴ می‌باشد.

جدول ۴- وزن هر سهم با بازده و ریسک ۱۰ سبد پیشنهادی با مدل PSO –CVAR

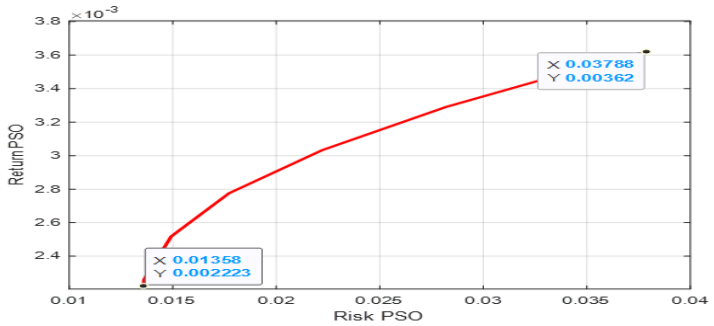
scenario	خپارس	خزامیا	وپاسار	فولاد	اخابر	کگل	فملی	تاپیکو	سپاها	فاذر	فخاس	شبهرن	شفن	قمرو	قثابت	Risk	Return	Return/Risk
۱	۰.۰۰۹۶	۰.۰۷۹۵	۰.۰۷۷۲	۰.۰۳۴۳	۰.۰۵۷۴	۰.۰۱۱۸	۰.۰۷۵۸	۰.۱۰۲۱	۰.۰۸۳۵	۰.۰۴۴۳	۰.۱۵۷۲	۰.۰۴۶۹	۰.۰۵۷۳	۰.۰۶۸۶	۰.۰۹۴۵	۰.۰۱۳۶	۰.۰۰۲۲	۰.۱۶۳۷
۲	۰.۰۰۵۸	۰.۰۸۱۱	۰.۰۸۰۷	۰.۰۳۳۸	۰.۰۶۰۴	۰.۰۱۰۹	۰.۰۷۵۸	۰.۱۰۲۶	۰.۰۸۵۰	۰.۰۴۴۷	۰.۱۴۵۶	۰.۰۴۷۸	۰.۰۶۴۷	۰.۰۶۷۵	۰.۰۹۳۶	۰.۰۱۳۶	۰.۰۰۲۲	۰.۱۶۳۳
۳	۰.۰۰۷۹	۰.۰۷۷۱	۰.۰۷۴۰	۰.۰۳۴۹	۰.۰۵۸۴	۰.۰۱۲۰	۰.۰۷۶۰	۰.۱۰۲۶	۰.۰۸۴۵	۰.۰۴۴۸	۰.۱۵۶۲	۰.۰۴۷۲	۰.۰۶۲۶	۰.۰۶۷۵	۰.۰۹۴۳	۰.۰۱۳۶	۰.۰۰۲۲	۰.۱۶۳۵
۴	۰.۰۰۴۳	۰.۰۷۹۹	۰.۰۷۰۸	۰.۰۳۵۷	۰.۰۶۲۶	۰.۰۱۰۹	۰.۰۷۸۲	۰.۱۰۴۰	۰.۰۸۵۵	۰.۰۴۴۹	۰.۱۳۷۳	۰.۰۴۷۰	۰.۰۵۶۹	۰.۰۷۴۶	۰.۱۰۷۲	۰.۰۱۳۶	۰.۰۰۲۳	۰.۱۶۶۱
۵	۰.۰۰۳۳	۰.۰۷۵۷	۰.۰۴۷۵	۰.۰۴۰۹	۰.۰۶۳۰	۰.۰۱۳۷	۰.۱۰۴۹	۰.۰۳۲۸	۰.۰۸۴۵	۰.۰۴۸۷	۰.۱۰۶۳	۰.۰۳۴۲	۰.۰۴۶۲	۰.۱۲۶۴	۰.۱۷۱۹	۰.۰۱۴۹	۰.۰۰۲۵	۰.۱۶۸۷
۶	۰.۰۱۶۰	۰.۰۸۷۴	۰.۰۰۰۰	۰.۰۴۶۴	۰.۰۵۹۲	۰.۰۲۰۲	۰.۱۱۵۵	۰.۰۱۲۹	۰.۰۸۳۴	۰.۰۵۰۹	۰.۰۷۳۹	۰.۰۰۱۹	۰.۰۲۳۷	۰.۱۷۵۷	۰.۲۳۳۰	۰.۰۱۷۷	۰.۰۰۲۸	۰.۱۵۶۷
۷	۰.۰۵۶۱	۰.۰۸۲۴	۰.۰۰۱۰	۰.۰۲۲۶	۰.۰۱۵۵	۰.۰۰۸۲	۰.۱۴۰۷	۰.۰۰۱۰	۰.۰۸۰۴	۰.۰۵۷۴	۰.۰۰۸۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۴	۰.۲۲۰۷	۰.۳۰۵۴	۰.۰۲۲۲	۰.۰۰۳۰	۰.۱۳۶۵
۸	۰.۰۳۸۴	۰.۰۲۷۱	۰.۰۰۰۴	۰.۰۰۱۳	۰.۰۰۹۶	۰.۰۱۱۵	۰.۰۸۴۷	۰.۰۰۰۰	۰.۰۵۹۰	۰.۰۳۸۹	۰.۰۰۱۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۱	۰.۲۶۹۹	۰.۴۵۷۵	۰.۰۲۸۲	۰.۰۰۳۳	۰.۱۱۶۷
۹	۰.۰۰۳۸	۰.۰۰۶۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۱۴	۰.۰۰۰۴۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۳۰۲	۰.۰۰۱۱	۰.۰۱۳۰	۰.۰۰۵۲	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۳	۰.۰۰۰۰	۰.۳۳۹۲	۰.۵۹۵۶	۰.۰۳۵۶	۰.۰۰۳۵	۰.۰۹۹۸
۱۰	۰.۰۰۳۳	۰.۰۰۰۱	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۱۰	۰.۰۰۱۲	۰.۰۰۱۶	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۱۵	۰.۰۰۳۵	۰.۰۰۱۵	۰.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۱	۰.۳۳۳۱	۰.۶۵۳۱	۰.۰۳۷۹	۰.۰۰۳۶	۰.۰۹۵۶

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

در جدول شماره ۴ نتایج ۱۰ سبد پیشنهادی با وزن ایده‌آل برای هر سهم ارائه شده است. پنجمین سبد دارای بازده ۰/۱۶۸۷ می‌باشد که در مقایسه با سایر سبدها دارای بیشترین بازده است.



نمودار ۴- مرز کارا ۱۰ سبد پیشنهادی بر اساس مدلPSO –CVAR

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

در نمودار شماره ۴ مشاهده می‌شود سبد دارای بازده ۰/۰۰۳۶۲ و ریسک ۰/۰۳۷۸۸ در راس مرز کارا می باشد. لذا مشاهده می‌شود با افزایش میزان بازده میزان ریسک سبد هم افزایش یافته است.

۳-۵- کارآمدترین مدل بهینه سازی سبد سهام

وزن هر سهم و میزان بازده و ریسک مدل‌های بهینه سازی انتخاب سبد سهام محاسبه و نتایج آن به شرح جدول شماره ۵ می‌باشد.

جدول ۵- انتخاب کارآمدترین مدل بهینه‌ترین سبد سهام

scenario	PKOD1	ZMYD1	BPAS1	FOLD1	MKBT1	GOLG1	MSMI1	PTAP1	SSEP1	AZAB1	FKAS1	NBEH1	PFAN1	GMRO1	GSBE1	Risk	Return	Return/Risk
GA-MSV	۰.۰۴۰	۰.۰۴۵	۰.۱۳۳	۰.۰۳۳	۰.۰۹۰	۰.۰۳۲	۰.۰۸۲	۰.۰۴۳	۰.۰۴۱	۰.۰۵۰	۰.۱۳۱	۰.۰۲۳	۰.۰۶۲	۰.۰۷۹	۰.۱۱۷	۰.۰۰۷۰	۰.۰۰۲۳	۰.۳۲۸۶
PSO-CVaR	۰.۰۰۳۳	۰.۰۷۵۷	۰.۰۴۷۵	۰.۰۴۰۹	۰.۰۶۳۰	۰.۰۱۳۷	۰.۱۰۴۹	۰.۰۳۲۸	۰.۰۸۴۵	۰.۰۴۸۷	۰.۱۰۶۳	۰.۰۳۴۲	۰.۰۴۶۲	۰.۱۲۶۴	۰.۱۷۱۹	۰.۰۱۴۹	۰.۰۰۲۵	۰.۱۶۸۷

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

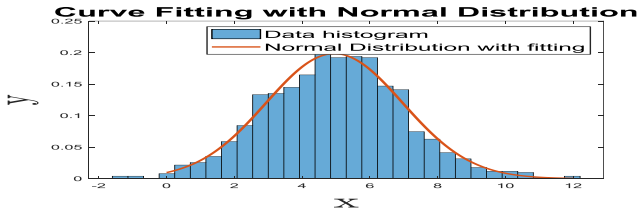
در جدول شماره ۵ نتایج مدل‌های بهینه سازی میانگین-نیم واریانس، ارزش در معرض خطر مشروط، میانگین قدر مطلق انحراف و الگوریتم ژنتیک تحت معیار ریسک MSV و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR با استفاده از نرم‌افزار متلب را نشان می‌دهد. بر اساس داده‌های جدول مدل الگوریتم ژنتیک تحت معیار ریسک MSVنسبت به مدل الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسکCVaR دارای بازده بیشتری می‌باشند.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۶-آزمون نرمال بودن

مشخص شدن نوع توزیع ریسک و بازدهی سبدها برای آزمون نمودن فرضیه‌ها الزامی است. از اینرو ابتدا با استفاده از نرم‌افزار متلب نمودار نرمال دادهای مورد پژوهش مطابق نمودار شماره ۵ ترسیم و سپس با استفاده از نرم‌افزا SPSS آزمون کولموگروف-اسمیرنف و شاپیرو-ویلک بر روی ریسک و بازدهی الگوریتم ژنتیک تحت معیار ریسک MSV و مدل الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR انجام شد. بر اساس داده‌های جدول شماره ۶ بازدهی سبد به روش الگوریتم ژنتیک تحت معیار ریسک MSV بر اساس داده‌های جدول شماره ۷ ریسک سبد مدل‌هایMSV و CVaR دارای توزیع نرمال است. زیرا سطح معناداری آن نیز کوچکتر از سطح خطای آزمون (۰/۰۵) است.



نمودار ۵- توزیع نرمال داده‌های پژوهش

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۶-آزمون نرمال بودن بازده سبد بر اساس آماره کولموگروف-اسمیرنف و شاپیرو-ویلک

Tests of Normality						
Return	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
CVAR	۰.۱۶۹	۱۰۰	۰	۰.۸۶۲	۱۰۰	۰
MSV	۰.۱۳۹	۱۰۰	۰	۰.۸۹۶	۱۰۰	۰
a. Lilliefors Significance Correction						

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

جدول ۷- آزمون نرمال بودن ریسک سبد بر اساس آماره کولموگروف-اسمیرنف و شاپیرو-ویلک

Tests of Normality						
Risk	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Statistic	Df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
CVAR	۰.۲۱۴	۱۰۰	۰.۰۰۰	۰.۷۹۲	۱۰۰	۰.۰۰۰
MSV	۰.۱۶۲	۱۰۰	۰.۰۰۲	۰.۹۵۵	۱۰۰	۰.۰۰۲
a. Lilliefors Significance Correction						

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۷-آزمون فرضیه‌ها

۱-۷-آزمون آنالیز واریانس: با توجه به توزیع نرمال بازدهی سبدسهام برای آزمون فرضیه‌ها از روش آنالیز واریانس استفاده می شود.

۱-۱-۷-آزمون آنالیز واریانس بازدهی سبد الگوریتم ژنتیک چند هدفه با الگوریتم ازدحام ذرات : با توجه به توزیع نرمال بازده سبدسهام برای آزمون فرضیه‌ها از روش آنالیز واریانس استفاده شد. تبیین پس آزمایی مدل جهت بررسی بازدهی محاسبه‌شده با مدل‌های بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک چند هدفه با الگوریتم ازدحام ذرات از روش آنالیز واریانس استفاده گردید. نتایج آن به شرح جدول شماره ۸ نمایش داده می‌شود.

جدول ۸- آزمون آنالیز واریانس، بازدهی مدل‌های الگوریتم ژنتیک چند هدفه با الگوریتم ازدحام ذرات

GA&PSO	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
۰.۰۰۲۳	۳	۰.۰۰۳۱	۰.۰۰۰۷۸۱	۰.۰۰۰۴۵۰۹	۰.۰۰۱۱۶	۰.۰۰۵۰۴	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۳۶
۰.۰۰۲۴	۱	۰.۰۰۲۲	.	.	.	.	۰.۰۰۲۲	۰.۰۰۲۲
۰.۰۰۲۵	۳	۰.۰۰۹۲۶۷	۰.۰۱۱۸۹۳۸	۰.۰۰۶۸۶۶۹	۰.۰۲۰۲۷۹-	۰.۰۳۸۸۱۳	۰.۰۰۲۳	۰.۰۲۳
۰.۰۰۲۶	۳	۰.۰۱۲۶۶۷	۰.۰۱۷۶۱۱۷	۰.۰۱۰۱۶۸۱	۰.۰۳۱۰۸۳-	۰.۰۵۶۴۱۷	۰.۰۰۲۲	۰.۰۳۳
Total	۱۰	۰.۰۰۷۷۳	۰.۰۱۰۹۵۲۳	۰.۰۰۳۴۶۳۴	۰.۰۰۰۱۰۵-	۰.۰۱۵۵۶۵	۰.۰۰۲۲	۰.۰۳۳

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

Test of Homogeneity of Variances		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Y.PSO	Based on Mean	۷.۷۵۹	۲	۶	۰.۰۲۲
	Based on Median	۰.۵۱	۲	۶	۰.۶۲۴
	Based on Median and with adjusted df	۰.۵۱	۲	۳.۵۳۹	۰.۶۳۹
	Based on trimmed mean	۶.۱۴۹	۲	۶	۰.۰۳۵

GA&PSO	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	۰	۳	۰	۰.۳۸۷	۰.۷۶۷
Within Groups	۰.۰۰۱	۶	۰		
Total	۰.۰۰۱	۹			

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

با توجه به خروجی جدول شماره ۹، چون سطح معناداری بزرگتر از سطح خطا آزمون، یعنی ۰/۰۵ شده است، فرضیه صفر تائید می‌شود. به عبارت دیگر خروجی نشان می‌دهد که تفاوت معناداری میان بازده‌های محاسبه‌شده به وسیله مدل‌های الگوریتم ژنتیک چند هدفه با الگوریتم ازدحام ذرات وجود ندارد.

۲-۱-۷-آزمون آنالیز واریانس ریسک سبد سهام الگوریتم ژنتیک چند هدفه با الگوریتم ازدحام ذرات:

با توجه به توزیع نرمال ریسک سبدسهام برای آزمون فرضیه‌ها از روش آنالیز واریانس استفاده شد. تبیین پس آزمایی مدل جهت بررسی ریسک محاسبه‌شده با مدل‌های بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک چند هدفه با الگوریتم ازدحام ذرات از روش آنالیز واریانس استفاده گردید. نتایج آن به شرح جدول شماره ۹ نمایش داده می‌شود.

جدول ۹-آزمون آنالیز واریانس ریسک سبد سهام الگوریتم ژنتیک چند هدفه با الگوریتم ازدحام ذرات

GA&PSO	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
۰.۰۰۷	۲	۰.۰۲۴۶	۰.۰۱۵۵۵۶۳	۰.۰۱۱	۰.۱۱۵۱۶۸-	۰.۱۶۴۳۶۸	۰.۰۱۳۶	۰.۰۳۵۶
۰.۰۰۷۱	۱	۰.۰۳۷۹	.	.	.	.	۰.۰۳۷۹	۰.۰۳۷۹
۰.۰۰۷۴	۱	۰.۰۱۳۶	.	.	.	.	۰.۰۱۳۶	۰.۰۱۳۶
۰.۰۰۷۷	۱	۰.۰۱۳۶	.	.	.	.	۰.۰۱۳۶	۰.۰۱۳۶
۰.۰۰۷۸	۱	۰.۰۱۴۹	.	.	.	.	۰.۰۱۴۹	۰.۰۱۴۹
۰.۰۰۸	۱	۰.۰۲۲۲	.	.	.	.	۰.۰۲۲۲	۰.۰۲۲۲
۰.۰۰۸۱	۱	۰.۰۲۸۲	.	.	.	.	۰.۰۲۸۲	۰.۰۲۸۲
۰.۰۰۸۵	۱	۰.۰۱۳۶	.	.	.	.	۰.۰۱۳۶	۰.۰۱۳۶
۰.۰۰۸۶	۱	۰.۰۱۷۷	.	.	.	.	۰.۰۱۷۷	۰.۰۱۷۷
Total	۱۰	۰.۰۲۱۰۹	۰.۰۰۹۵۴	۰.۰۰۳۰۱۶۸	۰.۰۱۴۲۶۵	۰.۰۲۷۹۱۵	۰.۰۱۳۶	۰.۰۳۷۹

GA&PSO	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	۰.۰۰۱	۸	۰	۰.۲۹۸	۰.۰۱۸۹
Within Groups	۰	۱	۰		
Total	۰.۰۰۱	۹			

ماخذ: یافته‌های پژوهشگر

با توجه به خروجی جدول شماره ۹ چون سطح معناداری کوچکتر از سطح خطا آزمون، یعنی ۰/۰۵ شده است، فرضیه صفر رد می‌شود. به عبارت دیگر خروجی نشان می‌دهد که تفاوت معناداری میان ریسک‌های محاسبه‌شده به وسیله مدل‌های الگوریتم ژنتیک چند هدفه با الگوریتم ازدحام ذرات وجود دارد.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۸- بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش بررسی کارآمدی مدل‌های بهینه‌سازی فرا ابتکاری الگوریتم ژنتیک تحت معیار ریسکMSV و الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسکCVaR در تعیین سبدسهام شرکتهای پذیرفته شده در سازمان بورس اوراق تهران مورد بررسی قرار گرفت. پس از اجرای الگوریتم های فر ابتکاری بهینه‌سازی سبدسهام و آزمودن آنها مشخص گردید که میزان ریسک محاسبه‌شده در مدل الگوریتم ژنتیک چندهدفه با معیار MSV با الگوریتم ازدحام ذرات با معیار CVaR دارای تفاوت معناداری می‌باشد. همچنین مشخص گردید ترکیب سهامی که با الگوریتم ژنتیک با معیار MSV بهینه می‌شود، دارای بازده بیشتر و ریسک کمتری نسبت به روش الگوریتم ازدحام ذرات تحت معیار ریسک CVaR است. لذا با در نظر گرفتن این موضوع که در تعیین کارایی، مدلی کارآمدتر است که دارای بازدهی بیشتر و ریسک کمتری باشد، در نتیجه الگوریتم ژنتیک تحت معیار ریسک MSV در انتخاب سبد سهام بهینه کارآمدتر است. پیشنهاد می‌شود

نتایج این پژوهش با تحقیقات وئی (۲۰۱۵) که نشان داد که الگوریتم ژنتیک از کارایی بالاتر نسبت به روش ارزش در معرض خطر مشروط می‌باشد، مطابقت دارد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، انتخاب کارآمدترین مدل بهینه‌سازی با سایر روش‌های فرا ابتکاری همچون الگوریتم‌های کلونی مورچه، تپه‌نوردی و رقابت استعماری استفاده نمایند.

فهرست منابع

۱) ابونوری، اسمعیل، تهرانی، رضا و شامانی، مسعود (۱۳۹۷). عملکرد پورتفولیوهای مبتنی بر ریسک تحت شرایط مختلف در بازار سهام. اقتصاد مالی، ۱۲(۴۵)، ۵۷-۵۱.

۲) بیات، علی و اسدی، لیدا (۱۳۹۶). بهینه‌سازی پرتفوی سهام: سودمندی الگوریتم پرندگان و مدل مارکویتز. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۸(۳۲)، ۸۵-۶۳.

۳) راعی، رضا و سعیدی، علی (۱۳۹۲). مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک. چاپ هفتم. تهران: نشر سمت، ایران.

۴) رهنمای رودپشتی، فریدون، نیکو مرام، هاشم، طلوعی اشلقی، عباس، حسین زاده لطفی، فرهاد و بیات، مرضیه (۱۳۹۴). بررسی کارایی بهینه‌سازی پرتفوی بر اساس مدل پایدار با بهینه‌سازی کلاسیک در پیش‌بینی ریسک و بازده پرتفوی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۶(۲۲)، ۵۹-۲۹.

۵) شهریارشاه‌حسینی، هادی، موسوی میرکلائی، سیدمحمدرضا و ملاجعفری، مرتضی (۱۳۹۶). الگوریتم‌های تکاملی مبانی،کاربردها، پیاده‌سازی، چاپ دوم. تهران: انتشارات علم و صنعت، ایران.

۶) کریمی، آرزو (۱۴۰۰). بهینه‌سازی سبدسهام با استفاده از الگوریتم ژنتیک چند هدفه (NSGA II) و ماکزیمم نسبت شارپ. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۲(۴۶)، ۴۱۰-۳۸۹.

۷) نیکخو، حافظ، رحمانی، تیمور و خلیلی، فرزانه (۱۴۰۱). نا اطمینانی اقتصادکلان و تصمیمات سرمایه‌گذاری بانک‌ها. اقتصاد مالی، ۱۶(۵۸)، ۱-۲۲.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

۸) مریخ بیات، شاهرخ (۱۳۹۳). الگوریتم‌های بهینه سازی الهام گرفته از طبیعت، چاپ دوم. تهران: نشر نص، ایران.

۹) مولایی، محمدعلی و طالبی، آرش (۱۳۸۹). بررسی کاربرد الگوریتم ابتکاری ترکیبی ژنتیک و نِلدر مید در بهینه سازی پورتفوی. دوفصلنامه جستارهای اقتصادی ایران با رویکرد اقتصاد اسلامی، (۱۴)۷، ۲۰۴-۱۷۱

۱۰) میزبان، هدیه‌السادات، افچنگی، زهرا، احراری، مهدی، آروین، فرشاد و سوری، علی (۱۳۹۱). بهینه‌سازی سبدسهام با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات در تعاریف مختلف اندازه‌گیری ریسک. اقتصاد مالی، (۱۹)۶، ۲۰۵-۲۲۷.

11) Aouni, B. (2009). Multi-attribute portfolio selection: New Perspectives, INFOR: Information Systems and Operat. Scientometrics, 47(1), 1-4. Doi: https://doi.org/10.3138/infor.47.1.1.

12) Campbell, R., Huisman, R. & Koedijk, K. (2001). Optimal portfolio selection in a Value-at-Risk framework, Journal of Banking & Finance. Scientometrics, 25(9), 1789-1804.

13) Cura, Tunchan. (2009). Particle swarm optimization approach to portfolio optimization. Nonlinear Analysis: Real World Applications. Scientometrics, 10, 2396– 2406.

14) Maringer, Dietmar G. (2005). Portfolio Management with Heuristic Optimization.

15) https://www.springer.com/gp/book/9780387258522#aboutAuthors

16) Markowitz, H. (1952), Portfolio Selection, Journal of Finance, Scientometrics, 7(1), 77-91.

17) Raei, R., & Bahrani Jahromi, M. (2012). Portfolio optimization using a hybrid of fuzzy ANP, VIKOR and TOPSIS, Management Science Letters, Scientometrics, 2, 2473–2484. Doi: 10.5267/j.msl.2012.07.019.

18) T.G.Willadsen., A. Bebe., R.K-Rasmussen. & D. E. Jarbøl. (2016). the role of diseases, risk factors and symptoms in the definition of multimorbidity–a systematic review”Scandinavian Journal of Primary Health Care. Scientometrics, 34, 1-10. DOI: 10.3109/02813432.2016.1153242

19) Sushruta, Mishra., Soumya, Sahoo. & Mamata. Das. (2017), Genetic Algorithm: An Efficient Tool for Global, Advances in Computational Sciences and Technology. Scientometrics, 10(8), 2201-2211, ISSN 0973-6107.

20) Wei, S. Z. (2015). Multi-period Optimization Portfolio with Bankruptcy Control in Stochastic Market. Applied Mathematics and Computation. Scientometrics, 186(15), 414–425.

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Financial Economics
Vol. (17) Issue (65) December 2023

Abstract

https://doi.org/10.30495/fed.2023.1949982.2635

Examining the Efficiency Models, Genetic Algorithm under MSV Risk and Particle Swarm Optimization Algorithm under CVAR Risk Criterion in Selection Optimal Portfolio Shares Listed Firms on Stock Exchange

Dariush Adinevand [1]
Ebrahim Ali Razini [2]
Mahmoud Khodam [3]
Fereydoun Ohadi [4]
Elham Elsadat Hashemizadeh [5]

Received: 06 / October / 2023 Accepted: 07 / December / 2023

Abstract

Choosing the optimal stock portfolio is one of the main goals of capital management. Today, There are several tools and techniques for measuring portfolio risk and selecting the optimal stock portfolio. In this article, using data of 15 shares selected by purposeful sampling method from the top companies of Tehran Stock Exchange Organization including; PKOD, ZMYD, BPAS, FOLD, MKBT, GOLG, MSMI, PTAP, SSEP, AZAB, FKAS, NBEH, PFAN, GMRO and GSBE, the First return of these stocks are calculated daily in the period of 31/3/1394 -31/3/1399 for 5 years for 1183 days and then using MATLAB software models The Metaheuristic Optimization of the Genetic Algorithm under the MSV Risk Criterion and the Particle Swarm Algorithm under the CVaR risk Criterion are Compared. The results show that the genetic algorithm model under MSV risk criterion is more efficient and less risky, therefore the genetic algorithm model under MSV risk criterion is more efficient than the particle swarm algorithm model under CVaR risk criterion.

Keyword: Optimization, Genetic Algorithm, Particle Swarm Optimization ,Conditional Value at Risk and Mean Semi Variances
JEL Classification: M42, M52

[1] Department of Accounting, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.: (d.adinehvand55@gmail.com
[2] Department of Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran (corresponding author): (A_Razini@kiau.ac.ir)
[3] Department of Industrial Management, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran (khoddam1355@gmail.com
[4] Department of Industrial Engineering, Technical and Engineering Faculty, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran (Fohadi31@yahoo.com
[5] Department of Mathematics, Karaj Branch, Islamic Azad University, Karaj, Iran.. (hashemizadeh@kiau.ac.ir
Ecj@iauctb.ac.ir

Creative Commons – Attribution 4.0 International – CC BY 4.0
Creativecommons.org

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir

Archive of SID.ir