فصلنامه علمی اقتصاد و بانکداری اسلامی، شماره چهل و ششم، بهار ۱۴۰۳- صفحات ۲۵۲-۲۲۷

ارائه الگوی بهینه سبد سهام از طریق محدودیت تسلط تصادفی و کاهش ریسک گریزی مطلق

نوع مقاله: پژوهشی

مریم رضاشاطری[1]
محمد نصیری[2]
مهدی زینالی[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۴/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۳

چکیده

برنامه نویسی تصادفی هنگامی که یک توصیف احتمالی دقیق یعنی مقادیر دقیق پارامترهای سیستم و توزیع احتمال خاص برای متغیرهای تصادفی در دسترس است، خود را به عنوان یک ابزار مدل سازی قدرتمند نشان داده است. با این حال، چنین اطلاعاتی در عمل به ندرت در دسترس است. در چنین شرایطی دو روش اصلی برای مقابله با ابهامات وجود دارد. یکی از طریق تقریبی نمونه متوسط (SAA) همچنین به عنوان روش مونت کارلو شناخته شده است، جایی که SAA از مقدار مورد انتظار عملکرد زیربنایی با استفاده از داده های تجربی ساخته می شود. پژوهش حاضر با هدف ارائه الگوی بهینه سبد سهام از طریق محدودیت تسلط تصادفی و کاهش ریسک گریزی مطلق انجام شد. نمونه آماری بورس اوراق بهادار و نوع داده های گردآوری شده از آن سری زمانی تغییرات و تغییرات تجمعی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰ است. سبد سهام براساس اطلاعات ۵۰ شرکت مورد بررسی قرار گرفته است. در ابتدا این داده ها مورد بررسی قرار می گیرند، سپس الگوریتم های مورد نظر طراحی شده و مدل براساس شرایط و ازمون های لازم مورد تجزیه و تحلیل قرار می گیرد. کارایی براساس ازمون های معیار شارپ، معیار ترینر،

---

[1] گروه مدیریت، اقتصاد ، حسابداری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران.
maryamshateri@yahoo.com
[2] گروه علوم انسانی، واحد شبستر، دانشگاه آزاد اسلامی، شبستر، ایران (نویسنده مسئول).
Nasiri@iaushab.ac.ir
[3] گروه حسابداری، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران Zeynali@iaut.ac.ir

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

معیار سورتینو و معیار امگا مورد ارزیابی قرار می گیرد. در ادامه سبد سهام مورد بررسی براساس فروض اولیه تعیین شده و براساس بازدهی شرکت ها مورد الگوسازی و سنجش قرار می گیرند.

کلمات کلیدی: الگوی بهینه، ریسک گریزی مطلق، سبد سهام، محدودیت تسلط تصادفی.
طبقه بندی JEL: C41 ، H54 ، B23 ، D81

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

مقدمه

الگوریتم ژنتیک[۱]، شبکه‌های عصبی[۲]، منطق فازی[۳] نمونه‌هایی از روش‌های نوین برای تحلیل در جهت انتخاب سبد سهام است. (سن و همکاران[۴]، ۲۰۲۱؛ مسمودی و عبدالعزیز[۵]، ۲۰۱۸) انتخاب یک مجموعه از سهام معمولا با تعامل بین ریسک و بازده مطرح می‌شود. هر چه ریسک سبد سهام بیشتر باشد، احتمال دریافت بازده بالاتر بیشتر خواهد بود (بابات و همکاران[۶]، ۲۰۱۸). در دنیای واقعی درجه ریسک پذیری افراد با یکدیگر متفاوت است و بازده سهام به دلیل وجود عوامل متعدد مؤثر بر آن غیر قابل پیش بینی است. به دلیل اینکه سرمایه‌گذاران نمی‌توانند در مورد آینده مطمئن باشند (رضائی پندری و همکاران، ۱۳۹۰؛ ایکسیدواس و همکاران[۷]،۲۰۲۰)؛ به همین علت یکی از مفروضات مهم رفتاری در شرایط عدم اطمینان، ریسک گریزی سرمایه‌گذاران است یعنی سرمایه‌گذاران طرح‌های مخاطره آمیز (دارای ریسک) را نمی‌پذیرند مگر اینکه بازده مورد انتظار طرح خیلی زیاد باشد (ائونی و همکاران[۸]، ۲۰۱۸؛ لیو و همکاران[۹]، ۲۰۲۰). در نتیجه ریسک گریزی به این مفهوم نیست که سرمایه‌گذاران اصلا ریسک نمی پذیرند، بلکه از ریسک گریزانند مگر بازده خیلی زیادی را در قبال پذیرش ریسک بدست آورند. بنابراین اگر مایل هستند ریسک خود را کاهش دهند، باید به متنوع سازی سبد سهام (پرتفوی) خود مبادرت ورزند (اصل و همکاران[۱۰]، ۲۰۲۱؛ گورگانتاس و همکاران[۱۱]، ۲۰۲۱). متنوع سازی تا آن اندازه اهمیت دارد که می‌توان گفت نخستین قاعده مدیریت سبد سهام، پرگونه سازی است (سن و همکاران، ۲۰۲۱).

با توجه به اینکه بازار سهام در ایران دارای شوک های قیمتی فراوانی است؛ مطالعه روند ایجاد سبد سهام برای پیشگیری از این شوک ها و پیش بینی شوک های احتمالی در اینده و ایجاد سبد سهام بهینه برای کسب سود در شرایط نوسان بازار سهام؛ از اهمیت خاصی برای سیاست گذاران اقتصادی و فعالان بازار سرمایه برخوردار است. پژوهش حاضر با مد نظر قرار دادن ناهمگونی

---

۱. Genetic Algorithm
۲. Neural Network
۳. Fuzzy Logic
۴. Sen, et al.
۵. Masmoudi & Abdelaziz
۶. Babat, et al.
۷. Xidonas, et al.
۸. Aouni, et al.
۹. Liu, et al.
۱۰. Asl et al.
۱۱. Georgantas, et al.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

بازارهای سهام در بین شرکت های مختلف فعال در این بازار، به دنبال ارائه سبد سهام براساس مدل محدودیت تسلط تصادفی با رویکرد کاهش ریسک گریزی و تبیین کارکرد سبد سهام در بازار سهام می باشد. در روند ارائه مدل محدودیت تسلط تصادفی برای ایجاد سبد سهام بهینه؛ سوالات و مسائل فراوانی شکل می گیرد:

۱- آیا مدل تبیین کننده سبد سهام؛ با ریسک یکسان در برابر شوک قیمتی همه شرکت ها و بخش ها تدوین می شود؟

۲- مدل تببین کننده محدودیت تسلط تصادفی دارای چه مولفه هایی است؟

۳- کارایی مدل های حاضر چگونه تعیین می شود؟

برخی از سرمایه گذارن و به خصوص موسسات بزرگ سرمایه گذاری از روش میانگین واریانس[۱] تئوری مارکوویتز جهت طراحی و مدیریت پرتفوی خود، استفاده می کنند (کیم و همکاران[۲]، ۲۰۱۸؛ پاولو و همکاران[۳]، ۲۰۱۹). ولی روش میانگین واریانس در بسیاری تحقیقات مورد انتقاد واقع شده است (کاچادور و همکاران[۴]، ۲۰۲۲). بسیاری از مجریان و سرمایه گذارن معتقدند، واریانس یک معیار مناسب برای اندازه گیری ریسک نمی باشد، زیرا ریسک یک احتمال از عدم دستیابی به حداقل بازده مورد انتظار می باشد (زلنی[۵]، ۱۹۸۲). واریانس درباره رابطه بین بازده و ریسک اغراق می‌کند (فیشبورن[۶]، ۱۹۷۷). یکی ازمشکلات روش میانگین واریانس تعیین تابع مطلوبیت سرمایه‌گذارن جهت تشخیص پرتفوی بهینه می‌باشد (هادار و راسل[۷]، ۱۹۶۹). از طرفی بسیاری از سرمایه‌گذاران عقیده مشخصی از شکل تابع مطلوبیت خود ندارند (التون و همکاران[۸]، ۲۰۰۹). شایان ذکر است که بعضی پرتفوی‌ها در روش میانگین واریانس در مقایسه با پرتفوی‌های دیگر نامطلوبتر می‌باشد، زیرا با تابع توزیع بازده همپوشانی ندارد (سن و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین روش تسلط تصادفی[۹] به عنوان آلترناتیو توسط هانوچ و لوی[۱۰] (۱۹۷۵) وهادار و راسل (۱۹۶۹) پیشنهاد گردید. در این روش به جای استفاده از میانگین و واریانس از تابع توزیع بازده استفاده می گردد، به

---

۱. Mean-Variance
۲. Kim, et al.
۳. Pavlou, et al.
۴. Caçador, et al.
۵. Zeleny
۶. Fishburn
۷. Hadar & Russell
۸. Elton, et al.
۹. Stochastic Dominance
۱۰. Hanoch & Levy

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

همین خاطر معیاری وسیع تر برای تعیین ریسک و بازده می باشد. به بیان دیگر وقتی بعضی پرتفوی‌ها بر دیگری تسلط داشته باشند، دیگر نیازی به داشتن بعضی مفروضات مانند تابع مطلوبیت نمی‌باشد. باتوجه به موارد ذکرشده، این پژوهش در صدد بهینه‌سازی سبد سهام از طریق محدودیت تسلط تصادفی است.

۱. پیشینه پژوهش

کوپا و پست[۱] (۲۰۱۷)، در پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از محدودیت تسلط تصادفی، به این نتیجه دست یافتند که روش بهینه‌سازی برای ساخت سبد سرمایه‌گذاری، بر اساس یک معیار خاص برای تمام سرمایه‌گذاران با ریسک مطلق قابل انجام است، این روش با استفاده از برنامه نویسی انجام شده است و برای مجموعه داده‌های استاندارد از بازده‌های سهام و پورتفولیوهای مختلف به کار می‌رود. روش بهینه‌سازی پیشنهادی، عملکرد بهینه واریانس واریانس را به میزان فراوانی بهبود می‌بخشد. این روش مبتنی بر ریسک مطلق و ریسک گریزی است. بکروس و همکاران[۲] (۲۰۱۵)، در پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی پرتفوی با در نظر گرفتن ریسک چند متغیره به این مهم دست یافتند که این مطالعه یک چارچوب یکپارچه را برای مدلسازی و تخمین معیارهای وابستگی نسبتا بزرگ با استفاده از پورتفولیوی بهینه ریسک مینیموم و کاپیولای تاک جفت[۳] در رابطه با پنج معیار ریسک در چارچوب بحران مالی جهانی مطرح نموده است. این متدلوژی به دو پورتفولیوی بخش معدنی ۲۰ دارایی (سنگ آهن-نیکل و طلا) از بورس اوراق بهادار اعمال شده است. در نتیجه کاپیولای تاک جفت ابزارهایی قدرتمند برای مدلسازی تغییر ریسک وابستگی تحت سه سناریوی مختلف دوره ای در کنار بهینه‌سازی پورتفولیوهایی هستند که دارای الگوهای پیچیده وابستگی است. نتایج بهینه‌سازی پورتفولیو، به طور متوسط، در برخی از سهامها همگرا می‌شوند.

ماینیک و همکاران[۴] (۲۰۱۵)، در پژوهشی با عنوان بهینه‌سازی پرتفوی با استفاده از شاخص ریسک حدی و مارکویتز به این مهم دست یافتند که در خصوص دارایی‌های دنباله پهن، استراتژی ERI عملکرد بسیار بهتری در مقایسه با پورتفولیوی حداقل واریانس و پورتفولیو هم وزن دارد. این مطالعه با استفاده از سود ۵۰۰ سهام S&P از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۱ به بررسی استراتژی‌های

---

۱. Kopa & Post

۲. Bekiros, et al.

۳ pair vine copula

۴. Mainik, et al.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

بهینه‌سازی پورتفولیو (یا همان سبد سهام) بر اساس شاخص ریسک حدی[۱] پرداخته است. در این روش از نظریه ارزش حدی چندمتغیری برای به حداقل رساندن احتمال خسارت‌های بزرگ پورتفولیو استفاده می‌شود. این مطالعه با در اختیار داشتن اطلاعات بیش از ۴۰۰ سهام ظاهراً اولین تحقیقی است که به کاربرد تکنیک ارزش حدی در مدیریت پورتفولیو با مقیاس بزرگ اقدام می‌کند. هدف اصلی این تحقیق بررسی پتانسیل کاربرد عملی ERI است. عملکرد این استراتژی معیاری در برابر حداقل واریانس پورتفولیو و پورتفولیوی هم وزن می‌باشد. این استراتژی‌های اساسی، معیارهای مهمی برای کاربردهای بزرگ مقیاس هستند. این پژوهش شامل سود پورتفولیوی (سبد سهام) سالانه، حداکثر افت، هزینه‌های تراکنش، تراکم پورتفولیو و پراکندگی دارایی در پورتفولیو می‌باشد. افزون بر این، به بررسی تاثیر یک تخمین زننده جایگزین شاخص دنباله پرداخته شده است.

۲. روش پژوهش

در پژوهش حاضر از شاخص قیمت روزانه، ماهانه و فصلی برای تعیین سبد سهام بهینه برای مدت‌های زمانی کوتاه مدت و بلند مدت استفاده می‌گردد. همچنین مدلسازی براساس کد نویسی در برنامه Matlab و با در نظر گرفتن توزیع تابع و قید (محدودیت‌های مساله موردنظر) خواهد بود. جامعه اماری در پژوهش حاضر، کلیه شرکت های عضو در سازمان بورس و اوراق بهادار کشور می باشد که با توجه به دسترسی به داده های صحیح و همچنین قدرت تعمیم پذیری مدل، نمونه اماری به تعداد ۵۰ شرکت مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت. گروه های هدف شامل تمام گروهی های صنعتی، مالی، بانکی، بیمه ای و .. خواهد بود.

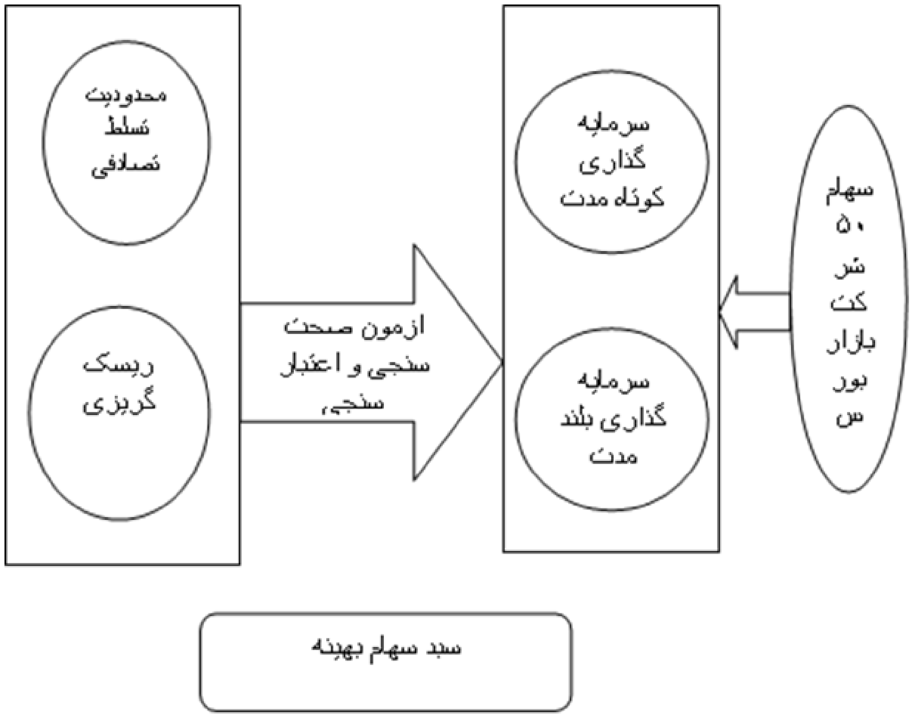
متغیرهای مورد بررسی در پژوهش حاضر عبارتنداز:

۱. قیمت هر سهم
۲. تغییرات قیمتی
۳. میزان ریسک هر سهم
۴. اندازه شرکت
۵. بدهی ها و دارایی های شرکت
۶. بازده سهام
۷. بازده در بازارهای موازی
۸. ریسک در بازارهای موازی

بر این اساس، مدل مفهومی پژوهش حاضر به صورت زیر تبیین می گردد.

۱. ERI

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]



نمودار۱-مدل مفهومی پژوهش

منبع: محقق ساخته

۳. رویکرد مورد استفاده در پژوهش برای پاسخ گویی به سوال های پژوهش

این تئوری تحلیل میانگین واریانس را با کنکاش بسیار برای تعیین مرز کارای فرصت های سرمایه گذاری، از دیدگاه‌های مختلف به چالش می‌کشد. تسلط تصادفی نه فرض می کند که توزیع احتمال بازده نرمال است و نه اینکه شکل تابع مطلوبیت در همه جا مقعر است. معیار تسلط تصادفی یک مدل جامع برای انتخاب پرتفولیو است که مطلوبیت مورد انتظار را حداکثر می کند. این معیار، به جای اینکه ویژگی های یک توزیع را با لحظه های آماری نشان دهد کل تابع چگالی احتمال را مورد استفاده قرار می دهد. در مقایسه دو گزینه سرمایه گذاری در یک زمان، تسلط تصادفی تعیین می کند که هیچ کدام از این فرصت های سرمایه گذاری احتمال مرتبط با پاداش بزرگتر را دارند. این رویه ناشی از مقایسه گزینه های سرمایه گذاری، هر دارایی یا پرتفولیویی که توسط دارایی یا پرتفولیوی دیگر تحت تسلط قرار می گیرد را از منطقه موجه خارج می کند. این روند ادامه می یابد تا زمانی که مرز کارایی دارای هایی که تحت تسلط قرار گرفته اند، شکل می گیرد. در این قسمت

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

این معیار را مورد مطالعه قرار می دهیم. برمبنای گراف جریان کنترلی که خود نیز مبنایی جهت تحلیل کد برنامه ها است، می توان از تکنیک های بهینه سازی استفاده کرد. تکنیک های بهینه سازی، جهت کاهش حجم برنامه ها و تسریع کد اجرایی آن بکار می روند. تکنیک های بهینه سازی در دو سطح عمل می کنند، محلی و سراسری. تحلیل محلی در سطح بلاک اولیه انجام می شود. تکنیک هایی که در این بخش مورد بررسی قرار می گیرند عبارتند از:

الف - حذف عبارات مشترک۱

ب - انتشارکپی۲

ج - حذف کد زائد۳

د - جایگزینی مقادیر ثابت۴

ه - بهینه سازی حلقه ها۵

و - بهینه سازی بلاکهای اولیه۶

یکی از مواردی که در بهینه سازی کد مطرح می باشد، مقوله تحلیل جریان داده۷ است، بدینترتیب که جریان داده ها در داخل برنامه یا تکنیک هایی مشخص می شود که ارائه خواهد شد. این تکنیک ها در مجموع تحلیل جریان داده نامیده می شوند. اصولا جهت تحلیل کد برنامه ها و بهینه سازی آن دو مقوله زیر مطرح می باشد:

الف – تحلیل جریان داده که مبتنی بر پیمایش گراف جریان داده یا گردآوری اطلاعات در مورد اتفاقاتی است که در زمان اجرا رخ می دهد.

ب – تبدیلات که براساس تحلیل های انجام شده جهت بهینه کردن کد اعمال می شود. برای اینکه تحلیل جریان داده را انجام داد، می بایست زنجیره ای به نام زنجیره تعریف و استفاده۸ را از کد برنامه استخراج کرد. برای این منظور مقوله تعاریف دسترسی شونده۹ مطرح می گردد. تفاوت اصلی تسلط تصادفی بر سایر مدلهای انتخاب نمونه کارها در این است که کل توزیع

---

۱ . Common expretion elimination

۲ . Copy propagation

۳ . Dead code elimination

۴ . Constant flooding

۵ . Loop optimization

۶ . Basic block optimization

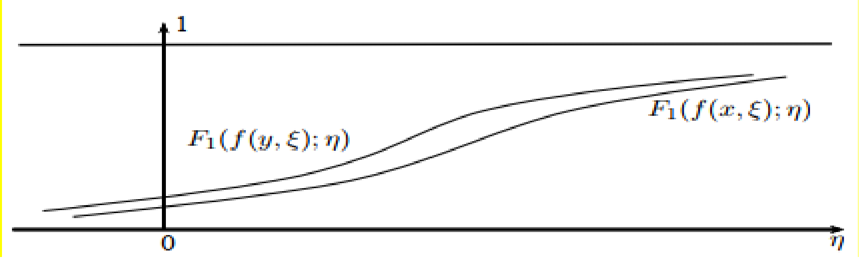
۷ . Data flow analysis

۸ . Def-Use Chain

۹ . Reaching definition

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

متغیرهای تصادفی را در نظر می گیرد. علاوه بر این ، آن را به تئوری ابزار مورد انتظار مرتبط میکند. با این وجود ، نیازی به مشخص نمودن یک عملکرد ابزار نیست.



نمودار۱-تحلیل جریان داده ها

منبع: خروجی نرم افزار

با روابط تسلط تصادفی ، متغیرهای تصادفی تحت فرضیات در مورد ویژگیهای کلی عملکردهای ابزار که از حالتهای شایع رفتار اقتصادی دنبال می شود ، رتبه بندی می شوند. تسلط تصادفی تضمین می کند که همه افراد ، که عملکردهای مطلوب آنها در یک کلاس قرار دارند ، انتخاب ها را به همان شیوه رتبه بندی می کنند**.** بهینه سازی اوراق بهادار مبتنی بر تسلط تصادفی (SD) از لحاظ نظری برای استراتژی های سرمایه گذاری با پروفایل های ریسک نامتقارن مانند تغییر پویای قیمت و بازی های حرکت جذاب است. در این موارد ، افزایش میانگین واریانس (MV) دارای تعدادی نقص مفهومی شناخته شده است. با وجود ، نرم افزار رایانه ای مدرن و نرم افزار بهینه سازی ، رویکرد SD راه های در دسترس فراوان و کاربردهای عملی به پژوهش گر می دهد**.**

در روش غالب تصادفی متغیرهای تصادفی با مقایسه نقطه ای برخی از توابع عملکردی که از توابع توزیع آنها ساخته شده اند مقایسه می شوند. بگذارید $F1(f(x, \xi); p)$ و $F1(f(y, \xi); p)$ به ترتیب عملکرد توزیع تجمعی $f(x, \xi)$ و $f(y, \xi)$ را نشان دهند. گفته می شود که $f(x, \xi)$ تصادفی مرتبه اول بر $f(y, \xi)$، غلبه می کند و با $f(x, \xi) >(1) f(y, \xi)$ نشان داده می شود:

$F1(f(x, \xi); \eta) \leq F1(f(y, \xi); \eta), \forall\eta \in R$**.**

این در شکل فوق نشان داده شده است**.**

به طور مشابه ، $f(x, \xi)$ تصادفی بر مرتبه دوم بر $f(y, \xi)$ غلبه می کند،

اگر با $f(x, \xi) \geq(2) f(y, \xi),\ \xi)$ نشان داده شود:

$F2(f(x, \xi); \eta) \leq F2(f(y, \xi); \eta), \forall\eta \in R,$

$F2(f(x, \xi); \eta) := Z\text{-}\infty\ \eta\ F1(f(x, \xi); \alpha)d\alpha,$

تابع $F2(f(x, \xi); \eta)$ می تواند به عنوان کمبود مورد انتظار بیان شود . برای هر مقدار هدف که ما داریم

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

$F2(f(x, \xi); \eta) = E[(\eta - f(x, \xi))+],$

$(\eta - f(x, \xi))+ = \max(\eta - f(x, \xi), 0)$

عملکرد $F2(f(x, \xi); \cdot)$ پیوسته ، محدب ، غیر منفی و غیر قابل استفاده است. این برای همه متغیرهای تصادفی $f(x, \xi)$ با مقدار مورد انتظار محدود تعریف شده است. با توجه به این نمایه ، رابطه غالب تصادفی مرتبه دوم را می توان به طور برابر با سیستم بی نهایت نابرابری زیر توصیف کرد:

$E[(\eta - f(x, \xi))+] \leq E[(\eta - f(y, \xi))+], \forall \eta \in R$

روابط غالب تصادفی برای نظریه تصمیم گیری از اهمیت اساسی برخوردار است .مشخص است که:

$f(x, \xi) \geq(1) f(y, \xi)$

و اگر:

$E[U(f(x, \xi))] \geq E[U(f(y, \xi))]$

برای هر عملکرد غیرقابل افزایش $U(\cdot)$ که این مقادیر مورد انتظار محدود هستند. علاوه بر این $f(x, \xi) \geq (2) f(y, \xi)$ اگر و فقط اگر $E[U(f(x, \xi))] \geq E[U(f(y, \xi))]$ صحیح است برای هر نوع عدم تولید و مقعر $U(\cdot)$ که این مقادیر مورد انتظار محدود هستند. بررسی نظریه تسلط تصادفی و سودمندی را می توان در یافت. اثبات ثبات تسلط تصادفی با نظریه ابزار و تجزیه و تحلیل بیشتر در این موضوع را می توان در (تسفاتشین، ۱۹۷۶) یافت.

در این پژوهش توابع تجمعی سرمایه‌گذاری براساس صنایع مختلف به صورت زیر مورد بررسی قرار خواهند گرفت. لازم به ذکر است کد نویسی نرم افزار به صورت تخصصی انجام خواهد شد و معادلات لازم برای مدلسازی پژوهش عبارتنداز:

$$F(x) = \begin{cases} 0 & x < x_1 \\ \frac{1}{n} & x_1 \leq x < x_2 \\ . & \\ . & \\ . & \\ . & \\ . & \\ \frac{n-1}{n} & x_{n-1} \leq x < x_n \\ 1 & x_n \leq x \end{cases}$$

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

$$F_2(x)=\int_{-\infty}^{x}F(t)\,dt=\begin{cases}0 & x\le x_1\\ \frac{1}{n}(x-x_1) & x_1\le x\le x_2\\ \frac{2}{n}x-\frac{1}{n}(x_1+x_2) & x_2\le x\le x_3\\ .\\ .\\ .\\ .\\ \frac{k}{n}x-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{k}x_i\right) & x_k\le x\le x_{k+1}\\ .\\ .\\ x-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\right) & x_n\le x\end{cases}$$

$$F_3(x)=\int F_2(t)\,dt=\begin{cases}0 & \text{for } x\le x_1\\ \frac{1}{2n}(x-x_1) & \text{for } x_1\le x\le x_2\\ F_3(x_k)+\int_{x_k}^{x}F_2(t)\,dt=F_3(x_k)+\frac{k}{2n}(x^2-x_k^2)-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{k}x_i\right)(x-x_k) & \text{for } x_k\le x\le x_{k+1}\ \ k=2,\dots,n-1\\ F_3(x_n)+\int_{x_n}^{x}F_2(t)\,dt=F_3(x_n)+\frac{1}{2}(x^2-x_n^2)-\frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}x_i\right)(x-x_n) & \text{for } x_n\le x\end{cases}$$

ضرایب توابع:

$$c=G_3(y_i)-\frac{j}{2n}y_j^2+\frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{j}y_t\right)y_j-\left[F_3(x_i)-\frac{i}{2n}x_i^2+\frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{i}x_t\right)x_i\right]$$

$$b=\frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{i}x_t\right)-\frac{1}{n}\left(\sum_{t=1}^{j}y_t\right)$$

$$a=\frac{j=i}{2n}$$

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

توابع مورد نظر:

$$I_3(x)= \int_a^x \int_a^z [G(t)-F(t)]dtdz \geq 0$$

$$E_F(x) \geq E_G(x) \quad \text{or} \quad I_2(b) \geq 0$$

۴.یافته ها

روش تقریب تصادفی (SA) را می توان به کارهای پیشگامانه رابینز و مونرو ردیابی کرد (رابینر و مونرو[۱]، ۱۹۹۵). از آن زمان الگوریتم SA به طور گسترده ای در بهینه سازی تصادفی مورد استفاده قرار گرفته است. در این بخش ، ما روی یک روش شبه گرایشی تصادفی محدودیت تسلط تصادفی و کاهش ریسک گریزی مطلق (SQG) متمرکز شده ایم که روش SA را تعمیم می دهد. روش SQG یک روش الگوریتمی تصادفی برای حل مشکلات بهینه سازی عمومی محدود با عملکردهای غیر متمایز و غیر محدب است .روشهایی را برای بررسی همگرایی محلی فرآیندهای بهینه سازی تصادفی ارائه داد و برخی از نتایج مربوط به بهینه سازی متفاوت را اثبات کرد. بررسی رسمی میزان همگرایی همگرایی روش SQG نیز توسط Poljak انجام شد (ولفوویتز[۲]، ۱۹۵۲).

برای الگوریتم سازی مساله مورد پژوهش، xk ∈ X یک راه حل تقریبی از مساله مورد نظر است. روش SQG یک quasigradient ، مشخص شده توسط ζk, of ϕ(x, ρ) را در xk محاسبه می کند به طوری که:

$$E[\zeta k/ \{x0, . . . , xk\}] \in -E[\nabla f(xk, \xi)] + \rho\partial x\vartheta(xk) + \nu k,$$

که νk یک خطای کنترل شده است و به مساله به عنوان دو عامل از محدودیت تسلط تصادفی و کاهش ریسک گریزی مطلق وارد می شود.

$$\partial_x \vartheta(x_k) = \operatorname{conv} \left\{ \bigcup_{\eta \in T^*(x_k)} \partial_x P(x_k, \eta) \right\}$$

که در آن (xk) ∗ T مجموعه ای از راه حل های (۳,۲,۱۲) برای x = xk است. برای محاسبه یک عنصر ∂ (xk) xϑ، باید یک ∋ (xk) ∗ T پیدا کنیم. برای حل مشکل بهینه سازی w.r.t. η توجه داشته باشید که w.r.t. η. Note that P (x, η) := max(G(x, η), 0), and G(x, η) = E[(η − g(x, ξ)+]−E[(η−g(y, ξ)+]. بدیهی است که برای x ثابت ، G(x, η) تفاوت دو عملکرد محدب در η است ، بدین معنی که P (x, η) یک عملکرد محدب در η نیست.

---

۱ . Robbins & Monro

۲ . Wolfowitz

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

هومم دی ملو و همکاران[۱] (۱۹۹۹) با استفاده از روش شاخه و برش ، با این نوع چالش مقابله کردند: اصلاح مسئله به عنوان یک مشکل برنامه نویسی DC و سپس حل آن با الگوریتم شاخه و برش. ، .... ، ξN نمونه ای از ξ و wki می باشد که زیر xk را تجزیه کنید Then سپس راه حل های ممکن را ما انتخاب می کنیم.

$$\zeta_k = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(-\nabla f(x_k, \xi^i) + \rho w_{k_i}\right)$$

$$\mathbb{E}[(\eta - g(x,\xi))_+] \leqslant \mathbb{E}[(\eta - g(y,\xi))_+], \quad \forall \eta \in [a,b],$$

$$\mathbb{E}[(\eta_i - g(x,\xi))_+] \leqslant \mathbb{E}[(\eta_i - g(y,\xi))_+], \quad i = 1,\ldots,N,$$

که $\eta i = g(x, \xi i), i = 1, \ldots, N$

فرض کنید g(x, ξ) محدود است . سپس ما ممکن است فاصله [a, b] را طوری انتخاب کنیم که $g(x, \xi) \in [a, b]$ for all $x \in X$, $\xi \in$ برای همه $x \in X$ ، $\xi \in \Xi$ باشد ، که به معنی $\eta i \in [a, b], i = 1, \ldots, N$ است . . . در نتیجه می توانیم مساله فوق را به شرح زیر اصلاح کنیم**:**

$$\max_{\eta_i} \quad \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\eta_i - g(x_k,\xi^i))_+ - \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(\eta_i - g(y,\xi^i)).$$

بر اساس مباحث فوق ، ما یک الگوریتم شبه تصادفی براساس فروض کاهش ریسک گریزی مطلق و محدودیت تسلط تصادفی برای حل مسئله ارائه می دهیم.

برای الگو نویسی مدل پژوهش براساس فروض مورد نظر مراحل زیر در پژوهش پیگیری شده اند:

مرحله ۱. سهام مورد نظر به صورت ماتریس واحد ایجاد شده است. برای این منظور از معادلات زیر استفاده شده است.

$$\sum_{k=0}^{\infty}\lambda_k^2 < \infty, \quad \sum_{k=0}^{\infty}\lambda_k = \infty, \quad \lambda_k \geqslant 0$$

که برای ان یک بردار اولیه $x0 \in X$ انتخاب شده و $k = 0$ قرار داده شد.

---

۱ . Homem-de-Mello, et al.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

مرحله ۲. در xk ، فرضیه تقریبی $\phi(x, \rho)$ ، که توسط ζk مشخص شده است ، محاسبه می گردد.

$$E[\zeta k/x0, \ldots, xk] \in -E[\nabla f(xk, \xi)] + \rho\partial x\vartheta(xk) + \nu k,$$

که $\partial x\vartheta\ (x)$ همان فرض اصلی پژوهش است.

همانطور که در فروض اصلی اورده شده است νk یک خطای کنترل شده را ترتیب بندی می کند.

$$\sum_{k=0}^{\infty} \mathbb{E}[\lambda_k \|\nu_k\| + \lambda_k^2 \|\zeta_k\|^2] < \infty.$$

مرحله ۳. تنظیم معادله زیر :

$$x_{k+1} := P_{\mathcal{X}}(x_k - \lambda_k \zeta_k).$$

که در آن $PX\ (x)$پیش بینی متعامد x در X است.

مرحله ۴. ایجاد الگوی کوفاکتور

If $xk+1 = xk$ and $\nu k = 0$, stop. Otherwise, set $k := k + 1$, go to Step 2

استفاده از قانون توقف در مورد

$$xk + 1 = PX\ (xk - \lambda k\zeta k) = xk،$$

$$-\lambda\zeta k \in NX\ (xk),$$

$$-\ \zeta k \in NX\ (xk)$$

با توجه به اینکه : $\nu k = 0,$

$$0 \in -E[\nabla f(xk, \xi)] + \rho\partial x\vartheta(xk) + NX\ (xk)$$

با توجه به الگوریتم فوق، الگوریتم حاضر دلالت دارد که xk یک راه حل بهینه است**.**

سپس الگوی زیر برای مساله در نظر گرفته می شود:

$xk = xk0$ برای $k \geq k\mathbf{0}$ اما νk **6 = 0.**

$$0 \in -E[\nabla f(xk, \xi)] + \rho\partial x\vartheta(xk) + \nu k + NX\ (xk)$$

$\nu k \to 0$ به عنوان **.** $k \to$ با در نظر گرفتن حد معادله فوق:

$$0 \in -E[\nabla f(xk0, \xi)] + \rho\partial x\vartheta(xk0) + NX\ (xk0),$$

این بدان معنی است که $xk0$ شرط بهینه سازی مرتبه اول را برآورده می کند و از این رو $xk0$ یک راه حل بهینه است.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

مرحله ۵. تشکیل توابع محدودیت تصادفی و ریسک گریزی مطلق SDرابطه ترجیحی برای یک طبقه خاص از سرمایه گذاران است. برای تعریف SSD ، TSDو DSD ، سه مجموعه توابع زیر را در نظر گرفته می شود:

$$\mathcal{U}_{SSD}:=\left\{u\in\mathcal{C}^2: u'(x)\geq 0; u''(x)\leq 0\,\forall x\in\mathcal{X}\right\};$$
$$\mathcal{U}_{TSD}:=\left\{u\in\mathcal{C}^3\cap\mathcal{U}_{SSD}: u'''(x)\geq 0\,\forall x\in\mathcal{X}\right\};$$
$$\mathcal{U}_{DSD}:=\left\{u\in\mathcal{C}^3\cap\mathcal{U}_{SSD}: \ln\left(u'(x)\right)''\geq 0\,\forall x\in\mathcal{X}\right\}$$

USSD فرض عدم اشباع (u0 (x) ≥ 0) و ریسک پذیری (u00 (x) ≤ 0)را بر عهده دارد . UT SD فرض دیگری را برای کاهش ریسک گریزی (U000 (x) ≥ 0) ایجاد می کند UDSD فرض محدودیت تسلط تصادفی را بر مدل اعمال می کند (دوازچه و همکاران[۱]، ۲۰۲۰).

DARA برای محدب بودن ابزار حاشیه ای (ln (u0 (x)) 0 00 00) مقدار دارد .به دلیل پیچیدگی این شرایط ، DSD از SSD و TSD قابل ردیابی کمتری است .دو معیار آخر با تمرکز روی فرضهای شدید USSD و UT SD که یک شکل عملکردی قابل ردیابی دارند قابل اجرا است .در مقابل ، حد های شدید UDSD کارکردهای تجسمی- مبهم و غیرقابل نفوذ است ، همانطور که نیش و کوپا (۲۰۱۵) در تحقیقات خود ان را نشان داده اند.

یک تابع ابزار که توسط SSD و TSD پذیرفته شده است اما DSD ، تابع درجه دوم u (x) = x - cx2 ، ۰<c ≤ 21b است که از کاهش خطر جلوگیری می کند (u (x) = 0) اما با نشان دادن روند صعودی کاهش خطر مطلق (IARA) ، یا ln (u0 (x)) 00 <0. DARA را نقض می کند. اگر "نقطه تعادل" (U0 (x) = 0) باشد ، یک عملکرد درجه دوم در USSD و UT SD گنجانده شده است. (در خارج از محدوده بازگشت ، یا **0** = u0 (x) برای مقدار .x ≥ b)

$$\mathbb{E}_{\mathcal{F}_\lambda}[u(x)]\geq\mathbb{E}_{\mathcal{F}_\tau}[u(x)]\;\forall u\in\mathcal{U}_{XSD}.$$

رابطه غالب یک مقدمه ریاضی است ، زیرا انعکاس پذیر و گذرا است. با این وجود ضد متقارن نیست ، زیرا پرتفوی های متعدد ممکن است از نظر توزیع بازده همراه معادل باشند. با توجه به ساختار تو در تو سه مجموعه ابزار (UDSD ⊂ UT SD ⊂ USSD)

DSD کمترین معیار در رابطه زیر است:

λ ≥SSD τ => λ ≥T SD τ => λ ≥DSD τ

---

۱. Dzuche, et al.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

قدرت تبعیض آمیز اضافی DSD می تواند بسیار مهم باشد ، به ویژه اگر توزیع های مربوطه تنوع ماده ای را در مکان و شکل آنها نشان دهند.

۵. اضافه نمودن شروط مدل

بعد از تعیین میزان بازدهی هر کدام از سهام، شروط مربوط به تسلط تصادفی و ریسک گریزی مطلق به مدل اضافه می گردند؛ در این حالت نتایج جدول زیر به دست می اید:

$$\begin{aligned}
\max\ & \sum_{k=1}^{m}\sum_{n=1}^{N} p_k r_{nk} z_n \\
\text{subject to}\ & \sum_{n=1}^{N} r_{nk} z_n + s_{ik} \geq y_i, && i=1,\dots,m,\ k=1,\dots,m, \\
& \sum_{k=1}^{m} p_k s_{ik} \leq v_i, && i=1,\dots,m, \\
& s_{ik} \geq 0, && i=1,\dots,m,\ k=1,\dots,m, \\
& \sum_{n=1}^{N} z_n = 1, \\
& z_n \geq 0, && n=1,\dots,N.
\end{aligned}$$

۶. یافته ها

برای روند مدلسازی در پژوهش حاضر در ابتدا شرکت های زیر براساس معیار بتا انتخاب میشوند. این شرکت ها دارای ریسک های بهینه برای ایجاد سبد سهام در دوره مورد مطالعه هستند.

جدول ۱-رتبه بندی مقادیر ریسک سرمایه گذاری شرکت ها

ردیف	سهم	رتبه بندی کمتر- ریسک بالاتر	گشتاور جزئی پایین مرتبه اول	بتا	رتبه بندی رتبه کمتر- ریسک بالاتر
۱	بانک سینا	۱	۰,۰۳۸۶۸۶	۱,۷۳۷۲۰۳	۲۶
۲	بانک صادرات ایران	۳۱	۰,۰۴۲۳۸۶	۱,۱۷۷۱۱۵	۵۰
۳	بانکاقتصادنوین	۴۵	۰,۰۵۴۱۴۹	۱,۳۶۲۲۷	۷
۴	بیسکویت گرجی	۲۱	۰,۰۳۵۴۲۲	۱,۴۴۸۲۹	۴۲
۵	بیمه آسیا	۲۰	۰,۰۴۲۹۴۶	۱,۵۲۵۹۲۹	۲۷
۶	بیمه البرز	۴۷	۰,۰۵۴۰۸۶	۱,۷۶۷۹۹۵	۱۴

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

۷	بیمه پارسیان	۳۲	۰٫۰۶۸۳۳۴	۱٫۴۸۳۲۸	۴۱
۸	بیمه دانا	۲۲	۰٫۰۳۶۲۵	۱٫۴۱۱۴۱۳	۹
۹	بین‌المللی‌توسعه ساختمان	۴۶	۰٫۰۴۴۲۷۶	۱٫۲۰۹۲۰۳	۳۸
۱۰	پارس الکتریک	۲	۰٫۰۶۵۴۲۱	۱٫۳۴۹۱۲۶	۱۰
۱۱	پارس خزر	۲۳	۰٫۰۶۴۴۱	۱٫۲۳۸۲۶	۱۳
۱۲	پاکسان	۳۳	۰٫۰۴۹۵۶۲	۲٫۳۰۳۸۷۷	۳۹
۱۳	پالایش نفت بندرعباس	۱۸	۰٫۰۴۸۳۶	۰٫۹۲۷۵۷	۲۸
۱۴	پالایش نفت تبریز	۴۴	۰٫۰۶۲۱۷۹	۱٫۴۳۸۷۹	۴۰
۱۵	پالایش نفت تهران	۱۹	۰٫۰۳۸۹۹۲	۱٫۵۰۱۵۳۹	۱۱
۱۶	پتروشیمی پردیس	۴۸	۰٫۰۶۹۸۷۱	۱٫۸۲۵۵۵۸	۲۹
۱۷	پتروشیمی جم	۵	۰٫۰۳۶۲۰۸	۱٫۳۲۴۶۴۳	۱۲
۱۸	پتروشیمی خارک	۱۷	۰٫۰۵۸۳۵۲	۰٫۸۶۷۵۹۴	۳۱
۱۹	پتروشیمی خراسان	۳	۰٫۰۳۷۵۶۸	۱٫۳۷۷۸۳۶	۴۵
۲۰	پتروشیمی شازند	۳۴	۰٫۰۶۰۳۱۵	۱٫۵۲۴۵۴۴	۲۱
۲۱	پست بانک ایران	۲۴	۰٫۰۲۶۴۵۱	۱٫۵۸۲۷۳۵	۲۰
۲۲	پگاه‌آذربایجان‌غربی	۴	۰٫۰۴۲۸۰۵	۱٫۰۶۹۸۲۲	۴۷
۲۳	داروسازی اسوه	۳۵	۰٫۰۲۹۰۴۵	۱٫۶۳۹۲۲۶	۳۲
۲۴	داروسازی جابرابن‌حیان	۳۰	۰٫۰۳۱۱۱۶	۱٫۷۳۹۲۲۵	۲۲
۲۵	داروسازی زاگرس فارمد پارس	۱۶	۰٫۰۲۹۷۱۶	۱٫۷۱۳۵۸۶	۴۶
۲۶	داروسازی سینا	۲۵	۰٫۰۳۲۶۹۴	۱٫۲۲۹۸۵۶	۲
۲۷	داروسازی فارابی	۴۳	۰٫۰۵۱۲۰۲	۱٫۷۶۷۱۳۱	۲۳
۲۸	ماشین سازی اراک	۶	۰٫۰۳۳۸۸	۱٫۵۳۶۹۷۲	۳۳
۲۹	ماشین‌سازی‌نیرومحرکه	۴۹	۰٫۰۴۵۸۴	۰٫۸۷۸۰۵۴	۱۸
۳۰	محورسازان‌ایران‌خودرو	۳۷	۰٫۰۵۹۰۸۱	۱٫۶۷۰۵۹۳	۴۴
۳۱	معادن بافق	۱۵	۰٫۰۵۵۸۸۴	۱٫۶۰۸۵۸۱	۱۹

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

۳۲	معادن‌منگنزایران	۸	۰,۰۴۵۴۱۷	۱,۶۷۸۹۴۸	۴۸
۳۳	معدنی دماوند	۳۶	۰,۰۴۸۹۱۳	۱,۵۰۹۶۲۹	۵
۳۴	معدنی و صنعتی گل گهر	۲۶	۰,۰۴۶۷۲۶	۱,۵۰۶۱۱۵	۱۷
۳۵	معدنی‌وصنعتی‌چادرملو	۵۰	۰,۰۱۶۵۵۹	۱,۲۷۲۴۳۹	۳
۳۶	ملی سرب‌وروی ایران	۷	۰,۰۲۸۶۷۳	۱,۵۵۷۵۵۶	۳۴
۳۷	ملی صنایع مس ایران	۴۲	۰,۰۴۲۱۷	۱,۸۰۸۲۱۷	۲۴
۳۸	موتورسازان‌تراکتورسازی‌ا یران	۲۷	۰,۰۴۷۹۱۱	۱,۴۸۹۲۱۱	۴
۳۹	نفت بهران	۱۴	۰,۰۳۷۲۵۲	۱,۰۵۲۲۱۷	۳۵
۴۰	نفت پارس	۴۱	۰,۰۵۹۹۷۸	۲,۰۳۶۲۴۹	۳۰
۴۱	نفت سپاهان	۹	۰,۰۴۰۷۵۷	۱,۵۰۲۱۴۷	۱۶
۴۲	نورد آلومینیوم	۳۸	۰,۰۴۶۱۶۱	۱,۴۶۰۶۸۸	۲۵
۴۳	نوردوقطعات‌فولادی	۱۰	۰,۰۴۲۱۱۲	۱,۶۹۳۰۴۵	۴۳
۴۴	نوش مازندران	۱۳	۰,۰۳۲۶۷۳	۲,۱۳۳۴۷۸	۶
۴۵	کالسیمین	۳۹	۰,۰۲۴۴۰۸	۱,۹۸۷۴۰۷	۴۹
۴۶	کربن ایران	۲۸	۰,۰۲۹۹۴	۱,۱۸۷۵۰۹	۳۷
۴۷	کشت و صنعت چین چین	۴۰	۰,۰۴۳۷۱۶	۱,۸۱۰۵۰۹	۱۵
۴۸	کشتیرانی جمهوری اسلامی ایران	۱۱	۰,۰۲۷۳۶۴	۱,۳۲۷۸۹	۸
۴۹	فجر انرژی خلیج فارس	۲۹	۰,۰۴۲۳۵۱	۱,۵۹۹۷۰۲	۳۶
۵۰	فرآورده‌های‌نسوزآذر	۱۲	۰,۰۴۶۷۶۲	۱,۰۷۵۷۳۵	۱

منبع: نتایج تحقیق

۷. انتخاب پرتفوی بهینه

براساس نتایج حاصل از الگوریتم و تجزیه و تحلیل داده ها، بانک سینا، پارس الکتریک، پتروشیمی خراسان، پگاه اذربایجان و پتروشیمی جم دارای بیشترین ریسک در سرمایه گذاری هستند و رتبه های ۱ تا ۵ را به خود اختصاص داده اند. سهام مربوط به چادر ملو، ماشین سازی نیرو محرکه، پتروشیمی پردیس، بیمه البرز و بین المللی توسعه ساختمان دارای ریسک کمتری هستند. پس از تعیین میزان بازدهی و رنک دهی به هر یک از سهام، پرتفوی بهینه به صورت زیر تعیین می گردد: شرکت های منتخب عبارتند از:

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

۱. چادر ملو
۲. ماشین سازی نیرو محرکه
۳. پتروشیمی پردیس
۴. بیمه البرز
۵. بین المللی توسعه ساختمان

جدول ۲-مقادیر الگوریتم حاصل از تجزیه و تحلیل داده های شرکت های فوق

		R1-2				R2-12		
	mv	ssd	tsd	dsd	mv	ssd	tsd	dsd
mean	۱,۴۲۹۴۵	۱,۰۴۳۸۴۶	۱,۰۴۲۳۸۶	۱,۰۱۰۷۸۴	۱,۰۴۰۸۵۹	۱,۴۲۴۹۹	۱,۰۳۹۸۸۵	۱,۰۴۱۹۵۱
st. dev.	۱,۰۴۲۱۲۴	۱,۰۴۱۴۲۴	۱,۰۴۱۳۴۳	۱,۰۴۲۱۴۴	۱,۰۴۱۹۰۲	۱,۰۴۱۷۴۵	۱,۰۴۲۴۳۵	۱,۰۴۲۵۴۱
semi-dev.	۱,۰۴۰۹۱۳	۱,۰۴۰۶۶۱	۱,۰۴۱۹۴۱	۱,۰۴۱۹۳۱	۱,۰۴۴۲۲۵	۱,۰۴۲۷۷۸	۱,۰۴۰۵۱	۱,۰۴۰۸۵۷
skew.	۱,۰۴۱۵۲۸	۱,۰۴۲۵۶۸	۱,۰۴۲۵۹۲	۱,۰۴۱۴۰۹	۱,۰۴۴۴۱۳	۱,۰۴۱۹۷۷	۱,۰۴۲۲۰۲	۱,۰۴۲۰۱۵
VaR	۱,۰۴۲۴۹۸	۱,۰۴۱۷۵۲	۱,۰۴۲۱۸۹	۱,۰۴۰۵۰۷	۱,۰۴۱۵۷۹	۱,۰۴۴۱۶	۱,۰۴۱۸۴۲	۱,۰۴۱۸۳۹
CVaR	۱,۰۴۲۵۰۹	۱,۰۴۰۸۸۳	۱,۰۴۱۰۸۳	۱,۰۴۲۳۴۱	۱,۰۴۲۱۱۴	۱,۰۴۳۷۸۴	۱,۰۴۱۵۹۵	۱,۰۴۱۴۳۲
CER	۱,۰۴۳۳۱۱	۱,۰۳۹۵۷۸	۱,۰۴۲۷۱۶	۱,۰۴۳۵۱۴	۱,۰۴۲۲۴۴	۱,۰۴۱۳۹۵	۱,۰۴۰۷۸	۱,۰۴۳۸۲۸
Sharpe	۱,۰۴۳۵۵۵	۱,۰۴۲۷۱۴	۱,۰۴۲۴۳۸	۱,۰۴۲۳۱۷	۱,۰۴۱۹۰۵	۱,۰۴۱۷۸۲	۱,۰۴۴۸۵۱	۱,۰۴۰۸۹۹
Sortino	۱,۰۴۳۳۵۷	۱,۰۴۳۲۵۳	۱,۰۴۲۸۹۸	۱,۰۴۳۱۵۸	۱,۰۴۱۸۱۸	۱,۰۴۴۱۴۵	۱,۰۴۲۵۷۴	۱,۰۴۰۸۹۷
p-value	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱	۰,۰۰۰۱

منبع: نتایج تحقیق

در رویکرد برون نمونه ای، همانطور که مشاهده میشود در هر دو پنجره، با کمتر شدن آماره p-value نسبت به سطح خطا (درصد۵=a) در معیارهای ارزیابی عملکرد شارپ، سورتینو و امگا، فرضیه صفر تأیید نشده و نتایج نشاندهنده وجود اختلاف معنادار بین معیارهای ارزیابی عملکرد ذکر شده پرتفوهای بهینه میانگین-واریانس مارکویتز و تسلط تصادفی مرتبه دوم، در سطح اطمینان ۸۵ درصد می باشد.

نمودار بازدهی براساس مقادیر ssdو tsd و dsd به صورت زیر خواهد بود:

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

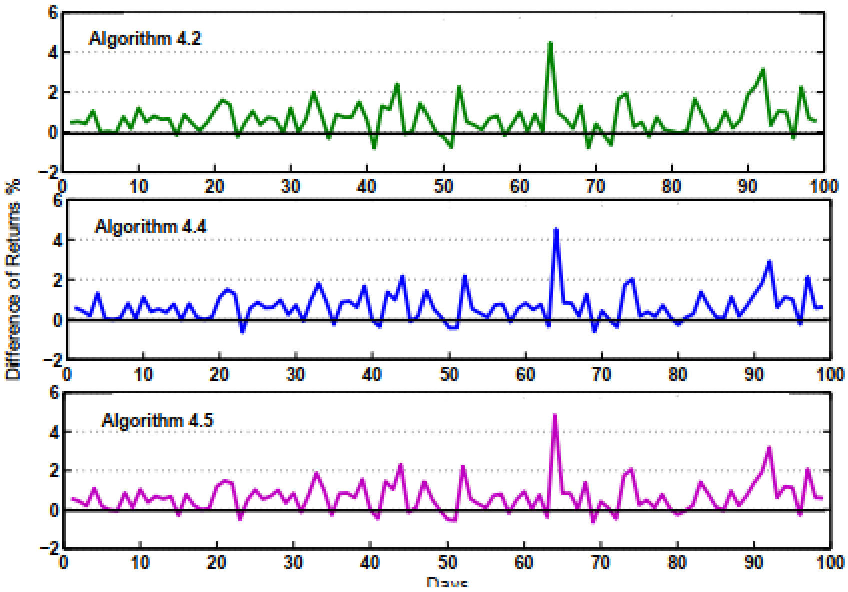
جدول ۳- نمودار بازدهی براساس مقادیر ssd و tsd وdsd

معیار ارزیابی عملکرد	پنجره ۸ساله			پنجره ۹ساله		
	p-value	تفاوت انحراف معیار	تفاوت میانگین	p-value	تفاوت انحراف معیار	تفاوت میانگین
معیار شارپ	۰/۰۰۰	۰/۱۲۰	-۰/۱۴۶	۰/۰۰۰	۰/۴۳۹	-۰/۲۴۸
معیار ترینر	۰/۰۰۰	۰/۰۳۴	-۰/۲۵۲	۰/۰۰۰	۰/۲۱۴	۰/۰۰۱
معیار سورتینو	۰/۰۰۰	۰/۰۱۲	-۰/۳۱۱	۰/۰۰۰	۰/۰۱۷۰	-۰/۳۱۱
معیار امگا	۰/۰۰۰	۰/۱۶	-۰/۳۴۲	۰/۰۰۰	۰/۳۲۱	-۰/۵۲۱

منبع: نتایج تحقیق

آزمون صحت سنجی تنظیم شده از ۵۰ مشاهدات باقیمانده برای ساختن یک تست خارج از نمونه به منظور بررسی عملکرد نمونه کارها انتخاب شده استفاده شده است. شکل های زیر تفاوت بازده نمونه کارها و سبد معیار را نشان می دهد. پرتفوی معیار نشان دهنده بازده متوسط سه شاخص است.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

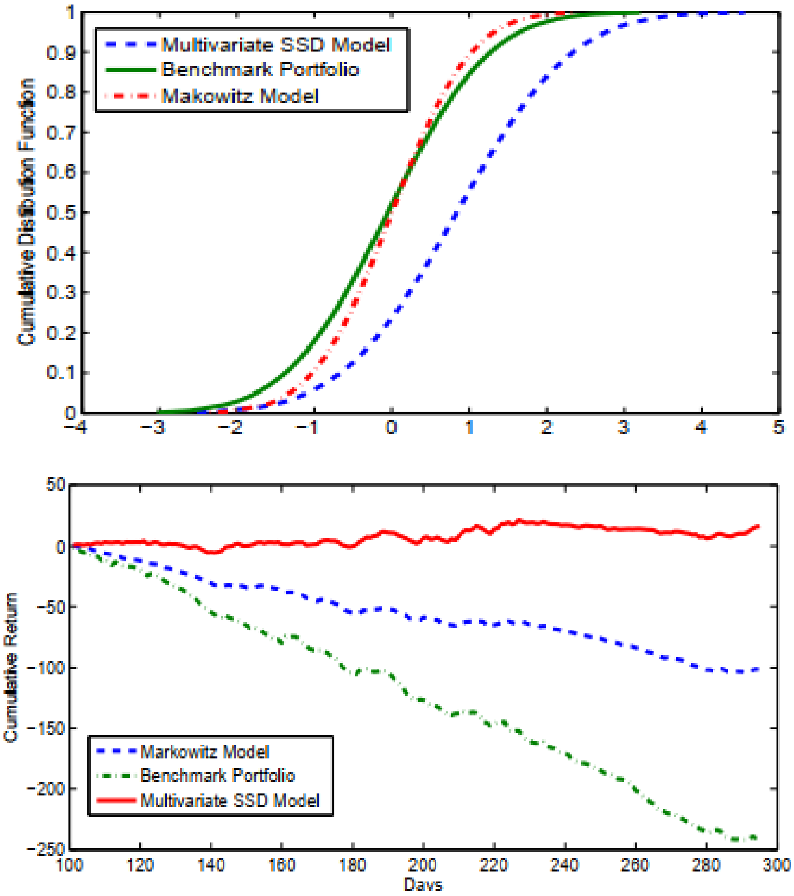


شکل ۱- بازده نمونه کارها و سبد معیار

منبع: خروجی نرم افزار

در شکل فوق، خط عمدتا بالای خط صفر قرار دارد ، به این معنی که بازده نمونه کارها تولید شده بالاتر از نمونه کارها معیار است. علاوه بر این ، برای بررسی رابطه ی غالب ، نمودار عملکردهای توزیع تجمعی بازده نمونه کارها تولید شده توسط مدل چند SSD با استفاده از الگوریتم های ایجاد شده در نرم افزار، مدل Markowtitz و نمونه کارها معیار را در شکل زیر ارائه شده است. واضح است که استراتژی پرتفوی تولید شده بر سبد معیار حاکم است. علاوه بر این ، برای دیدن عملکرد استراتژی تولید شده خارج از نمونه ، نمودار بازگشت تجمعی بازده نمونه کارها تولید شده توسط مدل چند SSD با استفاده از الگوریتم های نمونه ، مدل Markowtitz و نمونه کارها معیار را در شکل ۲ ارائه می گردد. مشاهده می شود که بازده حاصل از استراتژی نمونه کارها مبتنی بر مدل SSD چند متغیره در مقایسه با مدل مارکوویتز و نمونه کارها معیار بسیار بیشتر است.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]



شکل۲-مقایسه بازده حاصل از استراتژی نمونه کارها مبتنی بر مدل SSD چند متغیره در مقایسه با مدل مارکوویتز و نمونه کارها

منبع: خروجی نرم افزار

۸. نتیجه گیری

در این پژوهش ، برنامه نویسی تصادفی را با محدودیت های سلطه تصادفی مرتبه دوم و کاهش ریسک گریزی مطلق در خصوص سهام مورد نظر، مورد مطالعه قرار گرفت. در پژوهش حاضر، یک روش دقیق را برای محدودیت های سلطه تصادفی چند متغیره مرتبه دوم و پیشنهاد شد. برای این امر، با استفاده از روش عملکرد سطح و همچنین یک روش برش، با استفاده از روش عملکرد سطح ،

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

و همچنین با استفاده از روشهای پیشنهادی در روند تعیین الگوریتم ، مسئله طراحی شده حل شد. رویکرد مورد استفاده در پژوهش با روش مقطعی ارائه شده در معادلات پژوهش و روش خطی ارائه شده، مورد مقایسه قرار گرفت. پژوهش حاضر، طرح تسلط تصادفی و روشهای عددی را برای یک مشکل آزمون دانشگاهی ، یک مشکل تخصیص بودجه و یک مسئله بهینه سازی نمونه کارها به کار گرفت. نتایج آزمون نشان داد که رویکرد طراحی شده و روشهای عددی منجر به همان راه حل بهینه مشابه راه حل تولید شده در مساله این پژوهش می شود. مشکل تخصیص نشان داد که روش ارائه شده با الگوریتم حل شده در مقایسه با روش خطی زمانی که اندازه نمونه بزرگ است ، کارایی بیشتری دارد. با این حال ، این مورد در شرایطی که اندازه نمونه نسبتاً کوچک است ، کارایی ندارد. مهمترین مزیت روش پیشنهادی در پژوهش حاضر، با روش خطی این است که می تواند با توابع زمینه ای غیرخطی مقابله کند. در مشکل بهینه سازی نمونه کارها ، از داده های ۵۰ دارایی از شاخص های مختلف در بازار سهام، استفاده کردیم. برای بررسی عملکرد استراتژی مورد استفاده، یک ازمون گذشته نگر و یک آزمون خارج از نمونه انجام شده و عملکرد نمونه کارها انتخاب شده را با شاخص های مربوطه مقایسه کردیم. نتیجه نشان داد که نمونه تولید شده نسبت به شاخصها از نظر بازدهی بالاتر چه در نمونه و چه از خارج از نمونه عملکرد بیشتری دارند.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

منابع

۱. پیری، حبیب و همکارن(۱۴۰۱)، اثر تعدیلی جبهه‌گیری مدیران بر روابط بین استراتژی تجاری و خطر سقوط قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، *نشریه اقتصاد و بانکداری اسلامی*، ۱۱(۴۱)،۲۵۳،۲۷۶.

۲. جونز، چارلز پارکر(۱۳۸۰)، مدیریت سبد سهام (سبد سرمایه‌گذاری)، مترجم محمدشاه علیزاده، تهران : جامعه دانشگاهی: مرکز آموزش و تحقیقات صنعتی ایران.

۳. رضائی پندری، عباس، آذر، عادل، و رعیتی شوازی، علیرضا (۱۳۹۰). به کارگیری الگوریتم ژنتیک برای انتخاب پرتفولیوی بهینه ای با اهداف غیر خطی (بورس اوراق بهادار تهران). *فصلنامه پژوهش های اقتصادی*، ۱۶(۴۸)، ۱۳۴-۱۰۹.

۴. سعیدآبادی، سمانه ، محمدی، علی، بیات ، علی و محمدی، مهدی(۱۴۰۰)، ارائه الگوی بهینه حسابرسی در راستای کاهش گزارشگری مالی متقلبانه، *نشریه اقتصاد و بانکداری اسلامی*، ۱۰(۳۷)، ۳۷۷-۳۴۵.

5. Aouni, B., Doumpos, M., Pérez-Gladish, B., & Steuer, R. E. (2018). On the increasing importance of multiple criteria decision aid methods for portfolio selection. Journal of the Operational Research Society, 69(10), 1525-1542
6. Babat, O., Vera, J. C., & Zuluaga, L. F. (2018). Computing near-optimal value-at-risk portfolios using integer programming techniques. European Journal of Operational Research, 266(1), 304-315.
7. Hanoch, G., & Levy, H. (1975). The efficiency analysis of choices involving risk. In Stochastic optimization models in finance (pp. 89-100). Academic Press.
8. Bekiros, S., Hernandez, J. A., Hammoudeh, S., & Nguyen, D. K. (2015). Multivariate dependence risk and portfolio optimization: An application to mining stock portfolios. Resources Policy, 46, 1-11.
9. Caçador, S. C., Godinho, P. M. C., & Dias, J. M. P. C. M. (2022). A minimax regret portfolio model based on the investor’s utility loss. Operational Research, 22(1), 449-484.
10. Dzuche, J., Tassak, C. D., Sadefo Kamdem, J., & Fono, L. A. (2021). On two dominances of fuzzy variables based on a parametrized fuzzy measure and

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

11. application to portfolio selection with fuzzy return. Annals of Operations Research, 300, 355-368.
12. Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2009). Modern portfolio theory and investment analysis. John Wiley & Sons.
13. Fishburn, P. C. (1977). Mean-risk analysis with risk associated with below-target returns. The American Economic Review, 67(2), 116-126.
14. Georgantas, A., Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2021). Robust optimization approaches for portfolio selection: a comparative analysis. Annals of Operations Research, 1-17.
15. Hadar, J., & Russell, W. R. (1969). Rules for ordering uncertain prospects. The American economic review, 59(1), 25-34.
16. Sen, J., Dutta, A., & Mehtab, S. (2021). Stock portfolio optimization using a deep learning LSTM model. In 2021 IEEE Mysore Sub Section International Conference (MysuruCon) (pp. 263-271). IEEE.
17. Kim, J. H., Kim, W. C., Kwon, D. G., & Fabozzi, F. J. (2018). Robust equity portfolio performance. Annals of Operations Research, 266, 293-312.
18. Kopa, M., & Post, T. (2017). Portfolio Optimization with DARA Stochastic Dominance Constraints. Available at SSRN 3063141.
19. Liu, Y. J., Zhang, W. G., & Gupta, P. (2019). Multiperiod portfolio performance evaluation model based on possibility theory. IEEE Transactions on Fuzzy Systems, 28(12), 3391-3405.
20. Asl, M. G., Canarella, G., & Miller, S. M. (2021). Dynamic asymmetric optimal portfolio allocation between energy stocks and energy commodities: Evidence from clean energy and oil and gas companies. Resources Policy, 71, 101982.
21. Mainik, G., Mitov, G., & Rüschendorf, L. (2015). Portfolio optimization for heavy-tailed assets: Extreme Risk Index vs. Markowitz. Journal of Empirical Finance, 32, 115-134.
22. Masmoudi, M., & Abdelaziz, F. B. (2018). Portfolio selection problem: a review of deterministic and stochastic multiple objective programming models. Annals of Operations Research, 267, 335-352.
23. Pavlou, A., Doumpos, M., & Zopounidis, C. (2019). The robustness of portfolio efficient frontiers: A comparative analysis of bi-objective and multi-objective approaches. Management Decision, 57(2), 300-313.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]

24. Xidonas, P., Steuer, R., & Hassapis, C. (2020). Robust portfolio optimization: a categorized bibliographic review. Annals of Operations Research, 292(1), 533-552.
25. Zeleny, M. (1982). Multiple Criteria Decision Making, McGraw-Hill, Company.
26. Wolfowitz, J. (1952). On the stochastic approximation method of Robbins and Monro. The Annals of Mathematical Statistics, 457-461.
27. Homem-de-Mello, T., Shapiro, A., & Spearman, M. L. (1999). Finding optimal material release times using simulation-based optimization. Management Science, 45(1), 86-102.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2025-12-12]