Shahid Beheshti University
Journal of Financial Management Perspective
No.31, Autumn 2020
PP: 75-101

P-ISSN: 2645-4637
E-ISSN: 2645-4645

Modeling of Optimal Stock portfolio Optimization Based on Risk Assessment and Behavioral Financial Approach (Mental Accounting) in Tehran Stock Exchange

Seyyedeh Farrokh Nikoo *, Shahabeddin Shams **, Mohsen Seyghali ***

Abstract

This essay concentrates on modelling of Optimal Stock portfolio selection based on Risk Assessment and Behavioral Financial Approach Mental Accounting and 28 expert's opinion. In this approach developing the model approved by the opinion of academic and practical experts using quantitative and qualitative methods. Using quarterly return data of industrial indices for ten year in form of eight training and tow test years indicates that the performance of DMSS and MVO based portfolios is equal however by regarding the value at risk and liquidity constrains in modeling, DMSS based portfolios perform higher than MVO portfolios.

Keywords: Portfolio Optimization, Mental Accounting, Value at Risk.

Received: 2020.August.02, Accepted: 2020.September.12.
*Ph.D. Candidate in Financial Management, Islamic Azad Uinversity, Qazvin Branch, Qazvin, Iran.
**Ph.D. in Financial Management, Lecturer at Islamic Azad Uinversity, Qazvin Branch, Qazvin, Iran. (Corresponding Author). E-mail: shahabeddinshams@gmail.com
***Ph.D. in Financial Management, Lecturer at Islamic Azad Uinversity, Qazvin Branch, Qazvin, Iran.

دانشگاه شهیدبهشتی
نشریه چشم‌انداز مدیریت مالی
شماره ۳۱ ـ پاییز ۱۳۹۹
ص‌ص ۱۰۱ ـ ۷۵

شاپای چاپی: ۴۶۳۷- ۲۶۴۵
شاپای الکترونیکی: ۴۶۴۵- ۲۶۴۵

مدل‌سازی انتخاب سبد بهینه سهام بر مبنای ارزیابی ریسک و رویکرد مالی رفتاری (حسابداری ذهنی) در بورس اوراق بهادار تهران

سیده فرخ نیکو*، شهاب الدین شمس، محسن صیقلی*****

چکیده

این تحقیق به مدلسازی انتخاب سبد بهینه با رویکرد حسابداری ذهنی و بر مبنای شاخص‌های ارزیابی ریسک و بازده بر اساس نظر خبرگان می پردازد. در این راستا پس از نظر سنجی چند مرحله ای از ۲۸ خبره و تدوین مدل پایه بر اساس روشهای کیفی، با محاسبه بازده صنایع مختلف بورسی طی ده سال به ارزیابی مقایسه‌ای روش‌های بهینه‌سازی پرتفوی با توسعه روش‌های محاسبه ریسک از واریانس به ارزش در معرض خطر و وارد نمودن متغیر حسابداری ذهنی سرمایه‌گذاران در قالب دو دوره آموزش هشت ساله و آزمایش دو ساله پرداخته است. نوآوری اصلی تحقیق در تدوین مدل ریاضی بهینه سازی با درج محدودیتهای حسابداری ذهنی و نقدشوندگی بوده و ارزیابی نهایی مدل توسعه یافته نشان دهنده کارکرد مناسب مدلسازی مذکور در عملکرد پرتفوی می باشد. نتایج حاصله نشان می دهد که عملکرد پرتفوی‌های حاصل از مدل مبتنی بر حسابداری ذهنی DMSS و MVO در حالت ساده یکسان عمل کرده و اختلاف معناداری ندارند. ولی پرتفوی هایی که بر اساس مدلهای مبتنی بر حسابداری ذهنی با در نظر گرفتن محدودیتهای ارزش در معرض ریسک و نقدشوندگی تشکیل شده اند عملکردی به مراتب بهتر از مدل MVO دارند.

کلیدواژه‌ها: بهینه سازی پرتفوی، حسابداری ذهنی، ارزش در معرض ریسک

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۹/۰۵/۱۲، تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۶/۲۲.

* دانشجوی دکتری مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران.

** دکتری مدیریت مالی، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران. (نویسنده مسئول).
E-mail: shahabeddinshams@gmail.com

*** دکتری مدیریت مالی، مدرس دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قزوین، قزوین، ایران.

۱. مقدمه

انتخاب پرتفوی بهینه، یکی از موضوعات مهم در ادبیات مالی محسوب می‌شود که هدف حداکثر کردن بازده آتی و حداقل نمودن ریسک سرمایه‌گذاری را به همراه دارد. شناسایی عوامل دخیل بر تصمیم‌گیری سرمایه‌گذار و اندازه‌گیری این عوامل و همچنین چگونگی تاثیر آن‌ها بر امر انتخاب پرتفوی و کنترل آن‌ها، مشکل اساسی برای تحلیل‌گران مالی است. در یک رویکرد کلی، نظریه‌های مربوط به تشکیل سبد سهام را می‌توان به دو گروه مدرن و فرامدرن تقسیم کرد. مدیریت نوین (مدرن) پرتفوی با مدل میانگین واریانس مارکوویتز در سال ۱۹۵۲ پا به عرصه گذاشت و با معرفی مدل مبتنی بر ریسک و بازده و ارایه خط مجموعه کارا برای اولین بار مقوله ریسک در کنار بازده به عنوان متغیر دیگری جهت انتخاب سبد سرمایه‌گذاری قرار گرفت و انحراف معیار به عنوان شاخص پراکندگی، معیار عددی ریسک در نظر گرفته شد. در این نظریه، سرمایه‌گذاران می‌بایست از میان مجموعه سبد اوراق بهادار موجود بر روی مرز کارا با توجه به سطح تماس تابع مطلوبیت خود با مرز کارا به انتخاب یک سبد اوراق بهادار کارا مبادرت نمایند. اما در نظریه فرامدرن پرتفوی، بر اساس رابطه بازدهی و ریسک نامطلوب به تبیین رفتار سرمایه‌گذار و انتخاب سبد سهام بهینه پرداخته می‌شود. ارزش در معرض خطر (VaR) معروف‌ترین سنجه موجود در خانواده سنجه‌های ریسک نامطلوب است که با از میان برداشتن مفروضاتی که عموما برای سنجش ریسک در نظر گرفته می‌شود، تخمین‌های معقول‌تری از ریسک سبد سهام به‌دست می‌دهد. این معیار فاقد جمع‌پذیری بوده بدین معنی که ارزش در معرض خطر یک سبد دارایی ممکن است از مجموع ارزش در معرض خطر هر دارایی به تنهایی، بیش‌تر باشد. از سوی دیگر با توجه به شواهد گوناگون مبنی بر عدم رفتار عقلایی از سوی سرمایه‌گذاران و تکرار خطا در ارزیابی و قضاوت انسان، عوامل رفتاری و ویژگی‌های روانی از جمله حسابداری ذهنی[1]، به میزان زیادی بر تصمیم‌گیری افراد اثر می‌گذارد و این عوامل باید به عنوان عوامل ریسکی در زمان تصمیم‌گیری افراد در نظر گرفته شود [۲]. در حالی که نظریه پرتفوی میانگین واریانس مارکوویتز درباره اهداف نهایی مصرف پرتفوی سکوت کرده است، نظریه پرتفوی رفتاری[2] شفرین و استیتمن این اهداف را مطرح کرده‌اند. سرمایه‌گذاران در نظریه پرتفوی رفتاری، پرتفوی خود را به عنوان یک کل در نظر نمی گیرند بلکه آن را به عنوان مجموعه‌ای از حساب‌های زیر مجموعه می‌بینند که هر زیر مجموعه با یک هدف مرتبط است و هر هدف یک سطح آستانه دارد. درواقع سرمایه‌گذاران بازده مورد انتظار و ریسک هر زیر مجموعه را با احتمال شکست در رسیدن به سطح آستانه بازده بررسی می‌کنند. نظریه پرتفوی رفتاری بیان می‌کند که مرز کارا برای هر حساب ذهنی جداگانه در نظر گرفته می‌شود و ریسک، احتمال نرسیدن به سطح آستانه بازده است به جای اینکه انحراف معیار بازده‌ها باشد. یکی از اصول اساسی رفتار مالی، این ایده است که سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز نیستند، بلکه زیان گریزند.

---

1 mental accounting (MA)

2 Behavioral Portfolio Theory (BPT)

به‌عبارتی نفرت افراد از عدم اطمینان چندان شدید نیست، بلکه آن‌ها بیش از هر چیز از زیان کردن متنفرند[۱۶]. افراد اغلب برای زیان بیشتر از سود، حساسیت نشان می‌دهند، یعنی مجازات ذهنی که افراد برای یک سطح معین زیان در نظر می‌گیرند، بیشتر از پاداش ذهنی است که برای همان سطح سود در نظر می‌گیرند این پدیده برای نخستین بار در نظریه چشم انداز[1] دانیل کاهنمن و آموس تورسکی مطرح شد و مبین این اصل بود که افراد زیان را قوی‌تر از سود درک می‌کنند و افراد زیان‌گریز حتی برای فرار از موقعیت زیان‌ده حاضر به ریسک بیشتر هم هستند. چارچوب‌ها و حساب‌های ذهنی قسمتی از نظریه چشم‌انداز است که گرایش افراد به قرار دادن رویدادهای مخصوص، در حساب‌های ذهنی متفاوت بر اساس ویژگی‌های ظاهری را مطرح می‌کند[۱۰]. مشکل انتخاب و بهینه‌سازی پورتفوی می‌تواند به عنوان مدل ترکیبی مالی رفتاری و مالی سنتی نگریسته شود و حل این مدل به نحوی که بتوان عوامل دخیل بر تصمیم‌گیری را هم که به گزینش سرمایه‌گذار تاثیر می‌گذارد لحاظ کرد، حایز اهمیت است. لذا مدل نوینی که ترکیبی از نظریه مارکوویتز و نظریه شفرین و استیتمن است در چارچوب حسابداری ذهنی ایجاد گردیده است و به طور اختصاری DMSS[2] نامیده می‌شود. این مدل برای کمک به تصمیم‌گیرندگان جهت بهبود تصمیم‌گیری طراحی شده است در حسابداری ذهنی، مفهوم خطر به‌عنوان احتمال شکست و رسیدن به سطح آستانه در هر یک از حسابهای ذهنی است. مدل DMSS عموما ریسک تخمین را نسبت به مدل مارکوویتز کاهش می‌دهد. در این مدل علاوه بر تمایل به حداکثر نمودن بازده و کاهش ریسک، حداکثر زیان قابل تحمل در هر پرتفوی با احتمالات متفاوت و همچنین تغییر آستانه‌ها مورد بررسی قرارمی‌دهد[۹]. با توجه به اهمیت ورود رویکردهای نوین و رفتاری در حوزه بهینه سازی پرتفوی و فقدان سابقه مناسب و مرتبط در بازار سرمایه کشور، تحقیق حاظر راستای تشکیل سبد سهام بهینه و شناسایی سهام‌های مناسب سرمایه‌گذاری، به بررسی امکان شناسایی و تشکیل سبد سهام بهینه توسط مدل توسعه داده شده با رویکرد مالی رفتاری و حسابداری ذهنی می‌پردازد. از این منظر می توان تحقیق حاضر را در حیطه مالی رفتاری و رویکرد نوین به بهینه سازی پرتفوی در نظر گرفت. نتیجتا می توان بیان داشت که مسئله اصلی این تحقیق طراحی مدلی جهت بهینه سازی پرتفوی با تکیه بر رویکرد مالی رفتاری با تمرکز بر حسابداری ذهنی و مقایسه عملکرد پرتفوی های انتخاب شده بر اساس روش مارکوویتز و رویکرد ترکیبی مارکویتز و حسابداری ذهنی با درج قیود مستخرجه از نظرات خبرگان در کارکرد عملی بهینه سازی پرتفوی می باشد.

هدف اصلی این تحقیق در بخش کیفی، انتخاب معیارهای مناسب انتخاب پرتفوی و مدل‌سازی انتخاب سبد بهینه سهام بر مبنای ارزیابی ریسک و رویکرد مالی رفتاری(حسابداری ذهنی) در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس نظرات خبرگان است. هدف فرعی تحقیق که مربوط به بخش

---

[1] Prospect Theory

[2] Das, Markowitz, Scheid & Statman (DMSS)

کمی پژوهش می‌باشد، ارزیابی مقایسه‌ای روش‌های بهینه‌سازی پرتفوی با توسعه روش‌های محاسبه ریسک از واریانس به ارزش در معرض خطر و وارد نمودن متغیر حسابداری ذهنی سرمایه‌گذاران در انتخاب پرتفوی می‌باشد.

۲. مبانی نظری و پیشینیه پژوهش

مقاله سال ۱۹۵۲ مارکوویتز در مورد انتخاب سبد سرمایه‌گذاری پیشنهاد می‌کند میانگین بازده مورد انتظار و واریانس بازده از سبد سرمایه‌گذاری به طور کلی به عنوان معیار انتخاب سبد سرمایه‌گذاری فرض شده است که باورها و یا پیش‌بینی‌های مربوط به اوراق بهادار از همان قوانین احتمالی که متغیرهای تصادفی اطاعت می‌کنند، پیروی می‌کنند[۶]. بخش عمده‌ای از نظریه‌های مالی و اقتصادی بر این مفهوم استوار است که افراد عقلایی رفتار می‌کنند و در فرآیند تصمیم‌گیری، همه اطلاعات را در نظر می‌گیرند. از سوی دیگر محققین به شواهد فراوانی دست یافته‌اند که نشان‌دهنده رفتار غیرعقلایی و تکرار خطا در ارزیابی و قضاوت انسان است. عوامل رفتاری و ویژگی‌های روانی از جمله حسابداری ذهنی، به میزان زیادی بر تصمیم‌گیری افراد اثر می‌گذارد و این عوامل باید به عنوان عوامل ریسکی در زمان تصمیم‌گیری افراد در نظر گرفته شود [۷]. حسابداری ذهنی برای اولین بار توسط ریچارد تالر مطرح شد. وی بیان نمود که حسابداری ذهنی می‌کوشد فرآیندی را که افراد به موجب آن پیامدهای اقتصادی را کدگذاری، طبقه‌بندی و ارزیابی می‌کنند تشریح نماید. حسابداری ذهنی ذاتا شیوه عملی و سودمندی است که مصرف‌کنندگان به طور راهبردی برای ساده کردن محاسبات شناختی و تنظیم خودکار هزینه‌ها از آن استفاده می‌کنند [۸,۳].

انسان‌ها تمایل به نگهداری حوادث خاصی در ذهن خود به‌صورت تصورات دارند و این تصورات ذهنی در بعضی مواقع، اثرات بیشتری از خود حوادث بر رفتار و تصمیمات ما خواهند داشت. بر اساس مفهوم حسابداری ذهنی، افراد در تصمیم‌های مالی خود برای ارزیابی هر تصمیم، حسابی جداگانه در ذهن می‌گشایند و سعی می‌کنند عواقب هر تصمیم (مثبت یا منفی) را به تنهایی بررسی کنند. مطالعات تالر در سال ۱۹۸۵ نشان داد که افراد در ارزیابی تصمیم‌ها نه تنها آن‌ها را جداگانه بررسی می‌کنند بلکه تغییر نوع تصمیم و زمان هزینه کردن و منفعت بردن هم بر نتیجه‌های تصمیم اثرگذار است [۵,۳].در حسابداری ذهنی بیان می‌شود که مردم به طور ذهنی گرایش به تقسیم بندی دارایی‌هایشان به سبدهای مختلف دارند و مایلند هر سبد را به طور مستقل مدیریت کنند. به عبارت دیگر مبادلات به جای آنکه به طور پیوسته با موارد دیگر ارزیابی شوند به صورت تک تک ارزیابی می‌شوند [۴]. حسابداری ذهنی دلالت بر این دارد که افراد تمایل دارند تصمیم-گیری درباره مسایل مختلف مالی را در حساب‌های ذهنی جدا انجام دهند. بدون در نظر گرفتن این فرض منطقی که بهتر است تمامی این تصمیم‌گیری‌ها را در یک پرتفوی اتخاذ کنند، حسابداری

ذهنی عملاً تعامل بین تصمیم‌گیری‌های مختلف را نادیده می‌گیرد. بعضی افراد برای مثال در زمان سرمایه‌گذاری به دنبال بهینه کردن پرتفوی خود نیستند بلکه سهام را به صورت جداگانه و بدون در نظر گرفتن ارتباط آن‌ها با همدیگر خریداری می‌کنند [۱۴].یکی دیگر از مفاهیم کاربردی در حسابداری ذهنی، مفهوم قالب‌بندی می‌باشد، این مفهوم به این معنی است که روش هر فرد به طور ذهنی، معامله‌ای را در ذهنش تشکیل می‌دهد که در نهایت مطلوبیت دریافتی و مطلوبیت مورد انتظار فرد را تعیین خواهد کرد. این مفهوم به طور مشابه در نظریه چشم‌انداز کانمن و تورسکی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از نظریه پردازان حسابداری ذهنی، مفهوم قالب‌بندی را به عنوان تابع ارزش در تحلیل‌هایشان به کار می‌برند[۱] . می‌توان نشان داد که افراد در اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری ثبات و سازگاری ندارند. البته این به علت عدم ثبات در حالات روحی افراد است که به تغییر در مطلوبیت آن‌ها منجر می‌شود. به عبارت دیگر هیچ مدل ثابتِ مطلوبیتی برای افراد نمی‌توان تصور کرد. حالات روحی و روانی و همچنین کیفیت وضعیت فیزیولوژیک افراد تأثیر عمیقی بر مطلوبیت لحظه‌ای آن‌ها می‌گذارد که این خود به این منجر می‌شود که در شرایط مختلف، تصمیمات مختلفی نیز گرفته شود. مصداق حسابداری ذهنی را می‌توان چنین بیان کرد که شخصی ممکن است در نرخ بهره بالایی وام بگیرد تا یک کالای مصرفی بخرد، در حالی کـه هم‌زمان در یک حساب با نرخ بهره کم برای تأمین هزینه تحصیلی فرزندش پس‌انداز کنـد. به نظر مارکویتز این سـرمایه‌گذاران در تصمیمات سـرمایه‌گذاری کـوواریانس بین دارایی‌ها در نظر نمی‌گیـرند از این رو سبد سهام آن‌ها زیـر مرز کـارا قرار می‌گیرد[۱۳].

ارائه نظریه حسابداری ذهنی و وجود چنین وصفی از رفتار انسان در قبال پول و ثروت، برخی فرض‌های اولیه اقتصاد سنتی را خدشه‌دار کرده است. ایجاد حساب‌های ذهنی در مدیریت سبد سرمایه‌گذاری نیز جای بحث دارد. به عبارت دیگر سرمایه‌گذاران با هر جزء از سبد سرمایه‌گذاری خود، به طور مجزا برخورد می‌کنند. این امر می‌تواند به تصمیم‌گیری غیرکارا منجر شود. در حقیقت در نظریه عقلایی سبد، سرمایه‌گذاران باید به مطلوبیت نهایی سرمایه‌گذاری خود توجه کنند، نه به اجزاء سبد سرمایه‌گذاری. با این حال سرمایه‌گذاران تمایل دارند که سطح ثروت خود به حساب ایمن (برای تضمین ثروت سطح مشخص) و حساب ریسکی (برای انجام معاملات ریسکی) جدا کنند. موضوع تورش حسابداری ذهنی فقط مربوط به سرمایه‌گذاران فردی نیست بلکه سرمایه‌گذاران نهادی نیز دچار آن می‌شوند. فیشر و استتمن (۱۹۹۷) در تحقیق خود به این نکته اشاره کردند که صندوق‌های سرمایه‌گذاری در ایجاد سبدی سرمایه‌گذاری خود از هرم دارایی‌ها استفاده می‌کنند. این هرم از لایه اول نقد در پایین هرم، سپس اوراق قرضه و نهایتاً سهام در بالای هرم تشکیل شده است. چنین رفتاری را می‌توان در نظریه رفتاری سبد سرمایه‌گذاری کـه تـوسط شفرین و استتمن (۲۰۰۰) ارائه شده، ملاحظه کرد. نظریه توصیفی آن‌ها شامل ایجاد ساختار سبد چند لایه بود که البته در آن به کوواریانس بین لایه‌ها توجه نمی‌شود و مبنای طبقه‌بندی لایه‌ها

می‌تواند معیارهای متفاوت داشته باشد. یکی از معیارهای متداول طبقه‌بندی بر اساس ریسک است. بنابراین هر لایه شبیه حساب‌های مجزای ذهنی است.حسابداری ذهنی چارچوبی فراهم می‌کند تا تصمیم‌گیرندگان بتوانند مجموعه‌ای از نقاط مرجع را برای هر حساب تهیه کنند و سود و زیان آن را تعیین کنند. حسابداری ذهنی دلالت بر این دارد که افراد تمایل دارند تصمیم‌گیری درباره مسایل مختلف مالی را در حساب‌های ذهنی جدا انجام دهند. بدون در نظر گرفتن این فرض منطقی که بهتر است تمامی این تصمیم‌گیری‌ها را در یک پرتفوی اتخاذ کنند، حسابداری ذهنی عملاً تعامل بین تصمیم‌گیری‌های مختلف را نادیده می‌گیرد. یکی دیگر از مفاهیم کاربردی در حسابداری ذهنی، مفهوم قالب‌بندی می‌باشد، این مفهوم به این معنی است که روش هر فرد به طور ذهنی، معامله‌ای را در ذهنش تشکیل می‌دهد که در نهایت مطلوبیت دریافتی و مطلوبیت مورد انتظار فرد را تعیین خواهد کرد. [۱۶]. حسابداری ذهنی را می‌توان در سه حوزه تحقیقاتی مورد بحث قرار داد اولین حوزه به این بحث اشاره دارد که عواید چگونه ادراک می‌شوند و تصمیمات پس از اجرا به چه نحو ارزیابی می‌شوند. سیستم حسابداری اطلاعاتی را برای تحلیل هزینه و فایده هم برای گذشته و هم برای آینده ایجاد می‌کند. دومین حوزه به تخصیص فعالیت‌ها به حساب‌های مشخص اشاره می‌کند. هم منابع و هم مصارف وجوه برچسب زده می‌شوند (مثل طبقه‌بندی حساب‌ها در حسابداری متعارف). مخارج سرمایه‌ای خود به حساب‌های مجزا طبقه‌بندی می‌شوند و هزینه‌ها با بودجه‌های تعیین شده ذهنی محدود می‌شوند. حوزه سوم به تناوب ارزیابی حساب‌ها و طبقه‌بندی انتخاب‌ها اشاره دارد. حساب‌ها ممکن است روزانه، هفتگی و یا سالانه تراز شوند. [۱۳]. در حالی که نظریه پرتفوی میانگین واریانس مارکوویتز درباره اهداف نهایی مصرف پرتفوی سکوت کرده است، نظریه پرتفوی رفتاری شفرین و استیتمن (DMSS)این اهداف را مطرح کرده‌اند. سرمایه‌گذاران در نظریه پرتفوی رفتاری، پرتفوی خود را به عنوان یک کل مطرح نمی‌کنند. در عوض سرمایه‌گذاران پرتفوی خود را به عنوان مجموعه‌ای از حساب‌های زیر مجموعه می‌بینند که هر زیر مجموعه با یک هدف مرتبط است و هر هدف یک سطح آستانه دارد و مرز کارا برای هر حساب ذهنی جداگانه در نظر گرفته می‌شود و ریسک، احتمال نرسیدن به سطح آستانه بازده است به جای اینکه انحراف معیار بازده‌ها باشد. مدل DMSS در واقع ترکیبی از نظریه مارکوویتز و نظریه شفرین و استیتمن است که در چارچوب حسابداری ذهنی ایجاد گردیده است، معرفی می‌گردد. در حسابداری ذهنی، مفهوم خطر به‌عنوان احتمال شکست و نرسیدن به سطح آستانه در هر یک از حساب‌های ذهنی است. مدل DMSS عموما ریسک تخمین را نسبت به مدل مارکوویتز کاهش می‌دهد. در این مدل علاوه بر تمایل به حداکثر نمودن بازده و کاهش ریسک، حداکثر زیان قابل تحمل در هر پرتفوی با احتمالات متفاوت و همچنین تغییر آستانه‌ها مورد بررسی قرار می‌دهد. [۱۴,۱۶].

در نظریه مدرن سبد اوارق بهادار، ریسک به عنوان تغییرپذیری کل بازده‌ها حول میانگین تعریف و با استفاده از معیار واریانس محاسبه می‌شود. با فرض نرمال بودن توزیع، واریانس معیار قابل قبولی برای اندازه‌گیری ریسک بازدهی است، اما تحقیقات انجام شده در دنیای واقعی این فرض را رد می‌کنند. در واقعیت، یک سرمایه‌گذار منطقی با دید کوتاه مدت نه تنها به دنبال نوسانات مثبت قیمت سهم است، بلکه از آن استقبال می‌کند. این سرمایه‌گذاران به دنبال راهی هستند تا نوسانات منفی سبد تحت مدیریت خود را اندازه‌گیری کرده و بر اساس نتایج حاصله، پرتفویی بهینه با حداقل ریسک نامطلوب در میانگین را برگزینند. مدل ارزش در معرض ریسک، یکی از کلیدی‌ترین شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک در حال حاضر است که تحلیل‌گران مالی از آن به شکل‌های متعددی استفاده می‌کنند. این سنجه ریسک در مدیریت ریسک، برای مقاصد قانون‌گذاری، سنجش میزان ریسک و همچنین معیاری برای سنجش مقدار سرمایه مورد نیاز یک سازمان برای انجام عملیات خود است. محاسبه ریسک در سبد سرمایه‌گذاری‌های سرمایه‌گذاری امروزی که شامل انواع ابزارهای مالی، از جمله: سهام، اوراق قرضه و انواع ابزارهای مشتقه است، تنها از طریق این شاخص VaR قابل اندازه‌گیری است، زیرا به علت عدم رابطه خطی بین بازدهی ابزارها و دارایی اصلی تعهد شده در ابزارهای مشتقه، از سایر روش‌ها برای محاسبه ریسک نمی‌توان استفاده کرد. طبق تعریف، ارزش در معرض خطر، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره ی معینی در آینده با ضریب اطمینان مشخصی، از آن بیشتر نمی‌شود. به عبارت دیگر، VaR بدترین زیان مورد انتظار را تحت شرایط عادی بازار و طی یک دوره زمانی مشخص و در یک سطح اطمینان معین اندازه می‌گیرد [۹،۱۱]. ارزش در معرض خطر به عنوان یکی از شاخص‌های ریسک نامطلوب، معیاری برای اندازه‌گیری حداکثر زیان احتمالی سبد دارایی است که توسط وترستون ارائه شد. ارزش در معرض خطر، ریسک را به طور کمی اندازه‌گیری می‌کند و همین که به عنوان یکی از ابزارهای کلیدی و متداول در بحث مدیریت ریسک مطرح است. طبق تعریف، ارزش در معرض خطر، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره ی معینی در آینده با ضریب اطمینان مشخصی، از آن بیشتر نمی‌شود. به عبارت دیگر، VaR بدترین زیان مورد انتظار را تحت شرایط عادی بازار و طی یک دوره زمانی مشخص و در یک سطح اطمینان معین اندازه می‌گیرد [۱۷،۱۵]. چن و همکاران در سال ۲۰۱۹ معیار جدیدی به نام MMVaR را برای بررسی داده های پرفراوانی معرفی نمودند و نشان دادند که این شاخص قابلیت تفسیر بهتری در مورد داده های مذکور داشته و نیز در شبیه سازی ها میزان خطری بالاتر را محاسبه و گزارش می کند. و از این رو می تواند به معیاری مناسب تر درمورد محاسبه ریسک روزانه تبدیل شود[۳].

نتایج بررسی مطالعات مربوط به بکارگیری روش‌های انتخاب پرتفوی در ایران حاکی از آن است که این مدل‌ها در سال‌های اخیر در مطالعات مربوط به محققان ایرانی به‌کار گرفته شده است.

عموم تحقیقات حاضر در خصوص استفاده از الگوریتم‌ها همچون شبکه عصبی، کلونی مورچگان، الگوریتم ژنتیک، کلونی زنبور عسل و سایر الگوریتم‌های راج در مطالعات حوزه مالی جهت بهینه‌سازی و انتخاب پرتفوی بهینه بوده است. به عنوان نمونه های بارز می توان به آزمون مدل ارزش در معرض ریسک برای پیش‌بینی و مدیریت سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران توسط اقبال نیا و همکاران، بهینه‌سازی پرتفوی با استفاده از مدل ارزش در معرض خطر در بورس اوراق بهادار تهران توسط کریمی و همکاران، و مروری بر روش‌های پیش‌بینی قیمت سهام بارویکرد مبتنی بر هوش مصنوعی توسط بیات باقری و هکاران اشاره نمود که به به مقایسه مدل VaR با مدل سنتی میانگین واریانس مارکوویتز پرداخته و نشان می‌دهد که استفاده از مدل VaR منجر به انتخاب‌های بهینه‌ای با ریسک کمتر برای سرمایه‌گذاران می‌گردد. هرچند اگر سرمایه‌گذار، ریسک‌پذیر بوده و به دنبال بازده بالایی باشد، تفاوت چندانی بین دو روش VaR و مارکوویتز وجود ندارد. همچنین مطالعه در حوزه مالی رفتاری و حسابداری ذهنی نیز صورت پذیرفته ولی بررسی حسابداری ذهنی در انتخاب پرتفوی بهینه، صورت نپذیرفته است.

این تحقیق بصورت کلی از نوع تحقیق آمیخته (ترکیبی) است. رویکرد ترکیبی نوعی از پژوهش است که در آن محقق عناصر و ویژگی‌های موجود در رویکردهای کمی و کیفی (مانند، استفاده از نقطه‌نظرها، گردآوری داده، تحلیل‌ها و تکنیک‌های استنتاج کمی و کیفی) را به هدف اثبات و فهم عمیق‌تر و گسترده‌تر با هم ترکیب می‌کنند. انجام یک پژوهش به روش آمیخته، شامل گردآوری، تحلیل و تفسیر داده‌ها به روش کیفی و کمی در یک پژوهش واحد یا در مجموعه‌ای از پژوهش‌ها است که پدیده‌ی واحدی را مورد مطالعه قرار می‌دهند [۱۲]. متغیرهای مدل پس از بررسی ادبیات با مراجعه به آرای خبرگان و به صورت کیفی تایید می‌شوند و سپس فرایند کمی مدل‌سازی و آزمون مدل انجام می‌پذیرد. در بخش کمی از لحاظ نوع هدف کاربردی است و این تاکید بیشتر بواسطه آن است که تحقیقات کاربردی به سمت کاربرد عملی دانش هدایت می‌شوند. همچنین به جهت شناخت بهتر و بیشتر شرایط موجود و استفاده از نتایج تحقیق در تصمیم‌گیری‌ها و انتخاب بهینه‌ترین پرتفوی، در گروه تحقیقات توصیفی و از نوع پیمایشی جای دارد. در واقع سئوالات و فرضیات تحقیق در دو بخش کیفی و کمی طرح می شوند. در بخش کیفی، سوال تحقیق اینگونه است که عوامل موثر در لحاظ نمودن عناصر حسابداری ذهنی در مدل‌سازی بهینه‌سازی پرتفوی کدامند؟ در بخش کمی، سوال تحقیق اینگونه است که آیا می‌توان با توسعه مدل بهینه‌سازی پرتفوی مارکوویتز با استفاده از رویکرد مالی رفتاری و حسابداری ذهنی (DMSS)، به پرتفوهای بهینه‌تری دست یافت؟

در بخش کیفی، تحقیق فاقد فرضیه است. ولی در بخش کمی، فرضیات تحقیق به شکل زیر تعریف می‌شود:

فرضیه اول: پرتفوی‌های حاصل از روش‌های مبتنی بر DMSS نسبت به پرتفوی‌های حاصل از روش MVO عملکرد بهتری دارند.

فرضیه دوم: پرتفوی‌های حاصل از روش DMSS عملکرد بهتری نسبت به پرتفوی‌های حاصل از روش MVO تعدیل شده با VAR خواهند داشت.

۳. روش‌شناسی پژوهش

۳-۱ – طرح تحقیق

طرح کلی تحقیق شامل پنج مرحله است:

۱- انتخاب متغیرها	• فهرستی از متغیرهای تحقیق که برای بهینه‌سازی پرتفوی مورد نیاز است، بر اساس ادبیات تحقیق استخراج شده. این متغیرها شامل: واریانس، ارزش در معرض خطر، معیار نقدشوندگی و میانگین بازده ساده پرتفوی و .... است. • متغیرهای استخراج شده در مرحله قبل، به منظور پالایش و انتخاب در اختیار خبرگان قرار گرفته است. • اخذ نظر خبرگان و اعمال تغییرات و پیشنهادات ارائه شده. • جمع‌بندی نظرات خبرگان و اخذ تائید مجدد طی فرایند مصاحبه تا حصول توافق در مورد متغیرها و نمونه مورد بررسی.
۲- استخراج داده‌ها	• به منظور انجام تحقیق، داده‌های مورد نیاز انتخاب پرتفوی، انتخاب و استخراج شده است.
۳- استخراج پرتفوی‌های بهینه	• نمونه به دو دوره آزمایش و آموزش تقسیم شده است. • پرتفوی‌های بهینه استخراج گردیده.
۴- ارزیابی عملکرد پرتفوی‌ها و مدل‌ها	• شاخص‌های عملکردی ریسک و بازده پرتفوی در دوره آزمایش محاسبه و اندازه‌گیری شده است. • عملکرد پرتفوی‌های استخراج شده در دوره آزمایش مقایسه شده است. • مدل‌ها در دو دوره آزمایش و آموزش با هم مقایسه شده اند.
۵- نتیجه‌گیری	• بررسی نتایج آزمون فرضیات

۳-۲- جامعه آماری، نمونه و روش نمونه گیری

جامعه آماری این تحقیق شامل دو بخش است. بخش اول مربوط به انتخاب خبرگان جهت نظرسنجی در خصوص انتخاب متغیرهای مورد بررسی در پژوهش است. در این بخش خبرگانی که در حیطه دانشگاهی، تدریس و تحقیق و همچنین در حیطه اجرا و مدیریت شرکت‌ها، سبدها و

صندوق‌های سرمایه‌گذاری دارای تجربه کافی باشند، جامعه آماری تلقی شده اند. در بخش دوم جامعه آماری که مربوط به استخراج داده‌های مورد نیاز جهت تشکیل پرتفوی می‌باشد، کلیه شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران که طی دوره مورد بررسی نماد آن‌ها بیش از ۴۵ روز کاری به‌صورت پیوسته متوقف نباشد، جامعه آماری می باشند.

در بخش اول که مربوط به انتخاب خبرگان است، روش نمونه‌گیری گلوله برفی مورد استفاده قرارگرفته است. روش نمونه‌گیری گلوله برفی یک روش نمونه‌گیری غیراحتمالی است و مربوط به مواردی است که واحدهای مورد مطالعه به راحتی قابل شناسایی نباشند به‌ویژه هنگامی که این واحدها بسیار کمیاب یا بخش کوچکی از یک جامعه خیلی بزرگ را تشکیل دهند. در این روش، آمارگیر پس از شناسایی یا انتخاب اولین واحد نمونه‌گیری از آن برای شناسایی و انتخاب دومین واحد نمونه‌گیری استفاده یا کمک می‌گیرد. به همین ترتیب واحدهای دیگر نمونه شناسایی و انتخاب می‌شوند. هنگامی از نمونه‌گیری گلوله‌ی برفی استفاده می‌شود که چارچوبی برای نمونه‌گیری وجود ندارد [۱۲]. نهایتا نظرات ۲۸ خبره از حیطه های دانشگاهی و عملیاتی و مدیران صندوقها و سبدها و شرکتهای سرمایه گذاری مورد استفاده قرارگرفت. در بخش دوم در این تحقیق کلیه شرکت‌هایی که مشمول تعریف جامعه آماری می‌شوند مورد بررسی قرارگرفته اند لذا نوعا نمونه‌گیری این تحقیق یک نمونه‌گیری زمانی می‌باشد که تلاش دارد تا نتایج را به دوره‌های زمانی غیر از دوره زمانی مورد بررسی تعمیم دهد.

۳-۳- ابزار گردآوری داده ها

در خصوص ابزار گردآوری داده‌ها جهت انجام مطالعات کتابخانه‌ای از فیش استفاده خواهد شد. ابزار فیش، یکی از بهترین ابزارها در خصوص گردآوری داده‌ها به صورت مطالعات کتابخانه‌ای است. فیش، با ذکر منبع (ارجاع به منبع اولیه یا ثانویه) اعتبار و پایایی خود را در سطح بالایی حفظ می‌نماید. جهت انجام روش مطالعه اسناد و مدارک از جدول تلخیص داده‌ها استفاده شده است. سایت‌ها و پایگاه های داده مورد استفاده شامل سایت شرکت مدیریت فن‌آوری بورس تهران، سایر سایت های رسمی مرتبط با بازار سرمایه در خصوص جمع‌آوری اطلاعات تاریخی مورد نیاز پژوهش و نرم‌افزارهای مورد استفاده شامل Excel جهت تجمیع داده‌ها و انجام محاسبات مربوط به ریسک و بازده و نرم‌افزار XLSTAT جهت شبیه‌سازی توابع توزیعی و نهایتا نرم افزار R جهت انجام محاسبات و تشکیل پرتفوی و انتخاب پرتفوی بهینه می باشد.

۴-۳- قلمرو زمانی و مکانی

از نظر قلمرو زمانی، این تحقیق دوره ای ده ساله را شامل می‌شود که داده‌های مورد نیاز مربوط به صنایع مختلف بورسی، به صورت هفتگی از ابتدای تیر ماه سال ۱۳۸۷ تا پایان خرداد ماه سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری شده است. برای بررسی مدل‌های مورد نظر، ابتدا داده‌ها از تیر ماه سال ۱۳۸۷ تا پایان خرداد ماه سال ۱۳۹۵ استفاده شده‌اند. این داده‌ها را داده‌های آموزش مدل می‌نامیم. سپس

از مابقی داده‌ها برای تست مدل تعیین شده استفاده شده است. این داده‌ها را داده‌های تست مدل می‌نامیم. قلمرو مکانی، تمامی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می‌باشند.

۵-۳-روش تحلیل داده‌ها و ابزار برازش مدل

به منظور انتخاب متغیرهای مناسب جهت بررسی ریسک پرتفوی سرمایه‌گذاری و انتخاب پرتفوی بهینه، در ابتدا با انجام نظرسنجی از خبرگان این حوزه و بررسی متغیرهای تاثیرگذار در فرایند تشکیل پرتفوی و جمع‌بندی آرای خبرگان، متغیرها و شاخص‌های مهم پژوهش همچون ارزش در معرض خطر، بازده پرتفوی، معیار نقدشوندگی و تفکیک دوره پژوهش به دو دوره آزمایش و آموزش مشخص گردید.

در بخش بهینه‌سازی، جهت انجام محاسبات، دوره زمانی ۱۰ ساله پژوهش با توجه به نظر خبرگان به دو بخش آزمایش و آموزش تقسیم می‌گردد به طوری‌که از ابتدای دوره بررسی تا ۸۰ درصد از مدت زمان مورد بررسی به‌عنوان دوره آموزش و ۲۰ درصد باقی‌مانده تا پایان دوره مذکور به‌عنوان دوره آزمایش انتخاب می‌گردد تا پرتفوی‌های بهینه انتخاب شده در دوره آموزش در دوره آزمایش نیز مورد سنجش قرار گیرند. در دوره آموزش، بر مبنای روش MVO، پرتفوی‌های بهینه استخراج می‌گردند سپس با وارد نمودن محدودیت VaR محاسبات بار دیگر تکرار شده و پرتفوی‌های بهینه جدید استخراج می‌گردد. سپس پرتفوی‌های بهینه بر اساس روش DMSS که اساس آن روش مارکوویتز با لحاظ حسابداری ذهنی می‌باشد، پرتفوی‌های بهینه جدید استخراج می‌گردد. در نهایت نتایج هر یک از سه روش فوق با هم مقایسه گردیده و در دوره آزمایش نیز روش‌های مذکور تکرار شده و نتایج هر یک از روش‌ها در دوره آموزش و آزمایش مقایسه گردیده و فرضیات مورد آزمون قرار می‌گیرند. جهت انجام محاسبات ، ارزیابی و انتخاب پرتفوی‌های بهینه، ابتدا جهت محاسبه ریسک پرتفوی از روش ارزش در معرض خطر استفاده می‌شود و در ادامه جهت انتخاب پرتفوی‌های بهینه، از روزش میانگین واریانس سپس روش میانگین واریانس تعدیل شده با VaR و در نهایت تعیین پرتفوی‌های بهینه بر اساس مدل MVO تعدیل شده با VaRو DMSS در هر دو دوره آزمایش و آموزش استفاده خواهد شد.

به طور کلی مسائل بهینه‌سازی با محدودیت را می‌توان به صورت زیر نشان داد:

رابطه (۱)

$$\text{Minimize or Maximize: } F(X)$$

$$\text{Subject to: } \begin{cases} g_i(x) \le ۰ & \text{I} = ۱, ۲, ۳, \dots, \text{p} \\ h_j(x) = ۰ & \text{j} = ۱, ۲, ۳, \dots, \text{q} \\ X_k^{min} < X_k < X_k^{max} & \text{k} = ۱, ۲, ۳, \dots, \text{n} \end{cases}$$

که در آن $X=\{x_۱, x_۲, x_۳, \dots, x_n\}$ بردار طراحی و رابطه‌های فوق به ترتیب محدودیت های نامساوی، مساوی و محدوده قابل قبول برای متغیرهای طراحی می‌باشند.

مدل مارکوویتز بر اساس انتخاب پرتوی بر اساس بیشترین بازدهی و همزمان کمترین واریانس است یا به طور معادل ماکزیمم کردن مقدار تفاضل بازدهی از واریانس یعنی ماکزیمم کردن مقدار $W^T\mu - \frac{۱}{۲}W^T\Sigma W$ که در آن W وزن پرتفوی است. به منظور در نظر گرفتن مقدار ریسک‌پذیری یا ریسک‌گریزی در تعیین پرتفوی، بر اساس نسبت مشتق دوم به مشتق اول تابع مطلوبیت، مقدار فاکتور گاما (γ) که فاکتور ریسک‌گریزی نامیده می‌شود، در معادله $W^T\mu - \frac{۱}{۲}\gamma W^T\Sigma W$ در نظر گرفته می‌شود.

بدین ترتیب مدل MVO را بصورت زیر فرموله می‌کنیم:

رابطه(۲)

$$\max \omega'\mu^{\epsilon}$$
$$\omega\epsilon R^N$$
$$s.t.\ \omega'۱N = ۱$$
$$\omega'\sigma_{ii}\omega = \min\sigma^{۲\epsilon}_{\omega}$$

$\boldsymbol{\omega'\sigma_{ij}\omega}$ ماتریس واریانس و کوواریانس ، $\boldsymbol{\mu^{\epsilon}}$ نماد تخمین بازدهی ، $\boldsymbol{\omega}$ بردار وزن دارایی در پرتفوی.

ارزش در معرض خطر به عنوان یکی از شاخص‌های ریسک نامطلوب، معیاری برای اندازه‌گیری حداکثر زیان احتمالی سبد دارایی است که به شکل زیر فرموله می شود:

رابطه(۳)

$$VaR = M.Z_{\alpha}.\sigma\sqrt{T}$$

VaR: ارزش در معرض خطر، α سطح اطمینان ، M: ارزش بازار دارایی ، T: طول دوره زمانی محاسبه بازده و σ: انحراف معیار است.

لذا مدل MVO تعدیل شده با VaR را بصورت زیر فرموله می‌کنیم:

رابطه(۴)

$$\max \omega'\mu^{\epsilon}$$
$$\omega\epsilon R^N$$
$$s.t.\ \omega'۱N = ۱$$
$$\omega'\sigma_{ij}\omega = \min\sigma^{۲\epsilon}_{\omega}$$
$$P^{\epsilon}[VAR_{\omega} < H_m] \leq \beta_m$$

$\omega'\sigma_{ij}\omega$ ماتریس واریانس و کوواریانس، μ^{ϵ} نماد تخمین بازدهی، ω بردار وزن دارایی در پرتفوی، VaR ارزش در معرض خطر

مدل MVO تعدیل شده با VaRو DMSS را بصورت زیر فرموله می‌کنیم:

رابطه(۵)

$$\max \omega' \mu^{\epsilon}$$
$$\omega \epsilon R^{N}$$
$$s.t.\ \omega' ۱ N = ۱$$
$$\omega' \sigma_{ij} \omega = \min \sigma^{۲\epsilon}_{\omega}$$
$$P^{\epsilon}[r_{\omega} < H_{m}] \leq \alpha_{m}$$
$$P^{\epsilon}[VAR_{\omega} < H_{m}] \leq \beta_{m}$$
$$P^{\epsilon}[\gamma_{\omega} < H_{m}] \leq \lambda_{m}$$

$\omega' \sigma_{ij} \omega$ ماتریس واریانس و کوواریانس، μ^{ϵ} نماد تخمین بازدهی، ω بردار وزن دارایی ها در پرتفوی

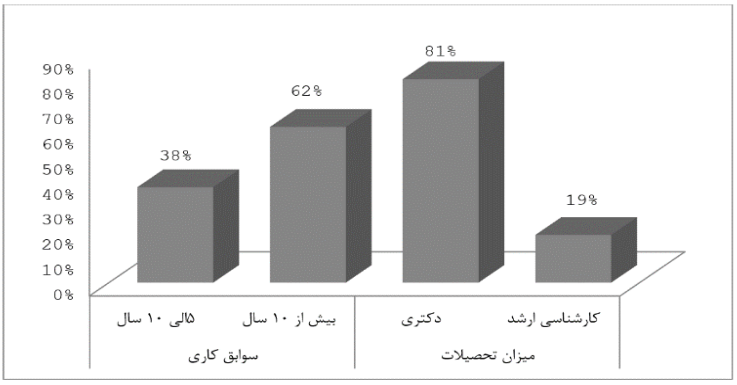
٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌ها

۱-۴- بررسی فرایند و نتیجه قسمت کیفی

ابتدا مدلی در مورد عوامل موثر بر انتخاب پرتفوی با تکیه بر ادبیات استخراج شد که مشتمل بر متغیرهای زیر می‌باشد در اختیار خبرگان قرار گرفت.

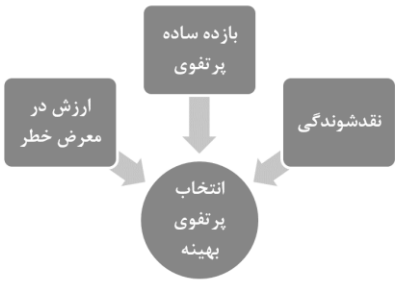
نمودار ۱. نمودار متغیرهای پیشنهادی

گروه خبرگان همانطور که گفته شد به صورت گلوله برفی انتخاب گردید که توزیع فراوانی تحصیلات و سوابق شغلی به شرح جدول ذیل است. تعداد افراد ۲۸ نفر می‌باشد که با توجه به هم‌گرایی نظرات و کفایت حصول نتیجه و نیز پوشش نسبی خبرگان مورد نظر، مصاحبه‌ها و یافتن افراد جدید متوقف شده است.



نمودار ۲. وضعیت سوابق کاری و تحصیلات خبرگان

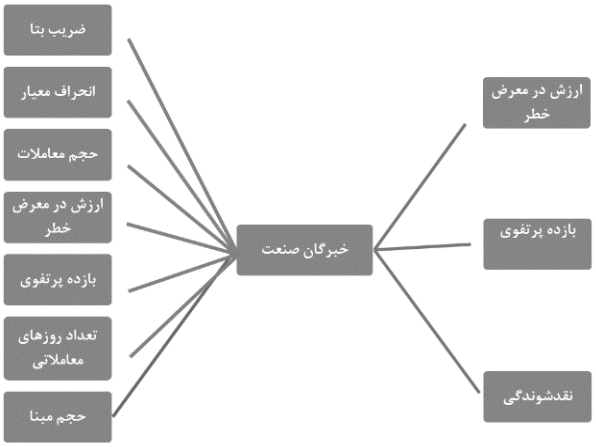
مدل پیشنهادی به خبرگان پس از اصلاح و تجمیع نظر خبرگان، جهت انتخاب پرتفوی بهینه به شکل نمودار زیر انتخاب گردید:



نمودار۳. متغیرهای منتخب خبرگان (یافته های تحقیق)

جهت تعیین معیارهای مناسب انتخاب پرتفوی، ابتدا معیارهای شاخص‌های بتا، انحراف معیار و ارزش در معرض خطر به‌عنوان سنجه‌های ریسک پرتفوی و استفاده از روش محاسبه بازده ساده پرتفوی جهت تعیین بازده پرتفوی سرمایه‌گذاری انتخاب و همچنین با توجه به وجود محدودیت‌هایی همچون حجم مبنا، دامنه نوسان و سایر موارد قانونی دیگر که امکان خرید و فروش در حجم‌های بالا در سهام کلیه شرکت‌ها را میسر نمی‌نماید، جهت نزدیک شدن نتیجه پژوهش به شرایط واقعی بازار سرمایه ایران، معیار نقدشوندگی بر مبنای استفاده از دامنه خرید و فروش، حجم معاملات و تعداد روزهای انجام معامله بیشتر از حجم مبنا در هر سهم به ۲۸ نفر از خبرگان حوزه مالی که در زمینه مدیریت پرتفوی در بازار سرمایه ایران فعالیت دارند و همچنین از مدرسین حوزه مالی در دانشگاه نیز می‌باشند، پیشنهاد گردید. سپس با توجه به نظرسنجی از خبرگان و تجمیع نظرات همه اساتید و در نهایت توافق بر روی جمع‌بندی صورت گرفته توسط آن‌ها، شرکت‌هایی که اطلاعات قیمتی آن‌ها در دوره ۱۰ ساله مورد بررسی کمتر از ۴ سال باشد و در نتیجه امکان شبیه‌سازی تاریخی قیمت میسر نباشد، از جامعه آماری حذف گردیده و در نتیجه ۱۸

صنعت فعال در بازار که ۹۲ درصد از کل ارزش بورس اوراق بهادار تهران را تشکیل می‌دهند به‌عنوان جامعه آماری پژوهش انتخاب گردید. سپس شاخص ارزش در معرض خطر به‌عنوان معیار ارزیابی ریسک پرتفوی، حجم معاملات بعنوان معیار نقدشوندگی و استفاده از روش محاسبه بازده ساده پرتفوی جهت تعیین بازده سبد سرمایه‌گذاری تعیین گردید.



نمودار ۴. نمودار فرایند انتخاب متغیرها

۲-۴- بررسی فرضیه اول

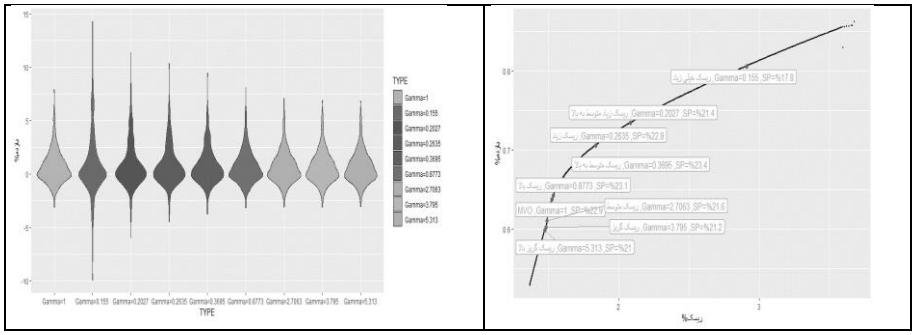
فرضیه اول بیان می‌دارد که پرتفوی‌های حاصل از روش‌های مبتنی بر DMSS نسبت به پرتفوی‌های حاصل از روش MVO عملکرد بهتری دارند.

برای آزمون این فرض، ابتدا میانگین بازده تاریخی کلیه صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران که اطلاعات قیمتی و بازده آن‌ها در دسترس باشد، برای دوره ۱۰ ساله مورد پژوهش، استخراج می‌گردد که شامل ۱۸ صنعت می‌باشد. سپس دوره پژوهش به دو بخش آزمایش و آموزش تقسیم می‌گردد به طوری که از ابتدای دوره بررسی تا ۸۰ درصد از مدت زمان مورد بررسی به‌عنوان دوره آموزش و ۲۰ درصد باقی‌مانده تا پایان دوره مذکور به‌عنوان دوره آزمایش انتخاب می‌گردد تا پرتفوی‌های بهینه انتخاب شده در دوره آموزش در دوره آزمایش نیز مورد سنجش قرار گیرند. در دوره آموزش، بر مبنای روش DMSS که اساس آن روش مارکوویتز با لحاظ حسابداری ذهنی می‌باشد، پرتفوی‌های بهینه استخراج می‌گردد، سپس پرتفوی‌های بهینه بر اساس روش MVO استخراج گردیده و در نهایت نتایج هر یک از دو روش فوق در دوره مقایسه گردیده و فرضیه اول مورد آزمون قرار می‌گیرد.

مدل مارکویتز بر اساس انتخاب پرتوی بر اساس بیشترین بازدهی و همزمان کمترین واریانس است یا به طور معادل ماکزیمم کرده مقدار تفاضل بازدهی از واریانس یعنی ماکزیمم کردن مقدار $W^T\mu - \frac{1}{2}W^T\Sigma W$ که در آن W وزن پرتفوی است. به منظور در نظر گرفتن مقدار

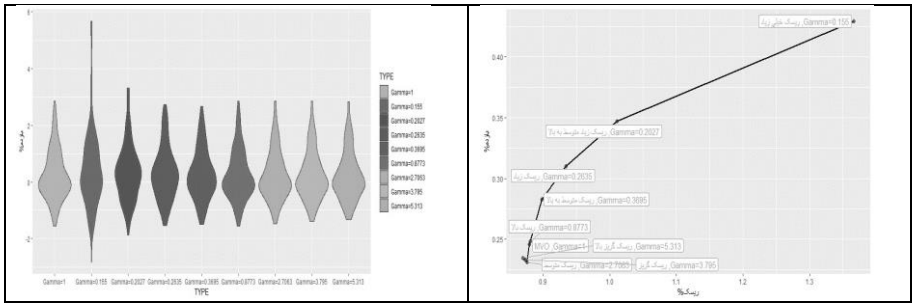
ریسک‌پذیری یا ریسک‌گریزی در تعیین پرتفوی، بر اساس نسبت مشتق دوم به مشتق اول تابع مطلوبیت، مقدار فاکتور گاما (γ) که فاکتور ریسک‌گریزی نامیده می‌شود در معادله $W^T\mu - \frac{1}{2}\gamma W^T\Sigma W$ در نظر گرفته می‌شود برای حالتی که مقدار گاما برابر ۱ است همان مدل مارکوویتز معمولی (MVO) تعبیر می‌شود.

ابتدا کل ۱۸ صنعت منتخب بر اساس داده‌های آزمایش برای تعیین پرتفوی بهینه مورد بررسی قرار می‌گیرد. بر اساس معادله زیر و بر اساس مقادیر مختلف گاما، پرتفوی بهینه انتخاب شده است. سپس برای داده‌های آزمایش مقدار میانگین و واریانس کل پرتفوی محاسبه شده است. بر این اساس، پرتفویی که بیشترین بازدهی را دارد پرتفوی ریسک‌گریز است که به تبع دارای بیشترین واریانس (ریسک) نیز است.در تعیین وزن‌های پرتفوی بهینه با در نظر گرفتن معیار ریسک‌گریزی، نتایج در جدول زیر ارائه شده است. با استفاده از وزن‌های به‌دست آمده از پرتفوی انتخابی بر روی داده‌های آموزش، برای داده‌های آزمایش مقدار میانگین و واریانس پرتفوی محاسبه می‌شود. طبق نتایج برای داده‌های آموزش، پرتفوی با ریسک بالا با مقدار یازدهی ۰٫۸۱درصد ، بیشترین بازدهی را دارا می‌باشد. جایگاه پرتفوی‌ها و مرز کارا و نمودار وایولت در دوره آموزش در نمودار زیر ارائه شده‌اند:



نمودار ۵. مرز کارا و وایولت برای داده های آموزش و جایگاه پرتفوهای انتخابی برای مقادیر مختلف گاما

پس از استخراج پرتفوی بهینه با استفاده از داده‌های ۸ ساله، لازم است تا عملکرد این پرتفوی‌ها در دوره دوساله آزمایش سنجیده و مقایسه شوند. با توجه به داده‌های آموزش، وزن پرتفوی انتخابی محاسبه شده است. سپس برای داده‌های آزمایش، بازده پرتفوی و ریسک آن محاسبه شده است که در نمودار زیر نشان داده شده است.



نمودار۶. ریسک بازده و وایولت برای داده های آزمایش در ازای مقادیر مختلف گاما

برای ارزیابی عملکرد پرتفوی ها نسبت شارپ برای هر سری از پرتفوی ها به دست آمده و برای سنجش معناداری اختلاف عملکرد در سطوح مختلف ریسک پذیری، آزمون برابری نسبت شارپ بین سری ها انجام شده و نتایج در جدول زیر ارائه شده است.

جدول ۱. آزمون برابری نسبت شارپ برای مقایسه عملکرد پرتفوی‌ها

توزیع اول	توزیع دوم	SR۱	SR۲	آماره آزمون	درجه آزادی	سطح معناداری
Gamma=۱	Gamma=۰.۱۵۵	۰.۲۸۴	۰.۳۲۱	-۰.۴۶۶	۱۰۳	۰.۶۴۲۴
Gamma=۱	Gamma=۰.۲۰۲۷	۰.۲۸۴	۰.۳۴۹	-۱.۱۹۹	۱۰۳	۰.۲۳۳۱
Gamma=۱	Gamma=۰.۲۶۳۵	۰.۲۸۴	۰.۳۳۷	-۱.۳۱۷	۱۰۳	۰.۱۹۰۶
Gamma=۱	Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۲۸۴	۰.۳۲	-۱.۳۴۶	۱۰۳	۰.۱۸۱۲
Gamma=۱	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۲۸۴	۰.۲۸۶	-۰.۸۷۸	۱۰۳	۰.۳۸۲۱
Gamma=۱	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۸۴	۰.۲۶۹	۱.۱۷۶	۱۰۳	۰.۲۴۲۲
Gamma=۱	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۸۴	۰.۲۷۲	۰.۷۲۷	۱۰۳	۰.۴۶۹۱
Gamma=۱	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۸۴	۰.۲۷۱	۰.۶۳۹	۱۰۳	۰.۵۲۴
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۰.۲۰۲۷	۰.۳۲۱	۰.۳۴۹	-۰.۸۳۹	۱۰۳	۰.۴۰۳۵
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۰.۲۶۳۵	۰.۳۲۱	۰.۳۳۷	-۰.۳۳۲	۱۰۳	۰.۷۴۰۶
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۳۲۱	۰.۳۲	۰.۰۲۳	۱۰۳	۰.۹۸۲۱
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۳۲۱	۰.۲۸۶	۰.۴۴۷	۱۰۳	۰.۶۵۵۷
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۳۲۱	۰.۲۶۹	۰.۵۹۶	۱۰۳	۰.۵۵۲۵
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۳۲۱	۰.۲۷۲	۰.۵۵۱	۱۰۳	۰.۵۸۲۷
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۳۲۱	۰.۲۷۱	۰.۵۵۳	۱۰۳	۰.۵۸۱۳
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۰.۲۶۳۵	۰.۳۴۹	۰.۳۳۷	۰.۷۱۲	۱۰۳	۰.۴۷۷۹
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۳۴۹	۰.۳۲	۰.۹۵۱	۱۰۳	۰.۳۴۴۱
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۳۴۹	۰.۲۸۶	۱.۲۰۳	۱۰۳	۰.۲۳۱۸
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۳۴۹	۰.۲۶۹	۱.۲۵۱	۱۰۳	۰.۲۱۳۹

Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۳۴۹	۰.۲۷۲	۱.۱۶۵	۱۰۳	۰.۲۴۶۶
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۳۴۹	۰.۲۷۱	۱.۱۵۱	۱۰۳	۰.۲۵۲۵
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۳۳۷	۰.۳۲	۱.۱۷	۱۰۳	۰.۲۴۴۶
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۳۳۷	۰.۲۸۶	۱.۳۳۴	۱۰۳	۰.۱۸۵۳
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۳۳۷	۰.۲۶۹	۱.۳۳۷	۱۰۳	۰.۱۸۴۱
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۳۳۷	۰.۲۷۲	۱.۲۲	۱۰۳	۰.۲۲۵۴
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۳۳۷	۰.۲۷۱	۱.۱۹۲	۱۰۳	۰.۲۳۶۱
Gamma=۰.۳۶۹۵	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۳۲	۰.۲۸۶	۱.۳۸	۱۰۳	۰.۱۷۰۵
Gamma=۰.۳۶۹۵	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۳۲	۰.۲۶۹	۱.۳۴	۱۰۳	۰.۱۸۳۲
Gamma=۰.۳۶۹۵	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۳۲	۰.۲۷۲	۱.۱۷۳	۱۰۳	۰.۲۴۳۴
Gamma=۰.۳۶۹۵	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۳۲	۰.۲۷۱	۱.۱۲۸	۱۰۳	۰.۲۶۲۱
Gamma=۰.۸۷۷۳	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۸۶	۰.۲۶۹	۱.۱۴۱	۱۰۳	۰.۲۵۶۶
Gamma=۰.۸۷۷۳	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۸۶	۰.۲۷۲	۰.۷۵۹	۱۰۳	۰.۴۴۹۸
Gamma=۰.۸۷۷۳	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۸۶	۰.۲۷۱	۰.۶۷۹	۱۰۳	۰.۴۹۸۳
Gamma=۲.۷۰۶۳	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۶۹	۰.۲۷۲	-۰.۶۷۲	۱۰۳	۰.۵۰۲۸
Gamma=۲.۷۰۶۳	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۶۹	۰.۲۷۱	-۰.۲۸۴	۱۰۳	۰.۷۷۶۹
Gamma=۳.۷۹۵	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۷۲	۰.۲۷۱	۰.۱۴۱	۱۰۳	۰.۸۸۸۴

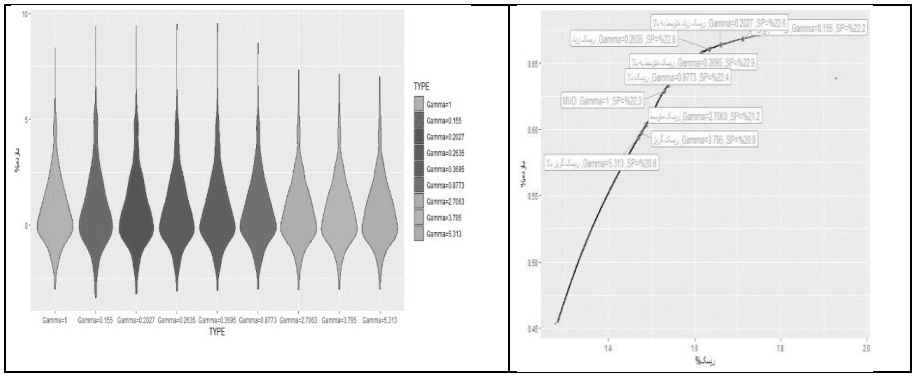
از آنجا که سطح معناداری آزمونها بالاتر از ۵ درصد است، برابری نسبت شارپ برای این توزیع‌ها رد نشده است. بنابراین می توان در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیان داشت که بین عملکرد پرتفوی‌های حاصل از DSMM و MVO اختلاف معنا داری وجود ندارد.

از آنجا که شاخص نقد شوندگی توسط خبرگان به عنوان یکی از شاخصهای اصلی بیان شده و لازم بوده تا در فرایند مدلسازی و ارزیابی مدل در نظر گر فته شود، شاخص مزبور طراحی شده و در مدل بهینه سازی تعدیلاتی صورت پذیرفت. در این راستا متوسط حجم خرید و فروش صنایع در سه ماه گذشته را در نظر گرفته و با تقسیم آن بر حجم پرتفوی شاخصی برای تبیین نسبی نقدشوندگی طراحی شد ضمنا قیدی برای رعایت زمان بیست روز کاری برای نقدشوندگی پرتفوی به مدل اضافه شد. مدل طراحی شده در ادامه ارائه شده است.

$$Mean_Var = \underset{W_i}{\text{Max}}\left\{W^T\mu - \frac{۱}{۲}\gamma W^T \Sigma W\right\}$$

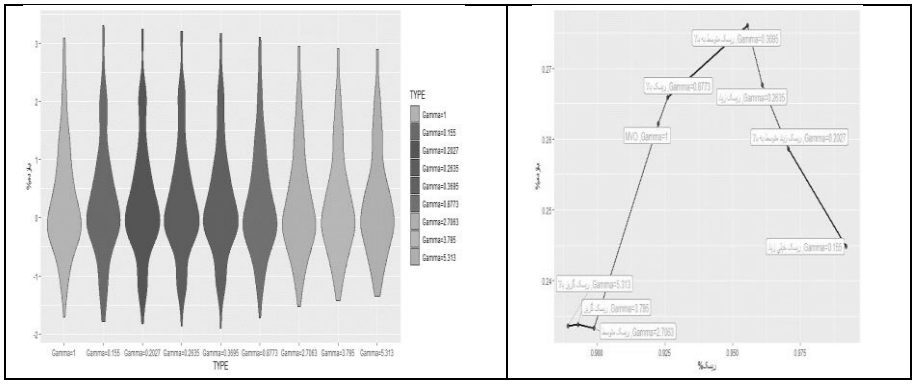
$$W^T e = ۱\ .\ ۰ \leq W_i \leq T_i . i = ۱۰ \ldots . ۱۸$$ رابطه(۶)

در تعیین وزن‌های پرتفوی بهینه با در نظر گرفتن معیار ریسک گزیری، با استفاده از وزن‌های بدست آمده از پرتفوی انتخابی بر روی داده‌های آموزش، برای داده‌های آزمایش مقدار میانگین و واریانس پرتفوی محاسبه می‌شود.



نمودار ۷. مرز کارا و نمودار وایولت برای داده‌های آموزش و جایگاه پرتفوی‌های انتخابی

پس از استخراج پرتفوی بهینه با استفاده از داده‌های ۸ ساله، لازم است تا عملکرد این پرتفوی‌ها در دوره دوساله آزمایش سنجیده و مقایسه شوند. با توجه به داده‌های آموزش، وزن پرتفوی انتخابی محاسبه شده است. سپس برای داده‌های آزمایش، بازده پرتفوی و ریسک آن محاسبه شده است که در نمودار زیر نشان داده شده است.



نمودار ۸. مرز کارا و نمودار وایولت برای داده‌های آزمایش و جایگاه پرتفوی‌های انتخابی

همانطور که مشاهده می شود، تمامی صنایع در داخل محدوده کارایی قرار نمی‌گیرند که این به علت قید نقدشوندگی بر روی پرتفوی است.

مجددا برای ارزیابی عملکرد پرتفوی ها نسبت شارپ برای هر سری از پرتفوی ها به دست آمده و برای سنجش معناداری اختلاف عملکرد در سطوح مختلف ریسک پذیری، آزمون برابری نسبت شارپ بین سری ها انجام شده و نتایج در جدول زیر ارائه شده است.

جدول۲. آزمون برابری نسبت شارپ برای مقایسه عملکرد پرتفوی ها

توزیع اول	توزیع دوم	SR۱	SR۲	آماره آزمون	درجه آزادی	سطح معنی داری
Gamma=۱	Gamma=۰.۱۵۵	۰.۲۸۹	۰.۲۵۲	۱.۱۷۸	۱۰۳	۰.۲۴۱۳
Gamma=۱	Gamma=۰.۲۰۲۷	۰.۲۸۹	۰.۲۷۱	۰.۷۶۱	۱۰۳	۰.۴۴۸۱
Gamma=۱	Gamma=۰.۲۶۳۵	۰.۲۸۹	۰.۲۸۳	۰.۳۰۹	۱۰۳	۰.۷۵۷۸
Gamma=۱	Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۲۸۹	۰.۲۹۴	-۰.۳۲	۱۰۳	۰.۷۴۹۳
Gamma=۱	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۲۸۹	۰.۲۹۲	-۱.۳۴۸	۱۰۳	۰.۱۸۰۸
Gamma=۱	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۸۹	۰.۲۶۲	۱.۹۰۸	۱۰۳	۰.۰۵۹۲
Gamma=۱	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۸۹	۰.۲۶۳	۱.۴۵۵	۱۰۳	۰.۱۴۸۸
Gamma=۱	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۸۹	۰.۲۶۴	۱.۲۳۱	۱۰۳	۰.۲۲۱
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۰.۲۰۲۷	۰.۲۵۲	۰.۲۷۱	-۲.۲۱۷	۱۰۳	۰.۰۲۸۸
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۰.۲۶۳۵	۰.۲۵۲	۰.۲۸۳	-۲.۱۳	۱۰۳	۰.۰۳۵۵
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۲۵۲	۰.۲۹۴	-۲.۰۴۸	۱۰۳	۰.۰۴۳۱
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۲۵۲	۰.۲۹۲	-۱.۳۱	۱۰۳	۰.۱۹۳
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۵۲	۰.۲۶۲	-۰.۲۷۵	۱۰۳	۰.۷۸۳۷
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۵۲	۰.۲۶۳	-۰.۲۸۶	۱۰۳	۰.۷۷۵۵
Gamma=۰.۱۵۵	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۵۲	۰.۲۶۴	-۰.۲۸۳	۱۰۳	۰.۷۷۷۷
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۰.۲۶۳۵	۰.۲۷۱	۰.۲۸۳	-۲.۰۰۵	۱۰۳	۰.۰۴۷۶
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۲۷۱	۰.۲۹۴	-۱.۹۲	۱۰۳	۰.۰۵۷۶
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۲۷۱	۰.۲۹۲	-۰.۹۲۷	۱۰۳	۰.۳۵۶۱
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۷۱	۰.۲۶۲	۰.۲۵۶	۱۰۳	۰.۷۹۸۶
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۷۱	۰.۲۶۳	۰.۲۱۱	۱۰۳	۰.۸۳۳
Gamma=۰.۲۰۲۷	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۷۱	۰.۲۶۴	۰.۱۹۱	۱۰۳	۰.۸۴۸۹
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۲۸۳	۰.۲۹۴	-۱.۸۲۶	۱۰۳	۰.۰۷۰۷
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۲۸۳	۰.۲۹۲	-۰.۴۹۸	۱۰۳	۰.۶۱۹۲
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۸۳	۰.۲۶۲	۰.۷۲	۱۰۳	۰.۴۷۳۱
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۸۳	۰.۲۶۳	۰.۶۲۹	۱۰۳	۰.۵۳۰۸
Gamma=۰.۲۶۳۵	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۸۳	۰.۲۶۴	۰.۵۷۸	۱۰۳	۰.۵۶۴۴
Gamma=۰.۳۶۹۵	Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۲۹۴	۰.۲۹۲	۰.۱۴۱	۱۰۳	۰.۸۸۸۱
Gamma=۰.۳۶۹۵	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۹۴	۰.۲۶۲	۱.۱۹۹	۱۰۳	۰.۲۳۳۱
Gamma=۰.۳۶۹۵	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۹۴	۰.۲۶۳	۱.۰۴۵	۱۰۳	۰.۲۹۸۷
Gamma=۰.۳۶۹۵	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۹۴	۰.۲۶۴	۰.۹۵۵	۱۰۳	۰.۳۴۲
Gamma=۰.۸۷۷۳	Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۹۲	۰.۲۶۲	۱.۸۷۵	۱۰۳	۰.۰۶۳۷
Gamma=۰.۸۷۷۳	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۹۲	۰.۲۶۳	۱.۴۷۹	۱۰۳	۰.۱۴۲۲
Gamma=۰.۸۷۷۳	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۹۲	۰.۲۶۴	۱.۲۷۴	۱۰۳	۰.۲۰۵۴
Gamma=۲.۷۰۶۳	Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۶۲	۰.۲۶۳	-۰.۱۹۲	۱۰۳	۰.۸۴۸۵
Gamma=۲.۷۰۶۳	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۶۲	۰.۲۶۴	-۰.۱۵۳	۱۰۳	۰.۸۷۸۹
Gamma=۳.۷۹۵	Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۶۳	۰.۲۶۴	-۰.۰۹۷	۱۰۳	۰.۹۲۲۶

همانطور که مشاهده می شودسطح معناداری آزمون‌ها بالاتر از ۵ درصد است و در مورد آن‌ها برابری نسبت شارپ برای این توزیع‌ها رد نشده است. بنابراین در مورد این پرتفوی ها می توان در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیان داشت که بین عملکرد پرتفوی‌های حاصل از DSMM و MVO حتی با لحاظ کردن محدودیت نقد شوندگی اختلاف معنا داری وجود ندارد.

۳-۴- بررسی فرضیه دوم

فرضیه دوم بیان می دارد که پرتفوی‌های حاصل از روش DMSS عملکرد بهتری نسبت به پرتفوی‌های حاصل از روش MVO تعدیل شده با VaRخواهند داشت.

برای آزمون این فرض نیز همانند فرض اول، ابتدا میانگین بازده تاریخی کلیه صنایع فعال در بورس اوراق بهادار تهران که اطلاعات قیمتی و بازده آن‌ها در دسترس باشد، برای دوره ۱۰ ساله مورد پژوهش، استخراج می‌گردد که شامل ۱۸ صنعت می‌باشد سپس دوره پژوهش به دو بخش آزمایش و آموزش تقسیم می‌گردد به طوریکه از ابتدای دوره بررسی تا ۸۰ درصد از مدت زمان مورد بررسی به‌عنوان دوره آموزش و ۲۰ درصد باقی‌مانده تا پایان دوره مذکور به‌عنوان دوره آزمایش انتخاب می‌گردد تا پرتفوی‌های بهینه انتخاب شده در دوره آموزش در دوره آزمایش نیز مورد سنجش قرار گیرند. در دوره آموزش، بر مبنای روش DMSS که اساس آن روش مارکوویتز با لحاظ حسابداری ذهنی می‌باشد، پرتفوی‌های بهینه استخراج می‌گردد، سپس پرتفوی‌های بهینه بر اساس روش MVO با وارد نمودن محدودیت VaR محسابات انجام شده و پرتفوی‌های بهینه جدید استخراج می‌گردد و در نهایت نتایج هر یک از دو روش فوق با هم مقایسه گردیده و در دوره آزمایش نیز روش‌های مذکور تکرار شده و نتایج هر یک از روش‌ها در دوره آموزش و آزمایش مقایسه گردیده و فرضیه دوم مورد آزمون قرار می‌گیرد.

در مدل VaR، معیار ریسک انتخاب پرتفوی به صورت $W^T\mu - z_\alpha\sqrt{W^T\Sigma W}$ تعریف می‌شود که در آن مقدار z_α برابر است با چندک توزیع نرمال استاندارد برای مقدار آلفا.

ابتدا با حل معادله زیر برای کل ۱۸ صنعت، پرتفوی انتخابی تعیین شده است.

$$VaR = \underset{W_i}{\text{Max}}\left\{W^T\mu - z_\alpha\sqrt{W^T\Sigma W}\right\}$$

$$W^Te = ۱ \;,\; ۰ \leq W_i \leq ۱$$ رابطه(۷)

همانند بند قبل، معیار نقدشوندگی را در نظر گرفته و پرتفوی بهینه را بر اساس قید Ti بر روی وزن های پرتوی، انتخاب شده‌اند. در واقع معادلات زیر بهینه شده‌اند.

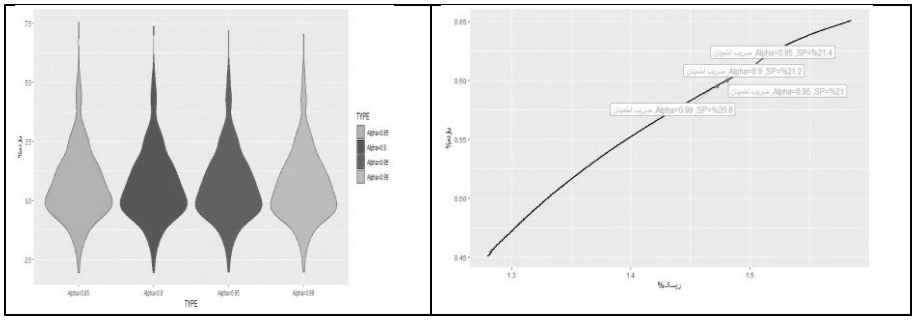
رابطه(۸)

$$VaR_Gamma = \underset{W_i}{\text{Max}}\{W^T\mu - \gamma VaR\}$$

$$= \underset{W_i}{\text{Max}}\left\{W^T\mu - \gamma\left\{W^T\mu - z_\alpha\sqrt{W^T\Sigma W}\right\}\right\}$$

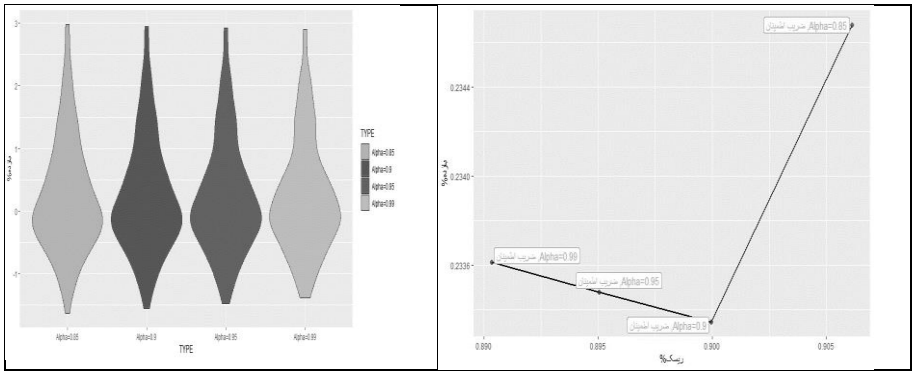
$$W^Te = ۱ \;,\; ۰ \leq W_i \leq T_i . i = ۱ . \ldots . ۱۸$$

با توجه به داده‌های آموزش، وزن پرتفوی انتخابی محاسبه شده است. سپس برای داده‌های آزمایش، بازده پرتفوی و ریسک آن محاسبه شده است که در نمودار زیر نشان داده شده است.



نمودار ۹. مرز کارا و نمودار وایولیت برای داده‌های آزمایش و جایگاه پرتفوی‌های انتخابی

با توجه به داده‌های آموزش، وزن پرتفوی انتخابی محاسبه شده است. سپس برای داده‌های آزمایش، بازده پرتفوی و ریسک آن محاسبه شده است که در نمودار زیر نشان داده شده است.



نمودار ۱۰. ریسک و بازده و نمودار وایولیت جایگاه پرتفوی‌های انتخابی در دوره آزمایش

حال لازم است تا شاخص شارپ مربوط به این چهار پرتفوی با پرتفوی‌های مربوط به DMSS مقایسه شوند. برای این منظور از آزمون آنالیز واریانس یک عامله استفاده شده است. نتایج آزمون آنالیز واریانس به شکل زیر است:

جدول ۳. نتایج آزمون آنالیز واریانس

آماره آزمون	درجه آزادی	سطح معنی داری
۱۲/۲۱	۱۲	۰۰.۰

از آنجا که سطح معنی داری کمتر از ۵٪ است، برابری نسبت های عملکردی شارپ رد می‌شود. آزمون کمکی توکی رتبه‌بندی زیر را ارائه می‌دهد.

جدول ۴. نتایج رتبه بندی توسط آزمون کمکی توکی

مدل بهینه سازی	۱	۲
Gamma=۰.۱۵۵	۰.۲۵۲	
Alpha=۰.۹	۰.۲۶۲	
Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۶۲	
Alpha=۰.۸۵	۰.۲۶۳	
Alpha=۰.۹۵	۰.۲۶۳	
Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۶۳	
Alpha=۰.۹۹	۰.۲۶۴	
Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۶۴	
Gamma=۰.۲۰۲۷		۰.۲۷۱
Gamma=۰.۲۶۳۵		۰.۲۸۳
Gamma=۱		۰.۲۸۹
Gamma=۰.۸۷۷۳		۰.۲۹۲
Gamma=۰.۳۶۹۵		۰.۲۹۴

از آنجا که هیچ یک از پرتفوی‌های مبتنی بر VaR در گروه بالاتر قرار نگرفته‌اند، می‌توان بیان داشت که عملکرد پرتفوی‌های DMSS نسبت به پرتفوی های مبتنی بر VaR بهتر است. برای اخذ نتیجه بهتر، عملکرد کلیه پرتفوی‌های مبتنی بر VaR میانگین‌گیری شده و در یک گروه قرار داده شد و عملکرد کلیه پرتفوی‌های مبتنی بر DMSS نیز میانگین‌گیری شده و دریک گروه قرار داده شد. و نتایج در قالب آزمون زوجی تی مورد مقایسه قرار گرفت:

جدول ۵. نتایج آزمون زوجی تی استیودنت

DMSS	VaR	آماره آزمون	درجه آزادی	سطح معنی داری
۲۷٤.۰	۲۶۳.۰	۳۳.۴	۱۰۲	۰۰.۰

از آنجا که سطح معنی داری کوچک‌تر از ۵٪ است، فرضیه برابری میانگین‌ها تایید نشده و در سطح معنی اطمینان ۹۵ درصد می‌توان بیان داشت که عملکرد DMSS بهتر از VaR می‌باشد. نتایج مقایسه ای درجدول زیر ارائه شده است.

جدول ۶. مقایسه عملکرد پرتفوی‌ها

مدل بهینه سازی	میانگین نسبت شارپ پورتفوی ها
Alpha=۰.۸۵	۰.۲۶۳
Alpha=۰.۹	۰.۲۶۲
Alpha=۰.۹۵	۰.۲۶۳
Alpha=۰.۹۹	۰.۲۶۴
Gamma=۱	۰.۲۸۹
Gamma=۰.۱۵۵	۰.۲۵۲
Gamma=۰.۲۰۲۷	۰.۲۷۱
Gamma=۰.۲۶۳۵	۰.۲۸۳
Gamma=۰.۳۶۹۵	۰.۲۹۴
Gamma=۰.۸۷۷۳	۰.۲۹۲
Gamma=۲.۷۰۶۳	۰.۲۶۲
Gamma=۳.۷۹۵	۰.۲۶۳
Gamma=۵.۳۱۳	۰.۲۶۴

۵. بحث و نتیجه‌گیری

هدف اصلی این تحقیق دستیابی به مدل بهینه سازی سبد سرمایه ای با رویکرد حسابداری ذهنی و بر مبنای شاخصهای ارزیابی ریسک و بازده بر اساس نظر خبرگان بوده است. در این راستا ابتدا با توجه به ادبیات موضوع و نیز تجمیع نظر خبرگان متغیرهای مربوط به مدل بهینه طراحی شده و سپس مدل در قالب یک دوره ۱۰ ساله به بوته آزمایش گذاشته شده است. بدین منظور ابتدا بر اساس مدل های ریاضی طراحی شده مبتنی بر روشهای بهینه سازی سنتی و بهینه سازی مبتنی بر حسابداری ذهنی، پرتفوی هایی تشکیل شده و فرایند بهینه یابی درمورد آن‌ها برای دوره ای هشت ساله (دوره آموزش) صورت پذیرفته و این فرایند منجر به استخراج اوزان پرتفوی های بهینه شده است. سپس بر اساس این اوزان پرتفویهایی طراحی شده و برای دو سال (دوره آزمایش) نگهداری شده اند. نهایتا عملکرد پرتفوی ها بر اساس نسبت شارپ سنجیده و مقایسه شده اند. مدلسازی با اضافه کردن شروط و محدودیتهای مرتبط به VaR و نقدشوندگی توسعه یافته و مجددا فرایند فوق تکرار شده است. نتایج بررسی و آزمون فرضیات نشان دهنده کارایی بالاتر مدلهای مبتنی بر حسابداری ذهنی در شرایط لحاظ کردن محدودیتهای VaR و نقد شوندگی می باشند. ضمنا یکسان بودن نتیجه هر دو رویکرد در شرایط ساده و بدون لحاظ کردن محدودیتهای عملیاتی و عملکردی در نتیجه آزمون فرضیه اول مشاهده می گردد. این نتایج با نتایج تحقیقات مشابه انجام شده توسط چنگ و یانگ (۲۰۱۸)، جیانگ (۲۰۱۳)، هافمن (۲۰۱۰)، مارکویتز و استاتمن (۲۰۱۰)، هافمن (۲۰۱۳) و باتیستا (۲۰۱۲) هماهنگی دارد هرچند درج برخی قیود باعث شده در تحقیقاتی نظیر امیرشاهی(۲۰۱۰) و جینیو(۲۰۰۵) نتایج برابری دو مدل در شکل فاقد

محدودیت نقدشوندگی و VaR را به دست نیاورده اند. ضمنا زارع و همکاران (۱۳۹۸) نشان داده اند که روش مبتنی بر پیش‌بینی قیمت سهام با استفاده از شاخص‌های تکنیکی، و همچنین روش مارکویتز تنها در پرتفوی ریسک گریز عملکرد بهتری نبست به میانگین شاخص بازار ارائه می دهد. که این امر با یافته سه پرتفوی متفاوت در بخش اول فرض دوم قرابت دارد.

البته باید بیان داشت که تحقیق حاضر به بهینه‌سازی پرتفوی بر اساس نظریه مارکوویتز و با توجه به میزان پذیرش ریسک و اثرات حسابداری ذهنی پرداخته است. همچنین این پژوهش گذشته‌نگر بوده و میزان بازدهی صنایع در دوره هشت سال گذشته، مبنای انتخاب پرتفوی قرار گرفته است. با توجه به شرایط حاکم بر متغیرهای کلان اقتصادی و عوامل تاثیرگذار بر روند سودآوری شرکت‌ها و همچنین افزایش قابل توجه شرکت‌های جدید الورود به بازار سرمایه و نبود سابقه معاملاتی شرکت‌های مذکور، در مدل استفاده شده در پژوهش حاضر از شرکت‌های با سابقه معاملاتی کمتر استفاده نشده لذا جهت استفاده بهینه و نزدیک‌تر به واقعیت نتایج تحقیق، پیشنهاد می‌گردد جهت انتخاب پرتفوی صرفا وضعیت عملکرد صنایع و شرکت‌ها در گذشته مبنای پژوهش قرار نگیرد و پیش‌بینی کارشناسان و متخصصان بنیادی از روند شرکت‌های فعال در بازار نیز جهت استفاده از تمامی شرکت‌ها به خصوص شرکت‌های جدیدالورود، مبنای انتخاب پرتفوی قرار گیرد. ضمنا پیشنهاد می شود با توجه به استفاده اکثر پرتفوی‌های تشکیل شده در بازار سرمایه ایران از اهرم مالی، پیشنهاد می‌گردد مبنایی جهت درصد استفاده و میزان ریسک متحمل شده به پرتفوی و همچنین انتخاب پرتفوی بهینه با لحاظ استفاده از اهرم مالی مورد پژوهش و ارزیابی قرار گیرد.

منابع

1. Baptista, A. M. (2012). Portfolio selection with mental accounts and background risk. *Journal of banking and Finance*, 36(4), 968-980 .

2. Chandra, A. (2008). Decision-Making in the Stock Market: Incorporating Psychology with Finance. *National Conference on forecasting Financial Markets of India*, Available at SSRN: http://ssrn.com/abstract=1501721.

3. Chen, Yu & Wang, Zhicheng & Zhang, Zhengjun, 2019. "Mark to market value at risk, *Journal of Econometrics*, vol. 208(1), 299-321 .

4. Das, S., Markowitz, H., Scheid, J., & Statman, M. (2010). Portfolio optimization with mental accounts. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 45(2), 311-334 .

5. Gordon, j. Alexander, Alexandre M. Baptista, Shu Yan (2016). Portfolio Selection with Mental Accounts & Estimation Risk

6. Hoffmann, A. O. I., & Post, T. (2013). What Makes Investors Optimistic, What Makes Them Afraid? Journal of Economic Literature .

7. Islam, S. (2012). Behavioral finance of an inefficient market. *Global Journal of Management and Business Research*, 12 .(۱۴)

8. Jamshidi, N., Ghalibaf asl, H. (2019). Dynamics of the Behavior of Individual Investors in Tehran Stock Exchange.-*Journal of Financial Management Perspective*, 9(25), 101-120. (In Persian)

9. Jiang, C., Ma, Y., & Ann, Y. (2013). International portfolio selection with exchange rate risk: A behavioural portfolio theory perspective. *Journal of Banking and Finance*, 37(2), 648-659 .

10. K.-H.Chang., M .N. Young. (2018). Portfolio Optimization Utilizing the Framework of Behavioral Portfolio Theory. *International Journal of Operations Research*, Vol. 15, No. 1, 1−13

11. Khalili Araghi, M., & Yekkezare, A. (2010). Estimating of Market Risk of Industries of Tehran Stock Exchange based on VaR. *Journal of Financial Reviwe*, (7), 47-72. (In Persian)

12. Naderi, E., & Seif Naraghi, M. (2011). Research Methods and Its Evaluation in Human science. Badr Publishing. 20 Edition. (In Persian).

13. Piri, F. & Salahi, M. & Mehrdoust, F. (2014), Robust Mean- Conditional Value at Risk Portfolio Optimization, *International Journal of Economic Sciences*, Vol.III, No.1, 2-11

14. Sanjiv Das, Harry Markowitz, Jonathan Scheid, Meir Statman.2010. Portfolio Optimization with Mental Accounts. *Journal of Financial & Quantitative Analysis*.

15. Sina, A., Fallah, M. (2020). Comparison of Value Risk Models and Coppola-CVaR in Portfolio Optimization in Tehran Stock Exchange.-*Journal of Financial Management Perspective*, 10(29), 125-146. (In Persian)

16. Shefrin, H. and M. Statman, (2000), "Behavioral Portfolio Theory", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 35, Pp: 127–151

17. Zare, M., Nilchi, M., Fareed, D. (2019). Comparative Evaluation of Markowitz Approach with a New Hybrid Method to Create an Optimal Portfolio Using Deep DNN Learning Method and Gravitational Search Algorithm.. -*Journal of Financial Management Perspective*, 9(28), 165-188. (In Persian)