فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری
دوره ۱۲ / شماره ۲ (پیاپی ٤٦) / تابستان ۱٤۰۲
صفحه ۵۳۳ تا ۵۵۸

بررسی رابطه ریسک و مطلوبیت زیان گریزی مبتنی بر نظریه چشم انداز چند دوره ای با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات

راضیه احمدی
گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

عادل آذر
گروه مدیریت، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
AZARA@modares.ac.ir

غلامرضا زمردیان
گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۹

چکیده

در این مقاله تاثیر رفتار زیان گریزی بر تصمیمات سرمایه گذاری چند دوره ای بررسی شده است. به جای مدل تک دوره ای پرتفوی، از مدل سه دوره ای استفاده شده است. به جهت نزدیک شدن مدل بهینه سازی به دنیای واقعی محدودیت هزینه معاملات و حداقل و حداکثر میزان سرمایه گذاری در هر دارایی در نظر گرفته شده است. الگوریتم ازدحام ذرات به منظور حل دو مدل بهینه سازی نظریه چشم انداز و میانگین- ارزش در معرض خطر مشروط، استفاده شده است. نتایج بر اساس معیارهای ثروت نهایی و شارپ نشان داد، سرمایه گذاران زیان گریز متمایل به متمرکز نمودن ثروتشان هستند و عملکرد بهتری نسبت به سرمایه گذاران عقلایی دارند. با توجه به تاثیر ارزش در معرض خطر مشروط بر عملکرد سرمایه گذاری زمانی که بازار نزولی است، سرمایه گذاران با درجه ریسک گریزی بالاتر، از زیان های مفرط جلوگیری کرده و سود بیشتری به دست می آورند.

واژه‌های کلیدی: زیان گریزی، سبد سهام چند دوره ای، ارزش در معرض خطر مشروط، الگوریتم ازدحام ذرات.

۱- مقدمه

بسیاری از مشاوران مالی از تصمیم گیری های سرمایه گذاران در زمان طراحی پرتفوی شاکی هستند، زیرا تعیین سبد دارایی مطابق با تئوری های کلاسیک می تواند به سناریویی منجر شود که سرمایه گذار در پاسخ به نوسانات کوتاه مدت بازار و مشاهده زیان، ترکیب پرتفوی خود را تغییر دهند. در صورت تکرار این تغییرات در تخصیص دارایی، پیامدهای بلندمدت منفی غیر قابل اجتناب بوده و در نهایت نتیجه این فرآیند، پیامدهای پایین تر از حد بهینه است. زیرا تمایلات و اهداف سرمایه گذار مورد توجه قرار نمی گیرد. بنابراین لازم است سوگیری های رفتاری از قبیل زیان گریزی، حسابداری ذهنی و ریسک پذیری نامتقارن قبل از طراحی و اجرای مدل انتخاب سبد دارایی، شناسایی شود تا از این مشکلات اجتناب شود. انتخاب سبد سرمایه گذاری مناسب، به گونه ای که اهداف سرمایه گذار را محقق سازد و در راستای علایق وی باشد، منجر به کاهش رفتارهای آنی و بدون پشتوانه فکری و ایجاد امنیت روانی برای سرمایه گذاران حتی در بازار های نزولی می گردد. در مدل های انتخاب سبد سهام تک دوره ای، فرض بر ثابت بودن ترجیحات سرمایه گذار و عدم تغییر ترکیب سبد تا پایان افق سرمایه گذاری وی است. ولی با توجه به تاثیر پذیری هر دوره از دوره های قبل و وجود هزینه های معاملات از مدل بهینه سازی چند دوره ای استفاده می گردد. برای سرمایه گذاران نهادی و فردی که دغدغه تاثیر ریسک تجاری و مسائل روانشناسی بر رفتارهای انتخاب سرمایه گذاری را دارند، مباحث مدیریت ریسک و مالی رفتاری از اهمیت زیادی برخوردار است. در تئوری های کلاسیک مالی، سرمایه گذاران همواره ریسک گریز فرض شده اند که به دنبال حداکثر کردن تابع مطلوبیت مقعر هستند. مساله انتخاب سبد سهام کلاسیک بر پایه تئوری مطلوبیت مورد انتظار بوده که نشات گرفته از ریسک گریز بودن و عقلایی بودن سرمایه گذاران است (مارکویتز[1]،۱۹۵۲). ریسک گریز بودن به عنوان یکی از مهمترین جنبه رفتاری سرمایه گذاران همواره در تحقیقات مورد توجه بوده است. با این حال در حوزه مالی رفتاری از آنجا که مساله انتخاب سبد سهام با توجه به مسائل روانشناسی از جمله زیان گریزی، پشیمان گریزی، ابهام گریزی و ...، مد نظر است، جنبه ریسک گریزی سرمایه گذاران مورد توجه قرار نگرفته است. تحقیقات زیادی نشان می دهند که سرمایه گذاران، رفتارهای سرمایه گذاری غیر منطقی و بر خلاف تئوری مطلوبیت مورد انتظار از خود نشان می دهند. تورسکی و کانمن[2] ۱۹۷۹، رفتار سرمایه گذاران را از منظر تئوری چشم انداز مطرح کردند. این تئوری مبتنی بر چند فرض است: ۱- افراد بیشتر بر اساس تغییر در ثروت تصمیمات سرمایه گذاری را اتخاذ می کنند تا کل ثروت. ۲- سرمایه گذاران همواره ریسک گریز نیستند و در زیان ها رفتار ریسک پذیری از خود نشان می دهند. ۳- وزن های عینی جای خود را به وزن های ذهنی می دهند(لوی و همکاران[3]،۲۰۰۴). تورسکی و کانمن ۱۹۷۹، عنوان نمودند که تابع مطلوبیت S شکل است و نه به صورت مقعر سنتی آن. شالوده اصلی این تئوری بر این است که سرمایه گذاران نسبت به سود و زیان نگرش های نامتقارنی نشان می دهند که معرف رفتار زیان گریزی سرمایه گذاران است و آنکه گریز از زیان قویتر از تمایل به سود است (فورتن و هولسکا[4]،۲۰۱۱).

[1] Markowitz
[2] Tversky.A and Kahneman
[3] Levy et al
[4] Fortin, Hlouskova

پیشینه پژوهش

مسأله انتخاب دارایی و تشکیل سبد سهام به عنوان یکی از تئوری های مالی است که همواره مورد بحث قرار گرفته است. غالب نظریه های مالی تا اواخر قرن بیستم به صورت موردی مطرح بودند. مارکویتز۱۹۵۲ اولین تئوری سبد سهام را مطرح کرد که به عنوان یک مدل بهینه سازی پارامتریک برای انتخاب پرتفوی است. این تئوری که به عنوان مدل میانگین- واریانس شناخته شده است، مسأله انتخاب پرتفوی را به عنوان فرایند تخمین، تحلیل و جمع آوری دارایی های ریسکی با وزن های مختلف توصیف می کند که یک سرمایه گذار ریسک گریز با هدف حداکثر سازی بازده مورد انتظار (به عنوان معیار بازده پرتفوی) با توجه به واریانس ثابت (به عنوان معیار ریسک پرتفوی) برای دوره زمانی معین نگهداری می کند(التون و گروبر[1]،۱۹۹۷). در واقع مبنای این تئوری ها بازده، ریسک و متنوع سازی است. در مقابل مفروضات مارکویتز، کار تورسکی و کانمن ۱۹۷۹ ارائه شد که ادعا نمودند رفتار سرمایه گذاران در بازار واقعی به طور کامل مفروضات تئوری میانگین- واریانس را در خصوص اینکه سرمایه گذار یک فرد ریسک گریز و به دنبال حداکثر کردن بازده مورد انتظار است را نقض می کند. آنها تئوری چشم انداز را به عنوان مدل رفتاری جایگزین برای مدل میانگین- واریانس مطرح کردند. مدل پیشنهادی آنها در تلاش است که با در نظر گرفتن تاثیرات تورش های رفتاری بر تصمیم، چارچوب تصمیم گیری در خصوص انتخاب بین چند گزینه ریسکی را توصیف نماید (لوی[2]،۲۰۰۳). تئوری چشم انداز اساساً به توصیف نحوه ارزیابی سود و زیان توسط افراد می پردازد. زیان گریزی به این پدیده اشاره می کند که سرمایه گذاران حساسیت بیشتری نسبت به زیان ها دارند و این پدیده منجر به ایجاد یک انحنا درتابع مطلوبیت در نقطه مرجع می گردد و سود و زیان را از هم متمایز می کند. زیان گریزی نقش اصلی را تئوری چشم انداز ایفا می کند(برکلر و همکاران[3]،۲۰۰۴). موضوع زیان گریزی در سالهای اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است. تحقیقات زیادی رفتار زیان گریزی را در انتخاب سبد سهام معرفی و بررسی نمودند. هی و ژاوو[4](۲۰۱۱)، مدل انتخاب پرتفوی تک دوره ای با توابع مطلوبیت S شکل را با در نظر گرفتن زیان گریزی ارائه دادند. یاوو و لی[5](۲۰۱۳)، رفتار تعادلی بازار سرمایه گذاران مبتنی بر تئوری چشم انداز با وابستگی مرجع و ویژگی های زیان گریزی بررسی کردند. آنها ادعا کردند که ترجیحات مبتنی بر تئوری چشم انداز، می تواند منجر به سوق دادن سرمایه گذاران به سمت رفتار معاملاتی محدود در یک روند تعامل با بازار شود. لی و ولد[6] (۲۰۱۶)، تاثیر زیان گریزی کوتاه نگر[7] را بر تصمیمات سرمایه گذاری در بازارهای مالی بررسی کردند. آنها ادعا کردند که میزان بیشتر زیان گریزی کوتاه نگر با سرمایه گذاری در تعداد کمتر سهام مرتبط است. در بیشتر این تحقیقات مساله انتخاب سبد سهام تک دوره ای با در نظر گرفتن زیان گریزی ثابت بررسی گردیده است.

---

[1] Elton. and Gruber
2 Levy
3 Berkelaar Kouwenberg, Post
4 He and Zhou
5 Yao and Li
6 Lee and. Veld-Merkoulova
7 myopic loss aversion

یکی دیگر از مباحث مورد توجه در سالیان اخیر در زمینه انتخاب سبد سهام، بهینه سازی سبد سهام چند دوره ای است. از جمله عواملی که باعث توجه بیشتر به این موضوع شده است این است که در دنیای واقعی دائماً سرمایه گذاران در حال ارزیابی و تخصیص مجدد دارایی ها خود به دلیل تغییر شرایط بازار و تغییر ترجیحاتشان هستند که این موضوع در مدل های تک دوره ای نادیده گرفته شده است. چندین مطالعه نشان داده است که شرایط اقتصادی با تغییر زمان تغییر می کند و سرمایه گذاران در محیط اقتصادی متغیر تمایل به تعدیل در تخصیص دارایی های دارند و تصمیمات سرمایه گذاری چند دوره ای اتخاذ می کنند (باربریس و همکاران[1] ،۲۰۰۱؛ تسار[2]، ۲۰۱۳؛ جین و همکاران[3]،۲۰۱۸). کولم و همکاران[4](۲۰۱۴) بیان کردند که به علت وجود هزینه معاملات و عدم اطمینان دارایی های ریسکی، مدل های تک دوره ای به خوبی نمی توانند سرمایه گذاری میان دوره ای سرمایه گذاران را توصیف کند. همچنین میزان زیان گریزی سرمایه گذاران به نتایج سرمایه گذاری های قبلی آنها بستگی دارد. این موضوع به این معنی است که زیان گریزی به عنوان تابعی از عملکرد سرمایه گذاری، با گذشت زمان تغییر می کند (باربریس و همکاران[5]،۲۰۰۱). بر این اساس ژانگ و همکاران[6](۲۰۰۹)، با انجام یک تحلیل تجربی، به این نتیجه رسیدند که بازده یا زیان های گذشته سرمایه گذاران، تاثیرات نامتقارن بر زیان گریزی آنها و رفتار سرمایه گذاریشان دارد. فورتن و هالوسکوا[7](۲۰۱۱)، مسأله تخصیص دارایی یک سرمایه گذار زیان گریز خطی را مطالعه کردند و به این نتیجه رسیدند که با به روزرسانی داینامیک پارامترهای زیان گریزی، عملکرد پرتفوی های زیان گریز به طور معنی داری بهبود می یابد. لیو و همکاران[8](۲۰۱۵) یک مدل بهینه سازی مبتنی بر نظریه چشم انداز ارائه دادند که با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات آن را حل نمودند. گریشینا و همکاران[9] (۲۰۱۶) بهینه سازی پرتفوی مبتنی بر تئوری چشم انداز با استفاده از الگوریتم ژنتیک مورد بررسی قرار داده است. چانگ و همکاران[10] (۲۰۱۸)، از الگوریتم ازدحام ذرات به منظور حل مدل مبتنی بر تئوری چشم انداز استفاده نمودند و نتیجه گرفتند الگوریتم ازدحام ذرات از کارایی بالایی در حل مدل برخوردار است. بیشتر تحقیقات در زمینه مسائل بهینه سازی پرتفوی سرمایه گذار زیان گریز، مسأله حداکثر سازی مطلوبیت مورد انتظار را بررسی می کنند و نگرش های مختلف سرمایه گذار به ریسک کمتر مورد توجه قرار گرفته است. همانطور که عنوان شد، سرمایه گذاران زیان گریز در محدوده سود ریسک گریز و در محدوده زیان ریسک پذیر هستند. هر چند گومز[11] (۲۰۰۵)، به صورت تجربی نشان می دهد که سرمایه گذاران زیان گریز در زیان های بزرگ و مفرط، ریسک پذیرتر نمی شوند اما ریسک گریزی در سودها همواره وجود دارد. بنابراین بین مطلوبیت و ریسک رابطه وجود دارد و سرمایه

1BARBERIS, HUANG, SANTOS
2 Tsaur
3 Jin, Chen, Yuan
4 Kolm, Tütüncü, Fabozzi,
5 Barberis, Huang, Santos
6 Zhang and Semmler
7 Fortin and Hlouskova,
8 Liu et al
9 Grishina
10 Chang et al
11 Gomez

گذارانی که به دنبال حداکثر سازی مطلوبیت زیان گریزی هستند، از زیان های مفرط جلوگیری می کنند و رفتارهای ریسک گریزی از خود نشان می دهند. در نتیجه نگه داشتن ریسک سرمایه گذاران در محدوده مطمئن، ضروری است. سرمایه گذاران با درجه ریسک گریزی بالاتر، از زیان های مفرط جلوگیری می کنند و سود بیشتری به دست می آورند. با توجه به اینکه سرمایه گذاران در زیان های بزرگ ریسک گریز می شوند در این تحقیق برآنیم تا همزمان با هدف حداکثر سازی مطلوبیت با در نظر گرفتن محدودیت ارزش در معرض خطر مشروط، ثروت نهایی سرمایه گذاران زیان گریز و ریسک گریز در بازار صعودی و نزولی بررسی نماییم. از آنجا که مدل بهینه سازی غیر محدب است، نمی توان با استفاده از الگوریتم های بهینه سازی قطعی، به صورت کارا حل شود. به همین منظور از الگوریتم های تصادفی که از پدیده های طبیعی یا رفتارهای اجتماعی نشأت گرفته اند به منظور حل مسائل پیچیده و چند بعدی و استفاده می شود که معمولاً جواب های بهینه را در زمان کمتر ارائه می دهند. با توجه به پیشینه تحقیق از الگوریتم ازدحام ذرات[1] PSO به منظور حل مدل استفاده می شود.

در زمینه بهینه سازی پرتفوی چند دوره ای در ایران، نجفی و موشخیان (۱۳۹۳)، در مقاله ای تحت عنوان "مدل سازی و ارائه راه حل بهینه برای بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره ای با الگوریتم ژنتیک" مدل بهینه سازی انتخاب پرتفوی چند دوره ای احتمالی میانگین- نیم واریانس- ارزش در معرض خطر شرطی در صورت وجود هزینه معاملات را ارئه دادند و این مدل را با استفاده از الگوریتم ژنتیک حل نمودند. نتایج از کارایی بالای الگوریتم ژنتیک در حل مسائلی از این قبیل حکایت دارد. پور احمدی و نجفی(۱۳۹۴)، با در نظر گرفتن مدل بهینه سازی پویا و چند دوره ای به عنوان جایگزین بهینه سازی تک دوره ای و اضافه نمودن هزینه معاملات به مدل، بهینه سازی را به شرایط دنیای واقعی نزدیکتر نموده اند. آنها در مقاله ای با عنوان"بهینه سازی پویای سبد سرمایه گذاری با توجه به هزینه معاملات" مثال های متفاوتی را بررسی نموده اند و علاوه بر شرح عملکرد مدل، کارایی آن را در برابر مدل تک دوره ای با استفاده از آزمون من ویتنی مورد بررسی قرار داده اند. نتایج نشان می دهد که مدل پویای ارائه شده گرچه ممکن است در کوتاه مدت از نظر آماری تفاوت محسوسی با مدل تک دوره ای نداشته باشد، اما برتری در دوره های بلند مدت چشمگیر است. همایی فر و روغنیان(۱۳۹۵)، به دلیل آنکه در دنیای واقعی داده ها همواره با عدم قطعیت همراه هستند و سرمایه گذاران در طول دوره سرمایه گذاری نیاز به بازنگری در سرمایه گذاری دارند، با در نظر گرفتن افق سرمایه گذاری چند دوره ای و هزینه مبادلات، پژوهشی با عنوان "به کارگیری الگو های بهینه سازی پایدار و برنامه ریزی آرمانی در مسئله انتخاب سبد سرمایه گذاری چند دوره ای" ارائه دادند. که در آن عدم قطعیت داده ها بر اساس برنامه ریزی پایدار مدل سازی گردیده است. این مدل، یک مدل چند هدفه میانگین- ارزش در معرض خطر شرطی است که با استفاده از برنامه ریزی آرمانی حل می گردد. در این تحقیق با استفاده از شبکه عصبی، قیمت آتی سهام پیش بینی می گردد و نتایج حاصل از مدل پایدار با نتایج مدل قطعی مورد مقایسه قرار می گیرد. نتایج حاصل از حل مثال عددی حاکی از آن است که با در نظر گرفتن عدم قطعیت برای داده ها مقدار تابع هدف مدل نهایی افزایش یافته و با توجه به اینکه نوع تابع هدف از نوع کمینه کردن است، این موضوع به معنای بدتر شدن جواب ها است که منطقی بودن پاسخ های حاصل از مدل و درست بودن فرض در نظر گرفتن عدم قطعیت، در مدل است.

[1]Non-dominated Sorting Genetic Algorithm-II

شیری قهی و همکاران(۱۳۹۶)، مقایسه تطبیقی در خصوص مدل های بهینه سازی پرتفوی در محیط اعتباری فازی انجام داده اند. در این راستا در مقاله ای با عنوان "مطالعه تطبیقی مدل بهینه سازی پرتفوی چند دوره ای چند هدفه در محیط اعتبار فازی با معیار های متفاوت ریسک" سه مدل بهینه سازی طراحی کرده اند و از معیار های ریسک ارزش در معرض خطر، ارزش در معرض خطر میانگین و نیم آنتروپی استفاده کرده اند. در این مدل سرمایه گذاری در دارایی بدون ریسک و هزینه معاملات نیز لحاظ گردیده است. علاوه بر محدودیت های اصلی از جمله محدودیت حداکثر و حداقل تخصیص ثروت به هر دارایی، حداقل و حداکثر تعداد سهام موجود در پرتفوی و آنتروپی بکار برده شده است. مدل مذکور با استفاده از الگوریتم MOPSO اجرا گردیده است. با توجه به معیار های شارپ و ترینر، مدل میانگین- ارزش در معرض خطر میانگین عملکرد بهتری نسبت به دو مدل میانگین- نیمه آنتروپی[1] و میانگین-ارزش در معرض خطر دارد. محبی و نجفی(۱۳۹۷)، در مقاله ای با عنوان"بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره ای با رویکرد برنامه ریزی پویا" افق سرمایه گذاری چند دوره ای و هزینه معاملات را درنظر گرفته اند. قدر مطلق انحراف از میانگین به عنوان معیار ریسک استفاده گردیده است. محدودیت های نقدینگی، کاردینالیتی، آستانه و کلاس نیزدر مدل اعمال شده است. با استفاده از ابزار درخت سناریو، عدم قطعیت موجود در بازار مدل سازی شده است. روش برنامه ریزی پویا به منظور حل مدل استفاده شده و نتایج بیانگر آن است که مدل ارائه شده عملکرد مناسبی دارد.

در خصوص بهینه سازی پرتفوی رفتاری نیز تحقیقاتی در ایران صورت گرفته است از جمله: رودپشتی و همکاران(۱۳۹۱)، الگوی انتخاب پرتفوی در چارچوب تئوری مالی رفتاری را بررسی نمودند و چار مفهوم تئوری دور نمای تجمعی، حسابداری ذهنی، ریسک پذیری نامتقارن و تابع وزن دهی احتمالات را در قالب ریاضی ارئه داده اند. با استفاده از داده های آزمون و ارزیابی به بررسی مدل در دوره ده ساله نمودند. آزمون مقایسه میانگین ها در سطح خطای ۵ درصد، برابری بازدهی حاصل از الگوی رفتاری در مقایسه با الگوی استاندارد را رد می نماید. مصلح شیرازی و همکاران (۱۳۹۲)، الگوی تصمیم گیری مدیران صنایع استان فارس بر اساس تئوری چشم انداز و نگرش رفتاری بررسی نموده اند. آنها داده های اولیه را با استفاده از پرسشنامه جمع آوری نمودند. مقدار اولیه پارامتر های موثر در تئوری چشم انداز با روش حداقل خطا برآورد شد و بر این مبنا الگوی تصمیم گیری مدیران مبتنی بر تئوری چشم انداز مدل سازی گردید. نتایج نشان می دهد که نقش الگوی رفتاری در تصمیم گیری که بر اساس شاخص تغییر حساسیت سود و زیان در تئوری چشم انداز ارزیابی می گردد، اهمیت زیادی دارد. به گونه ای که در منطقه زیان نسبت به سود این تغییر حساسیت بیشتر است. همچنین مطلوبیت ناشی از کاهش زیان برای مدیران بیشتر از افزایش سود است. هیبتی و همکاران(۱۳۹۳)، به بررسی تئوری پرتفوی رفتاری و ارزیابی الگوی انتخاب کلاسیک و رفتاری بر اساس شاخص های ریسک کلاسیک(انحراف معیار) و مدرن(نیم انحراف معیار) پرداختند. از داده های ده ساله بازدهی شاخص قیمت و بازدهی نقدی در بورس اوراق بهادار تهران استفاده نموده اند. نتایج آزمون فرضیات نشان می دهد که با وجود آنکه بازدهی پرتفو های دو مدل کلاسیک و رفتاری تفاوت معناداری ندارند ولی ریسک پرتفوی رفتاری با استفاده از شاخص نیم انحراف معیار به طور معناداری از پرتفو های کلاسیک کمتر است. همچنین تفاوت معناداری بین بازدهی و ریسک پرتفوی رفتاری بر مبنای دو شاخص انحراف

1 Semi- Entropy

معیار و نیم انحراف معیار وجود نداشته است. زنجیر دار و همکاران(۱۳۹۴)، به بررسی عوامل رفتاری در انتخاب پرتفوی بهینه در مقایسه با مالی استاندارد (منطبق با مفروضات مارکویتز) پرداختند. آنها در پژوهشی در بازه ۵ ساله در بورس اوراق بهادار تهران، ۱۱۸ شرکت را با استفاده از روش مقایسه میانگین ها و رگرسیون و آنالیز واریانس،تاثیر عوامل رفتاری به ویژه حسابداری ذهنی در انتخاب پرتفوی بهینه در مقایسه با مالی کلاسیک بررسی نمودند. مطابق با نتایج حاصله بازده مورد انتظار پرتفوی رفتاری از بازده مورد انتظار پرتفوی استاندارد بیشتر نبوده ولی ریسک مورد انتظار پرتفوی رفتاری کمتر از ریسک مورد انتظار پرتفوی استاندارد است. میر جعفری و همکاران(۱۳۹۵)، در مقاله ای با عنوان " تحلیل و بررسی عوامل رفتاری موثر بر عملکرد سرمایه گذاران حقیقی فعال در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل معادلات ساختاری" مباحث مالی رفتاری و تاثیر آنها بر تصمیم گیری و عملکرد سرمایه گذاران حقیقی فعال در بورس اوراق بهادار تهران را بررسی نمودند. به منظور اندازه گیری متغیرها از پرسشنامه استفاده شده است و روایی و پایایی ابزار های اندازه گیری محاسبه و برای تحلیل اطلاعات از روش معادلات ساختاری استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که عوامل ابتکاری که در بر گیرنده رفتار های مبتنی بر تجربه و آزمون و خطا می شوند بر تصمیمات و عملکرد سرمایه گذاران بطور معناداری تاثیر دارد و عوامل تئوری چشم انداز و عوامل بازار بر عملکرد سرمایه گذاری تاثیر منفی داشته و همچنین اثر توده وار بر عملکرد سرمایه گذاران تاثیر معناداری ندارد. تهرانی و نوربخش(۱۳۹۶)، سطح انطباق پذیری نقطه مرجع و پویایی این نقطه به عنوان عامل تعیین کننده سود و زیان سهامداران و اقدام سهامداران به رها کردن یا نگهداری سهام بر اساس نظریه دور نما، بررسی نمودند. بر طبق نتایج بدست آمده، دو متغیر میزان سود(زیان) و مدت زمان سود(زیان) و اثر همزمان آن ها بر یکدیگر در شکل گیری سطح نقطهٔ مرجع و انطباق آن موثر اند، به صورتی که با قرارگرفتن سرمایه گذاران در دامنه های خاص تعریف شده برای سود، نقطهٔ مرجع با سطح جدید منطبق شده، درحالی که قرارگرفتن سرمایه گذاران در ناحیهٔ زیان اثر معکوسی در شکل گیری سطح جدید نقطهٔ مرجع دارد.

در ایران تحقیقی در زمینه مسأله انتخاب سبد سهام چند دوره ای با رویکرد نظریه چشم انداز با محدودیت ارزش در معرض خطر مشروط طبق بررسی های بنده یافت نشد. البته تحقیقاتی در خصوص بهینه سازی پرتفوهای رفتاری انجام گرفته است که هیچکدام سبد سرمایه گذاری چند دوره ای با محدودیت ارزش در معرض خطر مشروط در نظر نگرفته اند. همچنین در تحقیقات گذشته جهت بهینه سازی پرتفو های رفتاری از الگوریتم های فراابتکاری استفاده نشده است.

سوالات پژوهش

۱) مدل ریاضی انتخاب سبد سهام چند دوره ای با رویکرد تئوری چشم انداز و محدودیت ارزش در معرض خطر چگونه است؟

۲) تا چه اندازه محدودیت ارزش در معرض خطر مشروط، بر جواب بهینه تاثیر گذار است؟

روش شناسی پژوهش

این تحقیق از جهت هدف از نوع تحقیقات کاربردی است و از جهت تبیین مدل ریاضی از نوع تحقیقات توسعه ای است. به لحاظ ماهیت در زمره مطالعات پس رویدادی[1](مبتنی بر تحلیل اطلاعات مشاهده شده) است. به جهت بیان ایده و کاربردی بودن مدل، فرض کنید سرمایه گذاری در نظر دارد از شرکت های فعال در شاخص سی شرکت بزرگتر، چند سهام انتخاب نماید به گونه ای که در سه دوره که بصورت دوره های چهار ماه در نظر گرفته است، ثروت را در پایان هر دوره مجدد تخصیص دهد. همچنین سرمایه گذار می تواند بخشی از ثروت خود را در دارایی بدون ریسک سرمایه گذاری نماید. $r_{i,t} = \frac{P_{it}}{P_{it-1}} - 1$ برای استخراج نرخ بازده دارایی i در tامین دوره استفاده می شود. و P_{it} قیمت پایانی دارایی iام در پایان ماه tام است. دوره زمانی ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۸ به منظور استخراج داده های تاریخی در نظر گرفته شده است که سال های ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۴ به عنوان دوره درون نمونه و ۱۳۹۵تا ۱۳۹۸ دوره برون نمونه است. میزان ثروت اولیه $W_0 = 1$ در نظر گرفته شده و نرخ بازده بدون ریسک، نرخ بازده سالانه اوراق مشارکت بانک مرکزی در دوره مورد بررسی برای هر سال از سایت بانک مرکزی استخراج شده که به صورت ماهانه تبدیل شده و معادل ۰.۰۱۷ محاسبه گردیده است و هزینه مبادلات ۰.۸ درصد در نظر گرفته می شود. نقطه مرجع اولیه نرخ بازده سه ماهه سپرده بانکی برابر ۱۰درصد است.

سه شرکت فولاد، شپنا و خودرو به صورت تصادفی به عنوان دارایی های ریسکی انتخاب نمودیم و سود اوراق مشارکت بانک مرکزی به عنوان بازده دارایی بدون ریسک در نظر گرفته شده اند. داده های مورد استفاده با توجه به قلمرو زمانی ماهانه، داده های مرتبط با قیمت پایانی روزانه شرکت های موجود در نمونه تحقیق است که به منظور محاسبه بازده ماهانه استفاده شده اند. منبع داده ها، پایگاه داده های شرکت بورس اوراق بهادار تهران است. از الگوریتم فرابتکاری ازدحام ذرات به منظور حل مدل با استفاده از نرم افزار متلب استفاده شده است. مراحل انجام تحقیق به صورت زیر است:

در مرحله اول با استفاده از روش رگرسیون بردار پشتیبان با الگوریتم ژنتیک[2] (GA-SVR) بازده های مورد انتظار دارایی ها در افق زمانی خارج از نمونه تخمین زده شده است. نرخ بازده همه دارایی ها از فروردین ۱۳۸۸ تا اسفند۱۳۹۴به منظور شبیه سازی نرخ های بازده ماهانه از فروردین ۱۳۹۵ تا فروردین ۱۳۹۸ بکار برده می شوند.

در مرحله دوم میانگین وزن پرتفوی بهینه تحت مدل چند دوره ای زیان گریزی با محدودیت CVaR با استفاده از آستانه ریسک ω که ارزش مختلف به خود می گیرد در هر سال با استفاده از نرم افزار متلب و الگوریتم ازدحام ذرات و نرخ های بازده مورد انتظار به دست آمده در مرحله اول محاسبه می شود. ضریب زیان گریزی $\lambda = 2.25$ و $\alpha = \beta = 0.88$ (کانمن و تورسکی،۱۹۷۹) و سطح اطمینان را در CVaR، ۹۵ درصد و سطح آستانه ریسک را که محدودیت ریسک را نشان می دهد به عنوان درصدی از ثروت اولیه (۰.۳، ۰.۵ و ۰.۸) در نظر می گیریم.

در مرحله چهارم متوسط ثروت نهایی بهینه و نسبت شارپ مدل چشم انداز و مدل M-CVaR را محاسبه می کنیم. بر اساس بازده مورد انتظار تخمین زده شده در مرحله اول، و وزن های پرتفوی بهینه تخمین زده شده در

[1] Ex post factor study
[2] genetic algorithm support vector regression

مرحله دوم، متوسط ثروت نهایی بهینه و نسبت شارپ مدل چشم انداز و مدل M-CVaR و شاخص۳۰ شرکت بزرگتر محاسبه می گردد. نتایج را با هم مقایسه می کنیم.

در مرحله پنجم به منظور بررسی قدرت مدل، ضریب زیان گریزی اولیه و نقطه مرجع اولیه را تغییر داده و تست ثبات مدل انجام می شود.

در سال های اخیر کاربرد شبکه های عصبی نسبت به روش های سنتی بیشتر شده و استفاده از این مدل ها به منظور تشخیص روندها و الگوی داده ها به شکل گسترده ای رواج داشته است. در این میان رگرسیون بردار پشتیبان به عنوان یک روش قابل اعتماد و کارامد مطرح شده است. الگوریتم ماشین بردار پشتیبان توسط وپنیک[1] مطرح گردید. بردارهای پشتیبان مجموعه نقاطی در فضای n بعدی داده تعریف می شود که مرز بین دسته ها را تعیین کرده و این دسته بندی بر اساس آنها انجام می شود به گونه ای که با جابجایی یکی از آن ها، خروجی دسته بندی ممکن است تغییر کند. رگرسیون ماشین بردار پشتیبان، شامل دو دسته داده های آموزشی برای به حصول مدل و استفاده از مدل به منظور پیش بینی اطلاعات داده های تست است. کیفیت این مدل ها به تنظیم مناسب پارامتر های آنها بستگی دارد(استون[2]،۲۰۰۵). در رگرسیون بردار پشتیبان، ورودی x در یک فضا با تعداد m عدد ویژگی مختلف به صورت غیر خطی قرار دارد و با استفاده از این ویژگی ها یک مدل خطی ساخته می شود. مدل خطی به صورت رابطه زیر است:

$$f(x,w) = \omega\varphi(x) + b$$

$$\varphi: R^n \to F, \quad \omega \in F$$

کهω به عنوان بردار وزن، $\varphi(x)$ مجموعه ای از انتقال های خطی را شامل می شود و b ترم بایاس نام دارد. پارامتر ε یک متغیر کمکی است. مدل SVRمنحنی با ضخامت ε را به داده ها برازش می دهد به طوری که کمترین خطا در داده های آزمون صورت گیرد(وپنیک،۱۹۹۸). قبل از تقسیم خطی، به منظور دسته بندی داده ها با پیچیدگی بالا، داده ها را به وسیله تابع$\varphi(x)$ به فضای با ابعاد خیلی بالاتر انتقال می دهیم. هدف از دسته بندی یافتن بزرگترین جداکننده بهینه است که از طریق حل معادله کوادرتیک زیر حاصل می شود:

$$R(f) = c\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} L_\varepsilon(f(x_i) - y_i) + \frac{1}{2}\|w\|^2$$

$$L(f(x,w)) = \begin{cases} 0 & ,\text{otherwise} \\ |f(x) - y| - \varepsilon, & ,|y - f(x,w)| \le \varepsilon \end{cases}$$

$L_\varepsilon(f(x_i) - y_i)$ به عنوان تابع زیان ε - غیر حساس نامیده می شود. تعداد نمونه با i مشخص می شود. ε متغیر کمکی است. رگرسیون بردارپشتیبان، یک رگرسیون خطی در ابعاد بالایی در فضای ویژگی ها بر اساس $\varepsilon-$ غیر حساس اجرا می کند و سعی دارد از پیچیدگی مدل با کمترین $|w|^2$ بکاهد. $|w|^2$ یک نرم اقلیدسی است که از

[1] Vapneik
[2] Üstün

تناسب بیش از اندازه[1] جلوگیری می کند. C به عنوان عامل جریمه برای نمونه ای که خطا فراتر از پارامتر ε است در نظر گرفته می شود. بجای تابع پیچیده فی که ما را به فضایی با ابعاد بالا می برد، تابع ساده تری به نام تابع هسته که ضرب برداری تابع فی است ایجاد شده و استفاده می کنیم. ضرایب ω و b از طریق حل معادله زیر با روش قضیه دوگانی لاگرانژ جستجو می شوند:

$$\min \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} \propto_i \propto_j y_i y_j K(\vec{x}_i.\vec{x_j}) - \sum_{i=1}^{N} \propto_i$$

$$\text{St: } \sum_{i=1}^{N} \propto_i \vec{y}_i = 0, 0 \leq \propto_i \leq C \ (i = 1, \dots, N)$$

$K(\vec{x}_i.\vec{x_j})$ به عنوان تابع کرنل است و نقش مهمی در مدل ماشین بردار پشتیبان دارد. در این تحقیق از تابع کرنل پایه شعاعی[2] RBF استفاده می شود و تابع آن بصورت زیر نوشته می شود:

$$K(\vec{x}_i.\vec{x_j}) = -\frac{\|\vec{x}_i - \vec{x}_j\|^2}{2\sigma^2}$$

انتخاب خوب پارامتر های عامل جریمه، اپسیلون و سیگما در تابع کرنل منجر به عملکر خوب تابع رگرسیون وابسته می گردد (وانگ و همکاران[3]،۲۰۱۸).

به منظور ایجاد یک مدل SVR کارآمد، باید پارامترهای مدل با دقت تنظیم شوند. در این تحقیق از یک روش ترکیبی موسوم به رگرسیون بردار پشتیبانی با الگوریتم ژنتیک (GA-SVR) استفاده می شود که با استفاده از الگوریتم ژنتیک پارامترهای بهینه SVR جستجو شده و مدل SVR با استفاده از پارامترهای بهینه ایجاد می گردد. نتایج تجربی نشان می دهند که (GA- SVR) نسبت به SVR سنتی عملکرد بهتری را در معیارهای ریشه میانگین مجذور خطا (RMSE) و میانگین مجذور خطا (MSE) ارائه می دهد(لیو و همکاران[4]،۲۰۱۳). به منظور پیاده سازی این روش از نرم افزار متلب Matlab R2021b استفاده شده است. در تحقیق حاضر از ۶۰ درصد داده ها به منظور آموزش و ۴۰ درصد باقیمانده به منظور آزمون استفاده می گردد.

ساختار الگوریتم PSO

زمینه تولید و توسعه الگوریتم ازدحام ذرات، ابتدا توسط مدل Boid (Bird-oid) ایجاد شد (رینولدز[5]، ۱۹۸۷). این مدل به منظور شبیه سازی رفتار پرندگان طراحی شده است و یک منبع مستقیم از الگوریتم PSO است. این الگوریتم بر مبنای جمعیت نقاط جستجو که ذرات نام دارند، بنا شده است. این ذرات به صورت تصادفی در فضای جستجو حرکت می کنند و بهترین موقعیتی که با این ذرات حاصل شده است به عنوان تجربه اش شناخته شده در حافظه ویژه ای باقی می ماند. این تجربه سپس به بخشی یا کل جمعیت ذرات ابلاغ شده و منجر به حرکت به

[1] مفهوم :Over-fit عملکرد یادگیری بسیار خوب بوده، اما عملکرد بر روی مجموعه داده ای های دیگر (dataset) خوب نیست.
[2] radial basis function
[3] Wang, Xie, Yang, Tian
[4] Liu ,Taia, Ding, lia, Xab
[5] Reynolds

سمت بهترین نواحی که تا کنون شناسایی شده اند می شود. طراحی این ارتباط به وسیله یک شبکه اجتماعی ثابت یا تطبیقی تعیین شده و نقش اساسی در همگرایی ویژگی های الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات دارد(پارسوپولوسو همکاران[1]، ۲۰۱۰).

مدل بهینه سازی ازدحام ذرات شامل جمعیتی از افراد است که هر عضو از این جمعیت راه حل بالقوه ای در فضای جستجو نشان می دهد. این جمعیت ازدحام نامیده می شود و اعضای آن ذرات نام دارند ما می توانیم تجمع X را به عنوان مجموعه در نظر بگیریم:

$$X = [X_{11}, \dots, X_{1n}; \dots; X_{t1}, \dots, X_{tn}; X_{T1}, \dots, X_{Tn}]$$

ذرات عبارتند از $X_{t1}, X_{t2}, \dots$ و X_{tn} و $t \in \{1,2, \dots, T\}$ است.

در ابتدا m ذره در فضای جستجو به صورت تصادفی ایجاد می کنیم. در دوره tام از اجرای الگوریتم مولفه j مکان ذره iام برابر $X_{ij}(t)$ است. سرعت ذرات در اولین دوره اجرای الگوریتم برای همه ذرات برابر صفر است و$V_{ij}(t)$ مولفه j بردار سرعت ذره iام در دوره tام است. در هر دوره هر ذره بهترین تجربه را به خاطر دارد و به صورت زیر نشان می دهیم(کاروالو و لادرمیر[2]، ۲۰۰۷ :۱۷)

$$p_i(t) = \{p_{11}, \dots, p_{1n}; \dots; p_{t1}, \dots, p_{tn}; p_{T1}, \dots, p_{Tn}\}$$

بردار سرعت مسیر بعدی و فاصله از ذرات را مشخص می کند و به آنها در سرتاسر فضای جستجو اجازه می دهد که بررسی شوند. سرعت بر اساس اطلاعات بدست آمده در گام های قبلی به روز می شود. این اطلاعات در حافظه ذخیره شده اند، جایی که هر ذره می تواند بهترین موقعیتی که در طول مدت جستجو اش ملاقات کند را ذخیره کند. این مکانیزم به ذرات اجازه تبادل متقابل تجربیاتشان در جهت یافتن بهترین جواب در فضای جستجو می دهد. بنابر این، ذرات از بهترین تجربه گروهی که تا کنون حاصل شده و به صورت زیر است، اطلاع دارند.

$$g_i(t) = \{g_{11}, \dots, g_{1n}; \dots; g_{t1}, \dots, g_{tn}; g_{T1}, \dots, g_{Tn}\}$$

در نسخه اولیه الگوریتم ازدحام ذرات که از طریق ابراهارت و کندی ۱۹۹۵ ارائه شد، سرعت از طریق معادله زیر به روز شد:

$$v_{ij}(t+1) = wv_{ij}(t) + c_1R_1\left(p_{ij}(t) - x_{ij}(t)\right) + c_2R_2\left(g_{ij}(t) - x_{ij}(t)\right)$$

$$i = 1, \dots, N \text{ و } j = 1, .., n$$

که w همان ضریب اینرسی نام دارد که مقدار بزرگتر این ضریب، نوسانات حرکتی ذره را بیشتر کرده و الگوریتم به جاهای مختلف سر می زند و مقدار کوچکتر آن سرعت همگرایی بالاتر می برد. مطابق با تجربه این مقدار بین ۰.۴ و ۰.۹ انتخاب شده است. R_1و R_2 متغیرهای تصادفی بین $[0,1]$ نشان می دهد. c_1ضریب یادگیری فردی وc_2 ضریب یادگیری گروهی هستند که تاثیر اطلاعات محلی و کلی را تعدیل می کنند. معمولا $c_2 = c_1 = 2$ بنابراین، موقعیت ذره i در تکرار بعدی از طریق فرمول زیر محاسبه می شود:

1 Parsopoulos, et al.
2 Carvalho & Ludermir

$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + v_{ij}(t+1) \quad i = 1, \dots, N \;\; j = 1, \dots, n$$

ذرات در هر تکرار بعد از اینکه بهترین موقعیت ها به روز شد، ارزیابی می شوند. بنابراین بهترین موقعیت جدید x_{ij} در تکرار t+1 به صورت زیر فرمول بندی می شود:

$$p_i(t+1) = \begin{cases} x_i(t+1) & \text{if } f(x_i(t+1) \geq f(p_i(t)) \\ p_i(t) & \text{otherwise} \end{cases}$$

هر تکرار از بهینه سازی ازدحام ذرات از طریق یافتن و به روز رسانی بهترین موقعیت های کلی، تکمیل می شود (پارسو پولوس،۲۰۱۰). مفهوم ابتدایی الگوریتم ازدحام ذرات، در شتاب هر ذره به سمت بهترین موقعیتی که ذره تجربه کرده و بهترین موقعیت در کل ذرات با شتاب موزون تصادفی در هر تکرار، نهفته است.

معرفی مدل پژوهش

بر طبق تئوری چشم انداز، تابع مطلوبیت S شکل برای زیان گریزی به صورت زیر تعریف می شود:

$$\varphi(y) = (y-u)^{\alpha}\varepsilon_{y\geq u} - \lambda(u-y)^{\beta}(1-\varepsilon_{y\geq u})$$

که

$$\varepsilon_{y\geq u} = \begin{cases} 1 & y \geq u \\ 0 & y < u \end{cases}$$

Y نرخ بازده پرتفوی و $u\epsilon R$ به عنوان نقطه مرجع است که سود ها و زیان هارا مشخص می کند. u برابر نرخ بازده بدون ریسک است که معمولاً نرخ سپرده بانکی است. با شرایط سرمایه گذاری چند دوره ای، فرض می شود که سرمایه گذار با ثروت اولیه w_0 به بازار مالی وارد می شود و این ثروت را به n دارایی ریسکی و بدون ریسک تخصیص می دهد. کل افق سرمایه گذاری شامل T دوره است و پرتفوی در هر دوره تعدیل می شود. w_t ثروت در ابتدای دوره t است و x_{it} وزن دارایی i در tامین دوره بعد از تعدیل پرتفوی است. $\Delta x_{i,t}$ وزن دارایی iدر tامین دوره است که $\Delta x_{i,t} > 0$ ($\Delta x_{i,t} < 0$) نشان دهنده عملیات خرید (فروش) است. $k_{i,t}$ هزینه معاملات در زمان خرید یا فروش سهم i در دوره tام است. بنابراین نرخ بازده خالص مورد انتظار پرتفوی، با حذف هزینه معاملات از طریق فرمول زیر محاسبه می گردد:

$$y_t = \sum_{i=1}^{n} r_{it}x_{it} - \sum_{i=1}^{n} k_{it}\Delta x_{i,t}$$

با فرض اینکه λ_t و u_t به ترتیب ضریب زیان گریزی و نقطه مرجع در tامین دوره باشد، بنابراین تابع زیان گریزی در tامین دوره به صورت زیر نوشته می شود:

$$\varphi(y_t) = (y_t - u_t)^{\alpha}\varepsilon_{y_t\geq u_t} - \lambda_t(u_t - y_t)^{\beta}(1-\varepsilon_{y_t\geq u_t})$$

فورتن و هوسکاوا (۲۰۱۱) بیان می کنند که نقطه مرجع و ضریب زیان گریزی سرمایه گذاران با تغییرات زیان ها و سودهای گذشته تغییر می کنند. $0 \geq \lambda_0 \geq \lambda_t$ که λ_0 ضریب زیان گریزی اولیه سرمایه گذاران است. $0 \leq u_t \leq r_t^f$ که r_t^f نرخ بازده بدون ریسک در زمان t است. در افق سرمایه گذاری چند دوره ای،λ_0 کمترین ضریب زیان گریزی و r_t^f کوچکترین نقطه مرجع است. بنابراین تابع داینامیک ضریب زیان گریزی و نقطه مرجع به صورت زیر تعریف می شود:

$$\lambda_t = \begin{cases} \lambda_0\,, & y_t \geq y_{t-1} \\ \lambda_0 + \left(\frac{y_{t-1}}{y_t} - 1\right) & y_t < y_{t-1} \end{cases}$$

$$u_t = \begin{cases} r_t^f \left(\frac{y_{t-1}}{y_t}\right) & y_t \geq y_{t-1} \\ r_t^f & y_t < y_{t-1} \end{cases}$$

که y_t نرخ بازده پرتفوی در دوره t است. با توجه به دو معادله بالا از w_tبه عنوان جایگزین y_t استفاده می کنیم. در نتیجه تابع داینامیک ضریب زیان گریزی و نقطه مرجع اصلاح شده به صورت زیر و از ثروت w_t به عنوان جایگزین y_t استفاده می شود(لیو و همکاران، ۲۰۱۵)

$$\lambda_t{}' = \begin{cases} \lambda_0\,, & w_t \geq w_{t-1} \\ \lambda_0 + \left(\frac{w_{t-1}}{w_t} - 1\right) & w_t < w_{t-1} \end{cases}$$

$$u_t{}' = \begin{cases} r_t^f \left(\frac{w_{t-1}}{w_t}\right) & w_t \geq w_{t-1} \\ r_t^f & w_t < w_{t-1} \end{cases}$$

در نتیجه تابع مطلوبیت زیان گریزی چند دوره ای به صورت زیر نوشته می شود:

$$\sum_{t=1}^{T} \varphi(y_t) = \sum_{t=1}^{T} ((y_t - u_t{}')^{\alpha} \varepsilon_{y_t \geq u_t{}'} - \lambda_t (u_t{}' - y_t)^{\beta} (1 - \varepsilon_{y_t \geq u_t{}'}))$$

معیار ارزش در معرض خطر مشروط (CVaR) چند دوره ای

راکفلر و اوریاسو(۲۰۰۰)، معیاری به نام ارزش در معرض خطر مشروط را برای اندازه گیری ریسک ارائه دادند. بر این اساس ارزش در معرض خطرمشروط به عنوان میانگین ریسک هایی که فراتر از ارزش در معرض خطر باشند، تعریف می شود. ارزش در معرض خطر مشروط یک سنجه منسجم ریسک است. و به صورت زیر تعریف می شود:

$$\mathrm{CVaR} = \frac{1}{1-\alpha} \int_{f(x,y) \geq \mathrm{var}\alpha} f(x,y) p(y) \mathrm{d}\, y$$

X بردار وزن پرتفوی، y نرخ بازده پرتفوی و f(x, y) تابع زیان پرتفوی، p(y) تابع چگالی y و α سطح اطمینان است. بنابراین تابع ارزش در معرض خطر مشروط چند دوره ایی به صورت زیر نوشته می شود. نمادها در این تابع عبارتند از : X=$(x_1, \dots, x_t, \dots, x_T)$ بردار دنباله ای وزن در زمان t، η_t ارزش $VaR_\alpha(t)$ در سطح اطمینان α و $\eta = (\eta_1, \dots, \eta_t, \dots, \eta_T)$. بنابراین معادله به صورت زیر نوشته می شود:

$$CVaR(T) = \emptyset(X, \eta) = \sum_{t=1}^{T} \frac{1}{1-\alpha} \int_{f_t(x_t, y_t)} f_t(x_t, y_t) p(y) dy$$

که $f_t(x_t, y_t)$ تابع زیان پرتفوی در زمان t است. بر اساس تابع کمکی ارزش در معرض خطر مشروط، معادله بالا به صورت زیر نوشته می شود (بساک و شاپیرو[1]،۲۰۰۱):

$$CVaR(T) = \sum_{t=1}^{T} (\eta_t + \frac{1}{(1-\alpha)q} \sum_{j=1}^{q} (f_t(x_t, y_t^j) - \eta_t)^+)$$

که تابع زیان در زمان t ، $f_t(x_t, y_t^j)$ =-$x'_t r^j_t$ و r^j_t به عنوان jامین بردار نرخ بازده است که در زمان t رخ داده است. عناصر آن نرخ بازده هر دارایی r_{it} و$\{1,2, \dots, q\} \epsilon$ j . بنابراین رابطه بالا به صورت $h_{jt} = (-x'_t r^j_t - \eta_t)^+$ زیر نوشته می شود:

$$CVaR_\alpha(T) = \sum_{t=1}^{T} (\eta_t + \frac{1}{(1-\alpha)q} \sum_{j=1}^{q} h_{jt})$$

که $h_{jt} \geq -x'_t r^j_t - \eta_t$ و $h_{jt} \geq 0$. با ایجاد انواع q از نرخ بازده ممکن $r^j_t (j=1,2,\dots,q)$ در tامین دوره رفتار سهام شبیه سازی می شود. q سناریو برای آینده پرتفوی در هر سال در نظر گرفته شده است. به منظور تولید این q سناریو برای سه سهم ریسکی، تابع چگالی احتمال نرخ بازده همزمان این سه سهم را برابر توزیع نرمال چند متغیره با میانگین μ و کواریانس Σ در نظر می گیریم. با این روش، رفتار آتی سه سهم ریسکی برای سه دوره پیش رو در هر سال شبیه سازی می گردد. با ثابت نگه داشتن هر سناریو مدل حل می گردد.

بدون از دست دادن کلیت، فرض کل فرایند سرمایه گذاری بصورت خود تأمین است و سرمایه گذار مجاز به اضافه کردن و یا برداشت در طول مدت سرمایه گذاری نیست. مشابه با لیو و ژانگ(۲۰۱۵)، به طور کلی، هزینه معاملات دارایی بدون ریسک ارزش برابر دارند، در نتیجه هزینه معاملات صفر است$\Delta x_{i,t}$ تعدیل ارزش (به نسبت کل وجوه) سرمایه گذاری در دارایی ریسکی در t امین دوره است. $k_{i,t}$: هزینه معاملات دارایی ریسکی در t امین دوره است. که برابر با ۴٪ در نظر گرفته شده است. بر اساس مباحث بالا، محدودیت خود تأمینی به صورت زیر نوشته می شود:

$$\sum_{i=0}^{n} \Delta x_{i,t} + \sum_{i=1}^{n} k_{i,t} |\Delta x_{i,t}| = 0 , \qquad t = 1, \dots, T$$

[1] Basak and Shapiro,

مطابق با دوپاکوبا و کوپا[1](۲۰۱۴)، محدودیت فروش استقراضی در مدل، به این معنی است که ارزش تعدیل شده دارایی یک ارزش غیر منفی است. بنابراین محدودیت فروش استقراضی به صورت زیر مطرح می شود:

$$M\{x_{i,t} < 0\} = 0 \quad i = 0,1,\dots,n \ , t = 1,\dots,T$$

در دنیای واقعی سرمایه گذاران ممکن است که سهم سرمایه گذاری بالا و پایین برای هر دارایی تعیین کنند. بنابراین محدودیت سهم به صورت زیر است:

$$l_i \le \frac{(x_{i,t})}{(\sum_{i=0}^{n} x_{i,t})} \le u_i$$

که l_i و u_i محدودیت بالاتر و پایین تر در سهم سرمایه گذاری برای دارایی i ام است.

در نتیجه فرمول مدل به صورت زیر نوشته می شود:

فرض می کنیم که هدف سرمایه گذار، حداکثر سازی مطلوبیت زیان گریزی و حداقل سازی زیان مفرط در کل دوره سرمایه گذاریT است. او همچنین محدودیت خود تامینی، محدودیت فروش استقراضی و محدودیت سهم سرمایه گذاری بالا و پایین را در نظر دارد. در نتیجه مدل می تواند به صورت مدل چند دوره ای زیر نوشته شود:

$$\begin{cases} \max U_T = \sum_{t=1}^{T} u(y_t) \\ \min CVaR_\alpha(T) = \sum_{t=1}^{T} (\eta_t + \frac{1}{(1-\alpha)q} \sum_{j=1}^{q} h_{jt}) \\ s.t.\ h_{jt} \ge -x'_t r^j{}_t - \eta_t \\ h_{jt} \ge 0 \\ x_{it} = \frac{1 + r_{(t-1)i}}{1 + \sum_{i=1}^{n} r_{(t-1)i} x_{(t-1)i}} x_{(t-1)i} + \Delta x_{i,t} \\ w_{(t+1)} = w_{(t)}(1 + y_t) \\ \sum_{i=1}^{n} x_{it} = 1 \\ \sum_{i=0}^{n} \Delta x_{i,t} + \sum_{i=1}^{n} k_{i,t} |\Delta x_{i,t}| = 0 \\ M\{x_{i,t} < 0\} = 0 \\ l_i \le \frac{(x_{i,t})}{(\sum_{i=0}^{n} x_{i,t})} \le u_i \end{cases}$$

مدل M-CVaR

مدل الگو در واقع همان مدل تعدیل شده میانگین- واریانس مارکویتز است که معیار CVaR را دارد. بنابراین ما این مدل را به منظور بررسی و مقایسه نتایج مدل چشم انداز استفاده می کنیم. که تابع هدف آن بر حداکثر سازی بازده سهام است و حداقل سازی ریسک است. تنها تفاوت این مدل با مدل بالا در این است که هدف به صورت زیر تعریف می شود:

[1] Dupačová and Kopa

$$\max V_T = \sum_{t=1}^{T} y_t \qquad (۱۷)$$

به جهت حل مسائل بهینه سازی مقید[1]، روش های متنوعی وجود دارند، که یکی از این روش ها استفاده از تابع جریمه[2] است. این روش یک مساله بهینه سازی مقید را با مجموعه ای از مسائل بدون قید جایگزین می کند. در این روش اجازه تخطی از قید های مساله به جواب های بهینه پیشنهادی داده می شود، اما هر جواب به میزان تخطی باید جریمه ای را پرداخت نماید. این جریمه، در قالب بدتر کردن کیفیت پاسخ، با دستکاری تابع هدف، پیاده سازی می گردد. به عنوان مثال در مساله بیشینه سازی، تابع جریمه منجر به کاهش مقدار تابع هدف و بدتر شدن جواب می شود. توابع جریمه جمع شونده و ضرب شونده از انواع توابع جریمه هستند.

فرض می کنیم که مساله مقید زیر را می خواهیم حل کنیم:

$$\min f(x)$$
$$c_i(x) \geq 0$$

این مساله می تواند به عنوان مجموعه ای از مساله های مقید کمینه ساز حل شود:

$$\min \emptyset_k(x) = f(x) + \sigma_k \sum_{i \in I} g(c_i(x))$$

در معادله بالا $g(c_i(x))$ یک تابع جریمه است که در آن σ_k ضریب های جریمه هستند. در هر تکرار k از روش، ضریب جریمه را بالا می بریم، مساله بدون قید را حل می کنیم و جواب را به عنوان حدس اولیه برای تکرار بعدی به کار می گیریم. راه حل های مسائل بدون قید بعدی سرانجام به راه حل مساله مقید اصلی منجر می شود.

تجزیه و تحلیل داده ها

شبیه سازی داده های دوره برون نمونه

به منظور ارزیابی دقت پیش بینی از شاخص های جذر میانگین مربعات خطا (RMSE)[3]، میانگین مربعات خطا (MSE)[4] استفاده شده است.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_t - y_t)^2}$$

$$\text{MSE} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_t - y_t)^2$$

پارامتر n تعداد کل مشاهدات در دوره پیش بینی است. $\hat{y}_t$ و y_t به ترتیب مقدار پیش بینی شده در زمان t ومقدار واقعی در زمان t را نشان می دهند. کمتر بودن معیارهای خطا بیانگر این نکته است که مقادیر پیش بینی شده توسط این مدل ها به مقادیر واقعی نزدیکتر بوده و همچنین نشان دهنده قدرت بالاتر مدل در پیش بینی است.

[1] Constrained Optimization
[2] Penalty Function
3 Root Mean Squared Error
4 Mean Squared Error

جدول۱: مقادیر بهینه پارامترهای مدل SVR با استفاده از الگوریتم GA

پارامترها/سهام	C	ε	σ
خودرو	۵۷۰.۶۱۷	۰.۰۳۴۴۵۹	۰.۵۳۹۶۵
شپنا	۹۸۳.۹۲۷	۱۶E-۲.۲۲۰۴۵	۰.۰۴۳۰۰
فولاد	۹۸۸.۹۱۴	۱۶E-۲.۲۲۰۴۵	۰.۰۱۶۲۲

جدول۲: معیارهای دقت در داده های آموزشی و تست مدلGA- SVR

پارامترها/سهام	R^2	RMSE	MSE
خودرو	۰.۹۷۹۴۴۴	۰.۰۳۱۸۹۲	۰.۰۰۱۰۱
شپنا	۱	۱۴E-۵.۲۶۵۲۸	۲۷E-۲.۷۷۲۳۲
فولاد	۱	۱۴E-۴.۶۰۹۱۸	۲۷E-۲.۱۲۴۴۶

همانطور که در جدول ۲ مشخص است، خطای مجذور میانگین و خطای مجذور میانگین ریشه ای برای هر سه نماد پیش بینی شده بسیار ناچیز برآورد شده و ضریب تعیین مقادیر یک یا بسیار نزدیک به یک برآورد شده است که نشان از دقت بسیار بالای مدل در پیش بینی داده های برون نمونه دارد.

آمار توصیفی مربوط به داده ها پیش بینی شده دروه برون نمونه و شاخص

به عنوان نمونه آمار توصیفی مربوط به سال اول در جدول پایین آورده شده است.

جدول۳. آمار توصیفی مربوط به بازده سهام پیش بینی شده و شاخص ۳۰ شرکت بزرگتر (سال۹۵)

آمار توصیفی	خودرو	شپنا	فولاد	شاخص
میانگین	-۰.۰۱۸۳۷	-۰.۰۱۵۴۱	-۰.۰۰۱۷۲	-۰.۰۰۸۴۲
میانه	۰.۰۰۰۵۰۸	-۰.۰۲۰۳۷	-۰.۰۰۶۹۳	-۰.۰۱۰۲۸
ماکسیمم	۰.۰۷۹۴۳۱	۰.۰۸۴۳۷۱	۰.۰۹۷۲۲۲	۰.۰۴۶۴۹
مینیمم	-۰.۲۲۶۳۷	-۰.۱۰۴۹۶	-۰.۱۱۴۵۳	-۰.۰۵۹۲
انحراف معیار	۰.۰۸۰۷۴۹	۰.۰۶۱۴۶۶	۰.۰۶۶۸۴۳	۰.۰۳۶۵
چولگی	-۱.۵۸۰۴۴	۰.۱۹۴۱۶۹	-۰.۴۴۲۲۶	۰.۰۴۶۱۹
کشیدگی	۳.۵۰۲۳۴۸	-۱.۰۰۳۷۸	-۰.۴۷۱۱۱	-۱.۳۱۴۳
تعداد	۱۲	۱۲	۱۲	۱۲

بازده ماهانه و ماتریس کواریانس سه سهم ریسکی در سال اول به ترتیب عبارت است از :

$$\mu = [-0.01837, -0.01541, -0.00172]$$
$$\sum = \begin{bmatrix} 0.006 & 0.002 & -0.00007 \\ 0.002 & 0.003 & 0.002 \\ -0.00007 & 0.002 & 0.004 \end{bmatrix}$$

۲۰۰ سناریو برای آینده پرتفوی در هر سال در نظر گرفته شده است. به منظور تولید این ۲۰۰ سناریو برای سه سهم ریسکی، تابع چگالی احتمال نرخ بازده همزمان این سه سهم را برابر توزیع نرمال چند متغیره با میانگین μ و کواریانس Σ در نظر می گیریم. با این روش، رفتار آتی سه سهم ریسکی برای سه دوره پیش رو در هر سال شبیه سازی گردیده است. با ثابت نگه داشتن هر سناریو مدل حل می گردد.

نتایج پیاده سازی مدل ها با استفاده از الگوریتم PSO

وزن دارایی ها

به منظور انتقال قید ها به تابع هدف از روش ضریب جریمه استفاده شده است. مجموعه سناریوها طراحی شده است. تعداد تکرار و تعداد ذرات به ترتیب ۲۰۰ و ۴۰ است. ضریب یادگیری فردی و گروهی برابر ۲ است.

جدول۴: وزن های بهینه برای دو مدل PT(1) و *M-CVaR*

سال	دارایی ها	مدل *PT(1)* $u_0 = 0.1$ و $\lambda_0 = 2.25$			مدل *M-CVaR*		
		$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$	$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$
۱۳۹۵	خودرو	۰.۰۵۸	۰.۰۷۲	۰.۰۹۴	۰.۰۶۶	۰.۱۰۶	۰.۱۳۴
	شپنا	۰.۰۸۳	۰.۰۹۵	۰.۱۰۲	۰.۱۱۳	۰.۱۴۲	۰.۱۶۱
	فولاد	۰.۱۲۴	۰.۱۴۷	.۰.۱۶۱	۰.۱۳۱	۰.۱۵۱	۰.۱۳۵
	دارایی بدون ریسک	۰.۷۳۵	۰.۶۸۶	۰.۶۴۳	۰.۶۹۰	۰.۶۰۱	۰.۵۷
۱۳۹۶	خودرو	۰.۱۵۷	۰.۱۶۱	۰.۱۵۴	۰.۱۱۶	۰.۱۳۴	۰.۱۴۷
	شپنا	۰.۱۲۳	۰.۱۳۲	۰.۱۲۵	۰.۱۰۵	۰.۱۱۶	۰.۱۱۷
	فولاد	۰.۰۹۲	۰.۱۱۳	۰.۱۴۱	۰.۱۵۴	۰.۲۵۲	۰.۳۱۳
	دارایی بدون ریسک	۰.۶۲۸	۰.۵۹۴	۰.۵۸	۰.۶۲۵	۰.۴۹۸	۰.۴۲۳
۱۳۹۷	خودرو	۰.۰۵۸	۰.۰۷۷	۰.۱۴۱	۰.۱۳۶	۰.۱۶۰	۰.۱۷۱
	شپنا	۰.۲۷۶	۰.۳۲۷	۰.۲۷۱	۰.۲۱۳	۰.۲۳۷	۰.۲۷۰
	فولاد	۰.۱۳۴	۰.۱۰۸	۰.۱۴۵	۰.۱۵۰	۰.۲۵۷	۰.۲۸۶
	دارایی بدون ریسک	۰.۵۳۲	۰.۴۸۸	۰.۴۴۳	۰.۵۰۱	۰.۳۴۶	۰.۲۷۳
۱۳۹۸	خودرو	۰.۲۶۹	۰.۵۰۱	۰.۵۱۵	۰.۲۷۷	۰.۳۵۰	۰.۳۸۲
	شپنا	۰.۰۸۸	۰.۰۸۱	۰.۱۰۸۵	۰.۱۲۲	۰.۱۵۳	۰.۲۳۹
	فولاد	۰.۱۶۱	۰.۱۰۳	۰.۱۳۹۵	۰.۲۲۷	۰.۲۳۲	۰.۲۵۱
	دارایی بدون ریسک	۰.۴۸۲	۰.۳۱۵	۰.۲۳۷	۰.۳۷۴	۰.۲۶۵	۰.۱۲۸

در جدول شماره ۴ میانگین وزن پرتفوی بهینه دوره سرمایه گذاری خارج از نمونه در هر دو مدل چشم انداز و میانگین- ارزش در معرض خطر مشروط برآورد گردیده است. همانطور که نتایج نشان می دهد با افزایش آستانه ریسک (ω)، وزن دارایی بدون ریسک کاهش می یابد. در مقادیر مشابه، برای ω ، نتایج نشان می دهد تخصیص دارایی در مدل چشم انداز متمرکزتر است. بر اساس نتایج جدول ۴، سرمایه گذاران زیان گریز به ویژه در شرایط نزولی بازار تمایل بیشتری به تمرکز ثروتشان دارند.

ثروت نهایی و نسبت شارپ

معیار شارپ از تقسیم میانگین ثروت نهایی بهینه به عنوان بازدهی بر میانگین مجموع ارزش در معرض خطر مشروط بدست آمده است. در جدول شماره ۵ میانگین وزن پرتفوی بهینه دوره سرمایه گذاری خارج از نمونه در هر دو مدل چشم انداز و میانگین- ارزش در معرض خطر مشروط برآورد گردیده است. همانطور که نتایج نشان می دهد با افزایش آستانه ریسک (ω)، وزن دارایی بدون ریسک کاهش می یابد. در مقادیر ω مشابه، در مقایسه مدل چشم انداز و M-CVaR تخصیص دارایی در مدل چشم انداز متمرکزتر است.

جدول۵: ثروت نهایی بهینه و نسبت شارپ برای دو مدل PT(1) و *M-CVaR*

سال	دارایی ها	مدل *PT(1)* $u_0 = 0.1$ و $\lambda_0 = 2.25$			مدل *M-CVaR*			شاخص ۳۰ شرکت بزرگتر
		$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$	$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$	
۱۳۹۵	ثروت نهایی	۱.۰۲۶	۱.۰۲۰	۱.۰۱۵	۱.۰۲۲	۱.۰۱۸	۱.۰۱۶	۰.۹۵۳
	نسبت شارپ	۰.۲۷۶	۰.۱۷۹	۰.۱۵۵	۰.۱۸۱	۰.۰۶۴	۰.۰۲۱	-۰.۳۴۰۶
۱۳۹۶	ثروت نهایی	۱.۱۱۳	۱.۱۲۰	۱.۱۲۹	۱.۰۹۲	۱.۱۱۰	۱.۱۱۹	۱.۲۸۱
	نسبت شارپ	۳.۴۲۶	۳.۸۰۱	۴.۰۲۵	۲.۴۸۱	۲.۷۵۳	۳.۰۸۲	۲.۰۰۳
۱۳۹۷	ثروت نهایی	۱.۰۷۴	۱.۰۸۳	۱.۰۸۹	۱.۱۱۹	۱.۲۳۸	۱.۶۴۵	۱.۵۹۶
	نسبت شارپ	۳.۸۰۱	۴.۹۳۱	۵.۲۸۶	۳.۴۹۰	۴.۰۶۱	۵.۱۰۳	۱.۴۵۵
۱۳۹۸	ثروت نهایی	۱.۱۶۹	۱.۳۱۳	۱.۴۱۲	۱.۹۰۸	۲.۰۰۲	۲.۲۱۸	۱.۷۵۳
	نسبت شارپ	۵.۹۰۳	۶.۰۱۴	۶.۷۱۸	۴.۹۷۴	۵.۳۴۶	.۵.۸۲۳	۵.۳۶۸

جدول بالا نشان دهنده میانگین ثروت نهایی بهینه و نسبت شارپ برای هر دو مدل و شاخص است. در سال های ۹۷ و ۹۸ ثروت نهایی شاخص بیشترین مقدار را دارد و این نتیجه نشان می دهد که بازار در شرایط صعودی قرار داشته است. با در نظر گرفتن مقادیر مشابه ω ، ثروت نهایی برای مدل چشم انداز کمتر از مدل میانگین- ارزش در معرض خطر مشروط و شاخص است در حالی که نسبت شارپ بالاتری نسبت به دو مدل دیگر دارد. در سال ۹۶ بازار سهام دوره صعود و سقوطی را تجربه کرده است و در نتیجه مقدار ثروت نهایی شاخص مقداری بالاتر از یک است. با در نظر گرفتنω مشابه، ثروت نهایی و نسبت شارپ مدل چشم انداز نسبت به مدل کلاسیک و شاخص بالاتر است. در سال ۱۳۹۵ ثروت نهایی شاخص کمتر از یک است، که نشان می دهد بازار سهام در این

سال نزولی بوده است. با در نظر گرفتنω مشابه، ثروت نهایی و نسبت شارپ مدل چشم انداز بالاتر از دو مدل دیگر است.

بررسی دقت نتایج

به منظور بررسی استحکام مدل ارائه شده، با تغییر ضریب زیان گریزی اولیه و نقطه مرجع اولیه نتایج را در جدول بالا برآورد کرده ایم. نتایج نشان می دهد که در مقادیر مختلف ω، میل به تغییر در وزن های پرتفوی بهینه در مدل چشم انداز ۲ و ۳ مشابه مدل چشم انداز۱ است.

جدول۵: وزن های بهینه برای دو مدل PT(2) وPT(3)

سال	دارایی ها	مدل PT(2) $u_0 = 0.1$ و$\lambda_0 = 3.25$			مدل PT(3) $u_0 = 0.05$ و$\lambda_0 = 2.25$		
		$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$	$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$
۱۳۹۵	خودرو	۰.۰۷	۰.۰۴۴	۰.۰۵۷	۰.۱۲۸	۰.۱۱۱	۰.۰۹۴
	شپنا	۰.۰۹۱	۰.۱۶۴	۰.۱۸۵	۰.۰۹۴	۰.۱۳۱	۰.۱۷۴
	فولاد	۰.۱۲۴	۰.۲۳۹	۰.۲۴۱	۰.۱۶۷	۰.۲۱۸	۰.۲۵۹
	دارایی بدون ریسک	۰.۷۱۵	۰.۵۵۳	۰.۵۱۷	۰.۶۱۱	۰.۵۴۰	۰.۴۷۳
۱۳۹۶	خودرو	۰.۱۶۷	۰.۲۲۸	۰.۲۰۹	۰.۱۸۲	۰.۲۲۴	۰.۲۸۳
	شپنا	۰.۱۴۹	۰.۱۵۵	۰.۲۰۳	۰.۱۲۶	۰.۱۵۴	۰.۱۶۳
	فولاد	۰.۰۵۷	۰.۱۰۱	۰.۱۴۲	۰.۱۲۲	۰.۱۶۴	۰.۱۸۳
	دارایی بدون ریسک	۰.۶۲۷	۰.۵۱۶	۰.۴۴۶	۰.۵۷۰	۰.۴۵۸	۰.۳۷۱
۱۳۹۷	خودرو	۰.۱۱۷	۰.۱۳۶	۰.۱۶۱	۰.۱۷۲	۰.۱۹۶	۰.۲۴۴
	شپنا	۰.۱۸۳	۰.۲۲۷	۰.۲۳۱	۰.۲۴۰	۰.۲۵۷	۰.۲۷۷
	فولاد	۰.۱۴۲	۰.۱۵۰	۰.۱۶۴	۰.۱۷۲	۰.۱۹۳	۰.۱۹۸
	دارایی بدون ریسک	۰.۵۵۸	۰.۴۸۷	۰.۴۴۴	۰.۴۱۶	۰.۳۵۴	۰.۲۸۱
۱۳۹۸	خودرو	۰.۱۹۹	۰.۲۰۵	۰.۲۴۱	۰.۲۲۹	۰.۲۷۷	۰.۲۸۷
	شپنا	۰.۱۱۷	۰.۱۸۹	۰.۱۹۰	۰.۱۲۹	۰.۱۳۲	۰.۱۶۱
	فولاد	۰.۲۴۰	۰.۲۴۴	۰.۲۸۱	۰.۲۹۱	۰.۳۲۷	۰.۳۸۳
	دارایی بدون ریسک	۰.۴۴۴	۰.۳۶۲	۰.۲۸۸	۰.۳۵۱	۰.۲۶۴	۰.۱۶۹

جدول۶: ثروت نهایی بهینه و نسبت شارپ برای دو مدل PT(2) و PT(3)

سال	دارایی ها	مدل PT(2) $u_0 = 0.1$ و$\lambda_0 = 3.25$			مدل PT(3) $u_0 = 0.05$ و$\lambda_0 = 2.25$		
		$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$	$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$
۱۳۹۵	ثروت نهایی	۱.۵۳	۱.۴۷	۱.۳۹	۱.۱۹	۱.۱۰	۱.۰۷
	نسبت شارپ	۰.۳۸۵	۰.۱۹۳	۰.۱۶۷	۰.۲۸۱	۰.۱۸۷	۰.۱۶۱

سال	دارایی ها	مدل PT(2) $u_0 = 0.1$ و $\lambda_0 = 3.25$			مدل PT(3) $u_0 = 0.05$ و $\lambda_0 = 2.25$		
		$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$	$\omega = 0.3$	$\omega = 0.5$	$\omega = 0.7$
۱۳۹۶	ثروت نهایی	۱.۱۲۷	۱.۱۴۸	۱.۱۴۹	۱.۱۳۱	۱.۱۶۳	۱.۱۸۴
	نسبت شارپ	۳.۵۷۱	۳.۸۸۵	۴.۰۴۵	۳.۶۴۱	۳.۹۸۵	۴.۱۰۲
۱۳۹۷	ثروت نهایی	۱.۱۳۲	۱.۱۵۰	۱.۱۵۳	۱.۱۴۲	۱.۱۵۶	۱.۱۶۲
	نسبت شارپ	۳.۹۰۸	۴.۹۵۶	۵.۲۹۸	۳.۹۱۰	۴.۹۷۳	۵.۳۰۱
۱۳۹۸	ثروت نهایی	۱.۱۷۲	۱.۱۹۸	۲.۰۲	۱.۱۸۹	۲.۰۵	۲.۰۶۹
	نسبت شارپ	۵.۹۰۹	۶.۱۰۴	۶.۱۱۰	۶.۰۰۱	۶.۱۱۹	۶.۱۲۰

نتایج جدول بالا نشان می دهد که در مقادیر مشابه ω، ثروت نهایی و نسبت شارپ دو مدل چشم انداز ۲و ۳ همچنان بالاتر از مقادیر مرتبط با شاخص و مدل M-CVaR است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

در صورت اهمیت دادن به مباحث روانشناسی و ریسک در انتخاب سرمایه گذاری، دو مبحث مدیریت ریسک و مالی-رفتاری در انتخاب سبد سهام باید مورد توجه قرار گیرد. یکی از مباحث مهم که کمتر مورد توجه قرار گرفته، بررسی تاثیر ویژگی های مختلف روانشناسی در مبحث مالی رفتاری از جمله زیان گریزی، ابهام گریزی و... بر رفتارهای انتخاب سرمایه گذاری در مقایسه با مدل های کلاسیک انتخاب عقلایی سرمایه گذاری است. تحقیقات زیادی نشان می دهد که رفتار سرمایه گذاری سرمایه گذاران غیر عقلایی است و از تئوری مطلوبت مورد انتظار پیروی نمی کند. تا آنجا که تورسکی و کانمن (۱۹۷۹)، رفتار سرمایه گذاران را از منظر اقتصادهای رفتاری بررسی و تئوری چشم انداز را ارائه نمودند. مطابق با این تئوری تابع مطلوبیت S شکل جایگزین تابع مطلوبت مقعر کلاسیک است. هسته اصلی تئوری چشم انداز این است که سرمایه گذران رفتار زیان گریزی دارند، این رفتار نگرش های نامتقارن به سود ها و زیان ها را توضیح می دهد.

مطابق با تئوری چشم انداز سرمایه گذاران در منطقه سود ریسک گریز بوده و تابع مطلوبیت مقعر دارند و در منطقه زیان ریسک پذیر بوده و تابع مطلوبیت محدب است. ولی گومز (۲۰۰۵)، به صورت تجربی نشان می دهد که سرمایه گذاران زیان گریز، در منطقه سود همواره ریسک گریزند اما در مقابله با زیان های خیلی بزرگ، همواره ریسک پذیری نشان نمی دهند. در نتیجه سرمایه گذارانی که به دنبال حداکثر سازی مطلوبیت زیان گریزی اند، از زیان های مفرط جلوگیری می کنند و رفتار های ریسک گریزی از خود نشان می دهند. بنابر این بین مطلوبیت و ریسک رابطه وجود دارد و ضروری است که ریسک در محدوده مطمعن نگه داشته شود و از زیان های مفرط جلوگیری گردد.

در این تحقیق حداکثر کردن مطلوبیت مورد انتظار مبتنی بر تئوری چشم انداز و همزمان نگرش ها نسبت به ریسک در نظر گرفته شده است. تحقیق گومز (۲۰۰۵) نشان می دهد که سرمایه گذاران زیان گریز در برابر زیان های بزرگ و مفرط دوباره ریسک گریز می شوند. بنابراین محدود کردن ریسک به منظور پیشگیری از زیان های مفرط

ضروری است. با توجه به مباحث عنوان شده، مدل چشم انداز چند دوره ای با هدف حداکثر سازی مطلوبیت چند دوره ای و محدود کردن ریسک سرمایه گذاری، به منظور جلوگیری از زیان های مفرط ارائه و آزمون گردیده است. ارزش در معرض خطر مشروط به عنوان محدودیت در مدل اضافه گردید و الگوریتم ازدحام ذرات برای حل مدل به کار برده شده است. با استفاده از داده های بورس اوراق بهادار تهران به صورت تجربی عملکرد مدل مذکور و مدل میانگین-ارزش در معرض خطر مشروط چند دوره ای با توجه به وضعیت شاخص ۳۰ شرکت بزرگتر بررسی شده است. نتایج نشان می دهد سرمایه گذاران زیان گریز در مقایسه با سرمایه گذاران عقلایی، تمایل دارند ثروت شان به دارایی های کمتری تخصیص دهند. سرمایه گذران عقلایی محافظه کار بوده و میل به تنوع بخشی در دارایی ها به منظور تقسیم ریسک دارند. با افزایش درجه ریسک گریزی، وزن دارایی بدون ریسک بیشتر می شود. در سال های ۹۵ و ۹۶ با توجه به منفی بودن بازده دارایی های ریسکی در اغلب اوقات، در مقادیر کمتر ω یا همان درجه ریسک گریزی بیشتر، سرمایه گذاران زیان گریز به جهت افزایش ثروت و جلوگیری از زیان، سرمایه گذاران بیشتر ثروتشان را در دارایی بدون ریسک سرمایه گذاری نموده اند. این موضوع منجر به بیشتر بودن ثروت نهایی و نسبت شارپ بهینه سرمایه گذاران زیان گریز نسبت به سرمایه گذارن عقلایی گردیده است. با کاهش ω در سالهای ۹۷ و ۹۸ که بازار صعودی بوده است، ثروت نهایی و نسبت شارپ بهینه نیز کاهش می یابند. در سال ۹۵ که بازار نزولی است، با افزایش ω، ثروت نهایی بهینه و نسبت شارپ کاهش می یابند. این موضوع تاثیر ارزش در معرض خطر مشروط به ویژه در بازار نزولی، بر عملکرد سرمایه گذاران زیان گریز را نشان می دهد. سرمایه گذاران زیان گریز با محدودیت ارزش در معرض خطر مشروط، به دلیل جلوگیری از زیان های مفرط، تمایل به تخصیص بیشتر ثروتشان در دارایی با ریسک کمتر دارند. در این شرایط سرمایه گذاران زیان گریز با درجه ریسک گریزی بیشتر، می توانند از زیان های بزرگ جلوگیری کنند و ثروت نهایی بهینه و نسبت شارپ بالاتر داشته باشند. در شرایطی که بازار صعودی است، ثروت نهایی بهینه سرمایه گذاران زیان گریز کمتر است.

با تغییر ضریب زیان گریزی و نقطه مرجع اولیه قدرت مدل نیز بررسی شد. با وجود تغییر این معیار ها، نتایج قبلی تایید گردید و تغییرات وزن ها با توجه به تغییرات ω ، در مدل های چشم انداز ۲ و ۳ مشابه مدل چشم انداز ۱ است. ثروت نهایی بهینه و نسب شارپ در مدل های چشم انداز بالاتر از مقادیر مرتبط در مدل میانگین-ارزش در معرض خطر و شاخص است و در سال های ۹۵ و ۹۶ ثروت نهایی بهینه و نسب شارپ سرمایه گذاران زیان گریز بیشتر از سرمایه گذاران عقلایی است. در سال های ۹۷ و ۹۸ که بازار صعودی است، ثروت نهایی بهینه و نسب شارپ سرمایه گذاران زیان گریز، همچنان که مورد انتظار بود، کمتر است که این نتیجه منطبق بر نتایج تحقیق فرناندز(۲۰۰۹)، جورجی(۲۰۱۰)، رودپشتی و همکاران (۱۳۹۱) و صابری و دارابی (۱۳۹۵) است.

با وجود پیچیدگی های دنیای واقعی، انجام مطالعه ای که بصورت جامع شرایط واقعی را بررسی نماید امکان پذیر نیست. بنابراین مدل ها تا حدی انتزاعی هستند. به عبارت دیگر، مدلسازی مبتنی بر فروض است که موجب ساده سازی شرایط نسبت به دنیای واقعی می گردد. از مزایای این کار رسیدن به روابط و نتایج مهم و قابل توجه و از معایب آن فاصله گرفتن از واقعیت است. از جمله این فروض در تحقیق حاضر در نظر گرفتن توزیع نرمال برای بازده دارایی های ریسکی است. در تحقیقات آتی، ارائه و بررسی مدل مذکور با استفاده از محدودیت ریزش مورد

انتظار و ریزش مورد انتظار سیستمی به عنوان جایگزین برای ارزش در معرض خطر مشروط. افق سرمایه گذاری در این تحقیق یک ساله و دوره های سرمایه گذاری چهار ماهه است. می توان این تحقیق را در افق های سرمایه گذاری کوتاه تر یا بلندتر نیز بررسی نمود.

فهرست منابع

* پور احمدی، زهرا؛ نجفی، امیر عباس(۱۳۹۴). بهینه سازی پویای سبد سرمایه گذاری با توجه به هزینه معاملات، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، صص۱۲۷-۱۴۶
* تهرانی، رضا؛ نوربخش، عسگر(۱۳۹۶). الگوی تصمیم گیری تحت شرایط ریسک در بورس اوراق بهادار تهران مبتنی بر نقطه مرجع پویا. فصلنامه علمی پژوهشی مدیریت دارایی و تامین مالی. سال پنجم، دوره دوم، صص۶۸-۵۱
* رهنمای رودپشتی،فریدون؛ هیبتی، فرشاد؛ موسوی، سیدرضا(۱۳۹۱).بررسی الگوی ریاضی انتخاب پرتفوی سرمایه گذاری مبتنی بر مالی رفتاری. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.
* زنجیردار،مجید؛ صابری، مریم؛ موسوی، سیدرضا(۱۳۹۴). تبیین عوامل رفتاری انسان در انتخاب پرتفوی بهینه در مقایسه با مالی استاندارد. چشم انداز مدیریت مالی، پاییز ۹۴، صص۷۰-۷۳.
* شیری قهی، امیر؛ دیده خانی، حسین؛ خلیلی دامغانی،کاوه؛ سعیدی، پرویز(۱۳۹۶).مطالعه تطبیقی مدل بهینه سازی پرتفوی چند دوره ای چند هدفه در محیط اعتبار فازی با معیار های متفاوت ریسک. راهبرد مدیریت مالی. صص۲۶-۱
* صادقی، ایرج.(۱۳۸۴) الگوریتم و فلوچارت، تهران، انتشارات ناقوس.
* محبی،نگین؛ نجفی،امیرعباس(۱۳۹۷). بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره ای با رویکرد برنامه ریزی پویا،فصلنامه مطالعات مدیریت صنعتی، پاییز ۱۳۹۷، صص۲۶-۱
* مصلح شیرازی، علی نقی؛ نمازی، محمد؛ محمدی، علی؛ رجبی، احمد(۱۳۹۲).تئوری چشم انداز و مدلسازی الگوی تصمیم گیری مدیران در بخش صنعت. چشم انداز مدیریت صنعتی، تابستان ۱۳۹۲. صص ۳۳-۹
* میرجعفری، زینب السادات؛ دموری، داریوش؛ احمد خانی، مسعود(۱۳۹۵). تحلیل و بررسی عوامل رفتاری موثر بر عملکرد سرمایه گذاران حقیقی فعال در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل معادلات ساختاری. کنفرانس بین المللی مدیریت، اقتصاد و حسابداری مالزی. ۲۰۱۶.
* نجفی، امیرعباس؛ موشخیان، سیامک(۱۳۹۳). مدلسازی و ارائه ی راه حل بهینه برای بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره ای با الگوریتم ژنتیک. مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار.
* همائی فر، ساغر؛ روغنیان، عماد(۱۳۹۵). به کارگیری الگوهای بهینه سازی پایدار و برنامه ریزی آرمانی در مسئله انتخاب سبد سرمایه گذاری چند دوره ای. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار. صص ۱۵۳-۱۶۷.

* هیبتی، فرشاد؛ تقوی، مهدی؛ موسوی، سیدرضا (۱۳۹۳). ارزیابی تاثیر شاخص های کلاسیک و مدرن اندازه گیری ریسک بر انتخاب پرتفوی در چارچوب تئوری مالی رفتاری، فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، سال هفتم، شماره بیست و یکم، بهار ۱۳۹۳.

* Barberis, N. Huang, M. and T. Santos(2001), "Prospect theory and asset prices," Quart. J. Econ., vol. 116, no. 1, pp. 1–53, Feb.
* Berkelaar.A, Kouwenberg.R, and Post.T(2004). "OPTIMAL PORTFOLIO CHOICE UNDER LOSS AVERSION", The Review of Economics and Statistics, November 2004, 86(4): 973–987
* Chang, M, Xu, Y, Fan, Y.(2018). " Algorithm Implementation and Research of Prospect Theory Portfolio Optimization Model " Advances in Economics, Business and Management Research, volume 68
* Carvalho, M. and Ludermir, T.B. (2007). Particle swarm optimization of neural network architectures and weights. Hybrid Intelligent Systems, 17-19 Sept. 2007.
* Cui, X. Gao J., Li, X. and D. Li, (2014)"Optimal multi-period mean–variance policy under no-shorting constraint,"Eur. J. Oper. Res., vol. 234, no. 2, pp. 459–468, Apr.
* Dupačová,J and Kopa,M(2014)." Robustness of optimal portfolios under risk and stochastic dominance constraints", European Journal of Operational Research 234(2):434–441.
* Fortin I. and Hlouskova, J. (2011)"Optimal asset allocation under linear loss aversion," J. Banking Finance, vol. 35, no. 11, pp. 2974–2990, Nov.
* Gomes, F. J. (2005)"Portfolio choice and trading volume with loss-averse investors," J. Bus., vol. 78, no. 2, pp. 675–706, Mar.
* Grishina.N, Lucas.C & Date.P(2016)." Prospect theory–based portfolio optimization: an empirical study and analysis using intelligent algorithms " Quantitative Finance, DOI: 10.1080/14697688.2016.1149611.
* He ,X. D. and Zhou, X. Y. (2011) "Portfolio choice under cumulative prospect theory: An analytical treatment," Manage. Sci., vol. 57, no. 2, pp. 315–331, Feb.
* Kahneman, D. and A. Tversky,(1979) "Prospect theory: An analysis of decision under risk," Econometrica, vol. 47, no. 2, pp. 263–291.
* Kolm, P. N, Tütüncü, R. and F. J. Fabozzi, (2014)"60 years of portfolio optimization: Practical challenges and current trends," Eur. J. Oper. Res., vol. 234, no. 2, pp. 356–371, Apr.
* Lee B. and Veld-Merkoulova, Y. (2016). "Myopic loss aversion and stock investments: An empirical study of private investors," J. Banking Finance, vol. 70, pp. 235–246, Sep.
* Levy, H. and Levy, M. (2003). "Prospect Theory and Mean-Variance Analysis", The Review of Financial Studies, Vol. 12, No. 7, pp. 1015-1071.
* Li D. and Ng, W.-L. (2000)."Optimal dynamic portfolio selection: Multiperiod mean-variance formulation," Math. Finance, vol. 10, no. 3, pp. 387–406, Jul.
* Liu, J , Jin,X , Wang,T , Yuan,Y (2015). " Robust multi-period portfolio model based on prospect theory and ALMV-PSO algorithm" journal of Expert Systems with Applications, No. of Pages 12.
* Markowitz, H. (1952) "Portfolio selection," J. Finance, vol. 7, no. 1, pp. 77–91, Mar. 1952.
* Parsopoulos,K; Vrahatis,M,(2010)," Particle Swarm Optimization and Intelligence: Advances and Applications"Science Publishing (IGI Global), Hershey, PA, U.S.A.
* Rockafellar R. T. and Uryasev, S. (2000). "Optimization of conditional valueat- risk,"J. Risk, vol. 29, no. 1, pp. 21–41
* Sharpe.w, (1963). "A simplified Model for portfolio analysis"management science,Vol9,pp.227-293.

* Üstün, B., et al.(2005) "Determination of OptimalSupport Vector Regression Parameters by Genetic Algorithms and Simplex Optimization", Analytica Chimica Acta, Vol.544, No.1, pp.292-305.
* Yao J. and Li, D. (2013) ."Prospect theory and trading patterns," J. Banking Finance, vol. 37, no. 8, pp. 2793–2805, Aug.
* Zhang, W. Liu, Y.-J. and W.-J. Xu,(2012) "A possibilistic meansemivariance-entropy model for multi-period portfolio selection with transaction costs" Eur. J. Oper. Res., vol. 222, no. 2, pp. 341–349, Oct.

Financial Economics
Vol. (12) Issue (46) Summer 2023

Relationship between risk and risk - aversion utility Based on Multi-Period prospect theory

Razieh Ahmadi
department of financial management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran,
razie.ahmadi@gmail.com

Adel Azar
Department of Management, Faculty of Management and Economics, Tarbiat Modares, , Tehran, Iran
AZARA@modares.ac.ir.

Gholamreza Zomorodian
department of financial management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
gh.zomorodian@gmail.com

Abstract
The purpose of this study is to investigate the effect of loss-aversion behavior on multi-period investment decisions. For this purpose, two models of portfolio optimization have been designed. Instead of a single-period portfolio model, a three-period model has been used. In order to bring the optimization models closer to the real world, in addition to the CVaR as one of the main constraints, the transaction cost and the lower bound and upper bound investment in each asset are also considered. two models of loss aversion and mean-CVaR optimization were solved using PSO algorithm. Also, some important criteria such as initial loss aversion coefficient and reference point are used to test the robustness of model. The results based on the optimal wealth and Sharp ratio showed that loss-averse investors tend to concentrate most of their wealth and have a better performance than rational investors. The impact of CVaR on investment performance was identified. When the market is falling, investors with higher risk aversion avoid extreme losses and obtain more gains.
Keywords: loss aversion, multi- period optimization, conditional value at risk, particle swarming opti