Journal of Financial Management Strategy
Alzahra University
Vol. 10, No. 36, Spring 2022

pp. 1-30

Research Paper

Comparison of Optimal Portfolio Performance based on Value at Risk and Upside Risk with Conventional Models[1]

Moslem Sedaghati[2] , Mohsen Mehrara[3] , Reza Tehrani[4] , Sayyed Mojtaba Mirlohi[5]

Received: 2019/12/08 Accepted: 2020/04/16

Abstract

The present study compares the performance of the optimal portfolio, based on Value at Risk and Upside Risk, with conventional models (the optimal portfolio based on the Markowitz model). This study aimed to select an optimal portfolio based on the proposed model in three scenarios: 1- potential and risk-averse 2- neutral potential and risk-averse 3- aversive potential and risk aversion investor, and compare them to the Markowitz model. So, we calculated the monthly returns of the 50 most active Tehran Stock Exchange companies over seven years of 91-97. These Four years are used to build the model and determine the efficient frontier. The value at risk is used as an undesirable risk measurement criterion, and covariance upper partial moment-CUPM is used as a desirable potential measurement. Also, this procedure was repeated for 36 months. To calculate the model's parameters Eviews11 software was used, and MATLAB software was used to solve the Markowitz quadratic programming. Likewise, GAMS software was used to solve the proposed nonlinear programming problem. And finally, SPSS software was used to test the hypotheses and compare the results of the two models with the longitudinal studies method with repeated measurements. The results show that updating the model, efficient frontier and applying the criteria of value at risk, and paying attention to investor orientations in terms of tendency to optimal potentials and risk aversion lead to optimized portfolio performance.

Keywords: Value at Risk, Upside Risk, Efficient Frontier Update, Portfolio Performance.
JEL Classification: G32, D81, G14, G11.

1. DOI: 10.22051/JFM.2020.29383.2275
2. Ph.D. Student, Department of Financial Management, Faculty of International Campus-Kish Island, Tehran University, Kish, Iran. (Corresponding Author). Email:moslemsedaghati@gmail.com.
3. Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Tehran University, Tehran, Iran. Email:mmehrara@ut.ac.ir.
4. Professor, Department of Financial Management, Faculty of Management and Accounting, Tehran University, Tehran, Iran. Email:rtehrani@ut.ac.ir.
5. Assistant Professor, Department of Management, Faculty of Industrial Engineering and Management, Shahrood University, Shahrood, Iran. Email: mirlohism@shahroodut.ac.ir.

فصلنامه راهبرد مدیریت مالی
دانشگاه الزهرا
سال دهم، شماره سی و ششم، بهار ۱۴۰۱
صفحات ۳۰-۱

مقاله پژوهشی

مقایسه کارایی پرتفوی بهینه مبتنی بر ارزش در معرض خطر و پتانسیل مطلوب با مدل های متعارف[۱]

مسلم صداقتی[۲]، محسن مهرآرا[۳]، رضا تهرانی[۴]، سید مجتبی میرلوحی[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۸

چکیده

پژوهش حاضر، ضمن انتخاب پرتفوی بهینه بر اساس مدل پیشنهادی در سه سناریوی سرمایه‌گذار پتانسیل‌پذیر و ریسک‌گریز، سرمایه‌گذار پتانسیل خنثی و ریسک‌گریز و سرمایه‌گذار پتانسیل‌گریز و ریسک‌گریز، کارایی آنها را با پرتفوی بهینه مبتنی بر مدل مارکویتز مقایسه نموده است. برای این منظور بازده ماهانه ۵۰ شرکت فعال‌تر بورس اوراق بهادار تهران طی دوره هفت ساله ۱۳۹۷-۱۳۹۱ محاسبه، از معیار ارزش در معرض خطر (سنجه ریسک نامطلوب) و کوواریانس جزء بالا (سنجه پتانسیل مطلوب) و اطلاعات چهار سال برای ساخت مدل و تعیین مرز کارا استفاده نموده است. به‌گونه‌ای که در هر دوره با توجه به بازده ماه جدید و حذف قدیمی‌ترین بازده ماهانه ساخت مدل و تعیین مرز کارا به‌روزرسانی شده و این عمل برای ۳۶ ماه داده آزمون مدل تکرار شده است. برای محاسبات آماری پارامترهای مدل از نرم افزار Eviews11، جهت حل مسئله درجه دو مدل مارکویتز از نرم افزار MATLAB، جهت حل برنامه‌ریزی غیرخطی مدل پیشنهادی از نرم افزار GAMS و به‌منظور آزمون فرضیه‌ها و مقایسه نتایج دو مدل از روش مطالعات طولی با اندازه‌گیری مکرر از نرم افزار آماری SPSS استفاده شده است. نتایج نشان داد روزآمدسازی مدل، مرز کارا و همچنین استفاده از معیار ارزش در معرض خطر و توجه به گرایش‌های سرمایه‌گذار از نظر تمایل به پتانسیل‌های مطلوب و ریسک‌گریزی منجر به بهبود کارایی پرتفوی بهینه می‌شود.

واژگان کلیدی: ارزش در معرض خطر، پتانسیل مطلوب، روزآمدسازی مرز کارا، کارایی پرتفوی

طبقه‌بندی موضوعی: *G11, G14, D81, G32*

---

۱. کد DOI مقاله: 10.22051/JFM.2020.29383.2275

۲. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی، دانشکده پردیس بین‌الملل کیش، دانشگاه تهران، کیش، ایران. (نویسنده مسئول). Email:moslemsedaghati@gmail.com

۳. استاد، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: mmehrara@ut.ac.ir

۴. استاد، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه تهران، تهران، ایران. Email: rtehrani@ut.ac.ir

۵. استادیار، گروه مدیریت، دانشکده صنایع و مدیریت، دانشگاه شاهرود، شاهرود، ایران. Email:mirlohism@shahroodut.ac.ir

مقدمه

مارکویتز[1] (۱۹۵۲ و ۱۹۵۹) اصول متنوع‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با منطق حداقل کردن ریسک سرمایه‌گذاری در سطح مشخصی از بازده را بر اساس سطوح ریسک‌پذیری سرمایه‌گذاران تبیین کرده است. حاصل پژوهش‌های وی و شارپ[2] (۱۹۶۴) به ارائه نظریه جدید سبد سرمایه‌گذاری به‌عنوان روشی برای تخصیص بهینه و مدیریت سبد، تحت شرایط عدم اطمینان منجر شد. اما، مهم‌ترین ایراد مدل مارکویتز تعداد بالای تخمین‌های مورد نیاز است که باعث شده هزینه استفاده از این مدل بالا باشد.

علی‌رغم این‌که در این نظریه، واریانس به‌عنوان مقیاس اندازه‌گیری ریسک معرفی شد. اما خود مارکویتز و نیز شارپ معتقد بودند مقیاس نیم واریانس به‌دلیل عدم محاسبه نوسانات مثبت، نسبت به واریانس معیار بهتری برای اندازه‌گیری ریسک است. لیکن به‌دلیل پیچیدگی‌های محاسباتی معیار نیم واریانس، استفاده از واریانس را ارجح دانستند (صالح‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۷).

با انتقاداتی نظیر فرض نرمال بودن توزیع نوسانات بازده و معادل بودن انحرافات مثبت و منفی که نسبت به واریانس به‌عنوان معیار اندازه‌گیری ریسک وجود داشت، نظریه‌ای با عنوان نظریه فرامدرن سبد سرمایه‌گذاری معرفی شد که رفتار سرمایه‌گذار را بر اساس رابطه بازده و نیم واریانس یا ریسک نامطلوب، یعنی نوسانات منفی بازده دارایی تبیین می‌کند. درواقع، نظریه فرامدرن سبد، ارائه یک روش جدید تخصیص دارایی است که تخصیص بهینه سبد بر اساس بازده در برابر ریسک نامطلوب را به جای بهینه‌سازی میانگین–واریانس معرفی می‌کند (رام و فرگوسن[3]، ۱۹۹۴).

بنابراین نظریه مدرن پرتفوی، تنها به مورد خاصی (حالت متقارن توزیع بازده‌ها) از فرمول موجود در نظریه پسامدرن (فرامدرن) پرتفوی تبدیل می‌شود. همچنین نظریه فرامدرن پرتفوی بر اساس رابطه بازده و ریسک نامطلوب (کاهشی یا منفی) به تبیین رفتار سرمایه‌گذار و معیار انتخاب پرتفوی بهینه می‌پردازد. اساساً هنگامی که توزیع نرخ بازدهی متقارن باشد، روش واریانس و ریسک نامطلوب هر دو جوابی صحیح به‌دست می‌دهند. درحالی که اگر توزیع بازده دارایی از نوع نرمال نباشد استفاده از روش واریانس برای محاسبه ریسک روشی مناسب نیست. در روند تکامل نظریه پرتفوی به‌دلیل وجود محدودیت‌هایی که در مفروضات اساسی مدل بهینه‌سازی مارکویتز وجود داشت، مفهوم ریسک نامطلوب و مدل میانگین–نیم واریانس ابداع شد که نقص مدل سنتی را برطرف و وابستگی به مفروضات محدودکننده را از بین می‌برد. اما این مدل نیز از نظر تئوری‌های مطلوبیت اقتصادی حرکات صعودی قیمت دارایی‌ها را درنظر نمی‌گیرد. لذا در آخرین پژوهش‌های بهینه‌سازی پرتفوی، مدل ریسک نامطلوب–پتانسیل مطلوب (Lpm-Upm)[4] ارائه شد که از نظر مطلوبیت دارای پشتوانه نظری قوی نظیر نظریه چشم‌انداز و نظریه مطلوبیت اقتصادی نیومن و موگنسترن[5] (۱۹۴۴) است. از آن‌جا که در این مدل برای محاسبه ریسک از گشتاورهای جز پایین

1. Markowitz
2. Sharp
3. Rom & Ferguson
4. Lower Partial Moment- Upper Partial Moment
5. Von Neumann & Morgenstern

و بالا استفاده می‌کند و محاسبات آن پیچیده و وقت‌گیر است، خلأ یک روش کمی مناسب‌تر برای اندازه‌گیری ریسک که قابلیت پیگیری پتانسیل مطلوب سرمایه‌گذاری را داشته و در مسائل مربوط به بهینه‌سازی پرتفلیو مورد استفاده قرار بگیرد، وجود دارد. توسعه یک معیار کمی ریسک که در عین کاربرد در مدل بهینه‌سازی مبتنی بر نظریه مطلوبیت به پتانسیل مطلوب و متغیرهای رفتاری سرمایه‌گذاران نیز توجه داشته باشد راهگشا خواهد بود. از طرفی، از بین سنجه‌های ریسک نامطلوب معیار ارزش در معرض خطر چندی است که مورد توجه پژوهشگران است. لذا در این پژوهش سعی شد ضمن معرفی معیار ریسک مبتنی بر ارزش در معرض خطر (ریسک نامطلوب) تعدیل شده با پتانسیل مطلوب و متغیرهای روان‌شناختی در بهینه‌سازی پرتفلیو در بازار سرمایه ایران در قالب مدل VaR/ UPM[1] $(\alpha؛ \beta ؛\tau)$ و مقایسه آن با کارایی مدل کلاسیک، روش‌های موجود در این زمینه بسط و توسعه داده شود و مدلی برای بهینه‌سازی پرتفوی معرفی شود که مبتنی بر حداکثرسازی نوسانات مثبت بازده بر اساس پتانسیل مطلوب فرصت‌های سرمایه‌گذاری و حداقل نمودن ریسک نامطلوبی باشد که طبق ترجیحات شخصی سرمایه‌گذار تعدیل شود.

مبانی نظری

سنجه ریسک نامطلوب به‌منظور اهداف تصمیم‌گیری در ادبیات اقتصاد مالی برای بیش از نیم قرن مورد توجه پژوهشگران از قبیل مارکویتز (۱۹۵۲)، رُی[2] (۱۹۵۲)، مائو[3] (۱۹۷۰)، باوا[4] (۱۹۷۵ و ۱۹۷۸) و ... قرار گرفته است (هارلو و رائو[5]، ۱۹۸۹). بسط مفهوم ریسک نامطلوب اولین بار توسط رُی (۱۹۵۲) انجام شد؛ وی معتقد است در اقتصاد، فاجعه زمانی رخ می‌دهد که فعالیت‌ها منجر به زیان خالص شده باشند. اگر اصل ایمنی درنظر گرفته شود و ارزش مورد انتظار بازده (ناخالص) هر اقدام ممکنه m نامیده شود؛ در این‌صورت وی معتقد است باید به دنبال حداقل کردن شانس یا ریسک فاجعه، یعنی احتمال اشتباه در پیش‌بینی (انحراف استاندارد) m بود. بنابراین، همان‌گونه که هارلو و رائو (۱۹۸۹) بیان می‌دارند در این دیدگاه، ریسک در قالب انحراف از بازده هدف تعریف می‌شود. در واقع رُی (۱۹۵۲) سطح ریسک سرمایه‌گذاری را به‌صورت سنجش احتمال سقوط ارزش سرمایه‌گذاری به پایین‌تر از سطح فاجعه تعریف می‌نماید. در ادبیات مالی و سرمایه‌گذاری، مشهورترین پژوهش در زمینه ریسک نامطلوب توسط رُی در سال ۱۹۵۲ انجام شده که به معرفی و فرمول‌بندی معیار اولویت ایمنی در سرمایه‌گذاری و ارزیابی فرصت‌های سرمایه‌گذاری منجر شد. مارکویتز (۱۹۵۹) با هدف اصلاح معیار اندازه‌گیری ریسک سرمایه‌گذاری‌ها، مدل بهینه‌سازی سبد سهام خود را برمبنای ریسک نامطلوب بنا نهاد و معیار جدیدی ارائه نمود که به‌نام نیم وردایی (نیم واریانس) شناخته می‌گردد و انحرافات بازدهی کمتر از بازده هدف را

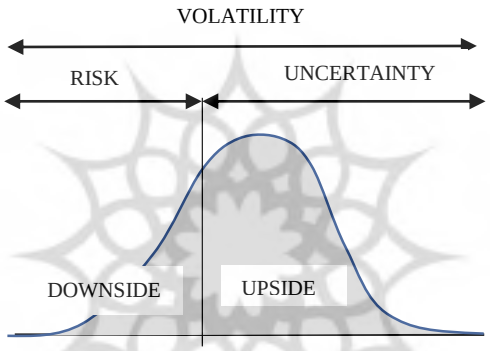
1. Value at Risk
2. Roy
3. Mao
4. Bawa
5. Harlo & Rao

اندازه‌گیری می‌کند (مارکویتز، ۱۹۵۹). مائو نیز اعتقاد داشت که نیم وردایی (نیم واریانس) معیار بسیار مطلوب‌تری نسبت به وردایی (واریانس) در ارزیابی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در فرآیند تصمیم‌گیری توسط سرمایه‌گذاران است (مائو، ۱۹۷۰). انتقاد عمده‌ای که نسبت به وردایی (واریانس) وجود داشت، فرض معادل بودن انحرافات مثبت و منفی نسبت به بازده مورد انتظار یا هدف است که بخشی به‌وسیله معیار ریسک نامطلوب برطرف شد. لیکن باوا (۱۹۷۵ و ۱۹۷۸)، باوا و لیندنبرگ[1] (۱۹۷۷) و فیشبرن[2] (۱۹۷۷) نشان دادند که گشتاور جزء پایین جانشین عمومی‌تر برای مدل سنتی میانگین –وردایی (واریانس) فراهم می‌نماید. به دلیل مفروضات بسیار ساده نظری مورد لزوم برای توجیه کاربرد این معیار و سازگاری آن با معیار غلبه تصادفی، جذابیت ریسک تصادفی را بیشتر ارتقا داده و مجموعه‌ای از فرصت‌های سرمایه‌گذاری را برای سرمایه‌گذارانی که از ریسک نامطلوب گریزان می‌باشند، مشخص می‌نماید (گروتولد و هالربک[3]، ۱۹۹۹). نقطه مقابل نیم وردایی (نیم واریانس) نامطلوب، انحرافات مثبت بازده سرمایه‌گذاری نسبت به بازده مورد انتظار یا بازده هدف (نیم وردایی (نیم واریانس) مطلوب) است که حاوی اطلاعاتی درخصوص مزیت‌های فرصت‌های سرمایه‌گذاری نسبت به یکدیگر است. این موضوع دارای نقش با اهمیتی در حوزه تصمیم‌گیری مالی و سرمایه‌گذاری است، با این حال، در معیار ریسک نامطلوب درنظر گرفته نشده است. حذف همین عامل از تجزیه‌وتحلیل سرمایه‌گذاری بزرگ‌ترین ضعفی است که به معیار ریسک نامطلوب نسبت داده می‌شود. ریسک نامطلوب همچنین این انعطاف را به سرمایه‌گذاران می‌دهد که یک بازده هدف را برای سرمایه‌گذاری خود مشخص نموده و به دنبال آن از دستیابی به تبادل بهینه ریسک و بازده موجود در فرصت‌های سرمایه‌گذاری در دسترس بیشتر منتفع گردند. گرانگر[4] (۲۰۰۲) نیز توصیه‌ها و پیشنهادهایی درخصوص ریسک ارائه نمود و به تبیین این امر پرداخت که ریسک و اندازه‌گیری آن موضوعی است که تا حد بسیار زیادی شخصی تلقی می‌شود.

یکی دیگر از مدل‌های مطرح در زمینه توسعه بحث ریسک مطلوب و نامطلوب، گشتاور جزء پایین (a,τ) است که هدف آن توصیف رفتار ریسک‌گریز و ریسک‌پذیر افراد در شرایطی است که بازده سرمایه‌گذار کمتر و یا بیشتر از بازده هدف (τ) باشد. این درحالی است که مدل مذکور نیز مصون از انتقاد نبوده است. به‌طوری که کپلان و سیگل[5] (۱۹۹۴) ویژگی خطی بودن تابع مطلوبیت در بالای نرخ بازده هدف و ریسک خنثی بودن در مقابل نرخ‌های بازده بیش از بازده هدف را مورد انتقاد قرار دادند. همچنین، سرمایه‌گذاران در شرایطی که بازدهی کمتر از بازده هدف (τ) داشته باشند، رفتار ریسک‌گریزانه‌ای دارند. درصورتی که اگر بازده آنها بیش از بازده هدف (τ) باشد، رفتار کاملاً ریسک‌پذیرانه‌ای خواهند داشت. بررسی واقعی‌تر رفتارهای

1. Bawa & Lindenberg
2. Fishbern
3. Grootveld & Hallerbach
4. Granger
5. Kaplan & Sigel

سرمایه‌گذاران به معرفی یکی از معیارهای ارزیابی عملکرد مشهور به معیار سورتینو[1] (UPM/LPMratio) توسط سورتینو و همکاران[2] (۱۹۹۹) انجامید که بر اساس همین تفاوت‌های رفتاری سرمایه‌گذاران در شرایط متفاوت زیان و سود بنا نهاده شده است. LPM در نگاه اول بسیار جذاب به‌نظر می‌رسد، لیکن معیار ریسک گشتاور جزء پایین از نظر محاسباتی نسبت به معیارهایی که بر مبنای کل دامنه توزیع به محاسبه ریسک می‌پردازد، بسیار پیچیده‌تر بوده و از نظر کاربرد در زمینه بهینه‌سازی سبد سهام بسیار مشکل‌تر است. رام و فرگوسن (۱۹۹۴) اظهار می‌دارند مقیاس ریسک نامطلوب در نظریه فرامدرن پرتفوی بین نوسانات نزولی و صعودی تمایز قائل می‌شود. در این نظریه، فقط نوسانات زیر بازده هدف، موجب ریسک می‌شود و بازده‌های بالای این بازده هدف، تنها سبب "عدم اطمینان" می‌گردند. به‌منظور درک این مطلب، توزیع فراوانی بازده یک سهم را به‌صورت زیر در نظر بگیرید:



شکل ۱. تمایز ریسک عدم اطمینان در تئوری فرامدرن پرتفوی

در این نمودار ناحیه زیر منحنی، کل نوسانات دارایی است؛ از $-\infty$ تا τ (بازده هدف) محدوده نوسانات زیر بازده هدف بوده و ریسک نامطلوب است. اما رام و فرگوسن (۱۹۹۴) معتقدند ناحیه نوسانات مثبت و بالای هدف (یعنی از τ تا ∞) صرفاً عدم اطمینان محسوب می‌گردد، بنابراین محاسبه ریسک نامطلوب به‌صورت زیر است:

$$LPM(\tau,\alpha) = \int_{-\infty}^{\tau} (\tau - r_i)^{\alpha}\, df(r) = E\{Max((\tau - r_i; 0)^{\alpha}\}$$ رابطه (۱)

در رابطه بالا LPM گشتاور جزء پایین به‌عنوان ریسک نامطلوب با درجه گشتاوری α است، τ بازده هدف سرمایه‌گذار، r_i بازده سرمایه‌گذاری و $df(r)$ تابع چگالی احتمال بازده است.

1. Sortino
2. Sortino et al

دلیل جذابیت معیار ریسک نامطلوب عدم الزام آن به مفروضات توزیع بازده بوده است. درحالی که نرمال بودن توزیع بازده دارایی‌ها، از مهم‌ترین مفروضات مدل میانگین- واریانس است. در تأیید مزایای ریسک نامطلوب به دو ضعف بهینه‌سازی میانگین- واریانس اشاره می‌شود. اول این‌که مدل میانگین واریانس در شرایطی که توزیع بازده‌ها چولگی نداشته باشد، مناسب است. دوم این‌که ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران نادیده گرفته می‌شود و مدل ریسک نامطلوب می‌تواند نقص‌های مدل مارکویتز را رفع نماید.

درحالی که واریانس، انحراف کامل بازده‌ها از میانگین را به‌عنوان ریسک محاسبه می‌کند، تئوری فرامدرن (پست مدرن) پرتفوی، آن بخشی از انحرافات که به اهداف خاص سرمایه‌گذاران مرتبط است را مشمول محاسبه ریسک کرده و هر پیامد یا نتیجه‌ای که بالاتر و بهتر از آن هدف باشد، بیانگر ریسک مالی نخواهد بود. در تئوری فرامدرن پرتفوی، تنها نوسانات پایین‌تر از نرخ بازده هدف سرمایه‌گذار، منشأ ریسک هستند و تمامی نوسانات بالاتر از این هدف، بیانگر «عدم اطمینان» بوده که در واقع، چیزی بیش از پتانسیل‌های مطلوب برای بازده‌های با پراکندگی بالا نیست.

در تئوری فرامدرن پرتفوی، این نرخ بازده هدف، به حداقل نرخ جذب‌کننده (قابل قبول) MAR[1] تعبیر می‌شود که بیانگر نرخ بازدهی است که برای اجتناب از زیان دستیابی به برخی از اهداف مهم مالی باید کسب شود. حداقل بازده قابل قبول می‌تواند به‌عنوان یک رابط عینی میان نیازها و الزامات مالی سرمایه‌گذار و دارایی‌های آنها باشد. از آن‌جا که حداقل بازده قابل قبول به‌صورت عینی شامل محاسبه مرزهای کارای تئوری فرامدرن پرتفوی است، برای هر حداقل بازده قابل قبول، یک مرز کارای منحصربه‌فرد وجود دارد. به‌عبارتی، برای هر سطح مشخصی از ریسک، بازده و کوواریانس مفروض، نظیربه‌نظیر هر حداقل بازده قابل قبول، تعداد نامحدودی مرز کارا وجود دارد. بنابراین این امر در مقابل مرزهای کارای تئوری مدرن پرتفوی قرار می‌گیرد که در آن اهداف سرمایه‌گذار، هرگز به‌طور عینی مورد توجه قرار نمی‌گیرند.

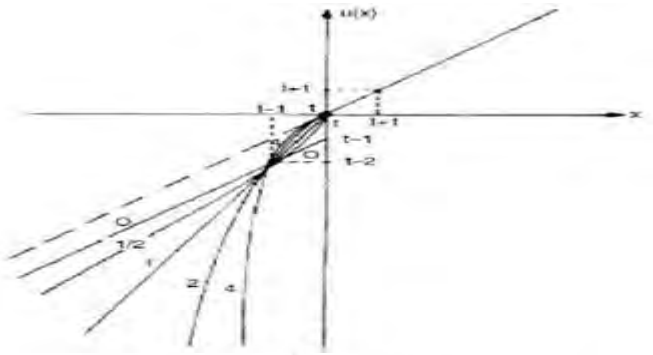
برای نمایش عدم اطمینان موجود در پیش‌بینی دارایی، روال بهینه‌سازی در تئوری مدرن پرتفوی و تئوری فرامدرن پرتفوی این است که برای هر دارایی، به توزیع آماری بازدهی نیاز داریم که باید تعیین و مشخص شوند. درحالی که تئوری مدرن پرتفوی تنها در توزیع‌های دو پارامتری نرمال یا لوگ نرمال امکان‌پذیر است، تئوری فرامدرن پرتفوی، طیف و طبقه وسیعی از توزیع‌های غیرنرمال را مورد استفاده قرار می‌دهد.

در هرحال، مدل میانگین- نیم واریانس (μ-LPM) نیز در پژوهشهای دانشگاهی بسیار به چالش کشیده شده است. یکی از مهم‌ترین انتقادات وارده به این مدل، نادیده گرفتن انحرافات مثبت بازده سرمایه‌گذاری نسبت به بازده مورد انتظار یا بازده هدف (پتانسیل مطلوب) است که حاوی اطلاعاتی درخصوص مزیت‌های فرصت‌های سرمایه‌گذاری نسبت به یکدیگر است. حذف همین عامل از تجزیه‌وتحلیل سرمایه‌گذاری بزرگترین ضعفی است که به معیار ریسک نامطلوب نسبت داده می‌شود. در واقع، مطلوبیت کسب بازدهی بالاتر از بازده هدف، در این مدل خطی درنظر گرفته شده است (فیشبرن، ۱۹۷۷).

1. Minimum Acceptable Return

رابطه (۲)

$$U(x) = \begin{cases} U, & x > \tau \\ -k(\tau - x)^{\alpha}, & x \le \tau \end{cases}$$



شکل ۲. تابع مطلوبیت در مدل LPM-μ

منبع: فیشبرن (۱۹۷۷)

در نمودار بالا، درجه گشتاور جزء پایین (α)، درجه ریسک‌پذیری و ریسک‌گریزی و متقابلاً تحدب و تقعر منحنی تابع مطلوبیت در ناحیه زیر بازده هدف را تعیین می‌کند. اما نوسانات بازدهی بالای بازده هدف در این مدل نادیده انگاشته شده است. به‌عبارتی، مطلوبیت آن خطی درنظر گرفته شده است. همچنین مطلوبیت سرمایه‌گذاران با تئوری‌های مهم مطلوبیت از جمله تئوری مطلوبیت ون نیومن و موگنسترن (۱۹۴۴) و تئوری چشم‌انداز همخوانی ندارد. برای حل این مشکل، مدلسازی تصمیم تخصیص سرمایه در چارچوب گشتاور جزء پایین-گشتاور جزء بالا (LPM/UPM) مورد توجه قرار گرفت. همان‌طور که گفته شد گشتاور جزء پایین ریسک نامطلوب یک سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد. اما گشتاور جزء بالا بر روی نوسانات بالای بازده هدف متمرکز شده و از این جهت معیاری برای اندازه‌گیری پتانسیل مطلوب یک سرمایه‌گذاری است. رابطه زیر گشتاور جزء بالا را نشان می‌دهد.

رابطه (۳)

$$\mathrm{UPM}(\tau, \beta) = \int_{\tau}^{\infty} (r_i - \tau)^{\beta} \, df(r) = E\{\mathrm{Max}((r_i - \tau; 0)^{\beta}\}$$

در رابطه فوق UPM گشتاور جزء بالا به‌عنوان پتانسیل مطلوب با درجه گشتاوری β است، τ بازده هدف سرمایه‌گذار، r_i بازده سرمایه‌گذاری و df(ri) تابع چگالی احتمال بازده است.

ناوروکی و کوموا[1] (۲۰۱۴) برای اولین بار مدلی معرفی کردند که نگاه تک بعدی مدل میانگین-نیم واریانس را رفع و از پشتوانه تئوریک قوی‌تر برخوردار بود. در این مدل، تخصیص سرمایه در چارچوب حداکثرسازی نوسانات مثبت به‌عنوان پتانسیل مطلوب و حداقل‌سازی نوسانات منفی به‌عنوان ریسک

1. Cumova & Nawrocki

نامطلوب (مدلLPM/UPM) صورت می‌گیرد. برخلاف مدل‌های قبلی تئوری مدرن و فرامدرن پرتفوی، در مدل LPM/UPM حداکثر بازدهی جای خود را به حداکثرسازی پتانسیل صعود ارزش سرمایه‌گذاری داد.

یکی از چالش‌های عمده در مدلسازی هر تئوری پرتفوی، که راهکاری جایگزین برای مدل میانگین–واریانس معرفی می‌کند، الزام به استفاده از یک زیربنای قوی از یک تئوری مطلوبیت است؛ که از این جهت چارچوب UPM/LPM از تئوری‌های مطلوبیت اقتصادی بسیار غنی مانند تئوری مطلوبیت ون نیومن و مورگنسترن (۱۹۴۴) و تئوری چشم‌انداز بهره‌مند است.

از پژوهشهای انجام شده در این زمینه می‌توان به باوا و لیندنبرگ (۱۹۷۷) و هارلو و رائو (۱۹۸۹) اشاره نمود که ریسک نامطلوب پرتفوی را به‌صورت رابطه زیر محاسبه نموده‌اند:

$$\mathrm{LPM_P}(\tau,\alpha)=\sum\sum \mathrm{x_i x_j CLPM_{ij}} \qquad \text{رابطه (۴)}$$

$\mathrm{x_i}$ وزن سرمایه‌گذاری i در پرتفوی و xj وزن سرمایه‌گذاری j در پرتفوی است و CLPMij نیم-کوواریانس جزء پایین بازده دارایی i و دارایی j است. استرادا[1] (۲۰۰۸) نیم–کووارایانس بازده دارایی‌ها را به‌صورت رابطه ذیل ارائه نمود:

$$CLPM_{ij}(\tau,\alpha)=\int_{r_{i=-\infty}}^{\tau}\int_{r_{j=-\infty}}^{\infty}(\tau-r_i)^{\alpha-1}\left(\tau-r_j\right)^{\alpha-1}df(R_i,R_j) \qquad \text{رابطه (۵)}$$

$$CLPM_{ij}(\tau,\alpha)=E\{Max(\tau-\mathrm{r_i};0)^{\alpha-1}Max\left(\tau-\mathrm{r_j};0\right)^{\alpha-1}\} \qquad \text{رابطه (۶)}$$

در روابط فوق، τ بازده هدف سرمایه‌گذار، ri بازده سرمایه‌گذاری i و rj بازده سرمایه‌گذاری j و (,Rj df(Rj تابع چگالی توام بازده و α درجه گشتاور جزء پایین است.

همان‌طور که بیان شد گشتاور جزء پایین ریسک نامطلوب یک سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد؛ اما گشتاور جزء بالا، بر نوسانات بالای بازده هدف تمرکز دارد و از این جهت معیاری برای اندازه‌گیری پتانسیل مطلوب یک سرمایه‌گذاری محسوب می‌گردد و از رابطه ۳ به‌دست می‌آید. بر اساس مدل کوموا و ناوروکی (۲۰۱۴) نیم-کو واریانس جز ء بالا بر اساس رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$\mathrm{CUPM_{ij}}(\tau,\beta)=\mathrm{E}\{\mathrm{Max}(\mathrm{r_i}-\tau;0)^{\beta-1}\mathrm{Max}\left(\mathrm{r_j}-\tau;0\right)^{\beta-1}\} \qquad \text{رابطه (۷)}$$

در نهایت پتانسیل مطلوب پرتفوی یا پتانسیل صعود پرتفویی از دارایی‌ها از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\mathrm{UPM_P}(\tau,\beta)=\sum\sum \mathrm{x_i x_j CUPM_{ij}} \qquad \text{رابطه (۸)}$$

1. Strada

هالثوسن[1] (۱۹۸۱) مدل LPM/UPM (α ؛ β؛ τ) را پیشنهاد نمود که در آن α ضریب مطلوبیت بازده زیر هدف و β ضریب مطلوبیت بازدهی بالای هدف است. طبق تعریف وی، سرمایه‌گذاران در سه دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

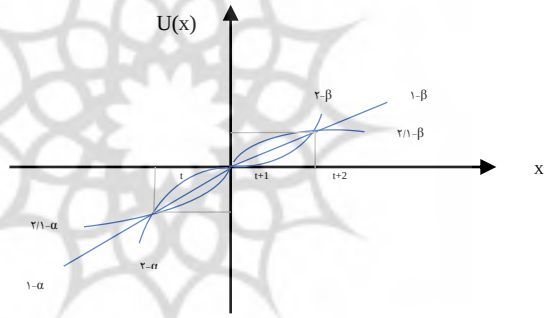
- ✓ سرمایه‌گذاران ریسک‌پذیر (α<۱ ,β>۱)
- ✓ سرمایه‌گذاران بی‌تفاوت نسبت به ریسک (α=β=۱)
- ✓ سرمایه‌گذاران ریسک‌گریز (α>۱ ,β<۱)

یکی از یافته‌های مهم هالثوسن، اثبات تطابق این چارچوب با تئوری مطلوبیت ون نئومن و مورگنسترن (۱۹۴۴) به‌صورت رابطه زیر است:

رابطه (۹)

$$U(x) = \begin{cases} (x-\tau)^{\beta}, & x > \tau \\ -k(\tau - x)^{\alpha}, & x \le \tau \end{cases}$$

با توجه به رابطه فوق، شکل تابع مطلوبیت به‌شکل زیر است که در آن، محور افقی بازده و محور عمودی مطلوبیت است. ضرایب α و β تقعر و تحدب تابع مطلوبیت نسبت به محور بازده را نشان می‌دهند.



شکل ۳. تابع مطلوبیت UPM/LPM (K=2)

منبع: هالثوسن (۱۹۸۱)

مروری بر پیشینه پژوهش

سوکونو و همکاران[2] (۲۰۱۹) به‌منظور افزایش احتمال دستیابی به اهداف سرمایه‌گذار به ارزیابی عملکرد پرتفوی قبل و بعد از تصمیم‌گیری پرداخته و از مدل‌های میانگین متحرک و مدل نوسانات غیرثابت (گارچ) و نوسانات اصلی و غیرقابل ارزیابی برآوردگر برای تحلیل بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری استفاده کرده‌اند.

1. Halsosen
2. Sukono et al

دلفین و همکاران[1] (۲۰۱۹) در مقاله‌ای با عنوان پیش‌بینی مرزکارای پویای سهم با رویکرد KTAP ضمن بحث درباره پویایی تعامل دارایی‌های ریسکی در یک پرتفوی با توسل به روش‌های مکانیک آماری مرز کارای سهم را برای حداقل رساندن مقدار ارزش در معرض خطر شرطی ارائه نموده‌اند.

کاسیک و داریس[2] (۲۰۱۷) در مقاله‌ای با عنوان بهینه‌سازی پرتفلیو مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب با اعداد چند ارزشی، با به‌کارگیری اعداد چند ارزشی، سناریوهای مختلف برای بازده تعریف نموده و با درنظر گرفتن حالت‌های چهارگانه رفتار سرمایه‌گذاران از قبیل ریسک نامطلوب‌پذیری، ریسک نامطلوب‌گریزی، پتانسیل‌پذیری و پتانسیل‌گریزی و به‌کارگیری مدل برنامه‌ریزی غیرخطی نسبت به بهینه‌سازی پرتفیلو اقدام نموده‌اند.

کوموا و ناوروکی (۲۰۱۴) در مقاله‌ای با عنوان بهینه‌سازی پرتفلیو در چارچوب پتانسیل مطلوب و ریسک نامطلوب بر اساس پیشنهادهای ارائه شده توسط هالثوسن (۱۹۸۱)، کانگ و همکاران (۱۹۹۶) و سورتینو و همکاران (۱۹۹۹) به‌منظور پتانسیل مطلوب در بهینه‌سازی پرتفلیو و فرمول‌سازی مدلی برای انتخاب پرتفلیو بر اساس نسبت پتانسیل مطلوب به ریسک نامطلوب پرداخته‌اند. توانایی مدل آنها در ایجاد یک منحنی کارای مقعر در فضای UPM/LPM در چهار مطالعه موردی تأیید شد.

صالح‌آبادی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با عنوان بهینه‌سازی پرتفوی در چارچوب مدل پتانسیل مطلوب و ریسک نامطلوب UPM/LPM روند پرتفوی بهینه شده با مدل پیشنهادی را با مدل میانگین–واریانس مقایسه و عملکرد پرتفوی را با نسبت شارپ سنجیده و نتیجه گرفتند که نتایج مدل پیشنهادی بهتر است.

میرعباسی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای با عنوان بررسی کارایی بهینه‌سازی پرتفوی مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و متغیرهای روان‌شناختی اقدام به بهینه‌سازی پرتفلیو مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و مقایسه بازده آن با بازده مدل کلاسیک (بنیادی‌ترین مدل‌های بهینه‌سازی) نموده‌اند. آنها با بررسی بازده ۱۸ صنعت از صنایع پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۲ ساله و تشکیل پرتفوی بهینه و محاسبه بازده واقعی آنها با استفاده از این دو مدل و تحلیل واریانس نشان دادند که بازده پرتفوی بهینه مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب در حالتی که سرمایه‌گذار از ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب گریزان است و یا زمانی که سرمایه‌گذار از ریسک نامطلوب گریزان و نسبت به پتانسیل مطلوب بی‌تفاوت (خنثی) است، تفاوت معنی‌داری با بازده مدل کلاسیک ندارند. درحالی که بازده پرتفوی بهینه درحالتی که سرمایه‌گذار از ریسک نامطلوب گریزان و در جستجوی پتانسیل مطلوب (پتانسیل پذیر) است از بازده مدل کلاسیک بالاتر است.

رهنمای رودپشتی و میرعباسی (۱۳۹۲) به ارائه زیربنای نظری یک سنجه ریسک جدید پرداخته‌اند که مبتنی بر ریسک نامطلوب است و بر اساس پتانسیل مطلوب آن تعدیل می‌گردد. این درحالی است که سنجه مذکور با تکیه بر احتمال بروز هر یک از انحرافات مثبت و منفی، میزان ریسک‌گریزی و ریسک‌پذیری،

1. Dolfin et al
2. Kaucic & Daris

میزان پتانسیل‌گریزی و پتانسیل‌پذیری در شرایط متفاوت سود و زیان، اهمیت انحرافات مثبت و منفی برای سرمایه‌گذاران و نیز براساس ضریب جایگزینی گشتاور بالا و پایین تعیین می‌گردد.

صادقی و همکاران (۱۳۸۹) در مقاله‌ای با عنوان بررسی نوسان‌پذیری، ریسک مطلوب و ریسک نامطلوب در مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای: شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران با تأکید بر نرمال نبودن بازدهی در بورس ایران، اعلام نمودند که استفاده از مدل میانگین-واریانس در مورد شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران مناسب نیست. بر اساس همین نتایج بیان داشتند که معیارهای ریسک نامطلوب و ریسک مطلوب نسبت به معیارهای مختلف ریسک مورد تأیید است. نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص‌های مطلوب قدرت پیش‌بینی‌کنندگی بیشتری برای بازدهی دارند و شاخص‌های نامطلوب کمترین قدرت پیش‌بینی‌کنندگی را دارند. این نتیجه نشان داد سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار تهران بر اساس ریسک رو به بالا تصمیم‌گیری می‌کنند و ریسک نامطلوب یا رو به پایین برای آنها اهمیت کمتری دارد.

فرضیه‌های پژوهش

- ✓ فرضیه اول: عملکرد پرتفوی مدل VaR/UPM $(\alpha، \beta، \tau)$ در شرایط ریسک‌گریز و پتانسیل‌پذیر ($\beta=3$,$\alpha=2$) بهتر از عملکرد پرتفوی مدل مارکویتز است.
- ✓ فرضیه دوم: عملکرد پرتفوی مدل VaR/UPM $(\alpha، \beta، \tau)$ در شرایط ریسک‌گریز و پتانسیل خنثی ($\alpha=2$,$\beta=1$) بهتر از عملکرد پرتفوی مدل مارکویتز است.
- ✓ فرضیه سوم: عملکرد پرتفوی مدل VaR/UPM $(\alpha، \beta، \tau)$ در شرایط ریسک‌گریز و پتانسیل‌گریز ($\alpha=2$,$\beta=0/8$) بهتر از عملکرد پرتفوی مدل مارکویتز است.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر بر اساس هدف، کاربردی است. زیرا به توسعه دانش کاربردی در زمینه سرمایه‌گذاری و انتخاب پرتفوی بهینه می‌پردازد. از نظر روش تجزیه‌وتحلیل، توصیفی است. زیرا، پژوهشگر به‌دنبال ترسیم تصویری از «آنچه که هست» می‌باشد. تدوین مبانی نظری به روش کتابخانه‌ای انجام شده و داده‌های مالی به روش میدانی از منابع مختلفی چون نرم افزار ره‌آورد نوین و پایگاه اطلاع‌رسانی شرکت بورس و سازمان بورس اوراق بهادار تهران جمع‌آوری شده است. این داده‌ها شامل قیمت آغازین و پایانی ماه سهام ۵۰ شرکت فعال‌تر در بورس اوراق بهادار تهران است. به‌گونه‌ای که بتوان بازده قیمتی ماهانه سهم را از روی آن محاسبه نمود. لازم به توضیح است تعدیل بازده قیمتی با توجه به بازده نقدی سهم که به‌صورت سالانه تعیین و پرداخت می‌شود در محاسبات لحاظ شده است. همچنین سایر متغیرهای پژوهش ازجمله انحراف معیار قیمت سهم به‌عنوان معیار ریسک سهم در مدل مارکویتز و ارزش در معرض خطر و کوواریانس جز بالا در سه سناریوی مدل پیشنهادی از روی بازده ماهانه سهم و پارامترهای توزیع آماری آن محاسبه شده است. برای دسته‌بندی، تلخیص و ایجاد پایگاه داده‌ها از نرم‌افزار Excel، برای تعیین توزیع بازده دارایی‌ها و محاسبات آماری پارامترهای مدل از جمله واریانس و واریانس شرطی بازده از نرم‌افزار Eviews، جهت حل

مسئله برنامه‌ریزی درجه دو (کوادرتیک) مدل مارکویتز از نرم‌افزار MATLAB، جهت حل مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی مدل پیشنهادی از نرم‌افزار GAMS و به‌منظور آزمون فرضیه‌ها و مقایسه نتایج دو مدل از روش مطالعات طولی با اندازه‌گیری مکرر و نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شده است.

جامعه آماری پژوهش شامل شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران است که از این بین، ۵۰ شرکت فعال‌تر با توجه به دسترسی به اطلاعات و استاندارد و همگن بودن این اطلاعات به‌عنوان نمونه آماری انتخاب شده است. ضمناً، نمونه انتخابی (۵۰ شرکت فعال‌تر بورس اوراق بهادار تهران) در دوره زمانی مورد مطالعه (سال‌های ۹۷-۹۱) ثابت فرض شده است.

متغیرهای پژوهش

بازده هر سهم: منظور از بازده، مجموعه مزایایی است که در طول دوره مورد نظر به سهم تعلق می‌گیرد و نسبت به قیمت ابتدای دوره محاسبه می‌گردد (راعی و سعیدی، ۱۳۹۶). دو نوع سود برای سهامداران قابل تصور است. نخست؛ سود نقدی که توسط شرکت سرمایه‌پذیر پرداخت می‌شود و به‌طور طبیعی افراد کمتر مخاطره‌پذیر، انتظار این نوع سود را دارند. شایان توجه است این نوع سود باعث خروج نقدینگی از شرکت شده و به‌علت تضعیف بنیان سهام، ارزش سهام شرکت را تعدیل می‌کند. به‌عبارت دیگر، قسمتی از سود که می‌توانست باعث افزایش قیمت سهام شود، نقدی پرداخت می‌گردد. دوم؛ سود ناشی از افزایش ارزش سهام است که از تغییرات قیمت به سبب عوامل مختلفی چون سود باقیمانده، افزایش تقاضا بر عرضه، مسائل اقتصادی و سیاسی و... تأثیر می‌پذیرد.

ریسک هر سهم: فرهنگ وبستر، ریسک را «در معرض خطر قرار گرفتن» تعریف کرده است. فرهنگ لغات سرمایه‌گذاری نیز ریسک را به‌صورت زیان بالقوه سرمایه‌گذاری که قابل محاسبه است، تعریف نموده است. در زبان چینی، ریسک با دوعلامت، یکی به معنی خطر و دیگری به مفهوم فرصت است. به‌عبارت دیگر، ریسک ما را با شرایطی مرکب از خطر و فرصت مواجه می‌سازد و شاید بتوان این جمله را کامل‌ترین تعریف از ریسک به‌حساب آورد. چرا که نه تنها دنیای سرمایه‌گذاری بلکه جهان طبیعت نیز تهدیدها و فرصت‌ها را در کنار یکدیگر قرار داده و موجودات به مقتضای سطح شعور و آگاهی خود از این فرصت‌ها در کنار شناخت تهدیدات، استفاده می‌کنند. بر اساس مبانی و واژگان در استاندارد ایزو ۲۸۰۰۰، ریسک عبارتست از اثر عدم قطعیت بر هدف. به‌طوری که این اثر می‌تواند مثبت یا منفی باشد (اداره استاندارد ایران، ۱۳۹۷).

در مدل مارکویتز، برای تشکیل پرتفوی در مقطع زمانی باید بازده و ریسک طبق رابطه زیر حساب شود.

رابطه (۱۰)
$$R_{it} = \ln(\frac{P_{it} + D_{it}}{P_{i,t-1}})$$

رابطه (۱۱)
$$\sigma_i = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \frac{(R_i - \bar{R}_i)^2}{N-1}}$$

که در آن:

R_{it}: بازده سهام شرکت i در دوره t، P_{it}: قیمت سهام i در دوره t، D_{it}: سود تقسیمی سهام i در دوره t و σ_i: انحراف معیار بازده سهام است.

ارزش در معرض خطر هر سهم: حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی در دوره معینی در آینده با ضریب اطمینان مشخصی از آن بیشتر نمی‌شود. به‌عبارت دیگر، ارزش در معرض خطر بدترین زیان مورد انتظار را تحت شرایط عادی بازار و طی یک دوره زمانی مشخص و در یک سطح اطمینان معین اندازه می‌گیرد و از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$VaR = MZ_{\alpha}\sigma\sqrt{T}$$ رابطه (۱۲)

که در آن:

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

پتانسیل مطلوب: به معنای اثر مثبت عدم قطعیت بر بازده هدف است. به‌عبارت دیگر، همه نوسان‌های بالاتر از بازده هدف (در شرایط عدم اطمینان)، به‌عنوان پتانسیل مطلوب (فرصت) به‌منظور دستیابی به نرخ بازدهی مطلوب محسوب می‌شوند. برای عملیاتی کردن این متغیر از سنجه نیم-کوواریانس جزء بالا که اولین بار توسط کوموآ و ناوروکی (۲۰۱۴) پیشنهاد شد طبق رابطه ۷ استفاده می‌شود.

مدل پژوهش

این پژوهش در سه گام انجام شده است.

- ✓ گام اول: پرتفوی و مرز کارای مدل میانگین–واریانس مارکویتز محاسبه و در دوره‌های تست مدل نسبت به روزآمدسازی پرتفوی و مرز کارا اقدام شد. برای این منظور، وزن‌های پرتفوی بهینه بر اساس بازده ماهانه صنایع در بازه زمانی سال‌های ۹۴-۹۱ و مدل بهینه‌سازی میانگین-واریانس مارکویتز محاسبه شد. از داده‌های ماهانه سال‌های ۹۷-۹۵ جهت روزآمدسازی مدل و تست و مقایسه دو مدل استفاده شد.
- ✓ گام دوم: پرتفوی و مرز کارای مدل VaR/UPM $(\alpha، \beta، \tau)$ در سه سناریوی ریسک‌گریز و پتانسیل‌پذیر، ریسک‌گریز و پتانسیل خنثی و ریسک‌گریز و پتانسیل‌گریز طبق تعریف هالثوسن (۱۹۸۱) محاسبه و در دوره‌های تست مدل نسبت به روزآمدسازی پرتفوی و مرز کارا اقدام شد.
- ✓ گام سوم: عملکرد پرتفوی کارا در مدل VaR/UPM $(\alpha، \beta، \tau)$ و مدل مارکوویتز سنجش و مقایسه شد.

گام اول: مدل بهینه‌سازی پرتفوی تحت چارچوب مدل مارکویتز

پرتفوی بهینه در روش مارکویتز همان پرتفوی حداقل واریانس برای یک سطح معینی از بازده مورد انتظار است (راعی و تلنگی، ۱۳۹۱). بنابراین داریم؛

رابطه (۱۳)

$$\text{Min U} = \sigma_p - \lambda.\ E(r_p)$$

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$$

$$x_i \geq 0\ ;\ i = \{1,2,\dots,n\}$$

برای برآورد بازده و واریانس پرتفوی از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

رابطه (۱۴)

$$S_P^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n} x_i x_j \sigma_{ij}$$

رابطه (۱۵)

$$\bar{r}_p = \sum\nolimits_{i=1}^{n} x_i \bar{r}_i$$

که در آن:

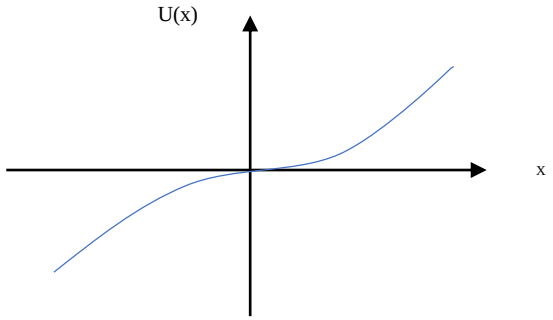
i=1,…,n بیانگر تعداد دارایی‌های موجود در پرتفوی است. در این مدل، هدف کاهش میزان مطلوبیت ریسک سرمایه‌گذاری با توجه به بازده مورد انتظار سرمایه‌گذاری است. در حالت کلی، تابع هدف Min U، به حداقل‌سازی مطلوبیت ریسک سرمایه‌گذاری در دارایی‌های موجود در پرتفوی به ازای میزان مشخصی از بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار می‌پردازد. محدودیت‌ها نیز از دو قید تشکیل شده‌اند: ۱- مجموع وزن‌های کل دارایی‌های موجود در سبد برابر یک خواهد بود. ۲- قید نامنفی بودن وزن هر یک از دارایی‌ها در سبد مالی، یعنی حداقل سهم هر دارایی در سبد برابر صفر خواهد بود.

برای به‌دست آوردن پرتفوی بهینه برای $\lambda>0$ تابع هدف کمینه خواهد شد. و با محاسبه پرتفوی‌های کارا برای مقادیر مختلفی از پارامتر λ، می‌توان به مرز کارای مدل میانگین-واریانس دست یافت (میرعباسی و همکاران، ۱۳۹۷).

گام دوم: مدل بهینه‌سازی پرتفوی تحت چارچوب مدل VaR/ UPM (α:β:τ)

مدل VaR/ UPM (α:β:τ) در شرایط ریسک‌گریزی و پتانسیل‌پذیری (سناریوی اول)

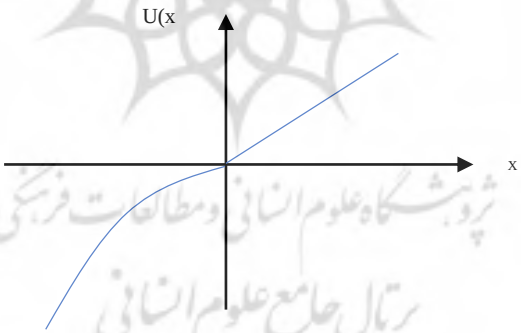
در مواردی ممکن است سرمایه‌گذاران نسبت به کسب بازدهی کمتر از بازده هدف، ریسک‌گریز بوده و در مقابل، نسبت به بازدهی بالاتر از هدف، پتانسیل‌پذیر باشند. در چنین مواردی تابع مطلوبیت برای بازده زیر هدف مقعر و برای بازده بالای هدف محدب است. یعنی در تابع مطلوبیت ضریب مطلوبیت بازده زیر هدف (بزرگتر از یک) α=۲ و ضریب بازده بالاتر از هدف (بزرگتر از یک) β=۳ است. به‌عبارت دیگر، در این حالت درجه ریسک‌گریزی α=۲ و درجه پتانسیل‌پذیری β=۳ درنظر گرفته شده و در تابع هدف مدل قرار می‌گیرد. در این حالت تابع مطلوبیت چنین افرادی به‌شکل زیر است (صالح‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۴. تابع مطلوبیت سرمایه‌گذار ریسک‌گریز و پتانسیل‌پذیر

مدل VaR/ UPM (α؛β؛τ) در شرایط ریسک‌گریزی و پتانسیل خنثی (سناریوی دوم)

در مواردی ممکن است سرمایه‌گذاران نسبت به کسب بازدهی کمتر از بازده هدف، ریسک‌گریز بوده و نسبت به بازدهی بالاتر از هدف، نه پتانسیل‌پذیر و نه پتانسیل‌گریز باشند. در چنین مواردی تابع مطلوبیت برای بازده زیر هدف مقعر و برای بازده بالای هدف خطی است. یعنی در تابع مطلوبیت، ضریب مطلوبیت بازده زیر هدف (بزرگتر از یک) α=۲ و ضریب بازده بالاتر از هدف (مساوی یک) β=۱ است. به‌عبارت دیگر، در این حالت درجه ریسک‌گریزی α=۲ و درجه پتانسیل‌پذیری β=۱ درنظر گرفته شده و در تابع هدف مدل قرار می‌گیرد. در این حالت، تابع مطلوبیت چنین افرادی به‌شکل زیر است (صالح‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۷).

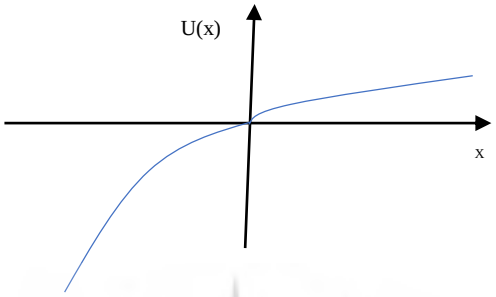


شکل ۵. تابع مطلوبیت سرمایه‌گذار ریسک‌گریز و پتانسیل خنثی

مدل VaR/ UPM (α؛β؛τ) در شرایط ریسک‌گریزی و پتانسیل‌گریزی (سناریوی سوم)

در مواردی ممکن است سرمایه‌گذار در ترجیحات خود نسبت به نوسانات زیر هدف ریسک‌گریز و همچنین نسبت به نوسانات بالای هدف پتانسیل‌گریز باشد و چنین ترجیحاتی به راهبرد محافظه‌کارانه سرمایه‌گذاری مربوط می‌شود که سرمایه‌گذار نسبت به هرگونه نوساناتی گریزان است. این راهبرد سعی می‌کند پرتفوی را روی بازده هدف سرمایه‌گذار متمرکز نماید. تابع مطلوبیت در این مورد مقعر بوده و شبیه

تئوری کلاسیک مطلوبیت مورد انتظار است. یعنی در تابع مطلوبیت ضریب مطلوبیت بازده زیر هدف (بزرگتر از یک) α=۲ و ضریب بازده بالاتر از هدف (کمتر از یک) β=۰/۸ است. به‌عبارت دیگر، در این حالت درجه ریسک‌گریزی α=۲ و درجه پتانسیل‌پذیری β=۰/۸ درنظر گرفته شده و در تابع هدف مدل قرار گرفته است. در این حالت، تابع مطلوبیت چنین افرادی به‌شکل زیر است (صالح‌آبادی و همکاران، ۱۳۹۷).



شکل ۶. تابع مطلوبیت سرمایه‌گذار ریسک‌گریز و پتانسیل‌گریز

در این حالت، برای تعیین وزن‌های پرتفوی بهینه در سه سناریوی فوق، مدل برنامه‌ریزی غیرخطی زیر به ازای مقادیر α و β مرتبط با هر سناریو تشکیل شده است.

$$\text{Max } E(U_p)=E\{\max(r_p-\tau;0)^{\beta}\}-\lambda\ VaR_p$$ رابطه (۱۶)

Subject to:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$$

$$x_i \geq 0\ ;i=\{1,2,\dots,n\}$$

با توجه به تئوری چشم‌انداز تورسکی و کانمن[1] (۱۹۷۹) افراد غالباً نسبت به نتیجه‌ای که از سطح مرجع (بازده هدف)، تفاوت داشته باشد بسیار حساس‌تر هستند تا نتیجه‌ای که بر حسب مقادیر مطلق اندازه‌گیری می‌شود. در تئوری چشم‌انداز بیان می‌شود که تصمیم‌گیرنده فی‌نفسه نگران مقادیر نهایی ثروت نیست. بلکه نگران تغییرات در ثروت (Δw) نسبت به مرجع است. لذا در این حالت لازم است ریسک نوسانات زیر بازده هدف به‌عنوان ریسک نامطلوب (ارزش در معرض خطر) کمینه و نوسانات بالای بازده هدف به‌عنوان پتانسیل مطلوب سرمایه‌گذاری بیشینه شدند. پس خواهیم داشت:

$$\text{MaxE}(U_p)=\sum_i^n \sum_j^n x_i x_j CUPM_{ij}(\tau,\beta)-\lambda\ VaR_p$$ رابطه (۱۷)

Subject to:

1. Tversky & Kahneman

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$$

$$x_i \geq 0 \; ; i = \{1,2, \dots, n\}$$

برای به‌دست آوردن پرتفوی بهینه برای $\lambda>0$ تابع هدف بیشینه خواهد شد. و با محاسبه پرتفوی‌های کارا برای مقادیر مختلفی از پارامتر λ، می‌توان به مرز کارای مدل VaR/UPM $(\tau=1/5 ؛ 3 ؛ 2)$ دست یافت (کوموا و ناوروکی، ۲۰۱۴).

در این مسئله برای محاسبه نوسانات بالای بازده هدف از رابطه ۷ به ازای مقادیر β در هر سناریو و بازده هدف ماهانه $\tau=1/5$ استفاده می‌شود؛ و برای محاسبه نوسانات زیر بازده هدف از معیار ارزش در معرض خطر استفاده می‌شود. طبق تعریف ارزش در معرض خطر، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره معینی در آینده با ضریب اطمینان مشخصی از آن بیشتر نمی‌شود. به‌عبارت 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.

در روش پارامتریک برای محاسبه پارامترهای مورد نیاز ماتریس واریانس-کوواریانس، از جمله میانگین و انحراف معیار از اطلاعات تاریخی استفاده می‌شود. برای محاسبه ارزش در معرض خطر پرتفوی می‌توان از رابطه زیر استفاده نمود.

$$VaR_p=\sqrt{\sum_i \sum_j x_i x_j VaR_i VaR_j \rho_{ij}} \qquad \text{رابطه (۱۸)}$$

گام سوم: مقایسه عملکرد دو پرتفوی

دراین مرحله از پژوهش، می‌بایست عملکرد سبدهای سرمایه‌گذاری کارا و راستی‌آزمایی عملکرد بهتر این پرتفوی نسبت به پرتفوی مدل میانگین–واریانس مارکوویتز در دوره زمانی پس از سال ۱۳۹۴ ارزیابی گردد. با وزن‌های بهینه به‌دست آمده (در روش برون نمونه‌ای) نسبت به تشکیل پرتفوی برای فروردین ۹۵ اقدام شد. بازده واقعی پرتفوی در پایان ماه فروردین محاسبه و ثبت شده است. سپس اقدام به روزآمدسازی مدل ساخته شده و مرز کارا شده است. بدین صورت که داده‌های بازده ماه فرودین ۹۱ را از داده‌های ساخت مدل (داده‌های بازده ماهانه دوره زمانی ۹۴-۹۱) حذف کرده و داده‌های بازده ماهانه فرودین ۹۵ را جایگزین نموده و عمل فوق تکرار شده است. با این تفاوت که یکبار با وزن‌های پیشنهادی مدل بهینه فروردین ۹۵ به ازای $\lambda=2$ در روش برون نمونه‌ای برای ساخت پرتفوی اردیبهشت ۹۵ اقدام نموده و پس از پایان ماه، بازده واقعی پرتفوی اردیبهشت تعیین و ثبت شده است. دفعه بعد در روش درون نمونه‌ای با وزن‌های بهینه مرز کارا در فروردین ۹۵ به ازای $\lambda=2$ و با داده‌های بازده فروردین ۹۵ شرکت‌ها نسبت به تشکیل پرتفوی بهینه اقدام نموده و بازده واقعی محاسبه شده است. این عمل را برای ۳۶ ماه تست مدل یعنی از فروردین ۹۵ تا اسفند ۹۷ تکرار و مجموعاً ۳۶ مرز کارا، بازده و واریانس مورد انتظار و ۳۶ سبد پرتفوی و بازده واقعی به ازای هر مدل (مارکویتز و سناریوهای سه‌گانه مدل پیشنهادی پژوهش) به دو روش درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای تشکیل داده شده است. سپس بازده سبدهای بهینه به‌دست آمده در دوره تست ۹۷-۹۵ را در دو مدل از طریق روش مطالعات طولی با اندازه‌گیری مکرر به کمک نرم‌افزار آماری SPSS با یکدیگر مقایسه شده است.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها

پس از محاسبه بازده ماهانه ۵۰ شرکت فعال‌تر بورس، ابتدا به ساخت مدل و تعیین مرز کارا در بازه زمانی ۹۴-۹۱ اقدام شد. برای این منظور، پارامترهای مدل برنامه‌ریزی درجه دو (کوادرتیک) مارکویتز و برنامه‌نویسی در محیط MATLAB به ازای λ=۰/۱ وزن‌های بهینه، میانگین و واریانس مورد انتظار سبد بهینه سهام تعیین شد. سپس با تغییر مقادیر لاندا در بازه ۰/۱ <λ< ۳ و با تکرار الگوریتم فوق وزن‌های بهینه و میانگین و واریانس برای ۳۰۰ نقطه محاسبه و نسبت به ترسیم مرز کارا اقدام شد. با وزن‌های بهینه به‌دست آمده (در روش برون نمونه‌ای) نسبت به تشکیل پرتفوی برای فروردین ۹۵ اقدام شد. بازده واقعی پرتفوی را در پایان ماه فروردین محاسبه و ثبت شد. این عمل برای سناریوهای سه‌گانه مدل پیشنهادی پژوهش تکرار شد. با این تفاوت که با توجه به مدل پیشنهادی، برای محاسبه ارزش در معرض خطر پس از بررسی آماری داده‌های پژوهش و وجود اثر آرچ در داده‌ها با استفاده از مدل GARCH(1,1) واریانس شرطی داده‌ها را محاسبه کرده، سپس ارزش در معرض خطر با توجه به فرمول آن در سطح ۹۵ درصد اطمینان محاسبه شد. محاسبه کواریانس جز بالا به بازده هدف نیاز داشت که آن را بازده بدون ریسک سالانه ۱۸ درصد درنظر گرفته و پس از محاسبه پارامترهای مدل برنامه‌ریزی غیرخطی مدل پیشنهادی (سناریوهای سه‌گانه) و برنامه‌نویسی در محیط نرم افزار GAMS به ازای λ=۰/۱ وزن‌های بهینه، میانگین و واریانس مورد انتظارسبد بهینه سهام تعیین شد. سپس با تغییر مقادیر لاندا در بازه ۰/۱<λ<۳ و با تکرار الگوریتم فوق وزن‌های بهینه و میانگین و واریانس برای ۳۰۰ نقطه محاسبه شده و نسبت به ترسیم نمودار کارا اقدام شد. به‌عنوان نمونه، وزن‌های بهینه برای اولین ماه تست مدل به ازای λ=۲ به شرح جدول زیر است.

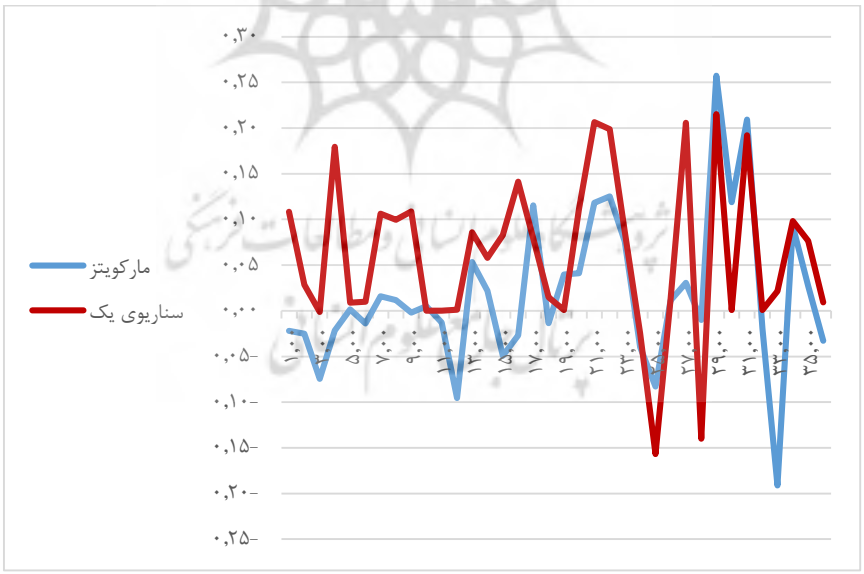
جدول ۱. وزن‌های بهینه پرتفوی مارکویتز و مدل پیشنهادی پژوهش در ماه فروردین ۹۵ (اولین ماه تست مدل)

نماد	مدل مارکویتز λ=۲	مدل پیشنهادی λ=۲ (سناریوی اول β=3 ,α=2)	مدل پیشنهادی λ=۲ (سناریوی دوم β=1 ,α=2)	مدل پیشنهادی λ=۲ (سناریوی سوم β=0.8 ,α=2)
	فروردین ۹۵	فروردین ۹۵	فروردین ۹۵	فروردین ۹۵
اخابر	۰	۰/۰۰۰۳۶	۰	۰
پارسان	۰	۰	۰	۰
تاپیکو	۰	۰	۰	۰
تیپیکو	۰	۰	۰	۰
حفاری	۰	۰	۰	۰
حکشتی	۰/۴۰۹۰	۰	۰	۰
خبهمن	۰	۰	۰	۰
خساپا	۰	۰	۰	۰
خودرو	۰	۰	۰	۰
رانفور	۰	۰/ ۶۷۲۳	۰/۹۹۵۲۶	۱
رمپنا	۰/۱۶۷۵	۰	۰	۰
سفارس	۰	۰	۰	۰
شاراک	۰	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۴۷۴	۰
شبریز	۰	۰	۰	۰
شبندر	۰/۱۶۲۶	۰	۰	۰

نماد	مدل مارکویتز λ=۲	مدل پیشنهادی λ=۲ (سناریوی اول α=2, β=3)	مدل پیشنهادی λ=۲ (سناریوی دوم β=1 ,α=2)	مدل پیشنهادی λ=۲ (سناریوی سوم β=0.8 ,α=2)
	فروردین ۹۵	فروردین ۹۵	فروردین ۹۵	فروردین ۹۵
شبهرن	۰	۰	۰	۰
شپدیس	۰	۰	۰	۰
شخارک	۰	۰	۰	۰
شسپا	۰/۱۶۸۱	۰	۰	۰
شفن	۰	۰	۰	۰
شیراز	۰	۰/۰۰۲۰۵	۰	۰
شیران	۰	۰	۰	۰
فاراک	۰	۰	۰	۰
فارس	۰/۰۹۲۸	۰	۰	۰
فاسمین	۰	۰	۰	۰
فخاس	۰	۰	۰	۰
فخوز	۰	۰	۰	۰
فملی	۰	۰	۰	۰
فولاد	۰	۰	۰	۰
کچاد	۰	۰	۰	۰
کرماشا	۰	۰	۰	۰
کگل	۰	۰/۲۹۶۴	۰	۰
کنور	۰	۰	۰	۰
وامید	۰	۰	۰	۰
وانصار	۰	۰	۰	۰
وبشهر	۰	۰	۰	۰
وبصادر	۰	۰	۰	۰
وپارس	۰	۰	۰	۰
وپاسار	۰	۰	۰	۰
وتوسم	۰	۰	۰	۰
وخارزم	۰	۰/۰۲۳۹	۰	۰
وساپا	۰	۰	۰	۰
وسینا	۰	۰	۰	۰
وصندوق	۰	۰	۰	۰
وغدیر	۰	۰	۰	۰
وکار	۰	۰	۰	۰
ومعادن	۰	۰	۰	۰
ونوین	۰	۰	۰	۰
ونیکی	۰	۰/۰۰۰۶	۰	۰
همراه	۰	۰	۰	۰

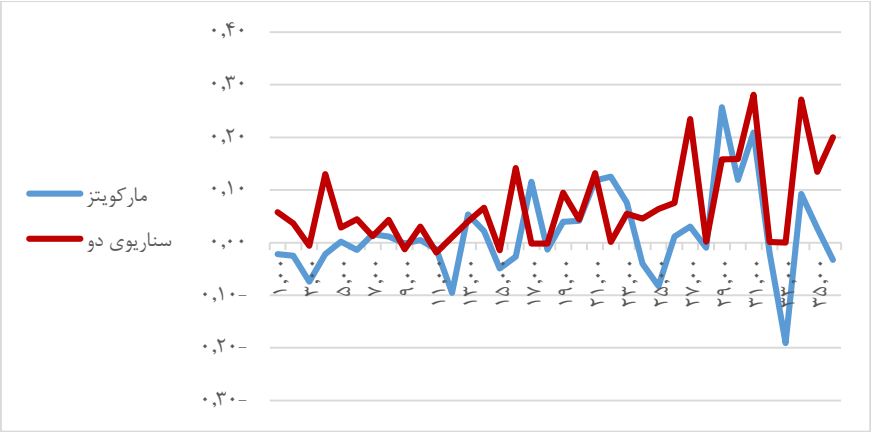
منبع: یافته‌های پژوهش

سپس نسبت به روزآمدسازی مدل ساخته شده و مرز کارا اقدام شد. بدین صورت که داده‌های بازده ماه فرودین ۹۱ از داده‌های ساخت مدل (داده‌های بازده ماهانه دوره زمانی ۹۴-۹۱) حذف و داده‌های بازده ماهانه فرودین ۹۵ جایگزین شدند و عمل فوق تکرار شد. با این تفاوت که یکبار با وزن‌های پیشنهادی مدل بهینه فروردین ۹۵ به ازای $\lambda=2$ در روش برون نمونه‌ای برای ساخت پرتفوی اردیبهشت ۹۵ اقدام شد و پس از پایان ماه بازده واقعی پرتفوی اردیبهشت را تعیین و ثبت کرده و دفعه بعد در روش درون نمونه‌ای با وزن‌های بهینه مرز کارا در فروردین ۹۵ به ازای $\lambda=2$ و با داده‌های بازده فروردین ۹۵ شرکت‌ها نسبت به تشکیل پرتفوی بهینه اندام شد و بازده محاسبه شد. این عمل برای ۳۶ ماه تست مدل یعنی از فروردین ۹۵ تا اسفند ۹۷ تکرار و مجموعاً ۳۶ مرز کارا، بازده و واریانس مورد انتظار و ۳۶ سبد پرتفوی و بازده واقعی به ازای هر مدل (مارکویتز و سناریوهای سه‌گانه مدل پیشنهادی پژوهش) به دو روش درون نمونه‌ای و برون نمونه‌ای تشکیل داده شد. از آنجا که در روش برون نمونه‌ای نتایج آزمون فرضیه‌های پژوهش دلالت بر یکسان بودن نتایج مدل مارکویتز و مدل پیشنهادی پژوهش دارد، از آوردن نتایج در این بخش خودداری شده و نتایج روش درون نمونه‌ای در ادامه ارائه می‌شود.



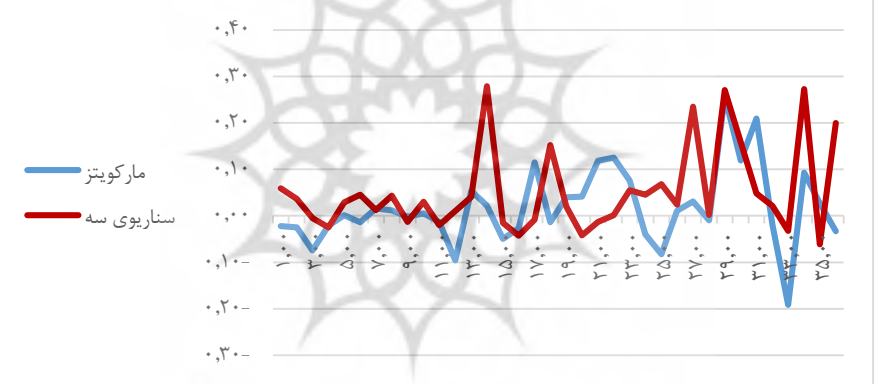
نمودار ۱. مقایسه بازده ماهانه مدل مارکویتز و سناریوی اول (۹۵-۹۷)

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۲. مقایسه بازده ماهانه مدل مارکویتز و سناریوی دوم (۹۵-۹۷)

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار ۳. مقایسه بازده ماهانه مدل مارکویتز و سناریوی سوم (۹۵-۹۷)

منبع: یافته‌های پژوهش

فرضیه اول پژوهش مبنی بر عملکرد بهتر پرتفوی مدل VaR/UPM $(\alpha، \beta، \tau)$ در شرایط ریسک‌گریز و پتانسیل‌پذیر $(\alpha=2, \beta=3)$ از عملکرد پرتفوی مدل مارکویتز پذیرفته می‌شود.

جدول ۲. آزمون موخلی جهت بررسی ماتریس واریانس کوواریانس مربوط به تحلیل واریانس سناریوی اول

اثرات	آماره موخلی	مجذور کای	درجات آزادی	سطح معناداری	اپسیلون		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	**Lower-bound**
زمان	۰/۴۸۷	۱۵/۱۰۲	۲	۰/۰۰۱	۰/۶۶۱	۰/۷۱۹	**۰/۵۰۰**

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول بالا بیانگر نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر به‌منظور بررسی وجود فرضیه کرویت است. چون مقدار Sig=0.001<0.05 است، پس آزمون موخلی معنادار است و فرضیه صفر رد می‌شود. یعنی فرض کرویت (ناهمسانی واریانس) برقرار نیست (همسانی واریانس). باتوجه به مقدار کمتر از ۰/۷۵ اپسیلون از سطر دوم آزمون تحلیل واریانس درون گروهی (Greenhouse-Geisser) برای آزمون مساوی بودن میانگین‌های بازده ماهانه در دوره ۹۵-۹۷ در دو مدل مارکویتز و سناریوی یک (درون نمونه ای) استفاده شده که نتایج به‌شرح جدول زیر است.

جدول ۳. نتایج آزمون تحلیل واریانس (درون گروهی) با اندازه‌گیری مکرر در سناریوی اول

اثرات / منبع واریانس	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معناداری
Greenhouse-Geisser(time)	۰/۰۲۵	۱/۳۲۲	۰/۰۱۹	۱/۶۴۸	**۰/۲۱۲**
خطا	۰/۳۲۸	۲۹/۰۸۴	۰/۰۱۱	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول بالا نتایج آزمون تک متغیره اثرات درون گروهی را نشان می‌دهد. چون فرض کرویت برقرار نبود و مقدار اپسیلون از عدد ۰/۷۵ کمتر است از اطلاعات مربوط به سطر Greenhouse-Geisser استفاده شد. درحالت تک متغیره، باتوجه به مقدار ۰.۰۵>۰. ۲۱۲=sig اثر درون گروهی (عامل زمان) بر تغییرات میانگین بازده معنادار نیست و فرضیه صفر مبنی بر یکسان بودن میانگین بازده ماهانه در دوره سه ساله ۹۵-۹۷ پذیرفته می‌شود.

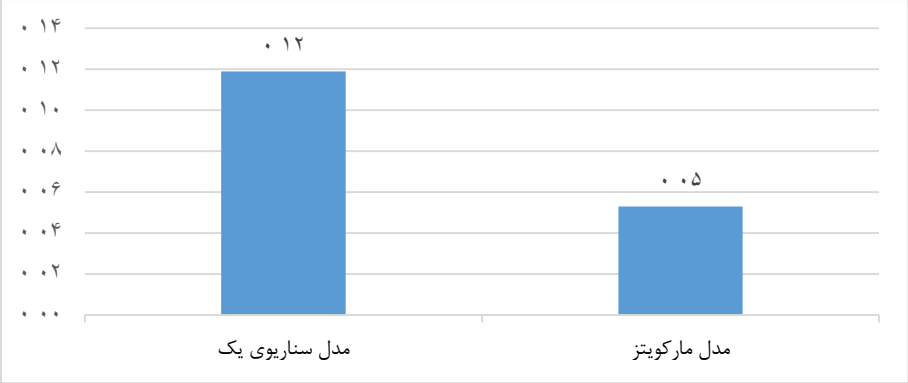
جدول ۴. نتایج آزمون تحلیل واریانس (میان گروهی) با اندازه‌گیری مکرر در سناریوی اول

اثرات / منبع واریانس	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معناداری
intercept	۰/۱۱۴	۱	۰/۱۱۴	۱۶/۳۴۷	**۰/۰۰۱**
مدل	۰/۰۳۵	۱	۰/۰۳۵	۵/۰۱۵	**۰/۰۳۶**
خطا	۰/۱۵۴	۲۲	۰/۰۰۷	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول بالا نیز آزمون اثرات بین گروهی را نشان می‌دهد. باتوجه به مقدار ۰.۰۵>۰. ۰۰۱=sig بین میانگین بازده مدل مارکویتز و مدل سناریوی یک- درون نمونه‌ای اختلاف معناداری وجود دارد.

به‌منظور مقایسه دو به دو میانگین‌های مدل‌های مورد نظر از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین نمودار زیر بیانگر میانگین‌های دو مدل در فرضیه اول است.



نمودار ۴. مقایسه بازده سه ساله (۹۵-۹۷) پرتفوی مدل مارکویتز و مدل سناریوی یک

منبع: یافته‌های پژوهش

فرضیه دوم پژوهش مبنی بر عملکرد بهتر پرتفوی مدل VaR/UPM (α, β, τ) در شرایط ریسک‌گریز و پتانسیل خنثی $(\alpha=2, \beta=1)$ از عملکرد پرتفوی مدل مارکویتز پذیرفته می‌شود.

جدول ۵. آزمون موخلی جهت بررسی ماتریس واریانس کوواریانس مربوط به تحلیل واریانس سناریوی دوم

اثرات	آماره موخلی	مجذور کای	درجات آزادی	سطح معناداری	اپسیلون		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	**Lower-bound**
زمان	۰/۳۵۸	۲۱/۵۷۲	۲	۰/۰۰۰	۰/۶۰۹	۰/۶۵۵	**۰/۵۰۰**

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول بالا، نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر به‌منظور بررسی وجود فرضیه کرویت را نشان می‌دهد که باتوجه به آزمون موخلی، چون مقدار Sig=۰.۰۰۰<۰.۰۵ است، فرضیه صفر رد می‌شود. یعنی کرویت (ناهمسانی واریانس) برقرار نیست (همسانی واریانس). باتوجه به این‌که مقدار اپسیلون از عدد ۰/۷۵ کمتر است. برای بررسی مساوی بودن میانگین‌های بازده ماهانه در دوره ۹۵-۹۷ در دو مدل مارکویتز و مدل سناریوی دو (درون نمونه‌ای) از آزمون Greenhouse-Geisser به‌شرح جدول زیر استفاده شد.

جدول ۶. نتایج آزمون تحلیل واریانس (درون گروهی) با اندازه‌گیری مکرر در سناریوی دوم

اثرات / منبع واریانس	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معناداری
Greenhouse-Geisser(time)	۰/۰۷۳	۱/۲۱۸	۰/۰۶	۶/۱۰۱	**۰/۰۱۵**
خطا	۲۶/۳	۲۶/۲۷۹۷	۰/۰۱	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج آزمون تک متغیره اثرات درون گروهی به‌شرح جدول بالا نشان داد فرض کرویت برقرار نیست و مقدار اپسیلون از ۰/۷۵ کمتر است. لذا از اطلاعات مربوط به سطر Greenhouse-Geisser استفاده شد. درحالت تک متغیره، باتوجه به مقدار sig=۰.۰۱۵<۰.۰۵ اثر درون گروهی (عامل زمان) بر تغییرات میانگین بازده معنادار است و فرضیه صفر مبنی بر یکسان بودن میانگین بازده ماهانه در دوره سه ساله ۹۵-۹۷ رد می‌شود.

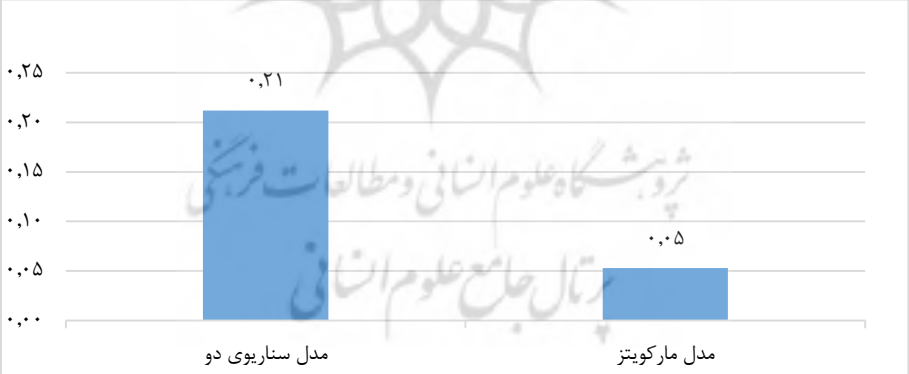
جدول ۷. نتایج آزمون تحلیل واریانس (میان گروهی) با اندازه‌گیری مکرر در سناریوی دوم

اثرات / منبع واریانس	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معناداری
intercept	۰/۱۴	۱	۰/۱۴	۲۵/۱۸۷	۰/۰۰۰
مدل	۰/۰۵	۱	۰/۰۵	۸/۹۹۷	**۰/۰۰۷**
خطا	۰/۱۲۳	۲۲	۰/۰۰۶	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول بالا نیز آزمون اثرات بین گروهی را نشان می‌دهد که باتوجه به مقدار sig=۰. ۰۰۰<۰.۰۵ بین میانگین بازده مدل مارکویتز و مدل سناریوی دو- درون نمونه‌ای اختلاف معناداری وجود دارد.

به منظور مقایسه دو به دو میانگین‌های مدل‌های مورد نظر از آزمون تعقیبی بونفرونی استفاده شد. همچنین نمودار زیر بیانگر میانگین‌های دو مدل در فرضیه دوم مورد بررسی است:



نمودار ۵. مقایسه بازده سه ساله (۹۵-۹۷) پرتفوی مدل مارکویتز و مدل سناریوی دو

منبع: یافته‌های پژوهش

فرضیه سوم پژوهش مبنی بر عملکرد بهتر سبد مدل VaR/ UPM (α؛ β؛ τ) در شرایط ریسک‌گریز و پتانسیل‌گریز (α=۲, β=۰/۸) از عملکرد پرتفوی مدل مارکویتز پذیرفته می‌شود.

جدول ۸. آزمون موخلی جهت بررسی ماتریس واریانس کوواریانس مربوط به تحلیل واریانس سناریوی سوم

اثرات	آماره موخلی	مجذور کای	درجات آزادی	سطح معناداری	اپسیلون		
					Greenhouse-Geisser	Huynh-Feldt	**Lower-bound**
زمان	۰/۴۶۳	۱۶/۱۵۸	۲	۰/۰۰۰	۰/۶۵۱	۰/۷۰۶	**۰/۵۰۰**

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول بالا بیانگر نتایج تحلیل واریانس با اندازه‌گیری مکرر به‌منظور بررسی وجود فرضیه کرویت است که مقدار Sig=0.000<0.05 است، بنابراین فرضیه صفر رد می‌شود. یعنی؛ کرویت برقرار نیست (همسانی واریانس‌ها). با توجه به این‌که مقدار اپسیلون از عدد ۰/۷۵ کمتر است، از آزمون Greenhouse-Geisser برای بررسی مساوی بودن میانگین‌های بازده ماهانه در دوره مطالعه ۹۵-۹۷ در دو مدل مارکویتز و مدل سناریوی سه (درون نمونه‌ای) استفاده شده که نتایج به‌شرح جدول زیر است.

جدول ۹. نتایج آزمون تحلیل واریانس (درون گروهی) با اندازه‌گیری مکرر در سناریوی سوم

اثرات / منبع واریانس	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معناداری
Greenhouse-Geisser(time)	۰/۰۵۷	۱/۳۰۱	۰/۰۴۴	۴/۳۰۳	**۰/۰۳۸**
خطا	۰/۲۹۲	۲۸/۶۳۲	۰/۰۱	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش

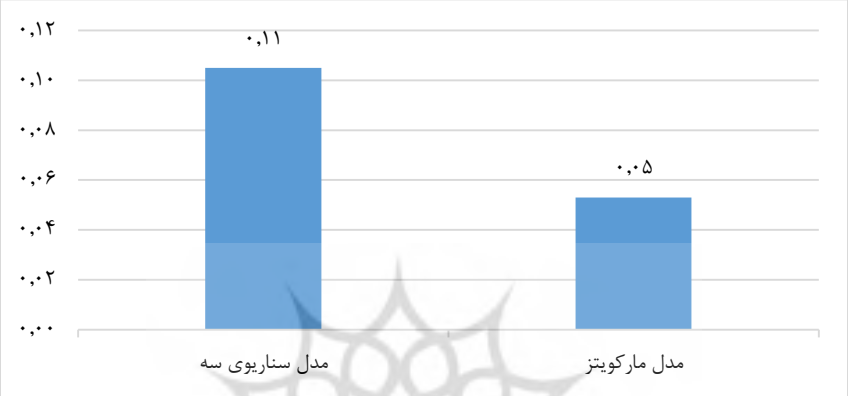
جدول بالا نتایج آزمون تک متغیره برای اثرات درون گروهی را نشان می‌دهد. چون فرض کرویت برقرار نبود و مقدار اپسیلون از عدد ۰/۷۵ کمتر است، از اطلاعات مربوط به سطر Greenhouse-Geisser استفاده شد. درحالت تک متغیره، باتوجه به مقدار sig=0. 038<0.05 اثر درون گروهی (عامل زمان) بر تغییرات میانگین بازده معنادار است و فرضیه صفر مبنی بر یکسان بودن میانگین بازده ماهانه در دوره سه ساله ۹۵-۹۷ رد می‌شود.

جدول ۱۰. نتایج آزمون تحلیل واریانس (میان گروهی) با اندازه‌گیری مکرر در سناریوی سوم

اثرات / منبع واریانس	مجموع مربعات	درجات آزادی	میانگین مربعات	مقدار F	سطح معناداری
intercept	۰/۰۸۸	۱	۰/۰۸۸	۱۰/۲۰۰	**۰/۰۰۴**
مدل	۰/۰۲۱	۱	۰/۰۲۱	۲/۴۷۷	**۰/۱۳**
خطا	۰/۱۹۱	۲۲	۰/۰۰۹	-	-

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول بالا نتایج آزمون اثرات بین گروهی را نشان می‌دهد که باتوجه به مقدار sig=۰. ۰۰۴<۰.۰۵ میان میانگین بازده مدل مارکویتز و مدل سناریوی سه- درون نمونه‌ای اختلاف معناداری وجود دارد. به‌منظور مقایسه دو به دو میانگین‌های مدل‌های مورد نظر از آزمون تعقیبی بونفرونی[1] استفاده شد. همچنین، نمودار زیر بیانگر میانگین‌های دو مدل در فرضیه سوم مورد بررسی است.



نمودار ۶. مقایسه بازده سه ساله (۹۵-۹۷) پرتفوی مدل مارکویتز و مدل سناریوی سه

منبع: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری و بحث

ارزیابی عملکرد سبد سهام از موضوعات با اهمیت مدیریت سرمایه‌گذاری در سهام است که پژوهش حاضر با استفاده از ارزش در معرض خطر به‌عنوان سنجه ریسک نامطلوب و کوواریانس جز بالا به‌عنوان سنجه پتانسیل مطلوب به این مهم پرداخته است. به‌دلیل وجود ناهمسانی واریانس در داده‌ها، از واریانس شرطی و مدل‌های مختلف خانواده Garch و TGarch جهت محاسبه ارزش در معرض خطر استفاده شد. همچنین، جهت محاسبه کوواریانس جزء بالا از بازده هدف برابر با نرخ بدون ریسک ۱۸ درصد در سال استفاده شد. در نهایت، بررسی صورت گرفته نشان داد بازده مدل پیشنهادی بهینه‌سازی مبتنی بر ارزش در معرض خطر و پتانسیل مطلوب با مدل‌های متعارف (مدل مارکویتز)، بازده مدل پیشنهادی در حالت درون نمونه‌ای در هر سه سناریو پتانسیل‌پذیر-ریسک‌گریز، پتانسیل خنثی-ریسک‌گریز و پتانسیل‌گریز-ریسک‌گریز از مدل مارکویتز بهتر است. یعنی روزآمدسازی مدل، مرز کارا و همچنین استفاده همزمان از معیار ارزش در معرض خطر و توجه به گرایش‌های سرمایه‌گذار از نظر تمایل به پتانسیل‌های مطلوب و ریسک‌گریزی منجر به بهبود کارایی سبد بهینه می‌شود. این نتیجه با یافته‌های میرعباسی و همکاران (۱۳۹۶) مطابقت دارد که نشان دادند عملکرد مدل پیشنهادی نسبت به مدل مارکویتز در حالت درون

1. Bonferroni

نمونه‌ای بهتر است. اما این پژوهش به‌صورت برون نمونه‌ای انجام شد و برخلاف صالح آبادی و همکاران (۱۳۹۷) که نشان دادند در روش برون نمونه‌ای، مدل پیشنهادی آنها از مدل مارکویتز بهتر است، نتایج پژوهش حاضر به‌صورت برون نمونه‌ای عملکرد بهتری نسبت به مدل مارکویتز ارائه نداد.

لذا از آن‌جا که طبق نتایج این پژوهش، روش درون نمونه‌ای پرتفوی‌هایی با کارایی بهتر پیشنهاد می‌دهد و سرمایه‌گذاران در حین تصمیم‌گیری برای تخصیص منابع تمایل دارند با وزن‌های مدل پیشنهادی برای زمان‌های آتی سرمایه‌گذاری کنند و تخصیص منابع انجام دهند. از طرفی، روش‌های برون نمونه‌ای پیشنهادات بهتری نسبت به مدل‌های متعارف ارائه نمی‌دهند. بنابراین، پژوهش حاضر برای اولین بار، موضوع پویا نمودن با لحاظ شرایط جدید بازار را در ساخت مدل و تعیین مرز کارا درنظر گرفت و نشان داد نتایج آن از مدل مارکویتز بهتر است. حال با توجه به این‌که یکی از دغدغه‌ای مدیران سرمایه‌گذاری در به‌کارگیری روش‌های علمی ساخت سبد بهینه سهام، روزآمدسازی مدل و مرز کارا است، روش این پژوهش برای این مدیران قابل استفاده است و آنها را قادر می‌سازد در هر افق زمانی اعم از ماهانه، هفتگی، روزانه و حتی کوتاه‌تر نسبت به روزآمدسازی مدل و وزن‌های بهینه اقدام نمایند. همچنین، این روش از روش برنامه‌ریزی پویای انتخاب سبد سهام چند دوره‌ای با استفاده از گشتاورهای مرتبه بالاتر ارائه شده توسط تهرانی و همکاران (۱۳۹۷) قابل فهم‌تر است. زیرا در این روش، انتخاب سبد بهینه طبق روال معمول به‌صورت تک دوره‌ای انجام می‌شود و با استفاده از داده‌ها و اطلاعات جدید بازار، ساخت مدل و مرز کارا روزآمدسازی می‌شود.

بنابراین، پیشنهاد می‌شود از مدل این پژوهش برای تعیین سبد بهینه سرمایه‌گذاران در شرکت‌های سبدگردان استفاده شود. مدیران سرمایه‌گذار نیز از روش این پژوهش جهت روزآمدسازی و پویا نمودن ساخت مدل و مرز کارا استفاده نمایند. همچنین، مقادیر متغیرهای روان‌شناختی سرمایه‌گذاران با استفاده از مدل پژوهش استخراج گردد.

به پژوهش‌های آینده نیز پیشنهاد می‌شود به مقایسه کارایی پرتفوی بهینه مبتنی بر ارزش در معرض خطر و پتانسیل مطلوب با مدل‌های متعارف با روزآمدسازی مرز کارا به‌صورت هفتگی و روزانه بپردازند. همچنین، کارایی پرتفوی بهینه مبتنی بر ارزش در معرض خطر و پتانسیل مطلوب با کارایی پرتفوی بهینه مبتنی بر سنجه کوواریانس جز پایین و بالا را مقایسه کنند. به‌علاوه، کارایی بهینه‌سازی مبتنی بر ارزش در معرض خطر و پتانسیل مطلوب با سایر مدل‌های ابتکاری تشکیل پرتفوی از قبیل شبکه عصبی، الگوریتم ژنتیک و روش‌های فازی را مقایسه نمایند.

ملاحظات اخلاقی

حامی مالی: مقاله حامی مالی ندارد.
مشارکت نویسندگان: تمام نویسندگان در آماده‌سازی مقاله مشارکت داشته‌اند.
تعارض منافع: بنا بر اظهار نویسندگان در این مقاله هیچ‌گونه تعارض منافعی وجود ندارد.
تعهد کپی‌رایت: طبق تعهد نویسندگان حق کپی‌رایت رعایت شده است.

منابع

تهرانی، ر ضا.، فلاح‌پور، سعید.، ر ستمی، محمدر ضا و بیگلری کامی، مهدی. (۱۳۹۷). انتخاب سبد سهام چند دوره‌ای با ا ستفاده از گ شتاورهای مرتبه بالاتر. *مهند سی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۹(۳۷)، ۲۲-۱.

راعی، رضا و تلنگی، احمد. (۱۳۹۱). مدیریت سرمایه‌گذاری پیشرفته. تهران، انتشارات سمت، چاپ ششم.

راعی، رضا و سعیدی، علی. (۱۳۹۶). مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک. تهران، انتشارات سمت، چاپ یازدهم.

رهنمای رودپشتی، فریدون و میرعبا سی، یاور. (۱۳۹۲). معیار ارزیابی ریسک تعدیل شده بر ا ساس پتان سیل مطلوب در ت صمیمات سرمایه‌گذاری و بهینه سازی پرتفلیو (زیربنای نظریه‌پردازی و ابزار سازی نوین مالی). *تحقیقات مالی اسلامی*، ۲(۲)، ۱۲۲-۸۷.

صادقی، مح سن.، سروش، ابوذر و فرهانیان، محمدجواد. (۱۳۸۹). برر سی معیارهای نو سان‌پذیری، ریسک مطلوب و ریسک نامطلوب در مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای: شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران. *تحقیقات مالی*، ۱۲(۲۹)، ۷۸-۵۹.

صالح‌آبادی، علی.، سیار، محسن و شهریاری، محسن. (۱۳۹۷). بهینه‌سازی پرتفوی در چارچوب مدل پتان سیل مطلوب و ری سک نامطلوب UPM-LPM. *مهند سی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۹(۳۶)، ۱۵۳-۱۲۹.

میرعباسی، یاور.، نیکومرام، هاشم.، سعیدی، علی و حق شناس، فریده. (۱۳۹۷). بررسی کارایی بهینه‌سازی پرتفوی مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و متغیرهای روانشناختی. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۹(۳۴)، ۳۳۳-۳۰۵.

Bawa, V. S. (1975). Optimal rules for ordering uncertain prospects. *Journal of Financial Economics*, 2(1), 95–121.

Bawa, V. S. (1978). Safety-first, stochastic dominance, and optimal portfolio choice. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 13(2), 255–271.

Bawa, V. S. & Lindenberg, E. .B (1977). Capital market equilibrium in a mean-lower partial moment framework. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 189–200.

Cumova, D. & Nawrocki, D. (2014). Portfolio optimization in an upside potential and downside risk framework. *Journal of Economics and Business*, 71, 68-89.

Dolfin, M., Leonida, L. & Muzzupappa, E. (2019). Forecasting efficient risk/return frontier for equity risk with a KTAP approach-A case study in Milan Stock Exchange. *Symmetry*, 11(8), 1055.

Estrada, J. (2007). Mean-Semi variance behavior: Downside risk and capital asset pricing. *International Review of Economics and Finance*, 16(2), 169-185.

Fishburn, P. C. (1977). Mean-risk analysis with risk associated with below-target returns. *The American Economic Review*, 67(2), 116–126.

Granger C. W. J. (2002). Some comments on risk. *Journal of Applied Econometrics*, 17(5), 447-456.

Grootveld, H. & Hallerbach, W. (1999). Variance vs downside risk: Is there really that much difference? *European Journal of Operational Research*, 114(2), 304-319.

Harlo, W. V. & Rao, R. K. S. (1989). Asset pricing in a generalized mean-lower partial moment framework: Theory and evidence. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 24(3), 285-311.

Kaplan, P. D. & Siegel, L. B. (1994). Portfolio theory is still alive and well. *The Journal of Investing Fall*, 3(3), 45-46.

Kaucic, M. & Daris, R. (2017). Interval-valued upside potential and downside risk portfolio optimisation Massimiliano. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja,* 30(1), 1406-1425.

Mao, J. C. T. (1970). Survey of capital budgeting: Theory and practice. *Journal of Finance*, 25(2), 349–360.

Markowitz, H. M. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91.

Markowitz, H. M. (1959). Portfolio selection: Efficient diversification of investments. New York: Yale University Press.

Mirabbasi, Y., Nikoumaram, H., Saeidi, A. & Haghshenas, F. (2018). Study of portfolio optimization based on downside risk, upside potential and behavioral variables efficiency. *Journal* of *Financial Engineering and Securities Management*, 9(34), 305-333. (In Persian)

Raei, R. & Telangi, A. (2012). Advanced investment management. Tehran, Samat Publications, 6th Edition. (In Persian)

Raei, R. & Saeedi, A. (2017). Fundamentals of financial engineering and risk management. Tehran, Samat Publications, 11th edition. (In Persian)

Rahnemaye Roudposhti, F. & Mirabbasi, Y. (2014). Modified standard risk assessment based on optimal capacity investment decisions and portfolio optimization (infrastructure speculation and new financial instrument). *Islamic Finance Research*, 2(2), 87-122. (In Persian)

Rom, B. M. & Ferguson, K. W. (1994). Portfolio theory is alive and well. *The Journal of Investing Fall*, 3(3), 24-44.

Roy, A. D. (1952). Safety first and the holding of assets. *Econometrica*. 20(3), 431–449.

Sadeghi, M, Soroosh A. & Farhanian, M. J. (2010). Investigating the volatility, upside risk, downside risk and Capital Asset Pricing Model: Evidences from Tehran Stock Exchange. (In Persian)

Saleh Abadi, A., Sayar, M. & Shahryari, M. (2018). Portfolio optimization in an upside potential and downside risk (UPM-LPM) framework. *Journal* of *Financial Engineering and Securities Management*, 9(36), 129-153. (In Persian)

Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442.

Sortino, F. A, Van Der Meer, R. & Plantinga, A. (1999). The Dutch triangle. *Journal of Portfolio Management*, 26(1), 50-58.

Sukono, D., Susanti, D., Hasbullah, E. S., Hidayat, Y. & Subiyanto. (2019). Expansion of the investment portfolio performance assessment model based on value-at-risk using a time series approach. *IOP Conference Series. Materials Science and Engineering; Bristol*, 567(1), 1-11.

Tehrani, R., Fallahpour, S., Rostami, M. & Biglari Kami, M. (2018). Multiperiod portfolio selection with higher-order moment. *Journal of Financial Engineering and Securities Management*, 9(37), 1-22. (In Persian)

Tversky, A. & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and Uncertainty*, 5(4), 297-323.

Von Neumann, J. & Morgenstern, O. (1944). Theory of games and economic behavior. Princeton University Press.

COPYRIGHTS

©2022 Alzahra University, Tehran, Iran. This license allows others to download the works and share them with others as long as they credit them, but they can't change them in any way or use them commercially.