



بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از مدل نیم واریانس با تأکید بر پتانسیل مثبت (مطالعه موردی: بازار بورس اوراق بهادار تهران)

سید علی موسوی لولتی^۱ | حسین قنبری^۲ | عمران محمدی^۳

چکیده

سرمایه‌گذاری در بازار سهام نقشی اساسی در رشد و توسعه اقتصادی دارد، زیرا امکان ایجاد فرصت‌های سرمایه‌گذاری، تأمین منابع مالی برای شرکت‌ها و دولت‌ها و تحرک فعالیت اقتصادی را به ارمغان می‌آورد. تشکیل سبد سرمایه‌گذاری مناسب به منظور فعالیت در بازار سهام از اهمیت قابل توجهی برخوردار است و جهت دستیابی به عملکرد مطلوب و بهره‌برداری بهتر، نیازمند مهارت در انتخاب و ترکیب مناسب از سهام گوناگون است. توجه به نوسانات بازار سهام در تشکیل سبد سرمایه‌گذاری امری حیاتی بوده؛ زیرا که این نوسانات بیانگر تغییرات و پویایی این بازار هستند و تصمیم‌گیری مبتنی بر این نوسانات، به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا مخاطرات مالی را بهبود بخشند و فرصت‌های سرمایه‌گذاری را شناسایی کنند. همچنین توجه به نوسانات مثبت در تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بسیار حائز اهمیت است؛ زیرا که این نوسانات نشان‌دهنده قابلیت رشد و سودآوری بالقوه سهام هستند. به همین منظور، هدف این پژوهش تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهینه به منظور بهره‌برداری مزیت‌ها و فرصت‌های سرمایه‌گذاری ناشی از نوسانات مثبت و درعین حال توجه به نوسانات منفی و کاهش آن است. در همین راستا در این پژوهش رویکردی نوین به نام مدل نیم واریانس دومرحله‌ای معرفی گردید و با استفاده از داده‌های ماهانه سهام از ابتدای سال ۱۳۹۷ تا انتهای ۱۴۰۱، به تشکیل سبد سرمایه‌گذاری پرداخته شد و جهت ارزیابی کارایی این مدل مقایسه آن با مدل نیم واریانس و اوزان یکسان سبد صورت گرفت. نتایج بیانگر عملکرد بهتر مدل مذکور در مقایسه با مدل نیم واریانس و اوزان یکسان سبد است. این بدان معناست که این رویکرد می‌تواند بهبود قابل توجهی در بهره‌وری و عملکرد سبد سرمایه‌گذاری نسبت به روش‌های سنتی ایجاد کند.

کلیدواژه‌ها: بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری؛ نیم واریانس؛ نوسان مثبت؛ پتانسیل مطلوب

DOR: 20.1001.1.27171809.1403.5.1.3.0

۱. دانشجوی کارشناسی‌ارشد، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

۲. دانشجوی دکتری دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

۳. نویسنده مسئول: دانشیار دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه علم و صنعت، تهران، ایران.

مقدمه

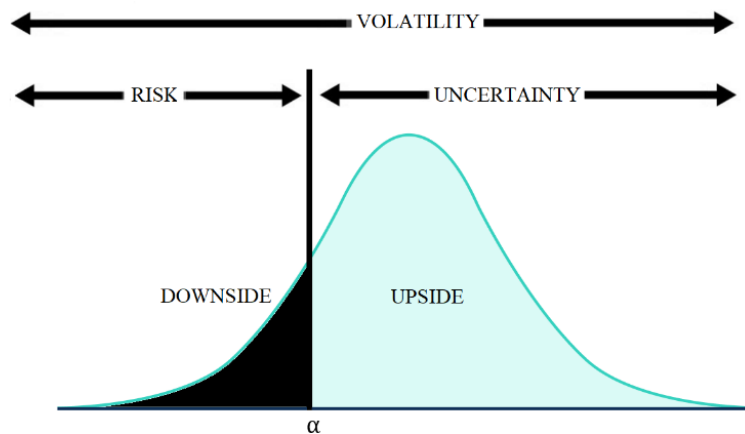
سرمایه‌گذاری در علم اقتصاد به‌عنوان یکی از مفاهیم کلیدی مطرح می‌شود که در توسعه و رشد اقتصادی کشورها نقش مهمی دارد (موسوی لولتی و همکاران، ۱۴۰۲). بازار سرمایه، یکی از ارکان اساسی بازارهای مالی است که تأثیرات گسترده‌ای بر جریان‌های نقدینگی دارد و به‌عنوان یکی از مهمترین منابع تأمین مالی در یک اقتصاد شناخته می‌شود. اهمیت رشد و پویایی بازار سرمایه در کشورها، به ویژه در ایران، در حال حاضر مورد توجه ویژه قرار گرفته است، زیرا تأثیرات آن بر سایر بخش‌های اقتصادی و توسعه آن‌ها از اهمیت چشمگیری برخوردار است (موسوی لولتی و همکاران، ۱۴۰۲). سرمایه‌گذاری در بازار بورس و سهام نیازمند داشتن برنامه‌ریزی و مهارت است. تنها داشتن سرمایه و اقدام به خرید و فروش برای کسب سود در این بازار کافی نیست. یکی از مهم‌ترین مهارت‌هایی که یک سرمایه‌گذار موفق و آگاه باید به آن مسلط باشد، مهارت تشکیل و یا ایجاد سبد دارایی است، سبد سرمایه‌گذاری ترکیبی از سهم‌های مختلفی است که یک سرمایه‌گذار آن‌ها را خریداری کرده و جزء دارایی‌های وی به‌شمار می‌آیند. سبد سرمایه‌گذاری می‌تواند براساس اهداف، انتظارات و میزان ریسک‌پذیری هر فرد متفاوت باشد (نوراحمدی و همکاران، ۱۴۰۲). عدم تشکیل سبد و مدیریت ریسک دارایی در بازار سرمایه سبب افزایش ریسک معاملات شده و ممکن است آسیب جبران‌ناپذیری به سرمایه و دارایی تحمیل کند (صادقی شاهدانی، ۱۴۰۰).

طی سال‌های متمادی، چندین الگوی مختلف برای انتخاب سبد سرمایه‌گذاری ارائه شده است. هر یک از این الگوها با توجه به وضعیت و محدودیت‌های خاص خود طراحی شده‌اند. قبل از سال ۱۹۵۲، سرمایه‌گذاران تمایل داشتند تا با انتخاب اوراق بهاداری که ارزش واقعی آن‌ها مشخص بود، سبد خود را تشکیل دهند. این افراد در واقع، ارتباط یا همبستگی بین اوراق بهادار مختلف موجود در سبد سرمایه‌گذاری خود برقرار نمی‌کردند (گونجان و باتاچاریا، ۲۰۲۳). اما در سال ۱۹۵۲، یک نظریه جدید در حوزه سرمایه‌گذاری معرفی گردید. در آن زمان، مارکوویتز با انتشار مقاله‌ای درباره انتخاب سبد سرمایه‌گذاری، مدل مشهور میانگین-واریانس را معرفی نمود (اسکروچی و همکاران، ۲۰۲۳). با توجه به تحقیقات مارکوویتز و آثار مورد نظر از جمله تحقیقات

مرتون میلر در سال ۱۹۷۲ و ویلیام شارپ در سال ۱۹۶۴، تئوری نوین سبد سرمایه‌گذاری به عنوان یک روش بهینه‌سازی و ابزار اساسی برای مدیریت سبد در تحلیل و تصمیم‌گیری مالی به وجود آمد. این تئوری از یک سو به سرمایه‌گذاران این توانایی را می‌دهد تا سبد مناسبی از سهم‌ها را با در نظر گرفتن سطح ریسک و بازده مورد انتظار انتخاب کنند و به طور هوشمندانه، موازنه‌ای بین بازده مطلوب و ریسک قابل قبول برقرار کنند. از سوی دیگر، این تئوری به سرمایه‌گذاران این امکان را می‌دهد که با دست‌یافتن به تنوع در سرمایه‌گذاری‌های خود، ریسک کلی سبد را کاهش داده و از پتانسیل نوسانات بازار محافظت کنند. این تنوع، مقاومت بیشتری را در برابر نوسانات بازار فراهم می‌آورد و از جمله استراتژی‌های مؤثر برای کاهش ریسک سرمایه‌گذاری به شمار می‌رود (زنجیردار، ۲۰۲۰). در فرآیند تصمیم‌گیری و تشکیل سبد سرمایه‌گذاران، یکی از عوامل بسیار اساسی، میزان ریسکی است که در فعالیت‌های سرمایه‌گذاری باید متحمل شوند. بسیاری از سرمایه‌گذاران تمایل دارند که با حداقل پذیرش ریسک، بیشترین بازدهی را کسب نمایند (هاشمی و چاوشی، ۱۴۰۲). ریسک به معنای عدم اطمینان و ناشناخته بودن نتایج یک عمل است. به طور ساده، ریسک به انحراف از آنچه در واقعیت رخ می‌دهد نسبت به آنچه مورد انتظار است تعریف می‌شود. مارکویتز برای اولین بار، با بهره‌گیری از مفهوم نوسان به عنوان یکی از مؤلفه‌های اساسی در ساختار سبد سرمایه‌گذاری، توانست به مفهوم ریسک و اهمیت آن در فرایند تشکیل سبد سرمایه‌گذاری پرداخته و این ابعاد را گسترش دهد (قنبری و همکاران، ۲۰۲۳). اگرچه در تئوری نوین سبد سرمایه‌گذاری، واریانس به عنوان معیار اندازه‌گیری ریسک معرفی گردید، اما دیدگاه‌های برجسته‌ی هری مارکویتز و ویلیام شارپ این راهبرد را مورد ارزیابی دقیق قرار دادند. آن‌ها اعتقاد داشتند که مدل نیم واریانس، با در نظر نگرفتن نوسانات مثبت که یک عامل نامطلوب است، به عنوان یک ابزار دقیق‌تر و بهتر برای سنجش ریسک در محیط‌های مالی می‌تواند استفاده شود. (هاشمی و چاوشی، ۱۴۰۲). با توجه به انتقادات موجود نسبت به مدل واریانس به عنوان معیار اندازه‌گیری ریسک، از جمله نرمال بودن توزیع نوسانات و برابری انحرافات مثبت و منفی، نظریه‌ای تحت عنوان نظریه فرامدرن سبد معرفی شد. در این نظریه مدل نیم واریانس معرفی شد که مقادیر بازدهی کمتر از بازدهی مورد انتظار به عنوان ریسک در نظر می‌گیرد (کالایچی^۱ و

1. Kalayci

همکاران، ۲۰۱۹). این مدل به‌طور خاص تنها بر بخش نامطلوب ریسک تمرکز داشته و نوسانات زیان‌بار را مورد بررسی قرار می‌دهد، به عبارتی، نظریه فرا مدرن سبد سرمایه‌گذاری یک روش جدید تخصیص دارایی‌ها را ارائه می‌دهد که تمرکز آن بر بازده در مقابل ریسک نامطلوب است (راما و فرگوسن^۱، ۱۹۹۳). معیار ریسک نامطلوب، به منظور اهداف تصمیم‌گیری در ادبیات اقتصاد مالی، برای بیش از نیم قرن مورد توجه محققین قرار گرفته است. این مسأله از جانب پژوهشگرانی همچون مارکوویتز (۱۹۵۲)، ری (۱۹۵۲)، مایو (۱۹۷۰) و باوا (۱۹۷۵) مورد بررسی و تحلیل قرار گرفته است (پیرو و گامبرا^۲، ۱۹۹۳). به منظور درک این مفهوم، توزیع پراکندگی نوسانات ارزش یک دارایی فرضی را به صورت زیر در نظر بگیرید: اگر α را سطح بازدهی هدف فرض کنیم، محدوده‌ای که بازدهی زیر سطح هدف قرار می‌گیرد، به عنوان محدوده نوسانات نامطلوب تلقی می‌شود و اندازه‌گیری آن با استفاده از معیار نیم واریانس، به منظور ارزیابی ریسک نامطلوب انجام می‌شود. اما راما و فرگوسن (۱۹۹۴)، اعتقاد داشتند که نواحی با نوسانات مثبت و بالای بازده هدف، یعنی α تا ∞ نمایانگر عدم اطمینان محسوب می‌شوند (راما و فرگوسن، ۱۹۹۳).



شکل ۱. تمایز ریسک و عدم اطمینان در تئوری فرا مدرن سبد سرمایه‌گذاری

مدل نیم واریانس، علی‌رغم برخی اصلاحاتی که به روش مارکوویتز ارائه کرده، از سوی تحقیقات متعدد مورد انتقاد قرار گرفته است. یکی از انتقادات مهم آن، نادیده گرفتن انحرافات

1. Rom and Ferguson
2. Pirvu and Gambrah

مثبت در بازده سرمایه گذاری نسبت به بازده مورد انتظار است. این نوع نوسانات، به عنوان نشانگرهایی از مزیت ها و فرصت های سرمایه گذاری، ارزشمند هستند. همچنین تصمیم گیری سرمایه گذاری با نگاهی به این نوع نوسانات، می تواند فرصت هایی را که ممکن است در زمان های عادی دیده نشوند، آشکار سازد. به واسطه این نگرش خوش بینانه، سرمایه گذاران ممکن است از قابلیت رشد و توسعه بلندمدت که این نوسانات مثبت به آن ها اشاره می کنند.

در این پژوهش قصد بر آن است که به تشکیل سبد سرمایه گذاری بهینه با تأکید بر پتانسیل مثبت با دیدگاهی بر دو بعد از نوسانات یعنی نوسان حول بازده مورد انتظار و نوسان در روند بازدهی با معرفی مدل نیم واریانس دو مرحله ای پردازد. بر این اساس، در مرحله اول، پالایش سهامی بر اساس شاخص پتانسیل مطلوب و شاخص پرش به ریزش دو دوره ای جهت شناسایی و استخراج سهامی منتخب صورت می گیرد و سپس در مرحله دوم بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از مدل نیم واریانس بر اساس داده های فصلی از ابتدای ۱۳۹۷ تا انتهای ۱۴۰۱ بورس اوراق بهادار تهران انجام می شود و جهت تحلیل نتایج حاصل شده، مقایسه آن با مدل های نیم واریانس و اوزان یکسان سبد با استفاده از سهامی بدون پالایش در هر فصل مورد ارزیابی قرار می گیرد.

در ادامه این پژوهش به صورت مقابل ساختاردهی شده است: بخش دوم به تشریح پیشینه پژوهش می پردازد. بخش سوم روش پژوهش را شرح می دهد و سپس در بخش چهارم فرایند مدل سازی ریاضی پژوهش را توصیف می کند. نتایج محاسباتی پژوهش و بحث و تفسیر پیرامون نتایج نیز در بخش پنجم تشریح می شود و در نهایت، در بخش ششم نتیجه گیری صورت می گیرد و پیشنهادهایی برای پژوهش های آتی مطرح می شود.

پیشینه پژوهش

به طور کلی تحقیقات انجام شده در زمینه نوسانات مثبت و تأثیر آن بر سبد سرمایه گذاری نشان می دهد که عباراتی مانند نوسانات مثبت، ریسک مطلوب، پتانسیل مثبت و پتانسیل مطلوب در این تحقیقات به کار رفته اند. در ادامه خلاصه ای از تحقیقات پیشین پژوهشگران در زمینه تحت مرور شرح داده شده است:

ریکار دو برامانته و فاجینتی^۱ (۲۰۲۲) مدلی را ارائه دادند که به سرعت با تغییرات ریسک بر اساس نسبت شارپ اصلاح شده، سازگاری دارد. این مدل از یک معیار برای ارزیابی جداگانه ریسک نامطلوب و مطلوب استفاده می‌کند. این معیار کمترین وزن را به سهم‌های با ریسک بالاتر اختصاص می‌دهد و با کاهش ریسک، وزن بیشتری را به آن‌ها تخصیص می‌دهد. با استفاده از این مدل، می‌توان وزن دارایی‌ها در سبد بهینه را مجدداً تعادل داد.

سپس در مطالعه در ایرنه کومیک^۲ و همکاران (۲۰۲۲) به تحلیل تفاوت‌های جنسیتی در ترجیحات ریسکی با توجه به دو بعد مهم ریسک، یعنی ریسک مطلوب و ریسک نامطلوب، پرداخته شده و نتایج نشان از تمایل اکثر افراد به اجتناب از ریسک نامطلوب و تمایل به پذیرش ریسک مطلوب دارند. همچنین تحلیل نشان می‌دهد که در طراحی سیاست‌های مالی، تفاوت‌های جنسیتی حائز اهمیت بوده؛ زیرا زنان ممکن است در مواجهه با ریسک‌های نامطلوب تمایل بیشتری نسبت به مردان به اجتناب داشته باشند.

همچنین در تحقیقات ناروکی و کومووا^۳ (۲۰۱۴)، برای اولین بار مدلی معرفی شد که قادر بود نقص‌های مدل تک‌بعدی میانگین - نیم واریانس را رفع کند و از پشتوانهٔ تئوریک قدرتمندتری برخوردار باشد. در این مدل (LPM/UPM)، تخصیص سرمایه به گونه‌ای است که باهدف حداکثرسازی نوسانات مثبت به‌عنوان یک پتانسیل مطلوب و کاهش حداقل نوسانات منفی به‌عنوان یک ریسک نامطلوب انجام می‌شود.

علاوه بر این میرعباسی و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که سرمایه‌گذار، پتانسیل مطلوب را به‌عنوان عامل مثبت در تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری مد نظر دارد. همچنین، بازدهی سبد بهینه که بر اساس ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و متغیرهای روانشناختی محاسبه می‌شود، از بازدهی سبد بهینه مبتنی بر تئوری نوین سبد سرمایه‌گذاری بیشتر است. این نشان می‌دهد که در شرایطی که ما بر اساس فرضیات اقتصاد عقلانی و بهینه‌سازی بازده و کاهش زیان عمل می‌کنیم، بازدهی سبد بهینه مبتنی بر ریسک نامطلوب و پتانسیل مطلوب و متغیرهای روانشناختی، از بازدهی سبد بهینه مبتنی بر تئوری نوین سبد سرمایه‌گذاری بالاتر است.

1. Bramante and Facchinetti
2. Comeig
3. Cumova and Nawrocki

همچنین در پژوهش ماسیمیانو کائوسیج^۱ و همکاران (۲۰۱۶)، ویژگی‌های مرتبط با ریسک و بازدهی در ترکیب مختلف، از جمله تنوع و نرخ بازده، مورد بررسی قرار گرفته است. آنها یک استراتژی را مورد بررسی قرار داده‌اند که توانایی تولید سبدي با درجه تنوع کم و بازدهی بالا را دارد، با این وجود با افزایش تنوع، بازده مورد انتظار کاهش می‌یابد. این مدل به‌عنوان یک رویکرد سرمایه‌گذاری برای افرادی که به دنبال سود بالا و کاهش ریسک هستند، معرفی شده است.

صادقی و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهشی با تأکید بر نرمال نبودن بازدهی در بورس ایران، نشان دادند که استفاده از مدل میانگین-واریانس در مورد شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران مناسب نیست. بر این اساس معیارهای ریسک نامطلوب و مطلوب نسبت به معیارهای معمول ریسک دارای برتری بوده و رابطه خطی و مستقیمی بین بازدهی و معیارهای مختلف ریسک مورد تأیید می‌باشد و شواهد نشان می‌دهد که قدرت پیش‌بینی شاخص‌های مطلوب برای بازدهی، سرمایه‌گذاران را در بورس اوراق بهادار تهران تحت تأثیر قرار داده و آنها بر اساس ریسک مطلوب تصمیم‌گیری می‌کنند.

همچنین در سال ۱۹۹۹، سورتینو^۲ شاخصی به نام پتانسیل مطلوب را به گونه‌ای معرفی نمود که تمرکز اصلی خود را بر نوسانات حول بازده مورد انتظار قرارداد. این شاخص با کسر نوسانات مثبت از بازده مورد انتظار و کسر قدر مطلق نوسانات منفی از بازده مورد انتظار، توانایی ارزیابی نوسانات مثبت به‌عنوان فرصت و نوسانات منفی را به‌عنوان عوارض یا ریسک فراهم می‌آورد.

به‌طور کلی بررسی ادبیات موجود نشان از عدم در نظر گرفتن هم‌زمان دو بعد از نوسانات، یعنی نوسان حول بازدهی مورد انتظار و نوسان در روند بازدهی با تأکید بر نوسانات مثبت جهت تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهینه شده است. با بررسی ادبیات پژوهش یکی از انتقادات مهم نسبت به مدل نیم واریانس، عدم در نظر گرفتن انحرافات مثبت در بازده بود که حاوی اطلاعاتی درباره مزایای فرصت‌های سرمایه‌گذاری نسبت به یکدیگر است. اما با استفاده از مدل دومرحله‌ای مذکور، این نقصان تا حدودی بر طرف می‌گردد و در مقایسه با مدل نیم واریانس که تنها نگاهی خطی، بدون روند و محافظه‌کارانه در تشکیل سبد سرمایه‌گذاری داشت و اهمیتی برای نوسانات مثبت به‌عنوان

1. Kaucic and Daris

2. Sortino

فرصت قائل نبود، اثربخشی بیشتری دارد. در مدل پیشنهادی این پژوهش دیدگاهی جدید ارائه شده است که به دو بعد از نوسانات یعنی نوسان حول بازده مورد انتظار و نوسان در روند بازدهی توجه ویژه‌ای داشته و سعی دارد تا در تشکیل سبد سرمایه‌گذاری، مشارکت سهامی که دارای پتانسیل رشد و صعود بیشتری هستند را افزایش دهد.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر به منظور دستیابی به اهداف پژوهشی، به صورت کاربردی تدوین شده و در حوزه پژوهش‌های کمی در بازار سرمایه قرار دارد. همچنین با استفاده از داده‌های تاریخی، به عنوان یک بررسی گذشته‌نگر دسته‌بندی می‌شود و در رده پژوهش‌های شبه‌آزمایشی قرار می‌گیرد. اطلاعات مربوط به بررسی مبانی نظری و ادبیات مرتبط با موضوع این پژوهش از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و جستجوهای اینترنتی جمع‌آوری و مورد بررسی قرار گرفته است. در این پژوهش، جامعه آماری شامل قیمت‌های پایانی تعدیل شده تمام سهامی که در بورس اوراق بهادار تهران معامله می‌شوند، مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین روش نمونه‌گیری مورد استفاده، از نوع گزینشی بوده و نمونه انتخابی برای انجام پژوهش، قیمت پایانی تعدیل شده روزانه ۲۰ شرکت بورسی گروه‌های پتروشیمی، فولادی و سیمانی از ابتدای سال ۱۳۹۷ تا انتهای سال ۱۴۰۱ با داشتن شرایط زیر است:

۱. داده‌های مورد نیاز پژوهش در دوره پژوهش را دارا باشد.
 ۲. تعداد روزهای معاملاتی آنها در دوره پژوهش بیش از ۸۰ درصد روزهای معاملاتی کل دوره باشد.
 ۳. سود محقق شده بیشتری به ازای هر سهم نسبت به هم گروهی‌ها خود دارا باشد.
- در این پژوهش، تشکیل سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از مدل‌های نیم واریانس و نیم واریانس دومرحله‌ای و مدل اوزان یکسان سبد با استفاده از داده‌های فصلی از ابتدای سال ۱۳۹۷ تا انتهای سال ۱۴۰۱ بورس اوراق بهادار تهران صورت گرفت.
- براین اساس ابتدا با استفاده از ۲۰ سهام واجد شرایط، تشکیل سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از مدل نیم واریانس و مدل اوزان یکسان سبد سرمایه‌گذاری انجام شد. سپس جهت تشکیل سبد

سرمایه گذاری با مدل پیشنهادی، در مرحله اول، ۲۰ سهامی با بهره گیری از شاخص پتانسیل مطلوب رتبه بندی شده و ۱۰ سهام برتر انتخاب می شوند و سپس با استفاده از شاخص پرش به ریزش دو دوره ای، از بین ۱۰ سهام، ۵ سهام برتر انتخاب شده و در مرحله دوم، با بکارگیری مدل نیم واریانس تشکیل سبد سرمایه گذاری صورت گرفت. همچنین جهت محاسبه بازده ادوار نمونه، ابتدا با استفاده از عملکرد فصل $t - 1$ (دوره تشکیل سبد) سهامی، تشکیل سبد سرمایه گذاری بهینه با دو مدل نیم واریانس دو مرحله ای و نیم واریانس سبد صورت گرفت. سپس مقادیر بهینه میزان مشارکت سهام ها با اطلاعات فصل $t - 1$ در بازده حاصل شده فصل t ، ضرب شده و بازده حاصل شده سبد سرمایه گذاری هر فصل بدست آمد و برای تشکیل سبد سرمایه گذاری با مدل اوزان یکسان سبد نیز بازدهی حاصل شده فصل t در وزن هر یک سهامی یا $\frac{1}{n}$ ضرب شد. همچنین جهت ارزیابی عملکرد مدل نیم واریانس دو مرحله ای با نیم واریانس و اوزان یکسان سبد، اختلاف بازده آن ها در ۲۰ دوره فصلی محاسبه شد.

مدل ریاضی پژوهش

این مطالعه یک مدل ریاضی پیشنهادی مبتنی بر نوسان به منظور تشکیل سبد سرمایه گذاری تحت عنوان مدل نیم واریانس دو مرحله ای ارائه می دهد و سپس با مدل نیم واریانس و مدل اوزان یکسان سبد مقایسه می کند. مدل پیشنهادی ما شامل ۲ مرحله می باشد که در مرحله نخست به پالایش و غربالگری سهام با استفاده از شاخص های ارزیابی عملکرد مالی می پردازد و در مرحله دوم با استفاده از داده های تاریخی، سبد سرمایه گذاری مبتنی بر مدل نیم واریانس تشکیل می دهد. به منظور پالایش و غربالگری سهام در مرحله نخست رویکرد پیشنهادی از شاخص های پتانسیل مطلوب و پرش به ریزش جهت ارزیابی استفاده می گردد.

در این بخش به ترتیب به تشریح و توصیف شاخص های ارزیابی عملکرد مالی، مدل های به کار گرفته شده جهت مقایسه و مدل ریاضی توسعه داده شده در این پژوهش پرداخته می شود. این بخش پیش از توصیف شاخص ها و مدل های ریاضی استفاده شده در پژوهش به تعریف اندیس ها، پارامترها و متغیرها می پردازد. مجموعه روابط ریاضی بکار گرفته شده در این مطالعه در جدول ذیل خلاصه سازی شده است.

جدول ۱. معرفی مجموعه، اندیس، پارامتر و متغیر

مجموعه‌ها و اندیس‌ها	
i, j	اندیس‌های گزینه‌های سرمایه‌گذاری
T	اندیس‌های ادوار زمانی
پارامترها	
μ_p	بازدهی مورد انتظار سبد سرمایه‌گذاری
μ_s	حداقل بازدهی مورد انتظار سهام
r_{it}	بازده سهم i ام در زمان t ام
متغیرها	
x_i	درصد مشارکت سهم i ام در سبد سرمایه‌گذاری

شاخص پتانسیل مطلوب

در سال ۱۹۹۹، سورتیونو شاخصی به نام پتانسیل مطلوب را به گونه‌ای معرفی نمود که تمرکز اصلی خود را بر نوسانات حول بازده مورد انتظار قرار داد. این شاخص با کسر نوسانات مثبت از بازده مورد انتظار و کسر قدر مطلق نوسانات منفی از بازده مورد انتظار، توانایی ارزیابی نوسانات مثبت به عنوان فرصت و نوسانات منفی را به عنوان عوارض یا ریسک فراهم می‌آورد. همچنین شاخص پتانسیل مطلوب یا صعود، معیاری مهم برای ارزیابی عملکرد سبد سرمایه‌گذاری یا سهامی با توجه نوسان حول بازده مورد انتظار بوده و نشان می‌دهد که بازدهی نسبت به ریسک چه میزان است. براین اساس اختلاف بازده ادوار سهام نسبت به بازدهی مورد انتظار اندازه‌گیری می‌شود. سپس مجموع اعداد مثبت که نشان‌دهنده میزان پتانسیل مثبت یا فرصت بوده در صورت نسبت قرار می‌گیرد ($\sum_{t=1}^T \{r_{it} - \mu_s\}^+$) و مجموع قدر مطلق اعداد منفی نیز، که همان میزان ریسک یا تهدید، در مخرج شاخص قرار می‌گیرند ($|\sum_{t=1}^T \{r_{it} - \mu_s\}^-|$). با استفاده از این نسبت، سرمایه‌گذاران می‌توانند عملکرد سرمایه‌گذاری‌های مختلف را با یکدیگر مقایسه کنند و تصمیم‌گیری‌های بهتری درباره تخصیص سرمایه خود انجام دهند. همچنین با بررسی این نسبت برای سرمایه‌گذاری‌های مختلف، می‌توانند سرمایه خود را به سمت سرمایه‌گذاری‌هایی هدایت کنند که در انتظار بازدهی بالا و ریسک کمتری هستند.

$$UPR = \frac{\sum_{t=1}^T \{r_{it} - \mu_s\}^+}{\sum_{t=1}^T |\{r_{it} - \mu_s\}^-|}$$

شاخص نوین پرش به ریزش دو دوره‌ای

شاخص پرش به ریزش (Jump-to-Fall Index) یا به اختصار JFI، نسبتی نوین است که با پیروی از شاخص پتانسیل مطلوب توسعه دادیم، در شاخص پتانسیل مطلوب، ارزیابی نوسانات حول بازده مورد انتظار صورت گرفته بود؛ اما در شاخص نوین، ارزیابی سنجش نوسان سهام با تمرکز بر روند بازدهی صورت ارائه شد. به همین علت، اختلاف دو دوره‌ای بازده سهامی را در ادوار t و $t-1$ اندازه گیری می کند. سپس مجموع اعداد مثبت، که نشان دهنده میزان صعود یا پرش نسبت به ادوار قبلی است $\sum_{t=1}^T \{r_{it} - r_{it-1}\}^+$ ، در صورت نسبت قرار می گیرد و مجموع قدر مطلق اعداد منفی نیز، که همان میزان نزول یا ریزش نسبت به ادوار قبلی را نمایش می دهند $\sum_{t=1}^T |\{r_{it} - r_{it-1}\}^-|$ ، در مخارج شاخص قرار می گیرند. استفاده از شاخص پرش به ریزش در تشکیل سبد سرمایه گذاری به سرمایه گذاران امکان می دهد تا از سهم هایی با قدرت صعود یا پرش بالاتر نسبت به نزول یا ریزش استفاده کنند. این روش می تواند به کاهش ریسک سرمایه گذاری کمک کند و به سرمایه گذاران امکان بدهد تا سهم های با قدرت صعود بالا را در تشکیل سبد سرمایه گذاری خود در نظر بگیرند.

$$JFI = \frac{\sum_{t=1}^T \{r_{it} - r_{it-1}\}^+}{\sum_{t=1}^T |\{r_{it} - r_{it-1}\}^-|}$$

مدل اوزان یکسان سبد

مدل وزن یکسان سهام در سبد، یکی از روش های ساخت سبد سرمایه گذاری است که در آن به هر سهم با وزن یکسانی در تشکیل سبد اهمیت داده می شود. به عبارت دیگر، وزن هر سهم یا هر دارایی در تشکیل سبد سرمایه گذاری به یک مقدار ثابت یا یکسان تنظیم می شود، بدون اینکه وزن یک سهم نسبت به دیگری بیشتر باشد. این مدل معمولاً به عنوان یک رویکرد ساده در ساخت سبد سرمایه گذاری مورد استفاده قرار می گیرد. با اعمال وزن برابر سهم ها، تنوع در سبد افزایش می یابد

و تأثیر هر سهم در بازده کلی سبد یکسان می‌شود. این روش اغلب برای سادگی و کاهش پیچیدگی مدیریت سبد استفاده می‌شود.

مدل نیم واریانس

سنجش ریسک سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از مدل واریانس، سؤالی را برای سرمایه‌گذاران و پژوهشگران ایجاد کرده است که چرا باید هم میزان پاداش‌ها و هم میزان جریمه‌ها را به‌عنوان ریسک در نظر گرفت. به‌منظور حل این مسئله، هری مارکوویتز در سال ۱۹۵۹ مدلی به نام سنجه ریسک نیم واریانس را معرفی کرد. این مدل از دسته سنجه‌های ریسک نامطلوب است که مقادیر پایین‌تر از بازدهی مورد انتظار را به‌عنوان ریسک تلقی می‌کند. محدودیت‌هایی که در این مدل در نظر گرفته شده عبارت‌اند از:

رابطه ۱ به معنای آن است که بازدهی مورد انتظار برای سبد سرمایه‌گذاری، ناشی از میانگین وزن‌دهی شده‌ی سهام انتخاب شده است. رابطه‌های ۲ و ۳ برای رفع رابطه‌ی قدر مطلق در تابع هدف شکل گرفته‌اند. برای حذف قدر مطلق در تابع هدف رابطه y_t به فرم کوچکتر مساوی و بزرگتر مساوی با عبارت $\mu_p - \sum_{i=1}^n \Gamma_{it} X_i$ نوشته می‌شود، اما با توجه به اینکه مقادیر بالاتر از بازدهی مورد انتظار به‌عنوان ریسک در این مدل شناخته نمی‌شود رابطه‌ی ۳ به فرم $y_t \geq 0$ تبدیل می‌گردد. با توجه به توضیحات ارائه شده: رابطه ۴ که به نام محدودیت بودجه شناخته می‌شود، بیان می‌کند که مجموع کسر بودجه‌های سرمایه‌گذاری شده در سهام مختلف باید برابر با ۱ باشد. رابطه ۵ نشان می‌دهد که درصد سرمایه‌گذاری در هر سهم باید مقداری غیر منفی داشته باشد.

$$\text{Min SV} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_t^2$$

$$\text{S. t.} \quad \sum_{i=1}^n \mu_i X_i = \mu_p \quad 1$$

$$y_t \geq \mu_p - \sum_{i=1}^n \Gamma_{it} X_i \quad t = 1, \dots, T \quad 2$$

$$y_t \geq 0 \quad t = 1, \dots, T \quad 3$$

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

۴

$$x_i \geq 0$$

$$i = 1, \dots, n$$

۵

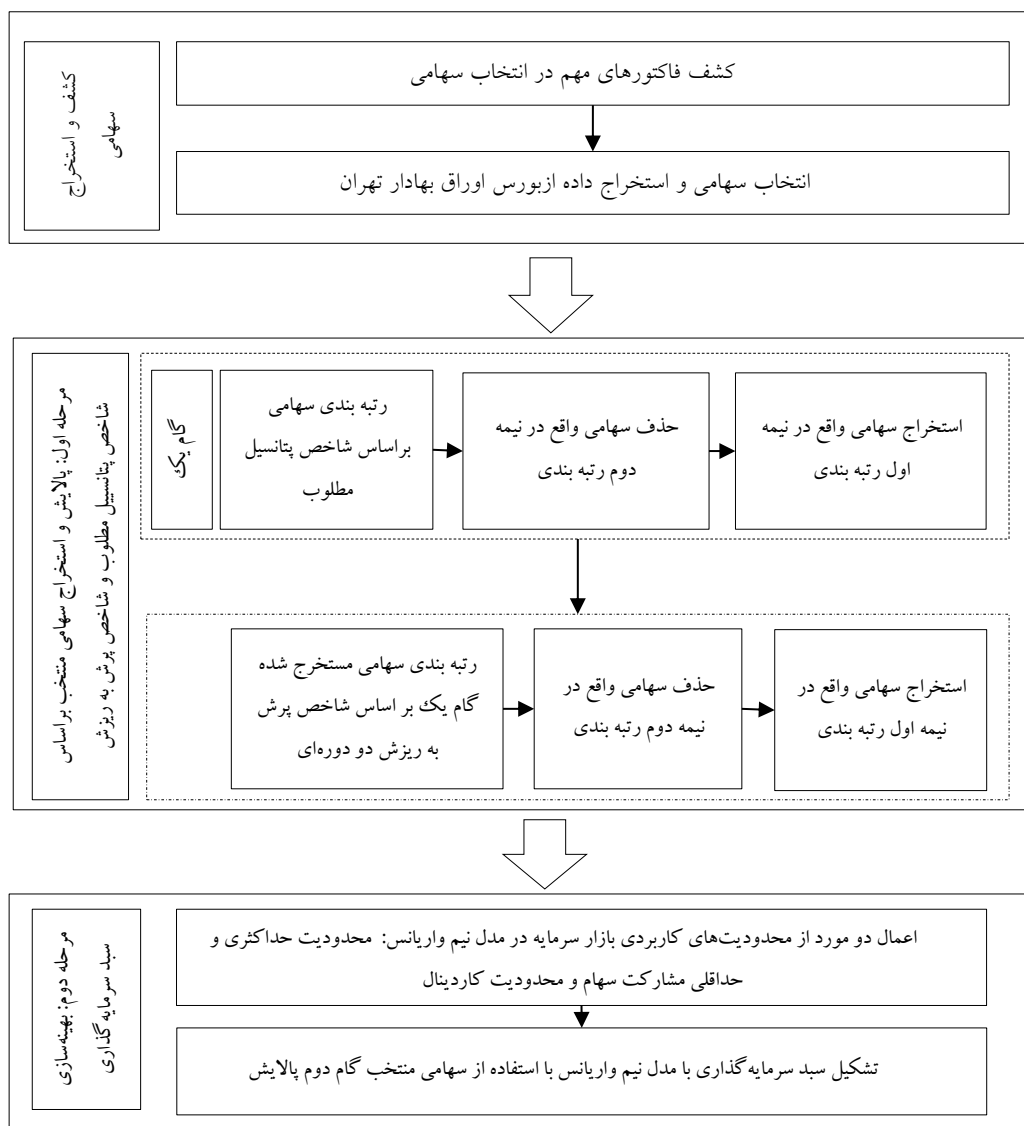
مدل پیشنهادی نیم واریانس دومرحله‌ای

به دلیل اینکه مدل کلاسیک نیم واریانس تنها نگاهی خطی، بدون روند و محافظه کارانه در تشکیل سبد سرمایه گذاری دارد و نوسانات مثبت را به عنوان فرصت های خوب سرمایه گذاری در نظر نمی گیرد در این بخش به ارائه یک رویکرد نوین پرداخته می شود تا کاستی های مدل پیشین پوشش داده شود. این امر با قرار گرفتن یک مرحله جهت پالایش و غربال سهام ورودی جهت تشکیل سبد سرمایه گذاری صورت می گیرد. همان طور که پیش از این نیز شرح داده شد، این دیدگاه به دو بعد از نوسانات یعنی نوسان حول بازده مورد انتظار و نوسان در روند بازدهی توجه ویژه ای داشته و سعی دارد تا در تشکیل سبد سرمایه گذاری، مشارکت سهامی که دارای پتانسیل رشد و صعود بیشتری هستند را افزایش دهد به همین علت در مدل پیشنهادی در مرحله اول، ابتدا پالایش سهامی بر اساس شاخص پتانسیل مطلوب که نوعی ارزیاب توانمندی از دیدگاه نوسان مثبت نسبت به نوسان منفی حول بازده مورد انتظار است، صورت گرفته و سهامی برتر استخراج می شوند. سپس به منظور پالایش سهامی با عامل روند، پالایشی از بین سهام برتر با استفاده از شاخص پرش به ریزش دو دوره ای که نوعی ارزیاب توانمندی صعود به نزول بر مبنای نوسان در روند بازدهی است، صورت گرفته و سهام منتخب استخراج شوند. سپس در مرحله دوم به وسیله مدل نیم واریانس (روابط ۱ الی ۵)، تشکیل سبد سرمایه گذاری بهینه با سهام منتخب انجام می شود. بنابراین، مدل پیشنهادی با دیدی وسیع با در نظر گرفتن دو پتانسیل مثبت از نگاه بازده مورد انتظار و روند سهام و همچنین با دیدگاه کاهش نوسانات نامطلوب صورت گرفت. به طور کلی مدل پیشنهادی نیم واریانس دومرحله ای در بهینه سازی سبد سرمایه گذاری از مزایایی برخوردار است که به سرمایه گذاران امکان می دهد از نوسانات مثبت بهره برداری کنند. این روش با توجه به پتانسیل رشد سهام، سهم هایی را که دارای پتانسیل رشد و صعود بیشتری هستند، شناسایی و انتخاب می کند. به علاوه، با استفاده از مدل نیم واریانس در مرحله دوم، این روش به سرمایه گذاران امکان

■ **بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از مدل نیم واریانس با تأکید بر پتانسیل مثبت...**

می‌دهد تا ریسک سرمایه‌گذاری‌های خود را کاهش دهند. این روش به‌ویژه برای سرمایه‌گذارانی که تمایل دارند از فرصت‌های رشد و صعود در بازار سرمایه بهره‌برداری کنند و درعین حال ریسک سرمایه‌گذاری خود را کاهش دهند، مناسب است.

به‌منظور درک مدل پیشنهادی، نمای کلی تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهینه با استفاده از مدل نیم واریانس دو مرحله‌ای در شکل زیر ارائه شده است:



شکل ۲. نمای کلی تشکیل سبد سرمایه گذاری بهینه با مدل نیم واریانس دو مرحله‌ای

یافته‌های پژوهش

در این پژوهش با استفاده از بازدهی فصل $t - 1$ سهام‌های منتخب، تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهینه با دو مدل نیم واریانس و نیم واریانس دومرحله‌ای در نرم‌افزار گمز صورت گرفت، سپس مقادیر بهینه میزان مشارکت سهام‌ها با اطلاعات فصل $t - 1$ در بازده حاصل شده فصل t جهت بهره‌برداری، ضرب شده و بازده حاصل شده سبد سرمایه‌گذاری بدست آمد. همچنین جهت تشکیل سبد با مدل اوزان یکسان سبد نیز بازدهی حاصل شده فصل t در وزن هریک سهامی یا $\frac{1}{n}$ ضرب شد. لازم به ذکر است استفاده از این روش جهت سنجش عملکرد مدل در ۲۰ دوره فصلی از ابتدای ۱۳۹۷ تا انتهای ۱۴۰۱ اجرا و در جدول شماره دو قابل مشاهده است. در این پژوهش حداقل بازده مورد انتظار هر دوره بر اساس نرخ بهره بدون ریسک سه ماهه بانکی، در هر دوره نظر گرفته شد و همچنین به منظور حفظ تنوع و تعادل مناسب در ترکیب دارایی‌ها و سهم‌های انتخاب شده با در نظر گرفتن بودجه، محدودیت‌های اعمالی بر دو مدل، جهت تشکیل سبد بصورت محدودیت حداکثری و حداقلی مشارکت سهام به ترتیب ۰,۶ و ۰,۱ در نظر گرفته و محدودیت کاردینال یا حد تعداد سهام در سبد سرمایه‌گذاری حداکثر ۵ اعمال شد.

پس از به‌دست آمدن نتایج حاصل از اجرایی‌سازی مدل‌های منتخب تشکیل سبد سرمایه‌گذاری در جدول شماره دو، ستون‌های اختلاف بازده در ادوار به دست آمد. جدول ۲. مقایسه‌ی عملکرد مدل نیم واریانس دومرحله‌ای با مدل نیم واریانس و مدل سبد با اوزان یکسان در ادوار نمونه

اختلاف بازده		دوره	
اختلاف بازده نیم واریانس دومرحله‌ای و اوزان یکسان سبد	نیم واریانس دومرحله‌ای و نیم واریانس	فصل اول ۱۳۹۷	۱
۰.۲۴۶۰۳۷۸۸۶	۰.۰۰۳۶۶۷۰۶۵	فصل دوم ۱۳۹۷	۲
۰.۱۶۲۷۱۹۹۵۷	۰.۰۵۴۲۳۹۹۸۶		

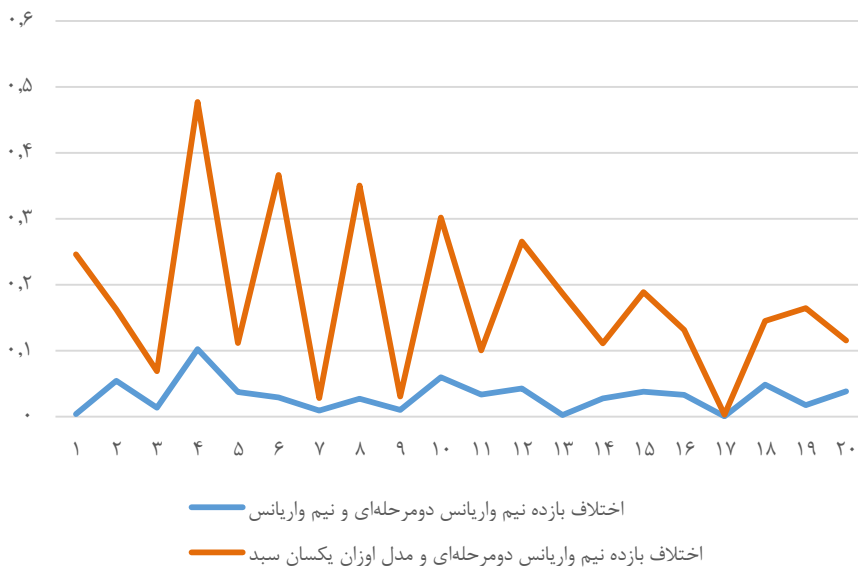
جدول ۲. مقایسه‌ی عملکرد مدل نیم واریانس دومرحله‌ای با مدل نیم واریانس و مدل سبد با اوزان یکسان در ادوار نمونه

اختلاف بازده		دوره	
اختلاف بازده نیم واریانس دومرحله‌ای و اوزان یکسان سبد	نیم واریانس دومرحله‌ای و نیم واریانس		
۰.۰۶۸۹۸۷۶۹۸	۰.۰۱۳۷۹۷۵۴	فصل سوم ۱۳۹۷	۳
۰.۲۷۷۴۴۳۹۴۱	۰.۱۰۲۳۹۱۴۶۶	فصل چهارم ۱۳۹۷	۴
۰.۱۱۱۴۸۸۷۴۸	۰.۰۳۷۱۶۲۹۱۶	فصل اول ۱۳۹۸	۵
۰.۳۶۶۳۲۰۱۲۹	۰.۰۲۹۰۵۶۳۲۲	فصل دوم ۱۳۹۸	۶
۰.۰۲۸۱۱۴۹۵۴	۰.۰۰۹۳۷۱۶۵۱	فصل سوم ۱۳۹۸	۷
۰.۳۵۰۵۹۹۶۳۲	۰.۰۲۷۱۳۸۲۱۳	فصل چهارم ۱۳۹۸	۸
۰.۰۳۰۴۴۲۶۱۶	۰.۰۱۰۱۴۷۵۳۹	فصل اول ۱۳۹۹	۹
۰.۳۰۲۱۹۷۲۷۸	۰.۰۵۹۷۲۵۱۱	فصل دوم ۱۳۹۹	۱۰
۰.۱۰۰۳۴۰۳۷۳	۰.۰۳۳۴۴۶۷۹۱	فصل سوم ۱۳۹۹	۱۱
۰.۲۶۵۶۵۲۸۲۶	۰.۰۴۲۹۰۷۹۰۹	فصل چهارم ۱۳۹۹	۱۲
۰.۱۸۶۸۰۱۹۹۷	۰.۰۰۲۴۳۱۹۳۸	فصل اول ۱۴۰۰	۱۳
۰.۱۱۰۹۱۶۴۸۸	۰.۰۲۷۷۲۹۱۲۲	فصل دوم ۱۴۰۰	۱۴

جدول ۲. مقایسه‌ی عملکرد مدل نیم واریانس دو مرحله‌ای با مدل نیم واریانس و مدل سبب با اوزان یکسان در ادوار نمونه

اختلاف بازده		دوره	
اختلاف بازده نیم واریانس دو مرحله‌ای و اوزان یکسان سبب	نیم واریانس دو مرحله‌ای و نیم واریانس		
۰.۱۸۸۸۴۶۱۱۱	۰.۰۳۷۷۶۹۲۲۲	فصل سوم ۱۴۰۰	۱۵
۰.۱۳۱۵۸۹۱۸۶	۰.۰۳۲۸۹۷۲۹۶	فصل چهارم ۱۴۰۰	۱۶
۰.۰۰۲۸۶۷۶۲۲	۰.۰۰۰۵۷۳۵۲۴	فصل اول ۱۴۰۱	۱۷
۰.۱۴۵۰۲۲۱۵۱	۰.۰۴۸۳۴۰۷۱۷	فصل دوم ۱۴۰۱	۱۸
۰.۱۶۴۷۸۸۳۸۷	۰.۰۱۷۴۱۹۲۲	فصل سوم ۱۴۰۱	۱۹
۰.۱۱۵۳۲۴۷۰۲	۰.۰۳۸۴۴۱۵۶۷	فصل چهارم ۱۴۰۱	۲۰
۳.۵۵۶۵۰۲۶۸۲	۰.۶۲۸۶۵۵۱۱۳	مجموع اختلاف بازده	

پس از محاسبه اختلاف بازده مدل دو مرحله‌ای با نیم واریانس، جهت درک بهتر و مقایسه دو مدل اختلاف بازده آن‌ها در طول ۲۰ دوره در نمودار ۱ مصور شد. در طول ادوار، زمان‌هایی که نمودار بالای محور افقی قرار دارد مدل نیم واریانس دو مرحله‌ای عملکرد بهتری را نسبت به نیم واریانس و اوزان یکسان سبب دارا می‌باشد.



نمودار ۱. اختلاف بازده مدل نیم واریانس دو مرحله‌ای با مدل نیم واریانس و مدل اوزان یکسان سید سرمایه‌گذاری در ادوار نمونه

نتایج نمودار به وضوح نمایانگر برتری مدل نیم واریانس دو مرحله‌ای در طول ۲۰ دوره نمونه نسبت به مدل نیم واریانس و اوزان یکسان سید هستند. همچنین، این نتایج نشان می‌دهند که در صورت استفاده از مدل نیم واریانس دو مرحله‌ای توسط سرمایه‌گذار در ادوار نمونه، بازدهی به ترتیب ۶۳ و ۳۳۵ درصد نسبت به مدل نیم واریانس و مدل اوزان یکسان سید حاصل می‌شود.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

توانایی ایجاد ترکیب متناسب و متعادل از سهم‌های مختلف، به منظور دستیابی به یک بازدهی مطلوب با حداقل پذیرش ریسک از دست دادن سرمایه از اهمیت ویژه‌ای برای سرمایه‌گذاران برخوردار است. با توجه به اینکه رویکردهای متنوعی جهت تشکیل سبد سرمایه‌گذاری وجود دارد انتخاب یک رویکرد کارآمد بسیار حائز اهمیت است. به همین منظور در این پژوهش، یک رویکرد نوین جهت تشکیل سبد سرمایه‌گذاری با تمرکز بر نوسانات مثبت و در نظر گرفتن نوسانات منفی تحت عنوان مدل نیم واریانس دو مرحله‌ای ارائه گردید.

در مدل معرفی شده در مرحله اول انتخاب سهام با پالایشی بر اساس نوسان حول بازده مورد انتظار و نوسانات در روند بازدهی انجام شد. در مرحله دوم، از مدلی نیم واریانس تک‌هدفه با محدودیت‌های حداکثری و حداقلی مشارکت سهام در سبد و همچنین محدودیت کاردینال یا تعداد حداکثر سهام در سبد سرمایه‌گذاری استفاده گردید.

مجموع شواهد به دلیل دیدگاه جامع‌تر مدل معرفی شده نسبت به مدل نیم واریانس، اظهار کارایی بهتر مدل ارائه شده نسبت به مدل نیم واریانس و اوزان یکسان سبد را تأیید می‌کند، به‌طورکلی، مدل پیشنهادی در تشکیل سبد سرمایه‌گذاری از مزایایی برخوردار است که به سرمایه‌گذاران امکان می‌دهد از نوسانات مثبت بهره‌برداری کنند. این رویکرد در ادوار نمونه در مقایسه با تشکیل سبد سرمایه با مدل نیم واریانس و مدل تشکیل سبد با اوزان یکسان به ترتیب ۶۳ و ۳۳۵ درصد کارایی بیشتری داشته است.

در این روش، با توجه به پتانسیل رشد سهام، سهم‌هایی که دارای پتانسیل رشد و صعود بیشتری هستند، شناسایی و انتخاب می‌شود. همچنین، با استفاده از مدل نیم واریانس به سرمایه‌گذاران امکان می‌دهد تا ریسک سرمایه‌گذاری‌های خود را کاهش دهند.

با توجه به مطالب ارائه شده، تعدادی از زمینه‌های ممکن برای ادامه تحقیقات آینده به شرح زیر

پیشنهاد می‌شود:

- به‌کارگیری از سایر شاخص‌های مالی در پالایش سهام منتخب
 - استفاده از دیگر محدودیت‌های کاربردی بازار سرمایه به‌منظور در نظر گرفتن سایر جنبه‌های مورد نظر سرمایه‌گذاران
- استفاده از رویکردهای مواجهه با عدم قطعیت در فرایند مدل‌سازی مسئله

فهرست منابع

- Bramante, R., & Facchinetti, S. (2021). Combining Upside and Downside Volatility in Investment Decision. *Journal of Mathematical Finance*, 12(1), 97–104.
- Comeig, I., Holt, C., & Jaramillo-Gutiérrez, A. (2022). Upside versus downside risk: Gender, stakes, and skewness. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 200(1), 21–30.
- Cumova, D., & Nawrocki, D. (2014). Portfolio optimization in an upside potential and downside risk framework. *Journal of Economics and Business*, 71, 68–89.
- Eskorouchi, A., Ghanbari, H., & Mohammadi, E. (2023). A Scientometric Analysis of Robust Portfolio Optimization. *Iranian Journal of Accounting, Auditing and Finance*, 8, 59–74.
- Gambrah, P. S. N., & Pirvu, T. A. (2014). Risk Measures and Portfolio Optimization. *Journal of Risk and Financial Management*, 7(3), 113–129.
- Ghanbari, H., Safari, M., Ghousi, R., Mohammadi, E., & Nakharutai, N. (2023). Bibliometric analysis of risk measures for portfolio optimization. *Accounting*, 9, 95–108.
- Gunjan, A., & Bhattacharyya, S. (2023). A brief review of portfolio optimization techniques. *Artificial Intelligence Review*, 56(5), 1–40.
- Hashemi, A., & Chavoshi, S. K. (2023). The Impact of Risk Tolerance, Capital Adequacy, Corporate Governance on the Performance of Tse's Banks. *Scientific Journal of Budget and Finance Strategic Research*, 4(4), 91–116. [In Persian].
- Kalayci, C. B., Ertenlice, O., & Akbay, M. A. (2019). A comprehensive review of deterministic models and applications for mean-variance portfolio optimization. *Expert Systems with Applications*, 125, 345–368.
- Kaucic, M., & Daris, R. (2017). Interval-valued upside potential and downside risk portfolio optimisation. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 1–21.
- Mirabbasi, Y., Nikoumaram, H., Saeidi, A., & Haghshenas, F. (2018). Study of portfolio optimization based on downside risk, upside potential and behavioral variables efficiency. *Financial Engineering and Portfolio Management*, 9(34), 305–333. [In Persian].
- Mousavi Loleti, S. A., Mohammadi, E., & Shavvalpour, S. (2023). Forecasting Future Trends of the Stock Market Using the Probit Regression Approach with Emphasis on Value at Risk. *Journal of Capital Market Analysis*, 4(1), 79–109. [In Persian].
- Mousavi Loleti, S. A., Mohammadi, E., & Shavvalpour, S. (2023). Forecasting the status of the total index of the Tehran Stock Exchange using macroeconomic variables. *The Ninth International Conference on Industrial and Systems Engineering*. [In Persian].
- Nourahmadi, M., Rasti, F., & Sadeqi, H. (2023). The Art of Investment Portfolio Curation through Centrality Metrics (An Enchanting Network Analysis of Tehran Stock Exchange's Top 50 Companies). *Scientific Journal of Budget and Finance Strategic Research*, 4(4), 35–61. [In Persian].
- Rom, B. M., & Ferguson, K. W. (1993). Post-Modern Portfolio Theory Comes of Age. *The Journal of Investing*, 2(4), 27–33.
- 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. *Financial Research Journal*, 12(29), 1–20. [In Persian].
- Sadeghi Shahedani, M. (2020). Modeling the At risk Values Optimal Pattern in Pension Funds. *Scientific Journal of Budget and Finance Strategic Research*, 1(2), 11–31. [In Persian].
- Sortino, F., van der Meer, R. A. H., & Plantinga, A. (1999). The Dutch triangle—A framework to measure upside potential relative to downside risk. *Journal of Portfolio Management*, 26(1), 50–58.

Zanjirdar, M. (2020). Overview of Portfolio Optimization Models. *Advances in Mathematical Finance and Applications*, 5(4), 419–435.