مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره بیست و دوم / بهار ۱۳۹٤

بررسی کارایی بهینه سازی پرتفوی براساس مدل پایدار با بهینه سازی کلاسیک در پیش بینی ریسک و بازده پرتفوی

فریدون رهنمای رودپشتی [۱]
هاشم نیکومرام [۲]
عباس طلوعی اشلقی [۳]
فرهاد حسین زاده لطفی [٤]
مرضیه بیات [٥]

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۸

چکیده

یافتن بهترین را جهت بهینه سازی پرتفوی پس از انتشار مقاله مارکویتز در سال ۱۹۵۲ همواره یکی از دغدغه های فعالان در صنعت مدیریت سرمایه گذاری بوده و خواهد بود. ورود مدلهای ریاضی و پژوهش عملیاتی یکی از فعالیتهایی است که در دهه اخیر توانسته بهینه سازی پرتفوی را تحت تاثیر دهد. تحقیق حضر تلاشی است در جهت بهینه سازی پرتفوی با استفاده از بهینه سازی پایدار و تخمین ریسک و بازده پرتفوی و مقایسه ریسک و بازدهی پیش بینی شده این مدل با ریسک و بازده پیش بینی شده در مدل کلاسیک. در این تحقیق به بررسی ۱۱۵ پرتفوی ماهانه در طول تقریبا ۱۰ سال پرداخته شده و ریسک و بازدهی هر پرتفوی براساس دو مدل بهینه سازی پایدار و کلاسیک تخمین زده شد و در مرحله بعد با استفاده از آزمون میانگین زوجی به بررسی وجود تفاوت معنادار بین ریسک و بازده پیش بینی شده در دو مدل فوق پرداخته شد. در تحقیق حاضر مشخص شد بازده پیش بینی شده پرتفوی در مدل پایدار تفاوت معناداری با بازده پیش بینی شده در مدل کلاسیک و ریسک پیش بینی شده در مدل پایدار با ریسک پیش بینی شده در مدل کلاسیک تفاوت معنا داری ندارد. اما با بررسی بازدهی و ریسک پرتفوهای تشکیل شده براساس وزن ارائه شده توسط هر یک از مدلها، مشخص گردید در بازار ایران بازده واقعی از هر دو روش تفاوت معناداری با یکدیگر ندارند. این در حالی است که ریسک واقعی پرتفوهای بهینه شده با روش پایدار کمتر از ریسک پرتفوهای بهینه شده با روش کلاسیک می باشد. نتایج بدست آمده در تخمین بازدهی کاملا منطبق بر یافته های مطالعات خارجی و در تخمین ریسک با این تحقیقات نتیجه متفاوتی دارد. این در

۱- استاد و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی- واحد علوم و تحقیقات
۲- استاد و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
۳- استاد و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
٤- استاد و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
٥- دانش‌آموخته دکتری مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

Archive of SID
www.SID.ir

حالی است که هیچ یک از مطالعات انجام شده داخلی و خارجی به عملکرد پرتفوهای بهینه شده با این دو مدل در واقعیت نپرداخته اند.

واژه‌های کلیدی: ریسک، بازده، پرتفوی، بهینه سازی کلاسیک، بهینه سازی پایدار.

۱- مقدمه

نقش واحدهای تجاری و بازرگانی در ساختار اقتصادی کشورها بر کسی پوشیده نیست. امروزه واحدهای تجاری به عنوان پایه‌های اصلی اقتصاد کشورها، حجم زیادی از منابع اقتصادی نظیر نیروی کار، مواد اولیه، سرمایه و... را مورد استفاده قرار می‌دهند و در مقابل، با توجه به حجم تولید و فروش، نقش حائز اهمیتی را در توسعه و پیشرفت اقتصادی کشورها ایفا می‌نمایند. به همین دلیل بحث در خصوص واحدهای تجاری، مباحثی چون نقش واحدهای تجاری در توسعه اقتصادی، ارتقاء رفاه اجتماعی هدف واحدهای تجاری و عملکرد واحدهای تجاری مورد توجه نظریه‌پردازان و محققان علوم اقتصادی، مالی و حسابداری مدیریت می-باشد. بررسی چگونگی تشکیل پرتفوی بهینه، و به تبع آن کفایت ضرایب حساسیت اهرمی و غیراهرمی، بتای سنتی و کاهشی پایه بسیاری از تصمیمات در خصوص موضوعاتی از قبیل قیمت سهام ، ریسک پرتفوی واقعی و پیش‌بینی شده سهام، بازدهی پرتفویی پرتفوی‌های واقعی و پیش‌بینی شده، سرمایه گذاری ها و بسیاری موضوعات دیگر است.

هری مارکویتز بنیانگذار ساختاری مشهور به تئوری مدرن پرتفوی است. مهم ترین نقش این تئوری، ایجاد چارچوب ریسک - بازدهی پرتفوی برای تصمیم گیری سرمایه گذاران است .مارکویتز با تعریف کمی ریسک سرمایه گذاری، برای سرمایه گذاران در امر انتخاب دارایی ها و مدیریت پرتفوی، رویکردی ریاضی ارایه کرد. اما همان طور که مارکویتز و ویلیام شارپ نیز اذعان کرده‌اند، برای فرمول اصلی موجود در تئوری مدرن پرتفوی، محدودیت های مهمی وجود دارد، در این میان محقق سعی دارد در پژوهش حاضر از حیث تبیین مدل ریاضی انتخاب پرتفوی بهینه سرمایه گذاری در چارچوب مفروضات بهینه سازی پایدار در کلاسیک سرمایه ایران به کسب نتیجه‌ای دقیق‌تر در این موضوع بپردازد.

یکی از ملزومات مهندسی مالی استفاده از روشهای کمی[۱] در صنعت مدیریت سرمایه گذاری[۲] است. طی ۲۰ سال گذشته، استفاده از روشهای کمی در صنعت مدیریت سرمایه گذاری بطور چشمگیری افزایش یافته است. در حال حاضر کاربرد روشهای کمی در صنعت سرمایه گذاری، بخشهای مختلفی از این صنعت را تحت تأثیر قرار داده است که از آن جمله می توان به مدل های قیمت گذاری اختیار معامله[۳]، فنون اقتصادسنجی[۴] برای پیش بینی بازدهی پرتفوی کلاسیک[۵] ، بکارگیری الگوریتمها برای مدیریت هزینه معاملات[۶]، مدیریت پرتفوی[۷] و برنامه ریزی مالی[۸] اشاره کرد.

دلایل بسیاری را می توان برای کاربرد گسترده روشهای کمی در صنعت مدیریت سرمایه گذاری نام برد که اهم آن بصورت زیر است:

Archive of SID
www.SID.ir

۱) توسعه اقتصاد مالی[۹] مدرن با بکارگیری دانش ریاضی و فیزیک
۲) توسعه قابل توجه در تکنولوژی کامپیوتر و نوآوریهای مبتنی بر اینترنت
۳) رشد کلاسیکهای سرمایه[۱۰]

همانگونه که اشاره شد، یکی از دلایل استفاده از روشهای کمی در صنعت مدیریت سرمایه گذاری، توسعه اقتصاد مالی است. توسعه اقتصاد مالی، با مفهوم بهینه سازی پرتفوی، گسترش بیشتری پیدا نموده است. در واقع، مفهوم بهینه سازی پرتفوی و تنوع بخشی، اساس توسعه و گسترش کلاسیکهای مالی و تصمیم گیری مالی است. این مفهوم مهم از تئوری هری مارکویتز با عنوان انتخاب پرتفوی، در ادبیات مالی وارد شد. این تئوری با نام تئوری پرتفوی مدرن[۱۱] در جواب به این سؤال ایجاد شده است : "آیا سرمایه گذاران باید بودجه خود را به گزینه های موجود سرمایه گذاری تخصیص دهند"؟ برای پاسخگویی به این سؤال مارکویتز به یک سری اصول معتقد است که عبارتند از :

۱) سرمایه گذاران برای هر طرح سرمایه گذاری به توزیع احتمالی بازدهی پرتفوی های مورد انتظار در طول دوره نگهداری، توجه می نمایند.
۲) سرمایه گذاران مطلوبیت خود را طی دوره زمانی مورد انتظار حداکثر (بیشینه) می کنند، منحنی بی تفاوتی آنان دارای شیب منفی می باشد.
۳) سرمایه گذاران همواره ریسک پرتفوی سبد اوراق بهادار را براساس نوسانات بازدهی پرتفوی های مورد انتظار برآورد می کنند.
۴) اساس تصمیمات سرمایه گذاران را ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی مورد انتظار تشکیل می دهد. بنابراین منحنی های مطلوبیت آنان در بر گیرنده بازدهی پرتفوی مورد انتظار، انحراف از بازدهی پرتفوی های مورد انتظار می باشد.
۵) سرمایه گذاران در سطح معینی از ریسک پرتفوی بازدهی پرتفوی های بالاتر را به بازدهی پرتفوی های پایین تر ترجیح می دهند. همچنین در سطح معینی از بازدهی پرتفوی مورد انتظار، ریسک پرتفوی کمتر را به ریسک پرتفوی بیشتر ترجیح می دهند.

یکی از اصول مارکویتز، توجه به دو عامل ریسک پرتفوی[۱۲] و بازدهی پرتفوی[۱۳] بطور همزمان برای سرمایه گذار است. این در حالی است که قبل از مارکویتز، توجه به ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی در ادبیات مالی بصورت تصادفی بود. این ایده که تصمیم گیری مالی، از تقابل میان ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی بوجود می آید، به دو دلیل یک انقلاب در مدیریت سرمایه گذاری ایجاد کرد:

اول اینکه فرض می کند که سرمایه گذار ارزیابی کمی از ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی را از طریق توجه به بازدهی پرتفوی پرتفوی و حرکت همزمان بازدهی پرتفوی ها نسبت به هم انجام می دهد که این ایده اصلی در تنوع بخشی پرتفوی است.

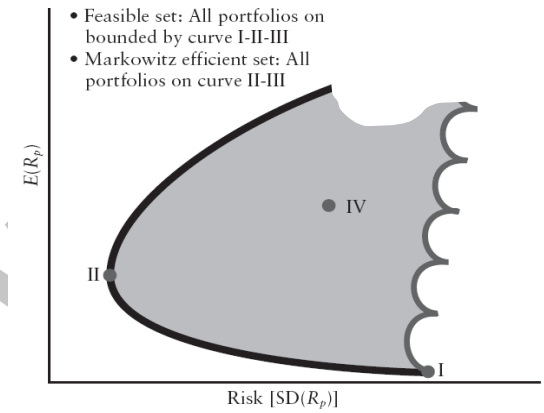
دوم اینکه، فرآیند تصمیم گیری مالی را بعنوان یک مسأله بهینه سازی در نظر می گیرد، یعنی سرمایه گذار در میان انواع مختلف پرتفوهای در دسترس، پرتفویی را انتخاب می کند که کمترین واریانس[۱۴] را دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

مارکویتز این نکته را که سرمایه گذار منطقی، در زمان t در مورد نگهداری پرتفوی سرمایه گذاری خود برای مدت زمان Δt تصمیم گیری می کند، را وارد مباحث مالی کرد. این سرمایه گذار منطقی در مورد میزان سود و زیان پایان دوره سرمایه گذاری خود یعنی زمان $t + \Delta t$ باید تصمیم گیری کند. درست در همین زمان است که وی در مورد موقعیت جدید خود نیز باید تصمیم گیری کند. مدت زمان سرمایه گذاری مارکویتز، تک دوره ای[۱۵] است. سرمایه گذاری تک دوره ای باعث ایجاد پدیده نزدیک بینی[۱۶] در رفتار سرمایه گذار می شود. رفتار چنین سرمایه گذاری از درجه منطقی بودن کمتری نسبت به سرمایه گذاران چند دوره ای[۱۷] برخوردار است.

مارکویتز چنین استدلال می کند که سرمایه گذاران تصمیمات سرمایه گذاری خود را براساس تقابل بین ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی اتخاذ می کنند. نرخ بازدهی پرتفوی موردانتظار[۱۸] از جمع تغییرات قیمت موردانتظار و درآمد موردانتظار در دوره طول سرمایه گذاری بدست می آید. وی واریانس بازدهی پرتفوی موردانتظار را نیز معیاری برای محاسبه ریسک پرتفوی معرفی کرد.

بهرحال مارکویتز معتقد بود که یک سرمایه گذار منطقی بدنبال انتخاب پرتفویی است که دارای کمترین واریانس از میان کلیه پرتفوهای موجود است. مجموعه پرتفوهای موجود را مجموعه در دسترس[۱۹] گویند. پرتفوهایی با کمترین واریانس با توجه به سطح معینی از بازدهی پرتفوی موردانتظار را پرتفوهای میانگین-واریانس کارا[۲۰] گویند. مجموعه تمامی پرتفوهای میانگین-واریانس کارا، برای تمامی سطوح معین بازدهی پرتفوی موردانتظار، مرز کارآ[۲۱] نام دارد. منحنی زیر، مرز کارآ داراییهای ریسک پرتفویی را نشان می دهد.



کلیه پرتفوهایی که در ناحیه II – III موجودند، پرتفوهای بهینه با سطوح مختلف ریسک پرتفوی هستند. این پرتفوها، بیشترین بازدهی پرتفوی را در هر یک از سطوح معین ریسک پرتفوی ارائه می کنند.

www.SID.ir

سایر پرتفوهای موجود، ناکارآ هستند. پرتفوهایی که در نقطه II قرار دارند، پرتفوی جهانی با حداقل واریانس (GMV) [۲۲] می باشد.

در سالیان اخیر، معیارهای متفاوتی برای اندازه گریری ریسک پرتفوی پرتفوی ارائه شده است که در ذیل به خلاصای از آنها اشاره می کنیم:

بطور کلی دو دسته معیار برای اندازه گیری ریسک پرتفوی وجود دارد:

۱) معیارهای پراکندگی[۲۳]

۲) معیارهای ریسک پرتفوی نامطلوب[۲۴]

که در زیر به تشریح انواع هر یک پرداخته شده است.

- معیار پراکندگی

معیارهای پراکندگی، معیارهای عدم اطمینان[۲۵] هستند. این معیار، هر دو پراکندگی مثبت و منفی را از میانگین بعنوان ریسک پرتفوی درنظر می گیرد. ابزارهایی که ریسک پرتفوی را براساس این معیار اندازه گیری می کنند، عبارتند از:

۱) انحراف از میانگین

$$\sigma_P^2 = \sum_{i=1}^{N} w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{N}\sum_{j=1}^{N} w_i w_j \sigma_{ij}$$

۲) قدرمطلق انحراف از میانگین

این معیار برای اولین بار توسط کونو[۲۶] در سال ۱۹۸۸، بعنوان معیاری برای اندازه گیری ریسک پرتفوی پرتفوی معرفی شد.

$$MAD(R_P) = E\left(\left|\sum_{i=1}^{N} w_i R_i - \sum_{i=1}^{N} w_i \mu_i\right|\right)$$

$$R_P = \sum_{i=1}^{N} w_i R_i$$

که در آن R_i بازدهی پرتفوی سهم و μ_i بازدهی پرتفوی موردانتظار i است.

این در حالی است که همین محقق، فرمول زیر را برای وقتی که تک تک داراییها دارای توزیع نرمال باشند، را جایگزین فرمول قبلی کرد:

$$MAD(R_P) = \sqrt{\frac{2}{\pi}}\sigma_P$$

که در این فرمول σ_P انحراف استاندارد پرتفوی است.

۳) قدرمطلق گشتاور تفاضل از میانگین[۲۷] مرتبه q ام

$$MAM_q(R_P) = (E(|R_P - E(R_P)|)^q)^{1/q} \qquad q \geq 1$$

معیارهای ریسک پرتفوی نامطلوب

۱. نیم واریانس

Archive of SID

www.SID.ir

$$\sigma^2_{P,min} = E\left(\min\left(\sum_{i=1}^{N} w_i R_i - \sum_{i=1}^{N} w_i \mu_i, 0\right)\right)^2$$

۲. گشتاور انحرافات نامطلوب[۲۸]

$$\sigma_{R_{P,q,R_0}} = \left(E\left(\min(R_P - R_0, 0)\right)^q\right)^{1/q}$$

۳. ارزش در معرض خطر

$$var_{1-\varepsilon}(R_P) = \min\{R|P(-R_P \geq R) \leq \varepsilon|\}$$

که در آن P تابع احتمال است.

در تحقیق حاضر، سعی شده نه تنها ریسک پرتفوی پرتفوی با روش یکی از روشهای جدید به نام ارزش در خطر محاسبه گردد، بلکه بهینه سازی پرتفوی را از طریق بهینه سازی پایدار[۲۹] به انجام رساند.

لغت پرتفوی، در عبارات ساده، به ترکیبی از دارایی ها گفته می شود که توسط یک سرمایه گذار برای سرمایه گذاری تشکیل می شود. این سرمایه گذار می تواند یک فرد یا یک موسسه باشد. از نظر تکنیکی، یک پرتفوی در برگیرنده مجموعه ای از داراییهای واقعی و مالی سرمایه گذاری شده یک سرمایه گذار است. با این حال، در این تحقیق تاکید ما بر دارایی های مالی است. مطالعه تمام جنبه های پرتفوی ، مدیریت پرتفوی نام دارد. این واژه جامع، در برگیرنده مفاهیم تئوری پرتفوی است.

در سال ۱۹۵۰ هری مارکویتز مدل اساسی پرتفوی را ارائه کرد که مبنایی برای تئوری مدرن پرتفوی قرار گرفت. قبل از مارکویتز سرمایه گذاران با مفاهیم ریسک و بازدهی پرتفوی آشنا بودند. اگر چه آنها با مفهوم ریسک آشنا بودند ولی معمولاً نمی توانستند آن را اندازه گیری کنند. سرمایه گذاران از قبل می دانستند که ایجاد تنوع مناسب است و نباید" همه تخم مرغ هایشان را در یک سبد بگذارند". با این حال، مارکویتز، اولین کسی بود که مفهوم پرتفوی و ایجاد تنوع را به روش علمی بیان کرد. او به صورت کمی نشان داد که چرا و چگونه تنوع سازی پرتفوی می تواند باعث کاهش ریسک پرتفوی (مجموعه سرمایه گذاری) یک سرمایه گذار شود.

چرا ایجاد تنوع در سرمایه گذاری برای سرمایه گذاران مهم است؟ می توان گفت که قانون شماره یک مدیریت پرتفوی، ایجاد تنوع است. از آنجا که سرمایه گذاران نسبت به آینده مطمئن نیستند باید برای کاهش ریسک دست به ایجاد تنوع در سرمایه گذاری خود بزنند. به عبارت دیگر تشکیل یک پرتفوی متنوع، میزان ریسک را تا حد زیادی کاهش می دهد. به عنوان مثال در بحران اقتصادی سال ۱۹۸۷ آمریکا، فقط کمتر از ۵ درصد صندوق های مشترک سرمایه گذاری (که اقدام به تشکیل پرتفلیو می کردند) با ضرر و زیان مواجه شدند.

مارکویتز درصدد بر آمد تا روشها و ایده های موجود را در قالب یک چارچوب رسمی سازماندهی کرده و به این سوال اساسی پاسخ دهد: آیا ریسک پرتفوی با مجموع ریسک اوراق بهادار منفرد، که در مجموع پرتفوی را تشکل می دهند برابر است؟ مارکویتز با ارائه روش اندازه گیری ریسک پرتفوی به محاسبه ریسک و بازدهی پرتفوی مورد انتظار پرتفوی پرداخت. مدل او بر مبنای بازدهی پرتفوی مورد انتظار و ویژگی های

Archive of SID
www.SID.ir

ریسک اوراق بهادار که چارچوب تئوریکی برای تجزیه و تحلیل گزینه های ریسک و بازدهی پرتفوی است، استوار شده است.

تنوع بخشی به قضیه حد مرکزی[۳۰] برمی گردد. براساس این قضیه، اگر $X_1, X_2, \dots, X_N$ متغیر تصادفی مستقل باشند و هر X_i دارای یک توزیع احتمال با میانگین μ و واریانس σ^2، آنگاه

$$\lim_{N\to\infty} P\left(\frac{1}{\sigma\sqrt{N}}\sum_{i=1}^{N}(X_i-\mu)\le y\right)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{y} e^{-\frac{1}{2}s^2}ds$$

با در نظر گرفتن مطالب فوق، برای پرتفویی با N دارایی با بازدهی پرتفوی های $R_1, R_2, \dots, R_N$ ، در صورتی که وزن سرمایه گذاری هر یک مساوی باشد، بصورت زیر می باشد:

$$R_P=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}R_i$$

براساس قضیه حد مرکزی، واریانس پرتفوی بصورت زیر خواهد بود:

$$\begin{aligned}\mathrm{var}(R_P)&=\frac{1}{N^2}\sum_{i=1}^{N}\mathrm{var}(R_i)\\&=\frac{1}{N^2}.N.\sigma^2\\&=\frac{\sigma^2}{N}_{N\to\infty}\to 0\end{aligned}$$

در چارچوب کلاسیک بهینه سازی میانگین-واریانس[۳۱]، سرمایه گذاری را در نظر می گیریم که می خواهد پرتفویی با N دارایی ریسک پرتفویی تشکیل دهد. $w=(w_1, w_2, \dots, w_N)^{/}$ نشاندهنده بردار وزن سرمایه گذاری در هر یک از داراییهاست. فرض کنیم بردار بازدهی پرتفوی داراییها بصورت بردار $R=(R_1, R_2, \dots, R_N)^{/}$ باشد، دراین صورت بردار بازدهی پرتفوی موردانتظار داراییها بصورت $\mu=(\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)^{/}$ می باشد. Σ ماتریس واریانس کوواریانس بازدهی پرتفوی داراییهاست که بصورت زیر تعریف می گردد:

$$\begin{bmatrix}\sigma_{11} & \cdots & \sigma_{1N}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \sigma_{N1} & \cdots & \sigma_{NN}\end{bmatrix}$$

که در آن σ_{ij} نشاهنده کوواریانس بین بازدهی پرتفوی دارایی i و j است که براساس رابطه $\sigma_{ij}=\sigma_i.\sigma_j.\rho_{ij}$ بدست می آید که در آن ρ_{ij} ضریب همبستگی بین بازدهی پرتفوی دو دارایی i و j است. شایان ذکر است که $\sigma_{ii}=\sigma_i^2$. با توجه به مفروضات بالا، مساله بهینه سازی میانگین-واریانس کلاسیک بصورت زیر توسط مارکویتز ارائه شد:

$$\mu_p=w^{/}\mu$$
$$\sigma_p^2=w^{/}\sum w$$

Archive of SID

www.SID.ir

برای مثال اگر سرمایه گذار در دو دارایی با وزنهای $w = (w_1, w_2)^{/}$ سرمایه گذاری کند، نرخ بازدهی پرتفوی موردانتظار و واریانس پرتفوی بصورت زیر محاسبه می شوند:

$$\mu_p = w_1\mu_1 + w_2\mu_2$$
$$\sigma_p^2 = [w_1 \quad w_2]\begin{bmatrix}\sigma_{11} & \sigma_{12}\\ \sigma_{21} & \sigma_{22}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}w_1\\ w_2\end{bmatrix}$$
$$= [w_1\sigma_{11} + w_2\sigma_{21} \quad w_1\sigma_{12} + w_2\sigma_{22}]$$
$$= w_1^2\sigma_{11} + w_2^2\sigma_{22} + 2w_1w_2\sigma_{12}$$

بنابراین بهینه سازی پرتفوی در مدل کلاسیک مارکویتز بصورت زیر محاسبه می شود:

$$\min_w \ w^{/}\sum w$$
$$\text{s.t:} \quad \mu_0 = w^{/}\mu$$

با این فرض که

$$w^{/}\tau = 1 \ , \ \tau = [1,1,\dots,1]$$

این مساله، یک مساله بهینه سازی درجه دو۳۲ است.

$$w = g + h\mu_0$$

μ_0 نرخ بازدهی پرتفوی موردانتظار هدف است.

$$g = \frac{1}{ac - b^2}\sum^{-1}[c\tau - b\mu]$$
$$h = \frac{1}{ac - b^2}\sum^{-1}[a\mu - b\tau]$$
$$a = \tau^{/}\sum^{-1}\tau$$
$$b = \tau^{/}\sum^{-1}\mu$$
$$c = \mu^{/}\sum^{-1}\mu$$

همانگونه که ملاحظه می گردد، تفاوت در روشهای محاسبه ریسک پرتفوی و بازدهی پرتفوی، بهینه سازی پرتفوی را بشدت تحت تاثیر قرار خواهد داد. بنابراین شناخت ابزارهای متفاوت این دو متغیر، نقش بسیار مهمی در توسعه ادبیات پرتفوی خواهد داشت.

پیش از این در هیچیک از تحقیقات به طور مستقیم به تبیین مدل ریاضی انتخاب پرتفوی بهینه سرمایه گذاری در چارچوب مفروضات بهینه سازی پایدار و وجود یا عدم وجود تفاوت آن با مفروضات بهینه سازی کلاسیک نپرداخته است، از اینرو در شرایطی که تصمیم‌گیری درست مدیران و سرمایه‌گذاران به بررسی و به تبع آن درک دقیق آنها از این مفروضات است، محقق را برآن داشته تا با درک ضرورت پژوهش با موضوع سنجش و مقایسه الگوهای انتخاب سنتی و نوین انتخاب پرتفوی در حوزه مدیریت سرمایه گذاری و تئوری های مالی به تحقیق در این موضوع بپردازد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه تحقیق

نخستین بار رام و فرگوسن[۳۳](۱۹۹۳) در مقاله‌ای با عنوان "مدل پرتفوی فرا مدرن تکامل می‌یابد"، اصطلاح مدل فرامدرن پرتفوی را به صورت رسمی در ادبیات مالی به کار بردند. در این مقاله، محققین مطرح نموده بودند که نظریه پرتفوی مدرن در شرایط خاصی عملکرد رضایت‌بخشی ندارد و عملکرد

Archive of SID
www.SID.ir

نامناسب مدل مدرن پرتفوی را ناشی از نادرست بودن دو فرض این مدل می‌دانستند: (گالوپو، گوسیپ، ۲۰۱۰، ۱)

۱) واریانس بازده‌ها، معیار صحیحی برای اندازه‌گیری ریسک سرمایه‌گذاری است.

۲) توزیع بازده کلیه دارایی‌ها و اوراق بهادار، نرمال است.

در فرض اول، با محاسبه واریانس به عنوان معیار ریسک، هرگونه نوسان مثبت یا منفی احتمالی در آینده ریسک محسوب می‌شود. انتقاد اصلی وارد براین معیار متقارن بودن آن نسبت به بازده‌های بزرگتر از بازده مورد انتظار و بازده‌های کوچکتر از آن است. در واقع از دید سرمایه‌گذاران کسب بازده‌های بزرگتر از بازده مورد انتظار نه تنها نامطلوب شمرده نمی‌شود بلکه سرمایه‌گذاران از آن استقبال نیز می‌کنند، خصوصاً در بازارهای پر رونق[۳۴] سرمایه‌گذاران درجستجوی کسب بازده‌های بالا هستند.(وینتر، فاما، ۱۹۹۳، ۳۴۹)

بسیاری از مفاهیم و مدل‌های ارائه شده درطول ۶۰ سال اخیر، بر فرض نرمال بودن توزیع بازده کلیه دارایی‌ها و اوراق بهادار استوار است. اما به جزء چند استثنا، کلیه مطالعات مالی صورت گرفته از ۱۹۶۰ تاکنون از این فرض پشتیبانی نمی‌کنند. فاما (۱۹۶۳) و مندلبروت[۳۵] (۱۹۶۳) از نخستین محققانی بودند که در تحقیقاتی که به صورت جدا از هم، در مورد توزیع بازده‌های سهام انجام دادند، فرض نرمال بودن توزیع بازده‌های سهام را رد نمودند. بسیاری از تحقیقات تجربی صورت گرفته نشان می‌دهند که سری زمانی بازده-ها دارای دنباله‌های ضخیم[۳۶] و چولگی[۳۷] هستند.(راچو، اسمن، ۲۰۰۵، ۱)

دنباله‌های ضخیم، همان کشیدگی مازاد[۳۸] است که در آن توزیع بازدهی دارایی‌های مالی نسبت به توزیع نرمال بلندتر است و اصطلاحاً دارای دنباله‌های ضخیم است. یعنی بازده‌های بزرگ (منفی یا مثبت) که اصطلاحاً رویدادهای فرین[۳۹] نامیده می‌شوند، اتفاق می‌افتند. مفاهیم آماری نظیر توزیع نرمال غالباً بر مبنای قضیه حد مرکزی است و توزیع داده‌ها را تنها نزدیک به مرکز توزیع می‌تواند به خوبی می‌توان برآورد کند و از مشاهدات موجود در دنباله‌های ضخیم استفاده چندانی نمی‌تواند بکند. بدیهی است که این امر استفاده از توزیع‌های آماری شناخته‌شده نظیر توزیع نرمال را جهت تعیین رفتار دنباله‌ها، دچار مشکل می‌نماید.

همچنین علاوه بر دو فرض مورد انتقاد رام و فرگوسن، بسیاری از مفروضات دیگر مدل مدرن پرتفوی و مدل‌های منتج از آن نظیرمدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای، نیز کاملاً درست نمی‌باشد و مورد انتقاد است که در این قسمت، به مرور این مفروضات پرداخته می‌شود:

- همبستگی بین دارایی‌های مختلف معین و ثابت است.
- همه سرمایه‌گذاران به دنبال بیشینه‌کردن مطلوبیت اقتصادی خود هستند.
- همه سرمایه‌گذاران منطقی هستند و ریسک‌گریزند
- همه سرمایه‌گذاران به میزان یکسانی ازاطلاعات و در زمان یکسانی دسترسی دارند.
- مالیات و هزینه‌های معاملات وجود ندارد.
- همه سرمایه‌گذاران قیمت‌پذیر[۴۰] هستند، یعنی خرید و فروش سهام یک سرمایه‌گذار تاثیری بر قیمت سهام ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

- هر سرمایه‌گذاری می‌تواند در نرخ بازده بدون ریسک وام بگیرد و وام بدهد.
- همه اوراق بهادار به هر جزئی بخش‌پذیر بوده و قابل معامله هستند

از میان همه انتقاداتی که در مورد مدل پرتفوی مدرن مطرح گردید، این‌که واریانس معیار صحیحی برای ریسک نیست و منطبق نبودن توزیع بازده دارایی‌ها با توزیع نرمال اهمیت بیشتری دارد. زیرا دو مقوله معیار مناسب برای اندازه‌گیری ریسک، و توزیع بازده‌ها نقش کلیدی را در انتخاب پرتفوی بهینه ایفا می‌کنند. به همین دلیل در بسیاری از مدل‌های ارائه شده در مدل فرامدرن پرتفوی، سعی شده است که از معیاری از ریسک استفاده شود که همخوانی بیشتری با ادراک سرمایه‌گذاران داشته باشد و فرض مربوط به توزیع بازده دارایی‌ها نیز با واقعیت مطابقت بیشتری داشته باشد. در اینجا لازم است مختصری از ابزارهای سنجش ریسک را معرفی نماییم.

- **ریسک نامطلوب**

محققین همواره در تلاش بودند که، معیار مناسبی برای اندازه‌گیری ریسک ارائه کنند که مطابق با درک سرمایه‌گذاران از ریسک باشد، یعنی تنها انحرافات منفی نسبت به بازده مورد انتظار به عنوان ریسک در نظر گرفته شود، اصطلاحاً به معیار ریسکی که این خصوصیت را داشته باشد ریسک نامطلوب اطلاق می‌شود. این اصطلاح نخستین بار در مقاله‌ای توسط روی (۱۹۵۲) به‌کار گرفته شد. ری معتقد بود سرمایه‌گذاران ابتدا به دنبال امنیت اصل سرمایه خود و سپس به دنبال کسب حداقل بازده قابل قبول خواهند بود. به عقیده وی، سرمایه گذاران بیش از آن که به حداکثر سود بیندیشند، در فکر حداقل کردن ریسک‌اند. وی حداقل بازدهی قابل قبول را سطح بحرانی نامید و روش خود را براساس حفظ سطح بحرانی بازدهی برای سرمایه‌گذار طراحی کرد. وی بیان داشت که سرمایه گذران به دنبال نوعی سرمایه گذاری خواهند بود که احتمال وقوع بازدهی کمتر از سطح را حداقل سازد. در این شرایط، سرمایه‌گذار باید نسبت بازدهی به تلاطم را به حداکثر برساند :

$$\mathrm{Max}\left(\frac{\mathrm{E(r)-d}}{\mathrm{S}}\right)$$

در این رابطه، d سطح و یا حداقل بازدهی فرضی سرمایه‌گذار است، E(r) بازده مورد انتظار و S انحراف معیار است.

مارکویتز در سال ۱۹۵۹ معیار جدیدی برای محاسبه ریسک نامطلوب با عنوان نیم‌واریانس ارائه نمود. مارکویتز برای محاسبه نیم‌واریانس دو روش کلی زیر را پیشنهاد نمود.

روش اول ، نیم‌واریانس است که از میانگین مجموع مجذور انحرافات پایین تر از میانگین نرخ بازدهی به دست می آید و به آن نیم واریانس بازده میانگین یا نیم‌واریانس زیرمیانگین SV_M نیز می‌گویند. و به صورت زیر محاسبه می‌شود.

$$SV_M = \frac{1}{k}\sum_{i=0}^{k}(\mathrm{Max}[0, E(r) - r_t])^2$$

Archive of SID
www.SID.ir

روش دوم، استفاده از نیم‌واریانسی است که از میانگین مجموع مجذور انحرافات پایین‌تر از نرخ بازدهی هدف حاصل می شود و به آن نیم‌واریانس بازده هدف یا نیم‌واریانس زیرهدف (SV_T) می‌گویند و از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$SV_T = \frac{1}{k}\sum_{i=0}^{k}(Max[0,(T - r_t)])^2$$

برای هدف گذاری بازدهی می توان از معیارهای مختلفی از جمله نرخ بازده بدون ریسک ، الگو برداری از بازده سایر دارایی ها مانند سبد بازار و یا هر معیار هدف گذاری دیگری استفاده کرد .

- **ارزش در معرض خطر**

ارزش در معرض ریسک، معیار جدیدی بود که در دهه ۹۰ میلادی توسعه یافت. با الزامات قانونی از سوی کمیسیون بورس اوراق بهادار آمریکا و کمیته بال استفاده از ارزش در معرض ریسک در بین بانک‌ها و موسسات مالی گسترش یافت. ارزش در معرض ریسک یک معیار ریسک نامطلوب است که با درک افراد نسبت به ریسک تطابق بیشتری دارد. همچنین در آن الزامی به نرمال فرض کردن توزیع داده‌ها وجود ندارد و بسیاری از روش‌های اندازه‌گیری این معیار ریسک، مشکلاتی که سایر معیارهای اندازه‌گیری ریسک، در مواجه با دنباله‌های ضخیم داشتند را ندارد. از دهه ۹۰ تاکنون چارچوب‌های بهینه‌سازی پرتفوی بسیاری با بکارگیری این معیار ریسک ابداع شده‌اند.

از نظر ریاضی می‌توان ارزش در معرض ریسک، را به صورت زیر نشان داد: (عبده تبریزی، ۱۳۸۸، ۵۸)

$$\Pr\{-G \geq VaR\} = 1 - \alpha$$

که در این رابطه :

G تغییر ارزش پرتفوی در دوره نگهداری مورد نظر و

$1 - \alpha$ سطح اطمینان است.

روابط فوق بیان می‌کند که احتمال این‌که ارزش پرتفوی در دوره آتی، بیش از ارزش در معرض ریسک باشد، حداکثر برابر α است. به عبارت دیگر، احتمال این‌که زیان سبد دارایی در دوره آتی کمتر از ارزش در معرض ریسک باشد،$1 - \alpha$ است.

- **ارزش در معرض ریسک شرطی**

ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR) که به نام‌های ریزش مورد انتظار(ES)و میانگین ارزش در معرض ریسک(AVaR) نیز خوانده می‌شود. یک معیار دیگر ریسک نامطلوب است که نسبت به ارزش در معرض ریسک، محافظه‌کارانه‌تر بوده و دارای خاصیت جمع پذیری بوده و جزء معیارهای منسجم محسوب می‌شود. این معیار، میانگین α درصد از بدترین زیان‌هاست و با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$CVaR_\alpha = \frac{1}{\alpha}\int_0^{\alpha} VaR_\gamma(X)d\gamma$$

Archive of SID

www.SID.ir

از طرفی رویکردهای روشهای مختلفی برای برآورد ارزش در معرض خطر وجود دارد که بطور کلی می توان آنها را در سه گروه طبقه بندی کرد:

- ✓ روشهای پارامتریک
- ✓ روشهای ناپارامتریک
- ✓ روشهای نمیه پارامتریک

در مدل‌های پارامتریک فرض بر این است که بازده دارایی‌ها از توزیع خاصی مثلاً نرمال پیروی می‌کند. در این قسمت از میان مدل‌های پارامتریک، به مدل‌های با فرض توزیع نرمال و t پرداخته می‌شود. روش‌های ناپارامتریک شامل دو رهیافت کلی مدل‌های شبیه‌سازی تاریخی و مونت کارلو می‌شوند. مدل‌های شبیه-سازی تاریخی توسط هندریکس (۱۹۹۶) ابداع شدند و امروزه از متداول‌ترین روش‌های محاسبه ارزش در معرض ریسک محسوب می‌شوند. پرینگتون و اسمیت (۲۰۱۰) در پژوهش خود نشان دادند که ۷۳ درصد بانک‌هایی که روشی را که برای محاسبه ارزش در معرض ریسک بکار گرفته بودند، افشا نموده بودند، مدل-های شبیه‌سازی تاریخی را بکار گرفته بودند.

بزرگترین مزیت استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی تاریخی، این است که نیازی نیست فرض خاصی برای توزیع بازده دارایی‌ها در نظر گرفت. در واقع در استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی تاریخی تنها فرض می‌شود که آینده شبیه گذشته است و آینده ادامه گذشته است و با استفاده از اطلاعات گذشته می‌توان آینده را پیش‌بینی نمود.

امروزه با توسعه و پیشرفت نرم‌افزارها و الگوریتم‌های بهینه‌سازی می‌توان به سادگی بسیاری از مسائل پیچیده بهینه‌سازی را به سادگی و در مدت زمان کوتاهی حل نمود. اما معمولاً جواب‌هایی که به وسیله بسیاری از این روش‌های بهینه‌سازی بدست می‌آیند، نسبت به نوسانات کوچک در ورودی‌های مسئله بسیار حساس هستند. از آنجایی که در مسائل دنیای واقعی، به ندرت داده‌ها از قطعیت یا دقت کافی برخوردارند، بنابراین باید در جستجوی روش‌هایی برای بهینه‌سازی بود که بتوان با مسئله عدم‌قطعیت در داده‌ها مواجه نمود.

تحلیل حساسیت قدیمی‌ترین روش برای مواجه با عدم‌قطعیت پارامترهاست. در این روش بعد از دستیابی به یک جواب بهینه، به مسئله عدم‌قطعیت پرداخته می‌شود. در این روش می‌توان بازه‌ای را برای هر پارامتر با فرض ثابت ماندن سایر پارامترها تعیین نمود که در آن جواب مسئله بهینه می‌ماند. در واقع تحلیل حساسیت تنها ابزاری برای تحلیل مناسب بودن جواب نسبت به عدم‌قطعیت‌هاست و نمی‌توان از آن برای دستیابی به جواب‌هایی استفاده کرد که نسبت به عدم‌قطعیت‌ها پایدار باشند، علاوه بر این تحلیل حساسیت در مدل‌هایی که تعداد زیادی داده غیرقطعی دارند، قابل استفاده نمی‌باشند.

یکی از روش‌هایی که به وسیله آن می‌توان برآورد خطاها و عدم قطعیت‌ها را در فرایند انتخاب پرتفوی بهینه لحاظ نمود، استفاده از روش بازنمونه‌گیری پرتفوی می‌باشد که نوعی شبیه‌سازی مونت‌کارلو محسوب می‌شود.

www.SID.ir

در روش‌های دیگر بهینه‌سازی تحت عدم قطعیت، عدم‌قطعیت داده‌ها مستقیماً در محاسبه پاسخ بهینه مسئله دخالت داده می‌شود. برای مثال در روش‌های برنامه‌ریزی تصادفی داده‌های غیرقطعی به صورت سناریوهایی در نظر گرفته می‌شوند. در روش معمول برنامه‌ریزی خطی تصادفی جواب بهینه‌ای پیدا می‌شود که بزرگترین میانگین اندازه تابع هدف در کل سناریوها را داشته باشد.

برنامه‌ریزی پویا تکنیک دیگری برای مواجه با مشکل عدم‌قطعیت‌هاست که توسط بلمن (۱۹۴۰) معرفی شد. ایده اساسی در این تکنیک عبارت است از تجزیه مسئله مورد نظر به مسائل فرعی (کوچکتر)، که از لحاظ محاسباتی آسان‌تر می‌توان آن‌ها را حل نمود. برنامه‌ریزی پویا مسئله را به مجموعه‌ای از مسائل با یک مرحله تصمیم‌گیری تبدیل می‌کند، به طوری که هر مرحله شامل یک و یا تعدادی متغیر تصمیم می‌شود. آن‌گاه عملیات حل مسئله با یک مرحله آغاز شده و این مرحله با بررسی راهکارهای مختلف و مدنظر قرار دادن آثار تجمعی تصمیمات بهینه ایجاد شده در مراحل مختلف، صورت پذیرفته و جواب نهایی مسئله براساس تمامی مراحل معین می‌گردد.

بهینه‌سازی پایدار رویکرد نوظهوری در بهینه‌سازی است که توسط سویتر (۱۹۷۳) معرفی شد. این روش بهینه‌سازی در شرایطی که عدم‌قطعیت وجود دارد بسیار کاراست و جایگزین مناسبی برای روش‌های برنامه-ریزی تصادفی و پویا محسوب می‌شود. در این روش فرض می‌شود که پارامترها در داخل مجموعه‌ای پیوسته تغییر می‌کنند. با تعریف مناسب این مجموعه، و در صورت لزوم تبدیل مسئله بهینه‌سازی پایدار به یک مسئله برنامه‌ریزی قطعی، می‌توان به سادگی مسئله بهینه‌سازی پایدار را حل نمود.

هدف اصلی از بکارگیری روش‌های برنامه‌ریزی تصادفی، برنامه‌ریزی پویا و بهینه‌سازی پایدار مواجه با مسئله عدم‌قطعیت پارامترها در مدل‌های بهینه‌سازی می‌باشد. با این وجود این سه روش به لحاظ تاریخی مستقل از یکدیگر ابداع شده و توسعه یافته‌اند.

۳- روش شناسی پژوهش

تحقیق علمی با هدف شناخت یک پدیده در یک جامعه آماری انجام می شود. به این دلیل موضوع تحقیق ممکن است متوجه صفات و ویژگی ها، کارکردها و متغیرهای آن باشد یا اینکه روابط بین متغیرها، صفات، کنش و واکنش و عوامل تأثیرگذار در جامعه را مورد مطالعه قرار دهد. مجموعه واحدهایی که حداقل در یک صفت مشترک باشند یک جامعه آماری را مشخص می سازند و معمولا آن را با N نمایش می دهند.(خاکی، غلامرضا، ۱۳۹۱، ۲۷۳)

به منظور ارائه الگوی انتخاب پرتفوی سرمایه گذاری مبتنی بر بهینه سازی پایدار باید از داده های مربوط به شرکتها استفاده گردید. بدین ترتیب جامعه آماری تحقیق داده های کلیه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می باشد و به منظور ارزیابی مدل نمونه تحقیق داده های مذکور برای دوره ده ساله گذشته (سال خرداد ۱۳۷۸ تا خرداد ۱۳۸۹) مورد بررسی قرار می گیرد.

برای تشکیل پرتفوی در هر مقطع زمانی لازم است بازده و ریسک براساس محاسبات ذیل بدست آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

$$R_i = \ln\left(\frac{P_{it} + D_{it}}{P_{i,t-1}}\right)$$

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

سایر مشخصات تحقیق بشرح ذیل می باشد:

الف) قلمرو موضوعی تحقیق: سنجش و مقایسه الگوهای انتخاب سنتی و نوین انتخاب پرتفوی بر اساس اطلاعات بورس اوراق بهادار ایران موضوع این تحقیق است و در حوزه مدیریت سرمایه گذاری و تئوری های مالی قابل طرح و بررسی می باشد.

ب) قلمرو زمانی تحقیق: دوره زمانی این مطالعه، کلیه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران برای دوره یازده ساله از خرداد سال ۱۳۷۸ تا شهریور سال ۱۳۸۹ می باشد.

ج) قلمرو مکانی تحقیق: به لحاظ قلمرو مکانی، تحقیق حاضر در بورس اوراق بهادار تهران انجام گرفته است.

در این تحقیق برای جمع آوری داده های مورد نیاز، فرضیه ها و همچنین مبانی نظری پژوهش، از روش کتابخانه ای و مبتنی بر اطلاعات کلیه شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بوده و مشخصا دارای اعتبار۴۱و روایی۴۲مناسب می باشند.

۴- مدل‌های پژوهش

در این تحقیق به منظور ارزیابی کارایی مدل بهینه سازی پرتفوی پایدار در مقایسه با بهینه سازی پرتفوی کلاسیک، اطلاعات مربوط به شرکتهای پذیرفته شده موجود در نمونه استخراج بهینه سازی در دو قالب مذکور انجام شد. برای آزمون فرضیه های فرعی با توجه به وزن هر یک از دو قالب فوق، بازده و ریسک واقعی تخمین زده می شود.

مدل بهینه سازی کلاسیک

این مدل که توسط مارکویتز ارائه شد، از انحراف معیار به عنوان ابزار سنجش ریسک استفاده شده است. چارچوب مدل کلاسیک بصورت زیر می باشد: (فبوزی، فرانک، ۲۰۰۷، ۲۴)

در این چارچوب، سرمایه گذاری را در نظر می گیریم که می خواهد پرتفویی با N دارایی ریسکی تشکیل دهد $w = (w_1, w_2, \dots, w_N)^{/}$. نشاندهنده بردار وزن سرمایه‌گذاری در هر یک از دارایی‌هاست. فرض کنیم بردار بازده دارایی‌ها بصورت بردار $R = (R_1, R_2, \dots, R_N)^{/}$ باشد، دراین صورت بردار بازده مورد انتظار دارایی‌ها بصورت $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)^{/}$ می باشد. $\sum$ماتریس واریانس کوواریانس بازده دارایی‌هاست که بصورت زیر تعریف می‌گردد:

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \cdots & \sigma_{NN} \end{bmatrix}$$

که در آن:

Archive of SID
www.SID.ir

σ_{ij} نشاهنده کوواریانس بین بازده دارایی i و j است که براساس رابطه$\sigma_{ij} = \sigma_i.\sigma_j.\rho_{ij}$ بدست می-آید،ρ_{ij}ضریب همبستگی بین بازده دو دارایی i و j است و σ_{ii} نیز مجذورσ_i است یعنی: $\sigma_{ii} = \sigma_i^2$

با توجه به مفروضات بالا، مساله بهینه سازی میانگین- واریانس کلاسیک به صورت زیر توسط مارکویتز ارائه شد:

$$\mu_p = w^{/}\mu$$
$$\sigma_p^2 = w^{/}\sum w$$

برای مثال اگر سرمایه گذار تنها در دو دارایی با وزنهای $w = (w_1, w_2)^{/}$ سرمایه گذاری کند، نرخ بازده موردانتظار و واریانس پرتفوی بصورت زیر محاسبه می شوند:

$$\mu_p = w_1\mu_1 + w_2\mu_2$$
$$\sigma_p^2 = [w_1 w_2]\begin{bmatrix}\sigma_{11} & \sigma_{12}\\ \sigma_{21} & \sigma_{22}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}w_1\\ w_2\end{bmatrix}$$
$$= [w_1\sigma_{11} + w_2\sigma_{21} w_1\sigma_{12} + w_2\sigma_{22}]$$
$$= w_1^2\sigma_{11} + w_2^2\sigma_{22} + 2w_1w_2\sigma_{12}$$

بنابراین بهینه سازی پرتفوی در مدل کلاسیک مارکویتز بصورت زیر محاسبه می شود:

$$\min_w w^{/}\sum w \qquad (۱۷-۲)$$
$$s.t:\ \mu_0 = w^{/}\mu$$

با این فرض که

$$w^{/}\tau = 1\ ,\ \tau = [1,1,\dots,1]$$

این مساله، یک مساله بهینه سازی درجه دو۴۳ است.

$$w = g + h\mu_0 \qquad (۱۸-۲)$$

که در آن μ_0 نرخ بازده موردانتظار هدف است و روابط زیر برقرار است.

$$g = \frac{1}{ac - b^2}\sum^{-1}[c\tau - b\mu]$$
$$h = \frac{1}{ac - b^2}\sum^{-1}[a\mu - b\tau]$$
$$a = \tau^{/}\sum^{-1}\tau$$
$$b = \tau^{/}\sum^{-1}\mu$$
$$c = \mu^{/}\sum^{-1}\mu$$

مدل بهینه سازی پایدار

کارتینک ناتاراجان و همکارانش در یک تحقیق عملی نشان دادند که انتخاب پرتفوی براساس مدل ارزش در معرض ریسک در تعیین پرتفوی بهینه هنگامی بهترین جواب را ارائه می کند که در چارچوب بهینه سازی پایدار می باشد. مدل ارزش در معرض ریسک پارامتریک پایدار بصورت زیر فرموله شد: (ناتاراجان، کارتیک، ۲۰۰۶)

$$\min_{\gamma,w,u,y,t,s}\ \gamma$$
$$s.t.\quad \gamma + \mu^{/}w \geq \|\Omega\| + t^{/}\underline{z} + s^{/}\overline{z}$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$y = A^{/}w$$

$$u_j \geq -p_j(y_j + t_j - s_j)\ ,\ u_j \geq -q_j(y_j + t_j - s_j)\ ,\ j = 1, \dots, M$$

$$w^{/}\tau = 1$$

متغیرهای بهینه سازی فوق عبارتند از :

- μ نرخ بازده موردانتظار.
- A متغیری است که از رابطه زیر بدست می آید.
- $A = \sum^{\frac{1}{2}}$
- $\sum$ماتریس واریانس کوواریانس بازده داراییهاست.
- wفاکتور وزن داراییها
- Ω بودجه نامعین که از رابطه زیر قابل محاسبه است:

$$\Omega = \sqrt{-2\ln\varepsilon}$$

۵- فرضیه‌های پژوهش

در تحقیق حاضر اهداف علمی و کاربردی زیر براساس فرضیه های موجود دنبال می شوند.

۱) بازدهی پیش‌بینی شده پرتفوی براساس بهینه‌سازی پایدار تفاوت معناداری با میانگین بازدهی پیش‌بینی شده پرتفوی بر اساس بهینه‌سازی کلاسیک دارد.

۲) ریسک پیش‌بینی شده پرتفوی براساس بهینه‌سازی پایدار تفاوت معناداری با ریسک پیش‌بینی شده بهینه‌سازی کلاسیک دارد.

۳) بازده واقعی پرتفوی براساس بهینه‌سازی پایدار تفاوت معناداری با میانگین بازده واقعی پرتفوی براساس بهینه‌سازی کلاسیک دارد.

۴) ریسک واقعی پرتفوی براساس بهینه‌سازی پایدار تفاوت معناداری با میانگین ریسک واقعی پرتفوی براساس بهینه‌سازی کلاسیک دارد.

۵) میانگین بازدهی پیش‌بینی‌شده پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار تفاوت معناداری با میانگین بازدهی واقعی پرتفوی براساس بهینه سازی کلاسیک دارد.

۶) میانگین ریسک پیش‌بینی‌شده پرتفوی براساس روش کلاسیک تفاوت معناداری با میانگین ریسک واقعی پرتفوی براساس روش کلاسیک دارد.

۷) بازدهی پیش‌بینی‌شده پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار تفاوت معناداری با بازدهی واقعی پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار دارد.

۸) ریسک پیش‌بینی‌شده پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار تفاوت معناداری با ریسک واقعی پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار دارد.

بنابراین پرسش تحقیق حاضر را بدین صورت مطرح کرد:

Archive of SID
www.SID.ir

۱) آیا بازدهی پیش‌بینی شده پرتفوی براساس بهینه‌سازی پایدار با بازدهی پیش‌بینی شده پرتفوی بر اساس بهینه‌سازی کلاسیک متفاوت است؟

۲) آیا ریسک پیش‌بینی شده پرتفوی براساس بهینه‌سازی پایدار با با ریسک پیش‌بینی شده پرتفوی براساس بهینه‌سازی کلاسیک متفاوت است؟

۳) آیا بازده واقعی پرتفوی براساس بهینه‌سازی پایدار با بازده واقعی پرتفوی براساس بهینه‌سازی کلاسیک متفاوت است؟

۴) آیا ریسک واقعی پرتفوی براساس بهینه‌سازی پایدار با ریسک واقعی پرتفوی براساس بهینه‌سازی کلاسیک متفاوت است؟

۵) آیا میانگین بازدهی پیش‌بینی‌شده پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار با میانگین بازدهی واقعی پرتفوی براساس بهینه سازی کلاسیک متفاوت است؟

۶) آیا میانگین ریسک پیش‌بینی‌شده پرتفوی براساس روش کلاسیک با میانگین ریسک واقعی پرتفوی براساس روش کلاسیک متفاوت است؟

۷) آیا بازدهی پیش‌بینی‌شده پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار با بازدهی واقعی پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار متفاوت است؟

۸) آیا ریسک پیش‌بینی‌شده پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار با ریسک واقعی پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار متفاوت است؟

۶- یافته های پژوهش

برای آزمون فرضیه ها با توجه به وزن هر یک ازدو قالب فوق، بازدهی پرتفوی و ریسک واقعی تخمین زده می شود. از آنجا که هدف انتخاب وزن بهینه پرتفوی ریسکی براساس دو مدل کلاسیک و پایدار است، در دوره زمانی موردنظر شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران به ترتیب نقدشوندگی مرتب شدند. سپس شرکتهایی که حداقل شرط نقدشوندگی مناسب را دارا بودند، بعنوان شرکتهای حاضر در پرتفوی در بازه یک ماهه انتخاب شدند. شایان ذکر است که یکی از متغیرهای ورودی روش پایدار حد ضرر می باشد، این حد در ۵ سطح ۱٪، ۵٪، ۱۰٪، ۱۵٪ و ۲۵٪ در نظر گرفته شد. بنابراین هر یک از پرتفوی ها در روش پایدار در ۵ سطح مورد آزمون قرار گرفت. سایر مراحل به شرح ذیل می باشد:

بازده، ریسک و ماتریس واریانس کوواریانس برای هر یک از پرتفوها بصورت یک ماهه بدست آمد. سپس پرتفوی تعیین شده در مقاطع زمانی مختلف بعنوان ورودی دو روش کلاسیک و پایدار وارد مدل شد.

خروجی هر یک از روشهای فوق وزن هریک از داراییها در پرتفوی بهینه، بازده موردانتظار و ریسک موردانتظار خواهد بود.

با استفاده از وزن هر یک از داراییهای موجود در هر یک از پرتفوها، بازده واقعی هر یک از پرتفوها را برای یک ماه آتی محاسبه می گردد. برای محاسبه ریسک واقعی هر پرتفوی از مقایسه عملکرد واقعی بازده

Archive of SID

www.SID.ir

پرتفوها استفاده می گردد. بازده موردانتظار و واقعی در هر دو روش با یکدیگر مقایسه می شوند.ریسک موردانتظار و واقعی در هر دو روش با یکدیگر مقایسه می شوند.

در مرحله آخر سعی شد میران تفاوت معناداری (پیش بینی و واقعی) هر یک از روشها (کلاسیک و پایدار در کلیه سطوح) مورد آزمون قرار گیرد.

یافته فرضیه اول: در کلیه سطوح روش بهینه سازی پایدار توانایی بیشتری در تبیین بازده پیش بینی شده نسبت به روش کلاسیک دارد.

در جدول(۱-۱) ضرایب همبستگی متغیرها در سطوح مختلف نشان دهنده رابطه مثبت و معنادار هر دو متغیر می باشد ازاین رو با توجه به عدم تساوی میانگین و انحراف معیار دو به دو متغیرها، سطح معنی‌داری آنها را نیز بررسی می‌کنیم:

جدول۱-۱) میانگین بازدهی پیشبینی شده پرتفوی براساس بهینهسازی پایدار تفاوت معناداری با میانگین بازدهی پیشبینی شده پرتفوی بر اساس بهینهسازی کلاسیک دارد.

متغیرها	ضریب همبستگی		تفاوت میانگین	تفاوت انحراف معیار	t	Df	سطح معناداری
	سطح معناداری	مقدار					
Return Classic Forecast Return Robust %75 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۹۲۳	-۰.۰۲۰۹۲	۰.۰۳۹۱۹	-۵.۵۷۲	۱۰۸	۰.۰۰۰
Return Classic Forecast Return Robust ٪80 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۹۲۹	-۰.۰۱۷۹۸	۰.۰۳٦۷۹	-۵.۱۰۳	۱۰۸	۰.۰۰۰
Return Classic Forecast Return Robust %85 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۹۳۵	-۰.۰۱٤۲۲	۰.۰۳٤۳۸	-٤.۳۱۸	۱۰۸	۰.۰۰۰
Return Classic Forecast Return Robust %90 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۹۳۵	-۰.۰۱۳٦۷	۰.۰۳٤۲۸	-٤.۱٦۳	۱۰۸	۰.۰۰۰
Return Classic Forecast Return Robust %95 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۹٤۳	-۰.۰۱۳۵۸	۰.۰۳۳۳٦	-٤.۳۸۰	۱۰۸	۰.۰۰۰
Return Classic Forecast Return Robust% 99 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۹۳٤	-۰.۰۱۰۲۸	۰.۰۳٤۰٦	-۳.۱۵۰	۱۰۸	۰.۰۰۲

Return Robust %75 Forecast –Return Classic Forecast : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۵/۵۷۲- بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Forecast تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %75 Forecast دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

Return Robust %80 Forecast –Return Classic Forecast : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۵/۱۰۳- بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Forecast تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %80 Forecast دارد.

Return Robust %85 Forecast –Return Classic Forecast : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۴/۳۱۸- بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Forecast تفاوت معناداری با بازده به روش Robust 85 Forecast دارد.

Return Robust %90 Forecast –Return Classic Forecast : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۴/۱۶۳- بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Forecast تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %90 Forecast دارد.

Return Robust %95 Forecast –Return Classic Forecast : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۴/۳۸۰- بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Forecast تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %95 Forecast دارد.

Return Robust %99 Forecast –Return Classic Forecast : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۳/۱۵۰- بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Forecast تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %99 Forecast دارد.

نتیجه گیری: همانگونه که در بالا ذکر گردید در کلیه سطوح روش بهینه سازی پایدار توانایی بیشتری در تبیین بازده پیش بینی شده نسبت به روش کلاسیک دارد.

یافته فرضیه دوم: پیش بینی ریسک در هر رو روش بهینه سازی تفاوت معناداری نداشته و در کلیه سطوح این دو روش ریسک پرتفوها یکسان است.

در جدول(۲-۱) ضرایب همبستگی متغیرها در سطوح مختلف نشان دهنده رابطه مثبت و معنادار هر دو متغیر می باشد به جزء Risk Robust %75 Forecast – Risk Classic Forecast که ضریب همبستگی ۰,۱۴۳- نشاندهنده رابطه منفی و احتمال بالای ۰,۰۵ آن نشاندهنده عدم رابطه این دو متغیر است، ازاین رو به جهت مابقی متغیرها با توجه به عدم تساوی میانگین و انحراف معیار دو به دو متغیرها، سطح معنی-داری آنها را نیز بررسی می‌کنیم:

Risk Robust %80 Forecast – Risk Classic Forecast : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۰/۳۳۷- بوده و سطح معنی داری آن بیشتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Classic Forecast هیچ تفاوتی با ریسک به روش Robust %80 Forecast ندارد.

Risk Robust %85 Forecast – Risk Classic Forecast : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۰/۱۱۲- بوده و سطح معنی داری آن بیشتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Classic Forecast هیچ تفاوتی با ریسک به روش Robust %85 Forecast ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

Risk Robust %90 Forecast – Risk Classic Forecast : نیز از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۰/۱۱۲- بوده و سطح معنی داری آن بیشتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Classic Forecast هیچ تفاوتی با ریسک به روش Robust %90 Forecast ندارد.

جدول۲-۱) میانگین ریسک پیشبینی شده پرتفوی براساس بهینهسازی پایدار تفاوت معناداری با میانگین ریسک پیشبینی شده بهینهسازی کلاسیک دارد.

متغیرها	ضریب همبستگی		تفاوت میانگین	تفاوت انحراف معیار	t	df	سطح معناداری
	سطح معناداری	مقدار					
Risk Classic Forecast Risk Robust%75 Forecast	۰.۱۲۷	-۰.۱٤۳	-۰.۰۸۸۷۰	۰.۱۱۱۲۳	-۸.۵۵۲	۱۱٤	۰.۰۰۰
Risk Classic Forecast Risk Robust %80 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۸۷۳	-۰.۰۰۱۰٤	۰.۰۳۳۲۳	-۰.۳۳۷	۱۱٤	۰.۷۳۷
Risk Classic Forecast Risk Robust %85 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۸۷۳	-۰.۰۰۰۳۵	۰.۰۳۳۱٦	-۰.۱۱۲	۱۱٤	۰.۹۱۱
Risk Classic Forecast Risk Robust %90 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۸۷۳	-۰.۰۰۰۳۵	۰.۰۳۳۱٦	-۰.۱۱۲	۱۱٤	۰.۹۱۱
Risk Classic Forecast Risk Robust %95 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۸۷۹	-۰.۰۰۰٤۳	۰.۰۳۲٤۵	-۰.۱٤٤	۱۱٤	۰.۸۸٦
Risk Classic Forecast Risk Robust %99 Forecast	۰.۰۰۰	۰.۸۷۹	-۰.۰۰۰۲٦	۰.۰۳۲٤٦	-۰.۰۸٦	۱۱٤	۰.۹۳۱

Risk Robust %95 Forecast – Risk Classic Forecast : نیز از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۰/۱۱۴- بوده و سطح معنی داری آن بیشتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Classic Forecast هیچ تفاوتی با ریسک به روش Robust %95 Forecast ندارد.

Risk Robust %99 Forecast – Risk Classic Forecast : نیز از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۰/۰۸۶- بوده و سطح معنی داری آن بیشتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Classic Forecast هیچ تفاوتی با ریسک به روش Robust %99 Forecast ندارد.

نتیجه گیری: همانگونه که در بالا ذکر گردید پیش بینی ریسک در هر رو روش بهینه سازی تفاوت معناداری نداشته و در کلیه سطوح این دو روش ریسک پرتفوها یکسان است.

یافته فرضیه سوم: بازده واقعی در کلیه سطوح بهینه سازی پایدار و بهینه سازی کلاسیک تفاوت معناداری نداشته و در کلیه سطوح این دو روش بازده واقعی پرتفوها یکسان است.

Archive of SID
www.SID.ir

در جدول(۳-۱) ضرایب همبستگی متغیرها در سطوح مختلف نشان دهنده رابطه مثبت و معنادار هر دو متغیر می باشد از این رو با توجه به عدم تساوی میانگین و انحراف معیار دو به دو متغیرها، سطح معنی‌داری آنها را نیز بررسی می‌کنیم:

جدول۳-۱): میانگین بازده واقعی بازار تفاوت معناداری با میانگین بازده واقعی بهینه سازی پایدار در سطوح مختلف دارد.

متغیرها	ضریب همبستگی		تفاوت میانگین	تفاوت انحراف معیار	t	df	سطح معناداری
	سطح معناداری	مقدار					
Return Classic Real Return Robust %75Real	۰.۰۰۰	۰.۴۴۹	-۰.۰۰۶۷۰	۰.۰۷۰۲۹	-۰.۰۹۹۵	۱۰۸	۰.۳۲۲
Return Classic Real Return Robust %80 Real	۰.۰۰۰	۰.۸۷۱	-۰.۰۰۱۱۰	۰.۰۳۴۱۴	-۰.۳۳۷	۱۰۸	۰.۷۳۷
Return Classic Real Return Robust %85Real	۰.۰۰۰	۰.۸۷۲	-۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۳۴۰۷	-۰.۱۱۲	۱۰۸	۰.۹۱۱
Return Classic Real Return Robust %90 Real	۰.۰۰۰	۰.۸۷۲	-۰.۰۰۰۳۷	۰.۰۳۴۰۷	-۰.۱۱۲	۱۰۸	۰.۹۱۱
Return Classic Real Return Robust%95Real	۰.۰۰۰	۰.۸۷۸	-۰.۰۰۰۴۶	۰.۰۳۳۳۴	-۰.۱۴۴	۱۰۸	۰.۸۸۶
Return Classic Real Return Robust %99 Real	۰.۰۰۰	۰.۸۷۸	-۰.۰۰۰۲۸	۰.۰۳۳۳۵	-۰.۰۸۶	۱۰۸	۰.۹۳۱

Return Robust 75 Real –Return Classic Real : از آن جایی که مقدار آماره t برابر با ۰/۰۹۹۵- بوده و سطح معنی داری آن بیش از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده واقعی به روش Classic Real هیچ تفاوت معناداری با بازده واقعی به روش Robust 75 Real ندارد.

Return Robust 80 Real –Return Classic Real : از آن جایی که مقدار آماره t برابر با ۰/۳۳۷- بوده و سطح معنی داری آن بیش از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده واقعی به روش Classic Real هیچ تفاوت معناداری با بازده واقعی به روش Robust 80 Real ندارد.

Return Robust 85 Real –Return Classic Real : از آن جایی که مقدار آماره t برابر با ۰/۱۱۲- بوده و سطح معنی داری آن بیش از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده واقعی به روش Classic Real هیچ تفاوت معناداری با بازده واقعی به روش Robust 85 Real ندارد.

Return Robust 90 Real –Return Classic Real : از آن جایی که مقدار آماره t برابر با ۰/۱۱۲- بوده و سطح معنی داری آن بیش از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده واقعی به روش Classic Real هیچ تفاوت معناداری با بازده واقعی به روش Robust 90 Real ندارد.

Archive of SID

www.SID.ir

Return Robust 95 Real –Return Classic Real : از آن جایی که مقدار آماره t برابر با ۰/۱۴۴- بوده و سطح معنی داری آن بیش از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده واقعی به روش Classic Real هیچ تفاوت معناداری با بازده واقعی به روش Robust 95 Real ندارد.

Return Robust 99 Real –Return Classic Real : از آن جایی که مقدار آماره t برابر با ۰/۰۸۶- بوده و سطح معنی داری آن بیش از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده واقعی به روش Classic Real هیچ تفاوت معناداری با بازده واقعی به روش Robust 99 Real ندارد.

نتیجه گیری: همانگونه که در بالا ذکر گردید بازده واقعی در کلیه سطوح بهینه سازی پایدار و بهینه سازی کلاسیک تفاوت معناداری نداشته و در کلیه سطوح این دو روش بازده واقعی پرتفوها یکسان است.

یافته فرضیه چهارم: ریسک واقعی در کلیه سطوح روش پایدار و ریسک واقعی در بهینه سازی کلاسیک تفاوت معناداری وجود داشته و ریسک واقعی در بهینه سازی پایدار کمتر از ریسک واقعی در بهینه سازی کلاسیک است.

در جدول(۴-۱) ضرایب همبستگی متغیرها در سطوح مختلف نشان دهنده رابطه مثبت و معنادار هر دو متغیر می باشد ازینرو به جهت مابقی متغیرها با توجه به عدم تساوی میانگین و انحراف معیار دو به دو متغیرها، سطح معنی‌داری آنها را نیز بررسی می‌کنیم:

جدول٤-۱) میانگین ریسک واقعی بازار تفاوت معناداری با میانگین ریسک واقعی به بهینه سازی پایدار در سطوح مختلف دارد.

متغیرها	ضریب همبستگی		تفاوت میانگین	تفاوت انحراف معیار	t	df	سطح معناداری
	سطح معناداری	مقدار					
Risk Classic Real Risk Robust %75 Real	۰.۰۰۰	۰.٦٧٤	۰.۰۱٦۰۹	۰.۰۷٦۲۱	۲.۲٦٤	۱۱٤	۰.۰۲۵
Risk Classic Real Risk Robust %80 Real	۰.۰۰۰	۰.۸۵٦	۰.۰۱۸٤۳	۰.۰۵۰۷٤	۳.۸۹٦	۱۱٤	۰.۰۰۰
Risk Classic Real Risk Robust %85 Real	۰.۰۰۰	۰.۸٦۸	۰.۰۱٤۵۲	۰.۰٤۷۹۱	۳.۲۵۱	۱۱٤	۰.۰۰۲
Risk Classic Real Risk Robust %90 Real	۰.۰۰۰	۰.۸۷۱	۰.۰۱٤۰۰	۰.۰٤۷۲۹	۳.۱۷۵	۱۱٤	۰.۰۰۲
Risk Classic Real Risk Robust %95 Real	۰.۰۰۰	۰.۸۸۲	۰.۰۱۳۵۷	۰.۰٤۵۳۵	۳.۲۰۸	۱۱٤	۰.۰۰۲
Risk Classic Real Risk Robust %99 Real	۰.۰۰۰	۰.۸۷٤	۰.۰۱۰۷۸	۰.۰٤٦۱۷	۲.۵۰٤	۱۱٤	۰.۰۱٤

Archive of SID
www.SID.ir

یافته فرضیه پنجم: که بازده پیش بینی شده به روش کلاسیک تفاوت معناداری با بازده واقعی این روش دارد. بعبارت دیگر روش کلاسیک بازده بالاتری نسبت به بازده واقعی پیش بینی می کند.

در جدول(۱-۵) ضریب همبستگی متغیرها نشان دهنده رابطه مثبت و معنادار هر دو متغیر می باشد ازاین رو با توجه به عدم تساوی میانگین و انحراف معیار سطح معنی‌داری آنها را نیز بررسی می‌کنیم:

جدول ۱-۵) میانگین بازدهی پیش بینی شده پرتفوی براساس بهینه سازی پایدار تفاوت معناداری با میانگین بازدهی واقعی پرتفوی براساس بهینه سازی کلاسیک دارد.

متغیرها	ضریب همبستگی		تفاوت میانگین	تفاوت انحراف معیار	t	df	سطح معناداری
	سطح معناداری	مقدار					
Return Classic Forecast – Return Classic Real	۰.۰۰۰	۰.۴۹۲	۰.۰۴۶۷۰	۰.۰۹۳۴۰	۵.۲۲۰	۱۰۸	۰.۰۰۰

Return Classic Forecast –Return Classic Real: از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۵/۲۲۰ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده پیش بینی شده به روش کلاسیک تفاوت معناداری با بازده واقعی این روش دارد. بعبارت دیگر روش کلاسیک بازده بالاتری نسبت به بازده واقعی پیش بینی می کند.

یافته فرضیه ششم: ریسک پیش بینی شده در روش کلاسیک بالاتر از ریسک واقعی در پرتفوهایی است که از روش کلاسیک انتخاب شده اند.

در جدول(۱-۶) ضریب همبستگی متغیرها نشان دهنده رابطه مثبت و معنادار هر دو متغیر می باشد ازینرو با توجه به عدم تساوی میانگین و انحراف معیار سطح معنی‌داری آنها را نیز بررسی می‌کنیم:

جدول ۱-٦) میانگین ریسک پیش بینی شده براساس روش کلاسیک تفاوت معناداری با میانگین ریسک واقعی روش کلاسیک دارد

متغیرها	ضریب همبستگی		تفاوت میانگین	تفاوت انحراف معیار	t	df	سطح معناداری
	سطح معناداری	مقدار					
Risk Classic Forecast Risk Classic Real	۰.۰۰۰	۰.۲۸۲	۰.۰۷۷۱٦	۰.۰۸٤۸۸	۹.٤۹۱	۱۰۸	۰.۰۰۰

Archive of SID

www.SID.ir

Risk Classic Forecast –Risk Classic Real: از آن جایی که مقدار آماره t برابر با ۹/۴۹۱ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک پیش بینی شده در روش کلاسیک بالاتر از ریسک واقعی در پرتفوهایی است که از روش کلاسیک انتخاب شده اند.

یافته فرضیه هفتم: در کلیه سطوح بهینه سازی پایدار بین بازده پیش بینی شده بهینه سازی پایدار و بازده واقعی پرتفوهایی که با این روش انتخاب شده اند، تفاوت معناداری وجود دارد. بعبارت دیگر بهینه سازی پایدار بازده پیش بینی شده بالاتری نسبت به واقعیت را نشان می دهد.

در جدول(۱-۷) ضرایب همبستگی متغیرها در سطوح مختلف نشان دهنده رابطه مثبت و معنادار هر دو متغیر می باشد به جزء Return Robust 75 Forecast – Return Classic Real که با توجه به ضریب همبستگی میتوان گفت رابطه‌ای مثبت ممکن است وجود داشته باشد مقدار احتمال بالای ۰,۰۵ آن نشاندهنده عدم رابطه این دو متغیر است، ازینرو به جهت مابقی متغیرها با توجه به عدم تساوی میانگین و انحراف معیار دو به دو متغیرها، سطح معنی‌داری آنها را نیز بررسی می‌کنیم:

جدول۱-۷) میانگین بازدهی پیش بینی شده به بهینه سازی پایدار در سطوح مختلف تفاوت معناداری با بازدهی واقعی به بهینه سازی پایدار در سطوح مختلف دارد.

متغیرها	ضریب همبستگی		تفاوت میانگین	تفاوت انحراف معیار	t	df	سطح معناداری
	سطح معناداری	مقدار					
Return Robust%75 Forecast – Return Robust %75 Real	۰.۷۰۴	۰.۰۳۶	۰.۰۶۰۶۱	۰.۰۹۷۱۴	۶۶۹۱	۱۱۴	۰.۰۰۰
Return Robust %80 Forecast – Return Robust %80 Real	۰.۰۰۱	۰.۳۰۴	۰.۰۶۲۸۷	۰.۰۹۶۴۳	۶.۹۹۲	۱۱۴	۰.۰۰۰
Return Robust %85 Forecast – Return Robust %85 Real	۰.۰۰۱	۰.۳۱۳	۰.۰۵۹۳۰	۰.۰۹۴۳۰	۶.۷۴۴	۱۱۴	۰.۰۰۰
Return Robust %90 Forecast – Return Robust %90 Real	۰.۰۰۱	۰.۳۱۳	۰.۰۵۸۷۰	۰.۰۹۴۴۱	۶۶۶۷	۱۱۴	۰.۰۰۰
Return Robust%95 Forecast – Return Robust %95 Real	۰.۰۰۱	۰.۳۰۷	۰.۰۵۸۲۶	۰.۰۹۵۰۳	۶.۵۷۵	۱۱۴	۰.۰۰۰
Return Robust%99 Forecast – Return Robust %99 Real	۰.۰۰۱	۰.۲۹۸	۰.۰۵۵۲۲	۰.۰۹۳۰۷	۶.۳۶۲	۱۱۴	۰.۰۰۰

Archive of SID
www.SID.ir

Return Robust %80 Forecast –Return Classic Real: از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۶/۹۹۲ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Real تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %80 Real دارد.

Return Robust %85 Forecast –Return Classic Real: مقدار آماره T برابر با ۶/۷۴۴ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Real تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %85 Real دارد.

Return Robust %90 Forecast –Return Classic Real: مقدار آماره T برابر با ۶/۶۶۷ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Real تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %90 Real دارد.

Return Robust %95 Forecast –Return Classic Real: مقدار آماره T برابر با ۶/۵۷۵ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Real تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %95 Real دارد.

Return Robust %99 Forecast –Return Classic Real: مقدار آماره T برابر با ۶/۳۶۲ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که بازده به روش Classic Real تفاوت معناداری با بازده به روش Robust %99 Real دارد.

نتیجه گیری: همانگونه که در بالا ذکر گردید در کلیه سطوح بهینه سازی پایدار بین بازده پیش بینی شده بهینه سازی پایدار و بازده واقعی پرتفوهایی که با این روش انتخاب شده اند، تفاوت معناداری وجود دارد. بعبارت دیگر بهینه سازی پایدار بازده پیش بینی شده بالاتری نسبت به واقعیت را نشان می دهد.

یافته فرضیه هشتم: در کلیه سطوح روش پایدار بین ریسک پیش بینی شده روش پایدار و ریسک واقعی پرتفوهایی که با این روش انتخاب شده اند، تفاوت معناداری وجود دارد. بعبارت دیگر روش پایدار ریسک پیش بینی شده بالاتری نسبت به واقعیت را نشان می دهد.

در جدول(۸-۱) ضرایب همبستگی متغیرها در سطوح مختلف نشان‌دهنده رابطه مثبت و معنادار هر دو متغیر می باشد ازینرو به جهت مابقی متغیرها با توجه به عدم تساوی میانگین و انحراف معیار دو به دو متغیرها، سطح معنی‌داری آنها را نیز بررسی می‌کنیم:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱-۸) میانگین ریسک پیش بینی شده به بهینه سازی پایدار در سطوح مختلف تفاوت معناداری با ریسک واقعی به **بهینه سازی** پایدار در سطوح مختلف دارد

متغیرها	ضریب همبستگی		تفاوت میانگین	تفاوت انحراف معیار	t	df	سطح معناداری
	سطح معناداری	مقدار					
Risk Robust %75 Forecast – Risk Robust %75 Real	۰.۰۰۰	۰.۳۳۶	۰.۱۷۷۹۱	۰.۱۲۲۵۵	۱۵.۵۶۸	۱۱۴	۰.۰۰۰
Risk Robust %80 Forecast – Risk Robust 80 Real	۰.۰۰۱	۰.۳۰۲	۰.۰۹۲۶۱	۰.۰۹۶۳۸	۱۰.۳۰۴	۱۱۴	۰.۰۰۰
Risk Robust %85 Forecast – Risk Robust %85 Real	۰.۰۰۱	۰.۳۱۳	۰.۰۸۸۰۰	۰.۰۹۴۳۰	۱۰.۰۰۸	۱۱۴	۰.۰۰۰
Risk Robust% 90 Forecast – Risk Robust %90 Real	۰.۰۰۱	۰.۳۱۰	۰.۰۸۷۴۸	۰.۰۹۴۱۶	۹.۹۶۳	۱۱۴	۰.۰۰۰
Risk Robust %95 Forecast – Risk Robust %95 Real	۰.۰۰۱	۰.۳۰۳	۰.۰۸۷۱۳	۰.۰۹۴۸۹	۹.۸۴۶	۱۱۴	۰.۰۰۰
Risk Robust% 99 Forecast – Risk Robust %99 Real	۰.۰۰۰	۰.۳۲۴	۰.۰۸۴۱۷	۰.۰۹۳۷۳	۹.۶۳۰	۱۱۴	۰.۰۰۰

Risk Robust %75 Forecast – Risk Robust %75 Real : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۱۵/۵۶۸ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Robust %75 Forecastتفاوت معناداری با ریسک به روش Robust %75 Real دارد.

Risk Robust %80 Forecast – Risk Robust %80 Real : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۱۰/۳۰۴ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Robust %80 Forecastتفاوت معناداری با ریسک به روش Robus%80 Real دارد.

Risk Robust %85 Forecast – Risk Robust %85 Real : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۱۰/۰۰۸ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Robust %85 Forecastتفاوت معناداری با ریسک به روش Robust %85 Real دارد.

Risk Robust %90 Forecast – Risk Robust %90 Real : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۹/۹۶۳ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Robust %90 Forecastتفاوت معناداری با ریسک به روش Robust %90 Real دارد.

www.SID.ir

Risk Robust %95 Forecast – Risk Robust %95 Real : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۹/۸۴۶ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Robust %95 Forecastتفاوت معناداری با ریسک به روش Robust %95 Real دارد.

Risk Robust %99 Forecast – Risk Robust %99 Real : از آن جایی که مقدار آماره T برابر با ۹/۶۳۰ بوده و سطح معنی داری آن کمتر از ۵٪ است، بنابراین با ۹۵٪ اطمینان می توان گفت که ریسک به روش Robust %99 Forecastتفاوت معناداری با ریسک به روش Robust %99 Real دارد.

نتیجه گیری: همانگونه که در بالا ذکر گردید در کلیه سطوح روش پایدار بین ریسک پیش بینی شده روش پایدار و ریسک واقعی پرتفوهایی که با این روش انتخاب شده اند، تفاوت معناداری وجود دارد. بعبارت دیگر روش پایدار ریسک پیش بینی شده بالاتری نسبت به واقعیت را نشان می دهد.

۷- نتیجه گیری و بحث

با مطالعات صورت گرفته در تحقیق حاضر می توان گفت نتایج بدست آمده را می توان به دو گروه طبقه بندی کرد:

نتایج بدست آمده در پیش بینی ریسک و بازده

در این قسمت نیز به این نکته باید اشاره کرد که تحقیقات انجام شده بیشتر در خصوص پیش بینی نرخ بازده و ریسک می باشند. این در حالی است که تحقیق حاضر نیز، همزمان دو فاکتور ریسک و بازده را مورد توجه قرار داده و همانگونه که در تحقیقات قبلی نشان داده شده بود، بازده موردانتظار مدل پایدار بسیار بیشتر از مدل کلاسیک و ریسک موردانتظار مدل پایدار برابر با ریسک مدل کلاسیک است.

نتایج بدست آمده در ریسک و بازده واقعی

نوآوری تحقیق حاضر، در زمینه تست کارایی ریسک و بازده پیش بینی شده و مقایسه آن با واقعیت است. برای انجام چنین مقایسه ای، وزنهای بدست آمده از هر دو مدل برای تشکیل پرتفوی ها ملاک عمل واقع شد و پرتفوی پیشنهادی در یک ماه بعد مورد ارزیابی از نظر ریسک و بازده قرار گرفت. این همان مساله است که در هیچ یک از تحقیقات داخلی و خارجی چنین مقایسه ای صورت نگرفته است. براین اساس مشخص شد که بازده واقعی هر دو

مدل با یکدیگر تفاوت معناداری ندارند، این در حالی است که ریسک واقعی هر دو مدل تفاوت معنادار با یکدیگر

دارند. بعبارت دیگر ریسک واقعی پرتفوهای بهینه شده با مدل پایدار از ریسک پرتفوهای بهینه شده توسط مدل کلاسیک کمتر است.

برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌گردد:

- ✓ سنجش کارایی بهینه سازی پایدار در تشکیل پرتفوی با سایر مدلهای تشکیل پرتفوی مانند الگوریتم ژنتیک، تئوری آشوب و شبکه عصبی.

Archive of SID

www.SID.ir

✓ استفاده از سایر مدلهای ارزش در معرض خطر به عنوان محدودیت در تشکیل پرتفوی پایدار.

استفاده از سایر معیارهای ریسک مانند ریسک منفی و نسبت تعداد روزهایی که سهم نوسانات قیمتی مثبت دارد به تعداد روزهایی که سهم نوسانات منفی دارد.

فهرست منابع

* احمدی محمدولی و سرمد مجید، (۱۳۸۸)، شناسایی نقاط دورافتاده در داده‌های نرمال براساس مقادیر zاصلاح شده‌ی مشاهدات ، مجله علوم آماری، جلد ۳، شماره ۲.
* بابایی غلامرضا و همکاران ، (۱۳۸۶) ، روش های تعیین داده‌های پرت در مطالعات پزشکی ، مجله دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دوره ۶۵، مهر ماه، شماره ۷.
* جعفری صمیمی احمد، محمود یحیی زاده فر و رحیم امین زاده ساریخانبگلو، (۱۳۸۴) ،بررسی رابطه بین اندازه پرتفوی و ریسک غیرسیستماتیک سهام عادی در ایران- مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۹، تابستان
* حمیدی زاده محمد رضا، (۱۳۶۸)، تحلیل سیر نظریه‌های اقتصادی، انتشارات ترمه
* حنفی زاده پیام، عباس سیفی و کوماراسامی پونومبالام،(۱۳۸۵)، تخصیص سرمایه با روش فضای احتمالی تفکیک شده ، فصلنامه علمی پژوهشی شریف شماره ۳۴
* خاکی غلامرضا، (۱۳۹۱)، روش تحقیق در مدیریت: با رویکرد پژوهشی، انتشارات فوژان
* خالوزاده حمید، امیری حمید ،(۱۳۸۵)، تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس ایران بر اساس نظریه ارزش در معرض ریسک، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۳
* رضا، راعی و علی سعیدی، (۱۳۸۹)، مبانی مهندسی مالی و مدیریت ریسک، انتشارات: سمت، چاپ پنجم، تابستان .
* سیفی عباس، حنفی زاده پیام و نوابی حمیدرضا، (۱۳۸۳)، مدل یکپارچه استوار در مسئله انتخاب سهام تک دوره ای ، تحقیقات مالی، شماره ۱۷ .
* عبده تبریزی حسین، رادپور میثم، (۱۳۸۸)، اندازه گیری و مدیریت ریسک بازار: رویکرد ارزش در معرض خطر ، انتشارات آگاه
* فرید داریوش, سیدحیدر میرفخرالدینی و علیرضا رجبی پورمیبدی، (۱۳۸۹) ، کاربست ارزش در معرض ریسک و انتخاب پرتفوی بهینه با استفاده از تکنیک شبیه سازی مونت کارلو در بورس اوراق بهادار تهران، دانش و توسعه، سال هجدهم، شماره ۳۱
* قدیری مقدم ابولفضل، رفیعی دارانی، (۱۳۸۹)، بررسی و تبیین پرتفوی بهینه سهام شرکتهای فعال صنایع غذایی بورس اوراق بهادار تهران، نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی ، جلد ۲۴، شماره ۳.
* محلوجی، هاشم، (۱۳۷۶) ، شبیه سازی سیستم‌های گسسته – پیشامد، موسسه انتشارات علمی
* Brandolini,Dario and colucci,Stefano, (2012), "Backtesting Value at Risk: A Comparision Between Filtered Bootstrap and Historical Simulation", Journal Of Risk Model Valuation, Vol. 6, No. 4

Archive of SID
www.SID.ir

* Campbell R. Harvey, John C. Liechty, Merril W. Liechty, and Peter Mueller, "Portfolio Selection with Higher Moments," Working Paper, Duke University, 2003
* Campbell, John Y. and et al, (2001), "Have individual Stocks Become MoreVolatile? An Empirical Exploration of Idiosyncratic Risk", Journal of Finance 56, No. 1,February
* Chen a Wei and et al,(2011), "Worst-case VaR and robust portfolio optimization with interval randomuncertainty set", Expert Systems with Applications", Vol. 38,Issue 1, January
* Evans John L. and Archer, Stephen H., (1968) , "Diversification and the Reduction of Dispersion: An Empirical Analysis," Journal of Finance 23, No. 5
* Fabbozi, Frank J, (2007), "Robust Portfolio Optimization And Management", Wiley
* Fama Eugene F., (1970), "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work"- Journal of Finance 25- No.2, May
* Fastrich,Björn and Winker,Peter, (2009), "Robust Portfolio Optimization with a Hybrid Heuristic Algorithm", Computational Management Science
* Fischer Black and Robert Litterman,(1992), "Global Portfolio Optimization" , Financial Analysts Journal, Vol. 48, No. 5
* Frank J. Fabozzi, Francis Gupta, and Harry M. Markowitz- "The Legacy of Modern Portfolio Theory"- Journal of Investing 11- no. 3 (Fall 2002)
* Galloppo, Giuseppe,(2010), "A Comparison Of Pre And Post Modern Portfolio Theory Using Resampling" ,Global Journal Of Business Research, Vol. 4, No. 1
* Harry M. Markowitz and Nilufer Usmen(2003), "Resampled Frontiers versus DiffuseBayes: An Experiment," [1] Journal of Investment Management 1, no. 4
* James ,Tobin ,(1958), "Liquidity Preference as a Behavior Towards Risk" , Review of Economic Studies 67 , February
* Jan Mossin, "Equilibriumin a Capital Asset Market," Econometrics 34, no. 4 (October 1966)
* Lintner,John, (1965), "The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets" ,Review of Economics and Statistics 47 , February
* Lu Zhaosong, (2011), "Robust Portfolio Selection Based on a Joint Ellipsoidaluncertainty Set", Optimization Methods and Software, Vol. 26, Issue 1
* Maringer,Dietmar,(2005),"Portfolio Management with Heutrocastic Optimization", Springer
* Markowitz Harry M., (2000), "Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets", Wiley
* Natarajan, Karthik and et al, (2006), "A Tractable Parametric Approach to Valueat-Risk Optimization",Working Paper, National University of Singapore Business School
* Natarajan, Karthik and et al, (2010), "Tractable Robust Expected Utility and Risk Modelsfor Portfolio Optimization", Mathematical Finance, Vol. 20, Issue 4, pp 695–731
* Pérignon,Christophe and R. Smith, Daniel , (2010), "The Level And Quality Of Value-At-Risk Disclosure By Commercial Banks". Journal of Banking and Finance, Vol. 34, Issue 2
* Rachev S, Menn C, Fabozzi F,(2005), "Fat tails and skewed asset returns distribution", Wiley
* Racheva-Iotova,Borjana and Stoyanov Stoyan,(2008),"Post-Modern Approaches for Portfolio Optimization", Handbook on Information Technology in Finance, Springer
* Santos,André Alves Portela, (2010), "The Out-of-Sample Performance of Robust Portfolio Optimization", Brazilian Review of Finance, Vol. 8, No 2
* Sergio M. Focardi and Frank J. Fabozzi - "The Mathematics of Financial Modeling and Investment Management"- Wiley
* Smale,Stephen,(1976), "Dynamics in General Equilibrium Theory", The American Economics Review, Vol. 66, No. 2
* Vardharaj,Raman and et al, (2004), "Determinants of Tracking Error for Equity Portfolios" Journal of Investing 13, No. 2, Summer
* Von Neumann, John and Morgenstern ,Oskar, (1944), " Theory of Games and Economic Behavior"-Princeton University Press

Archive of SID

www.SID.ir

* William F. Sharpe, “Capital Asset Prices,” Journal of Finance 19 , no. 3 (September 1964), pp. 425–442.-John Lintner, “The Valuation of Risk Asset and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolio and Capital Budgets,” Review of Economics and Statistics 47. (February 1965)
* William, Sharpe F. ,(1964),“Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk” - Journal of Finance 19, No. 3 , September
* Winter,Famma , (1993),"Post-Modern Portfolio Theory Comes of Age" , Journal of Investing

یادداشت‌ها

1 -Quantitative techniques
2 -Investment management
3 -Option pricing models
4 -Econometric techniques
5- Market return
6- Transaction cost
7- Portfolio management
8- Financial planning
9- Financial economics
10- Capital markets
11 -Modern Portfolio Theory
12-Risk
13-Return
14-Variance
15- One-Period
16- Myopic
17- Multiperiod
18- Expected Return
19- Feasible Portfolio
20- Mean-Variance Efficient Portfolio
21 -Efficient Frontier
22 -Global Minimum Variance Portfolio
23- Dispersion Measures
24- Downside Measures
25- Uncertainty
26- Konno
27- Mean-Absolute Moment
28- Lower Partial Moment
29 -Robust Optimization
30-Central Limit Theorem
31-Classic Mean-Variance Optimization
32-Quadratic Optimization
33-Rom&Ferguson
34-Bull market
35-Mandelbrot
36-Fat tails
37- skew
38-leptokurtosis
39-Extreme event

Archive of SID
www.SID.ir

40-Price-Taker
41- Reliability
42- Validity
43-Quadratic Optimization

Archive of SID

www.SID.ir