فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
دوره شانزده، شماره شصت و دو، بهار ۱۴۰۴
نوع مقاله: علمی پژوهشی
صفحات: ۱۳۳-۱۱۷

ارائه مدل برنامه‌ریزی سنجش ریسک نامطلوب شرطی در بازار بورس اوراق بهادار ایران

سید علی نبوی چاشمی [۱]
احمد داداشپورعمرانی [۲]
عرفان معماریان [۳]

تاریخ دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۵/۰۶ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۱۲/۱۵

چکیده

امروزه سرمایه‌گذاران از معیارهای مختلف اندازه‌گیری ریسک استفاده‌های می‌کنند بطوریکه، سرمایه‌گذاران جدا از اصل ریسک‌گریزی همواره براین تلاش بوده‌اند که رابطه میان ریسک و بازده حاصل از فعالیت را بهینه نمایند. لذا دراین مقاله، که در بستر بازار سرمایه ایران انجام شده به ارائه مدل ریاضی نوین ریسک نامطلوب شرطی برای اندازه‌گیری ریسک سبدسهام پرداخته شده است. همچنین، ما برای نشان دادن یک مثال تجربی در بازارسرمایه ایران، از بین پنجاه سهام برتر میزان پانزده سهم را در ۱۲ ماه منتهی به سال۱۳۹۸ انتخاب کردیم. این روش می‌خواهد این موضوع ساده را بیان کند که سرمایه‌گذار زمانی از سرمایه‌گذاری خود راضی است که، یک سود پیش‌بینی نشده را بدست‌آورد و نه در زمانی که زیان ببیند. از آنجا که این سنجه، نامطلوبیت سبدسهام و افت ارزش پرتفوی نامرکب، در مقایسه با بیشترین ارزش دست یافته شده در زمان قبل را بیان می‌کند، از اینرو سرمایه‌گذاران میتوانند با حل مدل ارائه شده، ریسک سبدسهام مورد نظرشان را با دقت اندازه‌گیری کنند تا به سبد سهامی با بیشترین بازده و کمترین ریسک دست یابند.

کلمات کلیدی

سبدسهام، سنجش ریسک، برنامه‌ریزی ریاضی، ریسک نامطلوب شرطی، بازارسرمایه

۱-گروه حسابداری و مدیریت، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. Nabavi.chashmi@gmail.com
۲-گروه اقتصاد، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. (نویسنده مسئول) dadashpoor.ie@gmail.com
۳-گروه اقتصاد، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. Er-memarian@yahoo.com

مقدمه

سرمایه‌گذاری به عنوان موتور رشد و توسعه‌ی اقتصادی، در تمام کشورهای جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. لازمه‌ی رشد اقتصادی، تولید بیشتر و سرمایه‌گذاری افزون‌تر است. بنابراین، باید گفت که رشد اقتصادی و افزایش رفاه عمومی دربلندمدت بدون توجه به سرمایه‌گذاری و عوامل مهم موجود در محیط سرمایه‌گذاری، که بر آن تاثیر می‌گذارد امکان‌پذیر نیست. یکی از این عوامل، ریسک و بازده سرمایه‌گذاری است. سرمایه‌گذاری به عنوان یک تصمیم مالی همواره دارای دو مؤلفه ریسک و بازدهی بوده که مبادله این دو، ترکیب‌های گوناگون سرمایه‌گذاری را عرضه می‌نماید. از یک طرف، سرمایه‌گذاران به دنبال بیشینه کردن عایدی خود ازسرمایه‌گذاری هستند و از طرف دیگر، با شرایط عدم اطمینان حاکم بر بازارهای مالی مواجه می‌باشند که عامل اخیر، دستیابی به عواید سرمایه‌گذاری را با عدم اطمینان مواجه می‌سازد. به عبارت دیگر، تمامی تصمیمات سرمایه‌گذاری براساس روابط میان ریسک و بازده صورت می‌گیرد. ریسک و بازده در سرمایه‌گذاری و تامین مالی همیشه در کنار یکدیگر هستند و نمی‌توان آنها را جدا از هم فرض کرد، چرا که تصمیمات مربوط به سرمایه‌گذاری همیشه بر اساس رابطه میان ریسک و بازده صورت می‌گیرد. سرمایه‌گذاران همیشه باید در تصمیمات سرمایه‌گذاری خود، ریسک را در نظر داشته باشند. بنابراین، در محاسبات مالی و انتخاب سهام و سبد سرمایه‌گذاری باید به گونه‌ای عمل شود که سرمایه‌گذاری‌های موجود از لحاظ درجه ریسک و بازده، به ترتیب اولویت‌بندی شود، تا بدین طریق سرمایه‌گذاران بتوانند با در نظر گرفتن امکانات مالی و میزان ریسک پذیریشان سبدسهام مطلوب خویش را تشکیل دهند. وقتی فرد با سبدسهام رو به رو می‌گردد، بایستی در مورد تعداد سهم انتخابی و میزان سرمایه‌گذاری در هر کدام از آنها تصمیم‌گیری نماید که در این شرایط فرآیند تصمیم‌گیری پیچیده می‌شود. یک روش ریاضی توسط مارکویتز(۱۹۵۲) در زمینه انتخاب پرتفوی برای تشکیل سبدسهام مطلوب ارائه شد. بطوریکه، تا قبل از آن از راه‌های ریاضی برای این منظور استفاده نمی‌شد. او بهترین سبد در میان سبدهای سهام مختلف را سبدی دانست که دارای حداکثر مقدار بازده مورد انتظار و حداقل مقدار واریانس باشد. در این روش از دو معیار بازده مورد انتظار و واریانس به طور همزمان استفاده شده است. روش او به روش میانگین- واریانس معروف است. مسئله انتخاب سبدسهام توسط مارکویتز توسعه داده شد. او انتخاب سبدسهام را با توجه به حداکثر بازده موردانتظار و حداقل مقدار سنجه بیان کرد که واریانس، به عنوان سنجه اندازه‌گیری ریسک پیشنهاد شد. بعدها،کونو و یامازاکی (۱۹۹۱) انحراف‌مطلق را برای اندازه‌گیری ریسک و راه حل ساده‌ای برای مسئله انتخاب پرتفوی با کمک برنامه‌ریزی خطی پیشنهاد داد. در واقع، آنها توانستند مدلی قابل

حل ازطریق برنامه‌ریزی خطی برای بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری بر مبنای مقیاس اندازه‌گیری ریسک به طور کامل ارائه دهند. این مدل نیازی به کوواریانس نداشت. از اینرو، منجر به کاهش زمان حل مسئله می‌شود. مطالعات آنها حاکی آن است که انحراف مطلق از میانگین بازده تحت شرایط خاص همانند واریانس، معیاری برای اندازه‌گیری ریسک می‌باشد[۱۴]. اسپرانزا(۱۹۹۵) مدلی از برنامه‌ریزی مختلط را با خصوصیات واقعی مثل هزینه‌های معاملات و حداقل واحدهای معاملات ارائه داد. وی بعد از طراحی مدل ذکر شده آن را برای بازار سهام میلان ایتالیا به کار گرفت. به علت این که در زمان معقولی قابل حل توسط رایانه نبود، مخصوصاً با افزایش نرخ بازده و تعداد سهام، حل مدل به طور کلی غیرممکن به نظر می‌رسید. می‌توان گفت تحقیقات او در حوزه ارزش مطلق میانگین از انحراف منفی بوده است[۲۲]. پپاریستودولو(۲۰۰۴) با نوشتن مفاله ای بنام((پرتفوی‌های بهینه با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی)) به بیان مدل‌های برنامه‌ریزی‌خطی در این زمینه پرداخت و سپس با نمونه‌های تجربی به مقایسه سبدهای سهام بدست آمده از هر مدل پرداخت. نتایج حاصل از کار وی، این امر را مشخص کرد که یک شخص می‌تواند، کارهای بیشتری از آنچه فکر می‌کند، با مدل برنامه‌ریزی خطی انجام دهد. او با کنار گذاشتن خصوصیات واقعی مدل اسپرانزا، آن را به یک مدل خطی تبدیل و فواید چنین مدلی را عنوان کرد[۱۹]. کانداسمی (۲۰۰۸) در پایان‌نامه خود تحت عنوان ((انتخاب پرتفوی تحت سنجه‌های ریسک گوناگون)) مدل‌های برنامه‌ریزی غیرخطی و خطی را برای اندازه‌گیری ریسک و مسئله انتخاب پرتفوی بیان نمود. وی همچنین، کاربرد برنامه‌ریزی ریاضی در مسائل تک‌زمانه و چندزمانه انتخاب پرتفوی بهینه همراه با بازده پرتفوی قطعی و احتمالی را بصورت بسیار هنرمندانه نشان‌داد[۱۳]. همچنین، فیرینگ و لی(۱۹۹۶) انتخاب سبدسهام استاندارد با محدودیت احتمالی را بنا کردند[۱۲]. تانگ و همکاران (۲۰۰۱) محدودیت احتمالی مسئله انتخاب سبدسهام را فرموله نمودند و مقدار برابر قطعی آن را تخمین زدند. آنها توانستند روشی جدید برای حل مسئله ارائه دهند و نمونه‌ای از بازارسرمایه مربوط به مدل را به نمایش بگذارند[۲۲]. درادامه، کومار و ناجمودوجا(۲۰۱۸) برای انتخاب سبدسهام از مدل پایه میانگین-واریانس و در ادامه مقاله از CVaR بعنوان یکی ازمعیارهای اندازه‌گیری ریسک وارد مدل پایه نموده و سبدسهام بهینه را به کمک مدل مذکور تشکیل داده است[۱۵].

رسترپو و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله خود با کمک ارائه و حل مدل میانگین –ارزش در معرض خطر شرطی و مقایسه آن با سایر سنجه‌های متداول نشان داد این سنجه بهترین محاسبه‌گر ریسک در بازده‌های غیرنرمال می‌باشد[۲۰]. استانیو و روسو(۲۰۲۰) به بهینه‌سازی سبدسهام با درنظرگرفتن

شاخص بازار و وابستگی زمانی ناشی از شاخص بازار به کمک مدل میانگین –ارزش در معرض خطر شرطی پرداختند[۲۳]. همچنین، آدرین و برانرمیر(۲۰۱۶) برای اولین‌بار تفاضل سنجه ارزش در معرض خطر شرطی را به منزله سنجه‌ای از ریسک سیستماتیک استفاده و مدل مذکور را در دو شرایط عادی و بحرانی در موسسات مالی بررسی نمودند[۹]. عیوضلو و رامش(۲۰۲۰) به محاسبه ریسک سبدسهام با دو روش کسری نهایی بازده مورد انتظار و ارزش در معرض خطر شرطی در بانک‌های تجاری پرداختند و در پژوهش خود نشان دادند نتایج حاصل از این دو رویکرد نتایج مشابه‌ای را نشان میدهد[۱۱].

همچنین، علی پور و همکاران(۱۳۹۶) در ایران، به بهینه‌سازی سبدسهام با حداقل میانگین انحراف مطلق پرداخته‌اند[۳] و رجبی و خالوزاده (۱۳۹۵) در تحقیق خود، مدل بهینه‌سازی چندهدفه سبدسرمایه‌گذاری را با روش الگوریتم تکاملی ارائه داده‌اند[۲] و نیز،فرخی و فلاح(۱۳۹۸) در مقاله خود یک مدل برنامه‌ریزی چندهدفه برای انتخاب سبدسهام بر اساس حداقل‌سازی ریسک نامطلوب و حداکثرسازی ممکن‌ترین بازده و حداکثرسازی ریسک مطلوب به کمک تئوری امکان ارائه داده‌اند [۵]و محبی و نجفی(۱۳۹۷) به بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری چنددوره‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی پویا پرداختند و در مقاله خود، انحراف معیار را بعنوان سنجه ریسک در نظر گرفتند[۷]. از طرفی، مهدوی و الهی(۱۳۹۶) در تحقیق خود به بررسی ۱۷ بانک و موسسه مالی پذیرفته شده در بورس با معیار ارزش در معرض خطر شرطی جهت تعیین ریسک سیستماتیک پرداختند [۸].

در این تحقیق، یک مدل ریاضی ریسک نامطلوب شرطی ارائه می‌شود که با در نظر گرفتن محدویت‌های مربوط به آن و فرض تک‌زمانه بودن مورد پیاده سازی برای سنجش و اندازه‌گیری ریسک قرار می‌گیرد.

بیان مسئله تحقیق

از آنجایی که ریسک و بازده در سرمایه‌گذاری و تامین مالی همیشه در کنار یکدیگر هستند و نمی‌توان آنها را جدا از هم فرض کرد، بررسی و مطالعه سرمایه‌گذاران در جهت انتخاب بهترین سبد سرمایه‌گذاری با توجه به میزان ریسک وبازده آن صورت می‌پذیرد. معمولاً سرمایه‌گذاران ریسک را دوست ندارند و از آن ناراضی‌اند و همواره در پی آن هستند تا در سبدی سرمایه‌گذاری کنند که بیشترین بازده و کمترین ریسک را داشته باشند. به عبارت دیگر، سرمایه‌گذاران به بازده سرمایه‌گذاری به عنوان یک عامل مطلوب و به ریسک به عنوان یک عنصر نامطلوب می‌نگرند.

از طرفی، مدل‌هایی در برنامه‌ریزی ریاضی وجود دارند که می‌توانند با در نظر گرفتن هدف و شرایط حاکم بر مسئله، ترکیبی بهینه با مقدار بهینه مشخص از عناصر تشکیل دهنده سبدسهام را ارائه دهند. بنابراین، می‌توان برای رسیدن به چنین هدفی، اطلاعات مالی را با در نظرگرفتن تمام شرایط حاکم بر سرمایه‌گذاری در دنیای واقعی وارد مدل برنامه‌ریزی ریاضی کرد.

از آنجا که، سرمایه‌گذاران بازارسرمایه با قبول سطح مشخصی از ریسک بدنبال بازدهی مورد انتظار خود هستند،بسیاری از پژوهشگران سنجه‌های مختلف ریسک سرمایه‌گذاری را بررسی و توسعه داده‌اند. یک دسته‌بندی از اندازه‌گیری ریسک، مقدار احتمالی بازده در پایین بازده مورد انتظار است که به آن ریسک نامطلوب گفته می‌شود. بسیاری از محققین بر این باورند که این نوع ریسک بسیار مناسب است، زیرا تنها احتمال قرار گرفتن بازده در ناحیه پایین بازده مورد انتظار را حداقل می‌کند و نقاط بالایی از بازده مورد انتظار را که برای سرمایه‌گذاران دارای مطلوبیت است را در نظر نمی‌گیرد.

در این مقاله تلاش شده به اندازه‌گیری و بیان مبانی ریسک سبد سهام تحت سنجه منفرد ریسک نامطلوب شرطی با کمک مدل ریاضی پرداخته شود. مطالعه دیگر، برنامه‌ریزی سنجه مذکور به همراه نمونه‌ای پانزده سهمی در بستر بازار سرمایه ایران انجام پذیرفته است. که سرمایه‌گذار می تواند با توجه به آن سبدسهام دلخواه خود را با توجه به وزن هرسهم، مقدار بازده و ریسک سبدسهام تشکیل دهد. همچنین، ویژگی اصلی این مقاله در ارائه مدلی جدید در سنجه‌های نامطلوب منفرد با در نظرگرفتن محدویت‌های تعریف شده مدل است. در روش‌های ارائه شده علاوه بر بررسی سنجه نامطلوب منفرد ریسک به همراه نمونه‌ای در بستر بازارسرمایه ایران، به ارائه مدل ریاضی این نوع سنجه‌های ریسک پرداخته شده است که این امکان را فراهم می آورد تا افراد بتوانند سنجه ریسک جدیدی را برای رسیدن به راه حل بهتر بصورت تک‌زمانه امتحان کنند. استفاده از سنجه ریسک مذکور، یک الگو و راهنمای مناسبی برای تعیین سبد بهینه سهام است.

اهداف اساسی تحقیق

هدف‌های اصلی تحقیق بصورت زیر بیان می‌شود:

۱)بررسی ویژگی‌های سنجه‌های ریسک منفرد ریسک نامطلوب شرطی

۲)ساختن مدل برنامه‌ریزی ریاضی ریسک نامطلوب شرطی

۳)اندازه‌گیری اندازه ریسک و بازده مورد انتظار سبدسهام بصورت تک‌زمانه به همراه وزن هرسهم

سوالات اساسی تحقیق

۱) مدل‌سازی حاوی سنجه ریسک نامطلوب شرطی جهت اندازه‌گیری ریسک چگونه است؟

۲) سبدسهام مناسب در بستر بازارسرمایه ایران با در نظر گرفتن محدودیت‌های مدل و فرض تک‌زمانه بودن کدام است؟

جامعه آماری و روش نمونه‌گیری و اجرای تحقیق

این تحقیق به بررسی سهام ۱۵ شرکت که از پرمعامله‌ترین سهام در بورس اوراق بهادار ایران می‌باشند، برای مدت دوازده(۱۲) ماه منتهی به سال ۱۳۹۸ می‌پردازد. در این تحقیق سنجه‌های ریسک برای انتخاب سبدسهام از کتب و مجلات‌علمی داخلی و خارجی استخراج شده است. با رجوع به سایت بورس و مشخص شدن بازده‌های هریک از سهام در دوره‌های مختلف مالی مشخص شد. سپس، با کمک بازده‌های سهام مشخص شده، می‌توان مدل ریاضی ریسک نامطلوب شرطی را در بورس ایران نشان داد. در ادامه مدل‌های موجود، به کمک نرم افزارهای مرتبط LINGO8 و MATLAB حل شده‌اند.

جمع‌آوری داده‌ها

ما برای نشان دادن یک مثال تجربی در بازارسرمایه ایران، از بین پنجاه سهام برتر میزان پانزده سهم دارای معامله بیشتر را انتخاب کردیم، که برای تجزیه و تحلیل مدل‌های اندازه‌گیری ریسک از آنها استفاده می‌کنیم. جدول(۱) اسامی سهام منتخب وجدول(۲) بازده‌های سهام انتخاب شده بهمراه میانگین آنها تا دورقم اعشار را برای مدت دوازده ماه نشان می‌دهد:

جدول ۱. سهام شرکت‌های مورد بررسی در بازارسرمایه ایران

نام متغیر	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵
نام سهم	سایپا	غدیر	بوعلی	ملت	کارآفرین
نام متغیر	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰
نام سهم	ترانسفو	مپنا	صنایع بهشهر	سینا	سایپاآذین
نام متغیر	X۱۱	X۱۲	X۱۳	X۱۴	X۱۵
نام سهم	صنعت و معدن	توکافولاد	ماشین سازی اراک	پتروشیمی	چادرملو

جدول۲. بازده‌های بهمراه میانگین سهام

ماه	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15
۱	۰	۷.۲۳	۴.۵	۳.۸	۲۶.۶	-۴	۱	۸	۳.۱۴	۹	۶.۱	۶	۶.۹۲	-۶	۰.۰۹
۲	۰.۵	۳۰.۷	۲۷.۴	۷.۵	۷.۷	-۳	۱۹	۱۴	۲۰.۲	۲.۱	۱۲	۱۱	۱۶.۶	۱۴.۴	۱.۰۵
۳	۰.۰۶	۹.۸	-۲	-۳	-۱	-۱۴	۴	۳.۳	-۳	۴.۷	-۳	-۱	۰.۲	۵۱.۳	-۰.۵
۴	۷.۸۳	-۹.۷	-۳	۴.۳	۲.۵	۲۱.۴	۱۳	-۶	-۵	۲۱	-۶	۸	۱۶.۶	-۲۶	۴.۷
۵	-۵.۱	۱۹.۹	۲۹.۵	۱.۹	۰.۷	-۵	۳۲	۱.۵	۴	۳.۷	۰.۸	۱۵	۴۷.۶	-۱۴	۰.۹۲
۶	-۶	۶.۶	۸.۵	۰	-۳	۶	۲	۱.۷	۹.۲	-۳	۷.۱	-۱	۱۹.۳	-۱	۱۰.۸
۷	۲۶.۸	۳۴.۳	۰	۱۳	۲۹.۳	۳۹.۴	۱۶	۹.۶	۲۱.۳	۲۱	۴۵	۴	-۹	۴۷.۶	۸.۷
۸	۱۵	-۱۲	۱۰.۸	۱۲	-۲	-۶	-۱	۱۵	۱۰.۸	۱.۸	۲۳	۵	-۲۲	-۱۲	-۳.۷
۹	-۱۷	-۱۲	-۱۹	-۶	-۴	-۷	-۱	-۳	-۳	-۱۱	-۴	۲	-۱۰	-۱۸	-۳.۴
۱۰	-۰.۷	۱۵	-۳	-۵	۱	۵	۱۲	۹.۶	۹.۹	۸.۴	۲۶	۷	-۹	-۷	۰.۱۹
۱۱	۷.۲	۳.۳	۲۵	۴.۶	-۱	۱.۹	۲	۲۹	۸.۵	۵.۳	۱۷	۴	۳۴	۱۱	۲.۱
۱۲	۸.۶	۸.۳	۱۴.۹	۷.۹	۷.۳	۷.۸	۸	۸.۱	۷	۱.۴	-۱	۱۶	-۷	۱۱.۸	۴.۸
μ	۳.۱	۸.۴	۷.۸	۳.۶	۵.۴	۳.۵	۸	۷.۷	۷.۵	۳.۱	۱۰	۷	۱۳.۹	۴.۵	۲.۱

لازم به ذکراست، میانگین بازده‌های هر سهم برابر با میانگین همه زمان‌های تحت بررسی است و بصورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\mu_j = \sum_{i=1}^{s} \frac{r_{ij}}{s} \qquad j = 1,2,3,\dots,15$$

همچنین، بازده‌های تاریخی سهام بصورت ماهانه برای مدت یکسال (سال ۱۳۹۸) از سایت بورس اوراق بهادارتهران و نرم افزار ره‌آورد نوین استخراج گردیده است.

قبل از ورود به مباحث مختلف مسئله انتخاب سبدسهام لازم است متغیرها و پارامترهای که در سرتاسر مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند را تعریف کنیم:

E– بازده مورد انتظار سبدسهام

R- بازده سهام تحت بررسی

S- تعداد سناریوهای قابل بررسی(تعداد ماه) $s=1,2,3\dots,12$

n- تعداد سهام مورد بررسی $j=1,2,3\dots,15$

α- سطح اطمینان

$r_{s\times n}$- ماتریس بازده سهام

$X_{n\times 1}$- بردار درصد سرمایه‌گذاری متناظر با n سهم

$\mu_{n\times 1}$- میانگین بازده سهام

E_0- بازده موردانتظار خاص برای سبدسهام

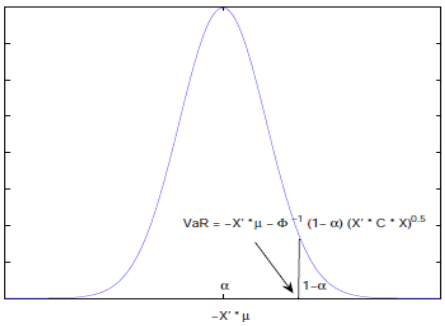
Emin- کمترین مقدار ممکن از بازده سبدسهام

Emax- بیشترین مقدار ممکن از بازده سبدسهام

y = بازده مورد انتظار سبدسهام- بازده مشاهده شده (واقعی) سبدسهام (y = E - R)

ارائه مدل سنجه ریسک نامطلوب شرطی(CDar)

در ابتدا برای تشریح مدل به بررسی روند تکاملی رسیدن به سنجه ریسک نامطلوب شرطی پرداخته می‌شود و سپس به ارائه مدل اشاره شده پرداخته می شود. از این رو ابتدا به توضیحاتی در مورد سنجه Var و Cvar پرداخته و بعد به بررسی مدل CDar می‌پردازیم. ارزش در معرض ریسک یک سنجه ریسک بسیار متداول است و در بسیاری از صنایع و موسسات مالی کاربرد دارد. ارزش در معرض ریسک، حداکثر مقدار ضرر بالقوه در ارزش سبدسهام با سطح احتمال داده‌شده در افق زمانی معین است.



شکل ۱. نمودار ارزش در معرض ریسک

حال با توجه به توضیحات فوق و اگر بازده‌های سبدسهام را نرمال فرض کنیم، آنگاه سنجه ارزش در معرض خطر می‌تواند بصورت مسئله برنامه‌ریزی خطی بصورت مدل (۱) بیان شود:

$$\begin{aligned} &Minimize && -(X'\mu)-\Phi^{-1}(1-\alpha)\sqrt{X'CX} \\ &Subject\ to && X'\mu = E_0 \\ &\sum_{i=1}^{n} X_i = 1 \\ &X_i \geq 0 \end{aligned} \qquad (۱)$$

در این مدل فرض می کنیم n سهم قابل سرمایه گذاری وجود دارد و میانگین بازده‌هایشان را با متغیر تصادفی ε نشان داده می‌شود. فرض دیگر ما توزیع نرمال ε است که بصورت$N(\mu,C)$ بیان می‌شود(C ماتریس متقارن مثبت است). $\Phi(0)$ ارزش نرمال استاندارد است. راکفلر و یورسیو یک سنجه ریسک جدید را معرفی کردند و نام آن را ارزش در معرض خطر شرطی نامیدند. ارزش در معرض خطر حداقل مقدار زیان متناظر با بدترین حالت را مشخص می‌کند، اما میزان زیان ناشی از این بدترین حالت را تعیین نمی‌کند. یک سرمایه گذار نیاز دارد بداند که مقدار ضرر چقدر است تا بتواند تشخیص دهد آیا میزان زیان بیشتر از مجموع پول‌هایش است یا خیر. Cvar مقادیر این بزرگی را مشخص می‌کند و زیان مورد انتظار متناظر با بدترین حالت ها را اندازه می‌گیرد، البته این مطلب بستگی به انتخاب سطح اطمینان دارد. استفاده از این سنجه، مسئله انتخاب سبدسهام را خطی می‌کند و زمانیکه حداقل مقدار Var مشخص شود به این نتیجه می‌رسیم که $Cvar \geq Var$ می‌باشد [۱۳].

همچنین، این معیار بیانگر متوسط ضرر بیش از Var می‌باشد. به بیان دیگر، Cvar نشان دهنده متوسط ضرر بیش از ارزش در معرض خطر است. اگر بازده‌های آینده در دسترس باشد انتخاب پرتفوی به روش میانگین- Cvar می‌تواند بصورت برنامه‌ریزی خطی فرموله شود. از آنجا که r ماتریس بازده و rx بازده‌های سبدسهام می‌باشد. بنابراین، زیان‌ها را می‌توان با rx- نشان داد. این مدل سعی می‌کند ارزش مورد انتظار همه بدترین زیان‌ها را در سطح (1-α) درصد بیان می‌شود. مدل (۲) می‌تواند مسئله انتخاب سبد سهام را حل کند:

$$
\begin{aligned}
&Minimize && \eta + \frac{1}{(1-\alpha)^s}\sum_{i=1}^{s} y_i \\
&Subject\ to && y_i \geq \sum_{j=1}^{n}[(-r_{ij}) - \eta] \\
&y_i \geq 0 \\
&X'\mu = E_0 \\
&\sum_{i=1}^{n} X_i = 1 \\
&X \geq 0
\end{aligned}
\qquad (۲)
$$

ریسک نامطلوب شرطی بسیار شبیه به سنجه ارزش در معرض ریسک شرطی(CVar) می‌باشد. ریسک نامطلوب شرطی توسط چکلوو و همکاران[۱۳] تخمین زده شد. آنها چگونگی کاربرد این سنجه را در انتخاب سبدسهام نشان دادند. نامطلوبیت سبدسهام، افت ارزش پرتفوی نامرکب، در مقایسه با بیشترین ارزش دست یافته‌شده در زمان قبل را بیان می‌کند. فرض کنیم که ما مشاهدات خود را راجع‌به سبدسهام از مهرماه آغاز کرده‌ایم و ارزش سبدسهام غیرمرکب را بصورت ماهانه ثبت می‌نماییم.

ارزش پرتفوی در ماه مهر ۱۰۰۰۰۰ ریال و در آبان ماه ۱۲۰۰۰۰ ریال شده‌است. بنابراین، نامطلوبیت پرتفوی برای ماه آبان صفر است. حال فرض کنیم ارزش پرتفوی در آذر ماه به ۸۰۰۰۰ ریال برسد، بنابراین، میزان نامطلوبیت ۴۰۰۰۰ ریال یا ۳۳درصد افت ارزش خواهد بود.

تابع نامطلوبت بصورت تابع (۳) محاسبه می‌شود:

$$f\ (x\ ,\ j\ ) = \max_{1\le k\le j}\left\{\sum_{i=1}^{n}(1+\sum_{t=1}^{k}r_{ti}\ )x_{i}\right\}-\left\{\sum_{i=1}^{n}(1+\sum_{t=1}^{j}r_{ti}\ )x_{i}\right\} \qquad (۳)$$

CDaR ارزش مورد انتظار (α-1) درصد زیان نامطلوب است و با کمک تابع زیر قابل محاسبه است:

$$CDaR_{\alpha}(x\ ,\eta) = \eta + (1-\alpha)^{-1}\sum_{j=1}^{s}\left[f\ (x\ ,\ j\ )-\eta\right]^{+}$$

η_ آستانه گذر از نامطلوبیت

ε_ متغیر تصادفی

max{z,0} _Z+

انتخاب سبدسهام میانگین- CDaR می‌تواند توسط برنامه‌ریزی خطی فرموله شود، اگر سناریوهای بازده آینده موجود باشد. ما فرض می‌کنیم تعدادی از بازده‌های تاریخی موجود است و با کمک متغیر r نشان داده می‌شود.

این مسئله سعی می‌کند ارزش مورد انتظار (α-1) درصد زیان را بیان نماید. مسئله برنامه خطی با حل مدل (۴) حل می‌شود:

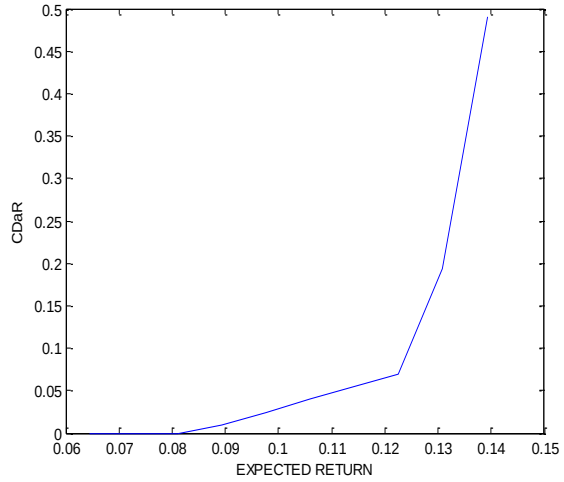
$$\begin{aligned}
&Minimize \quad \eta+\frac{1}{(1-\alpha)^{s}}\sum_{j=1}^{s}(y_{j}\ )\\
&subject \quad to \quad y_{j}\ge\left\{\sum_{i=1}^{n}(1+\sum_{t=1}^{k}r_{ti}\ )x_{i}\right\}-\left\{\sum_{i=1}^{n}(1+\sum_{t=1}^{j}r_{ti}\ )x_{i}\right\}-\eta\\
&k\ =1,2,...,j\\
&y_{j}\ge 0\\
&j\ =1,2,...,s\\
&x\ '\mu = E_{0}\\
&\sum_{i=1}^{n}x_{i}\ =1\\
&x\ge 0
\end{aligned} \qquad (۴)$$

برنامه خطی فوق توسط مقادیر مختلف E_0 که در بازه E_{min} وE_{max} قرار دارد حل می‌شود. E_{min} بیانگر حداقل بازده پرتفوی است که برای بدست آوردن جواب مسئله، با کمک رابطه زیر که شبیه به مدل (۵) است، بدست می‌آید:

$$
\begin{aligned}
&Minimize \quad \eta + \frac{1}{(1-\alpha)^s}\sum_{j=1}^{s}(y_j) \\
&subject \quad to \quad y_j \geq \left\{\sum_{i=1}^{n}(1+\sum_{t=1}^{k} r_{ti})x_i\right\} - \left\{\sum_{i=1}^{n}(1+\sum_{t=1}^{j} r_{ti})x_i\right\} - \eta \\
&k = 1,2,...,j \\
&y_j \geq 0 \\
&j = 1,2,...,s \\
&x'\mu = E_{min} \\
&\sum_{i=1}^{n} x_i = 1 \\
&x \geq 0
\end{aligned}
\qquad (۵)
$$

E_{max} بیانگر بشترین مقدار ممکن بازده سبدسهام می‌باشد، که برای حل مسئله آن را بشترین مقدار میانگین بازده سهام‌های موجود در نظر می‌گیریم. همچنین، برنامه خطی پارامتریک اصلی مدل (۵) با کمک مقادیر مختلف E_0 در بازه بین E_{min} وE_{max} حل می‌گردد. برای هرE_0 یک CDaR برای سبدسهام بدست می‌آید. بازده‌های موردانتظار و ریسک نامطلوبشان تشکیل نموداری به نام مرزکارا می‌دهند. هر نقطه از این نمودار شامل یک سبدسهام مفید و موثر می‌باشد. همچنین، متغیر X بدست آمده از حل مدل، درصد سرمایه‌گذاری در هرسهم را با توجه به هر E_0 و CDaR نشان می‌دهد. از اینرو، یک سرمایه‌گذار می‌تواند با مشاهده نمودار مرزکارا و خروجی حاصل از حل مدل، سبدسهام متناسب با نیازش را تشکیل دهد.

انتخاب سبدسهام با کمک مدل میانگین- CDaR را برای مثال واقعی تحت بررسی حل می‌نماییم. برای حل مسئله سطح اطمینان را ۹۵٪ در نظر می‌گیریم. E_{min} وE_{max} به ترتیب ۰.۰۶۴۵و۰.۱۳۹۴ بدست می‌آیند. مسئله انتخاب سبدسهام با ده مقدار در بین این بازه حل می‌شود و خروجی مدل به ترتیب مرزکارا (۲) و جدول (۲) می‌باشد.



شکل۲. نمودار مرزکارای مدل میانگین- CDaR

یک سرمایه‌گذار ممکن است تحمل نامطلوبیت کوچکی را داشته باشد اما اگر، نامطلوبیت بزرگی ایجاد شود، به معنی اینست که یک مسئله مهمی در سرمایه فعلی فرد پیش خواهد آمد.[۱۳]، جدول(۳) نشان دهنده بازده موردانتظار و سنجه‌ریسک به همراه درصد سرمایه‌گذاری در هر سهم تا دو رقم اعشار برای مدل پیشنهادی می‌باشد.

جدول ۳. بازده موردانتظار و CDaR به همراه درصد سرمایه‌گذاری در هرسهم برای مدل میانگین- CDaR

بازده	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	CDaR
۶.۴۵	۰	۰	۰	۰	۱۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۲	۰	۲	۱۰	۰
۷.۲۸	۰	۰	۰	۰	۲۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷۳	۵.۷	۰	۱	۰
۸.۱۱	۰	۰	۰	۰	۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۸۰	۱۳	۰	۰	۰
۸.۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۷۴	۲۲	۰	۰	۰.۹
۹.۷۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۴	۵۵	۳۰	۰	۰	۲.۴
۱۰.۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵	۳۷	۳۷	۰	۰	۴
۱۱.۴۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۶	۱۹	۴۵	۰	۰	۵.۵
۱۲.۲۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۷	۰	۵۳	۰	۰	۷
۱۳.۰۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴	۰	۷۶	۰	۰	۱۹.۳
۱۳.۹۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۴۹

بحث و نتیجه‌گیری

از آنجایی که شرکت‌های بورسی، برای ادامه بقای خویش و سودآوری و دلایل دیگر، فعالیت‌های منحصر به فرد ویژه‌ای دارند و در زمان‌های گوناگون نیز تغییر می‌یابد، شما با خریداری سهام شرکت‌های متفاوت ریسک خود را کاهش خواهید داد. زیرا اگر در یک سهام خریداری شده دچار زیان شوید، با سود سایر شرکت‌ها این زیان جبران خواهد شد. در صورتی که پول شما اجازه نمی‌دهد که به این صورت انتخاب سهام داشته باشید، بهترین توصیه خرید سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری است. شرکت‌های سرمایه‌گذاری اکثراً دارای سبدسهام هستند و اگر به روند ارائه صورتهای مالی آنها نگاه کنید، همواره ارقام قابل اعتمادی را ارائه می‌دهند. همچنین، در این مقاله، برای هرE_0 یک CDaR برای سبد سهام بدست می آید. بازده‌های مورد انتظار و ریسک نامطلوب شان تشکیل نموداری به نام مرزکارا می‌دهند. هر نقطه از این نمودار شامل یک سبدسهام مفید و موثر می‌باشد. همچنین، متغیر X بدست آمده از حل مدل، درصد سرمایه‌گذاری در هرسهم را با توجه به هر E_0 و CDaR نشان می‌دهد. یک سرمایه‌گذار می‌تواند با مشاهده نمودار مرزکارا و خروجی حاصل از حل مدل، سبدسهام متناسب با نیازش را تشکیل دهد. از طرف دیگر، انتخاب سبد سهام با کمک مدل میانگین- CDaR را برای مثال واقعی تحت بررسی حل می‌نماییم. برای حل مسئله سطح اطمینان را ۹۵٪ درنظر می‌گیریم. E_{min} وE_{max} به ترتیب ۰.۰۶۴۵و۰.۱۳۹۴ بدست می‌آیند. مسئله انتخاب سبدسهام با ده مقدار دربین این بازه حل می‌شود و لذا، در این تحقیق نتایج حاصل از بکارگیری مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی به دو روش نمودار مرزکارای مدل و جدول میزان بازده مورد انتظار و ریسک به همراه درصد سرمایه‌گذاری درهرسهم نشان داده شد. درکل، ما در مورد سنجه نامطلوب و منفردریسک برای انتخاب سبدسهام بحث کردیم. با مشاهده نتایج مدل انتخاب سبدسهام ساده درمی‌یابیم که سهام شماره‌های یازده، دوازده ، سیزده و چهارده و پانزده از اهمیت زیادی برخوردار هستند و همچنین، سهم‌های یک و دو و سه نسبتاً بی‌اهمیت می‌باشند همچنین، سهم‌های شماره شش، نه و ده نیز همینطور می‌باشند. باید توجه داشت که درسهام تحت بررسی در مدل CDaR سه سهم چهار و پنج وهشت دارای درجه اهمیت کمی هستند. همچنین، در مقام مقایسه مدل‌های بکار رفته در این مقاله می‌توان گفت که، مدل ریسک نامطلوب شرطی نسبت به مدل‌های سنجه ریسک منفرد دیگر و با توجه به اینکه ریسک نامطلوب شرطی سعی دارد که ارزش مورد انتظار بدترین نقطه نامطلوب را با احتمال(α-۱) پیدا کند، بخش دیگر با قابلیت بهتر سنجش ریسک را بهمراه صرف زمان کمتر و روش ساده‌تر جهت محاسبه، مشخص می‌کند لذا، سرمایه‌گذار می‌تواند با مشاهده جداول ناشی از حل مدل مذکور این مقادیر را

بصورت یک جدول مشاهده نماید و سبدسهام مورد درخواست خود را تشکیل دهد. همچنین، از ویژگی دیگر مدل ارائه شده این مطلب است که می‌تواند موجب کاهش زمان و هزینه برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذار شود. درآخر، می‌توان این نتیجه را بیان نمود که مدل ریسک نامطلوب شرطی، یک بسته اطلاعاتی مناسب و کارایی را در اختیار سرمایه‌گذاران و مدیران درجهت مدیریت بهتر ریسک سبدسهام، قرار می‌دهد.

پس از بررسی نتایج تحقیق موارد زیر برای کارهای آینده پیشنهاد می‌گردد:

۱- استفاده از مدل‌های ریاضی چندهدفه با بیش از دو سنجه ریسک بصورت همزمان

۲- استفاده از روش‌های فراابتکاری برای حل مدل‌ها در حجم بالای سهام

۳-و درآخر، استفاده از سایر اوراق بهادار علاوه بر سهام عادی با نرخ بازده موردانتظار فازی

منابع

۱) ابزری، مهدی، کتابی، سعیده، عباسی، عباس، (۱۳۸۴)، بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و ارائه‌ی یک مدل کاربردی، ویژه‌نامه حسابداری، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز،۲۲،۲، ص ص ۱۷-۱.

۲) رجبی، مهسا، خالوزاده، حمید، (۱۳۹۵)، بهینه‌سازی و مقایسه سبدسهام در بورس اوراق بهادارتهران با بهره‌مندی از الگوریتم تکاملی چندهدفه، تحقیقات مالی، ۱۶(۲)، ۲۵۳-۲۷۰.

۳) علی‌پور، ارمغان، یاکیده، کیخسرو، محفوظی، غلامرضا، (۱۳۹۶) ، بهینه‌سازی سبدسهام با حداقل میانگین انحراف مطلق ، مدیریت صنعتی، ۹(۳)، ۴۷۵-۴۹۶.

۴) قندهاری، مریم، آذر، عادل ، یزدانیان، احمدرضا، گل ارضی، غلامحسین، (۱۳۹۶)، ارائه مدل ترکیبی برنامه‌ریزی پویا تصادفی تقریبی و الگوریتم ژنتیک در بهینه‌سازی چندمرحله‌ای سبدسهام، مدیریت صنعتی۱۱(۳)، ۵۱۷-۵۴۲.

۵) فرخی،مجتبی، فلاح، محمد مهدی، (۱۳۹۸)، توسعه یک مدل برنامه‌ریزی امکان چندهدفه برای انتخاب سبدسهام، تحقیق‌درعملیات، ۱۶(۳)، ۲۱-۳۶.

۶) فدائی‌نژاد، اسماعیل، اقبال‌نیا، محمد، (۱۳۸۵)، طراحی مدلی برای مدیریت ریسک سرمایه‌گذاری در بورس اوراق‌بهادارتهران با استفاده از مفهوم ارزش در معرض ریسک، چهارمین کنفرانس بین المللی مدیریت.

۷) محبی، نگین، نجفی، امیرعباس، (۱۳۹۷)، بهینه‌سازی سبدسرمایه‌گذاری چنددوره‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی پویا، مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۶(۵۰) ، ۱-۲۶.

۸) مهدوی، غدیر، الهی، ناصر، (۱۳۹۶)، ارزیابی ریسک سیستمی در شبکه بانکی ایران توسط معیار تغییرات ارزش در معرض خطر شرطی، مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار،۳۳، ص ۲۶۵-۲۸۱.

9) Adrian,T.,Brunnermeier.M.K.(2016).ΔCvar .American Economic Review, 106(7). 1705-1741-poi:10.3386/w17454.

10) Charnes, A., Cooper, W. W. (1959). Chance-constrained programming. Management Science, 6(1):73-79.

11) Eivazlu,R., Ramssh,M., (2020) ,Measurng systemi risk via marginal expected shortfall and delta conditional at risk and banks rating, asset management and financing ,27(4).1-16

12) Feiring, B. R., Lee, S. W. (2016). A chance-constrained approach to stock selection in hong kong. International Journal of Systems Science, 27(1):33-41.

13) Kandasamy, Hari, (2008), Portfolio Selection Under Unequal Prioritized Downside Risk, Advisor: Kostreva, Michael M., The Degree Doctor of Philosophy Mathematical Sciences, Department of Mathematical Science, Clemson University.

14) Konno, H.,Yamazaki, H. (1991). Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to tokyo stock market. Management Science, 37(5):519-531.

15) Kumar,c., Najmadd Doja,m,.(2018) Anovel framework for portfolio selection model using modified ANFIS and fuzzy sets. Journal of computer.183(3). 453-485.

16) Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. Journal of Finance, 7(1):77-91.

17) Markowitz, H. (1959). Portfolio Allocation: E_cient Diversi_cation of Investments, JohnWiley & Sons, Inc., New York. A Cowles Foundation Monograph.

18) Markowitz, H. (1991). Foundations of portfolio theory. Journal of Finance, 46(2):469-477.

19) Papahristodoulou, C, Dotzauer, E. (2014). Optimal portfolios using linear programming problems. Journal of the Operations Research Society, 55(11):1169-1177.

20) Restrepo,H.,Zhang,W.,Mei,B.,(2020).The time varying role of timberlanding long-term ,mixed asset portfolios under the mean –cvar framework. Forest policy and economics,113,A:102136.

21) Roman, D., Dowman, K. D., Mitra, G. (2017). Mean risk models using two risk measures: A multi-objective approach. Quantitative Finance, 7(4):443 -458.

22) Speranza, M. Grazia. (1995). A Heuristics Algorithm for A Portfolio Optimization Model Applied To the Milan Stock Market, Computer and Ops Res, 5,.433-441.

23) Stanio,A., Russo,E.,(2020), Nested conditional value at risk portfolio selection ,European journal of operational Research,280(2),741-753.

24) Tang, W., Han, Q., Li, G. (2012). The portfolio selection problems with chance-constrained. In Systems, Man, and Cybernetics IEEE International Conference on, volume 4, pages 2674-2679.

Presenting a Planning Model for Assessing Adverse Conditional Risk in the Iranian Stock Exchange Market

Sayyed Ali Nabavi Chashmi[1]
Ahmad Dadashpour Omrani[2]
Erfan Memarian[3]

Receipt: 28/07/2021 Acceptance: 06/03/2022

Abstract

Today, investors use different criteria for measuring risk, so that investors, apart from the principle of risk aversion, have always tried to optimize the relationship between risk and return on operations. Therefore, in this article, which has been done in the context of the Iranian capital market, a new mathematical model of adverse conditional risk for measuring stock portfolio risk has been presented.

Also, to show an empirical example in the Iranian capital market, we selected fifteen shares from the top fifty stocks in the 12 months ending 1398. This method wants to state the simple fact that the investor is satisfied with his investment when he makes an unforeseen profit and not when he loses. Because this measure expresses the desirability of the portfolio and the decline in the value of the composite portfolio compared to the highest value achieved in the past, investors can solve the proposed model by accurately measuring their portfolio risk to Achieve a stock portfolio with the highest returns and the lowest risk.

Keywords

portfolio, risk assessment, mathematical planning, downside conditional risk, capital market

1-Department of Accounting and Management, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran. Nabavi.chashmi@gmail.com
2-Department of Economics, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran. (Corresponding Author) dadashpoor.ie@gmail.com
3-Department of Economics, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran. Er-memarian@yahoo.com