مدیریت تولید و عملیات، دوره پنجم، پیاپی(۹)، شماره (۲)، پاییز و زمستان ۱۳۹۳
دریافت:۹۱/۲/۲۵ پذیرش: ۹۲/۲/۱۷
صص: ۹۲- ۷۵

ارائه یک مدل ریاضی چند هدفه و تک زمانه برای سرمایه گذاری در سبد سهام تحت یک سنجه ریسک ترکیبی

مهدی ابزری[۱]، مهدی خلیلی بندپی[۲*]، حمید جمشیدی[۳]،احمد داداشپور[٤]
۱- استاد دانشکده علوم اداری و اقتصاد، گروه مدیریت دانشگاه اصفهان
۲- کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی صنایع دانشگاه علوم و فنون مازندران
۳- کارشناسی ارشد مدیریت بازاریابی ، گروه مدیریت، دانشگاه اصفهان
٤- کارشناسی ارشد مهندسی مالی، دانشگاه رجا، قزوین

چکیده

انتخاب سبد سهام مطلوب و چگونگی سرمایه گذاری در آن یکی از مباحث مهم و کلیدی می‌باشد که در بازار سرمایه مطرح است و باید مورد توجه سرمایه گذارن قرار گیرد. در این رابطه، بررسی و مطالعه سرمایه گذاران در جهت انتخاب بهترین سبد سرمایه گذاری با توجه به میزان ریسک وبازده آن انجام می‌شود.از اینرو اندازه گیری ریسک به عنوان یک مسئله مهم در سرمایه گذاری برای سبد سهام مطرح است. در این تحقیق که در بستر بازار سرمایه ایران انجام شده به ارائه یک مدل ریاضی چند هدفه به صورت تک زمانه برای اندازه گیری ریسک سبد سهام پرداخته شده است که با ترکیب سنجه بازده با دو سنجه ریسک یعنی نیم واریانس و ارزش در معرض ریسک شرطی این امکان را فراهم می‌آورد تا سرمایه‌گذاران بتوانند با در نظر گرفتن محدودیت‌های مرتبط با هزینه‌های معاملاتی، ریسک سبد سهام مورد نظرشان را با دقت اندازه گیری کنند تا در سبد سهامی با بیشترین بازده و کمترین ریسک، سرمایه گذاری کنند. نتایج نشان می‌دهد که استفاده از دو سنجه ریسک به‌طور همزمان، دقت تصمیم گیرندگان و سرمایه گذاران بازارسرمایه در انتخاب سبد مطلوب برای سرمایه گذاری را افزایش می‌دهد و یک الگو و راهنمای مناسب‌تری برای تعیین سبد بهینه سهام است.

واژه‌های کلیدی: نیم واریانس، ارزش در معرض ریسک شرطی، برنامه‌ریزی چند هدفه، سبد سهام،هزینه معاملاتی

*نویسنده مسوول: mehdikhaliliie@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

سرمایه گذاری به عنوان موتور محرکه رشد و توسعه اقتصادی، در تمام کشورهای جهان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.لازمه ی رشد اقتصادی، تولید بیشتر و سرمایه گذاری افزون‌تر است. بنابراین، باید گفت که رشد اقتصادی و افزایش رفاه عمومی در بلند مدت بدون توجه به سرمایه گذاری و عوامل مهم موجود در محیط سرمایه گذاری، که بر آن تاثیر می‌گذارد امکان پذیر نیست. یکی از این عوامل، ریسک و بازده سرمایه گذاری است.سرمایه‌گذاری به عنوان یک تصمیم مالی همواره دارای دو مؤلفه ریسک و بازدهی بوده که مبادله این دو، ترکیب های گوناگون سرمایه گذاری را عرضه می نماید. از یک طرف،سرمایه گذاران 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 می سازد. به عبارت دیگر، تمامی تصمیمات سرمایه گذاری براساس روابط میان ریسک و بازده صورت می‌گیرد.ریسک و بازده در سرمایه گذاری 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 گونه ای عمل شود که سرمایه‌گذاری‌های موجود از لحاظ درجه ریسک و بازده، به ترتیب اولویت‌بندی شود، تا بدین طریق سرمایه گذاران بتوانند با در نظر گرفتن امکانات مالی و میزان ریسک پذیریشان سبد سهام مطلوب خویش را تشکیل دهند. انتخاب سبد سهام یکی از اصول مهم در سرمایه گذاری می باشد و مقدار ریسک این انتخاب از اهمیت بسزایی برخوردار است.سرمایه گذاران علاقمندند که با پذیرش سطح مشخصی از ریسک به بازده مورد انتظار خود دست یابند. از اینرو، مقدار ریسک به نیاز سرمایه گذار بستگی دارد و سنجه‌های ریسک برای سرمایه گذاران مختلف متفاوت است. از مشکلاتی که بسیاری از سرمایه گذاران در بازار سرمایه با آن مواجه هستند دسترسی نداشتن به اطلاعات کافی و همچنین نداشتن دانش لازم برای تحلیل بازار سرمایه و به تبع آن، سهام مورد نظر خود، برای سرمایه گذاری است. در این شرایط، نیاز به ابزار و مدل های کارآمد جهت تحلیل داده های بورس به منظور کاهش ریسک ناشی از تشکیل سبد سهام برای سرمایه گذاران و تصمیم‌گیری مطمئن تر احساس می شود.از آنجا که رویدادهای آتی به طور کامل قابل پیش بینی نبوده، عامل ریسک وجود دارد.لذا توجه به رویکرد اندازه‌گیری ریسک احساس شد.

از این‌رو پژوهشگران تکنیک ها و سنجه های مختلف را برای محاسبه میزان ریسک برای انتخاب سبد سهام مطلوب تر ابداع نمودند. از مشکلاتی که بسیاری از سرمایه گذاران در بازار سرمایه با آن مواجه هستند دسترسی نداشتن به اطلاعات کافی و همچنین، نداشتن دانش لازم برای تحلیل بازار سرمایه و به تبع آن، سهام مورد نظر خود، برای سرمایه‌گذاری است. در دنیای واقعی تصمیم گیرنده باید چند هدف معارض را بهینه نماید. برنامه‌ریزی ریاضی برای بهینه‌سازی چند هدف، بهینه‌سازی چند هدفه نامیده می شود. برنامه ریزی خطی و

Archive of SID

www.SID.ir

برنامه‌ریزی غیر خطی دو جریان اصلی برنامه ریزی چند هدفه هستند که خود دارای انشعابات متعددی می‌باشند (شاه علیزاده،۱۳۸۲).

در این تحقیق تلاش می شود، ضمن بررسی سنجه‌های ریسک نیم واریانس[1] و ارزش در معرض ریسک شرطی[2] به صورت منفرد با سنجه بازده یعنی میانگین، یک مدل چند هدفه به صورت (میانگین _نیم واریانس[3] _ ارزش در معرض ریسک شرطی[4]) ارائه می شود که با در نظر گرفتن هزینه های معاملاتی و فرض تک زمانه بودن مورد پیاده سازی برای جهت انتخاب و سرمایه‌گذاری در سبد سهام قرار می‌گیرد، اهمیت این تحقیق در بیان راه های مختلف اندازه‌گیری ریسک برای انتخاب سبد سهام است. در روش‌های ارائه شده، علاوه بر بررسی سنجه های منفرد ریسک به همراه نمونه‌ای در بستر بازار سرمایه ایران، به ارائه مدلی برای ترکیب این نوع سنجه های ریسک پرداخته شده است که این امکان را فراهم می‌آورد تا افراد بتوانند دو سنجه ریسک را به طور همزمان برای رسیدن به راه حل بهتر امتحان کنند. استفاده از دو سنجه ریسک به طور همزمان، دقت حل را بالا برده و با روش‌های ریاضی خاص و ساده، پیچیدگی ناشی از این نوع ترکیب را حل می کند.

نتایج این تحقیق می تواند برای شرکت های سرمایه گذاری، مدیران ارشد، تحلیل گران مالی، صندوق های سرمایه گذاری و پژوهشگران در حوزه مالی و به طور کلی سرمایه گذاران کاربرد موثری داشته باشد. آنها می توانند از مدل پیشنهادی در جهت انتخاب سبد سرمایه گذاری مطلوب و اندازه‌گیری ریسک آن، در کارایی هر چه بهتر تصمیمات سرمایه گذاری و به تبع آن توسعه بازار سرمایه ایران نقش مهمی ایفا نمایند.

۲- پیشینه تحقیق

رویکرد انتخاب سبد سهام و اندازه گیری ریسک آن در پرتو اندیشه های مارکوویتز، روند تکاملی پیمود و کاربرد ریاضی دقت سرمایه گذاران را در انتخاب سبد سهام افزایش داد. مدل های مختلفی برای هدایت سرمایه گذاران با کمک برنامه ریزی ریاضی ارائه گردیده اند. مارکوویتز[5] (۱۹۵۹-۱۹۵۲) با پیشنهاد مدل که حداقل کردن واریانس به همراه حداکثر شدن بازده است، آغازگر این راه بود و با پیشنهاد مرز کارا برای سرمایه گذاران با توجه به پذیرش ریسک مختلف را یاری کرد. مدل مارکویتز از دو معیار بازده و ریسک به همراه محدودیت بودجه سرمایه گذاری، در قالب برنامه ریزی درجه دو استفاده کرده است(مارکوویتز،۱۹۵۲). بعدها (۱۹۹۱-۱۹۵۹) وی نیم واریانس را جایگزین واریانس نمود. نیم واریانس در واقع ارزش مورد انتظار مجذور انحراف منفی نتایج ممکن از بازده مورد انتظار را نشان می دهد که نشانگر انحراف پایین نرخ بازده مورد انتظارمی باشد (مارکوویتز ،۱۹۵۹). در سال (۱۹۵۲) بطور مستقل معادله واریانس سبد سهام در مقاله ای توسعه داده شد. در این مقاله انتخاب سبد سهام منفرد با ماکزیمم کردن رابطه $\mu_p - d / \sigma_p$ را توصیه شد. در این رابطه d بیانگر میزان ضرر و μ_p نشانه میانگین سبد سهام و نیز σ_p نشانگر واریانس سبد سهام می‌باشد (روی[6]،۱۹۵۲). تحقیقاتی که توسط مارکویتز و روی در سال ۱۹۵۲ صورت گرفت، موجب به وجود آمدن علاقه در بین پژوهشگران در زمینه انتخاب سبد سهام شد. در این

Archive of SID

www.SID.ir

میان استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی ریاضی از اهمیت خاصی برخوردار بود. معیار میانگین– واریانس برای تابع مطلوبیت فردی تحت شرایط خاص معیار کارا و با اعتباری است(هانوک و لوی ۱۹۶۹،[7]). در مقاله ای در سال ۱۹۷۷ یک نوع سنجه ریسک جدید ابداع شد. در این مقاله ریسک تابع وزن احتمالی انحراف پایینی بازده هدف خاص تعریف شد. همچنین، درباره مزیت استفاده از این نوع سنجه ریسک نسبت به نوع سنتی آن یعنی واریانس بحث شده است(فیشبرن[8]،۱۹۷۷). در سال۱۹۹۰ نشان داده شد که ریسک سرمایه گذاری را می توان با احتمال نواحی پایین بازده مورد انتظار اندازه گرفت(بالزر [9]،۱۹۹۰). در سال۱۹۹۱ یک معیار جدید ارزیابی ریسک به نام انحراف مطلق ابداع شد. این معیار انحراف از نرخ بازده مورد انتظار را می‌سنجد و آنرا به صورت یک مساله برنامه‌ریزی خطی در می‌آورد که باعث صرفه جویی بسیار زیادی در زمان محاسبات می‌شود(کونو و یامازاکی[10]،۱۹۹۱). در مقاله ای در سال ۲۰۰۰ معیار ارزش در معرض خطر بیان شد و سه روش حل موجود آن یعنی شبیه سازی تاریخی، پارامتریک و شبیه سازی مونت کارلو بررسی گردید. در پایان مزایا و معایب هریک از روش‌های تخمین ارزش در معرض خطر را بیان شد (لنسمیر و پیرسون[11]،۲۰۰۰). همچنین در سال۲۰۰۶ به مقایسه CVaR و VaR پرداخته شد. برخی از ارتباط بین این دو سنجه بیان گردید و نمونه های تجربی در این باره آورده شد(کیبزون و کازستون[12]،۲۰۰۶). به بیان دیگر، VaR زیان مورد انتظار درسطح اطمینان α را بیان می کند. ولی VaR چگونگی و میزان بدی زیان را نشان نمی‌دهد. برای برطرف کردن این اشکال، سنجه ریسک جدیدی به‌نام، ارزش در معرض ریسک شرطی پیشنهاد شد(رواکافلر [13] ،۲۰۰۰). با نوشتن مقاله ای به‌نام (**پرتفوی‌های بهینه با استفاده از مدل های برنامه ریزی خطی**) به بیان مدل‌های برنامه‌ریزی خطی در این زمینه پرداخت شد و سپس با نمونه های تجربی به مقایسه سبد های سهام به دست آمده از هر مدل، پرداخته شد (پپاریستودولو[14] ،۲۰۰٤). در سال ۲۰۰۸ در پایان نامه‌ای یک سنجه ریسک جدید برای انتخاب سبد سهام ارائه شد(کاند اسمی [15]،۲۰۰۸). در مقاله‌ای تحت عنوان بهینه سازی سبد سهام با سنجه های ریسک مختلف به کمک الگوریتم ژنتیک به بررسی سه سنجه ریسک واریانس و نیم واریانس و انحراف مطلق پرداخته شد.(تان جن چانگ و همکارانش[16] ،۲۰۰۹). در مقاله ای به بررسی بهینه سازی سبد سهام با در نظر گرفتن سه هدف و متغیرهای گسسته پرداخته شد .(آناگ نوستاپولوس و مامانیس[17] ،۲۰۱۰) .همچنین برخی به بهینه سازی سبد سهام تحت سنجه ریسک ارزش در معرض ریسک شرطی پرداختند و به نتایجی منطقی اما نسبتا ضعیف در مورد بهینه سازی سبد سهام دست یافتند.(آندره لیم و همکاران[18] ،۲۰۱۱) . در ایران راعی (۱۳۸۱) در مقاله تحت عنوان (تشکیل سبد سهام برای سرمایه‌گذار ریسک پذیر: مقایسه شبکه عصبی و مارکوویتز) به مسئله انتخاب و بهینه سازی سبد سهام پرداخته است. در حوزه تحلیل مقدار ریسک و بازده می‌توان به مقاله فرزین وش و اسماعیلی (۱۳۷۸) اشاره کرد که در آن به بررسی ریسک شرکت‌های سرمایه‌گذاری و ارائه مدلی بر اساس الگوی خاص برای پرتفوی متشکل از ۲۲ سهم طراحی گردید که علاوه بر دارا بودن بالاترین نرخ بازده، از ریسک اندکی نیز

Archive of SID

www.SID.ir

برخوردار است. ابزری و همکاران (۱۳۸٤) با نوشتن مقاله‌ای به نام (بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی و ارائه یک مدل کاربردی) با در نظر گرفتن دانش مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری، مدلی را پیشنهاد دادند که انواع مختلف سرمایه گذاری را بررسی می‌کند که یک سرمایه‌گذار مایل است، جهت تشکیل سبد سهام خود آن را مورد ملاحظه قرار دهد. در این مدل علاوه بر کوتاه شدن زمان، ریسک نامطلوب نسبت به مدل مبنا کاهش می یابد.

در حوزه اندازه‌گیری ریسک و بررسی سنجه‌های مختلف ریسک مطالعات بیشتر روی سنجه var استوار بوده است که به برخی از این مطالعات اشاره می شود.حمیدخالوزاده و نسیبه امیدی (۱۳۸۵) در مقاله‌شان تحت عنوان تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس ایران براساس نظریه ارزش در معرض ریسک به نتایجی دست یافتند که نشان می‌دهد. نتایج به دست آمده نشانگر کارایی روش مدل‌سازی ریسک بر مبنای ارزش در معرض ریسک و روش بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک در به دست آوردن وزن‌های بهینه سبد سهام با در نظرگرفتن محدودیت بر روی ریسک است. در این تحقیق یک مدل چند هدفه به صورت (میانگین _نیم واریانس _ارزش در معرض ریسک شرطی) ارائه می‌شود که با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی و فرض تک زمانه بودن مورد پیاده‌سازی برای سنجش و اندازه‌گیری ریسک جهت سرمایه‌گذاری مطلوب قرار می‌گیرد.

۲- روش تحقیق

این تحقیق از لحاظ هدف کاربردی می‌باشد و برای گردآوری اطلاعات در زمینه مبانی نظری و ادبیات موضوع، از منابع کتابخانه‌ای، مقالات، کتابها و اینترنت استفاده شده است. و به منظور جمع آوری اطلاعات و داده ها برای تجزیه و تحلیل در مورد مدل و پیاده سازی آن‌ها از سایت بورس اوراق بهادار تهران و نرم افزار های مخصوص محاسبات بازده و اطلاعات سهام استفاده شده است. در این تحقیق که در بستربازار سرمایه ایران انجام شده تلاش می شود، ضمن بررسی سنجه های ریسک نیم واریانس و ارزش در معرض ریسک شرطی به صورت منفرد با سنجه بازده یعنی میانگین، یک مدل چند هدفه به صورت (میانگین - نیم واریانس - ارزش در معرض ریسک شرطی) ارائه می شود که با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی و فرض تک زمانه بودن مورد پیاده‌سازی برای جهت انتخاب و سرمایه‌گذاری در سبد سهام قرار می گیرد.این تحقیق برای دوازده ماه سال ۱۳۸۸ در بستر بازار سرمایه ایران برای چهارده سهم بررسی شده است که این چهارده سهم از میان پنجاه سهم برتر بازار سرمایه ایران انتخاب شده است.و برای راحتی محاسبات سعی شده یک حجم نسبتا متوسطی از سهام انتخاب شود.

٤- انتخاب سبد سهام با استفاده از برنامه ریزی چند هدفه

استفاده از یک سنجه ریسک برای اندازه‌گیری میزان ریسک سبد سهام بهترین راه برای حل مسئله نیست. تصمیم گرفتن در مورد بهترین سنجه برای همه مسئله‌ها نشدنی است (التون[19]،۱۹۹۷). دلیل مهم این امر آن است که هر سنجه ریسک عملکرد و کاربردهای مخصوص به خود را دارد و علت خاص خود را می طلبد. بنابراین، نتایج متفاوتی را منجر خواهد شد. بسیاری از نویسندگان نشان داده اند که

Archive of SID

www.SID.ir

استفاده از بیش از یک سنجه ریسک به طور همزمان به سرمایه‌گذاران در جهت به دست آوردن نتیجه بهتر کمک خواهد کرد. به عنوان نمونه، یک مدل انتخاب سبد سهام با استفاده از میانگین، واریانس و چولگی توسط کونو و همکاران نشان داده شد و در آن واریانس و چولگی هر دو معیار اندازه‌گیری ریسک به شمار می‌آمدند (کونو[20]،۱۹۹۳). در مدل دیگر، واریانس و CVaR را به طور همزمان برای اندازه‌گیری ریسک بکار بردند و این دو معیار ریسک را مینیمم نمودند (رومان[21]،۲۰۰۷). لذا توجه به مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی چند هدفه ریسک مورد توجه قرار گرفت. به طور کلی برنامه‌ریزی چند هدفه، شامل توابع هدف چندگانه‌ای است که به طور همزمان، نیاز به بهینه کردن آنها می‌باشد. شکل کلی برنامه‌ریزی چند هدفه به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\text{Maximize } \{(f1(x); f2(x); : : : ; fT(x))\}$$
$$\text{subject to } x \in A \qquad (1)$$

باید توجه داشت که راه حل بهینه مسئله چند هدفه توسط رابطه اولویت پارتو مشخص می‌شود. در نتیجه، جواب x_1 نسبت به جواب x_2 برتری دارد، اگر رابطه $f(x_1) \geq f(x_2)$ برای همه مقادیر i و $f(x_1) > f(x_2)$ برای حداقل یک مقدار از i برقرار باشد.

٤-۲- مدل میانگین - نیم واریانس

در این تحقیق در ابتدا دو مدل (میانگین - نیم واریانس) و (میانگین - ارزش در معرض ریسک شرطی) با در نظر گرفتن چهارده سهم از سهام شرکت‌های موجود در بازار سرمایه ایران بررسی شده و سپس با ترکیب این سنجه‌ها با هم یک مدل چند هدفه به صورت (میانگین - نیم واریانس- ارزش در معرض ریسک شرطی)با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی و فرض تک زمانه بودن ارائه می‌شود و مورد پیاده‌سازی برای انتخاب سبد بهینه سهام برای سرمایه گذاری قرار می‌گیرد. متغیر ها و پارامترهای به کار رفته در سرتاسر مدل‌های بررسی شده در این تحقیق به صورت زیر است:

R- بازده سهام تحت بررسی

Ri- بازده مشاهده شده سبد سهام برای (ماه) i ام

S - تعداد ماه های مورد بررسی

n- تعداد سهام مورد بررسی

r_{ij}- بازده سهام j ام برای (ماه) i ام

$X_{n\times1}$- بردار درصد سرمایه گذاری متناظر با n سهم

$\mu_{n\times1}$- بردارمیانگین بازده سهام متناظر با n سهم

X_j- درصد سرمایه گذاری متناظر با سهم j ام

μ_j- میانگین بازده سهام j ام

E- بازده مورد انتظار سبد سهام

E_0- بازده مورد انتظار خاص برای سبد سهام

E_{min}- کمترین مقدار ممکن از بازده سبد سهام

E_{MAX}- بیشترین مقدار ممکن از بازده سبد سهام

SV- نیم واریانس سبد سهام

yi - بازده مشاهده شده سبد سهام ماه i ام – بازده مورد انتظارخاص سبد سهام

$(yi = Ri-E0\ )$

a_i - بازده مشاهده شده سبد سهام ماه i ام – بازده مورد انتظارخاص سبد سهام (Ri-E0) برای CVar در مدل چند هدفه

α - سطح اطمینان

η - مقدار ارزش در معرض ریسک

Archive of SID

www.SID.ir

c_j – هزینه خرید سهم j ام

b_j – هزینه تناسبی معاملاتی سهم j ام

f_j – هزینه ثابت سهم j ام

L_j – حد پایین میزان سرمایه گذاری در سهم j ام

U_j – حد بالای میزان سرمایه گذاری در سهم j ام

Z'j – متغیری از نوع صفر و یک است که برای هر سهم تعریف می شود

N – میزان سهامی که سرمایه **گذار علاقمند است از تعداد سهام موجود، در سبد خود نگهداری نماید**

m – حجم سبد سهام

مارکویتز(۱۹۵۹) سنجه ریسک نامطلوبی به‌نام نیم واریانس را پیشنهاد داد. نیم واریانس ارزش مورد انتظار مجذور انحراف منفی از بازده مورد انتظار را نشان می دهد. نتیجه تعریف فوق را می‌توان به صورت زیر نمایش داد.

$$(R-E)^- = \begin{cases} R-E & if \quad (R-E)\le 0 \\ 0 & if \quad (R-E)>0 \end{cases} \qquad (۲)$$

انتخاب سبد سهام با کمک نیم واریانس، سعی در حداقل کردن عملکرد بازده‌های پایینی (منفی) سبد دارد و کاری به عملکرد بازده‌های بالایی (سود بیش از انتظار) ندارد.

این سنجه ریسک سعی می‌کند که مقدار پراکندگی بازده سبد از بازده مورد انتظار را نشان دهد، اما فقط زمانی که بازده سبد سهام پایین‌تر از بازده مورد انتظار قرار گیرد. با به‌دست آوردن ماتریس بازده(r) برای رفتارهای آینده سهام، مسئله M-SV می تواند به صورت زیر مدل شود.

$$\begin{aligned} &\textit{Minimize} \qquad \frac{1}{s}\sum_{i=1}^{s} y_i^2 \\ &\textit{Subject to} \\ &y_i \ge \sum_{i=1}^{n}[E_0 - (r_{ij}X_j)] : i = 1,2,...,s \\ &y_i \ge 0 : i = 1,2,...,s \\ &X'\mu = E_0 \\ &\sum_{j=1}^{n} X_j = 1 \\ &X \ge 0 \end{aligned} \qquad (۳)$$

ا گر یک بازده مشاهده شده پایین‌تر از بازده مورد انتظار باشد، آنگاه متغیر y متناظر با آن موقعیت را بیان می‌کند. بنابراین، می توان گفت، در مدل به دنبال حداقل کردن مجموع y_i هستیم. در بهینگی متغیر y، مقادیر یکسان میان بازده مورد انتظار و بازده مشاهده شده مورد نیاز است. در زمانی که بازده مشاهده شده بالاتر از بازده مورد انتظار باشد، متغیر y منفی می‌شود. اما از آنجا که ما به متغیر غیر منفی در مدل نیاز نداریم، مقدار این متغیر برابر صفر در نظر گرفته می‌شود. از این رو، محدودیت‌های فوق و تابع هدف مدل می‌تواند با دقت بالایی حل گردد. برای مدل نیم واریانس فوق، نرخ بازده مورد انتظار سبد سهام بین مقادیر E_{min} و E_{max} قرار دارد.

E_{min} بیانگر حداقل مقدار ممکن برای بازده سبد سهام است که از حل مدل به‌دست می‌آید. E_{max} نیز نشانگر بیشترین مقدار ممکن برای بازده سبد سهام است و مقدار آن برابر با حداکثر مقدار میانگین‌های بازده سهام بررسی شده در تحقیق است. نکته مهم برای حل مدل سنجه نیم واریانس، مشخص شدن مقادیر مختلف E_0 در بازه E_{min} و E_{max} است. زیرا قرار گرفتن در این بازه یعنی قرار داشتن در فضای جواب و شدنی مسئله. برای هر $E0$ خاص نیم واریانس سبد

Archive of SID

www.SID.ir

سهام مشخص می‌گردد. بازده‌های مورد انتظار و نیم واریانس‌های محاسبه شده، تشکیل مرز کارا می‌دهند. سرمایه‌گذار با مشخص شدن مرز کارا و درصد سرمایه گذاری در هر سهم از سبد سهام می تواند راه حل‌ها را جستجو کرده و سبد مورد رضایت خود را جهت سرمایه‌گذاری تشکیل دهد.

٤-٣- مدل میانگین – ارزش در معرض ریسک شرطی

در سال ۲۰۰۰ یک سنجه ریسک جدید معرفی شد و نام آن ارزش در معرض ریسک شرطی نام‌گذاری شد. ارزش در معرض ریسک حداقل مقدار زیان متناظر با بدترین حالت را مشخص می کند، اما میزان زیان ناشی از این بدترین حالت را تعیین نمی‌کند. یک سرمایه‌گذار نیاز دارد بداند که مقدار ضرر چقدر است تا بتواند تشخیص دهد، آیا میزان زیان بیشتر از مجموع پول‌هایش است یا خیر. va مقادیر این بزرگی را مشخص می‌کند و زیان مورد انتظار، متناظر با بدترین حالت‌ها را اندازه می‌گیرد، البته این مطلب، بستگی به انتخاب سطح اطمینان دارد. استفاده از این سنجه، مسئله انتخاب سبد سهام را خطی می‌کند و زمانیکه حداقل مقدار Var مشخص شود به این نتیجه می‌رسیم که $Cvar \geq Var$ می‌باشد(رواکافلر و یورسیو ،۲۰۰۰).

همچنین، این معیار بیانگر متوسط ضرر بیش از Varمی باشد. به بیان دیگر، Cvarنشان دهنده متوسط ضرر بیش از ارزش در معرض خطر است. اگر بازده‌های آینده در دسترس باشد، انتخاب پرتفوی به روش میانگین -Cvar می تواند، به صورت برنامه‌ریزی خطی فرموله شود. از آنجا که r ماتریس بازده و rx بازده های سبد سهام می باشد؛ بنابراین، زیان ها را می‌توان با rx - نشان داد. این مدل سعی می کند ارزش مورد انتظار همه بدترین زیان‌ها را در سطح $(1-\alpha)$ درصد بیان می‌شود. مدل زیر مسئله انتخاب سبد سهام را با توجه به مفاهیم سنجه ارزش در معرض ریسک به تصویر می کشد.

$$
\begin{aligned}
&\textit{Minimize} && \eta + \frac{1}{(1-\alpha)^s}\sum_{i=1}^{s} y_i \\
&\textit{Subject to} && y_i \geq \sum_{j=1}^{n}[(-r_{ij}X_j) - \eta] \\
& && y_i \geq 0 \\
& && X'\mu = E_0 \\
& && \sum_{j=1}^{n} X_j = 1 \\
& && X \geq 0
\end{aligned}
\qquad (۴)
$$

اگر زیان بیشتر از مقدار Var باشد آنگاه متغیر y مقادیر مختلف اما دقیقی بین میزان زیان و Var می‌پذیرد. اگر زیان کمتر از Var باشد آنگاه متغیر y مقدار صفر را می گیرد .از اینرو، توزیع y بیانگر دنباله توزیع زیان های بیشتر از Var است و میانگین می تواند با تقسیم مجموع وزن ها بر $(1-\alpha)$ درصد به دست آید. بنابراین، ارزش در معرض خطر شرطی این میانگین به Var اضافه می‌شود که تابع هدف مدل ما را تشکیل می‌دهد. مسئله برنامه‌ریزی خطی فوق برای مقادیر مختلف E_0 که در بازهE_{min} وE_{max} قرار دارد، حل می شود .بیانگر کمترین مقدار ممکن برای بازده سبد است و E_{max} نشانگر بیشترین مقدار ممکن از بازده سبد سهام می باشد و مقدار آن برابر با حداکثر مقدار میان میانگین بازده های سبد سهام است. مسئله انتخاب سبد سهام مطلوب با وارد کردن مقادیر مختلف E_0 حل می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

برای هر E_0 خاص یک مقدار Cvar برای سبد سهام به‌دست می‌آید، بازده های مورد انتظار و Cvar شکل مرز کارا را تشکیل می‌دهند. X، درصد سرمایه‌گذاری در هر سهم برای یک E_0 خاص سبد سهام را نشان می‌دهد. در نهایت، سرمایه‌گذار با مشاهده مجموع جواب‌ها، می‌تواند، جواب متناسب با نیازش را شناسایی و سبد سهام مورد نظر را تشکیل دهد.

٤-٤- مدل پیشنهادی تحت سنجه ریسک ترکیبی بصورت تک زمانه با محدودیت هزینه معاملاتی

در این بخش، (مدل میانگین- نیم واریانس- ارزش در معرض ریسک شرطی) بررسی خواهد شد. در این مدل، از دو معیار ریسک و یک معیار برای اندازه‌گیری بازده به‌طور همزمان استفاده می‌شود. ما یکی از سنجه‌های اصلی ریسک را نیم واریانس به همراه سنجه ریسک یعنی ارزش در معرض ریسک شرطی به طور همزمان برای اندازه‌گیری ریسک و انتخاب سبد سهام مطلوب در نظر می گیریم. چرا که نیم واریانس به عنوان سنجه ریسک نامطلوب و شبیه به واریانس است، با این تفاوت که تنها انحراف بازده مورد انتظار در ناحیه پایینی بازده مورد انتظار (زیان) را در نظر می‌گیرد و بسیاری از سرمایه گذاران علاقه‌مند به استفاده از نیم واریانس به عنوان تحلیل‌گر ریسک، نامطلوب هستند. مسئله انتخاب سبد سهام با کمک سه معیار میانگین، نیم واریانس و ارزش در معرض ریسک شرطی، تبدیل به یک مسئله چند هدفه می‌شود. معیار دیگر ریسک، یعنی ارزش در معرض ریسک شرطی به عنوان سنجه دیگر ریسک استفاده می شود.

در این نوع مدل انتخاب سبد سهام، سرمایه‌گذار می‌تواند یکی از سنجه‌های ریسک یاد شده را به همراه نیم واریانس انتخاب کند و مقادیر هریک از سنجه‌ها را به‌صورت چند بعدی مشاهده نماید. به کمک این روش نتایجی به‌دست می آید که در صورت استفاده از سنجه‌ها به‌طور مجزا قابل حصول نیست. همچنین، این روش به سرمایه گذاران اجازه انتخاب بیش از یک سنجه ریسک را به صورت یک مدل یکپارچه را می دهد. جهت تحصیل اوراق بهادار و هرگونه سرمایه گذاری، انواع متفاوتی از هزینه ایجاد می‌شود. به‌طور مسلم، مهم‌ترین عامل هزینه، هزینه خرید می باشد. اما عوامل هزینه دیگری مانند هزینه معاملات، چه تناسبی و چه ثابت نیز ممکن است وجود داشته باشند.

از این رو اضافه کردن چنین محدودیت‌هایی به مدل گامی در جهت واقعی‌تر شدن مدل‌های اندازه‌گیری میزان ریسک و انتخاب سبد سهام مطلوب محسوب می‌شود. در مسئله چند هدفه ما نیاز به حل رابطه زیر داریم.

$$\text{Minimize } [\text{Semivariance}(X), \text{CVar}(X), -E(X)] \quad \text{subject to } X \in A \qquad (۵)$$

همان‌گونه که در مدل(٤-٣-١) مشاهده می‌کنیم ما به دنبال کمینه‌سازی سه هدف هستیم، ما می‌خواهیم دو سنجه ریسک حاصل از بردار سرمایه‌گذاری نیم واریانس یعنی Semivariance(X) و ارزش در معرض ریسک شرطی یعنی CVar(X) را کمینه و بازده مورد انتظار حاصل از بردار سرمایه‌گذاری E(X) را بیشینه کنیم یعنی -E(X) را کمینه سازیم. که

Archive of SID

www.SID.ir

در این مدل چند هدفه A فضای جواب حاصل از نحوه سرمایه‌گذاری است.

در مدل از نیم واریانس به عنوان سنجه ریسک اصلی، به‌صورت ثابت استفاده می‌کنیم و آن را در تابع هدف نگه می‌داریم و توابع هدف دیگر را مطابق روش محدودیت ε [22] وارد محدودیت مدل می کنیم. زیرا نیم واریانس به عنوان یک سنجه ریسک نامطلوب بسیار کارا می‌باشد و در ایران نیز زیاد مورد مطالعه قرار نگرفته است. مسئله تک هدفه زیر ما را به جواب می‌رساند.

$$\begin{aligned}&\text{Minimize Semivariance}(X)\\&\text{subject to: CVar}(X) \le z\\&E(X) \ge d\\&X \in A\end{aligned} \qquad (۶)$$

که در این رابطه Cvar همان ارزش در معرض ریسک شرطی است که به عنوان یک سنجه ریسک از تابع هدف به محدیت آورده شده است و E به عنوان سنجه بازده نیز به محدودیت آورده می‌شود که در این حالت d , z به ترتیب به عنوان بیشترین و کمترین مقدار محدودیت های ایجاد شده در مدل هستند.

با توجه به آنچه بیان شد مدل پیشنهادی چند هدفه- تک زمانه(میانگین- نیم واریانس- ارزش در معرض ریسک شرطی) با محدودیت هزینه معاملاتی به صورت فرمول زیر است.

$$\begin{aligned}&Minimize\ \ SV(X) = \frac{1}{s}\sum_{i=1}^{s} y_i^2\\&Subject\ to\ y_i \ge \sum_{j=1}^{n}[d-(r_{ij}X_j)] : i = 1,2,...,s\\&y_i \ge 0 : i = 1,2,...,s\\&a_i \ge \sum_{j=1}^{n}(-r_{ij}X_j)-\eta] : i = 1,2,...,s\\&\eta + \frac{1}{(1-\alpha)^s}\sum_{i=1}^{s} a_i \le z\\&a_i \ge 0 : i = 1,2,...,s\\&\sum_{j=1}^{n}(1+b_j)mc_jX_j + \sum_{j=1}^{n} f_j Z'_j \le C\\&L_j Z'_j \le X_j \le U_j Z'_j\\&\sum_{j=1}^{n} Z'_j \le N\\&X'\mu \ge d\\&\sum_{j=1}^{n} X_j = 1\\&X \ge 0\\&Z'_j \in \{0,1\}, j = 1,2,...,n\end{aligned} \qquad (۷)$$

در این قسمت به تشریح مدل و فرضیات لازم برای پیاده‌سازی آن برای اندازه‌گیری ریسک در بازار سرمایه ایران پرداخته می شود.

در مدل، cj معرف هزینه خرید سهم j ام است و برای حل مدل آن را قیمت سهم j ام در نظر می‌گیریم. مقدار قیمت هر سهم از سایت رسمی بورس اوراق بهادار تهران استخراج شد، که جزئیات آن در جدول (۱) نشان داده شده است. bj هزینه تناسبی معاملاتی سهم j ام می باشد و در مدل ٪۵ در نظر گرفته شده است. هزینه تناسبی نسبتی از هزینه خرید سهام است که علاوه بر هزینه خرید سهم توسط خریدار پرداخت می شود مانند هزینه کارگزاری از آنجا که ما برای به‌دست آوردن هزینه متغیر معاملاتی، به تعداد سهم خریداری شده نیاز داریم، پارامتر m که بیانگر حجم سبد سهام می باشد،

Archive of SID

www.SID.ir

تعریف می‌شود. برای حل مسئله، فرض براین است که m=۱۰۰ می‌باشد.

Z'j متغیری از نوع صفر و یک است که برای هر سهم تعریف می شود. اگر Z'j =۱ باشد، نشان می‌دهد، سهم j در سبد سهام سرمایه گذاری قرار دارد و تحت بررسی است و اگر Z'j =۰ باشد، قرار نگرفتن سهم j را در سبد نشان می دهد. پارامتر C حداکثر مقدار پولی است که سرمایه‌گذار می تواند در سبد سهام سرمایه‌گذاری کند. ما این متغیر را برای حل مدل، ۱۰۰۰۰۰۰۰ ریال در نظر گرفتیم. از دیگر پارامترهایی که در محدودیت مدل تعریف شده است دو پارامتر L و U است که به ترتیب بیانگر حد پایین و بالای میزان سرمایه گذاری در هر سهم هستند. فرض شده است که سرمایه گذار در هر سهم نمی تواند بیشتر از ۵۰ درصد کل سبد سهام، سرمایه‌گذاری نماید، به لحاظ اینکه در تحقیق، یکی از اهداف کاهش ریسک غیرسیستماتیک با استفاده از متنوع نمودن سرمایه گذاری است. به آن قسمت از تغییرپذیری در بازده کلی محصولات مالی که به تغییرپذیری کلی بازار بستگی ندارد، ریسک غیر سیستماتیک می گویند، این نوع ریسک منحصر به محصول خاصی نیست و به عواملی همچون ریسک تجاری، مالی و ریسک نقدینگی بستگی دارد، این نوع ریسک را می توان با ایجاد سبد سهام کاهش داد. تمرکز سرمایه گذاری برروی یک سهم خاص (بیش از پنجاه درصد) با این هدف در تناقض می باشد. پارامترN میزان سهامی که سرمایه گذار علاقمند است از تعداد سهام موجود، در سبد خود نگهداری نماید را نشان می دهد. فرض می کنیم N=۹ باشد. باید توجه داشت که، اضافه شدن چنین قیودی به مدل موجب ایجاد یک فیلتر برای انتخاب سهم‌های برتر از بین سهام در دسترس می‌شود. در واقع با وجود برنامه‌ریزی صفر و یک، دو مرحله از گزینش سهام صورت می‌گیرد. در مرحله نخست، به جدا کردن سهام برتر می‌پردازد و در مرحله دوم میزان ریسک سبد سهام را با توجه به ترکیبات مختلف سهام و بازده مورد انتظار اندازه می‌گیرد. در زیر الگوریتم فرآیند برای حل مدل (میانگین- نیم واریانس- CVar) به طور خلاصه بیان می شود.

۱- مشخص کردن بیشترین بازده مورد انتظار مدل

۲- به‌دست آوردن کمترین مقدار بازده مورد انتظار برای سنجه های نیم واریانس وCVar

۳-تعیین کمترین مقدار بازده مورد انتظار مدل

٤- مشخص کردن مقادیر مختلف بازده در فاصله کمترین و بیشترین مقدار بازده مورد انتظار

۵- به‌دست آوردن کمترین و بیشترین مقدار سنجه CVar برای هر بازده مشخص شده

٦- مشخص کردن اندازه ریسک در فاصله کمترین و بیشترین مقدار سنجهCVar

۷- حل مدل چند هدفه با مقادیر مختلف بازده (d*) و ریسک (z*) و تعیین اندازه سنجه نیم واریانس

۵- پیاده سازی مدل ها در بازار سرمایه ایران

در این قسمت به پیاده‌سازی مدل‌های ارائه شده در بازار سرمایه ایران پرداخته می‌شود . جدول(۱) نام سهام شرکت‌های مورد بررسی در این تحقیق را نشان می‌دهد. ورودی بازده سهام این چهارده سهم به صورت دوره‌های ماهانه مربوط به سال ۱۳۸۸ برای دوازده ماه می‌باشد که جدول ۲ این موضوع را به

Archive of SID

www.SID.ir

تصویر می‌کشد. در واقع ورودی اصلی ما بـرای حـل مدل ها بازده سـهام ایـن چهـارده سـهم مـی باشـد. مدل‌های ارائه شده به کمک نرم افزار lingo 10 حل شده است.لازم به ذکر است کـه کلیـه شـکل هـا در قالب نرم افزار matlab کدنویسی شده است

(مدل میانگین- نیم واریانس) برای چهارده سهم مورد بررسی در بازار سرمایه پیاده سازی مـی شـود. Emin و Emax بـه ترتیـب ۰,۰۶۱۷ و ۰,۱۳۹٤ بـه دست می آید. این مسئله با در نظر گـرفتن ده مقـدار بین این بازه و رسم شکل مرز کـارا حـل مـی شـود. جدول۳ بازده مورد انتظار و نیم واریـانس بـه همـراه درصد سرمایه گذاری در هر سهم را نشان می دهد.و شکل۱ مرز کارا این مدل را به تصویر می کشد. رسم این شکل به شکل کـاملا روشـنی وضـعیت حرکتـی ریسک و بازده را به تصویر می کشد.

جدول (۱): سهام شرکت های مورد بررسی در بازار سرمایه ایران

نام سهم	نام متغیر مدل	قیمت هر سهم (ریال)
سایپا	X1	1456
سرمایه گذاری غدیر	X2	2629
سرمایه گذاری بوعلی	X3	720
بانک ملت	X4	1307
بانک کارآفرین	X5	3534
ایران ترانسفو	X6	10159
مپنا	X7	2308
توسعه صنایع بهشهر	X8	1561
بانک سینا	X9	1747
سایپا آذین	X10	1164
لیزینگ صنعت و معدن	X11	1823
سرمایه گذاری توکا فولاد	X12	1661
ماشین سازی اراک	X13	1035
سرمایه گذاری پتروشیمی	X14	646

.جدول (۲):. بازده سهام شرکت های مورد بررسی در بازار سرمایه ایران

تاریخ	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14
1388/01/29	0	0.0723	0.0449	0.0377	0.2659	-0.0396	0.0112	0.0799	0.1337	0.0086	0.0608	0.058	0.6921	-0.0577
1388/02/29	0.0055	0.3072	0.2742	0.0745	0.0767	-0.0284	0.1901	0.149	0.2018	0.0212	0.1284	0.2194	0.1663	0.1443
1388/03/29	0.0006	0.0983	-0.0169	-0.0296	-0.0114	-0.1439	0.0424	0.0331	-0.0297	0.0473	-0.0315	-0.0125	0.1997	0.513
1388/04/29	0.0783	-0.0966	-0.0258	0.0427	0.0251	0.2138	0.1322	-0.0632	-0.0477	0.0206	-0.0621	0.0814	0.1664	-0.2614
1388/05/29	-0.051	0.1999	0.2952	0.0192	0.0071	-0.0523	0.3234	0.0154	0.0037	0.0366	0.0075	0.1526	0.476	-0.1422
1388/06/29	-0.061	0.0669	0.085	0	-0.0311	0.0598	0.0205	0.0173	0.0919	-0.0292	0.0707	-0.0084	0.1925	-0.0054
1388/07/29	0.2686	0.3439	0	0.1371	0.293	0.3935	0.1619	0.0955	0.2128	0.2098	0.4554	0.0399	-0.0872	0.4764
1388/08/29	0.1509	-0.1281	0.1082	0.1265	-0.016	-0.0623	-0.0645	0.156	0.1081	0.018	0.2381	0.0546	-0.2164	-0.1153
1388/09/29	-0.172	-0.1204	-0.1924	-0.0565	-0.0393	-0.0694	-0.1366	-0.0335	-0.0313	-0.1138	-0.0444	0.0192	-0.0952	-0.1775
1388/10/29	-0.007	0.1574	-0.0333	-0.0465	0.0169	0.0543	0.1231	0.0963	0.0994	0.0837	0.2685	0.0702	-0.0916	-0.0658
1388/11/29	0.0725	0.0336	0.2536	0.0455	-0.0114	0.0192	0.0174	0.2951	0.0854	0.0527	0.1708	0.0419	0.343	0.1173
1388/12/29	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
(μ j														

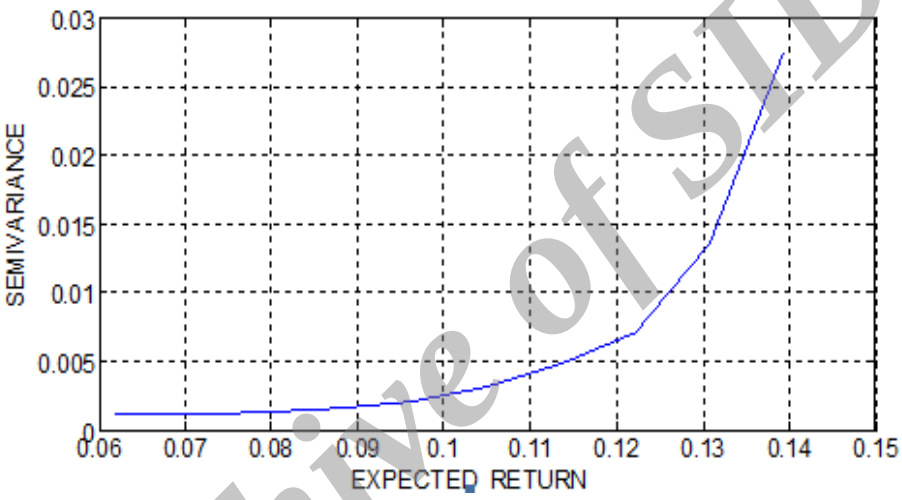
مدل (میانگین- ارزش در معرض ریسک شـرطی) برای چهارده سـهم مـورد بررسـی در بـازار سـرمایه پیاده‌سازی می‌شود و با سطح اطمینان ۹۵درصد E_{min} و E_{max} به ترتیب ۰,۰۷۳۲ و ۰,۱۳۹٤ به دست آمـده است . این مسئله با در نظر گرفتن ده مقدار بین ایـن بازه و رسم شکل مرز کارا حل می شـود. جـدول(٤) بازده مورد انتظار و ارزش در معرض ریسک شـرطی به همراه درصد سرمایه گذاری در هر سـهم را نشـان می دهد.و شکل (۲) مرز کارا این مدل را به تصـویر می کشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۳):. بازده مورد انتظار و نیم واریانس به همراه درصد سرمایه گذاری در هر سهم.

Expected return	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	simevriance
0.06174	0	0	0	0.19	0	0.064	0	0	0.1005	0	0	0.5584	0.0023	0.0846	0.0011
0.0703	0	0	0	0.07	0	0	0	0.014	0.1023	0	0	0.735	0.0159	0.0677	0.00114
0.0781	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0.0531	0	0.0668	0.768	0.06	0.0496	0.00129
0.08762	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	0.1802	0.6644	0.1388	0.0164	0.0016
0.096245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2701	0.509	0.2207	0	0.0021
0.104878	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3678	0.3257	0.3064	0	0.00316
0.113511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4653	0.1426	0.3919	0	0.0048
0.122144	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4875	0	0.5124	0	0.00713
0.130777	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2435	0	0.7564	0	0.0136
0.1394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.027



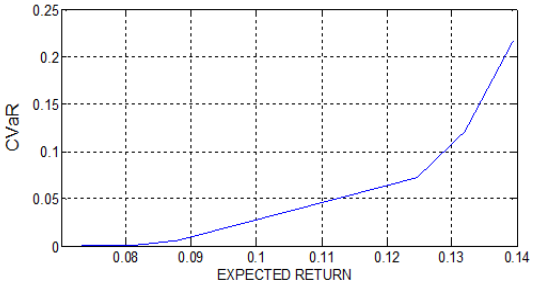
شکل (۱): مرز کارا مدل میانگین – نیم واریانس

جدو(٤):. بازده مورد انتظار و ارزش در معرض ریسک شرطی به همراه درصد سرمایه گذاری در هر سهم

Expected return	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	cvar
0.0732	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0715	0	0.0455	0.8873	0	0.0665	0.000001
0.08055	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1916	0.7611	0.0277	0.0194	0.000002
0.08791	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7801	0.2198	0	0.00595
0.095263333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0515	0.6411	0.3073	0	0.01923
0.102618333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.106	0.5005	0.3934	0	0.03255
0.109973333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1606	0.3597	0.4795	0	0.04588
0.117328333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2152	0.2191	0.5656	0	0.0592
0.124683333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2698	0.0782	0.6518	0	0.07253
0.132038333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2081	0	0.7918	0	0.12177
0.1394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0.2164

Archive of SID

www.SID.ir



شکل (۲): مرز کارا مدل میانگین – ارزش در معرض ریسک شرطی

جدول (۵) نتایج حل مدل پیشنهادی(میانگین – نیم واریانس– ارزش در معرض ریسک شرطی) با محدودیت هزینه های معاملاتی را به همراه درصد سرمایه‌گذاری در هر سهم با استفاده از بازده‌های چهارده سهم در بازار سرمایه ایران را به تصویر می‌کشد. شکل (۳) نیز با کمک جدول(۵) شکل مرز کارا را برای این مدل نشان می دهد.

جدول(۵): .نتایج حل مدل پیشنهادی (میانگین – نیم واریانس– ارزش در معرض ریسک شرطی)

sv	cvar	Expected return	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14
0.00269	0.00685	0.08842	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0014	0.7716	0.227	0
0.00165	0.00858	0.08842	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1653	0.6838	0.1509	0
0.00164	0.01032	0.08842	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1873	0.6588	0.1539	0
0.00163	0.01206	0.08842	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1987	0.6385	0.1628	0
0.00365	0.0253	0.09857	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0761	0.5767	0.3462	0
0.00285	0.02607	0.09857	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1489	0.5382	0.3129	0
0.00244	0.02684	0.09857	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2219	0.499	0.2791	0
0.00234	0.02763	0.09857	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2967	0.4589	0.2444	0
0.00544	0.04378	0.10872	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.152	0.382	0.466	0
0.00445	0.04469	0.10872	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.238	0.3358	0.4262	0
0.00398	0.0456	0.10872	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3241	0.2897	0.3862	0
0.00384	0.04653	0.10872	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4122	0.2424	0.3454	0
0.00811	0.06224	0.11887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2277	0.1869	0.5854	0
0.00692	0.06329	0.11887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3262	0.1341	0.5397	0
0.00634	0.06435	0.11887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4266	0.0802	0.4932	0
0.00616	0.06541	0.11887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.527	0.0264	0.4466	0
0.01006	0.07311	0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2722	0.0722	0.6556	
0.00942	0.07358	0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3163	0.0485	0.6352	0
0.00891	0.07405	0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.3608	0.0246	0.6146	0
0.00855	0.07452	0.125	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4053	0.0008	0.5939	0
0.0276	0.2164	0.1394	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

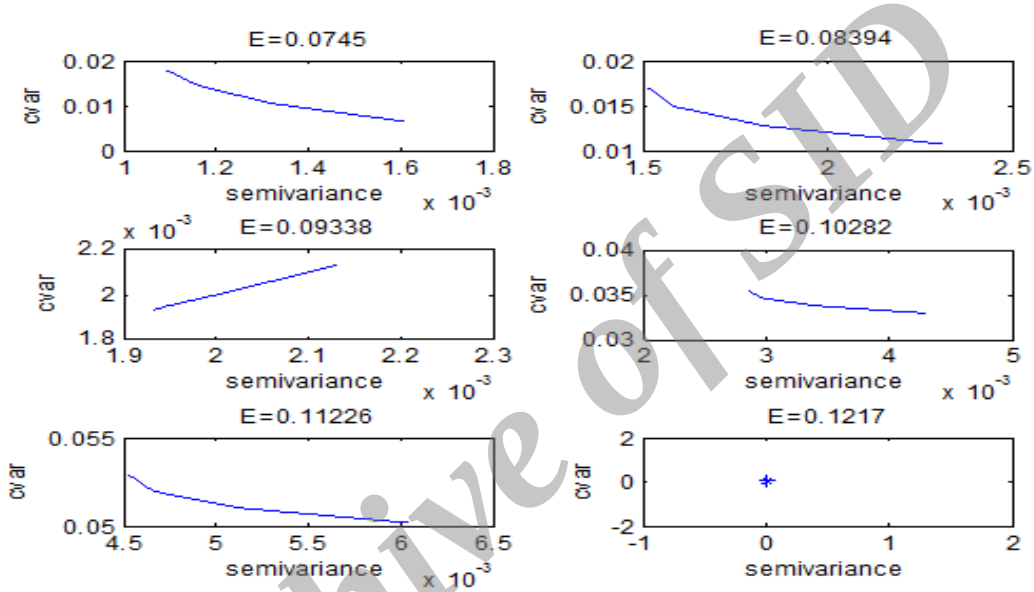
Archive of SID

٦- بحث

با مشاهده نتایج مدل‌های انتخاب سبد سهام با سنجه‌های منفرد و ترکیبی درمی‌یابیم که سهام شماره‌های یازده، دوازده، سیزده از اهمیت زیادی برخوردار هستند. در هر سه مدل با افزایش بازده، مقدار ریسک نیز افزایش می‌یابد.که این نشان می‌دهد سرمایه‌گذاران برای کسب بازده بیشتر، ناگزیر به پذیرش ریسک بالاتری هستند. از نظر سرمایه‌گذار مدل چند هدفه ارائه شده بر مدل‌های موجود و متداول برتری دارد، چرا که جواب بهتر و چند بعدی نسبت به سایر روش‌ها به‌دست آمده است. از طرفی، سرعت بیشتر در مدل های ارائه شده نسبت به سایر مدل‌ها با توجه به حجم محاسبات و تعداد سنجه‌های محاسباتی به دلیل استفاده از برنامه‌ریزی خطی و

www.SID.ir

کاهش مسئله‌های قابل حل، از ویژگی مدل‌های ارائه شده است که خود می‌تواند موجب کاهش زمان و هزینه، برای تصمیم‌گیری سرمایه‌گذار شود. در ادامه، با بررسی جداول به‌دست آمده از حل مدل چند هدفه همراه با هزینه معاملاتی، مشاهده می‌شود که تمرکز بر روی یک یا چند سهم خاص برداشته شده و در کل سبد پخش می‌شود. همچنین، با مقایسه شکل‌های حاصل از حل این نوع مدل چند هدفه با مدل‌های ساده می‌توان نتیجه گرفت، شیب بین دو سنجه ریسک در مدل های چند هدفه با هزینه معاملاتی کمتر است. یعنی با تغییر مقدار یک سنجه ریسک، سنجه دیگر تغییر کمتری می‌کند. بنابراین، نوسان ریسک سبد سهام برای سرمایه‌گذار کمتر از گذشته می‌شود.



شکل(۳): مرز کارای مدل(میانگین – نیم واریانس– ارزش در معرض ریسک شرطی)

۷- نتیجه گیری

با توجه به نکات ذکر شده، بهترین دلیل ارائه مدل‌های یکپارچه، استفاده از دو سنجه ریسک به‌طور همزمان در جهت به‌دست آوردن نتیجه بهتر برای سرمایه‌گذاران می‌باشد. در ایران علاوه بر این‌که، برخی از سنجه‌های منفرد ریسک استفاده نشده یا کمتر توجه شده است، کاربرد مدل‌های چند هدفه انتخاب سبد سهام مطلوب با محوریت سنجه نیم واریانس در بستر بازار سرمایه بررسی نشده است. مدل‌های چند هدفه نسبت به مدل های سنجه ریسک منفرد، همزمان یک مقدار بازده مورد انتظار و دو مقدار ریسک را مشخص می‌کنند. سرمایه‌گذار می‌تواند با مشاهده جداول ناشی از حل مدل‌ها این مقادیر را به‌صورت چند بعدی در یک جدول مشاهده نماید و سبد سهام مورد درخواست خود را تشکیل دهد. لذا توجه به این مقوله در این تحقیق مدنظر قرار گرفته است و سعی شده است با ارائه یک مطالعه موردی در بازار سرمایه ایران بررسی شود. در آخر، می‌توان این نتیجه را بیان نمود که مدل‌های چند هدفه، یک بسته اطلاعاتی مناسب و جامعی را در اختیار سرمایه‌گذاران و مدیران در

Archive of SID

www.SID.ir

جهت مدیریت بهتر ریسک، جهت سرمایه‌گذاری بر روی سبد سهام قرار می‌دهند. با توجه به تجزیه و تحلیل مدل ها و فرآیند حل آنها، پیشنهاد می‌شود، برای کارهای آتی محدودیت‌های واقعی حاکم بر بازار سرمایه خصوصا در ایران وارد مدل شود تا منجر به نتایج مفیدتری شود. کلیه سهام مورد نظر در تحقیق، با فرض نگهداری به مدت یک زمان مشخص خریداری می‌شود. اما ممکن است در عمل با توجه به تغییر و تحولاتی که در بازار سرمایه رخ می‌دهد، نسبت به تعویض یک یا چند سهم از سوی سرمایه‌گذاران اقدام شود. بنابراین، بررسی مدل‌های انتخاب سبد سهام با فرض چند زمانه بودن از مطالعات مفید در آینده خواهد بود. همچنین، استفاده از سایر اوراق بهادار (به غیر از سهام عادی) و دارایی‌های ثابت با نرخ بازده مورد انتظار توصیفی می‌تواند از موضوعاتی باشد که در تحقیقات آینده بدان پرداخته شود.

منابع

ابزری، مهدی، کتابی، سعیده، عباسی، عباس، (۱۳۸٤)، "بهینه سازی سبد سرمایه گذاری با استفاده از روش‌های برنامه ریزی خطی و ارائه ی یک مدل کاربردی"، *ویژه نامه حسابداری، مجله علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز*، ۲۲-۲:(۱)۱۷

خالوزاده ، حمید ، امیدی،نسیبه، (۱۳۸۵)، "تعیین سبد سهام بهینه در بازار بورس ایران براساس نظریه ارزش در معرض ریسک"، مجله تحقیقات اقتصادی،۲۳۱-۲۱۱: ۷۳

راعی، رضا، (۱۳۸۱)، "تشکیل سبد سهام برای سرمایه گذاری مخاطره پذیر : مقایسه شبکه های عصبی و مارکوویتز"، *پیام مدیریت*،۹۶-۷۸: ۲

شاه علیزاده، محمد، معماریانی، عزیزاله، (۱۳۸۲)، "چارچوب ریاضی گزینش سبد سهام با اهداف چندگانه"، بررسی های حسابداری وحسابرسی، *مجله دانشکده مدیریت دانشگاه تهران*، ۱۰۲-۸۳: ۳۲

فرزین وش، اسدالله، اسماعیلی، رضا، (۱۳۷۸)، " تحلیل ریسک و بازده سهام شرکت های سرمایه گذاری در بورس تهران"، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ۲۵-۱:۵۵

Anagnostopoulos K.P., Mamanis. G .(2010). "A portfolio optimization model with three objectives and discrete variables". *Computers & Operations Research*, 37(7): 1285-1297

Andrew E.B. Lim, J. George Shanthikumar, Gah-Yi Vahn.(2011)." Conditional value-at-risk in portfolio optimization: Coherent but fragile". *Operations Research Letters*, 39(3): 163-171

Balzer, L. A. (1990)." How to measure risk. In Conference on Investment Performance,AIC Conferences" , Sydney, Australia.

Elton, E. J., & Gruber, M. J. (1997)." Modern portfolio theory, 1950 to date". *Journal of Banking & Finance*, 21(11):1743-1759.

Fishburn, P. C. (1977)."Mean-risk analysis with risk associated with below-target returns".*The American Economic Review*, 67(2):116-125.

Hanoch G., & Levy, H. (1969). "The eficiency analysis of choices involving risk Rev". Econ. Stud, 36, 335–46.

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

Kibzun, A. I., & Kuznetsov, E. A. (2006). "Analysis of criteria VaR and CVaR",*Journal of Banking & Finance*, 30(2):779-796.

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

Archive of SID

www.SID.ir

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

Rockafellar, R. T., Ursayev, S. (2000)." Optimization of Conditional Value-at-Risk". *The Journal of Risk*, 2(3):21- 41.

Roman, D., Dowman, K. D., Mitra, G. (2007). " Mean risk models using two risk measures: A multi-objective approach". *Journal of Quantitative Finance*, 7(4):443 - 458.

Tun-Jen Chang, Sang-Chin Yang, Kuang-Jung Chang.(2009)." Portfolio optimization problems in different risk measures using genetic algorithm",10:529-537.

Konno, H., Shirakawa, H., & Yamazaki, H. (1993). "A mean-absolute deviation-skewness portfolio optimization model". *Annals of Operations Research*, 45(2):205-220.

Linsmeier, T. J., & Pearson, N. D. (2000). "Value at Risk", *Financial Analysts Journal*, 56(2): 47-67.

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

Markowitz, H. (1959). "Portfolio Allocation: Eficient Diversification of Investments", John Wiley & Sons, Inc., New York. A Cowles Foundation Monograph.

Papahristodoulou, C, Dotzauer, E. (2004)." Optimal portfolios using linear programming problems". *Journal of the Operations Research Society*, 55(11):1169-1177.

پانوشت‌ها

1 semivariance
2 Conditional value at risk(CVAR)
3 Mean – Semivariance
4 Mean – Semivariance Conditional value at risk
5 Markowitz, H.
6 Roy, A. D.
7 Hanoch G., Levy, H
8 Fishburn, P. C.
9 Balzer, L. A.
10 Konno, H.,Yamazaki, H.
11 Linsmeier, T. J., Pearson, N. D
12 Kibzun, A. I., Kuznetsov, E. A.
13 Rockafellar, R.
14 Papahristodoulou, C.
15 Kandasamy, Hari
16 Tun-Jen Chang
17 K.P. Anagnostopoulos, G. Mamanis
18 Andrew E.B. Lim
19 Elton, E
20 Konno, H
21 Roman, D
22 ε-Constrained

Archive of SID

www.SID.ir