فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
دوره چهارده، شماره پنجاه و پنج، تابستان ۱۴۰۲
نوع مقاله : علمی پژوهشی
صفحات : ۱۶۴-۱۴۷

ارائه یک مدل ریاضی چندهدفه -چندزمانه برای سرمایه‌گذاری در سبدسهام تحت یک سنجه ریسک ترکیبی

احمد داداش‌پورعمرانی[۱]
علی نبوی‌چاشمی[۲]
عرفان معماریان[۳]

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۰/۰۹/۲۹ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۰/۱۲/۱۵

چکیده

آنچه تا به امروز در محاسبات مالی و در زمینه انتخاب سبدسهام عنوان شده به گونه‌ای است که سرمایه‌گذاری‌های موجود را از لحاظ درجه ریسک و بازده، به ترتیب اولویت‌بندی می‌نماید، تا سرمایه‌گذاران بتوانند با در نظر گرفتن امکانات مالی و میزان ریسک‌پذیریشان سبدسهام مطلوب خویش را تشکیل دهند. لذا، در این تحقیق، به ارائه یک مدل ریاضی چندهدفه بصورت چندزمانه برای اندازه‌گیری ریسک سبدسهام با ترکیب سنجه بازده با دو سنجه ریسک یعنی نیم‌واریانس و ارزش‌درمعرض‌ریسک شرطی بهمراه محدودیت هزینه معاملاتی برای پانزده سهم از پنجاه سهام برتر دوره دوازده ماه منتهی به سال ۱۳۹۸ در بستر بازارسرمایه ایران پرداخته شده است. با توجه به جداول و نمودارهای بدست آمده از حل این نوع مدل به کمک برنامه‌ریزی دینامیک در زمان‌های مختلف سرمایه‌گذاری، شاهد نتایج بهتر در کارایی تصمیمات سرمایه گذاران با صرف هزینه و زمان کمتر و به تبع آن سوددآوری بیشتر سبدسهام، خواهیم بود.

کلمات کلیدی

برنامه‌ریزی چندهدفه، چندزمانه، هزینه معاملاتی، نیم‌واریانس، ارزش‌درمعرض ریسک شرطی

۱-گروه اقتصاد، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. dadashpoor.ie@gmail.com
۲-گروه حسابداری و مدیریت، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. (نویسنده مسئول) anabavichashmi2003@gmail.com
۳-گروه اقتصاد، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. er.memarian@yahoo.com

مقدمه

انتخاب سبدسهام یکی از اصول مهم در سرمایه‌گذاری می‌باشد و مقدار ریسک این انتخاب از اهمیت بسزایی برخورداراست. سرمایه‌گذاران علاقمندند که با پذیرش سطح مشخصی از ریسک به بازده مورد انتظار خود دست یابند. از اینرو، مقدار ریسک به نیاز سرمایه‌گذار بستگی دارد و سنجه‌های ریسک برای سرمایه‌گذاران مختلف متفاوت است. در این شرایط، نیاز به ابزار و مدل‌های کارآمد جهت تحلیل داده‌های بورس به منظور کاهش ریسک ناشی از تشکیل سبدسهام برای سرمایه‌گذاران و تصمیم‌گیری مطمئن‌تر احساس می‌شود. از اینرو پژوهشگران تکنیک‌ها و سنجه‌های مختلف را برای محاسبه میزان ریسک برای انتخاب سبدسهام مطلوب‌تر ابداع نمودند. از طرفی، استفاده از یک سنجه ریسک برای اندازه‌گیری میزان ریسک سبدسهام بهترین راه برای حل مسئله نیست. تصمیم گرفتن در مورد بهترین سنجه برای همه مسئله‌ها نشدنی است [۱۱]. دلیل مهم این امر آن است که هر سنجه ریسک عملکرد و کاربردهای مخصوص به خود را دارد و دلیل خاص خود را می‌طلبد. بنابراین، نتایج متفاوتی را منجر خواهدشد. همچنین، در دنیای واقعی تصمیم‌گیرنده باید چندهدف معارض را بهینه نماید. برنامه‌ریزی ریاضی، برای بهینه‌سازی چندهدف، بهینه‌سازی چندهدفه نامیده می‌شود. برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی غیرخطی دو جریان اصلی برنامه‌ریزی چندهدفه هستند که خوددارای انشعابات متعددی می‌باشند. ازطرف دیگر، سرمایه‌گذارانی از مدل انتخاب سبدسهام تک‌زمانه، برای خرید سهام استفاده می کنند که قصد نگهداری آنها را برای زمان مشخص و ثابت و فروش آنها را داشته باشند. اما برخی از سرمایه‌گذاران ممکن است تصمیمات سرمایه‌گذاری چندگانه در این مدت زمانی معین برای بدست آوردن سود بیشتر در نظر داشته باشند. لذا، در این مقاله تلاش می‌شود، ضمن بررسی سنجه ریسک نیم‌واریانس که ارزش مورد انتظار مجذور انحراف منفی از بازده مورد انتظار را نشان می‌دهد و سنجه ریسک ارزش در معرض ریسک شرطی که بیانگر متوسط ضرر بیش از ارزش‌درمعرض‌ریسک می‌باشد، بصورت منفرد با سنجه بازده یعنی میانگین، با ترکیب سنجه‌های منفرد نیم‌واریانس و ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی یک مدل ریاضی چندهدفه بصورت چندزمانه برای اندازه‌گیری ریسک و انتخاب مطلوب سبدسهام با در نظر گرفتن سهام شرکت‌های پربازده بازارسرمایه ایران ارائه شود تا زمینه بهتری برای انتخاب سبدسهام مطلوب فراهم شود. اهمیت این تحقیق در بیان راه نو در اندازه‌گیری ریسک برای انتخاب سبدسهام است. در روش‌های ارائه شده، علاوه بر بررسی سنجه‌های منفرد ریسک به همراه نمونه‌ای در بستر بازارسرمایه ایران، به ارائه مدلی برای ترکیب این نوع سنجه‌های ریسک بصورت چندزمانه پرداخته شده‌است که این امکان را فراهم می‌آورد تا افراد بتوانند دو سنجه ریسک را بطور همزمان برای رسیدن به راه حل بهتر امتحان کنند. استفاده از دو سنجه

ریسک بطور همزمان، دقت حل را بالا برده و با روش‌های ریاضی خاص و ساده، پیچیدگی ناشی از این نوع ترکیب را حل می‌کند. نتایج این تحقیق می‌تواند برای شرکت‌های سرمایه‌گذاری، مدیران ارشد، تحلیل‌گران مالی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری و پژوهشگران در حوزه مالی و به طور کلی سرمایه‌گذاران کاربرد موثری داشته باشد. آنها می‌توانند از مدل پیشنهادی در جهت انتخاب سبد سرمایه‌گذاری مطلوب و اندازه‌گیری ریسک آن، در کارایی هر چه بهتر تصمیمات سرمایه‌گذاری و به تبع آن توسعه بازارسرمایه ایران نقش مهمی ایفا نمایند.

پیشینه تحقیق

رویکرد انتخاب سبدسهام و اندازه‌گیری ریسک آن در پرتو اندیشه‌های مارکوویتز، روند تکاملی پیمود و کاربرد ریاضی دقت سرمایه‌گذاران را در انتخاب سبدسهام افزایش داد. مدل‌های مختلفی برای هدایت سرمایه‌گذاران با کمک برنامه‌ریزی ریاضی ارائه گردیده‌اند. مارکوویتز (۱۹۵۹-۱۹۵۲) با پیشنهاد مدل که حداقل‌کردن واریانس به همراه حداکثرشدن بازده است، آغازگر این راه بود و با پیشنهاد مرزکارا برای سرمایه‌گذاران با توجه به پذیرش ریسک مختلف را یاری کرد. مدل مارکویتز از دو معیار بازده و ریسک به همراه محدودیت بودجه سرمایه‌گذاری، در قالب برنامه‌ریزی درجه‌دو استفاده کرده‌است[۱۶]. بعدها(۱۹۹۱-۱۹۵۹) وی نیم‌واریانس را جایگزین واریانس نمود. نیم‌واریانس در واقع ارزش مورد انتظار مجذور انحراف منفی نتایج ممکن از بازده مورد انتظار را نشان می‌دهد که نشانگر انحراف پایین نرخ بازده مورد انتظار می‌باشد[۱۷]. همچنین، کومار و نجمودوجا(۲۰۱۸) در مقاله خود با عنوان انتخاب سبدسهام با کمک مجموعه‌فازی ، برای انتخاب سبدسهام از روش مدل پایه میانگین-واریانس و در ادامه مقاله از ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی بعنوان یکی ازمعیارهای اندازه‌گیری ریسک وارد مدل پایه نموده و سبدسهام بهینه را به کمک مدل مذکور تشکیل داده‌است و نشان داد که استفاده از سنجه ارزش در معرض ریسک شرطی نتایج بهتری را ارائه می‌دهد[۱۴]. ونیز، رسترپو و همکاران (۲۰۲۰) در مقاله خود با عنوان سبد سرمایه‌گذاری ترکیبی با کمک مدل میانگین و ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی، با روش حل مدل میانگین –ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی و مقایسه آن با سایر سنجه‌های متداول نشان داد و به این نتیجه رسیدند که، این سنجه بهترین محاسبه‌گر ریسک در بازده‌های غیرنرمال می‌باشد[۱۹]. استانیو و روسو(۲۰۲۰) در مقاله خود با عنوان ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی در سبد سرمایه‌گذاری، با روش حل مدل ارزش در معرض ریسک شرطی به بهینه‌سازی سبدسهام با درنظرگرفتن شاخص بازار و وابستگی زمانی ناشی از شاخص بازار پرداختند و نتایج استفاده از سنجه مذکور را نشان دادند[۲۱].

همچنین، آدرین و برانرمیر(۲۰۱۶) در تحقیقی با عنوان تفاضل سنجه ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی،

برای اولین‌بار تفاضل سنجه ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی را به منزله سنجه‌ای از ریسک سیستماتیک استفاده و مدل مذکور را در دو شرایط عادی و بحرانی در موسسات مالی بررسی نمودند و نتایج سنجه ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی را در دو شرایط اقتصادی ارائه دادند[۷]. عیوضلو و رامش(۲۰۲۰) در تحقیقی با عنوان محاسبه ریسک سبدسهام با روش کسری نهایی بازده مورد انتظار و ارزش در معرض خطر شرطی در بانک‌های تجاری به محاسبه ریسک سبدسهام با دو روش مجزا و مستقل کسری نهایی بازده مورد انتظار و ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی در بانک‌های تجاری پرداختند و در پژوهش خود نشان دادند نتایج حاصل از این دو رویکرد نتایج مشابه‌ای را نشان میدهد[۹].

همچنین، نجفی و موشاخیان (۲۰۱۵) در مقاله ای با عنوان مدل چندمرحله‌ای احتمالی میانگین- نیم‌واریانس- ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی، مدل بهینه سازی سبد سرمایه گذاری چند دوره‌ای میانگین- نیم‌واریانس- ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی را با کمک بهینه‌سازی ازدحام ذرات چندهدفه انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که، سبدسهام چنددوره‌ای جواب بهتری را نسبت به سبد سهام تک‌دوره‌ای ارائه می‌دهد [۱۸] و سان و وانگ(۲۰۱۶) در تحقیقی با عنوان بهینه‌سازی سبد چندزمانه تحت ریسک احتمالی به حل مدل چندزمانه به کمک روش شبیه‌سازی و سنجه ریسک مینماکس پرداختند و به این نتیجه رسیدند که، چندزمانه بودن مدل جواب بهینه موثری را برای سرمایه‌گذاران ارائه می‌دهد[۲۲] و نیز، کانگ و استرله(۲۰۱۶) در تحقیقی با عنوان بهینه‌سازی سبدسهام با کمک مدل میانگین-واریانس چندزمانه براساس شبیه‌سازی مونت‌کارلو به ارائه یک مدل بهینه برای انتخاب سبدسهام چنددوره‌ای میانگین- واریانس اقدام کردند، آنها به این نتیجه رسیدند که، روش چنددوره‌ای نتایج بهتری برای انتخاب سبدسهام می‌باشد [۸] و ساغلام و بنسو(۲۰۱۸) در مقاله خود با عنوان مدل چنددوره‌ای میانگین- واریانس با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی در مورد هزینه معاملاتی به بررسی یک مدل چنددوره‌ای میانگین- واریانس با در نظر گرفتن محدودیت‌هایی در مورد هزینه معاملاتی، ارزش در معرض ریسک شرطی و متنوع‌سازی پرداختند.آنها برای سناریوسازی از روش درخت دودویی استفاده کردند و به این نتیجه رسیدند که، چندزمانه بودن در تصمیم‌سازی سرمایه‌گذاران در جهت تشکیل سبدسهام مطلوب کاراتر می‌باشد[۲۰]. همچنین، کمالی و جاندیده(۲۰۱۹) در مقاله خود با عنوان بهینه‌سازی مدل چندزمانه بودن پرتفو، مدل بهینه‌سازی پرتفو چنددوره‌ای پس از توزیع مناسب را ارائه نمودند. آنها در تحقیق خود از توزیع t برای بهینه‌سازی به جهت جابه جایی بهتر داده‌های تجربی استفاده نمودند که منجر به ارائه نتایج بهتر در سبدسهام گردید[۱۲] و نیز در ایران، محبی و نجفی(۱۳۹۷) در تحقیقی با عنوان بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری چنددوره‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی پویا به بهینه‌سازی، به موضوع

سبد سرمایه‌گذاری چنددوره‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی پویا پرداختند و در مقاله خود، انحراف معیار را بعنوان سنجه ریسک در نظر گرفتند و نتایج حاصل از حل آن را نشان دادند[۵].

همچنین، فرخی و فلاح(۱۳۹۸) در مقاله خود با عنوان توسعه یک مدل برنامه‌ریزی امکان چندهدفه برای انتخاب سبدسهام ، 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 و نتایج حاصل را بصورت جداول بهینه نشان‌دادند[۳] و مشرفی و بهنامیان(۱۳۹۸) در پژوهش خود با عنوان بهینه‌سازی چندهدفه با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و الگوریتم ژنتیک، جهت ارزیابی ریسک و بازده با توجه به محدودیت‌هایی از قبیل دارایی فرد خریدار برای خرید هرسهم، تجزیه و تحلیل مدل بر مبنای بهینه‌سازی سبدسهام پرداخته‌است[۶] و در ادامه، جلالیان(۱۳۹۹) در مقاله خود با عنوان بررسی اثرات نویز بر مسئله بهینه‌سازی سبدسهام، از روش مدل میانگین-واریانس برای بررسی اثرات نویز(نااطمینانی) بر سود حاصله از سبدسهام بهینه بصورت چندهدفه پرداخته‌است و نتایج حاصل از حل مدل خود را بصورت چندهدفه نشان‌داد[۲]. پیکانی و همکاران(۱۳۹۹) در تحقیقی با عنوان مدل دوهدفه سرمایه‌گذاری بازده و ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی بهمراه محدودیت معاملاتی، به ارائه مدل دوهدفه سرمایه‌گذاری‌بااهداف‌ونتیجه‌ریسک‌کاراتربازده وارزش‌درمعرض خطرشرطی به‌همراه محدودیت معاملاتی پرداخته‌است و به این نتیجه رسیدند که مدل‌های چندهدفه سنجش ریسک کاراتری خواهند داشت[۱].

در این تحقیق یک مدل چندهدفه-چندزمانه بصورت میانگین _نیم‌واریانس _ارزش در معرض ریسک شرطی ارائه می شود که با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی و چندزمانه بودن مورد پیاده‌سازی برای سنجش و اندازه‌گیری ریسک جهت سرمایه‌گذاری مطلوب قرار می‌گیرد.

روش تحقیق

این تحقیق ازلحاظ هدف‌کاربردی می‌باشد و برای گردآوری اطلاعات در زمینه‌ی مبانی نظری و ادبیات موضوع، از منابع کتابخانه‌ای، مقالات، کتاب‌ها و اینترنت استفاده شده‌است. و به منظور جمع‌آوری اطلاعات و داده‌ها برای تجزیه‌وتحلیل درموردمدل وپیاده‌سازی آن‌ها ازسایت بورس‌اوراق‌بهادار تهران و نرم‌افزارهای مخصوص محاسبات بازده واطلاعات سهام استفاده‌شده‌است. دراین‌تحقیق‌که در بستر بازارسرمایه ایران انجام شده تلاش می‌شود ضمن بررسی سنجه‌های ریسک نیم‌واریانس و ارزش در معرض ریسک شرطی بصورت منفرد با سنجه بازده یعنی میانگین، یک مدل چندهدفه بصورت (میانگین – نیم‌واریانس – ارزش در معرض ریسک‌شرطی) ارائه می‌شود که با در نظر گرفتن هزینه‌های معاملاتی و فرض چندزمانه بودن مورد پیاده‌سازی برای جهت انتخاب و سرمایه‌گذاری در سبدسهام قرار می‌گیرد. این تحقیق برای دوازده

ماه سال ۱۳۹۸ در بستر بازارسرمایه ایران برای پانزده سهم مورد بررسی قرار گرفته‌است.

انتخاب سبدسهام با استفاده از برنامه‌ریزی چندهدفه

استفاده از یک سنجه ریسک برای اندازه‌گیری میزان ریسک سبدسهام بهترین راه برای حل مسئله نیست. تصمیم گرفتن در مورد بهترین سنجه برای همه مسئله‌ها نشدنی است[۱۱]. دلیل مهم این امر آن است که هرسنجه ریسک عملکرد و کاربردهای مخصوص به خود را دارد و دلیل خاص خود را می‌طلبد. بنابراین، نتایج متفاوتی را منجر خواهد شد. بسیاری از نویسندگان نشان داده‌اند که استفاده از بیش از یک سنجه ریسک بطور همزمان به سرمایه‌گذاران در جهت بدست‌آوردن نتیجه بهتر کمک خواهدکرد. به عنوان نمونه، یک مدل انتخاب سبدسهام با استفاده از میانگین، واریانس و چولگی توسط کونو و همکاران (۱۹۹۳) نشان داده شد و در آن واریانس و چولگی هر دو معیار اندازه‌گیری ریسک به شمار می‌آمدند[۱۳]. در مدل دیگر، واریانس و ارزش در معرض ریسک شرطی را بطور همزمان برای اندازه‌گیری ریسک بکار بردند و این دو معیار ریسک را مینیمم نمودند[۱۴]. لذا توجه به مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی چندهدفه ریسک مورد توجه قرار گرفت. بطور کلی برنامه‌ریزی چندهدفه شامل توابع هدف چندگانه‌ای است که بطور همزمان نیاز به بهینه کردن آنها می‌باشد.

شکل کلی برنامه‌ریزی چند هدفه بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Maximize } \{(f_1(x); f_2(x); : : : ; f_T(x))\}$$
$$\text{subject to } x \in A$$

باید توجه داشت که، راه حل بهینه مسئله چندهدفه توسط رابطه اولویت پارتو مشخص می‌شود. در نتیجه، جواب x1 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[۱۱].

مدل میانگین - نیم‌واریانس

مارکویتز(۱۹۵۹) سنجه ریسک نامطلوبی بنام نیم‌واریانس را پیشنهاد داد[۱۶]. نیم‌واریانس ارزش مورد انتظار مجذور انحراف منفی از بازده مورد انتظار را نشان می‌دهد. انتخاب سبدسهام با کمک نیم‌واریانس، سعی در حداقل‌کردن 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 سبدسهام پایین‌تر از بازده مورد انتظار قرار گیرد. با بدست آوردن ماتریس بازده(r) برای رفتارهای آینده سهام، مسئله بیان شده را می‌تواند بصورت زیر مدل کرد:

$$Minimize \qquad \frac{1}{s}\sum_{i=1}^{s} y_i^2$$

$$Subject\ to \qquad y_i \geq \sum_{i=1}^{n}[E_{\min} - (r_{ij}X_j)] : i = 1,2,...,s$$

$$y_i \geq 0 : i = 1,2,...,s$$

$$X'\mu = E_{\min}$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_j = 1$$

$$X \geq 0$$

اگر یک بازده مشاهده شده پایین‌تر از بازده مورد انتظار باشد، آنگاه متغیر y متناظر با آن موقعیت را بیان می‌کند. برای مدل نیم‌واریانس فوق، نرخ بازده مورد انتظار سبدسهام بین مقادیر حداکثر و حداقل مقدار قرار دارد. E_{min} بیانگر حداقل مقدار ممکن برای بازده سبدسهام و E_{max} نیز نشانگر بیشترین مقدار ممکن برای بازده سبدسهام است و مقدار آن برابر با حداکثر مقدار میانگین‌های بازده سهام مورد بررسی می‌باشد. نکته مهم برای حل مدل سنجه نیم‌واریانس، مشخص شدن مقادیر مختلف نرخ بازده مورد انتظار در بازه حداکثر و حداقل مقدار بازده می‌باشد. برای هر بازده خاص نیم‌واریانس سبدسهام مشخص می‌گردد. سرمایه‌گذار با مشخص شدن درصد سرمایه‌گذاری در هر سهم از سبدسهام می‌تواند راه حل‌ها را جستجو کرده و سبد مورد رضایت خود را جهت سرمایه‌گذاری تشکیل دهد.

مدل میانگین – ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی

رواکافلر و یورسیو یک سنجه ریسک جدید را معرفی کردند و نام آن را ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی (Conditional value at risk) نامیدند[۱۱]. ارزش در معرض ریسک حداقل مقدار زیان متناظر با بدترین حالت را مشخص می‌کند، 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[۱۱]. اگر بازده‌های آینده در دسترس باشد انتخاب پرتفوی به روش میانگین- ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی می تواند بصورت برنامه‌ریزی خطی فرموله شود. از آنجا که r ماتریس بازده و rx بازده‌های سبدسهام می‌باشد. بنابراین، زیان‌ها را می توان با rx - نشان داد. این مدل سعی می‌کند ارزش موردانتظار همه بدترین زیان‌ها را در سطح (α -1) درصد بیان می‌شود. مدل زیر مسئله انتخاب سبد سهام را با توجه به مفاهیم سنجه ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی به تصویر می‌کشد:

$$Minimize \qquad \eta + \frac{1}{(1-\alpha)^s}\sum_{i=1}^{s} y_i$$

$$Subject\ to \qquad y_i \geq \sum_{j=1}^{n}[(-r_{ij}) - \eta]$$

$$y_i \geq 0$$

$$X'\mu = E_{\min}$$

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

$$X \geq 0$$

اگر تعداد سناریوهای زیان بیشتر از مقدار ارزش در معرض ریسک باشد آنگاه متغیر y مقادیر مختلف اما دقیقی بین میزان زیان و ارزش در معرض ریسک می‌پذیرد. اگر سناریوهای زیان کمتر از ارزش در معرض ریسک باشد آنگاه متغیر y مقدار صفر را می‌گیرد. از اینرو، توزیع y بیانگر دنباله توزیع زیان‌های بیشتر از ارزش در معرض ریسک است و میانگین می‌تواند با تقسیم مجموع وزن‌ها بر (1-α) درصد بدست‌آید.

مدل پیشنهادی تحت سنجه ریسک ترکیبی بصورت چندزمانه

در مدل میانگین- نیم‌واریانس- ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی، از دو معیار ریسک و یک معیار برای اندازه‌گیری بازده بطور همزمان استفاده می‌شود. ما یکی از سنجه‌های اصلی ریسک را نیم‌واریانس به‌همراه سنجه ریسک یعنی ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی به طور همزمان برای اندازه‌گیری ریسک و انتخاب سبدسهام مطلوب در نظر می‌گیریم. چرا که نیم‌واریانس به عنوان سنجه ریسک نامطلوب بسیاری از سرمایه‌گذاران علاقمند به استفاده از نیم‌واریانس به عنوان تحلیل‌گر ریسک نامطلوب هستند. ازطرفی، برخی از سرمایه‌گذاران ممکن است تصمیمات سرمایه‌گذاری چندگانه درمدت زمانی معین برای بدست آوردن سود بیشتر در نظر داشته باشند. اگر اطلاعات جزئی در مورد سهام نگهداری شده در مدت نگهداری موجود باشد، این مورد می‌تواند به اصلاح ترکیب سهام در سبد کمک کند و موجب زیاد شدن بازده سبدسهام و نیز کاهش زیان ناشی از تشکیل سبد شود. همچنین، سرمایه‌گذاری مایل به تصمیم‌گیری چندگانه در طول مدت زمان نگهداری می‌باشد که در مورد مسئله انتخاب سبد سهام چندزمانه آگاهی داشته باشد. بنابراین، ما زمانی با مدت زمان سرمایه‌گذاری چندگانه مواجه هستیم که نتیجه بهینه‌تری را نسبت به سرمایه‌گذاری تک‌زمانه شاهد باشیم. اما باید به این نکته توجه داشت که اصلاح پرتفوی موجب اضافه شدن هزینه معاملاتی می‌شود. هزینه‌های معاملاتی معمولاً مزیت سرمایه‌ای است زمانی که سرمایه سرمایه‌گذاری شده نسبتاً زیاد باشد. ما فرض می‌کنیم که سرمایه‌گذار می‌خواهد پول نسبتاً زیادی

را برای سرمایه‌گذاری هزینه کند بنابراین، هزینه‌های معاملاتی نقش موثری در مسئله انتخاب سبدسهام بصورت چندزمانه ایفا نمی‌کنند. از طرف دیگر، ما محدودیت‌های ناشی از این دست هزینه‌ها را وارد مدل می‌نماییم تا جواب بهتری دریافت نماییم. مدل مد نظر ما برای مسئله انتخاب سبدسهام چندزمانه، براساس سه پارامتر اصلی بنا نهاده شده‌است: ارزش مورد انتظار، نیم‌واریانس، سنجه دیگر ریسک (ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی). این پارامترها در شرایطی مسئله ما را حل خواهند کرد که ارزش موردانتظار به حداکثر مقدار خود، نیم‌واریانس و ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی به حداقل مقدار ممکن با توجه به ثروت نهایی برسند. درانتخاب سبدسهام بصورت چندزمانه ما از واژه ارزش موردانتظار بجای بازده موردانتظار استفاده می‌نماییم، چراکه، ما به ثروت پایانی در پایان آخرین زمان توجه می‌کنیم. ازطرفی، برنامه‌ریزی دینامیک، که هدف‌اش بهینه‌سازی مسئله چندمرحله‌ای با توجه به مرحله نهایی است، می‌تواند ما را در حل مسئله انتخاب سبدسهام چندزمانه یاری نماید. مسئله برنامه‌ریزی دینامیک، بطور متوالی با توجه به مراحل و همچنین قابلیت تفکیک نمودن تابع هدف حل می‌شود. مراحل در مدل ما همان مدت زمان سرمایه‌گذاری مختلف است. در نظر بگیریم مسئله برنامه‌ریزی دینامیک با N مرحله از تابع هدف زیر پیروی می‌کند:

$$g[r_N(X_N,D_N),r_{N-1}(X_{N-1},D_{N-1}),...,r_1(X_1,D_1)]$$

در تابع فوق $r_i(X_i,D_i)$ بیانگر ویژگی‌های i امین مرحله است. تابع فوق قابل تفکیک شدن است و بصورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$g[r_N(X_N,D_N),r_{N-1}(X_{N-1},D_{N-1}),...,r_1(X_1,D_1)]=$$
$$g_1[r_N(X_N,D_N),g_2(r_{N-1}(X_{N-1},D_{N-1}),r_{N-2}(X_{N-2},D_{N-2}),...,r_1(X_1,D_1))]$$

در تابع فوق، g_1 و g_2 توابع ارزش واقعی می‌باشند. در مسئله بهینه‌سازی ما، نیم‌واریانس به عنوان تابع‌هدف می‌باشد. این تابع تفکیک‌پذیر نمی‌باشد از اینرو، از برنامه‌ریزی دینامیک نمی‌توان برای حل آن استفاده نمود. ما مسئله چندزمانه را بصورت یک مسئله بهینه‌سازی واحد در نظر می‌گیریم و تخمین تغییرات بین زمان‌ها را برای حل مدل، در محدودیت‌ها قرار می‌دهیم. حال فرض کنیم T مدت تصمیم‌گیری وجود دارد که ما باید در ابتدای هر زمان تصمیمات خود را اتخاذ نماییم. تعداد تصمیمات سرمایه‌گذاری از صفر تا T بیانگر ابتدای تصمیمات سرمایه‌گذاری است و همچنین، T-1 برای پایان مدت زمان‌ها می‌باشد. تعدادسهام موجود قابل سرمایه‌گذاری n مقدار است ونیز $e_0,e_1,...,e_{T-1}$ و $X_0,X_1,\ldots,X_{T-1}$ به ترتیب بیانگر بردار میانگین بازده‌ها و بردار درصد سرمایه‌گذاری درسهام مختلف برای مدت زمان‌های $0,1,\ldots,T-1$ است. همچنین، $u_0,u_1,\ldots,u_{T-1}$ دارایی موجود برای سرمایه‌گذاری در مدت

زمان‌های $1,2,\ldots,T$ را نشان می‌دهد و u_T ارزش سبدسهام در پایان آخرین مدت زمان است. ما فرض می‌کنیم یک واحد سرمایه موجود برای سرمایه‌گذاری در آغاز زمان وجود دارد، یعنی $u_0=1$. در حل مدل سه شاخص مهم وجود دارد، $i= 0,1,\ldots,T-1$ و $j= 1,2,\ldots,n$ و $k=1,2,\ldots,s$ که به ترتیب نشان‌دهنده مدت زمان‌های سرمایه‌گذاری، تعداد سهام و تعداد سناریوهای بازده‌ها برای آخرین مدت زمانی می‌باشند. فرمول‌بندی اصلی مدل بصورت زیر است:

$$Minimize \quad [semi\ \mathrm{var}iance(u_T), RM(u_T), -E(u_T)]$$

$$A = 0$$

$$X_i^j \geq 0 : j = 1,2,...,n, i = 0,1,...,T-1$$

$$A = u_i - \sum_{j=1}^{n} X_i^j : i = 0,1,...,T-1$$

$$u_{i+1} - (ui + \sum_{j=1}^{n} \left| X_i^j e_i^j \right|) : i = 0,1,...,T-1$$

تساوی A به ما این اطمینان را می‌دهد که سرمایه‌گذاری در هر زمان برابر با ثروت موجود در آغاز آن مدت زمان است و مجموعه دوم تساوی باعث اطمینان از ثروت وجود سرمایه‌گذاری در هر زمان، برابر با ثروت موجود در آغاز مدت زمان قبلی بعلاوه میزان سود(زیان) بدست آمده در مدت زمان قبلی است. میانگین بازده‌های سهام برای آغاز T-1 مدت زمان و سناریوهای بازده سهام برای پایان مدت زمان T فرض می‌کنیم که شناخته شده‌است و مقدار آن مشخص می‌باشد. نیم‌واریانس و سنجه دیگر ریسک، با محاسبه آنها بر اساس این سناریوها و استفاده از کسر سرمایه‌گذاری و بازده مورد انتظار در آخرین مدت زمانی، به حداقل مقدار خود می‌رسند. ارزش مورد انتظار، بیانگر حداکثر مقدار ثروت‌نهایی با توجه به کل مدت زمانی است. ما نیم‌واریانس را به عنوان ریسک مرجع در نظر می‌گیریم و آن را در تابع هدف مدل قرار می‌دهیم و در محدودیت‌های مدل، ارزش مورد انتظار و سنجه دیگر ریسک قرار می‌گیرند و سپس به کمک روش محدودیت ϵ مسئله را حل می‌نماییم. با توجه به آنچه بیان شد مدل پیشنهادی چندهدفه- چندزمانه(میانگین- نیم‌واریانس- ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی)با محدودیت هزینه معاملاتی بصورت زیر فرموله می‌شود:

$$Minimize \quad SV(X) = \frac{1}{s}\sum_{i=1}^{s} y_k^2$$

$$Subject\ to \quad y_k \geq \sum_{j=1}^{n} [e_{T-1}^{j} - r_{kj}]X_{T-1}^{j} : k = 1,2,,\ldots,s$$

$$y_k \geq 0 : k = 1,2,,..,s$$

$$\eta + \frac{1}{(1-\alpha)^s}\sum_{k=1}^{s}(a_k) \leq z$$

$$a_k \geq \sum_{j=1}^{n}(-r_{ij}X_j) - \eta] : i = 1,2,\ldots,s$$

$$a_k \geq 0 : k = 1,2,\ldots,s$$

$$\sum_{j=1}^{n}(1+b_j)mc_jX_i^j + \sum_{j=1}^{n} f_i^j Z'_j \leq C : i = 0,1,\ldots,T-1$$

$$L_i^j Z_i^j \leq X_i^j \leq U_i^j Z_i^j$$

$$\sum_{j=1}^{n} Z_i^j \leq N : i = 0,1,\ldots,T-1$$

$$u_T \geq d$$

$$A = 0$$

$$\sum_{j=1}^{n} X_i^j = 1 : i = 0,1,\ldots,T-1$$

$$X_i^j \geq 0 : j = 1,2,\ldots,n : i = 0,1,\ldots,T-1$$

$$Z'_j \in \{0,1\}$$

در مدل ارائه شده، c_j معرف هزینه خرید سهم jام می‌باشد و برای حل مدل آن را قیمت سهم jام در نظر می‌گیریم. مقدار قیمت هر سهم از سایت رسمی بورس اوراق بهادار تهران استخراج شد، که جزئیات آن در جدول ۱ نشان داده شده‌است. b_j هزینه تناسبی معاملاتی سهم jام می‌باشد و در مدل ۵٪ در نظر گرفته شده‌است. هزینه تناسبی نسبتی از هزینه خرید سهام است که علاوه بر هزینه خرید سهم توسط خریدار پرداخت می‌شود مانند هزینه کارگزاری. از آنجا که ما برای بدست آوردن هزینه متغیر معاملاتی به تعداد سهم خریداری شده نیاز داریم متغیر m که بیانگر حجم سبدسهام می‌باشد، تعریف می‌شود. برای حل مسئله، فرض براین است که $m=۱۰۰$ می‌باشد. Z'_j متغیری از نوع صفر و یک است که برای هرسهم تعریف می‌شود. اگر $Z'_j=۱$ باشد نشان می‌دهد سهم j در سبدسهام سرمایه‌گذاری قرار دارد و تحت بررسی قرار می‌گیرد و اگر $Z'_j=۰$ باشد قرار نگرفتن سهم j را در سبد نشان می‌دهد. پارامتر C حداکثر مقدار پولی است که سرمایه‌گذار می‌تواند در سبدسهام سرمایه‌گذاری کند. ما این متغیر را برای حل مدل، ده میلیون ریال در نظر گرفتیم. از دیگر متغیرهایی که در محدودیت مدل تعریف شده است، دو متغیر L و U است که به ترتیب بیانگر حدپایین و بالای میزان سرمایه‌گذاری در هرسهم هستند. فرض شده است که سرمایه گذار در هر سهم نمی‌تواند بیشتر از ۵۰ درصد کل سبدسهام، سرمایه‌گذاری نماید، به لحاظ اینکه در تحقیق، یکی از اهداف کاهش ریسک سیستماتیک با استفاده از متنوع نمودن

سرمایه‌گذاری است، تمرکز سرمایه‌گذاری برروی یک سهم خاص (بیش از پنجاه درصد) با این هدف در تناقض می‌باشد. همچنین، متغیرN میزان سهامی که سرمایه‌گذار علاقمنداست از تعداد سهام موجود، در سبد خود نگهداری نماید را نشان می‌دهد. 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 سبدسهام را با توجه به ترکیبات مختلف سهام و بازده موردانتظار اندازه می‌گیرد.

پیاده‌سازی مدل‌ها در بازارسرمایه ایران

در این قسمت به پیاده‌سازی مدل‌های ارائه شده در بازارسرمایه ایران پرداخته می‌شود . جدول۱ نام سهام شرکت‌های مورد بررسی بهمراه سناریوهای بازده را نشان می‌دهد. ورودی بازده سهام این پانزده سهم بصورت دوره‌های ماهانه برای دوازده ماه منتهی به ۱۳۹۸/۱۲/۲۹می‌باشد. در واقع ورودی اصلی ما برای حل مدل‌ها بازده سهام این پانزده سهم می‌باشد. مدل‌های ارائه شده به کمک نرم‌افزار lingo حل شده‌است. لازم به ذکر است که کلیه نمودارها در قالب نرم افزار matlab کدنویسی شده‌است.

جدول۱. سهام وسناریو بازده سهام شرکت‌های مورد بررسی در بازارسرمایه ایران(۲-۱۰×)

نام سهام	ساپپا	غدیر	بوعلی	ملت	کارآفرین	ترانسفو	مپنا	صنایع بهشهر	سینا	ساپپاآذین	صنعت ومعدن	توکافولاد	اراک	پتروشیمی	چادرملو
تاریخ	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰	X۱۱	X۱۲	X۱۳	X۱۴	X۱۵
زمان اولین	۰/۵	۳۰	۲۷	۷	۷	-۲	۱۹	۱۴	۲۰	۲	۱۲	۲۱	۱۶	۱۴	۱
زمان دومین	۰/۰۶	۹	-۱	-۲	-۱	-۱۴	۴	۳	-۲	۴	-۳	-۱	۱۹	۵۱	-۰/۴
زمانی سومین	۰/۵	۳۰	۲۷	۷	۷	-۲	۱۹	۱۴	۲۰	۲	۱۲	۲۱	۱۶	۱۴	۱
	۷	-۹	-۲	۴	۲	۲۱	۱۳	-۶	-۴	۲	-۶	۸	۱۶	-۲۶	۴
	-۵	۱۹	۲۹	۱	۰/۷	-۵	۳۲	۱	۰/۳	۳	۰/۷	۱۵	۴۷	-۱۴	۰/۹
	-۶	۶	۸	۰	-۳	۵	۲	۱	۹	-۲	۷	-۰/۸	۱۹	-۰/۵	۱۰
	۲۶	۳۴	۰	۱۳	۲۹	۳۹	۱۶	۹	۲۱	۲۰	۴۵	۳	-۸	۴۷	۸
	۱۵	-۱	۱۰	۱۲	-۱	-۶	-۶	۱۵	۱۰	۱	۲۳	۵	-۲۱	-۱۱	-۳
	-۱۷	-۱۲	-۱۹	-۵	-۳	-۶	-۱۳	-۳	-۳	-۱۱	-۴	۱	-۹	-۱۷	-۳
	-۰/۶	۱۵	-۳	-۴	۱	۵	۱۲	۹	۹	۸	۲۶	۷	-۹	-۶	۰/۱
	۷	۳	۲۵	۴	-۱	۱	۱	۲۹	۸	۵	۱۷	۴	۳	۱۱	۲
	۸	۸	۱۴	۷	۷	۷	۸	۸	۷	۱	-۱	۱۶	-۷	۱۱	۴

ابتدا مدل میانگین- نیم‌واریانس برای پانزده سهم مورد بررسی در بازارسرمایه پیاده‌سازی می‌شود.

حداقل بازده و حداکثر بازده مورد انتظار به ترتیب ۰,۰۳۶۹ و ۰,۱۳۹۴ بدست می‌آید. جدول۲ بازده مورد انتظار و نیم‌واریانس به همراه درصد سرمایه‌گذاری در هرسهم را نشان می‌دهد.

جدول۲. بازده موردانتظار و نیم‌واریانس به همراه درصد سرمایه‌گذاری در هرسهم(10^{-2}×)

بازده مورد انتظار	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰	X۱۱	X۱۲	X۱۳	X۱۴	X۱۵	sv
۳/۶	۰	۰	۰	۲	۰	۰	۰	۱۵	۰	۰	۰	۱۳	۰	۰	۷۰	۰/۰۵
۴/۸	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۱۱	۰	۰	۰	۳۷	۰	۲	۴۷	۰/۰۶
۵/۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۲	۰	۰	۰	۵۶	۲	۳	۲۷	۰/۰۷
۷/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰	۶۶	۵	۴	۱۵	۰/۱
۸/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۵	۶۸	۱۱	۲	۴	۰/۱۴
۹/۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴	۵۶	۲۰	۰	۰	۰/۱۹
۱۰/۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۷	۳۲	۳۱	۰	۰	۰/۳۲
۱۱/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۵۰	۷	۴۳	۰	۰	۰/۵۵
۱۲/۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۲	۰	۶۸	۰	۰	۱
۱۳/۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۲/۷

سپس مدل میانگین- ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی برای پانزده سهم مورد بررسی در بازارسرمایه پیاده‌سازی می‌شود و با سطح اطمینان ۹۵درصد حداقل بازده و حداکثر بازده موردانتظار به ترتیب ۰,۰۶۸۷ و ۰,۱۳۹۴ بدست آمده‌است .

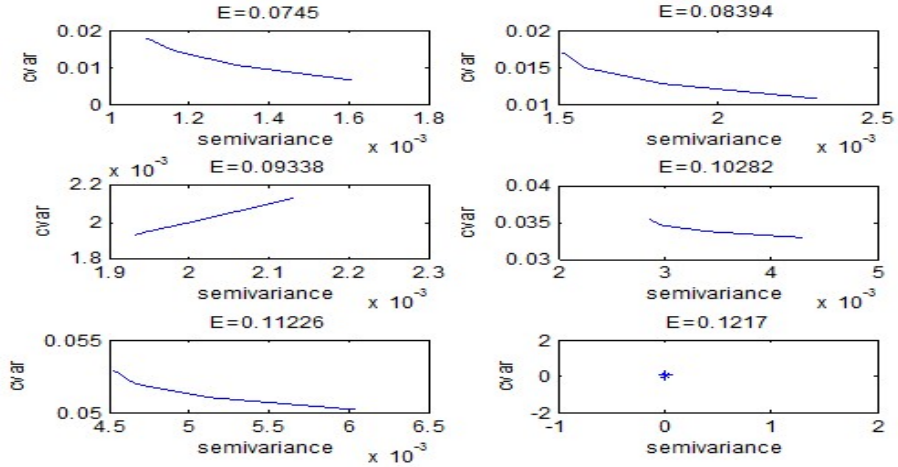
جدول۳. بازده مورد انتظار و ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی به همراه درصد سرمایه‌گذاری درهرسهم(10^{-2}×)

بازده مورد انتظار	X۱	X۲	X۳	X۴	X۵	X۶	X۷	X۸	X۹	X۱۰	X۱۱	X۱۲	X۱۳	X۱۴	X۱۵	cvar
۶/۸	۰	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶	۰	۸۴	۰	۰	۵	۰
۷/۲	۰	۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳	۰	۸۷	۰	۰	۱	۰
۸/۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۹	۷۶	۳	۲	۰	۰
۸/۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱	۷۵	۲۴	۰	۰	۰/۸
۹/۷	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۷	۵۹	۳۴	۰	۰	۲/۳
۱۰/۶	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳	۴۴	۴۳	۰	۰	۳/۸
۱۱/۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۹	۲۸	۵۳	۰	۰	۵/۳
۱۲/۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۵	۱۲	۶۳	۰	۰	۶/۸
۱۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۴	۰	۷۶	۰	۰	۱
۱۳/۹	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰	۰	۰	۲/۱

جدول ۴ یکی از نتایج حل مدل پیشنهادی(میانگین – نیم‌واریانس- ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی) بصورت چندزمانه و با محدودیت هزینه‌های معاملاتی را به همراه درصد سرمایه‌گذاری در هرسهم با استفاده از بازده‌های پانزده سهم در بازارسرمایه ایران را به تصویر می‌کشد. نمودار۱ نیز با کمک جدول ۴ نمودار مرز کارا را برای این مدل نشان می‌دهد.

جدول ۴. یکی از نتایج حل مدل پیشنهادی

sv	cvar	بازده	x۱	x۲	x۳	x۴	x۵	x۶	x۷	x۸	x۹	x۱۰	x۱۱	x۱۲	x۱۳	x۱۴	x۱۵
۰/۱۶	۱/۲	۱۰۸	۳۷	۰	۰	۰	۰	۲۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰
			۴۰	۱۲	۰	۰	۰	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰
			۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۱۳	۴۰	۰	۴	۰	۰	۴۰	۰
۰/۱۸	۱/۴	۱۰۹	۱۷	۰	۰	۰	۰	۴۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰
			۰	۳۶	۰	۰	۰	۲۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰
			۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۸	۰	۲۲	۴۰	۰	۰	۰
۰/۲۳	۲/۴	۱۰۹	۳۸	۰	۰	۰	۰	۲۲	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰
			۴۰	۱۲	۰	۰	۰	۸	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰
			۰	۰	۴۰	۰	۰	۰	۰	۱۶	۰	۰	۴	۴۰	۰	۰	۰
۰/۴۱	۹/۲	۱۱۰	۱۷	۰	۰	۰	۰	۴۰	۰	۰	۳	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰
			۰	۳۶	۰	۰	۰	۲۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰
			۰	۰	۴۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۰	۲۰	۰	۰	۰



نمودار۱ . مرز کارای مدل(میانگین – نیم‌واریانس- ارزش در معرض ریسک شرطی چندزمانه)

بحث و نتیجه‌گیری

با مشاهده نتایج مدل‌های انتخاب سبدسهام با سنجه‌های منفرد و ترکیبی در می‌یابیم که سهام شماره‌های یازده، دوازده، سیزده از اهمیت زیادی برخوردار هستند و 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. همانطور که پیشتر اشاره‌شد، استفاده از یک سنجه ریسک برای اندازه‌گیری میزان ریسک سبدسهام بهترین راه برای حل مسئله نیست. تصمیم گرفتن در مورد بهترین سنجه برای همه مسئله‌ها نشدنی است. دلیل مهم این امر آن است که هرسنجه ریسک عملکرد و کاربردهای مخصوص به خود را دارد و دلیل خاص خود را می‌طلبد. بنابراین، نتایج متفاوتی را منجر خواهدشد. همچنین، از نظر سرمایه‌گذار مدل چندهدفه ارائه شده بر مدل‌های موجود و متداول برتری دارد، چرا که جواب بهتر و چندبعدی نسبت به سایر روش‌ها بدست آمده‌است. در ادامه، با بررسی جداول بدست آمده از حل مدل چندهدفه، مشاهده می‌شود که تمرکز بر روی یک یا چندسهم خاص برداشته‌شده و درکل سبد پخش می‌شود که این امر خود به کاهش ریسک کمک می‌کند. همچنین، با مقایسه نمودارهای حاصل از حل این نوع مدل چندهدفه با مدل‌های ساده می‌توان نتیجه گرفت، شیب بین دو سنجه ریسک در مدل‌های چندهدفه با هزینه معاملاتی کمتر است، یعنی با تغییر مقدار یک سنجه‌ریسک، سنجه دیگر تغییر کمتری خواهد کرد، بنابراین، نوسان ریسک سبدسهام برای سرمایه‌گذار کمتر از گذشته می‌شود. همچنین، ما فرض مهم چندزمانه بودن، را بیان کردیم. چندزمانه بودن در واقع به سرمایه‌گذار این امکان را می‌دهد تا در طول مدت نگهداری بتواند در چندزمان به اصلاح و تغییر ترکیب سبدسهام برای دستیابی به سود بیشتر بپردازد. در انتخاب سبدسهام بصورت چندزمانه ما از واژه ارزش موردانتظار بجای بازده موردانتظار استفاده می‌نماییم، چراکه، ما به ثروت پایانی در پایان آخرین زمان توجه می‌کنیم. با توجه به جداول چندبعدی بدست آمده از حل این نوع مدل چندزمانه، شاهد آن هستیم که برای یک ارزش موردانتظار و سنجه ریسک خاص سه سبد در سه زمان مختلف نشان داده خواهدشد. جداول بدست آمده تنوع زیاد ترکیب سبدسهام را بازگو می‌کند. با زیاد شدن ارزش موردانتظار سرمایه‌گذار، می‌توان گفت، تنوع سهام نسبتاً بیشتر و جالب‌تر می‌شود. لذا، انتخاب سبدسهام مطلوب با استفاده از این مدل‌ها به سرمایه‌گذار یک دید کلی در مورد ترکیب سبدسهام می‌دهد و او را در تحلیل سهام قبل از تصمیم‌گیری یاری می‌دهد. ازطرفی، سرعت بیشتر در مدل‌های ارائه شده نسبت به سایر مدل‌ها با توجه به حجم محاسبات و تعداد سنجه‌های محاسباتی به دلیل استفاده از برنامه‌ریزی خطی و کاهش مسئله‌های قابل حل، از ویژگی مدل‌های ارائه شده است که خود می‌تواند موجب کاهش زمان و هزینه، برای تصمیم‌گیری

سرمایه‌گذار شود. در ایران علاوه بر اینکه، برخی از سنجه‌های منفرد ریسک استفاده نشده یا کمتر مورد توجه قرار گرفته است، کاربرد مدل‌های چندهدفه-چندزمانه انتخاب سبد سهام مطلوب با محوریت سنجه نیم‌واریانس دربستر بازارسرمایه بررسی نشده است. از اینرو، ارائه مدل‌های یکپارچه چندهدفه در بازار بورس ایران بصورت چندزمانه از نوآوری‌های این تحقیق می‌باشد و بالاخره می توان گفت، این مدل‌ها تعریف عناصر ریسک را ارتقاء داده و دید مختلفی نسبت به مدل‌های موجود برای سرمایه‌گذاران فراهم می‌کنند.

در پایان، با توجه به تجزیه و تحلیل مدل‌ها و فرآیند حل آنها، پیشنهاد می‌گردد برای کارهای آتی، به موضوع انتخاب سبدسهام چندهدفه -چندزمانه تحت محدودیت‌های احتمالی توجه شود تا منجر به حصول نتایج مفیدتری در مسئله انتخاب سبدسرمایه‌گذاری گردد.

منابع

[۱]پیکانی، پژمان، محمدی، عمران، برزین‌پور، فرناز، جندقیان، علیرضا،(۱۳۹۹)، نشریه علمی و پژوهشی مدیریت فردا، سال۱۹، شماره ۶۲، ص ۱۹۵-۲۰۶.

[۲]جلالیان، حمیدرضا، (۱۳۹۹)، بررسی اثرات نویز بر مسئله بهینه‌سازی سبدسهام، مجله مهندسی سیستم و بهره‌وری، سال اول، شماره۳، ص ۷۳-۸۴.

[۳]فرخی، مجتبی، فلاح، محمدمهدی، (۱۳۹۸)، توسعه یک مدل برنامه‌ریزی امکان چندهدفه برای انتخاب سبدسهام، تحقیق‌درعملیات، ۱۶(۳)، ۲۱-۳۶.

[۴]عمرانی، هاشم، مشایخی، زهرا، (۱۳۹۶)، انتخاب سبدسهام چندهدفه با ترکیب مدل مارکویتز و تحلیل پوششی داده‌ها، مجله مهندسی صنایع و مدیریت شریف، شماره۰۱/۱، ص ۸۷-۹۴.

[۵]محبی، نگین، نجفی، امیرعباس، (۱۳۹۷) ، بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری چنددوره‌ای با رویکرد برنامه‌ریزی پویا، مطالعات مدیریت صنعتی، ۱۶(۵۰) ،ص ۱-۲۶.

[۶]مشرفی، محمد، بهنامیان، جواد، (۱۳۹۸)، بهینه‌سازی چندهدفه با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی و الگوریتم ژنتیک، دوفصلنامه مدیریت مهندسی و رایانش نرم، شماره۵(۱)، ص ۷۳-۱۰۱.

[۷]ادریان، تی، برونرمیر، ام،کا، (۲۰۱۶)، تفاضل ارزش‌درمعرض‌ریسک‌شرطی، مجله اقتصاد آمریکا، ۱۰۶(۷)، ۱۷۰۵-۱۷۴۱،سریال:w۱۷۴۵۴/۱۰,۳۳۸۶.

[۸]کونگ، اف، اوسفرل، سی، دابلیو، (۲۰۱۶)، بهینه‌سازی پرتفوی میانگین واریانس چنددوره‌ای براساس شبیه‌سازی مونت‌کارلو، مجله اقتصاد مقیاس و کنترل، ۱-۲۳.

[۹]عیوضلو، ر، رامش، م، (۲۰۲۰)، اندازه‌گیری ریسک سیستمی از طریق کسری موردانتظار نهایی و مشروط دلتا در معرض ریسک و رتبه‌بندی بانک‌ها، مدیریت دارایی و تامین مالی، ۲۷(۴).۱-۱۶.

[۱۰]هوانگ، ایکس، کیائو، (۲۰۱۲)، مدل شاخص آریسک برای انتخاب پرتفوی نامشخص چنددوره‌ای، علوم اطلاعات، ۱۰۸،۲۱۷-۱۱۶.

[۱۱]کانداسمی، هری، (۲۰۰۸)، انتخاب پورتفولیو تحت ریسک نزولی بااولویت نابرابر، مشاور:کوستروا، دکترای فلسفه، علوم ریاضی، گروه علوم ریاضی، دانشگاه کلمسون.

[۱۲]کمالی، ر، جهاندیده، م، (۲۰۱۹)، بهینه‌سازی مدل پرتفوی چنددوره‌ای پس از برازش بهترین توزیع، نامه‌های پژوهشی مالی، (۳۰)، ۴۴-۵۰.

[۱۳]کونو، اچ، یامازاکی، اچ، (۱۹۹۱)، مدل بهینه‌سازی پرتفوی انحراف میانگین مطلق و کاربردهای آن در بازارسهام توکیو، علم مدیریت، ۳۷(۵):۵۱۹-۵۳۱.

[۱۴]کومار، سی، نجمودوجا، ام، (۲۰۱۸)، چارچوب جدیدی برای مدل انتخاب پورتفولیو با استفاده از ANFIS اصلاح شده و مجموعه‌های فازی، مجله کامپیوتر،۱۸۳(۳). ۴۵۳-۴۸۵.

[۱۵]لینسمیر، تی، جی، پرسون، ان، دی، (۲۰۰۰)، ارزش در معرض خطر، مجله تحلیلگران مالی، ۵۶ (۲): ۴۷-۶۷.

[۱۶]مارکویتز،اچ، (۱۹۵۲)، انتخاب پرتفو، مجله مالی،۷(۱):۷۷-۹۱.

[۱۷]مارکوویتز، اچ، (۱۹۵۹)، تخصیص پورتفولیو: بحث‌های درخصوص سرمایه‌گذاری، شرکت جان‌ویل و سونس، نیویورک، مونوگراف بنیاد کاولز.

[۱۸]نجفی، ا.ا، مشاخیان، س، (۲۰۱۵)، بهینه‌سازی نمونه کارها با میانگین تصادفی چندمرحله‌ای-نیم‌واریانس-ارزش در معرض خطر تحت هزینه‌های تراکنش، ریاضیات کاربردی و محاسبات، ۲۵۶، ۴۴۵-۴۵۸.

[۱۹]رسترپو، اچ، زنگ، دابلیو، میی، بی،(۲۰۲۰)، نقش متغیر زمانی پرتفوی دارایی‌های ترکیبی بلندمدت کاشت چوب تحت چارچوب میانگین-ارزش در معرض خطر شرطی، مجله سیاست و اقتصاد جنگل،A۱۱۳: ۱۰۲۱۳۶.

[۲۰]ساگلام، یو، بنسو، اچ، (۲۰۱۸)، بهینه‌سازی سبد چنددوره‌ای با محدودیت‌ها و تصمیمات گسسته، موجود در سایت https://ssrn.com/abstract=2932567.

[۲۱]استانیو، ای، روسو، ای، (۲۰۲۰)، ارزش شرطی تودرتو در انتخاب پرتفوی ریسک، مجله اروپایی تحقیقات عملیاتی، ۲۸۰ (۲)، ۷۴۱-۷۵۳.

[۲۲]سان، وای، وانگ، ایکس، (۲۰۱۶)، بهینه‌سازی پرتفوی چنددوره‌ای تحت اندازه‌گیری ریسک احتمالی، نامه تحقیقات مالی، ۱۸ ،۶۰-۶۶.