مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
شماره سی‌ودوم / پائیز ۱۳۹۶

بهینه‌سازی سبد سهام با معیارنسبت امید به ریسک قوت مالی آتی برمبنای بردار ویژه ماتریس مقایسات زوجی

کیخسرو یاکیده[۱]
غلامرضا محفوظی[۲]
مهشید گودرزی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۲۱

چکیده

هدف اصلی پژوهش حاضر، ارائه یک روش بهینه‌سازی سبد سهام، بر مبنای شاخص‌های مالی شرکت‌هاست. در این روش با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها از شاخص‌های مالی، نمرات کارایی متقاطع تولید می‌شوند. تفسیر ریاضی این نمرات که برای هر واحد تحت ارزیابی چندین عدد است، کارایی شرکت در شرایط محتمل آتی است. کارایی حاصل از مدلی که با شاخص‌های مالی اجرا شود را می‌توان قوت مالی شرکت تعبیر کرد. بنابراین کارایی متقاطع حاصل از اجرای مدل بر روی شاخص‌های مالی، می‌تواند قوت مالی شرکت در شرایط محتمل آتی قلمداد شود. از آن‌جا که آینده معلوم نیست منطقی است که قوت مالی محتمل آتی در قالب شاخص‌های امید و ریسک بیان شوند که همان میانگین و واریانس کارایی‌های متقاطع هستند. بر این اساس نسبت امید به ریسک قوت مالی آتی می‌تواند به‌عنوان معیاری برای انجام مقایسات زوجی بین شرکت‌ها به کار رود. بردار ویژه نظیر بزرگترین مقدار ویژه ماتریس مقایسات زوجی، اهمیت نسبی هر شرکت را منعکس می‌کند. این تحقیق، اهمیت نسبی شرکت‌ها را به‌عنوان مبنایی برای بهینه‌سازی سبد سهام پیشنهاد می‌کند. عملکرد روش براساس شاخص عملکردی شارپ مورد قبول و بهتر از عملکرد سبد بازار و یک روش مشابه دیگر است.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی سبد سهام، کارایی متقاطع ، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی.

۱- استادیار گروه مدیریت دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران (نویسنده مسئول)
yakideh@guilan.ac.ir
۲- استادیار گروه مدیریت دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۳- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.

۱- مقدمه

بهینه‌سازی سبد سهام، به مفهوم انتخاب ترکیبی بهینه از دارایی‌هاست که می‌تواند در کنار بیشینه-سازی بازده مورد انتظار، ریسک را به‌طور هم‌زمان کمینه کند (اوریاخی و لوکاس، ۲۰۱۱). مارکوویتز (۱۹۵۲) با ارائه مدلی برای بهینه‌سازی سبدسهام، نشان داد با تشکیل سبدی از دارایی‌های مالی می‌توان در سطح معینی از بازده، ریسک را کاهش داد یا در سطح معینی از ریسک، بازده را افزایش داد. اگرچه مدل مارکوویتز برای نخستین بار در تلفیق بیشینه‌سازی نرخ بازده و کمینه‌سازی ریسک موفق بود اما به‌جهت استفاده از بازده تاریخی شرکت‌ها مورد نقد است. منظور از بازده تاریخی مجموعه بازده‌های شرکت در دوره-های گذشته است. بازده تاریخی منعکس‌کننده آخرین وضعیت شرکت نیست و آینده لزوماً مطابق نظم موجود در گذشته شکل نمی‌گیرد، بنابراین استفاده از این داده‌ها ممکن است گمراه کننده باشد. از این‌رو برخی محققان پیشنهاد کرده‌اند بهتر است به‌جای استفاده از بازده تاریخی مجموعه‌ای از شاخص‌های مالی که بیانگر آخرین وضعیت مالی شرکت هستند مبنای بهینه‌سازی سبد سهام قرار گیرند. ایده استفاده از نسبت‌های مالی برای قضاوت در مورد آینده شرکت را می‌توان ابتدا در پژوهش ادریسینگ و ژانگ (۲۰۰۸) مشاهده کرد. آن‌ها با استفاده از مجموعه‌ای از شاخص‌های مالی، برای هر شرکت با روش تحلیل پوششی داده‌ها[۱] نمرات کارایی محاسبه کردند. ادریسینگ و ژانگ (۲۰۰۸) ورودی‌ها و خروجی‌های یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها را از میان نسبت‌ها و شاخص‌های شناخته شده مالی به‌گونه‌ای انتخاب کردند که به راحتی، از طریق داده‌های موجود در گزارش شرکت‌ها، در دسترس قرار گیرند. ایده استفاده از نسبت‌های مالی بعداً مورد توجه محققان قرار گرفت که در این میان، پژوهش لیم و همکاران (۲۰۱۴) با تکمیل و اصلاح پژوهش ادریسینگ و ژانگ (۲۰۰۸) قابل تأمل است. لیم و همکاران (۲۰۱۴) شاخص‌های مالی پیشنهادی ادریسینگ و ژانگ (۲۰۰۸) را برای محاسبه جدول کارایی متقاطع[۲] به‌کار بردند و نمرات کارایی‌های متقاطع حاصل از مدل دامنه تعدیل شده (RAM[۳]) که یکی از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاست را جایگزین سوابق بازده در چارچوب مدل میانگین _واریانس مارکوویتز کردند.

کارایی محاسبه شده در تحلیل پوششی داده‌ها، به نوعی ارزیابی در بهترین حالت است که با تخصیص بهترین وزن‌ها به هر شرکت حاصل می‌شود. اگر نمره کارایی هر شرکت با وزن‌های شرکت‌های دیگر محاسبه شود، ماتریسی حاصل می‌شود که به ماتریس کارایی متقاطع شهرت دارد.

در این پژوهش نمره کارایی هر شرکت با وزن‌های بهینه شرکت‌های دیگر محاسبه شده‌است که مشخص می‌شود هر شرکت در بهترین وضعیت خود و بهترین وضعیت رقبای خود چگونه عمل می‌کند. به عبارتی نمرات کارایی متقاطع را می‌توان نشانگری از وضعیت شرکت در مجموعه‌ای از شرایط قلمداد کرد که هریک به نفع شرکت یا یکی از رقباست. اگر شاخص‌های ورودی و خروجی از جنس شاخص‌های مالی باشند کارایی متقاطع را با مراجعه به رویکرد ادریسینگ و ژانگ(۲۰۰۸) می‌توان قوت مالی در شرایط محتمل آتی دانست. منظور از شرایط محتمل آتی هریک از شرایطی است که احتمال دارد در آینده رخ دهد که در این پژوهش

فرض شده‌است به تعداد شرکت‌ها شرایط آتی وجود دارد در هر یک از آن‌ها شرایط به نفع یکی از شرکت‌ها است.

میانگین قوت مالی آتی در واقع امید یا مقدار مورد انتظار قوت مالی است و واریانس آن منعکس کننده نااطمینانی مرتبط با این مقدار مورد انتظار است بر این اساس برای هر شرکت از طریق تقسیم میانگین به واریانس نمرات کارایی متقاطع یک شاخص امید به ریسک قوت مالی آتی می‌توان محاسبه کرد و آن را به‌عنوان شاخص ارزیاب برای انجام مقایسه بین شرکت‌ها به کار برد. با مقایسه زوجی شرکت‌ها بر مبنای این شاخص، ماتریس مقایسات زوجی تشکیل می‌شود. بر اساس روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP[۴]) بردار ویژه ماتریس مقایسات زوجی نشان دهنده اهمیت نسبی شرکت‌ها از حیث شاخص ارزیاب است.

بردار ویژه ماتریس مقایسات زوجی در روش تحلیل سلسله مراتبی از طریق انجام برخی محاسبات ساده تقریب زده می‌شود(محمدی وحسینی زاده، ۱۳۸۶). i امین عنصر بردار ویژه منعکس‌کننده اهمیت نسبی واحد i ام است.

نکته مهم در مورد اهمیت نسبی حاصل از روش تحلیل سلسه مراتبی این است که مقدار اهمیت نسبی حاصل از روش تحلیل سلسله مراتبی فقط ارجحیت گزینه‌ها نسبت به هم را منعکس نمی‌کند بلکه شدت ارجحیت هر گزینه بر گزینه دیگر را هم تعیین می‌کند(ساعتی، ۲۰۰۳). اگر بنا باشد سرمایه‌گذار به منظور اجتناب از ریسک اتفاقات پیش بینی نشده سرمایه‌گذاری خود را متنوع کند منطقی است که میزان بهتر بودن وضع هر شرکت نسبت به دیگر شرکت‌ها را در طرح تخصیص سرمایه خود ملاحظه نماید. اما این روش به همه شرکت‌های موجود در تحلیل وزن تخصیص می‌دهد به این معنا که خرید از سهام همه شرکت‌ها حتی به مقدار بسیار ناچیز توصیه می‌شود که توصیه معقولی نیست. این مقاله خرید سهم بر مبنای اهمیت نسبی شرکت‌ها را با محدود کردن تنوع خرید به پنجاه نوع سهم مورد بررسی قرار می‌دهد و با تکرار روش بر روی داده‌های سال‌های مختلف به بررسی و ارزیابی عملکرد روش پرداخته می‌شود.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

مارکوویتز اولین کسی بود که مفهوم سبد سهام و ایجاد تنوع را به صورت روشی رسمی بیان کرد. مدل مارکوویتز برمبنای بازده مورد انتظار و ریسک است. برخی محققان بر روش‌های حل مسئله نظیر روش الگوریتم ژنتیک (مشایخی و عمرانی، ۲۰۱۵)، حرکت تجمعی ذرات (دنگ و همکاران، ۲۰۱۲) (راعی و علی بیک، ۱۳۸۹)، روش جست‌وجوی شکار (الهی و یوسفی، ۱۳۹۳)، روش تبرید شبیه‌سازی‌شده (قدوسی و تهرانی، ۱۳۹۴) و غیره متمرکز شده‌اند. برخی محققان با انتقاد از شاخص واریانس به عنوان شاخص ریسک به ارائه شاخص‌های ریسک بهتر و مدل‌سازی برای بهینه‌سازی سبد سهام پرداختند. از پژوهش‌های نظری که بر ارزش در معرض ریسک به‌عنوان ابزار سنجش ریسک تأکید دارند، می‌توان به پژوهش جوریون (۱۹۹۶) اشاره کرد که بعدها در پژوهش‌هایی نظیر پژوهش گوه و همکاران (۲۰۱۲) به‌کار گرفته شد.

همچنین معیار ارزش در معرض خطر شرطی توسط اکربی و تاسچه (۲۰۰۲)، راکفلر و اوریوسو (۲۰۰۲) و کیسیال (۲۰۱۵) معرفی و به‌کار گرفته شد.

تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای بهینه‌سازی سبد سهام مبنایی جدید معرفی کرده‌است. این تکنیک روشی مبتنی بر برنامه‌ریزی خطی است که برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری[۵] که وظایف یکسانی انجام می‌دهند به‌کار می‌رود (مومنی، ۱۳۹۳). یک روایت ساده از تحلیل‌پوششی‌داده‌ها این است که این روش در واقع نوعی ارزیابی خوش بینانه است که هر بار با انتخاب یک واحد و تخصیص بهترین وزن‌ها نسبت خروجی موزون به ورودی موزون برای آن را حداکثر می‌کند، در حالی که این نسبت برای همه واحدهای مورد مقایسه طوری محدود شده که نمی‌تواند از یک تجاوز کند (جهانشاهلو و حسین‌زاده، ۱۳۸۵).

در پژوهش‌های متعددی از این روش برای حل مسائل مالی و انتخاب سبد سهام استفاده شده است که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های افشارکاظمی و خلیلی‌عراقی (۱۳۹۱)، باربد (۱۳۸۹)، ادریسینگ و ژانگ (۲۰۰۸)، بولین (۲۰۰۰) ، چن (۲۰۰۸) و لیم همکاران(۲۰۱۴) اشاره کرد.

به‌عنوان مثال محمدعلی افشار کاظمی و خلیلی‌عراقی(۱۳۹۱) در مقاله‌ای تحت عنوان «انتخاب سبد سهام در بررسی اوراق بهادار تهران با تلفیق روش تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی» به تعیین سبد بهینه پرداختند. نتیجه یک سبد متنوع ۸ سهمی است که با توجه به معیارهای ارزیابی عملکرد سبد سهام سنجیده شده و سبد موفقی قلمداد می‌شود.

چن(۲۰۰۸) در مقاله‌ای تحت عنوان «انتخاب سهام توسط تحلیل پوششی داده‌ها» انجام داده‌است. او مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای انتخاب سبدی از کاراترین شرکت‌های موجود در ۸ صنایع استفاده کرد. و در آخر سبدهای سهام بدست آمده از این دو مدل را با سبد حاصل از انتخاب بر مبنای شرکت و همچنین با میانگین بازده بازار مقایسه نمود که بر این اساس روش پیشنهادی او مورد قبول واقع شد.

برخی محققین اما مسئله را در قالب یک مسئله تصمیم‌گیری چند معیاره فرموله کردند که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های لی و همکاران(۲۰۰۸) و جانسون و سوونن(۲۰۰۳) اشاره کرد. در میان روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره روش فرآیند تحلیل سلسه مراتبی در موضوع بهینه‌سازی سبد سهام مورد توجه محققان قرار گرفته‌است که در این مقاله برداشت خاصی از این روش مورد استفاده قرار می‌گیرد که در ادامه بیشتر توضیح داده می‌شود.

فرآیند تحلیل سلسه مراتبی، تکنیکی است برای رتبه‌بندی مجموعه‌ای از گزینه‌ها که برای انتخاب بهترین، از یک مجموعه گزینه به‌کار می‌رود. این تکنیک، مسائل پیچیده را براساس آثار متقابل‌شان بررسی و آن‌ها را به شکلی ساده تبدیل می‌کند و به حل آن‌ها می‌پردازد (مهرگان،۱۳۹۲). ساعتی ادعا می‌کند فرآیند تحلیل سلسه مراتبی با سایر روش‌های تصمیم‌گیرنده فرق اساسی دارد. اگرچه روش‌های دیگر تصمیم‌گیری چند معیاره مثل تاپسیس و الکتره، ارجحیت را مشخص می‌کنند و رتبه‌بندی را انجام می‌دهند اما فرآیند تحلیل سلسه مراتبی، چقدر بهتر بودن هر گزینه را هم مشخص می‌کند(ساعتی،۲۰۰۳). بر این اساس وقتی قرار باشد مقداری پول بین مجموعه‌ای از سهم‌ها تخصیص یابد، این وزن‌ها دقیقاً می‌تواند منعکس کننده

این باشد که چقدر بیشتر برای هر گزینه سرمایه‌گذاری شود. در واقع زمانی که یک لیست از چقدر بهتر بودن گزینه‌ها را در اختیار داریم پاسخ روشن است که سرمایه‌گذاری باید به چه شکلی انجام گیرد. سرمایه-گذاری باید به نسبت بهتر بودن گزینه‌ها انجام شود.

برای استفاده از تکنیک فرآیند تحلیل سلسه مراتبی برای انتخاب سبد سهام می‌توان به پژوهش‌های ساعتی (۱۹۸۰)، تیریاکی اهلاتسیوگلو (۲۰۰۹) و سلیمان‌پور و همکاران (۲۰۱۵) اشاره کرد. تیریاکی اهلاتسیوگلو (۲۰۰۹) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی را جهت تعیین سبد سهام بهینه مورد استفاده قرار داد و سلیمان‌پور و همکاران(۲۰۱۴) در دو مرحله به تعیین و تشخیص سبد بهینه سهام پرداختند که در مرحله اول یک مدل ریاضی توسط الگوریتم ژنتیک حل و مجموعه‌ای از سبدهای سهام در مرز کارا شناسایی گردید سپس در مرحله دوم با استفاده از فرآیند تحلیل سلسه مراتبی سبد بهینه مشخص گردید.

در اغلب پژوهش‌ها بهینه‌سازی سبد سهام بر مبنای بازده تاریخی انجام شده است. لیم و همکاران(۲۰۱۴) مبنا را تغییر داده و از کارایی متقاطع حاصل از اجرای مدل تحلیل پوششی داده‌ها به‌منظور بهینه‌سازی سبد سهام استفاده کردند. پژوهش حاضر بر مبنای کار لیم و همکاران (۲۰۱۴) انجام می‌شود با این تفاوت که مدل مارکوویتز و اساساً مدل‌سازی بر مبنای معیارهای ریسک را پی نمی‌گیرد و به مسئله بهینه‌سازی سبد سهام به مانند بسیاری محققان دیگر به‌عنوان یک مسئله تصمیم‌گیری انتخاب و تخصیص نگاه می‌کند. ابتکار انجام مقایسات زوجی بر اساس شاخص امید به ریسک قوت مالی آتی با استفاده از جدول کارایی متقاطع و محاسبه میزان بهینه سرمایه‌گذاری در سبد با تعداد مشخص شرکت، تجربه انحصاری این پژوهش است.

۳- روش‌شناسی پژوهش

از حیث دسته‌بندی پژوهش‌ها بر حسب هدف این پژوهش یک پژوهش کاربردی است. ایده اصلی پژوهش ارائه روش بهینه‌سازی سبد سهام بر مبنای مقایسات زوجی معیار ارزیاب امید به ریسک قوت مالی آتی شرکت‌ها است. همان‌طور که گفته شد کارایی متقاطع حاصل از اجرای مدل بر روی شاخص‌های مالی است که قوت مالی شرکت در شرایط محتمل آتی را تشکیل می‌دهد.

برای تعیین سبدهای سهام حاصل از روش پیشنهادی این پژوهش و بررسی عملکرد آن مراحل زیر در نظر گرفته شده است.

۱- محاسبه شاخص‌های ورودی و خروجی/ ۲- اجرای مدل RAM / ۳- تشکیل جدول کارایی‌متقاطع
۴- تعیین شاخص ارزیاب برای هریک از شرکت‌ها/ ۵- تشکیل سبد سهام / ۶- ارزیابی عملکرد سبد سهام

۳-۱- تشریح مراحل انجام تحقیق

- **محاسبه شاخص‌های ورودی و خروجی**

استفاده از الگوی تحلیل پوششی داده‌ها، برای ارزیابی نسبی واحدها، نیازمند تعیین دو دسته از شاخص-ها با عنوان ورودی و خروجی است. در این پژوهش به پیروی از ادریسینگ و ژانگ (۲۰۰۸) و لیم و همکاران (۲۰۱۴) نسبت‌های سودآوری و رشد به‌عنوان خروجی (اهداف نهایی) و نسبت‌های نقدینگی، اهرمی و فعالیت به‌عنوان ورودی (برنامه و استراتژی‌های عملیاتی) در نظر گرفته شده است. در پژوهش ادریسینگ و ژانگ (۲۰۰۸) نشان داده شده است که کارایی حاصل از این شاخص‌ها با بازده و بازده دوره‌های بعد همبستگی معنی‌دار دارد.

- **اجرای مدل RAM**

مبنای همه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها تعدادی مدل اصلی نظیر مدل CCR[۶] ، مدل BCC[۷] و مدل جمعی (AD۸) است. مدل‌های پایه CCR و BCC برای داده‌های مثبت کاربرد دارند. به دلیل وجود اعداد منفی در داده‌های پژوهش، مدل جمعی به کار گرفته شده است. اما این مدل یک نقطه ضعف اساسی دارد زیرا فقط قادر به تشخیص کارا بودن یا نبودن واحدها است و تخصیص مقدار کارایی با این مدل ممکن نیست. مدل دامنه تعدیل شده(RAM) (کوپر و پاستور،۱۹۹۹) ویرایشی از مدل جمعی است که قادر به تخصیص مقدار کارایی به واحدهاست. در بسیاری از پژوهش‌ها، نظیر کار بر روی داده‌های مالی، مدل‌های پایه CCR و BCC بکار برده شده‌اند و از ملاحظه فوق غفلت شده‌است. فرم پوششی مدل دامنه تعدیل شده در رابطه (۱) ارائه شده است.

$$max \frac{1}{m+s}\left(\sum_{i=1}^{m}\frac{s_i^-}{R_i^-}+\sum_{r=1}^{s}\frac{s_r^+}{R_r^+}\right)$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^+ = x_{io} \qquad i = 1,\dots,m$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\lambda_j + s_r^+ = y_{ro} \qquad r = 1,\dots,s$$

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

$$\lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0$$

رابطه (۱)

در رابطه (۱) m تعداد ورودی‌ها و s تعداد خروجی‌هاست و اندیس j نشان دهنده هریک از واحدهاست. همچنین اندیس i ورودی‌ها و اندیس r خروجی‌ها را مشخص می‌کند. x_{ij} مقدار ورودی i ام واحد j و y_{rj} مقدار خروجی r ام واحد j است. ضمنا واحد تحت ارزیابی با اندیس o نشان داده می‌شود و متغیرهای کمکی (s_i^-, s_r^+) مربوط به i امین ورودی و j امین خروجی هستند. همچنین R^-_i و R^+_r به ترتیب بازه‌هایی برای ورودی‌ها و خروجی‌ها هستند که به‌صورت رابطه (۲)و رابطه (۳) تعریف شده است.

$$R_i^- = max(x_{ij}, j = 1, \dots, n) - min(x_{ij}, j = 1, \dots, n) \quad i = 1, \dots, n$$ رابطه (۲)

$$R_r^+ = max(y_{rj}, j = 1, \dots, n) - min(y_{rj}, j = 1, \dots, n) \quad r = 1, \dots, s$$ رابطه (۳)

دوگان مدل پوششی RAM که فرم مضربی در تحلیل پوششی داده‌ها است به‌صورت رابطه (۴) است:

$$\begin{aligned} &\min e_0 = \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} - \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} - w \\ &\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + w \le 0 \quad j = 1, \dots, n \\ &u_r \ge \frac{1}{m+s} R_r^+ \\ &v_i \ge \frac{1}{m+s} R_i^- \end{aligned}$$ رابطه (۴)

از طریق حل رابطه (۴) و دستیابی به u و v که بهترین وزن‌ها برای ورودی و خروجی‌های هر واحد می‌باشند، می‌توان جدول کارایی‌متقاطع را تشکیل داد.

- **تشکیل جدول کارایی‌متقاطع**

همانگونه که گفته شد اگر نمره کارایی هر شرکت با وزن‌های شرکت‌های دیگر محاسبه شود، ماتریسی حاصل می‌شود که به ماتریس کارایی متقاطع شهرت دارد. تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی خود را به‌صورتی خوش‌بینانه انجام می‌دهد، به این صورت که به واحد تحت ارزیابی بهترین وزن‌های ممکن (مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌ها) را نسبت می‌هد. حال اگر نمره کارایی هر شرکت با وزن‌های بهینه شرکت‌های دیگر محاسبه شود مشخص می‌شود هر شرکت در بهترین وضعیت خود و بهترین وضعیت رقبای خود چگونه عمل می‌کند. در واقع کارایی متقاطع به‌عنوان وضعیت نسبی شرکت در شرایط محتمل آینده تفسیر می‌شود چرا که شرایط به هر حال به‌نفع یکی از شرکت‌ها خواهد بود. در این پژوهش جدول کارایی متقاطع دارای ۱۸۵ سطر و ۱۸۵ ستون می‌باشد.

در مدل RAM چون در تابع هدف میزان ناکارایی محاسبه می‌شود بنابراین کارایی‌متقاطع برای واحدjام با استفاده از وزن‌های بهینه واحد k از رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

$$E_{\mathrm{kj}} = 1 - \left(\sum_{i=1}^{m} v_i^k x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_r^k y_{rj} - \mathrm{W} \right) \qquad \text{رابطه (۵)}$$

فرض کنید واحدهای ما را D, C, B, A تشکیل می‌دهند. فرم کلی ماتریس کارایی‌متقاطع بـه شـرح جـدول ۱می باشد:

جدول ۱- جدول کارایی‌متقاطع

واحد	A	B	C	D
A	E_{AA}	E_{AB}	E_{AC}	E_{AD}
B	E_{BA}	E_{BB}	E_{BC}	E_{BD}
C	E_{CA}	E_{CB}	E_{CC}	E_{CD}
D	E_{DA}	E_{DB}	E_{DC}	E_{DD}

- **تعیین شاخص امید به ریسک قوت مالی آتی برای هریک از شرکت‌ها**

بعد از تشکیل ماتریس کارایی متقاطع برای هر شرکت چند نمره کارایی وجود خواهد داشت که نشان دهنده وضعیت‌های مختلف در آینده است. میانگین و واریانس این نمرات کارایی را می‌توان به ترتیب به عنوان امید آتی و ریسک تلقی کرد. در جدول ۲ چگونگی تعیین میانگین و واریانس کارایی متقاطع نمایش داده شده است. در این جدول هر ستون بیانگر یک شرکت است که و هر سطر وزن‌های بهینه‌ای است که برای شرکت محاسبه شده ست. هر ستون با اعمال وزن هر سطر یک نمره کارایی برای شرکت مورد نظر می‌دهد که در نهایت از اعداد مربوط به هر ستون (هر شرکت) میانگین و واریانس گرفته شده است که در مراحل بعدی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول۲- میانیگن و واریانس نمرات کارایی متقاطع

واحد	شرکت۱	شرکت۲	...	شرکت۱۸۴	شرکت۱۸۵
شرکت۱	$E_{1و1}$	$E_{1و2}$	...	$E_{1و184}$	$E_{1و185}$
شرکت۲	$E_{2و1}$	$E_{2و2}$	...	$E_{2و184}$	$E_{2و185}$
...	...	...	...	...	...
شرکت۱۸۴	$E_{184و1}$	$E_{184و2}$	...	$E_{184و184}$	$E_{184و185}$
شرکت۱۸۵	$E_{185و1}$	$E_{185و2}$	...	$E_{185و184}$	$E_{185و185}$
میانگین (امید آتی)	μ_1	μ_2	...	μ_{184}	μ_{185}
واریانس (ریسک آتی)	V_1	V_2	...	V_{184}	V_{185}

نسبت امید آتی به ریسک آتی $\left(\theta = \frac{\mu}{V}\right)$ برای هر شرکت را می‌توان یک شاخص ارزیاب دانست و مبنای بهینه‌سازی سبد سهام قرار داد. در پژوهش لیم و همکاران (۲۰۱۴) با میانگین و واریانس کارایی‌های متقاطع شرکت‌ها به‌عنوان امید قوت آتی و ریسک قوت آتی رفتار می‌شود و این دو مبنای حل مدل مارکوویتز قرار می‌گیرند. در این پژوهش همانند پژوهش لیم و همکاران (۲۰۱۴) میانگین و واریانس کارایی-های متقاطع شرکت‌ها به‌عنوان امید و ریسک کارایی تلقی شده است اما از شاخص نسبت امید قوت مالی آتی به ریسک قوت مالی آتی برای انجام مقایسه زوجی میان شرکت‌های موجود در تحلیل استفاده می‌شود.

- **تشکیل سبد سهام**

نسبت امید به ریسک قوت مالی آتی هر شرکت معیاری برای مقایسه شرکت‌هاست که از طریق مقایسه زوجی شرکت‌ها برمبنای آن می‌توان ضمن رتبه‌بندی شرکت‌ها مقادیر بهینه تخصیص سرمایه به شرکت‌ها را نیز مشخص کرد. به این صورت که این نسبت به نسبت هر سهم دیگر تقسیم می‌شود و ماتریس مقایسات زوجی تشکیل می‌شود. هر عدد در این ماتریس نه تنها ارجحیت که میزان ارجحیت هر شرکت نسبت به شرکت‌های دیگر را مشخص می‌کند. در جدول ۳ شمای کلی ماتریس مقایسات زوجی این پژوهش نمایش داده شده است:

جدول۳- ماتریس مقایسات زوجی

واحد	شرکت۱	شرکت۲	...	شرکت۱۸۴	شرکت۱۸۵
شرکت۱	θ1/θ1	θ2/θ1	...	θ184/θ1	θ185/θ1
شرکت۲	θ1/θ2	θ2/θ2	...	θ184/θ2	θ185/θ2
...	...	...	...	...	...
شرکت۱۸۴	θ1/θ184	θ2/θ184	...	θ184/θ184	θ185/θ184
شرکت۱۸۵	θ1/θ185	θ2/θ185	...	θ184/θ185	θ185/θ185

گام بعدی انجام محاسبات لازم برای تعیین وزن‌های نهایی هر یک از شرکت‌ها به جهت رتبه‌بندی است. خلاصه این عملیات به صورت زیر است:

۱) مجموع اعداد هر ستون ماتریس مقایسات زوجی محاسبه سپس هر عنصر ستون بر مجموع اعداد آن ستون تقسیم شده است. که ماتریس حاصله ماتریس مقایسات زوجی نرمال شده نامیده می‌شود.

۲) میانگین اعداد هر سطر ماتریس مقایسات نرمال شده محاسبه می‌شود. این عدد وزن نهایی هرگزینه را مشخص می‌نماید.

اما اجرای این روش بدون ایجاد حد مشخصی از تنوع در سبد سهام با یک دشواری عملیاتی مواجه می‌شود. وزن‌های اهمیت نسبی برای همه شرکت‌های موجود در تحلیل محاسبه شده و در شرایط زیاد بودن

شرکت‌های موجود در تحلیل منجر به تخصیص مقادیر عددی خیلی ناچیز به شرکت‌هائی با اولویت بسیار پائین می‌شود. این مقادیر عددی ناچیز عملاً توصیه به خرید سهم به میزان بسیار کم هستند که از لحاظ عملیاتی توجیهی ندارد. روشن است که انتخاب بهترین سهم بر اساس اهمیت نسبی شرکت‌ها و خرید از یک سهم راه حل مناسبی برای خریدار نیست و خریدار با ایجاد تنوع در سبد خرید از ریسک اجتناب می‌کند. بنابراین در این روش، لازم است حد مشخصی از تنوع سبد توسط تصمیم گیرنده تعیین شود. در این پژوهش فقط ۵۰ شرکت برتر بر حسب نمره شاخص امید به ریسک قوت مالی آتی برای گنجاندن در سبد سهام انتخاب شده و مقادیر بردار ویژه برای آنان نرمالیزه شده است. به این صورت که وزن هر شرکت تقسیم بر مجموع وزن ۵۰ شرکت برتر می‌شود. با این روش سبد متشکل از ۵۰ شرکت برتر تعیین می‌شود که میزان هر سهم متناسب با وزن اهمیت نسبی آن شرکت باشد. لازم به ذکر است که انتخاب عدد ۵۰ اشاره به فلسفه خاصی ندارد البته هرساله سازمان بورس اوراق بهادار تهران ۵۰ شرکت را به‌عنوان شرکت برتر انتخاب می‌کند و از این جهت می‌توان با انتخاب عدد ۵۰ امکان مقایسه نتیجه پژوهش را با لیست شرکت‌های برتر در بازار بورس فراهم آورد. ضمناً از آنجا که تعداد شرکت‌های پذیرفته دربازار بورس به‌گونه‌ای است که ۵۰ شرکت از آن در واقع همان چارک یا ربع آن به حساب می‌آید و محاسبات چارکی رایج می‌باشد، می‌توان این عدد را به‌عنوان نقطه برش به حساب آورد.

- **ارزیابی عملکرد سبد سهام**

ویلیام شارپ[۹] در سال ۱۹۶۴، معیاری ترکیبی از عملکرد سبد سهام ارائه کرد که نسبت بازده به تغییرپذیری (RVAR[۱۰]) یا نسبت بازده بازار به ریسک کل نام دارد. این معیار به صورت رابطه (۶) قابل ارائه است.

$$\mathrm{RVAR} = (\overline{TR}_P - \overline{RF}_P)/SD_P \qquad \text{رابطه (۶)}$$

در رابطه(۶)$\overline{\mathrm{TR}}$ توسط بازده کل سبد سهام در طول دوره زمانی مورد مطالعه، $\overline{\mathrm{RF}}$ متوسط نرخ بازده بدون ریسک در طول دوره زمانی مورد مطالعه وSD انحراف معیار بازده سبد سهام P در طول دوره مورد مطالعه است. روشن است که صورت کسر متوسط بازده اضافی سبد سهام در طول دوره مطالعه را نشان می‌دهد. در این تحقیق به پیروی از لیم و همکاران (۲۰۱۴) از این شاخص برای ارزیابی عملکرد روش‌های بهینه سازی سبد سهام استفاده شده است و شاخص شارپ مربوط به روش پیشنهادی، سبد بازار و روش لیم و همکاران(۲۰۱۴) مقایسه خواهد شد.

۴- یافته‌های پژوهش

معرفی سبدها

روش‌های توضیح داده شده در قسمت‌های قبل بر روی داده‌های واقعی به‌کار گرفته و ارزیابی شد. اطلاعات تحقیق از داده‌های شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با لحاظ کردن محدودیت: «حذف شرکت‌هایی که سال مالی آنها تاریخی غیر از پایان اسفند هرساله باشد.» به‌دست آمده است:

درنهایت ۱۸۵ شرکت در بازه زمانی ۱۳۸۹/۰۱/۰۱ الی ۱۳۹۳/۱۲/۳۰ مورد پذیرش قرار گرفت. برای گردآوری داده‌ها از اطلاعات موجود در نرم‌افزار ره‌آورد نوین ۳ استفاده شده است که در نرم‌افزار GAMS مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. سبدهای بهینه حاصل از بردار ویژه نسبت امید به ریسک قوت مالی آتی در سال-های مختلف در جدول‌های ۴ تا ۸ آمده است. لازم به ذکر است اعداد فقط تا دو رقم اعشار آورده شده است.

جدول۴- سبد سال ۸۹

کالسیمین ۰/۰۴	باما ۰/۰۲	لعابیران ۰/۰۱	پارس خودرو ۰/۰۱	سیمان شاهرود ۰/۰۱
پارس دارو ۰/۰۴	فولادخراسان ۰/۰۲	تاید واتر خاورمیانه ۰/۰۱	فولاد آلیاژی ایران ۰/۰۱	سیمان کارون ۰/۰۱
پالایش نفت تبریز ۰/۰۳	فرآورده‌های نسوز آذر ۰/۰۱	کاشی اصفهان ۰/۰۱	پتروشیمی خارک ۰/۰۱	مس باهنر ۰/۰۱
پالایش نفت بندرعباس ۰/۰۲	چینی ایران ۰/۰۱	آذراب ۰/۰۱	مهرام ۰/۰۱	پگاه اصفهان ۰/۰۱
کنتورسازی ایران ۰/۰۲	پالایش نفت اصفهان ۰/۰۱	پلاسکوکار سایپا ۰/۰۱	لبنیات پاک ۰/۰۱	لاستیک سهند ۰/۰۱
محورخودرو ۰/۰۲	حمل و نقل توکا ۰/۰۱	سرامیک اردکان ۰/۰۱	تراکتورسازی ۰/۰۱	دارو فارابی ۰/۰۱
صنایع پتروشیمی کرمانشاه ۰/۰۲	شهید قندی ۰/۰۱	سینادارو ۰/۰۱	بهسرام ۰/۰۱	ذغال‌سنگ نگین ۰/۰۱
لوله و ماشین سازی ۰/۰۲	چادرملو ۰/۰۱	سیمان داراب ۰/۰۱	نیروترانس ۰/۰۱	ایران یاسا ۰/۰۱
آبادگران ۰/۰۲	جام دارو ۰/۰۱	تامین ماسه ۰/۰۱	تکنوتار ۰/۰۱	سایپا شیشه ۰/۰۱
آلومراد ۰/۰۲۱	معدنی دماوند ۰/۰۱۸	کربن ایران ۰/۰۱۷	دارو لقمان ۰/۰۱	ایران خودرو دیزل ۰/۰۱

جدول۵- سبد سال ۹۰

ملی سرب و روی ۰/۰۴	بهسرام ۰/۰۲	نفت سپاهان ۰/۰۱	صنایع پتروشیمی کرمانشاه ۰/۰۱	ملی صنایع مس ایران ۰/۰۱
ارتباطات سیار ۰/۰۳	ذغالسنگ نگین ۰/۰۲	سیمان داراب ۰/۰۱	پتروشیمی خارک ۰/۰۱	ایران خودرو دیزل ۰/۰۱
سیمان قائن ۰/۰۳	سیمان بهبهان ۰/۰۲	معدنی املاح ایران ۰/۰۱	آبادگران ۰/۰۱	بیسکویت گرجی ۰/۰۰
ایران دارو ۰/۰۳	حفاری شمال ۰/۰۲	صنایع ریخته گری ایران ۰/۰۱	سازه پویش ۰/۰۱	سیمان ارومیه ۰/۰۰
حمل و نقل پتروشیمی ۰/۰۳	فولاد امیرکبیر کاشان ۰/۰۲	کالسیمین ۰/۰۱	شیشه دارویی رازی ۰/۰۱	بهنوش ۰/۰۰
کاشی پارس ۰/۰۳	آذراب ۰/۰۲	پارس دارو ۰/۰۱	کاغذ سازی کاوه ۰/۰۱	سیمان صوفیان ۰/۰۰
تراکتورسازی ۰/۰۳	شهد ایران ۰/۰۲	فرآوری مواد معدنی ۰/۰۱	نفت پارس ۰/۰۱	تجارت الکترونیک پارسیان ۰/۰۰
ایران ترانسفو ۰/۰۳	فروسیلیس ایران ۰/۰۲	کمباین سازی ۰/۰۱	سایپا دیزل ۰/۰۱	حمل و نقل توکا ۰/۰۰
سیمان کارون ۰/۰۳	ماشین سازی نیرو محرکه ۰/۰۲	خدمات انفورماتیک ۰/۰۱	گروه صنعتی پاکشو ۰/۰۱	شیمیایی فارس ۰/۰۰
کارت اعتباری ایران کیش ۰/۰۳	چادرملو ۰/۰۲	پگاه خراسان ۰/۰۱	قند اصفهان ۰/۰۱	موتورسازان تراکتور ۰/۰۰

جدول۶- سبد سال ۹۱

معدنی املاح ایران ۰/۰۴	زامیاد ۰/۰۲	قند اصفهان ۰/۰۱	کاشی اصفهان ۰/۰۱	خدمات انفورماتیک ۰/۰۱
پتروشیمی شازند ۰/۰۳	نورد آلومینیوم ۰/۰۲	پتروشیمی فارابی ۰/۰۱	قند قزوین ۰/۰۱	پارس دارو ۰/۰۱
فنرسازی خاور ۰/۰۳	سیمان فارس ۰/۰۲	چادرملو ۰/۰۱	سیمان داراب ۰/۰۱	سیمان غرب ۰/۰۱
فولادخراسان ۰/۰۳	صنایع ریخته گری ایران ۰/۰۲	سیمان تهران ۰/۰۱	کنتورسازی ایران ۰/۰۱	کالسیمین ۰/۰۱
سیمان بهبهان ۰/۰۳	دارو لقمان ۰/۰۲	کمباین سازی ۰/۰۱	دشت مرغاب ۰/۰۱	سیمان قائن ۰/۰۱
دارو جابرابن حیان ۰/۰۳	تجارت الکترونیک پارسیان ۰/۰۲	آبادگران ۰/۰۱	کاشی سعدی ۰/۰۱	مهرام ۰/۰۱
صنایع شیمیایی ایران ۰/۰۳	ارتباطات سیار ۰/۰۲	بهنوش ۰/۰۱	محورسازان ۰/۰۱	شیشه دارویی رازی /۰۱
ایران خودرو ۰/۰۳	ارتباطات سیار ۰/۰۲	سیمان شمال ۰/۰۱	فروسیلیس ایران ۰/۰۱	چینی ایران ۰/۰۱
تاید واتر خاورمیانه ۰/۰۳	ایران خودرو دیزل ۰/۰۲	صنایع پتروشیمی کرمانشاه ۰/۰۱	آلومراد ۰/۰۱	بهسرام ۰/۰۱
گروه صنعتی پاکشو ۰/۰۲	ذغالسنگ نگین ۰/۰۱	معادن بافق ۰/۰۱	معادن منگنز ایران ۰/۰۱	معدنی دماوند ۰/۰۱

جدول۷- سبد سال ۹۲

ارتباطات سیار ۰/۰۳	موتورسازان تراکتور ۰/۰۲	کیمیدارو ۰/۰۲	پتروشیمی شیراز ۰/۰۱	آبسال ۰/۰۱
پتروشیمی خارک ۰/۰۳	کاغذ سازی کاوه ۰/۰۲	فولاد خوزستان ۰/۰۱	فروسیلیس ایران ۰/۰۱	گروه بهمن ۰/۰۱
ریخته گری تراکتور ۰/۰۲	دارو ابوریحان ۰/۰۲	معادن بافق ۰/۰۱	سرماآفرین ۰/۰۱	سیمان ارومیه ۰/۰۱
شیمی داروپخش ۰/۰۲	قند اصفهان ۰/۰۲	کربن ایران ۰/۰۱	مگسال ۰/۰۱	لاستیک سهند ۰/۰۱
فرآورده های نسوز آذر ۰/۰۲	داده پردازی ایران ۰/۰۲	گل گهر ۰/۰۱	ماشین‌سازی نیرو محرکه ۰/۰۱	آلومراد ۰/۰۱
فرآورده های نسوز آذر ۰/۰۲	فرآورده های نسوز ایران ۰/۰۲	سیمان داراب ۰/۰۱	پتروشیمی فن آوران ۰/۰۱	شیشه دارویی رازی ۰/۰۱
سیمان کرمان ۰/۰۲	صنایع ریخته گری ایران ۰/۰۲	صنایع شیمیایی ایران ۰/۰۱	آبادگران ۰/۰۱	محورسازان ۰/۰۱
کمباین سازی ۰/۰۲	خدمات انفورماتیک ۰/۰۲	آلومینیوم ایران ۰/۰۱	کاشی تکسرام ۰/۰۱	باما ۰/۰۱
نیروترانس ۰/۰۲	صنایع پتروشیمی کرمانشاه ۰/۰۲	سیمان قائن ۰/۰۱	فنرسازی زر ۰/۰۱	کمک فنر ایندامین ۰/۰۱
سازه پویش ۰/۰۲	معدنی املاح ایران ۰/۰۲	سیمان کارون ۰/۰۱	قند نقش جهان ۰/۰۱	ایران خودرو دیزل ۰/۰۱

جدول۸- سبد سال ۹۳

ارتباطات سیار ۰/۰۴	معادن بافق ۰/۰۲	فرآورده تزریقی ۰/۰۱	سیمان کارون ۰/۰۱	فنرسازی زر ۰/۰۱
فولاد امیرکبیر کاشان ۰/۰۳	پتروشیمی خارک ۰/۰۲	کالسیمین ۰/۰۱	سیمان کرمان ۰/۰۱	تولیدی گرانیت بهسرام ۰/۰۱
سیمان بهبهان ۰/۰۲	خدمات انفورماتیک ۰/۰۲	ملی سرب و روی ۰/۰۱	سیمان ارومیه ۰/۰۱	حفظاری شمال ۰/۰۱
نفت بهران ۰/۰۲	باما ۰/۰۲	لاستیک سهند ۰/۰۱	کمباین سازی ۰/۰۱	تولیدی لنت ترمز ایران ۰/۰۱
سیمان فارس نو ۰/۰۲	صنایع شیمیایی ایران ۰/۰۲	تجارت الکترونیک پارسیان ۰/۰۱	پتروشیمی شیراز ۰/۰۱	سیمان قائن ۰/۰۱
توریستی رفاهی آبادگران ۰/۰۲	پالایش نفت تبریز ۰/۰۲	ذغالسنگ نگین ۰/۰۱	پارس سوئیچ ۰/۰۱	صنایع پتروشیمی کرمانشاه ۰/۰۱
گروه بهمن ۰/۰۲	دارو زهراوی ۰/۰۲	صنعتی اما ۰/۰۱	سرماآفرین ۰/۰۱	پارس خودرو ۰/۰۱
شیشه دارویی رازی ۰/۰۲	سیمان داراب ۰/۰۲	معدنی و صنعتی چادرملو ۰/۰۱	داده پردازی ایران ۰/۰۱	چینی ایران ۰/۰۱
معدنی املاح ایران ۰/۰۲	فروسیلیس ایران ۰/۰۲	کاشی تکسرام ۰/۰۱	کاغذ سازی کاوه ۰/۰۱	کاشی اصفهان ۰/۰۱
سیمان شمال ۰/۰۲	پالایش نفت بندر عباس ۰/۰۲	جام دارو ۰/۰۱	آلومراد ۰/۰۱	ملی صنایع مس ایران ۰/۰۱

عملکرد سبد

ارزیابی عملکرد سبد سهام، آخرین مرحله در فرآیند ارائه روش بهینه‌سازی سبد سهام است. در این پژوهش برای ارزیابی عملکرد روش بهینه‌سازی پیشنهادی از معیار شارپ استفاده شده است. این شاخص در عمل برای ارزیابی عملکرد یک سبد در طول چندین دوره تاریخی به‌کار می‌رود، اما لیم و همکاران (۲۰۱۴) از این معیار برای بررسی عملکرد روش تشکیل سبد بهینه استفاده کردند. به این صورت که با استفاده از یک روش مشخص هر ساله سبد بهینه سهام را بر اساس شاخص‌های مالی تعیین کردند و پس از تکرار روش بهینه‌سازی درچندین سال متوالی شاخص شارپ را براساس بازده واقعی حاصل از سبد، محاسبه نمودند. با به‌کارگیری این شاخص برای سبدهای روش پیشنهادی چنانچه بازده سبد از بازده بدون ریسک در دوره‌های مورد مطالعه به‌طور متوسط بیشتر باشد شاخص مثبت، محاسبه می‌شود. به‌علاوه هرچه تفاوت مثبت بازده از بازده بدون ریسک بیشتر یا پراکندگی بازده کمتر باشد، شاخص بزرگتری محاسبه می‌شود. لازم به ذکر است که نرخ بازده بدون ریسک برای محاسبه معیارها برابر با متوسط نرخ سود بانکی یکساله بانک ملی، در سال-های مدنظر در نظر گرفته شده است. توجه به این نکته مهم است که اگرچه در روش لیم و همکاران(۲۰۱۴) و روش پیشنهادی این پژوهش بازده تاریخی سهم‌ها مبنای بهینه سازی قرار نمی‌گیرد، اما نتیجه روش از طریق محاسبه بازده واقعی سال بعد سبد مورد ارزیابی قرار گرفته است. یعنی در عمل و با معیار واقعی تولید بازده برای سرمایه‌گذار امتحان پس داده است.

در این پژوهش برای ارزیابی عملکرد روش بهینه‌سازی پیشنهادی از مقایسه معیار شارپ آن با معیار شارپ روش لیم و همکاران (۲۰۱۴) و سبد یازار استفاده شده است. لیم و همکاران (۲۰۱۴) با مبنا قرار دادن اطلاعات جدول کارایی متقاطع و به‌کارگیری نظریه مارکوویتز به تعیین میزان مشخص خرید از هرسهم در سبد سهام پرداخته‌اند. در مدل مارکوویتز واریانس بازده تاریخی سهم‌ها بیان‌گر وضعیت بی‌ثبات و ریسکی شرکت قلمداد می‌شود. اما در پژوهش لیم و همکاران (۲۰۱۴) واریانس کارایی‌های متقاطع، وضعیت متزلزل شرکت در شرایط محتمل آتی را نمایندگی می‌کند. همانطور که واریانس بازده سبد با مجموع واریانس سهم‌ها یکسان نیست، واریانس کارایی سبد هم با مجموع واریانس کارایی سهم‌ها یکسان نیست. بنابراین بعد از محاسبه میانگین و واریانس کارایی‌های متقاطع و تعیین حداکثر کارایی ممکن سبد و جای‌گذاری آن‌ها در مدل پیشنهادی مارکوویتز می‌توان به مقدار خرید مشخص از هر سهم دست یافت.

سبدهای پیشنهادی حاصل از روش لیم و همکاران (۲۰۱۴) در جدول۹ آمده است. ضرایب ایین جدول نشان دهنده وزن هر یک از شرکت‌ها برای گنجاندن در سبد سهام است.

در جدول (۱۰) بازده و عدد شارپ سبدهای پیشنهادی حاصل از اجرای روش پیشنهادی با بازده و شارپ سبدهای پیشنهادی حاصل از روش لیم و همکاران(۲۰۱۴) و سبد بازار در سال‌های مذکور گزارش و مقایسه شده‌اند. لیم و همکاران (۲۰۱۴) کارایی متقاطع را با مدل مارکوویتز بکار بردند.

جدول۹- سبدهای روش تلفیقی کارایی متقاطع و نظریه مارکوویتز

سبد سال ۸۹		سبد سال ۹۰	
آلومینیم ایران	۰/۸۶۸	آلومینیوم ایران	۰/۱۴۱
پارس دارو	۰/۰۰۲	سیمان قائن	۰/۳۳۱
سیمان ارومیه	۰/۰۰۹	سیمان کارون	۰/۱۷۵
سیمان اصفهان	۰/۰۶۳	فولاد خراسان	۰/۱۰۸
سیمان تهران	۰/۰۸۵	ملی سرب روی	۰/۲۴۶
سبد سال ۹۱		**سبد سال ۹۲**	
پتروشیمی شازند	۰/۰۴۶	کاغذسازی کاوه	۰/۱۶۹
تجارت الکترونیک پارسیان	۰/۲۹۹	گل گهر	۰/۰۱۱
سایپا دیزل	۰/۱۲۵	دشت مرغاب	۰/۴۸۸
سیمان فارس نو	۰/۴۷۴	فرآورده نسوز ایران	۰/۳۳۳
صنایع شیمیایی ایران	۰/۰۵۶		
سبد سال ۹۳			
ارتباطات سیار	۰/۲۸۶	شیشه دارویی رازی	۰/۰۵۷
خدمات انفورماتیک	۰/۱۵۵	گروه بهمن	۰/۰۲۶
دارو زهراوی	۰/۰۱	مهندسی تکنوکار	۰/۰۱
سیمان بهبهان	-/۴۵۶		

جدول ۱۰- بازده سبدها

سال	بازده سبد روش پیشنهادی	بازده سبد روش لیم و همکاران(۲۰۱۴)	بازده سبد بازار
سال۸۹	۰/۲۵	-۰/۰۰۴	۰ /۰۹
سال۹۰	۰/۱۳	-/۱۲	۰ /۴۳۵
سال۹۱	۱,۰۱	۱,۳۶	۱ /۰۴۶
سال۹۲	-۰/۱۱	۰/۱۱	-۰ /۲۲۱
سال۹۳	۰/۳۴	۰/۰۵	۰/۲۷
عدد شارپ	**۰/۳۷۹**	**۰/۲۸**	**۰/۳۳**

۵- نتیجه‌گیری و بحث

اگرچه مدل مارکوویتز برای نخستین بار در تلفیق بیشینه‌سازی نرخ بازده و کمینه‌سازی ریسک موفق بود اما از جهاتی نظیر استفاده از بازده تاریخی قابل نقد است و به لحاظ محاسباتی مشکلاتی دارد. در این پژوهش به‌جای بازده تاریخی، داده‌های کارایی متقاطع حاصل از اجرای مدل دامنه تعدیل شده با شاخص‌های مالی، مبنای تشکیل سبد قرار گرفته‌اند و از آن طریق برای هر شرکت یک شاخص ارزیاب، نسبت امید به ریسک قوت مالی آتی، محاسبه شده است. این شاخص می‌تواند قوت مالی شرکت را در شرایط محتمل آینده و نیز میزان تغییرپذیری آن را براساس شرایط، یکجا منعکس کند. مقایسات زوجی از آن‌جا که می‌تواند میزان ارجحیت گزینه‌ها نسبت به یکدیگر را مشخص کند کارآمد است. ابتکار انجام مقایسات زوجی بر اساس شاخص امید به ریسک قوت مالی آتی و محاسبه میزان بهینه سرمایه‌گذاری در سبد با تعداد مشخص شرکت، تجربه انحصاری این پژوهش است و یافته‌ها نشان از موفقیت این روش براساس شاخص عملکردی شارپ دارد. اگر چه سبد روش پیشنهادی، در برخی سال‌ها نسبت به سبد بازار بازده کمتری دارد اما برای ارزیابی عملکرد باید به‌طور همزمان به بازده و ریسک توجه کرد و در نظر گرفتن فقط بازده برای ارزیابی عملکرد کافی نیست. به همین جهت از شاخص شارپ که هم ریسک و هم بازده را در نظر دارد برای ارزیابی عملکرد روش استفاده شده است.

به‌طور کلی کاربرد روش پیشنهادی برای تعیین سهم بهتر یا به‌عبارتی سبد بهینه است. به‌عنوان پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی می‌توان گفت انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌ها در این پژوهش بر مبنای توجیه ادریسینگ و ژانگ(۲۰۰۸) از ماهیت سیاست‌گذاری و نتیجه‌گیری نسبت‌های مالی انجام شده است. انتخاب شاخص‌های ورودی و خروجی براساس توجیه و تفسیرهای دیگر می‌تواند انجام پذیرد. به‌عنوان مثال ممکن است گفته شود برخی از نسبت‌های مالی که هرچه بیشتر باشند بهتر هستند، خروجی بشود و برخی از نسبت‌های مالی که هرچه کمتر باشند بهتر هستند ورودی قرار گیرند. ضمنا می‌توان مدل‌های دیگری در تحلیل پوششی داده‌ها را مورد استفاده قرار داد.

فهرست منابع

* افشارکاظمی، محمدعلی، خلیلی‌عراقی، (۱۳۹۱)، «انتخاب سید سهام در بورس اوراق بهادار تهران با تلفیق روش تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی»، دانش مالی تحلیل اوراق بهادار، دوره۴، شماره۱۳: ۴۹-۶۳.
* باربد، محمدهادی، (۱۳۸۹)، «طراحی مدل انتخاب سبد سهام با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها»، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران: دانشگاه علامه .
* مومنی، منصور، (۱۳۹۳)،« مباحث نوین تحقیق در عملیات»، تهران: انتشارات دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

* جهانشاهلو، غلامرضا، حسین‌زاده، فرهاد (۱۳۸۵)، «مقدمه‌ای بر تحلیل پوششی داده‌ها»، جلد اول، جزوهٔ درسی چاپ نشده، دانشکده ریاضی دانشگاه تربیت معلم.
* الهی، مرتضی، یوسفی، محسن،(۱۳۹۳)، «بهینه سازی سبد سهام با رویکرد میانگین- واریانس و با استفاده از الگوریتم فراابتکاری جست‌وجوی شکار»، تحقیقات مالی،دوره ۷، شماره ۱: ۳۷-۵۶.
* قدوسی، سعید، تهرانی، رضا،(۱۳۹۴)، «بهینه سازی سبد سهام با استفاده از روش تبرید شبیه سازی شده»،تحققیات مالی،دوره ۴،شماره ۱: ۱۴۱-۱۵۸.
* راعی، رضا، علی بیک، هدایت، (۱۳۸۹)، «بهینه سازی پرتفوی سهام با استفاده از حرکت تجمعی ذرات»، تحقیقات مالی،دوره۳ ،شماره ۲۹: ۲۱-۴۰
* مهرگان، محمدرضا، (۱۳۹۲)، پژوهش عملیاتی پیشرفته»، تهران: نشر کتاب دانشگاهی.
* Acerbi, C., & tasche, D. (2002). Expected shortfall: a natural coherent alternative value of risk. Journal of Economic Notes. 3(2), 79-88.
* Bowlin, W.F. (2000). An analysis of the financial performance of defense business segments using data envelopment analysis. Journal of Accounting and Public Policy, 18(4), 287-310.
* Chen, H. H. (2008). Stock selection using data envelopment analysis. Industrial Management & Data Systems, 108(9), 1255-1268.
* Cooper, W. W., & Pastor, J. T. (1996). Generalized efficiency measures (GEMS) and model relations for use in DEA. Journal of Productivity Analysis
* Deng, G. F., Lin, W. T., & Lo, C. C. (2012). Markowitz-based portfolio selection with cardinality constraints using improved particle swarm optimization. Expert Systems with Applications, 39(4), 4558-4566.
* Edirisinghe, N. C. P., & Zhang, X. (2008). Portfolio selection under DEA-based relative financial strength indicators: case of US industries. Journal of the Operational Research Society, 59(6), 842-856.
* Johnson, R., & Soenen, Indicators of successful companies. European Management Journal, 21(3), (2003). 364-369
* Goh, J., Zhang, W,. Lim, K., Sim, M.(2012). Portfolio value-at-risk optimization for asymmetrically distributed asset returns. European Journal of Operational Research, 221, pp397–406
* Kisiala, J. (2015). Conditional Value-at-Risk: Theory and Applications. arXiv preprint arXiv:1511.00140.
* Lee, A. H., Chen, W. C., & Chang, C. J. A fuzzy AHP and BSC approach for evaluating performance of IT department in the manufacturing industry in Taiwan, Expert systems with applications, 34(1),
* Lim, S., Oh, K. W., & Zhu, J. (2014). Use of DEA cross-efficiency evaluation in portfolio selection: An application to Korean stock market. European Journal of Operational Research, 236(1), 361-368.
* Markowitz, H. Portfolio selection, The journal of finance, 7(1), (1952), 77-91.
* Mashayekhi, Z., & Omrani, H. (2016). An integrated multi-objective Markowitz–DEA cross-efficiency model with fuzzy returns for portfolio selection problem. Applied Soft Computing, 38, 1-9.
* Rockafellar, R.T., Uryasev, S. (2002). Conditional value-at-risk for general loss distributions. Journal of Banking and Finance. 26 (7), 1443–1471.
* Saaty, T.L P.C. Rogers, R. Bell, Portfolio selection through hierarchies, The Journal of Portfolio Management (1980) 16–21.

* Saaty, T.L.(2003)," Decision-making with the AHP: why is the principal eigenvector necessary", European Journal of operational Research, Volume 145,Issue 1, pp 85-91.
* Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. The journal of finance, 19(3), 425-442.
* Solimanpur, M., Mansourfar, G., & Ghayour, F. (2015). Optimum portfolio selection using a hybrid genetic algorithm and analytic hierarchy process. Studies in Economics and Finance, 32(3), 379-394.
* Tiryaki, F., & Ahlatcioglu, B. (2009). Fuzzy portfolio selection using fuzzy analytic hierarchy process. Information Sciences, 179(1), 53-69.
* Woodside-Oriakhi, M., Lucas, C. & Beasley, J.E. (2011). Heuristic algorithms for the cardinality constrained efficient frontier. European Journal of Operational Research, 213 (3): 538-550

یادداشت‌ها

[1]. Data Envelopment Analysis(DEA)
[2]. Cross Efficiency
[3]. Range-adjusted Measure
[4]. Analytic hierarchy process
[5]. Decision Making Unit
[6]. Charnes-Cooper-Rhodes
[7]. Banker-Charnes-Cooper
[8]. Additive Model
[9]. William Sharpe
[10]. Reward-to-variability Ratio