



بهینه‌سازی سبد سهام با معیار نسبت امید به ریسک قوت مالی آتی بر مبنای بردار ویژه ماتریس مقایسات زوجی

کیخسرو یاکیده^۱غلامرضا محفوظی^۲مهشید گودرزی^۳

تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۱/۲۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۱/۱۵

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 بیشینه‌سازی بازده مورد انتظار، ریسک را به‌طور هم‌زمان کمینه کند (اوریاخی و لوکاس، ۲۰۱۱). مارکوویتز (۱۹۵۲) با ارائه مدلی برای بهینه‌سازی سبد سهام، 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 دوره‌های 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 گمراه‌کننده 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 هر یک 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 هر یک از شرایطی است که احتمال دارد در آینده رخ دهد که در این پژوهش

فرض شده است 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 ناطمینانی 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 به-عنوان 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 منعکس کننده اهمیت نسبی واحد i ام است.

نکته مهم در مورد اهمیت نسبی حاصل از روش تحلیل سلسله 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 بر مبنای 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 بیگ، ۱۳۸۹)، روش جست‌وجوی شکار (الهی و یوسفی، ۱۳۹۳)، روش تبرید شبیه‌سازی شده (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 به عنوان ابزار سنجش ریسک تأکید دارند، می‌توان به پژوهش جوریون (۱۹۹۶) اشاره کرد که بعدها در پژوهش‌هایی نظیر پژوهش گوه و همکاران (۲۰۱۲) به کار گرفته شد.

همچنین معیار ارزش در معرض خطر شرطی توسط اکربی و تاسچه (۲۰۰۲)، راکفلر و اوربوسو (۲۰۰۲) و کیسیال (۲۰۱۵) معرفی و به کار 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 به کار می‌رود (مومنی، ۱۳۹۳). یک روایت ساده از تحلیل پوششی داده‌ها 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 افشار کاظمی 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 به کار 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 الکتراه، 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 سهام 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. سرمایه‌گذاری 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)، تیریایکی اهلاتسیوگلو (۲۰۰۹) و سلیمان‌پور و همکاران (۲۰۱۵) اشاره کرد. تیریایکی اهلاتسیوگلو (۲۰۰۹) فرآیند تحلیل سلسه 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) مبنای 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 کارایی متقاطع
- ۴- تعیین شاخص ارزیاب برای هر یک 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 شاخص‌ها 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^E ، مدل BCC^V و مدل جمعی (AD λ) 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 شده است. فرم پوششی مدل دامنه تعدیل شده در رابطه (۱) ارائه شده است.

$$\begin{aligned} \max \frac{1}{m+s} \left(\sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{R_i^-} + \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{R_r^+} \right) \\ \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + s_i^+ = x_{io} \quad i = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + s_r^+ = y_{ro} \quad r = 1, \dots, s \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\ \lambda_j \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0 \end{aligned} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه (۱) تعداد ورودی‌ها و s تعداد خروجی‌هاست و اندیس j نشان دهنده هر یک 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. ضمناً 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 به صورت رابطه (۲) و رابطه (۳) تعریف شده است.

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

$$i = 1, \dots, n$$

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

$$r = 1, \dots, s$$

دوگان مدل پوششی RAM که فرم ضربی در تحلیل پوششی داده‌ها است به صورت رابطه (۴) است:

$$\min e_0 = \sum_{i=1}^m v_i x_{io} - \sum_{r=1}^s u_r y_{ro} - w$$

$$\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + w \leq 0 \quad j = 1, \dots, n \quad \text{رابطه (۴)}$$

$$u_r \geq \frac{1}{m+s} R_r^+$$

$$v_i \geq \frac{1}{m+s} R_i^-$$

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

• تشکیل جدول کارایی متقاطع

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 به صورتی خوش‌بینانه انجام می‌دهد، به این صورت که به واحد تحت ارزیابی بهترین وزن‌های ممکن (مربوط به ورودی‌ها و خروجی‌ها) را نسبت می‌دهد. 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 به عنوان وضعیت نسبی شرکت در شرایط محتمل آینده تفسیر می‌شود چرا که شرایط به هر حال به نفع 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 کارایی متقاطع برای واحدها با استفاده از وزن‌های بهینه واحد k از رابطه (۵) محاسبه می‌شود:

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

فرض کنید واحدهای ما را A, B, C, D تشکیل می‌دهند. فرم کلی ماتریس کارایی متقاطع به شرح جدول امی باشد:

جدول ۱- جدول کارایی متقاطع

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 هر یک 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 است. 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.

جدول ۲- میانگین و واریانس نمرات کارایی متقاطع

واحد	شرکت ۱	شرکت ۲	...	شرکت ۱۸۴	شرکت ۱۸۵
شرکت ۱	$E_{1و1}$	$E_{1و2}$	...	$E_{1و184}$	$E_{1و185}$
شرکت ۲	$E_{2و1}$	$E_{2و2}$	...	$E_{2و184}$	$E_{2و185}$
...
شرکت ۱۸۴	$E_{184و1}$	$E_{184و2}$	...	$E_{184و184}$	$E_{184و185}$
شرکت ۱۸۵	$E_{185و1}$	$E_{185و2}$	...	$E_{185و184}$	$E_{185و185}$
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 $(\theta = \frac{H}{V})$ 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 کارایی‌های 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 بر مبنای 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:

جدول ۳- ماتریس مقایسات زوجی

واحد	شرکت ۱	شرکت ۲	...	شرکت ۱۸۴	شرکت ۱۸۵
شرکت ۱	01/01	02/01	...	0184/01	0185/01
شرکت ۲	01/02	02/02	...	0184/02	0185/02
...
شرکت ۱۸۴	01/0184	02/0184	...	0184/0184	0185/0184
شرکت ۱۸۵	01/0185	02/0185	...	0184/0185	0185/0185

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

- 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.
- میانگین اعداد هر سطر ماتریس مقایسات نرمال شده محاسبه می‌شود. این عدد وزن نهایی هر گزینه 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 شرکت‌هایی 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 هر ساله 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 در بازار 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^۱ در سال ۱۹۶۴، معیاری ترکیبی از عملکرد سبد سهام ارائه کرد که نسبت بازده به تغییرپذیری (RVAR^۱) یا نسبت بازده بازار به ریسک کل نام دارد. این معیار به صورت رابطه (۶) قابل ارائه است.

$$RVAR = (\overline{TR}_p - \overline{RF}_p) / SD_p \quad \text{رابطه (۶)}$$

در رابطه $\overline{TR}(۶)$ توسط بازده کل سبد سهام در طول دوره زمانی مورد مطالعه، \overline{RF} متوسط نرخ بازده بدون ریسک در طول دوره زمانی مورد مطالعه و SD 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 به کار 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 هر ساله باشد.» به دست آمده است: در نهایت 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.

جدول ۴- سبد سال ۸۹

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

جدول ۵- سبد سال ۹۰

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

بهینه‌سازی سبد سهام با معیار نسبت امید به ریسک قوت مالی آتی بر ... / کیخسرو یاکیده، غلامرضا محفوظی و مهشید گودرزی

جدول ۶- سبد سال ۹۱

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

جدول ۷- 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	فروسلیس 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	ماشین سازی نیرو محركه 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	فنر سازی 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

بهینه‌سازی سبد سهام با معیار نسبت امید به ریسک قوت مالی آتی بر ... / کیخسرو یاکیده، غلامرضا محفوظی و مهشید گودرزی

جدول ۸- سبد سال ۹۳

ارتباطات سیار ۰/۰۴	معادن بافق ۰/۰۲	فرآورده تزریقی ۰/۰۱	سیمان کارون ۰/۰۱	فنر سازی 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	حفقاری 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	فروسلیس ایران ۰/۰۲	کاشی تگسرام 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	آلومرادی 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 به کار 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 در چندین سال متوالی شاخص شارپ را بر اساس 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 بهینه‌سازی 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 بازار استفاده شده است. لیم و همکاران (۲۰۱۴) با مینا قرار دادن اطلاعات جدول کارایی متقاطع و به‌کارگیری نظریه مارکوویتز به تعیین میزان مشخص خرید از هر سهم 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 جدول ۹ آمده است. ضرایب این 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.

بهینه‌سازی سبد سهام با معیار نسبت امید به ریسک قوت مالی آتی بر ... / کیخسرو یاکیده، غلامرضا محفوظی و مهشید گودرزی

جدول ۹- سبدهای روش تلفیقی کارایی متقاطع و نظریه مارکویتز

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

جدول ۱۰- بازده سبدها

سال	بازده سبد روش پیشنهادی	بازده سبد روش لیم و همکاران (۲۰۱۴)	بازده سید بازار
سال ۸۹	۰/۲۵	-۰/۰۰۴	۰/۰۹
سال ۹۰	۰/۱۳	-/۱۲	۰/۴۳۵
سال ۹۱	۱/۰۱	۱/۳۶	۱/۰۴۶
سال ۹۲	-۰/۱۱	۰/۱۱	-۰/۲۲۱
سال ۹۳	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 به جای 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 ادرسی‌نگ 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. ضمناً می‌توان مدل‌های دیگری در تحلیل پوششی داده‌ها را مورد استفاده قرار داد.

فهرست منابع

- * افشارکازمی، 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، دوره ۴، شماره ۱۳: 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، جزوه درسی چاپ نشده، دانشکده ریاضی دانشگاه تربیت معلم.
- * الهی، مرتضی، یوسفی، محسن، (۱۳۹۳)، «بهبودسازی 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)، «بهبودسازی سبد سهام با استفاده از روش تبرید شبیه‌سازی شده»، تحقیقات مالی، دوره ۴، شماره ۱: ۱۴۱-۱۵۸.
- * راعی، رضا، علی بیک، هدایت، (۱۳۸۹)، «بهبودسازی پرتفوی سهام با استفاده از حرکت تجمعی ذرات»، تحقیقات مالی، دوره ۳، 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 Surveys*, 16(4), 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