راهبرد مدیریت مالی
سال پنجم، شماره هفدهم
تابستان ۱۳۹۶
صص ۱۸۳-۱۵۹

دانشگاه الزهرا (س)
دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۰
تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۴/۱۱

بهینه یابی سبد سهام (با کاربرد مدل ارزش در معرض ریسک بر روی کارایی متقاطع) [۱]

مینا کاظمی میان‌گسکری[۲]، کیخسرو یاکیده[۳] و محمدحسن قلی زاده[٤]

چکیده

مدل مارکوویتز، مبنای رویکرد مدرن در بهینه‌سازی سبد سهام است. مارکوویتز مدل خود را بر اساس میانگین و واریانس بر روی‌داده‌های تاریخی فرموله کرد. از آن زمان تاکنون، پژوهشگران زیادی روش حل مسئله بهینه‌سازی سبد سهام را بهبود بخشیدند. یکی از مهم‌ترین بهبودها، جایگزین کردن شاخص ریسک نامطلوب بجای واریانس است. بهبود دیگری که به‌تازگی پیشنهادشده، تولید داده بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها و استفاده از داده‌های تولیدشده به‌جای بازده تاریخی است. این بهبود جدید که اساساً اساس مسئله انتخاب سبد سهام را تغییر می‌دهد، فرصتی را فراهم می‌کند تا پژوهشگران انواع شاخص ریسک را بر روی‌داده‌های تولیدشده به‌جای بازده تاریخی به‌کارگیرند. در این پژوهش، از تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس صورت‌های مالی، برای تولید کارایی متقاطع استفاده می‌شود. سپس ارزش در معرض ریسک که یکی از شاخص‌های مهم ریسک نامطلوب است، بر روی این مینای جدید، تعدیل‌شده و با حل مدل خطی شناخته‌شده آن، وزن‌های بهینه در سبد سهام تعیین می‌شود. عملکرد روش پیشنهادی برای ۱۸۵ شرکت بورس اوراق بهادار تهران در سال‌های ۹۰ تا ۹۴، توسط معیار شارپ محاسبه‌شده و با عملکرد سبد بازار و عملکرد روش مارکوویتز بر روی کارایی متقاطع مقایسه می‌شود. معیار شارپ، عملکرد بهتری برای روش پیشنهادی نسبت به روش‌های دیگر، نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی سبد سهام، مدل ارزش در معرض ریسک (VaR)، کارایی متقاطع
طبقه‌بندی موضوعی: G11,G32,C6

---

۱. کد DOI مقاله: 10.22051/jfm.2017.12040.1155

۲. کارشناسی ارشد مدیریت صنعتی، دانشگاه گیلان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، Email:kazemimina55@gmail.com
۳. استادیار، دانشگاه گیلان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، نویسنده مسئول، Email: yakideh@guilan.ac.ir
٤. دانشیار، دانشگاه گیلان، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، Email: gholizadeh@guilan.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

یکی از دغدغه‌های اصلی سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار، تخصیص سرمایه به سهام شرکت‌ها و انتخاب سبدی از سهام است که ازلحاظ دو هدف متضاد سودآوری و مخاطره بهینه باشد. به‌منظور ایجاد چنین سبد سهامی روش‌های متنوعی توسعه یافتند. نخستین نظریه درباره بهینه‌سازی سبد سهام، مدل میانگین-واریانس هری مارکوویتز[1] است که در آن بازده مورد انتظار هر سهم را میانگین بازده هر سهم و ریسک هر سهم را واریانس بازده هر سهم در دوره‌های گذشته در نظر گرفت و درنهایت بازده سبد سهام و ریسک سبد سهام را به‌صورت ریاضی تعریف کرد (مارکوویتز،۱۹۵۲،۷۹-۸۳)؛ اما استفاده از داده‌های تاریخی به‌عنوان نشانگر آینده از جهات مختلفی قابل نقداست، چیزی که روشن است این است که بازده تاریخی تنها یک نشانه از وضعیت محتمل شرکت در آینده است درحالی‌که انواع نسبت‌های مالی قادرند اطلاعات مفیدی از وضعیت حال و محتملا آتی یک شرکت ارائه دهند. تحلیل پوششی داده‌ها[2] روشی است که می‌تواند شرکت‌ها را بر اساس شاخص‌های چندگانه مورد ارزیابی قرار دهد. ادرسینگ و ژانگ[3] در سال ۲۰۰۸ با معرفی کردن تعدادی از شاخص‌های مالی به‌عنوان ورودی و خروجی در مدل تحلیل پوششی داده‌ها نشان دادند که بین کارایی محاسبه‌شده و بازده شرکت‌ها در ماه‌های آینده همبستگی معناداری وجود دارد و درواقع کارایی را قدرت مالی[4] حال شرکت‌ها تعبیر کردند. یک تعبیر از کارایی محاسبه‌شده در تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی خوش‌بینانه شرکت در بهترین شرایط ممکن است. با روش تحلیل پوششی داده‌ها برای هر شرکت می‌توان مجموعه‌ای از داده‌ها محاسبه کرد که تفسیر ریاضی آن، کارایی شرکت در شرایط محتمل است. منظور از این مجموعه از داده‌ها در اینجا کارایی متقاطع[5] است که در قسمت مبانی نظری و پیشینه پژوهش به تشریح آن پرداخته می‌شود.

در سال ۲۰۱۴ لیم و همکاران[6] کارایی متقاطع را به‌عنوان نشانه‌ای از بازده شرکت در شرایط محتمل و مختلف آینده تعبیر کردند و جدول کارایی متقاطع را به‌جای بازده شرکت در دوره‌های گذشته، مبنای محاسبات بهینه‌سازی سبد سهام قراردادند و مدل مارکوویتز را بر روی این مبنای

---

1. Markowitz
2. Data Envelopment Analysis(DEA)
3. Edirisinghe & zhang
4. Financial strength
5. Cross Effeciency
6. Lim & Oh & Zho

Archive of SID

www.SID.ir

جدید اجرا کردند؛ اما مدل مارکوویتز به دلیل استفاده از واریانس در محاسبه ریسک موردانتقاد قرارگرفته است.

مهم‌ترین دلیل این نقد، این است که سودهای که فاصله زیادی از میانگین دارند و برای سرمایه‌گذار مطلوب هستند به‌عنوان ریسک شناخته می‌شوند. ازاین‌رو معیار جدیدی برای ریسک که فقط ریسک نامطلوب را بسنجد، برای پژوهش‌گران اهمیت پیدا کرد. معیارهای متفاوتی برای اندازه‌گیری ریسک نامطلوب ارائه‌شده که مهم‌ترین آن‌ها ارزش در معرض ریسک[1] است که نقص‌های واریانس را ندارد، یعنی فقط نوسانات نامطلوب را بشمار می‌آورد. ارزش در معرض ریسک معیاری برای اندازه‌گیری حداکثر زیان احتمالی سبد سهام است که در سال ۱۹۹۴ از سوی وترستون ارائه شد. طبق تعریف، ارزش در معرض ریسک، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد سهام برای دوره معین در آینده با ضریب اطمینان مشخصی، از آن بیشتر نمی‌شود.

گوه و ژانگ[2] در سال ۲۰۱۲، با توجه به مفهوم ارزش در معرض ریسک، یک مدل ریاضی برای ساخت سبد سهام بدون در نظر گرفتن توزیع خاصی برای بازده ارائه کردند، البته گوه و ژانگ هم مانند مدل مارکوویتز داده‌های تاریخی را مبنای محاسبات بهینه‌سازی سبد سهام قراردادند.

در این پژوهش با اجرای مدل ارزش در معرض ریسک بر روی ماتریس کارایی متقاطع روشی جدید برای بهینه‌سازی سبد سهام ارائه‌شده و در پایان عملکرد روش پیشنهادی با سبد بازار و روش لیم و همکاران یعنی مدل مارکوویتز بر روی کارایی متقاطع، مقایسه می‌شود.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در یک نگاه کلی می‌توان، نظریه بهینه‌سازی سبد سهام[3] را به دو گروه مدرن[4] و فرا مدرن[5] تقسیم کرد، در نظریه مدرن، سبد سهام بهینه با سبک‌سنگین کردن بازده و ریسک تعیین و به طور معمول ریسک واریانس یا انحراف معیار در نظر گرفته می‌شود.

در نظریه فرا مدرن سبد سهام بهینه، بر اساس رابطه بازدهی و ریسک نامطلوب، به تدوین رفتار سرمایه‌گذار و انتخاب سبد بهینه سهام پرداخته می‌شود (استردا[6]، ۲۰۰۶،۴۷-۴۵).

---

1. Value at Risk
2. Goh & Zhang
3. Portfolio optimization
4. Modern Portfolio Theory(MPT)
5. Post Modern Portfolio Theory(PMPT)
6. Estrada

Archive of SID

www.SID.ir

از پیشگامان نظریه‌های مدرن انتخاب سبد دارایی، هری مارکوویتز است. وی پژوهشی تحت عنوان «انتخاب سبد دارایی» منتشر کرد که عموماً به‌عنوان اساس نظریه مدرن سرمایه‌گذاری در نظر گرفته می‌شود. قبل از مارکوویتز سرمایه‌گذاران با مفاهیم ریسک و بازده آشنا بودند ولی به طور معمول نمی‌توانستند آن را به‌صورت روش سیستماتیک بیان کنند.

مارکوویتز بازده مورد انتظار هر سهم را میانگین بازده سهم در دوره‌های گذشته و ریسک هر سهم را واریانس بازده هر سهم در دوره‌های گذشته در نظر گرفت. او نشان داد که واریانس سبد به کوواریانس سهم‌ها بستگی دارد و آن را مطابق آنچه در تابع هدف مدل (۲) دیده می‌شود، فرموله کرد. با توجه به این‌که بازده سبد، جمع وزنی بازده سهم‌ها فرض شده است، با حل مدل (۱) و محاسبه مقدار E_{Ω}^{m} به‌عنوان حداکثر بازده مورد انتظار ممکن سبد سهام می‌توان، تابع هدف حداکثر سازی بازده را با در نظر یک حد قابل‌قبول به محدودیت تبدیل می‌شود.

$$E_{\Omega}^{m} = \mathrm{Max} \sum_{i=1}^{n} w_i \, \bar{r}_i$$

st:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \qquad (۱)$$
$$w_i \geq 0$$

در مدل (۲) که یکی از ویرایش‌های مدل مارکوویتز است این حد قابل‌قبول به‌صورت درصد $1-\gamma$ از حداکثر بازده مورد انتظار ممکن تعریف‌شده است. E_{Ω}^{m} می‌تواند با استفاده از مدل (۱) محاسبه شود و با در نظر گرفتن γ اسب در مدل (۲) جایگذاری گردد.

$$V_{\Omega} = Min \sum_{i=1}^{n} w_i^2 \, \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq i}}^{n} w_i \, w_l \psi_{il}$$

st:

$$\sum_{i=1}^{n} w_i \, \bar{r}_i \geq (1-\gamma) E_{\Omega}^{m} \qquad (۲)$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$$
$$w_i \geq 0$$

در این مدل $\bar{r}_i$ میانگین بازده هر سهم و E_Ω^m حداکثر بازده مورد انتظار ممکن سبد سهام است و عبارت $(1-\gamma)\ E_\Omega^m$ حداقل بازده مورد انتظار سبد را در قالب سهمی از حداکثر بازده مورد انتظار ممکن نشان می‌دهد.

پژوهش‌های زیادی در حل مسئله بهینه‌سازی سبد سهام به پیروی از مدل مارکوویتز در داخل و خارج کشور صورت گرفته است. ازآنجاکه این مدل غیرخطی است و برای حل آن روش ثابتی وجود ندارد، بسیاری از پژوهش‌ها بر شیوه حال این مدل متمرکزشده‌اند.

چنگ و یانگ[1] (الگوریتم ژنتیک ۲۰۰۹)، راعی و علی بیک (روش حرکت تجمعی ذرات ۱۳۸۹)، الهی و یوسفی (۱۳۹۳، جست‌وجوی شکار)، قدوسی و تهرانی (روش تجزیه شبیه‌سازی‌شده، ۱۳۹۴) و ... تلاش‌هایی برای حل مدل غیرخطی مارکوویتز در داخل و خارج هستند.

مارکوویتز در مدل خود فرض کرد که بازده تاریخی، متغیر تصادفی با توزیع نرمال است پس با دو پارامتر میانگین و واریانس بازده در دوره‌های گذشته به‌طور کامل بیان می‌شود اما فرض نرمال بودن بازده تاریخی در بسیاری از موارد درست نیست، زیرا بسیاری از پژوهش‌ها نشان می‌دهد که شکل توزیع داده‌ها دارای دو انتهای ضخیم‌تر نسبت به توزیع نرمال است یا به‌عبارت‌دیگر به وجود آمدن سودها و زیان‌های غیرعادی، بیشتر از آن است که تابع توزیع نرمال پیش‌بینی می‌کند (پست و گئورگی[2] ۲۳۰-۲۳۲، ۲۰۰۸). به‌طورکلی، اگر توزیع بازده یک نوع دارایی، نرمال نباشد، آنگاه استفاده از واریانس به‌عنوان معیاری برای محاسبه ریسک، روش درستی نخواهد بود (بناتی و ریزی[3]، ۲۰۰۷،۴۲۴).

مشکل دیگر استفاده از واریانس این است که سودهای که فاصله زیادی از میانگین دارند و برای سرمایه‌گذار مطلوب هستند، به‌عنوان ریسک شناخته‌شده و نامطلوب قلمداد می‌شوند. این در حالی است که از دید سرمایه‌گذاران کسب بازده‌های بزرگ‌تر از بازده مورد انتظار نه‌تنها نامطلوب شمرده نمی‌شود بلکه سرمایه‌گذاران از آن استقبال می‌کنند. از سوی دیگر، واریانس به‌عنوان معیار ریسک

1. Chang & Yang
2. Gioegi & Post
3. Benati & Rizzi

Archive of SID

www.SID.ir

برای سرمایه‌گذار ملموس و قابل‌درک نیست (گئورگی[1]، ۲۰۰۲). درمجموع این مشکلات سبب شد تا پژوهش‌های جدیدی درزمینه بهینه‌سازی سبد سهام با در نظر گرفتن معیارهای دیگری برای محاسبه ریسک انجام شود و نظریه فرا مدرن مسئله بهینه‌سازی سبد سهام آغاز شد.

نخستین بار رام و فرگوسن[2] (۱۹۹۳) در پژوهشی با عنوان" مدل پرتفوی فرا مدرن تکامل می‌یابد" اصطلاح مدل فرا مدرن پرتفوی را به‌صورت رسمی در ادبیات مالی به کاربردند و آن را به‌عنوان شروع تلاش‌هایی اطلاق کردند که معیارهای جدید ریسک را بکار می‌گیرند.

در این پژوهش، پژوهشگران نشان دادند که نظریه پرتفوی مدرن در شرایط خاصی عملکرد رضایت بخشی ندارد و عملکرد نامناسب مدل مدرن پرتفوی را ناشی از نادرست بودند فرض‌های این مدل، یعنی نرمال بودن توزیع داده‌ها و مناسب بودن واریانس به‌عنوان شاخص ریسک، دانستند. پژوهش‌های جدیدی برای معرفی معیاری کامل برای اندازه‌گیری ریسک نامطلوب انجام‌شده، که در آن میان معیار ارزش در معرض ریسک مورد استقبال زیادی قرار گرفت.

ارزش در معرض ریسک که یکی از شاخص‌های مهم ریسک نامطلوب است، نسبت به واریانس، هم‌خوانی بیشتری با ادراک سرمایه‌گذاران داشته، مستلزم فرض مربوط به توزیع بازده نیست و تنها انحراف‌های منفی نسبت به بازده مورد انتظار را به‌عنوان ریسک در نظر می‌گیرد.

ارزش در معرض ریسک حداقل مبلغی را مشخص می‌کند که به‌احتمال معینی طی دوره زمانی مشخص، انتظار می‌رود بیش از آن مبلغ از دست نرود. برای مثال یک بانک ممکن است اعلام کند ارزش در معرض ریسک روزانه خریدوفروش پرتفوی بانک، در سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۱۰ میلیون است و این یعنی تنها در ۵ مورد از ۱۰۰ معامله روزانه، ممکن است زیانی بیش از ۱۰ میلیون اتفاق افتد. سابقه این معیار به وقتی برمی‌گردد که "تیل گولیدمن[3]" ارزش در معرض ریسک را توسعه داد و در ۱۹۹۳ طی کنفرانسی، شرکت «جی.پی.مورگان»، سیستم ارزش در معرض ریسک را برای نخستین بار به مشتریان معرفی کرد.

از پژوهش‌های نظری که بر ارزش در معرض ریسک به‌عنوان ابزار سنجش ریسک تأکیددارند، می‌توان به پژوهش‌های «جوریون[4]» (۱۹۹۶) و «ساندرز[5]» (۱۹۹۹) و «بودنر[6]» (۱۹۹۸) اشاره کرد.

---

1. Gioegi
2. Ram & Fergosen
3. Guldimann
4. Jorion
5. Sanders
6. Bodner

Archive of SID

www.SID.ir

ارزش در معرض ریسک، پاسخگوی پیچیدگی‌های ابزارهای مالی بوده و انواع ریسک را دریک عدد خلاصه می‌کند. ازاین‌رو، مدیران ارشد با انبوهی از محاسبه‌های ریسکی مواجه نمی‌شوند (حنیفی ۱۳۸۲،۴-۵).

برخی از دلایل استفاده از ارزش در معرض ریسک (VaR) در مدیریت پرتفوی را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

۱. ارزش در معرض ریسک، به طور معمول برای سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد و حتی بالاتر محاسبه می‌شود؛ بنابراین تمرکز آن، بر روی دنباله‌های توزیع است و با شکل توزیع داده‌ها ارتباط مفهومی ندارد. درحالی‌که واریانس و انحراف معیار در چارچوب توزیع‌های متقارن و نرمال بهتر درک می‌شود.

۲. ارزش در معرض ریسک چارچوبی برای اندازه‌گیری و تحلیل ریسک است که می‌توان آن را در مورد انواع دارایی‌ها به‌صورت یکسان به کاربرد. درنتیجه با استفاده از آن، پرتفوی متشکل از اوراق قرضه با پرتفوی تشکیل یافته از سهام قابل‌مقایسه خواهد بود.

۳. سرانجام و شاید از همه مهم‌تر اینکه ارزش در معرض ریسک توسعه مفهومی قابل‌درک و عینی است. مفاهیم آماری مثل واریانس و انحراف معیار پرتفوی برای مدیران تمامی شرکت‌ها یا مدیران و سرمایه‌گذاران چندان ملموس و قابل‌فهم نیستند. این در حالی است که ارزش در معرض ریسک همه پارامترهای مختلف اندازه‌گیری ریسک پرتفوی را در یک مبلغ قابل‌درک و محسوس خلاصه می‌کند.

روش‌های مختلفی برای برآورد ارزش در معرض ریسک وجود دارد که می‌توان آن‌ها را در سه گروه طبقه‌بندی کرد: روش‌های پارامتریک، روش‌های نا پارامتریک، روش‌های نیمه پارامتریک. بزرگ‌ترین مزیت استفاده از مدل‌های ناپارامتریک مانند شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو، این است که برخلاف مدل‌های پارامتریک، نیازی نیست فرض خاصی برای توزیع بازده دارایی‌ها در نظر گرفته شود. به‌کارگیری هر یک از این روش‌ها تا اندازه زیادی تحت تأثیر نیازهای تحلیل‌گران و مقامهای تصمیم‌گیرنده سازمان، نوع دارایی‌های موردبررسی، میزان دقت و سرعت موردنظر در محاسبه‌ها و دیگر ملاحظات قرار دارد. درزمینه اندازه‌گیری ریسک از شاخص ارزش در معرض ریسک و همچنین بهینه‌سازی سبد سهام بر اساس حداقل سازی این شاخص در ایران، پژوهش‌های چندانی صورت نگرفته است. در پژوهش‌های لاتین نیز اگرچه، پژوهش‌های

Archive of SID

www.SID.ir

متعددی درزمینه برآورد ارزش در معرض ریسک وجود داشته اما کمتر به مسئله بهینه‌سازی سبد سهام بر اساس ارزش در معرض ریسک پرداخته‌شده است.

جوری[1] (۲۰۰۴) دو روش میانگین-واریانس و حداقل سازی ارزش در معرض ریسک را برای هشت سهام در بازار نیویورک، باهم مقایسه کرده است. وی بدین نتیجه رسیدکه، نتایج بهینه‌سازی از روش ارزش در معرض ریسک بخصوص در داده‌های غیر نرمال، بهتراست. در پژوهش اقبال نیا (۱۳۸۴)، ارزش در معرض ریسک با استفاده از شاخص بازده نقدی محاسبه‌شده، ولی سبد بهینه تعیین نشده است. در پژوهش احمدی و شهریار (۱۳۸۶)، چهار شرکت انتخاب‌شده و ارزش در معرض ریسک آن‌ها به روش اقتصادسنجی سری زمانی محاسبه‌شده و میزان سهم هرکدام از شرکت‌ها تعین می‌شود. این پژوهش نیز مدلی جامع برای بهینه‌سازی سبد سهام باارزش در معرض ریسک ارائه نمی‌کند.

ابراهیم عباسی و بابک تیمور پور (۱۳۸۸) در پژوهشی، ارزش در معرض ریسک را به روش پارامتریک با استفاده از بازده‌های شرکت‌ها محاسبه کرده و به‌عنوان یک محدودیت به مدل مارکوویتز، اضافه می‌شود ولی عملاً بازهم واریانس معیار اندازه‌گیری ریسک سبد است. در پژوهش‌های، فلاح‌پور و یاراحمدی (تئوری مقدار حدی ۱۳۹۱)، عباسی (به سه روش پارامتریک، تاریخی، شبیه‌سازی مونت‌کارلو ۱۳۹۲)، صادقی و دهکردی (آنالیز موجک ۱۳۹۲)، کیانی و فرید (۱۳۹۳) به برآورد ارزش در معرض ریسک به روش‌های مختلف پرداخته‌شده است ولی به ارائه مدلی برای مسئله بهینه‌سازی سبد سهام توجه ای نشده است. میرفیض و عبدالهی (۱۳۹۲) به مدل‌سازی مسئله بهینه‌سازی سبد سهام با الگوریتم مورچگان با معیارهای متفاوت ریسک ازجمله ارزش در معرض ریسک پرداخته است.

گوه و ژانگ (۲۰۱۲) مبتنی بر مفهوم ارزش در معرض ریسک یک مدل برنامه ریاضی ارائه دادند که با حداقل کردن ارزش در معرض ریسک یک سبد، میزان هر سهم در سبد را مشخص می‌کند. این مدل از روش نا پارامتریک و با استفاده از داده‌های T دوره گذشته شرکت‌ها به تشکیل سبد سهام می‌پردازد. نقطه قوت این مدل عدم نیاز به فرض خاصی برای توزیع بازده شرکت‌ها است. طبق تعریف ارزش در معرض ریسک (VaR)، حداقل مقداری است که اگر بر روی بازده سبد بگذاریم، حداقل به‌احتمال (α-۱) درصد، بازده سبد مثبت می‌شود، مطابق رابطه(۳).

---

1. Johri

Archive of SID

www.SID.ir

$$VaR_{1-\alpha} = Min\{\xi: \quad P[(\xi + E_{\Omega}) \geq 0] \geq 1 - \alpha\} \qquad (۳)$$

طبق رابطه ۳، با حداقل کردن ارزش در معرض ریسک (VaR) در T دوره زمانی، مسئله بهینه‌سازی سبد سهام به شکل زیر فرموله می‌شود:

$$\min \quad VaR$$

St:

$$VaR + \sum_{j=1}^{n} w_j r_{ij} \geq -Ky_i \qquad i = 1, \dots, T \qquad (۴)$$

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

$$\sum_{i=1}^{T} y_i = [\alpha T]$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_j \bar{r}_j \geq (1-\gamma) E_{\Omega}^{m}$$

$$w_{j\geq 0}$$

$$y_{i\in\{0,1\}}$$

در مدل (۴)، r_{ij} بازده شرکت j ام در زمان i ام و w_j ،وزن شرکت jام در سبد بهینه و T تعداد دوره زمانی گذشته، n تعداد شرکت‌ها ، α سطح اطمینان موردنظر و K ، یک عدد ثابت بزرگ است. در این مدل $\bar{r}_j$ میانگین بازده هر سهم و E_{Ω}^{m} حداکثر بازده مورد انتظار ممکن سبد سهام است و عبارت $(1-\gamma)\ E_{\Omega}^{m}$ حداقل بازده مورد انتظار سبد را در قالب سهمی از حداکثر بازده مورد انتظار ممکن نشان می‌دهد. با توجه به این‌که بازده سبد، جمع وزنی بازده سهم‌ها فرض شده است، همانند مدل مارکوویتز، مقدار E_{Ω}^{m} می‌تواند با استفاده از مدل (۱) محاسبه شود و با در نظر گرفتن γ مناسب در مدل (۴) جایگذاری گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

مدل بهینه‌ساز (۴)، به دنبال پیدا کردن وزن‌های بهینه سهم‌ها، درواقع همان متغیر w_j ، در مدل است. مدل با انتخاب حداقل ارزش در معرض ریسک سبد، این وزن‌های بهینه را مشخص می‌کند. ازاین‌رو ،با توجه به مفروض‌های این مدل، نیازی به محاسبه ارزش در معرض ریسک هر سهم نیست.

با توجه محدودیت سوم در مدل (۴)، مدل اجازه می‌دهد درα درصد اوقات متغیر Y برابر یک شود. وقتی متغیر برابر یک شود قید متناظر در دسته قیود نخست مدل زائد می‌شود، یعنی بازده سبد درα درصد اوقات یا در$[\alpha T]$ دوره زمانی، می‌تواند منفی باشد (رابطه ۵). در مابقی اوقات Y برابر صفر می‌شود یعنی بازده سبد بعلاوه ارزش در معرض ریسک در آن دوره‌ها باید بیش‌تر از صفر شود. مدل، مینیمم VaR هایی را که در این قیود صدق کند را انتخاب کرده و سبد بهینه از شرکت‌های منتخب تشکیل می‌شود (۶).

$$VaR + \sum_{j=1}^{n} w_j r_{ij} \geq -K \qquad (۵)$$

$$VaR \geq -\sum_{j=1}^{n} w_j r_{ij} \qquad (۶)$$

اما مهم‌تر از ایراداتی که به واریانس به‌عنوان شاخص ریسک می‌توان وارد دانست انتقادی است که به مبنای محاسبات، بهینه‌سازی مدرن و فرا مدرن سبد وارد است و آن استفاده از داده‌های تاریخی به‌عنوان نشانگر آینده است. مهم‌ترین نقد این است که دلیلی وجود ندارد آینده مطابق نظم موجود درگذشته، رخ دهد. بعلاوه این‌که اگر بازده شرکت در دوره‌های گذشته مبنا باشد، تقدم و تأخر داده‌های تاریخی شامل اطلاعات مفیدی از آینده است که در مدل مارکوویتز ندیده گرفته می‌شود. مثلاً این نکته مهم است که آیا بازده‌های پایین، داده‌هایی مربوط به دوره‌های آخر یا نخست مورد بررسی هستند یا در خلال دوره‌ها به‌صورت نوسان‌های نامطلوب اتفاق افتاده‌اند؟ وقتی شرکتی در گذشته تاریخی دور بازده قابل قبولی داشته ولی در دوره‌های اخیر افت بازده نشان می‌دهد انتظار می‌رود آینده مطلوبی نداشته باشد، اما در مدل مارکوویتز گذشته دور خوب، گذشته نزدیک بد را جبران می‌کند و بازده مورد انتظار را خوش‌بینانه ارزیابی می‌کند. در ذیل ابتدا به توضیح تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و مفهوم کارایی متقاطع که می‌تواند جایگزینی برای داده‌های تاریخی بازده فراهم کند پرداخته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیکی ناپارامتریک برای سنجش و ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از پدیده‌ها (سازمان‌ها) با ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه است (جهانشاهلو و حسین زاده، ۱۳۸۵). علت مقبولیت گسترده‌تر روش DEA نسبت به سایر روش‌ها، امکان بررسی روابط پیچیده و اغلب نامعلوم بین چندین ورودی و چندین خروجی است که در این فعالیت‌ها وجود دارد.

مدل‌های مختلفی از تحلیل پوششی داده‌ها وجود دارد و با توجه به مفروض‌های مسئله و ویژگی‌های مدل، مورداستفاده قرارمی‌گیرد. یکی از مهم‌ترین مشکلات مدل‌های ارائه‌شده بهینه‌سازی سبد سهام، عدم در نظر گرفتن شاخص‌ها و معیارهای چندگانه در ارزیابی شرکت‌هایی است که در سبد قرار می‌گیرند.

با توجه به قابلیت روش تحلیل پوششی داده‌ها در به‌کارگیری شاخص‌های چندگانه، در پژوهش‌های متعددی از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای حل مسائل مالی و انتخاب سبد سهام استفاده‌شده است که از آن جمله می‌توان به پژوهش‌های (افشار کاظمی و خلیلی عراقی، ۱۳۹۱) و (ادریسینگ و ژانگ، ۲۰۰۸) و (چن[1]، ۲۰۰۸) و (چانگ و لی[2]، ۲۰۱۲) و...اشاره کرد. ادریسنگ (ادرسینگ و همکاران، ۲۰۰۸) در پژوهشی به نام «انتخاب سبد سهام بر اساس قدرت شاخص‌های با به‌کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها» قوت مالی شرکت را با واردکردن شاخص‌های مالی به‌عنوان ورودی و خروجی به مدل سی سی آر[3] که یک مدل پایه تحلیل پوششی داده‌هاست و مجاز به استفاده از داده‌های منفی نیست، معرفی کرد و ثابت کرد که بین کارایی محاسبه‌شده و بازده ماه‌های بعد شرکت‌ها رابطه معناداری وجود دارد. لیم و همکاران (۲۰۱۴) با استفاده از ایده ادرسینگ و با اصلاح نقطه ضعف کار او (استفاده مدل CCR برای داده‌های منفی) یعنی استفاده از مدل RAM[4] که مجاز به استفاده از ورودی‌ها و خروجی‌های منفی است، مفهوم کارایی متقاطع را به‌عنوان نشانگر بازده احتمالی شرکت در شرایط محتمل آینده معرفی و با نقد استفاده از داده‌های تاریخی، ماتریس کارایی متقاطع را مبنای محاسبه ریسک و بازده قراردادند. آن‌ها با انجام مدل مارکوویتز بر روی این ماتریس، مسئله بهینه‌سازی سبد سهام را حل کردند اما همچنان مشکلات استفاده از واریانس به‌عنوان معیار ریسک در پژوهش آن‌ها باقی است.

---

1. Chen
2. Chang & Lee
3. Charnes & Cooper & Rhodes (CCR)
4. Range Adjusted Measure

Archive of SID

www.SID.ir

از این‌رو، در این پژوهش به ترکیب مدل ارزش در معرض ریسک بر روی ماتریس کارایی متقاطع پرداخته‌شده است تا هم جایگزین بهتری برای داده‌های تاریخی و هم معیار کاراتری برای ریسک ارائه گردد. در این پژوهش، از مدل RAM که یک مدل جمعی با بازده به مقیاس متغیراست و به دلیل برخورداری از خاصیت پایداری در مقابل محورها، قابل کاربرد بر روی‌داده‌هایی است که ممکن است هم در ورودی‌ها و هم در خروجی‌ها مقادیر منفی مشاهده شود، استفاده می‌شود.

فرم پوششی مدل RAM که یک مدل جمعی با بازده به مقیاس متغیر است، به شکل مدل (۷) است.

اندیس j: نشان‌دهنده هریک از واحد تحت ارزیابی

اندیس i: نشانگر ورودی

اندیس r شانگر خروجی

x_{ij}: مقدار ورودی i ام واحد j ام

y_{rj}: خروجی r ام واحد j ام

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

st:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\lambda_j + s_i^- = x_{io} \qquad i = 1, \ldots, m \qquad (۷)$$

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

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

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

Archive of SID

www.SID.ir

واحد تحت ارزیابی با اندیس o نشان داده می‌شود و در این مدل s_i^- ، s_r^+ و λ_j متغیر هستند.

بازه‌های R_i^- و R_r^+ به ترتیب برای ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌صورت رابطه (۸) و(۹)تعریف می‌شود :

$$\mathrm{R_i^-} = max\left(x_{ij}, j = 1, \dots, n\right) - min\left(x_{ij}, j = 1, \dots, n\right) \qquad i = 1, \dots, n \quad (۸)$$

$$\mathrm{R_r^+} = max\left(y_{rj}, j = 1, \dots, n\right) - min\left(y_{rj}, j = 1, \dots, n\right) \qquad r = 1, \dots, s \quad (۹)$$

دوگان مدل پوششی RAM که به فرم مضربی در تحلیل پوششی داده‌ها معروف است، به‌صورت مدل(۱۰) است:

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

st:

$$\sum_{r=1}^{s} u_r \mathrm{y_{rj}} - \sum_{i=1}^{m} \mathrm{v_i x_{ij}} + \mathrm{w} \le 0 \qquad \mathrm{j} = 1, \dots, \mathrm{n} \qquad (۱۰)$$

$$u_r \ge \frac{1}{\mathrm{m+s}} \mathrm{R_r^+} \qquad r = 1, \dots, s$$

$$v_i \ge \frac{1}{\mathrm{m+s}} \mathrm{R_i^-} \qquad i = 1, \dots, m$$

آزاد در علامت w

در مدل(۱۰)، w، u_r و v_i متغیر هستند.

این مدل برای ارزیابی هر واحد اجراشده، مقدار ناکارایی واحد را محاسبه می کند. مقدار کارایی برابراست با یک منهای مقدار ناکارایی مطابق فرمول(۳۷-۲) :

Archive of SID

www.SID.ir

$$E_0 = 1 - (\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io} - \sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} - w) \qquad (۱۱)$$

مدل (۱۰) برای ارزیابی هر واحد اجراشده و با جایگذاری در مدل(۱۱) مقدار کارایی هر سهم محاسبه می‌شود. فرم مضربی در تحلیل پوششی داده‌ها از تفسیر جالبی برخوردار است و آن تخصیص بهترین وزن به واحد تحت ارزیابی است. به همین دلیل گاهی گفته می‌شود تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی خوش‌بینانه شرکت یا ارزیابی شرکت در بهترین شرایطی است که ممکن است برای شرکت تأمین شود. با حل این مدل مقدار ناکارایی شرکت‌ها محاسبه‌شده درواقع در مدل RAM در تابع هدف میزان ناکارایی محاسبه می‌شود و یک منهای ناکارایی برابر است با مقدار کارایی.

منظور از کارایی متقاطع محاسبه یک منهای مقدار تابع هدف مدل (۱۰)، با استفاده از وزن‌های بهینه حاصل از حل مدل برای واحدهای دیگراست. حال اگر مدل تحلیل پوششی داده‌ها را بتوان ارزیابی شرکت در بهترین شرایطی ممکن قلمداد کرد، کارایی متقاطع را باید ارزیابی شرکت در بهترین شرایط شرکتی دیگر دانست. بر این اساس ماتریس کارایی متقاطع، جدولی از حالات مختلف برای هر شرکت را نشان می‌دهد که هرکدام از این حالات به نفع یک شرکت است. چون شرایط در آینده به‌هرحال به‌طور نسبی به نفع یکی از شرکت‌هاست، می‌توان کارایی متقاطع را ارزیابی از وضع شرکت در شرایط محتمل آینده تعبیر کرد.

ارزیابی از وضع شرکت در شرایط محتمل آتی را می‌توان نشانگری از بازده شرکت در شرایط محتمل آتی قلمداد کرد و به‌جای داده‌های تاریخی بازده که نشانگر بازده آتی قلمداد می‌شدند، بکار برد. در بخش روش پژوهش، نحوه تفسیر و کاربرد مدل گوه و ژانگ (۲۰۱۲) بر روی جدول کارایی متقاطع بیان می‌شود.

روش‌شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از بعد هدف، از نوع پژوهش‌های کاربردی بوده و قلمرو مکانی و زمانی پژوهش، شرکت‌های پذیرفته‌شده بورس اوراق بهادار تهران در فاصله زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ می‌باشد. در انجام این پژوهش گام‌های زیر طی شده است:

۱- تعیین شاخص‌های مالی به‌عنوان ورودی و خروجی در مدل DEA

Archive of SID

www.SID.ir

۲- محاسبه کارایی شرکت‌ها با اجرای مدل RAM اصلاح‌شده و تشکیل ماتریس کارایی متقاطع
۳- مدل‌سازی، روش ارزش در معرض ریسک بر روی ماتریس کارایی متقاطع شرکت‌ها و محاسبه سبد بهینه سهام
۴- ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی
۵- مقایسه روش پیشنهادی با مدل لیم و همکاران.

۱) تشریح مراحل پژوهش

۱-۱- تعیین شاخص‌های مالی به‌عنوان ورودی و خروجی در مدل DEA

در این پژوهش به پیروی از ادرسینگ و ژانگ(۲۰۰۸) از شاخص‌های مالی که منعکس‌کننده وضعیت فعلی شرکت‌ها و قوت مالی آن‌ها می‌باشد، به‌عنوان ورودی و خروجی مدل تحلیل پوششی داده‌ها استفاده می‌شود.

ادریسینگ، این‌طور استدلال کرده است که شاخص‌های ورودی نسبت‌های مالی از جنس سیاست‌گذاری و شاخص‌های خروجی نسبت‌های مالی از جنس نتیجه‌گیری هستند. این شاخص‌های مالی به تفکیک ورودی و خروجی در جدول ۱ بیان‌شده است.

جدول ۱

نام شاخص	خروجی/ ورودی	تعریف
گردش حساب‌های دریافتی	ورودی	دفعات موفقیت شرکت در دریافت مطالبات خود
گردش موجودی کالا	ورودی	دفعات موفقیت شرکت برای خرید/ فروش یا تولید/ فروش
گردش دارایی	ورودی	فروش ایجادشده از هر ریال از دارایی‌های تحت تملک شرکت
نسبت جاری	ورودی	نسبت دارایی جاری به بدهی جاری
نسبت آنی	ورودی	نسبت دارایی جاری منهای موجودی کالا به بدهی جاری
ضریب مالکانه	ورودی	نسبت دارایی به حقوق صاحبان سهام
نسبت بدهی	ورودی	نسبت کل بدهی به‌کل دارایی شرکت
بدهی به حقوق صاحبان سهام	ورودی	تأمین مالی بلندمدت توسط بستانکاران در مقابل صاحبان سهام

Archive of SID

www.SID.ir

بدهی بلندمدت به حقوق صاحبان سهام	ورودی	تقسیم بدهی به حقوق صاحبان سهام
ROA	خروجی	نسبت به‌کارگیری دارایی‌ها.
ROE	خروجی	سود خالص ایجادشده در مقابل هر یک ریال حقوق صاحبان سهام.
حاشیه سود خالص	خروجی	درآمد خالص حاصل از یک ریال فروش
سود هر سهم	خروجی	نسبت سود خالص منهای سود تقسیمی سهام ممتاز بر تعداد سهام عادی
نرخ رشد درآمدها	خروجی	درجه تغییر در عایدات شرکت در طی دوره زمانی مشخص
نرخ رشد سود خالص	خروجی	درجه تغییر در سود و خالص شرکت در طی دوره زمانی مشخص
نرخ رشد هر سهم	خروجی	درجه تغییر در سود هر سهم شرکت در طی دوره زمانی مشخص

۲-۱- محاسبه کارایی شرکت‌ها با اجرای مدل RAM اصلاح‌شده و تشکیل ماتریس کارایی متقاطع

به دلیل وجود اعداد منفی در مقادیر ورودی و خروجی، از مدل RAM که مجاز به استفاده از اعداد منفی می‌باشد برای محاسبه کارایی هر شرکت استفاده می‌شود. کارایی به‌دست‌آمده یعنی هر شرکت در بهترین شرایط خود چه قوت مالی دارد.

حال با تشکیل ماتریس کارایی متقاطع، کارایی هر شرکت را در شرایطی که وضعیت برای دیگر شرکت‌ها بهتراست، به دست آورده یعنی با توجه به وزن‌های بهینه سایر شرکت‌ها، کارایی در شرایط محتمل برای هر شرکت به دست می‌آید. همان‌طور که گفته شد، در مدل RAM چون در تابع هدف میزان ناکارایی محاسبه می‌شود و یک منهای ناکارایی دقیقاً برابر است با مقدار کارایی، بنابراین کارایی متقاطع برای واحد j ام با استفاده از وزن‌های بهینه واحد k از رابطه۱۲ محاسبه می‌شود:

$$E_j^K = 1 - \left(\sum_{i=1}^{m} v_i^k x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_r^k y_{rj} - W\right) \qquad (۱۲)$$

Archive of SID

www.SID.ir

به دلیل وجود اعداد منفی در مقادیر ورودی و خروجی مدل RAM، در ماتریس کارایی متقاطع اعداد منفی دیده می‌شود که می‌توان، با اضافه کردن قید زیر و اعمال اصلاحات بر روی مدل RAM مانع از حضور مقادیر منفی در جدول کارایی متقاطع شد.

$$\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} + w \geq -1 \qquad j = 1, \dots, n \qquad (۱۳)$$

لازم به ذکر است که لیم و همکاران در پژوهش خود به منفی بودن اعداد کارایی متقاطع توجهی نکرده و این از ایرادهای پژوهش آن‌هاست. (گودرزی،۱۳۹۴،۴۳).

حال ماتریس کارایی متقاطع به‌دست‌آمده، به‌وسیله مدل RAM اصلاح‌شده، به‌جای داده‌های تاریخی، مبنایی محاسبه بازده وریسک سبد قرار می‌گیرد.

۳-۱- مدل‌سازی، روش ارزش در معرض ریسک بر روی ماتریس کارایی متقاطع شرکت‌ها و محاسبه سبد بهینه سهام

در این پژوهش، با ترکیب دو مفهوم ارزش در معرض ریسک و کارایی متقاطع به تشکیل سبد بهینه سهام پرداخته می‌شود.

طبق مدل گوه و ژانگ در T دوره زمانی، ارزش در معرض ریسک یعنی حداقل مقداری که اگر روی بازده سبد گذاشته شود، تنها در$[\alpha T]$ دوره زمانی بازده سبد کوچک‌تر از صفر می‌گردد، یعنی در$(1-\alpha)$ درصد اوقات، بازده سبد بزرگ‌تر از صفر می‌شود.

از سوی دیگر، مفهوم کارایی متقاطع یعنی کارایی شرکت در شرایط محتمل آینده که هریک از این شرایط درواقع به نفع یکی از شرکت‌ها تلقی می‌شود. حال اگر هریک از این شرایط محتمل آینده تحت عنوان اوقات نام‌برده شود، آنگاه اوقات یا شرایط محتمل در آینده برابر با تعداد شرکت‌ها خواهد بود؛ اما ازآنجایی‌که کارایی که به‌عنوان نشانگر بازده در آینده در این پژوهش بکار رفته، برخلاف بازده همواره مقدار بیشتر از صفر دارد، کاربرد مدل ارزش معرض ریسک بر روی آن همواره به ازای هر ترکیبی از سهم شرکت‌ها برقراراست و به مقدار ارزش در معرض ریسک صفر منجر می‌شود؛ بنابراین لازم است مدل ارزش معرض ریسک با تعریفی متناسب با مقادیر کارایی بازتعریف شود. می‌توان یک حد معین خیلی خوب به عنوان مثال ۰/۹۸ در نظر گرفت تا

Archive of SID

www.SID.ir

مدل سبدی را بسازد که کارایی آن در اکثر اوقات بالای این مقدار باشد و درواقع مدل از بین شرکت‌های که تنها در[αT] اوقات، کارایی کمتر از۰/۹۸ داشته باشند، انتخاب می‌کند.

به بیان دیگر شرکت‌هایی که حتی در شرایطی که اوضاع به نفع دیگر شرکت‌ها باشد، باز هم کارایی آن‌ها در اکثر اوقات از یک حد معین قابل‌قبول کمتر نمی‌شود، سبد را می‌سازند.

$$min \quad VaR$$

St:

$$VaR+\sum_{j=1}^{n} w_j\, r_{ij} \;\geq -k\, y_i + 0.98 \qquad i = 1 \dots, n$$

$$\sum_{J=1}^{n} w_{j=1} \qquad (۱۴)$$

$$\sum_{i=1}^{n} y_i = [\alpha n]$$

$$w_{j\geq 0} \;\; ،y_{i\in\{0\,,\,1\}}$$

r_{ij} یعنی کارایی شرکت jام در زمانی که شرایط به نفع شرکت iام، w_j وزن بهینه هر شرکت در سبد سهام و n تعداد شرکت‌ها که برابراست با تعداد دوره زمانی و α سطح اطمینان مورد قبول مدل می‌باشد.

٤-۱- ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی

بعد از به دست آوردن سبد بهینه در سال‌های مختلف، روش پیشنهادی ارزیابی می‌شود. برای ارزیابی عملکرد، ویلیام شارپ [1] در سال ۱۹۶۴، معیاری ترکیبی از عملکرد سبد سهام ارائه کرد که نسبت بازده به تغیر پذیری یا نسبت بازده بازار به ریسک کل نام دارد(RVAR). معیار شارپ از

1. Sharp

Archive of SID

www.SID.ir

تقسیم میانگین بازده اضافی پرتفوی دریک دوره مشخص بر انحراف معیار بازده‌ها درهمان دوره محاسبه می‌شود که به آن نسبت پاداش تغییرپذیر نیز می‌گویند. این معیار به‌صورت رابطه ۱۵، محاسبه می‌شود:

$$\text{RVAR} = (\overline{TR}_P - \overline{RF}_P)/SD_P \qquad \text{رابطه ۱۵}$$

در رابطه بالا $\overline{TR}_P$ یعنی میانگین بازده سبد در دوره زمانی معین، $\overline{RF}_P$، میانگین بازده بدون ریسک و SD_P ، انحراف معیار بازده سبد درهمان دوره زمانی معین می‌باشد.

منظور از بازده اضافی در اینجا مقدار بازده بیشتر از بازده بدون ریسک است. این معیار برای ارزیابی عملکرد پرتفوی به کار می‌رود، هر پورتویی که مقدار بیشتری را به خود اختصاص دهد، نسبت به بقیه عملکرد بهتری دارد.

۵-۱- مقایسه روش پیشنهادی با مدل لیم و همکاران :

برای مقایسه این دو روش، به‌طور جداگانه سبدهای بهینه تعیین‌شده به‌این‌ترتیب که،گام‌های ۱ و ۲ را به طور عینی تکرار کرده و در گام سه، مدل مارکوویتز را بر روی ماتریس کارایی متقاطع اجرا کرده و سبدهای بهینه را در دوره زمانی موردنظر حساب می‌شود و سپس مطابق گام چهارم، معیار شارپ آن را حساب کرده و با شارپ روش ارزش در معرض ریسک مقایسه می‌گردد.

تجزیه وتحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها

از بین همه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران، ۱۸۵شرکت که سال مالی آن‌ها اسفند هرسال است و اطلاعات موردنیاز پژوهش برای آن‌ها به‌طور کامل وجود داشت، در بازه زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۴ انتخاب می‌شوند. برای جمع‌آوری داده‌ها از اطلاعات موجود در نرم‌افزار ره‌آورد نوین و آرشیو معامله‌های موجود در سایت بورس اوراق بهادار تهران و برای مدل‌سازی و اجرای مدل از نرم‌افزار GAMS استفاده‌شده است.

بعد از اجرای مدل ارزش در معرض ریسک پیشنهادی در سال‌های ۹۰تا ۹۴، میزان خرید هر سهم و سبد بهینه هرسال به شرح زیر، تشکیل گردید:

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. سبد بهینه سال ۹۰

نام شرکت	وزن هر سهم	بازده هر سهم
آلومینیوم ایران	۰/۹۹۷	-۰/۰۰۳
پارس‌دارو	۰/۰۰۳	۰/۱۹

جدول ۳. سبد بهینه سال ۹۱

نام شرکت	وزن هر سهم	بازده هر سهم
آلومینیوم ایران	۰/۰٤۱	۰/۹۸
سیمان قائن	۰/۹۲٦	۰/۳۲
معدنی املاح ایران	۰/۰۱٤	۰/٦٥

جدول ٤. سبد بهینه سال ۹۲

نام شرکت	وزن هر سهم	بازده هر سهم
تجارت الکترونیک پارسیان	۰/۰۸٦	۰/۹۲
سیمان فارس	۰/۱۲٤	-۰/۱۰
سیمان فارس نو	۰/۷۹	۲/۲٥

جدول ٥. سبد بهینه سال ۹۳

نام شرکت	وزن هر سهم	بازده هر سهم
کاغذسازی کاوه	۰/۰٦۱	-۰/٥٥
دشت مرغاب	۰/۹۳۹	۰/٥٥

جدول ٦. سبد بهینه سال ۹٤

نام شرکت	وزن هر سهم	بازده هر سهم
مجتمع‌های توریستی و رفاهی	۰/۰۰٤	۰
ارتباطات سیار	۰/۹۹٦	۰/٤۱

Archive of SID

www.SID.ir

اگرچه، بر اساس نتایج حاصل از اجرای مدل در چند مقطع زمانی نمی‌توان به مفهوم ریاضی برتری یک روش نسبت به روش دیگر را اثبات کرد. اما حصول نتیجه بهتر برحسب شاخصی که عملکرد روش در چندین مقطع زمانی و متوالی را منعکس کند، می‌تواند به توجیه یک روش کمک کند.

در این پژوهش، به پیروی از روش لیم و همکاران(۲۰۱۴) برای ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی بهینه‌سازی سبد سهام و مقایسه آن با روش پیشنهادی لیم و همکاران از معیار شارپ استفاده‌شده است. این معیار امکان مقایسه عملکرد روش با سبد بازار را نیز فراهم می‌کند.

بعد از محاسبه سبد بهینه هرسال با به دست آوردن بازده هر سهم در آن سال، بازده سبد بهینه هرسال که برابر با میانگین وزنی بازده هر سهم در سبد است، به دست می‌آید (جدول ۶). نرخ بازده بدون ریسک برای محاسبه شارپ، برابراست با متوسط نرخ سود بانکی یک‌ساله بانک ملی، در سال‌های موردنظر. لازم به ذکر است که بازده هر سهم از رابطه ۱۶، به دست می‌آید:

رابطه ۱۶ قیمت نخست دوره/ (سودنقدی+ قیمت نخست دوره- قیمت آخر دوره)=بازده هر سهم

جدول ۷. بازده سبد بهینه در سال‌های موردمطالعه

سال موردنظر	بازده سبد روش ارزش در معرض ریسک	بازده سبد بازار	بازده روش لیم و همکاران
۱۳۹۰	-۰/۰۰۲	۰/۰۹	-۰/۰۰۱
۱۳۹۱	۰/۳۶۲	۰/۴۳	۰/۳۴
۱۳۹۲	۱/۸۴	۱/۰۵	۲/۰۵
۱۳۹۳	۰/۴۸	-۰/۲۲	۰/۴۸
۱۳۹۴	۰/۴۱	۰/۲۷	۰/۳۲

جدول ۸. مقدار شارپ

روش	مقدار شارپ
روش ارزش در معرض خطر	۰/۶۸
روش لیم و همکاران	۰/۶۲
سبد بازار	۰/۳۳

Archive of SID

www.SID.ir

همان‌طور که گفته شد، هرچقدر مقدار RVAR بیشتر باشد، عملکرد روش در تعیین سبد سهام بهینه بهتراست که با توجه به مقادیر شارپ هر روش در جدول ۸ می‌توان نتیجه گرفت که روش پیشنهادی از عملکرد بهتری نسبت به مدل لیم و همکاران و سبد بازار برای ساخت سبد بهینه سهام برخورداراست.

نتیجه‌گیری و بحث

هدف این پژوهش، ارائه روشی جدید برای حل مسئله بهینه‌سازی سبد سهام با به‌کارگیری مدل ارزش در معرض ریسک بر روی ماتریس کارایی متقاطع (توجه به آینده با به‌کارگیری شاخص ریسک کاراتر) است. ازآنجاکه، پژوهشگران مختلف ازجمله مارکوویتز در کتاب خود بیان نموده است که واریانس ویژگی‌های یک معیار کامل برای اندازه‌گیری ریسک سبد سهام را ندارد، پژوهش‌های زیادی در تعریف و به‌کارگیری معیارهای دیگری برای محاسبه ریسک صورت گرفت. ازاین‌رو، در این پژوهش از معیار ارزش در معرض ریسک که یکی از سنجه‌های مهم اندازه‌گیری ریسک نامطلوب است، برای محاسبه ریسک استفاده شد.

از سوی دیگر، استفاده از داده‌های تاریخی، به‌عنوان معیاری برای قضاوت در مورد آنچه در حال و آینده رخ می‌دهد، خالی از اشکال نیست زیرا هیچ تضمینی وجود ندارد که آینده مطابق نظم موجود درگذشته اتفاق بیفتد، در این پژوهش به پیروی از ادرسینگ (۲۰۰۸) و لیم و همکاران (۲۰۱۴)، از شاخص‌های مالی به‌عنوان ورودی و خروجی در مدل RAM استفاده کرده و کارایی به‌عنوان نشانه‌ای از قوت مالی حال شرکت و کارایی متقاطع به‌عنوان نشانگر وضع مالی شرکت در شرایط محتمل آینده قلمداد شد. بر این اساس ماتریس کارایی متقاطع، به‌جای داده‌های تاریخی بازده، مبنای محاسبه قرار گرفت. درنهایت مدل ارزش در معرض ریسک ارائه‌شده توسط گوه و ژانگ (۲۰۱۲) با اعمال تغییراتی بر روی ماتریس کارایی متقاطع ۱۸۵ شرکت بورس اوراق بهادار تهران اجراشده و سبد بهینه سهام ساخته می‌شود. لازم به ذکراست که هرچند ارزش در معرض ریسک به‌عنوان معیار ریسک موردتوجه پژوهشگران در داخل کشور قرارگرفته اما کاربرد مدل ریاضی باهدف حداقل سازی ارزش در معرض ریسک سبد سهام در بهینه‌سازی سبد آن‌چنان‌که در این پژوهش مشاهده می‌شود، موردتوجه قرار نگرفته است. ایده کاربرد مدل بهینه‌سازی سبد سهام یا حداقل سازی ارزش در معرض ریسک گوه و ژانگ، بر روی کارایی متقاطع و اعمال تعدیل‌های

Archive of SID

www.SID.ir

لازم در آن را حتی در پژوهش‌های خارجی مطرح نشده و آن را می‌توان به‌عنوان نوآوری و تجربه منحصربه‌فرد این پژوهش در نظر گرفت.

شاخص شارپ محاسبه‌شده برای روش پیشنهادی، از شارپ سبد بازار و شارپ مدل لیم و همکاران بیشتراست که این مهم نشان‌دهنده عملکرد قابل‌قبول و بهتر آن نسبت به مدل لیم و همکاران، در حل مسئله بهینه‌سازی سبد سهام می‌باشد. درنتیجه نشان داده شد که در نظر گرفتن ارزش در معرض ریسک به‌عنوان معیار اندازه‌گیری ریسک که امکان مدیریت بهتر و کنترل بیشتر بر روی ریسک‌های نامطلوب را می‌دهد، بر روی کارایی متقاطع می‌تواند به ساخت سبدهای با عملکرد بهتر و سودآوری بیشتر منجر شود.

با توجه به نتایج پژوهش و بررسی عملکرد مدل، به شرکت‌های سرمایه‌گذاری، صندوق‌های سرمایه و سرمایه‌گذاران حقیقی پیشنهاد می‌شود که از روش تلفیقی ارزش در معرض ریسک و کارایی متقاطع برای ساخت سبد سهام بهینه استفاده کنند.

در نهایت پیشنهادهای پژوهش برای مطالعه‌های آتی به شرح زیر است:

- در این پژوهش، مدل ارزش در معرض ریسک که مدلی مبتنی بر اهداف چندگانه است، به روش تبدیل تابع هدف به محدودیت، حل‌شده است، می‌توان با استفاده از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چندهدفه برای مدل‌سازی و حل این مسئله پرداخت.
- استفاده از دیگر شاخص‌های مالی به‌عنوان ورودی و خروجی در محاسبه کارایی متقاطع شرکت‌ها به‌عنوان مبنای تشکیل سبد سهام
- استفاده از سایر معیارهای ریسک که تاکنون روی بازده تاریخی اجراشده، بر روی مبنای کارایی متقاطع مانند معیار ارزش در معرض ریسک شرطی و...

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

- Abbasi, A.Teimourpour, B. Barjeste Maleki, M.(2009).«Optimum Portfolio Selection Using Value at Risk in Tehran Stock Exchange». *Journal of Tahghighate Eghtesadi*,44(87), 91-114. (in Persian)
- Abbasi, A. (2013). «Estimation and assessment of value at Risk in the forex market».*Scientific Journal Management System*,5(17),23-44.(in Persian)
- Afshar Kazemi, M., Khalili Araghi, M.(2012).«Portfolio selection in Tehran Stock Exchange by combining data envelopment analysis and goal programming». *Journal of financial knowledge securities analysis*,5(1), 49-63. (in persian)
- Ahmadi, M., Shahriyar,B. (2008).«Determining the optimal level of investment in the stock market by Risk approach».*The Iranian Accounting and Auditing Review*,14(49),3-24. (in persian)
-Benati,S.,Rizzi,R.(2007). «A mixed integer linear programming formulation of the optimal mean/Value at Risk problem».*European journal of reaserch*,Vol 176, 423-434.
-Chang, T. J., Yang, S. C., & Chang, K. J. (2009). «Portfolio optimization problems in different risk measures using genetic algorithm». *Expert Systems with Applications*, 36(7), 10529-10537.
-Chang, P. T., Lee, J. H. (2012). «A fuzzy DEA and knapsack formulation integrated model for portfolio selection». *Computers & Operations Research*, 39(1), 112-125.
-Chen, H. H. (2008). «Value-at-Risk efficient portfolio selection using goal programming». *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, *11*(02), 187-200.
-Chen, H. H. (2008). « Stock selection using data envelopment analysis». *Industrial Management & Data Systems*, *108*(9), 1255-1268.
-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*, 842-856.
- Eghbalniya,M.(2007).«Methods for calculating Value at Risk».*Capital (newspaper)*,issue 267,1386/6/26.(in persian).
- Elahi, M., Yousefi, M. (2014).«Mean-variance portfolio optimization approach using the Search Algorithm for hunting». *Journal of financial research*, 16(1),37-56. (in persian)
-Estrada,J.(2006). «The cost of Equity in Emerging ,A downside risk approach».*Emerging markets Review*,vol 7,pp67-81.
- FalahShams, M. Abdollahi, A. Moghadassi, M. (2013). «Examining the Performance of Different Risk Criteria in Portfolio Selection and Optimization,

Archive of SID

www.SID.ir

Using the Ant Colony Algorithm In companies Listed at the Tehran Stock Exchange». *Financial Management Strategy,1(2),1-23.*(in persian)

– Fallahpour, S. Yar Ahmadi, M. (2012). «Value at Risk using the theory of expected value in the Stock Exchange». *Scientific Journal Management System,* 4(13), 103-122. (in Persian)

- Ghodousi, S., Tehrani, R. (2015). «Portfolio optimization using simulated annealing». *Journal of financial research,* 17(1),141-158. (in persian)

-Giorgi,G.,Post,Thierry.(2008).«Second Order Stochastic Dominanc, Reward-Risk Portfolio Selection and the CAPM».*Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 43(2),25-46.

-Giorgi,G.(2002). «A Note on portfolio Selection under Various Risk Measures».(from www.ssen).

-GOh,J.,Zhang,W,.Lim,K.,Sim,M.(2012).«Portfoli value-at-risk optimization for asymmetrically distributed asset returns». *European Journal of Operational Research,*Vol 221,pp397–406 .

- Goudarzi, M. (2015). «*An Approach to Portfolio Optimization*». Master's Thesis,University of Guilan, (in persian)

– Hanifi, F. (2002).«A new way of risk management». *Journal of capital*,1(1), 5. (in persian)

-Hwang, S. N., Chang, T. Y. (2003). « Using data envelopment analysis to measure hotel managerial efficiency change in Taiwan». *Tourism Management*, *24*(4), 357-369.

- Jahanshahloo, GH,. Hoseinzadeh, F. (2007). *Introduction to DEA.* Tehran: Tarbiyat moalem univercity. (in persian)

-Johri,S.(2004). «Portfolio Optimization with Hedge Funds».Swiss *Federal Institute oof Technology*.

- Kiani,T., Fareed,D.,Sadeghi,H.(2015). «The Measurement of Risk based on the Criterion of Value at Risk via Model of GARCH ». *Financial Management Strategy,3(3),149-168.* (in persian)

-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. (1952). «Portfolio selection». *The journal of finance*, *7*(1), 77-91.

- Raee, M,. Pooyanfar, A,. (2012).*Advanced investment management. Tehran: samt.* (in persian)

- Raee, R,. Alibeik, H,. (2010). «optimization Stock portfolio with using particle swarm». *Journal of financial research,* 12(29),21-40. (in persian)

- Sadeghi, H., Nazarizadeh Dehkordi, S. (2013). «Calculating the value at risk by using wavelet analysis». *Financial Management Strategy,2(1),97-124.*(in persian)

Archive of SID

www.SID.ir