نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات

Journal of Decisions and Operational Research

دوره ۳، شماره (۱)، بهار ۱۳۹۷

کاربرد کارایی متقاطع تحلیل پوششی داده‌ها در گزینش سبد سهام ۲۰ شرکت معتبر بورس

محمدرضا علیرضایی، فاطمه رخشان *، بهاره بنی خویی

دانشکده ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.

چکیده

یکی از مشکلات انتخاب پرتفولیو، انتخاب یک مجموعه سهام، دارایی و اوراق بهادار با اهداف متضاد و غیرقابل مقایسه مانند بازده و ریسک می‌باشد. مدل کارایی متقاطع تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، یکی از ابزارهای مفید در سنجش کارایی است که امکان تعیین واحدهای کارا از صنایع مختلف را جهت تشکیل پرتفولیو فراهم می‌نماید. هرچند کارایی متقاطع رویکردی برای ارزیابی است، اما کاربرد آن در انتخاب سبد سهام توسعه داده‌شده است. در این تحقیق، میانگین نمرات کارایی متقاطع و تغییرات آن را بررسی کرده و دو آمارهٔ آن را در فرمول میانگین- واریانس گزینش سبد سهام گنجانیده‌ایم. این روش دو مزیت دارد: یکی گزینش سبد سهام‌هایی که ازلحاظ عملکردشان روی معیار ارزیابی چندگانه به‌خوبی توسعه‌یافته‌اند و دیگری کاهش پدیده‌ی به‌اصطلاح "دسته‌بندی هم‌زمان" ارزیابی کارایی متقاطع در انتخاب سبد سهام. این روش برای ارزیابی کارایی گزینش سبد سهام ۲۰ شرکت معتبر بورس طی ۹ دوره زمانی به کار گرفته‌شده و تغییرات کارایی و علل آن موردبررسی قرارگرفته است. همچنین نشان داده‌شده است که سبد سهام منتخب با این روش، بازدهی بالاتری بر مبنای تنظیم ریسک نسبت به دو شاخص بازار سهام طی یک دوره ۹ ساله به همراه دارد.

واژه‌های کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی متقاطع، انتخاب سبد سهام، بورس.

دریافت: ۱۳۹۶/۱۰/۱٤ پذیرش: ۱۳۹۷/۳/۲۷

۱- مقدمه

تحلیل پوششی داده‌ها (DEA[۱]) از بدو پیدایش توسط چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۷۸، به‌طور گسترده‌ای در بسیاری از زمینه‌های کاربردی مانند آموزش، بانکداری، خدمات عمومی و غیره مورداستفاده قرارگرفته است (چارنز، کوپر و رودز، ۱۹۷۸). تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM[۲]) یکی از زمینه‌های فعال است که DEA در آن پایهٔ مفیدی برای راه‌حل‌های متنوع فراهم می‌کند (استوارت، ۱۹۹٦). اساساً، واحدهای تصمیم‌گیری (DMU ها[۳]) در DEA با جایگزین‌های متعدد در MCDM مطابقت دارند. فاکتورهای ورودی و خروجی در DEA مشابه اندازه‌گیری عملکرد چندگانه در MCDM می‌باشند و مفهوم بهره‌وری در DEA مشابه کارایی محدب در MCDM است. هنگامی‌که DEA به‌عنوان یک تکنیک MCDM مورداستفاده قرار می‌گیرد، می‌توان آن را مدل اندازه‌گیری عملکرد چند معیاره نامید. انتخاب پروژه، انتخاب کارپرداز و طبقه‌بندی فهرست اموال

* Corresponding author (E-mail: rakhshan@mathedep.iust.ac.ir)

[۱] Data Envelopment Analysis

[۲] Multi Criteria Decision Making

[۳] Decision Making Units

www.journal-dmor.ir

بر اساس هزینه‌یابی مبتنی بر فعالیت (ABC[1]) برخی از برنامه‌های کاربرد عمومی است که در DEA به‌عنوان یک مدل اندازه‌گیری عملکرد چند معیاره مورداستفاده قرار می‌گیرد. به‌خصوص، انتخاب سبد سهام می‌تواند به‌عنوان MCDM در نظر گرفته شود به این معنا که اندازه‌گیری عملکرد چندگانه نوعاً درگیر مقایسه‌ی جایگزین‌ها (به‌طور مثال سهام، پروژه‌ها و تولیدات) برای گنجاندن در یک سبد است. درنتیجه، DEA را می‌توان یک شیوه‌ی مناسب برای آن در نظر گرفت. یک مسئله کلیدی در MCDM چگونگی تجمیع اندازه‌های عملکرد چندگانه به یک اندازه‌گیری عملکرد منفرد، با شیوه‌ای مناسب و با انتخاب مجموعه‌ای از وزن‌های معقول روی اندازه‌گیری‌های چندگانه می‌باشد. DEA سبکی از گزینش سیستماتیک از وزن‌ها در اندازه‌گیری چندگانه را فراهم می‌کند که در آن، وزن‌های بهینه با حل برنامه‌های ریاضی (به‌طورمعمول خطی) تعیین می‌شوند. یک اجرای DEA نمره کارایی را برای یک DMU تعیین می‌کند و DEA می‌تواند DMU ها را بر طبق نمرات کارایی‌شان رتبه‌بندی کند. یک سبد سهام از DMU ها می‌تواند بر اساس این رتبه‌بندی انتخاب شود. بااین‌حال، معروف است که یکی از کاستی‌های DEA، انعطاف‌پذیری بیش‌ازحد آن در انتخاب وزن‌های بهینه روی فاکتورهای ورودی و خروجی است. یک DMU می‌تواند با انتخاب وزن‌های بسیار بالا در برخی از فاکتورها و وزن‌های بسیار پایین در عوامل دیگر، کارایی کامل را به دست آورد. چنین DMU هایی با عنوان تک‌روها یا مستقل‌ها[2] شناخته‌شده است (دویال و گرین، ۱۹۹٤). این نقص ممکن است باعث بروز مشکلات جدی شود، به‌ویژه هنگامی‌که DEA تحت چارچوب MCDM مورداستفاده قرار گیرد، زیرا در این صورت ممکن است از گزینش منطقی و قابل‌قبول وزن‌ها برای تجمیع معیارهای چندگانه جلوگیری کند. این مشکل، به‌نوبه خود، منجر به رتبه‌بندی غیرقابل‌قبول DMU ها می‌شود. روش‌های متعددی برای رسیدگی به این مشکل ارائه‌شده است. مدل مخروط نسبتی (چارنز و همکاران، ۱۹۹۰) و مدل ناحیه اطمینان (تامسون و همکاران، ۱۹۹۰) روی وزن‌ها محدودیت‌هایی را اعمال می‌کند و مدل ابرکارایی (اندرسن و پیترسن، ۱۹۹۳) با انجام تحلیل حساسیت تفکیک بیشتری برای DMU های کارآمد نائل می‌شود.

از سوی دیگر، ارزیابی کارایی متقاطع، یک حالت ارزیابی همتایان را در مقابل حالت خودارزیابی مدل‌های DEA سنتی به کار می‌گیرد. بر اساس ارزیابی کارایی متقاطع، مستقل‌ها شانس پایین‌تری در رسیدن به ارزیابی‌های بالا دارند. با توجه به این ویژگی مطلوب، کاربرد ارزیابی کارایی متقاطع، در بسیاری از زمینه‌های کاربردی DEA مانند انتخاب پروژه (اورال، کتانی و لنگ، ۱۹۹۱)، رأی‌گیری ترجیحات (گرین، دویال و کوک، ۱۹۹٦)، گزینش تأمین‌کننده (براگلیا و پترونی، ۲۰۰۰) و طبقه‌بندی فهرست اموال به‌صورت ABC (پارک، با و لیم، ۲۰۱۱) و غیره رایج است. باوجوداینکه ارزیابی کارایی متقاطع DEA ثابت کرده است که در رتبه‌بندی DMU ها مؤثر است، هنوز هم برخی از مشکلات وجود دارد که کاربرد آن را محدود می‌کند. یکی از این مشکلات که به‌خوبی شناخته‌شده است عدم یکتایی کارایی متقاطع است. روش‌های متعددی برای کاهش این مشکل با معرفی اهداف ثانویه توسعه‌یافته‌اند (دویال و گرین، ۱۹۹٤؛ لیانگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ لیم، ۲۰۱۲). یک کاربرد قدیمی ارزیابی کارایی متقاطع DEA در گزینش سبد سهام عبارت است از رتبه‌بندی DMU ها به ترتیب کاهش رتبه‌های کارایی متقاطع و انتخاب k تا از بالاترین DMU ها که در آن، k اندازه سبد سهام موردنظر است. درحالی‌که گزارش‌شده است که این کاربرد ساده از کارایی متقاطع در سبد سهام، مزایای قابل‌توجهی نسبت به روش‌های مبتنی بر DEA استاندارد دارد؛ اما متوجه وجود دو مشکل شدیم که به‌خوبی مطالعه نشده است و درنتیجه ارزش بررسی دقیق را دارد. اولی "فقدان تنوع در سبد سهام" و دومی پدیده "دسته‌بندی هم‌زمان[3]"

---

[1] Activity-Based Costing

[2] Mavericks

[3] Ganging-together

(توفالیس، ۱۹۹۶) کارایی متقاطع است. باید متذکر شویم که به‌طورکلی این‌ها مشکل کاربرد کارایی متقاطع نیست، بلکه مشکل کاربرد خاص آن در گزینش سبد سهام می‌باشد. در این تحقیق با توسعه‌ی یک چارچوب میانگین–واریانس (MV[1]) از گزینش سبد سهام بر اساس ارزیابی کارایی متقاطع DEA به این مسائل پرداخته‌شده است. ایده اصلی این است که نمرات کارایی ساده DMU ها و واریانس کارایی‌های متقاطعشان برای نشان دادن بازده DMU ها و مشخصه ریسک مورداستفاده قرار گیرد. سپس، فرمول میانگین–واریانس مارکویتز برای تشخیص گنجاندن DMU ها در سبد سهام موردنظر مورداستفاده قرار گیرد. چندین تلاش مشابه برای استفاده از اطلاعات تغییرات کارایی‌های متقاطع علاوه بر میانگین صورت گرفته است. در بحث روابط بین MCDM و DEA، یک روش تصادفی پیشنهادشده است که در آن می‌توان یک توزیع احتمال در مورد کارایی‌ها را برای هر DMU، به‌عنوان پایه‌ای برای مقایسه، با فرض توزیع احتمال خاص روی وزن‌های ورودی و خروجی استنتاج کرد (استوارت، ۱۹۹۶). سالو و پانکا (۲۰۱۱) نتایج مقایسه‌ای را برای آنالیز کارایی مبتنی بر نسبت بر اساس کارایی‌های نسبی DMU ها با مجموعه‌ای از وزن‌های شدنی توسعه می‌دهند. آن‌ها بازه‌های رتبه‌ای و کران‌های کارایی را توسعه می‌دهند و از آن برای استنباط ارتباط قوی‌تری استفاده می‌کنند. باوجوداینکه این دو مقاله به تنوع کارایی (متقاطع) DMU ها توجه می‌کند، آن را تحت چارچوب انتخاب سبد سهام در نظر نمی‌گیرند. درنتیجه، تأثیر گنجاندن DMU ها در یک سبد سهام تحت بررسی را با دیگر DMU های موجود در سبد سهام در نظر نمی‌گیرند.

چن و ژو (۲۰۱۱) از توزیع‌های کارایی متقاطع بازی بوتسترپ[2] برای جمع‌آوری اطلاعات در مورد تغییرات کارایی و همبستگی استفاده کردند و فرمول MV را به‌منظور به دست آوردن حداقل ریسک تخصیص منابع سبد سهام پذیرفتند. آن‌ها وزن‌های ورودی–خروجی (قیمت‌های سایه) را به‌عنوان متغیرهای تصادفی مدل در نظر گرفته و درنتیجه شاخص کارایی را برای یک DMU به‌عنوان یک اندازه تصادفی موردبررسی قراردادند. برخلاف رویکرد این پژوهش، آن‌ها از مدل کارایی متقاطع DEA بهره گرفتند و یک الگوریتم بوتسترپ را برای به دست آوردن توزیع کارایی گسترش دادند. به‌طور خلاصه، کارایی متقاطع، نقص ارزیابی مدل‌هایی که چندین واحد کارا دارند و عدم یکتایی مجموعه اوزان به‌دست‌آمده در مدل‌های مضربی را حل می‌کند و مزیت آن این ست که مجموعه اوزان به‌دست‌آمده می‌تواند قدرت نسبی واحد تحت بررسی را منعکس کند، به‌طوری‌که نتیجه اصلی رتبه‌بندی DEA حفظ شود.

در این پژوهش، پس از مروری بر ادبیات بحث، به شرح مدل کاربردی کارایی متقاطع در گزینش سبد سهام می‌پردازیم. این مدل، به‌عنوان یک وسیله تجزیه‌وتحلیل اساسی برای انتخاب سهام به‌منظور گنجاندن در یک سبد اعمال می‌شود. سپس، کاربرد مدل توضیح داده‌شده روی یک مسئله واقعی که شامل داده‌های مالی به‌دست‌آمده از ترازنامه‌های ۲۰ شرکت معتبر بورس ایران طی مهروموم‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ می‌باشد، نشان داده‌شده است. در این پژوهش نشان داده می‌شود که روش پیشنهادی می‌تواند ابزار نویدبخشی برای گزینش سبد سهام باشد چراکه نتایج به‌دست‌آمده از سبد سهام انتخاب‌شده با این روش، منجر به بازدهی بالاتری بر مبنای تنظیم ریسک نسبت به دو شاخص بازار سهام برای یک دوره ۹ ساله از ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ شده است.

۲- مروری بر مبانی نظری و ادبیات موضوع

حیطه فعالیت بورس اوراق بهادار با معاملات مربوط به انواع اوراق بهادار همانند سهام عادی، سهام ممتاز، اوراق قرضه و اوراق مشارکت (مختص ایران)، مرتبط می‌باشد. بورس اوراق بهادار مکانیزمی را فراهم می‌کند تا از طریق آن

[1] Mean-Variance

[2] Bootstrap

پس‌اندازهای اندک جامعه به سرمایه‌گذاری‌های کلان اقتصادی تبدیل شود. این ابزار کارآمد در کشورهای پیشرفته دارای قدمت طولانی و در کشور ایران دارای پیشینه کوتاه‌مدت می‌باشد. در ایران شروع فعالیت رسمی بورس به سال ۱۳٤٦ برمی‌گردد ولی آغاز فعالیت اصلی آن از سال ۱۳٦۸ که همراه با اولین برنامه توسعه اقتصادی و اجتماعی است، می‌باشد. با توجه به اینکه بازار بورس اوراق بهادار رکن اصلی بازار سرمایه و بازار مالی است، توسعه متناسب این دو بخش اصلی اقتصاد از اهمیت و جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. طبق تئوری‌های اقتصادی در صورت هرگونه اخلال در رشد و توسعه بخش‌های مذکور یا عدم توسعه متناسب آن‌ها، رشد و توسعه اقتصادی دچار مشکل خواهد شد.

۲-۱ تحلیل پوششی داده‌ها

اندازه‌گیری کارایی به خاطر اهمیت آن در ارزیابی عملکرد یک شرکت یا سازمان همواره موردتوجه محققان بوده است. چارنز، کوپر و رودز (۱۹۷۸) مدلی را ارائه کردند که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین ورودی و خروجی را داشت. این مدل، تحلیل پوششی داده‌ها نامیده شد و اولین مدل آن CCR نام گرفت. بنکر، چارنز و کوپر (۱۹۸٤) با تغییر مدل CCR، مدل جدیدی عرضه کردند که مدل BCC نام گرفت و به ارزیابی کارایی نسبی واحدهایی با بازده به مقیاس متغیر[1] می‌پرداخت. بازده به مقیاس مفهومی است بلندمدت که منعکس‌کننده نسبت افزایش در خروجی به ازای افزایش در میزان ورودی‌هاست. این نسبت می‌تواند ثابت، افزایشی یا کاهشی باشد. در مدل‌های DEA با بازده به مقیاس متغیر، اگر یک مقدار ثابت را به همه مقادیر متغیرهای مربوط برای مثبت ساختن آن‌ها اضافه کنیم، مرز کارایی و موقعیت DMU ها نسبت به مرز کارایی تغییر نمی‌کند.

مدل CCR و BCC با ماهیت ورودی‌محور[2] به‌صورت زیر می‌باشند (مهرگان، ۱۳۸۷).

$$BCC \qquad\qquad CCR$$

$$Max \;\; Z_o = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro} + w}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}} \qquad Max \;\; Z_o = \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}}$$

$$s.t. \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} + w}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \le 1 \qquad s.t. \quad \frac{\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}} \le 1$$

$$u_r, v_i \ge 0 \;\; , w \text{ free} \qquad u_r, v_i \ge 0$$

DEA روشی برای اندازه‌گیری کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری متجانس[3] است و این واحدها می‌توانند به شکل بانک، بیمارستان و... باشند. واحدهای تصمیم‌گیری در بسیاری از حالت‌ها می‌توانند ساختار دومرحله‌ای یا چندمرحله‌ای داشته باشند تا تأثیر مراحل میانی در سهم کارایی کل را نشان دهند. در این‌گونه موارد، مدل‌های چندمرحله‌ای DEA به کار می‌آیند. به همین دلیل مدلی مبتنی بر DEA شرح داده می‌شود که رابطه بین کارایی کلی و کارایی‌های مرحله اول و دوم را در یک مدل ریاضی تحت فرضیه بازده به مقیاس متغیر نشان می‌دهد.

[1] Variable Return to Scale

[2] Input Oriented

[3] Homogenous

نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۳، شماره (۱)، بهار ۱۳۹۷ ، صفحه: ۲٤-٤۰

۲-۲ ارزیابی کارایی متقاطع DEA

روش کارایی متقاطع در سال ۱۹۸٦ توسط سکستون ارائه‌شده است. در این روش، عملکرد یک واحد تصمیم‌گیری با توجه به وزن‌های بهینه سایر واحدها مقایسه می‌شود (واعظی و معمارپور، ۱۳۹٦). فرض می‌کنیم که n تا DMU با m ورودی و s خروجی وجود دارد. DMU_k (k=1,2,…,n) یک بردار ورودی $x_k = (x_{1k}, \dots, x_{mk})^T \in R_+^m$ و یک بردار خروجی $y_k = (y_{1k}, \dots, y_{sk})^T \in R_+^m$ دارد.

یک مدل پایه از ارزیابی کارایی متقاطع با بازده به مقیاس ثابت (CRS[1]) در ماهیت ورودی و فرم مضربی به شرح زیر ارائه می‌شود:

$$
\begin{aligned}
&Max \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk} \\
&\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} - \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} \geq 0, j = 1, \dots, n \qquad (۱) \\
&\sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} = 1 \\
&v_i, u_r \geq \varepsilon \quad \forall i, r
\end{aligned}
$$

که ε یک بی‌نهایت کوچک غیرارشمیدسی مثبت است و v_i و u_r به ترتیب وزن‌های ورودی و خروجی هستند که باید با بهینه‌سازی مدل تعیین شوند. با حل مدل (۱) نمره کارایی DMU_k و کارایی متقاطع سایر DMU ها (اندازه گرفته‌شده توسط DMU_k) باهم به دست می‌آید. به‌طور خاص، کارایی متقاطع DMU_l از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\frac{\sum_{r=1}^{s} u_r^* y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i^* x_{ij}} = e_{kl} \qquad (۲)$$

که * نشان‌دهنده‌ی جواب بهینه‌ای است که DMU_k در مدل (۱) انتخاب کرده است. یک ماتریس کارایی متقاطع از گردآوری کارایی متقاطع تمام DMU ها به‌صورت $E= (e_{pq})$، $p, q = 1,\dots,n$ به دست می‌آید که ستون l، e_l، بردار کارایی متقاطع DMU_l است. نمره کارایی متقاطع از DMU_l نیز به‌وسیله میانگین e_l حاصل‌شده است که با $\bar{e}_l$ مشخص می‌شود. در اینجا این نکته ذکر می‌شود که هرچند روش کارایی متقاطع، امکان انتخاب بی‌شمار وزن بهین برای واحد مورد ارزیابی ایجاد می‌کند، اما مقدار بهین به ازای تمام این جواب‌ها یکتاست و از همین نکته در توسعه چارچوب میانگین–واریانس استفاده می‌شود. در چارچوب میانگین–واریانس توسعه داده‌شده، تنها مقدار بهین مدل (۱) مورداستفاده قرار می‌گیرد.

درواقع، DEA این امکان را می‌دهد که هر DMU مطلوب‌ترین وزن مربوط به خودش را انتخاب کند. در مدل DEA استاندارد نیازی نیست که هر DMU با دیگر مجموعه‌های وزن‌های ممکن انتخاب‌شده توسط همتایانش در نظر گرفته شود، زیرا آن DMU تنها با استفاده از وزن‌های خودش ارزیابی‌شده است. هرچند این مکانیسم تحت چارچوب ارزیابی کارایی معتبر است، اما هنگامی‌که از DEA برای گزینش سبد سهام تحت چارچوب MCDM استفاده می‌کنیم، یعنی جایی که وزن‌ها در اندازه‌گیری عملکرد به‌صورت خارجی تعیین می‌شوند، مناسب نیست؛ چراکه ممکن است در طول زمان ثابت باقی نماند و می‌تواند به‌طور قابل‌توجهی نسبت به تغییر محیط اطراف بافت ارزیابی متفاوت باشد. در این راستا، هر DMU با ریسک تغییر در وزن‌ها آشکار می‌گردد و زمانی که از DEA برای انتخاب سبد سهام استفاده می‌شود این امر

[1] Constant Return to Scale

نیازمند توجه بیشتری است. این نظر به‌نوبه خود، گنجاندن یک حالت ارزیابی همتایان را در مدل DEA استاندارد توجیه می‌کند و ارزیابی کارایی متقاطع یکی از این تلاش‌هاست. بر اساس ارزیابی کارایی متقاطع، همه DMU ها در سطح خوبی رتبه‌بندی می‌شوند چراکه عملکردشان در تمام شاخص‌ها حداقل نسبتاً خوب می‌باشد. آن‌ها برای ریسک تغییر در وزن‌ها نسبتاً قوی هستند و واریانس‌های کارایی متقاطعشان نسبتاً کوچک است. از سوی دیگر، آن DMU هایی در سطح پائین رتبه‌بندی می‌شوند که عملکرد خوبی تنها در یک زیرمجموعه از شاخص‌ها داشتند. آن‌ها نسبت به ریسک تغییر در وزن‌ها آسیب‌پذیرند به این معنا که ارزیابی آن‌ها، هنگامی‌که وزن‌های پایین‌تر (بالاتر) روی مجموعه مطلوبی (نامطلوب) از اندازه‌ها اعمال شود، بدتر می‌شود. این منجر به واریانس بزرگ کارایی‌های متقاطع می‌شود. در اینجا، این تذکر لازم است که واریانس کارایی متقاطع یک DMU ریسک تغییر در وزن‌های بکار رفته در ارزیابی عملکرد آن را نشان می‌دهد.

۲-۳ مدل‌های انتخاب سبد سهام

همان‌طور که گفته شد یکی از راه‌های کنترل و کاهش ریسک سرمایه‌گذاری، تشکیل پرتفولیو و تنوع بخشیدن به انواع دارایی‌ها می‌باشد. متنوع سازی پرتفولیو یک نظریه مهم سرمایه‌گذاری مدرن درحال‌توسعه محسوب می‌شود (ادریسینگ و ژنگ، ۲۰۰۷). در سال ۱۹۵۰ هری مارکویتز مدل اساسی پرتفولیو را ارائه کرد که مبنایی برای تئوری مدرن پرتفولیو قرار گرفت. قبل از مارکویتز سرمایه‌گذاران با مفهوم ریسک و بازده آشنا بودند ولی نمی‌توانستند آن را اندازه‌گیری کنند، بدین‌جهت تنها معیار برای سرمایه‌گذاری بازده بود. سرمایه‌گذاران از قبل می‌دانستند که ایجاد تنوع مناسب است. بااین‌حال مارکویتز اولین کسی بود که به‌صورت کمی نشان داد که چرا و چگونه تنوع سازی پرتفولیو می‌تواند باعث کاهش ریسک بعد از سرمایه‌گذاری یک سرمایه‌گذار شود. او بازده و ریسک پرتفولیو را به‌صورت زیر محاسبه نمود:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^{n} W_i \, E(R_i) \qquad (۳)$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^{n} W_i^2 \, \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{i=1}^{n} W_i W_j \, \sigma_{ij}$$

که در این معاملات، $E(R_p)$ بازده مورد انتظار پرتفولیو، W_i وزن پرتفولیو برای i امین اوراق بهادار، $E(R_i)$ بازده مورد انتظار اوراق بهادار i ، σ_p^2 واریانس بازده سبد سهام، σ_i^2 واریانس بازده اوراق بهادار i ، σ_{ij} کواریانس میان بازده‌های اوراق بهادار i, j می‌باشد. طبق این روابط هرچه تعداد روابط اوراق بهادار موجود در یک پرتفولیو افزایش یابد، از اهمیت ریسک (واریانس) هریک از اوراق بهادار کاسته می‌شود، درحالی‌که اهمیت روابط کواریانس افزایش می‌یابد به‌گونه‌ای که ترکیب اوراق با همبستگی منفی می‌تواند باعث حذف ریسک پرتفولیو شود. وی پس از تعیین این معادلات به معرفی مرز کارا پرداخت. مرز کارا مکان هندسی مجموعه نقاطی است در نموداری که محور افقی آن ریسک و محور عمودی‌اش بازده مورد انتظار اوراق بهادار است، به‌طوری‌که به تمامی پرتفولیوهای داخلی منحنی اولویت دارد. وی پیشنهاد نمود که سرمایه‌گذاران در پرتفولیوهایی بر روی این مرز، سرمایه‌گذاری نمایند. پرتفولیوی بهینه برای هر سرمایه‌گذار در محل تلاقی میان بالاترین منحنی بی‌تفاوتی سرمایه‌گذاران و منحنی مرز کارا اتفاق می‌افتد. در دنیای واقعی اغلب سهام‌ها با همدیگر یا با بازار همبستگی مثبت دارند. ویلیام شارپ با پیگیری کارهای مارکویتز، مدل تک شاخصی زیر را که بازده هر اوراق بهادار را به بازده شاخص سهام عادی مرتبط می‌سازد ارائه کرد:

$$\begin{aligned} \text{Min } Z &= (1-\lambda)E_p - \lambda b_p \\ s.t. \quad & \sum_{i=1}^{n} X_i = 1, \\ & E_p = \sum_{i=1}^{n} X_i E_i, \\ & b_p = \sum_{i=1}^{n} X_i b_i, \\ & b_i = \frac{Cov(R_i R_m)}{Var(R_m)}, \qquad 0 \le \lambda \le 1 \end{aligned} \tag{٤}$$

که در این مدل، E_p بازده موردنیاز پرتفولیو، X_i بخ شی از بودجه کل که در طرح i ام سرمایه‌گذاری می‌گردد، E_i بازده مورد انتظار طرح i ام، b_p نسبت کواریانس عایدی سهم i ام بازار به واریانس بازار و λ درجه ریسک گریزی سرمایه‌گذاری نامیده می شود. به دلیل مشکلات مدل مارکویتز ازجمله محا سبه پیچیده کواریانس، چندبعدی بر ا ساس تئوری بازار سرمایه، مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه (CAPM[1]) شکل گرفت. مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای کمک می‌کند تا ریسک سرمایه‌گذاری و نرخ بازده سهام مورد انتظار، محاسبه شود. نقطه آغاز این مدل، نرخ بازده بدون ریسک ا ست و به نرخ پاداش ا ضافه می شود که سرمایه‌گذاران به دلیل پذیرش ریسک بیشتر، انتظار آن را دارند. در مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه سعی می‌شود بازده مورد انتظار از هر دارایی مالی بر اساس صرف ریسک نسبت به R_F به ازای ریسک آن دارایی تعیین شود که برای اندازه‌گیری ریسک هم از واریانس و هم از β به‌عنوان ریسک سیستماتیک می‌توان استفاده کرد. وی خط بازار سرمایه (CML[2]) و خط بازار اوراق بهادار (SML[3]) را معرفی کرد و بیان کرد که اگر به‌جای ریسک کل فقط ریسک سیستماتیک را در نظر بگیریم، معادله خط بازار اوراق بهادار به صورت روبرو است: $R = R_f + (R_m - R_f)\beta$ که R_f نرخ بازده دارایی بدون ریسک و R_m نرخ بازده پرتفولیو بازار m است.

۳- چارچوب MV گزینش سبد سهام بر اساس ارزیابی کارایی متقاطع DEA

همان‌گونه که در بخش قبل مشاهده شد، کاربرد ساده ارزیابی کارایی متقاطع در سبد سهام به‌طور مؤثر ریسک تغییر وزن‌ها را برای تک‌تک DMU های منتخب در سبد سهام می‌سنجد اما نمی‌تواند آن را برای سبد سهام سراسری در نظر بگیرد. ریسک سراسری تغییر در وزن‌ها برای سبد سهام شامل دو بخش است. ریسک تک‌تک DMU ها و ریسک بین DMU ها. اولی به‌وسیله واریانس کارایی متقاطع هر یک از DMU های منحصربه‌فرد در سبد سهام نشان داده‌شده است و دومی توسط کواریانس بین هر جفت DMU ها ارائه گردیده است. کاربرد ساده ارزیابی کارایی متقاطع به‌طور مؤثری ریسک هر یک از DMU ها را کاهش می‌دهد اما نمی‌تواند ریسک بین DMU ها را در نظر بگیرد (لیم، آه و ژو، ۲۰۱٤). برای پرداختن به این موضوع، یک چارچوب MV از گزینش سبد سهام بر اساس ارزیابی کارایی متقاطع به شرح زیر توسعه داده‌شده است. برای یک DMU_l، مشخصه‌های بازده و ریسک به ترتیب به‌عنوان نمره کارایی متقاطع $\frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n} e_{kl}$ =$\bar{e_l}$ و واریانس کارایی متقاطع $\sigma_l^2 = \frac{1}{n}\sum_{k=1}^{n}(e_{kl} - \bar{e_l})^2$ تعریف می‌شوند. همچنین، برای یک سبد سهام Ω با DMU های منحصربه‌فرد که با استفاده از یک بردار وزن $w \in R_+^N$ که $\sum_{i=1}^{n} w_i = 1$ وزن‌دار شده‌اند و با بازده و مشخصه‌های

[1] Capital Asset Pricing Model - CAPM

[2] Capital Market Line- CML

[3] Securities Market Line-SML

ریسک $E_\Omega = w^T\bar{e}$ و $V_\Omega = w^T\sum w$ تعریف‌شده‌اند، $\sum$ ماتریس کواریانس کارایی متقاطع است که (k,l) امین عنصر کواریانس بین کارایی متقاطع DMU_k ام، (e_k) و کارایی متقاطع DMU_l و (e_l) همان σ_{kl} می‌باشد. یک سبد سهام Ω^* با بردار وزنی w^* با حل مدل بهینه‌سازی درجه دوم زیر تعیین می‌شود:

$$\begin{aligned} & Min\ V_\Omega \\ s.t.\quad & E_\Omega \geq (1-\gamma)E_\Omega^b \\ & e^T w = 1 \\ & w \geq 0, \end{aligned} \qquad (۵)$$

که γ، پارامتر مبادله ریسک–بازده است، E_Ω^b حداکثر بازده دست‌یافتنی سبد سهام و e یک بردار ابعاد مناسب است که عناصرش همه یک است. دقت کنید که E_Ω^b می‌تواند با به حداکثر رساندن E_Ω تحت قید $e^T w = 1$ و $w \geq 0$ تعیین شود.

مدل (۳) ریسک سبد سهام را به حداقل می‌رساند (با توجه به تغییر در فاکتورهای DEA)، درحالی‌که یک کران پایین را روی بازده سبد سهام تحمیل می‌کند. توجه کنید که

$$V_\Omega = w^T\sum w = \sum_{k=1}^{n} w_k^2\,\sigma_k^2 + \sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1,l\neq k}^{n} w_k w_l \sigma_{kl} \qquad (۶)$$

که مجموع وزنی واریانس کارایی‌های متقاطع تک‌تک DMU ها، $(\sum_{k=1}^{n} w_k^2\,\sigma_k^2)$ و کواریانس کارایی متقاطع هر جفت از DMUها، $(\sum_{k=1}^{n}\sum_{l=1,l\neq k}^{n} w_k w_l \sigma_{kl})$ می‌باشد. همان‌طور که در بخش قبل نشان داده شد، کاربرد ساده ارزیابی کارایی متقاطع برای گزینش سبد سهام، می‌تواند به‌طور مؤثری بخش اول را کاهش دهد، اما در بخش دوم با شکست مواجه می‌شود. برخلاف آن، درمجموع، رویکرد ما بر اساس مدل (۳) درمجموع می‌تواند هر دو بخش را کاهش دهد.

ازآنجاکه ورودی‌ها و خروجی‌های منتخب در این پژوهش می‌توانند ارزش منفی داشته باشد، لذا استفاده از مدل‌های DEA شعاعی و/یا مدل‌های CRS مناسب نیست. مدل‌های جمعی VRS[۱] در DEA، امکان استفاده از داده‌های منفی در ورودی‌ها و خروجی‌ها را فراهم نموده‌اند (پاستور و رویز، ۲۰۰۷). در میان مدل‌های جمعی مختلف DEA، از مدل جمعی VRS به دلیل داشتن چند ویژگی مطلوب نسبت به سایرین ازجمله جامعیت، پایداری نسبت به انتقال و تغییر واحد بهره می‌گیریم (کوپر و همکاران، ۱۹۹۹). مدل جمعی با تابع اندازه RAM[۲] به‌صورت زیر است:

$$\begin{aligned} & Min \frac{1}{m+s}\,(R^- s^- + R^+ s^+) \\ & \text{s.t.}\quad X\lambda + s^- = x_k \\ & e^T\lambda = 1,\ \lambda, s^-, s^+ \geq 0\ Y\lambda - s^+ = y_k, \end{aligned} \qquad (۷)$$

که $X=(x_{ij}) \in \Re^{n\times m}$ و $Y=(y_{rj}) \in \Re^{n\times s}$ به ترتیب به ماتریس داده‌های ورودی و خروجی دلالت دارد که هر ستون در آن نشان‌دهنده‌ی یکی از DMU ها می‌باشد و هر سطر نشان‌دهنده‌ی سطح یکی از عوامل فاکتورها از DMUی مربوطه است و R^- و R^+ به ترتیب این‌گونه تعریف می‌شوند:

$$R^- = \left(\frac{1}{R_1^-}, \frac{1}{R_2^-}, \dots, \frac{1}{R_m^-}\right),\quad R^+ = \left(\frac{1}{R_1^+}, \frac{1}{R_2^+}, \dots, \frac{1}{R_s^+}\right),$$
$$R_i^- = \max_{j=1,\dots,n}\{x_{ij}\} - \min_{j=1,\dots,n}\{x_{ij}\}, i = 1,\dots,m,$$
$$R_i^+ = \max_{j=1,\dots,n}\{y_{rj}\} - \min_{j=1,\dots,n}\{y_{rj}\}, r = 1,\dots,s.$$

[۱] Variable Return to Scale

[۲] Range Adjusted Measure

دوگان مدل (۷) به‌صورت زیر ارائه می‌شود:

$$\begin{aligned} &\text{Max } e_k^d = py_k - qx_k + \xi \\ &\text{s.t. } pY - qX + \xi e \le 0 \\ &p \ge \frac{1}{m+s} R^+, \qquad q \ge \frac{1}{m+s} R^-. \end{aligned} \tag{۸}$$

ما از تفسیر اقتصادی مدل (۷) به این شرح استفاده می‌کنیم. بردارهای وزنی خروجی و ورودی به ترتیب، p و q، قیمت خروجی‌ها و قیمت ورودی‌ها را نشان می‌دهند (بنکر و میندیراتا، ۱۹۸۸؛ شیل، ۲۰۰۱). py_k و qx_k را به ترتیب به‌عنوان درآمد و هزینه DMU_K ام قرار می‌دهیم. درنتیجه e_k^d به‌عنوان سود تنظیم‌شده‌ی ξ نامیده می‌شود که وقتی بردار قیمت–هزینه (p,q) مورداستفاده قرار می‌گیرد، DMU_K ام آن را به دست می‌آورد. مقادیر تنظیم‌شده‌ی ξ برای آن مورداستفاده قرار می‌گیرد تا بالاترین سود را در میان DMU ها وادار نماید که با انتخاب بهینه بردار قیمت–هزینه‌ی DMU ی تحت ارزیابی برابر با صفر باشد. به این معنی که $\max_j p^* y_j - q^* x_j + \xi^* e = 0$ که $*$ نشان‌دهنده‌ی یک جواب بهینه در مدل برای DMU ی تحت ارزیابی است. DMU_K کارا است اگر و تنها اگر یک بردار هزینه–قیمت مثبت (p, q) به‌طوری‌که $py^k - qx^k \ge py^l - qx^l$ برای هر DMU_l وجود داشته باشد. فرض کنید (p_k^*, q_k^*) بردار هزینه–قیمت بهینه برای DMU_K بوده و سود تنظیم‌شده‌ی بهینه‌ی ξ_k^* برای DMU_K برابر با $p_k^* y_k - q_k^* x_k + \xi_k^*$ باشد که با e_{kk}^* نشان داده‌شده است. بعلاوه، سود تنظیم‌شده‌ی بهینه‌ی ξ_k^* از DMU_l با استفاده از بردار قیمت–هزینه‌ای که DMU_K از مدل (۸) انتخاب کرده است برابر با $p_k^* y_l - q_k^* x_l + \xi_k^*$ می‌باشد که با e_{kl}^* نشان داده می‌شود.

توجه کنید که e_{kk}^* و e_{kl}^* با مفاهیم ساده کارایی و کارایی متقاطع در ارزیابی کارایی متقاطع DEA متعارف مطابقت دارد. همچنین توجه داشته باشید که سود بالاتر یا همان کارایی بیشتر یک DMU مطلوب است. در حال حاضر بردار سود DMU_K به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$P_k = (e_{1k}^*, e_{2k}^*, \dots, e_{kk}^*, \dots, e_{nk}^*)^T$$

که e_{lk}^* یک سود تنظیم‌شده‌ی ξ_l^* برای DMU_K است که به‌عنوان یک بردار هزینه–قیمت استفاده می‌شود که DMU_l در مدل (۸) انتخاب نموده است. دو خاصیت آماری از P_k را می‌توان محاسبه کرد:

$$\bar{P_k} = \frac{1}{n}\sum_{l=1}^{n} e_{lk}^* \qquad \text{میانگین}$$

$$\sigma_k^2 = \frac{1}{n}\sum_{l=1}^{n}(e_{lk}^* - \bar{P_k})^2 \quad \text{واریانس}.$$

برای یک سبد سهام Ω با DMU هایی که توسط بردار وزن w وزن‌دار شده‌اند، ویژگی‌های بازده و ریسک از سبد سهام به‌صورت $E_\Omega = w^T\bar{P}$ و $V_\Omega = w^T\sum w$ تعریف می‌شود که $\sum$ ماتریس کواریانسی است که مؤلفه (k,l) ام آن، کواریانس بین P_k و P_l را می‌سنجد. سبد سهام بهینه Ω^* با وزن‌های بهینه w^* می‌توانند با حل مدل (۵) تعیین شوند. قابل‌ذکر است که قید نرمال ساز $e^T w = 1$ و $w \ge 0$ می‌تواند با محدودیت $e^T w = S$ و $w_i \in \{0,1\}$ جایگزین شود که در آن، S اندازه سبد سهام می‌باشد که در مطالعه موردی به کار گرفته‌شده است.

۴- مطالعه موردی ۲۰ شرکت معتبر در بورس ایران

در این پژوهش یک استراتژی خرید و نگهداری در نظر گرفته‌شده است که در آن، سبد سهام بهینه سال جاری با حل مدل و با استفاده از اندازه‌های مالی سال قبل انتخاب گردیده است. درنهایت این پرتفولیو در طول یک افق سرمایه‌گذاری

یک‌ساله حفظ می‌شود. هر زمان که افق سرمایه‌گذاری تازه‌ای از سر گرفته شود، سبد سهام (چیدمان جدیدی از سهام ها انتخاب می‌شود) بر طبق جواب مدل که از معیارهای مالی سال پیش استفاده می‌کند، اصلاح می‌شود. در این بخش با ارائه داده‌های واقعی ۲۰ شرکت از بورس اوراق بهادار تهران به بررسی وضعیت کارایی این شرکت‌ها می‌پردازیم.

۴-۱ معرفی داده‌ها

با توجه به اینکه انتخاب مناسب متغیرهای ورودی و خروجی برای ارزیابی کارایی شرکت‌های سهام بسیار مهم است، بنابراین بسیار تلاش شد تا تمام موارد مهم و ضروری در لیست گنجانده شود.

جدول ۱- معرفی ورودی‌ها و خروجی‌ها.

	شاخص	دیدگاه – دسته‌بندی
ورودی۱	گردش مالی دریافتنی	بهره‌برداری دارایی
ورودی۲	گردش موجودی	بهره‌برداری دارایی
ورودی۳	گردش دارایی‌ها	بهره‌برداری دارایی
ورودی۴	نسبت جاری	نقدینگی
ورودی۵	نسبت آنی	نقدینگی
ورودی۶	نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام	نقدینگی
ورودی۷	نسبت اهرم افزایش سرمایه	اهرم افزایش سرمایه
ورودی۸	نسبت پرداخت تعهدات/بدهی‌ها نوع۱	اهرم افزایش سرمایه
ورودی۹	نسبت پرداخت تعهدات/بدهی‌ها نوع۲	اهرم افزایش سرمایه
خروجی۱	بازده حقوق صاحبان سهام	سودآوری
خروجی۲	بازده دارایی‌ها	سودآوری
خروجی۳	نرخ رشد درآمد	رشد

این داده‌ها با بهره‌گیری از فرمول‌های حسابداری و با استفاده از ترازنامه‌های ۲۰ شرکت معتبر سرمایه‌گذار در بورس برای سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ به‌دست‌آمده‌اند.

جدول ۲- داده‌های مربوط به یک شرکت خاص.

ورودی‌ها	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
i1	۵۷/۱۴	۴۲/۹۳	۲۰/۷۵	۱۶/۸۳	۷/۹۶	۹/۴۲	۸/۲۵	۵/۴۴	۵/۲۷
i2	۴/۲۷	۴/۴۹	۴/۶۹	۶/۹۲	۵/۳۶	۷/۰۷	۷/۹۲	۸/۳۵	۹/۱۳
i3	۰/۷۴	۰/۹۰	۰/۸۲	۰/۸۰	۰/۶۹	۰/۷۵	۰/۸۸	۱/۰۵	۱/۰۸
i4	۰/۷۵	۰/۷۱	۰/۶۴	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۶۸	۰/۶۰	۰/۶۷	۰/۷۳
i5	۰/۴۸	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۴۴	۰/۵۰	۰/۵۵	۰/۴۸	۰/۵۳	۰/۵۹
i6	۱/۴۱	۰/۸۹	۰/۹۱	۰/۳۰	۱/۵۳	۰/۴۶	۰/۴۴	۰/۲۸	۰/۲۵
i7	۶/۶۹	۷/۳۰	۱۴/۶۴	۶/۱۱	۱۰/۷۷	۷/۴۸	۱۳/۱۸	۹/۹۱	۸/۶۳
i8	۰/۸۵	۰/۸۶	۰/۹۳	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۸۷	۰/۹۲	۰/۹۰	۰/۸۸
i9	۵/۶۹	۶/۳۰	۱۳/۶۴	۵/۱۱	۹/۷۷	۶/۴۸	۱۲/۱۸	۸/۹۱	۷/۶۳
خروجی‌ها	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
j1	۰/۳۸	۰/۵۷	۱/۰۶	۰/۵۲	۰/۳۸	۰/۳۷	۰/۱۷	۰/۳۸	۰/۴۸
j2	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۰۷	۰/۰۹	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۰۶
j3	۰/۶۴	۰/۷۳	۰/۳۰	۰/۰۷	-۰/۰۱	۰/۱۸	۰/۲۲	۰/۳۰	۰/۱۸

به‌عنوان نمونه، داده‌های مربوط به شرکت اول برای ۹ ورودی و ۳ خروجی در جدول ۲ لیست شده‌اند.

در اینجا به توصیف مختصر برخی از شاخص‌ها می‌پردازیم:

- گردش مالی دریافتنی: این نسبت نشان می‌دهد که حساب‌های دریافتنی تجاری معادل چند روز فروش روزانه شرکت‌ها می‌باشد. بالا بودن چنین نسبتی نشانگر آن است که شرکت کالاهای خود را با شرایط نسیه قابل‌ملاحظه‌ای می‌فروشد یا در وصول مطالبات خود پیگیری مؤثری به انجام نمی‌رساند.
- گردش موجودی کالا: این نسبت به‌صورت مرتبه بیان می‌شود. بالا بودن چنین نسبتی نشانگر توان شرکت در گرداندن موجودی کالای آن و به عبارت بهتر توان شرکت در فروش کالاهای آن است. کم بودن این نسبت نشان می‌دهد که شرکت در فروش کالاهای خود با دشواری مواجه است و یا اینکه کالای مازاد بر نیاز نگهداری می‌نماید. در تحلیل مراتب فوق توجه به این موضوع که شرکت تولیدکننده محصول است و یا صرفاً واردکننده کالا می‌باشد، بسیار مهم است. همچنین نوسانات فصلی در فروش کالاها و یا دوره انتظار برای واردات کالا از عوامل تأثیرگذار بر نسبت فوق است.
- گردش مجموع دارایی‌ها: این نسبت به‌صورت مرتبه بیان می‌شود. بالا بودن این نسبت نشان می‌دهد که شرکت در استفاده از مجموعه دارایی‌ها و امکانات خود موفق بوده است.
- نسبت جاری: نسبت جاری به‌صورت مرتبه بیان می‌شود. این نسبت توان پاسخگویی به تعهدات شرکت در کوتاه‌مدت (یک سال) را منعکس می‌سازد. این نسبت نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت چگونه شرکت می‌تواند بدهی‌های جاری خود را از طریق تبدیل دارایی‌های جاری به نقد پاسخگو باشد. این نسبت درصورتی‌که معادل یک یا بیشتر باشد، نمایشگر آن است که شرکت هیچ‌گونه مشکلی از این بابت ندارد.
- نسبت آنی: این نسبت توانایی شرکت را در پرداخت فوری بدهی‌های جاری آن نشان می‌دهد. در محاسبه این نسبت، قیمت تمام‌شده موجودی‌های کالاها و سفارشی از دارایی‌های جاری کسر شده است، زیرا این تصور کلی وجود دارد که در شرایط اضطراری که شرکت ناگزیر از پرداخت فوری بدهی‌های جاری خود می‌باشد، فروش موجودی‌های کالاها با سرعت امکان‌پذیر نیست. این نسبت نیز مانند نسبت جاری به مرتبه بیان می‌شود. این نسبت درصورتی‌که معادل یک و بیشتر باشد، نمایشگر آن است که شرکت هیچ‌گونه مشکلی در پرداخت بدهی‌های جاری خود در شرایط اضطراری نخواهد داشت.
- نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام: این نسبت به‌صورت درصد بیان می‌شود. این نسبت نشان‌دهنده اهمیت و نقش بدهی‌های جاری و بلندمدت و نقش سهام‌داران در تأمین مجموعه دارایی‌های شرکت است. کم بودن این نسبت، هرچند نشان‌دهنده زیرکی مدیریت در تأمین منابع مالی آن است، لیکن ریسک شرکت را از دیدگاه بانک‌ها و بستانکاران افزایش می‌دهد.
- نسبت اهرم افزایش سرمایه: این نسبت رابطه کل دارایی‌ها به مقدار متعلق به سهام‌داران را نشان می‌دهد. این نسبت وابستگی زائدی به صنعت هر شرکت دارد و بهتر است که شرکت‌های هم‌صنف از این منظر باهم مقایسه شوند. به‌هرحال هرچقدر این نسبت بالاتر باشد بهتر است چون اگر هزینه‌ها از بدهی به وجود آمده باشد، قابلیت‌های شرکت اجازه نمی‌دهد که بدهی‌هایش را پرداخت کند.
- نسبت پرداخت بدهی‌ها نوع ۱: نسبت پرداخت بدهی ۱، حاصل تقسیم کل بدهی که شامل محاسبه بدهی کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌باشد، بر کل دارایی است. این نسبت، ریسک مالی را در ارتباط با یک شرکت خاص اندازه‌گیری می‌کند.
- نسبت پرداخت بدهی‌ها نوع ۲: نسبت بدهی ۲، از تقسیم کل بدهی به حقوق سهامداران محاسبه می‌شود. این نسبت رابطهٔ بین سهام و بدهی را توصیف می‌کند که برای تأمین مالی دارایی‌های شرکت استفاده‌شده است. این نسبت ریسک مالی مرتبط با شرکت خاص را اندازه می‌گیرد.

- بازده حقوق صاحبان سهام: حقوق صاحبان سهام نشانگر مجموع سرمایه‌ای است که در اختیار شرکت بوده است. چنین نسبتی نشانگر خالص بازده دارایی‌های شرکت و یا بازده حقوق صاحبان سهام شرکت است. نسبت بیشتر نشانگر موفقیت در تحصیل سود بیشتر برای سهام‌داران است.
- بازده دارایی‌ها: این نسبت نشان می‌دهد که مجموع دارایی‌هایی که در اختیار شرکت بوده است، چه بازدهی برای شرکت به ارمغان آورده است. نسبت بالاتر علامت موفقیت در استفاده از دارایی‌ها است.

۴-۲ روش تحقیق

ابتدا داده‌های ورودی و خروجی را به مدل (۷) می‌دهیم تا اندازهٔ کارایی هر یک شرکت‌ها مشخص شود. سپس از مدل (۸) بردارهای وزنی خروجی و ورودی به دست می‌آید. پس‌ازآن، ماتریس کارایی متقاطع ساخته می‌شود که از واریانس ماتریس کارایی متقاطع مشخصه ریسک به دست می‌آید. نحوه محاسبه ماتریس کواریانس که برای محاسبهٔ ریسک V_Ω نیاز داریم به‌طور خلاصه بدین شرح است: ستون k و l را در نظر بگیرید، میانگین عناصر ستون l را m_1 و میانگین عناصر ستون k را m_2 می‌نامیم. برای به دست آوردن سیگما ($\sum$) کواریانس، عناصر ستون k را از m_1 و عناصر ستون l را از m_2 کم می‌کنیم. حال این دو بردار را در هم ضرب می‌کنیم و درنهایت بر n (تعداد DMU ها یا اندازه ماتریس کارایی متقاطع) تقسیم می‌کنیم. این کار را برای تمام ستون‌ها انجام می‌دهیم و ماتریس کواریانس را می‌سازیم که روی قطر اصلی آن واریانس قرار دارد. با محاسبه کواریانس می‌توانیم ریسک و بازده را با فرمول‌هایی که داریم محاسبه کنیم. برای بیشینه کردن بازده کافی است برای هر DMU با تمام وزن‌های کارایی متقاطع بازده E_Ω را به دست آوریم و ماکزیمم آن‌ها را به‌عنوان E_Ω^b در نظر بگیریم. برای کمینه کردن ریسک نیز مدل (۸) را حل می‌کنیم. با حل مدل (۸) حداکثر بازده و حداقل ریسک به دست می‌آید.

۵- تحلیل نتایج

نتایجی که از اجرای نرم‌افزار GAMS4.1 برای این ۲۰ شرکت به دست آمد برای تحلیل بهتر در دو دسته طبقه‌بندی می‌شوند. دسته اول، نتایجی در خصوص ریسک و بازده سالیانه و دسته دوم کارایی متقاطع شرکت‌ها جهت انتخاب سبد سهام. خروجی‌های نرم‌افزار برای دسته اول حاکی از آن است که در تمام سال‌های موردبررسی در بورس ایران از سال ۱۳۸۲ تا ۱۳۹۰ برای تمام شرکت‌ها ماکزیمم بازده منفی بوده است ولی منفی‌ترین بازده مربوط به سال ۱۳۹۰ و بعد سال ۱۳۸۵ است. طبق بررسی‌های انجام‌شده، در سال‌های مذکور وضعیت اقتصادی کشور در بدترین موقعیت خود بوده است و همچنین کاهش نرخ رشد اقتصادی در سال ۱۳۹۰ در حالی است که برخی از گزارش‌های نهادهای بین‌المللی نظیر گزارش‌های دوره‌ای صندوق بین‌المللی پول، کاهش بیشتر این نرخ در سال ۹۰ و رسیدن به سطوح نزدیک به صفر درصد را برای این سال پیش‌بینی کرده بود. در جستجوی وضعیت اقتصادی ایران در سال ۱۳۹۰ چنین درک می‌شود که این آمار به‌دست‌آمده با واقعیت آن زمان کاملاً سازگار بوده است، به این دلیل که آمارهای بانک مرکزی در خصوص رشد اقتصادی در سال ۱۳۹۰ نرخ رشد منفی ٤/۹ درصدی برای اقتصاد ایران در آن سال را پیش‌بینی کرده بود و همچنین بانک جهانی نیز در گزارش خود از پیش‌بینی رشد اقتصادی ایران در آن سال، این نرخ را منفی و به میزان ۱ درصد اعلام کرده است که این گزارش در اواخر بهار سال ۱۳۹۰ منتشرشده بود. خروجی برنامه GAMS نیز مؤید آن است که بیشترین ریسک مربوط به سرمایه‌گذاری در سال ۹۰ است و ریسک سرمایه‌گذاری در این سال سه‌رقمی شده است.

نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۳، شماره (۱)، بهار ۱۳۹۷، صفحه: ۲٤-٤۰

جدول ۳- ریسک و بازده سالیانه.

سال/بازده، ریسک	بازده	ریسک
۱۳۸۲	-۰/۰۲۷۷	۰,۴۱۱۷
۱۳۸۳	-۰/۰۰۴۲	۰/۰۰۹۲
۱۳۸۴	-۰/۰۲۵۳	۰/۰۷۳۰
۱۳۸۵	-۰/۰۹۲۱	۱۵/۵۹۸۶
۱۳۸۶	-۰/۰۰۵۹	۰/۰۶۹۰
۱۳۸۷	-۰/۰۳۲۴	۱/۹۳۳۰
۱۳۸۸	۰	۳۸/۷۷۰۳
۱۳۸۹	-۰/۰۳۲۴	۲/۷۸۲۶
۱۳۹۰	-۰/۱۰۷۷	۸۴۸/۸۲۱۸

حال عوامل مؤثر بر این نتیجه در سال ۹۰ را به‌طور اختصار بیان می‌کنیم:

ازنظر اقتصاددانان، عملکرد اقتصاد ایران در سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که علاوه بر تحقق شاخص‌های کلان و معمولی اقتصاد ایران مانند رشد اقتصادی چنددرصدی، رشد صنعت ۱۰ درصدی، تورم ۲۳ درصدی و نرخ بیکاری ۱۱ تا ١٤ درصدی، شش تحول متناسب با سال ۱۳۹۰ در اقتصاد ایران و اقتصاد جهان مانند افزایش قیمت نفت، رشد نرخ طلا و ارز و... را نیز شاهد بوده است. سال ۹۰ ازنظر اقتصادی سال پرمخاطره‌ای بوده که شاهد تحولات زیادی بوده است ازجمله افزایش رشد قیمت نفت و دلار و درنتیجه افزایش نرخ ارز، افزایش نرخ هر اونس طلا در بازار جهانی، تداوم هدفمندی یارانه‌ها در کشور، کاهش مصرف بنزین به دلیل افزایش قیمت، کاهش عرضه کالاهای خارجی به دلیل کنترل قیمت‌ها در آستانه انتخابات، تداوم بیشتر در تحریم بانکی و آغاز اجرای طرح تحریم نفتی اروپا. مجموعه این عوامل، اقتصاد ایران را با چالش‌های زیادی در این سال مواجه کرده است.

بنابراین به دنبال نام‌گذاری سال ۱۳۹۰ با عنوان سال "جهاد اقتصادی"، دستگاه‌های مختلف دولتی و نهادهای بخش خصوصی، برنامه‌های مختلفی را برای تحقق جهاد اقتصادی در دستور کار قراردادند و دولت در چارچوب برنامه پنجم و بودجه سال ۱۳۹۰ موضوع هدفمندی یارانه‌ها را که از دی‌ماه سال ۱۳۸۹ آغازشده بود پیش برد و سایر محورهای طرح تحول نیز موردتوجه دولت و مجلس قرار گرفت. به عقیده کارشناسان، تحولات اقتصادی و عواید و ثمرات و آثار آن، متغیرهای تأخیری هستند و معمولاً دو تا سه سال بعد از سیاست‌گذاری و اجرای سیاست، شاهد تحولات و عواید آن در اقتصاد خواهیم بود. خروجی‌های مربوط به دسته دوم نتایج در جدول ٤ ارائه‌شده است. جدول ٤ کارایی متقاطع ۲۰ شرکت در ۹ سال تحت بررسی را نشان می‌دهد.

بنابراین نتایج، ۵ شرکت با بیشترین کارایی متقاطع می‌توانست بهترین انتخاب برای سبد سهام طی آن سال‌ها بوده باشد. در سال ۱۳۸۲، شرکت‌های ٦، ۹، ۱۲، ۱۷ و ۱۸ به ترتیب به نام شرکت‌های پتروشیمی شازند، شرکت تولید محور خودرو، شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت سیمان ایران، شرکت صنایع کاشی و سرامیک الوند کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۸۳، شرکت‌های ۵، ٦، ۱۳، ١٦ و ۱۷ به ترتیب به نام شرکت‌های نفت تبریز، شرکت پتروشیمی شازند، شرکت زامیاد، شرکت سیمان ایران و شرکت صنایع خاک چینی ایران کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۸٤، شرکت‌های ٦، ۷، ۸، ۱۵ و ۱۷ به ترتیب به نام شرکت‌های پتروشیمی شازند، شرکت پلاسکوکار، شرکت تولی پرس، شرکت سایپا و شرکت صنایع خاک چینی ایران کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۸۵، شرکت‌های ۱، ۱۰، ۱۲، ۱۳ و ۱۷ به ترتیب به نام شرکت‌های ایران‌خودرو، شرکت تهران شیمی، شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت زامیاد و شرکت صنایع خاک چینی ایران کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۸٦، شرکت‌های ٦، ۱۲، ١٤، ۱۷ و ۱۸ به ترتیب به نام

شرکت‌های پتروشیمی شازند، شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت سازه پویش، شرکت صنایع خاک چینی ایران، شرکت صنایع کاشی و سرامیک الوند کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۸۷، شرکت‌های ٦، ۹، ۱۲، ۱۳ و ۱۸ به ترتیب به نام شرکت‌های پتروشیمی شازند، شرکت تولید محور خودرو، شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت زامیاد، شرکت صنایع کاشی و سرامیک الوند کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۸۸، شرکت‌های ۲، ٦، ۱۲، ۱٦ و ۱۸ به ترتیب به نام شرکت‌های آلومینیوم ایران، شرکت پتروشیمی شازند، شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت سیمان ایران، شرکت صنایع کاشی و سرامیک الوند کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۸۹، شرکت‌های ۲، ٦، ١٤، ١٦ و ۱۸ به ترتیب به نام شرکت‌های آلومینیوم ایران، شرکت پتروشیمی شازند، شرکت سازه پویش، شرکت سیمان ایران، شرکت صنایع کاشی و سرامیک الوند کاندید سبد سهام بوده‌اند. در سال ۱۳۹۰، شرکت‌های ۲، ۹، ۱۰، ۱۲ و ۱۸ به ترتیب به نام شرکت‌های آلومینیوم ایران، شرکت تولید محور خودرو، شرکت تهران شیمی، شرکت داروسازی ابوریحان، شرکت صنایع کاشی و سرامیک الوند کاندید سبد سهام بوده‌اند. در هرسال از بین ۲۰ شرکت، پنج شرکت با بالاترین کارایی متقاطع انتخاب‌شده است که بیشتر از دیگر شرکت‌ها صلاحیت انتخاب در سبد سهام را دارند و در جدول ٤ با رنگ دیگر نشان داده‌شده‌اند.

جدول ۴- اندازه کارایی متقاطع ۲۰ شرکت موردبررسی.

سال/شرکت	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰
شرکت۱	۰/۶۷۲۳	۰/۷۳۴۴	۰/۶۳۹۳	۰/۹۴۴۶	۰/۳۴۰۹	۰/۰۸۶۷	۰/۵۱۴۱	منفی	منفی
شرکت۲	۰/۸۴۶۲	۰/۶۰۲۳	۰/۴۳۶۹	۰/۲۹۶۶	۰/۵۱۵۴	منفی	۱	۰/۷۴۹۰	۰/۸۵۷۹
شرکت۳	۰/۷۹۱۱	۰/۵۷۹۷	۰/۷۶۷۵	۰/۵۴۶۳	۰/۶۷۱۴	منفی	منفی	۰/۵۱۱۳	منفی
شرکت۴	۳۱۳۰	۰/۴۳۳۱	۰/۶۲۴۵	۰/۳۹۰۱	۰/۴۵۱۷	منفی	منفی	۰/۰۲۷۳	منفی
شرکت۵	۰/۴۲۳۸	۰/۹۸۵۹	۰/۳۷۵۴	۰/۶۴۲۳	۰/۵۴۹۴	منفی	منفی	منفی	منفی
شرکت۶	۰/۹۰۵۷	۰/۹۳۴۹	۰/۹۷۴۷	۰/۷۹۱۵	۰/۹۹۴۱	۰/۹۶۷۶	۰/۷۴۲۶	۰/۸۴۰۴	منفی
شرکت۷	۰/۴۸۶۱	۰/۳۰۷۲	۰/۹۱۱۵	۰/۴۵۶۲	منفی	منفی	منفی	۰/۶۷۰۸	منفی
شرکت۸	۰/۷۴۱۵	۰/۵۶۹۴	۰/۹۴۲۵	۰/۷۴۰۴	۰/۷۷۱۲	۰/۰۳۷۳	۰/۱۴۶۰	۰/۲۰۳۰	منفی
شرکت۹	۰/۹۳۳۶	۰/۷۵۶۱	۰/۸۶۷۳	۰/۵۹۰۷	۰/۸۴۶۰	۰/۸۴۲۱	۰/۴۸۴۱	۰/۵۴۹۱	۰/۸۹۲۳
شرکت۱۰	۰/۸۳۴۰	۰/۸۷۹۸	۰/۸۵۴۷	۰/۹۰۷۹	۰/۵۶۱۵	۰/۴۴۵۴	۰/۵۷۳۰	۰/۶۰۳۴	۰/۷۸۱۰
شرکت۱۱	۰/۶۱۰۲	۰/۳۱۹۹	۰/۰۸۰۰	منفی	منفی	منفی	منفی	منفی	منفی
شرکت۱۲	۰/۹۷۲۳	۰/۸۰۲۳	۰/۸۹۸۲	۰/۸۶۷۲	۰/۹۱۸۱	۰/۸۹۶۸	۰/۷۳۰۳	۰/۷۴۴۸	۰/۶۶۳۱
شرکت۱۳	۰/۸۹۸۱	۰/۹۴۸۹	۰/۸۹۵۹	۰/۸۶۸۴	۰/۷۳۲۲	۰/۷۵۸۹	۰/۴۸۸۳	۰/۶۴۵۹	۰/۴۹۳۶
شرکت۱۴	۰/۷۷۷۵	۰/۸۴۴۸	۰/۸۷۳۴	۰/۶۶۹۷	۰/۸۶۰۶	۰/۶۷۴۸	۰/۳۴۱۶	۰/۹۶۷۶	منفی
شرکت۱۵	۰/۷۶۷۲	۰/۶۲۵۱	۰/۹۶۳۶	۰/۵۴۶۱	۰/۷۱۲۰	۰/۲۲۰۴	۰/۴۳۲۶	۰/۴۰۸۹	منفی
شرکت۱۶	۰/۴۴۸۶	۰/۹۹۵۸	۰/۸۰۸۳	منفی	منفی	منفی	۰/۸۶۴۶	۰/۸۸۷۱	منفی
شرکت۱۷	۰/۹۳۹۵	۰/۸۸۸۵	۰/۹۵۲۹	۰/۸۷۳۰	۰/۸۹۸۱	۰/۵۳۹۶	۰/۳۴۳۷	۰/۵۶۶۷	منفی
شرکت۱۸	۰/۹۱۹۵	۰/۸۳۳۵	۰/۸۰۶۲	۰/۲۴۲۷	۰/۹۲۸۵	۰/۸۴۴۸	۰/۶۹۸۲	۰/۸۲۰۲	۰/۷۷۷۰
شرکت۱۹	۰/۷۷۸۴	۰/۷۱۵۵	۰/۷۹۰۱	۰/۶۸۷۶	۰/۶۷۵۵	۰/۴۲۱۸	۰/۶۰۲۵	۰/۳۸۳۴	۰/۴۹۱۰
شرکت۲۰	۰/۷۹۹۸	۰/۸۳۹۴	۰/۷۹۱۱	۰/۴۹۵۵	۰/۷۷۰۹	۰/۵۹۷۹	۰/۶۳۹۵	۰/۵۰۲۲	منفی

همان‌طور که ملاحظه می‌شود تا سال ۱۳۸٤ که اقتصاد دچار بیماری و رکود نشده است، هیچ شرکتی کارایی منفی ندارد و اغلب کارایی‌ها در سطح قابل قبولی است، ولی از سال ۱۳۸٤ به بعد کارایی منفی نیز به جدول اضافه‌شده است تا سال ۱۳۹۰ که بدترین سال ازنظر اقتصادی هم در تحلیل قسمت قبل و هم ازنظر بانک مرکزی بوده است و در جدول نیز کاملاً مشهود است. در سال ۱۳۹۰ از بین ۲۰ شرکت، ۱۳ شرکت دارای کارایی منفی هستند و برخی همانند شرکت ٦ در طی ۸ سال قبل از ۱۳۹۰ تا سال ۱۳۸۹، سطح قابل قبولی از کارایی را داشته و تقریباً در تمام ۸ سال کاندید خوبی برای سبد سهام بوده تا اینکه در سال ۱۳۹۰ کارایی‌اش منفی می‌شود. همچنین شرکت‌هایی که افت‌وخیز

شدیدی در کارایی دارند نیز کاندید مناسبی برای سبد سهام نمی‌توانند باشند، مثلاً شرکت ۲ که در سال ۱۳۸۷ کارایی منفی داشته است به‌یک‌باره در سال بعد، کارایی ۱ را به دست آورده است. همین‌طور در وضعیت بیمارگونه اقتصاد کشور، می‌توان سیر نزولی کارایی را در برخی شرکت‌ها دید، مثلاً در شرکت ۱۷ که تا ۵ سال همواره کاندید سبد سهام بوده و کارایی قابل قبولی داشته، در سال ۱۳۹۰ کارایی‌اش منفی می‌شود و یا شرکت ۱۱ که بعد از کارایی منفی در سال اول هرگز نمی‌تواند کارایی خود را بهبود بخشد.

۶- نتیجه‌گیری

بورس اوراق بهادار یکی از اجزای اصلی بازار سرمایه به شمار می‌رود که با کارایی روزافزون خود می‌تواند ابزار مفیدی برای دولت‌ها و اقتصاد کشورها باشد. از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر کارآمدی بازار سرمایه، در دسترس بودن اطلاعات و شفاف‌سازی وجوه تصمیم‌گیری در این بازار است. اطلاعات کافی در این زمینه امکان تصمیم‌گیری معطوف به شاخص‌های متعدد را فراهم می‌آورد که خود زمینه‌ای برای تصمیمات مطمئن و سودآور است. در راستای این مسئله بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره و ازجمله تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در این پژوهش مورداستفاده قرارگرفته است. باهدف ارتقاء سطح سودآوری سرمایه‌گذاران و کارایی صنایع بورس ایران، مدل تحلیل پوششی داده‌ها طراحی و موردبررسی قرار گرفت. به نظر پژوهشگران، تحلیل پوششی داده‌ها در تصمیم‌های مربوط به تشکیل پرتفولیو از میان مجموعه سهام، فوق‌العاده مناسب است، زیرا در تصمیم‌گیری راجع به تشکیل پرتفولیو، سرمایه‌گذار باید چندین عامل (مانند ریسک، بازده و ...) را در نظر بگیرد و هنگام انتخاب سهام شرکت‌های مختلف به‌منظور سرمایه‌گذاری، باید این عوامل را با هم مقایسه کرده و آن سهامی را که ازلحاظ عوامل موردنظر نسبت به سایر سهام موجود بهتر است را انتخاب و در آن سرمایه‌گذاری کند.

در این پژوهش، ابتدا با معرفی تحلیل پوششی داده‌ها به‌عنوان یک ابزار مناسب در محاسبه کارایی، به تشریح ساختارهای مدل‌های اساسی پرداخته شد. سپس، با توجه به اهمیت ارزیابی کارایی و اندازه‌گیری ریسک و بازده، رویکردهای مختلف ازجمله رویکرد هری مارکویتز، شارپ و غیره مطرح شد. همچنین به معرفی ارزیابی کارایی متقاطع تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته شد. سپس با استفاده از مدل DEA یک ماتریس کارایی متقاطع میانگین– واریانسMV ساخته شد. نتایج مقایسه‌ای ارائه‌شده نشان‌دهندهٔ برتری این روش نسبت به روش‌های دیگر است و نشان می‌دهد که ارزیابی کارایی متقاطع همه واحدهای تصمیم‌گیری را در سطح خوبی رتبه‌بندی می‌کند، چراکه عملکردشان را در تمام شاخص‌ها حداقل به‌طور نسبتاً خوبی ارزیابی می‌کند. این روش دارای این مزیت است که کارایی بهینه همراه با ریسک حداقل را دارد و با اطمینان بیشتری می‌توان یک شرکت را در سبد سهام جای داد. همچنین مزیت دیگری که دارد آن است که مشکل فقدان تنوع در سبد سهام را حل می‌کند و از دسته‌بندی شدن یکجا جلوگیری می‌کند که این خود باعث می‌شود سبد سهام منتخب ازلحاظ عملکردش روی فاکتورهای ورودی و خروجی چندگانه به‌خوبی تنوع داشته باشد و درنتیجه آسیب‌پذیری ریسک تغییر در وزن‌ها روی ورودی و خروجی‌ها را کم کند. همچنین برای غلبه بر کاربرد ساده ارزیابی کارایی متقاطع در سبد سهام، رویکرد MV کارایی متقاطع اتخاذ شد که در آن، علاوه بر سنجش ریسک تغییر وزن برای تک‌تک واحدهای تصمیم‌گیری، ریسک سراسری تغییر در وزن‌ها برای سبد سهام را نیز بررسی می‌کند. این رویکرد انتخاب سهام برای سبد را قابل‌اعتمادتر کرد زیرا با کاهش ناچیزی در بازده، به کاهش نسبتاً زیادی در ریسک نائل شدیم. در ادامه این رویکرد، عملکرد ۹ ساله سبد سهام بررسی شد که کارایی متقاطع یک رتبه‌بندی منحصربه‌فرد را نتیجه می‌دهد که برای تصمیم‌گیری سهام‌داران در کنار بررسی عوامل دیگر مؤثر بر سبد سهام می‌تواند ابزاری نویدبخش، مفید و قابل‌اعتماد باشد.

۷- مطالعات پیشنهادی

مطالعات پیشنهادی را به دو بخش DEA و مالی تقسیم‌بندی می‌کنیم که در هر قسمت به ارائه مطالبی برای مطالعات آتی در آن حوزه می‌پردازیم.

۷-۱ مطالعات پیشنهادی در DEA

تحلیل پوششی داده‌ها در بیشتر مطالعات کاربردی به‌عنوان یک تکنیک قطعی به‌کاربرده می‌شود، اما نتایج DEA وابستگی شدیدی به مجموعه داده‌های ورودی و خروجی مورداستفاده دارد؛ بنابراین ارائه استنتاج آماری یا فواصل اطمینان برای تخمین‌های کارایی DEA می‌تواند برای اطمینان بخشی و پذیرش این تکنیک بسیار مفید باشد. تابه‌حال آزمون‌های آماری مختلفی به‌منظور بهبود قابلیت اطمینان مفاهیم و سیاست‌های مدیریتی مطالعات DEA دنبال شده، اما با توجه به انعطاف‌پذیری ساختار مدل‌های DEA، این حوزه مهم هنوز هم می‌تواند کاندیدی برای مطالعات آتی باشد. اگرچه مطالعات زیادی برای توسعه مدل‌های DEA از زمان پیدایش این روش انجام‌شده است، اما هنوز هم مدل قابل‌اطمینانی از DEA وجود ندارد که بتواند به‌طور مؤثر با موقعیت‌هایی برخورد کند که در آن برخی از متغیرها با داده‌های مثبت و منفی مخلوط می‌شوند. بااین‌حال، در موقعیت‌های واقعی همچون بورس و بانک‌ها، اطلاعات داده‌ای می‌تواند مثبت یا منفی باشد و درنتیجه فضایی جالب برای توسعه مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها برای مطالعات آتی به وجود می‌آید. تحلیل پوششی داده‌ها یک ابزار مهم در تحلیل بورس می‌باشد به دلیل اینکه این روش نیازی به مدل‌های از پیش تعیین‌شده ندارد و می‌تواند با دیدگاه‌ها بسیار تطبیق داده شود؛ بنابراین یکی دیگر از حوزه مطالعاتی آینده، پیدا کردن روش‌های جدید برای بکار بردن DEA در ترکیب با روش‌های پیشرفته‌ای می‌باشد که به‌منظور توسعه چنین روش‌هایی برای ترکیب نقاط قوت و از بین بردن نقاط ضعف آن‌ها به‌کاربرده می‌شود.

۷-۲ مطالعات پیشنهادی در مبحث مالی و بورس

پیشنهاد اول در بورس، آموزش است. تصور کنید تصمیم دارید تبدیل به یک مهندس عمران حرفه‌ای شوید که برج‌های بزرگی مثل برج میلاد را طراحی می‌کند و عملاً هیچ دانشی ندارید. گزینه‌های مختلفی برای شروع وجود دارد، می‌توانید در اینترنت جستجو کنید "دانلود آموزش مهندسی عمران!!!!!"، یا به کتابخانه رفته و چند کتاب می‌خوانید، یا با پرسش و تحقیق از برخی افراد می‌خواهید بیاموزید چگونه موفق شوید. قطعاً با انجام هیچ‌یک از کارهای فوق نمی‌توانید تبدیل به یک مهندس عمران فوق حرفه‌ای شوید و برج طراحی کنید! زیرا فردی که این کار را می‌کنند علاوه بر داشتن علم کار و اختصاص دادن سال‌هایی از عمرش به آموزش و کسب تجربه در این رشته به این سطح رسیده است. بسیاری فکر می‌کنند بازار بورس یک بازار ساده برای سرمایه‌گذاری است و نیازی به آموزش‌های پیوسته نیست. با همین تفکر اشتباه و ناقص شروع به آموزش و بعد سرمایه‌گذاری می‌کنند و در این بازار شکست می‌خورند و نه‌تنها سودی نمی‌کنند بلکه متحمل ضررهای سنگین هم می‌شوند. اگر واقعاً می‌خواهید سرمایه‌گذاری بخشی از زندگی شما را تشکیل دهد و تبدیل به یک سرمایه‌گذار حرفه‌ای شوید، توصیه می‌شود از آموزش‌های پیوسته طولانی و جامع استفاده کنید. آموزش‌هایی که بتواند شما را در طول زمان تبدیل به یک نخبه سرمایه‌گذاری بازار بورس کند. آموزش باعث می‌شود تحلیل تکنیکال بازار سهام به‌صورت کاربردی فراگرفته شود و همچنین انتخاب سهام برتر از بین صدها سهم، انتخاب بهترین قیمت ورود و خروج از سهم، استراتژی‌های حرفه‌ای خریدوفروش و غیره به‌صورت کامل و تخصصی ویژه بورس ایران انجام شود تا بهترین انتخاب برای بیشترین سود باشد.

نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، دوره ۳، شماره (۱)، بهار ۱۳۹۷ ، صفحه: ۲۴-۴۰

منابع

مهرگان، محمدرضا، (۱۳۸۷). مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها). انتشارات دانشگاه تهران.

واعظی، احسان، معمارپور، مهدی. (۱۳۹۶). ارزیابی کارایی و رتبه‌بندی شعب یک بانک خصوصی با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی دومرحله‌ای و تکنیک رتبه‌بندی بردا .تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات، ۲(۲)، ۱۱۶-۱۲۹.

Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. *Management science*, *39*(10), 1261-1264.

Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, *30*(9), 1078-1092.

Banker, R. D., & Maindiratta, A. (1988). Nonparametric analysis of technical and allocative efficiencies in production. *Econometrica: Journal of the econometric society*, 1315-1332.

Braglia, M., & Petroni, A. (2000). A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection. *International journal of physical distribution & logistics management*, *30*(2), 96-112.

Charnes, A., Cooper, W. W., Huang, Z. M., & Sun, D. B. (1990). Polyhedral cone-ratio DEA models with an illustrative application to large commercial banks. *Journal of econometrics*, *46*(1-2), 73-91.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, *2*(6), 429-444.

Chen, C. M., & Zhu, J. (2011). Efficient resource allocation via efficiency bootstraps: An application to R&D project budgeting. *Operations research*, *59*(3), 729-741.

Cooper, W. W., Park, K. S., & Pastor, J. T. (1999). RAM: A range adjusted measure of inefficiency for use with additive models, and relations to other models and measures in DEA. *Journal of productivity analysis*, *11*(1), 5-42. Doyle, J., & Green, R. (1994). Efficiency and cross-efficiency in DEA: Derivations, meanings and uses. *Journal of the operational research society*, *45*(5), 567-578.

Edirisinghe, N. C., & Zhang, X. (2007). Generalized DEA model of fundamental analysis and its application to portfolio optimization. *Journal of banking & finance*, *31*(11), 3311-3335.

Green, R. H., Doyle, J. R., & Cook, W. D. (1996). Preference voting and project ranking using DEA and cross-evaluation. *European journal of operational research*, *90*(3), 461-472.

Liang, L., Wu, J., Cook, W. D., & Zhu, J. (2008). Alternative secondary goals in DEA cross-efficiency evaluation. *International journal of production economics*, *113*(2), 1025-1030.

Lim, S. (2012). Minimax and maximin formulations of cross-efficiency in DEA. *Computers & industrial engineering*, *62*(3), 726-731.

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.

Oral, M., Kettani, O., & Lang, P. (1991). A methodology for collective evaluation and selection of industrial R&D projects. *Management science*, *37*(7), 871-885.

Park, J. H., Bae, H. R., & Lim, S. M. (2011). Multi-criteria ABC inventory classification using the cross-efficiency method in DEA. *Journal of korean institute of industrial engineers*, *37*(4), 358-366.

Pastor, J. T., & Ruiz, J. L. (2007). Variables with negative values in DEA. *Modeling data irregularities and structural complexities in data envelopment analysis* (pp. 63-84). Springer, Boston, MA.

Salo, A., & Punkka, A. (2011). Ranking intervals and dominance relations for ratio-based efficiency analysis. *Management science*, *57*(1), 200-214.

Scheel, H. (2001). Undesirable outputs in efficiency valuations. *European journal of operational research*, *132*(2), 400-410.

Stewart, T. J. (1996). Relationships between data envelopment analysis and multicriteria decision analysis. *Journal of the operational research society*, *47*(5), 654-665.

Thompson, R. G., Langemeier, L. N., Lee, C. T., Lee, E., & Thrall, R. M. (1990). The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming. *Journal of econometrics*, *46*(1-2), 93-108.

Tofallis, C. (1996). Improving discernment in DEA using profiling. *Omega*, *24*(3), 361-364.